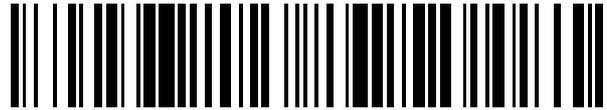


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 675 034**

51 Int. Cl.:

**F23J 15/00** (2006.01)

**F22B 31/08** (2006.01)

**F23L 15/00** (2006.01)

**F01K 13/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **05.06.2015 PCT/JP2015/066296**

87 Fecha y número de publicación internacional: **10.12.2015 WO15186818**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.06.2015 E 15803809 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.05.2018 EP 3043112**

54 Título: **Sistema de caldera y planta de generación de energía eléctrica provista del mismo**

30 Prioridad:

**06.06.2014 JP 2014117685**

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

**05.07.2018**

73 Titular/es:

**mitsubishi hitachi power systems, ltd.  
(100.0%)**

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

72 Inventor/es:

**MASUDA, TOMOTSUGU y  
KIYOSAWA, MASASHI**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

ES 2 675 034 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**

Sistema de caldera y planta de generación de energía eléctrica provista del mismo

**5 Campo técnico**

La presente invención se refiere a un sistema de caldera y a una planta de energía que incluye el mismo.

**Antecedentes de la técnica**

10

Un sistema de caldera convencionalmente conocido que incluye una caldera que quema el combustible tal como carbón, aceite pesado, o biomasa incluye un dispositivo de desnitración que elimina el óxido de nitrógeno (NOx) contenido en un gas de combustión expulsado de la caldera, y un dispositivo de desulfuración que elimina el óxido de azufre (SOx) contenido en el gas de combustión. Un sistema de este tipo se conoce a partir del documento JPS50102566.

15

En muchos de tales sistemas de caldera, un dispositivo de desnitración, un precipitador electrostático, y un dispositivo de desulfuración se disponen en este orden desde un lado de la caldera. También, como un dispositivo de desnitración, que se utiliza a menudo que pulveriza amoníaco (NH<sub>3</sub>) en un gas de combustión generado por la combustión para reducir el óxido de nitrógeno en el gas de combustión.

20

Sin embargo, si el dispositivo de desnitración que utiliza amoníaco como reactivo se dispone en un lado aguas arriba del dispositivo de desulfuración, una gran cantidad de óxido de azufre se mezcla en el gas de combustión que fluye en el dispositivo de desnitración. En este caso, en el dispositivo de desnitración, el óxido de azufre y el amoníaco en el gas de combustión reaccionan para generar sulfato de amonio ácido (sulfato de amonio de hidrógeno: (NH<sub>4</sub>)HSO<sub>4</sub>). La acumulación de ceniza en una trayectoria de flujo o en un dispositivo en un lado de aguas abajo del dispositivo de desnitración causado por el sulfato de amonio ácido evita el paso del gas de combustión y aumenta la pérdida de presión. Además, el óxido de azufre contenido en el gas de combustión reacciona con el metal para corroer el metal. Además, el sulfato de amonio ácido produce partículas condensables (por ejemplo, partículas referidas como PM2.5).

25

30

Además, si el precipitador electrostático se dispone en el lado aguas abajo del dispositivo de desnitración, las impurezas tales como polvo de humo se mezclan en el gas de combustión que fluye en el dispositivo de desnitración. Las impurezas se adhieren a un catalizador proporcionado en el dispositivo de desnitración y de este modo deterioran el catalizador, reduciendo así la vida del dispositivo de desnitración.

35

PTL 1 propone un sistema de caldera en el que un precipitador electrostático, un dispositivo de desulfuración, y un dispositivo de desnitración se disponen en este orden desde un lado de una caldera. El sistema de caldera descrito en PTL 1 puede resolver los problemas descritos anteriormente debido a que las impurezas tales como óxido de azufre o polvo de humo se eliminan de un gas de combustión introducido en el dispositivo de desnitración.

40

PTL 2 divulga un motor de combustión pobre que oxida parcialmente y convierte el combustible diésel en monóxido de carbono e hidrógeno, y suministra el monóxido de carbono y el hidrógeno a un catalizador de reducción catalítica selectivo de hidrocarburos como reactivos.

45

PTL 3 divulga un método de reducción de NOx para reducir el óxido de nitrógeno por la acción del catalizador utilizando un reactivo de hidrocarburo.

PTL 4 divulga un catalizador de tratamiento de gases de escape que soporta Ir y otros metales en un estado de la aleación sobre un soporte.

50

PTL 5 divulga un dispositivo en el que un dispositivo de desulfuración, medios de recogida de polvo de humo, y un catalizador de desnitración se disponen en este orden desde un lado del motor.

**55 Listas de citas****Literatura Patente**

60

{PTL 1}  
Solicitud de Patente Japonesa No Examinada, Publicación Hei nº. 08-206446

{PTL 2}  
Traducción Japonesa de la Solicitud Internacional PCT, Publicación nº. 2012-522930

{PTL 3}  
Traducción Japonesa de la Solicitud Internacional PCT, Publicación nº. 2010-507480

65

{PTL 4}  
Solicitud de Patente Japonesa No Examinada, Publicación nº. 2004 a 33989

{PTL 5}

La Publicación de Patente Japonesa nº. 5030343

## Sumario de la invención

5

### Problema técnico

10 Puesto que el sistema de caldera que se describe en PTL 1 utiliza un dispositivo de desulfuración en húmedo, el gas de combustión pasa a través del dispositivo de desulfuración y se reduce así la temperatura. Por esta razón, en PTL 1, el gas de combustión después de haber pasado a través del dispositivo de desulfuración es calentado por un dispositivo de calentamiento hasta una temperatura a la que se obtiene una reacción de desnitración, y se suministra después al dispositivo de desnitración.

15 Sin embargo, en el sistema de caldera descrito en PTL 1, el gas de combustión que deben suministrarse al dispositivo de desnitración necesita calentarse por el dispositivo de calentamiento, lo que reduce la eficiencia térmica de todo el sistema de caldera.

20 PTL 2 se refiere a un sistema que elimina el óxido de nitrógeno en un flujo de gas de escape del motor de combustión pobre, y no se refiere a la eliminación de un gas de escape que contiene óxido de azufre.

PTL 3 se refiere a un catalizador que elimina el óxido de nitrógeno en un gas de escape de un motor diésel, y no se refiere a un sistema que incluye la eliminación de óxido de azufre.

25 PTL 4 se refiere al catalizador de tratamiento de gases de escape que purifica un gas de escape que contiene óxido de nitrógeno, y no se refiere a un sistema incluyendo la eliminación de óxido de azufre.

30 PTL 5 divulga la eliminación de óxido de nitrógeno, óxidos de azufre y polvo de humo, pero no se refiere a la tecnología de realizar simultáneamente la desulfuración y la eliminación de polvo, o la desulfuración y la desnitración.

La presente invención se consigue en vista de tales circunstancias, y tiene el objetivo de proporcionar un sistema de caldera capaz de eliminar el óxido de azufre y el óxido de nitrógeno en un gas de combustión sin reducir la eficiencia térmica de todo el sistema de caldera, y una planta de energía que incluye el mismo.

### 35 Solución al problema

Para lograr el objetivo descrito anteriormente, la presente invención adopta las siguientes soluciones.

40 Un primer aspecto de la presente invención proporciona un sistema de caldera de acuerdo con la reivindicación 1.

De acuerdo con el sistema de caldera del primer aspecto de la presente invención, la sección de eliminación que realiza la desulfuración en seco elimina el óxido de azufre del gas de combustión expulsado de la caldera en el lado aguas arriba de la sección de desnitración. La sección de desulfuración es de tipo seco, y causa poca reducción en la temperatura del gas de combustión en comparación con una de tipo húmedo, y la temperatura del gas de combustión se mantiene sin reducirse entre antes y después del paso a través de la sección de desulfuración. Por lo tanto, no hay necesidad de proporcionar un dispositivo de calentamiento para calentar el gas de combustión hasta una temperatura a la que se obtiene una reacción de desnitración en el lado aguas arriba de la sección de desnitración. Por tanto, la sección de desnitración puede eliminar el óxido de nitrógeno sin reducir la eficiencia térmica de todo el sistema de la caldera.

50 Además, de acuerdo con el sistema de caldera del primer aspecto de la presente invención, la temperatura del gas de combustión que fluye en la sección de eliminación que retira el óxido de azufre y la sección de desnitración que elimina el óxido de nitrógeno se mantiene a por encima de 200 °C y 350 °C o inferior. El mantenimiento de la temperatura del gas de combustión dentro de un intervalo de este tipo permite que la eficiencia de desulfuración y la eficiencia de desnitración se mantengan a ciertos valores respectivos o superior.

60 Además, de acuerdo con el sistema de caldera del primer aspecto de la presente invención, la sección de eliminación tiene tanto una función de desulfuración para la eliminación de óxido de azufre como una función de eliminación del polvo de humo que elimina el polvo de humo contenido en el gas de combustión. Esto puede reducir el tamaño de los equipos en comparación con un caso en el que se proporcionan por separado una sección de desulfuración que tiene una función de desulfuración y una sección de recogida de polvo que tiene una función de eliminación del polvo de humo.

