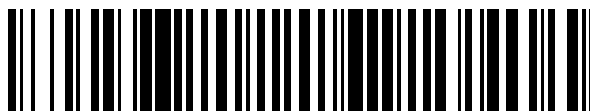


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 801 298**

51 Int. Cl.:

B01D 3/22 (2006.01)

B01D 3/20 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **26.08.2016** **PCT/US2016/048883**

87 Fecha y número de publicación internacional: **04.05.2017** **WO17074545**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.08.2016** **E 16760875 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.04.2020** **EP 3368174**

54 Título: **Bandeja de bajante de paso múltiple y flujo paralelo para una columna de transferencia de masa**

30 Prioridad:

30.10.2015 US 201514927890

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

08.01.2021

73 Titular/es:

PRAXAIR TECHNOLOGY, INC. (100.0%)
10 Riverview Drive
Danbury, CT 06810, US

72 Inventor/es:

CHEN, QUANG X.;
BROWN, STEVEN C. y
RICOTTA, JOHN P.

74 Agente/Representante:

DEL VALLE VALIENTE, Sonia

ES 2 801 298 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

Bandeja de bajante de paso múltiple y flujo paralelo para una columna de transferencia de masa

5 **Campo técnico**

La presente invención se refiere a columnas de transferencia de masa y, en particular, a una unidad de bandeja de contacto vapor-líquido de paso múltiple y bajante empleada en columnas de transferencia de masa, como columnas de destilación en plantas criogénicas de separación de aire.

10

Antecedentes

En la técnica de transferencia de masa para separar selectivamente al menos un componente de una mezcla de al menos dos constituyentes como, por ejemplo, en columnas de destilación de una planta de separación de aire, una corriente de vapor o gas que fluye hacia arriba se pone, de forma típica, en contacto con una bandeja de contacto alineada sustancialmente en horizontal con una corriente de líquido que fluye generalmente hacia abajo. En un proceso de destilación convencional, este contacto permite que la corriente de vapor o gas que fluye hacia arriba se enriquezca selectivamente con los componentes más ligeros de la mezcla, es decir, aquellos componentes con volatilidades relativamente altas, mientras que la corriente de líquido que fluye generalmente hacia abajo se enriquece selectivamente con el componente más pesado de volatilidades relativamente bajas. Se ha empleado convencionalmente una variedad de tipos de bandejas de contacto gas-líquido en las operaciones de transferencia de masa descritas anteriormente para lograr un contacto estrecho entre las respectivas fases de gas y líquido. Las características comunes a los diversos tipos de bandejas de contacto son las bajantes, los vertederos y el área activa, descritas brevemente en los párrafos que siguen.

20

25

El área de la cubierta de la bandeja que contiene las aberturas en las bandejas de contacto vapor-líquido convencionales se suele denominar "área activa" de la bandeja de contacto porque la interacción líquido-vapor ocurre por encima de las aberturas en la bandeja. En general, la capacidad de tratamiento de líquido y vapor de la bandeja está limitada por el área activa disponible de la bandeja, así como el área de la bajante. Si la cantidad de líquido descendente o de vapor ascendente excede la capacidad de la bandeja, la bandeja se inunda, bien porque el líquido cargado no puede separarse adecuadamente de la corriente de vapor asociada o bien porque el vapor no puede separarse de la corriente de líquido.

30

También se utiliza un vertedero en la mayoría de las bandejas de contacto vapor-líquido para hacer que el líquido se acumule en la superficie superior de la bandeja para mejorar la interacción con el vapor que burbujea a través de las aberturas en la cubierta de la bandeja. La interacción de vapor y líquido en la bandeja provoca de forma deseable que se acumule una espuma en la bandeja. Debido a que la fase líquida permanece sustancialmente continua en la espuma, la interacción de vapor y líquido continúa en la espuma y produce mayores eficiencias de transferencia de masa.

35

Las bajantes se proporcionan convencionalmente en combinación con las bandejas de contacto vapor-líquido para proporcionar un paso a través del cual se descarga el líquido de una bandeja a una bandeja subyacente. En bandejas de paso único, las bajantes se proporcionan en extremos opuestos de bandejas adyacentes verticalmente, de modo que el líquido debe fluir completamente a través de una bandeja antes de entrar en la bajante para pasar a la siguiente bandeja inferior. Después, el líquido de la bandeja inferior fluye en la dirección opuesta a través de la bandeja y entra en otra bajante. Este patrón de flujo de ida y vuelta se repite a medida que el líquido desciende a través de la parte de la columna que contiene las bandejas de contacto líquido-vapor. En muchas bandejas de paso doble, el líquido descendente se divide en dos corrientes que se desplazan en direcciones opuestas en cada bandeja de contacto. Habitualmente, se proporciona una bajante central en bandejas alternas, mientras dos bajantes finales se colocan en extremos opuestos de bandejas verticalmente adyacentes para proporcionar el patrón de flujo de paso doble. Por último, también se han utilizado bandejas de contacto de paso múltiple y se configuran, de forma típica, para incluir una pluralidad de bajantes cordales para reducir la carga del vertedero.

