

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 650 470**

51 Int. Cl.:

B01D 53/64 (2006.01)

B01D 53/50 (2006.01)

B01D 53/96 (2006.01)

B01D 53/86 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **22.08.2013 PCT/JP2013/072362**

87 Fecha y número de publicación internacional: **20.03.2014 WO14041980**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.08.2013 E 13836745 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.10.2017 EP 2896449**

54 Título: **Sistema para el procesamiento de gas de combustión y método para el procesamiento del gas de escape**

30 Prioridad:

14.09.2012 US 201213618640

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

18.01.2018

73 Titular/es:

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

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

72 Inventor/es:

**HONJO, SHINTARO;
ITO, MOTOFUMI;
SUGITA, SATORU;
INABA, NORIKAZU;
HASHIMOTO, JUN;
OKINO, SUSUMU y
OKAMOTO, TAKUYA**

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 650 470 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 para el procesamiento de gas de combustión y método para el procesamiento del gas de escape

5 Campo técnico

La presente invención se refiere a un sistema de tratamiento de gas de escape y a un método de tratamiento de gas de escape para retirar el óxido de nitrógeno y el mercurio contenidos en el gas de escape.

10 Antecedentes de la técnica

El gas de escape producido durante la combustión de carbón o aceite pesado contiene polvo, óxidos de azufre (SOx), óxidos de nitrógeno (NOx), mercurio (Hg) y similares. En los últimos años, se ha estudiado un dispositivo y un método para tratar mercurio con una combinación de un dispositivo deNOx para reducir el NOx y un dispositivo de desulfurización de tipo húmedo para retirar SOx mediante un absorbente alcalino.

Como un método para tratar el mercurio en un gas de escape a alta temperatura, se propone un sistema por el que el mercurio se oxida (se halogena) para formar un cloruro de mercurio hidrosoluble mientras que el NOx se reduce mediante un catalizador de reducción catalítica selectiva (SCR) en un dispositivo deNOx y después, el cloruro de mercurio se retira mediante un dispositivo de desulfurización de tipo húmedo en el lado aguas abajo. Como un agente reductor de NOx y un agente oxidante de mercurio, se usa cloruro de amonio (NH₄Cl) que genera NH₃ y HCl cuando se está vaporizando.

Sin embargo, ya que se generan cantidades iguales de gas NH₃ y gas HCl por la sublimación del NH₄Cl, no puede controlarse una relación de la cantidad de gas NH₃ y gas HCl a generarse. Dependiendo de las propiedades del gas de escape, la cantidad de NH₃ requerida para retirar NOx y la cantidad de HCl requerida para retirar el mercurio no son siempre 1:1. Esto es, el problema es que alguno de ellos es excesivo o insuficiente (véase, por ejemplo, el documento JP2012011317).

En un sistema de retirada de mercurio de la Bibliografía de Patentes 1 a 3, el medio de pulverización para pulverizar NH₄Cl se proporciona en el lado aguas arriba de un dispositivo deNOx y el medio de pulverización para pulverizar NH₃ y el medio de pulverización para pulverizar haluro de hidrógeno (HCl o similares) se proporcionan separadamente. De acuerdo con dicha configuración, un agente reductor de NOx y un agente oxidante de mercurio pueden suministrarse simultáneamente a un gas de escape en una relación arbitraria basándose en las propiedades del gas de escape.

Lista de citas

Bibliografía de patentes

{BPT 1} Publicación Internacional PCT N.º WO 2010/146670
 {BPT 2} Publicación Internacional PCT N.º WO 2010/146671
 {BPT 3} Publicación Internacional PCT N.º WO 2010/146672

45 Sumario de la invención

Problema técnico

Un sistema de retirada de mercurio convencional como se describe en la Bibliografía de Patentes 1 a 3 requiere alto coste de funcionamiento porque un agente reductor de NOx y un agente oxidante de mercurio tal como NH₄Cl necesitan suministrarse desde fuera del sistema.

Además, ya que el haluro de hidrógeno (HCl o similares) se captura por un dispositivo de desulfurización en el sistema de retirada de mercurio convencional, una concentración de Cl de un absorbente alcalino en el dispositivo de desulfurización aumenta y por lo tanto, el rendimiento del dispositivo de desulfurización se ve afectado y los miembros del mismo se corroen. Por lo tanto, necesita aumentarse una cantidad de agua de deshecho desde el dispositivo de desulfurización y se requiere una gran cantidad de coste para el tratamiento de drenaje. Adicionalmente, cuando se usa un método de cal-yeso como un método de desulfurización, el agua de deshecho del dispositivo de desulfurización contiene haluro cálcico (CaCl₂ o similares). Cuando se aplica un método de tratamiento para formar lodo mediante la evaporación hasta sequedad del agua de deshecho del dispositivo de desulfurización, el haluro cálcico puede lixivarse desde el limo porque el haluro cálcico tal como CaCl₂ es fácilmente soluble en agua.

Es un objeto de la presente invención proporcionar un sistema de tratamiento de gas de escape y un método de tratamiento de gas de escape capaces de reducir los costes de funcionamiento y reducir drásticamente una cantidad de agua de deshecho del sistema. Además, es otro objeto de la presente invención proporcionar un sistema de

tratamiento de gas de escape y un método de tratamiento de gas de escape capaces de controlar una cantidad de un agente reductor de NOx y un agente oxidante de mercurio a suministrarse en base a las propiedades del gas de escape.

5 Solución al problema

De acuerdo con un primer aspecto de la presente invención, un sistema de tratamiento de gas de escape para retirar óxido de nitrógeno y mercurio contenidos en el gas de escape de una caldera incluye una sección de pulverizado adaptada para pulverizar una solución acuosa que contiene haluro de amonio en un escape a través del que fluye el gas de escape descargado de la caldera, una sección de NOx colocada en un lado de aguas abajo de gas del escape y adaptada para reducir el óxido de nitrógeno con amoníaco generado a partir del haluro de amonio y para oxidar el mercurio con haluro de hidrógeno generado a partir del haluro de amonio, una sección de desulfurización colocada en un lado aguas abajo del gas de la sección de NOx y adaptada para retirar el óxido de azufre contenido en el gas de escape y para retirar el mercurio oxidado del gas de escape usando un absorbente que contiene compuestos alcalinos, una sección de separación adaptada para recibir agua de deshecho que contiene sulfato cálcico y haluro cálcico desde la sección de desulfurización y para separar el sulfato cálcico del agua de deshecho, una sección de adición de componente de amoníaco adaptada para añadir una sal de amonio que es al menos una de sulfato de amonio y carbonato de amonio al agua de deshecho que contiene el haluro cálcico descargado de la sección de separación para generar el haluro amónico y una sección de suministro adaptada para enviar el agua de deshecho que contiene el haluro amónico descargada de la sección de adición de componente de amoníaco a la sección de pulverizado como la solución acuosa.

