

(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS
ESPAÑA



(11) Número de publicación: **2 551 140**

(51) Int. Cl.:

B01D 1/06

(2006.01)

F28D 7/16

(2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.01.2010 E 10700502 (7)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.08.2015 EP 2385868**

(54) Título: **Evaporador por termosifón**

(30) Prioridad:

12.01.2009 EP 09150390

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

16.11.2015

(73) Titular/es:

HEATMATRIX GROUP B.V. (100.0%)

De Ooyen 15

4191 PB Geldermalsen, NL

(72) Inventor/es:

**POSTMA, RON;
VAN DEN BERG, BART;
SAKKO, ROBERT y
DIKHOFF, HANS CONSTANT**

(74) Agente/Representante:

PONTI SALES, Adelaida

ES 2 551 140 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

Evaporador por termosifón

5 **[0001]** La presente invención se refiere a un evaporador que puede aplicarse ventajosamente en procesos de destilación multiefecto (MED).

10 **[0002]** Los procesos de destilación multiefecto (MED) se han usado en la industria de la evaporación de zumos, para concentrar una sustancia, la producción de sales y para la destilación de agua salada y marina para la producción de agua dulce, para la desalación de agua de mar, aguas salobres y, en general cualquier sólido disuelto que contiene agua o líquido, con el fin de producir agua dulce. En un proceso MED, sólo se evapora una parte de un líquido suministrado sometido a las superficies de transferencia de calor. Cada fase del proceso MED, también denominado "efecto" trabaja a una presión diferente. El líquido restante de cada efecto, normalmente denominado salmuera, se suministra a la entrada de líquido del siguiente efecto o etapa, donde de nuevo una parte del mismo se evapora en forma de vapor. El vapor producido en un efecto también se pasa al siguiente efecto y se calentará hasta hervir el líquido restante al siguiente efecto debido a las diferencias de temperatura entre ellos. Se muestran ejemplos de configuraciones MED en las Pat. de Estados Unidos Nº 3.245.883, 3.884.767, 3.261.766, 3.021.265.

20 **[0003]** Para transferir calor se emplean intercambiadores de tipo carcasa y tubo, intercambiadores de tipo placa o haces de tubos con boquillas de pulverización. Con frecuencia, estos intercambiadores están hechos de materiales resistentes a la corrosión de metal, como titanio y similares. Las desventajas conocidas de estos diseños basados en metales son su sensibilidad a la suciedad y la descamación y que son únicamente atractivos económicamente a gran escala.

25 **[0004]** Se han desarrollado nuevos tipos de evaporadores (o condensadores) para explicar estas desventajas. Estos nuevos tipos aplican plásticos como polipropileno, cloruro de polivinilo y etileno polivinílico para reducir el coste material y evitar el escalamiento. El comportamiento sin escalamiento de los plásticos es conocido en toda la industria. Sin embargo, los plásticos son menos termoconductores en comparación con los metales que dan como resultado el requisito de separar los fluidos por una pared muy delgada para ser de cualquier uso práctico. El 30 documento WO2005/071339 desvela un intercambiador de calor con módulos de plástico unidos entre sí.

[0005] El documento GB 1.157.301 ha desvelado un evaporador para la evaporación que emplea tubos de plástico, hecho de película de polietileno flexible, con una película líquida de evaporación descendente en el exterior y vapor de condensador en el interior de los tubos. También se menciona que son necesarias tuberías verticales 35 para facilitar el soporte necesario.

[0006] El documento CN 101012071 ha desvelado también un evaporador de película descendente que utiliza una película de plástico para la construcción de la trayectoria del flujo para el vapor de condensación. Las trayectorias de flujo se conectan de acuerdo con una configuración tipo "colchón" en la que el líquido se distribuye 40 para crear una película líquida.

[0007] Se describe un diseño de "colchón" de plástico alternativo se describe por T.N. Scheffler y A.J. Leao en "Fabrication of polymer film heat transfer elements for energy efficient multi-effect distillation". La última referencia también describe la principal desventaja de los evaporadores de película descendente de plástico, que es la 45 característica no humectante del plástico. Cuando la superficie de transferencia de calor de plástico no está suficientemente húmeda por el líquido respectivo, entonces la zona de transferencia de calor eficaz será mucho menor. Además, el coeficiente de transferencia de calor será inferior debido a las características no humectantes del plástico y la velocidad relativamente baja de la película líquida descendente.

50 **[0008]** Otra desventaja de los evaporadores de pared fina de plástico conocidos es que no cada trayectoria del flujo del primer fluido (vapor) está rodeada por la trayectoria del flujo del otro fluido (vapor-líquido) en la mayor medida. Por lo tanto, la configuración tipo "colchón" conocida da como resultado un área de transferencia de calor eficaz inferior por volumen y también conducirá a problemas de estabilidad y resistencia cuando los tubos del colchón tienen varios metros de longitud. Finalmente, las boquillas de pulverización u otros distribuidores de película 55 líquida pueden taparse rápidamente cuando el líquido de evaporación contiene fragmentos sólidos y/o de escalamiento.

[0009] Es obvio que los diseños que se han analizado anteriormente y sus procesos de montaje son complicados, engorrosos, laboriosos, lentos y, por lo tanto costosos, ofreciendo un producto final subóptimo con

respecto a sus propiedades de transferencia de calor finales.

[0010] Un objeto de la presente invención es eliminar una o más de estas desventajas.

5 **[0011]** Más particularmente, un objeto es proporcionar un evaporador, preferiblemente hecho de material plástico, que tenga mejores propiedades humectantes de la superficie de transferencia de calor y/o un mejor coeficiente de transferencia de calor.

10 **[0012]** Otro objeto es proporcionar un evaporador con disposiciones internas para separar el líquido en 10 circulación del vapor generador.

15 **[0013]** Otro objeto más es proporcionar un evaporador, preferiblemente hecho de material plástico debido a sus propiedades anti-suciedad y anti-corrosión favorables y, a pesar de sus deficientes propiedades de transferencia de calor, permitiendo una mejora de la resistencia total y la estabilidad con el fin de mantener el bajo espesor de 15 pared en vista de la transferencia de calor.

20 **[0014]** Aún otro objeto es proporcionar un evaporador que tiene una configuración estable y fuerte, en el que la estabilidad y la resistencia se consiguen principalmente por el diseño general y dependen en menor medida de la naturaleza de la naturaleza de los materiales de construcción y los espesores de los mismos que el diseño general.

[0015] Aún otro objeto es proporcionar un evaporador, que es fácil de fabricar, en particular de montar a partir de partes modulares y de desmontar si es necesario.

25 **[0016]** Otro objeto es proporcionar un evaporador que tiene una elevada área de transferencia de calor sobre 25 la relación en volumen (m^2/m^3).

[0017] Aún otro objeto es proporcionar un evaporador de escala industrial que permite el uso de medios corrosivos como fluidos de partida, tal como agua de mar y reducir el riesgo de ensuciamiento.

30 **[0018]** Un evaporador de acuerdo con la invención se define en la reivindicación 1, un conjunto de dos o más evaporadores en la reivindicación 9, mientras que un método de evaporación de acuerdo con la invención se reivindica en la reivindicación 10. Las realizaciones preferidas se definen en las reivindicaciones dependientes.

35 **[0019]** El evaporador para el intercambio térmico entre fluidos comprende un alojamiento que tiene al menos una entrada y al menos una salida para cada fluido. La entrada y la salida para cada fluido se conectan entre sí por una trayectoria del flujo. La trayectoria del flujo de un primer fluido comprende múltiples módulos de intercambio térmico que comprenden al menos un tubo hueco longitudinal. Los módulos se disponen en una pila separada del alojamiento dejando libre un hueco, cuya función se explica a continuación. Preferiblemente, la pila comprende una configuración matricial de al menos dos columnas de tubos longitudinales y al menos dos filas de tubos 40 longitudinales. Se proporciona un módulo con al menos un conector para la conexión a un conector cooperante de un módulo adyacente. El hueco entre el alojamiento y la pila define al menos una zona de reciclado de líquido para contener el segundo fluido y una zona de separación de fases para separar una fase de vapor y una fase líquida del segundo fluido. El espacio encerrado entre los módulos adyacentes, más precisamente el espacio entre los tubos longitudinales de módulos adyacentes y conectores asociados, define una trayectoria del flujo para un segundo 45 fluido, en paralelo a la trayectoria del flujo para el primer fluido. Dicho hueco y este espacio están en comunicación fluida entre sí.

50 **[0020]** De acuerdo con la presente invención, se proporciona un evaporador que concentra una mezcla de administración de líquido en una denominada salmuera extrayendo simultáneamente al mismo tiempo los componentes de ebullición inferiores de la alimentación, con frecuencia el disolvente de una sal que contiene alimentación tipo agua. El producto esperado puede ser los componentes de ebullición inferiores, tales como agua, por ejemplo en proceso de desalación, o la salmuera concentrada, por ejemplo en la purificación de zumo. En otras palabras, el evaporador actúa como un purificador y un concentrador. Este evaporador puede aplicarse más ventajosamente en procesos denominados de destilación multiefecto donde el vapor generado del segundo fluido de 55 un primer evaporador se usa como una fuente de calor (primer fluido) en un evaporación próximo que funciona a una presión y temperatura ligeramente inferior para permitir la transferencia de calor. Con la destilación multiefecto, el efecto de concentración o de purificación se multiplica de acuerdo con el número de evaporadores en serie.

