



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 360 558**

51 Int. Cl.:  
**B01D 53/50** (2006.01)  
**B01D 53/18** (2006.01)  
**B01D 53/77** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **06810295 .3**  
96 Fecha de presentación : **20.09.2006**  
97 Número de publicación de la solicitud: **1958682**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **20.08.2008**

54 Título: **Aparato para la desulfuración por vía húmeda de los gases de combustión, y método de desulfuración por vía húmeda de los gases de combustión.**

30 Prioridad: **07.12.2005 JP 2005-353164**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**07.06.2011**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**07.06.2011**

73 Titular/es: **BABCOCK-HITACHI K.K.**  
**14-1, Sotokanda 4-chome**  
**Chiyoda-ku Tokyo 101-0021, JP**

72 Inventor/es: **Oda, Naoki;**  
**Nakamoto, Takanori y**  
**Nosaka, Hiroyuki**

74 Agente: **Isern Jara, Jorge**

ES 2 360 558 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCION

Aparato para la desulfuración por vía húmeda de los gases de combustión, y método de desulfuración por vía húmeda de los gases de combustión

5 Campo técnico

10 La presente invención se refiere a un sistema de desulfuración de los gases de combustión, y a una sección del depósito de recirculación que tiene un paso de neutralización/oxidación de un óxido de azufre (en adelante, designado algunas veces como SO<sub>2</sub>), que es absorbido en la sección de absorción del depósito de recirculación del sistema, y en particular se refiere a un método para alimentar el aire de oxidación para la oxidación del SO<sub>2</sub> absorbido.

15 Antecedentes

En los últimos años, el medio ambiente natural que rodea la tierra ha sido significativamente deteriorado. Sobre todo, en instalaciones de centrales térmicas y similares localizadas alrededor del mundo, el SO<sub>2</sub> y el hollín y el polvo de los gases de combustión generados como resultado de la combustión de combustibles fósiles son una de las causas principales de los problemas del medio ambiente, como por ejemplo la contaminación del aire, y se ha convertido en el motivo principal para instalar un sistema por vía húmeda de la desulfuración de los gases de combustión para el tratamiento de los gases de combustión.

20 En particular, se han exigido recientemente reducciones en la concentración de los valores de emisión de SO<sub>2</sub> y de hollín y de polvo en los gases de combustión, mientras que en cambio la concentración de SO<sub>2</sub> de entrada ha aumentado debido a la diversificación de los combustibles de calderas y similares, y de esta forma ha surgido la necesidad urgente de desarrollar un sistema de alto rendimiento de desulfuración de los gases de combustión.

25 Un ejemplo de un sistema de desulfuración de los gases de combustión, de un tipo convencional, se muestra en la figura 4 y en la figura 5. El sistema de desulfuración de los gases de combustión está constituido principalmente por un depósito de absorción 1, un portal de entrada de gases 2, un portal de salida de gases 3, una sección de absorción con un aerosol líquido 4, unas tobera pulverizadoras 5, una bomba de recirculación 6, la sección del depósito de recirculación 7, un agitador de oxidación 8, una tubería posterior de entrada de aire 10, una hélice 11, una tubería para sangrar la lechada de yeso. 20, un sistema de deshidratación del yeso 21, y una sección eliminadora de vapor 30.

30 Se introducen los gases de combustión G desde una caldera a través de un portal de entrada de gases 2, y se establece un contacto gas-líquido con un líquido absorbente pulverizado desde la tobera de pulverización 5 de la sección de pulverización del líquido absorbente 4, con lo cual se transforma en un gas limpio, y se expulsa a través del portal de salida de gases 3 después de que el vapor que lo acompaña se elimine del mismo mediante la sección eliminadora de vapor 30.

35 Por otra parte, el líquido absorbente puesto en un contacto gas-líquido, cae por el depósito absorbedor 1 y se almacena en la sección del depósito de recirculación 7. En la sección del depósito de recirculación 7, el aire 9 que debe alimentarse, se atomiza formando una gran cantidad de finas burbujas mediante la hélice 11 que gira conjuntamente con el agitador de oxidación 8, y el oxígeno del aire se disuelve en el líquido absorbente. En la sección del depósito de recirculación 7, se forma sulfito de calcio mediante una reacción de neutralización entre el SO<sub>2</sub> absorbido y el carbonato de calcio con el que se alimenta la sección del depósito de recirculación 7 mediante un sistema de alimentación de carbonato de calcio que no se muestra en la figura, y el sulfito de calcio se oxida por el oxígeno disuelto en el líquido absorbente para producir el yeso. El líquido absorbente de la sección del depósito de recirculación 7, en donde el yeso se encuentra en forma de lechada, es enviado de nuevo a la tobera de pulverización 5 mediante la bomba de recirculación 6, es parcialmente enviado al sistema de deshidratación del yeso 21 a través de la tubería de sangrado de la lechada de yeso 20, en donde es separado en yeso sólido y agua.

40 En la técnica convencional mencionada más arriba, el aire de oxidación 9 se alimenta desde la tubería de aire posterior 10 por un portal de alimentación, el cual está detrás de la hélice 11 del agitador 8, a la sección del depósito de recirculación 7 como se muestra en la figura 5. Esta es una modalidad de aumentar la velocidad de utilización del aire por atomización, mediante la fuerza de cizallamiento generada por la rotación de la hélice 11, el aire de oxidación 9 es alimentado a la sección del depósito de recirculación 7 formando una gran cantidad de finas burbujas de tal modo que se aumenta el área de contacto gas-líquido con el líquido absorbente (Japanese Published Unexamined Patent Application (solicitud de patente japonesa publicada no examinada) nº 2001-120946).

