

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 602 323**

51 Int. Cl.:

F23C 99/00 (2006.01)

F22B 35/00 (2006.01)

F23C 9/00 (2006.01)

F23N 5/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **06.03.2008 PCT/JP2008/000471**

87 Fecha y número de publicación internacional: **11.09.2009 WO09110033**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.03.2008 E 08720357 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.08.2016 EP 2261558**

54 Título: **Método y aparato de control del gas de escape en una caldera de combustión de combustible oxigenado**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
20.02.2017

73 Titular/es:

IHI CORPORATION (50.0%)
1-1, Toyosu 3-chome, Koto-ku
Tokyo 135-8710, JP y
ELECTRIC POWER DEVELOPMENT CO., LTD.
(50.0%)

72 Inventor/es:

TERUSHITA, SHUUHEI;
YAMADA, TOSHIHIKO;
WATANABE, SHUZO y
UCHIDA, TERUTOSHI

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 602 323 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

Método y aparato de control del gas de escape en una caldera de combustión de combustible oxigenado

5 Campo técnico

La presente invención versa sobre un método y un aparato de control del gas de escape en una caldera de combustión de combustible oxigenado.

Técnica antecedente

10 Una mayor densidad de dióxido de carbono (CO₂) en la atmósfera ha resultado ser uno de los factores fundamentales del calentamiento global que recientemente ha acaparado la atención como un problema medioambiental de escala global. Una central térmica aparece en primer plano como fuente fija de descarga de estas sustancias. El combustible para la generación de energía térmica puede ser petróleo, gas natural y carbón, entre los cuales se prevé que el carbón tenga una gran demanda futura debido a sus mayores reservas potenciales.

15 El carbón contiene un mayor porcentaje de carbono que el gas natural y el petróleo, junto con otros componentes tales como hidrógeno, nitrógeno y azufre, y ceniza como componente inorgánico. Por lo tanto, cuando el carbón se quema en el aire, la mayor parte de la composición del gas de escape de la combustión está ocupada por nitrógeno (aproximadamente el 70%), estando ocupado el resto por dióxido de carbono CO₂, óxido de azufre SO_x, óxido de nitrógeno NO_x, polvo que comprende ceniza y partículas no quemadas de carbón, y oxígeno (aproximadamente un 4%). Así, el gas de escape de la combustión es sometido a tratamientos del gas de escape tales como la desnitrificación, la desulfurización y la eliminación de polvo para que el NO_x, el SO_x y los particulados caigan por debajo de sus respectivos valores estándar de emisión medioambiental antes de su emisión a la atmósfera a través de una chimenea.

25 El NO_x que se encuentra en el gas de escape de la combustión se divide entre un NO_x térmico, generado por la oxidación del nitrógeno del aire por el oxígeno, y un NO_x combustible, generado como consecuencia de la oxidación del nitrógeno en el combustible. Hasta ahora, se ha venido empleando un método de combustión con disminución de la temperatura de la llama para la reducción del NO_x térmico, mientras que se ha empleado otro método de combustión de formación de una región con exceso de combustible para desoxidar el NO_x en una caldera para la reducción del NO_x combustible.

30 En el caso de usar un combustible que, como el carbón, contenga azufre, se ha proporcionado un dispositivo de desulfurización en húmedo o seco para eliminar el SO_x que se encuentra en el gas de escape de la combustión como consecuencia de la combustión.

35 Por otro lado, se desea que gran cantidad del dióxido de carbono generado en el gas de escape de la combustión también sea separada y captura con gran eficiencia. Hasta ahora se ha repasado un posible método de captura del dióxido de carbono en el gas de escape de la combustión que incluye un método para hacer que una amina u otro líquido absorbente lo absorba, un método de adsorción para hacer que un adsorbente sólido lo adsorba o un método de separación por membrana, todos los cuales tienen baja eficiencia de recuperación, no alcanzando así aún un nivel de uso práctico de la captura de CO₂ de una caldera que quema carbón.

40 En consecuencia, se ha propuesto una técnica de quema de un combustible con oxígeno en vez de aire como técnica efectiva para abordar al mismo tiempo tanto el problema de la separación del dióxido de carbono en el gas de escape de la combustión como el problema de la supresión del NO_x térmico (véanse, por ejemplo, las bibliografías de patente 1 y 2).

45 Cuando se quema carbón con oxígeno, no se ve la generación del NO_x térmico y la mayor parte del gas de escape de la combustión está ocupada por dióxido de carbono, estando ocupado el resto por otros gases que contienen el NO_x combustible y el SO_x, logrando en consecuencia una licuefacción relativamente fácil y la separación del dióxido de carbono mediante el enfriamiento del gas de escape de la combustión.

[Bibliografía de patente 1] JP 5-231609A

55 [Bibliografía de patente 2] JP 3053914B

60 El documento JP 07-318016 A da a conocer un quemador de combustión para una instalación de caldera de recirculación de gas descargado de tipo con recuperación de dióxido de carbono. El documento WO 2007/061106 A1 va dirigido a un método de control de la combustión y a un dispositivo de una caldera de combustión con oxígeno. El documento WO 2007/061107 A1 da a conocer un método y equipos de eliminación del gas de escape procedente de un sistema de combustión. El documento JP 06-101809 A va dirigido a una instalación de caldera.

Compendio de la Invención

65

Problemas técnicos

En una caldera convencional de combustión con aire, la combustión estable en su quemador se facilita controlando una relación de pesos (A/C) de una cantidad de un aire primario como aire de transporte para el carbón pulverizado producido por un molino con respecto a la cantidad de carbón pulverizado procedente del molino. La llama puede apagarse cuando A/C es demasiado elevada, mientras que no puede mantenerse la combustión estable a partir de la estructura del sistema de quemadores del pulverizador cuando A/C es demasiado baja. Así, la A/C se configura y se controla en un intervalo predeterminado para la operación según la caldera.

Para reducir el NO_x combustible, se ha empleado un método de combustión en el que se hace recircular al quemador una porción del gas de escape para que forme en el quemador un área de aire insuficiente para la desoxidación del NO_x .

