

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 739 831**

51 Int. Cl.:

F23C 9/08 (2006.01)

F23L 7/00 (2006.01)

F23N 5/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.08.2003 PCT/JP2003/010840**

87 Fecha y número de publicación internacional: **24.06.2004 WO04053392**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.08.2003 E 03812675 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.05.2019 EP 1580485**

54 Título: **Aparato de combustión**

30 Prioridad:

12.12.2002 JP 2002361093

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

04.02.2020

73 Titular/es:

**MITSUBISHI HITACHI POWER SYSTEMS, LTD.
(100.0%)**

**3-1, Minatomirai 3-chome, Nishi-ku
Yokohama 220-8401, JP**

72 Inventor/es:

**KIYAMA, KENJIC/O BABCOCK-HITACHI K.K.;
MORITA, SHIGEKIC/O BABCOCK-HITACHI K.K.;
OKADA, OSAMUC/O BABCOCK-HITACHI K.K.;
KURAMASHI, KOUJIC/O BABCOCK-HITACHI K.K.;
YANO, TAKANORIC/O BABCOCK-HITACHI K.K.;
OCHI, KENICHIC/O BABCOCK-HITACHI K.K.;
BABA, AKIRAC/O BABCOCK-HITACHI K.K.;
SHIMOGORI, MIKIC/O BABCOCK-HITACHI K.K.;
FUKUCHI, TAKERUC/O BABCOCK-HITACHI K.K.;
YAMAGUCHI, HIROSHIBABCOCK-HITACHI K.K.;
KOBAYASHI, HIRONOBU/O HITACHI, LTD.;
TANIGUCHI, MASAYUKI,C/O HITACHI, LTD.;
OKAZAKI, HIROFUMI,C/O HITACHI, LTD. y
YAMAMOTO, KENJI,C/O HITACHI, LTD.**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 739 831 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

Aparato de combustión

Campo de la técnica

5 La presente invención se refiere a un aparato de combustión tal como una caldera comercial, una caldera industrial o similares, y más en particular a un aparato de combustión que produce una cantidad reducida de combustible sin quemar, puede llevar a cabo una combustión de alta eficiencia, y puede reducir de manera considerable óxidos de nitrógeno (NOx) o puede inhibir la generación de óxidos de nitrógeno (NOx) en un horno.

Técnica anterior

10 Actualmente, para eliminar los óxidos de nitrógeno (NOx) contenidos en el gas de combustión generado mediante la combustión de un combustible tal como carbón o similares dentro de un horno de una caldera industrial para la generación de energía o similares, se proporciona un aparato de eliminación de NOx en el lado aguas abajo de la trayectoria de flujo del gas de escape en la que se hace circular el gas de combustión (denominado gas de escape a continuación en el presente documento) descargado desde el horno. Sin embargo, por otra parte, para ahorrar en costes de funcionamiento necesarios por el consumo de amoniaco en el aparato de eliminación de NOx, la estructura se realiza de manera que se reduce la cantidad de NOx generado dentro del horno tanto como sea posible llevando a cabo una combustión baja en NOx en la etapa de combustión dentro del horno.

15 Los métodos de combustión baja en NOx incluyen un método de combustión en dos etapas de suministrar de manera dividida el aire requerido para la combustión de combustible (denominado aire de combustión a continuación en el presente documento) completamente dentro del horno, y un método que usa un quemador bajo en NOx que tiene una función de NOx bajo como quemador, y generalmente se lleva a cabo una combustión baja en NOx que los usa juntos.

20 La figura 20A es una vista esquemática en alzado frontal que muestra un ejemplo de la estructura de un aparato de combustión tal como una caldera o similares, y la figura 20B es una vista esquemática en alzado lateral del aparato de combustión. Se unen tres etapas de quemadores 2 y una etapa de orificios 3 de aire (denominados orificio de aire posterior (AAP) a continuación en el presente documento porque el orificio de aire se proporciona en el lado aguas abajo del flujo de gas visto desde el quemador) en el horno definido y formado por una pared 1 de agua para enfrentarse entre sí en cuatro filas. Para suministrar el aire de combustión a cada uno de los quemadores 2 y los AAP 3, se sitúan una caja 4 de viento para los quemadores y una caja 5 de viento para los AAP, respectivamente. El quemador 2 lleva a cabo una combustión en la que la razón de aire (cantidad de aire suministrada al quemador/cantidad de aire teórica) es de aproximadamente 0,8. Dicho de otro modo, puede reducirse la generación de NOx llevando a cabo la combustión de manera que el aire está ligeramente empobrecido en comparación con la cantidad de aire (la cantidad de aire teórica requerida teóricamente para una combustión completa del combustible). Sin embargo, como la tasa de combustible sin quemar (denominado combustible sin quemar a continuación en el presente documento) se aumenta de manera inversa, se lleva a cabo la combustión completa inyectando un aire empobrecido mediante los AAP 3 en el lado aguas abajo.

35 Tal como se mencionó anteriormente, el método de combustión en dos etapas es un método eficaz para reducir la cantidad de NOx generada. En este caso, en el quemador bajo en NOx, la estructura de quemador está diseñada de manera que se puede llevar a cabo una desnitrificación dentro de una llama formada por el quemador, sin embargo, se omitirá una descripción detallada en el presente documento.

40 La figura 21 muestra una estructura de AAP convencional. Un aire 8 de combustión a alta temperatura (denominado aire a alta temperatura a continuación en el presente documento) se suministra a la caja 5 de viento de AAP de los AAP 3 unidos al flujo de gas aguas abajo del quemador 2 de la pared 1 de agua (el lado superior del quemador 2), y el aire a alta temperatura se suministra al interior del gas de combustión a alta temperatura dentro del horno para formar un flujo de chorro. En este caso, el aire 8 de combustión se suministra al quemador y los AAP después de que se aumente la temperatura del aire 8 de combustión hasta aproximadamente 300°C para mejorar la eficiencia de generación de energía de la planta, en general manteniendo la temperatura del gas de combustión a alta temperatura dentro del horno.

45 La región de combustión se mueve al lado aguas abajo del horno al emplear el método de combustión en dos etapas. Por consiguiente, si el mezclado del gas de combustión a alta temperatura dentro del horno con el flujo de aire a alta temperatura desde los AAP 3 es mala, el gas de combustión a alta temperatura se descarga desde el horno en un estado en el que el gas de combustión a alta temperatura y el aire 8 a alta temperatura no están suficientemente mezclados. Por tanto, el gas de escape del horno contiene una gran cantidad de combustible sin quemar (carbono sin quemar del carbón y monóxido de carbono en el gas de combustión). Por consiguiente, en el horno de la caldera comercial que tiene una gran eficiencia de combustión, lo cual influye en la eficiencia económica, para favorecer el mezclado del aire desde los AAP 3, se emplea un AAP que tiene una estructura mostrada en la figura 22 (documento JP-A-59-109714, documento de patente 1). En esta estructura, el mezclado con el gas de combustión a alta temperatura se favorece mediante el flujo de aire a alta temperatura que se suministra desde un dispositivo 6 de arremolinado y se arremolina. Al mismo tiempo, es posible suministrar el flujo de aire a alta

temperatura a la porción central del horno inyectando un flujo recto que tiene la cantidad de flujo controlada mediante un amortiguador 7 a la porción central del flujo arremolinado para garantizar una penetración de pulverización del flujo de chorro.

5 La figura 23 es una vista esquemática de la estructura general de un aparato de combustión, por ejemplo, dado a conocer en el documento JP-A-3-286906, documento de patente 2, y el documento JP-U-1-101011, documento de patente 3. Un quemador 2, un orificio 11 de etapa inferior y un orificio 12 de etapa superior están situados en una pared 1 de agua. Dicho de otro modo, los AAP se proporcionan para que estén separados en una etapa superior y una etapa inferior. Se suministra gas de escape o aire 10 a baja temperatura desde el orificio 11 de etapa superior, y el aire 8 a alta temperatura se suministra desde el orificio 12 de etapa superior.

10 El quemador 2 y el orificio 12 de etapa superior realizan un método de combustión en dos etapas normal. En este caso, se forma una porción a alta temperatura en una porción superior del quemador dentro del horno, y la temperatura del gas se vuelve demasiado alta suministrando el aire 8 a alta temperatura, y tiende a generarse NOx. Por consiguiente, para reducir temporalmente la temperatura del gas dentro del horno, el gas de escape o el aire 10 a baja temperatura se suministra desde el orificio 11 de etapa superior, y se evita generar NOx.

15 Sin embargo, en este aparato de combustión, es necesario suministrar una gran cantidad de gas de escape o aire 10 a baja temperatura para reducir la temperatura del gas de combustión a alta temperatura en la porción superior del quemador dentro del horno. Por consiguiente, la eficiencia de generación de energía de la planta se reduce significativamente.

20 La figura 24 es una vista esquemática de la estructura general de un aparato de combustión según una técnica anterior adicional. Como se muestra en el dibujo, los quemadores 2 se disponen para estar enfrentados en tres etapas, y los AAP 3 se disponen para estar enfrentados en una etapa. en el dibujo, el número de referencia 22 indica un aparato medioambiental tal como un aparato de eliminación de NOx o similares, el número de referencia 23 indica una válvula de apertura y cierre, el número de referencia 24 indica un precalentador de aire, el número de referencia 25 indica un soplador de tiro forzado (FDF), el número de referencia 26 indica una máquina de pulverización de carbón, el número de referencia 27 indica una chimenea, el número de referencia 28 indica un soplador de recirculación de gas de escape (GRF), el número de referencia 41 indica un horno, el número de referencia 43 indica una trayectoria de flujo de aire de combustión, el número de referencia 70 indica un gas de escape, los números de referencia 71, 72 y 73 indican un tubo de intercambiador de calor, y el número de referencia 74 indica una cámara de suministro de gas de fondo de horno para suministrar el gas de escape la porción de fondo del horno.

30 La distribución de la concentración de NOx dentro del horno en el aparato de combustión que tiene esa estructura se muestra en la figura 25. El eje horizontal en el dibujo muestra la concentración de NOx, y el eje vertical muestra la distancia en la dirección de altura del horno.

35 En el caso en el que la cantidad de flujo del aire suministrado desde el quemador según la combustión en dos estados es menor que la cantidad de flujo de aire teórica como se muestra en el dibujo, el gas dentro del horno hasta que se mezcla el aire para la combustión en dos etapas constituye una atmósfera reductora, y el NOx generado en la región del quemador se reduce gradualmente. Como la atmósfera cambia a una atmósfera oxidante suministrando el aire para la combustión en dos etapas mediante los AAP, la cantidad de NOx se aumenta como se muestra con la línea continua para la técnica anterior. El NOx aumentado está constituido por dos clases de NOx, una provocada por la oxidación de compuestos de nitrógeno sin quemar contenidos en el gas de combustión, y la otra provocada por la oxidación del nitrógeno en el aire a alta temperatura (NOx térmico). En la alimentación con carbón pulverizado, el nivel de NOx se reduce ampliamente basándose en el alto grado de desarrollo de la técnica de combustión baja en NOx.

45 Convencionalmente, la reducción de NOx está constituida principalmente por la reducción de NOx de combustible originado a partir de nitrógeno contenido en el combustible, sin embargo, actualmente cuando el nivel de NOx puede ajustarse para ser igual a o menor de 200 ppm, no puede ignorarse la existencia del NOx térmico. Como resultado de una simulación de combustión, se conoce que el NOx térmico asciende a aproximadamente la mitad de la cantidad de generación de NOx completa. Además, se conoce que la mayoría del NOx térmico se genera después de suministrar el aire para la combustión (que puede denominarse aire para la combustión en dos etapas) desde los AAP. Además, se conoce que el combustible sin quemar existente en la porción a alta temperatura en la porción superior del quemador se calienta localmente hasta una alta temperatura en la etapa inicial de la combustión provocada mediante el aire para la combustión en dos etapas, y se genera repentinamente NOx térmico.

55 Se proporcionará una descripción en detalle del fenómeno en referencia a la figura 26. Este dibujo muestra una estructura de AAP según la técnica anterior proporcionada en la pared 1 de agua, y el estado mixto de aire inyectado desde los AAP y gas de combustión a alta temperatura en el horno 41, y la estructura de AAP es del tipo que tiene dos trayectorias de flujo en el caso de este ejemplo.

El aire para la combustión en dos etapas (un aire 105 primario de AAP y un aire 106 secundario de AAP) se inyecta al interior del horno 41 a través de una trayectoria 102 de flujo de aire primario de AAP en el lado central desde una

caja 101 de viento de aire de combustión en dos etapas, y una trayectoria 103 de flujo de aire secundario de AAP en el lado periférico exterior. Se aplica un arremolinamiento apropiado al aire 106 secundario de AAP mediante un registro 104 de aire secundario de AAP. En este caso, el número de referencia 1000 indica una porción de abertura para introducir un flujo de aire primario de AAP al interior de la trayectoria 102 de flujo de aire primario de AAP desde la caja 101 de viento de aire de combustión en dos etapas.

Con vistas a favorecer la combustión para mejorar la eficiencia de generación de energía de la planta, el aire a alta temperatura se usa frecuentemente para el aire para la combustión en dos etapas. Para reducir la cantidad de combustible sin quemar, es necesario favorecer el mezclado del aire suministrado desde los AAP y el gas de combustión a alta temperatura dentro del horno. Para favorecer el mezclado, como es necesario hacer que el flujo de chorro de aire llegue a la porción central del horno y amplíe el ancho del flujo de chorro para evitar que se genere un hueco entre los flujos de chorro, se consiguen aumentando la velocidad de pulverización del flujo de chorro de aire para reforzar la penetración de pulverización del flujo de chorro, aplicando el arremolinamiento al flujo de chorro de aire, y similares. En cada uno de los casos, la intensidad o el grado de turbulencia se vuelve grande en la región mixta entre el aire y el gas de combustión a alta temperatura. Cuando la intensidad o el grado de turbulencia se vuelve grande, se favorece la reacción de oxidación en la región mezclada, y se aumenta la temperatura local. Además, como se suministra aire suficiente a la región mixta, la concentración de oxígeno es alta. Por consiguiente, en la región mixta, se establece una condición de alta temperatura y alta concentración de oxígeno correspondiente al requisito para generar NOx térmico.

Como técnica de reducción del NOx térmico, con frecuencia se usa un mezclado de gas de escape de mezclar una parte del gas de escape con el aire de combustión en calderas de petróleo y calderas alimentadas por gas. La figura 27 muestra la estructura general de un aparato de combustión a la que se aplica el mezclado de gas de escape.

Una parte del gas de escape se devuelve mediante el soplador 28 de recirculación de gas, y una parte del mismo se suministra al interior del horno desde la cámara 74 de suministro de gas de fondo de horno, y se usa para controlar la temperatura del vapor recalentado. Además, una parte del gas de escape se deriva en la salida del soplador 28 de recirculación de gas para reducir el NOx para introducirse en la trayectoria 43 de flujo de aire de combustión a través de la trayectoria 29 de flujo de mezclado de gas. El número de referencia 30 indica un amortiguador de regulación de mezclado de gas proporcionado en la trayectoria 29 de flujo de mezclado de gas.

El aire de combustión con el que se mezcla el gas de escape se suministra al interior del horno desde el quemador 2 y los AAP 3. El mezclado de gas de escape es un método que puede reducir de manera eficaz el NOx térmico basándose en la reducción de la temperatura de combustión y la reducción de la concentración de oxígeno en la zona de combustión. Este método puede aplicarse sin problemas a calderas que emplean petróleo o gas como combustible, que tienen una velocidad de combustión alta. Sin embargo, cuando se aplica el mezclado de gas de escape a calderas alimentadas por carbón que tienen una velocidad de combustión comparativamente baja, la eficiencia de combustión se reduce en gran medida basándose en la reducción de la temperatura de combustión en toda la zona de combustión y la reducción de la concentración de oxígeno.

