

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 702 382**

51 Int. Cl.:

F28G 9/00	(2006.01)
F28G 3/16	(2006.01)
F28G 1/16	(2006.01)
B24C 1/00	(2006.01)
F28D 21/00	(2006.01)
F28D 19/04	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **23.06.2014 PCT/KR2014/005536**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **28.05.2015 WO15076472**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.06.2014 E 14863750 (7)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.10.2018 EP 3076119**

54 Título: **Sistema de limpieza complejo para intercambiadores de calor**

30 Prioridad:

25.11.2013 KR 20130143648

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
28.02.2019

73 Titular/es:

**HONG, WONBANG (100.0%)
101-dong 301-ho 52, Yangcheon-ro 63-gil
Gangseo-gu
Seoul 07546, KR**

72 Inventor/es:

**KIM, DO JEUNG;
KIM, DAE WOO;
LEE, TAE-HEE;
JEONG, SONG-YI;
KIM, DONG-WON y
JOO, SAE-ROM**

74 Agente/Representante:

PONS ARIÑO, Ángel

ES 2 702 382 T3

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

DESCRIPCIÓN

Sistema de limpieza complejo para intercambiadores de calor

5 Campo técnico

La presente descripción se refiere a un procedimiento de limpieza de un intercambiador de calor, y más particularmente, a un sistema de limpieza complejo para el intercambiador de calor, que es para resolver los problemas de una operación difícil o parada causada por la adhesión de bisulfato de amonio, que se genera cuando el amoníaco sin reaccionar y el trióxido de azufre en los gases de escape se unen entre sí cuando se emplea un procedimiento de reducción catalítica selectiva (SCR) para eliminar el óxido de nitrógeno que está contenido en los gases de escape que se generan durante la combustión de una caldera o similar, a un intercambiador de calor de un precalentador de aire o similar instalado en la parte posterior del dispositivo de SCR y bloquea el paso de los gases de escape.

15 El documento US2011/005706 describe un procedimiento de limpieza para un intercambiador de calor que comprende: pulverizar vapor de alta temperatura al intercambiador de calor y eliminar los contaminantes formados en la superficie del elemento térmico, donde, en la pulverización del vapor de alta temperatura, se pulveriza el vapor de alta temperatura a una entrada de gases de escape del intercambiador de calor o a una entrada de aire de suministro del intercambiador de calor opuesta a la entrada de gases de escape.

20

Técnica anterior

El óxido de nitrógeno, como un contaminante que causa daños al medio ambiente, que está contenido en el gas de escape que se genera cuando se queman carbón, aceite, gas o materiales combustibles, etc. en un motor de combustión, debe eliminarse antes de que se libere en el aire.

25

Para eliminar el óxido de nitrógeno contenido en los gases de escape, se usó un procedimiento de reducción selectiva no catalítica (SNCR) que pulveriza directamente un reductor como el amoníaco en una caldera, o un procedimiento de reducción catalítica selectiva (SCR) que pulveriza un reductor en la parte posterior de la caldera. El procedimiento de SCR se usa mayoritariamente porque el procedimiento de SNCR tiene una baja eficiencia de desnitrificación.

30

El procedimiento de SCR es un procedimiento para convertir el óxido de nitrógeno (NO_x) contenido en el gas de escape en nitrógeno y agua al pasar a través del catalizador después de mezclar el óxido de nitrógeno con el reductor como el amoníaco.

35

La FIG. 1 ilustra una disposición general de un sistema de control anticontaminación que se usa en una central de energía o en un motor de combustión como una caldera industrial. Según la FIG. 1, el gas de escape descargado de la caldera pasa a través de un economizador de carbón, una capa catalítica de un dispositivo de reducción selectiva no catalítica (SNCR), un precalentador de aire, un precipitador electrostático y un desulfurizador de fluidos y gases de combustión, de manera secuencial, para liberarse a través de una chimenea.

40

Por lo general, el gas de escape generado por la combustión de carbón o petróleo pesado en la caldera contiene dióxido de azufre (SO_2) y trióxido de azufre (SO_3). El dióxido de azufre se oxida parcialmente a trióxido de azufre durante el paso a través del catalizador de desnitrificación, según la siguiente ecuación química 1, y como tal, la concentración de trióxido de azufre en los gases de escape aumenta después de pasar a través del dispositivo de SCR.

45



50 Mientras tanto, existe agua en los gases de escape, mientras que el amoníaco suministrado al dispositivo de SCR reacciona parcialmente con trióxido de azufre y agua para formar bisulfato de amonio, como se indica en la siguiente ecuación química 2.