[0021] El evaporador de acuerdo con la presente invención es especialmente ventajoso cuando se hace de

material plástico debido al flujo de circulación interna conducido por la entrada de calor al evaporador, que humedece totalmente la superficie de transferencia de calor del plástico en su totalidad. Esta circulación de un fluido se produce cuando un líquido suministrado a una pata descendente del evaporador se evapora parcialmente en una pata ascendente que da como resultado una densidad media inferior de la mezcla vapor/líquido generada. En esta memoria descriptiva, este flujo circulante del segundo fluido se denomina el efecto por termosifón. Para un flujo de circulación estable es importante tener una separación adecuada de la mezcla vapor-líquido que sale de la pata ascendente - en otras palabras el extremo superior del espacio que define la segunda trayectoria del flujo - en sus componentes y un retorno del líquido a la zona de reciclado de líquido (pata descendente) con el fin de crear suficiente cabeza estática de líquido para compensar la pérdida de presión. Por este motivo, el evaporador de acuerdo con la invención está dotado de una zona de separación de vapor-líquido, una trayectoria del flujo para el líquido de retorno y una distancia mínima entre la entrada de la pata ascendente - definiendo el extremo inferior del espacio la segunda trayectoria del flujo - y la salida de la salmuera con el fin de proporcionar una cabeza estática líquida. El alojamiento contiene al menos una entrada y una salida para el primer fluido tal como vapor, al menos una entrada para el segundo fluido normalmente sólidos (disueltos o dispersos) que contienen líquido, al menos una salida para el vapor y el líquido del segundo fluido, más preferiblemente una salida para la fase líquida y una salida para la fase de vapor del segundo fluido.

[0022] En una realización preferida de la presente invención la salida de la fase de vapor del segundo fluido se sitúa por encima de la entrada del segundo fluido. La entrada del segundo fluido puede situarse por encima de la salida de la fase líquida del segundo fluido. Más preferiblemente, la entrada del segundo fluido se sitúa por debajo de la salida de la fase líquida del segundo fluido con el fin de impedir la vaporización instantánea en la entrada.

[0023] En una realización preferida de acuerdo con la invención, la separación vapor-líquido se mejora por la aplicación de medios físicos, en particular para generar fuerzas centrífugas, tales como un álabe con forma de ciclón alrededor de la salida de vapor-líquido para el segundo fluido y/o una cámara de distribución y de separación de vapor-líquido combinada de un evaporador posterior.

[0024] Las trayectorias de flujo del evaporador de acuerdo con la presente invención se sitúan preferiblemente en una posición vertical. En una realización alternativa de la invención, las trayectorias de flujo del evaporador se sitúan en una posición horizontal o bajo un pequeño ángulo, tal como menos de 15 grados.

[0025] En otra realización preferida más de acuerdo con la invención una placa perforada (placa de restricción con orificios) se sitúa alrededor de la pila de módulos que separan la zona de reciclado de la zona de separación de fases. La fase de líquido circulante del segundo fluido se recoge en esta placa de restricción y se redirige al lado del alojamiento donde la entrada del segundo fluido se sitúa para la mezcla óptima con un segundo fluido fresco. El flujo se orienta en ascendente debido a la gravedad. La placa de restricción también permite una evaporación preferida en el interior de la pila de módulos en lugar de evaporación de líquido bajo la placa de restricción en condiciones de partida. En otras palabras, la placa perforada actúa como un sello líquido. Otros ejemplos de medios para proporcionar un sello líquido comprenden una válvula móvil o cazo de sellado.

[0026] En otra realización preferida más un álabe con forma de ciclón y la placa perforada (que actúa como un sello líquido) se combinan en una única pieza.

[0027] De acuerdo con la presente invención se proporciona un evaporador para el intercambio térmico entre fluidos, en particular entre un vapor y un líquido que comprende sólidos disueltos o dispersos, que comprende un alojamiento que tiene una entrada y una salida para el primer fluido conectadas entre sí por una trayectoria del flujo. El alojamiento también tiene una entrada y una salida, preferiblemente dos salidas, para el segundo fluido conectadas entre sí por una trayectoria del flujo. La trayectoria del flujo de un primer fluido comprende múltiples módulos de intercambio térmico que comprenden al menos un tubo hueco longitudinal, donde los módulos se disponen en una pila - preferiblemente una configuración matricial que comprende al menos dos columnas de tubos longitudinales y al menos dos filas de tubos longitudinales -, donde se proporciona un módulo con al menos un conector para su conexión a un conector cooperante de un módulo adyacente, de tal forma que el espacio encerrado entre los módulos adyacentes define una trayectoria del flujo para un segundo fluido, en paralelo a la trayectoria del flujo para el primer fluido. En el evaporador de acuerdo con la invención se dispone una pluralidad de módulos en un alojamiento que tiene una entrada y una salida para cada fluido. Un módulo comprende al menos un tubo hueco longitudinal. Los tubos juntos establecen una trayectoria del flujo para un primer fluido de la entrada respectiva a la salida cooperante en comunicación fluida con los mismos. También se proporciona un módulo con al menos un conector para la conexión a un módulo adyacente que también se proporciona con un conector que coopera con el primer conector mencionado. Debido a estos medios de conexión cooperantes, el evaporador de acuerdo con la

invención puede fabricarse fácilmente a partir de una pluralidad de módulos. Además, se permite un fácil reemplazo en caso de un funcionamiento inadecuado. Ventajosamente, cada módulo se proporciona con uno o más conectores, preferiblemente integrados con el tubo longitudinal, más preferiblemente extendiéndose básicamente sobre la longitud completa de los mismos, para su conexión a un conector cooperante de cada módulo adyacente.

- 5 En esta realización, la pila resultante o la configuración matricial es una disposición autosuficiente. En una realización preferida adicional, los módulos se disponen en una configuración matricial rectangular de tal forma que las paredes exteriores de los tubos longitudinales y los conectores de dos o más módulos, preferiblemente cuatro, encierran un espacio que se extiende en la dirección de los tubos longitudinales de los módulos. Debido a las conexiones tridimensionales entre los módulos en la matriz, la resistencia y la estabilidad de los mismos es elevada.
- 10 Como resultado el espesor de pared de los tubos longitudinales puede ser bajo manteniendo así las propiedades de transferencia de calor a un nivel favorable, incluso si los módulos se fabrican a partir de un material de partida que tiene un deficiente coeficiente de transferencia térmica tal como plástico. Los conectores cooperantes de diferentes módulos son particiones que separan espacios adyacentes que forman la trayectoria del flujo para un segundo fluido. Tal trayectoria del flujo conecta de forma fluida el espacio entre el alojamiento y una pila de los módulos y la
- 15 entrada y salida o salidas para dicho segundo fluido. Al igual que durante el uso el mismo segundo fluido fluye a diferentes lados de los conectores bajo básicamente las mismas condiciones de flujo, estos conectores no necesitan medios de sellado en la dirección longitudinal. Las paredes externas de los tubos longitudinales forman una barrera impermeable que separa el primer y el segundo fluido entre los que se intercambia el calor. Debido al diseño en el que un tubo longitudinal para un primer fluido se rodea en todos los lados longitudinales por el espacio o los
- 20 espacios para un segundo fluido se obtiene un evaporador compacto que tiene un área de transferencia de calor elevada sobre una relación en volumen (m^2/m^3). Además, los costes de fabricación pueden mantenerse a un bajo nivel en comparación con los evaporadores que requieren un método laborioso para el acoplamiento de varios módulos.

25 **[0028]** Ventajosamente, los módulos usados en el evaporador de acuerdo con la invención están hechos en una pieza de plástico, preferiblemente de un material termoplástico, más preferiblemente por extrusión.

[0029] El plástico es menos sensible al ensuciamiento y el escalamiento, lo que de otro modo afectaría a la transferencia de calor. Ya que los conectores y la configuración matricial se atribuyen a la resistencia y la estabilidad, 30 el espesor de pared de los tubos longitudinales puede mantenerse bajo, permitiendo de este modo una transferencia de calor razonablemente elevada a pesar del hecho de que la conductividad del calor térmico para los plásticos sea baja en comparación con materiales termoconductores como los metales. Además, debido al diseño y el funcionamiento por termosifón, las propiedades no humectantes desventajosas del plástico se compensan suficientemente. Por lo tanto, es posible un diseño compacto de un evaporador. Cuando la resistencia contra la 35 corrosión es menos importante, el evaporador también puede fabricarse a partir de metales, aleaciones de metales y carbono, ya que estos tipos de materiales son preferidos en vista de la transferencia de calor. Debido al diseño general del evaporador como se ha descrito anteriormente y la estabilidad y resistencia resultante, el grosor de la pared de los tubos longitudinales puede mantenerse bajo para los materiales de plástico en vista de las propiedades de transferencia de calor, mientras que para los materiales caros como el titanio, el coste de los tubos longitudinales

40 puede reducirse ya que la cantidad de material necesario es baja.

