

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 548 143**

51 Int. Cl.:

F23C 9/00 (2006.01)

F23L 7/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.09.2010 E 10012345 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.08.2015 EP 2309181**

54 Título: **Central de caldera de oxicomcombustión y método de operación de la central de caldera de oxicomcombustión**

30 Prioridad:

30.09.2009 JP 2009225912

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

14.10.2015

73 Titular/es:

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

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

72 Inventor/es:

**TANIGUCHI, MASAYUKI;
SHIBATA, TSUYOSHI y
HAYASHI, YOSHIHARU**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 548 143 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

Central de caldera de oxicomcombustión y método de operación de la central de caldera de oxicomcombustión

Antecedentes de la invención

Campo de la invención

- 5 La presente invención se refiere a una central de caldera de oxicomcombustión y a un método de operación de la central de caldera de oxicomcombustión.

Descripción de la técnica relacionada

- 10 Las calderas que queman carbón pulverizado se pueden clasificar según dos tipos de sistemas de combustión, dependiendo del gas que se ha de suministrar al quemador. La combustión aire-combustible es un sistema para quemar combustible por medio del suministro de aire al quemador. Además, la oxicomcombustión es un sistema para quemar combustible por medio de una mezcla de oxígeno de elevada pureza y gas de escape de combustión, en vez de por aire.

- 15 En la oxicomcombustión, los componentes del gas de escape son en su mayoría dióxido de carbono, de manera que cuando se captura el dióxido de carbono del gas de escape no hay necesidad de concentrar el dióxido de carbono. Por tanto, la oxicomcombustión puede presurizar y enfriar el gas de escape en su estado y licuar y separar el dióxido de carbono, de manera que es uno de los métodos válidos para la reducción de la tasa de emisión de dióxido de carbono.

- 20 En el sistema de oxicomcombustión, como método para acelerar el encendido del carbón pulverizado que fluye en la proximidad del quemador, se propone un método para inyectar oxígeno hacia un flujo de mezcla de carbón pulverizado y gas de escape de combustión (documento de patente 1).

Documento de patente 1: solicitud de patente de Japón pública nº Hei 7 (1995) – 318016.

Compendio de la invención

- 25 Sin embargo, cuando se inyecta oxígeno hacia un flujo de mezcla de carbón pulverizado y gas de escape de combustión, existe la posibilidad de que el carbón pulverizado pueda entrar dentro de una masa de gas que tiene una elevada concentración de oxígeno y puede que ocurra una combustión anormal, tal como una explosión. En particular, inmediatamente después de iniciar el suministro de oxígeno, o cuando se cambian las condiciones de operación, puede ocurrir fácilmente una combustión anormal.

- 30 Por tanto, un objeto de la presente invención es proporcionar una central de caldera de oxicomcombustión o un método de operación de la central de caldera de oxicomcombustión que evite que ocurra una combustión anormal en el quemador.

- 35 La presente invención proporciona una central de caldera de oxicomcombustión según la reivindicación 1 y un conducto de suministro para suministrar oxígeno al conducto primario del sistema del quemador desde el tanque de almacenamiento de oxígeno; y conducto de suministro de nitrógeno para suministrar una parte del nitrógeno generado por la unidad de separación de aire o un conducto de suministro de aire para proporcionar aire desde el exterior que está conectado al conducto de suministro de oxígeno en un lado situado aguas abajo del tanque de almacenamiento de oxígeno y en un método de operación de la central de caldera de oxicomcombustión según la reivindicación 4.

Breve descripción de los dibujos

- 40 La figura 1 es un dibujo que ilustra la configuración de una central de caldera de oxicomcombustión de la primera realización.

La figura 2 es un dibujo que ilustra la relación entre la concentración de oxígeno en el gas oxidante y la velocidad de propagación de la llama del carbón pulverizado bajo diferentes condiciones atmosféricas.

- 45 La figura 3 es un dibujo que ilustra la situación de los cambios en el caudal de combustible, caudal de aire, caudal de oxígeno y en la velocidad de recirculación del gas de escape de combustión hasta que la central arranca en modo combustión aire-combustible, a continuación se cambia a oxicomcombustión, y alcanza el estado de funcionamiento estacionario de captura de dióxido de carbono.

La figura 4 es un ejemplo a modo de comparación, cuando la central se hace funcionar de acuerdo al plan mostrado en la figura 3, que muestra la situación de los cambios de la concentración de oxígeno en el gas oxidante.

- 50 La figura 5 es un dibujo que muestra un ejemplo de la situación de los cambios de la concentración de oxígeno en el gas oxidante, cuando la central se hace funcionar en la primera realización.

La figura 6 es un dibujo que muestra un ejemplo de las desviaciones entre el caudal fijado y el caudal real, cuando el oxígeno se suministra en la primera realización.

La figura 7 es un dibujo que muestra los cambios de los valores máximos de la concentración local instantánea de oxígeno en el gas oxidante, cuando la central se hace funcionar de acuerdo a la figura 6 en la primera realización.

5 La figura 8 es un dibujo que muestra un ejemplo de las desviaciones entre el caudal fijado y el caudal real, cuando se suministra oxígeno y nitrógeno, o aire, en la primera realización.

La figura 9 es un dibujo que muestra los cambios de los valores máximos de la concentración local instantánea de oxígeno en el gas oxidante, cuando la central se hace funcionar de acuerdo a la figura 8 en la primera realización.

10 La figura 10 es un dibujo que ilustra la configuración de una central de caldera de oxicomustión de la segunda realización.

La figura 11 es un dibujo que muestra el estado de mezcla del gas y el carbón pulverizado en la segunda realización.

La figura 12 es un dibujo que muestra el estado de mezcla del gas y el carbón pulverizado cuando el gas oxígeno se suministra por etapas en la segunda realización.

15 La figura 13 es un dibujo que ilustra la configuración de la zona próxima al quemador con respecto a la tercera realización.

La figura 14 es un dibujo que ilustra una modificación de la configuración de la zona próxima al quemador con respecto a la cuarta realización.

La figura 15 es un dibujo que ilustra otra modificación de la configuración de la zona próxima al quemador con respecto a la cuarta realización.

20 La figura 16 es un dibujo que ilustra otra modificación más de la configuración de la zona próxima al quemador con respecto a la cuarta realización; y

La figura 17 es un dibujo que ilustra, según la dirección A, la configuración del quemador mostrado en la figura 16.

Descripción detallada de la invención

25 A continuación, se explicarán realizaciones preferidas de centrales de caldera de oxicomustión haciendo referencia a los dibujos que se acompañan.

Realización 1

La figura 1 muestra una central de caldera de oxicomustión que utiliza carbón como combustible. Esta realización es una central térmica para la generación de vapor por medio de la utilización de una caldera 200.

30 La caldera 200 incluye un quemador 210 y un orificio de gas 225. Este quemador 210 suministra y quema carbón pulverizado en el horno de la caldera. El orificio de gas 225 está instalado en el lado situado aguas abajo del quemador 210 y suministra el gas de combustión de segunda etapa al horno.

35 Los conductos del sistema a través de los cuales fluye el gas de escape de combustión que sale de la caldera 200 se explicarán más adelante. El gas de escape de combustión 380 indica el conducto del sistema a través del cual fluye el gas de escape que sale de la caldera 200. Una unidad de control de la calidad del aire 340 es un aparato para la purificación del gas de escape. Un ventilador 381 es una unidad para hacer posible que fluya el gas de escape. Un secador 341 enfría el gas de escape y simultáneamente elimina la humedad higroscópica. Una unidad de captura de CO₂ 350 comprime el gas de escape después del secado y captura el dióxido de carbono del gas de escape. El gas sin capturar 351 indica una línea del sistema que muestra el gas que queda después de que el dióxido de carbono ha sido capturado por la unidad de captura de CO₂ 350. El gas de escape de circulación 390 representa un conducto del sistema a través del cual se recircula a la caldera 200 una parte del gas de escape de combustión 380 que sale de la caldera. Una válvula de regulación de caudal 391 del gas de escape de circulación tiene la función de ajustar el caudal de gas de escape de circulación. Un ventilador 382 es una unidad para la presurización del gas de escape de circulación, al objeto de recircularlo hasta la caldera. Un precalentador de gas 330 hace posible que el gas de escape de combustión 380 y el gas de escape de circulación 390 intercambien calor, calentando de esta forma el gas de escape de circulación 390. El gas de escape de circulación de baja temperatura 393 indica una línea del sistema para evitar pasar por el precalentador de gas 330 y hacer un baipás con respecto a él. Una válvula de control 394 del caudal de baipás tiene la función de ajustar el caudal de gas de escape de circulación de baja temperatura 393. Las válvulas de regulación de caudal 213 y 214 tienen la función de ajustar los caudales del gas de escape de circulación 390 en el lugar en el que éste se suministra, respectivamente, al quemador 210 y al orificio de gas 225. Además, un conducto de aire 363b para la combustión aire-combustible proporciona aire del exterior a la caldera 200 en los períodos de combustión aire-combustible. En el conducto de aire

363b para la combustión aire-combustible, se instalan una válvula de cierre 135c y una válvula de regulación 364 del caudal de aire.

A continuación, se explicará el sistema de suministro de oxígeno. Una unidad de separación de aire 360 es un aparato para separar el nitrógeno del aire 363a y para la generación de oxígeno. El gas licuado 131 se genera por medio de la unidad de separación de aire 360. Un tanque de almacenamiento de oxígeno 132 es un tanque para el almacenamiento del gas licuado 131. Un carburador 133 vaporiza el gas licuado 131 y genera gas oxígeno 362. Un conducto de suministro de oxígeno primero 219 es un conducto que hace posible que el gas oxígeno 362 pase a su través. En el conducto de suministro de oxígeno primero 219, se dispone una válvula de regulación de caudal 218 para el ajuste del caudal de oxígeno suministrado a un conducto primario del sistema 216. Además, una válvula de regulación de caudal 211 es una válvula para el ajuste del caudal de oxígeno suministrado al gas de escape de circulación. Y, un conducto de suministro de oxígeno segundo 397 es un conducto para el suministro de oxígeno al gas de escape de circulación en el lado situado aguas arriba de un molino de carbón 130. También en el conducto de suministro de oxígeno segundo 397 se instala una válvula de regulación de caudal 396.

Seguidamente, se explicará el sistema de suministro de nitrógeno. El gas nitrógeno 361 se vierte a una chimenea 370. Un conducto de suministro de nitrógeno 137 es un conducto para el suministro de una parte del gas nitrógeno separado por medio de la unidad de separación de aire 360 al conducto de suministro de oxígeno primero 219. En el conducto de suministro de nitrógeno 137, se instalan una válvula de regulación de caudal 134 y una válvula de cierre 135a.

Además, al conducto de suministro de oxígeno primero 219 se conecta un conducto de suministro de aire 138. El conducto de suministro de aire 138 incluye una unidad de suministro de gas 136 para la presurización y el suministro de aire 363, una válvula de cierre 135b y una válvula de regulación de caudal 134.

Además, el molino de carbón 130 pulveriza el carbón y genera carbón pulverizado. Un conducto primario del sistema 216 del quemador 210 suministra el carbón pulverizado desde el molino de carbón 130 hasta el quemador 210 junto con el gas de escape de circulación. El sistema para el suministro del gas de escape de circulación 390 hasta molino de carbón 130 incluye una válvula de regulación de caudal 215. Además, el conducto para el suministro directo del gas de escape de circulación 390 al quemador 210 se considera como un conducto secundario del sistema 217.

