

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 425 967**

51 Int. Cl.:

F23C 99/00 (2006.01)

F22B 35/00 (2006.01)

F23C 9/00 (2006.01)

F23K 3/02 (2006.01)

F23L 7/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.03.2008 E 08720358 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.06.2013 EP 2251598**

54 Título: **Método y aparato para controlar el caudal de gas de escape recirculante primario en caldera de oxidación**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
18.10.2013

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 2 425 967 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).

DESCRIPCION

Método y aparato para controlar el caudal de gas de escape recirculante primario en caldera de oxicomustión

Campo técnico

5 La presente invención se refiere a un método y un aparato para controlar un caudal de un gas de escape recirculante primario en una caldera de oxicomustión (combustión mediante oxígeno puro).

Antecedentes de la técnica

10 Un aumento de la densidad de dióxido de carbono (CO_2) en la atmósfera ha demostrado ser uno de los principales factores de calentamiento global que recientemente ha llegado a considerarse como un problema medioambiental a escala global. Una central térmica aparece en primer término como una fuente fija de expulsión de estas sustancias. Combustible para la generación de energía térmica puede ser el petróleo, gas natural o carbón, entre los que el carbón especialmente se prevé que tiene una gran demanda en el futuro debido a sus mayores reservas potenciales.

15 El carbón contiene un mayor porcentaje de carbono en comparación con el gas natural y petróleo, junto con otros componentes tales como hidrógeno, nitrógeno y azufre y ceniza como un componente inorgánico. Por tanto, cuando el carbón se quema usando el aire, la mayor parte de la composición de los gases de escape está constituida por nitrógeno (aproximadamente 70%), con el resto constituido por dióxido de carbono CO_2 , óxido de azufre SO_x , óxido de nitrógeno NO_x , polvo que comprende cenizas y partículas de carbón sin quemar y oxígeno (aproximadamente 4%). Así pues, el gas de escape de combustión se somete a tratamientos de gases de escape tales como desnitrificación, desulfuración y eliminación de polvo de manera que los NO_x , SO_x y materiales formados por partículas caen bajo sus respectivos valores estándar antes de la emisión a la atmósfera a través de un conducto de chimenea.

20 El NO_x que aparece en el gas de escape de combustión se divide en un NO_x térmico, generado a partir de la oxidación de nitrógeno del aire por el oxígeno, y un NO_x combustible generado como resultado de la oxidación de nitrógeno del combustible. Hasta ahora se ha utilizado un método de combustión para disminuir la temperatura de la llama para la reducción del NO_x térmico, mientras que se ha utilizado otro método de combustión para formar una región de exceso de combustible que desoxigena el NO_x dentro de un quemador para la reducción del NO_x combustible.

25 En caso de usar un combustible tal como carbón que contiene azufre, se ha proporcionado un dispositivo de desulfuración por vía húmeda o seca para separar SO_x que se presenta en el gas de escape de combustión como resultado de la combustión.

30 Por otra parte se desea que una gran cantidad de dióxido de carbono generado en el gas de escape de combustión se separe y elimine también con alta eficacia. Un posible método de capturar dióxido de carbono contenido en el gas de escape de combustión ha sido revisado hasta ahora, que incluye un método de hacer que una amina u otro líquido absorbente lo absorba, un método de adsorción de hacer que un sólido adsorbente lo adsorba o un método de separación de películas, todos los cuales tienen una eficacia de conversión baja, por tanto no alcanzando todavía un nivel de uso práctico de la captura de CO_2 a partir de una caldera de combustión de carbón.

35 En consecuencia se ha propuesto una técnica para quemar un combustible con oxígeno en vez de aire, como una técnica eficaz para abordar al mismo tiempo tanto el problema de la separación de dióxido de carbono del gas de escape de combustión como el problema de la eliminación del NO_x térmico (ver, por ejemplo, Bibliografía de Patentes 1).

40 Cuando se quema carbón con oxígeno no se detecta generación del NO_x térmico, y la mayor parte del gas de escape de combustión está constituida por dióxido de carbono, con el resto constituido por otros gases que contienen el NO_x y SO_x combustible, logrando por tanto una licuefacción y separación del dióxido de carbono relativamente fácil mediante enfriamiento del gas de escape de combustión.