De acuerdo con un segundo aspecto de la presente invención, un método de tratamiento de gas de escape para retirar óxido de nitrógeno y mercurio contenidos en el gas de escape de una caldera incluye una etapa de pulverizado para pulverizar una solución acuosa que contiene haluro de amonio en un escape a través del cual fluye el gas de escape descargado de la caldera, una etapa de oxidación-reducción para reducir el óxido de nitrógeno con amoníaco generado a partir del haluro de amonio y oxidar el mercurio con haluro de hidrógeno generado a partir del haluro de amonio, una etapa de desulfurización para generar sulfato cálcico y haluro cálcico por una reacción entre un absorbente que contiene compuestos alcalinos, óxido de azufre contenido en el gas de escape y el haluro de hidrógeno y para retirar el mercurio oxidado del gas de escape por el absorbente, una etapa de separación para separar el sulfato cálcico del agua de deshecho que contiene el sulfato cálcico y el haluro cálcico que se generan en la etapa de desulfurización, una etapa de generación de haluro de amonio para generar el haluro de amonio añadiendo una sal de amonio que es al menos una de sulfato de amonio y carbonato de amonio al agua de deshecho de la que se separa el sulfato de calcio en la etapa de separación y una etapa de suministro para enviar el agua de deshecho que contiene el haluro amónico como la solución acuosa.

En la presente invención, el haluro de amonio (NH_4X) se usa para la reducción del óxido de nitrógeno y la oxidación del mercurio que están contenidos en el gas de escape. El sulfato cálcico sólido (CaSO_4) se separa y se retira del agua de deshecho que contiene los componentes generados por la etapa de desulfurización en la sección de desulfurización. Añadiendo al menos uno de sulfato de amonio ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$) y carbonato de amonio ($(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$) al agua de deshecho después de separar el CaSO_4 , se reclama el NH_4X desde el agua de deshecho y se usa para la reducción del óxido de nitrógeno y la oxidación del mercurio. De esta manera, en el sistema de tratamiento del gas de escape de la presente invención, no es necesario suministrar constantemente NH_4X desde fuera del sistema como la tecnología convencional y se reduce el coste de funcionamiento.

En el sistema de tratamiento de gas de escape de la presente invención, ya que no se drena una gran cantidad del agua de deshecho fuera del sistema, puede reducirse el coste del tratamiento de drenaje. Además, se genera CaSO_4 o CaCO_3 que tiene baja solubilidad haciendo reaccionar el haluro cálcico que es fácilmente soluble en agua con el sulfato amónico y el carbonato amónico y se recupera en estado sólido. Por lo tanto, el tratamiento puede simplificarse.

En el primer aspecto y el segundo aspecto, preferentemente, la solución acuosa contiene la sal de amonio.

Debido a las propiedades del gas de escape general y las mejoras en el rendimiento de la oxidación de mercurio por un catalizador de NOx de los últimos años, normalmente una concentración de haluro de hidrógeno requerida para el tratamiento del gas de escape es menor que una concentración de amoníaco.

En el sistema de tratamiento de gas de escape y el método de tratamiento de gas de escape de la presente invención, el NH_4X generado a partir del agua de deshecho de la sección de desulfurización se pulveriza en el escape y se añade una cantidad excedente del sulfato de amonio y/o carbonato de amonio más que necesaria para generar NH_4X .

En el primer aspecto, preferentemente, se incluyen una primera sección de medición de concentración adaptada para medir una concentración del óxido de nitrógeno en el gas de escape en un lado aguas arriba del gas de la sección de pulverizado, una segunda sección de medición de concentración adaptada para medir una concentración del mercurio en el gas de escape en un lado aguas abajo del gas de la sección de desulfurización, una tercera

sección de medición de concentración adaptada para medir una primera concentración de halógeno que es una concentración de halógeno y una concentración de amonio en el agua de deshecho enviada a la sección de pulverizado desde la sección de suministro, una sección de almacenamiento del agua de deshecho colocada entre la sección de separación y la sección de adición de componente de amoníaco, conectada a la sección de desulfurización y adaptada para almacenar el agua de deshecho descargada desde la sección de separación, una
 5 cuarta sección de medición de concentración adaptada para medir una segunda concentración de halógeno que es una concentración de halógeno en el agua de deshecho almacenada en la sección de almacenamiento del agua de deshecho y una sección de control conectada a la primera sección de medición de concentración, la segunda sección de medición de concentración, la tercera sección de medición de concentración y la cuarta sección de
 10 medición de concentración y adaptada para regular una cantidad del amonio a generarse y una cantidad del haluro de hidrógeno a generarse en base a la concentración del óxido de nitrógeno, la concentración del mercurio, la concentración del amonio, la primera concentración de halógeno y la segunda concentración de halógeno medidas.

En el segundo aspecto, preferentemente, se incluyen además una primera etapa de medición de concentración para medir una concentración del óxido de nitrógeno en el gas de escape antes de pulverizar la solución acuosa, una
 15 segunda etapa de medición de concentración para medir una concentración del mercurio en el gas de escape después de la etapa de desulfurización, una tercera etapa de medición de concentración para medir una primera concentración de halógeno que es una concentración de halógeno y una concentración de amonio en el agua de deshecho que se envía en la etapa de suministro y una cuarta etapa de medición de concentración para medir una
 20 segunda concentración de halógeno que es una concentración de halógeno en el agua de deshecho de la que se separa el sulfato cálcico en la etapa de separación, y una cantidad del amonio a generarse y una cantidad del haluro de hidrógeno a generarse se regulan en base a la concentración del óxido de nitrógeno, la concentración del mercurio, la concentración del amonio, la primera concentración de halógeno y la segunda concentración de
 25 halógeno medidas.

En el segundo aspecto, preferentemente, se aumenta o se disminuye una cantidad de la solución acuosa a suministrarse en la etapa de suministro en base a la primera concentración de halógeno y la segunda concentración del amonio de acuerdo con las variaciones en la concentración del óxido de nitrógeno y la concentración del mercurio.
 30

En el segundo aspecto, preferentemente, se aumenta o se disminuye una cantidad de la sal de amonio a añadirse de acuerdo con las variaciones en la concentración del óxido de nitrógeno y la concentración del mercurio.