Además, en la llama de quemador de carbón bajo en NOx, existe una reacción de eliminación de NOx dentro de la llama en la que el NOx temporalmente generado se reduce por un producto intermedio, sin embargo, se conoce que la reacción de eliminación de NOx dentro de la llama se mejora en cuanto a la eficiencia de eliminación de NOx si la temperatura de la llama se vuelve alta. Cuando la temperatura de llama se reduce por el mezclado de gas de escape, en vez de eso se aumenta el NOx generado basándose en la reducción de la eficiencia de eliminación de NOx.

Como se mencionó anteriormente, el método de combustión en dos etapas tiene el efecto de reducción de NOx en todo el horno, sin embargo, el propio AAP tiene el efecto de generar NOx. El AAP convencional tiene la desventaja de que en el caso de favorecer el mezclado entre el gas de combustión a alta temperatura y el aire dentro del horno para conseguir la combustión completa reduciendo el combustible sin quemar, se aumenta el NOx generado en el AAP.

Además, cuando se aplica el mezclado de gas de escape para reducir el NOx térmico del aparato de combustión alimentado por carbón como se mencionó anteriormente, existe la desventaja de que se genera un efecto adverso tal como la reducción de la eficiencia de combustión y la reducción de la reacción de eliminación de NOx dentro de la llama.

El documento DE 197 05 938 A1 da a conocer un aparato de combustión en el que varias filas de orificios de aire se disponen en las paredes de un horno aguas abajo de un quemador e inyectan gas de escape recirculado y aire de combustión al interior del horno.

Descripción de la invención

El problema subyacente de la presente invención es proporcionar un aparato de combustión y una caja de viento que pueden superar las desventajas de la técnica anterior, y pueden reducir o inhibir la generación de NOx en un AAP incluso en el caso de favorecer el mezclado entre un gas de combustión a alta temperatura y el aire de combustión con la finalidad de reducir la cantidad de combustible sin quemar.

El problema anterior se resuelve según las reivindicaciones independientes. Las reivindicaciones dependientes se refieren a realizaciones preferidas del concepto de la presente invención.

Según un primer aspecto de la presente invención, se proporciona un aparato de combustión que comprende:

un quemador que quema un combustible dentro un de horno en una razón de aire teórica o menos, y

5 una pluralidad de orificios de aire dispuestos aguas abajo del quemador y que inyectan aire de combustión para el empobrecimiento en el quemador al interior del horno,

10 en el que se proporcionan medios de suministro de gas de inhibición para suministrar un gas de inhibición de generación de óxido de nitrógeno constituido por al menos un gas seleccionado del gas de escape de combustión, un gas mixto del gas de escape de combustión y aire, y aire a baja temperatura, que inhibe la generación de óxidos de nitrógeno, en la región de mezclado formada dentro del horno tanto por el gas de combustión generado quemando el combustible por medio del quemador como por el aire de combustión inyectado a partir del orificio de aire o cerca de la región de mezclado,

15 en el que dicha pluralidad de orificios de aire están situados a lo largo de una dirección de anchura del horno y cada uno de los orificios de aire está dotado de dichos medios de suministro de gas de inhibición y de medios de regulación de velocidad de flujo para regular la velocidad de flujo del gas de inhibición, en el que dichos medios de regulación de velocidad de flujo están configurados de modo que el gas de inhibición se suministra más a un orificio de aire cerca de la porción central del horno que a un orificio de aire cerca de una pared lateral del horno en la pluralidad de orificios (3) de aire.

20 Según un segundo aspecto de la presente invención, se proporciona un aparato de combustión como se ha mencionado en el primer aspecto mencionado anteriormente, en el que el lado interior del orificio de aire está separado en una trayectoria de flujo para inyectar el aire de combustión y una trayectoria de flujo para inyectar el gas de inhibición de generación de óxido de nitrógeno.

25 Según un tercer aspecto de la presente invención, se proporciona un aparato de combustión como se ha mencionado en uno cualquiera del primer aspecto al tercer aspecto mencionado anteriormente, en el que el gas de inhibición se inyecta en el horno desde el lado de porción periférica exterior de un orificio de inyección de aire del orificio de aire.

30 Según un cuarto aspecto de la presente invención, se proporciona un aparato de combustión como se ha mencionado en uno cualquiera del primer aspecto al cuarto aspecto mencionado anteriormente, en el que el orificio de inyección de gas de inhibición está formado en una forma anular para rodear el orificio de inyección de aire del orificio de aire.

Según un quinto aspecto de la presente invención, se proporciona un aparato de combustión como se ha mencionado en uno cualquiera del primer aspecto al cuarto aspecto mencionado anteriormente, en el que una pluralidad de orificios de inyección de gas de inhibición están dispuestos en dirección periférica para rodear el orificio de inyección de aire del orificio de aire.

35 Según un sexto aspecto de la presente invención, se proporciona un aparato de combustión como se ha mencionado en uno cualquiera del primer aspecto al cuarto aspecto mencionado anteriormente, en el que el orificio de inyección de gas de inhibición está formado en una forma de arco aproximadamente circular para rodear una parte del orificio de inyección de aire del orificio de aire.

40 Según un séptimo aspecto de la presente invención, se proporciona un aparato de combustión como se ha mencionado en uno cualquiera del primer aspecto al cuarto aspecto mencionado anteriormente, en el que una pluralidad de orificios de inyección de gas de inhibición están dispuestos de manera concéntrica en una parte de la porción periférica exterior del orificio de inyección de aire del orificio de aire.

45 Según un octavo aspecto de la presente invención, se proporciona un aparato de combustión como se ha mencionado en el sexto aspecto o el séptimo aspecto mencionado anteriormente, en el que el orificio de inyección de gas de inhibición está dispuesto en el lado de quemador del orificio de inyección de aire del orificio de aire.

Según un noveno aspecto de la presente invención, se proporciona un aparato de combustión como se ha mencionado en uno cualquiera del primer aspecto al octavo aspecto mencionado anteriormente, en el que se proporciona un sistema para suministrar una parte del gas de escape recirculado dentro del horno como gas de inhibición de óxido de nitrógeno derivando una parte del gas de escape recirculado dentro del horno.

50 Según un décimo aspecto de la presente invención, se proporciona un aparato de combustión como se ha mencionado en el noveno aspecto mencionado anteriormente, en el que un soplador exclusivo para el gas de inhibición está colocado en el sistema de suministro de gas de inhibición.

Para favorecer el mezclado entre el aire suministrado desde el AAP para reducir la cantidad de combustible sin quemar y el gas de combustión a alta temperatura dentro del horno, se consigue reforzar la penetración del flujo de

chorro aumentando la velocidad de inyección del flujo de chorro de aire o aplicando un arremolinamiento al flujo de chorro de aire. En ambos casos, la turbulencia no estacionaria (intensidad de turbulencia) en la superficie de contacto de mezclado entre el aire a alta temperatura y el gas de combustión a alta temperatura mostrada en las figuras 21 y 22 se vuelve intensa. En este caso, en el AAP convencional, la temperatura se vuelve alta y la concentración de oxígeno se vuelve alta en la superficie de contacto de mezclado que tiene un gran grado de turbulencia. Esto se debe a que el gas de combustión que tiene la alta temperatura y el aire que tiene la alta concentración de oxígeno se ponen directamente en contacto entre sí.

Se genera NOx bajo las condiciones de un alto grado de turbulencia, la alta temperatura y la alta concentración de oxígeno. Cuando se favorece el mezclado para reducir el combustible sin quemar mediante el AAP convencional, se establecen las condiciones mencionadas anteriormente, de manera que se genera NOx. En la presente invención, como el gas que tiene una baja temperatura y una baja concentración de oxígeno (el gas de escape, el gas mixto de gas de escape y aire, aire a baja temperatura o similares) se suministra a la región mezclada (la superficie de contacto de mezclado) o la porción cerca de la región mezclada, no se genera NOx o se inhibe la generación de NOx.

15 Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es una vista esquemática de la estructura general de un AAP según una primera realización de la presente invención;

La figura 2 es una vista esquemática de la estructura general de un AAP según una segunda realización de la presente invención;

20 La figura 3A es una vista esquemática de la estructura general de un AAP según una tercera realización de la presente invención;

La figura 3B es un diagrama de campo visual de la línea A-A en la figura 3A;

La figura 4A es una vista esquemática de la estructura general de un AAP según una cuarta realización de la presente invención;

25 La figura 4B es un diagrama de campo visual de la línea B-B en la figura 4A;

La figura 5 es una vista esquemática de la estructura general de un aparato de combustión para explicar la ruta de suministro de gas de escape a una caja de viento de gas de inhibición según una quinta realización de la presente invención;

30 La figura 6 es una vista esquemática de la estructura general de un aparato de combustión para explicar la ruta de suministro de un gas mixto de gas de escape y aire a una caja de viento de gas de inhibición según una sexta realización de la presente invención;

La figura 7 es una vista esquemática de la estructura general de un aparato de combustión para explicar la ruta de suministro de un aire a baja temperatura a una caja de viento de gas de inhibición según una séptima realización de la presente invención;

35 La figura 8 es un diagrama característico para explicar el efecto obtenido aplicando la presente invención;

La figura 9 es una vista esquemática de la estructura general de un aparato de combustión según una octava realización de la presente invención;

La figura 10 es una vista esquemática de una estructura ampliada cerca de una caja de viento de aire de combustión en dos etapas según la realización;

40 La figura 11 es una vista explicativa que muestra el estado de flujo de un flujo de chorro de aire cerca de la caja de viento, un flujo de chorro de gas de escape de AAP y un flujo de gas sin quemar ascendente desde el lado de porción de quemador;

La figura 12A es una vista esquemática de una estructura ampliada cerca de una caja de viento de aire de combustión en dos etapas según una novena realización de la presente invención;

45 La figura 12B es una vista que muestra la disposición de un orificio de inyección de gas de inhibición;

La figura 13A es una vista esquemática de una estructura ampliada cerca de una caja de viento de aire de combustión en dos etapas según una décima realización de la presente invención;

La figura 13B es una vista que muestra la disposición de un orificio de inyección de gas de inhibición;

50 La figura 14 es una vista explicativa que muestra el estado de flujo de un flujo de chorro de aire cerca de la caja de viento, un flujo de chorro de gas de escape de AAP y un flujo de gas sin quemar ascendente desde el lado de

porción de quemador;

La figura 15A es una vista esquemática de una estructura ampliada cerca de una caja de viento de aire de combustión en dos etapas según una undécima realización de la presente invención;

La figura 15B es una vista que muestra la disposición de un orificio de inyección de gas de inhibición;

5 La figura 16 es una vista esquemática de la estructura general de un aparato de combustión según una duodécima realización de la presente invención;

La figura 17A es una vista que muestra el estado de distribución de la temperatura del gas dentro de un horno en la dirección de anchura dentro del horno;

10 La figura 17B es una vista que muestra el estado de distribución de la concentración de NOx generado en la dirección de anchura dentro del horno;

La figura 18 es una vista para explicar el ajuste de grado de apertura de una pluralidad de amortiguadores de ajuste dispuestos en el lado aguas abajo de un amortiguador de ajuste de cantidad de recirculación de gas de escape de AAP colocado en los lados frontal y trasero de una cámara de combustión;

15 La figura 19 es una vista para explicar un ejemplo para establecer la velocidad de flujo de un gas de recirculación de AAP en la realización de la presente invención;

La figura 20A es una vista esquemática frontal en alzado que muestra la estructura de un aparato de combustión de caldera;

La figura 20B es una vista esquemática lateral en alzado del aparato de combustión en la figura 20A;

La figura 21 es una vista esquemática de la estructura general de un AAP que muestra una primera técnica anterior;

20 La figura 22 es una vista esquemática de la estructura general de un AAP que muestra una segunda técnica anterior;

La figura 23 es una vista esquemática de la estructura general de un aparato de combustión que muestra una tercera técnica anterior;

25 La figura 24 es una vista esquemática de la estructura general de un aparato de combustión que muestra una cuarta técnica anterior;

La figura 25 es una vista que muestra el estado de distribución dentro de un horno de la concentración de NOx en el aparato de combustión;

La figura 26 es una vista que muestra una estructura de AAP convencional, y el estado de mezclado del aire de inyección desde el AAP y un gas de combustión a alta temperatura dentro del horno; y

30 La figura 27 es una vista esquemática de la estructura general de un aparato de combustión que muestra una quinta técnica anterior.

35 La figura 1 es una vista esquemática de la estructura general de un AAP según una primera realización. Una caja 5 de viento de AAP está colocada en una pared 1 de agua y una caja 9 de viento de gas de inhibición de generación de NOx está colocada en la porción interior de la misma para formar una estructura doble. Un orificio 9a de inyección de gas de inhibición formado en un lado de horno de la caja 9 de viento de gas de inhibición está dispuesto de manera anular en el lado de porción periférica exterior de un orificio 5a de inyección de aire de AAP formado en el lado de horno de la caja 5 de viento de AAP.

40 El flujo 8 de aire a alta temperatura se introduce a la caja 5 de viento de AAP, y se inyecta al interior del horno linealmente desde el orificio 5a de inyección de aire de AAP. El gas 10 de inhibición de generación de NOx constituido por el gas de escape se introduce al interior de la caja 9 de viento de gas de inhibición, y se inyecta al interior del horno hacia la periferia del flujo de chorro de aire a alta temperatura, esto es, la región de mezclado de ambos (la porción de línea ondulada en el dibujo) formada por el gas de combustión a alta temperatura y el aire a alta temperatura (el aire para la combustión) dentro del horno o una porción cerca del mismo.

45 Tal como se mencionó anteriormente, el AAP está constituido por la estructura doble, y el aire 8 a alta temperatura se suministra al interior del horno desde la porción central, y el gas 10 de inhibición se suministra al interior del horno desde la porción periférica exterior del mismo. En este caso, si se aumenta la velocidad de inyección del flujo de chorro de aire a alta temperatura para favorecer el mezclado del aire 8 a alta temperatura, el gas 10 de inhibición constituido por el gas de escape que tiene la temperatura baja y la concentración de oxígeno baja se suministra a la región de mezclado del aire 8 a alta temperatura y el gas de combustión a alta temperatura o la porción cerca de la
50 misma.

Por consiguiente, se inhibe la generación de NOx.

En este caso, cuando se mezcla el gas de escape con el aire a alta temperatura suministrado desde el AAP, es posible inhibir la generación de NOx debido a la reducción de la concentración de oxígeno y la reducción de la temperatura de gas en base a la dilución, sin embargo, esto no se prefiere porque la eficiencia de la central de generación de energía se reduce en base a la recirculación de una gran cantidad de gas de escape. Como es posible inhibir la generación de NOx suministrando una cantidad reducida de gas 10 de inhibición solamente a la región de mezclado del aire a alta temperatura y el gas de combustión a alta temperatura correspondiente a la porción en la que se genera el NOx térmico, no disminuye la eficiencia de generación de energía.

En la presente realización, el gas de escape se usa como gas 10 de inhibición, sin embargo, puede conseguirse el mismo efecto suministrando el gas mixto del gas de escape y el aire o aire a baja temperatura desde el orificio 9a de inyección de gas de inhibición en el lado periférico exterior de la trayectoria de flujo de AAP.

La figura 2 es una vista esquemática de la estructura general de un AAP según una segunda realización. En la presente realización, se hace la estructura de manera que se suministran al interior del horno un gas 10 de inhibición constituido por un flujo de aire a alta temperatura recto que tiene la velocidad de flujo controlada mediante un amortiguador 7, un flujo de aire a alta temperatura arremolinado que pasa a través de un dispositivo 6 de arremolinado y un gas 10 de inhibición constituido por el gas de escape. Dicho de otro modo, el AAP está formado en una estructura múltiple (una estructura triple en la presente realización) e inhibe la generación de NOx suministrando el gas 10 de inhibición desde la periferia más exterior.