55

El bisulfato de amonio disminuye la actividad del catalizador, corroe las instalaciones posteriores del dispositivo de SCR y aumenta la pérdida de presión en la caldera debido al bloqueo de un orificio para el catalizador y un paso para los gases de escape en el intercambiador de calor. Por esta razón, durante el funcionamiento del dispositivo de SCR, normalmente se limita una concentración de descarga de amoníaco sin reaccionar para que sea igual o inferior a 2 a 3 ppm. Sin embargo, a pesar de esta limitación durante el funcionamiento del dispositivo de SCR, a menudo se produce

60

un problema de bloqueo en los intercambiadores de calor de varios equipos.

Para ello, en algunas centrales de energía, se proporciona un dispositivo de limpieza con agua a alta presión en tiempo real en el intercambiador de calor, particularmente el precalentador de aire, que incluye un soplador de hollín como se muestra en la FIG. 2, para eliminar el bloqueo periódicamente. La pulverización del agua a alta presión, sin embargo, daña una capa de recubrimiento del elemento térmico, y como tal, el problema de bloqueo en el precalentador de aire se vuelve grave. Es posible que este no sea un procedimiento de limpieza eficaz. En general, aunque el dispositivo de limpieza de agua a alta presión tenga una presión de operación muy alta de 150 kg/cm²g a 200 kg/cm²g, en el caso de un problema grave de bloqueo en el precalentador de aire, incluso una presión de 300 kg/cm²g, puede que no sea suficiente para resolver el problema de bloqueo.

Finalmente, como se muestran en la FIG. 2, cuando se limpia con agua a alta presión, puede fluir mucha agua en los dispositivos siguientes, como el precipitador electrostático, para dañarlos. Para evitar daños en los elementos siguientes, se puede proporcionar un sistema de drenaje adicional, tal como se muestra en la FIG. 3. En este caso, sin embargo, no se puede prevenir el daño por agua fundamentalmente.

Para ello, los mismos inventores de esta descripción describieron un dispositivo de limpieza con hielo seco instalado en la parte delantera de una entrada de gas de escape de un precalentador de aire para eliminar contaminantes al pulverizar las pastillas de hielo seco. (Publicación N.º 10-2011-0096603 de solicitud de patente KR) La FIG. 4 es un diagrama de bloques que ilustra un sistema para eliminar el bisulfato de amonio en el precalentador de aire mediante el dispositivo de limpieza con hielo seco que se describe en la publicación N.º 10-2011-0096603 de la solicitud de patente KR.

La FIG. 5 muestra un procedimiento para eliminar el bisulfato de amonio adherido al elemento térmico mediante las pastillas de hielo seco en el dispositivo de limpieza con hielo seco de la FIG. 4. Las pastillas de hielo seco se pulverizan a alta velocidad con aire de alta presión (o baja presión) del dispositivo de limpieza con hielo seco para incidir en la superficie del elemento térmico del precalentador de aire. Las pastillas de hielo seco congelan rápidamente el bisulfato de amonio adherido al elemento térmico a temperatura ultrabaja (por ejemplo, -78 °C), y luego el bisulfato de amonio se contrae debido a una diferencia de temperatura entre el bisulfato de amonio y el aire ambiente, y forma de esa manera numerosas grietas del mismo. Las pastillas de hielo seco penetran en las grietas del bisulfato de amonio mientras se subliman para expandirse igual o más de 800 veces en su volumen, elevándose de esa manera para separar solo el bisulfato de amonio de la superficie del elemento térmico. Como se describió anteriormente, los contaminantes congelados criogénicamente se separan fácilmente de la superficie por una presión de aire del dispositivo de limpieza con hielo seco para ser descargados a través de la parte posterior del precalentador de aire.

Cuando solo existe bisulfato de amonio como contaminante, el contaminante se adhiere a la parte media del precalentador de aire, por lo que se elimina fácilmente solo con las pastillas de hielo seco. Sin embargo, cuando se producen los otros contaminantes debido a una disminución en la calidad del combustible, puede resultar difícil eliminar estos contaminantes. En particular, cuando la temperatura ambiente cae extremadamente debido a un frío intenso en la temporada de invierno, como se muestra en la FIG. 6, los contaminantes, en los cuales el bisulfato de amonio unido al polvo se congela con agua, bloquean la ruta de los gases de escape en el extremo frío del precalentador de aire. Por tanto, no es efectivo eliminar los contaminantes usando solo la técnica de limpieza con las pastillas de hielo seco.

Antecedentes de la técnica relacionada

45 Documento de patente 1

Publicación abierta de patente de Corea N.º10-2011-0096603

Descripción

50

Problema técnico

Como se describió anteriormente, la presente descripción proporciona un procedimiento de limpieza complejo para eliminar de manera eficaz los contaminantes de un elemento térmico, mientras resuelve los problemas de un daño del elemento térmico mediante la pulverización de agua a alta presión y la disminución del rendimiento y la durabilidad de un precipitador eléctrico conectado a la parte trasera de un precalentador de aire, debido al alto contenido de agua contenida en un gas de escape.