45 [Bibliografía de Patentes 1] JP 5-231609 A

50 El documento WO 2007/061106 A1 describe un método y dispositivo de control de combustión de una caldera de combustión por oxígeno capaz de controlar la combustión constantemente y fácilmente, que se aplica fácilmente a una caldera existente de combustión con aire. Se suministra oxígeno, en una cantidad fija correspondiente a una instrucción de carga de la caldera, a un cuerpo de caldera, se mide una cantidad de calor recogida en la caldera a partir de la temperatura de entrada del agua de alimentación suministrada al cuerpo de la caldera y la temperatura de salida del vapor, y el caudal recirculado del gas de escape de combustión se controla de manera que una cantidad de calor recogida por el cuerpo de la caldera es igual a una cantidad de calor recogida como objetivo, con lo cual se regula una concentración de oxígeno en el gas global introducido en el cuerpo de la caldera. Un desoxigenador separa oxígeno y nitrógeno del aire para suministrar al cuerpo de la caldera.

- 5 El documento WO 2007/061107 describe la separación de dióxido de carbono del gas de escape de combustión, en donde es posible descargar a la atmósfera el gas residual de escape de combustión enriquecido en los componentes del gas de escape distintos del dióxido de carbono por la separación de dióxido de carbono. El aire se separa en oxígeno y un gas a base de nitrógeno en un separador de oxígeno; el carbón se quema con el oxígeno en un quemador de un horno de combustión; un gas de escape de combustión del horno se somete a tratamiento de gases de escape; una parte del resultante gas de escape de combustión se recicla al quemador, mientras que el resto se comprime: el dióxido de carbono licuado por la compresión se extrae, mientras que el componente gas de escape residual que no se licúa por compresión se mezcla y diluye con el gas a base de nitrógeno obtenido separando el oxígeno del aire en el separador de oxígeno; y el gas de escape diluido se descarga en la atmósfera.
- 10 El documento US 3.043.525 A describe un sistema de control para un pulverizador de barrido por aire que tiene suministros de material sólido y de aire separados y un método respectivo para controlar el suministro de material sólido y aire a un pulverizador de barrido por aire. El sistema comprende medios para variar el caudal de sólidos al pulverizador, medios que responden solamente a variaciones en el caudal real de sólidos que entran en el pulverizador para controlar dichos sólidos, medios diversos para mantener un caudal de sólidos predeterminado, y
- 15 medios que responden a variaciones en el caudal real de aire al pulverizador para modificar proporcionalmente dicho caudal de sólidos predeterminado al pulverizador para mantener una relación predeterminada entre la cantidad de aire y material sólido que entran al pulverizador.

Sumario de la invención

Problemas técnicos

- 20 Para realizar una combustión estable por un quemador, una caldera existente de combustión de carbón por combustión con aire utiliza un intervalo operativo A/C de 1,5 a 4,0 como se muestra en la Fig. 4, en donde A/C representa una relación en peso del caudal [ton/h] de un aire primario, que es un aire portador para carbón pulverizado producido por un molino, a la cantidad [ton/h] del carbón pulverizado del molino. El intervalo operativo se determina considerando los hechos de que una llama puede posiblemente extinguirse si A/C excede de 4,0 y que la combustión estable no se puede mantener a partir de la estructura del molino-quemador si es inferior a 1,5.
- 25 Sin embargo, en el caso de una caldera de combustión de carbón mediante oxicomustión como se describe en la Bibliografía de patentes 1, no se carga el aire primario debido a una diferencia en el sistema de combustión con respecto a la combustión convencional con aire, de manera que A/C no puede permanecer intacta como un indicador para la combustión estable por el quemador, diferente a la caldera existente de combustión de carbón por
- 30 combustión con aire. Por tanto se ha deseado realizar una combustión estable por el quemador usando un nuevo indicador de A/C bastante diferente.

La invención se ha realizado a la vista de lo anterior y tiene como objetivo proporcionar un método y un aparato para controlar un caudal de un gas de escape recirculante primario en una caldera de oxicomustión, capaz de realizar una combustión estable por un quemador de la oxicomustión.

- 35 Solución a los problemas

La invención está dirigida a un aparato para controlar un caudal de un gas de escape recirculante primario en una caldera de oxicomustión, en el que mientras que el oxígeno alimentado desde un productor de oxígeno se está introduciendo en una caldera de combustión de carbón, una parte de un gas de escape en recirculación se introduce como gas de escape recirculante primario en un molino, transportando el gas de escape recirculante primario carbón pulverizado, pulverizado por el molino, a un quemador para oxicomustión, comprendiendo el aparato:

40 un monitor de densidad de CO₂ para detectar densidad del CO₂ del gas de escape recirculante primario a conducir al molino;

un monitor de densidad de O₂ para detectar la densidad del O₂ del gas de escape recirculante primario a conducir al molino;

