

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 689 247**

51 Int. Cl.:

B01D 53/62 (2006.01)

B01D 53/14 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.08.2011 PCT/JP2011/069424**

87 Fecha y número de publicación internacional: **08.03.2012 WO12029704**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.08.2011 E 11821720 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.08.2018 EP 2612699**

54 Título: **Método y dispositivo de procesamiento para gases de escape conteniendo dióxido de carbono**

30 Prioridad:

30.08.2010 JP 2010192212

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

12.11.2018

73 Titular/es:

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

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

72 Inventor/es:

**YOKOYAMA, KOICHI;
TAKAMOTO, SHIGEHITO;
MIYAMOTO, EIJI y
ODA, NAOKI**

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 689 247 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

Método y dispositivo de procesamiento para gases de escape conteniendo dióxido de carbono

5 **Campo técnico**

La presente invención se refiere a un método para tratar gases de escape conteniendo dióxido de carbono (CO₂), y en particular a un método y un dispositivo para tratar gases de escape, en el que se recupera dióxido de carbono (CO₂) de los gases de escape de un combustor, tal como una caldera.

10

Antecedentes de la invención

Se ha afirmado que, en una central térmica y análogos, la combustión de combustibles fósiles, como carbón, genera dióxido de carbono (CO₂), que aumenta la concentración de CO₂ en la atmósfera, dando lugar a una subida de la temperatura atmosférica, y creando así varios problemas medioambientales. Con el fin de evitar el calentamiento global, en diciembre de 1997, en la Conferencia de Kioto, se adoptó el Protocolo de Kioto con el fin de detener el calentamiento global (COP3). El Protocolo de Kioto entró en vigor en febrero de 2005, y en cada país se han implementado medidas para la reducción de las emisiones de CO₂. Entre los métodos para recuperar CO₂ de gases de escape de combustión conteniendo oxígeno (O₂) y óxido de azufre (SO_x) de una central térmica y análogos, se ejemplifica un método de absorción de CO₂ usando una solución de alcanolamina como un método que se pondría en práctica en un futuro próximo. El método se ha estudiado intensamente desde la década de 1990, y se han estudiado tipos de alcanolaminas adecuadas para la recuperación de CO₂ y las condiciones de aplicación a gases de escape conteniendo óxido de azufre (Documento de Patente 1). En comparación con las monoetanolaminas que se han utilizado hasta ahora, es menos probable que estas aminas sean oxidadas por el oxígeno contenido en gases de escape de combustión; sin embargo, en vista del uso durante un tiempo largo de varios miles de horas o más, la cantidad de relleno de una solución de estas aminas debido a degradación oxidativa de la solución produciría un problema. Para hacer frente a este problema, es posible inhibir considerablemente la oxidación de aminas en un absorbente añadiendo una sustancia inhibidora de oxidación (por ejemplo, un compuesto orgánico de azufre) de aminas a un absorbente de CO₂ (Documento de Patente 2).

15

Con respecto a un dispositivo para la recuperación de CO₂ contenido en gases de escape de combustión de una caldera, se han realizado estudios muy amplios de investigación y desarrollo sobre un dispositivo de recuperación de dióxido de carbono usando una columna de absorción que pone una solución acuosa de alcanolamina en contacto con gases de escape, y una columna de desorción que recupera CO₂ calentando la solución de amina que ha absorbido CO₂ (por ejemplo, Documento No Patente 1).

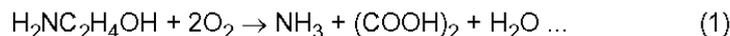
20

Cuando se usa una solución acuosa de una alcanolamina como un dispositivo de recuperación de absorbente de dióxido de carbono (CO₂), la alcanolamina en el absorbente es parcialmente oxidada y descompuesta por un componente oxidante, tal como O₂ o NO_x, presente en gases de escape de combustión, en particular oxígeno para producir amoníaco. Es conocido que el amoníaco se descompone y produce a partir de una alcanolamina, y, además, hay una patente en la que se usa amoníaco producido en la recuperación de CO₂ por la alcanolamina para desnitrificación de gases de escape de combustión (Documento de Patente 3). También se conoce que las alquilaminas, tal como metilamina, etilamina e isopropilamina, se producen respectivamente a partir de alcanolaminas, tales como 2-(metilamino)etanol (MAE), 2-(etilamino)etanol (EAE), y 2-(isopropilamino)etanol (IPAE), en proporción al grado de oxidación de la alcanolamina, y así un inhibidor de oxidación reduce las cantidades de liberación de estos productos (por ejemplo, Documento de Patente 2). El Documento de Patente 2 describe que se producen agua (H₂O), ácido oxálico ((COOH)₂) y amoníaco (NH₃) por una reacción de oxidación de H₂NCH₂CH₂OH (MEA) como muestra la fórmula siguiente (1).