[0030] Un tubo longitudinal, más precisamente el lumen del mismo, es parte de la trayectoria del flujo para un primer fluido. Un "espacio" encerrado por los módulos montados proporciona una trayectoria del flujo para un segundo fluido. Con fines de comodidad, el adjetivo "primer" se usará en esta memoria descriptiva para indicar 45 partes del evaporador destinadas a un primer fluido durante el uso. De forma similar, el adjetivo "segundo" se usará en esta memoria descriptiva para indicar partes del evaporador destinadas a un segundo fluido durante el uso.

[0031] En el evaporador, las principales direcciones de los flujos del primer y el segundo flujo son paralelas entre sí, preferiblemente en direcciones opuestas tales como en un evaporador a contracorriente que tiene un 50 rendimiento total mayor que un evaporador de flujo cruzado o una equicorriente y contracorriente alternativamente como en un evaporador de pasos múltiples.

[0032] Ventajosamente, un módulo está hecho de un material de plástico, reduciendo así el riesgo de corrosión, así como la aparición de suciedad. Estas características son significativas, donde uno o más de los fluidos 55 entre los que el intercambio de calor ha de tener lugar, es agresivo, tal como corrosivos, por ejemplo, cuando el fluido de refrigeración para una corriente caliente en una planta química es un líquido que comprende una o más sales como agua de mar. Los módulos usados en el evaporador de acuerdo con la invención pueden fabricarse fácilmente por extrusión del material (metal o plástico, siendo el último preferido) en una longitud deseada. En la práctica, un evaporador a escala industrial puede tener una longitud de hasta 10 metros o más. Preferiblemente, un

módulo tiene una longitud adecuada correspondiente a la dimensión longitudinal del alojamiento, no requiriendo de este modo montar más de un módulo uno tras otro en la dirección longitudinal del evaporador. Cuando la longitud de un módulo se limita por la técnica de fabricación, varios de dichos módulos pueden disponerse uno tras otro en la dirección de una trayectoria del flujo usando medios de acoplamiento adecuados.

5

[0033] En comparación con los evaporadores como se desvela en la técnica anterior que se ha analizado anteriormente, el número de soldaduras y similares para montar la pluralidad de módulos disminuye, lo que hace más fácil y menos costosa la fabricación.

10 **[0034]** En el evaporador de acuerdo con la invención, los módulos se disponen preferiblemente en una configuración matricial que comprende al menos dos columnas de tubos longitudinales y al menos dos filas de tubos longitudinales. Más preferiblemente, una columna y una fila pueden comprender de decenas a centenares de tubos longitudinales en vista de la capacidad y el área de transferencia de calor.

15 **[0035]** Preferiblemente, un tubo longitudinal tiene una sección transversal circular que proporciona un área de transferencia de calor elevada sobre la relación en volumen con respecto al diámetro hidráulico. Además, los extremos de los tubos circulares se sellan fácilmente de forma similar a través de perforaciones y similares de los paneles de la cabecera/distribuidor/colector que se analizarán en el presente documento a continuación debido a la forma circular. Además, la extensión, si se requiere, puede proporcionarse por secciones de tubo (circulares) que 20 tienen las dimensiones apropiadas. Al igual que para el espesor de pared, cuanto más fina mejor. Se prefieren tubos de pared fina largos pero de pequeño diámetro, por ejemplo, tubos que tengan un espesor de pared en el orden de magnitud de 0,1 mm, típicamente 0,01-1 mm, pero preferiblemente menor de 0,1 mm.

25 **[0036]** Ventajosamente, un conector se extiende sustancialmente sobre toda la longitud de un módulo, en paralelo al eje longitudinal de un módulo. De esta manera, los conectores sirven como soportes para otros módulos sobre toda la longitud, proporcionando de este modo un bloque de intercambio de calor estable y fuerte. Dichos conectores que se extienden longitudinalmente también pueden fabricarse fácilmente por extrusión. Preferiblemente, un módulo que comprende al menos un tubo y conectores respectivos está hecho en una pieza.

30 **[0037]** Preferiblemente, un módulo tiene al menos un conector macho y al menos un conector hembra. Un encaje a presión es un ejemplo adecuado de conectores macho y hembra cooperantes. Una nervadura o aleta es un conector macho adecuado, mientras que dos nervaduras o aletas separadas establecen un conector hembra adecuado. Como se ha dicho anteriormente en el presente documento, no se requiere el sellado entre los espacios adyacentes. Si es necesario, la superficie externa de tal nervadura que actúa como un conector macho puede tener 35 uno o más salientes que coinciden con los rebajes correspondientes en las superficies internas opuestas entre sí de las nervaduras que actúan como un conector hembra.

40 **[0038]** En una realización preferida particular, un módulo comprende un tubo longitudinal y sus conectores asociados. Tal módulo puede manipularse de forma relativamente fácil y permite un intercambio fácil si es necesario sin desvirtuar los otros módulos apilados y conectados.

45 **[0039]** Ventajosamente, el tubo longitudinal se proporciona con al menos dos conectores, siendo el ángulo entre los conectores adyacentes inferior a 180 grados, preferiblemente cuatro conectores en un ángulo de 90 grados. La última realización permite una configuración matricial principal rectangular particularmente estable que tiene un área de transferencia de calor elevada sobre una relación en volumen (m^2/m^3), mientras que la periferia puede tener cualquier forma.

50 **[0040]** En una realización alternativa, un módulo comprende al menos dos tubos longitudinales conectados entre sí en una configuración de lado a lado por una red de interconexión de material en una pieza. Tal módulo ofrece la ventaja de menos trabajo de montaje, y es particularmente adecuado para un evaporador diseñado para presiones operativas de bajas a moderadas. Preferiblemente, los tubos terminales del mismo se proporcionan con los conectores apropiadas para su conexión a cada módulo adyacente, permitiendo de nuevo una configuración matricial estable y fuerte.

55 **[0041]** El evaporador de acuerdo con la invención comprende ventajosamente un distribuidor para conectar la entrada para un fluido a la trayectoria del flujo respectiva y un colector para conectar la trayectoria del flujo respectiva a la salida para dicho fluido. Esto significa que durante el uso, un primer fluido fluye desde una primera entrada típicamente única a través del distribuidor que comprende una cámara en conexión fluida con la primera entrada a la primera trayectoria del flujo respectiva. De esta manera, el distribuidor distribuye la primera corriente de

fluido que fluye en una primera dirección sobre los tubos longitudinales del evaporador, típicamente desde la parte superior a la parte inferior en una configuración vertical. En el otro extremo de los módulos esta primera corriente de fluido se recoge en un colector que comprende una cámara de recolección y se descarga a través de la primera salida respectiva.

5

[0042] También se proporcionan un distribuidor y un colector para el segundo fluido. El distribuidor y el colector del segundo fluido se conectan a la entrada y la salida o salidas a través de un espacio, denominado zona de reciclaje, entre el alojamiento y una pila de módulos. Esta configuración para el segundo fluido generará un flujo circulante por termosifón cuando el calor del primer fluido evapora parte del segundo fluido. Se prefiere tener una 10 salida separada para la fase de vapor del segundo fluido y para la fase líquida restante del segundo fluido.

[0043] En un evaporador de tipo múltiple pasos puede aplicarse la misma configuración siempre que se proporcionen medios de retorno de fluido adecuados, por ejemplo, placas de separación, en el distribuidor y/o el colector. Tal modificación de la conexión de una parte de los extremos y/o espacios de los tubos respectivamente a 15 otra parte de los extremos y espacios de los tubos deja intacto el diseño básico del evaporador de acuerdo con la invención.

[0044] En una realización preferida de acuerdo con la invención, la entrada y la salida del primer fluido que fluye a través de los tubos longitudinales se disponen en paredes finales opuestas, mientras que la entrada y la 20 salida del segundo fluido que fluye a través de los espacios que rodean los tubos longitudinales están presentes en la pared o paredes laterales del alojamiento. Esta configuración permite un montaje favorable de los módulos, ya que el sellado es menos complejo.

[0045] Más preferiblemente, en tal realización un primer distribuidor para un primer fluido comprende una 25 cámara de distribución en un extremo del alojamiento definido por una pared final del alojamiento, un panel del distribuidor separado de dicha pared final y las secciones de pared lateral respectivas del alojamiento, y en el que un primer colector para el primer fluido comprende una cámara de recolección en el extremo opuesto del alojamiento definido por la pared final opuesta del alojamiento, un panel del colector separado de dicha pared final opuesta y las 30 secciones de pared lateral respectivas del alojamiento, y en el que el panel del distribuidor y el panel del colector se proporcionan con una pluralidad de orificios pasantes correspondientes al número y posiciones totales de los tubos que definen la primera trayectoria del flujo, extendiéndose los tubos longitudinales a través de los orificios pasantes del panel del distribuidor y el panel del colector en comunicación fluida con la cámara de distribución y la cámara del colector. En esta configuración preferida, el distribuidor y el colector para un primer fluido se sitúan en los extremos opuestos del evaporador.