En el segundo aspecto, preferentemente, se varía una cantidad del agua de deshecho a suministrarse desde la etapa de separación hacia la etapa de generación de haluro de amonio en base a la segunda concentración de halógeno de acuerdo con las variaciones en la concentración del óxido de nitrógeno y la concentración del mercurio.
 35

Como se describe anteriormente, en el sistema de tratamiento de gas de escape y el método de tratamiento de gas de escape de la presente invención, la cantidad de la sal de amonio (sulfato amónico, carbonato amónico) y el haluro de amonio (NH_4X) suministrado al escape pueden controlarse en base a la concentración de óxido de nitrógeno medida por la primera sección de medición de concentración, la concentración de mercurio medida por la segunda sección de medición de concentración, la concentración de NH_4^+ y la concentración del ion halógeno (X^-) medidas por la tercera sección de medición de concentración y la concentración de halógeno medida por la cuarta sección de medición de concentración. El sulfato amónico, el carbonato amónico y el haluro amónico suministrados
 40 se descomponen en gas NH_3 y gas SO_3 , gas NH_3 y gas CO_3 y gas NH_3 y gas HX , respectivamente. De esta manera, puede regularse una relación de suministro entre el NH_3 y el HX añadiendo la cantidad de NH_4X generado a partir del agua de deshecho desulfurizada y la cantidad excesiva de la sal de amonio más de la necesaria para generar NH_4X . Por lo tanto, basándose en las propiedades del gas, puede regularse la cantidad de NH_3 y la cantidad de HX a suministrarse requeridas para la reducción del óxido de nitrógeno y para la oxidación del mercurio,
 45 respectivamente.
 50

Efectos ventajosos de la invención

De acuerdo con la presente invención, el haluro de amonio se produce a partir del agua de deshecho generada en el dispositivo de desulfurización y la etapa de desulfurización y el haluro de amonio se usa para reducir el NO_x y para oxidar el mercurio. De esta manera, en la presente invención, el halógeno se hace circular en el sistema y no es necesario descargar el agua de deshecho desde el dispositivo de desulfurización hacia fuera del sistema. Por lo tanto, el coste de funcionamiento puede reducirse drásticamente en comparación con el sistema convencional.
 55

Además, de acuerdo con la presente invención, el amoníaco y el haluro de hidrógeno pueden suministrarse con una relación entre los mismos regulada mientras se circula el halógeno en el sistema.
 60

Breve descripción de los dibujos

{Figura 1}
 La Figura 1 es una vista esquemática de un sistema de tratamiento de gas de escape de acuerdo con una
 65

realización de la presente invención.

Descripción de las realizaciones

- 5 La Figura 1 es una vista esquemática de un sistema de tratamiento de gas de escape de acuerdo con una realización de la presente invención. Un sistema 10 de tratamiento de gas de escape se coloca en el lado aguas debajo del gas de una caldera 1. La caldera 1 es un equipo de combustión que usa carbón o aceite pesado como combustible.
- 10 El sistema 10 de tratamiento de gas de escape incluye un dispositivo 13 deNOx (sección deNOx) que tiene en el mismo un catalizador deNOx, un calentador 14 de aire para intercambiar calor del gas de escape, un dispositivo 15 de control particulado para retirar polvo en el gas de escape, un dispositivo 16 de desulfurización de tipo húmedo (sección de desulfurización) y una sección 18 de circulación desde el lado aguas arriba del gas de escape. Se coloca una chimenea 2 en el lado aguas abajo del gas del dispositivo 16 de desulfurización de tipo húmedo.
- 15 Una sección 12 de pulverizado para pulverizar una solución acuosa que contiene haluro de amonio como un agente auxiliar de reducción-oxidación (solución acuosa de haluro amónico) en el gas de escape se coloca en un escape 11 entre la caldera 1 y el dispositivo 13 deNOx. La sección 12 de pulverizado está compuesta por una boquilla en el escape 11, una tubería de suministro de solución acuosa de haluro amónico insertada en el escape 11 y una tubería de suministro de aire para suministrar aire usado para comprimir y pulverizar la solución acuosa de haluro amónico. Preferentemente, se usa una boquilla de dos fluidos en la presente realización. Pueden colocarse múltiples boquillas en el escape 11.
- 20 Como el dispositivo 16 de desulfurización de tipo húmedo en la presente realización, se usa un dispositivo de desulfurización que usa un proceso de cal-yeso húmedo como un método para retirar óxidos de azufre (SO_2 , SO_3) contenidos en el gas de escape. Un agente absorbente de óxido de azufre en el proceso de cal-yeso húmedo es CaO (cal) o CaCO_3 (caliza) y se mezcla con agua para formar suspensión de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ o de CaCO_3 . El dispositivo 16 de desulfurización de tipo húmedo incluye un pulverizado de agente absorbente para pulverizar una solución acuosa que contiene el agente absorbente de óxido de azufre y una sección de almacenamiento proporcionado a continuación del pulverizado. La sección de almacenamiento almacena suspensión de yeso que contiene el agente absorbente y CaSO_4 (yeso) que es un producto de reacción en el dispositivo 16 de desulfurización de tipo húmedo. El dispositivo 16 de desulfurización de tipo húmedo se configura de tal manera que la suspensión de yeso almacenada en la sección de almacenamiento se hace circular al pulverizado de agente absorbente. Un dispositivo 35 17 de medición de supersaturación se conecta al dispositivo 16 de desulfurización de tipo húmedo.
- 30 La sección 18 de circulación genera la solución acuosa de haluro amónico para la suspensión de yeso almacenada en la sección de almacenamiento del dispositivo 16 de desulfurización de tipo húmedo y suministra la solución acuosa de haluro amónico a la sección 12 de pulverizado.
- 40 La sección 18 de circulación incluye una primera sección 19 de separación, una sección 20 de almacenamiento de agua de deshecho, una sección 21 de adición de componente de amoníaco y una sección 26 de suministro.
- 45 La primera sección 19 de separación recibe la suspensión de yeso (agua de deshecho) almacenada en la sección de almacenamiento del dispositivo 16 de desulfurización de tipo húmedo. La primera sección 19 de separación es un separador de yeso. La primera sección 19 de separación separa CaSO_4 difícilmente soluble del agua de deshecho.
- 50 El agua de deshecho después de separar CaSO_4 se almacena temporalmente en la sección 20 de almacenamiento de agua de deshecho. La sección 20 de almacenamiento de agua de deshecho tiene una estructura de tanque dual. Un tanque se conecta a la sección 21 de adición de componente de amoníaco a través de una válvula 34 y una bomba 38. El otro tanque se conecta al dispositivo 16 de desulfurización de tipo húmedo a través de una válvula 33 y una bomba 37.
- 55 La sección 21 de adición de componente de amoníaco recibe el agua de deshecho desde la sección 20 de almacenamiento de agua de deshecho. La sección 21 de adición de componente de amoníaco incluye un silo 22 que contiene en el mismo sulfato de amonio ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$) o carbonato de amonio ($(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$) como una sal de amonio y un tanque 23 de agua para recibir el agua de deshecho. Una válvula 35 se coloca en un camino entre el silo 22 y el tanque 23 de agua. En el caso en que se añadan tanto el sulfato de amonio como el carbonato de amonio al agua de deshecho, se colocan dos silos 22 y el sulfato de amonio y el carbonato de amonio se contienen en los respectivos silos. Se coloca un pHmetro 24 en el tanque 23 de agua.
- 60 El agua de deshecho de la sección 21 de adición de componente de amoníaco se envía a la sección 26 de suministro a través de una segunda sección 25 de separación. El segundo separador 25 es un separador de yeso.
- 65 La sección 26 de suministro incluye un tanque 27 de agua, una válvula 36 y una bomba 40. El tanque 27 de agua de la sección 26 de suministro se conecta a la tubería de suministro de solución acuosa de haluro amónico de la sección 12 de pulverizado a través de la válvula 36 y la bomba 40.