25

30

35



JP 9-875 A describe un proceso por el que un gas a tratar procedente de un horno de combustión se pone en contacto con una solución de absorción de alcanolamina en una columna de absorción y se convierte en una solución con alta concentración de CO₂. La solución con alta concentración de CO₂ se hace circular entonces en una columna de regeneración para preparar una solución conteniendo una baja concentración de CO₂. Entonces, para reducir el deterioro oxidativo de la solución de absorción para absorber CO₂ a recircular en la columna de absorción, se usa uno o varios tipos de compuestos orgánicos de azufre seleccionados de mercaptoimidazoles y mercaptobenzimidazoles.

40

45

60 Lista de la técnica anterior

Documentos de Patentes

Documento de Patente 1: JP 3529855 B

65

Documento de Patente 2: JP 3739437 B

Documento de Patente 3: JP 2786562 B

5 Documentos No Patente

Documento No Patente 1: Chemical Engineering Manual (Kagaku Kogaku Binran), página 627

10 **Resumen de la invención**

Problemas a resolver con la invención

15 También es posible inhibir la oxidación de aminas en un absorbente de CO₂ incrementando la concentración de un compuesto orgánico de azufre que se añade al absorbente como un inhibidor de oxidación. Sin embargo, es menos probable originalmente que estos compuestos se disuelvan en el absorbente, y también hay algunos compuestos como el compuesto orgánico de azufre cuya concentración es difícil de medir, o el método de medición no es claro con respecto a algunos compuestos, y así surge el problema de que es difícil controlar la concentración del inhibidor de oxidación.

20 Un objeto de la presente invención es proporcionar un método y un dispositivo para tratar gases de escape conteniendo CO₂, que puede ajustar la concentración de un inhibidor de oxidación en un absorbente de CO₂ a la concentración suficiente para inhibir la oxidación, sin medir la concentración del inhibidor de oxidación en una alcanolamina contenida en el absorbente.

25 **Medio para resolver los problemas**

Con el fin de lograr el objeto anterior, las invenciones a reivindicar en la presente solicitud son las siguientes.

30 (1) Un método para tratar gases de escape conteniendo dióxido de carbono (CO₂), en el que se realiza absorción y liberación de CO₂ a partir de gases de escape conteniendo dióxido de carbono usando, como un absorbente de CO₂, una solución acuosa de una alcanolamina representada por C_nH_{2n+1}NHC_nH_{2n+1}O (n es cualquier entero de 1 a 4, y n' es cualquier entero de 1 a 3), incluyendo el método

35 medir la concentración de una alquilamina representada por C_nH_{2n+1}NH₂ (n es cualquier entero de 1 a 4) o la suma de la concentración de la alquilamina y la concentración de amoníaco en gases de escape después de la absorción de dióxido de carbono por el absorbente; y

40 añadir un inhibidor de oxidación de la alcanolamina al absorbente de CO₂ según el aumento de la concentración de la alquilamina o la suma de la concentración de la alquilamina y la concentración de amoníaco, donde el inhibidor de oxidación de la alcanolamina es uno, o dos o más compuestos orgánicos de azufre seleccionados de mercaptoimidazoles y mercaptobenzimidazoles.

45 (2) El método según (1), donde la alcanolamina es uno, o dos o más compuestos seleccionados del grupo que consta de 2-(metilamino)etanol, 2-(etilamino)etanol, 2-amino-2-metil-1-propanol, y 2-(isopropilamino)etanol.

(3) Un dispositivo para tratar gases de escape conteniendo dióxido de carbono, incluyendo:

50 una columna de absorción que pone un absorbente conteniendo una alcanolamina en contacto con gases de escape conteniendo oxígeno y dióxido de carbono;

55 una columna de desorción que calienta el absorbente conteniendo dióxido de carbono absorbido en él, recuperando por ello dióxido de carbono, en la que al menos una parte del absorbente, que ha recuperado dióxido de carbono en la columna de absorción, es transportada a la columna de desorción, y al menos una parte del absorbente, que ha separado dióxido de carbono en la columna de desorción, es transportada, como un absorbente de dióxido de carbono, a la columna de absorción;

60 un medio de intercambio térmico configurado para realizar intercambio térmico entre la solución a transportar a la columna de desorción desde la columna de absorción y la solución a transportar a la columna de absorción desde la columna de desorción;

un medio de medición configurado para medir la concentración de una alquilamina o la suma de la concentración de la alquilamina y la concentración de amoníaco en los gases de escape tratados en la columna de absorción;

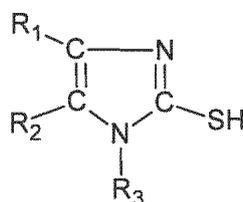
65 un medio configurado para añadir un inhibidor de oxidación de la alcanolamina al absorbente a transportar a la columna de absorción desde la columna de desorción; y

un controlador configurado para ajustar la cantidad de aditivo del inhibidor de oxidación de la alcanolamina según la concentración de la alquilamina o la suma de la concentración de la alquilamina y la concentración de amoníaco medida por el medio de medición, donde el inhibidor de oxidación de la alcanolamina es uno, o dos o más compuestos orgánicos de azufre seleccionados de mercaptoimidazoles y mercaptobenzimidazoles.