- 45 un flujómetro para detectar el caudal del gas de escape recirculante primario a conducir al molino;

un regulador de flujo para regular el caudal del gas de escape recirculante primario a conducir al molino;

un medidor de la cantidad de alimentación de carbón para detectar la cantidad de alimentación de carbón a alimentar al molino; y

- 50 un controlador para calcular la densidad relativa del gas de escape recirculante primario sobre la base de las densidades de CO₂ y O₂ detectadas por los monitores de densidad de CO₂ y O₂, respectivamente, calcular el caudal en peso del gas de escape recirculante primario sobre la base de la densidad relativa del gas de escape recirculante primario y el caudal detectado por el flujómetro, calcular la cantidad en peso del carbón pulverizado alimentado desde el molino sobre la base de la cantidad de alimentación de carbón detectada por el medidor de la cantidad de alimentación de carbón, definir G/C como la relación en peso del caudal del gas de escape

recirculante primario a la cantidad del carbón pulverizado del molino, y emitir una señal de control de flujo para el regulador de flujo de modo que la G/C se encuentre dentro de un intervalo predeterminado.

En el aparato para controlar el caudal de un gas de escape recirculante primario en una caldera de oxidación, la G/C varía preferiblemente de 2,0 a 6,0.

5 Efectos ventajosos de la invención

De acuerdo con un aparato para controlar un caudal de un gas de escape recirculante primario en una caldera de oxidación de la invención, se puede obtener un efecto excelente de lograr una combustión estable por un quemador en la oxidación usando un nuevo indicador G/C bastante diferente del convencional A/C.

Breve descripción de los dibujos

10 La Fig. 1 es un diagrama de configuración esquemática general de una realización de la invención;

La Fig. 2 es un diagrama de flujo de un flujo del control en la realización de la invención;

La Fig. 3 es una gráfica de un intervalo operativo de G/C en la realización de la invención; y

La Fig. 4 es una gráfica del intervalo operativo de G/C en un ejemplo de la técnica anterior.

Lista de señales de referencia

15 1 tolva de carbón

2 alimentador de carbón

3 molino

4 caldera de combustión de carbón

5 caja de ventanas

20 6 quemador

7 línea de gas de escape

8 precalentador de aire

10 productor de oxígeno

11 ventilador de tiro forzado

25 12 línea de gas de escape recirculante primario

13 línea de derivación fría

16 línea de gas de escape recirculante secundario

17 línea de alimentación de oxígeno para gas de escape recirculante secundario

18 línea de alimentación de oxígeno para la caja de ventanas

30 20 ventilador de tiro inducido

22 monitor de densidad de CO₂

22a densidad de CO₂

23 monitor de densidad de O₂

23a densidad de O₂

35 24 flujómetro

24a caudal

25 amortiguador de regulación de flujo (regulador de flujo)

25a señal de control del grado de apertura (señal de control de flujo)

26 medidor de la cantidad de alimentación de carbón

26a cantidad de alimentación de carbón

27 controlador

Descripción de la realización

- 5 Se describirá una realización de la invención con referencia a los dibujos que se adjuntan.