El sistema 10 de tratamiento de gas de escape incluye una sección 32 de control. La sección 32 de control es un ordenador, por ejemplo. La sección de control 32 está conectada a las válvulas 33, 34, 35 y 36.

5 Una sección 28 de medición de concentración de NO_x (primera sección de medición de concentración) para medir una concentración de óxido de nitrógeno en el gas de escape se coloca en el escape 11 entre la caldera 1 y el dispositivo 13 de NO_x. La sección 28 de medición de concentración de NO_x se coloca en el lado aguas arriba del gas de la sección 12 de pulverizado. La sección 28 de medición de concentración de NO_x es un instrumento de medición continua que usa un método quimioluminiscente. La sección 28 de medición de concentración de NO_x se conecta a la sección 32 de control.

10 Una sección 29 de medición de concentración de mercurio (segunda sección de medición de concentración) para medir una concentración de gas mercurio en el gas de escape después del tratamiento se conecta a un escape en el lado de la salida del dispositivo 16 de desulfurización de tipo húmedo. Un ejemplo concreto de la sección 29 de medición de concentración de mercurio incluye un instrumento de medición continua que usa un método de absorción atómica. La sección 29 de medición de concentración de mercurio se conecta a la sección 32 de control.

20 Una sección 30 de medición de concentración de NH₄X (tercera sección de medición de concentración) para medir una concentración de NH₄⁺ y una concentración de halógeno (X⁻) en el tanque 27 de agua de la sección 26 de suministro. La sección 30 de medición de concentración de NH₄X es un dispositivo para medir la concentración de NH₄⁺ y la concentración de halógeno X⁻ en el agua de deshecho por electrodos iónicos respectivos para obtener una concentración de NH₄X y una concentración excesiva de NH₄⁺ en el agua de deshecho. La sección 30 de medición de concentración de NH₄X se conecta a la sección 32 de control.

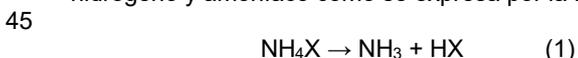
25 Una sección 31 de medición de concentración de halógeno (cuarta sección de medición de concentración) para medir una concentración de halógeno en el agua de deshecho se conecta a la sección 20 de almacenamiento de agua de deshecho. Un ejemplo concreto de la sección 31 de medición de concentración de halógeno incluye un electrodo de ion halógeno o similares. Preferentemente, la sección 31 de medición de concentración de halógeno se conecta a la sección 32 de control.

30 Se describirá un método de tratamiento de gas de escape de acuerdo con la presente invención con referencia a la Figura 1.

35 El gas de escape producido en la caldera 1 contiene óxidos de nitrógeno (NO_x), óxidos de azufre (SO_x) y mercurio (Hg). Una temperatura del gas de escape a transferirse en el sistema 10 de tratamiento de gas de escape desde la caldera 1 es 320 a 420 °C y el mercurio existe en el estado gaseoso.

(Etapa de pulverizado)

40 La sección 12 de pulverizado pulveriza la solución acuosa que contiene haluro de amonio (NH₄X) en el escape 11 entre la caldera 1 y el dispositivo 13 de NO_x. El haluro de amonio que puede usarse en la presente realización incluye fluoruro de amonio (NH₄F), cloruro de amonio (NH₄Cl), bromuro de amonio (NH₄Br) y yoduro de amonio (NH₄I). La solución acuosa de haluro de amonio pulverizada en el escape 11 se evapora por el gas de escape a alta temperatura para generar temporalmente partículas sólidas mínúsculas de NH₄X y se descompone en haluro de hidrógeno y amoniaco como se expresa por la fórmula (1).

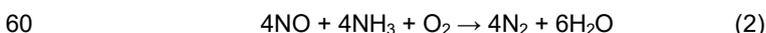


(X: F, Cl, Br, I)

50 Preferentemente, un diámetro de las gotitas pulverizadas desde la boquilla de dos fluidos de la sección 12 de pulverizado es aproximadamente un promedio de 1 nm a 100 μm debido a que la evaporación y la descomposición de las gotitas ocurre en un tiempo corto.

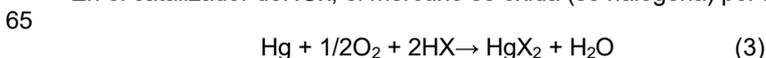
(Etapa de oxidación-reducción)

55 El NH₃ y el HX generados se transfieren al dispositivo 13 de NO_x junto con el gas de escape. Los óxidos de nitrógeno se reducen con NH₃ por el catalizador de NO_x del dispositivo 13 de NO_x. En el caso del NO, el NO se reduce como se expresa por una fórmula de reacción de fórmula (2) para generar N₂.



Similarmente, el NO₂ se reduce para generar N₂.

En el catalizador de NO_x, el mercurio se oxida (se halogena) por HX como se expresa por la fórmula (3).



En la presente realización, como se describe a continuación, la sección 32 de control controla la cantidad de NH_4X , NH_3 y HX en el gas de escape de tal manera que el NH_3 y el HX sean suficientes para las reacciones de las fórmulas (2), (3) y el NH_3 y el HX no se envíen al lado aguas abajo.

- 5 El N_2 y el HgX_2 generados se transfieren al dispositivo 16 de desulfurización de tipo húmedo junto con el gas de escape a través del calentador 14 de aire y el dispositivo 15 de control particulado. En el caso en que todo el mercurio elemental no se oxide por el catalizador de NO_x , el mercurio elemental se transfiere al dispositivo 16 de desulfurización de tipo húmedo en estado gaseoso.