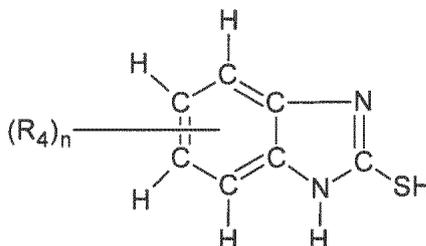
La alcanolamina del absorbedor de CO₂ usado en la presente invención es preferiblemente una alcanolamina representada por C_nH_{2n+1}NHC_{n'}H_{2n'+1}O (n es cualquier entero de 1 a 4, y n' es cualquier entero de 1 a 3), y en particular preferiblemente 2-(metilamino)etanol (a continuación abreviado MAE, peso molecular: 75,12), 2-(etilamino) etanol (a continuación abreviado EAE, peso molecular: 89,14), 2-amino-2-metil-1-propanol (a continuación abreviado AMP, peso molecular: 89,14), o 2-(isopropilamino)etanol (a continuación abreviado IPAE, peso molecular: 103,16), o una mezcla de dos o más de estas alcanolaminas en vista de la magnitud de una tasa de absorción de CO₂, y bajo calor de disociación de CO₂ absorbido.

Un inhibidor de oxidación usado en la presente invención puede seleccionarse de entre mercaptoimidazoles representados por la fórmula estructural siguiente (A) y/o mercaptobenzimidazoles representados por la fórmula estructural siguiente (B):

(A)



(B)



donde cada R₁, R₂ y R₃ representa independientemente un átomo de hidrógeno, un grupo alquilo de C₁ a C₃, un grupo fenilo, o un grupo bencilo, R₄ es un átomo de hidrógeno o un grupo alquilo de C₁ a C₃, y n es un entero de 1 a 3.

Efectos ventajosos de la invención

Según la presente invención, es posible controlar la concentración de un inhibidor de oxidación en un absorbente a la concentración suficiente para inhibir la oxidación sin medir directamente la concentración del inhibidor de oxidación que inhibe la descomposición de una alcanolamina en el absorbente midiendo la concentración de una alquilamina, o las concentraciones de una alquilamina y amoníaco en gases de escape. Así, es más fácil controlar la cantidad de relleno de alcanolamina al absorbente del equipo de absorción de CO₂ durante la operación.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es un dibujo explicativo que representa el flujo de un dispositivo de recuperación de CO₂ según el Ejemplo de la presente invención.

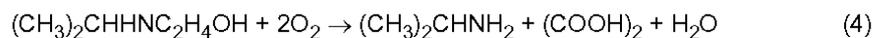
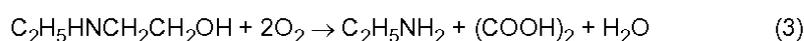
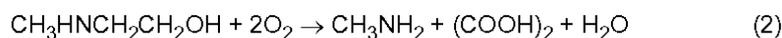
La figura 2 es un dibujo explicativo de un dispositivo de recuperación de CO₂ de la presente invención provisto de un controlador de concentración de inhibidor de oxidación.

La figura 3 es un dibujo explicativo que representa los resultados de los Ejemplos y los Ejemplos Comparativos de la presente invención.

Realizaciones para llevar a la práctica la invención

La presente invención permite el ajuste de la relación composicional de un absorbente de dióxido de carbono añadiendo, como un inhibidor de oxidación, una solución preparada disolviendo con anterioridad un compuesto orgánico de azufre en una solución acuosa de alcanolamina a un absorbente que se hace circular a una columna de absorción desde una columna de desorción, según el aumento o la disminución de dicha concentración de una alquilamina o la suma de la concentración de la alquilamina y la concentración de amoníaco en gases de escape tratados en la columna de absorción, e inhibiendo así efectivamente la oxidación de la alcanolamina en la columna de absorción.

Los autores de la presente invención estimaron que, con respecto a las reacciones de oxidación de dicho $\text{CH}_3\text{HNC}_2\text{H}_4\text{OH}$ (MAE), $\text{C}_2\text{H}_5\text{HNC}_2\text{H}_4\text{OH}$ (EAE), y $(\text{CH}_3)_2\text{CHHNC}_2\text{H}_4\text{OH}$ (IPAE), las reacciones de las fórmulas siguientes (2) a (4) surgen de forma similar al esquema (1) produciendo metilamina, etilamina e isopropilamina, conjuntamente con ácido oxálico.



