

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 654 324**

51 Int. Cl.:

B01J 8/02 (2006.01)

C01B 17/04 (2006.01)

C01B 17/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.03.2009** **E 09156053 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.12.2017** **EP 2106847**

54 Título: **Aparato de recuperación de azufre regenerado**

30 Prioridad:

25.03.2008 JP 2008079345

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

13.02.2018

73 Titular/es:

SUMITOMO CHEMICAL COMPANY, LIMITED

(100.0%)

27-1 Shinkawa 2-chome Chuo-ku

104-8260 Tokyo , JP

72 Inventor/es:

TOKUMASU, YOSHIHISA;

FUJITA, KAZUO y

KUBO, FUMIO

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 654 324 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

Aparato de recuperación de azufre regenerado

- 5 La presente invención se refiere a un aparato de recuperación de azufre regenerado de una planta de recuperación de azufre, aparato que recupera azufre gaseoso en el estado de azufre líquido convirtiéndolo al azufre líquido.

La presente solicitud reivindica prioridad según la Convención de París en base a la Solicitud de Patente japonesa número 2008-079345.

- 10 Se utiliza comercialmente una planta de recuperación de azufre que incluye un purificador de azufre que enfría azufre gaseoso de modo que se condense produciendo azufre líquido, quitando al mismo tiempo las impurezas que contiene. Tal azufre gaseoso se produce, por ejemplo, a partir de sulfuro de hidrógeno formado como un subproducto en una planta de hidrodesulfurización o una planta de producción de gas sintético. Tal planta de
15 recuperación de azufre incluye un aparato de recuperación de azufre regenerado que recupera azufre como azufre regenerado reutilizable mientras que el azufre sólido de fusión se deposita sobre una pared interior del purificador de azufre. La figura 3 representa esquemáticamente un diagrama de flujo del aparato de recuperación de azufre regenerado 200 de la técnica anterior.

- 20 Una planta de recuperación de azufre 201 incluye un aparato de recuperación de azufre regenerado 200, un aparato de producción de azufre gas (no representado), un purificador de azufre 210, y un depósito de recuperación de azufre (no representado). El aparato de producción de azufre quema sulfuro de hidrógeno (H_2S) como una materia prima con el fin de formar dióxido de azufre (SO_2), y reacciona dióxido de azufre y sulfuro de hidrógeno con el fin de formar azufre gaseoso.

- 25 El purificador de azufre 210 y el depósito de recuperación de azufre se usan para recuperar el azufre gaseoso en el estado de líquido, azufre que se produce en el aparato de producción de azufre. El purificador de azufre 210 es controlado para mantener su temperatura interior a una temperatura que es un poco más alta que la temperatura de solidificación de azufre (por ejemplo, de $130^{\circ}C$ a $150^{\circ}C$). El azufre gaseoso que se ha suministrado al purificador de
30 azufre 210 a través de una línea de suministro de azufre gas 213 cuando se abre una válvula de línea de suministro de azufre gas 212, forma gotitas de líquido. En esta etapa, las gotitas de líquido contactan con un adsorbente en el purificador de azufre 210, de modo que las impurezas (tales como cloro, amoníaco, etc) contenidas en las gotitas de líquido son quitadas por medio de la adsorción, y el azufre líquido producido a través de la condensación es descargado mientras pasa a través de una línea de descarga de azufre líquido 215 cuando se abre una válvula de
35 válvula de línea de descarga 214. El azufre líquido así descargado del purificador de azufre 210 es recuperado en un depósito de recuperación de azufre.

- El aparato de recuperación de azufre regenerado 200 funde azufre sólido depositado sobre una pared interior del purificador de azufre 210 y recupera dicho azufre fundido como azufre regenerado que puede ser reutilizado. El
40 aparato de recuperación de azufre regenerado 200 incluye un medio de suministro de vapor 218, un depósito de azufre fundido 220 y un depósito de recuperación de azufre regenerado 230.

- Un medio de suministro de vapor 218 suministra vapor a una temperatura de aproximadamente $150^{\circ}C$ al purificador de azufre 210 a través de una línea de suministro de vapor 217 cuando una válvula de línea de suministro de vapor
45 216 está abierta, de modo que se funde el azufre sólido depositado sobre la pared interior del purificador de azufre 210. Así, el azufre fundido pasa a través de una línea de flujo de azufre fundido 223 cuando está abierta una válvula de línea de flujo 222, y se recupera y almacena por el depósito de azufre fundido 220. El azufre fundido almacenado en el depósito de azufre fundido 220 contiene mucha agua derivada del vapor suministrado por el medio de
50 suministro de vapor 218, y dicha agua contenida en el azufre fundido es convertida a vapor cuando el depósito de azufre fundido 220 es calentado por un medio de calentamiento de depósito 221. Tal vapor es expulsado al exterior del depósito a través de la línea de gases de escape 241 conjuntamente con los gases de escape tal como sulfuro de hidrógeno, y luego es sometido a un tratamiento de detoxificación en el aparato de detoxificación de gases de escape 240.

