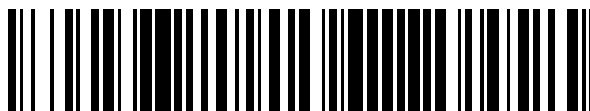


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 617 567**

51 Int. Cl.:

B01D 1/28 (2006.01)

B01D 3/00 (2006.01)

B01D 5/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.07.2013 PCT/DK2013/050238**

87 Fecha y número de publicación internacional: **23.01.2014 WO2014012554**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.07.2013 E 13739351 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.12.2016 EP 2872230**

54 Título: **Destilación diabática con recompresión de vapor**

30 Prioridad:

16.07.2012 DK 201270429

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

19.06.2017

73 Titular/es:

**IBUS INNOVATION A/S (100.0%)
Odinshøjvej 116
3140 Alsgårde , DK**

72 Inventor/es:

**CHRISTENSEN, BØRGE HOLM;
CHRISTENSEN, LENA HOLM y
SCHØNFELDT, LARS**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 617 567 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

Destilación diabática con recompresión de vapor

Campo técnico

- 5 La invención hace referencia a un método y un aparato para la destilación diabática continua con recompresión de vapor que comprende una cámara de evaporación y una cámara de condensación separadas por una pared de transferencia térmica común a través de la que se transmite el calor de la condensación desde la cámara de condensación a la cámara de evaporación, en donde el suministro térmico principal para el proceso de evaporación durante la operación de estado estacionario deriva de la condensación de vapor comprimido.

Antecedentes de la técnica

- 10 Se sabe que los procesos de destilación consumen mucha energía y requieren alrededor del 5 % de la producción de energía global. Cuando se utilizan combustibles fósiles como fuente de energía, la sustentabilidad, por ejemplo, de la producción de bioetanol, se ve comprometida. Se han realizado grandes esfuerzos para reducir el consumo de energía de la destilación y se han logrado reducciones sustanciales mediante destilación en múltiples etapas, pero para lograr mayores reducciones sustanciales, es necesario un nuevo enfoque.

- 15 La operación diabática representa un nuevo enfoque prometedor para la destilación eficaz de energía.

En dicho contexto, *diabático* significa que el suministro y la extracción de calor se producen a través de las paredes de la cámara comunes.

Técnica anterior

- 20 US 7 972 423 B2 (Jensen) describe un proceso de destilación diabática mediante el que la cámara de evaporación o extracción horizontal y la cámara de condensación o rectificación horizontal se colocan lado a lado separadas por una pared de transmisión térmica común. El vapor generado en la cámara de extracción se comprime y se transfiere a la cámara de rectificación de una forma que garantice que el vapor en ambas cámaras se desplace en la misma dirección, de forma que la diferencia de temperatura entre ambos lados de la pared de transmisión térmica sea prácticamente constante en toda la extensión de la pared. De esta forma, se coloca la salida del componente de ebullición baja en el extremo opuesto a la salida del componente de ebullición elevada.

- 25 US 5783047 (Ado) describe una columna de destilación integrada por calor (HIDIC, por sus siglas en inglés) que comprende una unidad de condensación o rectificación de múltiples tubos vertical rodeada por una cubierta de evaporación o extracción vertical, en donde la pared de cada uno de los múltiples tubos se utiliza como una pared de transmisión térmica. Se suministra el vapor comprimido de la parte superior de la columna de la sección de extracción a la parte inferior de la columna de la sección de rectificación para garantizar que el vapor en las dos secciones se desplace en la misma dirección. El área transversal de la sección de extracción es mayor en la parte superior de la columna que en la parte inferior y el área transversal de la sección de rectificación es menor en la parte superior que en la parte inferior con el fin de evitar una velocidad de vapor demasiado elevada. Además, US 5783047 describe que la salida del componente de ebullición baja se ubica en el extremo opuesto al componente de ebullición elevada.

- 30 EP 1380328 (Ado) describe una columna de destilación integrada por calor (HIDIC) que comprende una unidad de condensación o rectificación de múltiples tubos vertical rodeada por una cubierta de evaporación o extracción vertical similar a US 5783047. El objetivo de esta invención es el ahorro de energía mediante la reducción de la cantidad de vapor que debe comprimir el compresor. Esto se logra al calentar el suministro antes de introducirlo en la sección de extracción y al llevar el vapor de agua generado en el intercambiador de calor directamente a la sección de rectificación que rodea el compresor. Además, EP 1380328 describe que la salida del componente de ebullición baja se ubica en el extremo opuesto al componente de ebullición elevada.

- 35 US 2007/0251679 A1 describe una columna de destilación de tipo de intercambio térmico interna que comprende una sección de intercambio térmico más externa 4, una sección intermedia 3 y una sección de intercambio térmico más interna 2, con las secciones de intercambio térmico más externa y más interna comunicadas entre sí a través de al menos un puerto de entrada de vapor 71 y al menos un puerto de salida de vapor 72. La sección de intercambio térmico más externa y la sección de intercambio térmico más interna pueden conformar en conjunto una sección de rectificación y la sección intermedia, una sección de extracción.

- 40 La sección de intercambio térmico más externa, es decir, la parte más externa de la sección de rectificación 4, puede estar compuesta por múltiples cámaras 4a, vea las Figuras 3 y 5. Cada cámara de la sección de intercambio térmico más externa se provee con un puerto de entrada de vapor 71 desde la sección de intercambio térmico más interna y un puerto de salida de vapor 72 hacia esta. En otras palabras, las cámaras 4a se comunican entre sí a través de la sección de intercambio térmico más interna de la sección de rectificación. Se forma un canal en cada cámara con una forma de espiral o una forma similar a una forma de espiral entre el puerto de entrada y el puerto de salida de vapor, tal como se ilustra en las Figuras 2A- 2B. Por lo tanto, las cámaras no se separan de forma hermética a la

presión entre sí y no se proveen medios de aumento de presión, tales como un compresor, entre cámaras contiguas.

Las dos invenciones de Ado presentan la desventaja de que el extractor únicamente es adecuado para el procesamiento de líquidos de baja viscosidad y sin partículas sólidas. Muchos líquidos para destilación tienen viscosidad alta o contienen algunas partículas.

5 US 4 575 405 describe en la Figura 14 un aparato que esencialmente es un sistema de bomba de calor para separar una mezcla líquida de los componentes A y B en A y B esencialmente puros, con el componente A con un punto de ebullición menor que el del componente B. El aparato comprende una columna de destilación (500) con una cantidad de etapas o platos En y un sistema asociado separado de la columna de destilación que comprende una cantidad de
10 compresores K'n y una cantidad de etapas de separación E'n. El vapor de componente A esencialmente puro sale del extremo más superior y más frío de la columna de destilación (500) y circula como un fluido de transferencia de calor en dicho sistema asociado. Se extrae calor de las etapas de separación E'n mediante la evaporación de parte del líquido A, la compresión del vapor mediante compresores K'n y el suministro del vapor comprimido a bobinas de calentamiento dispuestas y rodeadas por la cámara de evaporación de la columna de destilación (500). La etapa de columna de destilación En se calienta mediante la condensación de parte del vapor en la bobina de calentamiento.
15 La bobina de calentamiento tiene una salida común para vapor no condensado y vapor condensado, es decir, no se separan el vapor condensado y no condensado en la bobina de calentamiento, es decir, en la cámara de condensación. El vapor condensado y no condensado se encuentran como una mezcla suministrada y separada en una etapa de separación correspondiente del sistema asociado. Además, un compresor K'1 comprime el vapor del líquido receptor de E'1 y vapor de una bobina de calentamiento en la parte inferior de la columna de destilación a una temperatura mayor que el punto de ebullición del componente B y transfiere el calor a una caldera (527) mediante la condensación de A vaporizado en bobinas de calentamiento en la caldera (527). Se suministra vapor condensado A a la etapa de presión y temperatura elevada del sistema asociado. En la presente invención, no se circula A puro como fluido de transferencia de calor. En la presente invención, la separación de vapor condensado y no condensado de una mezcla de componentes A y B se produce a una temperatura y presión mayores en secciones consecutivas de una cámara de condensación que rodea la cámara de evaporación y con salidas independientes para el vapor condensado y no condensado. Por consiguiente, es necesario menos equipamiento, tal como la cantidad de compresores, y se reduce el costo de inversión en los aparatos.

30 US 6 261 419 B1 describe una unidad de destilación integrada por calor que comprende una cubierta exterior en donde se alinean múltiples placas de intercambio térmico circulares apiladas horizontalmente para girar alrededor de un eje central común. Las placas de intercambio térmico se conectan entre sí para formar la cámara de condensación que gira en la cámara de evaporación y se sellan hacia la cámara de evaporación. El líquido a destilar se extrae de un sumidero en el fondo de la cámara de evaporación y se distribuye entre las placas de intercambio térmico giratorias a través de una ranura en un tubo de alimentación de líquidos. Las fuerzas centrífugas desplazan el líquido como una película delgada más allá del borde de las placas de intercambiador de calor giratorias. Una parte del líquido se evaporará de la película de líquido delgada y el resto caerá en el sumidero en la parte inferior de la cubierta exterior respecto al borde de la placa de intercambio térmico.

La unidad únicamente comprende un compresor que extrae vapor del espacio de recolección de vapor interno y suministra el vapor comprimido a la cámara de condensación. El uso de un único compresor significa que la destilación de líquidos binarios con una diferencia de temperatura de ebullición entre los dos líquidos producirá un valor de COP bajo, debido a que el compresor se debe sobreponer a una diferencia de temperatura grande.

45 Toda la técnica anterior presenta la desventaja de que el ahorro energético no es suficiente para que las nuevas tecnologías penetren en el mercado. Mediante destilaciones con una diferencia relativamente elevada en la temperatura de los puntos de ebullición, el compresor de la técnica anterior opera a un COP (coeficiente de rendimiento) relativamente bajo debido a que la tasa de compresión elevada necesaria para aumentar la temperatura en la unidad de rectificación o condensación a un nivel por encima de aquella de la cubierta de evaporación o extracción para obtener una transmisión térmica eficiente.

Descripción de la invención

El objetivo de la invención es proveer un método y un aparato para destilación diabática con recompresión de vapor con menor consumo de energía que la técnica previa.

50 Un objetivo adicional de una realización de la invención es proveer un aparato y un método en donde la cámara de evaporación pueda funcionar con líquidos viscosos y líquidos con un contenido elevado de sólidos.