Haciendo referencia a las Figs. 1 a 3 que muestran la realización de la invención, el número de referencia 1 indica una tolva de carbón para almacenamiento de carbón; 2, un alimentador de carbón que alimenta carbón almacenado en la tolva de carbón 1; 3, un molino que pulveriza y seca carbón del alimentador de carbón 2; 4, una caldera de combustión de carbón; 5, una caja de ventanas ajustada a la caldera de combustión de carbón 4; 6, un quemador dispuesto en la caja de ventanas 5 para quemar carbón pulverizado alimentado desde el molino 3; 7, una línea de gas de escape a través de la cual fluye un gas de escape emitido desde la caldera de combustión de carbón 4; 8, un precalentador de aire para el intercambio de calor del gas de escape que fluye a través de una línea de gas de escape 7 con un gas de escape recirculante primario y con un gas de escape recirculante secundario; 9, un dispositivo de tratamiento de gases de escape tal como un desulfurador y un colector de polvo para el tratamiento del gas de escape que pasa a través del precalentador de aire 8; 10, un productor de oxígeno para la producción de oxígeno; 11, un ventilador de tiro forzado (FDF) que envía de modo forzado un gas de escape purificado por un dispositivo de tratamiento de gases de escape 9 como un gas de escape recirculante primario y un gas de escape recirculante secundario; 12, una línea de gas de escape recirculante primario que conduce una parte del gas de escape enviado al molino 3 de modo forzado por el ventilador de tiro forzado 11 como gas de escape recirculante primario a través del precalentador de aire 8; 13, una línea de derivación fría que permite a una parte del gas de escape recirculante primario conducida al molino 3 desviarse del precalentador de aire 8 para controlar con ello la temperatura del gas de escape recirculante primario; 14, un amortiguador de regulación de flujo incorporado en la línea 12 de gas de escape recirculante primario para regular el caudal del gas de escape recirculante primario que pasa a través del precalentador de aire 8; 15, un amortiguador de regulación de flujo incorporado en la línea 13 de derivación fría para regular el caudal del gas de escape recirculante primario que se desvía del precalentador de aire 8; 16, una línea de gas de escape recirculante secundario que conduce una parte del gas de escape enviado de modo forzado por el ventilador de tiro forzado 11 como gas de escape recirculante secundario a través del precalentador de aire 8 para precalentar a la caja de ventanas 5; 17, una línea de alimentación de oxígeno para el gas de escape recirculante secundario que alimenta la línea 16 del gas de escape recirculante secundario con oxígeno del productor de oxígeno 10; 18, una línea de alimentación de oxígeno para la caja de ventanas que alimenta directamente la caja de ventanas 5 con oxígeno del productor de oxígeno 10; 19 indica un dispositivo de captura para capturar CO₂, etc., del gas de escape; 20, un ventilador de tiro inducido (IDF) dispuesto aguas abajo del dispositivo de tratamiento de gases de escape 9 para succionar de modo inducido el gas de escape; y 21, un conducto de chimenea para arrojar a la atmósfera el gas de escape purificado por el dispositivo de tratamiento de gases de escape, que se induce por el ventilador de tiro inducido 20.

Además, incorporado en la línea de gas de escape primaria 12 en el lado de entrada del molino 3 está un monitor de densidad de CO₂ 22 para detectar una densidad de CO₂ 22a del gas de escape recirculante primario a conducir al molino 3; un monitor de densidad de O₂ 23 para detectar una densidad de O₂ 23a del gas de escape recirculante primario a conducir al molino 3; un flujómetro 24 para detectar un caudal 24a del gas de escape recirculante primario a conducir al molino 3; y un amortiguador de regulación de flujo 25 que actúa como un regulador de flujo para regular el caudal 24a del gas de escape recirculante primario a conducir al molino 3. Un medidor de cantidad de alimentación de carbón 26 se instala en el alimentador de carbón 2 para detectar una cantidad de alimentación de carbón 26a a alimentar al molino 3.

Se proporciona además un controlador 27 que calcula una densidad relativa del gas de escape recirculante primario sobre la base de las densidades de CO₂ y O₂ 22a y 23a detectadas por los monitores de densidad de CO₂ y O₂ 22 y 23, respectivamente; que calcula un caudal en peso del gas de escape recirculante primario sobre la base de la densidad relativa del gas de escape recirculante primario y el caudal 24a detectado por el flujómetro 24; que calcula una cantidad en peso del carbón pulverizado alimentado del molino 3 sobre la base de la cantidad de alimentación de carbón 26a detectada por el medidor de cantidad de alimentación de carbón 26; que define como G/C una relación en peso del caudal [ton/h] del gas de escape recirculante primario alimentado a la caldera de combustión de carbón 4 a la cantidad [ton/h] del carbón pulverizado del molino 3; y que produce una señal de control del grado de apertura 25a como una señal de control de flujo para el amortiguador de regulación de flujo 25 de manera que la G/C se encuentra dentro de un intervalo predeterminado. En lugar del amortiguador de regulación de flujo 25, se puede usar por ejemplo un amortiguador o cualquier otro regulador de flujo de tal manera que se suministra el dispositivo de ajuste de flujo con una señal de control de flujo desde el controlador 27.

Para lograr la combustión estable por el quemador 6, se prefiere que el intervalo de G/C sea de 2,0 a 6,0 como se muestra en la Fig. 3. Esto resulta de la consideración de una diferencia en la densidad relativa entre el aire y el gas de escape recirculante primario, puesto que el intervalo operativo convencional de A/C se encuentra dentro del intervalo de 1,5 a 4,0 como se muestra en la Fig. 4. Una prueba de combustión realizada actualmente ha

demostrado que surge una posibilidad de que una llama se extinga si la G/C es mayor que 6,0; que la combustión estable no se puede mantener desde de la estructura del molino 3 al sistema quemador 6 si es inferior a 2,0; y que la combustión estable por el quemador 6 se habilita dentro del intervalo de 2,0 a 6,0.