El sistema del gas de escape de combustión 380 que sale de la caldera incluye el precalentador de gas 330, la unidad de control de la calidad del aire 340 para la purificación del gas de escape, el ventilador 381 para hacer posible que el gas fluya, la unidad de captura de dióxido de carbono 350 para el enfriamiento, licuado y captura del dióxido de carbono del gas de escape y la chimenea 370 para la emisión del gas sin capturar 351, el cual se compone fundamentalmente del nitrógeno y oxígeno que quedan después de la captura del dióxido de carbono.

Como se muestra en la figura 1, la central de caldera de esta realización incluye la unidad de separación de aire 360 para la división del aire en un gas compuesto fundamentalmente de nitrógeno y un gas compuesto fundamentalmente de oxígeno, y para la generación de oxígeno de elevada pureza. La unidad de separación de aire 360 es un sistema para la separación de oxígeno y nitrógeno que utiliza una diferencia entre los puntos de ebullición de ellos y que enfría aire, generando de esta forma el oxígeno. Esta realización no depende del método de separación de aire, sino que se pueden utilizar otros métodos, tales como un sistema de separación por película para la separación del aire, que utiliza una diferencia en el tamaño entre las moléculas de nitrógeno y las moléculas de oxígeno.

La unidad de separación de aire 360 divide el aire 363a en el oxígeno licuado 131 de elevada pureza y el gas nitrógeno 361, compuesto fundamentalmente de nitrógeno. El gas nitrógeno 361 separado se emite a la atmósfera a través de la chimenea 370.

Si el combustible se quema utilizando un oxígeno de elevada pureza en vez de aire, la temperatura de la llama resulta ser excesivamente alta, por tanto existe la posibilidad de que se puedan dañar el quemador de quema de combustible y la superficie de la pared de la caldera. Por lo tanto, el gas oxígeno de elevada pureza generado por medio de la unidad de separación de aire 360 se mezcla con el gas de escape de circulación 390, el cual es una parte del gas de escape que sale de la caldera, y se suministra al quemador 210 y al orificio de gas 225 para la combustión en dos etapas. Se eleva la temperatura del gas de escape de circulación 390 por medio del precalentador de gas 330. Se permite que una parte del gas de escape de circulación 390 se derive por el baipás, sin pasar a través del precalentador de gas 330, y el gas de escape de circulación de baja temperatura 393 se mezcla con el gas de escape de circulación, ajustando de esta forma la temperatura. El caudal de gas de escape de circulación de baja temperatura 393 se ajusta por medio de la válvula de control 394 del caudal de baipás.

El gas de escape de circulación 390 es una parte del gas, después de que éste haya sido purificado por medio de la unidad de control de la calidad del aire 340 y de que se haya elevado su temperatura por medio del precalentador de gas 330. El caudal del gas de escape de circulación 390 se puede ajustar por medio de la apertura de la válvula de regulación de caudal 391 del gas de escape de circulación.

El caudal de gas oxígeno 362 suministrado al quemador 210 y al orificio de gas 225 se puede regular por medio del ajuste de las aperturas de las válvulas de regulación de caudal 211, 213 y 214. Además, el caudal de gas de escape

de circulación 390 se puede ajustar de forma similar por medio del control de las aperturas de las válvulas de regulación de caudal 213 y 214.

El carbón combustible se reduce a carbón pulverizado por medio del molino de carbón 130, pasa a través del conducto primario del sistema 216, junto con una parte del gas de escape de circulación 390 que pasa a través de la válvula de regulación de caudal 215, y a continuación se lleva hasta el quemador 210. El quemador 210 mezcla y quema un gas secundario del sistema, que tiene una elevada concentración de oxígeno y que fluye a través del conducto secundario del sistema 217, y un gas primario del sistema, compuesto de carbón pulverizado y gas de escape de circulación que fluyen a través del conducto primario del sistema 216, generando de esta forma un gas de combustión de elevada temperatura en el horno de la caldera 200.

En este caso, la concentración de oxígeno en el gas primario del sistema es de cierto porcentaje, de manera que surge el problema de que el carbón pulverizado apenas se enciende en la zona próxima al quemador. Por tanto, si el gas oxígeno 362 se suministra al conducto primario del sistema 216, la concentración de oxígeno del gas primario del sistema aumenta y mejora la propiedad de encendido del carbón pulverizado. Sin embargo, inmediatamente después de que se suministra el oxígeno al conducto primario del sistema 216, en el interior del conducto primario del sistema 216 se forma una masa de gas que tiene una elevada concentración de oxígeno, próxima al oxígeno puro. Si las partículas de carbón pulverizado entran en la masa de gas, el carbón pulverizado se oxida bajo la condición de una concentración de oxígeno extremadamente elevada y existe la posibilidad de que ocurra una combustión anormal, tal como una explosión. Si tiene lugar una combustión anormal, se da lugar a una llama de temperatura extremadamente elevada, y el quemador y el conducto conectado al quemador se pueden fundir. Por tanto, para mejorar la fiabilidad de la central de caldera de oxicomustión, es necesaria una medida correctora para prevenir la ocurrencia de una combustión anormal.

Además, el conducto de suministro de oxígeno segundo 397 suministra el gas oxígeno 362 al conducto del lado situado aguas arriba que proporciona el gas de escape de circulación al molino de carbón 130. La concentración de oxígeno del gas de escape de circulación que fluye al interior del molino de carbón 130 se incrementa ligeramente de antemano, por lo tanto la propiedad de encendido del carbón pulverizado en la zona próxima al quemador se puede mejorar más.

La configuración de la zona próxima a la unidad de separación de aire 360 se explicará más adelante con mayor detalle.

La unidad de separación de aire 360 divide el aire 363a en oxígeno de elevada pureza y en un componente compuesto fundamentalmente de nitrógeno, y el componente separado compuesto fundamentalmente de nitrógeno se emite a la atmósfera a través de la chimenea 370 como gas nitrógeno 361. La concentración de oxígeno del oxígeno de elevada pureza es una concentración en volumen de aproximadamente el 97 %. El componente gas restante del 3 % es en su mayoría nitrógeno. Si la concentración de nitrógeno es excesivamente elevada, se reduce la eficacia en la captura del dióxido de carbono después de la combustión. Si se hace que la pureza del oxígeno sea excesivamente elevada, se incrementa el coste de la central. Por lo general, el oxígeno de elevada pureza se genera en forma de oxígeno licuado 131. El oxígeno licuado 131 se almacena en el tanque de almacenamiento de oxígeno 132. Por medio de esto, el arranque de la central y el cambio de combustión aire-combustible a oxicomustión se pueden llevar a cabo de forma sencilla. El tanque de almacenamiento de oxígeno 132 suministra el oxígeno almacenado al carburador 133, y el carburador 133 vaporiza el oxígeno licuado 131 hasta gas oxígeno 362, y a continuación lo suministra a la caldera 200. Una parte del gas nitrógeno 361 fluye a través del conducto de suministro de nitrógeno 137. La válvula de regulación de caudal 134 controla el caudal de gas nitrógeno 361, y a continuación el gas nitrógeno 361 se junta con el gas oxígeno 362. De este modo, se reduce la pureza de oxígeno en el gas oxígeno 362 (se reduce la concentración de oxígeno). Si se lleva a cabo esta operación, es difícil que tenga lugar una combustión anormal, tal como una explosión, en el quemador en el interior de la caldera.

Además, la operación de suministro de gas nitrógeno 361 al conducto de suministro de oxígeno primero 219 se lleva a cabo únicamente cuando se cambia el estado de operación de la central, tal como al cambiar de combustión aire-combustible a oxicomustión. En los otros casos, el gas nitrógeno 361 no se suministra al conducto de suministro de oxígeno primero 219. Si el nitrógeno se suministrara siempre, la concentración de nitrógeno en el gas oxígeno 362 se incrementaría en exceso, y se reduciría la eficacia en la captura del dióxido de carbono después de la combustión. Además, para interrumpir el suministro de nitrógeno, la válvula de cierre 135a está instalada en el conducto de suministro de nitrógeno 137. El dispositivo para el control del caudal no puede detener por completo el suministro de gas. Por tanto, es necesaria una válvula de cierre 135 que se haga cargo únicamente de la apertura y cierre de la línea de flujo.

En la figura 1, el nitrógeno vaporizado se junta con el oxígeno vaporizado, aunque se puede juntar nitrógeno licuado con oxígeno licuado. En este caso, el nitrógeno licuado se junta con el oxígeno licuado en el lado situado aguas abajo del tanque de almacenamiento de oxígeno 132. Si el nitrógeno licuado se junta con el oxígeno licuado en el tanque de almacenamiento de oxígeno 132, o en el lado situado aguas arriba con respecto al mismo, la pureza del oxígeno se reducirá siempre, de manera que la eficacia en la captura del dióxido de carbono después de la combustión disminuirá.

La operación mencionada anteriormente de suministro de gas nitrógeno 361 al conducto de suministro de oxígeno primero 219, cuando se cambia el estado de operación de la central, se lleva a cabo para reducir la concentración de oxígeno en el gas oxígeno 362. Además, se puede utilizar otro método para reducir la concentración de oxígeno en el gas oxígeno 362. En la figura 1, se muestra también el método para el suministro de aire al conducto de suministro de oxígeno primero 219. La unidad de suministro de gas 136 conduce el aire hasta el conducto de suministro de aire 138, y la válvula de regulación de caudal 134 controla el caudal de aire y suministra aire al conducto de suministro de oxígeno primero 219. Después de cambiar por completo a la oxicomcombustión, se debe cortar el suministro de aire desde el conducto de suministro de aire 138. Con este propósito está instalada la válvula de cierre 135 en el conducto de suministro de aire 138.

Como se ha mencionado con anterioridad, el conducto de suministro de nitrógeno para proporcionar una parte del nitrógeno 137 generado por la unidad de separación de aire 360, o el conducto de suministro de aire 138 para proporcionar aire desde el exterior, está conectado al conducto de suministro de oxígeno primero 219 en el lado situado aguas abajo del tanque de almacenamiento de oxígeno 132 y en el lado situado aguas arriba de la unión del conducto primario del sistema 216 con el conducto de suministro de oxígeno primero 219; por lo tanto, se puede llevar a cabo una operación de reducción de la concentración de oxígeno del gas oxígeno que fluye a través del conducto de suministro de oxígeno primero 219. Por tanto, se puede proporcionar una central de caldera de oxicomcombustión que previene la ocurrencia de una combustión anormal en el quemador.

A continuación, se explicará el método de operación de la central de caldera de oxicomcombustión.

La posibilidad de que ocurra una combustión anormal, tal como una explosión, está fuertemente relacionada con la velocidad de propagación de la llama. La figura 2 muestra los datos experimentales que indican la relación entre la concentración de oxígeno en el gas oxidante y la velocidad de propagación de la llama del carbón pulverizado bajo diferentes condiciones de combustión. El gas oxidante es el gas que se ha de suministrar al conducto primario del sistema y al conducto secundario del sistema del quemador. La velocidad de propagación de la llama depende fuertemente de la concentración de oxígeno en el gas oxidante. Adicionalmente, la velocidad de propagación de la llama varía en función de diferentes condiciones, además de con la concentración de oxígeno. Por ejemplo, la velocidad de propagación de la llama cambia en función de los factores de temperatura atmosférica, calor específico del gas oxidante, propiedades del carbón y diámetro de partícula y concentración del carbón pulverizado.