El aparato según la invención para destilación integrada por calor que provee un destilado que es un vapor y/o un líquido comprende:

55 a. una cámara de evaporación provista con una entrada para suministro, una salida de vapor en un primer extremo de la cámara, el que es un extremo a temperatura baja, y una salida de restos en un segundo extremo opuesto, el que es un extremo a temperatura elevada,

- b. una cámara de condensación que rodea la cámara de evaporación y que se divide en en una variedad de al menos dos secciones separadas de forma hermética a la presión y consecutivas que incluyen una primera y una última sección, en donde la primera sección de condensación se coloca lo más cerca posible al extremo a temperatura baja y la última sección de condensación se coloca lo más cerca posible al extremo a temperatura elevada, en donde cada sección de condensación tiene una entrada para vapor comprimido y una salida para vapor no condensado, con la excepción opcional de la última sección de condensación, y una salida para el condensado de cada sección,
- c. una pared o paredes de transmisión térmica que separan la cámara de evaporación de forma hermética a la presión de la cámara de condensación, en donde la cámara de evaporación está provista con un rotor para rociar o lanzar líquido contra la pared de transmisión térmica (3) y conectada a un motor para rotar dicho rotor,
- d. un medio de aumento de presión con un lado de presión elevada y uno de presión baja, tal como un compresor para cada sección de la cámara de condensación, un primer medio de aumento de presión, tal como un primer compresor en su lado a presión baja, es decir, lado de entrada, conectado a la salida de vapor en el extremo a temperatura baja de la cámara de evaporación y en su lado de presión elevada, es decir, lado de salida, conectado a la entrada de la primera sección de la cámara de condensación y un segundo medio de aumento de presión, tal como un segundo compresor que se encuentra en su lado de presión baja, es decir, lado de entrada, conectado a la salida de vapor de la primera sección y en su lado de presión elevada, es decir, lado de salida, conectado a la entrada de la segunda sección de la cámara de condensación, en donde la segunda sección está colocada de forma consecutiva a la primera sección y más cerca del extremo a temperatura elevada (5) de la cámara de evaporación.
- Se definen realizaciones del aparato en las reivindicaciones dependientes.
- El método según la invención para destilación integrada por calor que provee un destilado que es un vapor y/o un líquido se lleva a cabo con un aparato que comprende una cámara de evaporación y una cámara de condensación que rodea la cámara de evaporación, con dichas cámaras separadas de forma hermética a la presión mediante una pared de transferencia térmica común, de las que dicha cámara de evaporación tiene un extremo a temperatura baja y un extremo a temperatura elevada, y una entrada de suministro y adicionalmente provista con un rotor para rociar o lanzar líquido contra la pared de transmisión térmica y conectada a un motor para rotar dicho rotor, y dicha cámara de condensación se divide en una variedad de al menos dos secciones separadas de forma hermética a la presión y consecutivas que incluyen una primera sección y una última sección, en donde la primera sección de condensación se coloca lo más cerca posible al extremo a temperatura baja y la última sección de condensación se coloca lo más cerca posible al extremo a temperatura elevada, y dicho método comprende:
- a. proveer un suministro líquido que comprenda al menos dos líquidos con puntos de ebullición diferentes a la cámara de evaporación a través de la entrada de suministro,
- b. poner dicho líquido en contacto con dicha pared de transmisión térmica al rociar o lanzar el líquido contra la pared de transmisión térmica por el rotor, por lo que la temperatura del líquido aumenta a un nivel en el que prácticamente todo el líquido con el punto de ebullición más bajo se evaporará junto con parte del líquido con un punto de ebullición más elevado,
- c. extraer el vapor generado en la cámara de evaporación a través de una salida de vapor en una primera parte de esta en el extremo a temperatura baja,
- d. comprimir dicho vapor de forma de aumentar su presión y aumentar su temperatura a al menos 1 °K por encima de la temperatura más elevada en una parte a temperatura baja de la cámara de evaporación que corresponde a, es decir, separada de, la primera sección de condensación en la cámara de condensación (2) por una parte de la pared de transmisión térmica,
- e. introducir dicho vapor comprimido en la primera sección de la cámara de condensación, por lo que una parte del vapor comprimido se condensará en una parte de la pared de transmisión térmica de la primera sección de condensación y se transmitirá calor a la parte correspondiente de la cámara de evaporación,
- f. de cada una de las secciones de condensación, excepto por la última sección, remover el vapor sin condensar, con compresión del vapor sin condensar extraído de forma de aumentar su presión y aumentar su temperatura a al menos 1 K por encima de la temperatura más elevada en una parte siguiente de la cámara de evaporación correspondiente a, es decir, separada de, una siguiente sección de la cámara de condensación por una parte de la pared de transmisión térmica e introducir el vapor comprimido en la siguiente sección de la cámara, por lo que una parte del vapor comprimido se condensará en una parte de la pared de transmisión térmica de la siguiente sección de condensación y se transmitirá calor a la parte correspondiente de la cámara de evaporación 1,
- g. eliminar condensado de las secciones de la cámara de condensación, de forma de utilizarlo como reflujo o destilado, o como una combinación de ambas cosas, con el destilado extraído de al menos una de las secciones y, preferiblemente, de al menos la última sección.

La presente invención difiere especialmente de la técnica anterior en que la cámara de condensación se divide en

5 dos o más secciones separadas de forma hermética a la presión que se conectan mediante un medio de aumento de presión, tal como un compresor entre una salida de vapor de una primera sección y una entrada de vapor de una sección posterior, de forma de aumentar la presión y así, la temperatura de la sección de cámara posterior. De esa forma, se desplaza el vapor en las cámaras de condensación en dirección opuesta al vapor en la cámara de evaporación mediante los medios de aumento de presión. Esto se opone a la técnica anterior debido a que el vapor se desplaza en la misma dirección en la cámara de evaporación y la cámara de condensación.

10 En el caso de la presente invención, se obtiene la ventaja de que no es necesario que cada medio de aumento de presión, tal como el compresor, eleve la presión del vapor tanto como un único compresor utilizado en la técnica anterior, en el que es necesario comprimir el vapor para lograr una temperatura mayor que la temperatura en el extremo a temperatura elevada de la cámara de evaporación. Así, el consumo de energía es menor que en aparatos y métodos de la técnica anterior.

El aparato y el método de la invención son particularmente adecuados para la destilación de mezclas de líquidos, con una diferencia particularmente grande en los puntos de ebullición entre el líquido más volátil y el líquido menos volátil, tal como, por ejemplo, una diferencia de aproximadamente 20 K en los puntos de ebullición de agua y etanol.

15 **Breve descripción de los dibujos**

Se describe la invención de forma más detallada más adelante con referencia a realizaciones y los dibujos adjuntos, en los que:

la Figura 1 es una vista de diagrama de una primera realización del aparato según la invención ilustrada con un eje esencialmente horizontal,

20 la Figura 2A es una vista de diagrama de una segunda realización del aparato levemente modificado respecto a la primera realización ilustrada en la Figura 1,

la Figura 2B es una vista de diagrama de una tercera realización del aparato levemente modificado respecto a la realización ilustrada en la Figura 2A,

25 la Figura 3A es una vista de diagrama de una cuarta realización del aparato según la invención con un eje esencialmente vertical,

la Figura 3B es una vista de diagrama de una parte del rotor y la pared de transmisión térmica del aparato ilustrado en la Figura 3A,

la Figura 3C es una vista de una sección a lo largo de la línea S-S en la Figura 3B,

30 la Figura 4 es una vista de diagrama de una quinta realización del aparato según la invención que comprende tres elementos de aparatos mutuamente conectados dispuestos unos junto a otros y cada uno con un eje dispuesto de forma vertical,

la Figura 5 es una vista de diagrama de un arreglo de cuatro aparatos según la invención, en donde tres aparatos están dispuestos en paralelo y cada uno está conectado a un cuarto y último aparato,

35 las Figuras 6A-6E son vistas de diagrama de la última sección de condensación provista con diferentes salidas y conectada a equipamiento diferente.

Tal como se muestra en las Figuras 1 y 2, el aparato según la invención comprende:

- Al menos una cámara de evaporación o extracción 1.
- Al menos una cámara de condensación o rectificación 2 que se divide de forma hermética a la presión en al menos dos secciones 2.1, 2.2, 2.3.
- 40 • Una pared de transmisión térmica común 3 que separa de forma hermética a la presión la cámara de evaporación 1 de la cámara de condensación.
- Al menos dos compresores 10, 13, uno para cada sección 2.1, 2.2 de la cámara de condensación 2.

45 Usualmente, la cámara de evaporación o extracción 1 estará equipada con una entrada de reflujo 7 en un extremo que es el extremo a temperatura baja 4, una salida de restos 9 en el extremo opuesto que es el extremo a temperatura elevada 5 y una entrada de suministro 8 entre la entrada de reflujo 7 y la salida de restos 9. Al recuperar etanol de un caldo de fermentación, normalmente se hará referencia al proceso que tiene lugar entre la entrada de suministro 8 y la salida de restos 9 como un proceso de extracción debido a que se extrae el etanol del suministro en esta parte, la que se conoce como extractor. La concentración de etanol en el vapor del extractor aumentará entre la entrada de reflujo 7 y la salida de suministro 8, a lo que usualmente se hace referencia como rectificación o enriquecimiento. Sin embargo, la evaporación se producirá en toda la cámara y, por consiguiente, se hará referencia

a esta como «cámara de evaporación 1».

De acuerdo con la invención, se producirá rectificación adicional mediante la condensación en etapas en al menos dos secciones con presiones diferentes, a las que se hará referencia como cámara de condensación 2.

5 Cada sección de condensación 2.1, 2.2, 2.3 se separa mediante una parte correspondiente de la pared de transmisión térmica 3.1, 3.2, 3.3 de una parte correspondiente de la cámara de evaporación (1.1, 1.2, 1.3) que se colocan a la misma distancia de los extremos del aparato que la sección de condensación y que tienen la misma longitud que la sección de condensación.

10 Tal como se mencionó anteriormente y como se interpreta a partir de las realizaciones ilustradas en las Figuras 1 y 2, la cámara de evaporación 1 comprende una entrada 7 para reflujo (condensado del vapor generado en la cámara de evaporación) y una salida de vapor 6 y una salida de restos 9. La cámara de evaporación 1 también comprende una entrada de suministro 8 ubicada entre la entrada de reflujo 7 y la salida de restos 9. Adicionalmente, la cámara de evaporación comprende una entrada de vapor 36 en el extremo a temperatura elevada 5 del aparato A y un rotor 37 que se extiende esencialmente en toda la longitud de la cámara de evaporación. Un motor no ilustrado provoca la rotación del rotor que se adapta para rociar o lanzar líquido en la cámara de evaporación contra la pared de transmisión térmica 3 con el fin de proveer una evaporación del líquido mediante el calor de condensación de la pared. La entrada de vapor de agua se utiliza especialmente en la fase de inicio para establecer condiciones de estado estacionario.