En el aparato de combustión en el que se disponen una gran cantidad de AAP 3, entra en consideración la disposición de la caja 5 de viento de AAP y la caja 9 de viento de gas de inhibición. Las figuras 3A, 3B, 4A y 4B muestran las realizaciones tercera y cuarta.

La figura 3B es un diagrama de campo visual de la línea A-A en la figura 3A. En esta tercera realización, una pluralidad de AAP 3 están colocados en la pared 1 de agua, sin embargo, el flujo 8 de aire a alta temperatura se suministra desde la caja 5 de viento de AAP común. La caja 9 de viento de gas de inhibición común está colocada en una porción interior de la caja 5 de viento de AAP, y suministra el gas 10 de inhibición a través de la caja 9 de viento de gas de inhibición común.

La figura 4B es un diagrama de campo visual de la línea B-B en la figura 4A. En esta cuarta realización, la caja 9 de viento de gas de inhibición individual está colocada en una porción interior de la caja 5 de viento de AAP común.

A continuación, se proporcionará una descripción de la trayectoria de suministro del gas de escape correspondiente al gas de inhibición y el aire en base a realizaciones mostradas en las figuras 5 a 7. En estos dibujos, el número de referencia 13 indica un primer soplador, el número de referencia 14 indica un intercambiador de calor y el número de referencia 15 indica un segundo soplador. En una quinta realización mostrada en la figura 5, el gas de inhibición constituido por el gas de escape se suministra a la caja 9 de viento de gas de inhibición mediante el segundo soplador 15. La temperatura de gas del gas de inhibición es de entre aproximadamente 250 y 350°C, y el contenido de oxígeno en porcentaje del mismo es de entre aproximadamente el 2 y el 6%.

En una sexta realización mostrada en la figura 6, el aire de combustión que pasa a través del intercambiador 14 de calor y el gas de escape desde el segundo soplador 15 se mezclan según una razón adecuada, y el gas de inhibición constituido por el gas mixto se suministra a la caja 9 de viento de gas de inhibición. Por ejemplo, en el caso de mezclar el aire de combustión aproximadamente al 10%, la temperatura de gas del gas de inhibición es de entre aproximadamente 250 y 350°C, y el contenido de oxígeno en porcentaje es de entre aproximadamente el 5 y el 9%.

En una séptima realización mostrada en la figura 7, el aire a baja temperatura desde el primer soplador 15 se suministra directamente como gas de inhibición a la caja 9 de viento de gas de inhibición sin pasar a través del intercambiador 14 de calor. La temperatura de gas del gas de inhibición es aproximadamente igual a temperatura atmosférica, y el contenido de oxígeno en porcentaje es aproximadamente del 20%.

Como el mezclado entre el gas de combustión y el aire se favorece aumentando la velocidad de inyección de aire posterior, se reduce la cantidad de combustible sin quemar tal como se muestra en la figura 8. Por otra parte, la cantidad de escape de NOx se aumenta según el aumento en la velocidad de inyección de aire posterior. Esto se debe a que la oxidación del contenido en nitrógeno se favorece en general y se genera NOx en el caso en el que se favorece la combustión correspondiente a reacción de oxidación del combustible. En la técnica anterior, es imposible conseguir la reducción simultánea del combustible sin quemar y NOx. Sin embargo, como la generación de NOx puede inhibirse en la región de mezclado del aire a alta temperatura y el gas de combustión a alta temperatura, la generación de NOx en el caso de aumentar la velocidad de inyección de aire posterior es menor en comparación con la técnica anterior tal como se muestra en la figura 8.

La figura 9 es una vista esquemática de la estructura general de un aparato de combustión según una octava realización. En la presente realización, una parte del gas de escape se suministra a un horno 41 desde una cámara 74 de suministro de gas de fondo de horno mediante un soplador 28 de recirculación de gas, y está dedicada a

ajustar la cantidad de intercambio de calor en los dispositivos 71, 72 y 73 de intercambio de calor en base a una transferencia de calor por convección, esto es, un control de la temperatura de vapor. Además, la otra parte del gas de escape se aumenta en presión mediante un soplador 37 de recirculación de gas de escape de AAP para formar un gas de inhibición de generación de NOx, y se inyecta al interior del horno desde un AAP 5 a través de una trayectoria 31 de flujo de recirculación de gas de escape de AAP.

En la presente realización, como el soplador 37 de recirculación de gas de escape de AAP está colocado para un uso exclusivo del mismo, es posible fijar fácilmente una condición apropiada para la recirculación de gas de escape de AAP independientemente de la condición de la recirculación de gas de escape desde la porción de fondo de horno usada para controlar la temperatura de vapor.

La figura 10 es una vista esquemática de una estructura ampliada cerca de una caja de viento de aire de combustión en dos etapas según la realización, y la figura 11 es una vista explicativa que muestra el estado de flujo de un flujo de chorro de aire cerca de la caja de viento, un flujo de chorro de gas de escape de AAP y un flujo de gas sin quemar ascendente desde el lado de porción de quemador.

En estos dibujos, el número de referencia 1 indica una pared de agua, el número de referencia 32 indica un amortiguador de ajuste de cantidad de recirculación de gas de escape de AAP, el número de referencia 33 indica un tubo de suministro de gas de escape de AAP, el número de referencia 34 indica un anillo de suministro de gas de escape de AAP, el número de referencia 35 indica una trayectoria de flujo de suministro de gas de escape de AAP, el número de referencia 36 indica un flujo de chorro de gas de escape de AAP, el número de referencia 38 indica un flujo de gas sin quemar ascendente y el número de referencia 41 indica un horno. Además, el número de referencia 101 indica una caja de viento de aire de combustión en dos etapas, el número de referencia 102 indica una trayectoria de flujo de aire primario de AAP, el número de referencia 103 indica una trayectoria de flujo de aire secundario de AAP, el número de referencia 104 indica un registro de aire secundario de AAP, el número de referencia 105 indica un aire primario de AAP, el número de referencia 106 indica un aire secundario de AAP y el número de referencia 107 indica un flujo de chorro de aire. En este caso, el número de referencia 1000 indica una porción de abertura para introducir el aire 105 primario de AAP a la trayectoria 102 de flujo primario de AAP desde la caja 101 de viento de aire de combustión en dos etapas.

En el caso de la presente realización, el orificio 9a de inyección de gas de inhibición de la trayectoria 35 de flujo de suministro de gas de escape de AAP está dispuesto para rodear todo el orificio 5a de inyección de aire de las trayectorias 102 y 103 de flujo de aire de AAP. El gas de recirculación, cuya velocidad de flujo se ajusta a una velocidad de flujo predeterminada por el amortiguador 32 de ajuste de cantidad de recirculación de gas de escape de AAP, se introduce al anillo 34 de suministro de gas de escape de AAP a través del tubo 33 de suministro de gas de escape de AAP, pasa a través de la trayectoria 35 de flujo de suministro de gas de escape de AAP tal como se muestra en la figura 11, y se inyecta como el flujo 36 de chorro de gas de escape de AAP a la porción periférica exterior del flujo 107 de chorro de aire desde el orificio 9a de inyección de gas de inhibición.

Tal como se mencionó anteriormente, la trayectoria 35 de flujo de suministro de gas de escape está colocada en el lado exterior en la dirección diametral de la trayectoria 103 de flujo de aire secundario de AAP, y el gas de escape se suministra para rodear el aire de combustión en dos etapas (el flujo 107 de chorro de aire). Según la presente estructura, tal como se muestra en la figura 11, es posible suministrar el gas de escape a la región de mezclado en la que el combustible sin quemar en el flujo 38 de gas sin quemar ascendente desde el lado de quemador comienza la combustión mediante el aire de combustión en dos etapas o (y) la porción cerca del mismo.

Las figuras 12A y 12B son vistas esquemáticas de una estructura ampliada cerca de una caja de viento de aire de combustión en dos etapas según una novena realización, en las que la figura 12A es una vista esquemática de la estructura completa cerca de la caja de viento y la figura 12B es una vista que muestra la disposición del orificio de inyección de gas de inhibición.

En el caso de la presente realización, la trayectoria 35 de flujo de suministro de gas de escape de AAP está formada por una pluralidad de toberas de suministro de gas de escape, las toberas de suministro de gas de escape están colocadas en la porción periférica exterior en la trayectoria 103 de flujo de aire secundario de AAP, y una pluralidad de orificios 9a de inyección de gas de inhibición de la trayectoria 35 de flujo de suministro de gas de escape de AAP están colocados en la dirección periférica tal como se muestra en la figura 12B.

De acuerdo con esta estructura, el gas de escape se mezcla para rodear el aire de combustión en dos etapas. Es posible suministrar el gas de escape a la región en la que el componente sin quemar que asciende desde el quemador empieza la combustión en base al aire de combustión en dos etapas, de la misma manera que la realización en la figura 11. En la presente realización, es posible colocar la tobera de suministro de gas de escape aplicando una modificación comparativamente sencilla al orificio de aire de combustión en dos etapas existente.

Las figuras 13A y 13B son vistas esquemáticas de una estructura ampliada cerca de una caja de viento de aire de combustión en dos etapas según una décima realización, en las que la figura 13A es una vista esquemática de la estructura completa cerca de la caja de viento y la figura 13B es una vista que muestra la disposición del orificio de inyección de gas de inhibición. La figura 14 es una vista explicativa que muestra el estado de flujo de un flujo de

chorro de aire cerca de la caja de viento, un flujo de chorro de gas de escape de AAP y un flujo de gas sin quemar ascendente desde el lado de porción de quemador.

En el caso de la presente realización, tal como se muestra en la figura 13B, el orificio 9a de inyección de gas de inhibición de la tobera de suministro de gas de escape formada en una forma de medio anillo (una forma de arco circular) está colocado solo en el lado inferior de la porción periférica exterior en la trayectoria 103 de flujo de aire secundario de AAP, y el flujo 36 de chorro de gas de escape de AAP se inyecta desde aquí (véase la figura 14). Tal como se muestra en la figura 14, como el flujo 36 de chorro de gas de escape de AAP sólo puede formarse en el lado inferior del flujo 107 de chorro de aire de AAP en el que el componente sin quemar que asciende desde el lado de porción de quemador empieza la combustión en base al aire de combustión en dos etapas, es posible obtener el mismo efecto de reducción de NOx mediante una cantidad reducida de gas de recirculación.

Las figuras 15A y 15B son vistas esquemáticas de una estructura ampliada cerca de una caja de viento de aire de combustión en dos etapas según una undécima realización, en las que la figura 15A es una vista esquemática de la estructura completa cerca de la caja de viento y la figura 15B es una vista que muestra la disposición del orificio de inyección de gas de inhibición.

En el caso de la presente realización, una pluralidad de orificios 9a de inyección de gas de inhibición de la tobera de suministro de gas de escape están colocados de manera concéntrica sólo en el lado inferior de la porción periférica exterior de la trayectoria 103 de flujo de aire secundario de AAP. En este caso, de la misma manera que la figura 14, como es posible formar el flujo de chorro de gas de escape de AAP solo en el lado inferior del flujo de chorro de aire de AAP en el que el componente sin quemar que asciende desde el quemador empieza la combustión en base al aire de combustión en dos etapas, el mismo efecto de reducción de NOx puede obtenerse mediante una cantidad reducida de gas de recirculación.

En el caso de las realizaciones décima y undécima, el anillo 34 de suministro de gas de escape de AAP puede formarse realmente en forma de medio anillo en correspondencia con el orificio 9a de inyección de gas de inhibición en lugar de una forma de anillo completo.

La figura 16 es una vista esquemática de la estructura general de un aparato de combustión según una duodécima realización. En el caso de la presente realización, como el gas de escape a baja temperatura en el que se recupera el calor a través del intercambiador de calor tal como el precalentador 24 de aire o similares se suministra a la caja 5 de viento de AAP, se obtiene el efecto de reducir el NOx térmico en base a la reducción de temperatura.

Las figuras 17A y 17B son vistas que muestran la distribución de la temperatura de gas dentro de un horno en la dirección de anchura dentro del horno, y la concentración de NOx generado en la dirección de anchura dentro del horno. Tal como se muestra en la figura 17A, la temperatura de gas dentro del horno es menor en la porción cerca de la pared lateral del horno (la porción cerca de los extremos derecho e izquierdo en la dirección del dibujo), y es mayor en la porción central del horno. Por consiguiente, tal como se muestra en la figura 17B, la concentración de NOx generado se vuelve mayor en la porción central del horno en la que la temperatura es alta. En el caso de la invención en el que se proporcione una pluralidad de AAP en la dirección de anchura del horno, es posible reducir de manera eficaz los NOx suministrando más gas de escape a la porción central del horno que a la porción cerca de la pared lateral del horno.

La figura 18 es una vista para explicar el ajuste del grado de apertura de una pluralidad de amortiguadores 32a a 32h de ajuste dispuestos en el lado aguas abajo del amortiguador 32 de ajuste de cantidad de recirculación de gas de escape de AAP colocado en los lados frontal y trasero de una cámara de combustión. Tal como se muestra en el dibujo, los amortiguadores 32a a 32d de ajuste están colocados individualmente en el lado aguas abajo del amortiguador 32X de ajuste de cantidad de recirculación de gas de escape de AAP en el lado frontal de la cámara de combustión en correspondencia con el AAP respectivo (no mostrado) dispuesto en la dirección de anchura del horno. Los amortiguadores 32e a 32h de ajuste están colocados en el lado aguas abajo del amortiguador 32Y de ajuste de cantidad de recirculación de gas de escape de AAP en el lado trasero de la cámara de combustión de la misma manera.

Como es aparente a partir del resultado de las figuras 17A y 17B mencionadas anteriormente, la temperatura de gas dentro del horno es menor en la porción cerca de la pared lateral del horno y es mayor en la porción central. Por consiguiente, la concentración de NOx generado se vuelve mayor en la porción central del horno en la que la temperatura es mayor. Se suministra una gran cantidad de gas de escape a la porción central del horno que tiene una gran cantidad de NOx generado, estableciendo un pequeño grado de apertura de amortiguador de los amortiguadores 32a, 32d, 32e y 32h de ajuste colocados en la porción cerca de la pared lateral en los lados tanto frontal como trasero de la cámara de combustión y estableciendo un gran grado de apertura de amortiguador de los amortiguadores 32b, 32c, 32f y 32g de ajuste colocados en el lado de porción central dentro del horno en correspondencia con la condición de la temperatura de gas dentro del horno tal como se mencionó anteriormente.