Los autores de la presente invención aclararon que el estado de progreso de la reacción de oxidación de una alcanolamina en un absorbente puede ser supervisado usando el hecho de que la cantidad de la descomposición de oxidación de la alcanolamina es proporcional a las cantidades de la producción de amoníaco, alquilamina y ácido oxálico, representados en los esquemas (1) a (4), y midiendo las cantidades de la producción de estos compuestos. Como es evidente por el estudio de los autores de la presente invención, cuando la alcanolamina se oxida, se produce amoníaco además de la alquilamina, aunque la vía de producción no es clara, y por ello se prefiere medir ambas concentraciones de la alquilamina y amoníaco en comparación con el caso de medir solamente la concentración de la alquilamina.

Casi todo el amoníaco y la alquilamina, cuyas cantidades de producción se miden en la presente invención, son vaporizados en una columna de absorción y luego liberados en fase vapor como una sustancia gaseosa dado que cada punto de ebullición (amoníaco: $-33,4^\circ\text{C}$, metilamina: $-6,32^\circ\text{C}$, etilamina: $16,6^\circ\text{C}$, isopropilamina: de 33°C a 34°C) es inferior a la temperatura del absorbente (de ordinario 40°C o superior). Por lo tanto, después del muestreo de los gases de escape conteniendo estas sustancias gaseosas en la salida de una columna de absorción, las concentraciones de amoníaco y alquilamina en el gas pueden medirse directamente con un instrumento de cromatografía de gases (a continuación abreviada CG). También es posible que los gases de escape sean muestreados a la misma tasa que la tasa de flujo de los gases de escape en la salida de una columna de absorción y se pasen a través de una solución ácida recuperando por ello el amoníaco o la alquilamina en la solución, y, después, las concentraciones de dichas sustancias en la solución recuperada con un instrumento de cromatografía de iones (a continuación abreviada CI), y, de este modo, la concentración en el gas puede calcularse a partir de la cantidad de un gas de aspiración y la cantidad de recuperación de la sustancia. Estos métodos se pueden llevar a cabo dentro de un tiempo corto (en varias horas) y es posible supervisar el estado de oxidación de un absorbente, casi de forma continua.

Aparte de la presente invención, es posible medir la concentración de ácido oxálico en la solución, por ejemplo, con un instrumento de CI o un instrumento de GC/espectrometría de masas (a continuación abreviado CG/EM). Sin embargo, existe el problema de que es difícil medir el cambio de concentración con una precisión satisfactoria a causa de la baja concentración de ácido oxálico en la solución, y es difícil efectuar una medición continua porque la medición requiere mucho tiempo. Por lo tanto, el método de la presente invención es más adecuado para supervisar el estado de progreso de una reacción de oxidación de la alcanolamina en el absorbente.

En la presente invención, la concentración de la alcanolamina en el absorbente se ajusta usando el hecho de que las cantidades de amoníaco y alquilamina producidas en proporción a la descomposición de oxidación de la alcanolamina son proporcionales a la cantidad de la oxidación de la alcanolamina en el absorbente. Por ejemplo, cuando las concentraciones de una o varias alquilaminas en gases de escape, o la suma de las concentraciones de amoníaco y una o varias alquilaminas aumenta con el paso del tiempo, se añade un inhibidor de oxidación de modo que la concentración del inhibidor de oxidación en el absorbente aumente con la cantidad incrementada. Cuando la suma de las concentraciones no disminuye ni varía, la concentración del inhibidor de oxidación a añadir a la alcanolamina puede ser controlada a un valor apropiado disminuyendo la cantidad del inhibidor de oxidación a añadir al absorbente, o detener la adición.

El inhibidor de oxidación usado en la presente invención es preferiblemente uno o varios compuestos orgánicos de azufre seleccionados de entre mercaptoimidazoles y/o mercaptobenzimidazoles. Esto es debido a que es menos probable que estas sustancias se oxiden con oxígeno contenido en gases de escape de combustión, y la mayoría de las sustancias sirven solamente para inhibir la oxidación de una alcanolamina. Las concentraciones de estos

compuestos orgánicos de azufre en la solución pueden medirse con un instrumento de CG/EM. Sin embargo, dado que es difícil efectuar de forma continua los análisis, el uso del método de la presente invención permite la medición y el control continuos de la concentración en la solución.

- 5 Cuando se añade el otro inhibidor de oxidación de la alcanolamina, por ejemplo, un agente reductor, tal como L-ascorbato de sodio o ácido gálico, se produce el efecto de reducción. Sin embargo, dado que la concentración del inhibidor de oxidación en la solución se reduce drásticamente por la influencia del oxígeno contenido en los gases de escape de combustión, es difícil controlar la concentración del inhibidor de oxidación en la solución.