45 Por otra parte existe un método para la alimentación del aire a la parte anterior de la hélice 11 (Japanese Published Unexamined Patent Application (solicitud de patente japonesa publicada no examinada) nº H08-949), (Japanese Published Unexamined Patent Application (solicitud de patente japonesa publicada no examinada) nº 2000-317259). En este método se emplea una modalidad que consiste en que el aire acompañe un flujo de descarga de líquido absorbente resultante de la rotación de la hélice 11, en forma de burbujas de aire uniformemente dispersas en la sección del depósito de recirculación, a la vez que se atomiza el mismo en finas burbujas.

La patente US 4239515 (A) describe un aparato para el contacto gas-líquido y la separación de sólidos en el mismo mediante precipitación, el cual comprende esencialmente una sección de separación por borboteo, una sección de contacto sólido-gas-líquido, y una sección de sedimentación de sólidos formada por un único recipiente de sedimentación de sólidos, en el cual el gas se inyecta dentro del recipiente a través de un dispersor de gas el cual tiene una salida de gas abierta debajo de la superficie líquida en dicha sección de contacto sólido-gas-líquido y provoca que tenga lugar un contacto con la fase de una suspensión que circula forzada desde dicha sección de sedimentación dispuesta debajo de dicha sección de contacto sólido-gas-líquido, con lo cual se impide que los sólidos precipitados se depositen en la superficie interna del recipiente y otros miembros presentes.

La patente US 542 9808 (A) describe un aparato para la desulfuración de los gases de escape del proceso en húmedo, que comprende una sección de pulverización para la pulverización de la lechada absorbente, una pluralidad de agitadores para agitar siendo cada agitador un agitador del tipo de flujo axial, con una hélice y un sistema circular de circulación de la lechada absorbente desde un depósito de lechada a la sección de pulverización. El aparato incluye además una pluralidad de toberas para la alimentación del gas oxidante dentro de la lechada absorbente desde la parte posterior de cada hélice hacia la periferia de la misma uniformemente con respecto a una dirección circular.

Descripción de la invención

Problemas a solucionar por la invención

De las técnicas convencionales más arriba mencionadas, el modo de alimentación de aire de oxidación 9 desde la tubería posterior de aire 10 por un portal de alimentación en la parte trasera de la hélice 11 del agitador 8, a la sección del depósito de recirculación 7, mostrado en la figura 5, puede no ser suficiente frente a un caso en el que se trata de un gas de combustión con una alta concentración de SO<sub>2</sub>, debido a la diversificación de combustibles de caldera y similares en los últimos años. Más específicamente, cuando se trata un gas de combustión con una alta concentración en SO<sub>2</sub>, la cantidad de sulfito de calcio (Ca(HSO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>) en el líquido absorbente, aumenta, y con ello la cantidad de aire de oxidación que hay que alimentar aumenta también. Sin embargo, existe un límite en la cantidad de aire de oxidación que puede alimentarse por un agitador, y la cantidad del flujo de descarga resultante de una rotación de la hélice 11, se reduce cuando el aire se alimenta en una cantidad mayor que el valor límite, lo cual da como resultado que la hélice 11 gira inútilmente en el aire 9, de manera que las burbujas de aire 12 no se atomizan en finas burbujas, el área de contacto gas-líquido con el líquido absorbente, se reduce, y la eficiencia de la oxidación disminuye.

Por otra parte, de las técnicas convencionales mencionadas más arriba, el modo de alimentación de aire dentro del líquido absorbente en la parte anterior de la hélice del agitador 11, permite que la dispersión de las burbujas de aire de oxidación se haga uniformemente en la sección del depósito de recirculación 7, mientras que atomizando las mismas en finas burbujas, sin embargo, dado que el aire por sí mismo es alimentado a la parte anterior de la hélice 11, no contacta con la hélice de rotación 11, el tamaño de las burbujas finas de aire es mayor que mediante el método de alimentar el aire de alimentación a la parte trasera de la hélice 11, y así, el área de contacto con el líquido absorbente se reduce, de manera que la eficiencia de la oxidación disminuye. Sin embargo, puesto que el propio aire que hay que alimentar a la parte anterior de la hélice 11 se alimenta directamente acompañando un flujo de descarga generado mediante una rotación de la hélice 11, existe por lo tanto una ventaja, puesto que la distancia entre las burbujas de aire de la dispersión en la sección del depósito de recirculación 7, aumenta, el tiempo de retención aumenta, y de esta forma, las burbujas de aire se dispersan uniformemente con facilidad.

Como se ha descrito más arriba, debido a la diversificación de los combustibles de caldera y similares en los últimos años, la cantidad de SO<sub>2</sub> que debería eliminarse ha tenido tendencia a aumentar en el gas de combustión, y con ello la cantidad de aire de oxidación ha aumentado también. Puesto que existe un límite para la cantidad de aire de oxidación que puede ser alimentado por un agitador 8, la cantidad del flujo de descarga resultante de una rotación de la hélice 11, se reduce cuando se alimenta el aire en una cantidad mayor que el límite, lo cual da como resultado un estado de la hélice 11 que gira inútilmente en el aire de alimentación 9, de manera que las burbujas de aire 12 no se atomizan en en burbujas finas, el área de contacto gas-líquido entre las burbujas de aire de oxidación 12 y el líquido absorbente se reduce, y la eficiencia de la oxidación del SO<sub>2</sub> disminuye.