15 Durante la operación continua en estado estacionario, existirá una diferencia de temperatura entre los dos extremos de la cámara de evaporación 1. La temperatura en el extremo con la entrada de reflujo 7 será menor que la temperatura en el extremo con la salida de restos 9. En adelante, se hará referencia al extremo con la entrada de reflujo 7 como el extremo a temperatura baja 4 y al extremo con la salida de restos 9 como el extremo a temperatura elevada 5.

25 Durante la operación continua en condiciones de estado estacionario, todo el vapor generado en la cámara de evaporación 1 se liberará a través de la salida de vapor 6, lo comprimirá un primer compresor 10 y se dirigirá a través del tubo 11 y la entrada de vapor 29 hacia el interior de la primera sección de condensación 2.1 con mayor presión y temperatura de condensación, en donde una parte del vapor se condensará en la parte 3.1 de la pared de transmisión térmica que actúa como una superficie en el lado de rectificación. El vapor sin condensar de la sección de condensación 2.1 se extraerá a través de la salida de vapor 30 y el tubo 12, se comprimirá con un segundo compresor 13 para aumentar la presión y la temperatura de condensación adicionalmente y se dirigirá hacia el interior de la segunda sección de condensación 2.2 a través del tubo 14 y la entrada de vapor 31. Si la segunda sección de condensación 2.2 no es la última sección de condensación, una parte del vapor se condensará en la parte 3.2 de la pared de transmisión térmica, y el vapor sin condensar se extraerá a través de la salida de vapor 32 y el tubo 15, se comprimirá adicionalmente en un tercer compresor 16 y se dirigirá a la siguiente sección de condensación 2.3, el tubo 17 y la entrada de vapor 33. Esto se repetirá hasta la última sección de condensación que, en la Figura 1, también es la tercera sección de condensación 2.3. En la última sección de condensación 2.3, todo el vapor se debería condensar idealmente en la parte 3.3 de la pared de transmisión térmica, pero a menudo será beneficioso dejar que una pequeña parte del vapor continúe hacia un condensador de corte externo (no se ilustra en las Figuras 1 y 2) para eliminar y condensar vapor con el fin de tener mayor control del proceso. Las secciones de condensación se ubicarán de forma tal que la primera sección de condensación 2.1, la que tiene la menor temperatura, se encuentre más cerca y esté preferiblemente alineada con el extremo de baja temperatura 4 de la cámara de evaporación y que la siguiente sección de condensación 2.2 se encuentre más cerca del extremo a temperatura elevada y junto a la primera sección de condensación 2.1, y así sucesivamente hasta la última sección de condensación que se encuentra más cerca y, preferiblemente, alineada con el extremo a temperatura elevada 5 de la cámara de evaporación.

45 El condensado de la sección de condensación 2.1 se extraerá a través de la salida de líquido 18 y se devolverá a la cámara de evaporación a través del tubo 19 y la entrada de reflujo o condensado 7. El controlador de flujo 20 controla el flujo del líquido. En este contexto, un controlador de flujo controla el flujo de un líquido de una presión mayor a una presión menor. Sin embargo, se debe destacar que un controlador de flujo también podría controlar el flujo de una presión menor a una presión mayor. Se dejará salir el condensado de la segunda sección de condensación 2.2 a través de la salida de líquido 21 y, en los casos en los que la segunda sección de condensación no sea la última sección de condensación, se transferirá el condensado a la primera sección de condensación 2.1 a través del tubo 24 y la entrada de líquido 23, por lo que el controlador de flujo 25 controlará el flujo. Se deja salir el condensado de la tercera sección de condensación 2.3 a través de la salida de líquido 26 y, en los casos en los que la tercera sección de condensación 2.3 también sea la última sección de condensación, todo o parte del condensado es el destilado que se dejará salir a través del tubo 27, por lo que el controlador de flujo 28 controlará el flujo. Es posible devolver todo el condensado de la tercera sección o parte de este a la segunda sección de condensación 2.2 como reflujo a través el tubo 35 y la entrada de líquido 22, en la que el controlador de flujo 34 regulará el flujo.

60 Tal como se indica en la Figura 1, es posible dejar salir una parte o todo el condensado en la sección de condensación 2.2 a través del tubo 39 y el controlador 38 controlará el flujo. De forma correspondiente, es posible dejar salir una parte o todo el condensado en la sección de condensación 2.1 a través del tubo 41 y el controlador 40

controlará el flujo.

La segunda realización del aparato según la invención ilustrada en la Figura 2A es idéntica a la ilustrada en la Figura 1, salvo porque no se proveen tubos para reflujo de la última sección de condensación 2.3 a la segunda sección 2.2, de la segunda sección 2.2 a la primera sección 2.1 y de la primera sección 2.1 a la cámara de evaporación 1. Se extrae todo el condensado de cada sección de la cámara de condensación 2.1, 2.2, 2.3 a través de las respectivas salidas de líquido 18, 21, 26 y los tubos 41, 39, 27, tal como se indicó como posibilidad anteriormente. Esto también significa que la entrada de líquidos en la entrada de baja temperatura 4 es la entrada 8 para suministro y no la entrada 7 para reflujo.

De acuerdo con el producto final, los costos energéticos deseados, etc., la última sección de condensación 2.3 se puede equipar y operar de formas diversas, por ejemplo, es posible equipar la última sección de condensación con:

- Una salida de líquido 26 y ninguna salida de vapor. Todo el vapor se condensa en la última sección de condensación 2.3 y el condensado es el producto (destilado), vea la Figura 6A.

- Dos salidas de líquido. Una salida de líquido 26 se encuentra más cerca del extremo a temperatura elevada 5 de la cámara de evaporación y se conecta a un tubo 35 equipado con un controlador de flujo 34 que lo conecta a una entrada de líquido 31 en la sección de condensación anterior 2.2. El condensado de esta salida tiene la menor concentración del líquido con el punto de ebullición más bajo. La otra salida de líquido 50 se encuentra más cerca del extremo a temperatura baja 4 de la cámara de evaporación y es la salida de destilado. El controlador de flujo 51 controla el flujo. El condensado de esta salida de líquido tiene la menor concentración del líquido con el punto de ebullición más elevado. Vea la Figura 6B.

- La salida de vapor 52 se conecta a un condensador de corte 53 y a una (Figura 6A) o dos (Figura 6B) salidas de líquido. Una parte del producto se deriva de la salida de líquido para destilado y una parte del producto se deriva del vapor extraído a través de la salida de vapor 52 que se condensa en el condensador de corte 53. Vea la Figura 6C.

- La salida de vapor 52 y una salida de líquido 26 se conectan a la sección de condensación previa 2.2. Todo el destilado se extrae como vapor y el vapor se puede condensar en un condensador externo o transferir a una unidad de deshidratación 54. Vea la Figura 6D.

Si la destilación es una destilación fraccionada, en la que el suministro se separa de acuerdo con intervalos de punto de ebullición, tal como se hace, por ejemplo, en la industria petroquímica, es posible extraer un producto de cada sección de condensación. El producto puede ser todo el condensado de una unidad de condensación o se puede devolver una parte del condensado a la sección de condensación previa como reflujo. El condensado se puede extraer a través de una salida de líquido y separarse en dos corrientes, una corriente de producto y una corriente de reflujo, o se puede extraer el producto de una salida de líquido más cercana al extremo a temperatura baja de la cámara de evaporación y se puede extraer el reflujo de otra salida de líquido más cercana al extremo a temperatura baja de la cámara de evaporación.

A medida que el vapor se condensa en el lado de rectificación de la pared de transmisión térmica 3, se transferirá calor a través de la pared de transmisión térmica 3 hacia el interior de la cámara de evaporación 1, donde provocará la evaporación de una parte del líquido. El calor de condensación de la cámara de condensación 2 será la fuente de calor principal para el proceso de evaporación, pero se utilizará un suministro de calor externo en casos de inicio y control de procesos. Dicho suministro de calor de corte puede, por ejemplo, suministrarse mediante una inyección de vapor de agua directa o rehervidor. El suministro de energía principal para el proceso de destilación será el suministro de energía para los compresores que aumenta la presión y la temperatura del vapor. Usualmente, el suministro de energía para el suministro de calor de corte será vapor de agua de otro proceso o de un generador de vapor de agua.

Secciones diferentes de la cámara de condensación 2 tienen presión diferente y temperatura diferente. En primer lugar, se guía el vapor hacia la sección 2.1 con la presión y la temperatura más bajas, y, luego, se comprime en etapas de forma que se comprima vapor sin condensar de una sección de condensación. Esto aumentará la presión y la temperatura, de forma que la presión y la temperatura sean mayores en la siguiente sección de condensación.

Dado que la primera sección de la cámara de condensación se encuentra en el extremo a temperatura baja, donde también se encuentra la salida de vapor de la cámara de evaporación, y la última sección de la cámara de condensación se encuentra en el extremo a temperatura elevada, donde también se encuentra la salida de restos, el vapor en la cámara de evaporación se desplazará en la dirección opuesta al vapor en la cámara de condensación mediante compresores. Esto se opone a la técnica anterior, en la que el vapor en la cámara de evaporación y la cámara de condensación se desplaza en la misma dirección. La ventaja de este nuevo enfoque es que, aunque demanda más compresores que la técnica anterior, no es necesario que cada compresor eleve la presión tanto como un compresor utilizado en la técnica anterior. Esto hace posible utilizar compresores más económicos con un COP más elevado. Otra ventaja es que únicamente el primer compresor tiene que elevar la presión de todo el vapor. Esto significa que solamente se debe comprimir una parte del vapor para lograr una temperatura que sea más

elevada que la temperatura del extremo a temperatura elevada del extractor. Esto varía respecto a la técnica anterior, en la que es necesario comprimir todo el vapor para lograr una temperatura más elevada que la temperatura en el extremo a temperatura elevada de la cámara de evaporación.

5 Las partes diferentes de la cámara de evaporación tienen la misma presión, pero temperatura diferente. La parte con la temperatura más baja corresponde a la sección de condensación con presión y temperatura más bajas. La parte con la temperatura más elevada corresponde a la sección de rectificación con presión y temperatura más elevadas.