Solución técnica

60

La presente descripción puede aplicarse a varias plantas industriales y motores de combustión que emplean la SCR, más particularmente, centrales de energía o calderas industriales, pero no se limita a ellas. En lo sucesivo, se describirá un precalentador de aire como intercambiador de calor a modo de ejemplo, pero la presente descripción no pretende limitarse a ello.

5

Cuando un elemento térmico de un precalentador de aire está contaminado solo por bisulfato de amonio, una capa de bisulfato de amonio se adhiere principalmente al centro del precalentador de aire, por lo que se elimina fácilmente la capa de bisulfato de amonio solo con pastillas de hielo seco. Sin embargo, cuando varios contaminantes se acumulan de forma natural o debido a una disminución en la calidad del combustible, resulta difícil eliminar los contaminantes.

10 En particular, cuando la temperatura ambiente cae extremadamente debido a un frío intenso en la temporada de invierno, a menudo ocurre que el bisulfato de amonio unido al polvo se congela con agua en el extremo frío del precalentador de aire, y como tal, es necesario complementar la limpieza solo con hielo seco.

Para ello, la realización ilustrada de la presente descripción proporciona un procedimiento para eliminar de manera
15 eficaz los contaminantes adheridos al elemento térmico del intercambiador de calor, mediante el funcionamiento de manera alternativa o simultánea de un dispositivo de pulverización de vapor a alta temperatura y un dispositivo de pulverización de hielo seco, que están instalados.

Además, según la realización ilustrada de la presente descripción, el hielo seco y el vapor a alta temperatura se
20 pulverizan no solo en una entrada de gas de escape, que es una posición de pulverización original, sino también en una entrada de aire de suministro, es decir, un extremo frío, en una dirección de pulverización opuesta con respecto a una dirección de pulverización original, mejorando de esta manera el efecto de la limpieza.

En un aspecto de la presente descripción, la presente invención proporciona el procedimiento de limpieza complejo
25 para que el precalentador de aire elimine de manera efectiva los contaminantes, por ejemplo, bisulfato de amonio y polvo, formados en una superficie del precalentador de aire, por pulverización de vapor a alta temperatura y por pulverización de hielo seco al precalentador de aire. Con más detalle, el procedimiento complejo de limpieza según la realización ilustrada de la presente descripción incluye pulverizar el vapor de alta temperatura al precalentador de aire a una temperatura de 90 °C a 500 °C, preferentemente, de 90 °C a 400 °C y a una presión de 10 kg/cm²g a 30 kg/cm²g,
30 preferentemente, 20 kg/cm²g; pulverizar las pastillas de hielo seco a la entrada del precalentador de aire en paralelo con una superficie del elemento térmico a una presión de 0,5 kg/cm²g a 20 kg/cm²g y a una velocidad de 200 m/s y 400 m/s, mientras que cada pastilla de hielo seco tiene un diámetro igual o inferior a 3 mm, preferentemente, entre 0,1 mm y 3 mm; y eliminar los contaminantes formados en el elemento térmico.

35 Preferentemente, cuando la temperatura es igual o inferior a 400 °C y la presión es igual o inferior a 20 kg/cm²g en el procedimiento descrito, el desgaste del precalentador de aire puede minimizarse y los contaminantes pueden eliminarse de manera eficaz.

Preferentemente, cuando se limpia con vapor, el dispositivo de pulverización de vapor a alta temperatura se instala en
40 el extremo frío del precalentador de aire para pulverizar el vapor al precalentador de aire en la misma dirección 9 que la dirección del aire suministrado a la caldera, o en una dirección opuesta a la dirección del aire suministrado a la caldera hacia la entrada de los gases de escape del precalentador de aire. Mientras tanto, cuando se limpia con las pastillas de hielo seco, el dispositivo de pulverización de hielo seco se instala en la parte delantera de la entrada de los gases de escape del precalentador de aire para pulverizar el hielo seco al precalentador de aire en la misma
45 dirección 8 que una dirección de flujo de los gases de escape, o en una dirección opuesta a la dirección del flujo de los gases de escape hacia una entrada de aire de suministro.

Más preferentemente, el vapor se pulveriza hacia el extremo frío del precalentador de aire en la misma dirección 9 que la dirección del aire de suministro y las pastillas de hielo seco se pulverizan al precalentador de aire en una dirección
50 del gas de escape suministrado al precalentador de aire, es decir, la dirección 8 de los gases de escape.

La limpieza con vapor y la limpieza con pastillas de hielo seco pueden realizarse simultáneamente. De manera alternativa, después de limpiar con vapor, puede realizarse la limpieza con hielo seco, mientras que después de limpiar con pastillas de hielo seco, la limpieza con vapor puede realizarse secuencialmente.