Cuanto mayor es la carga de caldera, mayor se vuelve la temperatura de gas dentro del horno. Como resultado, cuanto mayor es la carga de caldera, mayor es el NOx térmico. La figura 19 es una vista para explicar un ejemplo para establecer la velocidad de flujo del gas de recirculación de AAP, en la que el eje horizontal muestra la carga de

caldera y el eje vertical muestra la razón de recirculación de gas de escape de AAP. En este caso, la razón de recirculación de gas de escape de AAP es un valor numérico determinado por la siguiente expresión.

$$\text{Razón de recirculación de gas de escape de AAP} = \frac{\text{velocidad de flujo de recirculación de gas de escape de AAP}}{\text{velocidad de flujo de gas de combustión}} \times 100 (\%)$$

- 5 En el presente ejemplo, el gas de escape de AAP se suministra entre la carga de caldera del 75 y el 100% en gran parte afectado por el NOx térmico, la razón de recirculación de gas de escape de AAP en la carga de caldera del 100% se establece a aproximadamente el 3%, y se detiene el suministro de gas de escape en la región de carga baja (menor del 75% en el presente ejemplo). La reducción de la eficiencia de combustión se inhibe deteniendo el suministro de gas de escape en la región de carga baja que no tiene ningún problema de NOx.
- 10 En el caso en el que el gas de inhibición tal como el gas de escape o similares se suministra a una pluralidad de orificios de aire, es preferible que la velocidad de flujo de suministro total del gas de inhibición sea variable tal como se mencionó anteriormente en correspondencia con la carga del aparato de combustión, y la velocidad de flujo de suministro total del gas de inhibición sea variable en correspondencia con la concentración de descarga de óxido de nitrógeno del aparato de combustión.
- 15 En vista del combustible, existe un caso en el que no hay un problema de NOx sin el suministro de gas de escape de AAP. En tal caso, es deseable un funcionamiento que dé prioridad a una alta eficiencia, sin suministrar el gas de escape de AAP. Dicho de otro modo, puede conseguirse un funcionamiento óptimo haciendo variable la cantidad de suministro de gas de recirculación total en correspondencia con la concentración de descarga de NOx.
- 20 Como el gas de inhibición de generación de óxido de nitrógeno se suministra sólo a la porción a alta temperatura local en la región de mezclado del aire de orificio de aire y el gas de combustión a alta temperatura que controla el NOx térmico, es posible reducir de manera eficaz la concentración de NOx generado al tiempo que se inhibe toda la reducción de temperatura dentro del horno para mantener la eficiencia de combustión. Un ejemplo de reducción de NOx se muestra con línea discontinua en la figura 25. Como es aparente a partir de este resultado, es posible inhibir la generación de NOx en el lado aguas abajo del AAP cambiando a la región oxidante, y finalmente es posible reducir ampliamente el NOx en la salida del horno.
- 25

Según los medios descritos en el segundo aspecto, como la trayectoria de flujo de aire de combustión y la trayectoria de flujo de gas de inhibición se proporcionan dentro del orificio de aire para estar separadas, es posible evitar una ampliación de la estructura.

Es posible emplear varios gases como gas de inhibición.

- 30 Según los medios descritos en los aspectos tercero, cuarto y quinto, es posible cubrir toda la porción periférica exterior del flujo de aire de orificio de aire mediante el flujo de gas de inhibición, y el efecto de reducción de NOx es muy bueno.
- Según los medios descritos en los aspectos sexto, séptimo y octavo, es posible obtener un efecto de reducción de NOx mejorado mediante una cantidad reducida de gas de inhibición.
- 35 Según los medios descritos en el noveno aspecto, es posible utilizar de manera eficaz el gas de escape como gas de inhibición, y es innecesario preparar de manera especial el gas de inhibición.
- Según los medios descritos en el décimo aspecto, es posible establecer fácilmente la condición óptima para el gas de inhibición de generación de NOx independientemente de la condición de la recirculación de gas de escape usada para controlar la temperatura de vapor del dispositivo de transferencia de calor.

40 **Aplicabilidad industrial**

El aparato de combustión según la presente invención puede inhibir la generación de NOx incluso si el mezclado entre el gas de combustión a alta temperatura y el aire se favorece para reducir el combustible sin quemar.

REIVINDICACIONES

1. Aparato de combustión que comprende:
 un quemador (2) para quemar un combustible dentro de un horno en una razón de aire teórica o menos, y
 una pluralidad de orificios (3) de aire dispuestos aguas abajo del quemador (2) y que inyectan aire de combustión para el empobrecimiento en el quemador (2) al interior del horno, en el que se proporcionan medios (9a) de suministro de gas de inhibición para suministrar un gas (10) de inhibición de generación de óxido de nitrógeno (NOx) constituido por al menos un gas seleccionado del gas de escape de combustión, un gas mixto del gas de escape de combustión y aire, y aire a baja temperatura, que inhibe la generación de óxidos de nitrógeno (NOx), en la región de mezclado formada dentro del horno tanto por el gas de combustión generado quemando el combustible por medio del quemador (2) como por el aire (8) de combustión inyectado a partir de los orificios (3) de aire o cerca de dicha región de mezclado, en el que dicha pluralidad de orificios (3) de aire están situados a lo largo de una dirección de anchura del horno, caracterizado porque cada uno de los orificios (3) de aire está dotado de dichos medios (9a) de suministro de gas de inhibición y de medios (32) de regulación de velocidad de flujo para regular la velocidad de flujo del gas de inhibición, en el que dichos medios (32) de regulación de velocidad de flujo están configurados de modo que el gas de inhibición se suministra más a un orificio de aire cerca de la porción central del horno que a un orificio de aire cerca de una pared lateral del horno en la pluralidad de orificios (3) de aire.
2. Aparato de combustión según la reivindicación 1, en el que el lado interior del orificio (3) de aire está separado en una trayectoria de flujo para inyectar el aire (8) de combustión y una trayectoria de flujo para inyectar el gas (10) de inhibición de generación de óxido de nitrógeno.
3. Aparato de combustión según la reivindicación 1 ó 2, en el que el gas (10) de inhibición de generación de óxido de nitrógeno se inyecta en el horno desde el lado de porción periférica exterior de un orificio (5a) de inyección de aire del orificio (3) de aire.
4. Aparato de combustión según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el orificio (9a) de inyección de gas de inhibición está formado en forma anular para rodear el orificio (5a) de inyección de aire del orificio (3) de aire.
5. Aparato de combustión según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que una pluralidad de orificios (9a) de inyección de gas de inhibición están dispuestos en dirección periférica para rodear el orificio (5a) de inyección de aire del orificio (3) de aire.
6. Aparato de combustión según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el orificio (9a) de inyección de gas de inhibición está formado en una forma de arco aproximadamente circular para rodear una parte del orificio (5a) de inyección de aire del orificio (3) de aire.
7. Aparato de combustión según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que una pluralidad de los orificios (9a) de inyección de gas de inhibición están dispuestos de manera concéntrica en una parte de la porción periférica exterior del orificio (5a) de inyección de aire del orificio (3) de aire.
8. Aparato de combustión según la reivindicación 6 ó 7, en el que dicho orificio de inyección de gas de inhibición está dispuesto en el lado de quemador del orificio (5a) de inyección de aire del orificio (3) de aire.
9. Aparato de combustión según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que se proporciona un sistema para suministrar una parte del gas de escape recirculado dentro del horno como gas de inhibición de óxido de nitrógeno derivando una parte del gas de escape recirculado dentro del horno.
10. Aparato de combustión según la reivindicación 9, en el que un soplador (37) exclusivo para el gas de inhibición está colocado en el sistema de suministro de gas de inhibición.