10 Ejemplos

La figura 1 es un dibujo explicativo que representa el flujo del equipo de absorción de CO₂ según un ejemplo de la presente invención. Gases de escape de combustión simulados son alimentados a la columna de absorción 7 a través del humidificador 1, y entran en contacto con un absorbente que baja desde una parte superior de la columna mientras los gases suben en la columna de absorción 7, absorbiendo por ello CO₂. Después de recoger neblina en la porción de refrigeración por agua dispuesta en la porción superior de la columna, los gases de escape son guiados a una línea de salida de gases y luego son liberados a la atmósfera a través del condensador 2. Un absorbente rico en CO₂ descargado de la columna de absorción 7 (absorbente rico) es descargado de la columna de absorción a través de la línea de salida de solución 20. El absorbente rico que pasa por una bomba entra en el intercambiador de calor 3. Después del calentamiento, el absorbente rico es alimentado a la columna de desorción 8, donde el absorbente rico baja en una columna de desorción, cuya pared exterior es calentada por un calentador, liberando CO₂. El CO₂ liberado que pasa a través de la línea de salida superior 21 de la columna de desorción es liberado a la atmósfera a través del condensador 2, mientras que una solución condensada vuelve a la columna de desorción 8. Un absorbente pobre, que ha liberado CO₂ mientras baja en la columna de desorción 8, es extraído de la porción inferior de la columna de desorción usando una bomba, y llega al intercambiador de calor 3, donde la solución es enfriada por intercambio térmico con el absorbente rico. Después de pasar a través del refrigerador de amina (intercambiador de calor) 5, la solución es recirculada a la columna de absorción 7. En este caso, el diámetro de columna de la columna de absorción 7 y la columna de desorción 8 es ϕ 50 mm, y la altura de un lecho empaquetado es 1,4 m.

30 Usando el equipo representado en la figura 1, se realizó una prueba en la que se absorbe y extrae CO₂ de gases de escape de combustión simulados conteniendo O₂ y N₂ además de CO₂ usando un absorbente de CO₂ conteniendo un inhibidor de oxidación de una alcanolamina. Las condiciones de prueba principales eran las siguientes: temperatura de los gases y la solución a la entrada a la columna de absorción: 30°C, temperatura de la solución de entrada a la columna de desorción: 100°C, temperatura de la solución en la columna de desorción: máximo 110°C, temperatura del condensador: 30°C, cantidad de gas: 2 m³/h, y relación de solución-gases: 3,0 (l/m³). La cantidad de circulación del absorbente era 7 l. Como la alcanolamina para uso en el absorbente de CO₂, se usaron sus tres tipos MAE, EAE, e IPEA, y se usaron metilamina, etilamina e isopropilamina respectivamente como un producto de descomposición de cada alcanolamina. Como el inhibidor de oxidación se usó 2-mercaptobenzimidazol.

40 Después de iniciar la prueba, se extrajo mediante derivación gas de un gas de salida de una columna de absorción a una tasa de 1 l/min cada 6 horas y se pasó a través de una botella de absorción conteniendo 100 ml de 0,01N HCl durante 1 hora. A continuación, se calcularon las concentraciones de amoníaco y alquilamina en el gas de salida midiendo la concentración de un producto de descomposición en la solución con un cromatógrafo de iones. Además, se tomaron muestras del gas de salida con una jeringa, y las concentraciones de amoníaco y alquilamina en el gas se midieron después con un instrumento de CG incluyendo un detector FID. La oxidación de un inhibidor de oxidación de un compuesto orgánico de azufre no prosigue en un tiempo corto. Por lo tanto, se midieron las concentraciones de amoníaco y alquilamina en el gas de salida en las condiciones iniciales descritas más adelante, y a continuación se realizó una operación usando un absorbente conteniendo una baja concentración del inhibidor como condiciones de simulación de operación a largo plazo en las que el inhibidor de oxidación se descompone, y así se confirmó si las concentraciones pueden ajustarse o no a las concentraciones de amoníaco y alquilamina en el gas de salida similares a las de las condiciones iniciales.

<Condiciones iniciales>

55 Como un absorbente se usó cada una de una solución acuosa conteniendo MAE en una concentración de 38% en peso, una solución acuosa conteniendo EAE en una concentración de 45% en peso, y una solución acuosa conteniendo IPEA en una concentración de 52% en peso, se usó 2-mercaptobenzimidazol como un compuesto orgánico de azufre, y la concentración del compuesto en el absorbente se ajustó a 0,1% en peso. Se midieron las concentraciones de amoníaco y alquilamina en un gas de salida después de una prueba de absorción (unidad: mol/m³N), y la suma de las concentraciones se utilizó como un valor de referencia.

<Condiciones de simulación de operación a largo plazo>

65 La concentración de 2-mercaptobenzimidazol se ajustó a 0,005% en peso, y las otras condiciones son las mismas que las condiciones iniciales.