40

45

Los sistemas de destilación de alta presión a menudo requieren bandejas de contacto de caudales líquidos elevados. Por ejemplo, las bandejas de contacto que operan con caudales líquidos muy elevados deben tener una gran capacidad de tratamiento de líquidos, lo que a su vez requiere un dimensionamiento y una orientación adecuados de las bajantes en las bandejas de contacto. En otras palabras, la eficiencia de transferencia de masa de un componente determinado entre estas fases en sistemas de destilación de caudales elevados es determinada en gran medida por la configuración de las bajantes en las bandejas de contacto.

50

En un estudio clásico muy conocido de W. K. Lewis en 1936, se descubrió que la eficiencia de transferencia de masa de las bandejas de contacto líquido-vapor puede maximizarse poniendo en contacto un vapor no mezclado con flujos de líquido a través de cada bandeja sucesiva en la misma dirección (Caso 2). El Caso 2 se refiere a un flujo paralelo que, como se utiliza en la presente memoria, se refiere a flujos de líquido en bandejas verticales, adyacentes o sucesivas en lugar de a flujos de líquido en una sola bandeja. El Caso 2 de Lewis asegura que la fuerza impulsora para la transferencia de masa en una bandeja determinada es casi la misma, independientemente de dónde ocurra la transferencia de masa en la bandeja. Por ello, puede obtenerse un aumento sustancial en la eficiencia utilizando una bandeja que funcione según el Caso 2 de Lewis.

55

60

La patente US-5.223.183, concedida a Monkelbaan y col., describe una bandeja de flujo paralelo con al menos una bajante central y sin bajantes laterales. Las bajantes de cada bandeja están alineadas con las bajantes de las otras bandejas, de forma que las bajantes en una bandeja están inmediatamente debajo de aquellas sobre la bandeja superior. Las salidas de una bajante están directamente encima de la entrada de otra. Un par de deflectores de líquido inclinados sobre cada bajante conecta las salidas y las entradas de las bajantes verticalmente adyacentes y proporciona una trayectoria de flujo de líquido entrecruzada. Los deflectores de la bajante evitan que el líquido de la bandeja superior entre en cada bajante y definen la dirección del flujo de líquido sobre la cubierta de la bandeja. La superficie inclinada del deflector también transmite un impulso horizontal al líquido descendente que tiende a empujar el líquido y la espuma presentes en la bandeja hacia la entrada de la bajante de salida para esta parte o zona de la bandeja.

La patente US-5.318.732 concedida a Monkelbaan y col., muestra otra bandeja más de contacto de tipo bajante de flujo paralelo múltiple, que aumenta la capacidad de la bandeja proporcionando cubiertas de disipación sin perforaciones que se extienden a través de la superficie de la cubierta de la bandeja hacia fuera desde la abertura de entrada de la bajante junto con vertederos de entrada verticales unidos al extremo exterior de las cubiertas de disipación. Los vertederos de entrada pueden funcionar como vertederos previos, utilizados además del vertedero de entrada convencional formado por la extensión ascendente de la pared lateral de la bajante. Además, las cubiertas de disipación ayudan a reducir el estrangulamiento; sin embargo, también reducen el área activa de la cubierta.

La patente US-7.204.427B2 concedida a Xu y col. o la US-7.370.846B2 muestra otras bandejas más de contacto de tipo con bajante múltiple de flujo paralelo. En las realizaciones descritas, las bajantes laterales se incorporan a una bandeja de bajante múltiple de flujo paralelo que tiene un deflector central y las bajantes tienen una pared lateral inclinada que dirige el líquido hacia la cubierta inferior. La pared lateral inclinada también proporciona un volumen adicional por encima de la entrada de la bajante inferior para reducir el estrangulamiento en esta entrada, sin la necesidad de una cubierta de disipación del tipo descrito en la US-5.318.732 concedida a Monkelbaan y col.

Existe la necesidad de bandejas de contacto de alta capacidad mejoradas que mejoren las eficiencias totales de transferencia de masa combinando las características y ventajas de un patrón de flujo paralelo según el Caso 2 de Lewis y configuraciones de bandeja de paso múltiple.

Resumen de la invención

La presente invención es una bandeja de bajante de flujo paralelo y paso múltiple para una columna de transferencia de masa tal como se define en la reivindicación 1.

Las bandejas con bajante de paso múltiple pueden ser una bandeja tamiz donde las aberturas en las cubiertas de transferencia de masa son una pluralidad de orificios. Opcionalmente, las aberturas también pueden comprender una pluralidad de ranuras de direccionamiento del vapor dispuestas en la superficie de la bandeja para facilitar el desplazamiento de líquido a través de las cubiertas de transferencia de masa. De forma alternativa, las bandejas con bajante de paso múltiple pueden ser una bandeja de válvula, en donde las aberturas son una pluralidad de orificios con válvulas móviles o una estructura de válvula fija dispuesta por encima de las aberturas.