Esto significa que partes diferentes de la pared de transmisión térmica tendrán una diferencia de presión diferente entre el lado de evaporación y el lado de condensación.

10 Tal como se muestra en las Figuras 1 y 2A en una realización preferida, se colocan las entradas de vapor 29; 31; 33 para las secciones de condensación en el extremo a temperatura elevada de cada sección y las salidas de vapor 30; 32 se colocan en el extremo a temperatura baja de cada sección (es posible que no haya una salida de vapor en la última sección). Las salidas de líquido 18; 21 y 26 se colocan en el extremo a temperatura elevada de cada sección y las entradas de líquido 23; 22 se colocan en el extremo a temperatura baja. La presente realización hace posible proporcionar contacto de vapor líquido contracorriente en las secciones de la cámara de condensación, de forma que el líquido se desplace hacia una temperatura más elevada y el vapor se desplace hacia una temperatura más baja, lo cual es óptimo para lograr el enriquecimiento del vapor. Sin embargo, el desplazamiento del vapor hacia una temperatura más baja solo será dentro de cada sección. El desplazamiento del vapor desde la primera sección de condensación hacia la última sección de condensación producirá el desplazamiento del vapor desde una temperatura más baja hacia una temperatura más elevada, es decir, la dirección opuesta del desplazamiento en la cámara de evaporación.

25 En la cámara de evaporación '1, la cantidad de vapor será la mayor en el extremo a temperatura baja que también es donde se ubica la salida de vapor y, en la cámara de condensación, la cantidad de vapor será la mayor en la sección con la temperatura más baja. Es posible evitar la velocidad de vapor elevada al proveer un área transversal mayor tanto de la cámara de evaporación 1 como de la cámara de condensación en el extremo a temperatura baja. Por ejemplo, esto se puede lograr al dividir la cámara de evaporación en más de una sección. Esto hace posible el establecimiento de dos secciones en paralelo de las secciones de evaporación y condensación con la temperatura más baja.

30 La Figura 2B muestra una tercera realización que solo difiere de la que se ilustra en la Figura 2A en que la entrada de vapor 29; 31; 33 a las secciones de condensación respectivas 2.1; 2.2; 2.3 se coloca en el extremo a temperatura baja de estas y no en el extremo a temperatura elevada, y la salida de vapor 30; 32 de las secciones de condensación respectivas 2.1; 2.2 se coloca en el extremo a temperatura elevada de estas y no en el extremo a temperatura baja.

35 En una realización de la invención, que se prefiere cuando el suministro es viscoso y que se prefiere especialmente si el suministro contiene partículas sólidas, la cámara de evaporación comprende el rotor mencionado previamente que crea una pulverización de líquido que provee el contacto de vapor de líquido en la cámara de evaporación. Sin embargo, tal como se muestra y se describe en US 7 972 423 B2 (Jensen), la cámara de condensación también puede rodear la cámara de evaporación, lo cual significa que la cámara de evaporación se encuentra rodeada por la pared de transmisión térmica. Una parte sustancial de las gotas incidirá en la pared de transmisión térmica. Esta solución para poner en contacto el líquido con el vapor y para poner en contacto el líquido con la pared de transmisión térmica tiene varias ventajas.

- La incidencia garantizará el buen contacto entre el líquido y la superficie de transmisión térmica.
- La fuerza de la incidencia impedirá la formación de incrustaciones y residuos en la superficie de transmisión térmica.
- 45 • La incidencia creará perturbaciones en la película líquida en la pared de transmisión térmica, lo cual mejorará la transmisión térmica hacia la película líquida y, de esa forma, también a través de la película líquida hacia la cámara de evaporación. La perturbación también previene la formación de incrustaciones y residuos.
- Es posible minimizar el espacio inactivo de forma que se consiga un equipamiento más compacto, lo que, nuevamente, reducirá los costos de capital y operativos, en particular cuando se desea la operación a presiones distintas a la presión ambiente (presión de vacío o elevada).
- 50 • La ausencia de dispositivos de contacto tradicionales en la cámara de evaporación facilita el mantenimiento y reduce los costos de capital.

El rotor puede ser tanto horizontal como vertical, cada uno con diferentes ventajas y desventajas.

Una realización que emplea un rotor con un eje vertical se muestra en las Figuras 3A, 3B y 3C. La Figura 3A es una sección vertical a través del aparato A, la Figura 3B es una sección ampliada de la Figura 3A y la Figura 3C es una

sección horizontal a lo largo de la línea S-S en la Figura 3B.

La cámara de condensación 102 rodea la cámara de evaporación 101. La pared de transmisión térmica 103 separa la cámara de condensación y la cámara de evaporación de forma hermética a presión.

5 El extremo a temperatura baja 104 se encontrará en la parte superior del aparato A y el extremo a temperatura elevada 105 del aparato A se encontrará en el fondo.

10 El rotor 137 se dispone centralmente en la cámara de evaporación 101 y se proveen múltiples discos de pulverización mutuamente separados 144. Además, en la cámara de evaporación 101, se provee la pared de transmisión térmica 103 con múltiples soportes con forma de anillo que se extienden de forma circunferencial mutuamente separados 143. Desde cada soporte 143 se extienden seis canales 142 de forma radial hacia adentro como radios y culminan ligeramente por encima de un disco de pulverización 144. Los soportes 143 y los canales 142 se extienden ligeramente hacia abajo, tal como se observa desde la pared 103 hacia el rotor 137 dispuesto centralmente.

15 Se introduce el suministro a través de una entrada de suministro ajustable 108 en el rotor 137. El líquido se pulveriza desde el rotor 137 de forma transversal a través de la cámara de evaporación 101 e incidirá en la pared de transmisión térmica 103, donde recibirá calor, y una parte del líquido se evaporará. El vapor siempre contendrá una concentración más elevada del componente con el punto de ebullición más bajo que el líquido del cual se evapora. El resto del líquido fluirá a lo largo de la pared de transmisión térmica hasta que llegue al soporte 143, el cual recogerá el líquido. El líquido fluirá nuevamente hacia el rotor 137 en el canal 142. De esta manera, el líquido se pulverizará a través de la cámara de evaporación aproximadamente tantas veces como la cantidad de soportes y discos de pulverización en el equipo. Cada vez que se pulveriza el líquido, se desplazará al menos una etapa hacia abajo, en dirección al extremo a temperatura elevada 105, desde donde se extraerá a través de la salida de líquido 109. Este líquido, al que habitualmente se hace referencia como restos, contendrá prácticamente nada o muy poco del líquido con el punto de ebullición más bajo.

20 El vapor generado en la cámara de evaporación se extraerá a través de la salida de vapor 106 y se comprimirá en el compresor 110 con el fin de aumentar la temperatura para que sea al menos 1 K mayor que la temperatura más elevada de la sección de temperatura baja, es decir, la primera sección 101.1 de la cámara de evaporación 101, y se dejará en la entrada de vapor 129 de la primera sección de condensación 102.1 a través del tubo 111. Una parte del vapor se condensará en la primera parte de la pared de transmisión térmica más fría 103.1 y el calor de condensación se transferirá a la primera sección de la cámara de evaporación 101.1. El vapor que no se ha condensado se extraerá de la salida de vapor 130 y se comprimirá en el compresor 113 para aumentar la temperatura hasta al menos 1 K por encima de la temperatura más elevada en la siguiente sección de evaporación 101.2 y a través del tubo 114, y la entrada de vapor 131 se deja para la siguiente sección de condensación 102.2, en la que una parte del vapor se condensará en la siguiente parte de la pared de transmisión térmica 103.2 y transferirá calor a la siguiente sección de evaporación 101.2. El vapor sin condensar se extraerá a través de la salida de vapor 132, comprimido en el compresor 116 para aumentar la temperatura hasta al menos 1 K por encima de la temperatura más elevada en la sección de evaporación 101.3 y dirigido a través del tubo 117 hacia la entrada de vapor 133 de la última sección de condensación 102.3, en la que se condensará en la última parte de la pared de transmisión térmica 103.3 y transferirá calor a la última sección de evaporación 101.3. El vapor sin condensar y los gases que no se pueden condensar serán extraídos a través de la salida de gas 152 y se dejarán en el condensador 153, en el que el vapor se condensará y los gases se expulsarán.

35 El condensado de la primera sección de condensación 102.1 se liberará a través de una salida de líquido 118 en el fondo de la sección de evaporación y se dirigirá a través del tubo 119 a una entrada de líquido 107 en la parte superior de la cámara de evaporación 101, desde donde se dirigirá al rotor 137. A menudo se hará referencia a este líquido como reflujo y tendrá una concentración más elevada del componente con el punto de ebullición más bajo que el suministrado. Esto significa que el vapor generado entre la entrada de líquido 107 y la entrada de suministro 108 tendrá una concentración más elevada del componente con el punto de ebullición más bajo que el que se puede obtener mediante la evaporación del suministro. El aumento del contenido en el vapor del componente con el punto de ebullición más bajo mediante el uso de vapor condensado como reflujo es lo que se denomina fortalecimiento en la industria de la destilación. El controlador de flujo 120 regulará el flujo del líquido a través del tubo 119.

45 El condensado de la segunda sección de condensación 102.2 se eliminará del fondo de la sección a través de la salida de líquido 121, desde donde se dirigirá a través del tubo 124 hacia la entrada de líquido 123 en la primera sección de condensación 102.1, en la que funcionará como reflujo. El controlador de flujo 125 regulará el flujo del líquido.

50 El condensado de la última sección de condensación 102.3 se eliminará a través de la salida de líquido 126. Este líquido es el líquido con concentración más elevada del componente con el punto de ebullición más bajo. La corriente de líquido se divide en dos corrientes mediante dos controladores de flujo 128 y 134 o un separador de líquido (no ilustrado). Una corriente se dirige a través del tubo 135 hacia la entrada de líquido 122 en la parte superior de la sección de condensación 102.2, en la que funcionará como reflujo. La otra corriente se extrae a través del tubo 127. A menudo, se hace referencia a este líquido como el destilado o el producto en la industria de la

destilación.

Las secciones de condensación 102.1; 102.2 y 102.3 se encuentran preferiblemente equipadas con dispositivos de contacto (no ilustrados) como, por ejemplo, empaquetado estructural, soportes, bandejas de burbujas, los cuales también se conocen de la industria de la destilación convencional.

5 A menudo se colocarán las entradas de vapor 129; 131 y 133 en el fondo de las secciones de la cámara de condensación 102.1; 102.2 y 102.3 y las salidas de vapor 130; 132 y 152 se colocarán a menudo en la parte superior de las secciones de la cámara de condensación 102.1; 102.2 y 102.3, con el fin de establecer un desplazamiento contracorriente entre el líquido que se desplaza de forma descendente mediante gravedad y el vapor.