65 Además, el polvo de humo no se mezcla en el gas de combustión que fluye en la sección de desnitración, lo que aumenta la vida de la sección de desnitración.

Como tal, el primer aspecto de la presente invención puede proporcionar un sistema de caldera capaz de eliminar el óxido de azufre y el óxido de nitrógeno en un gas de combustión sin reducir la eficiencia térmica de todo el sistema de caldera.

5 El sistema de caldera del primer aspecto de la presente invención puede incluir un pre-calentador de aire que intercambia calor entre el gas de combustión expulsado de la caldera y el aire, suministra el aire caliente a la caldera como aire secundario, y suministra el gas de combustión que tiene una temperatura reducida mediante el intercambio de calor con el aire a la sección de eliminación.

10 De esta manera, el pre-calentador de aire puede reducir la temperatura del gas de combustión que fluye en la sección de desulfuración a más de 200 °C y 350 °C o inferior, a la que se obtiene la eficiencia de desulfuración deseada.

15 En el sistema de caldera del primer aspecto de la presente invención, la caldera puede ajustar la temperatura del gas de combustión de manera que la temperatura del gas de combustión expulsado fuera es de 360 °C o superior y de 400 °C o inferior, y el pre-calentador de aire puede ajustar la temperatura del aire a fin de reducir la temperatura del gas de combustión que fluye desde la caldera hasta más de 200 °C y 350 °C o inferior.

20 De esta manera, la temperatura del gas de combustión expulsado de la caldera se puede ajustar a 360 °C o superior y 400 °C o inferior, y después el gas de combustión se puede reducir a más de 200 °C y 350 °C o inferior por el pre-calentador de aire.

25 En el sistema de caldera del primer aspecto de la presente invención, el reactivo de desnitración puede ser un gas que contiene principalmente al menos uno de monóxido de carbono, hidrógeno e hidrocarburos.

30 De esta manera, se evita el problema de que la acumulación de ceniza causada por el sulfato de amonio ácido aumente la pérdida de presión en comparación con un caso en el que se utiliza amoníaco como un reactivo de desnitración. También, el problema de que el sulfato de amonio ácido produzca partículas condensables (por ejemplo, partículas referidas como PM2.5) se evita.

35 El sistema de caldera del primer aspecto de la presente invención puede incluir una sección de humectación que humedece el aire que contiene el absorbente de desulfuración suministrado por la sección de suministro absorbente de desulfuración y suministra el aire hacia el lado de aguas arriba de la sección de eliminación.

De esta manera, una reacción entre el óxido de azufre contenido en el gas de combustión y el absorbente de desulfuración puede promoverse para aumentar la eficiencia de desulfuración.

40 En el sistema de caldera del primer aspecto de la presente invención, la temperatura del gas de combustión que fluye en la sección de eliminación puede ser 210 °C o superior y 270 °C o inferior. Como se ha descrito anteriormente, la sección de eliminación realiza una desulfuración en seco, y por lo tanto el gas de combustión a 210 °C o superior y 270 °C o inferior que tiene de fluido en la sección de eliminación se hace fluir dentro de la sección de desnitración, mientras mantiene su temperatura.

45 De esta manera, el gas de combustión a la temperatura a la que eficiencia desnitración en la sección de desnitración es particularmente alta se puede suministrar a la sección de desnitración, lo que aumenta la eficiencia de desnitración en la sección de desnitración.

50 El sistema de caldera del primer aspecto de la presente invención puede incluir una sección de tratamiento de oxidación que oxida el dióxido de azufre contenido en el gas de combustión expulsado de la caldera y que se suministra al pre-calentador de aire en trióxido de azufre.

55 De esta manera, el dióxido de azufre se puede oxidar en trióxido de azufre y mezclarse después con el absorbente de desulfuración, reduciendo de este modo una cantidad de absorbente de desulfuración consumida por la desulfuración.

Una planta de energía de acuerdo con la presente invención incluye el sistema de caldera que se describe en cualquiera de los apartados anteriores.

### **Efectos ventajosos de la invención**

60 La presente invención puede proporcionar un sistema de caldera capaz de eliminar el óxido de azufre y el óxido de nitrógeno en un gas de combustión sin reducir la eficiencia térmica de todo el sistema de caldera, y una planta de energía que incluye el mismo.

### **Breve descripción de los dibujos**

{Figura 1}

La Figura 1 es un diagrama de sistema de un sistema de caldera de acuerdo con una primera realización de la presente invención.

{Figura 2}

La Figura 2 muestra las comparaciones de los componentes contenidos en diversos combustibles.

{Figura 3}

La Figura 3 muestra la eficiencia de desnitración con respecto a una temperatura de tratamiento de un gas de combustión.

{Figura 4}

La Figura 4 muestra la eficiencia de desulfuración con respecto a una temperatura de tratamiento del gas de combustión.

{Figura 5}

La Figura 5 es un diagrama de sistema de un sistema de caldera de acuerdo con un ejemplo.

### Descripción de las realizaciones

(Primera realización)

Con referencia a los dibujos, un sistema de caldera 100 de acuerdo con una primera realización de la presente invención se describirá.

El sistema de caldera 100 de esta realización es un sistema de caldera de carbón que utiliza, como combustible, carbón pulverizado obtenido mediante la pulverización de combustible de carbón hasta una finura deseada mediante un pulverizador de carbón (no mostrado). El sistema de caldera 100 se incluye en una planta de energía (no mostrada). El sistema de caldera 100 genera vapor a alta temperatura a partir del calor generado por la combustión de carbón pulverizado, y suministra el vapor a una turbina de vapor (no mostrada) conectada a un generador (no mostrado). La potencia de la turbina de vapor girada por el vapor se transfiere al generador para generar electricidad. Como tal, el sistema de caldera 100 de esta realización constituye una parte de la planta de energía (no mostrada).

Como se muestra en la Figura 1, el sistema de caldera 100 de esta realización incluye una caldera 10, un filtro de tela 20 (sección de eliminación), una sección de desnitración 30, una sección de suministro de absorbente de desulfuración 40, una sección de suministro de absorbente alcalino 41, un mezclador de humidificación 42, un reformador 50, un pre-calentador de aire 60 (primer pre-calentador de aire), un pre-calentador de aire 70 (segundo pre-calentador de aire), un ventilador de tiro forzado 80, y una pila 90.

El sistema de caldera 100 de esta realización incluye el filtro de tela 20 que elimina el óxido de azufre en un lado aguas arriba de la sección de desnitración 30 con el fin de evitar el problema causado por el óxido de azufre contenido en el combustible con una alta concentración de contenido de azufre que fluye en la sección de desnitración 30.

Además, el filtro de tela 20 que tiene una función de desulfuración en seco se utiliza de modo que una temperatura de un gas de combustión que fluye en la sección de desnitración 30 en el lado aguas abajo del filtro de tela 20 se mantiene en aproximadamente 230 °C, a la que la eficiencia de desnitración es particularmente alta.

A continuación, se describirán los componentes del sistema de caldera 100.

La caldera 10 incluye un horno que quema carbón pulverizado como combustible (combustible pulverizado) suministrado junto con el aire primario para su transporte desde el pulverizador de carbón (no mostrado), y el aire secundario suministrado desde el pre-calentador de aire 60 se describe más adelante. Por ejemplo, los carbones A a D que se ejemplifican en la Figura 2 se utilizan como carbón como material para combustible pulverizado utilizado en el sistema de caldera 100 de esta realización.

La Figura 2 muestra las comparaciones de componentes contenidos en diversos combustibles. Los valores en la Figura 2 muestran las concentraciones de porcentaje en peso de los componentes contenidos en los combustibles. Los carbones A a E en la Figura 2 son múltiples tipos de carbones que tienen diferentes propiedades. Como se muestra en la Figura 2, entre las concentraciones porcentuales en peso del contenido de azufre contenidas en los carbones A a E, un valor límite inferior es 0,3 % (carbón D) y un valor límite superior es 0,9 % (carbón C). Entre las concentraciones porcentuales en peso del contenido de agua en los carbones de A a E, un valor límite inferior es 7,5 % (carbón E) y un valor de límite superior es 10,3 % (carbón D).

Como tal, aunque los carbones como materiales para combustible pulverizado tienen diferentes relaciones de contenido de los componentes en función de sus tipos, una concentración porcentual en peso del contenido de azufre es de 0,3 % o superior y de 0,9 % o inferior, una concentración porcentual en peso del contenido de agua es de 7,5 % o superior y de 10,3 % o inferior. Una concentración porcentual en peso del contenido de cloro contenido en los carbones es mínima (inferior al 0,1 %).

La caldera 10 quema el combustible pulverizado en el horno para generar un gas de combustión a alta temperatura. El gas de combustión a alta temperatura se utiliza para calentar el agua y el vapor se hace pasar a través de un evaporador (no mostrado) y un sobrecalentador (no mostrado). El vapor a alta temperatura y alta presión generado por intercambio de calor con el gas de combustión se suministra a la turbina de vapor (no mostrada).