Por otra parte, el agitador 8 realiza simultáneamente con la atomización del aire de oxidación 9, una agitación para prevenir la sedimentación de sólidos en la lechada del líquido absorbente en la sección del depósito de recirculación 7, y si la cantidad de un flujo de descarga desde la hélice 11 se reduce mediante un aumento de la cantidad de aire de oxidación, los sólidos de la lechada del líquido absorbente, se sedimentan también en el fondo de la sección del depósito de recirculación 7, lo cual ocasiona inconvenientes en el funcionamiento de la instalación, como por ejemplo, la obstrucción de las tuberías.

En consecuencia, convencionalmente, cuando se aumenta la cantidad del aire de oxidación que hay que alimentar a la sección del depósito de recirculación 7, hay que aumentar también el número de agitadores 8 instalados, lo cual ocasiona también un aumento en el coste del equipo y un aumento en el coste del mantenimiento de un usuario. Por otra parte, existen medios para hacer frente a un aumento de la cantidad de aire de oxidación, con el mismo número

de agitadores 8 instalados, como por ejemplo aumentando el diámetro de las hojas de la hélice 11 ó aumentando el número de rotaciones de la hélice 11, sin embargo, en ambos casos el consumo de energía, es decir el coste del funcionamiento viene aumentado por el aumento de energía del agitador 8.

- 5 Es por lo tanto un objeto de la presente invención el proporcionar un sistema de desulfurización de los gases de combustión por vía húmeda, y un método con el cual incluso cuando aumenta la cantidad de aire de oxidación que hay que alimentar a la sección del depósito de recirculación, puede efectuarse una oxidación altamente eficiente sin aumentar el número de agitadores instalados ni el coste de la operación.

#### 10 Medios para solucionar los problemas

El objetivo mencionado más arriba puede alcanzarse mediante los medios siguientes de solución.

15 Un primer aspecto de la invención proporciona un sistema de desulfurización de los gases de combustión por vía húmeda, el cual comprende: un depósito absorbente que incluye un portal de entrada de los gases de combustión a través del cual se introduce el gas de combustión que contiene el óxido de azufre y hollín y polvo emitidos por un sistema de combustión como por ejemplo una caldera y una sección de pulverización del líquido absorbente en una sección más alta que el portal de entrada de gases de combustión; y una sección del depósito de recirculación, el cual almacena el líquido absorbente que ha absorbido el óxido de azufre de un gas de combustión y que incluye un  
20 agitador que lleva una hélice para agitar el líquido absorbente; unos medios de alimentación de aire, los cuales inyectan el aire de oxidación en las proximidades de donde se encuentra la hélice, y unos medios de circulación del líquido absorbente, los cuales extraen el líquido absorbente del depósito de recirculación después de una reacción de oxidación mediante aire y una reacción de neutralización mediante álcali, y alimentan en forma circulante el líquido absorbente a la sección de pulverización del líquido absorbente del depósito de absorción, los cuales medios  
25 de alimentación del aire son unos medios para la alimentación del aire de oxidación al líquido absorbente en la sección del depósito de recirculación en la parte posterior y anterior de una descarga mediante la hélice del agitador, en donde en dichos medios de alimentación de aire se ajusta un ratio de la cantidad de aire que hay que alimentar a la parte posterior, y un ratio de la cantidad que hay que alimentar a la parte anterior de la descarga de líquido mediante la hélice del agitador.

30 Aquí, para la parte posterior y anterior de la descarga de líquido mediante la hélice, la parte anterior de la descarga de líquido mediante la hélice, indica una dirección en la cual el líquido absorbente de la sección del depósito de recirculación, se descarga mediante la hélice para lo cual la dirección de la descarga de líquido mediante la hélice ha sido previamente determinada y la parte posterior de la descarga de líquido mediante la hélice indica una dirección  
35 opuesta a la dirección en la cual se descarga el líquido absorbente.

Un segundo aspecto de la invención proporciona el sistema de desulfurización de los gases de combustión por vía húmeda, de acuerdo con el primer aspecto, en donde el portal de inyección de aire de los medios de alimentación de  
40 aire que hay que instalar en la parte anterior de la descarga de líquido mediante la hélice del agitador se dispone en una posición más baja que la línea que se extiende por el eje central horizontal de la hélice.

Un tercer aspecto de la invención proporciona un método para la desulfurización de los gases de combustión por vía húmeda, en el cual un ratio de la cantidad de aire que hay que suministrar, mediante el empleo de un sistema de  
45 desulfurización de los gases de combustión por vía húmeda, de acuerdo con el primer y el segundo aspecto, en la parte posterior y anterior de una descarga de líquido mediante la hélice del agitador, a partir de los medios de alimentación de aire que alimentan el aire de oxidación al líquido absorbente en la sección del depósito de recirculación en la parte posterior y anterior de una descarga de líquido mediante la hélice del agitador, está más alta en la parte anterior de la descarga de líquido que en la parte posterior de la descarga de líquido.

50 Un cuarto aspecto de la invención proporciona el método para la desulfurización de los gases de combustión por vía húmeda de acuerdo con el tercer aspecto, en donde, dada una cantidad requerida de aire, el ratio de la cantidad de aire que hay que alimentar a la parte posterior y la cantidad que hay que alimentar a la parte anterior de la descarga de líquido mediante la hélice del agitador, es un 10% en la parte posterior de la descarga de líquido y el 90% en la  
55 parte anterior de la descarga de líquido.