- 55 El azufre del que se ha quitado así agua fluye a través de una línea de recuperación de azufre regenerado 232 cuando una válvula de línea de recuperación 231 está abierta, y se recupera en el depósito de recuperación de azufre regenerado 230. En esta etapa, la válvula de línea de gases de escape 242 está abierta de modo que el depósito de azufre fundido 220 comunica con su exterior a través de la línea de gases de escape 241. En otros términos, el depósito de azufre fundido 220 está en comunicación de fluido con su exterior a través de la línea de
60 gases de escape 241. Se ha hallado que la pared interior del depósito de azufre fundido 220 puede experimentar corrosión cuando se realiza repetidas veces la operación del aparato de recuperación de azufre como se ha descrito anteriormente. Las referencias de patente 1 a 3 indicadas a continuación describen tecnologías relacionadas con aceros inoxidables a base de martensita que tienen propiedades anticorrosión mejoradas bajo una atmósfera conteniendo un sulfuro tal como sulfuro de hidrógeno.

- 65 Referencia de Patente 1: Publicación de Patente japonesa Kokai número 1996-100236

Referencia de Patente 2: Publicación de Patente japonesa Kokai número 2000-178697

Referencia de Patente 3: Publicación de Patente japonesa Kohyo número 2004-100236

5 Cuando los aceros inoxidables martensíticos descritos en las Referencias de Patente 1 a 3 se aplican al material que forma el depósito de azufre fundido 220, se puede evitar la corrosión de la pared interior del depósito de azufre fundido 220, pero tal supresión todavía no es satisfactoria, de modo que la aplicación de tales aceros inoxidables no es una solución fundamental en cuanto a la corrosión.

10 Los autores de la presente invención han estudiado concienzudamente la razón de la corrosión de la pared interior del depósito de azufre fundido 220. Como resultado, se ha hallado que la corrosión de la pared interior del depósito de azufre fundido 220 resulta de la entrada de aire como gas exterior al depósito de azufre fundido 220 a través de la línea de gases de escape 241. Es decir, se ha esclarecido que la mezcla del aire con una atmósfera en el
15 depósito de azufre fundido 220 conteniendo sulfuro de hidrógeno y vapor da lugar a la corrosión de la pared interior del depósito de azufre fundido 220.

Por lo tanto, un objeto de la presente invención es proporcionar un aparato de recuperación de azufre regenerado instalado en una planta de recuperación de azufre, aparato en el que el azufre sólido depositado sobre una pared interior de un purificador de azufre se funde a azufre regenerado, y se evita que la atmósfera de un depósito de azufre fundido contenga sulfuro de hidrógeno, vapor y aire cuando dicho azufre fundido regenerado más calentado es descargado del depósito de azufre fundido, de modo que se evita la corrosión de una pared interior del depósito de azufre fundido.

20 La presente invención proporciona un aparato de recuperación de azufre regenerado colocado en una planta de recuperación de azufre, aparato que incluye un purificador de azufre que enfría azufre gaseoso de modo que se condense formando azufre líquido, quitando al mismo tiempo las impurezas que contiene, y tal aparato se caracteriza porque incluye

30 un medio de suministro de vapor que suministra vapor al purificador de azufre, de modo que el azufre sólido depositado sobre una pared interior del purificador de azufre se funde;

un depósito de azufre fundido que recupera y guarda tal azufre fundido por el medio de suministro de vapor, donde el depósito de azufre fundido y el purificador de azufre están conectados a través de una línea de flujo de azufre fundido;
35

un medio de calentamiento de depósito que calienta el depósito de azufre fundido;

40 una línea de gases de escape que dirige los gases de escape formados en el depósito de azufre fundido al exterior del mismo, gases que se forman cuando el depósito de azufre fundido es calentado por el medio de calentamiento de depósito; y

un medio de suministro de gas inerte que suministra un gas inerte al depósito de azufre fundido; y

45 porque el medio de suministro de gas inerte suministra el gas inerte de tal manera que el gas inerte suministrado al depósito de azufre fundido fluya a su exterior a través de la línea de gases de escape cuando el azufre fundido almacenado en el depósito de azufre fundido es descargado del depósito de azufre fundido. En particular, el gas inerte así suministrado fluye al exterior del depósito de azufre fundido a través de la línea de gases de escape.

50 Según la presente invención, el medio de suministro de vapor suministra el vapor al purificador de azufre de modo que el azufre sólido depositado sobre la pared interior del purificador de azufre se funde. El azufre así fundido es recuperado y almacenado por el depósito de azufre fundido. Cuando el depósito de azufre fundido es calentado por el medio de calentamiento de depósito, el agua, sulfuro de hidrógeno y análogos contenidos en el azufre fundido son expulsados como gases al exterior del depósito a través de la línea de gases de escape. En esta etapa, el medio de
55 suministro de gas inerte suministra el gas inerte de tal manera que el gas inerte suministrado al depósito de azufre fundido fluya a su exterior a través de la línea de gases de escape.