5 Una temperatura del gas de combustión expulsado fuera por la caldera 10 se ajusta a 360 °C o superior y a 400 °C o inferior. El gas de combustión a 360 °C o superior y a 400 °C o menos expulsado de la caldera 10 se somete a intercambio de calor por el pre-calentador de aire 60 (primer pre-calentador de aire) y, por lo tanto, ajusta la temperatura a 180 °C o superior y 350 °C o inferior. El gas de combustión a 180 °C o superior y a 350 °C o inferior se suministra al filtro de tela 20.

15 La caldera 10 incluye un economizador (no mostrado) y una trayectoria de derivación del economizador (no mostrada) hasta una salida del horno con el fin de ajustar la temperatura del gas de combustión expulsado fuera. La trayectoria de derivación del economizador es una trayectoria a través de la que se agota el gas de combustión desde la salida del horno sin pasar a través del economizador. Ajustar una válvula de regulación de flujo (no mostrada) dispuesta en la trayectoria de derivación del economizador ajusta un caudal del gas de combustión que pasa a través del economizador y un caudal del gas de combustión que no pasa a través del economizador. Puesto que el intercambio de calor en el economizador reduce la temperatura del gas de combustión, el ajuste con la válvula reguladora de flujo ajusta la temperatura del gas de combustión expulsado fuera. La caldera 10 puede almacenar previamente, por ejemplo, una condición para la que la temperatura del gas de combustión expulsado sea de 360 °C o superior y de 400 °C o inferior, y controlar la válvula de regulación de flujo en la condición almacenada.

25 Una cantidad de calor extraído del gas de combustión que se hace fluir desde la caldera 10 por el pre-calentador de aire 60 cambia en función de la temperatura del aire que pasa a través del pre-calentador de aire 60. Una unidad de control (no mostrada) que controla el sistema de caldera 100 ajusta la temperatura del aire soplado por el ventilador de tiro forzado 80 para ajustar la cantidad de calor extraído del gas de combustión por el pre-calentador de aire 60. Por tanto, el pre-calentador de aire 60 ajusta la temperatura del gas de combustión a fin de reducir la temperatura del gas de combustión que fluye desde la caldera 10 a 180 °C o superior y a 350 °C o inferior. Con el fin de ajustar la temperatura del aire soplado por el ventilador de tiro forzado 80, un calentador de aire de vapor (SAH) puede proporcionarse en una entrada de aire del pre-calentador de aire 60.

35 La temperatura del gas de combustión suministrado al filtro de tela 20 se ajusta a 180 °C o superior y a 350 °C o inferior, y más preferentemente 210 °C o superior y a 270 °C o inferior. Además, preferentemente, la temperatura es aproximadamente 230 °C. La temperatura de aproximadamente 230 °C es preferible debido a que la eficiencia de desnitración en la sección de desnitración 30 que se describe más adelante es particularmente alta a la temperatura del gas de combustión de aproximadamente 230 °C.

40 Como tal, la caldera 10 y el pre-calentador de aire 60 ajustan la temperatura del gas de combustión de modo que la temperatura del gas de combustión suministrado al filtro de tela 20 es de 180 °C o superior y de 350 °C o inferior, más preferentemente de 210 °C o superior y de 270 °C o inferior, y aún más preferentemente de aproximadamente 230 °C. La temperatura del gas de combustión se ajusta de esta manera para mantener la eficiencia de desnitración y la eficiencia de desulfuración a ciertos valores respectivos o superiores.

45 Los inventores establecen el intervalo de la temperatura del gas de combustión suministrado al filtro de tela 20, de manera que la eficiencia de desnitración y la eficiencia de desulfuración se mantienen a ciertos valores o superiores en vista del dibujo que muestra la eficiencia de desnitración con respecto a una temperatura de tratamiento del gas de combustión (Figura 3) y el dibujo que muestra la eficiencia de desulfuración con respecto a una temperatura de tratamiento del gas de combustión (Figura 4).

50 La Figura 3 muestra la eficiencia de desnitración con respecto a una temperatura de tratamiento del gas de combustión.

55 La Figura 3 muestra la eficiencia de desnitración con respecto a una temperatura de tratamiento (una temperatura media del gas de combustión suministrado a un catalizador) bajo una pluralidad de condiciones de desnitración (condiciones de desnitración 1 a 3) con diferentes combinaciones entre un catalizador y un reactivo.

Las condiciones de desnitración 1 a 3 de la Figura 3 son como se describen a continuación. En cada condición de desnitración, una cantidad de catalizador soportada es de 100 g por metro cuadrado.

60 <Condición de desnitración 1>

65 Catalizador: catalizador que consiste en 1,0 por ciento en masa de iridio (Ir) y 10,0 por ciento en masa de niobio (Nb) soportado sobre sílice (SiO<sub>2</sub>)  
 Reactivo: monóxido de carbono (CO) e hidrógeno (H<sub>2</sub>)

<Condición de desnitración 2>

Catalizador: catalizador que consiste en 1,0 por ciento en masa de platino (Pt) soportado sobre óxido de titanio (TiO<sub>2</sub>)

5 Reactivo: propileno (C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>)

<Condición de desnitración 3>

Catalizador: catalizador que consiste en 1,0 por ciento en masa de iridio (Ir) soportado sobre sílice (SiO<sub>2</sub>)

10 Reactivo: monóxido de carbono (CO) e hidrógeno (H<sub>2</sub>)

Como se muestra en la Figura 3, la eficiencia de desnitración es del 10 % o superior a la temperatura de tratamiento de 180 °C o superior y 350 °C o inferior bajo cualquiera de las condiciones de desnitración 1 a 3.

15 La eficiencia de desnitración es del 30 % o superior a la temperatura de tratamiento de 210 °C o superior y 270 °C o inferior bajo cualquiera de las condiciones de desnitración 1 a 3. Como tal, la alta eficiencia de desnitración se logra a la temperatura de tratamiento de 210 °C o superior y 270 °C o inferior, que es aplicable a un sistema que requiere un alto rendimiento de desnitración. En particular, el más alto rendimiento de desnitración y la eficiencia de desnitración particularmente alta se logran a la temperatura de tratamiento de aproximadamente 230 °C.

20 Como un intervalo de temperatura del gas de combustión suministrado al filtro de tela 20 (temperatura de tratamiento), por ejemplo, un intervalo de más de 200 °C y 350 °C o inferior se puede utilizar. Como se deriva de la Figura 3, también en este intervalo, la eficiencia de desnitración es del 10 % o superior en cualquiera de las condiciones de desnitración 1 a 3.

25 El gas de combustión expulsado fuera por la caldera 10 contiene óxido de azufre (SO<sub>x</sub>) y óxido de nitrógeno (NO<sub>x</sub>). Entre ellos, el dióxido de azufre que contiene azufre (SO<sub>2</sub>) y el trióxido de azufre (SO<sub>3</sub>) se elimina por desulfuración con el filtro de tela 20. El óxido de nitrógeno que contiene monóxido de nitrógeno (NO) y dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) se elimina por desnitración con la sección de desnitración 30.

30 El filtro de tela 20 (sección de desulfuración) es un dispositivo que elimina el polvo de humo (polvo) contenido en el gas de combustión expulsado de la caldera 10 por filtración usando un filtro (filtro de tela). El filtro de tela 20 incluye una pluralidad de cilindros de filtración a los que se une la tela filtrante, y se introduce el gas de combustión expulsado de la caldera 10 en una cámara de recogida de polvo en la que la pluralidad de cilindros de filtración se dispone para eliminar el polvo de humo (polvo). Como la tela de filtro, por ejemplo, una tela tejida de fibra de vidrio se puede utilizar.

35 El gas de combustión suministrado al filtro de tela 20 contiene partículas derivadas de óxido de azufre (yeso, sulfito de calcio, o similares) absorbidas por un absorbente de desulfuración que contiene cal hidratada (hidróxido de calcio) o carbonato de calcio descrito más adelante. Las partículas derivadas de óxido de azufre se eliminan mediante el filtro de tela 20. De este modo, el filtro de tela 20 funciona como una sección de desulfuración que elimina el óxido de azufre contenido en el gas de combustión. El filtro de tela 20 elimina las partículas derivadas de óxido de azufre utilizando el filtro (filtro de tela) y es, por tanto, una sección de desulfuración seca.

45 El gas de combustión suministrado al filtro de tela 20 contiene mercurio adsorbido por el carbono activado descrito más adelante. El carbono activado que tiene el mercurio adsorbido se elimina por el filtro de tela 20. De este modo, el filtro de tela 20 también funciona como una sección de eliminación de mercurio que elimina el mercurio contenido en el gas de combustión.

50 El gas de combustión a partir del que el polvo de humo, partículas derivadas de óxido de azufre, y carbono activado que tienen el mercurio adsorbido se eliminan por el filtro de tela 20, se suministra a la sección de desnitración 30. Como se ha descrito anteriormente, el filtro de tela 20 de esta realización es una sección de desulfuración seca. A diferencia de una sección de desulfuración húmeda, el filtro de tela 20 apenas reduce la temperatura del gas de combustión que fluye a través del mismo. Por lo tanto, el gas de combustión que ha fluido en el filtro de tela 20 a la

55 temperatura de 180 °C o superior y de 350 °C o inferior se suministra a la sección de desnitración 30 manteniendo al mismo tiempo su temperatura.