Además, si la velocidad de propagación de la llama es extremadamente alta, una combustión anormal, tal como una explosión, ocurre con facilidad. La máxima velocidad de propagación de la llama depende de las condiciones de diseño de la central. Por tanto, con objeto de ajustar la velocidad de propagación de la llama a las condiciones de diseño, o a valores menores, se deben regular las condiciones de combustión. No obstante, si la velocidad de propagación de la llama es extremadamente baja, la llama desaparece. Por tanto, la velocidad de propagación de la llama tiene un valor óptimo.

El quemador, en los períodos de oxicomcombustión, puede cambiar la concentración de oxígeno. Por tanto, un método para ajustarse a una velocidad de propagación de la llama óptima es ajustar la concentración de oxígeno. En los períodos de funcionamiento estacionario de oxicomcombustión, la temperatura atmosférica, el calor específico del gas oxidante, las propiedades del carbón y el diámetro de partícula y concentración del carbón pulverizado están fijados en cierta medida, de manera que se determina de forma sencilla la concentración de oxígeno óptima. Al regular el caudal de oxígeno, el estado de la combustión se controla de forma sencilla.

Sin embargo, cuando se cambia la condición de funcionamiento, tal como al cambiar de combustión aire-combustible a oxicomcombustión, la temperatura atmosférica, el calor específico del gas oxidante, las propiedades del carbón y el diámetro de partícula y concentración del carbón pulverizado cambian de diversas maneras. En esta situación, es difícil determinar una condición de concentración de oxígeno óptima. Y, el fenómeno de la combustión anormal tiene lugar si hay un espacio de tiempo en el que la velocidad de propagación de la llama excede su límite superior, incluso si es en un solo momento, y se puede dar lugar así a un desgaste de la cámara de combustión. Por tanto, es necesaria una medida correctora para eliminar la posibilidad de que la velocidad de propagación de la llama pueda exceder su valor límite superior.

La medida correctora es la reducción de la concentración de oxígeno bajo cualquier condición atmosférica. La medida correctora es eficaz para la reducción de la velocidad de propagación de la llama. Por ejemplo, a partir del comienzo del cambio de estado de operación de combustión aire-combustible a oxicomcombustión, la concentración de oxígeno del gas oxígeno que fluye a través del conducto de suministro de oxígeno primero 219 se reduce. Si la unidad de separación de aire 360 suministra gas oxígeno con una pureza de oxígeno del 97 %, se puede dar la situación de que el carbón pulverizado se queme bajo la condición atmosférica del 97 % de oxígeno y de que la velocidad de propagación de la llama en ese momento sea muy elevada. Por otro lado, cuando la concentración de oxígeno del gas oxígeno que fluye a través del conducto de suministro de oxígeno primero 219 se reduce al, por ejemplo, 70 % - 80 %, no hay ninguna posibilidad de que el carbón pulverizado se queme. A partir de los resultados mostrados en la figura 2, si la concentración de oxígeno del gas oxidante se reduce desde el 97 % de oxígeno hasta, aproximadamente, el 70 % - 80 % de oxígeno, la velocidad de propagación de la llama se reduce hasta cerca de $\frac{1}{2}$. Por tanto, aunque se trate de una pequeña reducción en la concentración de oxígeno, la eficacia en la supresión de la combustión anormal es grande.

A continuación, la figura 3 muestra los cambios en el caudal de combustible, caudal de aire, caudal de oxígeno y en la velocidad de recirculación del gas de escape hasta que la central arranca en modo combustión aire-combustible, a continuación se cambia a oxicomustión, y alcanza el estado de funcionamiento estacionario de oxicomustión.

5 En el instante inicial, el aire se suministra desde el conducto de aire 363b para la combustión aire-combustible. En el
 instante de tiempo en el que el caudal de aire alcanza un valor predeterminado, se suministra y enciende el
 combustible. A partir de ese momento, se incrementan de forma gradual el caudal de aire y el caudal de
 combustible, y la carga aumenta. En el instante de tiempo en el que se alcanza la carga correspondiente al cambio
 10 de combustión aire-combustible a oxicomustión, el caudal de aire que proviene del conducto de aire 363b para la
 combustión aire-combustible se reduce gradualmente. En ese mismo instante, se inicia la recirculación del gas de
 escape y el caudal de gas de escape que se ha de recircular aumenta de forma gradual. En el mismo momento en
 que se inicia la recirculación del gas de escape, se inicia el suministro de oxígeno. En correspondencia con el
 aumento de la velocidad de circulación del gas de escape y con la reducción del caudal de aire, se incrementa el
 caudal de oxígeno. En el instante de tiempo en el que se acaba el suministro de aire, se cambia a oxicomustión. En
 15 ese instante de tiempo, se inicia la operación de captura de dióxido de carbono. Desde ese instante de tiempo en
 adelante, se incrementa la velocidad de circulación del gas de escape, el caudal de oxígeno y el caudal de
 combustible, y se cumplen las condiciones necesarias.

El caudal de aire, el caudal de combustible, la velocidad de circulación del gas de escape y el caudal de oxígeno que
 se han de aplicar en el momento de la operación están fijados de antemano según un plan de operación, aunque los
 caudales reales se desvíen ligeramente con respecto a los del plan. Las desviaciones se deben a errores de los
 20 instrumentos de medida que se utilizan para medir los caudales de gas y de combustible y a errores del controlador.
 Cuando son grandes las desviaciones entre los caudales reales y los valores fijados, puede ocurrir fácilmente una
 combustión anormal. Y, las desviaciones son causadas también cuando se cambia el estado de operación, tal como
 al cambiar de combustión aire-combustible a oxicomustión. Por ejemplo, cuando se cambia de combustión aire-
 combustible a oxicomustión, se inicia el suministro de oxígeno. Para suministrar el oxígeno de acuerdo a lo fijado
 25 y de forma precisa, el controlador de caudal se debe hacer funcionar de forma precisa, a pesar de que el controlador
 tenga siempre un error. Debido a la naturaleza del controlador, el controlador da lugar fácilmente a un error cuando
 el caudal es bajo. Por tanto, cuando el caudal de oxígeno inmediatamente después del inicio del suministro de
 oxígeno es bajo, se puede producir con facilidad un error. Además, es deseable que el oxígeno se suministre tan
 lentamente como sea posible, a pesar de que inmediatamente después del inicio del suministro se puede
 30 proporcionar con facilidad una cantidad fija de forma inmediata. Además, el controlador de caudal siempre está
 sujeto a un retardo en la respuesta. Por tanto, cuando se cambia el caudal de oxígeno, es difícil ajustar siempre el
 caudal de forma precisa. En consecuencia, incluso cuando se cambia el estado de operación y el caudal de oxígeno
 se desvía con respecto a lo fijado en el plan en cierta medida, es necesario un plan para el controlador para así
 evitar que tenga lugar una combustión anormal.

35 La figura 4 muestra un ejemplo (un ejemplo a modo de comparación), cuando la central se hace funcionar de
 acuerdo al plan mostrado en la figura 3, que muestra la situación de los cambios de la concentración de oxígeno en
 el gas oxidante. Este ejemplo a modo de comparación muestra el caso en el que por el conducto de suministro de
 nitrógeno 137, o por el conducto de suministro de aire 138 conectado al conducto primario del sistema 216, no se
 suministra nitrógeno ni aire. En este caso, en relación con la concentración de oxígeno en el gas oxidante, se deben
 40 considerar la concentración media y la concentración local e instantánea. Si la concentración media de oxígeno es
 extremadamente baja, se puede dar lugar a una falta de encendido. La curva 603 representada en la figura 4
 muestra una concentración media de oxígeno. Si el componente principal del gas oxidante cambia de nitrógeno a
 dióxido de carbono, con la misma concentración de oxígeno, se reduce la velocidad de propagación de la llama. Por
 tanto, cuando se cambia a oxicomustión, es deseable que se aumente la concentración media de oxígeno en cierta
 45 medida.

Si la concentración local e instantánea de oxígeno es extremadamente alta, se da origen a una combustión anormal,
 tal como una explosión. Cuando se suministra oxígeno al conducto primario del sistema 216, a través del cual fluye
 una mezcla de gas de escape de combustión y carbón pulverizado, las irregularidades en la concentración se
 50 originan en el espacio interior del conducto primario del sistema 216 y se forma una zona de concentración de
 oxígeno localmente elevada y una zona de concentración de oxígeno localmente baja. La curva 604, en relación con
 las irregularidades en la concentración, muestra la situación de los cambios de la concentración de oxígeno en la
 zona de la concentración de oxígeno localmente más alta. En el interior del conducto primario del sistema 216, la
 capacidad de mezcla del gas oxígeno y el gas de escape de combustión varía con las condiciones, tales como el
 caudal de gas. Por lo tanto, cuando se cambia el caudal de gas, es difícil mantener siempre una buena capacidad de
 55 mezcla, y cuando se cambia el caudal, se puede dar la situación de que una concentración local de oxígeno
 aumente de forma temporal.

La curva 606 muestra el valor límite superior admisible de la concentración de oxígeno para evitar una combustión
 anormal. La concentración de oxígeno en el gas oxidante debe ser siempre inferior al valor límite superior de la
 concentración de oxígeno. La concentración de oxígeno de la curva 604 es menor que el valor límite superior. Sin
 embargo, cuando se cambia de combustión aire-combustible a oxicomustión, se reduce el margen con respecto al
 60 valor límite superior. Y, cuando hay un cambio en el tiempo del caudal de gas, la concentración de oxígeno se puede
 ver incrementada más rápidamente de forma instantánea. La curva 605 muestra la concentración de oxígeno

instantánea más elevada en relación con un cambio en el caudal de gas. Como se muestra en la figura 4, cuando la concentración de oxígeno instantánea más elevada 605 supera el valor admisible 606, puede ocurrir fácilmente una combustión anormal. Cuando se utiliza el ejemplo a modo de comparación, hay posibilidades de que la concentración de oxígeno instantánea más elevada pueda alcanzar aproximadamente el 97 %. La condición de ocurrencia de una combustión anormal es que, además de una concentración de oxígeno elevada, se cumpla la condición de que un volumen grande de carbón pulverizado entre en la zona de concentración elevada de oxígeno. En esta realización, se hace la sugerencia de evitar que la concentración de oxígeno supere el valor admisible.

La figura 5 muestra, cuando la central se hace funcionar mediante la aplicación de esta realización de acuerdo al plan mostrado en la figura 3, la situación de los cambios de la concentración de oxígeno. Si el gas nitrógeno o el aire se mezclan de antemano en el gas oxígeno 362 y la concentración de oxígeno en el gas oxígeno 362 se reduce, se puede reducir la concentración de oxígeno instantánea más alta. Por ejemplo, si la concentración de oxígeno en el gas oxígeno 362 se reduce en un 20 %, se puede esperar que la concentración de oxígeno instantánea más alta se reduzca también en un 20 %. Bajo la condición de que el control del caudal de gas es el más difícil, la concentración de oxígeno en el gas oxígeno 362 se puede reducir hasta el valor admisible o hasta un valor menor. Por medio de esta operación, se elimina la posibilidad de que la concentración de oxígeno instantánea más alta pueda superar el valor admisible.