55

De acuerdo con la presente descripción, cuando las pastillas de hielo seco se pulverizan al precalentador de aire, las pastillas de hielo seco inciden sobre el elemento térmico del precalentador de aire que se aplastará, y luego el bisulfato de amonio cubierto en la superficie del elemento térmico se congela rápidamente con las partículas de las pastillas de hielo seco aplastadas en un intervalo de temperatura de 0 °C a -78,5 °C, y como tal, se producen grietas en la capa de bisulfato de amonio. En este caso, las partículas de las pastillas de hielo seco aplastadas penetran en las grietas

60

de la capa de bisulfato de amonio, mientras que las partículas de hielo seco se subliman, por lo que el bisulfato de amonio se separa del elemento térmico. Los otros contaminantes, como el polvo acumulado en la superficie del elemento térmico del precalentador de aire, se separan mediante el mismo procedimiento descrito anteriormente, por lo que se realiza la limpieza del elemento térmico.

5

Efectos ventajosos

El procedimiento de limpieza complejo según la presente descripción puede ser realizado de manera conveniente durante el modo de operación, es decir, sin suspensión de la operación de la planta lo que era un problema anterior, y no daña un precalentador de aire o un precipitador electrostático. Además, la pulverización de vapor a alta temperatura tiene una presión más baja que la de la pulverización de agua a alta presión, y la cantidad de agua para pulverizar el vapor a alta temperatura es muy pequeña comparada con la pulverización de agua a alta presión, y como tal, no aumenta el contenido de agua en un gas de escape. Por tanto, no se requieren instalaciones adicionales de eliminación de aguas residuales porque los contaminantes no se descargan adicionalmente.

10

Mientras tanto, el CO₂ acumulado de los gases de escape de la central de energía puede reciclarse para generar hielo seco, lo que resulta ventajoso en términos de utilización de CO₂ y reducción de costes.

15

Descripción de los dibujos

20

La FIG. 1 ilustra una disposición de una central de energía general o caldera instalada en instalaciones convencionales de control de la contaminación en las que se dispone de un economizador de carbón en la parte posterior de la caldera, una reducción catalítica selectiva (SCR) en la parte posterior del economizador de carbón y un precalentador de aire en la parte posterior del SCR.

La FIG. 2 ilustra un sistema convencional para eliminar el bisulfato de amonio en un precalentador de aire mediante un soplador de hollín y un sistema de lavado de agua.

La FIG. 3 ilustra un sistema de drenaje para eliminar el agua durante el lavado con agua.

La FIG. 4 ilustra un sistema convencional para eliminar el bisulfato de amonio en un precalentador de aire que incluye un dispositivo de limpieza con hielo seco en lugar del sistema de lavado con agua que se muestra en la FIG. 2.

La FIG. 5 ilustra un procedimiento para eliminar el bisulfato de amonio mediante pastillas de hielo seco.

La FIG. 6 ilustra el bloqueo de una ruta de escape de gases en un extremo frío del precalentador de aire, con bisulfato de amonio acoplado al polvo congelado con agua cuando la temperatura ambiente desciende rápidamente en la temporada de invierno.

La FIG. 7 ilustra un sistema que maneja un dispositivo de limpieza con hielo seco y un sistema de pulverización de vapor a alta temperatura que se instalan juntos.

35

Descripción detallada de los elementos principales

1: dirección de rotación del precalentador de aire, 2: precalentador de aire, 3: boquilla de pulverización de pastillas de hielo seco, 4: dispositivo de pulverización de pastillas de hielo seco, 5: medidor de pastillas de hielo seco, 6: dispositivo de pulverización de vapor a alta temperatura, 7: salida de aire de suministro, 8: entrada de gases de escape, 9: entrada de aire de suministro, 10: salida de gases de escape

Mejor modo

45

De aquí en adelante, las realizaciones de la presente descripción se describirán en detalle con referencia a los dibujos adjuntos.

Como se muestra en la FIG. 5, las pastillas de hielo seco se pulverizan desde un dispositivo de limpieza con aire que tiene una alta presión o una baja presión para incidir en una superficie de un elemento térmico de un precalentador de aire. Las pastillas de hielo seco hacen que el bisulfato de amonio se congele rápidamente a una temperatura muy baja (-78 °C), de manera que el bisulfato de amonio se contraiga debido a una diferencia de temperatura con la temperatura ambiente, por lo que se producen varias grietas. Las pastillas de hielo seco penetran en el bisulfato de amonio a través de las grietas mientras se sublima para expandirse igual o más de 800 veces en su volumen, elevándose de esa manera para eliminar solo el bisulfato de amonio. Según el mismo procedimiento, el polvo u otros contaminantes, así como el bisulfato de amonio, se separan para ser eliminados y los materiales congelados a temperatura ultrabaja se separan fácilmente para ser descargados en la parte posterior del precalentador de aire.

