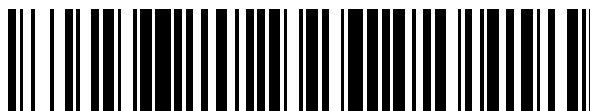


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 651 455**

51 Int. Cl.:

**B01D 3/26** (2006.01)  
**B01D 1/28** (2006.01)  
**B01D 3/00** (2006.01)  
**B01D 3/32** (2006.01)  
**F25J 3/00** (2006.01)  
**B01D 3/14** (2006.01)  
**B01D 3/42** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **24.09.2010 PCT/JP2010/066498**  
 87 Fecha y número de publicación internacional: **14.04.2011 WO11043199**  
 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.09.2010 E 10821870 (2)**  
 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.09.2017 EP 2486965**

54 Título: **Equipo de destilación del tipo de intercambio de calor**

30 Prioridad:

**05.10.2009 JP 2009231490**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**26.01.2018**

73 Titular/es:

**NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED  
INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY  
(50.0%)  
3-1 Kasumigaseki 1-chome Chiyoda-ku  
Tokyo 100-8921, JP y  
TOYO ENGINEERING CORPORATION (50.0%)**

72 Inventor/es:

**NAKAIWA, MASARU;  
WAKABAYASHI, TOSHIHIRO y  
TAMAKOSHI, AKIHIKO**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Francisco**

ES 2 651 455 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

Equipo de destilación del tipo de intercambio de calor

Campo técnico

5 La presente invención se refiere a un equipo de destilación que lleva a cabo una operación de destilación ampliamente aplicada a muchos procesos industriales, y más particularmente a un equipo de destilación con integración de calor.

Antecedentes de la técnica

10 La separación por destilación es una operación de unidad ampliamente aplicada a procesos industriales en general, pero consume una gran cantidad de energía. En el campo industrial, por lo tanto, se han desarrollado estudios sobre sistemas de destilación con ahorro de energía. Tales estudios han llevado aparejado el desarrollo de una columna de destilación con integración de calor (a continuación HIDiC, del inglés "Heat Integrated Distillation Column") como equipo de destilación que ahorra mucha energía.

15 El documento US 5.687.762 da a conocer un proceso para la destilación criogénica de aire alimentado para producir nitrógeno a alta presión de pureza diversa. El proceso usa una columna de alta presión, que opera a una presión para producir directamente el nitrógeno a la alta presión deseada, y una o varias columnas de menor presión que producen una parte del producto de nitrógeno a una menor presión. Al menos una parte del nitrógeno de menor presión es comprimida e introducida en la columna de alta presión en una posición que está por debajo de la posición de retirada del nitrógeno a alta presión.

20 Como se muestra en la figura 1, un sistema básico de la columna HIDiC tiene una estructura en la que una sección de rectificación (unidad de alta presión) y una sección de agotamiento (unidad de baja presión) están previstas de modo que están separadas una de otra. La presión de operación de la sección de rectificación es establecida a un nivel más alto que la de la sección de agotamiento de modo que la temperatura de operación de la sección de rectificación pueda ser mayor que la de la sección de agotamiento. Esto permite una reducción en la cantidad de calor que es suministrada a un rehervidor debido a que se produce transferencia de calor desde la sección de rectificación a la sección de agotamiento cuando hay una superficie de intercambio de calor entre ellas. Calor de la sección de rectificación se mueve a la sección de agotamiento, y por lo tanto puede reducirse la cantidad de calor que es retirada en un condensador. Como resultado de ello, puede conseguirse un equipo de destilación con elevado ahorro de energía.

30 Con el fin de poner en práctica el concepto de columna HIDiC, ha sido propuesto un equipo de destilación con una estructura de doble conducto, como se discute en el documento JP2004-16928A (a continuación, Referencia de Patente 1).

Como se muestra en la figura 2, este equipo de destilación, que incluye una camisa 51 y una pluralidad de unidades tubulares 52 instaladas dentro de la camisa 51, está formado conectando cada unidad tubular 52 a la camisa 51 a través de la placa tubular superior 53a y la placa tubular inferior 53b.

35 Cada unidad de tubo 52 tiene una estructura de doble conducto. El conducto interior 54 de la unidad tubular 52 es usado como una sección de rectificación mientras que el conducto exterior 55 que rodea una superficie exterior del conducto interior 54 es usado como una sección de agotamiento. Los rellenos (rellenos estructurados) 54a y 55a están colocados a lo largo del interior del conducto interior 54, y entre el conducto exterior 55 y el conducto interior 54. En cuanto a la unidad tubular 52 se hace referencia a la figura 3. La pluralidad de unidades tubulares 52 están dispuestas de forma que las paredes exteriores 65 de los conductos exteriores 55 pueden entrar en contacto entre sí.

45 Con referencia nuevamente a la figura 2, la entrada de líquido de la sección de agotamiento 56 para suministrar alimentación de líquido al conducto exterior (sección de agotamiento) 55 y la salida de vapor de la sección de agotamiento 57 para descargar vapor desde el conducto exterior 55 están dispuestas en la parte superior de la camisa 51.

Encima de la placa tubular superior 53a está formado el canal 58a que comunica sólo con el conducto interior (sección de rectificación) 54. Un extremo superior del conducto exterior 55 no está conectado a la placa tubular superior 53a que hay que abrir.

50 La entrada de líquido de la sección de rectificación 59 para suministrar líquido (reflujo) al conducto interior 54 y la salida de vapor de la sección de rectificación 60 para descargar vapor desde el conducto interior 54 están dispuestas en el canal superior 58a.

La entrada de vapor de la sección de agotamiento 61 para suministrar vapor al conducto exterior 55 y la salida de líquido de la sección de rectificación 62 para descargar líquido desde el conducto exterior 55 están dispuestas en una parte inferior de la camisa 51.

Debajo de la placa tubular inferior 53b está formado el canal 58b que comunica con el conducto interior 54. Un extremo inferior del conducto exterior 55 no está conectado a la placa tubular inferior 53b que hay que abrir.

5 La entrada de vapor de la sección de rectificación 63 para suministrar vapor al conducto interior 54 y la salida de líquido de la sección de rectificación 64 para descargar líquido desde el conducto interior 54 están dispuestas en en el canal inferior 58b.

10 En el equipo de destilación anteriormente mencionado, la alimentación de líquido es suministrada a través de la entrada de líquido de la sección de agotamiento 56, y es distribuida uniformemente al superior de los conductos exteriores 55 de las unidades tubulares 52. De la alimentación líquida suministrada al extremo superior de los conductos exteriores 55, el líquido que desciende desde el conducto exterior 55 mientras es fraccionado en el conducto exterior 55, es suministrado al rehervidor instalado fuera de la columna a través de la salida de líquido de la sección de agotamiento 62 y es rehervido. El vapor generado por el rehervidor entra nuevamente en la columna por la entrada de vapor de la sección de agotamiento 61. El vapor procedente de la entrada de vapor de la sección de agotamiento 61 es distribuido a una superficie inferior del conducto exterior 55 de cada unidad tubular 52 y asciende en cada conducto exterior 55. El líquido que queda sin ser vaporizado es descargado como un producto del fondo de la columna.