60 El polvo de humo eliminado por el filtro de tela 20 contiene un absorbente de desulfuración sin reaccionar. A continuación, con el fin de aumentar la eficiencia del uso del absorbente de desulfuración, un dispositivo de extracción (no mostrado) se puede utilizar para extraer el absorbente de desulfuración sin reaccionar del polvo de humo. En este caso, el absorbente de desulfuración extraído por el dispositivo de extracción se mezcla con el absorbente suministrado desde la sección de suministro de absorbente de desulfuración 40 por el mezclador de humidificación 42.

65 La sección de suministro de absorbente de desulfuración 40 es un dispositivo que mezcla un polvo absorbente (absorbente de desulfuración) para la eliminación del óxido de azufre contenido en el gas de combustión junto con el

aire para su transporte en el gas de combustión en el lado aguas arriba del filtro de tela 20. Como absorbente se utiliza bicarbonato de sodio (bicarbonato de sosa), cal hidratada (hidróxido de calcio), o carbonato de calcio. La cal hidratada o carbonato de calcio en polvo realizan una reacción sólido-gas con el óxido de azufre en el gas de combustión para producir partículas mixtas de yeso, sulfito de calcio, o similar. Como cal hidratada se puede utilizar, por ejemplo, cal hidratada de grado especial definido por la norma JIS R9001:2006.

El absorbente suministrado desde la sección de suministro de absorbente de desulfuración 40 se humidifica por el mezclador de humidificación 42 y se mezcla después en el gas de combustión en el lado aguas arriba del filtro de tela 20. El absorbente se humidifica por el mezclador de humidificación 42 con el fin de aumentar la reactividad entre el óxido de azufre en el gas de combustión y el absorbente.

En general, la eficiencia de desulfuración con un absorbente cambia, dependiendo de la temperatura de tratamiento del gas de combustión, y la eficiencia de desulfuración tiende a ser alta a aproximadamente 130 °C, y disminuye a una temperatura superior a 130 °C. En el sistema de caldera 100 de esta realización, la temperatura del gas de combustión a la que se mezcla el absorbente de desulfuración es de 180 °C o superior y 350 °C o inferior y relativamente alta. Por otro lado, humidificar el absorbente de desulfuración aumenta la eficiencia de desulfuración.

Por lo tanto, en esta realización, el mezclador de humidificación 42 humedece el absorbente para aumentar la reactividad entre el óxido de azufre en el gas de combustión y el absorbente (eficiencia de desulfuración).

La Figura 4 muestra la eficiencia de desulfuración con respecto a una temperatura de tratamiento.

La Figura 4 muestra la eficiencia de desulfuración con respecto a una temperatura de tratamiento (temperatura media del gas de combustión suministrado a la sección de desulfuración) para múltiples tipos de absorbentes.

"Cal hidratada de grado especial" en la Figura 4 se refiere a la cal hidratada de grado especial definida por la norma JIS R9001:2006, que no está humidificada. "Cal hidratada de grado especial (humidificada)" en la figura 4 se refiere a la cal hidratada de grado especial definida por la norma JISR 9001:2006, que se ha humidificado. "Absorbente de gran área superficial específica" en la figura 4 se refiere a un absorbente que tiene una superficie específica tres veces o más que la de la cal hidratada de grado especial definida por la norma JIS R9001:2006.

Como se muestra en la Figura 4, en una región con una temperatura de tratamiento de 180 °C o superior y 350 °C o inferior, la eficiencia de desulfuración es del 20 % o superior, incluso cuando se utiliza cualquiera de los tres absorbentes de desulfuración. Por tanto, la cal hidratada de grado especial humidificada y el absorbente con una gran área superficial específica se pueden aplicar a un sistema que requiere un rendimiento relativamente bajo de desulfuración.

Dentro del intervalo de la temperatura de tratamiento de 210 °C o superior y de 270 °C o inferior, la eficiencia de desulfuración es del 30 % o superior, incluso cuando se utiliza cualquiera de los tres absorbentes de desulfuración. Por tanto, la cal hidratada de grado especial humidificada y el absorbente con una gran área superficial específica se pueden aplicar a un sistema que requiere un rendimiento de desulfuración relativamente alto.

La sección de suministro de absorbente alcalino 41 es un dispositivo que mezcla carbono activado para adsorber el mercurio contenido en el gas de combustión junto con el aire para su transporte en el gas de combustión en el lado aguas arriba del filtro de tela 20. El carbono activado en polvo suministrado por la sección de suministro de absorbente alcalino 41 realiza una reacción sólido-gas con un gas que contiene mercurio contenido en el gas de combustión, y el contenido de mercurio es adsorbido por el carbono activado. El carbono activado que ha adsorbido el contenido de mercurio se elimina del gas de combustión por la tela filtrante del filtro de tela 20 que se ha descrito anteriormente.

El reformador 50 (sección de suministro de reactivo de desnitración) es un dispositivo que mezcla un reactivo para la eliminación del óxido de nitrógeno contenido en el gas de combustión del gas de combustión en el lado aguas arriba de la sección de desnitración 30. Como reactivo, un gas que contiene principalmente monóxido de carbono (CO) e hidrógeno (H<sub>2</sub>) se utiliza. El amoníaco (NH<sub>3</sub>) no se utiliza como el reactivo a fin de evitar el problema causado por el óxido de azufre de que no se pueda eliminar completamente por el filtro de tela 20 y que el amoníaco reaccione para generar sulfato de amonio ácido ((NH<sub>4</sub>)HSO<sub>4</sub>).

El reformador 50 reforma un gas natural licuado (GNL) que contiene principalmente metano (CH<sub>4</sub>) y agua (H<sub>2</sub>O) para generar un gas que contiene principalmente monóxido de carbono (CO) e hidrógeno (H<sub>2</sub>). El reformador 50 mezcla el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) según sea apropiado con el fin de ajustar una relación entre el contenido de carbono y el contenido de hidrógeno en el gas generado.

La sección de desnitración 30 es un dispositivo que elimina el óxido de nitrógeno contenido en el gas de combustión del que se elimina el óxido de azufre por el filtro de tela 20. La sección de desnitración 30 soporta un catalizador (por ejemplo, iridio) para provocar una reacción entre el óxido de nitrógeno contenido en el de gas de combustión y el monóxido de carbono como reactivo. La sección de desnitración 30 soporta también un catalizador (por ejemplo,

platino, paladio, iridio o) para provocar una reacción entre el óxido de nitrógeno contenido en el gas de combustión e hidrógeno como reactivo.

5 En lo anterior, la sección de desnitración 30 se basa en una reacción de Reducción Catalítica Selectiva de Hidrocarburos (HC-SCR) que utiliza el monóxido de carbono y el hidrógeno generados por el reformador 50 como reactivos, y utiliza platino, paladio e iridio como catalizadores, pero una modificación como se describe a continuación puede adoptarse.

10 Una sección de desnitración 30 de la modificación se basa en una urea reacción SCR que utiliza amoníaco (NH<sub>3</sub>) como reactivo.

15 Un catalizador de desnitración utilizado en la reacción SCR de urea es una estructura que consiste en un metal activo como el vanadio (V), tungsteno (W), o molibdeno (Mo) soportado en un vehículo (base) realizado principalmente de óxido de titanio.

En el caso de la modificación en la que la sección de desnitración 30 se basa en la reacción SCR de urea, el reformador 50 se sustituye por un dispositivo de pulverización de amoníaco que pulveriza el amoníaco en el lado aguas arriba de la sección de desnitración 30 para mezclar el amoníaco con el gas de combustión.

20 En el caso de la modificación en la que la sección de desnitración 30 se basa en la reacción SCR de urea, utilizar carbono activado como un catalizador de desnitración en lugar del catalizador de desnitración descrito anteriormente reduce el rendimiento del catalizador de carbono activado con el tiempo, lo que requiere un equipo para recuperar el rendimiento del catalizador. Por lo tanto, en la sección de desnitración 30 de la modificación, un catalizador de desnitración se utiliza deseablemente además de un catalizador de desnitración que requiere la recuperación del rendimiento del catalizador durante un período de operación asumido como la vida de la sección de desnitración 30 tal como carbono activado.

30 El óxido de nitrógeno contenido en el gas de combustión que se ha hecho fluir dentro de la sección de desnitración 30 reacciona con el reactivo por la acción del catalizador, y por lo tanto se elimina del gas de combustión. En el sistema de caldera 100 de esta realización, la temperatura del gas de combustión expulsado del filtro de tela 20 es de 180 °C o superior y de 350 °C o inferior y relativamente alta.