A continuación se describirá el funcionamiento de la realización ilustrada anteriormente.

5 En el funcionamiento normal de la caldera de combustión de carbón 4 como se ha expuesto anteriormente en esta memoria, el carbón almacenado en la tolva de carbón 1 se alimenta por el alimentador de carbón 2 al molino 3, en donde el carbón se pulveriza en carbón pulverizado mientras que simultáneamente el gas de escape recirculante primario se introduce en el molino 3 desde la línea 12 de gas de escape recirculante primario para secar el carbón elimentado al mismo, siendo transferido al quemador 6 el carbón pulverizado seco resultante. En ese momento, una parte del gas de escape enviado de modo forzado por el ventilador de tiro forzado 11 se conduce como gas de escape recirculante secundario desde la línea 16 de gas de escape recirculante secundario a la caja de ventanas 5 de la caldera de combustión de carbón 4 tras ser precalentado por el precalentador de aire 8, con oxígeno producido por el productor de oxígeno 10 que está siendo directamente alimentado desde la línea de alimentación de oxígeno 18 para caja de ventanas a la caja de ventanas 5 para someter con ello el carbón pulverizado a oxicomustión dentro de la caldera de combustión de carbón 4.

En la puesta en marcha de la caldera de combustión de carbón 4, se introduce aire (no mostrado) en vez del gas de escape recirculante primario en el molino 3 de modo que el aire seca el carbón alimentado al molino 3 y transfiere carbón pulverizado, pulverizado en éste, al quemador 6. Por otra parte se alimenta aire (no mostrado), en vez del gas de escape recirculante secundario y oxígeno, a la caja de ventanas 5 de la caldera de combustión de carbón 4 de manera que el carbón pulverizado sufre combustión por aire dentro de la caldera de combustión de carbón 4. Cuando la absorción de calor de la caldera de combustión de carbón 4 alcanza un valor predeterminado, el aire se cambia a gas de escape recirculante primario, gas de escape recirculante secundario y oxígeno para pasar a la oxicomustión.

Un gas de escape emitido desde la caldera de combustión de carbón 4 se introduce a través de la línea de gas de escape 7 en el precalentador de aire 8 en donde el gas de escape recirculante primario y el gas de escape recirculante secundario se calientan y se someten a recuperación de calor. El gas de escape que pasa a través del precalentador de aire 8 va al dispositivo de tratamiento de gases de escape 9 tal como el desulfurante y el colector de polvo para desulfuración y recogida de polvo, con el resultado de que el gas de escape purificado por el dispositivo 9 de tratamiento de gases de escape es aspirado de modo inducido por el ventilador de tiro inducido 20 antes de la emisión a través del conducto de chimenea 21 a la atmósfera. Al mismo tiempo, una parte del gas de escape que pasa a través del dispositivo de tratamiento de gases de escape 9 es recirculada por el ventilador de tiro forzado 11 e introducida en el dispositivo de captura 19 para la captura de CO₂, etc., del gas de escape.

En la operación normal de la caldera de combustión de carbón 4 en la realización ilustrada, las densidades de CO₂ y O₂ 22a y 23a y caudal 24a del gas de escape recirculante primario a conducir al molino 3 son detectadas por los monitores de densidad de CO₂ y O₂ 22 y 23 y flujómetro 24, respectivamente, mientras que la cantidad de alimentación de carbón 26 alimentada al molino 3 es detectada simultáneamente por el medidor de la cantidad de alimentación de carbón 26. En ese momento, el controlador 27 calcula una densidad relativa del gas de escape recirculante primario sobre la base de las densidades de CO₂ y O₂ 22a y 23a detectadas por los monitores de densidad de CO₂ y O₂ 22 y 23, respectivamente, (ver paso S1 de la Fig. 2); calcula un caudal en peso del gas de escape recirculante primario sobre la base de la densidad relativa del gas de escape recirculante primario y el caudal 24a detectado por el flujómetro 24 (ver paso S2 de la Fig. 2); calcula una cantidad en peso de carbón pulverizado alimentado desde el molino 3 sobre la base de la cantidad de alimentación de carbón 26a detectada por el medidor de cantidad de alimentación de carbón 26 (ver paso S3 de la Fig. 2); y define G/C como una relación en peso del caudal [ton/h] de gas de escape recirculante primario a la cantidad de carbón pulverizado [ton/h] del molino 3 (ver paso S4 de la Fig. 2).