Sin embargo, en el caso de una caldera de combustión de combustible oxigenado dado a conocer en las bibliografías de patente 1 y 2, el aire primario no es introducido debido a una diferencia en el sistema de combustión con respecto a la combustión convencional con aire, para que no se considere la A/C como un indicador de la combustión estable del quemador, a diferencia de la caldera existente de combustión con aire. Además, las propiedades del gas de escape también son significativamente diferentes de las del caso de la combustión con aire. En consecuencia, cabe esperar que se establezca un índice capaz de lograr la combustión estable de la caldera de combustión de combustible oxigenado en consideración de las propiedades del gas de escape.

La invención se realizó en vista de lo anterior y su objeto es proporcionar un método y un aparato de control del gas de escape en una caldera de combustión de combustible oxigenado que puedan lograr una combustión estable de la caldera de combustión de combustible oxigenado mientras la densidad de NO_x y de las sustancias combustibles no quemadas en el gas de escape se mantienen en intervalos predeterminados tolerables.

Solución a los problemas

La invención va dirigida a un método de control del gas de escape en una caldera de combustión de combustible oxigenado según la reivindicación 1.

En el método de control del gas de escape en la caldera de combustión de combustible oxigenado, el intervalo operativo de la tasa de suministro de oxígeno suministrado directamente con respecto a la cantidad total de oxígeno suministrado a la caldera está entre el 5 y el 15%.

En el método de control del gas de escape en la caldera de combustión de combustible oxigenado, es preferible que una parte del oxígeno producido por la unidad de separación de aire sea suministrada al paso primario de recirculación.

En el método de control del gas de escape en la caldera de combustión de combustible oxigenado, es preferible que la densidad de NO_x sea medida en respectivas porciones de la caldera y que el suministro de oxígeno suministrado directamente a cada uno de los quemadores sea regulado respectivamente en función de valores medidos de la densidad de NO_x medida en las respectivas porciones de la caldera.

La invención también va dirigida a un aparato de control del gas de escape en una caldera de combustión de combustible oxigenado según la reivindicación 5.

En el aparato de control del gas de escape en la caldera de combustión de combustible oxigenado, el intervalo operativo de la tasa de suministro de oxígeno suministrado directamente con respecto a la cantidad total de oxígeno suministrado a la caldera, que se configura en el controlador, está entre el 5 y el 15%.

Además, preferentemente, el aparato de control del gas de escape en la caldera de combustión de combustible oxigenado comprende, además, un paso primario de mezcla de oxígeno a través del cual se suministra al primario de recirculación, mediante un regulador primario del caudal, una parte del oxígeno producido por la unidad de separación de aire.

Además, preferentemente, el aparato de control del gas de escape en la caldera de combustión de combustible oxigenado comprende, además, monitores departamentales de densidad de NO_x para medir la densidad de NO_x en respectivas porciones de la caldera y reguladores de oxígeno a los quemadores, cada uno de los cuales regula el suministro de oxígeno suministrado directamente al correspondiente quemador en función de valores medidos de la densidad de NO_x medida en las respectivas porciones de la caldera por los monitores departamentales de densidad de NO_x .

Efectos ventajosos de la Invención

Según un método y un aparato de control del gas de escape en una caldera de combustión de combustible oxigenado de la invención, la tasa de suministro de oxígeno suministrado directamente a los quemadores con respecto a la cantidad total de oxígeno suministrado por la unidad de separación de aire se regula en un intervalo operativo en el que la densidad de NO_x del gas de escape es inferior a un valor límite de NO_x y la cantidad de

sustancias combustibles no quemadas en el gas de escape está por debajo de un valor límite de contenido no quemado. Así, la invención es muy ventajosa, porque puede lograrse una combustión estable en una caldera de combustión de combustible oxigenado mientras las propiedades del gas de escape se controlan dentro de sus límites.

5 Breve descripción de los dibujos
 La Fig. 1 es una vista esquemática que muestra una estructura completa de una realización de la invención;
 la Fig. 2 es una vista en perspectiva que muestra un ejemplo que está configurado para regular el suministro
 de oxígeno suministrado directamente a cada quemador;
 10 la Fig. 3 es un diagrama que muestra un intervalo operativo en la realización de la invención;
 la Fig. 4 es un diagrama de flujo que muestra un flujo de control en la realización de la invención; y
 la Fig. 5 es una vista esquemática que muestra toda la estructura de una modificación que está configurada
 para suministrar una parte del oxígeno a un paso primario de recirculación.

15 Lista de signos de referencia
 3 molino
 4 caldera de combustión de combustible oxigenado (caldera)
 5 caja de viento
 6 quemador
 11 paso primario de recirculación
 13 paso secundario de recirculación
 18 unidad de separación de aire
 19 paso secundario de mezcla de oxígeno
 20 caudalímetro secundario
 21 regulador secundario del caudal
 22 paso de suministro directo
 23 medidor de suministro directo
 24 regulador de suministro directo
 25 monitor de densidad de NO_x
 26 medio medidor de sustancias combustibles no quemadas
 28 controlador
 29 monitores departamentales de densidad de NO_x
 30 regulador de oxígeno a un quemador
 31 regulador primario del caudal
 32 paso primario de mezcla de oxígeno
 G intervalo operativo

Descripción de las realizaciones

En lo sucesivo se describirá una realización de la invención con referencia a los dibujos adjuntos.