La FIG. 7 muestra un sistema que mejora el dispositivo convencional de limpieza con hielo seco de la FIG 4, como la adición de un dispositivo de pulverización de vapor a alta temperatura 6 que tiene dos posiciones de pulverización,

60

una entrada de gas de escape, concretamente la posición de pulverización original, y una entrada de aire de suministro, concretamente un extremo frío del precalentador de aire. En el dispositivo de pulverización de vapor a alta temperatura 6, la eficiencia de limpieza es excelente a medida que aumentan la presión y la temperatura del vapor, mientras que es posible dañar el elemento térmico, de manera que el vapor se pulveriza a una temperatura igual o inferior a 400 °C 5 y una presión igual o inferior a 20 kg/cm²g. El vapor tiene una presión de aproximadamente una décima parte de una presión de operación de agua a alta presión, por ejemplo, de 150 kg/cm²g a 200 kg/cm²g, en la limpieza convencional con agua a alta presión, y como tal, el elemento térmico no es dañado en comparación con la limpieza convencional.

Aunque el procedimiento de limpieza del precalentador de aire se ha descrito según las realizaciones de la presente 10 descripción en detalle con referencia a los dibujos adjuntos, se entenderá que estas realizaciones son ilustrativas y que el alcance del objeto de la invención no se limita a ellas.