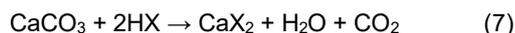
10 (Etapa de desulfurización)

Cuando un absorbente que contiene CaCO_3 o $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (generados por hidratación de CaO) se pulveriza en el dispositivo 16 de desulfurización de tipo húmedo, el óxido de azufre reacciona como se expresa por las fórmulas (4) a (6) para generar CaSO_4 .



El HgX_2 en el gas de escape se absorbe en el absorbente pulverizado en el dispositivo 16 de desulfurización de tipo húmedo y se retira del gas de escape.

- 25 El HX que no se consume por la reacción de fórmula (3) existe en el gas de escape. El HX excesivo se retira del gas de escape por una reacción de fórmula (7) en el dispositivo 16 de desulfurización de tipo húmedo.



30 (X: F, Cl, Br, I).

La cal o la caliza contienen MgO o MgCO_3 como impurezas. El MgO también se hidrata para formar $\text{Mg}(\text{OH})_2$ y el $\text{Mg}(\text{OH})_2$ y el MgCO_3 se usan para retirar el óxido de azufre y el mercurio por reacciones similares a las fórmulas (4) a (7).

- 35 La sección de almacenamiento del dispositivo 16 de desulfurización de tipo húmedo almacena una solución acuosa que contiene CaSO_4 , CaX_2 , MgSO_4 , MgX_2 como productos de reacción además del CaCO_3 o $\text{Ca}(\text{OH})_2$ y MgCO_3 o $\text{Mg}(\text{OH})_2$ como componentes absorbentes. Una parte de la solución acuosa almacenada se descarga desde el dispositivo 16 de desulfurización de tipo húmedo como el agua de deshecho y se envía a la primera sección 19 de separación.

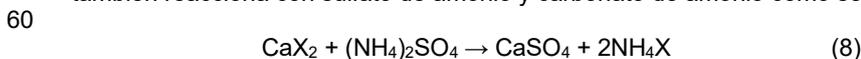
(Etapa de separación)

- 45 La primera sección 19 de separación separa el CaSO_4 difícilmente soluble en estado sólido del agua de deshecho. El CaSO_4 se descarga fuera del sistema 10 de tratamiento de gas de escape. El agua de deshecho que contiene componentes solubles se almacena en la sección 20 de almacenamiento de agua de deshecho.

- 50 Una parte del agua de deshecho almacenada en la sección 20 de almacenamiento de agua de deshecho se devuelve al dispositivo 16 de desulfurización de tipo húmedo por la bomba 37. Otra parte del agua de deshecho se envía al tanque 23 de agua de la sección 21 de adición de componente de amonio por la bomba 38.

(Etapa de generación de haluro de amonio)

- 55 En la sección 21 de adición de componente de amonio, al menos uno de sulfato de amonio y carbonato de amonio como una sal de amonio se inyecta en el agua de deshecho en el tanque 23 de agua desde el silo 22. En la presente realización, bien uno o ambos de sulfato de amonio y carbonato de amonio pueden añadirse al agua de deshecho. El CaX_2 contenido en el agua de deshecho después de separar el CaSO_4 reacciona con sulfato de amonio y carbonato de amonio como se expresa por las fórmulas (8) y (9), respectivamente. De forma similar, el MgCl_2 también reacciona con sulfato de amonio y carbonato de amonio como se expresa por las fórmulas (8) y (9).



- 65 En el caso donde se añadan tanto sulfato de amonio como carbonato de amonio, puede ajustarse arbitrariamente una relación de mezcla.

En este punto, la cantidad del agua de deshecho a suministrarse enviada al dispositivo 16 de desulfurización de tipo húmedo desde la sección 20 de almacenamiento de agua de deshecho se expresa por x y la cantidad de agua de deshecho a suministrarse enviada a la sección 21 de adición de componente de amonio desde la sección 20 de almacenamiento de agua de deshecho se expresa por y. La cantidad total x + y del agua de deshecho descargada desde la sección 20 de almacenamiento de agua de deshecho se controla para ser constante. En el sistema 10 de tratamiento de gas de escape de la presente realización, la cantidad de halógeno suministrada a la sección 21 de adición de componente de amonio se expresa por un producto de la cantidad y a suministrarse y un valor d_x medido por la sección 31 de medición de concentración de halógeno.

La sección 32 de control controla la cantidad de la sal de amonio a añadirse en el agua de deshecho en el tanque 23 de agua controlando un grado de apertura de la válvula 35 en base a la cantidad del halógeno. En este momento, la cantidad de la sal de amonio a añadirse puede ser más de la necesaria para generar NH_4X . Se describirá a continuación una etapa de control específica.

El pHmetro 24 mide el pH del agua de deshecho en el tanque 23 de agua. El pH del agua de deshecho en el tanque 23 de agua se mantiene para que sea 5 a 7. En consecuencia, incluso si se añade la sal de amonio excesiva, se evita que el vapor de amoníaco producido por la descomposición de la sal de amonio se volatilice a la parte superior del tanque 23 de agua.

(Etapas de suministro)

El agua de suministro que contiene NH_4X , $CaSO_4$, $CaCO_3$ y la sal de amonio se envía a la segunda sección 25 de separación de la sección 26 de suministro desde la sección 21 de adición de componente de amonio a través de una bomba 39. La segunda sección 25 de separación separa el $CaSO_4$ y el $CaCO_3$ en estado sólido del agua de deshecho. El $CaSO_4$ y el $CaCO_3$ se descargan fuera del sistema 10 de tratamiento de gas de escape.

El agua de deshecho que contiene NH_4X y la sal de amonio se almacena en el tanque 27 de agua. El agua de deshecho que contiene la cantidad predeterminada de NH_4X y la sal de amonio se envía desde el tanque 27 de agua a la sección 12 de pulverizado por la bomba 40 como la solución acuosa que contiene haluro de amonio (NH_4X) en la etapa de pulverizado anteriormente descrita.

Como se describe anteriormente, en la presente realización, el haluro de amonio que se pulveriza en el escape 11 para usarse para tratar los óxidos de nitrógeno y el mercurio se regenera en la sección 18 de circulación y se pulveriza de nuevo en el escape 11 desde la sección 12 de pulverizado. En el sistema 10 de tratamiento de gas de escape de la presente invención, el contenido de humedad de los sólidos $CaSO_4$ y $CaCO_3$ que se han separado por la primera sección 19 de separación y la segunda sección 25 de separación contiene halógeno. De esta manera, en la presente realización, no es necesario suministrar constantemente haluro de amonio desde fuera del sistema como la tecnología convencional y solamente es necesario suministrar arbitrariamente haluro de amonio desde fuera del sistema para compensar la cantidad de halógeno liberado fuera del sistema transportando la humedad. Por lo tanto, en el sistema de tratamiento de gas de escape de la presente realización, no es necesario drenar una gran cantidad de agua de deshecho fuera del sistema.