[Ejemplo 1]

Mientras el absorbente circulaba en las condiciones de simulación a largo plazo, se alimentaron 0,05 l de un absorbente conteniendo 2,5% en peso de 2-mercaptobenzimidazol y 38% en peso de MAE a una tasa de flujo que supone el 5% de la tasa de flujo del absorbente después de pasar por el intercambiador de calor 5 del equipo de la figura 1. Una hora y media después de la alimentación, se midieron las concentraciones de amoníaco y alquilamina (metilamina en este caso) en el gas de salida de la columna de absorción. Cuando las concentraciones eran más altas, en comparación con las de las condiciones iniciales, se alimentó 0,05 l de la solución en las mismas condiciones que las indicadas anteriormente. Finalmente, la solución se alimentó hasta la cantidad total de 0,35 l. En ese caso, la cantidad de la circulación del absorbente se ajustó de modo que la relación de solución-gases fuese 3,0.

[Ejemplo 2]

Las concentraciones de amoníaco y alquilamina (etilamina en este caso) en un gas de salida de la columna de absorción se midieron en las mismas condiciones que en el Ejemplo 1, a excepción de que se usó un absorbente conteniendo 2,5% en peso de 2-mercaptobenzimidazol y 45% en peso de EAE mientras el absorbente circulaba en las condiciones de simulación a largo plazo. La cantidad total de solución introducida era 0,35 l. En ese caso, la cantidad de la circulación del absorbente se ajustó de modo que la relación de solución-gases fuese 3,0.

[Ejemplo 3]

Las concentraciones de amoníaco y alquilamina (isopropilamina en este caso) en un gas de salida de la columna de absorción se midieron en las mismas condiciones que en el Ejemplo 1, a excepción de que se usó un absorbente conteniendo 2,5% en peso de 2-mercaptobenzimidazol y 52% en peso de IPAE mientras el absorbente circulaba en las condiciones de simulación a largo plazo. La cantidad total de solución alimentada era 0,37 l. En ese caso, la cantidad de la circulación del absorbente se ajustó de modo que la relación de solución-gases fuese 3,0.

[Ejemplo Comparativo 1]

Usando un absorbente conteniendo 38% en peso de MAE como una alcanolamina en las condiciones de simulación de operación a largo plazo, la cantidad de circulación del absorbente se ajustó de modo que la relación de solución-gases fuese 3,0.

[Ejemplo Comparativo 2]

Usando un absorbente conteniendo 45% en peso de EAE como una alcanolamina en las condiciones de simulación de operación a largo plazo, la cantidad de circulación del absorbente se ajustó de modo que la relación de solución-gases fuese 3,0.

[Ejemplo Comparativo 3]

Usando un absorbente conteniendo 52% en peso de IPAE como una alcanolamina en las condiciones de simulación de operación a largo plazo, la cantidad de circulación del absorbente se ajustó de modo que la relación de solución-gases fuese 3,0.

Los resultados de los Ejemplos y Ejemplos Comparativos anteriores se muestran en conjunto en la figura 3. Como es evidente por los resultados de la figura 3, incluso cuando la alcanolamina es cualquier alcanolamina, las concentraciones de amoníaco y alquilamina en un gas de salida de la columna de absorción disminuyen a la concentración igual a la de la etapa inicial donde el absorbente contiene suficiente compuesto orgánico de azufre, en las condiciones de los Ejemplos. Por otra parte, en un estado donde la situación después de simular una prueba a largo plazo, las concentraciones de amoníaco y alquilamina en un gas de salida de la columna de absorción aumentan a las concentraciones que son aproximadamente tres veces mayores que las de la etapa inicial, en todos los Ejemplos Comparativos. Con respecto a los resultados de EAE e IPAE, se obtuvieron resultados similares a los de la figura 3 incluso en comparación con la concentración de una alquilamina solamente.

Los resultados anteriores pusieron de manifiesto que la presente invención permite la inhibición del progreso de oxidación de una alcanolamina en un absorbente por la adición de un inhibidor de oxidación en la alcanolamina cuando la suma de las concentraciones de amoníaco y alquilamina en un gas de salida de la columna de absorción aumenta, y también pusieron de manifiesto que la concentración del inhibidor de oxidación puede ajustarse a un valor apropiado sin medir directamente la concentración del inhibidor de oxidación en la solución.

También se puso de manifiesto que, incluso al usar una amina mezclada de una alcanolamina y MEA de la presente invención, la concentración puede ajustarse de forma similar al caso de la alcanolamina dado que un producto gaseoso de descomposición de oxidación de MEA es amoníaco.