15 El vapor que asciende desde el conducto exterior 55 mientras es fraccionado, fluye a un compresor a través de la salida de vapor de la sección de agotamiento 57. El vapor que pasa a través del compresor entra en una sección de rectificación a través de la entrada de vapor de la sección de rectificación 63. El vapor procedente de la entrada de vapor de la sección de rectificación 63 asciende desde la superficie inferior de cada conducto interior 54. El vapor que asciende a través del conducto interior 54 mientras es fraccionado sale por una superficie exterior de cada conducto interior 54, y es suministrado al condensador fuera de la columna a través de la salida de vapor de la sección de rectificación 60. El vapor procedente de la sección de rectificación es total o parcialmente condensado por el condensador. Cuando es necesario, una parte del líquido condensado es suministrado como reflujo al conducto interior 54 a través de la admisión de líquido 59 de la sección de rectificación, mientras que el resto es descargado como producto destilado.

20 En esta configuración, la transferencia de energía se produce desde la sección de rectificación (conducto interior 54) a la sección de agotamiento (conducto exterior 55). Por lo tanto, puede reducirse una cantidad de calor que es suministrada en el rehervidor y una cantidad de calor que es retirada en el condensador, y la eficiencia energética puede ser muy alta.

30 Sin embargo, el equipo de destilación con integración de calor que tiene la sección de rectificación y la sección de agotamiento formadas dentro de las estructuras de doble conducto como se discute en la Referencia de Patente 1 tiene los siguientes problemas 1) a 6).

35 1) El producto no puede ser obtenido con corriente de corte lateral. El corte lateral significa que un producto es retirado como producto de destilación intermedio, durante un proceso de destilación hasta que un destilado final es obtenido del extremo superior de la columna.

40 En el equipo de destilación descrito en la Referencia de Patente 1, las unidades tubulares de las estructuras de doble conducto están dispuestas para entrar en contacto entre sí. Además, los conductos exteriores y los conductos interiores están equipados con el relleno estructurado. Como resultado de ello, no puede conformarse una disposición de conductos para retirar un producto destilado intermedio desde el conducto interior de cada unidad tubular. En consecuencia, la estructura inhabilita el corte lateral.

2) La etapa de alimentación en la que se proporciona corriente de alimentación no puede ser optimizada. Esto es debido a que en la sección de rectificación y la sección de agotamiento formadas dentro de las estructuras de doble conducto, sus alturas de relleno son iguales, inhabilitando el establecimiento libre del número de etapas de la sección de rectificación y la sección de agotamiento.

45 3) La etapa de alimentación no puede ser cambiada con el fin de cumplir con la composición de la corriente de alimentación. Esto es debido a la estructura, en la que el establecimiento libre de la posición de etapas de alimentación está inhabilitado como se ha descrito en 2).

50 4) No se puede manejar una corriente de alimentación múltiple (recepción de una pluralidad de corrientes de alimentación). Esto es debido a la estructura, en la que no puede suministrarse ninguna corriente de alimentación a mitad de los dobles conductos como se ha descrito en 1).

5) El mantenimiento del equipo es difícil. Las unidades tubulares que usan el relleno estructurado están dispuestas densamente para estar situadas adyacentemente entre sí como se describe en 1). Esto inhabilita el acceso completo a la unidad tubular deseada, y el mantenimiento de ésta no puede llevarse a cabo.

55 6) La tasa de intercambio de calor entre la sección de rectificación y la sección de agotamiento con uso de dobles conductos y en las que no hay ningún grado de libertad de diseño para diseñar el área de transferencia de calor,

depende sólo del perfil de temperatura de la columna de destilación. Por lo tanto, en el diseño del equipo, el grado de libertad en el diseño de la tasa de intercambio de calor es pequeño.

5 Q, la tasa de intercambio de calor entre la sección de rectificación y la sección de agotamiento, está representado por  $Q=U \times A \times \Delta T$ , donde U es un coeficiente de transferencia de calor general, A es un área de transferencia de calor, y  $\Delta T$  es una diferencia de temperatura entre la sección de rectificación y la sección de agotamiento. En la columna HIDiC con la estructura de doble conducto, una superficie de pared de conducto interior se convierte en un área de transferencia de calor. Esta área de transferencia de calor tiene un valor fijo determinado por una estructura de los dobles conductos. El coeficiente de transferencia de calor general tiene también un valor fijo determinado por la estructura de transferencia de calor y las propiedades físicas del fluido implicadas en el intercambio de calor. De este modo, como puede entenderse a partir de la fórmula de la tasa de intercambio de calor, una tasa de intercambio de calor según la especificación de diseño puede ser cambiada sólo sobre la base de la diferencia de temperatura entre la sección de rectificación y la sección de agotamiento, que es cambiada por la presión de operación de la sección de rectificación y la sección de agotamiento.

Resumen de la invención

15 La presente invención proporciona el siguiente equipo de destilación con integración de calor para resolver los problemas anteriormente mencionados.

De acuerdo con la presente invención, un equipo de destilación con integración de calor incluye:

- una columna de rectificación (1) que incluye una sección con bandejas o una sección de lecho relleno (1b), que se usa como sección de rectificación; y
- 20 una columna de agotamiento (2) situada a mayor altura que la columna de rectificación (1) y que incluye una sección con bandejas o una sección de lecho relleno (2b) usada como sección de agotamiento;
- un primer conducto (23) para conectar un extremo superior de columna (2c) de la columna de agotamiento (2) a un fondo de columna (1a) de la columna de rectificación (1);
- 25 un compresor (4) instalado junto a una sección central del primer conducto (23) y configurado para comprimir vapor procedente del extremo superior de columna (2c) de la columna de agotamiento (2) e introducir luego el vapor comprimido en el fondo de columna (1a) de la columna de rectificación (1);
- un intercambiador de calor (8) situado en una etapa predeterminada de la columna de rectificación (1);
- 30 una unidad de retirada de líquido (2d) situada en una etapa predeterminada de la columna de agotamiento (2) y configurada para retirar una parte de líquido desde la etapa predeterminada hacia el exterior de la columna de agotamiento (2);
- un segundo conducto (24) para introducir el líquido desde la unidad de retirada de líquido (2d) en el intercambiador de calor (8); y
- 35 un tercer conducto (25) para introducir fluidos introducidos a través del segundo conducto (24) en el intercambiador de calor (8) y descargados luego del intercambiador de calor (8) en una etapa directamente por debajo de la unidad de retirada de líquido (2d),
- en que el intercambiador de calor (8), el segundo conducto (24) y el tercer conducto (25) están configurados para actuar como un condensador lateral en la columna de rectificación (1) y para actuar como un rehervidor lateral en la columna de agotamiento (2).

40 En el equipo de destilación con integración de calor de acuerdo con la presente invención, los fluidos fluyen desde la columna de agotamiento al intercambiador de calor de la columna de rectificación a través del segundo conducto. Es retirado calor del vapor de la columna de rectificación en el intercambiador de calor. Entonces, el calor puede ser transferido desde la columna de rectificación a la columna de agotamiento a través del tercer conducto. Los fluidos fluyen desde la columna de agotamiento a la columna de rectificación por gravedad. Los fluidos en el intercambiador de calor son empujados de acuerdo con ello para fluir desde la columna de rectificación a la columna de agotamiento. En otras palabras, este equipo de destilación con integración de calor emplea un sistema de termosifón, y por lo tanto no es necesario ningún medio de alimentación a presión tal como una bomba para suministrar el líquido desde la columna de rectificación a la columna de agotamiento situada encima en una dirección vertical.