La bandeja de bajante de paso múltiple también incluye preferiblemente las siguientes características: (1) una pluralidad de vertederos dispuestos cerca de cada bajante y configurados para impedir el flujo de líquido transversal a las bajantes; (2) una cubeta de recepción de líquido dispuesta sobre la superficie de la bandeja; (3) un deflector perforado dispuesto en la cubeta receptora de líquido y configurado para mejorar la distribución del líquido a las áreas de transferencia de masa; (4) una o más estructuras de formación de burbujas, dispuestas en la superficie de bandeja entre las cubetas de recepción de líquido y una o más cubiertas de transferencia de masa; y (4) uno o más separadores dispuestos sobre la superficie de bandeja y configurados para separar la superficie de bandeja en cubiertas de transferencia de masa diferenciadas.

La presente invención también es una columna de transferencia de masa, tal como se define en la reivindicación 7.

Breve descripción de los dibujos

Aunque la memoria descriptiva concluye con reivindicaciones que señalan específicamente el objeto que el solicitante considera como la invención, se cree que la invención se comprenderá mejor considerada en relación con el dibujo que se acompaña, en el que:

la Fig. 1 es una vista en perspectiva de la bandeja de bajante de paso múltiple para una columna de transferencia de masa según la presente invención;

la Fig. 2 es una vista en planta superior de la bandeja de bajante de paso múltiple para una columna de transferencia de masa de la Fig. 1;

la Fig. 3 es una vista en sección transversal de la bandeja de bajante de paso múltiple para una columna de transferencia de masa de la Fig. 2; y

las Figs. 4A a 4K muestran ejemplos de válvulas fijas, válvulas móviles, válvulas de jaula, dispositivo de tapa de burbujas, válvulas direccionales y ranuras de dirección de vapor utilizadas en realizaciones alternativas de las cubiertas de transferencia de masa en la bandeja de bajante de paso múltiple para una columna de transferencia de masa según la presente invención.

Descripción detallada

Volviendo ahora a las figuras, se muestra una realización de bandeja 10 de bajante de paso múltiple para una columna de transferencia de masa. La bandeja 10 de bajante de paso múltiple incluye una bandeja anular de aluminio o acero inoxidable que tiene un borde anular 11, una superficie superior 12 de bandeja y una superficie inferior 14 de bandeja. El anillo 15 de soporte anular está unido al borde anular 11 de la bandeja para facilitar la conexión a la pared interior de la columna de transferencia de masa (no mostrada). En la superficie superior 12 de bandeja de la realización ilustrada hay cuatro cubiertas 22, 24, 26, 28 de transferencia de masa, teniendo, cada una, una pluralidad de aberturas 29 que se extienden a través de la bandeja 10 permitiendo que el vapor ascienda desde por debajo de la superficie inferior 14 de bandeja hacia por encima de la superficie superior 12 de la bandeja, donde el vapor interactúa con cualquier líquido que la atraviese en las cubiertas de transferencia de masa. Las cuatro cubiertas 22, 24, 26, 28 de transferencia de masa están dispuestas en cuadrantes separados de la bandeja anular en la realización ilustrada, de modo que cada cubierta de transferencia de masa está dispuesta adyacente a, al menos, otras dos cubiertas de transferencia de masa. La bandeja 10 con bajante de paso múltiple incluye además una bajante central 30 dispuesta a lo largo de un eje central 31 de la bandeja anular 10 entre dos de las cubiertas de transferencia de masa, y configurada para recoger y descargar el líquido que atraviesa las dos cubiertas de transferencia de masa adyacentes a una bandeja subyacente (no mostrada).

Las bandejas 10 con bajante de paso múltiple también incluyen dos bajantes 32, 34, dispuestas de forma periférica separadas del eje central 25 y dispuestas cerca del anillo 15 de soporte anular. Cada una de las bajantes 32, 34 dispuestas de forma periférica está configurada para estar cerca de, y en comunicación de fluidos con, una de las cubiertas de transferencia de masa. Como se observa en las figuras, la primera bajante 32 dispuesta de forma periférica está dispuesta cerca de la cubierta 22 de transferencia de masa, mientras que la segunda bajante 34 dispuesta de modo periférico está dispuesta cerca de la cubierta 24 de transferencia de masa. Al igual que con la bajante 30 dispuesta en el centro, cada una de las bajantes 32, 34 dispuestas de forma periférica está configurada para recoger y descargar el líquido que atraviesa la cubierta de transferencia de masa adyacente hacia una bandeja subyacente (no mostrada). En las realizaciones ilustradas, la bajante central 30 comprende un par de paredes laterales 31 y al menos una pared final 33 que conecta las paredes laterales 31 para definir un canal central 35 para el flujo de líquido descendente que sale de las bandejas 10 de bajante de paso múltiple. De forma similar, las bajantes periféricas 32, 34, incluyen también, cada una, un par de paredes laterales 36 y al menos una pared final 38 que conecta las paredes laterales 36 para definir canales periféricos 39 para el flujo de líquido descendente.