35 La eficiencia de desnitración en la sección de desnitración 30 es relativamente alta en una región con una temperatura del gas de combustión de 180 °C o superior y 350 °C o inferior. La eficiencia de desnitración es particularmente alta a 210 °C o superior y a 270 °C o inferior, y particularmente alta a aproximadamente 230 °C. Como se ha descrito anteriormente, el gas de combustión a una temperatura relativamente alta de 180 °C o superior y de 350 °C o inferior se hace fluir a la sección de desnitración 30 sin calentarse por un dispositivo de calentamiento en el lado aguas arriba de la sección de desnitración 30. El óxido de nitrógeno en el gas de combustión a 180 °C o superior y a 350 °C o inferior es desnitrado con alta eficiencia de desnitración por la sección de desnitración 30.

40 Como tal, en el sistema de caldera 100 de esta realización, el gas de combustión desde el que se elimina el óxido de azufre por el filtro de tela 20 se hace fluir dentro de la sección de desnitración 30 manteniendo al mismo tiempo su temperatura sin calentarse por un dispositivo de calentamiento o similar en el lado aguas arriba de la sección de desnitración 30. El gas de combustión fluye fuera del filtro de tela 20 para su desulfuración en seco con poca reducción de la temperatura desde una temperatura de entrada, y se hace fluir a la sección de desnitración 30 mientras mantiene su temperatura, y por lo tanto el dispositivo de calentamiento no se proporciona en el lado aguas arriba de la sección de desnitración 30 para reducir la eficiencia térmica de todo el sistema de caldera 100.

50 El pre-calentador de aire 60 (primer pre-calentador de aire) es un dispositivo que intercambia calor entre el gas de combustión expulsado de la caldera 10 y el aire. El aire soplado por el ventilador de tiro forzado 80 se suministra al pre-calentador de aire 60, y el pre-calentador de aire 60 intercambia calor entre el aire suministrado y el gas de combustión, y suministra el aire caliente a la caldera 10 como aire secundario. El gas de combustión a 380 °C o superior y a 400 °C o inferior expulsado de la caldera 10 se ajusta de modo que la temperatura se reduce a 180 °C o superior y a 350 °C o inferior por el intercambio de calor en el pre-calentador de aire 60.

55 El pre-calentador de aire 70 (segundo pre-calentador de aire) es un dispositivo que intercambia calor entre el gas de combustión del que se elimina el óxido de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) por la sección de desnitración 30 y el aire (aire exterior). El pre-calentador de aire 70 intercambia calor entre el aire y el gas de combustión, y suministra el aire calentado al pre-calentador de aire 60. El gas de combustión a 180 °C o superior y a 350 °C o inferior expulsado de la sección de desnitración 30 se ajusta de manera que la temperatura del mismo sea aproximadamente 90 °C mediante el intercambio de calor en el pre-calentador de aire 70.

60 El gas de combustión que ha pasado a través del pre-calentador de aire 70 y ha alcanzado aproximadamente los 90 °C se agota de la pila 90 del sistema de caldera 100.

65 En las descripciones anteriores, el sistema de caldera 100 de esta realización es el sistema de caldera de quema de

carbón, pero un aspecto diferente puede adoptarse. Por ejemplo, el sistema de caldera 100 puede ser un sistema de caldera de quema de aceite pesado que utiliza aceite pesado como combustible. Como se muestra en la Figura 2 como un ejemplo, en el aceite pesado, una concentración porcentual en peso del contenido de azufre es del 4,5 % o superior y del 7,6 % o inferior, una concentración porcentual en peso del contenido de cloro es mínima (inferior al 0,1 %), y una concentración porcentual en peso del contenido de agua es mínima (inferior al 7,5 %).

El sistema de caldera 100 puede ser un sistema de caldera de combustión de solo biomasa o un sistema de caldera de combustión de biomasa mezclada que utiliza biomasa como combustible. Como se muestra en la Figura 2 como un ejemplo, en la biomasa, una concentración porcentual en peso del contenido de azufre es del 0,1 %, una concentración porcentual en peso del contenido de cloro es mínima (inferior al 0,1 %), y una concentración porcentual en peso del contenido de cloro es mínima (inferior al 7,5 %).

Como tal, el sistema de caldera 100 de esta realización puede utilizar carbón, aceite pesado, o biomasa como combustible. Cuando cualquiera de estos se utiliza como combustible, el combustible contiene contenido de azufre a una concentración porcentual en peso del 0,3 % o superior y del 7,6 % o inferior, contenido de cloro a una concentración porcentual en peso inferior al 0,1 %, y contenido de agua a una concentración porcentual en peso del 10,3 % o inferior.

Como el combustible (carbón, aceite pesado, biomasa) utilizado por el sistema de caldera 100 de esta realización, otro combustible que presenta una propiedad diferente de la del ejemplo de la Figura 2 se puede utilizar. En este caso, el combustible contiene un contenido de azufre a una concentración porcentual en peso del 0,3 % o superior e inferior al 8,0 %, un contenido de cloro a una concentración porcentual en peso inferior al 0,1 %, y un contenido de agua a una concentración porcentual en peso del 20,0 % o inferior.

Como se muestra en la Figura 2, en comparación con el carbón, aceite pesado, o biomasa utilizados como combustible por el sistema de caldera 100 de esta realización, los residuos sólidos municipales en un ejemplo comparativo contienen un contenido de azufre a una concentración porcentual en peso baja del 0,0 % o superior y del 0,2 % o inferior, y un contenido de cloro a una concentración porcentual en peso del 0,1 % o superior y del 0,2 % o inferior. Los residuos sólidos municipales en el ejemplo comparativo contienen un contenido de agua a una concentración porcentual en peso del 43,0 % o superior y del 58,0 % o inferior, que es mucho mayor que la concentración porcentual en peso del contenido de agua contenido en el combustible para el sistema de caldera 100 de esta realización.

En un incinerador de residuos que quema los residuos sólidos municipales, puesto que los residuos sólidos municipales contienen un alto contenido en cloro, la combustión incompleta de los materiales combustibles que contienen un contenido de cloro genera dioxina. Un gas de combustión a alta temperatura (por ejemplo, 800 °C o superior) expulsado desde el incinerador de residuos necesita enfriarse rápidamente a una baja temperatura (por ejemplo, 180 °C o inferior) con el fin de evitar la resíntesis de dioxinas.

También en el incinerador de residuos, a fin de que la sección de desnitración desnitrante el óxido de nitrógeno contenido en el gas de combustión se enfría rápidamente a la baja temperatura con una eficiencia de desnitración deseada, el gas de combustión se debe recalentar en el lado aguas arriba de la sección de desnitración. Por lo tanto, el enfriamiento para evitar la generación de dioxinas y el recalentamiento para aumentar la eficiencia de desnitración reduce la eficiencia térmica de todo el incinerador de residuos.

Como tal, la propiedad de los residuos sólidos municipales es significativamente diferente de la propiedad del combustible (carbón, aceite pesado, biomasa) que utiliza el sistema de caldera 100. El sistema de caldera 100 de esta realización no incluye medios para el enfriamiento y recalentamiento del gas de combustión con el fin de aumentar la eficiencia térmica. Por lo tanto, los residuos sólidos urbanos no se pueden utilizar como el combustible utilizado por el sistema de caldera 100 de esta realización.

Las operaciones y efectos del sistema de caldera 100 de esta realización que se han descrito anteriormente se describirán a continuación.

De acuerdo con el sistema de caldera 100 de esta realización, el filtro de tela 20 que realiza la desulfuración en seco en el lado aguas arriba de la sección de desnitración 30 elimina el óxido de azufre del gas de combustión expulsado de la caldera 10 que se quema con el contenido de azufre del combustible en una alta concentración porcentual en peso del 0,3 % o superior y del 8,0 % o inferior. Esto reduce la cantidad del óxido de azufre contenido en el gas de combustión que fluye en la sección de desnitración 30 dispuesta en el lado aguas abajo del filtro de tela 20.

El filtro de tela 20 tiene una función de desulfuración en seco, y por lo tanto causa poca reducción de la temperatura del gas de combustión en comparación con una húmeda, y la temperatura del gas de combustión se mantiene a 180 °C o superior y a 350 °C o inferior antes y después del paso a través del filtro de tela 20. Por lo tanto, no hay necesidad de proporcionar un dispositivo de calentamiento para calentar el gas de combustión a una temperatura a la que se obtiene una reacción de desnitración en el lado aguas arriba de la sección de desnitración 30. Por lo tanto, la sección de desnitración 30 puede eliminar el óxido de nitrógeno sin reducir la eficiencia térmica de todo el sistema

de caldera.

5 También de acuerdo con el sistema de caldera 100 de esta realización, la temperatura del gas de combustión que fluye en el filtro de tela 20 que elimina el óxido de azufre y la sección de desnitración 30 que elimina el óxido de nitrógeno se mantiene a 180 °C o superior y a 350 °C o inferior. El mantenimiento de la temperatura del gas de combustión dentro de un intervalo de este tipo permite que la eficiencia de desulfuración y la eficiencia de desnitración que se mantengan a ciertos valores respectivos o superiores.

10 La temperatura del gas de combustión que fluye en el filtro de tela 20 es preferentemente 210 °C o superior y de 270 °C o más baja con el fin de mantener una alta eficiencia de desnitración en la sección de desnitración a 30 dispuesta en el lado aguas abajo del filtro de tela 20.