La figura 6 muestra un cambio en el tiempo del caudal de oxígeno. Es un ejemplo que muestra desviaciones entre el valor fijado y el caudal real. Inmediatamente después del comienzo del suministro de oxígeno, el valor fijado y el caudal real se desvían uno de otro fácilmente. Al contrario que en la figura 6, el caudal real puede ser inferior al valor fijado. Sin embargo, es difícil controlar de forma artificial cómo hacer que el caudal sea mayor o menor que el valor fijado. Como se muestra en la figura 6, cuando el caudal real es mayor que el valor fijado, puede ocurrir fácilmente una combustión anormal. En el caso opuesto, se puede dar lugar fácilmente a una falta de encendido. Además, si la concentración de oxígeno en el gas oxidante se mide y se corrige el caudal de oxígeno en función de los resultados de la medición, se puede reducir el error en el caudal de oxígeno. Sin embargo, el instrumento de medida está sujeto a un retardo en la respuesta. Por lo tanto, no se puede utilizar el método de control que utiliza este instrumento de medida antes de que transcurra un período de tiempo dado desde que se ha iniciado el suministro de oxígeno. Si transcurre un cierto período de tiempo y se incrementa el caudal de oxígeno, se reduce el error en el caudal de oxígeno y se puede utilizar el método de control que utiliza el instrumento de medida.

La figura 7 muestra, cuando la central se hace funcionar como se muestra en la figura 6, la situación de los cambios del valor instantáneo máximo de la concentración de oxígeno. En la etapa inicial, antes de que transcurra un período de tiempo dado desde que se ha iniciado el suministro de oxígeno, la concentración de oxígeno aumenta fácilmente. Además, en esta etapa inicial es difícil de confirmar la concentración por medio de medición.

La figura 8 muestra la situación de los cambios del caudal de gas oxígeno 362 y de gas nitrógeno (o aire) cuando se aplica esta realización. El gas nitrógeno, o el aire, se suministra ligeramente antes que el suministro de oxígeno. Por tanto, en el instante de tiempo en el que se inicia el suministro de oxígeno, se elimina la posibilidad de que un oxígeno de elevada pureza pueda entrar en contacto con una mezcla de carbón pulverizado y gas de escape de combustión que fluye a través del conducto primario del sistema 216. Inmediatamente después del inicio del suministro de oxígeno, se puede dar lugar con facilidad a un error en el caudal de oxígeno, de manera que se incrementa el caudal de nitrógeno o aire. De este modo, se reduce la concentración de oxígeno en el gas oxígeno 362, de forma que, aunque se produjera un gran cambio en el caudal o grandes irregularidades en la concentración, el valor instantáneo máximo de la concentración de oxígeno apenas aumentaría. De acuerdo al incremento en el caudal de oxígeno, se reduce el caudal de nitrógeno o aire. Si se reduce el caudal de nitrógeno o aire, aumentan los errores en los caudales de nitrógeno y aire. Sin embargo, en este instante de tiempo, se reduce el error en el caudal de oxígeno, de forma que el valor instantáneo máximo de la concentración de oxígeno apenas aumenta. Además, en función del valor medido de la concentración de oxígeno, se puede corregir el caudal. En el instante de tiempo en el que se cambia por completo a oxicomustión, el suministro de nitrógeno o aire se detiene. De este modo, en el período de oxicomustión, se suministra un oxígeno de elevada pureza, de manera que no se reduce la eficacia en la captura de dióxido de carbono en el gas de escape.

En la figura 9 se muestra la situación de los cambios del valor instantáneo máximo de la concentración de oxígeno, en el estado de operación mostrado en la figura 8. En la etapa inicial de comienzo del suministro de oxígeno, se reduce la concentración de oxígeno. En la etapa inicial, en el valor instantáneo máximo de la concentración de oxígeno, existe una concentración principal máxima. Por lo tanto, en la etapa inicial, en la que el ajuste del caudal es difícil, se puede evitar que la concentración de oxígeno se incremente.

A continuación, se explicará “el valor máximo principal de la concentración de oxígeno”. Por ejemplo, cuando se mezcla un gas de escape de circulación con una concentración de oxígeno del 10 % con un gas oxígeno con una concentración de oxígeno del 70 %, la concentración de oxígeno del gas mezclado resulta ser menor que el 70 %. En esta situación, “una concentración de oxígeno del 70 %” es un valor máximo principal. Como se ha mencionado con anterioridad, en esta realización se proporciona un valor máximo principal de la concentración de oxígeno; por lo tanto, incluso si se cambiara la condición de operación, se podría evitar una combustión anormal.

Como se ha indicado anteriormente, suministrar aire desde el conducto de aire 363b para la combustión aire-combustible hasta el conducto del sistema de recirculación de gas de escape 390 en un estado de operación de combustión aire-combustible,

5 detener el suministro de aire desde el conducto de aire 363b para la combustión aire-combustible y suministrar y quemar el oxígeno y el gas de escape de combustión en la caldera 200 cuando se cambia del estado de operación de combustión aire-combustible al estado de operación de oxcombustión, y

10 suministrar nitrógeno o aire al conducto de suministro de oxígeno 219 desde el conducto de suministro de nitrógeno 137, o desde el conducto de suministro de aire 138 que está conectado al conducto de suministro de oxígeno 219; por lo tanto, se puede proporcionar un método de operación de una central de caldera de oxcombustión que evita que ocurra una combustión anormal en el quemador.

15 Además, como método para la prevención de una combustión anormal, cuando se inicia el suministro de oxígeno, se puede considerar un método para la obtención de un diámetro de partícula mayor en el carbón pulverizado para el suministro. Como se muestra en la figura 2, si el diámetro de la partícula se hace mayor, la velocidad de propagación de la llama disminuye. Además, si el diámetro de la partícula se hace mayor, se incrementa el valor máximo admisible 606 de la concentración de oxígeno mostrado en la figura 5, de manera que aumenta el margen con respecto al valor admisible y se puede evitar una combustión anormal. Para hacer mayor el diámetro de partícula, se puede cambiar el estado de operación del molino de carbón 130 mostrado en la figura 1. Por lo general, el molino de carbón 130 está equipado con un clasificador en las inmediaciones de la salida del mismo. El clasificador captura las partículas que son mayores que un determinado diámetro fijado, y las devuelve al molino de carbón para sean nuevamente pulverizadas. Por tanto, para hacer que el diámetro de partícula sea mayor para el suministro, se puede considerar un método para hacer mayor el diámetro de separación de partícula del clasificador.

Realización 2

25 La figura 10 muestra una modificación del método de suministro del gas oxígeno 362. La diferencia con respecto a la figura 1 es que el gas oxígeno 362 se suministra al conducto primario del sistema 216 en dos etapas, en vez de en una. De este modo, se puede prevenir aún más la ocurrencia de una combustión anormal.

En la figura 11 se muestra un ejemplo del estado de mezcla del gas y el carbón pulverizado cuando el gas oxígeno 362 se suministra a un flujo 31 de gas primario del sistema. La figura 11 muestra el estado de mezcla cuando el gas oxígeno 362 se suministra al mismo tiempo.

30 El gas oxígeno 362 se inyecta desde la boquilla de suministro de oxígeno 52 hacia el flujo 31 de gas primario del sistema. En el límite de frontera entre el gas oxígeno 362 y el flujo 31 de gas primario del sistema, se forma una zona de mezcla 32. Sin embargo, el gas inyectado no se mezcla todo de forma instantánea. Por lo tanto, en el interior de la zona de mezcla 32 se forma temporalmente una masa de gas de elevada concentración de oxígeno 33. El flujo 31 de gas primario del sistema está acompañado de partículas de carbón pulverizado 34. Las partículas de carbón pulverizado 34 no se moverán de forma correspondiente por completo con el flujo 31 de gas primario del sistema. Una parte de las partículas de carbón pulverizado 34 se desvía con respecto al flujo 31 de gas primario del sistema y se desplaza de forma independiente. Como consecuencia de ello, por ejemplo, a través de una ubicación 36 de partículas de carbón pulverizado, tal y como se muestra en la figura 11, las partículas de carbón pulverizado 34 pueden entrar en la masa de gas de elevada concentración de oxígeno 33. Las partículas de carbón pulverizado 35 que han entrado dentro de la masa de gas de elevada concentración de oxígeno se queman con facilidad. Si las partículas de carbón pulverizado 35 que han entrado dentro de la masa de gas de elevada concentración de oxígeno se queman y suben de temperatura, el gas y el carbón pulverizado de alrededor se calientan. Y, el fuego se propaga fácilmente al carbón pulverizado existente en la zona de mezcla 32 o en el flujo 31 de gas primario del sistema.

45 Para evitar que el fuego se propague, hay dos medidas correctoras válidas. La primera es reducir la concentración de oxígeno en la masa de gas de elevada concentración de oxígeno 33 y hacer que sea difícil que se quemen las partículas de carbón pulverizado 35 que entren dentro de la masa de gas de elevada concentración de oxígeno. Esta es la medida correctora indicada en la realización 1. La segunda, incluso en el caso de que se quemen las partículas de carbón pulverizado 35 que entran dentro de la masa de gas de elevada concentración de oxígeno, es reducir de forma inmediata la temperatura de combustión, haciendo de esta forma que sea difícil que el gas y el carbón pulverizado de alrededor se calienten. Para hacer que sea difícil que el gas y el carbón pulverizado de alrededor se calienten, el volumen de la masa de gas de elevada concentración de oxígeno 33 se hace tan pequeño como sea posible y se reduce la cantidad de partículas de carbón pulverizado que entran dentro de la masa de gas 33. Por ejemplo, incluso en el caso de que carbón pulverizado entre dentro de una masa de gas de oxígeno puro y se queme, si el número de partículas que entran es de uno, hay pocas posibilidades de propagar el fuego a los alrededores. Si el volumen de la masa de gas de elevada concentración de oxígeno 33 es pequeño, se reduce el número de partículas que entran dentro de la masa de gas 33, e, incluso si se quema el carbón pulverizado, se puede reducir la cantidad de calor generada por la combustión.

55 Cuando el volumen de la masa de gas 33 es pequeño, el calor de combustión generado se pierde rápidamente en los alrededores en la dirección de la flecha 91, de manera que la temperatura no se eleva tanto. En este caso,

incluso si el carbón pulverizado se quema una vez, el fuego apenas se propaga a los alrededores. Por otro lado, cuando el volumen de la masa de gas 33 es grande, el fuego se propaga fácilmente a los alrededores. El calor de combustión del carbón pulverizado que entra en la masa de gas 33 es elevado, de manera que el calor apenas se pierde en los alrededores y la temperatura se eleva con facilidad. Como resultado, el gas y el carbón pulverizado de
5 alrededor se sobrecalientan y el fuego se propaga fácilmente.

Un método para hacer más pequeño el volumen de la masa de gas de elevada concentración de oxígeno 33 es preferiblemente un método para dividir e instalar la salida del conducto de suministro de oxígeno primero 219 en la dirección del flujo de gas del conducto primario del sistema 216, dividiendo y suministrando por etapas de esta forma el oxígeno en la dirección del flujo del gas primario del sistema. La figura 12 muestra un ejemplo de la configuración
10 del suministro por etapas del gas oxígeno 362. El caudal de gas oxígeno 362 suministrado por la boquilla de suministro de oxígeno 52 (una) se reduce; por tanto el volumen de la masa de gas de elevada concentración de oxígeno 33 se hace más pequeño. Debido a que el volumen de la masa de gas de elevada concentración de oxígeno 33 se ha hecho más pequeño, incluso en el caso de que se queme el carbón pulverizado que está dentro de la masa de gas, el fuego apenas se propagará a los alrededores. Además, en la figura 12 se forman dos masas de
15 gas de elevada concentración de oxígeno 33. Adicionalmente, las boquillas de suministro de oxígeno 52 se instalan separadas en cierta medida una de otra, y en consecuencia se puede evitar la acción mutua de las masas de gas. Para ello, después de que el gas oxígeno 362 suministrado en el lado situado aguas arriba se mezcla con el gas primario del sistema 10 y desaparece la masa de gas de elevada concentración de oxígeno 33, con objeto de suministrar nuevamente gas oxígeno 362 en el lado situado aguas abajo, las salidas de los conductos de suministro de oxígeno se instalan, de forma deseada, separadas una de la otra.