35

[0046] En una realización preferida adicional del mismo, un segundo distribuidor para un segundo fluido está presente en un extremo opuesto del alojamiento definido por el panel del colector, oponiéndose las secciones del conector de los módulos al panel del colector y rodeadas por la zona de reciclado de líquido. Un segundo colector para el segundo fluido está presente preferiblemente en dicho primer extremo del alojamiento definido por el panel 40 del distribuidor, oponiéndose las secciones del conector de los módulos al panel del distribuidor y rodeadas por la zona de separación de fases. El segundo distribuidor y el segundo colector están en comunicación fluida a través del espacio encerrado entre los módulos adyacentes en la pila que define la trayectoria del flujo para el segundo fluido. El flujo del segundo fluido va de la entrada a la zona de reciclado de líquido al segundo distribuidor, después a través de la segunda trayectoria del flujo en la pila de módulos al colector y después a la zona de separación de 45 fases, regresando el líquido a través del hueco a la zona de reciclado de líquido. Parte del líquido se descargará a la salida para la fase líquida del segundo fluido, mientras que la fase de vapor saldrá a través de su salida respectiva. El colector y el distribuidor para un segundo fluido se sitúan longitudinalmente adyacentes al distribuidor y el colector para el primer fluido respectivamente, mientras que los tubos en los que durante el uso el primer fluido fluye extendiéndose a través del distribuidor y el colector del segundo fluido. Con el fin de separar eficazmente las 50 cámaras adyacentes del primer fluido en el evaporador, los tubos se cierran herméticamente en el panel del distribuidor y el colector respectivamente.

[0047] Normalmente estará presente un colector y un panel del distribuidor que soporta los extremos de los módulos, en particular los extremos de los tubos longitudinales de los mismos. Estos paneles tendrán una pluralidad 55 de orificios pasantes correspondientes al número y posiciones totales de los tubos que definen la primera trayectoria del flujo. Después, la entrada y la salida del primer fluido se proporcionan en paredes laterales opuestas del alojamiento, mientras que la entrada y la salida para el segundo fluido se proporcionan en las secciones de pared lateral. Como resultado, únicamente en el distribuidor y el colector del segundo fluido se producirá algún tipo de intercambio de calor de flujo cruzado. Sin embargo, el principal intercambio de calor tendrá lugar en una disposición

de flujo inverso como se ha definido anteriormente.

[0048] Si es necesario, un tubo longitudinal puede tener una extensión. En una realización preferida del mismo, un tubo longitudinal está dotado de una parte en extensión que comprende una sección de tubo que tiene un 5 extremo regenerado insertado en el extremo abierto del tubo longitudinal. El extremo regenerado proporciona un ajuste de sellado que inhibe cualquier escape de fluidos.

[0049] En otra realización los conectores están ausentes y se retiran en uno o ambos extremos en el tubo longitudinal.

10 **[0050]** El otro extremo de la sección del tubo se extiende ventajosamente a través del orificio pasante en el panel respectivo de manera estanca. Preferiblemente, se proporciona un sello, tal como una junta tórica entre la pared externa de la sección de tubo y la parte de pared del panel respectivo que define el orificio pasante. Otros tipos de sellado son soldadura y encolado.

15 **[0051]** El tipo de material a partir del cual los módulos del evaporador están hechos depende de la naturaleza de los fluidos de intercambio de calor como se ha explicado anteriormente en el presente documento. Los metales, la cerámica, el carbono y el plástico pueden ser materiales de partida adecuados, de los cuales se prefiere el plástico.

20 **[0052]** Como material plástico es un conductor térmico deficiente en comparación con, por ejemplo, metales como el cobre, el latón y el acero inoxidable y el carbono, el espesor de las paredes entre las cámaras adyacentes se mantiene bajo teniendo en cuenta los requisitos físicos que se han de cumplir por la construcción.

25 **[0053]** Con el fin de aumentar la transferencia de calor, el material de plástico a partir del cual están hechos los módulos, puede comprender una carga que potencia la conducción del calor como las partículas de carbono y similares. Con el fin de aumentar la resistencia pueden usarse plásticos reforzados con fibra.

30 **[0054]** El material de partida preferido a partir del cual están hechos los módulos, es un material de extrusión como el plástico, por ejemplo, polietileno, polipropileno, poliestireno, cloruro de polivinilo y poli(met)acrilato, polímeros que contienen flúor como PTFEx y biopolímeros. Otros materiales de plástico que permiten mayores temperaturas operativas, por ejemplo, por encima de 100 °C a aproximadamente 120 °C son policarbonato y polisulfona. Los óxidos de polivinileno, polieterimidas, polietersulfonas y especialmente polímeros que contienen flúor o polieteretercetona (PEEK) permiten incluso temperaturas operativas mayores.

35 **[0055]** De acuerdo con un segundo aspecto, la invención se refiere a un conjunto de al menos dos evaporadores de acuerdo con la invención como se ha descrito previamente, donde la salida de la fase de vapor del segundo fluido de un primer evaporador está en comunicación fluida con la entrada del primer fluido de un segundo evaporador y la salida de la fase líquida del segundo fluido del primer evaporador está en comunicación fluida con la 40 entrada del segundo fluido en el segundo evaporador. La salida para la fase de vapor del segundo fluido del segundo evaporador puede conectarse a la entrada para el primer fluido de un tercer evaporador. La salida para la fase líquida del segundo fluido del segundo evaporador puede conectarse a la entrada para el segundo fluido en el tercer evaporador. Por lo tanto, puede construirse como un montaje de dos, tres o más evaporadores. La salida para la fase de vapor del segundo fluido del evaporador que está más aguas abajo del conjunto puede conectarse a un 45 condensador. La salida para la fase líquida del segundo fluido del evaporador que está más aguas abajo del conjunto puede ser una salida libre. Este conjunto permite realizar procesos MED. En otras palabras en el caso de un conjunto de dos evaporadores, un evaporador de acuerdo con la invención también comprende un segundo evaporador para el intercambio térmico entre fluidos, comprendiendo el segundo evaporador asimismo un alojamiento que tiene al menos una entrada y al menos una salida para cada fluido, estando la entrada y la salida 50 para cada fluido conectadas entre sí por una trayectoria del flujo, comprendiendo la trayectoria del flujo de un primer fluido múltiples módulos de intercambio térmico que comprenden al menos un tubo hueco longitudinal, donde los módulos se disponen en una pila separada del alojamiento dejando libre un hueco, y donde un módulo está dotado de al menos un conector para la conexión a un conector cooperante de un módulo adyacente, de tal forma que el hueco entre el alojamiento y la pila que define al menos una zona de reciclado de líquido para contener el segundo 55 fluido y una zona de separación de fases para separar una fase de vapor y una fase líquida del segundo fluido y el espacio encerrado entre los módulos adyacentes en la pila que define una trayectoria del flujo para un segundo fluido, en paralelo a la trayectoria del flujo para el primer fluido, están en comunicación fluida entre sí, donde la salida de la fase de vapor del segundo fluido de un primer evaporador está en comunicación fluida con la entrada del primer fluido del segundo evaporador y la salida de la fase líquida del segundo fluido del primer evaporador está en

comunicación fluida con la entrada del segundo fluido en el segundo evaporador.

[0056] De acuerdo con un tercer aspecto, la invención proporciona un método de evaporación de un líquido que comprende sólidos disueltos o dispersos usando un evaporador, en particular un evaporador o un conjunto de 5 evaporador de acuerdo con la invención, que comprende las etapas de: suministrar un primer fluido que tiene un contenido térmico y un segundo líquido que comprende sólidos disueltos o dispersos por separado en diferentes lados de una superficie de intercambio térmico del evaporador, de tal forma que dicho segundo líquido se mantiene a un cierto nivel en una zona de reciclado de líquido de dicho evaporador, intercambiando de este modo el calor del primer fluido al segundo líquido y evaporando parcialmente dicho segundo líquido generando una mezcla vapor-10 líquido, separando el vapor de la mezcla vapor-líquido en una zona de separación de fases y devolviendo el líquido a la zona de reciclado de líquido, donde el flujo del segundo fluido se conduce por los fenómenos de termosifón. Preferiblemente, la superficie de intercambio térmico es una pila de módulos de plástico, más preferiblemente una matriz rectangular de módulos de plástico como se ha descrito anteriormente en el presente documento.

15 **[0057]** De acuerdo con un aspecto adicional, la presente invención también reside en un módulo de evaporador, diseñado obviamente para su montaje en un evaporador de acuerdo con la invención, comprendiendo dicho módulo al menos un tubo hueco longitudinal, estando el módulo dotado de al menos un conector para la conexión a un conector cooperante de otro módulo. Las realizaciones preferidas que se han especificado anteriormente para el evaporador de acuerdo con la invención se emplean igualmente al módulo de acuerdo con la 20 invención.