FIG. 1

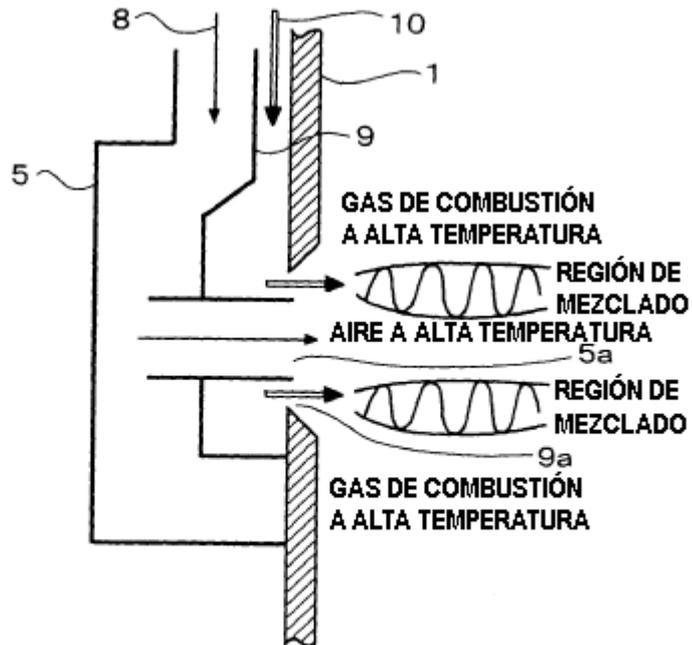


FIG. 2

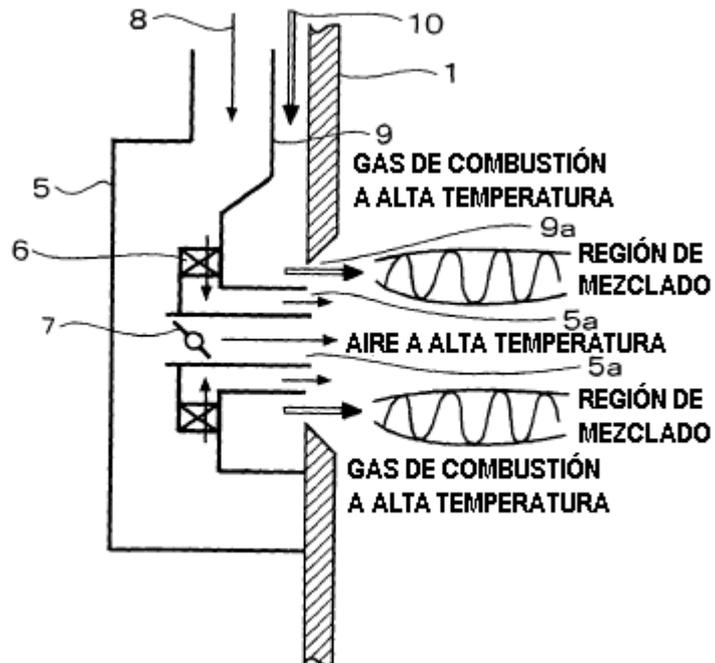


FIG. 3A

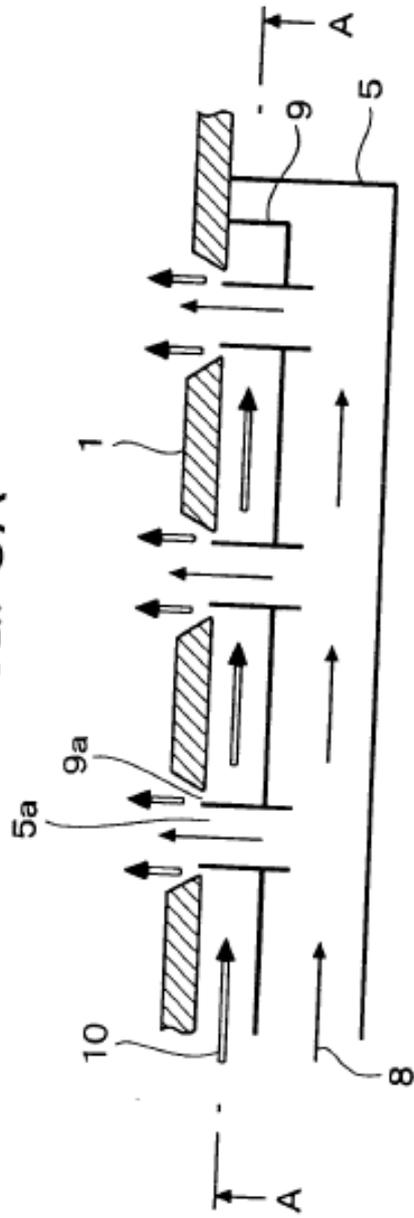


FIG. 3B

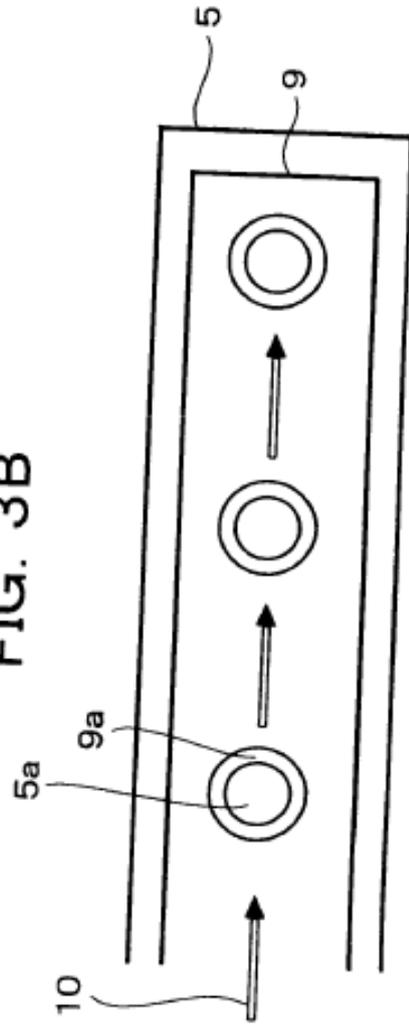


FIG. 4A

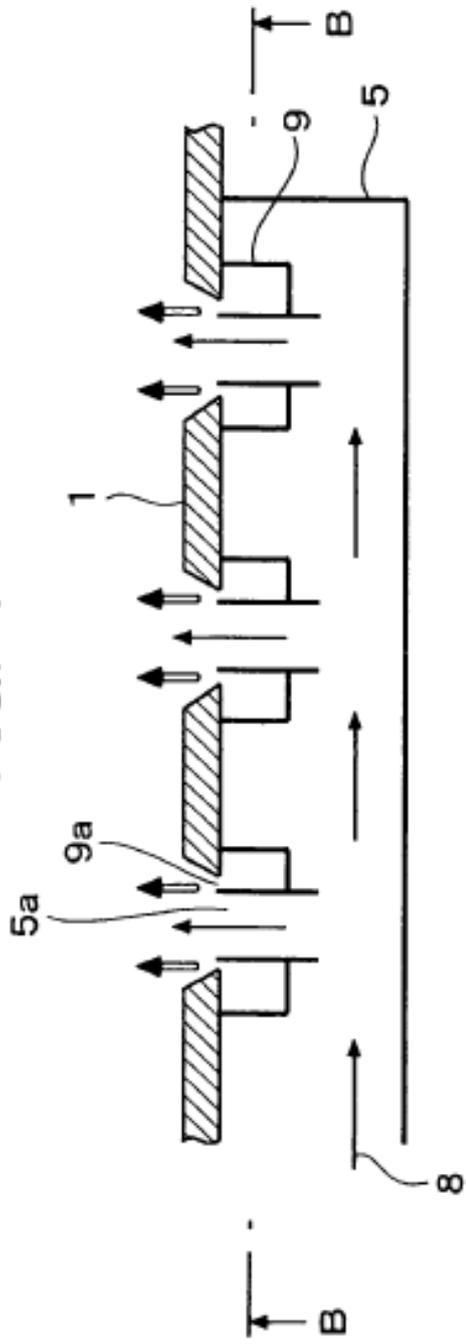


FIG. 4B

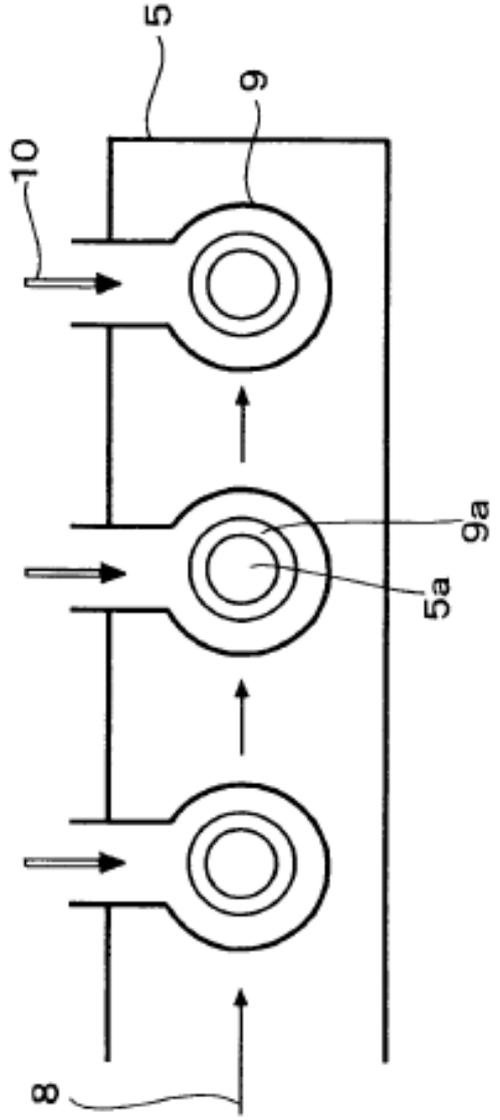