Realización 3

La figura 13 muestra la estructura del quemador y un ejemplo del método de suministro del gas oxígeno 362. El gas primario 10 se inyecta por la parte central del quemador hacia el interior del horno de la caldera. Un estabilizador de llama 89 acelera el encendido del carbón pulverizado. El gas secundario del sistema 217 se suministra desde la
25 parte circunferencial del gas primario del sistema 10. El quemador divide el gas secundario del sistema 217 en dos trayectorias de flujo.

La boquilla de suministro de oxígeno 52 se instala en el interior del conducto primario del sistema 216, en el lado situado aguas arriba del quemador. La boquilla de suministro de oxígeno 52 está dividida en dos partes en la dirección del flujo del gas primario del sistema 10. Este método tiene la ventaja de que apenas se generan irregularidades en la concentración de oxígeno en el gas primario del sistema en el horno de la caldera, o en el gas primario del sistema inmediatamente después de que se haya inyectado el gas oxígeno. Si las irregularidades en la concentración de oxígeno son pequeñas, existe la ventaja de que se pueden predecir fácilmente propiedades de combustión, tales como la característica de emisión de NOx y la propiedad de carga mínima.

Realización 4

La figura 14 muestra una modificación de la estructura del quemador y del método de suministro del gas oxígeno 362. En esta configuración, la boquilla de suministro de oxígeno del lado situado aguas abajo se instala en las inmediaciones del quemador.

La figura 15 muestra otra modificación de la estructura del quemador y del método de suministro del gas oxígeno 362. En esta configuración, la boquilla de suministro de oxígeno 52 del lado situado aguas abajo se instala en la salida del quemador. En la parte central del quemador, se instala un quemador de combustible de arranque 22, y alrededor del quemador de combustible 22 se instala la boquilla de suministro de oxígeno 52. Alrededor de la boquilla de suministro de oxígeno 52, se instala una boquilla primaria 25 y se inyecta hacia el interior del horno 1 de la caldera el gas primario 10, el cual es una mezcla de carbón pulverizado y gas de escape de combustión. El gas oxígeno 24 se suministra desde el interior del gas primario 10, el cual se inyecta de forma circular. Desde alrededor de la boquilla primaria 25 se suministra el gas secundario del sistema 217 hacia el interior del horno 1 de la caldera. El gas secundario del sistema se ramifica en dos trayectorias de flujo por medio de una cámara de distribución de aire 2, a continuación se proporciona el componente turbulento del flujo por medio de un álabe de turbulencia 17, y se suministra hacia el interior del horno 1 de la caldera. La boquilla de suministro de oxígeno 52 suministra el gas oxígeno 362.

En la configuración mostrada en la figura 15, la boquilla de suministro de oxígeno está instalada en el lado situado aguas abajo con respecto al quemador, de manera que hay un defecto que es que, en el gas primario del sistema 10 de la parte del quemador se generan con facilidad irregularidades en la concentración de oxígeno. Por otro lado, cuando ocurre una combustión anormal, tal como una explosión, existe la ventaja de que su efecto apenas se ejerce sobre el lado situado aguas arriba en la boquilla primaria 25.

La figura 16 muestra una modificación de la figura 14. Un conducto de introducción de gas secundario 51 está instalado en la proximidad de la parte de inyección del quemador. La figura 17 es un dibujo que representa al quemador cuando se ve según la dirección A. En el lado de la periferia exterior de una boquilla primaria 401, se instalan unos estabilizadores de llama 400, según una disposición de púas de peine. Alrededor de la boquilla

primaria se disponen, de forma concéntrica, una boquilla secundaria 402 y una boquilla terciaria 403. Las boquillas de suministro de oxígeno 52 se disponen entre los estabilizadores de llama 400.

REIVINDICACIONES

1. Una central de caldera de oxidación que comprende:

5 una unidad de separación de aire (360) para la generación de oxígeno por medio de la separación del nitrógeno del aire (363a), una caldera (200) que tiene un quemador (210) para quemar el oxígeno suministrado por la unidad de separación de aire (360) y carbón pulverizado, un conducto primario del sistema (216) para el suministro del carbón pulverizado al quemador (210) y un molino de carbón (130),

un conducto del sistema de recirculación de gas de escape (390) para el suministro del gas de escape de combustión (380) que sale de la caldera (200) al molino de carbón (130) y una unidad de captura de dióxido de carbono (350) para capturar el dióxido de carbono del gas de escape que sale de la caldera (200),

10 caracterizado por que

la central de caldera de oxidación comprende además:

un tanque de almacenamiento de oxígeno (132) dispuesto en un lado situado aguas abajo con respecto a la unidad de separación de aire (360);

15 un conducto de suministro de oxígeno (219) para el suministro de oxígeno al conducto primario del sistema (216) del quemador desde el tanque de almacenamiento de oxígeno (132); y

20 un conducto de suministro de nitrógeno (137) para el suministro de una parte del nitrógeno generado por la unidad de separación de aire (360), o un conducto de suministro de aire (138) para el suministro de aire desde el exterior, estando conectado dicho conducto de suministro (137, 138) al conducto de suministro de oxígeno (219) en un lado situado aguas abajo del tanque de almacenamiento de oxígeno (132) y en un lado situado aguas arriba con respecto a una unión con el conducto primario del sistema (216).

2. La central de caldera de oxidación según la reivindicación 1, en la que

el conducto de suministro de nitrógeno (137) está provisto de una válvula de cierre (135a) capaz de interrumpir un flujo de nitrógeno.

3. La central de caldera de oxidación según la reivindicación 1 ó 2, en la que

25 una salida del conducto de suministro de oxígeno está dividida y dispuesta en una dirección del flujo de gas del conducto primario del sistema (216).

4. Un método de operación de una central de caldera de oxidación que comprende: una unidad de separación de aire (360) para la generación de oxígeno por medio de la separación del nitrógeno del aire;

30 una caldera (200) que tiene un quemador (210) para quemar el oxígeno suministrado por la unidad de separación de aire (360) y carbón pulverizado, un conducto primario del sistema (216) para el suministro del carbón pulverizado al quemador (210) y un molino de carbón (130);

un conducto del sistema de recirculación de gas de escape (390) para el suministro del gas de escape de combustión (380) que sale de la caldera al molino de carbón (130);

35 un conducto de aire (363b) para la combustión aire-combustible para el suministro de aire del exterior al conducto del sistema de recirculación de gas de escape en los períodos de combustión aire-combustible;

una unidad de captura de dióxido de carbono (350) para capturar el dióxido de carbono del gas de escape que sale de la caldera (200);

un tanque de almacenamiento de oxígeno (132) dispuesto en un lado situado aguas abajo con respecto a la unidad de separación de aire (360);

40 un conducto de suministro de oxígeno (219) para el suministro de oxígeno al conducto primario del sistema (216) del quemador (210) desde el tanque de almacenamiento de oxígeno (132); y

45 un conducto de suministro de nitrógeno (137) para el suministro de una parte del nitrógeno generado por la unidad de separación de aire (360), o un conducto de suministro de aire (138) para el suministro de aire desde el exterior, estando conectado dicho conducto de suministro (137, 138) al conducto de suministro de oxígeno (219) en un lado situado aguas abajo del tanque de almacenamiento de oxígeno (132) y en un lado situado aguas arriba con respecto a una unión con el conducto primario del sistema (216);

comprendiendo el método de operación de la central de caldera de oxidación las etapas de:

suministrar aire desde el conducto de aire (363b) para la combustión aire-combustible hasta el conducto del sistema de recirculación de gas de escape en un estado de operación de combustión aire-combustible,

5 detener el suministro de aire desde el conducto de aire para la combustión aire-combustible y suministrar y quemar el oxígeno y el gas de escape de combustión en la caldera (200) cuando se cambia del estado de operación de combustión aire-combustible al estado de operación de oxicomcombustión, y

suministrar nitrógeno o aire al conducto de suministro de oxígeno (219) desde el conducto de suministro de nitrógeno (137) o desde el conducto de suministro de aire (138) que está conectado al conducto de suministro de oxígeno.

5. El método de operación de una central de caldera de oxicomcombustión según la reivindicación 4, en el que
10 se aumenta un diámetro de partícula del carbón pulverizado para el suministro, cuando se cambia del estado de operación de combustión aire-combustible al estado de operación de oxicomcombustión.

6. El método de operación de una central de caldera de oxicomcombustión según la reivindicación 4 ó 5, en el que
15 se inicia el suministro de nitrógeno o aire desde el conducto de suministro de nitrógeno (137) o desde el conducto de suministro de aire antes de iniciar el suministro de oxígeno desde el conducto de suministro de oxígeno (219) al conducto primario del sistema (216), cuando se cambia del estado de operación de combustión aire-combustible al estado de operación de oxicomcombustión.