Un quinto aspecto de la invención proporciona el método para la desulfurización de los gases de combustión por vía húmeda, de acuerdo con el tercer aspecto, en el cual cuando se modifica la cantidad de aire de oxidación que hay que alimentar a los medios de alimentación de aire, en una cantidad requerida de aire, la cantidad de aire que hay que alimentar a la parte posterior de la descarga de líquido mediante la hélice del agitador se mantiene constante, y  
60 la cantidad de aire que hay que alimentar a la parte anterior de la descarga de líquido mediante la hélice del agitador, se cambia.

65 En la presente invención, mediante la alimentación del aire de oxidación a la parte anterior de la descarga de líquido (a partir de ahora denominada simplemente como "anterior") y la parte posterior de una descarga de líquido (a partir de ahora denominada simplemente como "posterior") mediante la hélice del agitador, las burbujas de aire se atomizan en pequeñas burbujas mediante la fuerza de cizallamiento generada por la rotación de la hélice durante la

alimentación de aire desde la parte posterior de la hélice, y el aire alimentado desde la parte anterior de la hélice se hace que acompañe directamente el flujo de descarga generado por la rotación de la hélice para aumentar la distancia de dispersión de las burbujas de aire, de manera que el tiempo de retención, aumente. Al hacer de esta forma un empleo completo de ambas características del aire de oxidación alimentado en la parte anterior y en la parte posterior de la hélice del agitador, incluso cuando la cantidad de aire de oxidación es aumentada, la eficacia de la oxidación puede mejorarse sin aumentar el número de agitadores instalados.

Por otra parte, en la solicitud de patente japonesa, sin examinar, nº H05-317642 y la solicitud de patente japonesa, sin examinar, nº S59-13624, de las técnicas convencionales, se describe una modalidad de alimentación del aire de oxidación al líquido absorbente en la sección del depósito de recirculación, a través de la parte anterior y la parte posterior en la dirección de la descarga de líquido de la hélice del agitador, desde arriba y desde abajo de la misma.

En estas técnicas convencionales, la mayor parte del aire de oxidación no recibe el efecto de la fuerza de cizallamiento mediante el agitador y por lo tanto no se atomiza en finas burbujas en comparación con la presente invención, de manera que la eficacia de la oxidación se deteriora, y es necesario aumentar la energía del inyector de aire para conseguir un aumento de la cantidad de aire y aumentar el número de agitadores de oxidación instalados.

De acuerdo con el primer aspecto de la invención, dado que las burbujas de aire pueden ser atomizadas en finas burbujas y las burbujas de aire pueden ser uniformemente dispersadas en la sección del depósito de recirculación incluso cuando la cantidad de aire de oxidación se haya aumentado, es posible mejorar la eficacia de la oxidación sin aumentar el número de agitadores instalados, mediante el ajuste del ratio de la cantidad de aire que hay que alimentar a la parte posterior y la que hay que alimentar a la parte anterior de la hélice, lo cual permite hacer frente a un cambio en la carga de la caldera.

De acuerdo con el segundo aspecto de la invención, además del efecto de acuerdo con el primer aspecto de la invención, debido a la característica de que el líquido es descargado mediante una rotación de la hélice, el lado más bajo de la hélice es más rápido en la velocidad de descarga del flujo, y forma más fácilmente un flujo hasta casi el centro de la sección del depósito de recirculación, y de esta forma las burbujas de aire se dispersan fácilmente en el líquido absorbente de la sección del depósito de recirculación y el tiempo de retención aumenta, y por lo tanto, la eficacia de la oxidación del SO<sub>2</sub> en el líquido absorbente, aumenta.

De acuerdo con el tercer aspecto de la invención, tanto el efecto del aire de atomización en finas burbujas que es alimentado desde la parte anterior de la hélice, como el aumento en el tiempo de retención, mejoran la eficacia de la oxidación del SO<sub>2</sub> en el líquido absorbente.

De acuerdo con el cuarto aspecto de la invención, además del efecto de acuerdo con el tercer aspecto de la invención, dado que la cantidad de aire que hay que alimentar desde la parte posterior de la hélice es pequeña, la disminución de la fuerza de descarga de líquido mediante la hélice es pequeña, y de esta manera la distancia de dispersión de las burbujas de aire generadas para acompañar el líquido y el tiempo de retención en la sección del depósito de recirculación se reduce poco, y por lo tanto la eficiencia de la oxidación del SO<sub>2</sub> en el líquido absorbente, aumenta.

De acuerdo con el quinto aspecto de la invención, además del efecto de acuerdo con el tercer aspecto de la invención, el aire que hay que alimentar desde la parte posterior de la hélice del agitador es atomizado en finas burbujas mediante la fuerza de cizallamiento que resulta de la rotación de la hélice, y dado que este aire es constante, se produce el efecto de una distancia constante en la dispersión de las burbujas de aire y también se mantiene constante el tiempo de retención en la sección del depósito de recirculación para el aire que hay que alimentar a la parte anterior de la hélice del agitador.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es una vista lateral en sección de un sistema de desulfurización de los gases de combustión de un ejemplo de la presente invención.

La figura 2 es una vista en sección aumentada de la sección del depósito de recirculación del sistema de desulfurización de los gases de combustión de la figura 1.

La figura 3 es un gráfico comparativo de la cantidad de aire requerida para la oxidación del sulfito de calcio entre los sistemas de desulfurización de la presente invención y de una técnica convencional.

La figura 4 es una vista lateral en sección, de un sistema de desulfurización de los gases de combustión de la técnica convencional.

La figura 5 es una vista lateral en sección aumentada de la sección del depósito de recirculación de una versión de la técnica convencional.