15 Como tal, de acuerdo con esta realización, el sistema de caldera 100 se puede proporcionar para poder evitar el problema causado por el paso del gas de combustión que contiene óxidos de azufre, y eliminar el óxido de azufre y el óxido de nitrógeno en el gas de combustión sin reducir la eficiencia térmica de todo el sistema de caldera.

20 En el sistema de caldera 100 de esta realización, un reactivo de desnitración es un GLN reformado que contiene principalmente monóxido de carbono (CO) e hidrógeno (H<sub>2</sub>). Como alternativa, el reactivo es un hidrocarburo no quemado.

25 De esta manera, el problema de evitar la acumulación de sulfato de amonio ácido o similar aumenta la pérdida de presión en comparación con un caso en el que el amoníaco se utiliza como un reactivo de desnitración. También, el problema de que el sulfato de amonio ácido produce partículas condensables (por ejemplo, partículas referidas como PM2.5) se evita.

El sistema de caldera 100 de esta realización incluye el mezclador de humidificación 42 (sección de humidificación) que humidifica el aire que contiene un absorbente de desulfuración suministrado por la sección de suministro del absorbente de desulfuración y suministra el aire hacia el lado de aguas arriba del filtro de tela 20.

30 De esta manera, una reacción entre el óxido de azufre contenido en el gas de combustión y el absorbente de desulfuración puede promoverse para aumentar la eficiencia de desulfuración.

(Segunda realización)

35 A continuación, con referencia a los dibujos, un sistema de caldera 200 de acuerdo con una segunda realización de la presente invención se describirá.

40 La segunda realización es una modificación de la primera realización, y es igual que la primera realización, excepto como se describe particularmente a continuación, y por lo tanto se omitirán las descripciones.

45 En el sistema de caldera 100 de la primera realización, el filtro de tela 20 elimina el óxido de azufre contenido en el gas de combustión, y la sección de desnitración 30 elimina el óxido de nitrógeno contenido en el gas de combustión. En esta realización, un filtro de tela 20' soporta un catalizador de desnitración y de este modo elimina tanto el óxido de azufre como el óxido de nitrógeno.

50 Como se muestra en la Figura 5, el sistema de caldera 200 de este ejemplo no incluye la sección de desnitración 30 incluida en el sistema de caldera 100 de la primera realización. En el sistema de caldera 200 de este ejemplo un reformador 50 mezcla un gas que contiene principalmente monóxido de carbono (CO) e hidrógeno (H<sub>2</sub>) como reactivos en el gas de combustión en un lado aguas arriba del filtro de tela 20.

55 El filtro de tela 20' de este ejemplo soporta un catalizador (por ejemplo, iridio) para provocar una reacción entre el óxido de nitrógeno contenido en el gas de combustión y monóxido de carbono como un reactivo. El filtro de tela 20 soporta también un catalizador (por ejemplo, platino, paladio, iridio o) para provocar una reacción entre el óxido de nitrógeno contenido en el gas de combustión e hidrógeno como un reactivo.

60 El óxido de nitrógeno contenido en el gas de combustión que ha fluido en el filtro de tela 20' reacciona con el reactivo por la acción del catalizador soportado por el filtro de tela 20' y, por lo tanto, se elimina del gas de combustión. En el sistema de caldera 200 de este ejemplo, una temperatura del gas de combustión expulsado del filtro de tela 20' es de 210 °C o superior y de 350 °C o inferior y relativamente alta.

65 La eficiencia de desnitración en el filtro de tela 20' es relativamente alta en una región con una temperatura del gas de combustión de 180 °C o superior y de 350 °C o inferior. La eficiencia de desnitración es particularmente elevada a 210 °C o superior y a 270 °C o inferior, y particularmente elevada a aproximadamente 230 °C. El óxido de nitrógeno en el gas de combustión a 180 °C o superior y a 350 °C o inferior es desnitrado con alta eficiencia de desnitración por el filtro de tela 20'.

Como un intervalo de la temperatura del gas de combustión suministrado al filtro de tela 20' (la temperatura de tratamiento), por ejemplo, un intervalo de más de 200 °C y de 350 °C o inferior se puede utilizar. Como se deriva de la Figura 3, también en este intervalo, la eficiencia de desnitración es del 10 % o superior en cualquiera de las condiciones de desnitración 1 a 3.

5 El filtro de tela 20' tiene una función de desulfuración en seco, y por lo tanto causa poca reducción en la temperatura del gas de combustión en comparación con una húmeda. La sección de eliminación elimina óxido de azufre y nitrógeno, y por lo tanto la temperatura del gas de combustión se mantiene a 180 °C o superior y a 350 °C o inferior. Por lo tanto, no hay necesidad de proporcionar un dispositivo de calentamiento para calentar el gas de  
10 combustión a una temperatura a la que se obtiene una reacción de desnitración. Por lo tanto, el filtro de tela 20' puede eliminar el óxido de nitrógeno sin reducir la eficiencia térmica.

15 En el sistema de caldera 200 de este ejemplo, el filtro de tela 20' tiene tanto una función de desulfuración de la eliminación de óxido de azufre y una función de desnitración de la eliminación de óxido de nitrógeno. Esto puede reducir un tamaño de los equipos en comparación con un caso en el que se proporcionan por separado una sección de desulfuración que tiene una función de desulfuración y una sección de desnitración que tiene una función de desnitración.

20 El sistema de caldera 200 de este ejemplo se utiliza un gas que contiene principalmente monóxido de carbono (CO) e hidrógeno (H<sub>2</sub>) como reactivos mezclados en el gas de combustión en el lado aguas arriba del filtro de tela 20'. El monóxido de carbono (CO) e hidrógeno (H<sub>2</sub>) difícilmente adsorben el polvo de humo (polvo) eliminado por el filtro de tela 20'. Esto puede evitar el problema de que un reactivo sin reaccionar adsorba polvo de humo y se desperdicie como el amoníaco. También, el problema de que el sulfato de amonio ácido generado mediante el uso de amoníaco como reactivo produzca partículas condensables (por ejemplo, la materia particulada referida como PM2.5) se evita.

25 De esta manera, el sistema de caldera 200 de este ejemplo es capaz de evita el problema causado por el paso del gas de combustión que contiene óxidos de azufre, y de eliminar el óxido de azufre y el óxido de nitrógeno en el gas de combustión sin reducir la eficiencia térmica.

30 (Tercera realización)

A continuación, se describirá un sistema de caldera de acuerdo con otro ejemplo. Este ejemplo es una modificación de la primera realización o primer ejemplo, y es igual que aquél excepto como particularmente se describen a continuación, y por lo tanto se omitirán las descripciones.

35 El sistema de caldera de este ejemplo es tal que una sección de tratamiento de oxidación (no mostrado) se añade al sistema de caldera 100 de la primera realización o el sistema de caldera 200 del primer ejemplo. La sección de tratamiento de oxidación se proporciona en una trayectoria de flujo de un gas de combustión entre una caldera 10 y un pre-calentador de aire 60.

40 La sección de tratamiento de oxidación es un dispositivo para la oxidación de dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) como el óxido de azufre contenido en el gas de combustión expulsado de la caldera 10 en trióxido de azufre (SO<sub>3</sub>). La sección de tratamiento de oxidación utiliza pentóxido de vanadio (V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) como catalizador, y provoca una reacción entre el oxígeno en aire y dióxido de azufre para generar trióxido de azufre.

45 En comparación con el dióxido de azufre, el trióxido de azufre reacciona fácilmente con cal hidratada (hidróxido de calcio) o carbonato de calcio como el absorbente suministrado por una sección de suministro de absorbente de desulfuración 40.

50 Por tanto, en este ejemplo, se proporciona la sección de tratamiento de oxidación en un lado aguas arriba de una posición a la que el absorbente se suministra por la sección de suministro absorbente de desulfuración 40 con el fin de aumentar la eficiencia de desulfuración del gas de combustión.

55 Como tal, el sistema de caldera de este ejemplo incluye la sección de tratamiento de oxidación que oxida el dióxido de azufre contenido en el gas de combustión expulsado de la caldera 10 y se suministra al pre-calentador de aire 60 en trióxido de azufre.

60 De esta manera, el dióxido de azufre se puede oxidar en trióxido de azufre y mezclarse después con un absorbente de desulfuración, reduciendo de esta manera una cantidad del absorbente de desulfuración consumida por desulfuración.

(Otro ejemplo)

65 En este ejemplo, el mezclador de humidificación 42 humedece el absorbente con el fin de aumentar la eficiencia de desulfuración del gas de combustión a temperatura relativamente alta de 180 °C o superior y 350 °C o inferior, pero un aspecto diferente puede adoptarse.

5 Por ejemplo, un absorbente que tiene una gran área superficial específica (área superficial por unidad de masa) se puede utilizar sin utilizar el mezclador de humidificación 42. Esto se debe a que una superficie específica más grande aumenta la reactividad del absorbente (eficiencia de desulfuración). Por ejemplo, un absorbente que tiene una superficie específica dos veces o más que la de la cal hidratada de grado especial definida por la norma JIS R9001:2006 se utiliza deseablemente. Un absorbente que tiene una superficie específica tres veces o más que la de la cal hidratada de grado especial se utiliza más deseablemente.