10 Tal como se mencionó, la cámara de condensación puede estar equipada con dispositivos de contacto, tal como soportes o empaquetado estructural. El mantenimiento de los dispositivos de contacto en la cámara de condensación habitualmente carece de problemas dado que las sustancias, que aumentan la viscosidad del suministro, y toda partícula sólida permanecerán en los restos en la cámara de evaporación.

Si el rotor es vertical, la colocación de las secciones de evaporación y rectificación una junto a la otra, en lugar de apiladas, será con frecuencia una ventaja.

15 Esto se ilustra en la figura 4.

20 La realización ilustrada no utiliza los condensados como reflujo, sin embargo, será posible utilizar los condensados de las secciones de condensación 202.1; 202.2 y una parte del condensado de 202.3 como reflujo conforme a los mismos principios descritos que se muestran en las Figuras 1 y 3A. La Figura 4 ilustra adicionalmente una realización, en la que el corte transversal de las secciones de evaporación y condensación con las temperaturas más bajas es mayor que el corte transversal de las secciones de evaporación y condensación con la temperatura más elevada.

El aparato A comprende tres elementos E1; E2 y E3 que se colocan uno al lado del otro.

25 El primer elemento E1 comprende la primera sección de evaporación 201.1, la primera sección de condensación 202.1 y la primera parte de la pared de transmisión térmica 203.1. El segundo elemento E2 comprende la segunda sección de evaporación 201.2, la segunda sección de condensación 202.2 y la segunda parte de la pared de transmisión térmica 203.2. El tercer y último elemento E3 comprende la tercera y última sección de evaporación 201.3, la tercera y última sección de condensación 202.3 y la tercera y última parte de la pared de transmisión térmica 203.3.

30 El corte transversal de la sección de evaporación y la sección de condensación de E1 es mayor que el corte transversal de las secciones de evaporación y condensación de E2, el cual es mayor que el corte transversal de la sección de evaporación y la sección de condensación de E3. La evaporación y la condensación tienen lugar tal como se describió previamente.

35 El suministro ingresa a la primera sección de evaporación 201.1 a través de la entrada de líquido 208. Cuando el líquido llega al fondo de esta sección, se drenará a través de la salida de líquido 270 y se transferirá a la entrada de líquido 272 en la parte superior de la segunda sección de evaporación 201.2 a través del tubo 271. El líquido se transportará mediante el controlador de flujo 277, tal como una bomba. En el fondo de la segunda sección de evaporación 201.2, se drenará el líquido a través de la salida de líquido 273 y se transferirá a la entrada de líquido 275 en la parte superior de la tercera y última sección de evaporación 201.3 a través del tubo 274, de forma que se asegure el transporte del líquido con el controlador de flujo 278. Cuando el líquido llega al fondo, se drena a través de la salida de líquido 209. A menudo se hace referencia a este líquido como restos o residuos en la industria de la destilación.

45 El vapor generado en la tercera sección de evaporación de E3, 201.3, se libera de la parte superior a través de la salida de vapor 265 y se transfiere a la entrada de vapor 263 en el fondo de la segunda sección de evaporación de E2, 201.2, a través del tubo 264. El vapor generado en esta sección de evaporación se liberará a través de la salida de vapor 262 en la parte superior y se liberará a través del tubo 261 hacia la entrada de vapor en el fondo de la primera sección de evaporación de E1, 201.1. El vapor de esta sección se extraerá a través de la salida de vapor 206 en la parte superior de la sección, comprimido en el compresor 210 y transferido a la entrada de vapor 229 en el fondo de la primera sección de condensación 202.1 de E1 a través del tubo 211. El condensado se drena a través de la salida de líquido 218. El vapor no condensado se libera a través de la salida de vapor 230, se comprime con el compresor 213 y se transfiere a través del tubo 214 hacia la entrada de vapor 231 en el fondo de la segunda sección de condensación 202.2 de E2. El condensado de esta sección se drena a través de la salida de líquido 221 y el vapor sin condensar se libera a través de la salida de vapor 232, se comprime en el compresor 216 y se transfiere a través del tubo 217 hacia la entrada de vapor 222 en el fondo de la tercera sección de condensación 202.3 de E3. El condensado de esta sección se drena a través de la salida de líquido 226. La sección de condensación de E3, 202.3, se encuentra equipada con una entrada de líquido para el líquido 275, de forma que la inyección de líquido, preferiblemente condensado, se pueda utilizar para reducir la temperatura en la cámara de condensación con la finalidad de recortar el proceso.

La combinación de varios aparatos como se muestra en la Figura 5 es otro modo de proveer una mayor capacidad donde sea necesario y evitar que haya partes del equipamiento que no sean explotadas de forma eficiente o que se presente una velocidad de vapor demasiado elevada.

5 Los aparatos A1, A2 y A3 reciben una corriente de suministro y se produce líquido con una concentración más elevada del componente más volátil que el suministro en cada uno de los aparatos mencionados anteriormente. Este líquido se dirigirá desde cada aparato a través de los tubos 301, 302 y 303 hacia el tubo 304, el cual es también el tubo para el suministro del aparato A4. Mediante muchos procesos, por ejemplo, destilación de etanol, el contenido del componente con el punto de ebullición más elevado es mucho mayor que el componente con el punto de ebullición más bajo. La concentración de etanol típica en el suministro será de 5-10 %. Conforme a la concentración de etanol y si el proceso se lleva a cabo con reflujo o sin este, el volumen del suministro que ingresa a A4 solo será alrededor de 15-30 % del volumen del suministro que ingresa a A1, A2 y A3.

10 Muchas variaciones en el diseño son posibles mediante líquidos con baja viscosidad libres de sólidos, pero es crucial que se provea una gran superficie de transmisión térmica y buen contacto entre el líquido en la cámara de evaporación y la superficie de transmisión térmica y el vapor en la cámara de condensación y la superficie de transmisión térmica.

Tal como se explicó anteriormente en el método según la invención para la destilación integrada por calor, en el que la cámara de evaporación y la cámara de condensación comparten una pared de transferencia térmica común que separa la cámara de evaporación y la cámara de condensación una de otra de forma hermética a la presión:

20 a. el líquido en la cámara de evaporación 1 se desplaza del extremo a temperatura baja 4 hacia el extremo a temperatura elevada 5,

b. el vapor en la cámara de evaporación se desplaza del extremo a temperatura elevada 5 hacia el extremo a temperatura baja 4,

c. el vapor en la cámara de condensación 2 se desplaza del extremo a temperatura baja 4 hacia el extremo a temperatura elevada 5.

25 En más detalle y tal como se explicó anteriormente, el método según la invención para destilación integrada por calor provee un destilado que es un vapor y/o un líquido con un aparato que comprende una cámara de evaporación 1 y una cámara de condensación 2, con dicha cámara separada de forma hermética a la presión mediante una pared de transferencia térmica común 3, de las que dicha cámara de evaporación tiene un extremo a temperatura baja 4 y un extremo a temperatura elevada 5, y dicha cámara de condensación 2 se divide en una variedad de al menos dos secciones separadas 2.1, 2.2 de forma hermética a la presión y consecutivas que incluyen una primera sección y una última sección, en donde la primera sección de condensación se coloca lo más cerca posible al extremo a temperatura baja 4 y la última sección de condensación 2.3 se coloca lo más cerca posible al extremo a temperatura elevada 5, y dicho método comprende las siguientes etapas:

35 a. proveer un suministro líquido que comprende al menos dos líquidos con puntos de ebullición diferentes a la cámara de evaporación 1 a través de la entrada de suministro 8,

b. poner dicho líquido en contacto con dicha pared de transmisión térmica 3, de forma que se eleve la temperatura del líquido hasta un nivel en el que se evaporará al menos parte del líquido con el punto de ebullición más bajo,

40 c. extraer el vapor generado en la cámara de evaporación 1 a través de una salida de vapor 6 en una primera parte 1.1 de esta en el extremo a temperatura baja 4,

d. comprimir dicho vapor de forma de aumentar su presión y aumentar su temperatura a al menos 1 K por encima de la temperatura más elevada en una parte a temperatura baja 1.1 de la cámara de evaporación que corresponde a, es decir, separada de, la primera sección de condensación 2.1 en la cámara de condensación 2 por una parte de la pared de transmisión térmica 3,

45 e. introducir dicho vapor comprimido en la primera sección de la cámara de condensación 2.1, por lo que una parte del vapor comprimido se condensará en una parte 3.1 de la pared de transmisión térmica 3 de la primera sección de condensación 2.1 y se transmitirá calor a la parte correspondiente 1.1 de la cámara de evaporación 1,

50 f. de cada una de las secciones de condensación, excepto por la última sección 2.3, remover el vapor sin condensar, con compresión del vapor sin condensar extraído de forma de aumentar su presión y aumentar su temperatura a al menos 1 K por encima de la temperatura más elevada en una parte siguiente 1.2 de la cámara de evaporación 1 correspondiente a, es decir, separada de, una siguiente sección 2.2 de la cámara de condensación 2 por una parte de la pared de transmisión térmica e introducir el vapor comprimido en la siguiente sección 2.2 de la cámara 2, por lo que una parte del vapor comprimido condensará una parte 3.2 de la pared de transmisión térmica de la siguiente sección de condensación 2.2 y se transmitirá calor a la parte correspondiente 1.2 de la cámara de evaporación 1,

55

g. eliminar condensado de las secciones de la cámara de condensación, de forma de utilizarlo como un reflujo o destilado, o como una combinación de ambas cosas, con el destilado extraído de al menos una de las secciones y, preferiblemente, de al menos la última sección 2.3.