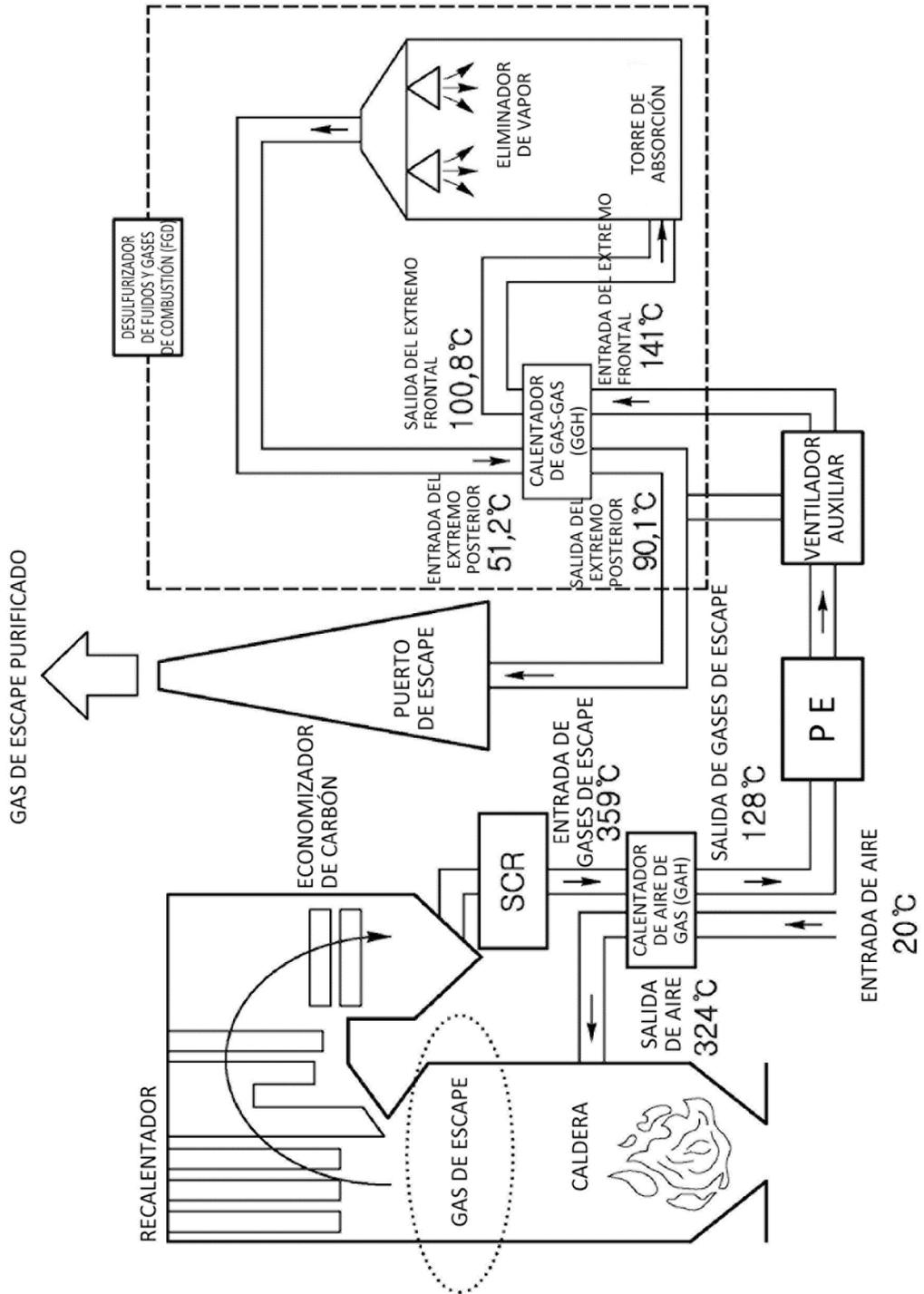
Modo de descripción

15 Para llevar a cabo la descripción, se han descrito varias realizaciones en el mejor modo.

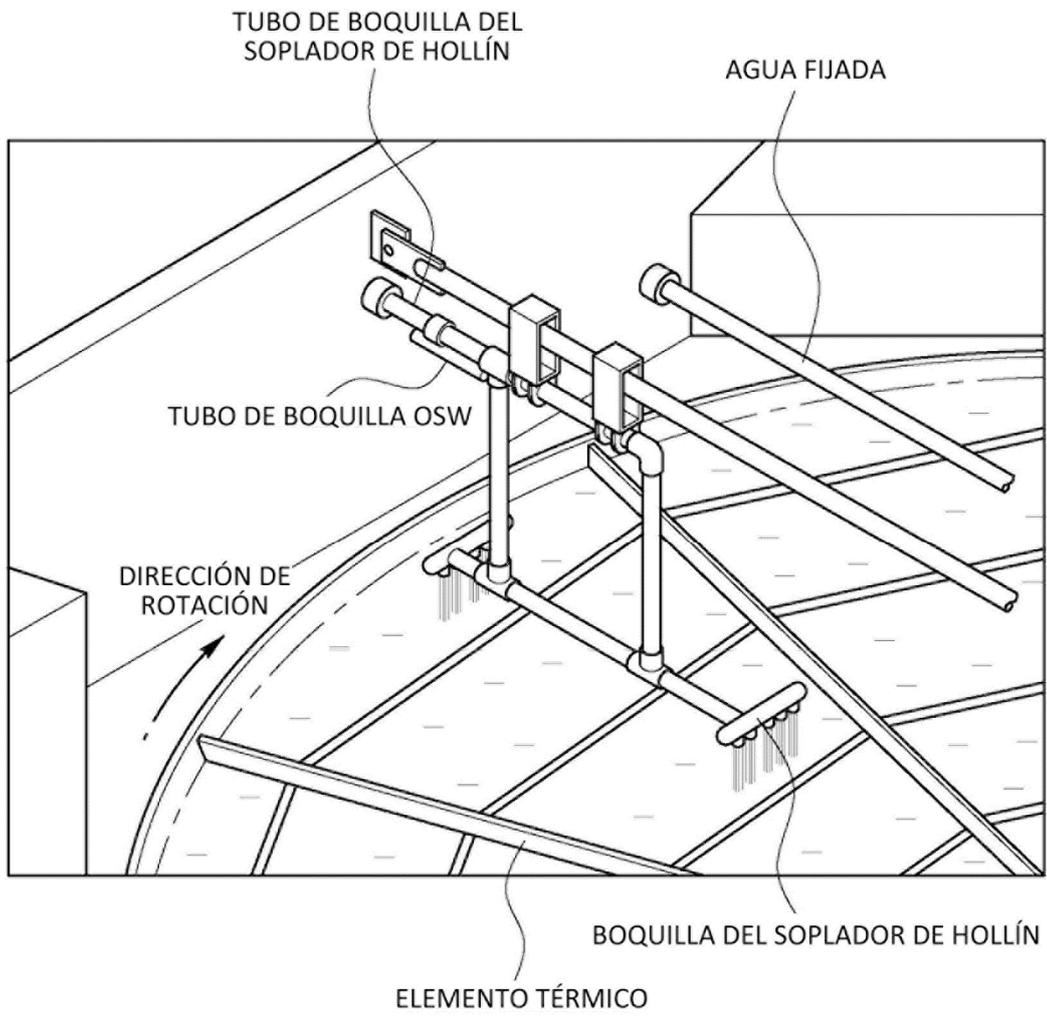
REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de limpieza complejo de un intercambiador de calor que comprende:
- 5 pulverizar vapor de alta temperatura al intercambiador de calor a una temperatura de 90 °C a 500 °C y una presión de 10 kg/cm²g a 30 kg/cm²g;
- pulverizar pastillas de hielo seco a una entrada del intercambiador de calor en paralelo con una superficie de un elemento térmico a una presión de 0,5 kg/cm²g a 20 kg/cm²g y una velocidad de 200 m/s a 400 m/s, teniendo cada
- 10 pastilla de hielo seco un diámetro de 0,1 mm a 3 mm; y
- eliminar los contaminantes formados en la superficie del elemento térmico,
- donde,
- 15 al pulverizar el vapor a alta temperatura, se pulveriza el vapor a alta temperatura a una entrada de gas de escape del intercambiador de calor o a una entrada de aire de suministro del intercambiador de calor opuesta a la entrada de gas de escape; y
- 20 al pulverizar las pastillas de hielo seco, las pastillas de hielo seco se pulverizan a la entrada de los gases de escape del intercambiador de calor o a la entrada de aire de suministro del intercambiador de calor opuesta a la entrada de los gases de escape.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que la pulverización del vapor a alta temperatura y la
- 25 pulverización de las pastillas de hielo seco se realizan de forma simultánea o secuencial.
3. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que la pulverización de las pastillas de hielo seco comprende:
- 30 congelar rápidamente una capa de bisulfato de amonio cubierta en la superficie del elemento térmico del intercambiador de calor a una temperatura de 0 °C a -78,5 °C mediante partículas de pastillas de hielo seco que se desmenuzan al incidir sobre el elemento térmico para que tenga grietas en la capa de bisulfato de amonio;
- infiltrar las partículas de pastillas de hielo seco desmenuzadas en las grietas de la capa de bisulfato de amonio; y
- 35 separar y eliminar el bisulfato de amonio de la superficie del elemento térmico por sublimación de las partículas de hielo seco.
4. Procedimiento según la reivindicación 1, donde el intercambiador de calor es un precalentador de aire.
- 40