FIG. 5

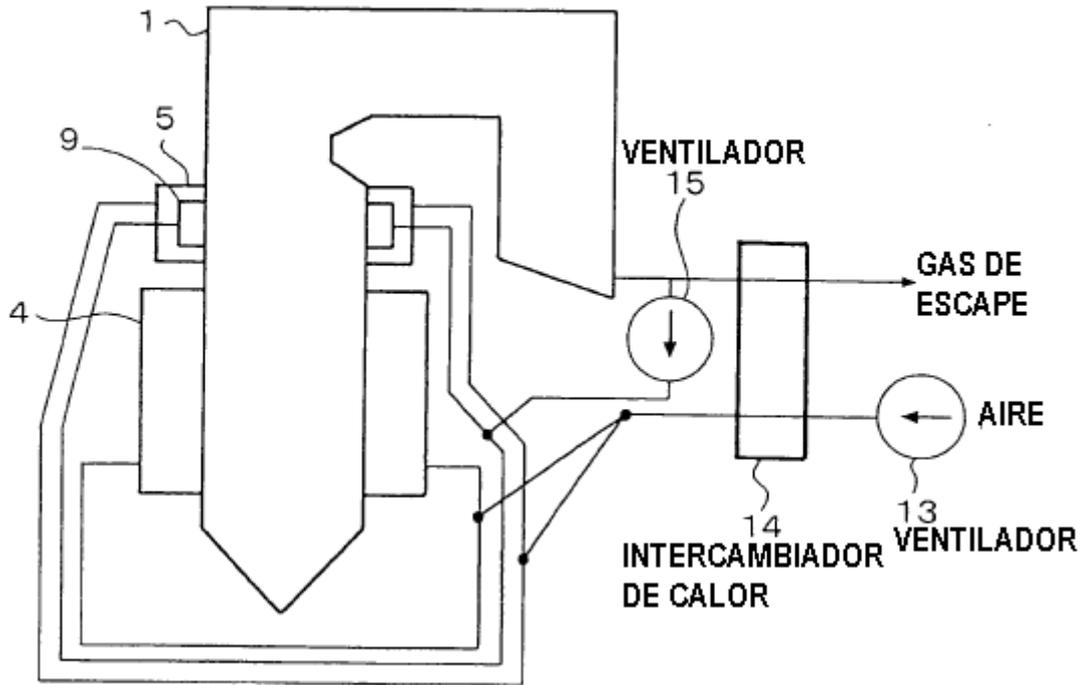


FIG. 6

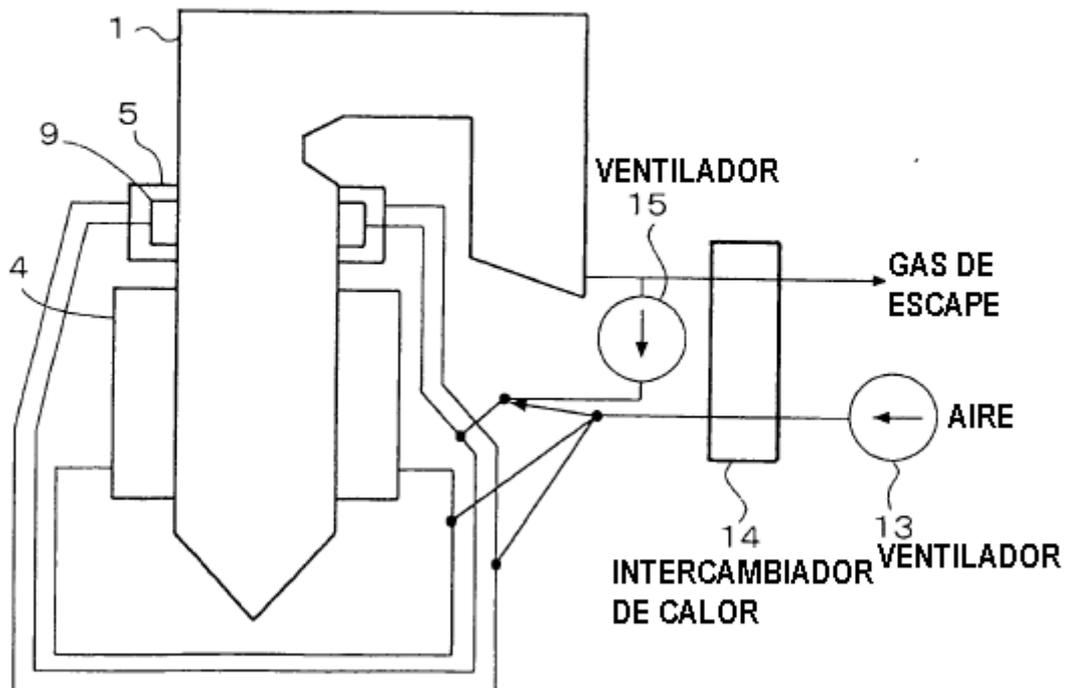


FIG. 7

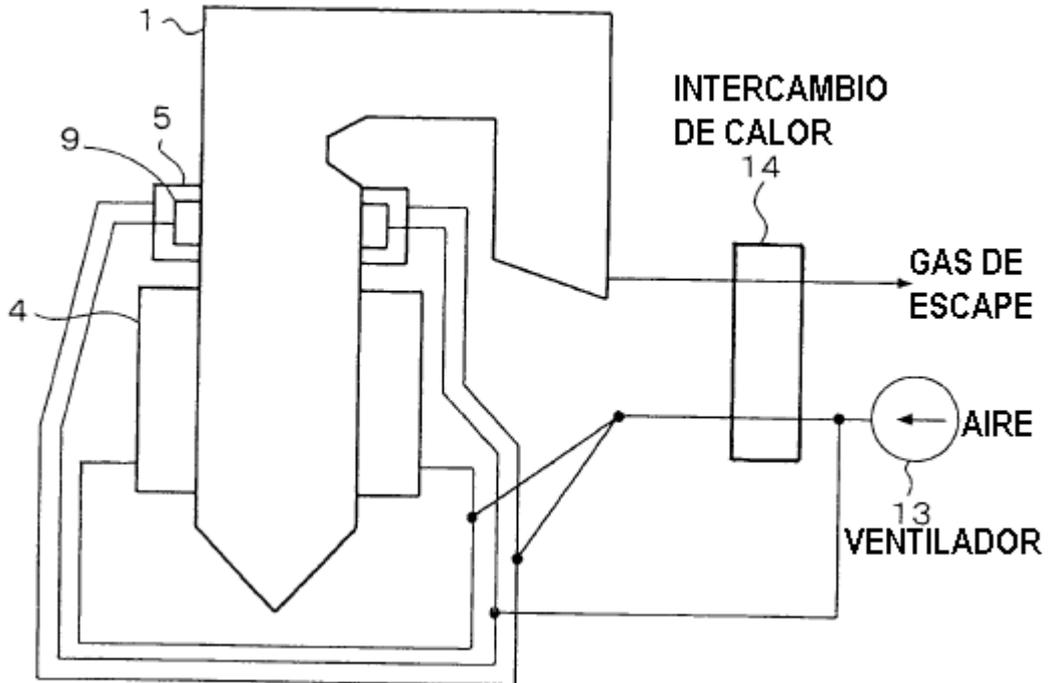


FIG. 8

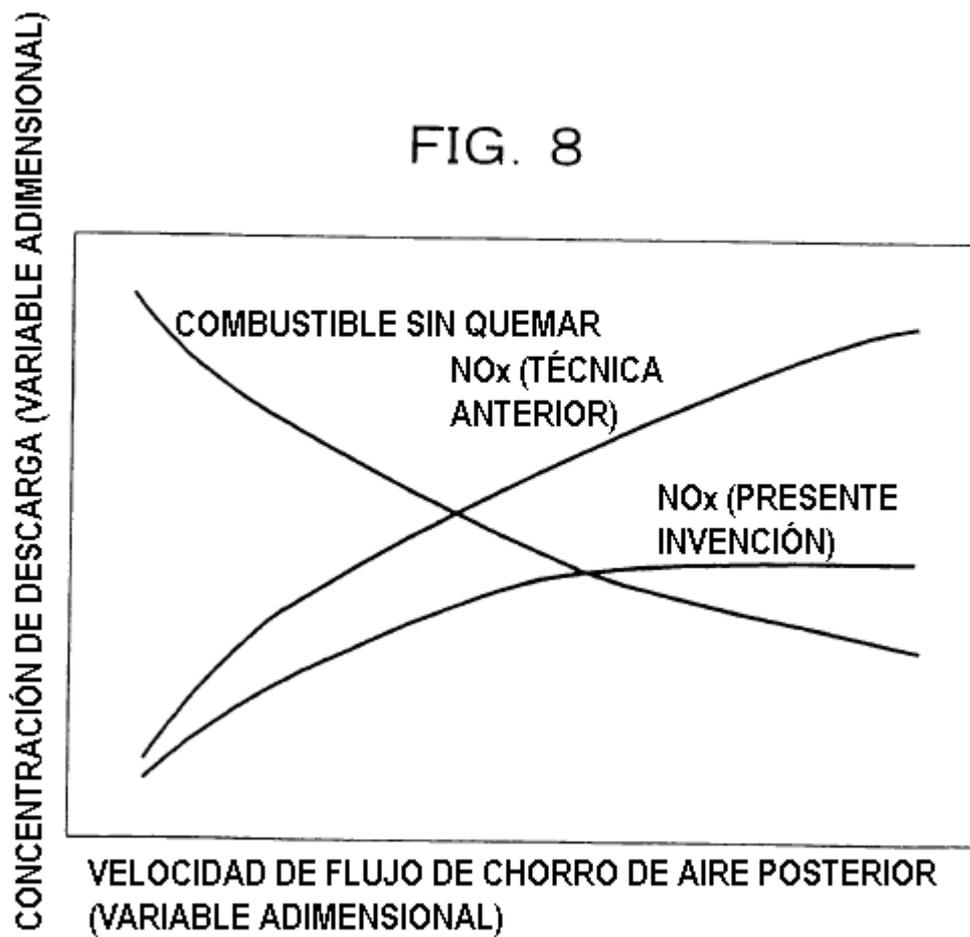


FIG. 9

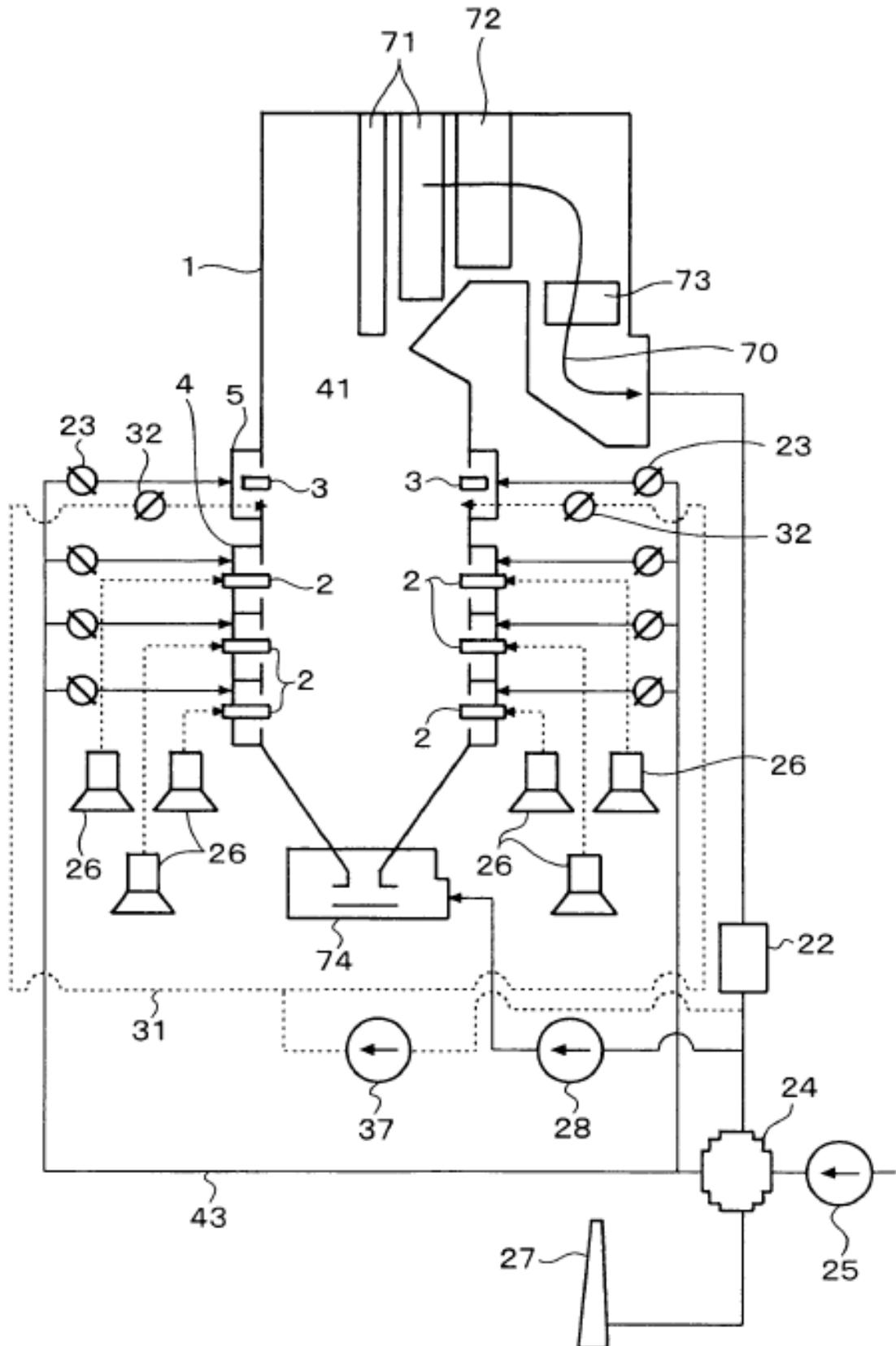
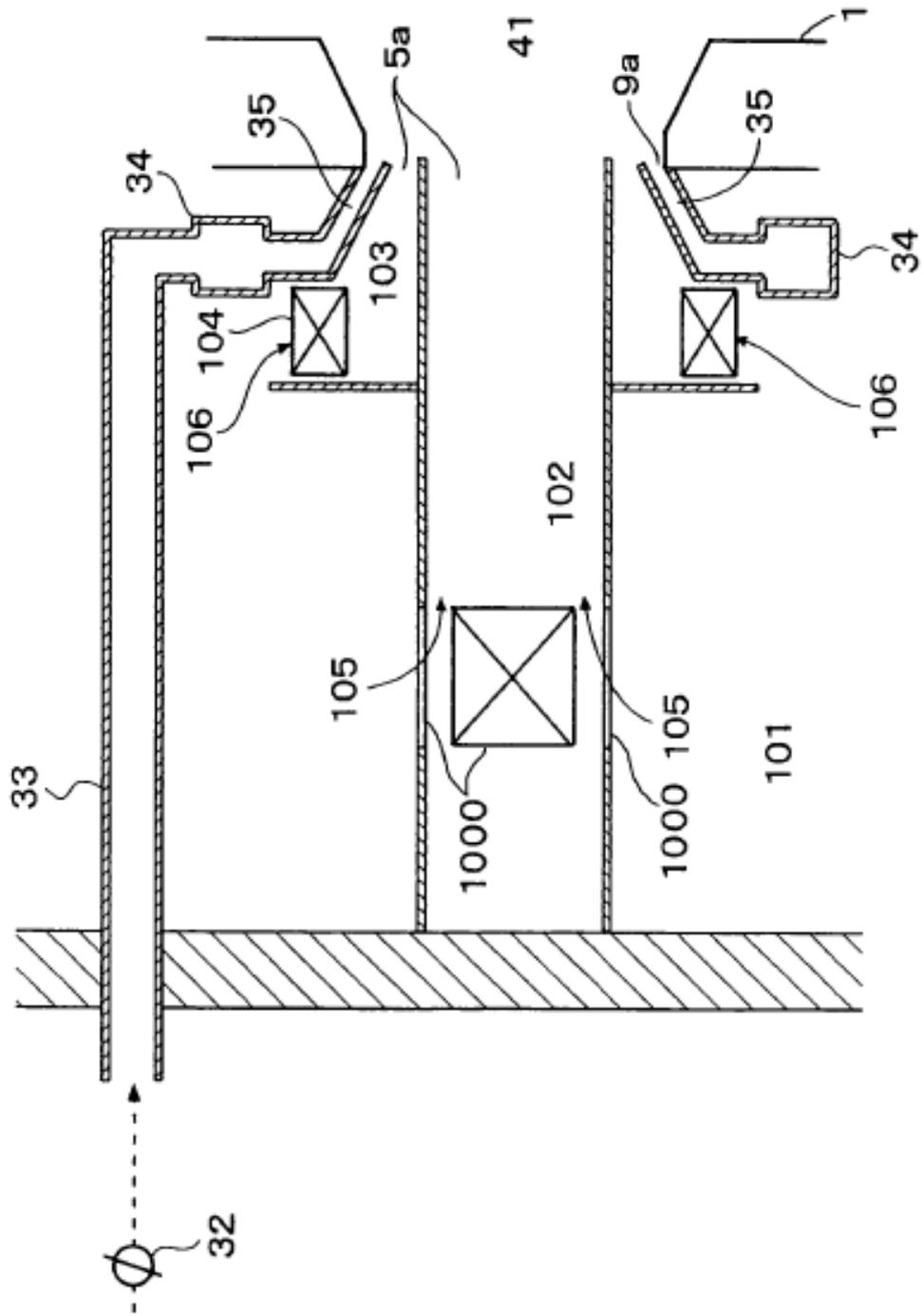