20 Las Figuras 1 a 3 muestran la realización de la invención. El número de referencia 1 denota una carbonera para el
 almacenamiento del carbón; el 2, un alimentador de carbón para la alimentación del carbón almacenado en la
 carbonera 1; el 3, un molino para la pulverización y el secado del carbón procedente del alimentador 2; el 4, una
 caldera de combustión de combustible oxigenado; el 5, una caja de viento montada en la caldera 4; el 6,
 quemadores proporcionados en la caja 5 de viento para la combustión del carbón pulverizado procedente del molino
 25 3; el 7, una conducción de gas de escape a través de la cual fluye un gas de escape desde la caldera 4; el 8, un
 precalentador de aire para el intercambio térmico del gas de escape que fluye a través de la conducción 7 de gas de
 escape con gases de escape recirculados primario y secundario; el 9, dispositivos de tratamiento del gas de escape,
 tales como un dispositivo de desulfurización y un colector de polvo para el tratamiento del gas de escape que ha
 30 atravesado el precalentador 8 de aire; el 10, un ventilador de tiro forzado (FDF) para el envío del gas de escape a
 presión purificado por los dispositivos 9 de tratamiento del gas de escape como los gases de escape recirculados
 primario y secundario; el 11, un paso primario de recirculación para precalentar, usando el precalentador 8 de aire,
 una parte del gas de escape bombeado por el ventilador de tiro forzado 10 para conducir el mismo como gas de
 escape recirculado primario al molino 3; el 12, una válvula reguladora del caudal para regular el caudal del gas de
 escape recirculado primario; el 13, un paso secundario de recirculación para precalentar, usando el precalentador 8
 35 de aire, otra parte del gas de escape bombeado por el ventilador de tiro forzado 10 para llevar el mismo como gas
 de escape recirculado secundario a la caja 5 de viento; el 14, una válvula reguladora del caudal para regular el
 caudal del gas de escape recirculado secundario; el 15, un dispositivo de captura para tomar en el mismo el gas de
 escape purificado por los dispositivos 9 de tratamiento del gas de escape para capturar CO₂, etc., del gas de
 escape; el 16, un ventilador de tiro inducido (IDF) dispuesto corriente abajo de los dispositivos 9 de tratamiento del
 40 gas de escape para inducir el gas de escape; y el 17, una chimenea a través de la cual el gas de escape purificado
 por los dispositivos 9 de tratamiento del gas de escape e inducido por el ventilador de tiro inducido 16 es descargado
 a la atmósfera.

45 En la estructura anteriormente mencionada, se proporciona además una unidad 18 de separación de aire que toma
 en la misma aire para producir oxígeno. Una parte del oxígeno producido por la unidad 18 de separación de aire es

5 suministrada como oxígeno secundario al paso secundario 13 de recirculación a través de un paso secundario 19 de mezcla de oxígeno que está dotado de un caudalímetro secundario 20 y un regulador secundario 21 del caudal. En la realización ilustrada se ejemplifica un caso en el que el oxígeno secundario es suministrado al paso secundario 13 de recirculación corriente abajo del precalentador 8 de aire; alternativamente, el oxígeno secundario puede ser suministrado corriente arriba del precalentador 8 de aire.

10 Otra parte del oxígeno producido por la unidad 18 de separación de aire es suministrada directamente a los quemadores 6 como oxígeno suministrado directamente a través de un paso 22 de suministro directo que está dotado de un medidor 23 de suministro directo y un regulador 24 de suministro directo.

15 Además, hay un monitor 25 de densidad de NO_x para la medición de la densidad de NO_x en el gas de escape en una salida de la caldera 4 de combustión de combustible oxigenado, un medio medidor 26 de sustancias combustibles no quemadas para la medición de las sustancias combustibles no quemadas en el gas de escape procedentes de sólidos obtenidos por la recogida de polvo por parte de los dispositivos 9 de tratamiento del gas de escape y un medidor 27 de la cantidad de oxígeno para la medición de la cantidad total de oxígeno suministrada por la unidad 18 de separación de aire. Como medio medidor de sustancias combustibles no quemadas 38, puede usarse un dispositivo capaz de medir automáticamente la cantidad de las sustancias combustibles no quemadas; alternativamente, puede usarse un análisis manual ejecutado de forma general y convencional.

20 Además, se proporciona un controlador 28 al que se introducen un suministro de oxígeno secundario medido por el caudalímetro secundario 20, un suministro de oxígeno suministrado directamente medido por el medidor 23 de suministro directo, una densidad de NO_x medida por el monitor 25 de densidad de NO_x , una cantidad de las sustancias combustibles no quemadas medida por el medio medidor 26 de sustancias combustibles no quemadas y una cantidad total de oxígeno medida por el medidor 27 de la cantidad de oxígeno. Así, el controlador 28 regula el regulador secundario 21 del caudal y el regulador 24 de suministro directo de modo que la tasa de suministro de oxígeno suministrado directamente, que es suministrado directamente a los quemadores 6 a través del paso 22 de suministro directo, con respecto a la cantidad total de oxígeno suministrada por la unidad 18 de separación de aire esté en un intervalo operativo predeterminado en el que la densidad de NO_x y la cantidad de sustancias combustibles no quemadas en el gas de escape se mantengan debidamente.

30 El suministro del oxígeno suministrado directamente a los quemadores 6 a través del paso 22 de suministro directo puede llevarse a cabo de modo que a los varios quemadores 6 de la caldera 4 se les suministre de manera uniforme y colectiva el oxígeno de suministro directo. Alternativamente, el oxígeno puede ser suministrado a los quemadores 6 en varias etapas, de modo que se regule el caudal de oxígeno para cada etapa de los quemadores 6.

35 Además, según se muestra en la Fig. 2, se pueden proporcionar monitores departamentales 29 de densidad de NO_x que midan la densidad de NO_x en respectivas porciones de la caldera correspondientes a respectivas conducciones de los varios quemadores 6 dispuestos a lo ancho de la caldera 4, y reguladores 30 de oxígeno a los quemadores, cada uno de los cuales regula el suministro de oxígeno suministrado directamente al correspondiente quemador 6, en función de los valores medidos de la densidad de NO_x medida en las respectivas porciones de la caldera por los monitores 29 de densidad de NO_x . Según esta estructura, la regulación puede realizarse de modo que la densidad del NO_x generado en la caldera sea sustancialmente uniforme.

45 Los inventores obtuvieron los resultados de ensayo mostrados en la Fig. 3 llevando a cabo una comprobación de combustión en una caldera de ensayo para la combustión de combustible oxigenado de carbón pulverizado para investigar la relación entre la densidad de NO_x medida por el monitor 25 de la densidad de NO_x y las sustancias combustibles no quemadas en la ceniza medidas por el medio medidor 26 de sustancias combustibles no quemadas cuando la tasa de suministro de oxígeno suministrado directamente a los quemadores 6 a través del paso 22 de suministro directo se cambió a la cantidad total de oxígeno que es suministrada por la unidad 18 de separación de aire según el suministro de carbón pulverizado.