Por lo tanto, la entrada del aire como el gas exterior al depósito de azufre fundido a través de la línea de gases de escape la evita la corriente del gas inerte que fluye a través de la línea de gases de escape al exterior desde el interior del depósito de azufre fundido. Así, se evita que la atmósfera dentro del depósito de azufre fundido contenga sulfuro de hidrógeno, vapor y el aire, de modo que se evita la corrosión de la pared interior del depósito de azufre fundido.

60 La figura 1 representa esquemáticamente un diagrama de flujo de una realización del aparato de recuperación de azufre regenerado 100 según la presente invención.

La figura 2 representa esquemáticamente un diagrama de flujo de un proceso de recuperación de azufre regenerado usando el aparato de recuperación de azufre 100 según la presente invención.

La figura 3 representa esquemáticamente un diagrama de flujo del aparato de recuperación de azufre regenerado 200 de la técnica anterior.

Los números de referencia siguientes se usan en toda la presente solicitud.

1, 200: planta de recuperación de azufre

10, 210: purificador de azufre

14, 214: válvula de línea de descarga

15, 215: línea de descarga de azufre líquido

16, 216: válvula de línea de suministro de vapor

17, 217: línea de suministro de vapor

18, 218: medio de suministro de vapor

20, 220: depósito de azufre fundido

21, 221: medio de calentamiento de depósito

22, 222: válvula de línea de flujo

23, 223: línea de flujo de azufre fundido

30, 230: depósito de recuperación de azufre regenerado

31, 231: válvula de línea de recuperación

32, 232: línea de recuperación de azufre regenerado

40, 240: aparato de detoxificación de gases de escape

41, 241: línea de gases de escape

42, 242: válvula de línea de gases de escape

50: aparato de prevención de entrada de gas exterior

51: medio de suministro de gas inerte

52: válvula de línea de suministro de gas inerte

53: flujómetro

54: línea de suministro de gas inerte

100, 200: aparato de recuperación de azufre regenerado

La figura 1 representa esquemáticamente un diagrama de flujo de una realización del aparato de recuperación de azufre 100 según la presente invención. El aparato de recuperación de azufre regenerado está instalado en una planta de recuperación de azufre 1. La planta de recuperación de azufre 1 produce azufre gaseoso a partir de sulfuro de hidrógeno, y recupera tal azufre gaseoso convirtiéndolo a azufre líquido.

La planta de recuperación de azufre 1 incluye un aparato de recuperación de azufre regenerado 100, un aparato de producción de azufre gas (no representado), un purificador de azufre 10, y un depósito de recuperación de azufre (no representado). El aparato de producción de azufre quema gas sulfuro de hidrógeno (H_2S) como una materia prima con el fin de formar dióxido de azufre (SO_2), y reacciona dióxido de azufre y sulfuro de hidrógeno formando azufre gaseoso.

El purificador de azufre 10 y el depósito de recuperación de azufre se utilizan para recuperar el azufre gaseoso en el estado de líquido, azufre que se produce en el aparato de producción de azufre. El purificador de azufre 10 es controlado para mantener su temperatura interior a una temperatura que es un poco más alta que la temperatura de solidificación de azufre (por ejemplo, de 130°C a 150°C). El azufre gaseoso suministrado al purificador de azufre 10 a través de una línea de suministro de azufre gas 13 cuando una válvula de línea de suministro de azufre gas 12 está abierta, es convertido a gotitas de líquido. En esta etapa, las gotitas de líquido contactan con un adsorbente en el purificador de azufre 10, de modo que impurezas (como cloro, amoníaco, etc) contenidas en las gotitas de líquido son quitadas por medio de la adsorción, y el azufre líquido formado a través de la condensación es descargado al mismo tiempo que pasa a través de una línea de descarga de azufre líquido 15 cuando una válvula de línea de descarga 14 está abierta. El azufre líquido así descargado del purificador de azufre 10 es recuperado en un depósito de recuperación de azufre.

El aparato de recuperación de azufre regenerado 100 funde azufre sólido depositado sobre una pared interior del purificador de azufre 10 y recupera tal azufre fundido como azufre regenerado que puede ser reutilizado. El aparato de recuperación de azufre regenerado 100 incluye un medio de suministro de vapor 18, un depósito de azufre fundido 20, un depósito de recuperación de azufre regenerado 30, el aparato de detoxificación de gases de escape 40 y un aparato de prevención de entrada de gas exterior 50.

El medio de suministro de vapor 18 suministra vapor a una temperatura de aproximadamente 150°C al purificador de azufre 10 a través de una línea de suministro de vapor 17 cuando una válvula de línea de suministro de vapor 16 está abierta, de manera que se funde el azufre sólido que se ha depositado sobre la pared interior del purificador de azufre 10.