También se describe aquí un equipo de destilación con integración de calor que incluye:

- 50 una unidad colectora de líquido situada en una etapa predeterminada de la sección de agotamiento y configurada para contener líquido descendente;
- un intercambiador de calor situado en la unidad colectora de líquido de la columna de agotamiento;

una placa de partición situada en una posición predeterminada de la columna de rectificación y configurada para separar completamente las etapas superiores y las etapas inferiores;

un segundo conducto para introducir vapor por debajo de la placa de partición en el intercambiador de calor; y

- 5 un tercer conducto para introducir fluidos introducidos a través del segundo conducto en el intercambiador de calor y descargados luego del intercambiador de calor en un lado superior de la placa de partición.

De acuerdo con el ejemplo alternativo, el vapor es retirado de la columna de rectificación a través del segundo conducto. El vapor es introducido en el intercambiador de calor en la columna de agotamiento. Entonces, puede ser transferido calor desde la columna de rectificación a la columna de agotamiento. Vapor a alta presión en la columna de rectificación asciende a través del segundo conducto hacia el intercambiador de calor en la columna de agotamiento. Líquido condensado a partir del vapor en el intercambiador de calor es empujado de acuerdo con ello hacia fuera de la columna de agotamiento hacia el tercer conducto fuera de la columna, y fluye hacia la columna de rectificación por gravedad. De este modo, esta configuración tampoco necesita ningún medio de alimentación a presión tal como una bomba.

- 10  
15 Con la configuración de equipo de acuerdo con la invención, que transfiere calor desde la columna de rectificación a la columna de agotamiento usando los conductos segundo y tercero, en comparación con un equipo de destilación que no incluye una configuración de transferencia de calor así, la tasa de intercambio de calor retirado desde un condensador fijado a un extremo superior de la sección de rectificación puede ser reducida en mayor medida, y la tasa de intercambio de calor que es suministrado a un rehervidor fijado al fondo de la columna de agotamiento puede ser reducida en mayor medida. Como resultado de ello, puede proporcionarse un equipo de destilación que tiene una eficiencia energética muy alta.

20 La columna de rectificación y la columna de agotamiento están configuradas usando secciones con bandejas o secciones de lecho relleno similares a las de un equipo de destilación general. Por lo tanto, el equipo puede manejar cortes laterales o una corriente de alimentación múltiple sin necesidad de ninguna mejora, y es posible realizar fácilmente un mantenimiento del equipo. Por la misma razón, el número de etapas de la columna de rectificación o de la columna de agotamiento puede ser establecido libremente, y una etapa de alimentación puede ser optimizada.

Un área de intercambio de calor puede ser establecida libremente, y por lo tanto la tasa de intercambio de calor puede ser determinada sin ninguna dependencia de la diferencia de temperatura entre las columnas.

- 30 Como se ha descrito anteriormente, de acuerdo con la presente invención la eficiencia energética es alta, pueden manejarse fácilmente cortes laterales y el establecimiento de una posición de etapa de alimentación, y el mantenimiento del equipo es sencillo.

El equipo de la presente invención tiene una estructura en la que el grado de libertad de diseño es alto, y por lo tanto puede ser aceptado fácilmente por parte de los usuarios.

Breve descripción de los dibujos

- 35 La figura 1 muestra una estructura básica de una columna HIDiC.

La figura 2 muestra una columna de destilación con integración de calor que usa una estructura de doble conducto descrita en la Referencia de Patente 1.

La figura 3 es una vista en corte horizontal que muestra la estructura de doble columna en la columna de destilación mostrada en la figura 2.

- 40 La figura 4 muestra una configuración general de un equipo de destilación con integración de calor de acuerdo con una primera realización de la presente invención.

La figura 5 muestra una configuración de una unidad de retirada de líquido mostrada en la figura 4.

La figura 6 muestra una configuración periférica de un intercambiador de calor del tipo de haz tubular situado en una columna de rectificación mostrada en la figura 4.

- 45 La figura 7 muestra una configuración general de un equipo de destilación con integración de calor alternativo.

La figura 8 muestra una configuración periférica de un intercambiador de calor del tipo de haz tubular situado en una columna de agotamiento mostrada en la figura 7.

- 50 Un equipo de destilación general, que no es un equipo de destilación con integración de calor interna, incluye una columna construida en una dirección vertical y que tiene una sección de fondo, una sección con bandejas (o una sección de lecho relleno), y una sección superior. En un límite de posición de alimentación, un lado superior de la sección con bandejas (o sección de lecho relleno) es una sección de rectificación y un lado inferior es una sección

de agotamiento. Por otro lado, un equipo de destilación con integración de calor de acuerdo con la presente invención tiene una propiedad básica según la cual una sección de agotamiento y una sección de rectificación similares a las anteriormente descritas están separadas entre sí, están previstas una camisa de columna (columna de agotamiento) que es usada como la sección de agotamiento que se extiende en una dirección vertical y una  
 5 camisa de columna (columna de rectificación) que es usada como la sección de rectificación que se extiende en la dirección vertical, y la columna de agotamiento está situada a mayor altura que la columna de rectificación. A continuación son descritas realizaciones de la presente invención con referencia a los dibujos.

La figura 4 muestra una configuración general de un equipo de destilación con integración de calor de acuerdo con una primera realización. El equipo de destilación con integración de calor de acuerdo con la realización incluye la  
 10 columna de rectificación 1 y la columna de agotamiento 2 que está situada a mayor altura que la columna de rectificación 1. La columna de rectificación 1 incluye el fondo de columna 1a, la sección con bandejas (o sección de lecho relleno) 1b, y la columna superior 1c. La columna de agotamiento 2 también incluye el fondo de columna 2a, la sección con bandejas (o sección de lecho relleno) 2b, y la columna superior 2c.

Las secciones con bandejas 1b y 2b son secciones dentro de las que están situadas varias bandejas horizontales. Una bandeja en la cual establecen contacto mutuo vapor y líquido es denominada etapa. En cada etapa, el contacto  
 15 gas-líquido promueve una transferencia de masa. Como resultado, una fase gaseosa rica en componentes con mayor volatilidad asciende a una etapa más alta, mientras que una fase líquida rica en componentes con menor volatilidad desciende a una etapa más baja. Entonces, el contacto gas-líquido es ejecutado ahí nuevamente con una nueva fase líquida o fase gaseosa para una transferencia de masa adicional. De este modo, hay riqueza de  
 20 componentes con mayor volatilidad en una etapa más alta de la columna, hay riqueza de componentes con menor volatilidad en una etapa más baja, y se lleva a cabo una operación de destilación.

La sección con relleno que puede reemplazar a la sección con bandejas es una sección en la que un cierto relleno está instalado en la columna vacía, y el contacto gas-líquido se ejecuta sobre su superficie. Por el mismo mecanismo que el de la columna con bandejas, hay riqueza de componentes con mayor volatilidad en una parte  
 25 más alta, hay riqueza de componentes con menor volatilidad en una parte más baja, y se lleva a cabo una operación de destilación.

En la figura 4, las secciones con bandejas 1b y 2b (o secciones de lecho relleno) son mostradas en blanco. En realidad, sin embargo, se emplean las estructuras anteriormente mencionadas.

Cada una de entre la columna de rectificación 1 y la columna de agotamiento 2 es descrita en detalle. Primeramente  
 30 es descrita la columna de agotamiento 2.