FIG. 10



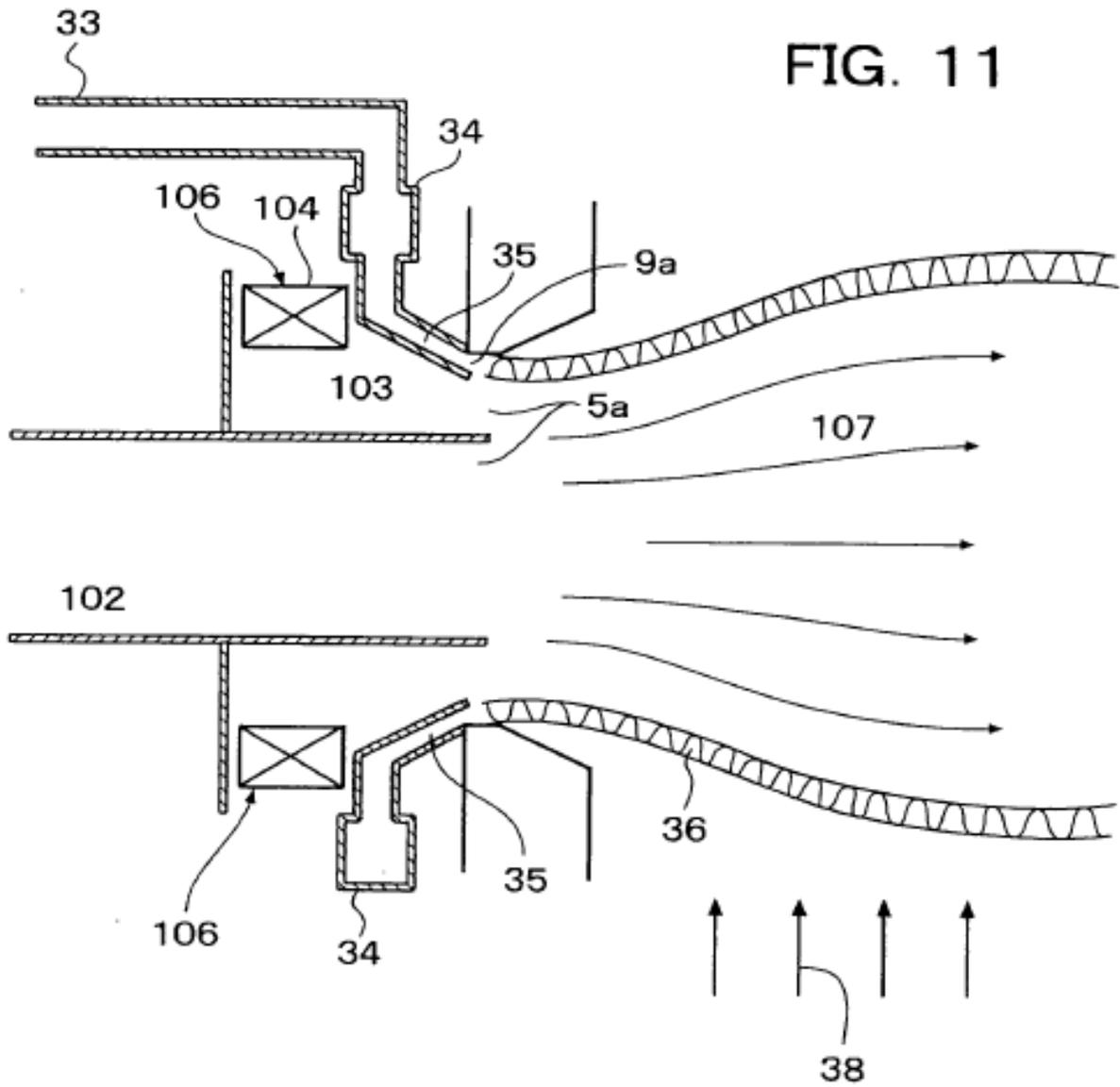


FIG. 12A

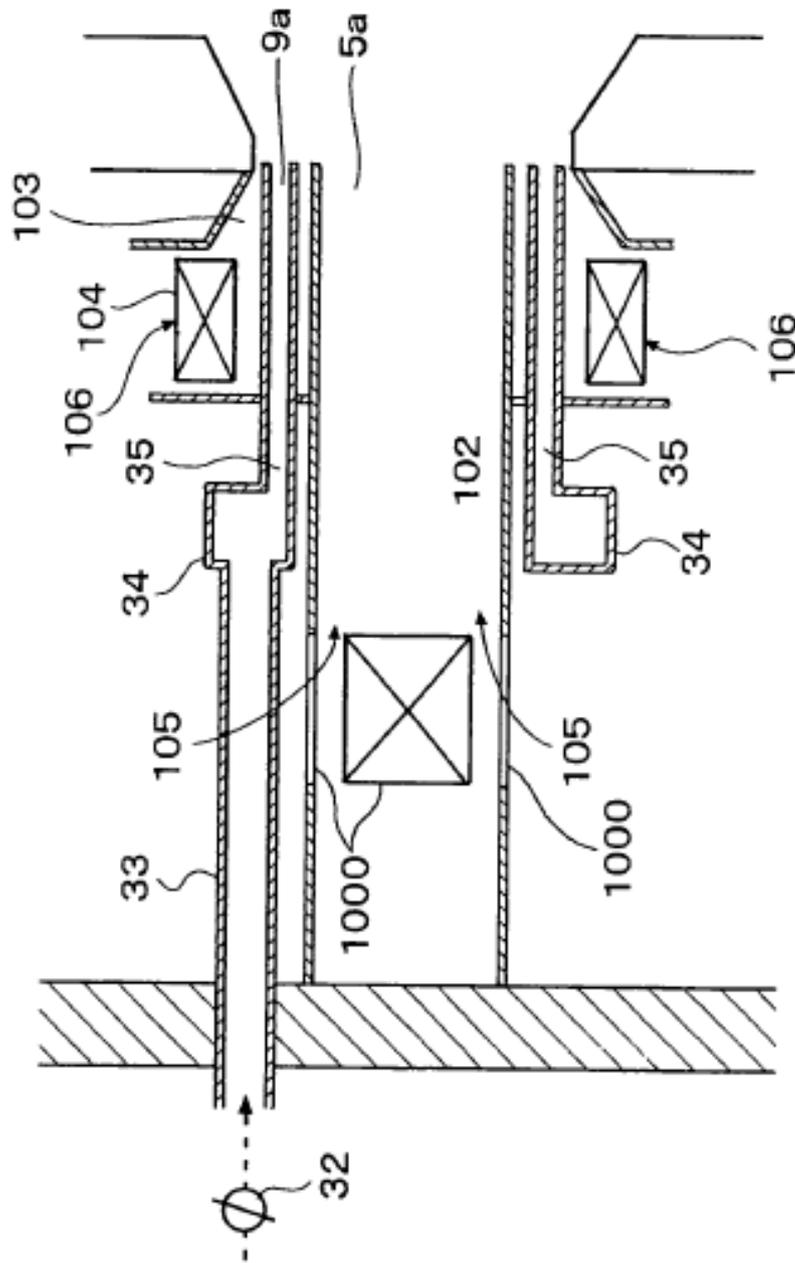


FIG. 12B

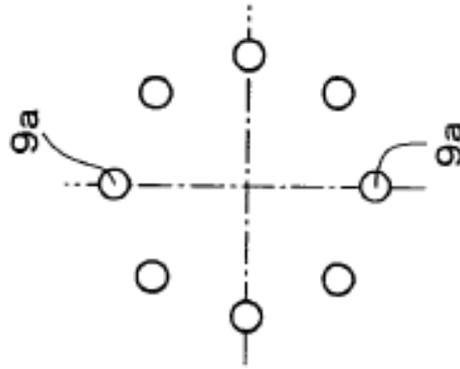


FIG. 13A

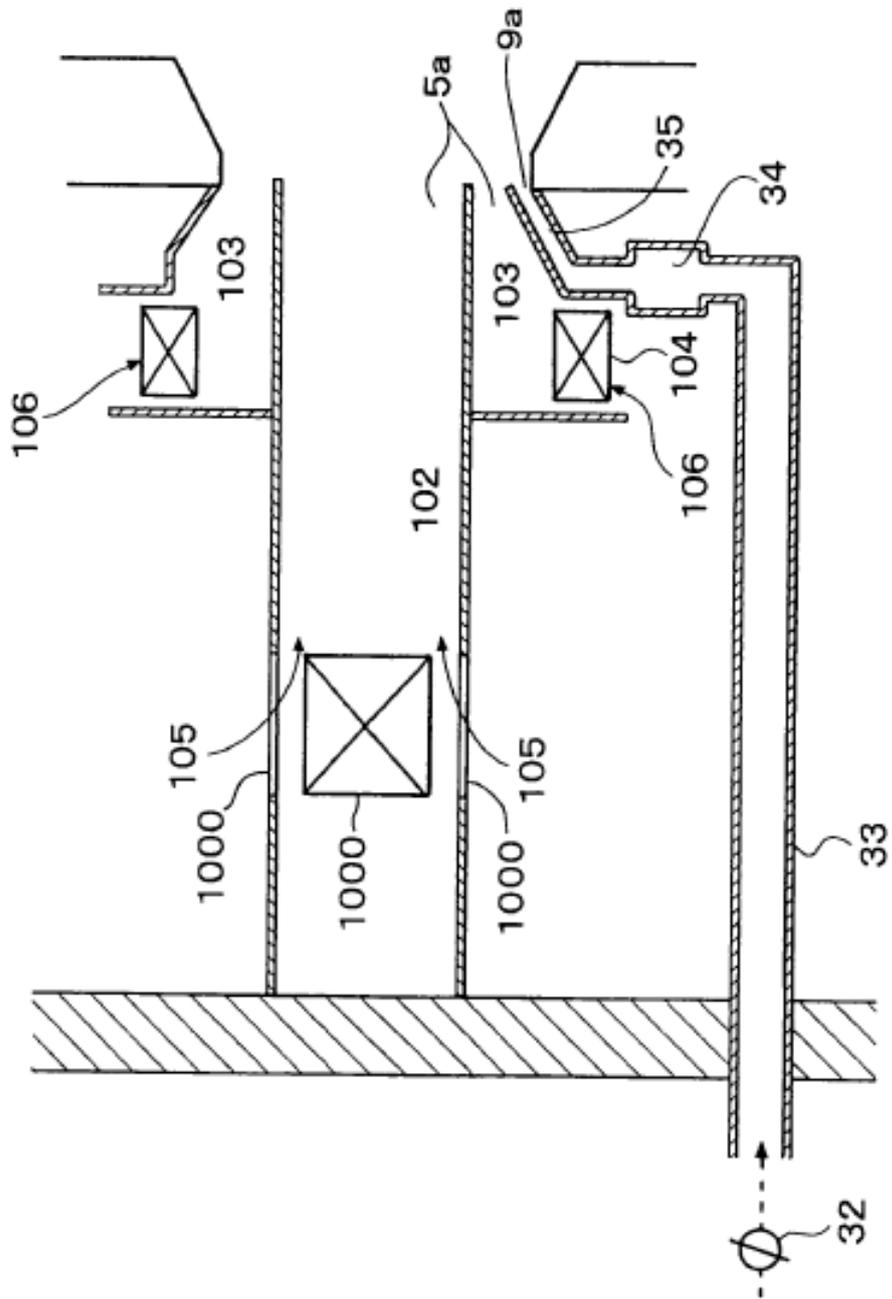


FIG. 13B

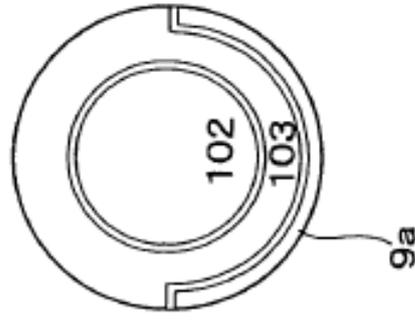


FIG. 14

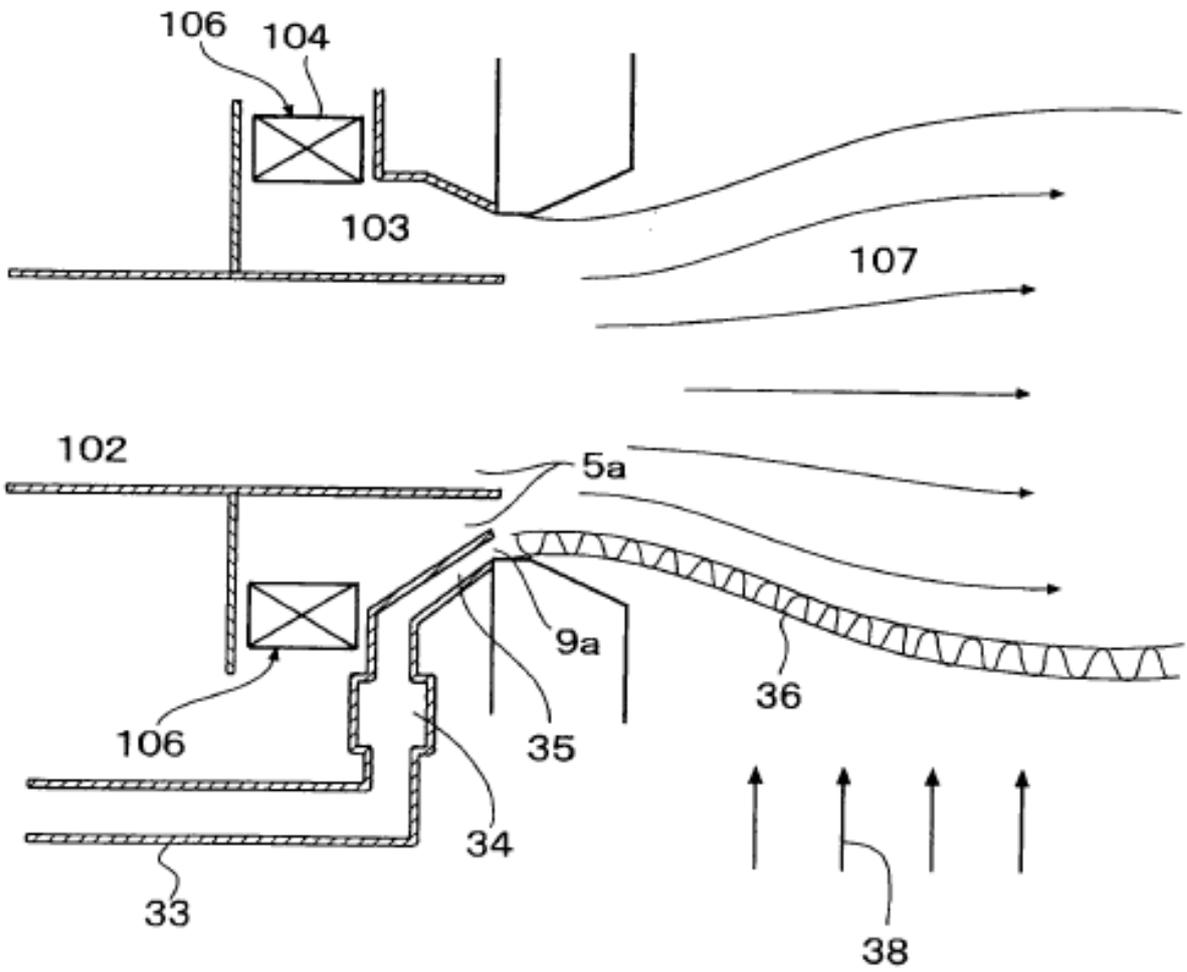


FIG. 15B

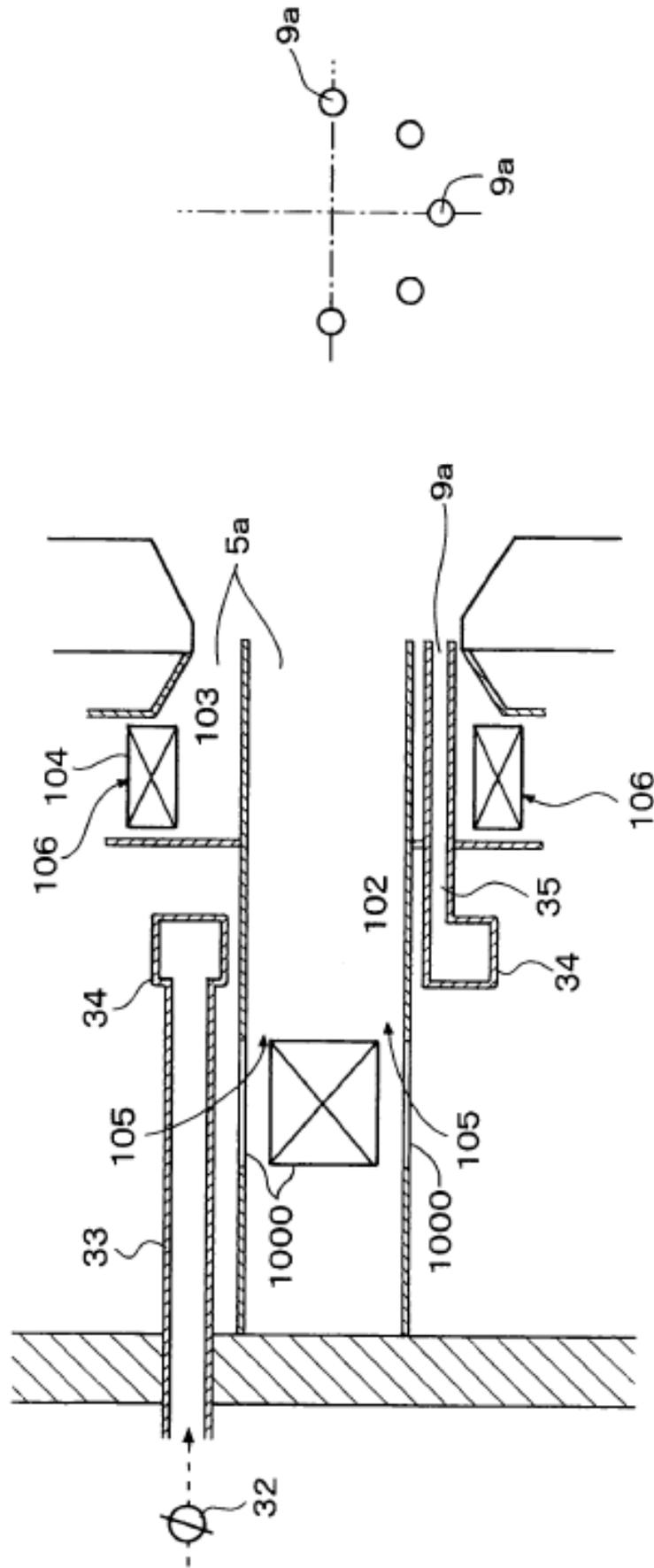


FIG. 15A

FIG. 17A

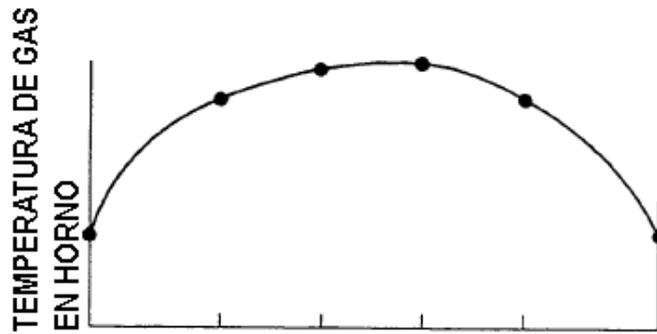
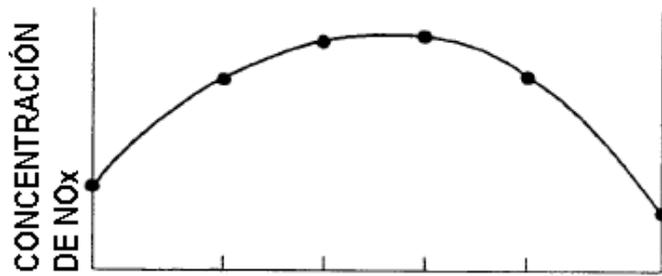