## Mejor modo de efectuar la invención

A partir de ahora, se describe un ejemplo de la presente invención mediante el empleo de los dibujos.

5 La figura 1 es una vista lateral en sección de un sistema de desulfurización de los gases de combustión en húmedo de acuerdo con un ejemplo concreto de la presente invención. La figura 2 es una vista en sección ampliada de una sección del depósito de recirculación del sistema de desulfurización de los gases de combustión en húmedo, de la figura 1. En la figura 1 y en la figura 2, el sistema de desulfurización de los gases de combustión está formado principalmente por un depósito de absorción 1, un portal de entrada del gas 2, un portal de salida del gas 3, una sección de pulverización del líquido absorbente 4, una tobera de pulverización 5, una bomba de recirculación 6, una sección del tanque de recirculación 7, un agitador de oxidación 8, una tubería posterior de aire 10, una hélice del agitador 11, una tubería anterior de aire 13, una tubería de sangrado de la lechada de yeso 20, un sistema de eliminación del agua del yeso 21 y una sección de eliminación de vapor 30.

15 Un gas de combustión G de una caldera, se introduce a través del portal de entrada de gases 2 y hace que el gas-líquido contacte con un líquido absorbente pulverizado desde la tobera de pulverización 5 de la sección de pulverización del líquido absorbente 4 para mediante el mismo convertirse en un gas limpio, y se expulsa a través del portal de salida de gases 3 después de que el vapor acompañante se elimine del mismo mediante la sección del eliminador de vapor 30. Por otra parte, el líquido absorbente puesto en contacto con el gas-líquido cae en el depósito de absorción 1 y se almacena en la sección del depósito de recirculación 7.

25 En la sección del depósito de recirculación 7, el aire 9 que es alimentado mediante la tubería de aire posterior 10 y la tubería de aire anterior 13, es atomizado en una gran cantidad de finas burbujas mediante la hélice 11 que gira conjuntamente con el agitador de oxidación 8 para convertirse en burbujas de aire 12, y el oxígeno de las burbujas de aire 12 se disuelve en el líquido absorbente. En la sección del depósito de recirculación 7, se produce sulfito de calcio mediante una reacción de neutralización entre el  $\text{SO}_2$  absorbido y el carbonato de calcio que es alimentado a la sección del depósito de recirculación 7 mediante un sistema de alimentación de carbonato de calcio, no mostrado, y el sulfito de calcio es oxidado mediante el oxígeno disuelto en el líquido absorbente para producir el yeso. El líquido absorbente en la sección del depósito de recirculación 7, en donde el yeso está presente en forma de una lechada, es enviado de nuevo a la tobera de pulverización 5 mediante la bomba de recirculación 6, y parcialmente al sistema de eliminación del agua del yeso 21, a través de la tubería de sangrado de la lechada de yeso 20, en donde es separada en yeso sólido y agua.

35 En dicha estructura, es suficiente que la tubería posterior de aire 10 pueda ser dispuesta en una posición que permita la alimentación del aire 9 dentro del margen de un diámetro de hoja de la hélice 11 del agitador, mientras que la salida de la tubería anterior de aire 13 está dispuesta de preferencia en una posición que permite la alimentación de aire 9 en una posición ligeramente más baja que una línea extendida horizontalmente, del eje central de rotación de la hélice 11 del agitador dentro del margen del diámetro de hoja de la hélice 11 del agitador. Esto es así porque, debido a la característica de que el líquido se descarga mediante una rotación de la hélice 11 del agitador 8, el lado más bajo de la hélice 11 es más rápido en la velocidad de descargar del flujo, y forma más fácilmente un flujo hasta casi el centro de la sección del depósito de recirculación 7, y de esta manera las burbujas de aire 12 se dispersan fácilmente en el líquido absorbente de la sección del depósito de recirculación 7 y el tiempo de retención, aumenta.

45 Por otra parte, con respecto a la cantidad de aire que hay que alimentar a la sección del depósito de recirculación 7 desde la tubería de aire posterior 10 y desde la tubería de aire anterior 13, como se ha descrito más arriba, se alimenta una cantidad de aire básicamente constante independientemente de un cambio en la carga de la caldera, mientras que cuando se produce un cambio en la cantidad de aire debido a un cambio en la carga de la caldera, al cambiar la cantidad de aire que hay que alimentar desde la tubería de aire anterior 13 de acuerdo con la carga de la caldera, se mantiene constante la cantidad de aire que hay que alimentar desde la tubería de aire posterior 10, el aire 9 que hay que alimentar desde la parte posterior de una descarga de líquido mediante la hélice 11 del agitador 8 se atomiza en finas burbujas mediante la fuerza de cizallamiento que resulta de una rotación de la hélice 11, y puesto que este aire 9 es constante, se produce el efecto de que puede ser mantenida también una distancia constante de dispersión de las burbujas de aire y un tiempo de retención constante en la sección del depósito de recirculación 7, para el aire 9 que hay que alimentar a la parte anterior de la descarga de líquido mediante la hélice 11 del agitador.

60 Es preferible también, controlar automáticamente la cantidad de aire mediante la instalación de un flujómetro 14 y una válvula de control de flujo 15 en la tubería posterior de aire 10 y además la instalación de un flujómetro 16 y una válvula de control de flujo 17 también en la tubería anterior de aire 13.