El depósito de azufre fundido 20 recupera y guarda el azufre fundido en el purificador de azufre 10 por el medio de suministro de vapor 18, y se hace de un metal tal como un acero inoxidable. El purificador de azufre 10 y el depósito de azufre fundido 20 están conectados a través de una línea de flujo de azufre fundido 23, y el estado de comunicación y el estado de no comunicación entre el purificador 10 y el depósito 20 pueden ser conmutados de uno a otro por medio del cierre o de la apertura de la válvula de línea de flujo 22. El depósito de azufre fundido 20 incluye un medio de calentamiento de depósito de azufre fundido 21, el aparato de detoxificación de gases de escape 40, y un medio de prevención de entrada de gas exterior 50. El azufre fundido almacenado en el depósito de azufre fundido 20 contiene mucha agua derivada del vapor que ha sido suministrado por el medio de suministro de vapor 18. Cuando el depósito de azufre fundido 20 es calentado por el medio de calentamiento de depósito 21, el agua contenida en el azufre fundido se convierte en vapor, que es descargado a través de la línea de gases de escape 41 conjuntamente con los gases de escape tales como gas H_2S , y sometido al tratamiento de detoxificación por el aparato de detoxificación de gases de escape 40.

El medio de prevención de entrada de gas exterior 50 incluye un medio de suministro de gas inerte 51, una válvula de línea de suministro de gas inerte 52, un flujómetro 53 y una línea de suministro de gas inerte 54. El medio de suministro de gas inerte 51 suministra un gas inerte tal como nitrógeno (N_2), argón (Ar) o análogos al depósito de azufre fundido 20 a través de la línea de suministro de gas inerte 54 cuando la válvula de línea de suministro de gas inerte 52 está abierta. El medio de suministro de gas inerte 51 suministra el gas inerte de modo que el gas inerte suministrado al depósito de azufre fundido 20 fluya al exterior del depósito de azufre fundido a través de la línea de gases de escape 41.

De esta forma, cuando se abre una válvula de línea de recuperación 31, que se describirá más adelante, de modo que el azufre regenerado se recupere en el depósito de recuperación de azufre regenerado 30, se evita que fluya aire como gas exterior al depósito de azufre fundido 20 a través de la línea de gases de escape 41 debido a la corriente del gas inerte desde el interior al exterior del depósito de azufre fundido 20 que fluye a través de la línea de gases de escape 41. El flujómetro 53 controla la cantidad del gas inerte que es suministrado por el medio de suministro de gas inerte 51.

El depósito de recuperación de azufre regenerado 30 recupera y guarda, como azufre regenerado, el azufre cuya agua ha sido quitada calentando el azufre fundido almacenado en el depósito de azufre fundido 20 con el medio de calentamiento de depósito de azufre fundido 21. El depósito de azufre fundido 20 y el depósito de recuperación de azufre regenerado 30 están conectados mediante una línea de recuperación de azufre regenerado 32, y su estado de comunicación y estado de no comunicación pueden ser conmutados de uno a otro por medio del cierre o la apertura de una válvula de línea de recuperación 31. Se indica que la válvula de línea de gases de escape 42 está en el estado abierto y el depósito de azufre fundido 20 comunica con su exterior a través de la línea de gases de escape 41 cuando la válvula de línea de recuperación 31 está abierta y el azufre regenerado fluye a través de la línea de recuperación de azufre regenerado 32 y se recupera en el depósito de recuperación de azufre regenerado 30.

El aparato de recuperación de azufre fundido 100 incluye además un medio de control (no representado), que puede ser, por ejemplo, una CPU (Unidad Central de Procesamiento) o análogos. El medio de control controla las operaciones de conmutación de las válvulas tales como la válvula de línea de suministro de azufre gas 12, la válvula de línea de descarga 14, la válvula de línea de suministro de vapor 16, la válvula de línea de flujo 22, la válvula de

línea de recuperación 31, la válvula de línea de gases de escape 42 y análogos, y también controla las operaciones de los varios medios tal como el medio de suministro de vapor 18, el medio de calentamiento de depósito 21, el medio de suministro de gas inerte 51 y análogos.

5 La figura 2 representa esquemáticamente un diagrama de flujo que representa pasos del proceso de recuperación de azufre regenerado al mismo tiempo que usa el aparato de recuperación de azufre 100. La recuperación del azufre regenerado se pone en marcha después del estado en el que el azufre gaseoso ha sido condensado en el purificador de azufre 10 a azufre líquido, y tal azufre líquido ha sido recuperado en el depósito de recuperación de azufre, de modo que no queda azufre líquido en el purificador de azufre 10. En este estado, el medio de control abre la válvula de suministro de gas inerte 52, y suministra el gas inerte al depósito de azufre fundido 20 controlando al mismo tiempo el medio de suministro de gas inerte 51. Simultáneamente, el medio de control abre la válvula de línea de gases de escape 42 de modo que el depósito de azufre fundido 20 y su exterior están en comunicación entre sí mediante la línea de gases de escape 41. El medio de control controla el medio de suministro de gas inerte 51 de modo que el gas inerte suministrado al depósito de azufre fundido 20 sale a través de la línea de gases de escape 41 al exterior. Las otras válvulas dispuestas en el aparato de recuperación de azufre regenerado 100 están en los estados cerrados.