FIG. 2

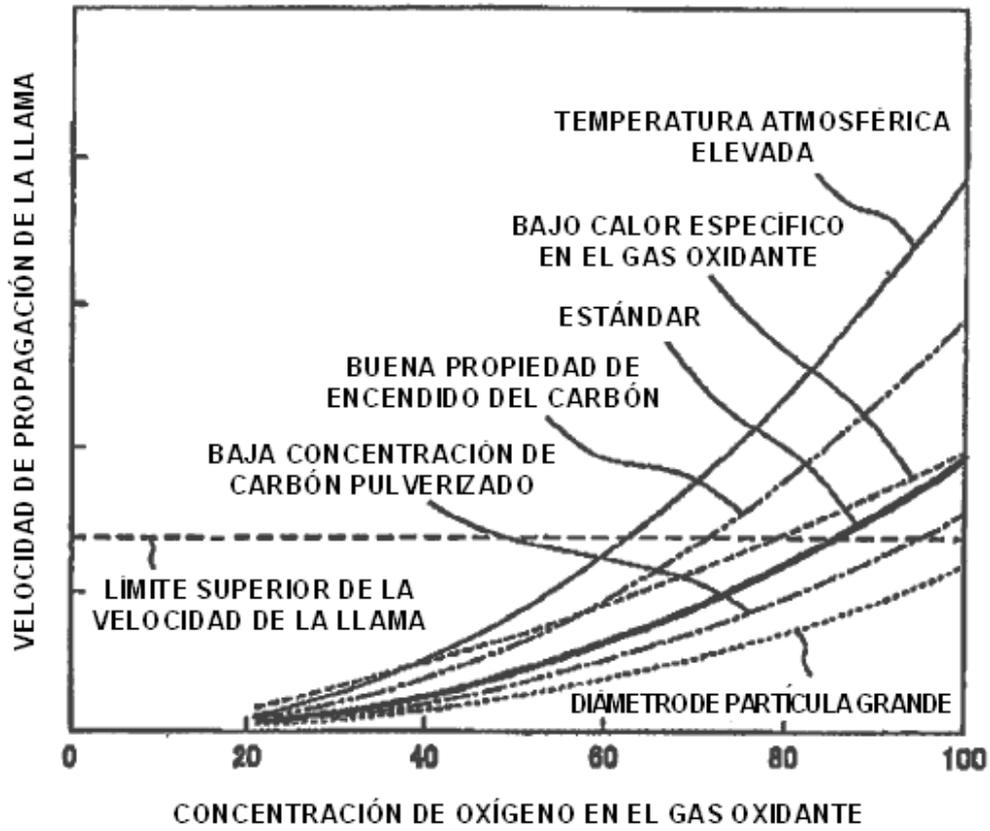


FIG. 3

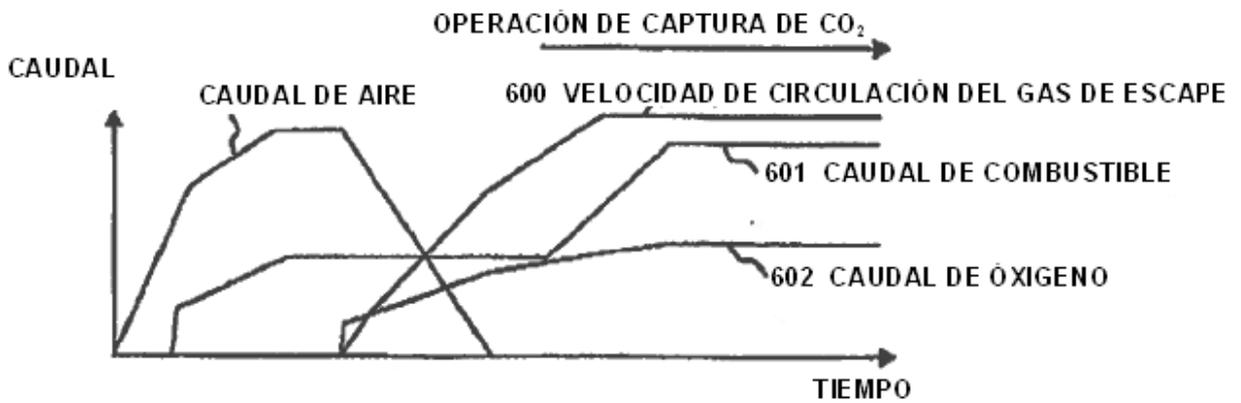


FIG. 4

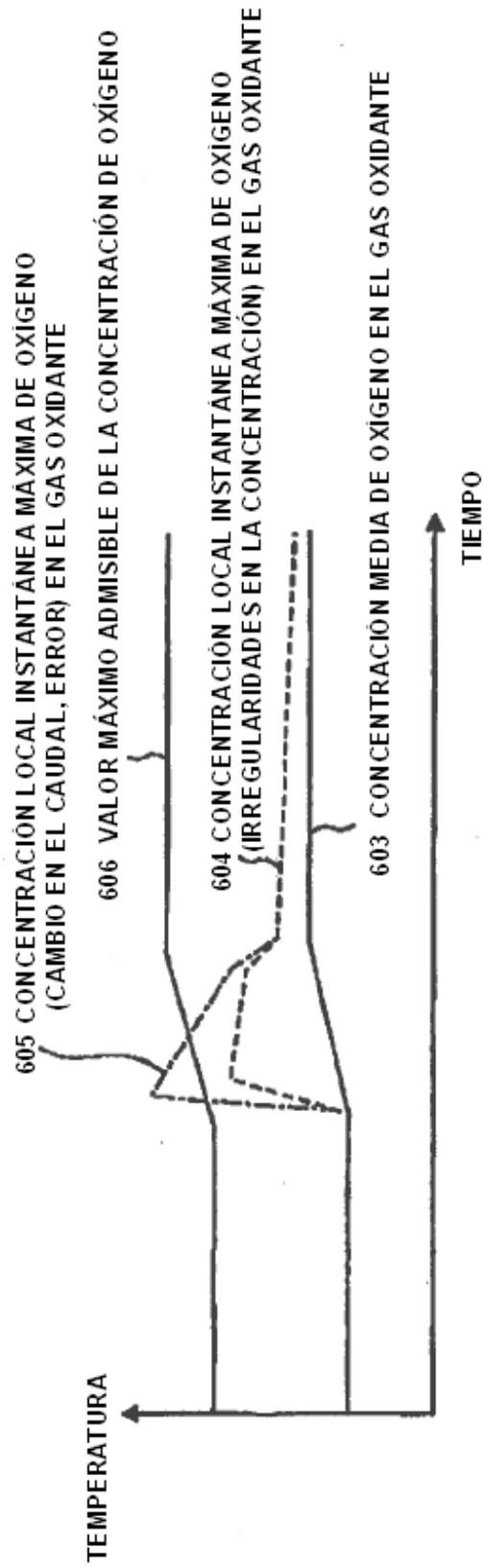


FIG. 5

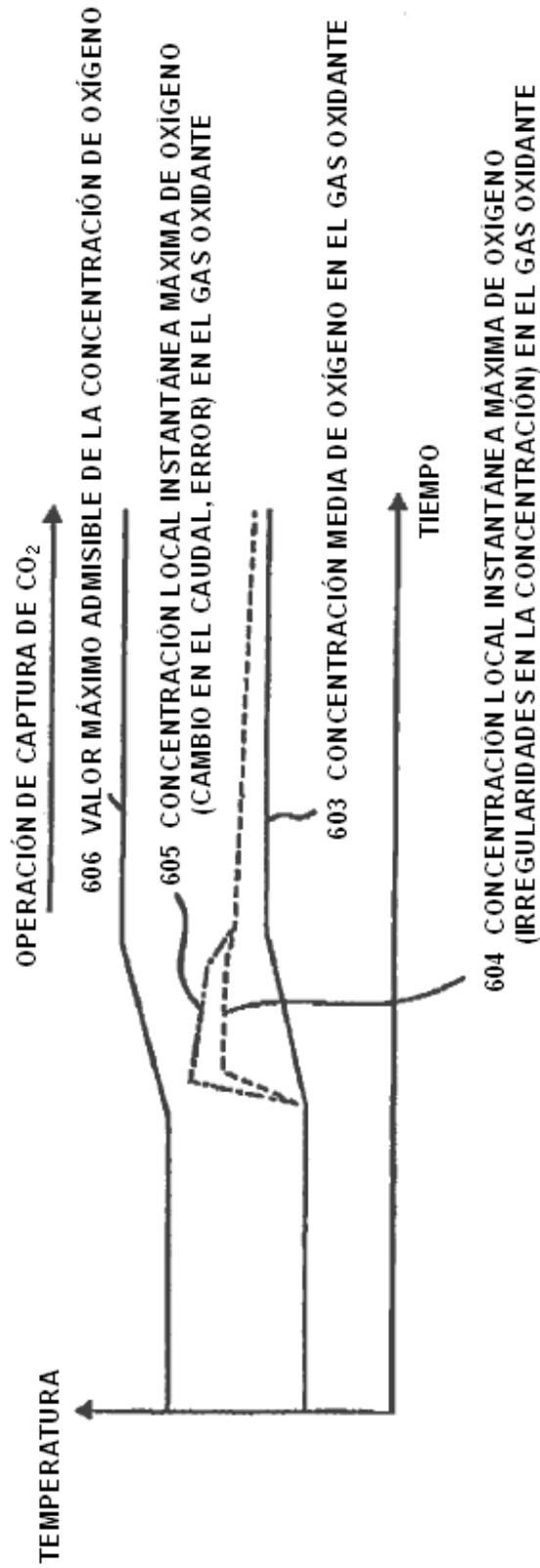


FIG. 6

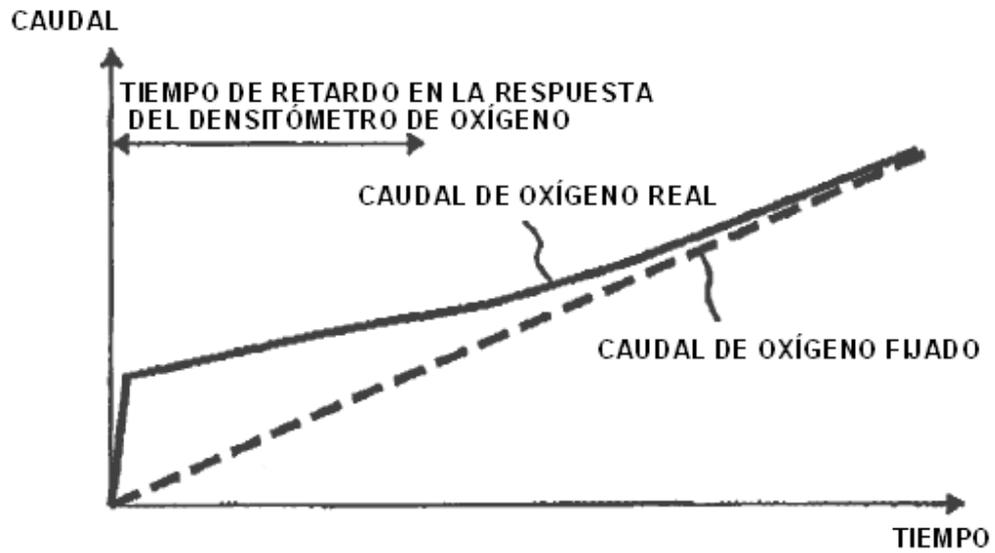


FIG. 7