Dispuestas sobre la superficie superior 12 de bandeja se encuentran una pluralidad de vertederos 40 dispuestos cerca de cada bajante 30, 32, 34, que se dimensionan y configuran para impedir el paso del flujo de líquido transversal desde las cubiertas 22, 24, 26, 28 de transferencia de masa hasta la bajante 30, 32, 34 asociada. Cada una de las bandejas 10 con bajante de paso múltiple puede incluir también uno o más separadores 45A, 45B dispuestos en la superficie superior 12 o más alta de la bandeja, que están posicionadas y configuradas para dividir la superficie superior 12 de bandeja en cubiertas discretas de transferencia de masa. Por ejemplo, uno de los separadores 45A divide el área 22 de transferencia de masa y el área 28 de transferencia de masa, mientras que el otro separador 45B divide el área 24 de transferencia de masa y el área 26 de transferencia de masa.

Se disponen una pluralidad de estructuras de canal de líquido o canaletas inclinadas 50, 52, 54 en la superficie superior 12 o más alta de la bandeja cerca de cada bajante 30, 32, 34. Las estructuras de canal de líquido o canaletas inclinadas 50, 52, 54 están configuradas para dirigir un líquido descendente desde encima de la bandeja 10 y dispersar el líquido descendente a una o más de las cubiertas 22, 24, 26, 28 de transferencia de masa. El flujo de líquido descendente en la canaleta inclinada 50 se recibe en una cubeta 60 de recepción de líquido dispuesta sobre la superficie superior 12 o más alta de la bandeja. Una primera parte del líquido fluye desde la cubeta 60 de recepción de líquido sobre la estructura 65 de formación de burbujas a la cubierta 22 de transferencia de masa hacia la bajante 32 dispuesta de forma periférica, mientras que una segunda parte del líquido fluye desde la cubeta 60 de recepción de líquido en la dirección opuesta, sobre la estructura 65 de formación de burbujas a la cubierta 24 de transferencia de masas hacia la bajante 34 dispuesta de forma periférica.

Con respecto a las estructuras de canal de líquido o canaletas inclinadas 52, 54 dispuestas cerca de cada bajante 32, 34 dispuesta de forma periférica, el líquido descendente fluye hacia abajo de la canaleta inclinada 52 al interior de la cubeta 62 de recepción de líquido dispuesta sobre la superficie superior 12 o más alta de la bandeja y se lleva sobre la estructura 65 de formación de burbujas a la cubierta 28 de transferencia de masa hacia la bajante 30 dispuesta en el centro. De forma similar, el líquido descendente que fluye desde la canaleta inclinada 54 se recibe en la cubeta 64 de recepción de líquido también dispuesta en la superficie superior 12 o más alta de la bandeja y se lleva sobre la estructura 65 de formación de burbujas a la cubierta 26 de transferencia de masa también hacia la bajante 30 dispuesta en el centro.

Cada una de las estructuras de canal de líquido o canaletas inclinadas 50, 52, 54 ilustradas están construidas preferiblemente con un par de paredes laterales 56 que se extienden verticalmente desde la superficie superior 12 o más alta de la bandeja y una pared final 58, que conecta las paredes laterales para definir una rampa para canalizar el líquido descendente hacia la bandeja 10 y, más especialmente, a la cubeta 60, 62, 64 de recepción de líquidos asociada.

Aunque no se muestra, las bandejas 10 de bajante de paso múltiple pueden incluir además uno o más deflectores perforados dispuestos en la cubeta 60, 62, 64 de recepción de líquidos. Los deflectores perforados se configuran y sitúan en ubicaciones específicas de la cubeta 60, 62, 64 de recepción de líquidos para ralentizar el líquido descendente y mejorar la distribución del líquido recibido en las áreas de transferencia de masa.

La realización preferida de la bandeja 10 de bajante de paso múltiple es una bandeja de tamiz, en donde las aberturas en las cubiertas de transferencia de masa comprenden una pluralidad de pequeños orificios 29. De forma alternativa, como se muestra en las Figuras 4A a 4G, las bandejas de bajante de paso múltiple pueden ser bandejas de válvula, en donde las aberturas en cada una de las cubiertas de transferencia de masa comprenden además una pluralidad de aberturas con válvulas móviles 72 dispuestas sobre las aberturas, una válvula fija 74 dispuesta sobre las aberturas, una válvula de jaula 76. Además, las bandejas de bajante de paso múltiple pueden ser una bandeja de campana de formación de burbujas que tiene una pluralidad de dispositivos 78 de tapa de de burbujas, tal como se muestra en las Figuras 4H y 4I, dispuestos en las cubiertas de transferencia de masa sobre las aberturas 70.

Opcionalmente, algunas de las aberturas en las cuatro cubiertas 22, 24, 26, 28 de transferencia de masa comprenden además ranuras 80 que dirigen el vapor, o válvulas direccionales 82, como se muestra en las Figs. 4J y 4K, orientadas para favorecer el movimiento de líquido a través de la cubierta de transferencia de masa a la bajante correspondiente. Por ejemplo, las ranuras 80 que dirigen el vapor en la cubierta 22 de transferencia de masa están orientadas para favorecer el movimiento de líquido hacia la bajante 32 dispuesta de forma periférica (dirección de la flecha A). De forma similar, las ranuras 80 que dirigen el vapor en la cubierta 24 de transferencia de masa están orientadas para favorecer el movimiento de líquido en dirección opuesta hacia la bajante 34 dispuesta de forma periférica (dirección de la flecha B). Cualquier ranura 80 que dirige el vapor en las cubiertas 26, 28 de transferencia de masa está orientada para favorecer el movimiento de líquido hacia la bajante 30 dispuesta en el centro (direcciones de la flecha C y la flecha D, respectivamente).