[0058] La invención se explicará adicionalmente por referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

La figura 1 es una vista esquemática de una realización de un evaporador por termosifón de acuerdo con la 25 invención en posición vertical;

la figura 2 es una vista esquemática de una realización de un evaporador por termosifón que ilustra el proceso de acuerdo con la invención en el interior de un evaporador en posición vertical;

30 la figura 3 muestra una vista esquemática de un detalle de la realización de acuerdo con la figura 1;

la figura 4 muestra esquemáticamente las direcciones del flujo del principio de los fluidos de intercambio de calor en el evaporador de acuerdo con la reivindicación 1;

35 las figuras 5-11 muestran varias realizaciones de encaje a presión como conectores; y

la figura 12 muestra una realización de una extensión del tubo;

la figura 13 muestra una realización de un álabe con forma de ciclón alrededor de la cámara de recolección del 40 segundo fluido;

la figura 14 muestra una realización de una cámara de distribución modificada para permitir la separación vapor-líquido por fuerzas centrífugas y estera de separación;

45 la figura 15 muestra una realización de un evaporador de acuerdo con la invención con una placa de restricción en el compartimento de reciclado;

la figura 16 muestra una vista esquemática de una configuración de destilación multiefecto de 3 evaporadores en serie;

50 la figura 17 muestra una realización alternativa de un evaporador por termosifón de acuerdo con la invención en una posición horizontal en un ligero ángulo.

[0059] Las figuras 1-3 muestran una realización de un evaporador por termosifón dispuesto en vertical de 55 acuerdo con la invención. El evaporador se indica en su totalidad por el número de referencia 10. Este evaporador 10 comprende un alojamiento 12 que comprende las paredes finales respectivas 14 y 16 y las paredes laterales 18. Se proporciona una primera entrada 20 para un primer fluido (caliente) en una pared final superior 14 en un primer extremo 22 del evaporador 10. En el extremo opuesto 24 se proporciona una primera salida 26 en la pared final inferior 16. Se proporcionan una segunda entrada 27 para un segundo fluido (frío) y la segunda salida 28 para la

fase de vapor del segundo fluido en una pared lateral 18 opuestas entre sí, mientras que una salida adicional 29 para la fase líquida del segundo fluido se sitúa por debajo de la salida 28 de la fase de vapor del segundo fluido. Las salidas 28 y 29 se sitúan de tal forma que el nivel de altura de la entrada 27 se encuentra entre los de las salidas 28 y 29. La entrada 20 se conecta a un distribuidor 30 que comprende una cámara de distribución 32 en el alojamiento 12. Esta cámara 32 se delimita por la primera pared final 14, las partes superiores respectivas de las paredes laterales 18 adyacentes a dicha pared final 14 y un panel del distribuidor 34. La cámara de distribución 32 divide y suministra el primer fluido sobre y en los tubos longitudinales asociados 36 que definen una primera trayectoria del flujo 38 (véase la figura 4). En el extremo opuesto 24, un colector 40 comprende una cámara de recolección 42 delimitada por la segunda pared final 16, las partes inferiores respectivas de las paredes laterales 18 adyacentes a dicha pared final 16 y un panel del colector 44. El panel del distribuidor 34 y el panel del colector 44 tienen orificios pasantes 46, correspondiendo el número y posiciones de los mismos a los de los tubos longitudinales 36. El primer fluido se introduce en el evaporador 10 a través de la entrada 20 en el distribuidor 30. Después, fluye a los extremos abiertos de los tubos longitudinales 36. Los extremos abiertos opuestos de los mismos se abren a la cámara del colector 42, donde el primer fluido después del intercambio de calor se recoge y después se descarga a través de la salida 26. Los tubos longitudinales 36 tienen un diseño modular. En esta realización, cada tubo 36 que tiene una sección transversal circular se proporciona con cuatro conectores 50 separados circunferencialmente 90°. Cada conector 50 tiene una forma de banda y se extiende básicamente sobre la longitud del tubo longitudinal 36. En ambos extremos del tubo longitudinal 36, los extremos de los conectores 50 se han retirado sobre una cierta longitud. En primer lugar, esto permite que los extremos de un tubo 36 se inserten en los orificios pasantes 46 del panel del distribuidor 34 y el panel del colector 44 de manera estanca. En segundo lugar, la longitud entre el panel respectivo y el comienzo (extremo) de un conector 50 es suficiente para proporcionar una comunicación fluida desde un hueco circundante 59 que define una zona de separación de fases superior y una zona de reciclado de líquido inferior adyacente, a un segundo distribuidor 52 para el segundo fluido en la pila de los módulos en el extremo opuesto 24. La zona de separación de fases rodea un segundo colector 54 en el primer extremo superior. Los conectores 50 de los tubos adyacentes 36 se conectan entre sí, delimitando así los espacios 56 para el segundo fluido. Estos espacios juntos 56 definen una segunda trayectoria del flujo 58 para el segundo fluido (véase la figura 4). Este segundo fluido se introduce a través de la entrada 27 en la zona de reciclado del hueco 59 entre el alojamiento 12 y la pila de módulos y posteriormente el segundo fluido fluye en el segundo distribuidor 52. Después, fluye a través de estos espacios 56 a contracorriente con respecto al primer fluido y se evapora parcialmente. Posteriormente, la mezcla vapor-líquido resultante del segundo fluido se descarga de estos espacios 56 en un segundo colector 54 y después esta mezcla fluye hasta la zona de separación de fases en la parte superior del hueco 59 donde se produce la separación de fases. El segundo fluido restante fluye de vuelta a través del hueco a través de la zona de reciclado de líquido al distribuidor 52 por gravedad. El vapor producido a partir del segundo fluido se descarga a través de la salida 28. Un tubo 36 y sus conectores 50 es un módulo indicado por el número de referencia 60. Por la interconexión de estos módulos 60 por medio de los conectores 50 se establece una pila estable de módulos.

[0060] La figura 2 muestra una realización del proceso de evaporador por termosifón en el interior del evaporador 10 de acuerdo con la invención como se muestra en la figura 1. El proceso comprende un primer fluido que actúa como una fuente de calor, como calor sensible de un líquido o calor latente de un vapor de condensación, que se suministra a la primera trayectoria del flujo 38 del evaporador a través de la entrada 20 del primer fluido. Este fluido se descarga a través de la salida 26 del primer fluido después de la transferencia de calor entre el primer y segundo fluido. El segundo fluido se suministra a través de la entrada 27 a la zona de reciclaje del hueco 59 entre la pila de módulos 60 y el alojamiento 12. En la zona de reciclaje del hueco 59 el suministro del segundo fluido se mezcla con el reciclaje del líquido resultante de la separación vapor-líquido en la zona de separación de fases del flujo de 2 fases que sale del colector 54 del segundo fluido. La mezcla resultante del segundo fluido se recoge en la parte inferior del hueco 59 hasta un nivel que se determina por la ubicación de la salida 29 de la fase líquida del segundo fluido. Una parte de la mezcla se descarga como fase líquida del segundo fluido a través de la salida 29 por desbordamiento. La otra parte de la mezcla se empuja hasta la cámara de distribución 52 del segundo fluido y hasta la segunda trayectoria del flujo 58 como resultado del nivel de ecualización. El líquido en el interior de la pila de módulos 60 en la trayectoria del flujo 58 del segundo fluido se evapora debido al calor transferido del primer fluido y la mezcla vapor-líquido se elevará en consecuencia. El flujo de 2 fases se elevará hasta la cámara de recolección 54 del segundo fluido mientras que se absorbe más calor del primer fluido que genera más vapor. La mezcla vapor-líquido sale de la pila de módulos a través de la cámara de recolección 54 del segundo fluido hasta la zona de separación de fases en la parte superior del hueco 59 donde la velocidad disminuye y se produce la separación vapor-líquido. La fase de vapor se descarga a través de la salida de vapor 28 del segundo fluido y la fase líquida separada se recicla con respecto a la parte inferior de la cámara de reciclado 59 por gravedad.

[0061] La figura 3 muestra los módulos apilados 60 en una configuración matricial de 9 x 9. En la figura 4, la

dirección del flujo del primer fluido que fluye en los tubos 36 se indica por flechas descendentes, mientras que la dirección del flujo del segundo fluido que fluye en los espacios 56 se indica por las flechas ascendentes. Además, esta figura 4 ilustra una realización de un conector macho 50' que comprende una nervadura longitudinal 62 que tiene un borde redondeado 64, que se encaja a presión en un conector hembra 50" que comprende una nervadura 5 longitudinal 62 que tiene un borde con forma de taza complementario 54.