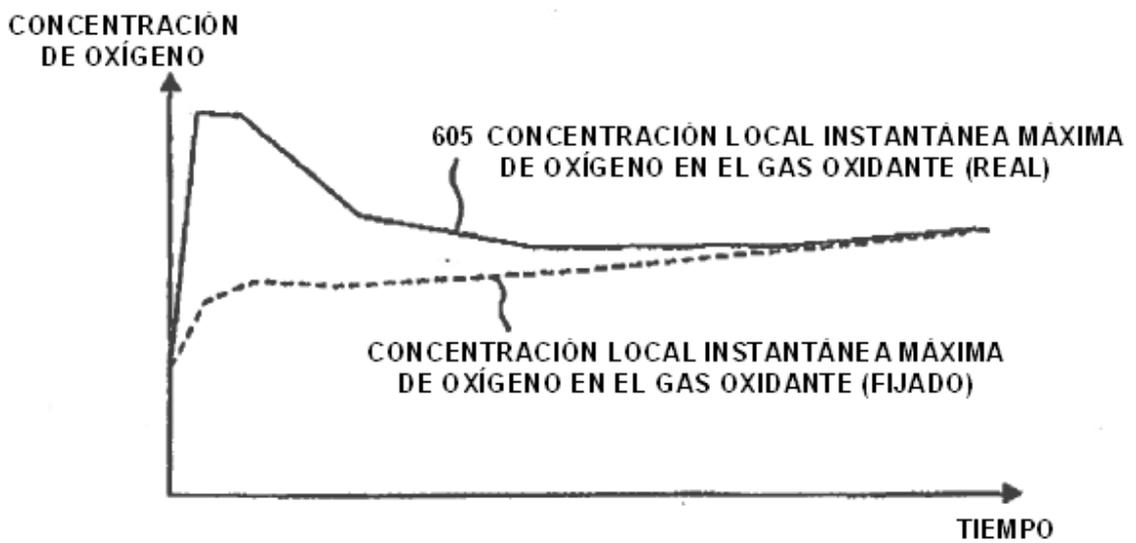


FIG. 8

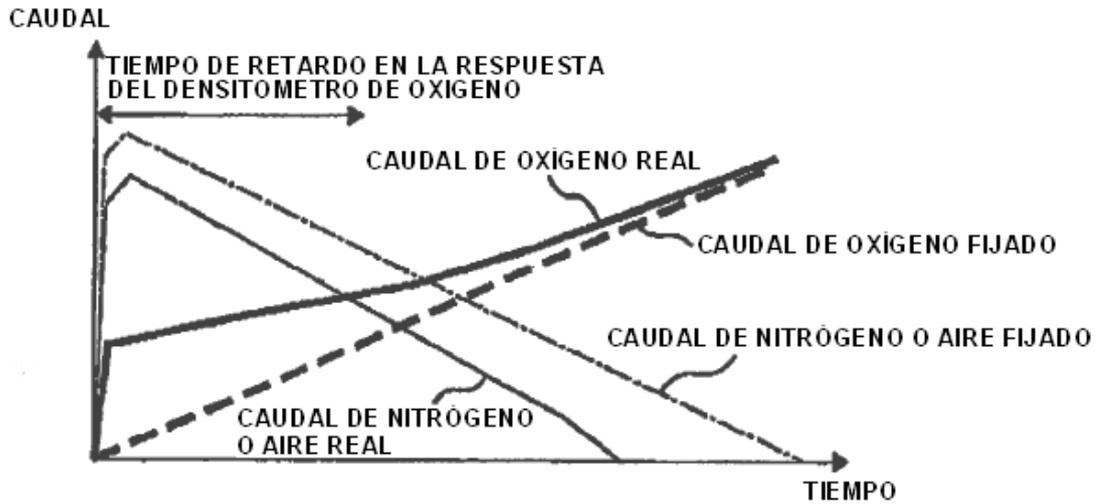


FIG. 9

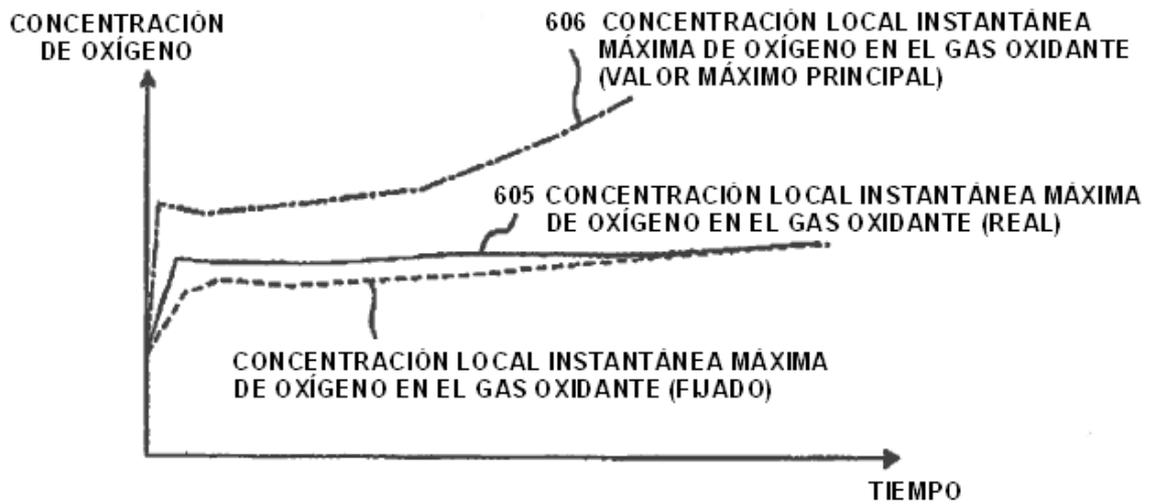


FIG. 10

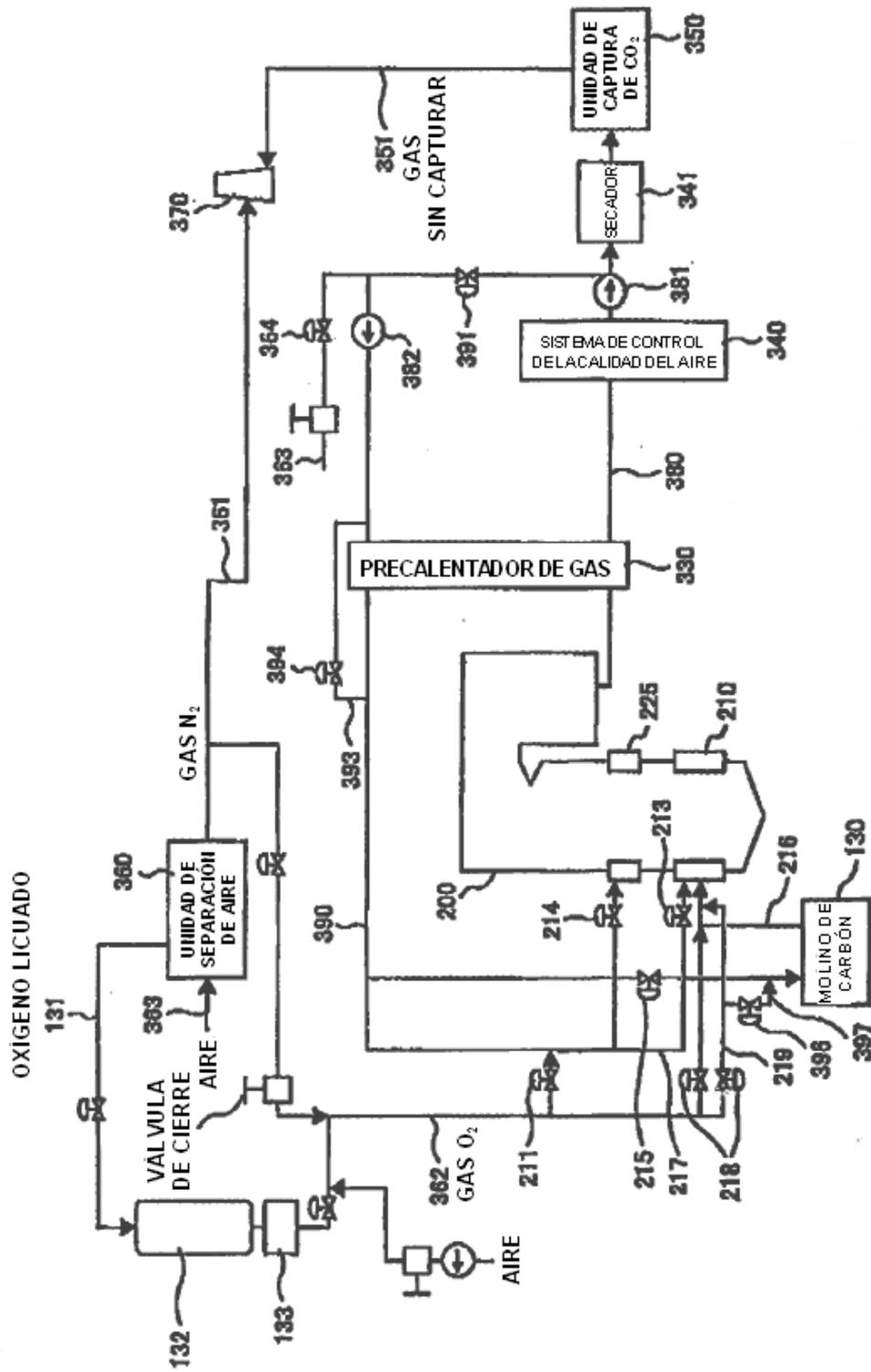


FIG. 11

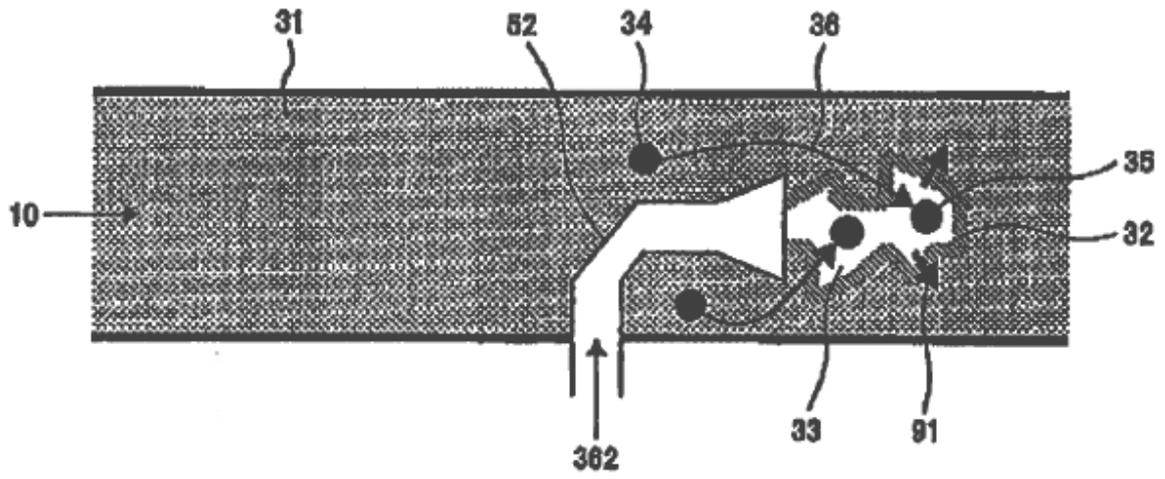


FIG. 12