Lista de números de referencia

- 5 A Aparato
 - A1 Aparato
 - A2 Aparato
 - A3 Aparato
 - A4 Aparato
- 10 E1 Primer elemento
 - E2 Segundo elemento
 - E3 Tercer elemento
 - 1 Cámara de evaporación
 - 1.1 Primera parte de la cámara de evaporación
 - 1.2 Segunda o siguiente parte de la cámara de evaporación
 - 1.3 Tercera (última) parte de la cámara de evaporación
 - 2 Cámara de condensación
 - 2.1 Primera sección de condensación
 - 2.2 Segunda sección de condensación
 - 2.3 Tercera (última) sección de condensación
- 15 3 Pared de transmisión térmica
 - 3.1 Primera parte de la pared de transmisión térmica
 - 3.2 Segunda (siguiente) parte de la pared de transmisión térmica
 - 3.3 Tercera (última) parte de la pared de transmisión térmica
- 20 4 Extremo a temperatura baja
 - 5 Extremo a temperatura elevada
 - 6 Salida de vapor
 - 7 Entrada para el reflujo
 - 8 Entrada para el suministro
- 30 9 Salida para los restos
 - 10 Primer compresor
 - 11 Tubo
 - 12 Tubo
 - 13 Segundo compresor
- 35 14 Tubo
 - 15 Tubo
 - 16 Tercer compresor

	17	Tubo
	18	Salida
	19	Tubo
	20	Controlador de flujo
5	21	Salida de líquido
	22	Entrada de líquido
	23	Entrada de líquido
	24	Tubo
	25	Controlador de flujo
10	26	Salida de líquido
	27	Tubo
	28	Controlador de flujo
	29	Entrada de vapor
	30	Salida de vapor
15	31	Entrada de vapor
	32	Salida de vapor
	33	Entrada de vapor
	34	Controlador de flujo
	35	Tubo
20	36	Entrada de vapor
	37	Rotor
	38	Controlador de flujo
	39	Tubo
	40	Controlador de flujo
25	41	Tubo
	50	Salida de líquido
	51	Controlador de flujo
	52	Salida de vapor
	53	Condensador de recortes
30	54	Unidad de deshidratación
	101	Cámara de evaporación
	101.1	Primera sección de la cámara de evaporación
	101.2	Segunda sección de la cámara de evaporación
35	101.3	Tercera (última) sección de la cámara de evaporación
	102	Cámara de condensación
	102.1	Primera sección de condensación

	102.2	Segunda sección de condensación
	102.3	Tercera (última) sección de condensación
	103	Pared de transmisión térmica
	103.1	Primera parte de la pared de transmisión térmica
5	103.2	Segunda parte de la pared de transmisión térmica
	103.3	Tercera (última) parte de la pared de transmisión térmica
	104	Extremo a temperatura baja
	105	Extremo a temperatura elevada
	106	Salida de vapor
10	107	Entrada de líquido
	108	Entrada de suministro
	109	Salida de líquido
	110	Compresor
	111	Tubo
15	112	
	113	Compresor
	114	Tubo
	115	
	116	Compresor
20	117	Tubo
	118	Salida de líquido
	119	Tubo
	120	Controlador de flujo
	121	Salida de líquido
25	122	Entrada de líquido
	123	Entrada de líquido
	124	Tubo
	125	Controlador de flujo
	126	Salida
30	127	Tubo
	128	Controlador de flujo
	129	Entrada de vapor
	130	Salida de vapor
	131	Entrada de vapor
35	132	Salida de vapor
	133	Entrada de vapor
	134	Controlador de flujo

	135	Tubo
	136	
	137	Rotor
5	142	Canales
	143	Soportes en forma de anillos
	144	Discos de pulverización
	152	Salida de gas
10	153	Condensador
	201.1	Primera sección de evaporación
	201.2	Segunda sección de evaporación
	201.3	Tercera (última) sección de evaporación
15	202.1	Primera sección de condensación
	202.2	Segunda sección de condensación
	202.3	Tercera (última) sección de condensación
	203.1	Primera parte de la pared de transmisión térmica
	203.2	Segunda parte de la pared de transmisión térmica
20	203.3	Tercera (última) parte de la pared de transmisión térmica
	206	Salida de vapor
	208	Entrada de líquido
	209	Salida de líquido
	210	Compresor
25	211	Tubo
	213	Compresor
	214	Tubo
	216	Compresor
	217	Tubo
30	218	Salida de líquido
	221	Salida de líquido
	222	Entrada de vapor
	226	Entrada de líquido
	229	Entrada de vapor
35	230	Salida de vapor
	231	Entrada de vapor
	232	Salida de vapor

ES 2 617 567 T3

	260	Entrada de vapor
	261	Tubo
	262	Salida de vapor
	263	Entrada de vapor
5	264	Tubo
	265	Salida de vapor
	270	Salida de líquido
	271	Tubo
	272	Entrada de líquido
10	273	Salida de líquido
	274	Tubo
	275	Entrada de líquido
	277	Controlador de flujo
15	278	Controlador de flujo
	301	Tubo
	302	Tubo
	303	Tubo
20	304	Tubo

REIVINDICACIONES

1. Un aparato para la destilación integrada por calor que provee un destilado que es un vapor y/o líquido, en donde dicho aparato comprende:
 - 5 a. una cámara de evaporación (1) provista con una entrada (8) para suministro, una salida (6) de vapor en un primer extremo de la cámara, el que es un extremo a temperatura baja (4), y una salida (9) de restos - en un segundo extremo opuesto, el que es un extremo a temperatura elevada (5),
 - 10 b. una cámara de condensación (2) que rodea la cámara de evaporación y que se divide en una variedad de al menos dos secciones separadas de forma hermética a la presión y consecutivas (2.1; 2.2; 2.3) que incluyen una primera y una última sección, en donde la primera sección de condensación se coloca lo más cerca posible al extremo a temperatura baja (4) y la última sección de condensación se coloca lo más cerca posible al extremo a temperatura elevada (5), en donde cada sección de condensación tiene una entrada (29; 31; 33) para vapor comprimido - y una salida (30;32) para vapor no condensado, con la excepción opcional de la última sección de condensación, y una salida para el condensado de cada sección,
 - 15 c. una pared o paredes de transmisión térmica (3) que separan la cámara de evaporación (1) de forma hermética a la presión de la cámara de condensación (2), con la cámara de evaporación provista con un rotor (37) para rociar o lanzar líquido contra la pared de transmisión térmica (3) y conectada a un motor para rotar dicho rotor,
 - 20 d. un medio de aumento de presión con un lado de presión elevada y uno de presión baja, tal como un compresor (10; 13; 16) para cada sección de la cámara de condensación (2), un primer medio de aumento de presión, tal como un primer compresor (10) en su lado a presión baja, es decir, lado de entrada, conectado a la salida de vapor (6) en el extremo a temperatura baja (4) de la cámara de evaporación y en su lado a presión elevada, es decir, lado de salida, conectado a la entrada (29) de la primera sección (2.1) de la cámara de condensación (2) y un segundo medio de aumento de presión, tal como un segundo compresor (13) que se encuentra en su lado de presión baja, es decir, lado de entrada, conectado a la salida de vapor (30) de la primera sección (2.1) y en su lado de presión elevada, es decir, lado de salida, conectado a la entrada (31) de la segunda sección (2.2) de la cámara de condensación (2), en donde la segunda sección está colocada consecutiva a la primera sección (2.1) y más cerca del extremo a temperatura elevada (5) de la cámara de evaporación (1).
2. El aparato según la reivindicación 1, en donde se provee una salida para el destilado al menos en una de las secciones de la cámara de condensación (2), preferiblemente, al menos la última sección (2.3) de la cámara de condensación (2).
- 30 3. El aparato según la reivindicación 1 y/o 2, en donde se provee la cámara de evaporación con una entrada (7) para el reflujo en el extremo a temperatura baja (4).
4. El aparato según la reivindicación 3, en donde se provee cada sección de condensación (2.1; 2.2; 2.3) con una entrada (22; 23) para el reflujo con la excepción de la última sección de condensación (2.3)
- 35 5. El aparato según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde se provee el aparato con una entrada (8) para el suministro en el extremo a temperatura baja (4).
6. El aparato según cualquiera de las reivindicaciones 1-4 precedentes, en donde la cámara de evaporación (1) se encuentra equipada con una entrada (8) para el suministro entre el extremo a temperatura baja (4) y el extremo a temperatura elevada (5).
7. El aparato según la reivindicación 6, en donde la ubicación de la entrada (8) para el suministro es ajustable.
- 40 8. El aparato según la reivindicación 3, en donde se provee un tubo (19) con el controlador de flujo (20) entre una salida de líquido (18) de la primera sección de condensación (2.1) y la entrada de reflujo (7) en el extremo a baja temperatura (4) de la cámara de evaporación (1).
- 45 9. El aparato según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde una salida de líquido de una sección de condensación, por ejemplo (21), se encuentra conectado a una entrada de líquido, por ejemplo (23), en la sección de condensación anterior más cercana al extremo a temperatura baja mediante un tubo, por ejemplo (24), equipado con un controlador de flujo, por ejemplo (25).
10. El aparato según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde una segunda salida (50) para el condensado en la última sección de condensación (2.3) se coloca más cerca del extremo a temperatura baja (4).
- 50 11. El aparato según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde la salida para el condensado en la última sección de condensación (2.3) se coloca más cerca del extremo a temperatura elevada (5).
12. El aparato según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde se provee un separador de líquidos ajustable tras cada salida (26; 21; 18) para el condensado de las secciones de la cámara de condensación (2.1: 2.2; 2.3), en donde dicho separador de líquidos está conectado a un tubo que lo conecta a la sección previa con menor

presión o a la cámara de evaporación y a un tubo que lo conecta a una salida de producto.

13. El aparato según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde el extremo a temperatura elevada (5) de la cámara de evaporación (1) se encuentra equipado con una entrada (36) para el vapor.

5 14. El aparato según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde la sección de condensación (2.3) se encuentra equipada con una salida (152) para el vapor conectada a un condensador (153).

15. El aparato según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde el área de corte transversal total de la sección de evaporación (1.1) con la temperatura más baja es mayor que el área de corte transversal total de la sección de evaporación con la temperatura más alta.

10 16. El aparato según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde el área de corte transversal total de la sección de condensación (2.1) con la temperatura más baja es mayor que el área de corte transversal total de la sección de condensación con la temperatura más alta.