[0062] Las figuras 5-11 muestran otros ejemplos de conectores macho 50' y hembra 50" adecuados, en particular conexiones de encaje a presión. En la figura 5, los conectores macho 50' comprenden una nervadura plana que se extiende radialmente 62 que se extiende también en la dirección longitudinal del tubo 36. Un conector 10 hembra 50" está compuesto por un par de nervaduras paralelas 62 separadas sobre una anchura correspondiente al espesor de la nervadura 62 de un conector macho 50'. La figura 6 muestra una nervadura 62 que tiene un saliente 64 en el medio de la altura de la nervadura 62 como un conector macho 50', mientras que las nervaduras 70 del conector hembra 50" tienen un rebaje 72 que tiene una forma complementaria en una posición correspondiente en las superficies de las nervaduras 74 que se oponen entre sí. La figura 7 muestra una configuración en dientes de 15 sierra. Otros conectores adecuados serán ajustes deslizantes y conexiones en cremallera. Las figuras 8-11 muestran ejemplos de los mismos. En particular, la conexión en cremallera como se muestra en la figura 8 es una preferida. El conector macho 50' comprende una bola de palpación 76 que se encaja por debajo de dos puntas de gancho hacia dentro 78 del conector hembra 50".

20 [0063] En la figura 12 una extensión que comprende una sección de tubo 80 que tiene un extremo regenerado 82 se inserta en el extremo abierto 84 de un tubo longitudinal 36, mientras que el otro extremo abierto de la sección de tubo 80 se extiende a través de un orificio 46 en un panel 34, 44. Una junta tórica 92 sella la cámara del distribuidor/colector para el primer fluido de la cámara del colector/distribuidor para el segundo fluido.

25 [0064] La figura 13 muestra un álabe con forma de ciclón 100 alrededor de la cámara de recolección 54 del segundo fluido que separa la fase de vapor y líquida por las fuerzas centrífugas generadas por la velocidad del segundo fluido. El segundo fluido de 2 fases que sale de la segunda trayectoria del flujo se empuja para circular por el álabe con forma de ciclón 100. La fase líquida separada se empuja hacia abajo por la gravedad hasta el hueco 59. La fase de vapor restante se descarga a través de la salida 28 para la fase de vapor del segundo fluido.

30 [0065] La figura 14 muestra una cámara de separación vapor-líquido y de distribución combinada 110 de un evaporador 10. La entrada 20 del primer fluido, en este caso un vapor que contiene gotas de líquido, se sitúa tangencialmente al lado de la cámara de separación vapor-líquido y de distribución combinada 110 del primer fluido. El primer fluido circula hacia arriba mientras que las gotas de líquido se separan por fuerzas centrífugas hasta que 35 se alcanza la estera de separación 112. Se produce una separación vapor-líquido adicional en el interior de la estera de separación 112 antes de que el vapor restante pase a través de una entrada con forma de embudo inverso 114 al panel de distribución 34 del primer fluido. Las gotas de líquido separadas del primer fluido se recogen en la parte inferior de la cámara de separación de fases y de distribución 110 y se empujan por la diferencia de presión hasta el hueco 59 a través de un orificio de escape 116 en el panel de distribución 34 del primer líquido.

40 [0066] La figura 15 muestra una placa de restricción 120 con orificios 122 situados alrededor de la pila de módulos 60 entre la salida 28 para la fase de vapor del segundo fluido y la entrada 27 del segundo fluido. La fase líquida circulante del segundo fluido se recoge en la placa de restricción 120 y se redirige al lado del alojamiento 12 donde la entrada 27 del segundo fluido se sitúa para permitir la mezcla. El flujo se orienta hacia abajo debido a la 45 gravedad.

[0067] La figura 16 muestra una vista esquemática de un proceso de destilación multiefecto con 3 evaporadores 10 de acuerdo con la invención en serie. El primer fluido para el primer evaporador 10' actúa como la principal fuente de calor a partir de un calor sensible de una corriente de líquido o a partir de un calor latente de un 50 vapor de condensación. El suministro principal se introduce al primer evaporador 10' a través de la boquilla de entrada 27 del segundo fluido. El vapor que sale del primer evaporador 10' es la fuente de calor del segundo evaporador 10" y la fase líquida concentrada del primer evaporador 10' es el suministro para el segundo evaporador 10" que funciona a una temperatura y presión inferiores. La fase de vapor posterior del segundo fluido del segundo evaporador 10" que sale del segundo evaporador es la fuente de calor para el tercer evaporador 10'" y la fase líquida 55 concentrada del segundo evaporador 10" es el suministro para el tercer evaporador 10'" que funciona de nuevo a una temperatura y presión inferiores. La fase de vapor del tercer evaporador 10'" se conduce a un condensador final (no mostrado) que funciona a la menor temperatura y presión. Los productos no condensables se eliminan por un vacío creado por dispositivos convencionales, como una bomba de vacío, chorro de vapor o líquido. La salida del segundo y el tercer evaporador junto con el vapor condensado de un condensador final se recoge como disolvente

purificado. El líquido que sale del tercer evaporador es la salmuera concentrada. Este proceso de destilación multiefecto reutiliza la entrada de calor al primer evaporador 2 veces más con el fin de purificar adicionalmente el disolvente y concentrar adicionalmente la salmuera.

- 5 [0068] La figura 17 muestra una realización alternativa de un evaporador por termosifón de acuerdo con la invención en una posición horizontal ligeramente en ángulo.

REIVINDICACIONES

1. Evaporador (10) para el intercambio térmico entre fluidos, que comprende un alojamiento (12) que tiene al menos una entrada (20; 27) y al menos una salida (26; 28, 29) para cada fluido, estando la entrada (20; 27) y la salida (26; 28) para cada fluido conectadas entre sí por una trayectoria del flujo (38; 58),

comprendiendo la trayectoria del flujo (38) de un primer fluido múltiples módulos de intercambio térmico (60) al menos un tubo hueco longitudinal (36), en el que los módulos (60) se disponen en una pila separada del alojamiento (12) dejando libre un hueco (59), en el que el evaporador (10) comprende un primer distribuidor (30) para conectar la 10 entrada (20) para el primer fluido a la trayectoria del flujo (38) del primer fluido, y un primer colector (40) para conectar la trayectoria del flujo (38) del primer fluido a la salida (26) para el primer fluido,

en el que el espacio (56) encerrado entre los módulos adyacentes en la pila defina una trayectoria del flujo (58) para un segundo fluido, y

15 el alojamiento (12) comprende al menos una salida (28) para una fase de vapor del segundo fluido y al menos una salida (29) para una fase líquida del segundo fluido, que se dispone a una altura inferior que la al menos una salida (28) para una fase de vapor del segundo fluido, **caracterizado por que**

20 cada módulo (60) se proporciona con al menos un conector (50) para su conexión a un conector cooperante de cada módulo adyacente, extendiéndose sustancialmente los conectores (50) por todo el conjunto del módulo, en paralelo al eje longitudinal del módulo (60), y en el que la trayectoria del flujo (58) para el segundo fluido se extiende en paralelo a la trayectoria del flujo (38) para el primer fluido, y

25 el evaporador (10) comprende un segundo distribuidor (52) y un segundo colector (54) para el segundo fluido, que están en comunicación fluida a través del espacio (56) encerrado entre los módulos adyacentes (60) en la pila que define la trayectoria del flujo (58) para el segundo fluido, y

30 el hueco (59) entre el alojamiento y la pila define al menos una zona de reciclado de líquido para contener el segundo fluido, cuya zona de reciclado de líquido está en comunicación fluida con la entrada (27) para el segundo fluido y el segundo distribuidor (52) para el segundo fluido, y una zona de separación de fases para separar una fase de vapor y una fase líquida del segundo fluido, cuya zona de separación de fases está en comunicación fluida con el segundo colector (54) para el segundo fluido, la salida (28) para la fase de vapor del segundo fluido y la zona de reciclado de líquido del hueco (59), y

35 en el que en ambos extremos del tubo longitudinal (36) los extremos de los conectores (50) se han retirado sobre una cierta longitud.

2. Evaporador de acuerdo con la reivindicación 1, en el que los módulos (60) se disponen en vertical y la 40 comunicación fluida entre el hueco (59) y el espacio (56) está en la zona de reciclado de líquido inferior y en la zona de separación de fases superior.

3. Evaporador de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el que la zona de separación de fases comprende un medio físico para separar la fase de vapor y la fase líquida del segundo fluido, en particular un 45 álabes con forma de ciclón (100) y/o una cámara de separación vapor-líquido (110).

4. Evaporador de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el que un medio de sellado para líquidos que separa la zona de separación de fases de la zona de reciclado de líquido se dispone alrededor de la configuración matricial de módulos, preferiblemente una placa de restricción perforada (120).

50 5. Evaporador de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el que los módulos (60) están hechos de plástico.

6. Evaporador de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el que un módulo (60) 55 comprende al menos un conector hembra (50") y al menos un conector macho (50'), preferiblemente cuatro conectores macho y hembra alternantes en un ángulo de 90°.

7. Un conjunto de al menos dos evaporadores (10', 10", 10'') de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el que la salida (28') de la fase de vapor del segundo fluido de un primer evaporador (10') está en

comunicación fluida con la entrada (20") del primer fluido de un evaporador posterior (10") y la salida (29') de la fase líquida del segundo fluido del primer evaporador (10') está en comunicación fluida con la entrada (27") del segundo fluido en el evaporador posterior (10").