La figura 2 representa el Ejemplo de equipo de absorción de CO₂ incluyendo un controlador de la relación composicional de un absorbente de dióxido de carbono. El equipo de la figura 2 incluye la columna de absorción 7 que pone los gases de escape 10 conteniendo oxígeno y dióxido de carbono en contacto con el absorbente 9 conteniendo una alcanolamina; la columna de desorción 8 que calienta el absorbente 9 que ha absorbido dióxido de carbono, recuperando por ello dióxido de carbono 11; una línea a través de la que al menos una parte del absorbente 9, que ha recuperado dióxido de carbono en una columna de absorción, es transportada a la columna de desorción 8; una línea a través de la que al menos una parte del absorbente 9, que ha separado dióxido de carbono en la columna de desorción 8, es transportada a la columna de absorción 7 como el absorbente de dióxido de carbono 9; el intercambiador de calor 3 que realiza intercambio térmico entre la solución 9 a transportar a la columna de desorción 8 desde la columna de absorción 7 y la solución 9 a transportar a la columna de absorción 7 desde la columna de desorción 8; y un controlador de la cantidad de aditivo de un inhibidor de oxidación, que está configurado para tomar muestras de los gases de escape 10 tratados en la columna de absorción 7 y para medir las concentraciones de la alquilamina y amoníaco en el gas con el instrumento de CG 12, y para añadir una solución preparada disolviendo con anterioridad un compuesto orgánico de azufre en una solución acuosa de alcanolamina a través del orificio de adición de inhibidor de oxidación 13 dispuesto en una línea que circula desde la columna de desorción 8 a la columna de absorción 7, según el aumento de la suma de las concentraciones de estas sustancias. El uso de tal controlador permite el control fácil de la concentración del inhibidor de oxidación en el absorbente en equipo de absorción de CO₂.

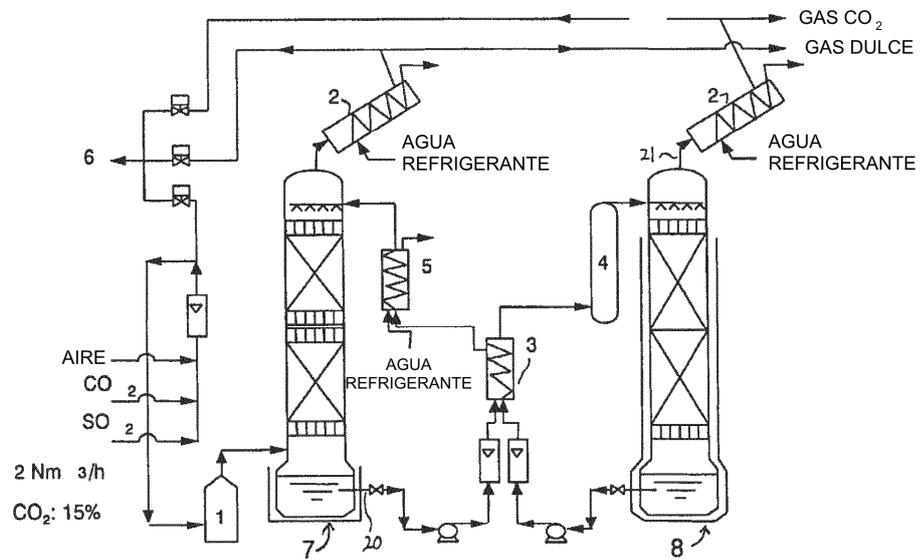
20 Explicación de símbolos

- 1: Humidificador;
- 2: Condensador;
- 25 3: Intercambiador de calor;
- 4: Precaentador;
- 30 5: Refrigerador de amina;
- 6: Supervisor de gas;
- 35 7: Columna de absorción;
- 8: Columna de regeneración;
- 9: Solución de absorción;
- 40 10: Gases de escape de combustión;
- 11: Dióxido de carbono;
- 12: Instrumento de CG
- 45 13: Orificio de adición de inhibidor de oxidación