15 17. Un método para la destilación integrada por calor que provee un destilado que es un vapor y/o un líquido con un aparato que comprende una cámara de evaporación (1) y una cámara de condensación (2) que rodea la cámara de evaporación, con dichas cámaras separadas de forma hermética a la presión mediante una pared de transmisión térmica (3) común, de las que dicha cámara de evaporación (1) tiene un extremo a temperatura baja (4) y un extremo a temperatura elevada (5), y una entrada de suministro (8) y adicionalmente provista con un rotor (37) para rociar o lanzar líquido contra la pared de transmisión térmica (3) y conectada a un motor para rotar dicho rotor, y dicha cámara de condensación (2) se divide en una variedad de al menos dos secciones separadas de forma hermética a la presión y consecutivas (2.1; 2.2; 2.3) que incluyen una primera sección y una última sección, en donde
20 la primera sección de condensación se coloca lo más cerca posible del extremo a temperatura baja (4) y la última sección de condensación (2.3) se coloca lo más cerca posible del extremo a temperatura elevada (5), y dicho método comprende las etapas de:

a. proveer un suministro líquido que comprenda al menos dos líquidos con puntos de ebullición diferentes a la cámara de evaporación (1) a través de la entrada de suministro (8),

25 b. poner dicho líquido en contacto con dicha pared de transmisión térmica (3) al rociar o lanzar el líquido contra la pared de transmisión térmica mediante el rotor (37), por lo que la temperatura del líquido aumenta a un nivel en el que prácticamente todo el líquido con el punto de ebullición más bajo se evaporará junto con parte del líquido con un punto de ebullición más elevado,

30 c. extraer el vapor generado en la cámara de evaporación (1) a través de una salida de vapor (6) en una primera parte (1.1) de esta en el extremo a temperatura baja 4,

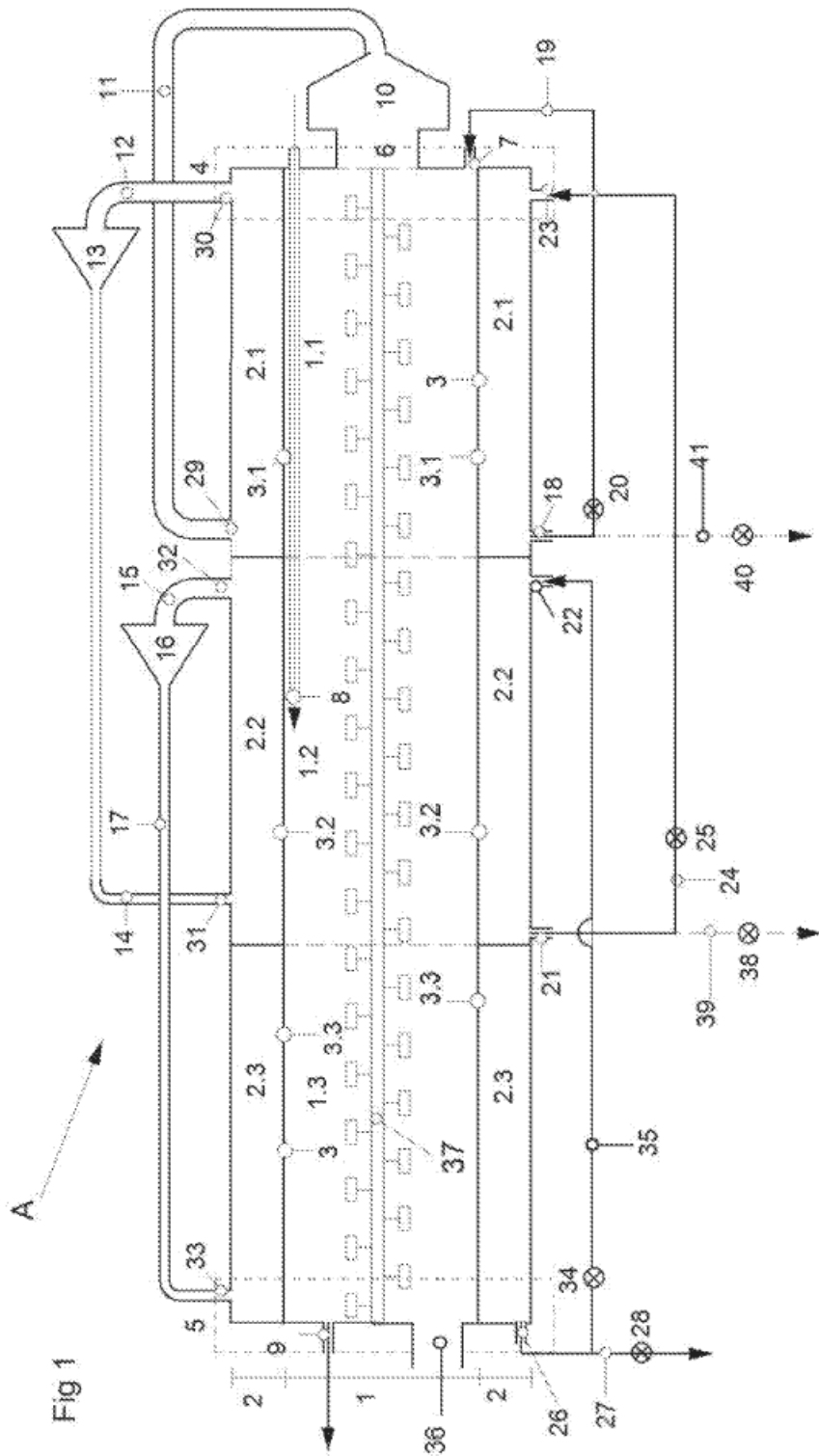
d. comprimir dicho vapor de forma de aumentar su presión y aumentar su temperatura a al menos 1 K por encima de la temperatura más elevada en una parte a temperatura baja (1.1) de la cámara de evaporación que corresponde a, es decir, separada de, la primera sección de condensación (2.1) en la cámara de condensación (2) por una parte (3.1) de la pared de transmisión térmica (3),

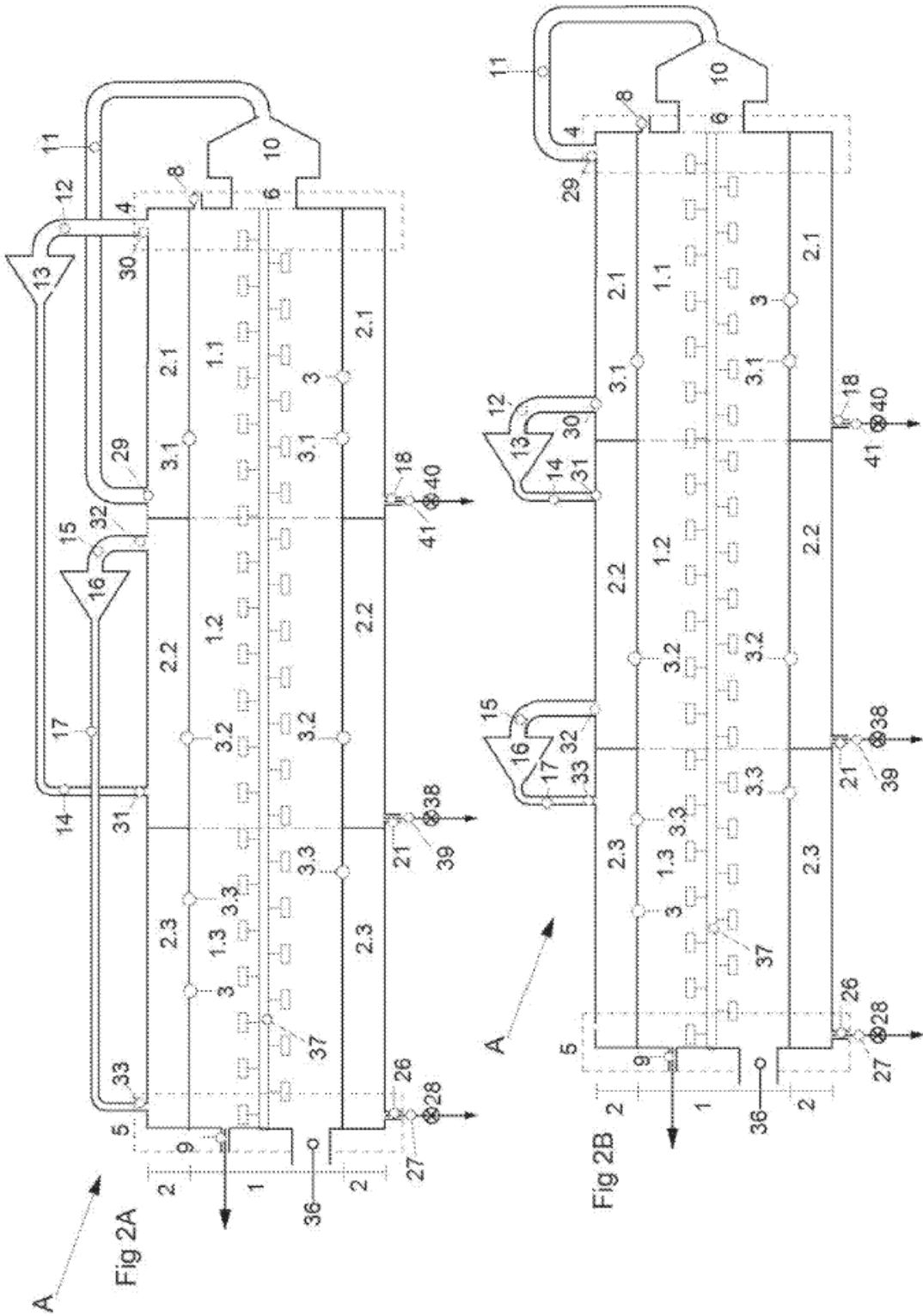
35 e. introducir dicho vapor comprimido en la primera sección de la cámara de condensación (2.1), por lo que una parte del vapor comprimido se condensará en una parte (3.1) de la pared de transmisión térmica (3) de la primera sección de condensación (2.1) y se transmitirá calor a la parte correspondiente (1.1) de la cámara de evaporación (1),

40 f. de cada una de las secciones de condensación, excepto por la última sección (2.3), remover el vapor sin condensar, con compresión del vapor sin condensar extraído de forma de aumentar su presión y aumentar su temperatura a al menos 1 K por encima de la temperatura más elevada en una parte siguiente (1.2) de la cámara de evaporación (1) correspondiente a, es decir, separada de, una siguiente sección (2.2) de la cámara de condensación (2) por una parte (3.2) de la pared de transmisión térmica (3) e introducir el vapor comprimido en la siguiente sección (2.2) de la cámara (2), por lo que una parte del vapor comprimido se condensará en una parte (3.2) de la pared de
45 transmisión térmica (3) de la siguiente sección de condensación (2.2) y se transmitirá calor a la parte correspondiente (1.2) de la cámara de evaporación (1),

g. eliminar condensado de las secciones de la cámara de condensación, de forma de utilizarlo como reflujo o destilado, o como una combinación de ambas cosas, con el destilado extraído de al menos una de las secciones y, preferiblemente, de al menos la última sección (2.3).