5 8. Método para evaporar un líquido que comprende sólidos disueltos o dispersos usando un evaporador de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores 1-6 o un conjunto de evaporador de acuerdo con la reivindicación 7, que comprende las etapas de:

suministrar un primer fluido que tiene un contenido térmico y un segundo líquido que comprende sólidos disueltos o
10 dispersos por separado en diferentes lados de una superficie de intercambio térmico del evaporador, de tal forma que dicho segundo líquido se mantiene a un cierto nivel en una zona de reciclado de líquido de dicho evaporador, intercambiando de este modo el calor del primer fluido al segundo líquido y evaporando parcialmente dicho segundo líquido generando una mezcla vapor-líquido, separando el vapor de la mezcla vapor-líquido en una zona de separación de fases del evaporador y devolviendo el líquido a la zona de reciclado de líquido, en el que el flujo del
15 segundo fluido se conduce por un fenómeno de termosifón.

9. Método de acuerdo con la reivindicación 8, en el que el primer fluido se suministra a la entrada (20) para el primer fluido hasta el primer distribuidor (30), y fluye desde el primer distribuidor (30) a través de los tubos longitudinales (36) de los módulos (60) al primer colector (40), y del primer colector (40) a la salida (26) para el
20 primer fluido, y en el que el segundo líquido se suministra a la entrada (27) para el segundo fluido, y fluye de dicha entrada (27) a la zona de reciclado de líquido del hueco (59), en el que parte del segundo líquido se descarga a través de la salida (29) para la fase líquida del segundo fluido por desbordamiento, y en el que la otra parte del segundo líquido fluye de la zona de reciclado de líquido del hueco (59) al segundo distribuidor (52), y después del segundo distribuidor (52) a través del espacio (56) encerrado entre los módulos adyacentes (60) al segundo colector
25 (54), durante lo cual el segundo líquido se evapora parcialmente intercambiando el calor del primer fluido al segundo fluido para generar la mezcla vapor-líquido que se eleva en el espacio (56) encerrado entre los módulos adyacentes (60) al segundo colector (54), y en el que la mezcla vapor-líquido fluye del segundo colector (54) a la zona de separación de fases del hueco (59), en el que el vapor que se separa de la mezcla vapor-líquido en la zona de separación de fases del hueco (59) se descarga a través de la salida (28) para la fase de vapor del segundo fluido, y
30 en el que el líquido del segundo fluido se devuelve de la zona de separación de fases del hueco (59) a través del hueco (59) a la zona de reciclado de líquido del hueco (59) por gravedad.

10. Método de acuerdo con la reivindicación 8 o 9, en el que el segundo fluido es un líquido seleccionado entre el grupo que consiste en un disolvente que contiene sal, en particular agua de mar o agua salobre, un líquido
35 que contiene partículas de alimentos sólidos, en particular un zumo (de frutas) como zumo de naranja o leche.