Se determina después si la G/C es inferior a 2,0 (ver paso S5 de la Fig. 2). En caso afirmativo, es decir, si la G/C es inferior a 2,0, entonces el grado de apertura del amortiguador de regulación de flujo 25 como regulador de flujo se eleva en respuesta a una señal de control del grado de apertura que actúa como señal de control de flujo derivada del controlador 27, aumentando con ello el caudal de gas de escape recirculante primario (ver paso S6 de la Fig. 6).

50 En caso negativo, es decir, si la G/C no es inferior a 2,0, entonces se determina si la G/C excede de 6,0 (ver paso S7 de la Fig. 2). Si la G/C excede de 6,0, entonces el grado de apertura del amortiguador de regulación de flujo 25 como regulador de flujo se reduce en respuesta a la señal de control del grado de apertura 25a que actúa como señal de control de flujo derivada del controlador 27, reduciendo con ello el caudal del gas de escape recirculante primario (ver paso S8 de la Fig. 2), como resultado de lo cual la G/C cae dentro de un intervalo predeterminado (2,0 a 6,0) para conseguir una operación de oxicomustión estable.

Así, el uso del nuevo indicador G/C bastante diferente del A/C existente permite al quemador 6 conseguir la combustión estable en el medio de oxicomustión.

Se debe entender que un aparato para controlar un caudal de un gas de escape recirculante primario en una caldera de oxidación según la invención no está limitado a la anterior realización y que se pueden hacer diversos cambios y modificaciones sin apartarse del alcance de la invención como se define en las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato para controlar un caudal (24a) de un gas de escape recirculante primario en una caldera de oxicomustión, en donde, mientras el oxígeno alimentado desde un productor de oxígeno (10) se introduce en una caldera de combustión de carbón (4), una parte de un gas de escape en recirculación se introduce como gas de escape recirculante primario en un molino (3), con el gas de escape recirculante primario llevando carbón pulverizado, pulverizado por el molino (3), a un quemador (6) para oxicomustión, comprendiendo el aparato:
- 5 un monitor de densidad de CO₂ (22) para detectar la densidad de CO₂ (22a) del gas de escape recirculante primario a conducir al molino (3);
- 10 un monitor de densidad de O₂ (23) para detectar la densidad de O₂ (23a) del gas de escape recirculante primario a conducir al molino (3);
- un flujómetro (24) para detectar el caudal (24a) del gas de escape recirculante primario a conducir al molino (3);
- un regulador de flujo (25) para regular el caudal (24a) del gas de escape recirculante primario a conducir al molino (3);
- 15 un medidor de cantidad de alimentación de carbón (26) para detectar la cantidad de alimentación de carbón (26a) a alimentar al molino (3); y
- 20 un controlador (27) para calcular la densidad relativa del gas de escape recirculante primario sobre la base de las densidades de CO₂ y O₂ (22a y 23a) detectadas por los monitores de densidad de CO₂ y O₂ (22 y 23), respectivamente, calcular el caudal en peso del gas de escape recirculante primario sobre la base de la densidad relativa del gas de escape recirculante primario y el caudal (24a) detectado por el flujómetro (24), calcular la cantidad en peso del carbón pulverizado alimentado desde el molino (3) sobre la base de la cantidad de alimentación de carbón (26a) detectada por el medidor de cantidad de alimentación de carbón (26), definir G/C como la relación en peso del caudal (24a) del gas de escape recirculante primario (24a) a la cantidad de carbón pulverizado del molino (3), y emitir una señal de control de flujo (25a) al regulador de flujo (25) de manera que G/C se encuentra dentro de un intervalo predeterminado.
- 25 2. Un aparato para controlar un caudal de un gas de escape recirculante primario en una caldera de oxicomustión como se reivindica en la reivindicación 1, en donde G/C varía de 2,0 a 6,0.