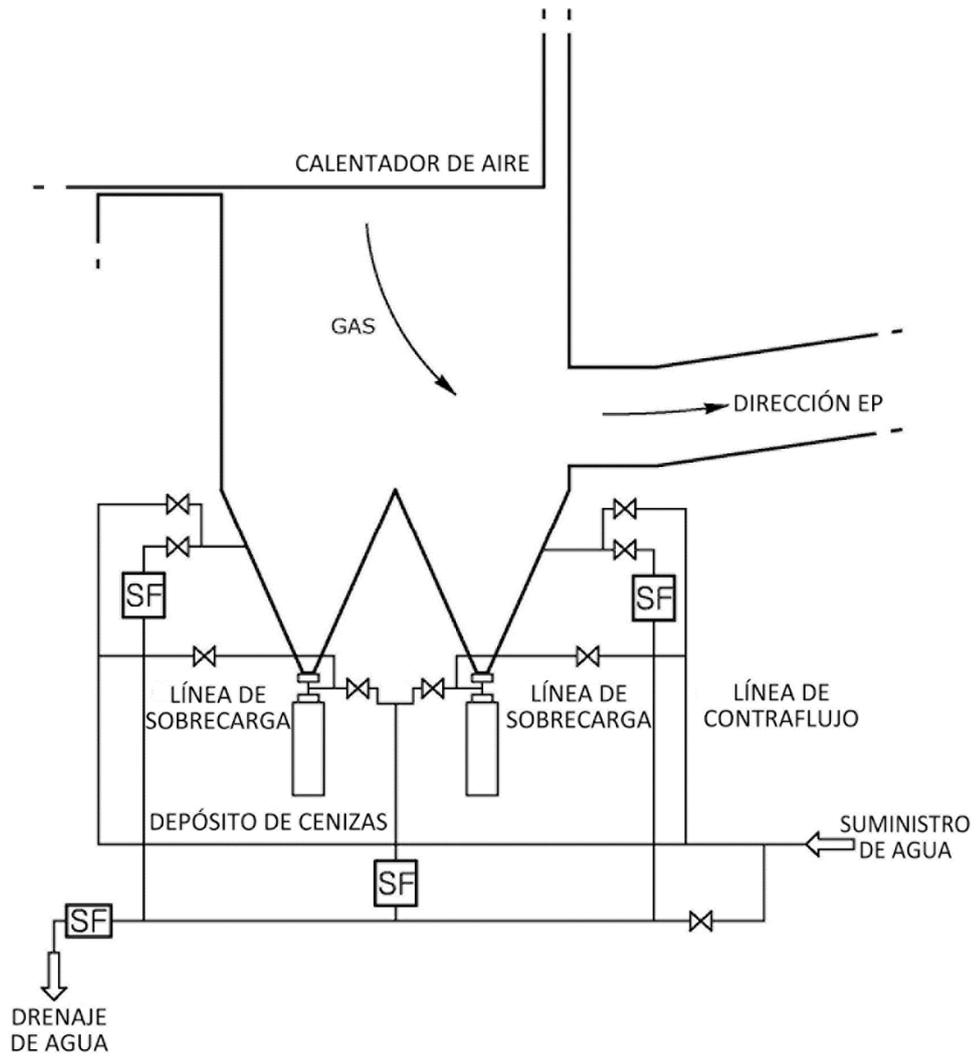
【FIG. 1】



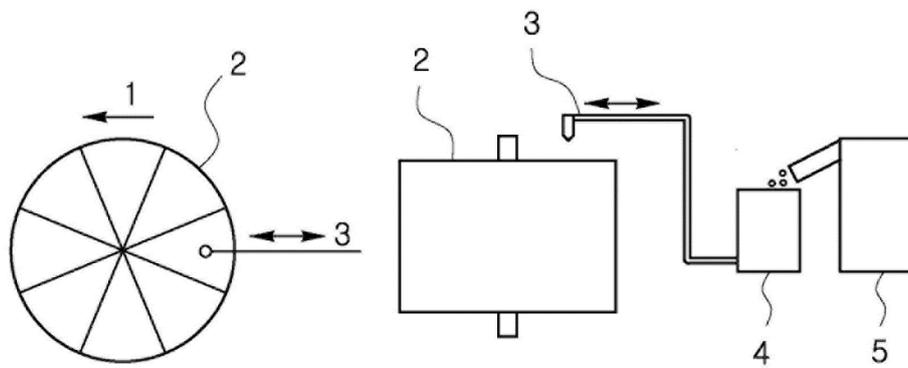
【FIG. 2】



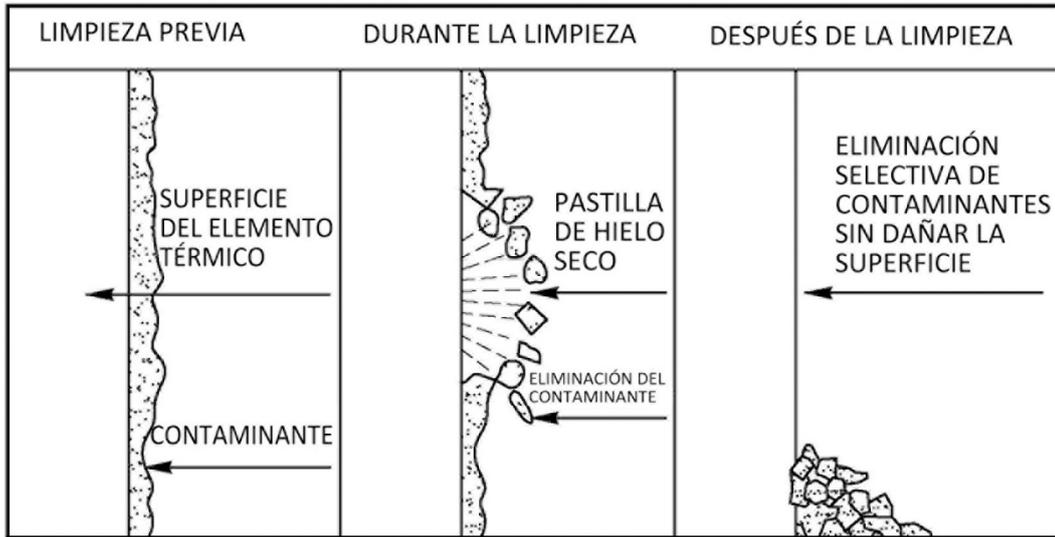
【FIG. 3】



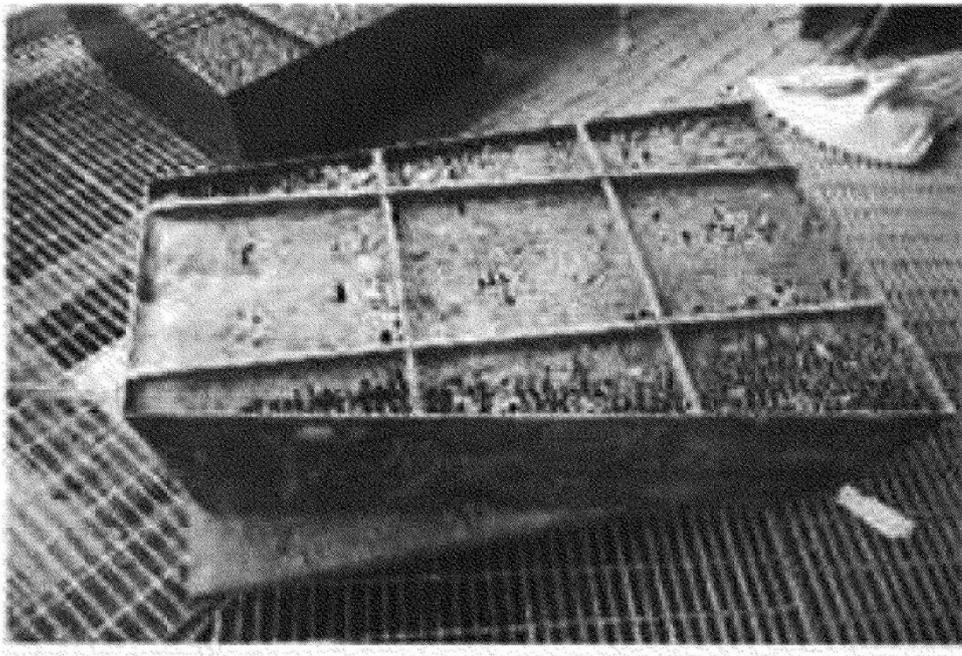
【FIG. 4】



【FIG. 5】



【FIG. 6】



【FIG. 7】