Además, en la presente invención, el sulfato de amonio ($(NH_4)_2SO_4$) o el carbonato de amonio ($(NH_4)_2CO_3$) excesivamente añadidos también se pulverizan en el escape 11 desde la sección 12 de pulverizado. En el escape 11, el sulfato de amonio y el carbonato de amonio se descomponen como se expresa por las fórmulas (10) y (11) en una atmósfera de alta temperatura.



El NH_3 producido por las reacciones anteriores se somete a la reacción de reducción de NO_x de fórmula (2). El SO_3 producido puede retirarse del gas de escape condensándose con el uso de un dispositivo de recuperación de calor colocado entre el calentador 14 de aire y el dispositivo 15 de control particulado o pulverizando reactivo alcalino en el lado aguas arriba del calentador 14 de aire o del dispositivo 15 de control particulado.

En lo sucesivo en el presente documento, se describirá un método para controlar la cantidad de la solución acuosa de haluro de amonio a suministrarse pulverizada en el escape 11.

La sección 28 de medición de concentración de NO_x mide la concentración de óxido de nitrógeno en el gas de escape que fluye hacia el sistema 10 de tratamiento de gas de escape desde la caldera 1. Un valor de la concentración de óxido de nitrógeno medida se transmite a la sección 32 como una señal.

La sección 29 de medición de concentración de mercurio mide la concentración de mercurio en el gas de escape que se ha tratado en el dispositivo 16 de desulfurización de tipo húmedo. El mercurio a medirse es mercurio elemental y mercurio oxidado Hg^{2+} en fase gaseosa. Un valor de la concentración de mercurio medida se transmite a

la sección 32 como una señal.

La sección 30 de medición de concentración de NH_4X mide la concentración de NH_4^+ y la concentración de X^- en el tanque 27 de agua. Los valores de la concentración de NH_4^+ y la concentración de X^- medidas se transmiten a la

5

La sección 31 de medición de concentración de halógeno mide la concentración de halógeno en la sección 20 de almacenamiento de agua de deshecho. Un valor de la concentración de halógeno medida se transmite a la sección 32 de control como una señal.

10

La sección 32 de control compara los valores obtenidos de la concentración de óxido de nitrógeno y la concentración de mercurio con los valores ajustados respectivos. Los valores ajustados se ajustan arbitrariamente en base a las especificaciones de requerimiento del sistema 10 de tratamiento de gas de escape.

15

La sección 32 de control obtiene la cantidad (cantidad A a añadirse) de la sal de amonio a añadirse requerida para las reacciones de las fórmulas (8) y (9) en base a la concentración anteriormente descrita de halógeno suministrada a la sección 21 de adición de componente de amoníaco desde la sección 20 de almacenamiento de agua de deshecho.

20

Después, la sección 32 de control obtiene la cantidad de amoníaco requerida para el óxido de nitrógeno en base a la fórmula (2) a partir de la concentración de óxido de nitrógeno y la concentración de NH_4^+ medidas. La sección 32 de control obtiene la cantidad (cantidad B a añadirse) de sal de amonio a añadirse excesivamente a partir de la cantidad obtenida de amoníaco y la cantidad de NH_4X generada por las reacciones de las fórmulas (8) y (9).

25

Después, la sección 32 de control obtiene la suma de la cantidad A a añadirse y la cantidad B a añadirse como la cantidad (cantidad C a añadirse) de la sal de amonio a añadirse inyectada desde el silo 22. La sección 32 de control regula un grado de apertura de la válvula 35 de tal manera que la cantidad C a añadirse de la sal de amonio se inyecta en el tanque 23 de agua desde el silo 22.

30

La sección 32 de control determina la cantidad de la solución acuosa que se suministra a la sección 12 de pulverizado desde la sección 26 de suministro a pulverizarse en el escape 11 en base a la concentración de NH_4^+ y la concentración de X^- medidas y las fórmulas (1) a (3). La sección 32 de control controla el grado de apertura de la válvula 36 para alcanzar la cantidad determinada de la solución.

35

Cuando la concentración de óxido de nitrógeno y la concentración de mercurio no satisfacen los valores ajustados debido a la variación de las propiedades del gas, la sección 32 de control controla el sistema 10 de tratamiento de gas de escape como sigue.

40

(A) En el caso donde tanto la concentración de óxido de nitrógeno como la concentración de mercurio aumenten o disminuyan

45

La sección 32 de control obtiene la cantidad de NH_4X necesaria para enviarse a la sección 12 de pulverizado desde la sección 26 de suministro y la cantidad de la sal de amonio en base a la concentración de óxido de nitrógeno, la concentración de halógeno y la concentración de NH_4^+ medidas y las fórmulas (1) a (3) y (8) a (11). Como se describe anteriormente, se obtienen la cantidad de NH_4X y la cantidad de la sal de amonio. La sección 32 de control regula el grado de apertura de la válvula 35 en base a la cantidad obtenida (cantidad C a añadirse) de la sal de amonio a añadirse inyectada desde el silo 22.

50

La sección 32 de control determina la cantidad de la solución acuosa que se suministra a la sección 12 de pulverizado desde la sección 26 de suministro a pulverizarse en el escape 11 en base a la concentración de NH_4^+ y la concentración de X^- medidas y las fórmulas (1) a (3). La sección 32 de control controla el grado de apertura de la válvula 36 para alcanzar la cantidad determinada de la solución acuosa.

55

(B) En el caso donde la concentración de mercurio varía y la concentración de óxido de nitrógeno no varía

60

La sección 32 de control controla los grados de apertura de las válvulas 33 y 34 cuando la concentración de mercurio varía del valor ajustado y la concentración de óxido de nitrógeno no varía del valor ajustado.

65

En el caso donde la concentración de mercurio medida por la sección 29 de medición de concentración de mercurio aumente, la sección 32 de control disminuye el grado de apertura de la válvula 33 y aumenta el grado de apertura de la válvula 34. Los grados de apertura de las válvulas 33 y 34 se ajustan por la concentración de halógeno y la concentración de mercurio medidas. De acuerdo con el funcionamiento, la cantidad de halógeno a suministrarse a la sección 21 de adición de componente de amoníaco aumenta.