FIG. 1

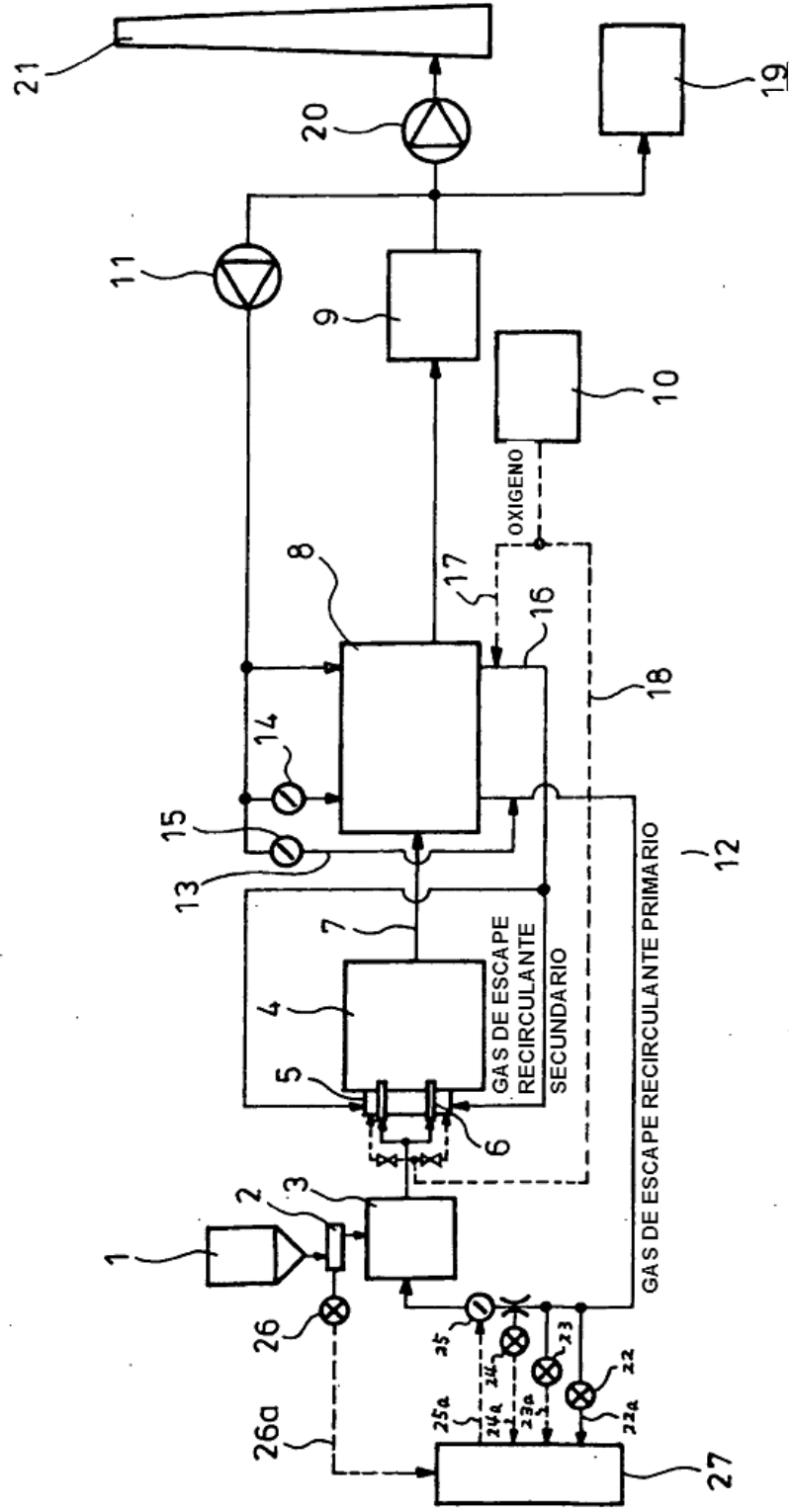


FIG. 2

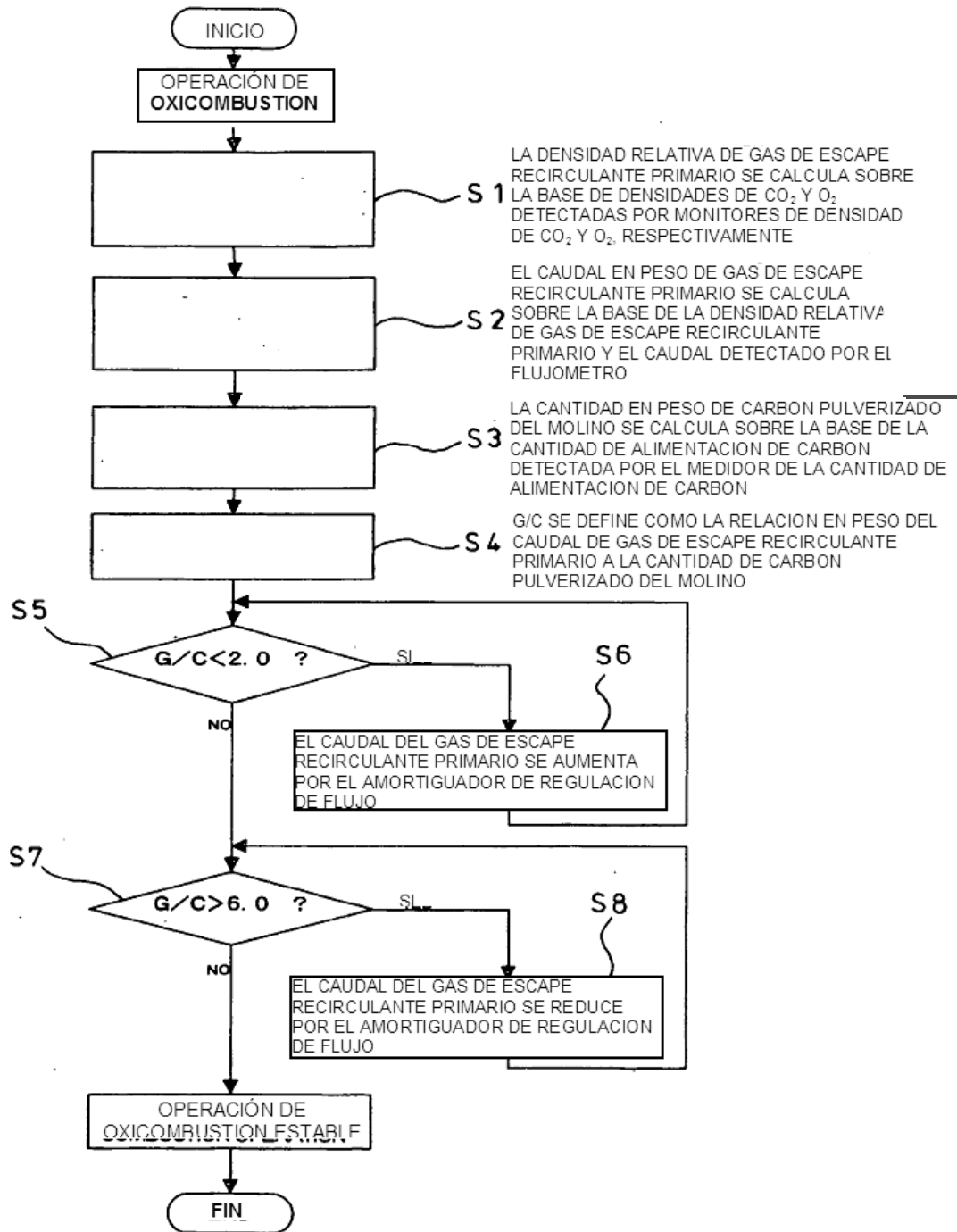