Con o sin las ranuras 80 que dirigen el vapor, los patrones de flujo de bandeja descritos anteriormente están diseñados de modo que el flujo de líquido que atraviesa cada una de las cuatro cubiertas 22, 24, 26, 28 de transferencia de masa esté en dirección opuesta al flujo de líquido que atraviesa las dos secciones de transferencia de masa adyacentes. Por ejemplo, el movimiento de líquido en la cubierta 22 de transferencia de masa (dirección de la flecha A) hacia la bajante 32 dispuesta de forma periférica es opuesto al movimiento de líquido en la cubierta 24 de transferencia de masa (dirección de la flecha B) y opuesto al movimiento del líquido en la cubierta 28 de transferencia de masa (dirección de la flecha D). De forma similar, el movimiento de líquido en la cubierta 24 de transferencia de masa (dirección de la flecha B) hacia la bajante 34 dispuesta de forma periférica es opuesto al movimiento de líquido en la cubierta 22 de transferencia de masa (dirección de la flecha A) y opuesto al movimiento de líquido en la cubierta 26 de transferencia de masa (dirección de la flecha C). Asimismo, el movimiento de líquido en la cubierta 26 de transferencia de masa (dirección de la flecha C) hacia la bajante 30 dispuesta en el centro es opuesto al movimiento de líquido en la cubierta 24 de transferencia de masa (dirección de la flecha B) y opuesto al movimiento del líquido en la cubierta 28 de transferencia de masa (dirección de la flecha D). Por último, el movimiento de líquido en la cubierta 28 de transferencia de masa (dirección de la flecha D) hacia la bajante 30 dispuesta en el centro es opuesto al movimiento de líquido en la cubierta 26 de transferencia de masa (dirección de la flecha C) y opuesto al movimiento de líquido en la cubierta 22 de transferencia de masa (dirección de la flecha A).

Las bandejas de bajante de paso múltiple descritas anteriormente son especialmente adecuadas para su uso en una columna de transferencia de masa, en donde una pluralidad de las bandejas se disponen en una orientación apilada dentro de la columna de transferencia de masa. Cuando están dispuestas alineadas verticalmente, de modo que la bajante central, las bajantes periféricas, así como las cubiertas de transferencia de masa respectivas y las canaletas inclinadas de bandejas adyacentes estén alineadas verticalmente, la disposición logra la disposición de flujo paralelo del tipo caso 2 de Lewis. En otras palabras, el flujo de líquido a través de cada una de las cuatro cubiertas de transferencia de masa en bandejas sucesivas (es decir, superiores e inferiores) está en la misma dirección. La presente invención combina de forma ventajosa una disposición de flujo paralelo entre bandejas sucesivas o adyacentes junto con una disposición de flujo de paso múltiple en una bandeja determinada. Como resultado de ello, la eficiencia de la transferencia de masa de la columna que tiene las bandejas de paso múltiples descritas anteriormente, que están alineadas verticalmente, mejora mucho en comparación con los diseños de bandeja convencionales debido a las trayectorias de flujo más cortas en promedio (para una columna de tamaño similar), a la carga reducida del vertedero y a una fuerza impulsora uniforme para la transferencia de masa en todas las cubiertas de transferencia de masa en una bandeja determinada o en las cubiertas de transferencia de masa alineadas verticalmente.

Una realización de la columna de transferencia de masa gas-vapor, comprende una columna que tiene una pared cilíndrica que tiene una superficie interior y una pluralidad de las bandejas de bajante de paso múltiple descritas anteriormente unidas a la superficie interior de la pared cilíndrica. La pluralidad de bandejas de bajante de paso múltiple

están alineadas verticalmente y, preferiblemente, conectadas a las bandejas adyacentes verticalmente a través de una pluralidad de varillas de conexión (no mostradas) para proporcionar estabilidad estructural al interior de la columna.

5 El flujo de líquido que atraviesa cada una de las cubiertas de transferencia de masa en una primera bandeja está en una disposición de flujo de paso múltiple con respecto a las otras cubiertas de transferencia de masa de esta primera bandeja y también está en una trayectoria de flujo de tipo paralelo con relación a las cubiertas de transferencia de masa sucesivas en vertical de bandejas adyacentes en la columna dispuesta por encima y/o debajo de la primera bandeja. A medida que el líquido desciende a través de bandejas sucesivas en la columna, el líquido descendente también avanza en una trayectoria de flujo en forma de serpentín o semicircular hacia abajo a través de la columna.