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un método para tratar gases de escape conteniendo dióxido de carbono (CO₂), en el que se realizan absorción y liberación de CO₂ a partir de gases de escape (10) conteniendo dióxido de carbono (CO₂) usando, como un absorbente de CO₂ (9), una solución acuosa de una alcanolamina representada por C_nH_{2n+1}NHC_nH_{2n+1}O, siendo n cualquier entero de 1 a 4 y siendo n' cualquier entero de 1 a 3, incluyendo el método
- 10 medir la concentración de una alquilamina representada por C_nH_{2n+1}NH₂, siendo n cualquier entero de 1 a 4, o la suma de la concentración de la alquilamina y la concentración de amoníaco en gases de escape (10) después de la absorción de dióxido de carbono por el absorbente (9); y
- 15 añadir un inhibidor de oxidación de la alcanolamina al absorbente de CO₂ (9) según el aumento de la concentración de la alquilamina o la suma de la concentración de la alquilamina y la concentración de amoníaco, donde el inhibidor de oxidación de la alcanolamina es uno, o dos o más compuestos orgánicos de azufre seleccionados de mercaptoimidazoles y mercaptobenzimidazoles.
- 20 2. El método según la reivindicación 1, donde la alcanolamina es uno, o dos o más compuestos seleccionados del grupo que consta de 2-(metilamino)etanol, 2-(etilamino)etanol, 2-amino-2-metil-1-propanol, y 2-(isopropilamino)etanol.
3. Un dispositivo para tratar gases de escape conteniendo dióxido de carbono, incluyendo:
- 25 una columna de absorción (7) que pone un absorbente (9) conteniendo una alcanolamina en contacto con gases de escape (10) conteniendo oxígeno y dióxido de carbono;
- 30 una columna de desorción (8) que calienta el absorbente (9) conteniendo dióxido de carbono absorbido en él, recuperando por ello dióxido de carbono, en el que al menos una parte del absorbente (9), que ha recuperado dióxido de carbono en la columna de absorción (7), es transportada a la columna de desorción (8), y al menos una parte del absorbente (9), que ha separado dióxido de carbono en la columna de desorción (8), es transportada, como un absorbente de dióxido de carbono, a la columna de absorción (7);
- 35 un medio de intercambio térmico (3) configurado para realizar intercambio térmico entre la solución a transportar a la columna de desorción (8) desde la columna de absorción (7) y la solución a transportar a la columna de absorción (7) desde la columna de desorción (8);
- 40 un medio de medición (12) configurado para medir la concentración de una alquilamina o la suma de la concentración de la alquilamina y la concentración de amoníaco en los gases de escape (10) tratados en la columna de absorción (7);
- 45 un medio configurado para añadir un inhibidor de oxidación de la alcanolamina (13) al absorbente (9) a transportar a la columna de absorción (7) desde la columna de desorción (8); y
- un controlador configurado para regular la cantidad de aditivo del inhibidor de oxidación de la alcanolamina según la concentración de la alquilamina o la suma de la concentración de la alquilamina y la concentración de amoníaco medidas por el medio de medición (12), donde el inhibidor de oxidación de la alcanolamina es uno, o dos o más compuestos orgánicos de azufre seleccionados de mercaptoimidazoles y mercaptobenzimidazoles.

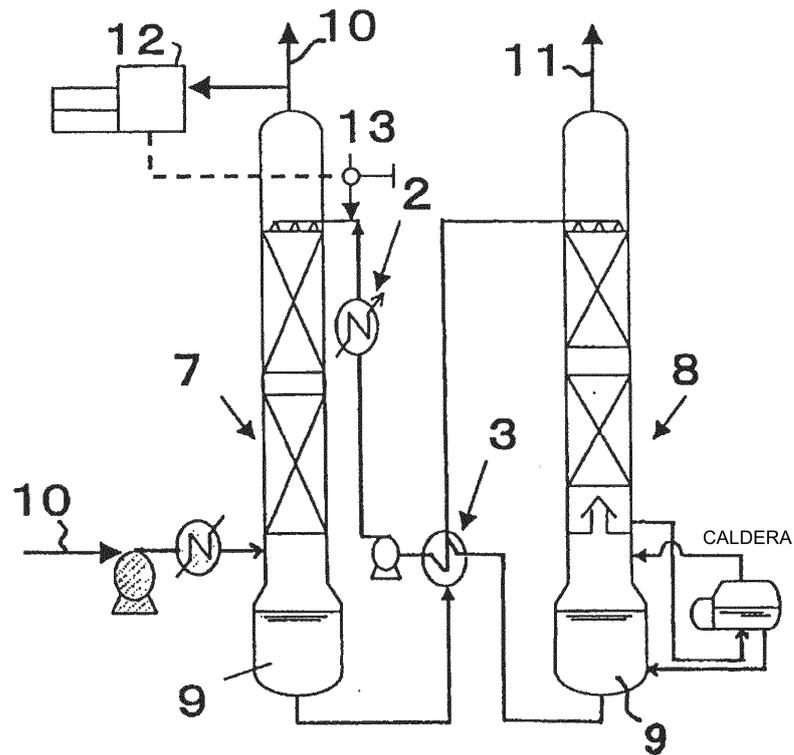
[Fig. 1]



1: HUMIDIFICADOR
 2: CONDENSADOR
 3: INTERCAMBIADOR DE CALOR
 4: PRECALENTADOR

5: REFRIGERADOR DE AMINA
 6: SUPERVISOR DE GAS
 7: COLUMNA DE ABSORCIÓN
 8: COLUMNA DE DESORCIÓN

[Fig. 2]



2: REFRIGERADOR
 3: INTERCAMBIADOR DE CALOR
 7: COLUMNA DE ABSORCIÓN
 8: COLUMNA DE DESORCIÓN
 9: ABSORBENTE

10: GASES DE ESCAPE DE COMBUSTIÓN
 11: DIÓXIDO DE CARBONO
 12: INSTRUMENTO DE CG
 13: ORIFICIO DE ADICIÓN DE INHIBIDOR DE OXIDACIÓN

[Fig. 3]