El calentador 3 designado como rehervidor está dispuesto fuera del fondo de columna 2a de la columna de agotamiento 2, y el conducto 21 está previsto desde una parte de espacio inferior del fondo de columna 2a a través del calentador 3 hacia una parte de espacio superior del fondo de columna 2a. El líquido que desciende a través de  
 35 la sección con bandejas 2b (o sección de lecho relleno) de la columna de agotamiento 2 permanece de acuerdo con ello en el fondo de columna 2a. Una parte del líquido es calentada por el calentador 3 para convertirse en vapor, y vuelve al fondo de columna 2a. Desde la parte más baja del fondo de columna 2a, se obtiene líquido rico en componentes con menor volatilidad a través del conducto 22.

El extremo superior de columna 2c de la columna de agotamiento 2 es una posición para suministrar corriente de alimentación. El extremo superior de columna 2c está conectado, a través del compresor 4, al fondo de columna 1a de una columna de rectificación 1 usando el conducto 23. De acuerdo con una realización, la corriente de  
 40 alimentación es suministrada en el extremo superior de columna 2c de la columna de agotamiento 2. Sin embargo, la etapa de alimentación puede ser una etapa arbitraria de la sección con bandejas 2b (o sección de lecho de relleno). Incluso cuando hay una pluralidad de materiales en bruto, la etapa de alimentación puede ser el extremo superior de columna 2c de la columna de agotamiento 2 y otras etapas arbitrarias (incluyendo una etapa de la  
 45 columna de rectificación 1).

Adicionalmente, la sección con bandejas 2b (o sección de lecho relleno) de la columna de agotamiento 2 incluye la unidad de retirada de líquido 2d en una etapa predeterminada. Como se muestra en la figura 5, la unidad de retirada de líquido 2d contiene líquido 10 que desciende desde una parte más alta de la columna de agotamiento 2 en una  
 50 bandeja de chimenea para colector 5, y retira una parte de líquido 10 de la columna de agotamiento 2. El conducto 24 para dirigir una parte de líquido 10 a la columna de rectificación 1 está conectado a la unidad de retirada de líquido 2d. El conducto 25 procedente de la columna de rectificación 1 es insertado a través de una pared de camisa de la columna de agotamiento 2 en una etapa directamente por debajo de la unidad de retirada de líquido 2d. Desde el conducto 25 insertado en la etapa directamente por debajo de la unidad de retirada de líquido 2d, son introducidos fluidos con una mezcla de vapor 11 y líquido 12 como se describe posteriormente, y el vapor 11 asciende mientras  
 55 que el líquido 12 desciende.

Es descrita la columna de rectificación 1.

Un extremo del conducto 26 está conectado a la parte más baja del fondo de columna 1a de la columna de rectificación 1, mientras que el otro extremo del conducto 26 está conectado al conducto 27 para suministrar

materiales de alimentación al extremo superior de columna 2c de la columna de agotamiento 2. Para reciclar el líquido que permanece en el fondo de columna 1a de la columna de rectificación 1 hacia el extremo superior de columna 2c de la columna de agotamiento 2 situada a mayor altura que la columna de rectificación 1, es necesaria la bomba 6 en la sección central del conducto 26.

- 5 El condensador 7 está dispuesto fuera del extremo superior de columna 1c de la columna de rectificación 1, y el conducto 28 está conectado desde una parte de espacio superior del extremo superior de columna 1c al condensador 7. De este modo, vapor que ha sido retirado del extremo superior de columna 1c de la columna de rectificación 1 es enfriado por el condensador 7 para convertirse en líquido, y se obtiene un líquido destilado que tiene componentes con mayor volatilidad. Una parte del líquido es conducida por reflujo al extremo superior de columna 1c.

- 10 Adicionalmente, un intercambiador de calor del tipo de haz tubular 8 es insertado en una etapa predeterminada de la sección con bandejas 1b (o sección de lecho relleno) de la columna de rectificación 1. Una parte tubular paralela en un tubo en forma de U del intercambiador de calor del tipo de haz tubular 8 está dispuesta a lo largo de la bandeja de chimenea para colector 9 para contener temporalmente un líquido condensado y redistribuir vapor que asciende desde debajo. La parte tubular inferior 8a de la parte tubular paralela está conectada al conducto 24 conectado a la unidad de retirada de líquido 2d de la columna de agotamiento 2. La parte tubular superior 8b está conectada al conducto 25 que está insertado en la etapa directamente por debajo de la unidad de retirada de líquido 2d.

Es descrita una operación del intercambiador de calor del tipo de haz tubular 8.

- 20 En el equipo, la presión y la temperatura del vapor fuera de la columna 2c de la columna de agotamiento 2, que hay que suministrar a un fondo de columna 1a de la columna de rectificación 1, son incrementadas por el compresor 4. El vapor 13 (con referencia a la figura 6), cuya temperatura es incrementada, es introducido en el fondo de columna 1a de la sección de rectificación 1 donde asciende y entra en contacto con el tubo en forma de U del intercambiador de calor del tipo de haz tubular 8. En este caso, líquido en una etapa arbitraria de la columna de agotamiento 2 es introducido a través del conducto 24 en la parte tubular inferior 8a del intercambiador de calor 8. De este modo, el líquido en la parte tubular 8a es calentado por el calor del vapor 13, y una parte del vapor 13 en contacto con la parte tubular 8a es condensada y se convierte en líquido 14 que desciende. La parte tubular superior 8b del intercambiador de calor 8 es también calentada por el calor del vapor 13. De este modo, el líquido introducido a través del conducto 24 en el intercambiador de calor 8 cambia a fluidos con una mezcla de una fase líquida y una fase gaseosa mientras se mueve desde la parte tubular inferior 8a a la parte tubular superior 8b. Los fluidos pasan entonces a través del conducto 25 fuera de la columna para ser introducidos en la etapa directamente por debajo de la unidad de retirada de líquido 2d de la sección de agotamiento 2 (con referencia a la figura 4). Para la circulación de tales fluidos, no es necesario ningún medio de alimentación a presión tal como una bomba, debido a que la configuración emplea el sistema de termosifón.

- 30 En otras palabras, debido a que la unidad de retirada de líquido 2d de la columna de agotamiento 2 está conectada a la parte tubular inferior 8a del intercambiador de calor 8 de la columna de rectificación 1 a través del conducto 24 y debido a que la parte tubular superior 8b del intercambiador de calor 8 de la columna de rectificación 1 está conectada a la etapa directamente por debajo de la unidad de retirada de líquido 2d de la columna de agotamiento 2 a través del conducto 25, el líquido desciende desde la columna de agotamiento 2 a la columna de rectificación 1 por gravedad. Como resultado de ello, la gravedad provoca que los fluidos fluyan desde la columna de rectificación 1 a la columna de agotamiento 2 incluso cuando no hay bomba.

- 40 Como se ha descrito anteriormente, de acuerdo con las realizaciones, el calor puede ser retirado del vapor en la columna de rectificación 1 por el intercambiador de calor 8, y transferido desde la columna de rectificación 1 a la columna de agotamiento 2 a través del conducto 25. Un sistema de transferencia de calor que usa los conductos 24 y 25 y el intercambiador de calor 8, como en el caso de la realización, está configurado como si un condensador lateral estuviera instalado junto a una etapa arbitraria de la columna de rectificación 1 y, simultáneamente, como si un rehervidor lateral estuviera instalado junto a una etapa arbitraria de la columna de agotamiento 2. De este modo, en comparación con un equipo de destilación que no incluye ningún sistema de transferencia de calor así, la cantidad de calor que ha sido retirada puede ser reducida en el condensador 7 de la columna de rectificación 1, y la cantidad de calor que ha sido suministrada puede ser reducida en el rehervidor 3 de la columna de agotamiento 2. Como resultado de ello puede conseguirse un equipo de destilación con gran ahorro de energía.