10

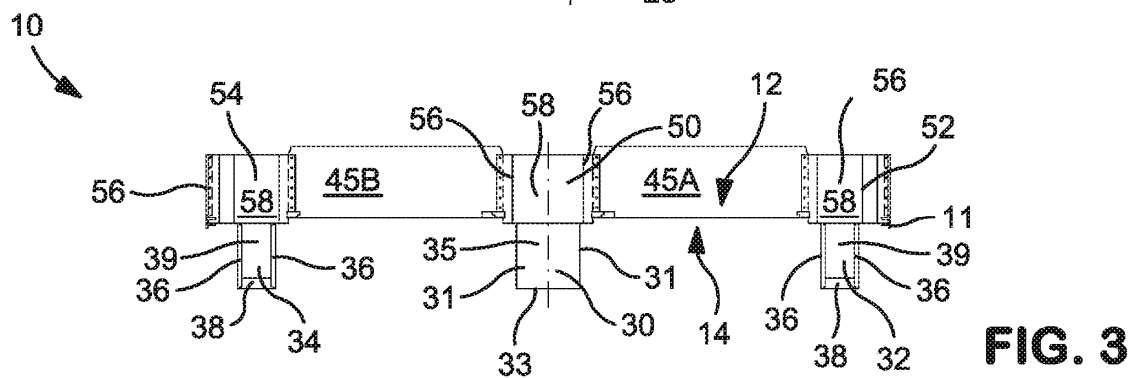
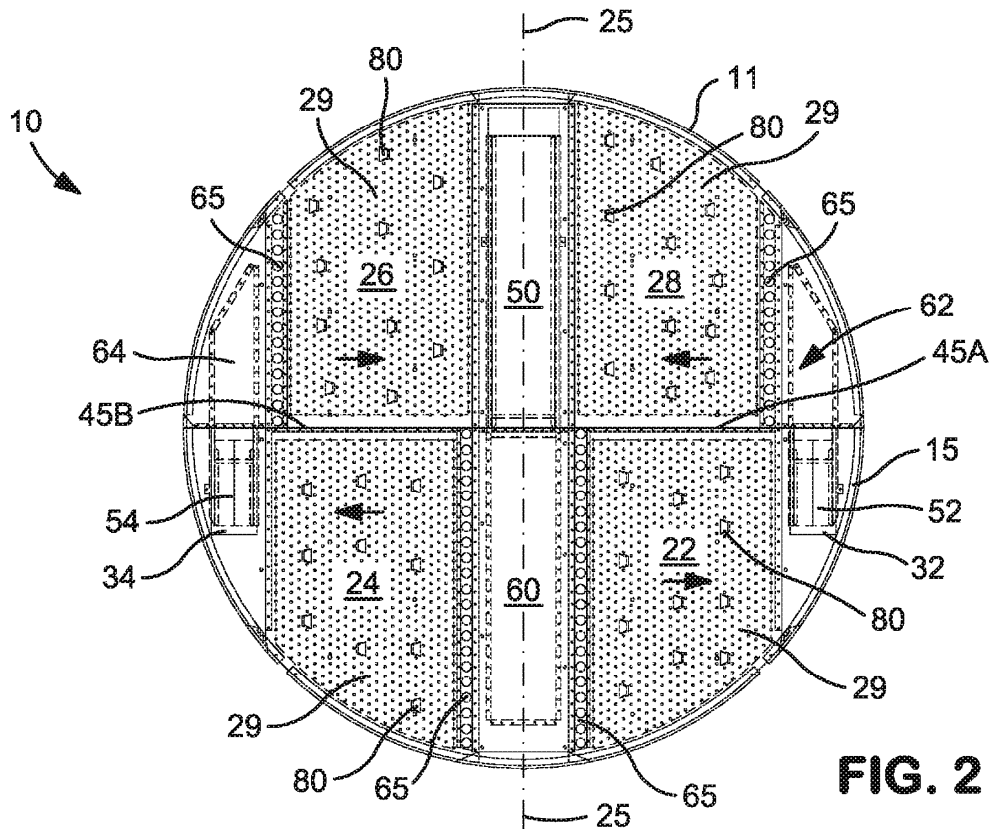
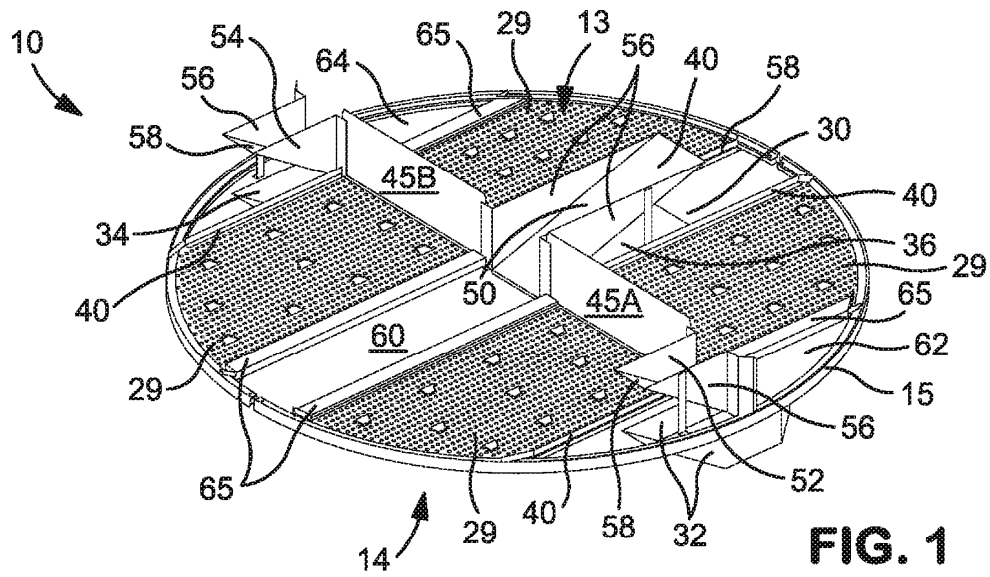
REIVINDICACIONES