En primer lugar, en el paso s1, el medio de control abre la válvula de línea de flujo 22, de modo que el purificador de azufre 10 y el depósito de azufre fundido 20 están en comunicación entre sí a través de la línea de flujo de azufre fundido 23. A continuación, en el paso s2, el medio de control abre la válvula de línea de suministro de vapor 16 y también controla el medio de suministro de vapor 18 con el fin de suministrar vapor a una temperatura de aproximadamente 150°C al purificador de azufre 10. Suministrando el vapor, el azufre sólido depositado en la pared interior del purificador de azufre 10 se funde convirtiéndose a azufre líquido, y tal azufre líquido fluye a través de la línea de flujo de azufre fundido 23 y es recuperado y almacenado en el depósito de azufre fundido 20.

A continuación, en el paso s3, el medio de control determina si se ha completado la descarga (o entrada) del azufre fundido al depósito de azufre fundido 20. Para esta determinación, por ejemplo, se mide el nivel de líquido en el purificador de azufre 10 por medio de un medidor de nivel de líquido o análogos, y la terminación de la descarga se determina en base a la medición de nivel de líquido. Cuando se determine que la descarga del azufre fundido al depósito de azufre fundido 20 se ha completado, se realizará el paso s4. En el paso s4, el medio de control cierra la válvula de línea de flujo 22, de modo que el purificador de azufre 10 no está en comunicación con el depósito de azufre fundido 20.

A continuación, en el paso s5, el medio de control controla el medio de calentamiento de depósito 21, de modo que el depósito de azufre fundido se calienta a una temperatura de 130°C a 150°C. Por dicho calentamiento, el agua contenida en el azufre fundido almacenado en el depósito de azufre fundido 20 se convierte en vapor, que es expulsado al exterior del depósito de azufre fundido a través de la línea de gases de escape 41 conjuntamente con los gases de escape que incluyen sulfuro de hidrógeno (H_2S) y análogos.

A continuación, en el paso s6, el medio de control determina si la cantidad de agua contenida en el azufre fundido es o no menos que una cantidad predeterminada. Tal determinación se puede llevar a cabo, por ejemplo, midiendo la cantidad de agua en el azufre fundido contenido en el depósito de azufre fundido 20 por medio de un dispositivo de medición de contenido de agua, seguido de la estimación de si se ha logrado la cantidad predeterminada en base a las mediciones. Alternativamente, la determinación se puede llevar a cabo estimando si ha transcurrido o no un tiempo predeterminado desde el inicio del calentamiento por medio del medio de calentamiento de depósito 21. Cuando se determine que la cantidad de agua contenida en el azufre fundido no es mayor que la cantidad predeterminada, se realizará el paso s7. Cuando se determine que la cantidad de agua contenida en el azufre fundido es mayor que la cantidad predeterminada, se volverá al paso s5.

En el paso s7, el medio de control abre la válvula de línea de recuperación 31, de modo que el depósito de azufre fundido 20 y el depósito de recuperación de azufre regenerado 30 estén en comunicación entre sí a través de la línea de recuperación de azufre regenerado 32. Mediante tal apertura, el azufre regenerado cuya cantidad de agua ha sido reducida es recuperado y almacenado en el depósito de recuperación de azufre regenerado 30. En esta etapa, el gas inerte que es suministrado al depósito de azufre fundido 20 fluye al exterior del depósito de azufre fundido a través de la línea de gases de escape 41, de modo que se evita que el aire como un gas exterior fluya al depósito de azufre fundido 20 a través de la línea de gases de escape 41.

Entonces, en el paso s8, el medio de control determina si se ha completado o no la descarga (o entrada) del azufre regenerado al depósito de recuperación de azufre regenerado 30. Para tal determinación, se mide, por ejemplo, el nivel de líquido del depósito de azufre fundido 20 con un medidor de nivel de líquido, y la estimación se lleva a cabo en base a las mediciones. Cuando se determine que la descarga (o entrada) del azufre regenerado al depósito de recuperación de azufre regenerado 30 se ha completado, se realizará el paso s9.

En el paso s9, el medio de control cierra la válvula de línea de recuperación 31, de modo que el depósito de azufre fundido 20 y el depósito de recuperación de azufre regenerado 30 no están en comunicación entre sí. Entonces, en el paso s10, el medio de control controla el medio de calentamiento de depósito 21 con el fin de detener el

calentamiento del depósito de azufre fundido 20, de modo que finaliza la operación relativa a la recuperación de azufre regenerado.

Como se ha descrito anteriormente, cuando se está recuperando el azufre en el depósito de recuperación de azufre regenerado 30 mientras la válvula 31 está abierta, el medio de suministro de gas inerte 51 suministra el gas inerte al depósito de azufre fundido 20. Mediante tal suministro del gas inerte, se evita que el aire, como el gas fuera del depósito de azufre fundido 20, fluya al depósito de azufre fundido 20 por medio de la corriente del gas inerte que fluye desde el depósito de azufre fundido 20 a su exterior a través de la línea de gases de escape 41, de modo que se evita que la atmósfera en el depósito de azufre fundido 20 contenga gas sulfuro de hidrógeno, vapor y aire.

A continuación, se realizaron experimentos con el fin de estimar los efectos relativos a la corrosión del depósito de azufre fundido 20 incluyendo un acero inoxidable cuando el medio de suministro de gas inerte 51 suministra el gas inerte al depósito de azufre fundido 20.