La figura 4 muestra sólo un sistema de transferencia de calor. Sin embargo, pueden instalarse un número de sistemas de transferencia de calor equivalente a un 10 al 30% del número total de etapas teóricas. Obviamente, el número de sistemas de transferencia de calor a instalar y las posiciones del intercambiador de calor y los conductos pueden ser determinados arbitrariamente de acuerdo con una especificación de diseño.

- 55 A continuación es descrita una realización alternativa. Componentes similares a los de las primeras realizaciones son descritos usando números de referencia similares.

La figura 7 muestra una configuración general de un equipo de destilación con integración de calor alternativo de acuerdo con la realización alternativa. El equipo de destilación con integración de calor de acuerdo con la realización

incluye la columna de rectificación 1 y la columna de agotamiento 2 situada a mayor altura que la columna de rectificación 1. La columna de rectificación 1 incluye el fondo de columna 1a, la sección con bandejas (o sección de lecho relleno) 1b, y el extremo superior de columna 1c. La columna de agotamiento 2 también incluye el fondo de columna 2a, la sección con bandejas (o sección de lecho relleno) 2b, y el extremo superior de columna 2c. Una configuración específica de la columna con bandejas o la columna con relleno es similar a la de la primera realización.

La realización es diferente de la primera realización en cuanto a que el intercambiador de calor del tipo de haz tubular 8 está situado en el lado de la columna de agotamiento 2.

Para la columna de agotamiento 2 de acuerdo con la realización, los componentes (rehervidor 3, y conductos 21, 22, 23 y 27) que pertenecen al fondo de columna 2a y al extremo superior de columna 2c son similares a los de la primera realización, como se muestra en la figura 7. Sin embargo, los componentes para la sección con bandejas 2b (o sección de lecho relleno) están cambiados respecto a los de la primera realización.

La sección con bandejas 2b (o sección de lecho relleno) incluye la unidad colectora de líquido 2e en una etapa predeterminada. La unidad colectora de líquido 2e almacena una cantidad predeterminada de líquido 10 que ha fluido hacia abajo hacia la bandeja de chimenea para colector 15, y el líquido vertido desde la bandeja de chimenea para colector 15 cae. Para meter un tubo en forma de U del intercambiador de calor del tipo de haz tubular 8 en el líquido almacenado por la unidad colectora de líquido 2e, el intercambiador de calor del tipo de haz tubular 8 es insertado en la unidad colectora de líquido 2e (con referencia a la figura 8). Las partes tubulares paralelas 8a y 8b en el tubo en forma de U del intercambiador de calor del tipo de haz tubular 8 están dispuestas a lo largo de la bandeja de chimenea para colector 15.

El conducto 29 (con referencia a la figura 7) para conducir fluidos desde la columna de rectificación 1 a la columna de agotamiento 2 está conectado a la parte tubular superior 8b de las partes tubulares paralelas. El conducto 30 (con referencia a la figura 7) para conducir fluidos desde la columna de agotamiento 2 a la columna de rectificación 1 está conectado a la parte tubular inferior 8a.

Es descrita una operación del intercambiador de calor 8 en la unidad colectora de líquido 2e.

En el equipo, un líquido alimentado desciende desde el extremo superior de columna 2c de la columna de agotamiento 2 a través de una capa con bandejas o con relleno. El líquido 10 (con referencia a la figura 8) permanece en la unidad colectora de líquido 2e sobre la bandeja de chimenea para colector 15 que está situada en una etapa arbitraria. El tubo en forma de U del intercambiador de calor del tipo de haz tubular 8 está situado dentro de la unidad colectora de líquido 2e, y por lo tanto el tubo en forma de U está metido en el líquido 10. En este estado, cuando vapor a alta temperatura en la columna de rectificación 1 es introducido a través del conducto 29 en la parte tubular superior 8b del intercambiador de calor 8, una parte del líquido 10 en contacto con las paredes exteriores de las partes tubulares 8a y 8b, donde se mueve el vapor a alta temperatura, es calentada para convertirse en vapor 18, y asciende (con referencia a la figura 8). El vapor a alta temperatura introducido a través del conducto 29 en el intercambiador de calor 8 cambia a fluidos con una mezcla de una fase líquida y una fase gaseosa mientras se mueve desde la parte tubular superior 8b a la parte tubular inferior 8a. Los fluidos son introducidos a través del conducto 30 fuera de la columna en una etapa sobre la placa de partición 16 de la columna de rectificación 1 posteriormente descrita (con referencia a la figura 7). La presión de operación es establecida a un nivel más bajo sobre la placa de partición 16 que debajo de la placa de partición 16. Esta diferencia de presión provoca la circulación de los fluidos. En una circulación así de los fluidos, la configuración no necesita ningún medio especial de alimentación a presión tal como una bomba, como en el caso de la primera realización.

En otras palabras, debido a que una etapa predeterminada de la columna de rectificación 1 está conectada a la parte tubular superior 8b del intercambiador de calor 8 en la columna de agotamiento 2 a través del conducto 29 y debido a que la parte tubular inferior 8a del intercambiador de calor 8 en la columna de agotamiento 2 está conectada a la etapa predeterminada de la columna de rectificación 1 a través del conducto 30, como consecuencia de la diferencia de presión entre la parte superior y la inferior de la placa de partición 16, el vapor a alta presión en la columna de rectificación 1 asciende a través del conducto 29 hacia el intercambiador de calor 8 en la columna de agotamiento 2. El líquido que se condensa a partir de vapor en el intercambiador de calor 8 es empujado entonces hacia fuera de la columna de agotamiento 2 hacia el conducto 30 que está fuera de la columna, y desciende hacia la columna de rectificación 1 por gravedad. De este modo, no es necesario ningún medio de alimentación a presión tal como una bomba.

Es descrita la columna de rectificación 1 de acuerdo con la realización.

Similarmente, para la columna de rectificación 1, los componentes (condensador 7, y conductos 23, 26 y 28) que pertenecen al fondo de columna 1a y al extremo superior de columna 1c son similares a los de la primera realización como se muestra en la figura 7. Sin embargo, los componentes para la sección con bandejas 1b (o sección de lecho relleno) están cambiados con respecto a los de la primera realización. Específicamente, la sección central de la sección con bandejas 1b (o sección de lecho relleno) de la columna de rectificación 1 está completamente partida en etapas superior e inferior por la placa de partición 16. La etapa directamente por debajo de la placa de partición 16



comunica con el conducto 29. Vapor ascendente en esta etapa es introducido, a través del conducto 29 que se extiende en una dirección vertical, en la parte tubular superior 8b del intercambiador de calor 8 situada en la unidad colectora de líquido 2e de la columna de agotamiento 2.

5 El conducto 30 procedente del lado de la columna de agotamiento 2 es insertado a través de una pared exterior de la columna de rectificación 1 en la etapa superior de la placa de partición 16. Fluidos con una mezcla de vapor y de líquido son introducidos a través del conducto 30 en la etapa superior de la placa de partición 16. El vapor asciende mientras que el líquido desciende para permanecer sobre la placa de partición 16. El vapor ascendente que se ha movido al extremo superior de columna 1c pasa a través del conducto 28 para ser enfriado por el condensador 7. Como resultado de ello, se obtiene un líquido destilado rico en componentes de alta volatilidad.