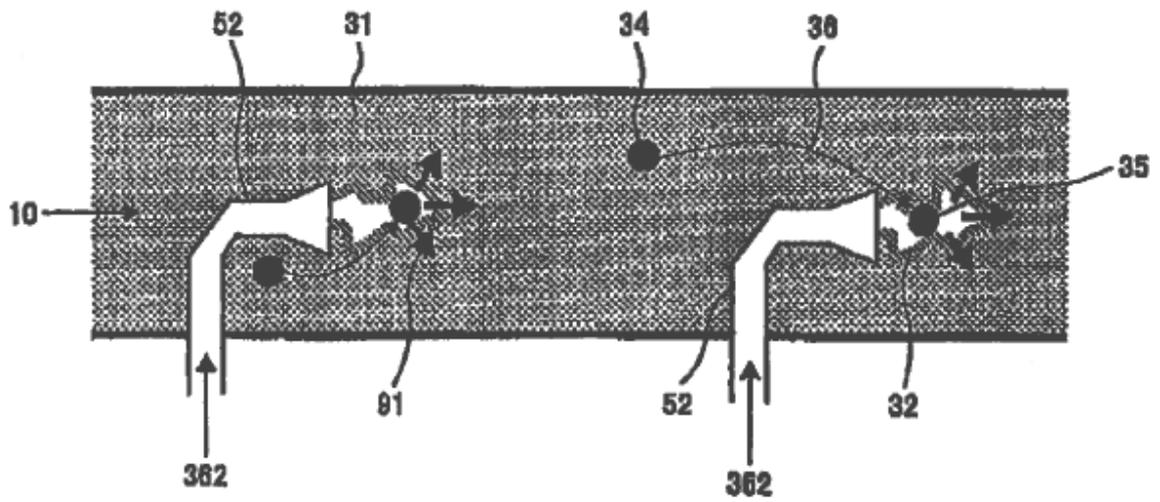


FIG. 13

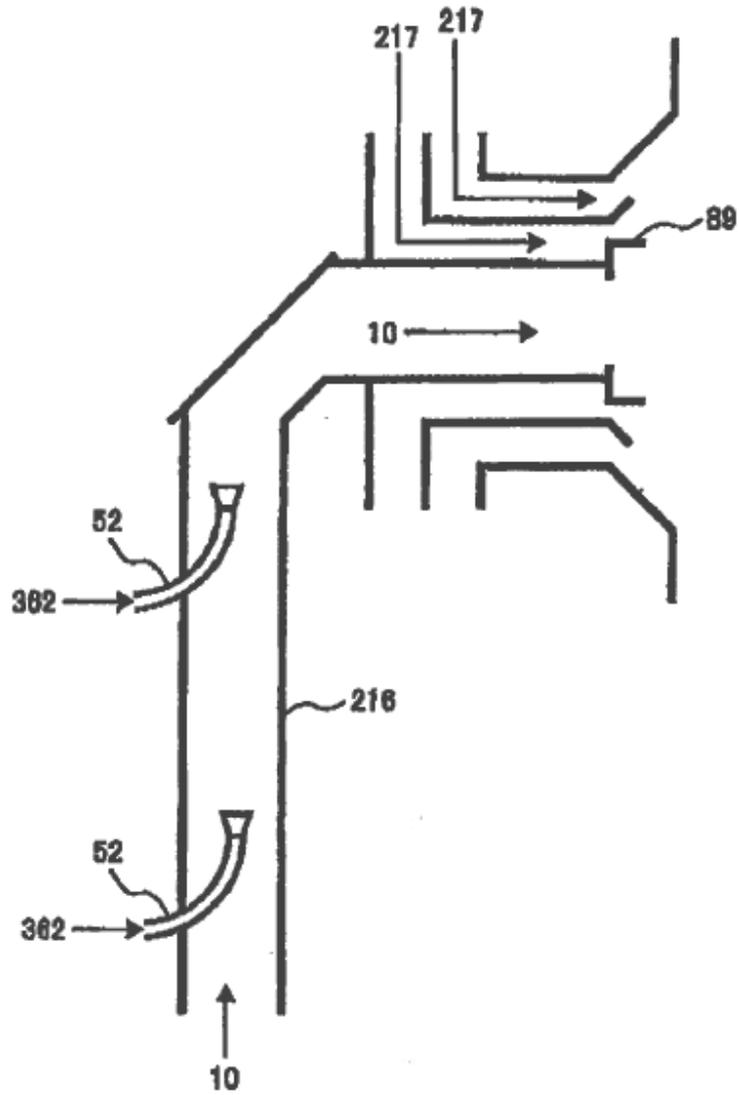


FIG. 14

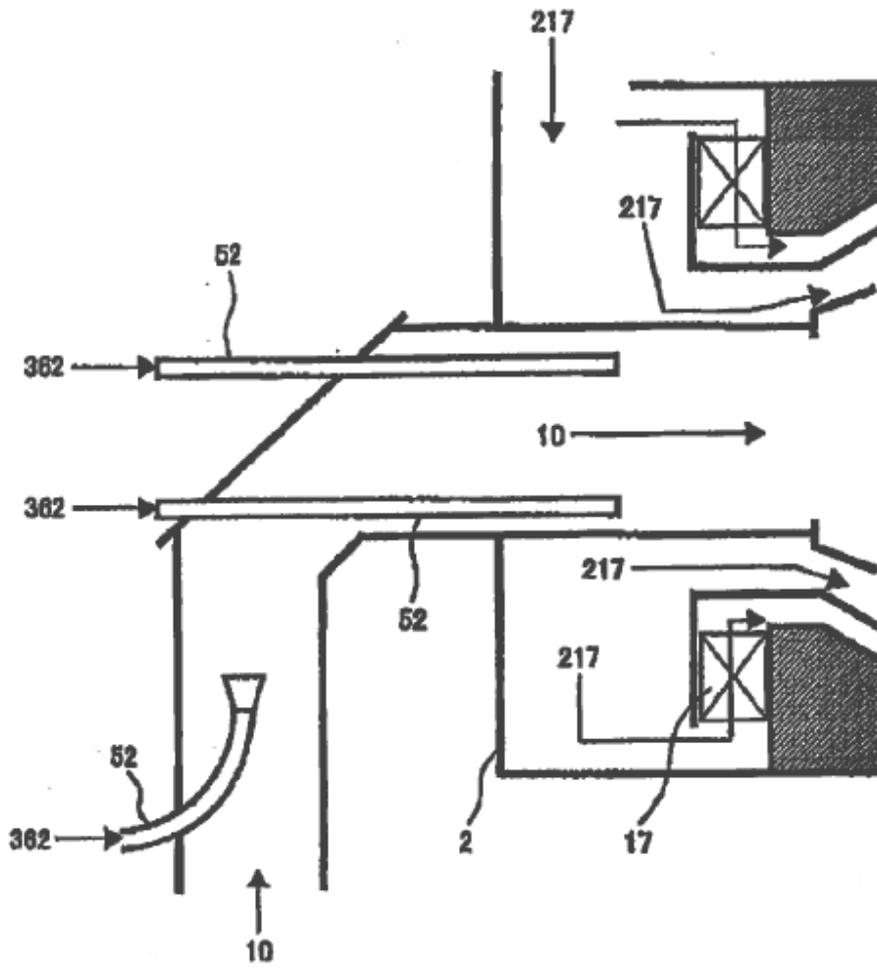


FIG. 15

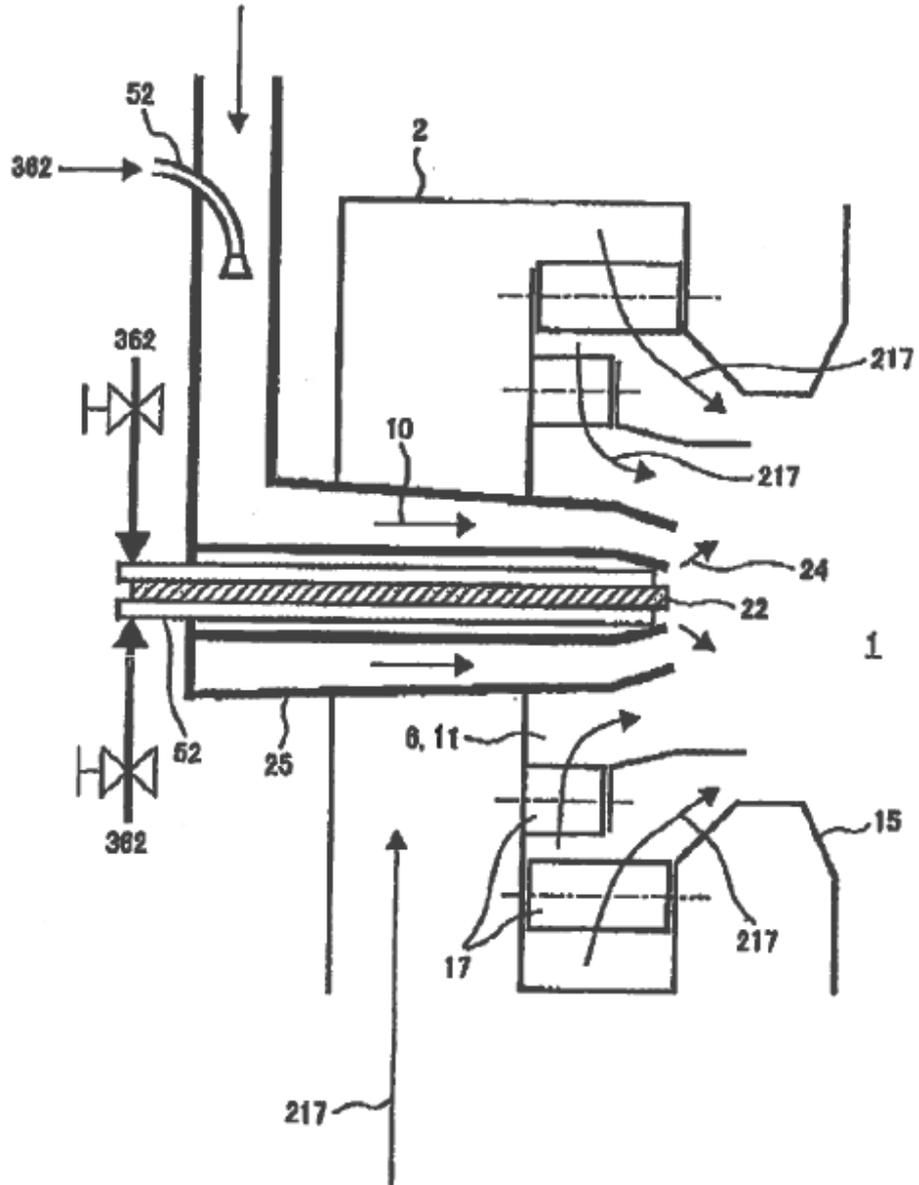


FIG. 16

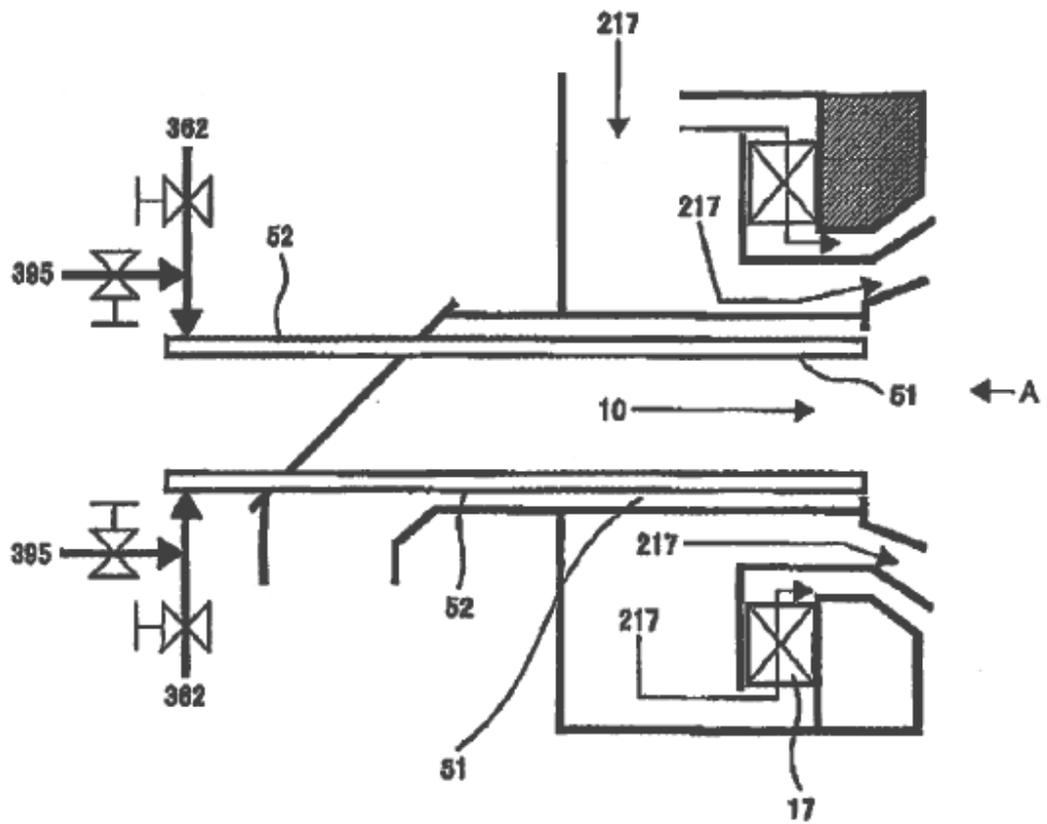


FIG. 17