65

La sección 32 de control obtiene la cantidad de NH_4X necesaria para enviarse a la sección 12 de pulverizado desde la sección 26 de suministro y la cantidad de la sal de amonio (cantidad C a añadirse) en base a la concentración de

óxido de nitrógeno, la concentración de halógeno y la concentración de NH_4^+ medidas y las fórmulas (1) a (3) y (8) a (11). Como se describe anteriormente, se obtienen la cantidad de NH_4X y la cantidad de la sal de amonio. La sección 32 de control regula el grado de apertura de la válvula 35 en base a la cantidad obtenida (cantidad C a añadirse) de la sal de amonio a añadirse inyectada desde el silo 22.

5 Como se describe anteriormente, la sección 32 de control determina la cantidad de la solución acuosa que se suministra a la sección 12 de pulverizado desde la sección 26 de suministro a pulverizarse en el escape 11. La sección 32 de control controla el grado de apertura de la válvula 36 para alcanzar la cantidad determinada de la solución acuosa.

10 De acuerdo con el funcionamiento, la cantidad de NH_4X generada en la sección 21 de adición de componente de amoníaco aumenta y la cantidad excesiva de la sal de amonio disminuye. Esto es, la concentración de NH_4^+ en la solución acuosa que se envía a la sección 12 de pulverizado desde la sección 26 de suministro se mantiene constante y la cantidad de NH_4X aumenta.

15 En el caso donde la concentración de mercurio medida por la sección 29 de medición de concentración de mercurio disminuya, la sección 32 de control aumenta el grado de apertura de la válvula 33 y disminuye el grado de apertura de la válvula 34. Los grados de apertura de las válvulas 33 y 34 se ajustan por la concentración de halógeno y la concentración de mercurio medidas. De acuerdo con el funcionamiento, la cantidad de halógeno a suministrarse a la sección 21 de adición de componente de amoníaco disminuye.

20 La sección 32 de control obtiene la cantidad de NH_4X necesaria para enviarse a la sección 12 de pulverizado desde la sección 26 de suministro y la cantidad (cantidad C a añadirse) de la sal de amonio en base a la concentración de óxido de nitrógeno, la concentración de halógeno y la concentración de NH_4^+ medidas y las fórmulas (1) a (3) y (8) a (11). Como se describe anteriormente, se obtienen la cantidad de NH_4X y la cantidad de la sal de amonio. La sección 32 de control regula el grado de apertura de la válvula 35 en base a la cantidad obtenida (cantidad C a añadirse) de la sal de amonio a añadirse inyectada desde el silo 22.

25 Como se describe anteriormente, la sección 32 de control determina la cantidad de la solución acuosa que se suministra a la sección 12 de pulverizado desde la sección 26 de suministro a pulverizarse en el escape 11. La sección 32 de control regula el grado de apertura de la válvula 36 para alcanzar la cantidad determinada de la solución acuosa.

30 De acuerdo con el funcionamiento, la concentración de NH_4^+ en la solución acuosa que se envía a la sección 12 de pulverizado desde la sección 26 de suministro se mantiene constante y la cantidad de NH_4X disminuye.

(C) En el caso donde la concentración de óxido de nitrógeno aumenta y la concentración de mercurio no varía

35 La sección 32 de control aumenta el grado de apertura de la válvula 35 cuando la concentración obtenida de óxido de nitrógeno aumenta en comparación con el valor ajustado y la concentración de mercurio no varía. En consecuencia, la cantidad excesiva de la sal de amonio a inyectarse al tanque 23 de agua aumenta. En este caso, la cantidad (cantidad C a añadirse) de la sal de amonio a añadirse se obtiene en base a la concentración de óxido de nitrógeno, la concentración de halógeno y la concentración de NH_4^+ medidas y las fórmulas (1) a (3) y (8) a (11). La sección 32 de control regula el grado de apertura de la válvula 35 en base a la cantidad C a añadirse.

40 De acuerdo con el funcionamiento, la concentración de NH_4X en la solución acuosa que se envía a la sección 12 de pulverizado desde la sección 26 de suministro se mantiene constante y la cantidad de NH_4^+ aumenta.

45 Cuando la concentración de óxido de nitrógeno disminuye después de aumentar el grado de apertura de la válvula 35, la sección 32 de control disminuye el grado de apertura de la válvula 35.

(D) En el caso donde la concentración de óxido de nitrógeno disminuye y la concentración de mercurio no varía

50 La sección 32 de control obtiene la cantidad A a añadirse, la cantidad B a añadirse y la cantidad C a añadirse como se describe anteriormente cuando la concentración obtenida de óxido de nitrógeno disminuye en comparación con el valor ajustado y la concentración de mercurio no varía.

55 En el caso donde la cantidad B a añadirse sea un valor positivo o 0, la sección 32 de control regula el grado de apertura de la válvula 35 de tal manera que la cantidad C a añadirse de la sal de amonio se inyecta en el tanque 23 de agua desde el silo 22 en base a la cantidad C a añadirse. La sección 32 de control regula el grado de apertura de la válvula 36 para alcanzar la cantidad de la solución acuosa determinada en base a la concentración de NH_4^+ y la concentración de X medidas y las fórmulas (1) a (3).

60 En el caso donde la cantidad B a añadirse sea un valor negativo, cuando la cantidad A a añadirse de la sal de amonio se añade, la cantidad de amoníaco más de la necesaria para la reacción de fórmula (2) se suministra al escape 11. En este caso, la sección 32 de control cierra la válvula 36 y para el pulverizado de la solución acuosa

desde la sección 12 de pulverizado.

{Lista de signos de referencia}

5	1	caldera
	2	chimenea
	10	sistema de tratamiento de gas de escape
	11	escape
	12	sección de pulverizado
10	13	dispositivo deNOx
	14	calentador de aire
	15	dispositivo de control particulado
	16	dispositivo de desulfurización de tipo húmedo
	17	dispositivo de medición de supersaturación
15	18	sección de circulación
	19	primera sección de separación
	20	sección de almacenamiento de agua de deshecho
	21	sección de adición de componente de amoníaco
	22	silo
20	23, 27	tanque de agua
	24	pHmetro
	25	segunda sección de separación
	26	sección de suministro
	28	sección de medición de concentración de NOx
25	29	sección de medición de concentración de mercurio
	30	sección de medición de concentración de NH ₄ X
	31	sección de medición de concentración de halógeno
	32	sección de control
30	33, 34, 35, 36	válvula

REIVINDICACIONES

1. Un sistema (10) de tratamiento de gas de escape para retirar óxido de nitrógeno y mercurio contenidos en el gas de escape de una caldera (1), comprendiendo el sistema de tratamiento de gas de escape:

5 una sección (12) de pulverizado adaptada para pulverizar una solución acuosa que contiene haluro de amonio en un escape (11) a través del que fluye el gas de escape descargado de la caldera;
 una sección (13) deNOx colocada en un lado de aguas abajo de gas del escape y adaptada para reducir el óxido de nitrógeno con amoníaco generado a partir del haluro de amonio y para oxidar el mercurio con haluro de hidrógeno generado a partir del haluro de amonio;
 10 una sección (16) de desulfurización colocada en un lado aguas abajo del gas de la sección deNOx y adaptada para retirar el óxido de azufre contenido en el gas de escape y para retirar el mercurio oxidado del gas de escape usando un absorbente que contiene compuestos alcalinos;
 una sección (19) de separación adaptada para recibir agua de deshecho que contiene sulfato cálcico y haluro cálcico desde la sección de desulfurización y para separar el sulfato cálcico del agua de deshecho;
 15 una sección (21) de adición de componente de amoníaco adaptada para añadir una sal de amonio que es al menos una de sulfato de amonio y carbonato de amonio al agua de deshecho que contiene el haluro cálcico descargado de la sección de separación para generar el haluro de amonio; y
 una sección (26) de suministro adaptada para enviar el agua de deshecho que contiene el haluro de amonio descargada de la sección de adición de componente de amoníaco a la sección de pulverizado como la solución acuosa.

2. El sistema (10) de tratamiento de gas de escape de acuerdo con la reivindicación 1, donde la solución acuosa contiene la sal de amonio.

25 3. El sistema (10) de tratamiento de gas de escape de acuerdo con la reivindicación 1 que comprende:

una primera sección (28) de medición de concentración adaptada para medir una concentración del óxido de nitrógeno en el gas de escape en un lado aguas arriba del gas de la sección de pulverizado;
 30 una segunda sección (29) de medición de concentración adaptada para medir una concentración del mercurio en el gas de escape en un lado aguas abajo del gas de la sección de desulfurización;
 una tercera sección (30) de medición de concentración adaptada para medir una primera concentración de halógeno que es una concentración de halógeno y una concentración de amonio en el agua de deshecho enviada a la sección de pulverizado desde la sección de suministro;
 35 una sección (20) de almacenamiento del agua de deshecho colocada entre la sección de separación y la sección de adición de componente de amoníaco, conectada a la sección de desulfurización y adaptada para almacenar el agua de deshecho descargada desde la sección de separación;
 una cuarta sección (31) de medición de concentración adaptada para medir una segunda concentración de halógeno que es una concentración de halógeno en el agua de deshecho almacenada en la sección de almacenamiento del agua de deshecho; y
 40 una sección (32) de control conectada a la primera sección de medición de concentración, la segunda sección de medición de concentración, la tercera sección de medición de concentración y la cuarta sección de medición de concentración y adaptada para regular una cantidad del amonio a generarse y una cantidad del haluro de hidrógeno a generarse en base a la concentración del óxido de nitrógeno, la concentración del mercurio, la concentración del amonio, la primera concentración de halógeno y la segunda concentración de halógeno medidas.

4. Un método de tratamiento de gas de escape para retirar óxido de nitrógeno y mercurio contenidos en el gas de escape de una caldera, comprendiendo el método de tratamiento de gas de escape:

50 una etapa de pulverizado para pulverizar una solución acuosa que contiene haluro de amonio en un escape a través del cual fluye el gas de escape descargado de la caldera;
 una etapa de oxidación-reducción para reducir el óxido de nitrógeno con amoníaco generado a partir del haluro de amonio y oxidar el mercurio con haluro de hidrógeno generado a partir del haluro de amonio;
 55 una etapa de desulfurización para generar sulfato cálcico y haluro cálcico por una reacción entre un absorbente que contiene compuestos alcalinos, óxido de azufre contenido en el gas de escape y el haluro de hidrógeno y para retirar el mercurio oxidado del gas de escape por el absorbente;
 una etapa de separación para separar el sulfato cálcico del agua de deshecho que contiene el sulfato cálcico y el haluro cálcico que se generan en la etapa de desulfurización;
 60 una etapa de generación de haluro de amonio para generar el haluro de amonio añadiendo una sal de amonio que es al menos una de sulfato de amonio y carbonato de amonio al agua de deshecho de la que se separa el sulfato de calcio en la etapa de separación; y
 una etapa de suministro para enviar el agua de deshecho que contiene el haluro amónico como la solución acuosa.

65 5. El método de tratamiento de gas de escape de acuerdo con la reivindicación 4, donde la solución acuosa contiene

la sal de amonio.

6. El método de tratamiento de gas de escape de acuerdo con la reivindicación 4 que comprende además:

- 5 una primera etapa de medición de concentración para medir una concentración del óxido de nitrógeno en el gas de escape antes de pulverizar la solución acuosa;
una segunda etapa de medición de concentración para medir una concentración del mercurio en el gas de escape después de la etapa de desulfurización;
10 una tercera etapa de medición de concentración para medir una primera concentración de halógeno que es una concentración de halógeno y una concentración de amonio en el agua de deshecho que se envía en la etapa de suministro; y
una cuarta etapa de medición de concentración para medir una segunda concentración de halógeno que es una concentración de halógeno en el agua de deshecho de la que se separa el sulfato cálcico en la etapa de separación, donde
15 una cantidad del amonio a generarse y una cantidad del haluro de hidrógeno a generarse se regulan en base a la concentración del óxido de nitrógeno, la concentración del mercurio, la concentración del amonio, la primera concentración de halógeno y la segunda concentración de halógeno medidas.

7. El método de tratamiento de gas de escape de acuerdo con la reivindicación 6, donde
20 se aumenta o se disminuye una cantidad de la solución acuosa a suministrarse en la etapa de suministro en base a la primera concentración de halógeno y la segunda concentración del amonio de acuerdo con las variaciones en la concentración del óxido de nitrógeno y la concentración del mercurio.

8. El método de tratamiento de gas de escape de acuerdo con la reivindicación 6, donde
25 se aumenta o se disminuye una cantidad de la sal de amonio a añadirse de acuerdo con las variaciones en la concentración del óxido de nitrógeno y la concentración del mercurio.

9. El método de tratamiento de gas de escape de acuerdo con la reivindicación 6, donde
30 se varía una cantidad del agua de deshecho a suministrarse desde la etapa de separación hacia la etapa de generación de haluro de amonio en base a la segunda concentración de halógeno de acuerdo con las variaciones en la concentración del óxido de nitrógeno y la concentración del mercurio.