10 Las etapas superior e inferior que rodean la placa de partición 16 pueden estar conectados entre sí a través del conducto 31 que tiene la válvula de control 17. El líquido contenido sobre la placa de partición 16 es introducido en la etapa inferior de la placa de partición 16 mediante una operación de apertura de la válvula de control 17 cuando sea apropiado.

15 Como se ha descrito anteriormente, de acuerdo con la realización, mediante la retirada de vapor desde la columna de rectificación 1 a través del conducto 29 y mediante la introducción del vapor en el intercambiador de calor 8 en la columna de agotamiento 2, puede retirarse calor desde la columna de rectificación 1 para transferirlo a la columna de agotamiento 2. Un sistema de transferencia de calor que usa los conductos 29 y 30 y el intercambiador de calor 8, como en el caso de la realización, está configurado como si un condensador lateral estuviera instalado junto a una etapa arbitraria de la columna de rectificación 1 y, simultáneamente, como si un rehervidor lateral estuviera instalado  
20 junto a una etapa arbitraria de la columna de agotamiento 2. De este modo, en comparación con un equipo de destilación que no incluye ningún sistema de transferencia de calor así, la cantidad de calor que ha sido retirada puede ser reducida en el condensador 7 de la columna de rectificación 1, y la cantidad de calor que ha sido introducida puede ser reducida en el rehervidor 3 de la columna de agotamiento 2. Como resultado de ello puede conseguirse un equipo de destilación con muy alto ahorro de energía.

25 La figura 7 muestra sólo un sistema de transferencia de calor. Sin embargo, de acuerdo con la realización, como en el caso de la primera realización, el número de sistemas de transferencia de calor a instalar y las posiciones del intercambiador de calor y los conductos pueden ser determinados arbitrariamente de acuerdo con una especificación de diseño.

30 El equipo de destilación con integración de calor de acuerdo con cada una de las realizaciones primera y segunda está configurado usando la columna con bandejas o la columna con relleno de forma similar al equipo de destilación general. Esto permite cortes laterales o alimentación múltiple sin necesidad de mejorar el equipo, y un mantenimiento sencillo del equipo. Por la misma razón, la libertad para establecer los números de etapas para la columna de rectificación y la columna de agotamiento permite la optimización de etapas de alimentación. En otras palabras, la presente invención puede resolver los problemas 1) a 5) del equipo de destilación con integración de  
35 calor que usa la estructura de doble conducto representada por la Referencia de Patente 1.

De acuerdo con la realización de la presente invención, el intercambiador de calor del tipo de haz tubular 8 es usado como el componente del sistema de transferencia de calor que transfiere calor desde la columna de rectificación 1 a la columna de agotamiento 2. Esto permite cambiar libremente el área de transferencia de calor A sobre la base de un diseño de tubos del intercambiador de calor 8. De este modo, con el fin de determinar la cantidad de calor a  
40 intercambiar entre la columna de rectificación 1 y la columna de agotamiento 2, no sólo la diferencia de temperatura  $\Delta T$  entre la columna de rectificación 1 y la columna de agotamiento 2 sino también el área de transferencia de calor A puede ser establecida libremente. La presente invención puede solucionar con ello el problema 6) del equipo de destilación con integración de calor que usa la estructura de doble conducto.

45 Han sido descritas las realizaciones preferidas de la presente invención. Sin embargo, las realizaciones no son de ningún modo limitativas de la presente invención. Obviamente, pueden realizarse diversos cambios a la presente invención dentro de sus enseñanzas técnicas.

De acuerdo con las realizaciones primera y segunda, la columna de destilación incluye el intercambiador de calor. El intercambiador de calor puede ser instalado alternativamente fuera de la columna de destilación siempre que pueda ser transferido calor entre los fluidos de la parte que incluye la columna de agotamiento y los fluidos de la parte que  
50 incluye la columna de rectificación. En cuanto a la forma del intercambiador de calor, cada una de las realizaciones emplea un intercambiador de calor del tipo de haz tubular del tubo en forma de U sólo como ejemplo general cuando el intercambiador de calor está incluido dentro de la columna de destilación. Pueden usarse intercambiadores de calor de otras formas.

55 De acuerdo con cada una de las realizaciones, la columna de rectificación 1 y la columna de agotamiento 2 están conectadas entre sí en la dirección vertical. Una disposición alternativa es aquella en la que la columna de rectificación 1 y la columna de agotamiento 2 están configuradas separada e independientemente, y la columna de agotamiento 2 está situada a mayor altura que la columna de rectificación 1.

Explicación de los números de referencia

## ES 2 651 455 T3

	1	Columna de rectificación
	1a	Fondo de columna
	1b	Sección con bandejas (o sección de lecho relleno)
	1c	Extremo superior de columna
5	2	Columna de agotamiento
	2a	Fondo de columna
	2b	Sección con bandejas (o sección de lecho relleno)
	2c	Extremo superior de columna
	2d	Unidad de retirada de líquido
10	2e	Unidad colectora de líquido
	3	Calentador (rehervidor)
	4	Compresor
	5	Bandeja de chimenea para colector
	6	Bomba
15	7	Condensador
	8	Intercambiador de calor del tipo de haz tubular
	5, 15	Bandeja de chimenea para colector
	9	Bandeja de chimenea para colector
	10, 12, 14	Líquido
20	11, 13, 18	Vapor
	16	Placa de partición
	17	Válvula de control
	21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31	Conducto

**REIVINDICACIONES**

1. Un equipo de destilación con integración de calor que comprende:

una columna de rectificación (1) que incluye una sección con bandejas o una sección de lecho relleno (1b), que se usa como sección de rectificación; y

5 una columna de agotamiento (2) situada a mayor altura que la columna de rectificación (1) y que incluye una sección con bandejas o una sección de lecho relleno (2b) usada como sección de agotamiento;

un primer conducto (23) para conectar un extremo superior de columna (2c) de la columna de agotamiento (2) a un fondo de columna (1a) de la columna de rectificación (1);

10 un compresor (4) instalado junto a una sección central del primer conducto (23) y configurado para comprimir vapor procedente del extremo superior de columna (2c) de la columna de agotamiento (2) e introducir luego el vapor comprimido en el fondo de columna (1a) de la columna de rectificación (1);

**caracterizado por**

un intercambiador de calor (8) situado en una etapa predeterminada de la columna de rectificación (1);

15 una unidad de retirada de líquido (2d) situada en una etapa predeterminada de la columna de agotamiento (2) y configurada para retirar una parte de líquido desde la etapa predeterminada hacia el exterior de la columna de agotamiento (2);

un segundo conducto (24) para introducir el líquido desde la unidad de retirada de líquido (2d) en el intercambiador de calor (8); y

20 un tercer conducto (25) para introducir fluidos introducidos a través del segundo conducto (24) en el intercambiador de calor (8) y descargados luego del intercambiador de calor (8) en una etapa directamente por debajo de la unidad de retirada de líquido (2d),

en que el intercambiador de calor (8), el segundo conducto (24) y el tercer conducto (25) están configurados para actuar como un condensador lateral en la columna de rectificación (1) y para actuar como un rehervidor lateral en la columna de agotamiento (2).

25 2. El equipo de destilación con integración de calor según la reivindicación 1, que comprende además un conducto de suministro de material en bruto (27) para suministrar un material en bruto a por lo menos una de entre el extremo superior de columna (2c) de la columna de agotamiento (2) y una etapa predeterminada de una sección de entre la sección con bandejas y la sección de lecho relleno (2b).