50 Según resulta evidente por la Fig. 3, a medida que aumentó la tasa de suministro de oxígeno suministrado directamente, la densidad de NO_x aumentó de forma sustancialmente lineal. Entretanto, las sustancias combustibles no quemadas disminuyeron rápidamente, hasta que la tasa de suministro de oxígeno suministrado directamente se hizo aproximadamente el 10%. Aunque posteriormente se aumentó la tasa de suministro de oxígeno suministrado directamente, la disminución de las sustancias combustibles no quemadas tendió a ralentizarse. Aquí, como en una caldera de la técnica relacionada, se estableció un límite superior de la densidad de NO_x , se estableció un límite superior de sustancias combustibles no quemadas y se estableció un intervalo operativo G en el que la densidad de NO_x no era mayor que el valor límite de NO_x y las sustancias combustibles no quemadas no superaban el valor límite de contenido no quemado. El intervalo operativo G de la comprobación de combustión que fue realizada por los inventores, fue de aproximadamente el 5 al 15%. Aquí, el valor límite de NO_x está limitado, por ejemplo, por una regulación en una densidad de NO_x o una emisión total en una central eléctrica y puede emplearse como valor límite de NO_x , por ejemplo, 180 ppm, con lo que hay presente un caso práctico en términos de conversión a una densidad en una salida de caldera. El valor límite de las sustancias combustibles no quemadas, que está directamente relacionado con la eficiencia de una caldera, puede estar limitado el 5% o menos como casos prácticos. Además, las

sustancias combustibles no quemadas en la ceniza pueden estar limitadas, dependiendo del propósito de uso de la ceniza, por ejemplo, en un caso en el que la ceniza se use como material para la fabricación de cemento.

5 En consecuencia, cuando la tasa de suministro de oxígeno suministrado directamente a los quemadores 6 a través del paso 22 de suministro directo con respecto a la cantidad total de oxígeno suministrado por la unidad 18 de separación de aire es regulada en el intervalo operativo G de aproximadamente el 5 al 15%, se logra una combustión estable de una caldera de combustión de combustible oxigenado, manteniéndose las propiedades del gas de escape en sus intervalos tolerables.

10 Se describirán las operaciones de la realización ilustrada.

15 En la caldera 4 de combustión de combustible oxigenado mencionada en lo que antecede, el carbón almacenado en la carbonera 1 es cargado por el alimentador 2 en el molino 3, en el que el carbón es pulverizado formando polvo de carbón. El gas de escape recirculado primario, que es parte del gas de escape sacado por el ventilador 10 de tiro forzado (FDF) corriente abajo de los dispositivos 9 de tratamiento del gas de escape, es introducido a través del paso primario 11 de recirculación en el molino 3 para secar el carbón cargado en el molino 3 y transferir el carbón pulverizado a los quemadores 6 de la caldera 4.

20 Entretanto, otra parte del gas de escape procedente del ventilador de tiro forzado 10 es suministrada como gas de escape recirculado secundario a la caja 5 de viento de la caldera 4 a través del paso secundario 13 de recirculación.

25 Además, una parte del oxígeno producido por la unidad 18 de separación de aire es suministrada al paso secundario 13 de recirculación a través del paso secundario 19 de mezcla de oxígeno, y otra parte del oxígeno producido por la unidad 18 de separación de aire es suministrada directamente a los quemadores 6 a través del paso 22 de suministro directo.

30 En consecuencia, el carbón pulverizado suministrado desde el molino 3 a los quemadores 6 es quemado con el gas de escape recirculado primario suministrado a la caja 5 de viento en mezcla con el oxígeno y con el oxígeno suministrado directamente a los quemadores 6. El gas de escape generado por la combustión precalienta los gases de escape recirculados primario y secundario a través del precalentador 8 de aire, es tratado por los dispositivos 9 de tratamiento del gas de escape y es introducido parcialmente en el ventilador de tiro forzado 10 y el dispositivo de captura 15. El resto del gas de escape es inducido por el ventilador de tiro inducido (IDF) y es descargado a la atmósfera a través de la chimenea 17. El gas de escape introducido en el dispositivo de captura 15 es sometido a
35 captura del CO₂ y similares.

40 En el controlador 28 se introducen un suministro de oxígeno secundario medido por el caudalímetro secundario 20, un suministro de oxígeno suministrado directamente medido por el medidor 23 de suministro directo, una densidad de NO_x medida por el monitor 25 de densidad de NO_x, una cantidad de las sustancias combustibles no quemadas medida por el medio medidor 26 de sustancias combustibles no quemadas y una cantidad total de oxígeno suministrada por la unidad 18 de separación de aire y medida por el medidor 27 de la cantidad de oxígeno. El controlador 28 lleva a cabo el control con un flujo de control, según se muestra en la Fig. 4.

45 El controlador 28 comprueba que el suministro de oxígeno suministrado directamente medido por el medidor 23 de suministro directo esté en el intervalo operativo G mostrado en la Fig. 3. Un sistema de control (no mostrado) comprueba los rendimientos tales como la absorción de calor de la caldera para realizar un control para que los rendimientos de la caldera se mantengan estables.

50 En este estado, si la cantidad de las sustancias combustibles no quemadas medida por el medio medidor 26 de sustancias combustibles no quemadas está por debajo del valor límite de sustancias combustibles no quemadas y la densidad de NO_x medida por el monitor 25 de densidad de NO_x está por debajo del valor límite de NO_x, la combustión del combustible oxigenado se lleva a cabo debidamente.

55 Si la cantidad de las sustancias combustibles no quemadas medida por el medio medidor 26 de sustancias combustibles no quemadas es mayor que el valor límite de contenido no quemado, se regulan el regulador 24 de suministro directo y/o el regulador secundario 21 del caudal para llevar a cabo una operación de aumento de suministro del oxígeno suministrado directamente al paso 22 de suministro directo, una operación de reducción del suministro del oxígeno secundario al paso secundario 13 de recirculación o una operación de aumento del suministro del oxígeno suministrado directamente al paso 22 de suministro directo y de reducción del suministro del oxígeno secundario al paso secundario 13 de recirculación, para que se lleve a cabo un control de la reducción de
60 las sustancias combustibles no quemadas, estando el suministro del oxígeno suministrado directamente en el intervalo operativo G.