(Experimento 1)

Se colocaron cinco piezas metálicas M1 a M5 en forma curvada de U, a las que se impuso tensión según JIS G0576 (métodos de prueba de fisura por corrosión por tensión de aceros inoxidables), en un recipiente que tenía un volumen interior de 1,5 litros, en el que se introdujo agua pura (700 M1). A continuación, se burbujearon gas N₂ y gas H₂S al agua a temperatura normal (25°C) de modo que el agua pura contuviese una cantidad saturada de H₂S, y el recipiente que contenía las piezas metálicas y el agua pura así preparada se dejó tal cual durante una semana. A continuación, después de sacar las piezas metálicas M1 a M5 del recipiente y de secarlas, se estimaron sus tasas de corrosión y cambios de aspecto.

(Experimento 2)

Se repitió el experimento 1 a excepción de que el gas N₂ se sustituyó por aire, y se estimaron las tasas de corrosión y los cambios de aspecto de las piezas metálicas M1 a M5.

(Elementos de estimación)

<Tasa de corrosión>

Las reducciones de masa de las piezas metálicas M1 a M5 se midieron según la ecuación siguiente:

Reducción de masa = (Masa antes del experimento) - (Masa después del experimento)

Las tasas de corrosión (mm/año) se calcularon dividiendo la reducción de masa por el término del experimento.

<Observación del aspecto y de la microestructura>

Las piezas metálicas M1 a M5 se estimaron observando sus estados de corrosión por el aspecto usando una lupa (potencia de ampliación: x10), observando al mismo tiempo sus fisuras de microestructura exteriores usando un microscopio óptico. Se estimó si se había producido fisura por corrosión por tensión (SCC), corrosión por picadura, y/o corrosión por cavitación. Los resultados de la estimación se exponen en la Tabla 1 siguiente. En la Tabla 1, "X" quiere decir que se observó la corrosión especificada, y "○" indica que no se observó la corrosión especificada.

Se hace notar que la corrosión por picadura quiere decir que la corrosión tiene lugar intensamente en un punto local en la superficie de la pieza de metal formando un hoyo por corrosión, y que la corrosión por cavitación quiere decir que la corrosión tiene lugar en el intervalo entre la pieza de metal curvada en U y un perno y/o tuerca que fija la pieza de metal.

En la Tabla 1 siguiente, se indican los materiales de las piezas metálicas M1 a M5 usadas en los Experimentos además de los resultados de estimación de los Experimentos. En el Experimento 1 donde las piezas metálicas se sumergieron en agua pura a la que se burbujearon gas N₂ y gas H₂S, no se observó corrosión en ninguna de las piezas metálicas M1 a M5. Por otra parte, en el Experimento 2, donde las piezas metálicas se sumergieron en agua pura a la que se burbujearon aire y gas H₂S, se produjo SCC y corrosión por picadura en la superficie de la pieza de metal M1, se produjo corrosión por picadura y corrosión por cavitación en las superficies de las piezas metálicas M2 y M4.

A partir de los resultados experimentales anteriores se entiende que la superficie de metal experimenta corrosión en el entorno conteniendo H₂S, agua y aire. Además, también se entiende que la corrosión de la superficie de metal se evita en el entorno que contiene H₂S, agua y N₂ sin aire, de modo que la prevención de la entrada de aire al depósito de azufre fundido da lugar a un amplio rango de selección del material que forma el depósito de azufre fundido.

Tabla 1

Pieza de metal		Material	Tasa de corrosión (mm/ año)	Estado de corrosión		
				SCC	Corrosión por picadura	Corrosión por cavitación
Experimento 1 Burbujas de N ₂	M1	SUS304	0,00	○	○	○
	M2	SUS304L	0,00	○	○	○
	M3	SUS316L	0,00	○	○	○
	M4	SUS347	0,00	○	○	○
	M5	SUS329J4L	0,00	○	○	○
Experimento 2 Burbujas de aire	M1	SUS304	0,10	X	X	○
	M2	SUS304L	0,02	○	X	X
	M3	SUS316L	0,00	○	○	○
	M4	SUS347	0,00	○	X	X
	M5	SUS329J4L	0,00	○	○	○

- 5 A continuación, las piezas metálicas antes indicadas M1, M3 y M5 se colocaron en una fase gas de un depósito de azufre fundido de la planta de recuperación de azufre, y se realizaron los Experimentos descritos más adelante. Se deberá indicar que las piezas metálicas M3 y M5 no presentaron corrosión en los Experimentos 1 y 2 anteriores.

(Experimento 3)

- 10 Se puso en funcionamiento la planta de recuperación de azufre 1 que incluía el aparato de recuperación de azufre regenerado 100. Durante el calentamiento del depósito de azufre fundido 20 por el medio de calentamiento de depósito 21, se suministró gas N₂ al depósito de azufre fundido 20 usando el medio de suministro de gas inerte 51. Se hace notar que la planta de recuperación de azufre 1 operó en un ciclo que incluía la recuperación de azufre líquido durante 11 días y la recuperación de azufre regenerado durante 3 días, y se repitieron cuatro ciclos (56 días en total) con la planta de recuperación de azufre 1. Es decir, el depósito de azufre fundido 20 se calentó por el medio de calentamiento de depósito 21 durante 12 días en total.