30 3. El equipo de destilación con integración de calor según la reivindicación 2, que comprende además una bomba (6) un conducto para introducir a presión líquido almacenado en el fondo de columna (1a) de la columna de rectificación (1) en el conducto de suministro de material en bruto (27).

Fig.1

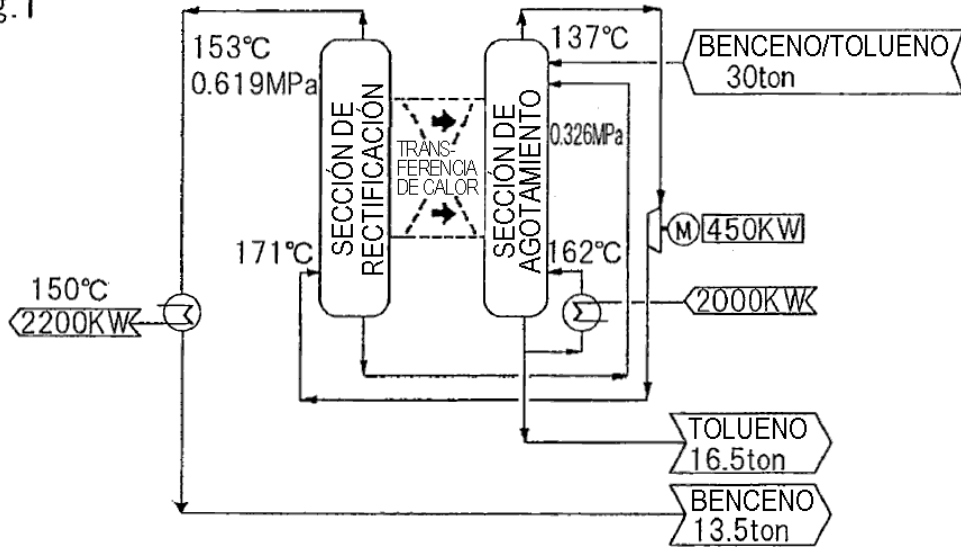


Fig.2

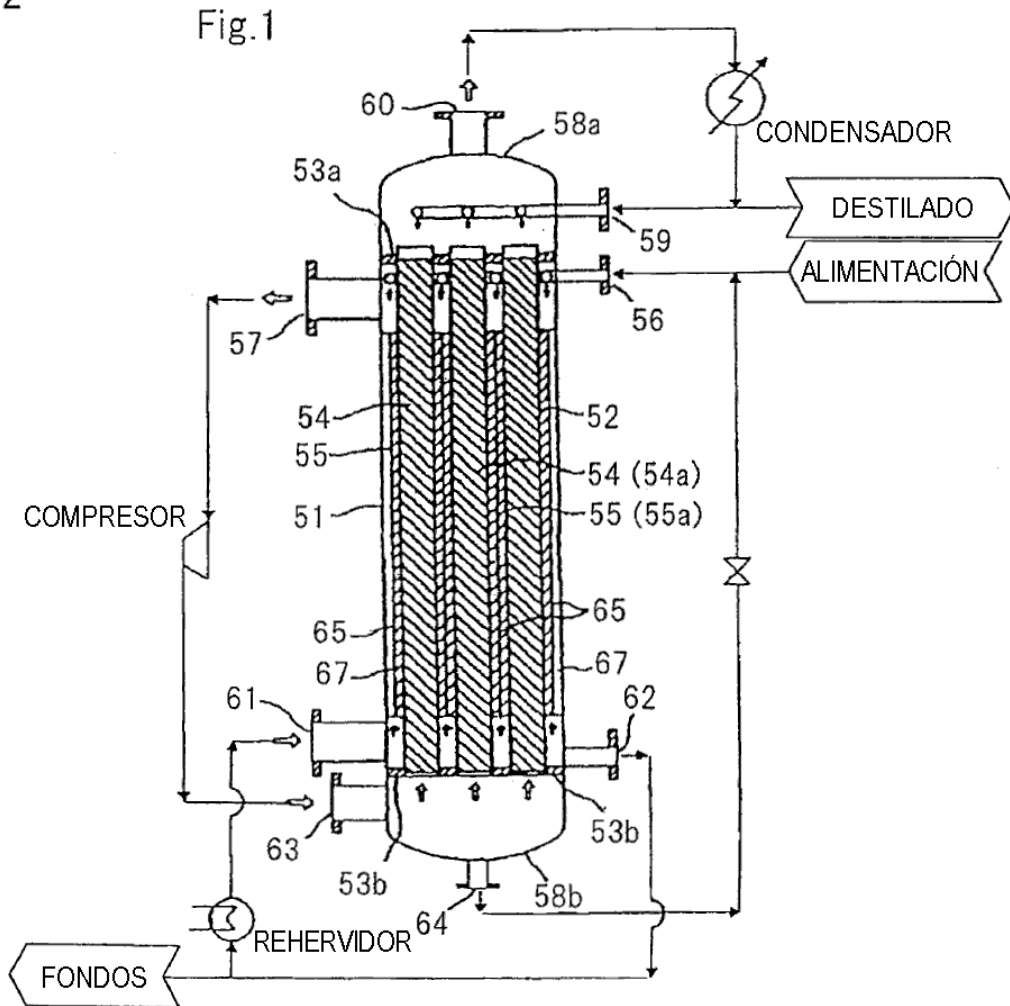


Fig. 3

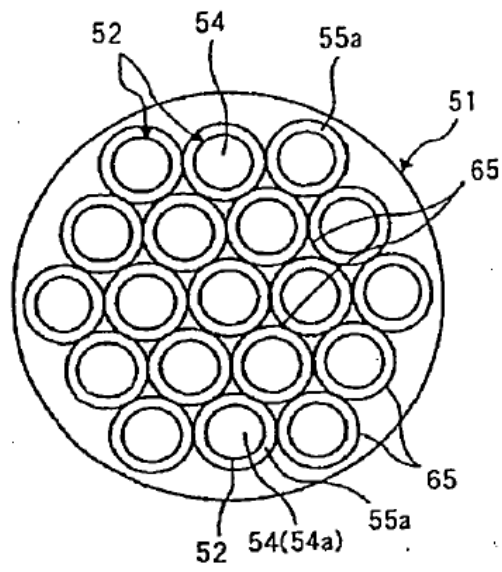




Fig. 5

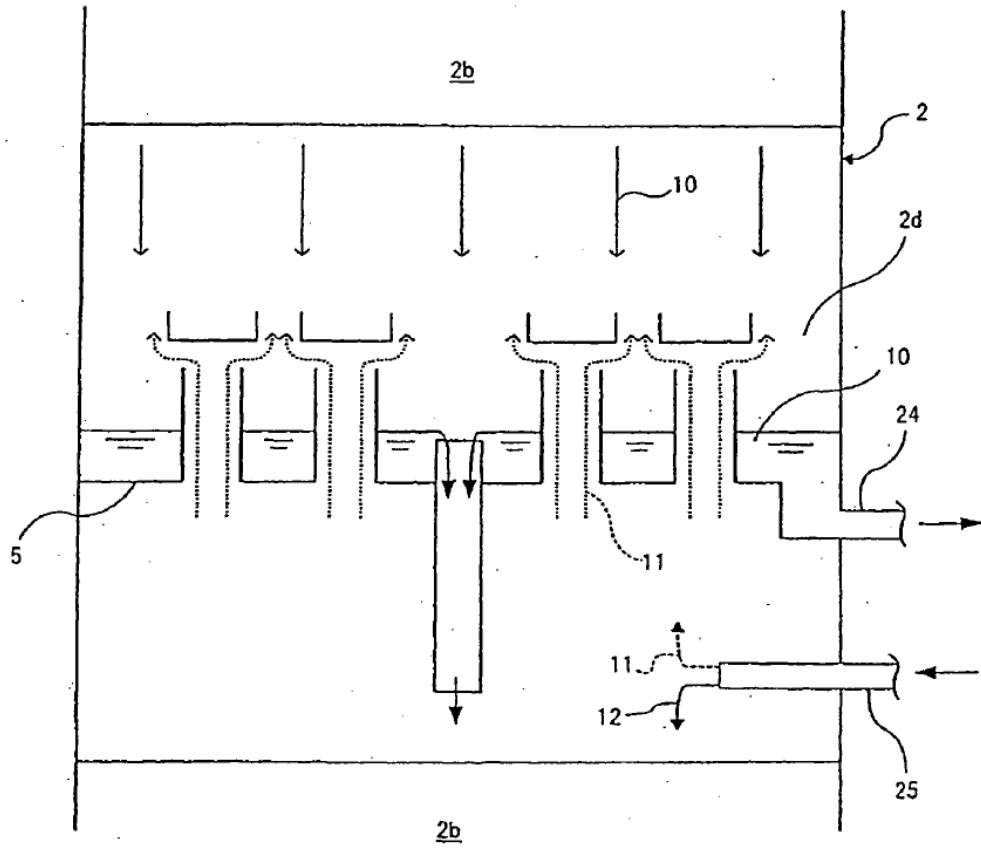


Fig. 6

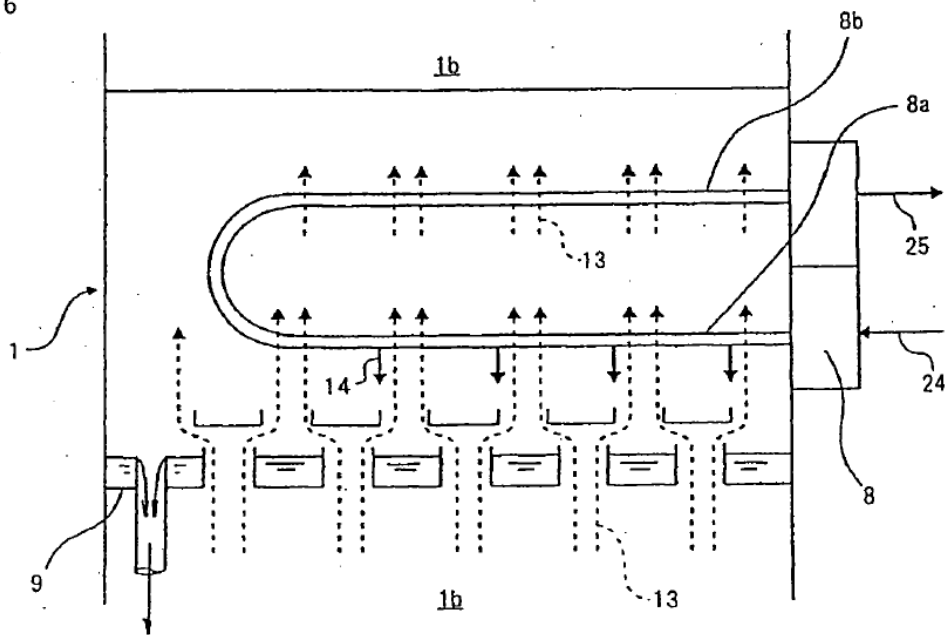


Fig.7

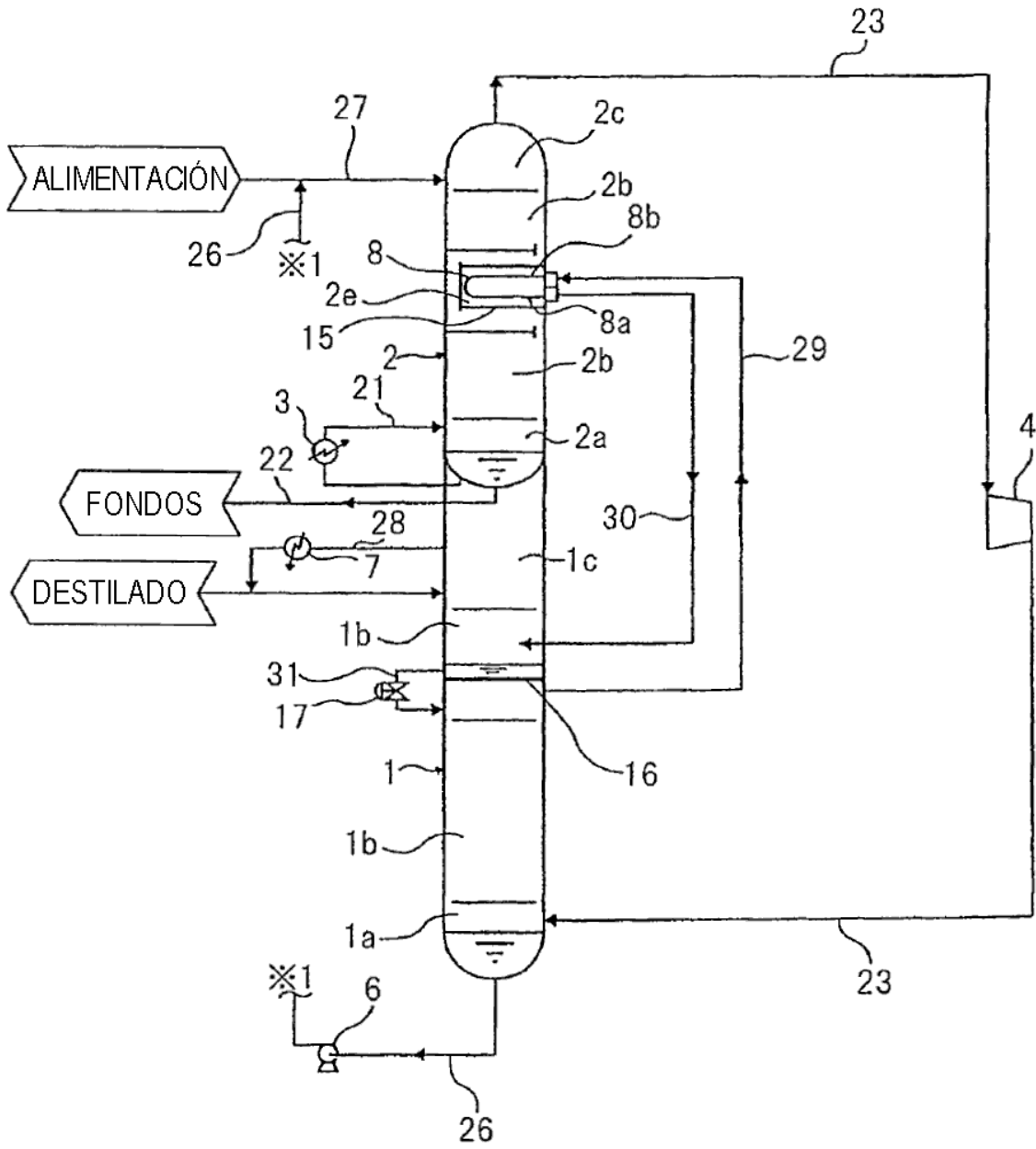




Fig. 8