1. Una bandeja (10) de bajante de paso múltiple para flujo paralelo en bandejas sucesivas en una columna de transferencia de masa que comprende:
una bandeja anular (10) que tiene una superficie (12) de bandeja;
un anillo (15) de soporte anular unido a la bandeja;
al menos cuatro cubiertas (22, 24, 26, 28) de transferencia de masa en la superficie (12) de bandeja de la bandeja anular (10) y cada una de las al menos cuatro cubiertas de transferencia de masa tiene una pluralidad de aberturas (29) a través de la superficie de bandeja, y en donde cada cubierta de transferencia de masa se dispone de forma adyacente al menos a otras dos cubiertas de transferencia de masa y se configuran para proporcionar contacto entre un vapor ascendente que pasa a través de las aberturas y un líquido transversal en la superficie de bandeja;
uno o más separadores (45A, 45B) dispuestos en la superficie (12) de bandeja y configurados para dividir la superficie de bandeja en las al menos cuatro cubiertas (22, 24, 26, 28) de transferencia de masa; y
una pluralidad de bajantes configuradas para recoger y descargar el líquido desde las cubiertas (22, 24, 26, 28) de transferencia de masa, incluyendo una o más bajantes centrales (30) dispuestas cerca de un eje central (25) de la bandeja (10) anular y dos o más bajantes periféricas (32, 34) dispuestas cerca del anillo (15) de soporte anular y separadas del eje central, en donde cada bajante periférica incluye estructuras de canalización de líquidos o canaletas (52, 54) con rampas para canalizar el líquido descendente y la bajante central incluye una estructura de canalización de líquidos o canaleta (50) con rampas para canalizar el líquido descendente;
en donde las bajantes periféricas (32, 34) están configuradas para dirigir el flujo de líquido descendente desde un lugar de recogida (22,24) en una de las al menos cuatro cubiertas (22, 24, 26, 28) de transferencia de masa hasta un lugar de descarga (26,28) debajo de una cubierta de transferencia de masa adyacente, y la bajante central (30) está configurada para dirigir el flujo de líquido descendente desde un lugar de recogida (26,28) próximo a un eje central (25) y entre dos cubiertas de transferencia de masa adyacentes hasta un lugar de descarga (22,24) opuesto al lugar de recogida pero próximo al eje central y debajo de otras dos cubiertas de transferencia de masa adyacentes;
en donde al menos dos de las al menos cuatro cubiertas (22, 24, 26, 28) de transferencia de masa están configuradas para descargar el líquido que las atraviesa en las dos o más bajantes periféricas (32, 34) y al menos dos de las al menos cuatro cubiertas de transferencia de masa están configuradas para descargar el líquido que las atraviesa en la una o más bajantes centrales (30); y
en donde el flujo de líquido que atraviesa cada una de las al menos cuatro cubiertas (22, 24, 26, 28) de transferencia de masa está en la dirección opuesta al flujo de líquido que atraviesa en al menos dos cubiertas de transferencia de masa adyacentes.
2. La bandeja de bajante de paso múltiple para flujo paralelo en bandejas sucesivas en una columna de transferencia de masa de la reivindicación 1, en donde la bandeja (10) es una bandeja de tamiz y las aberturas (29) en las cubiertas (22, 24, 26, 28) de transferencia de masa comprenden además una pluralidad de orificios.
3. La bandeja de bajante de paso múltiple para flujo paralelo en bandejas sucesivas en una columna de transferencia de masa de la reivindicación 1, en donde la bandeja es una bandeja de tapa de formación de burbujas que comprende una pluralidad de dispositivos de tapa de burbujas dispuestos en las cubiertas de transferencia de masa.
4. La bandeja de bajante de paso múltiple para flujo paralelo en bandejas sucesivas en una columna de transferencia de masa de la reivindicación 1, en donde las aberturas en las cubiertas (22, 24, 26, 28) de transferencia de masa comprenden además ranuras (80) que dirigen el vapor en la superficie de bandeja para favorecer el movimiento de líquido a través de la cubierta de transferencia de masa.
5. La bandeja de bajante de paso múltiple para flujo paralelo en bandejas sucesivas en una columna de transferencia de masa de la reivindicación 1, en donde las bajantes periféricas (32, 34) comprenden además un par de paredes laterales (36) y al menos una pared final (38) que conecta las paredes laterales para definir un canal periférico (39) para el flujo de líquido descendente.
6. La bandeja de bajante de paso múltiple para flujo paralelo en bandejas sucesivas en una columna de transferencia de masa de la reivindicación 1, en donde una o más bajantes centrales (30) comprenden además un par de paredes laterales (31) y al menos una pared final (33) que conecta las paredes

laterales para definir un canal central (35) para el flujo de líquido descendente que sale de la bandeja (10) de bajante de paso múltiple.