FIG. 3

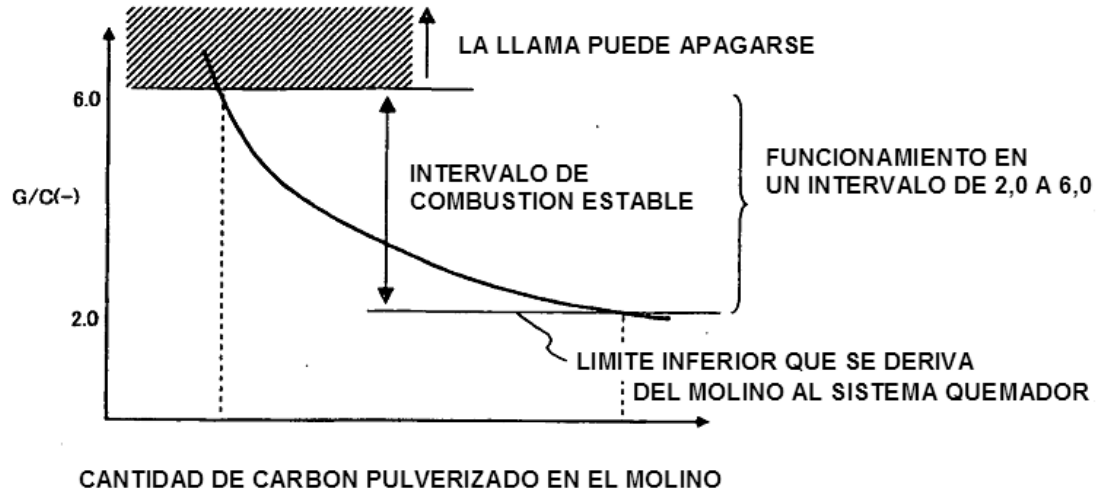


FIG. 4