65 Además, si la densidad de NO_x medida por el monitor 25 de densidad de NO_x es mayor que el valor límite de NO_x, se regulan el regulador 24 de suministro directo y/o el regulador secundario 21 del caudal para llevar a cabo una operación de reducción del suministro de oxígeno suministrado directamente al paso 22 de suministro directo, una operación de aumento del suministro del oxígeno secundario al paso secundario 13 de recirculación o una operación

de reducción del suministro del oxígeno suministrado directamente al paso 22 de suministro directo y de aumento del suministro del oxígeno secundario al paso secundario 13 de recirculación, para que se lleve a cabo un control de la reducción de la densidad de NO_x , estando el suministro del oxígeno suministrado directamente en el intervalo operativo G.

5 En este caso, según se muestra en la Fig. 2, si cada uno de los reguladores 30 de oxígeno a los quemadores regula un suministro de oxígeno suministrado directamente al correspondiente quemador 6 en función de valores medidos de densidad de NO_x medida por los monitores departamentales de densidad de NO_x en las respectivas porciones correspondientes a las respectivas conducciones de los varios quemadores 6 dispuestos a lo ancho de la caldera 4, la densidad de NO_x del gas de escape descargado desde la caldera 4 se mantiene sustancialmente uniforme. Esto produce la ventaja de estabilizar el control en función de la densidad medida por el monitor 25 de densidad de NO_x .

15 Según se ha descrito anteriormente, si la tasa de suministro de oxígeno suministrado directamente a los quemadores 6 a través del paso 22 de suministro directo es regulada con respecto a la cantidad total de oxígeno suministrado por la unidad 18 de separación de aire en el intervalo operativo G, puede lograrse una combustión estable en la caldera de combustión de combustible oxigenado mientras las sustancias combustibles no quemadas y la densidad de NO_x del gas de escape son mantenidas en intervalos tolerables predeterminados.

20 La Fig. 5 muestra una modificación en la que se proporciona un paso primario 32 de mezcla de oxígeno para suministrar una parte del oxígeno producido por la unidad 18 de separación de aire al paso primario 11 de recirculación a través de un regulador primario 31 del caudal. En la Fig. 5 se ejemplifica un caso en el que una parte de oxígeno en la salida de la unidad 18 de separación de aire es ramificada y suministrada al paso primario 11 de recirculación. Alternativamente, el oxígeno del paso secundario 19 de mezcla de oxígeno puede ser ramificado y suministrado al paso primario 11 de recirculación a través del regulador primario del caudal. Alternativamente, el oxígeno del paso 22 de suministro directo puede ser ramificado y suministrado al paso primario 11 de recirculación a través del regulador primario del caudal.

30 Si la cantidad de oxígeno del paso primario 11 de recirculación es menor, existe la posibilidad de que la llama del quemador 6 pueda apagarse durante una operación de carga baja o similar. Sin embargo, si se suministra una parte del oxígeno al paso primario 11 de recirculación, según se muestra en la Fig. 5, se impide que la llama se apague por la inestabilidad en una operación de carga baja o similar. en consecuencia, puede ser posible lograr una combustión estable de combustible oxigenado.

35 Ha de entenderse que un método y un aparato de control del gas de escape en una caldera de combustión de combustible oxigenado según la invención no están limitados a la anterior realización y que pueden realizarse diversos cambios y modificaciones sin apartarse del alcance de la invención.

Aplicabilidad Industrial

40 Puede lograrse una combustión estable en una caldera de combustión de combustible oxigenado mientras las propiedades del gas de escape están controladas en sus límites.

REIVINDICACIONES

1. Un método de control del gas de escape en una caldera de combustión de combustible oxigenado que tiene un paso primario (11) de recirculación para la introducción de una parte de gas de escape en recirculación en un molino (3) como gas de escape recirculado primario y para el suministro de polvo de carbón pulverizado por el molino (3) a los quemadores (6) de la caldera (4) por dicho gas de escape recirculado primario, un paso secundario (13) de recirculación para el suministro de otra parte del gas de escape recirculado a una caja (5) de viento de la caldera (4), una unidad (18) de separación de aire, un paso secundario (19) de mezcla de oxígeno para el suministro de una parte del oxígeno producido por la unidad (18) de separación de aire al paso secundario (13) de recirculación, un caudalímetro secundario (20) dispuesto en el paso secundario (19) de mezcla de oxígeno, un paso (22) de suministro directo para el suministro directo de otra parte del oxígeno producido por la unidad (18) de separación de aire a los quemadores (6), y un medidor (23) de suministro directo dispuesto en el paso (22) de suministro, comprendiendo dicho método:
- disponer un monitor (25) de densidad de NO_x para la medición de la densidad de NO_x en el gas de escape en una salida de la caldera (4) y medio medidor (26) de sustancias combustibles no quemadas para la medición de sustancias combustibles no quemadas en el gas de escape procedentes de sólidos por la recogida de polvo por parte de los dispositivos (9) de tratamiento del gas de escape, y un medidor (27) de la cantidad de oxígeno para la medición de la cantidad total de oxígeno suministrada por la unidad (18) de separación de aire,
- disponer un controlador (28) al que son introducidos un suministro de oxígeno secundario medido por el caudalímetro secundario (20), un suministro de oxígeno suministrado directamente medido por el medidor (23) de suministro directo, una densidad de NO_x medida por el monitor (25) de densidad de NO_x , una cantidad de las sustancias combustibles no quemadas medida por el medio medidor (26) de sustancias combustibles no quemadas, y una cantidad total de oxígeno medida por el medidor (27) de la cantidad de oxígeno,
- disponer además un regulador secundario (21) del caudal dispuesto en el paso secundario (19) de mezcla de oxígeno y un regulador (24) de suministro directo dispuesto en el paso (22) de suministro directo, y establecer un intervalo operativo (G) en el que la densidad de NO_x del gas de escape está por debajo de un valor límite de NO_x y la cantidad de sustancias combustibles no quemadas en el gas de escape está por debajo de un valor límite de sustancias combustibles no quemadas en función de la densidad de NO_x y de la cantidad de sustancias combustibles no quemadas en el gas de escape obtenida llevando a cabo una comprobación de combustión de cambio de una tasa de suministro de oxígeno suministrado directamente a los quemadores (6) a través del paso (22) de suministro directo con respecto a la cantidad total de oxígeno suministrada por la unidad (18) de separación de aire según un suministro de carbón pulverizado, y regular el regulador secundario (21) del caudal y el regulador (24) de suministro directo mediante el controlador (28), de modo que la tasa de suministro de oxígeno suministrado directamente a los quemadores (6) a través del paso (22) de suministro directo con respecto a la cantidad total de oxígeno suministrada por la unidad (18) de separación de aire esté en un intervalo operativo (G) de aproximadamente el 5 al 15% para que la densidad de NO_x del gas de escape medida por el monitor (25) de densidad de NO_x esté por debajo de un valor límite de NO_x y la cantidad de sustancias combustibles no quemadas en el gas de escape medida por el medio medidor (26) de sustancias combustibles no quemadas esté por debajo de un valor límite de sustancias combustibles no quemadas.
2. Un método de control del gas de escape en una caldera de combustión de combustible oxigenado reivindicado en la reivindicación 1 en el que una parte del oxígeno producido por la unidad (18) de separación de aire es suministrada al paso primario (11) de recirculación.
3. Un método de control del gas de escape en una caldera de combustión de combustible oxigenado reivindicado en la reivindicación 1 en el que la densidad de NO_x es medida en respectivas porciones de la caldera (4) y el suministro de oxígeno suministrado directamente a cada uno de los quemadores (6) es regulado en función de valores medidos de densidad de NO_x medida en las respectivas porciones de la caldera (4).
4. Un método de control del gas de escape en una caldera de combustión de combustible oxigenado reivindicado en la reivindicación 2 en el que la densidad de NO_x es medida en respectivas porciones de la caldera (4) y el suministro de oxígeno suministrado directamente a cada uno de los quemadores (6) es regulado en función de valores medidos de densidad de NO_x medida en las respectivas porciones de la caldera (4).
5. Un aparato de control del gas de escape en una caldera de combustión de combustible oxigenado que tiene un paso primario (11) de recirculación para la introducción de una parte de gas de escape en recirculación en un molino (3) como gas de escape recirculado primario y para el suministro de polvo de carbón pulverizado por el molino (3) a los quemadores (6) de la caldera (4) por dicho gas de escape recirculado primario, un paso secundario (13) de recirculación para el suministro de otra parte del gas de escape recirculado a una caja (5) de viento de la caldera (4), una unidad (18) de separación de aire, un paso secundario (19) de mezcla de oxígeno para el suministro de una parte del oxígeno producido por la unidad (18) de separación de aire al paso secundario (13) de recirculación y un