10 También, por ejemplo, además de la mezcladora de humidificación 42 que humidifica un absorbente, un absorbente que tiene una gran área superficial específica se puede utilizar.

15 En este ejemplo, el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) recuperado por un dispositivo de recuperación de dióxido de carbono (no mostrado) se puede suministrar al reformador 50. El dispositivo de recuperación de dióxido de carbono es un dispositivo que absorbe el dióxido de carbono contenido en el gas de combustión expulsado por el sistema de caldera 100, 200 con un líquido absorbente, y separa después el dióxido de carbono absorbido. De esta manera, el dióxido de carbono puede suministrarse al reformador 50 sin necesidad de utilizar una fuente de alimentación independiente de dióxido de carbono.

20 En este ejemplo, una tela de fibra de vidrio tejida se utiliza como un filtro para el filtro de tela 20, 20', pero un aspecto diferente se puede adoptar. Por ejemplo, un filtro de cerámica resistente al calor se puede utilizar como el filtro.

**Lista de signos de referencia**

	10	caldera
25	20, 20'	filtro de tela (sección de eliminación)
	30	sección de desnitración
	40	sección de suministro de absorbente de desulfuración
	41	sección de suministro de absorbente alcalino
	42	mezclador de humidificación (sección de humidificación)
30	50	reformador (sección de suministro del reactivo de desnitración)
	60	pre-calentador de aire (primer pre-calentador de aire)
	70	pre-calentador de aire (segundo pre-calentador de aire)
	80	ventilador de tiro forzado
	90	pila
35	100, 200	sistema de caldera

## REIVINDICACIONES

1. Un sistema de caldera (100) que comprende:

5 una caldera (10) que está adaptada para quemar un combustible que contiene un contenido de azufre a una concentración porcentual en peso inferior al 8,0 %, un contenido de cloro a una concentración porcentual en peso inferior al 0,1 %, y un contenido de agua a una concentración porcentual en peso inferior al 20,0 % para generar un gas de combustión;  
 10 una sección de extracción (20) que está adaptada para la eliminación del óxido de azufre contenido en el gas de combustión y está adaptada para eliminar el polvo de humo contenido en el gas de combustión, conteniendo el óxido de azufre dióxido de azufre;  
 una sección de desnitración (30) que está adaptada para la eliminación de óxido de nitrógeno contenido en el gas de combustión del que el óxido de azufre se ha eliminado en la sección de eliminación (20);  
 15 una sección de suministro del absorbente de desulfuración (40) que está adaptada para mezclar un absorbente de desulfuración, para eliminar el óxido de azufre contenido en el gas de combustión, en el gas de combustión en un lado aguas arriba de la sección de eliminación (20); y  
 una sección de suministro del reactivo de desnitración (50) que está adaptada para mezclar un reactivo de desnitración, para la eliminación del óxido de nitrógeno contenido en el gas de combustión, en el gas de combustión en un lado aguas arriba de la sección de desnitración (30),  
 20 **caracterizado por que** la sección de eliminación (20) está adaptada para realizar la desulfuración en seco, y una temperatura del gas de combustión que fluye en la sección de eliminación (20) es de más de 200 °C y de 350 °C o inferior, y  
 el gas de combustión del que el óxido de azufre que contiene el dióxido de azufre se ha eliminado en la sección de eliminación (20) se hace fluir a la sección de desnitración (30) sin calentarse en el lado aguas arriba de la  
 25 sección de desnitración (30).

2. El sistema de caldera (100) de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además un pre-calentador de aire (60) que está adaptado para intercambiar calor entre el gas de combustión expulsado de la caldera (10) y el aire, que está adaptado para suministrar el aire calentado a la caldera (10) como aire secundario y que está adaptado para suministrar el gas de combustión, con una temperatura reducida mediante intercambio de calor con el aire, a la  
 30 sección de eliminación (20).

3. El sistema de caldera (100) de acuerdo con la reivindicación 2, en el que la caldera (10) está adaptada para ajustar la temperatura del gas de combustión de modo que la temperatura del gas de combustión expulsado fuera es de 360 °C o superior y de 400 °C o inferior, y  
 35 el pre-calentador de aire (60) está adaptado para ajustar la temperatura del aire a fin de reducir la temperatura del gas de combustión que fluye desde la caldera (10) a más de 200 °C y a 350 °C o inferior.

4. El sistema de caldera (100) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el reactivo de desnitración es un gas que contiene principalmente al menos uno de monóxido de carbono, hidrógeno e hidrocarburos.

5. El sistema de caldera (100) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, que comprende además una sección de humidificación (42) que está adaptada para humidificar el aire que contiene el absorbente de desulfuración suministrado por la sección de suministro del absorbente de desulfuración (40) y está adaptado para suministrar el aire hacia el lado de aguas arriba de la sección de eliminación (20).  
 45

6. El sistema de caldera (100) de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, en el que la temperatura del gas de combustión que fluye en la sección de eliminación (20) es de 210 °C o superior y de 270 °C o inferior.  
 50

7. El sistema de caldera (100) de acuerdo con la reivindicación 2, que comprende además una sección de tratamiento de oxidación que está adaptada para la oxidación del dióxido de azufre contenido en el gas de combustión expulsado de la caldera (10) y suministrado al pre-calentador de aire (60) como trióxido de azufre.

55 8. Una planta de energía que comprende:

un sistema de caldera (100) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7;  
 una turbina de vapor que está adaptada para ser accionada por el vapor generado por el sistema de caldera (100); y  
 60 un generador que está adaptado para utilizar la potencia de la turbina de vapor para generar electricidad.

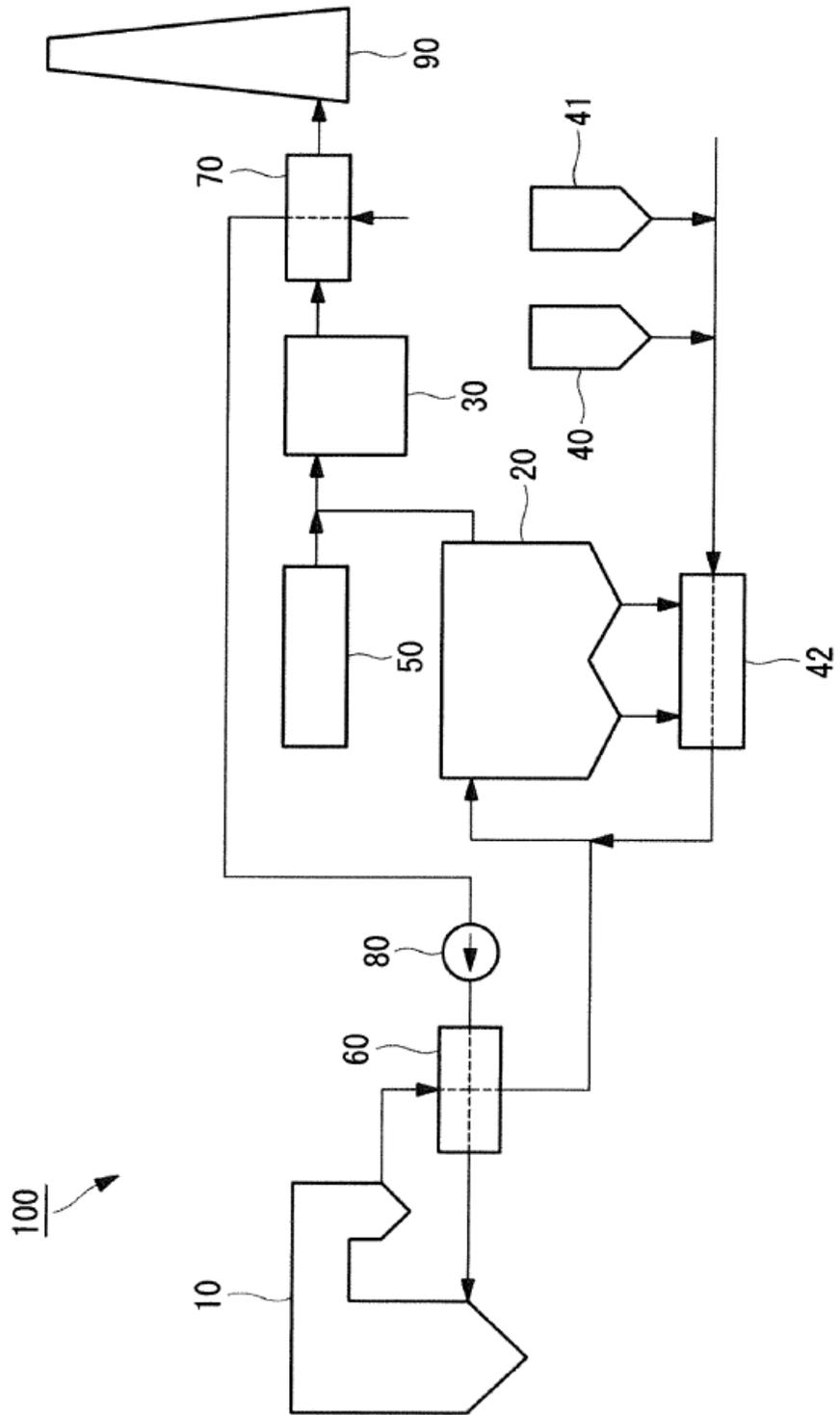


FIG. 1

FIG. 2

COMBUSTIBLE	POLVO DE HUMO [%p]	AZUFRE [%p]	CLORO [%p]	AGUA [%p]
CARBÓN A	13, 6	0, 4	MÍNIMO	8, 3
CARBÓN B	13, 1	0, 6	MÍNIMO	9, 0
CARBÓN C	12, 6	0, 9	MÍNIMO	9, 1
CARBÓN D	11, 0	0, 3	MÍNIMO	10, 3
CARBÓN E	6, 3	0, 5	MÍNIMO	7, 5
BIOMASA	3, 4	0, 1	MÍNIMO	9, 6
ACEITE PESADO	0, 9~5, 8	4, 5~7, 6	MÍNIMO	MÍNIMO
RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES	6, 0~7, 0	0, 0~0, 2	0, 1~0, 2	43, 0~58, 0