- 20 Después de finalizar la operación de la planta de recuperación de azufre 1, se sacaron las piezas metálicas M1, M3 y M5 colocadas en el depósito de azufre fundido 20, y se estimaron la extensión de la corrosión y los estados de corrosión de las superficies de las piezas de metal. Se hace notar que la extensión de la corrosión (g/m².h) se obtuvo midiendo la reducción de masa (= (masa antes del experimento) - (masa después del experimento)) de cada pieza de metal y calculando usando al mismo tiempo la reducción de masa. En cuanto al estado de corrosión, se observó el aspecto de corrosión y el estado de microestructura.

- 25 (Experimento comparativo 4)

- 30 Se puso en funcionamiento la planta de recuperación de azufre 201 que incluía el aparato de recuperación de azufre regenerado 200 de la técnica anterior. Durante el calentamiento del depósito de azufre fundido 220 por el medio de calentamiento de depósito 221, el depósito de azufre fundido 220 y su exterior comunicaban con la línea de gases de escape 241. Por lo tanto, era posible que entrara aire como gas exterior al depósito de azufre fundido 220 a través de la línea de gases de escape 241. Se hace notar que la planta de recuperación de azufre 201 operó en un ciclo que incluía la recuperación de azufre líquido durante 11 días y la recuperación de azufre regenerado durante 3 días, y se repitieron seis ciclos (84 días en total) con la planta de recuperación de azufre. Es decir, el depósito de azufre fundido 220 se calentó por el medio de calentamiento de depósito 221 durante 18 días en total.

- 35 Después de finalizar la operación de la planta de recuperación de azufre 201, se sacaron las piezas metálicas M1, M3 y M5 colocadas en el depósito de azufre fundido 220, y se estimaron sus superficies con respecto a la extensión de la corrosión y los estados de corrosión de las superficies de las piezas de metal como en el Experimento 3.

- 40 En la Tabla 2 siguiente, los materiales de las piezas metálicas M1, M3 y M5 usadas en los Experimentos se muestran además de los resultados de la estimación de los Experimentos. Se entiende que la extensión de la corrosión de las piezas metálicas M1, M3 y M5 colocadas en el depósito de azufre fundido de la técnica anterior 220 del aparato de recuperación de azufre regenerado 200 era más intensa en comparación con las piezas metálicas M1, M3 y M5 colocadas en el depósito de azufre fundido 20 del aparato de recuperación de azufre regenerado 100.

- 45 Se entiende por los resultados experimentales antes descritos que, con el aparato de recuperación de azufre regenerado 100 y durante el calentamiento del depósito de azufre fundido 20 por el medio de calentamiento de depósito 21, el suministro de gas N₂ al depósito de azufre fundido 20 por medio del medio de suministro de gas inerte 51 evita la formación en el depósito de azufre fundido 20 de una atmósfera que contiene H₂S, vapor y aire, de modo que se evita la corrosión de las piezas metálicas M1, M3 y M5.

Tabla 2

Pieza de metal		Experimento 3: Aparato de recuperación de azufre regenerado 100		Experimento 4: Aparato de recuperación de azufre regenerado 200	
	Material	Extensión de la corrosión (g/m ² ·h)	Estado de corrosión	Extensión de la corrosión (g/m ² ·h)	Estado de corrosión
M1	SUS304	0,002	Poca corrosión sin problema	0,026	Tiene lugar SCC y corrosión por picadura
M3	SUS316L	0,001	Poca corrosión sin problema	0,006	Corrosión sobre toda la superficie
M5	SUS329J4L	0,000	Sin corrosión	0,002	El lustre metálico desapareció sobre toda la superficie

REIVINDICACIONES

1. Un aparato de recuperación de azufre regenerado colocado en una planta de recuperación de azufre que incluye un purificador de azufre que enfría azufre gaseoso con el fin de condensarlo para formar azufre líquido quitando al mismo tiempo las impurezas que contiene, **caracterizado porque**
- 5 el aparato incluye
- 10 un medio de suministro de vapor que suministra vapor al purificador de azufre, de modo que el azufre sólido depositado sobre una pared interior del purificador de azufre se funde;
- un depósito de azufre fundido que recupera y almacena tal azufre fundido por el medio de suministro de vapor,
- 15 donde el depósito de azufre fundido y el purificador de azufre están conectados a través de una línea de flujo de azufre fundido;
- un medio de calentamiento de depósito que calienta el depósito de azufre fundido;
- 20 una línea de gases de escape que dirige los gases de escape formados en el depósito de azufre fundido al exterior, gases que se forman cuando el depósito de azufre fundido es calentado por el medio de calentamiento de depósito; y
- un medio de suministro de gas inerte que suministra un gas inerte al depósito de azufre fundido, y
- 25 porque el medio de suministro de gas inerte suministra el gas inerte de tal manera que el gas inerte suministrado al depósito de azufre fundido fluya al exterior a través de la línea de gases de escape cuando el azufre fundido almacenado en el depósito de azufre fundido es descargado del depósito de azufre fundido.
- 30 2. El aparato de recuperación de azufre regenerado de la reivindicación 1, donde el gas inerte se selecciona de N₂ y Ar.
3. Método para recuperar azufre con un aparato según la reivindicación 1 o 2, incluyendo el método el paso de descargar azufre fundido del depósito de azufre fundido mientras se suministra gas inerte al depósito de azufre fundido de modo que se evite que fluya aire al depósito de azufre fundido.
- 35 4. Uso del aparato según la reivindicación 1 o 2 para evitar la corrosión de una pared interior del depósito de azufre fundido.