paso (22) de suministro directo para el suministro directo de otra parte del oxígeno producido por la unidad (18) de separación de aire a los quemadores (6), comprendiendo dicho aparato:

5 un caudalímetro secundario (20) dispuesto en el paso secundario (19) de mezcla de oxígeno,
 un regulador secundario (21) del caudal dispuesto en el paso secundario (19) de mezcla de oxígeno,
 un medidor (23) de suministro directo dispuesto en el paso (22) de suministro directo,
 un regulador (24) de suministro directo dispuesto en el paso (22) de suministro directo,
 un monitor (25) de densidad de NO_x para medir la densidad de NO_x en el gas de escape en una salida de la caldera (4),
 10 un medio medidor (26) de sustancias combustibles no quemadas para medir la cantidad de sustancias combustibles no quemadas en el gas de escape procedentes de sólidos obtenidos por la recogida de polvo por parte de los dispositivos (9) de tratamiento del gas de escape,
 un medidor (27) de la cantidad de oxígeno para la medición de la cantidad total de oxígeno suministrada por la unidad (18) de separación de aire,
 15 por lo que se establece un intervalo operativo (G) en el que la densidad de NO_x del gas de escape está por debajo de un valor límite de NO_x y la cantidad de sustancias combustibles no quemadas en el gas de escape está por debajo de un valor límite de sustancias combustibles no quemadas en función de la densidad de NO_x y de la cantidad de sustancias combustibles no quemadas en el gas de escape obtenida llevando a cabo una comprobación de combustión de cambio de una tasa de suministro de oxígeno suministrado directamente a los quemadores (6) a través del paso (22) de suministro directo con respecto a la cantidad total de oxígeno suministrada por la unidad (18) de separación de aire según un suministro de carbón pulverizado, y
 20 un controlador (28) al que se introducen un suministro de oxígeno secundario medido por el caudalímetro secundario (20), un suministro de oxígeno suministrado directamente medido por el medidor (23) de suministro directo, una densidad de NO_x medida por el monitor (25) de densidad de NO_x, una cantidad de las sustancias combustibles no quemadas medida por el medio medidor (26) de sustancias combustibles no quemadas y una cantidad total de oxígeno medida por el medidor (27) de la cantidad de oxígeno, y que regulan el regulador secundario (21) del caudal y el regulador (24) de suministro directo de modo que la tasa de suministro de oxígeno suministrado directamente a través del paso (22) de suministro directo con respecto a la cantidad total de oxígeno suministrada por la unidad (18) de separación de aire esté en el intervalo operativo (G) de aproximadamente el 5 al 15% para que la densidad de NO_x del gas de escape medida por el monitor (25) de densidad de NO_x esté por debajo de un valor límite de NO_x y la cantidad de sustancias combustibles no quemadas en el gas de escape medida por el medio medidor (26) de sustancias combustibles no quemadas esté por debajo de un valor límite de sustancias combustibles no quemadas.

35 **6.** Un aparato de control del gas de escape en una caldera de combustión de combustible oxigenado reivindicado en la reivindicación 5 que, además, comprende un paso primario (32) de mezcla de oxígeno a través del cual una parte del oxígeno producido por la unidad (18) de separación de aire es suministrada al paso primario (11) de recirculación mediante un regulador primario (31) del caudal.

40 **7.** Un aparato de control del gas de escape en una caldera de combustión de combustible oxigenado reivindicado en la reivindicación 5 que, además, comprende monitores departamentales (29) de densidad de NO_x para medir la densidad de NO_x en respectivas porciones de la caldera (4) y reguladores (30) de oxígeno a los quemadores, cada uno de los cuales regula el suministro de oxígeno suministrado directamente al correspondiente quemador (6) en función de valores medidos de densidad de NO_x medidos en las respectivas porciones de la caldera (4) por los monitores departamentales (29) de densidad de NO_x.