FIG. 3

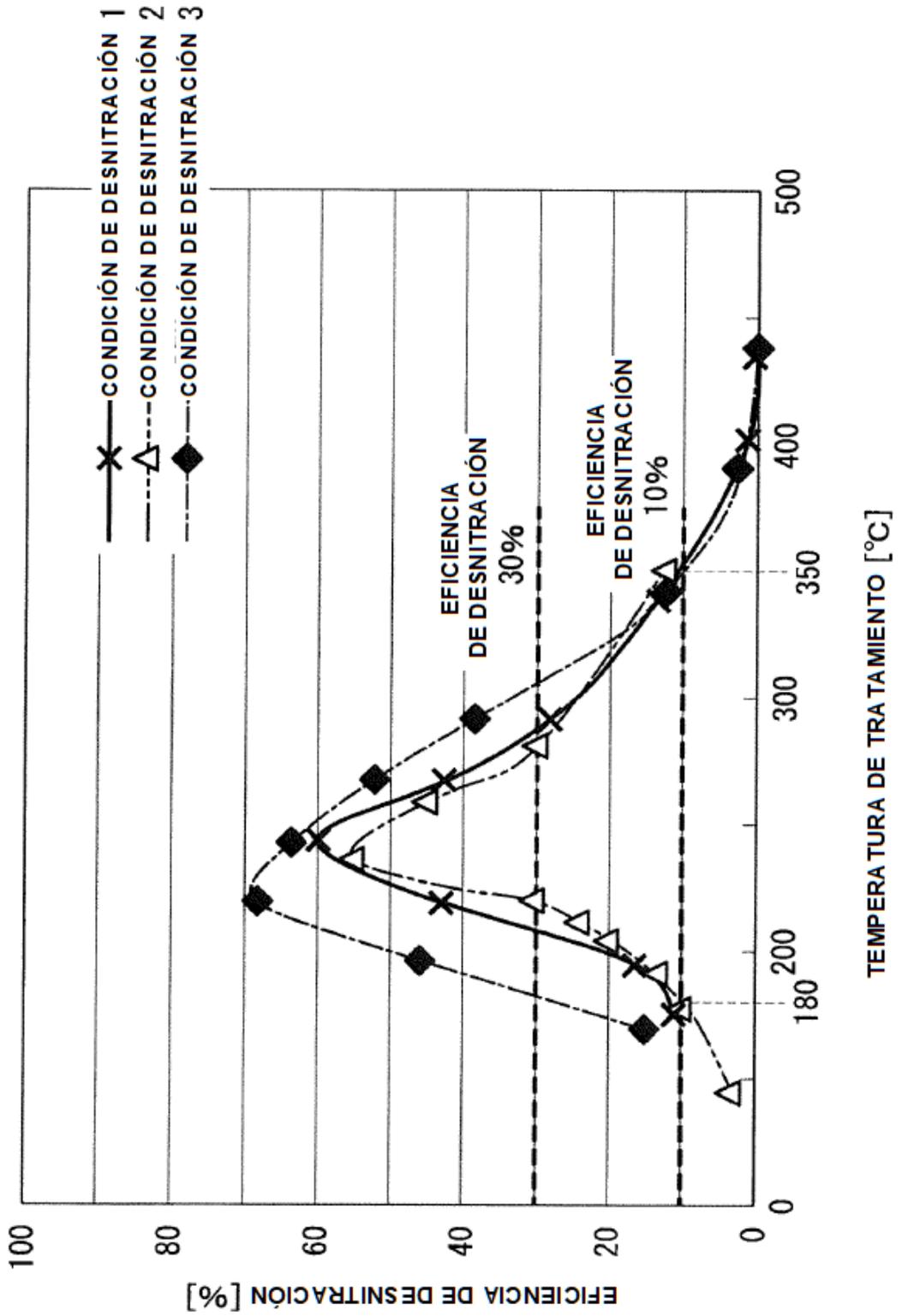


FIG. 4

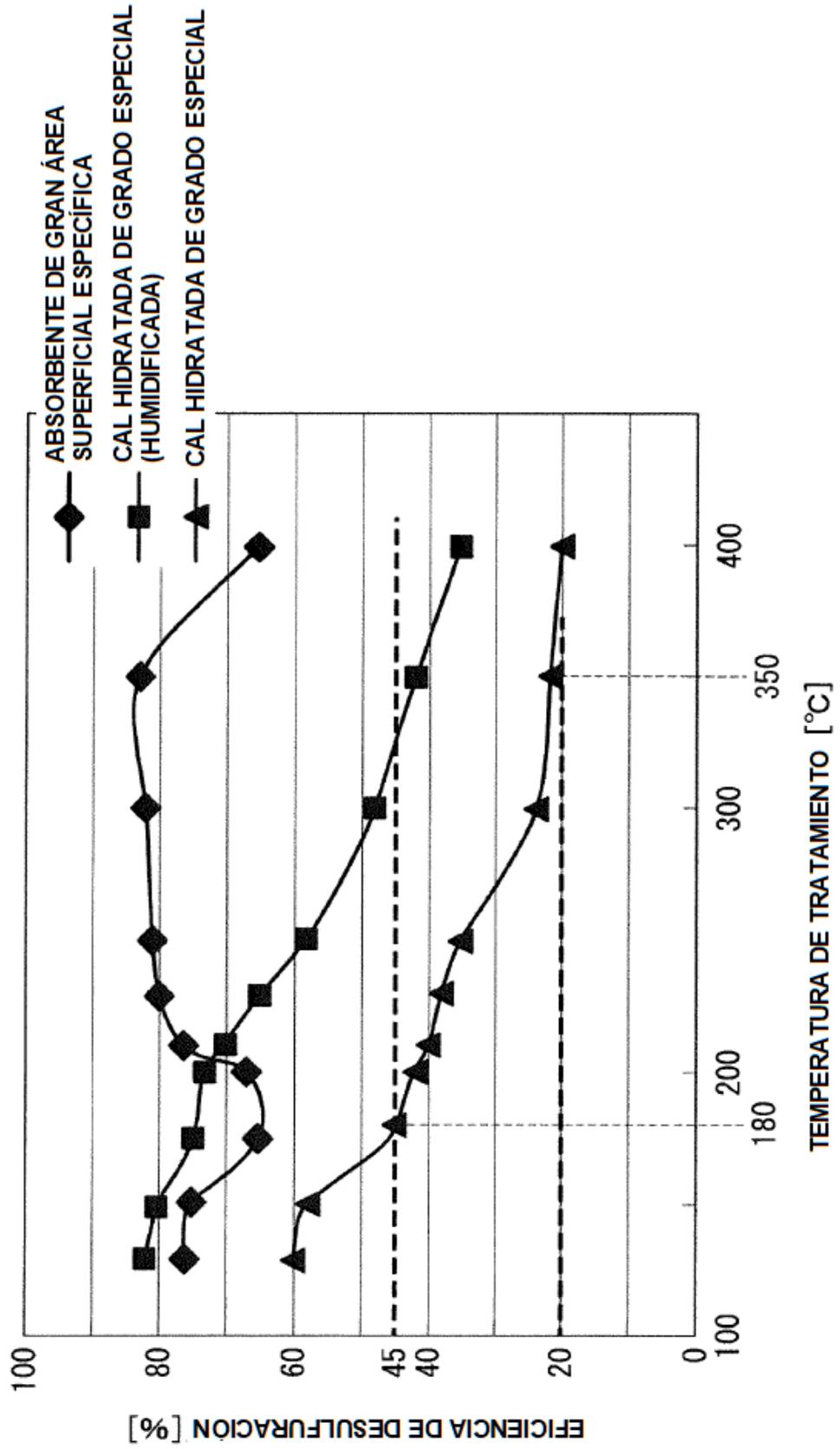


FIG. 5