FIG. 17B



QUEMADOR Y AAP N.º
← DIRECCIÓN DE ANCHURA DE HORNO →

FIG. 18

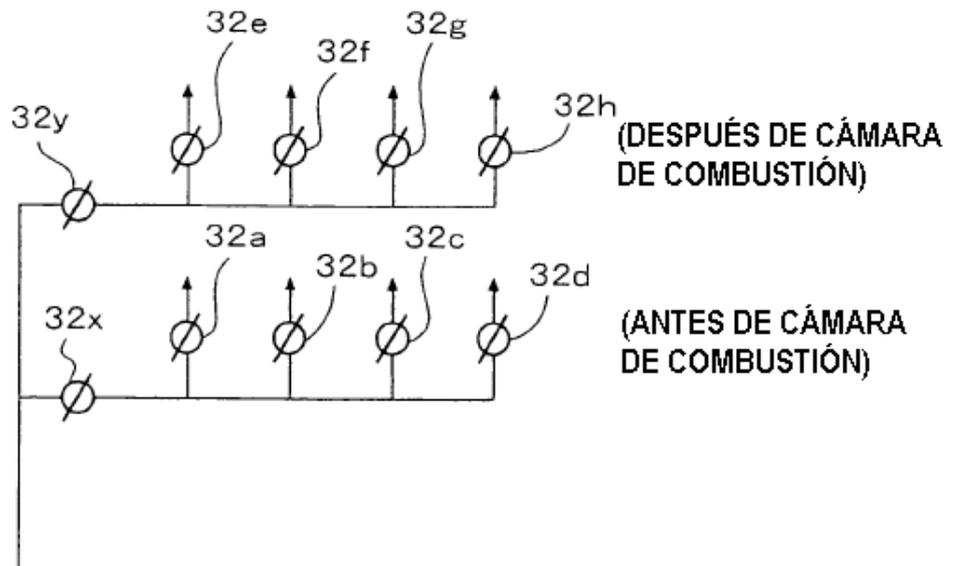


FIG. 19

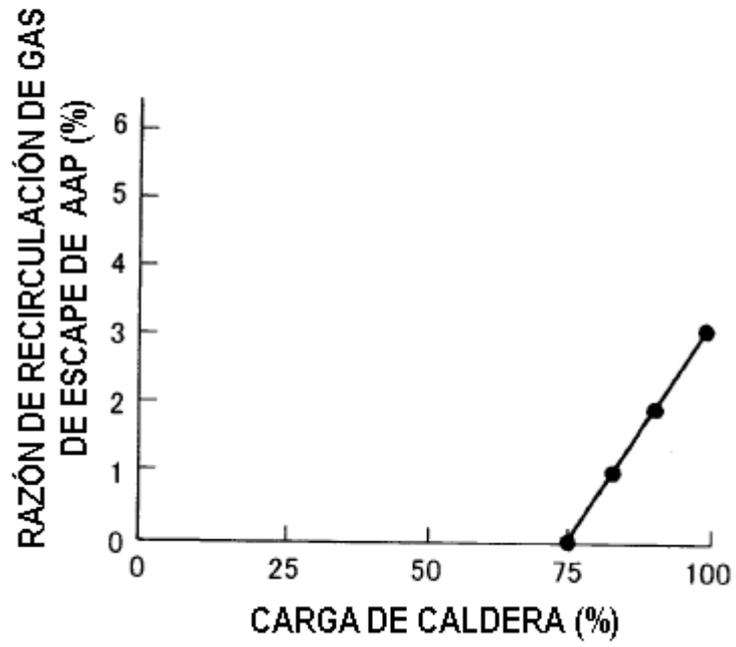


FIG. 20B

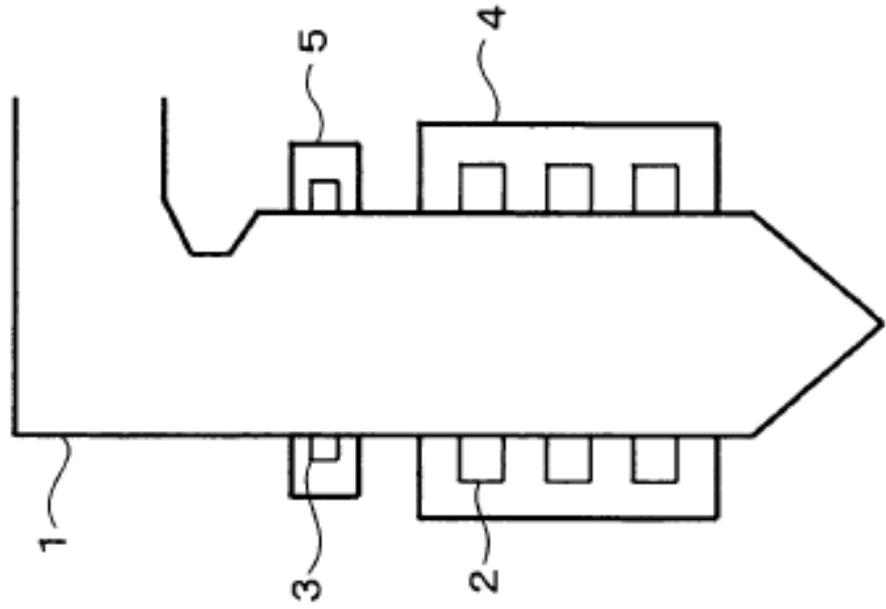


FIG. 20A

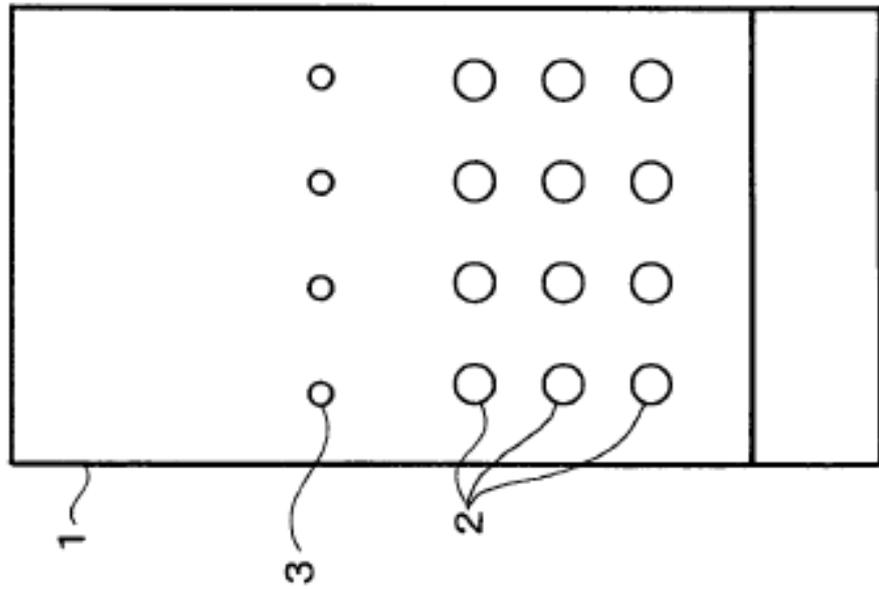


FIG. 21

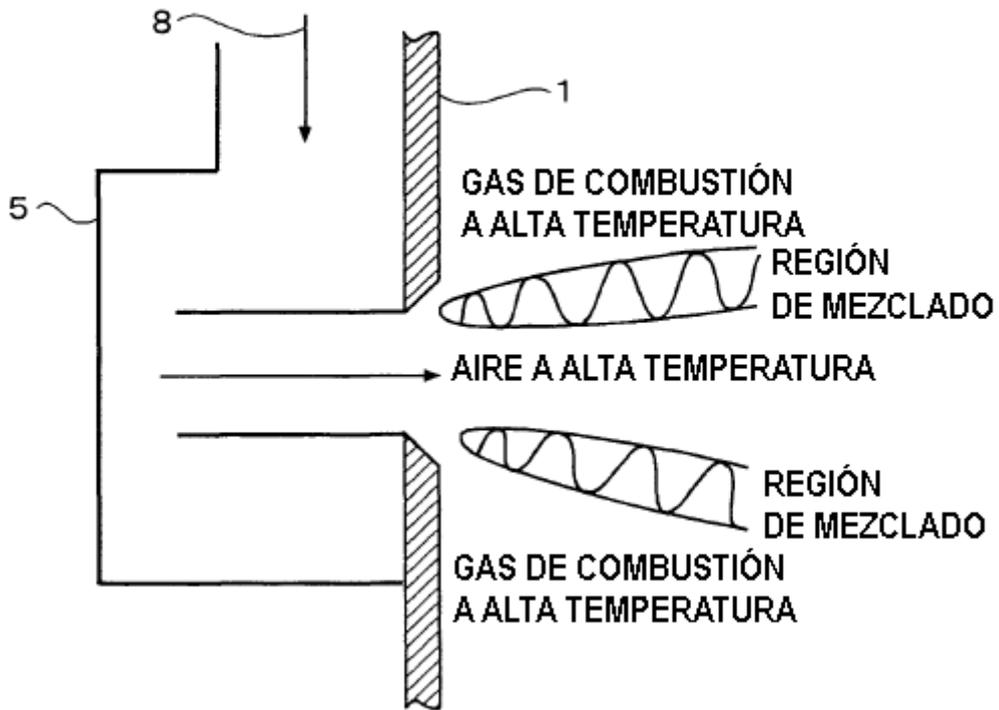


FIG. 22

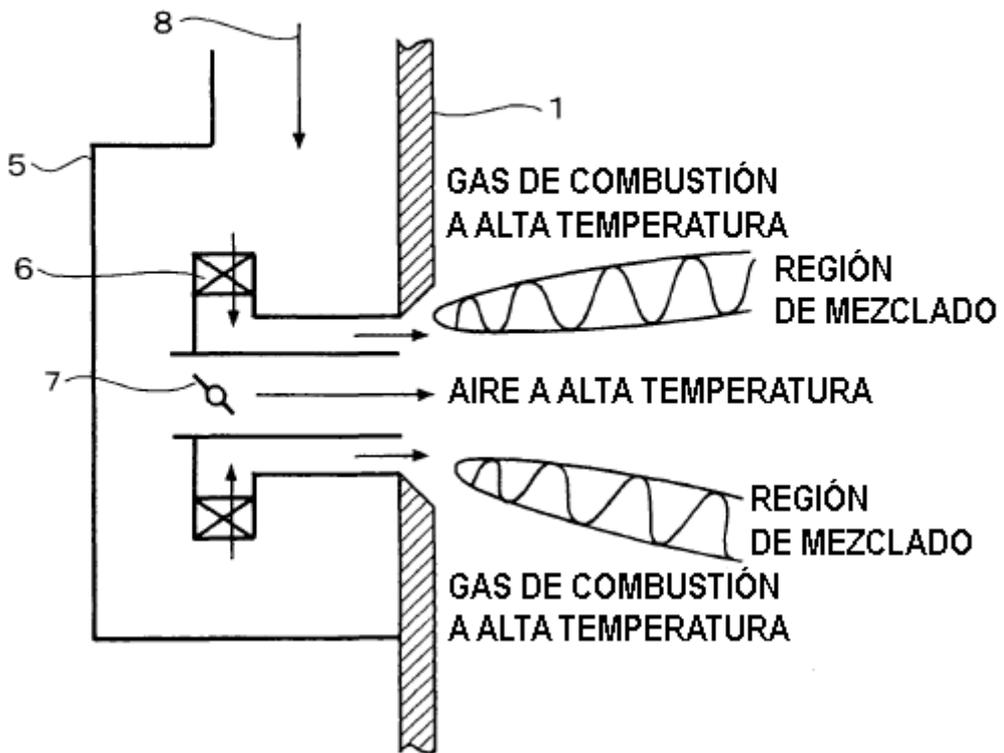


FIG. 23

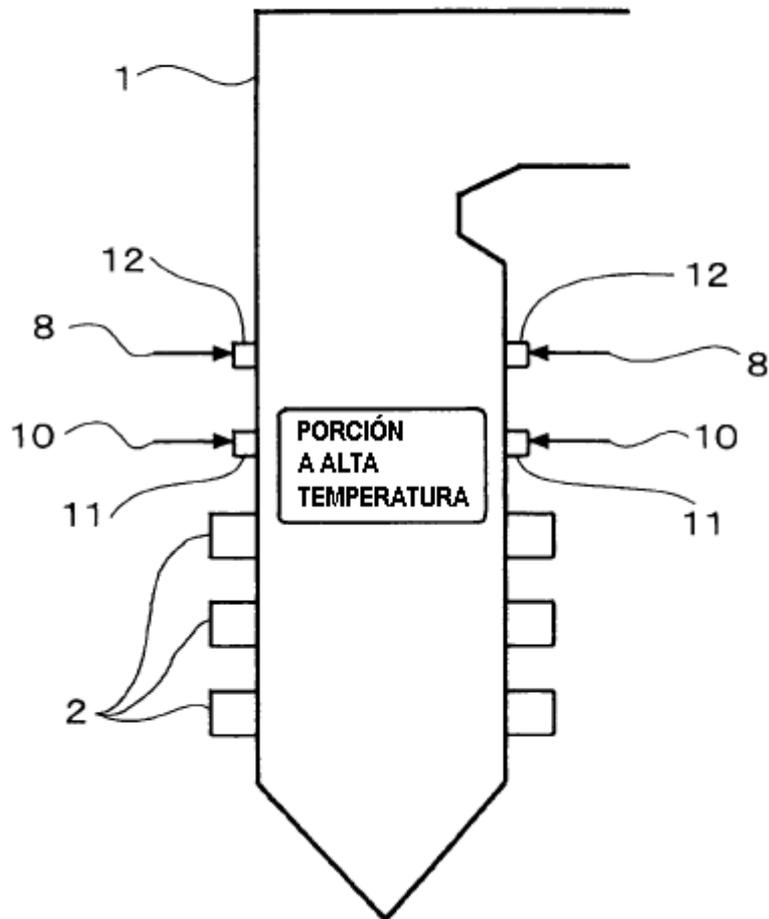


FIG. 24

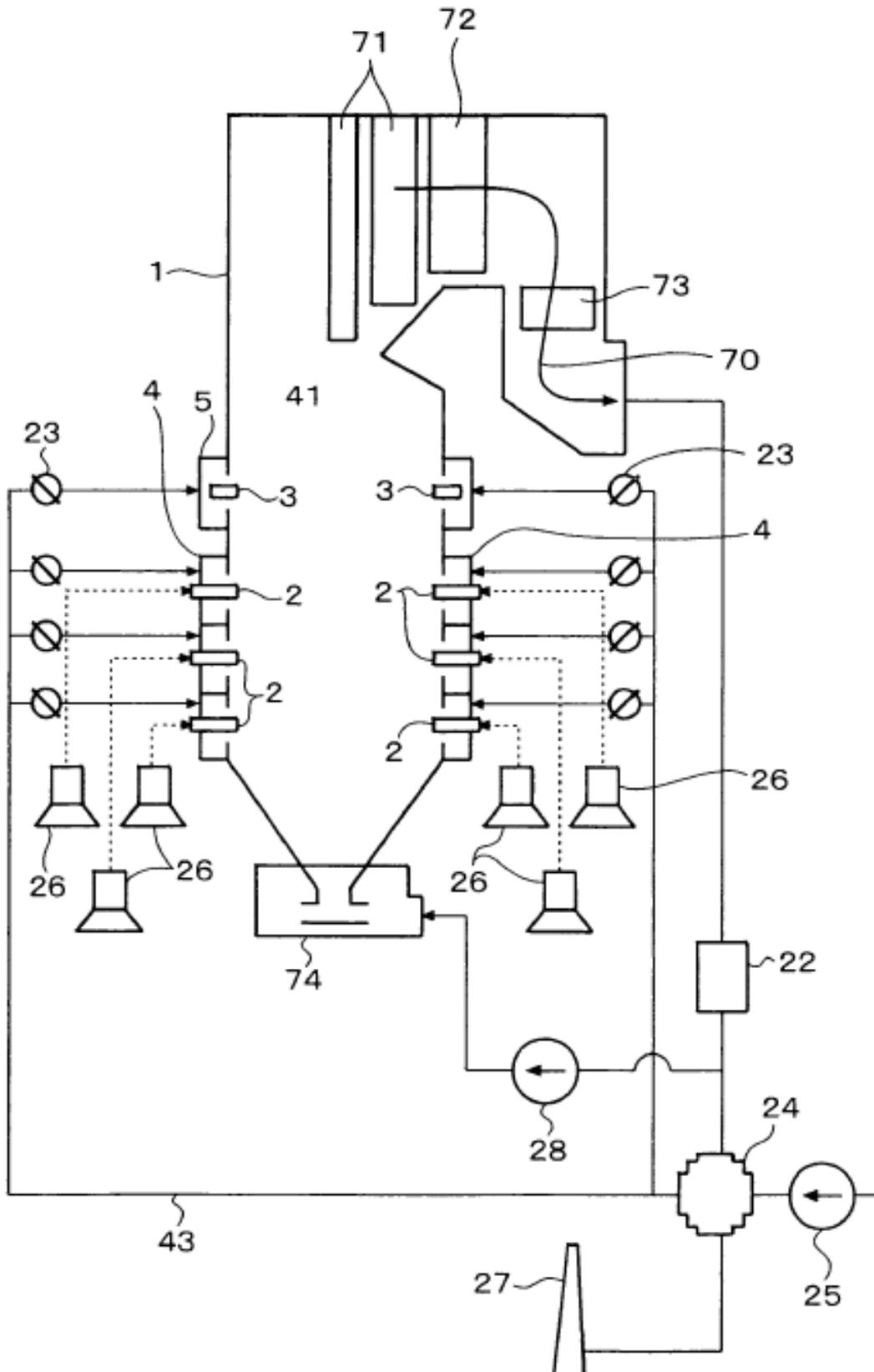


FIG. 25

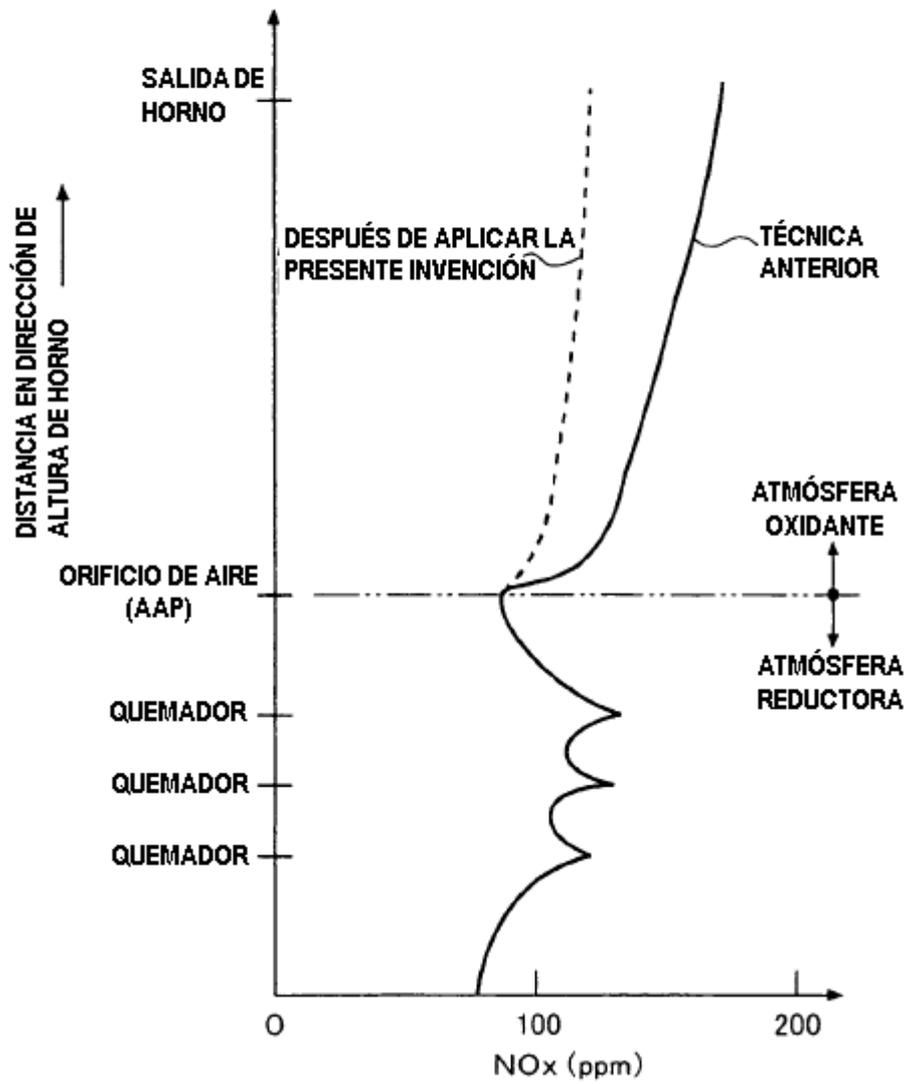


FIG. 26

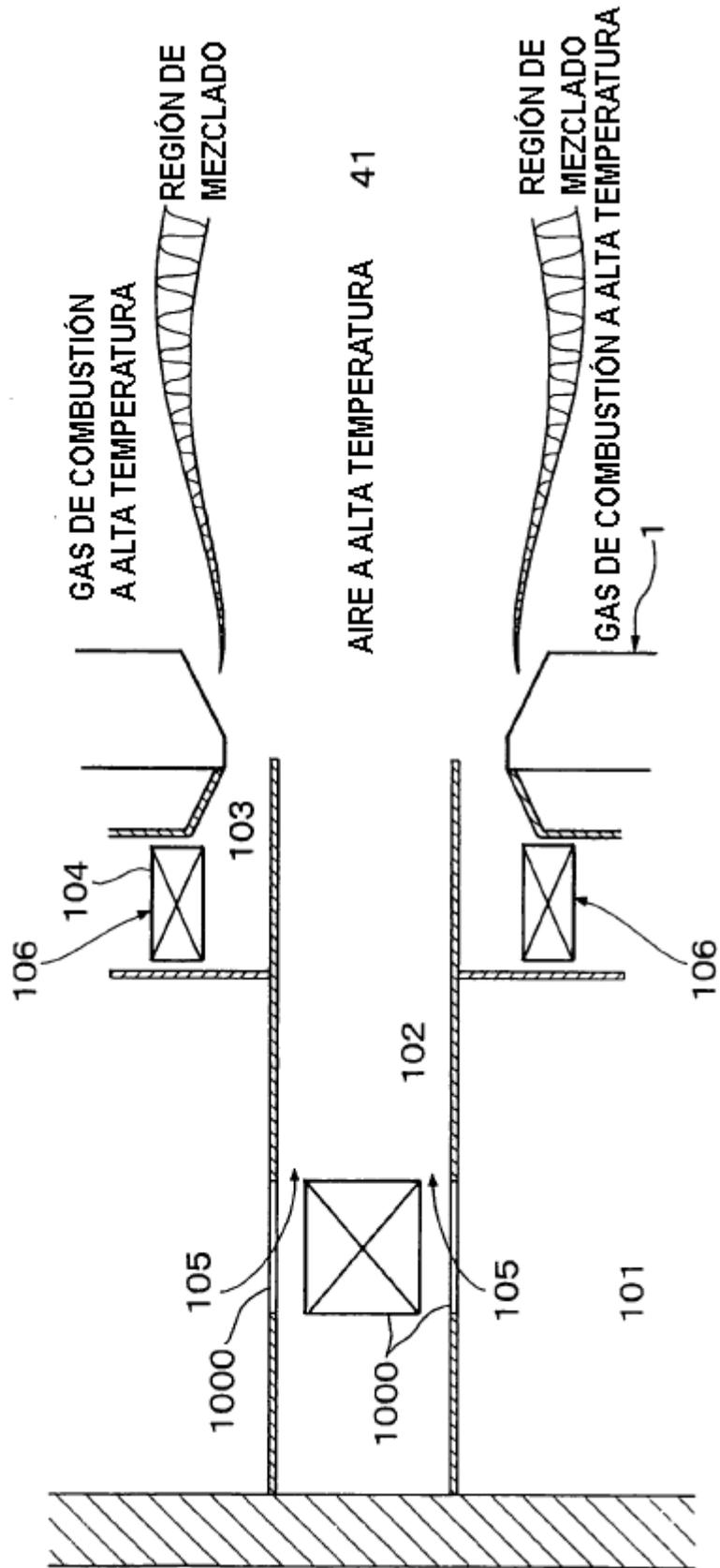


FIG. 27