45 **8.** Un aparato de control del gas de escape en una caldera de combustión de combustible oxigenado reivindicado en la reivindicación 6 que, además, comprende monitores departamentales (29) de densidad de NO_x para medir la densidad de NO_x en respectivas porciones de la caldera (4) y reguladores (30) de oxígeno a los quemadores, cada uno de los cuales regula el suministro de oxígeno suministrado directamente al correspondiente quemador (6) en función de valores medidos de densidad de NO_x medidos en las respectivas porciones de la caldera (4) por los monitores departamentales (29) de densidad de NO_x.

55

FIG. 1

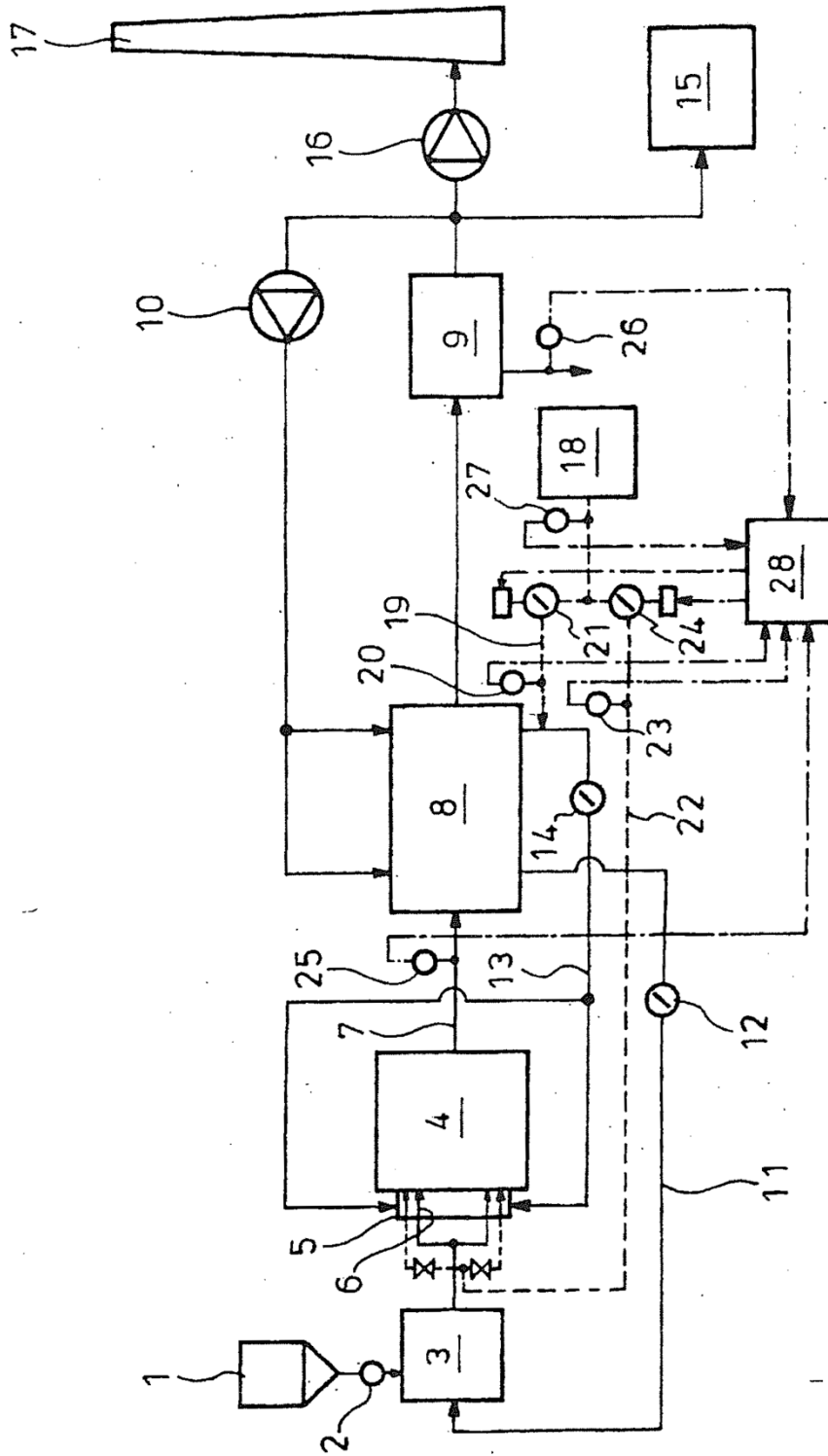


FIG. 2

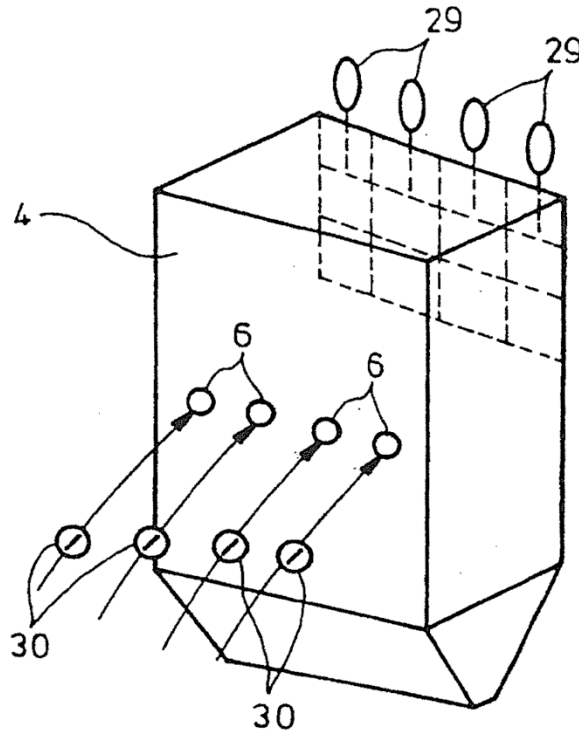


FIG. 3

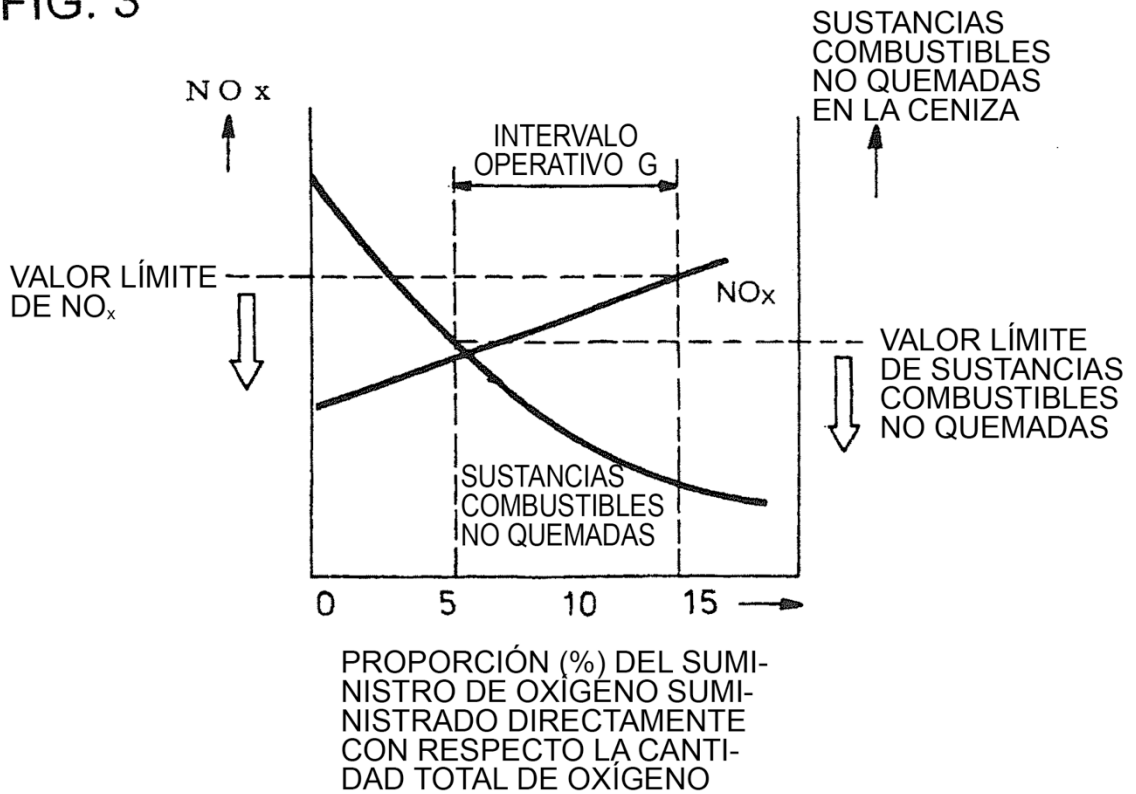


FIG. 4

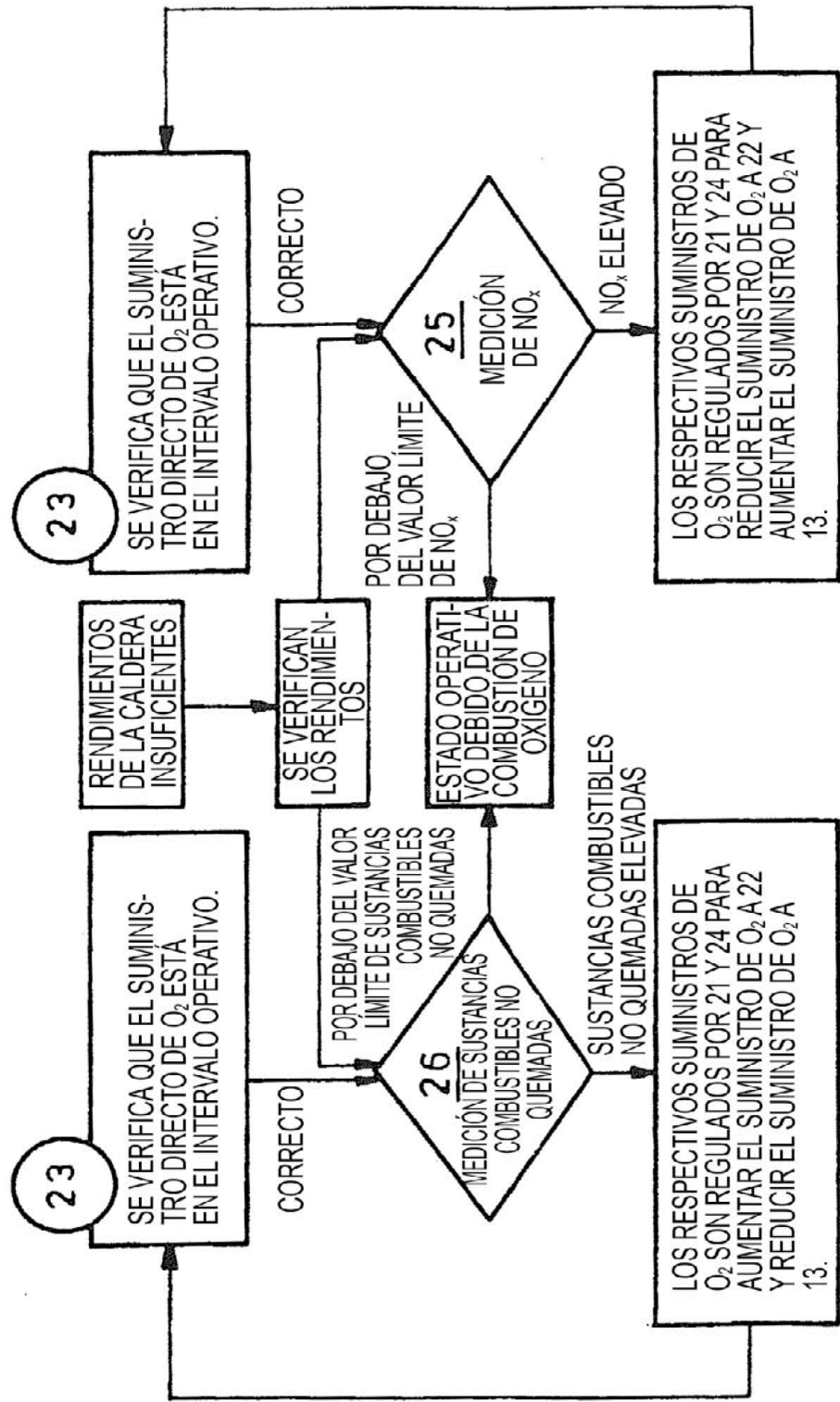


FIG. 5