65 La figura 3 es un gráfico de comparación del valor del ORP (potencial de oxidación-reducción) del líquido absorbente, en términos de oxidación del sulfato de calcio en el sistema de desulfurización de los gases de combustión con las especificaciones mostradas en la tabla 1, y trata la misma cantidad de  $\text{SO}_2$  a eliminar y el control del flujo de aire en cada una de las tuberías de aire 10 y 13, cuando el aire de oxidación 9 es alimentado, desde la parte posterior de la descarga de líquido mediante la hélice 11 del agitador, y cuando el aire de oxidación es

alimentado desde la parte anterior de la descarga de líquido mediante la hélice 11 del agitador, en una técnica convencional, y cuando el aire de oxidación es alimentado desde la parte posterior de la descarga de líquido mediante la hélice 11 del agitador y cuando el aire de oxidación es alimentado desde la parte anterior de la descarga de líquido mediante la hélice 11 del agitador, en la presente invención. En dicho gráfico, el ORP indica el estado de oxidación del líquido absorbente, y cuanto más alto es el valor del ORP, más alta es la eficacia de la oxidación del sulfato de calcio.

[Tabla 1]

Cantidad de gases de combustión tratados	600.000 m <sup>3</sup> N/h
Concentración del SO <sub>2</sub> de entrada	760 ppm
Número de agitadores de oxidación	3
Posición de la alimentación del aire de oxidación	parte anterior y parte posterior de la hélice (instalación de tuberías de aire en la parte anterior y en la parte posterior)

En la figura 3, cuando el aire de oxidación 9 es alimentado desde la parte anterior de la hélice 11 en la sección del depósito de recirculación 7 ((2) en la figura), las burbujas de aire 12 se han formado para acompañar directamente la descarga de flujo resultante de la rotación de la hélice 11, de manera que la distancia de dispersión de las burbujas de aire ha aumentado y el tiempo de retención, ha aumentado, y de esta forma, en comparación a cuando el aire de oxidación 9 es alimentado a la sección del depósito de recirculación 7 desde la parte posterior de la hélice 11 ((1) en la figura) en la técnica convencional, el valor del ORP en el líquido absorbente, aumenta también. En el método para la alimentación del aire de oxidación 9 a la sección del depósito de recirculación 7 de la hélice 11, simultáneamente desde la parte posterior y la parte anterior de la hélice 11 de la presente invención ((4) en la figura), cuando se ha ajustado el mismo ratio tanto para la parte posterior como para la parte anterior (50%: 50%), en comparación a cuando el aire 9 se alimenta solamente desde la parte anterior de la hélice 11 ((2) en la figura), el valor del ORP en el líquido absorbente da prácticamente el mismo resultado.

Por otra parte, en el caso de que el ratio de la cantidad de aire que hay que alimentar a la parte posterior y a la parte anterior de la hélice 11, se ajusta en el 10% para la parte posterior y al 90% para la parte anterior ((3) en la figura), se obtiene el valor más alto del ORP. Esto se debe a que como cuando el aire 9 es alimentado en el mismo ratio (50%: 50%) entre la parte posterior y la parte anterior de la hélice 11 ((4) en la figura), si el ratio de la cantidad de aire en la parte posterior de la hélice 11 se aumenta más que en la parte anterior, la cantidad de aire retenido en la periferia de la hélice de rotación 11 aumenta, y como resultado, la fuerza de la descarga de líquido mediante la rotación de la hélice 11 disminuye, y la distancia de dispersión de las burbujas de aire 12 hechas para acompañar el líquido, disminuye, por lo cual el tiempo de retención en la sección del depósito de recirculación 7, disminuye.

Por otra parte, cuando el aire 9 es alimentado en un ratio del 90% a la parte anterior de la hélice 11, y a un ratio del 10% a la parte posterior ((3) en la figura), puesto que la cantidad de aire que hay que alimentar desde la parte posterior de la hélice 11 es pequeña, la fuerza de descarga de líquido absorbente mediante la hélice 11 disminuye ligeramente, y de esta forma la distancia de dispersión de las burbujas de aire 12 formadas para acompañar el líquido absorbente y el tiempo de retención en la sección del depósito de recirculación 7, no disminuyen. Por otra parte, el aire 9 alimentado desde la parte posterior de la hélice 11 se atomiza en finas burbujas mediante la fuerza de cizallamiento de la hélice rotativa 11 y el aire 9 alimentado desde la parte anterior de la hélice 11 se destina a acompañar directamente el flujo de descarga desde la hélice rotativa 11 y la distancia de dispersión aumenta, de manera que el tiempo de retención aumenta. Puede comprenderse que el valor del ORP en el líquido absorbente se vuelve más alto debido tanto al efecto de la atomización del aire 9 que hay que alimentar como al aumento del tiempo de retención en la sección del depósito de recirculación 7.

Para aumentar la eficacia de la oxidación del SO<sub>2</sub> en el líquido absorbente, el ratio entre la cantidad de aire que hay que alimentar a la parte posterior y la cantidad que hay que alimentar a la parte anterior de la hélice 11, es deseablemente más alto en la parte anterior que en la parte posterior, en el ratio de alimentación.

Aplicabilidad industrial

La presente invención tiene una alta aplicabilidad industrial como sistema de desulfurización de los gases de combustión por vía húmeda, y como método con el cual, incluso cuando se aumenta la cantidad de aire de oxidación que hay que alimentar a la sección del depósito de recirculación, puede obtenerse una alta eficacia de oxidación sin aumentar el número de agitadores instalados, y sin aumentar el coste de la operación.