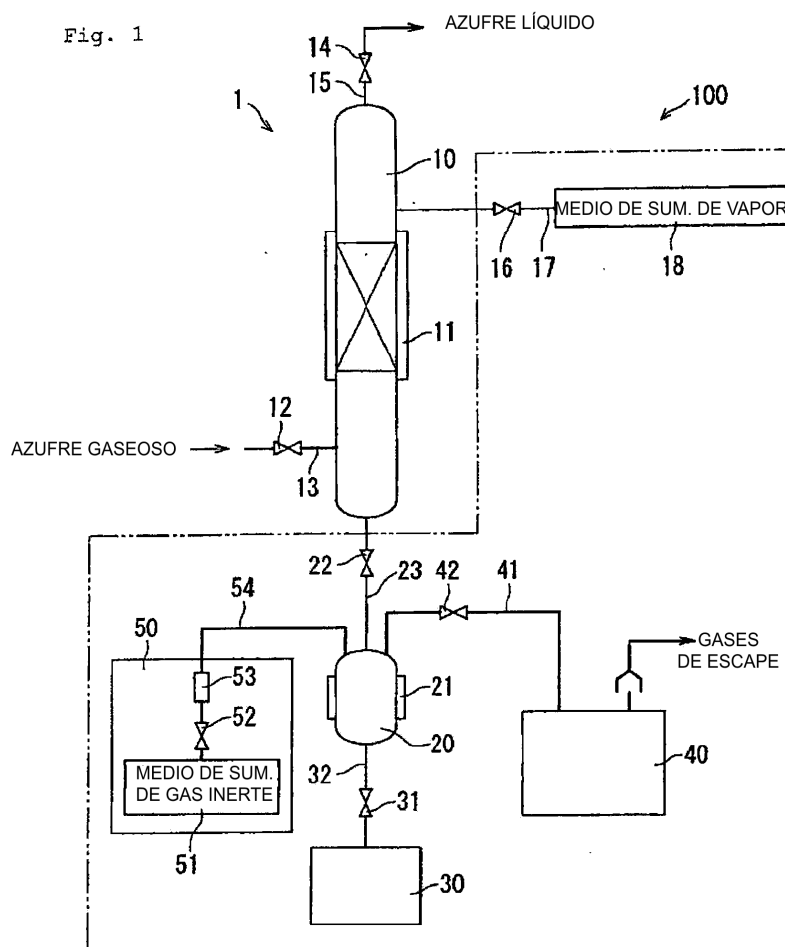


Fig. 2

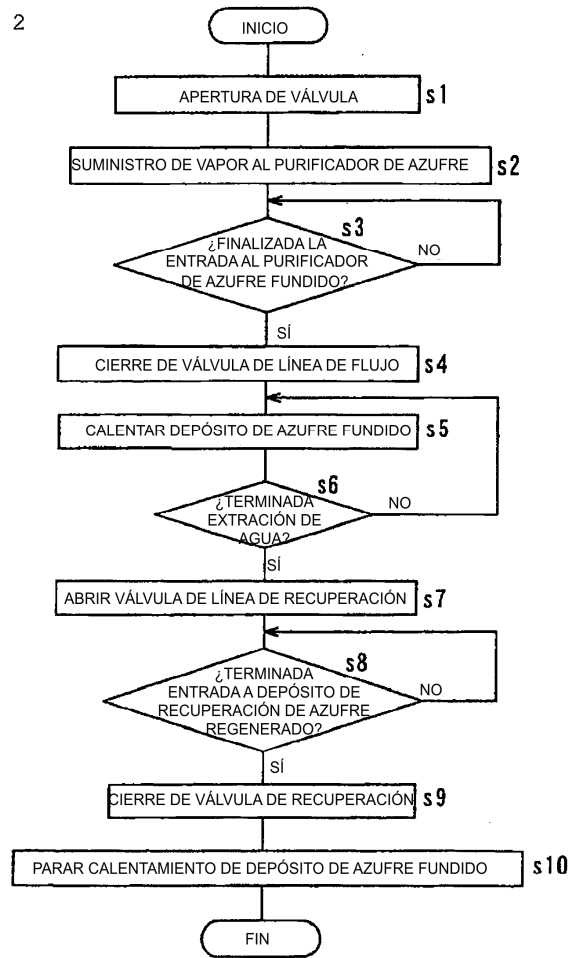


Fig. 3