7. Una columna de transferencia de masa que comprende:

- 5 una columna que tiene una pared cilíndrica que tiene una superficie interior y una superficie exterior;
- 10 una pluralidad de bandejas (10) de bajante de paso múltiple, según se define en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, unidas a la superficie interior de la pared cilíndrica y dispuestas en una orientación apilada dentro de la columna;
- en donde el flujo de líquido está en una trayectoria de flujo de tipo paralelo en cubiertas de transferencia de masa sucesivas en vertical de bandejas de bajante de paso múltiple adyacentes en la columna; y
- 15 en donde a medida que el líquido desciende a través de bandejas de bajante de paso múltiple sucesivas en la columna, el líquido descendente avanza en una trayectoria de flujo en forma de serpentin o semicircular hacia abajo a través de la columna.



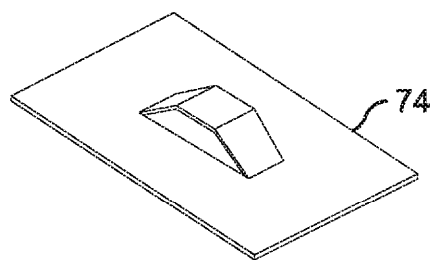


FIG. 4A

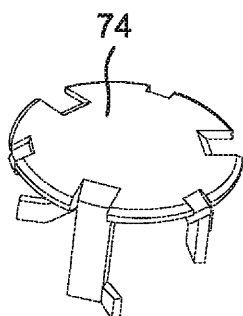


FIG. 4B

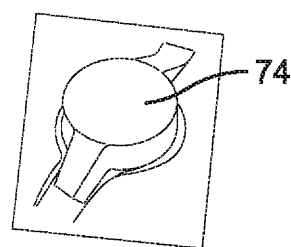


FIG. 4C

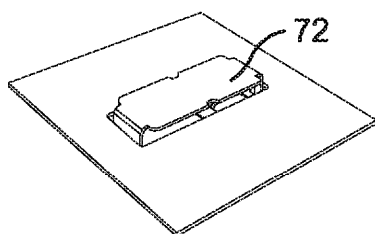


FIG. 4D

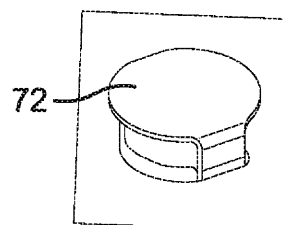


FIG. 4E

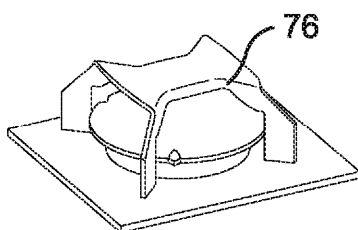


FIG. 4F

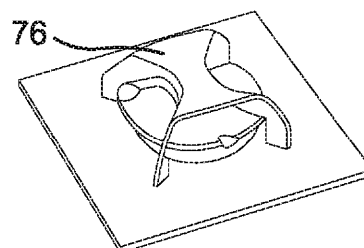


FIG. 4G

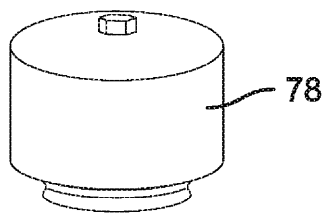


FIG. 4H

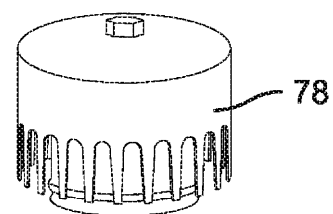


FIG. 4I

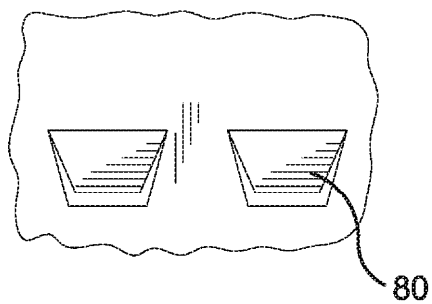


FIG. 4J

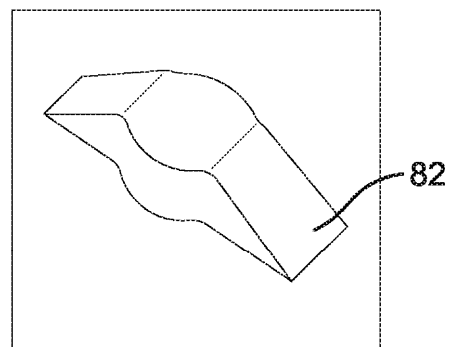


FIG. 4K