\*\*\*\*\*

## REIVINDICACIONES

1. Un sistema de desulfurización de los gases de combustión por vía húmeda, el cual comprende:

- 5 un depósito de absorción (1) que incluye un portal de entrada de los gases de combustión (2) a través del cual se introduce el gas de combustión que contiene el óxido de azufre y el hollín y el polvo emitido por un sistema de combustión, y  
una sección de pulverización del líquido absorbente (4) situada en una parte más elevada del portal de entrada de los gases de combustión; y  
10 la sección del depósito de recirculación (7) el cual almacena el líquido absorbente que ha absorbido el óxido de azufre de los gases de combustión e incluye un agitador (8) que comprende una hélice (11) para agitar el líquido absorbente, un medio para la alimentación de aire (9), el cual inyecta el aire de oxidación en las proximidades de la hélice (11), y un medio de recirculación (6) del líquido absorbente el cual aspira el líquido absorbente del depósito de recirculación después de la reacción de oxidación mediante el aire de oxidación, y  
15 de la reacción de neutralización mediante álcalis, y alimenta mediante la recirculación el líquido absorbente a la sección (5) de pulverización del líquido absorbente (5) del depósito de absorción, **caracterizado porque**, el medio de alimentación de aire de oxidación es un medio para la alimentación del aire de oxidación al líquido absorbente en la sección del depósito de recirculación en la parte posterior y en la parte anterior de una descarga de líquido mediante la hélice del agitador, y que  
20 en el medio de alimentación del aire de oxidación se dispone un medio (14-17) para ajustar el ratio de la cantidad de aire que hay que alimentar a la parte posterior y a la parte anterior de la unidad de descarga del líquido mediante la hélice del agitador.
2. El sistema de desulfurización de los gases de combustión por vía húmeda, de acuerdo con la reivindicación 1, en el cual el portal de inyección de aire (13) de los medios de alimentación del aire de oxidación, está instalado en la parte anterior de la descarga de líquido mediante la hélice (11) del agitador, dispuesta en una posición más baja que una línea extendida desde el eje central horizontal de la hélice.
3. Un método para la desulfurización de los gases de combustión por vía húmeda, mediante el empleo de un sistema de desulfurización de los gases de combustión por vía húmeda, de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el aire de oxidación introducido en el líquido absorbente es alimentado en la sección del depósito de recirculación en la parte posterior y en la parte anterior de la descarga de líquido mediante la hélice del agitador, mediante unos medios de alimentación de aire, y el ratio de la cantidad de aire de oxidación introducido en la parte posterior y en la parte anterior de la descarga de líquido mediante la hélice del agitador, es mayor en la parte anterior de la descarga de líquido que en la parte posterior de la descarga de líquido.
4. El método para la desulfuración de los gases de combustión por vía húmeda de acuerdo con la reivindicación 3, en donde la cantidad requerida de aire se reparte en una cantidad de aire que se alimenta a la parte posterior y otra cantidad de aire que se alimenta a la parte anterior de la descarga de líquido mediante la hélice del agitador, siendo el ratio de reparto un 10% en la parte posterior de la descarga de líquido y un 90% en la parte anterior de la descarga de líquido.
5. El método de desulfurización de los gases de combustión por vía húmeda de acuerdo con la reivindicación 3, en donde, cuando se modifica la cantidad del aire de oxidación que hay que alimentar mediante los medios de alimentación, en una cantidad de aire, se mantiene constante la cantidad de aire con la que se alimenta la parte posterior de la descarga de líquido mediante la hélice del agitador, y se modifica la cantidad de aire con la que se alimenta la parte anterior de la descarga de líquido mediante la hélice del agitador.