50





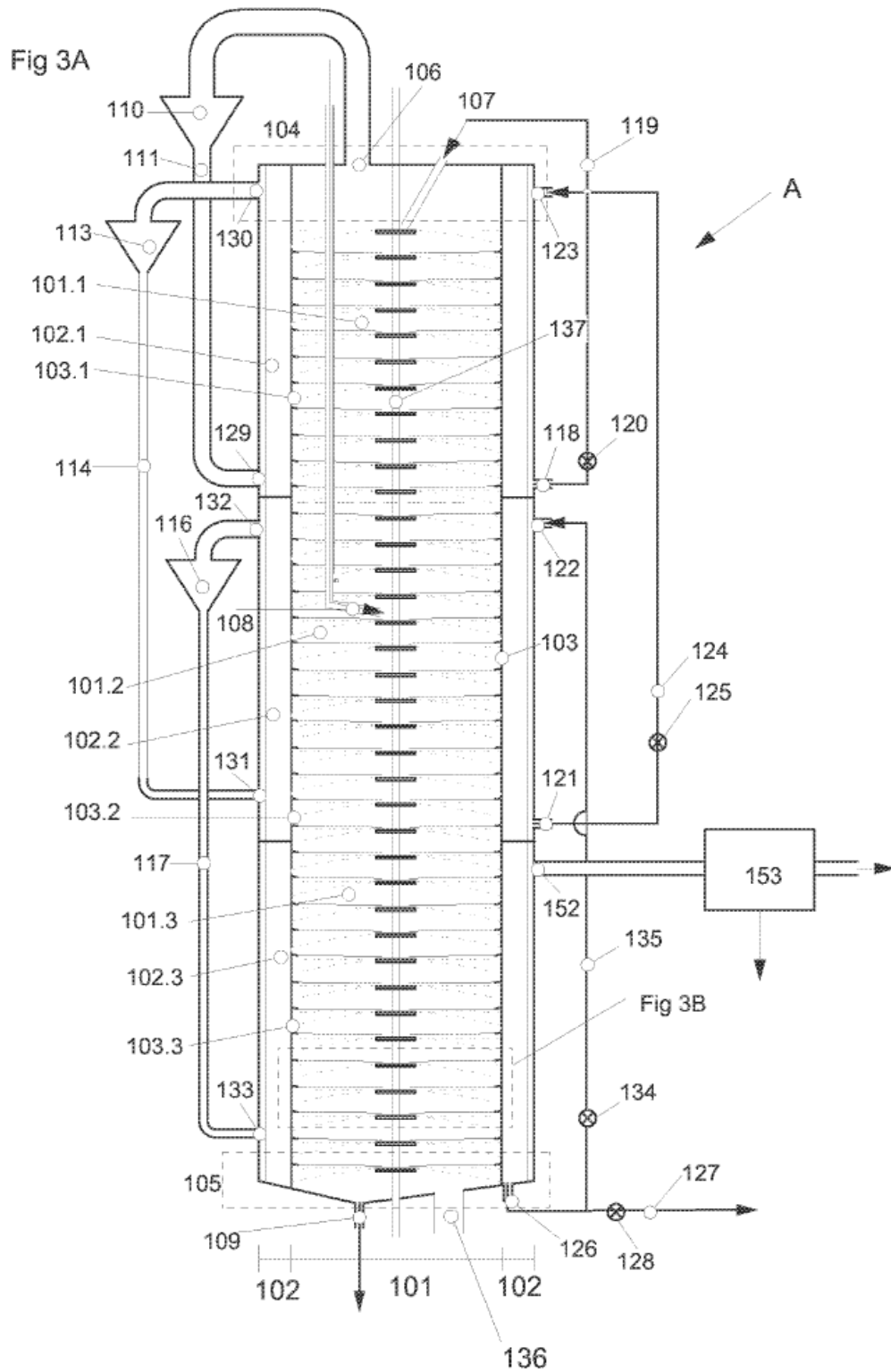


Fig 3B

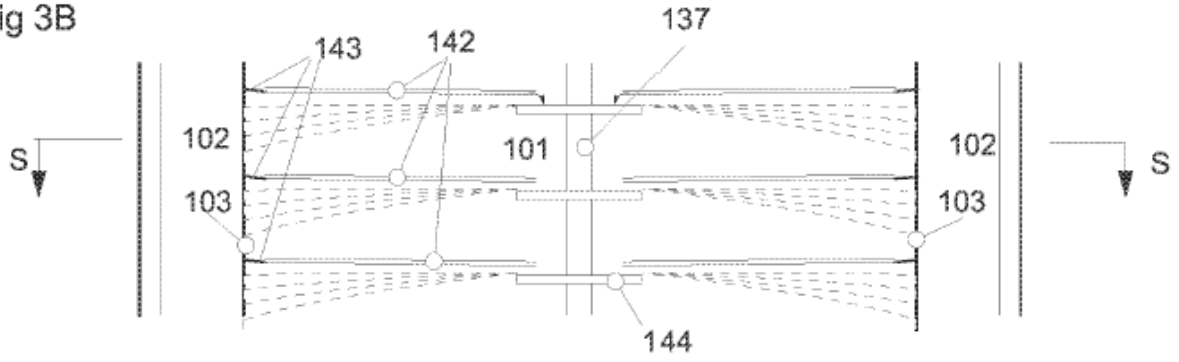


Fig 3C

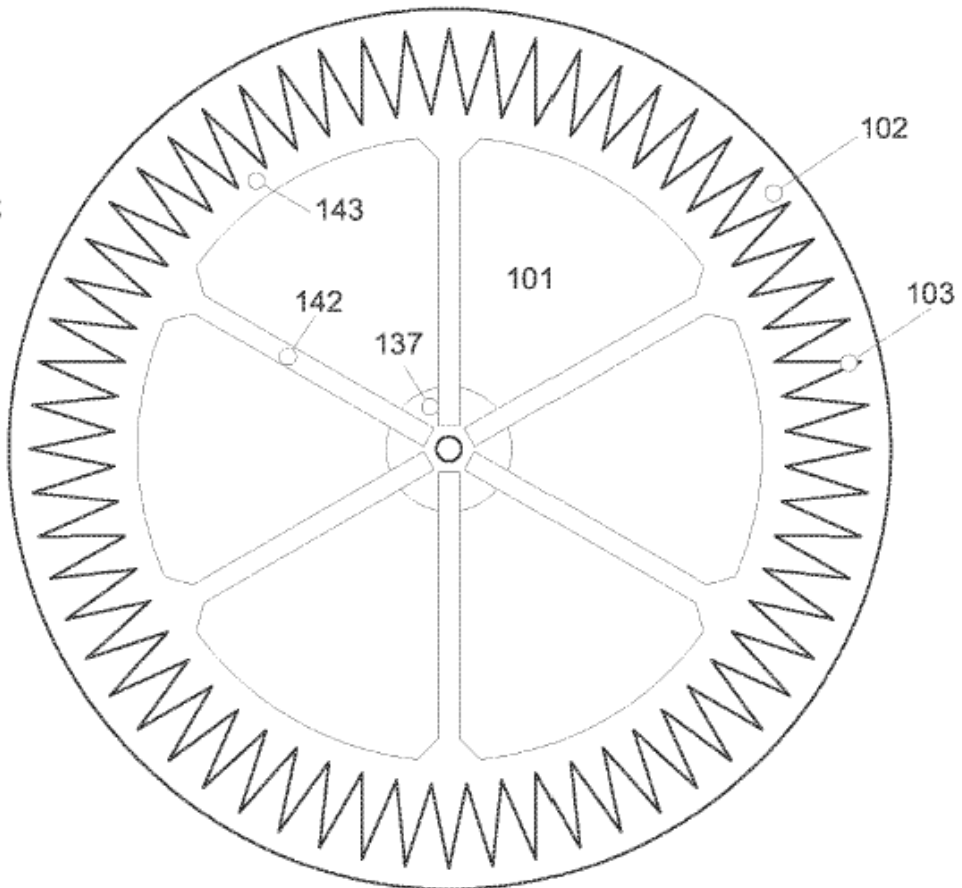


Fig 4

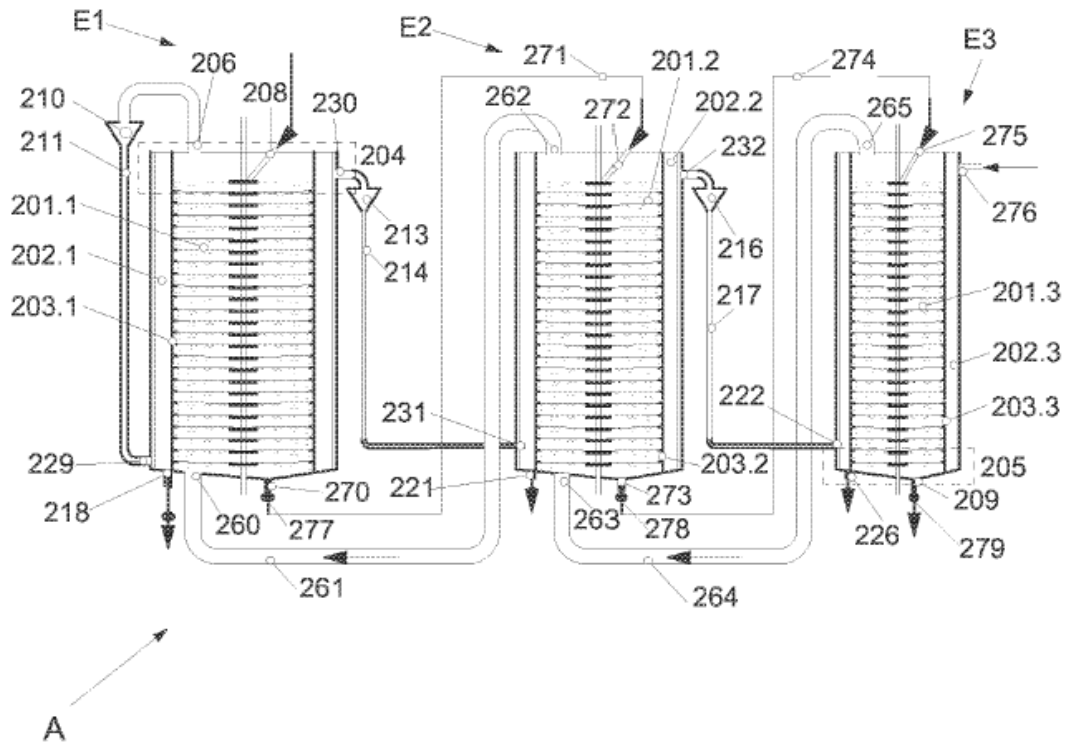


Fig 5