50

FIG. 1

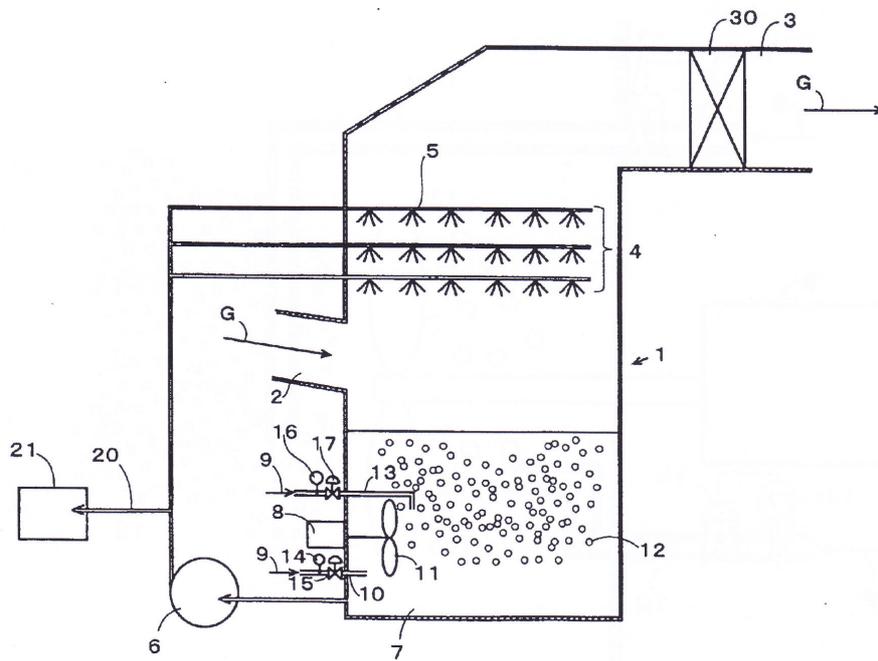


FIG. 2

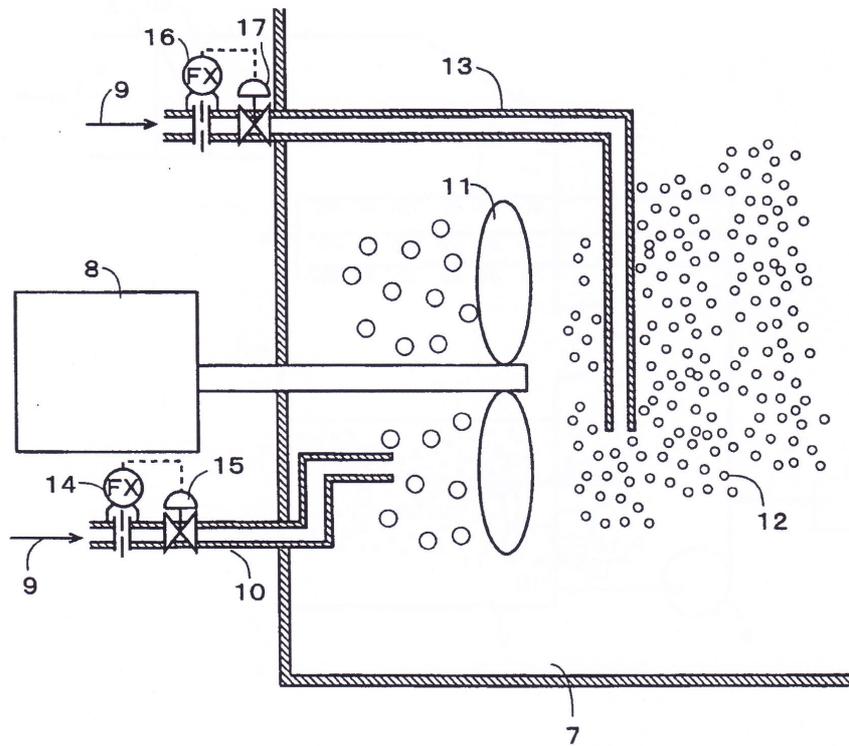


FIG. 3

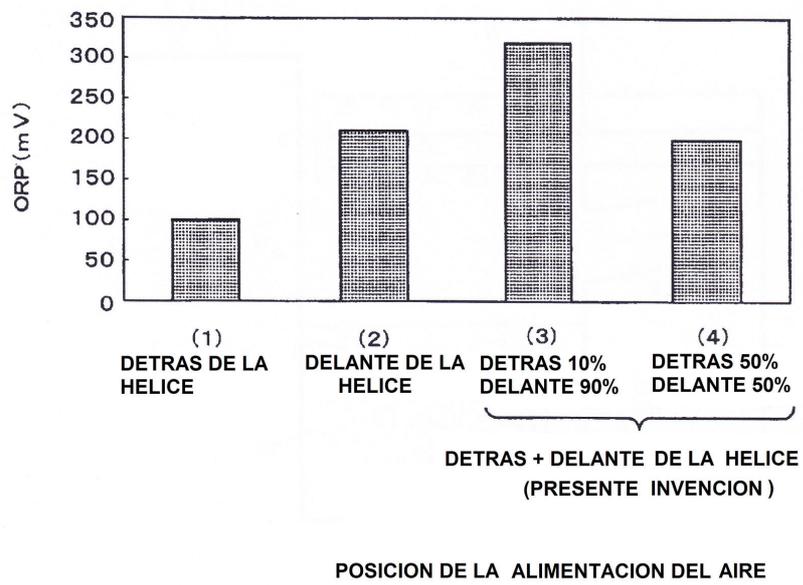


FIG. 4

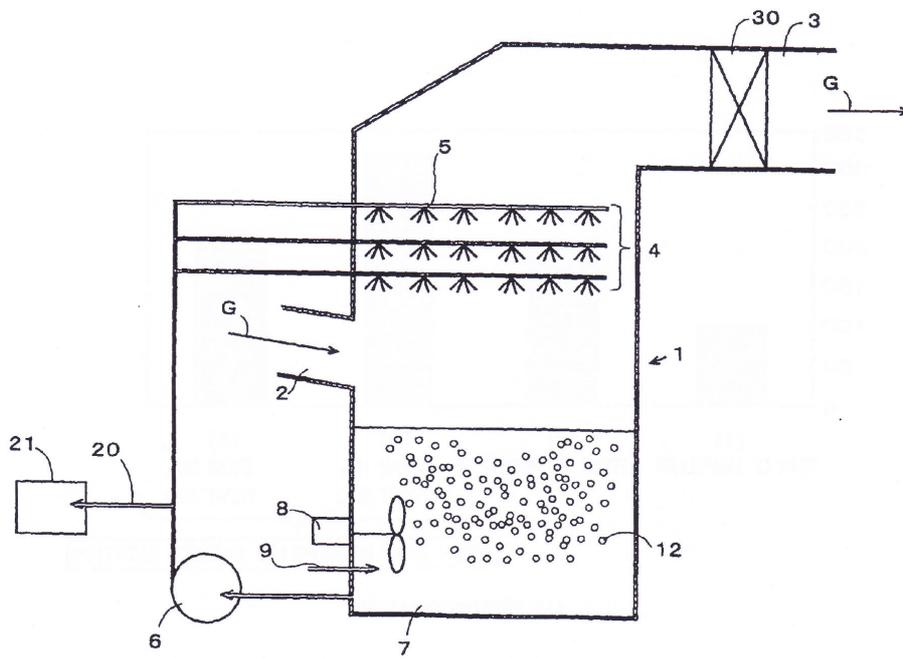


FIG. 5