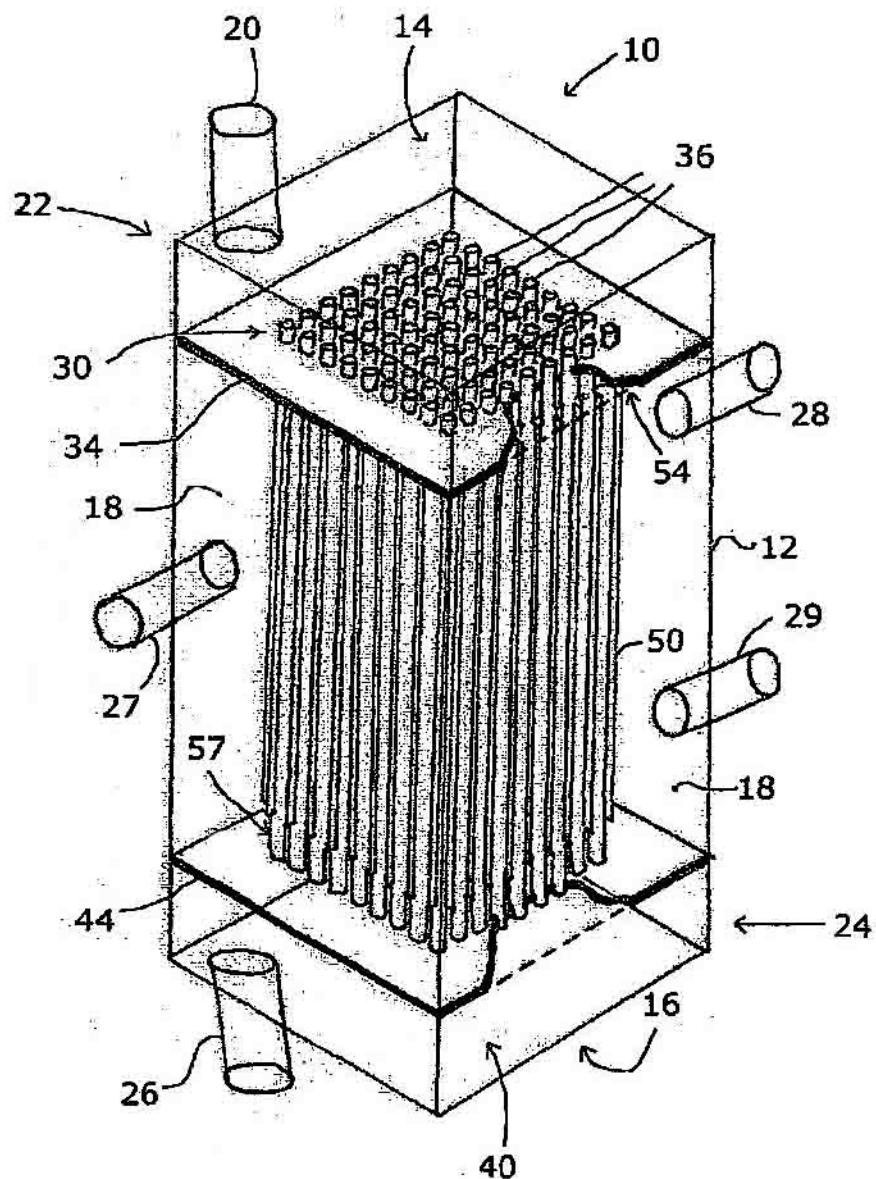


Fig. 1

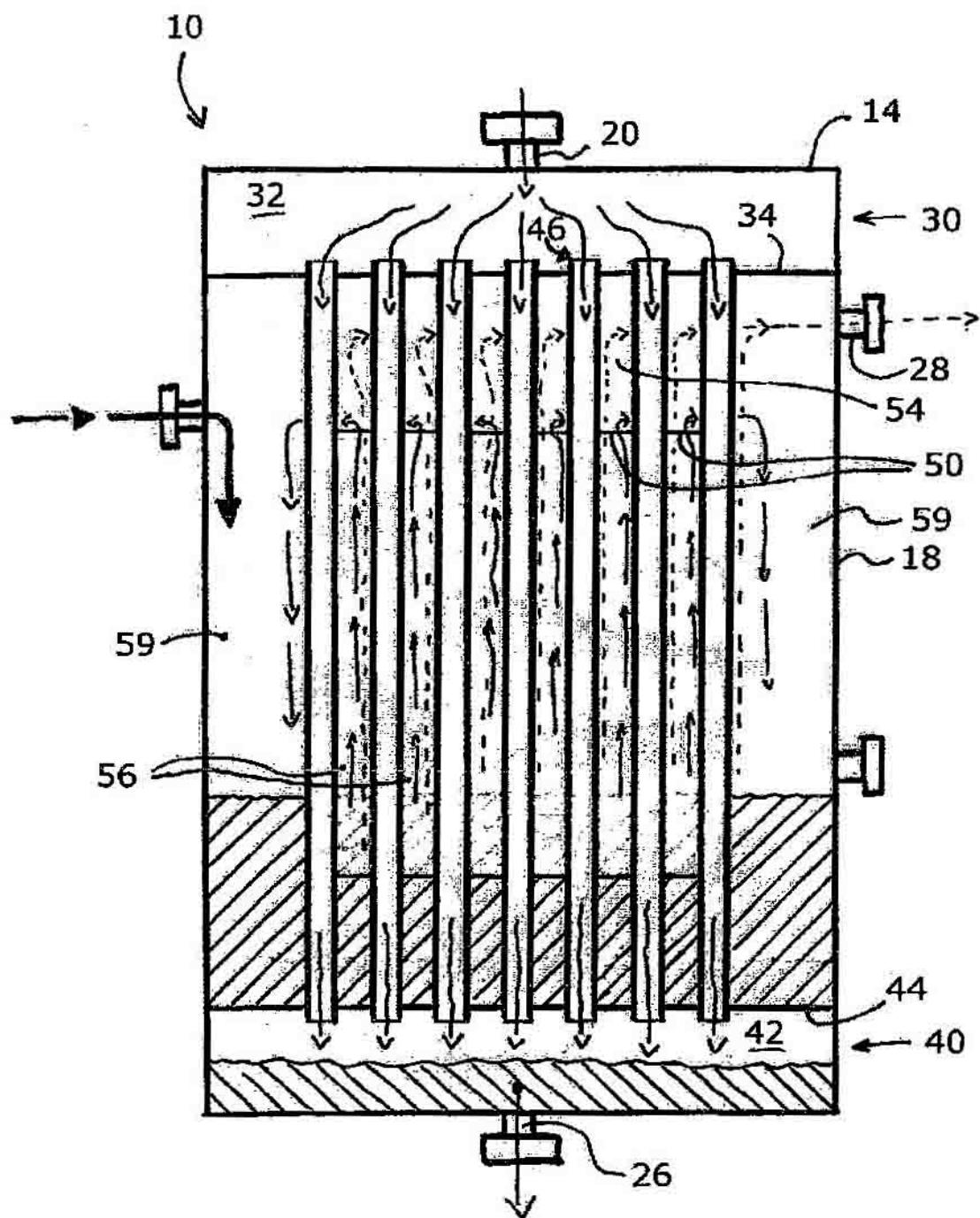


Fig. 2

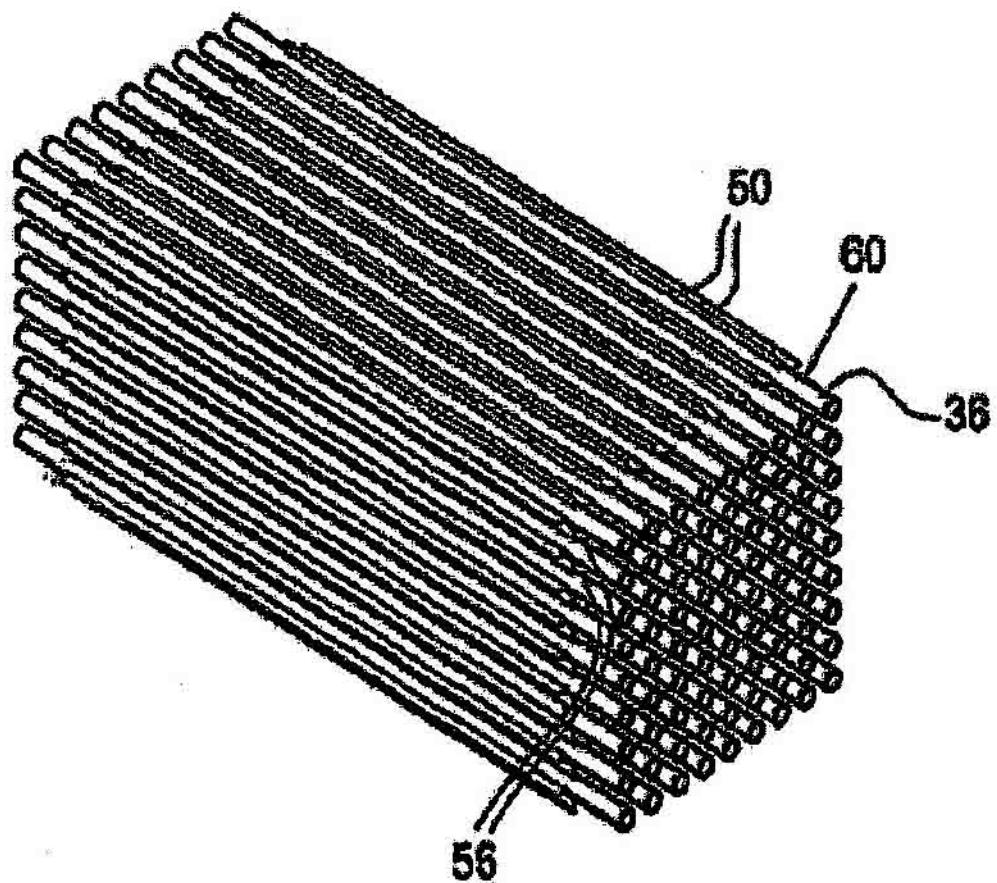


Fig. 3

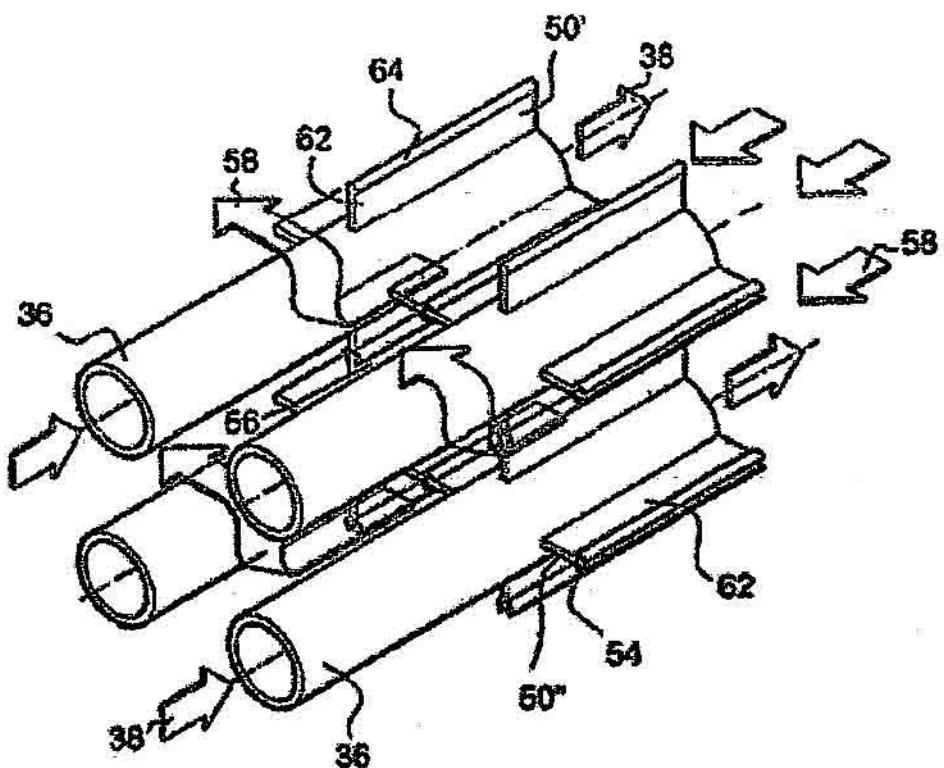


Fig. 4

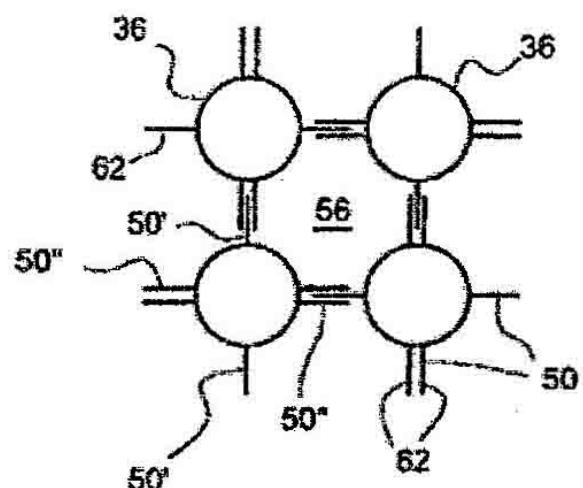


Fig. 5

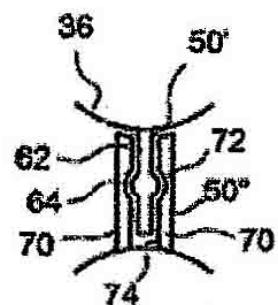


Fig. 6

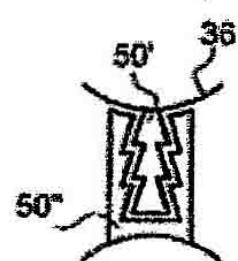


Fig. 7

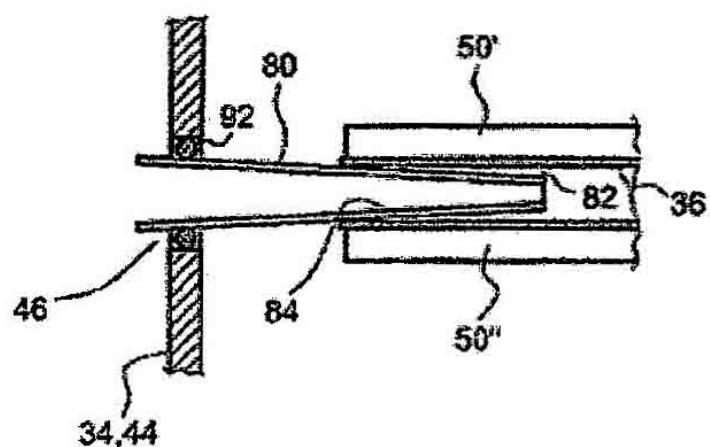
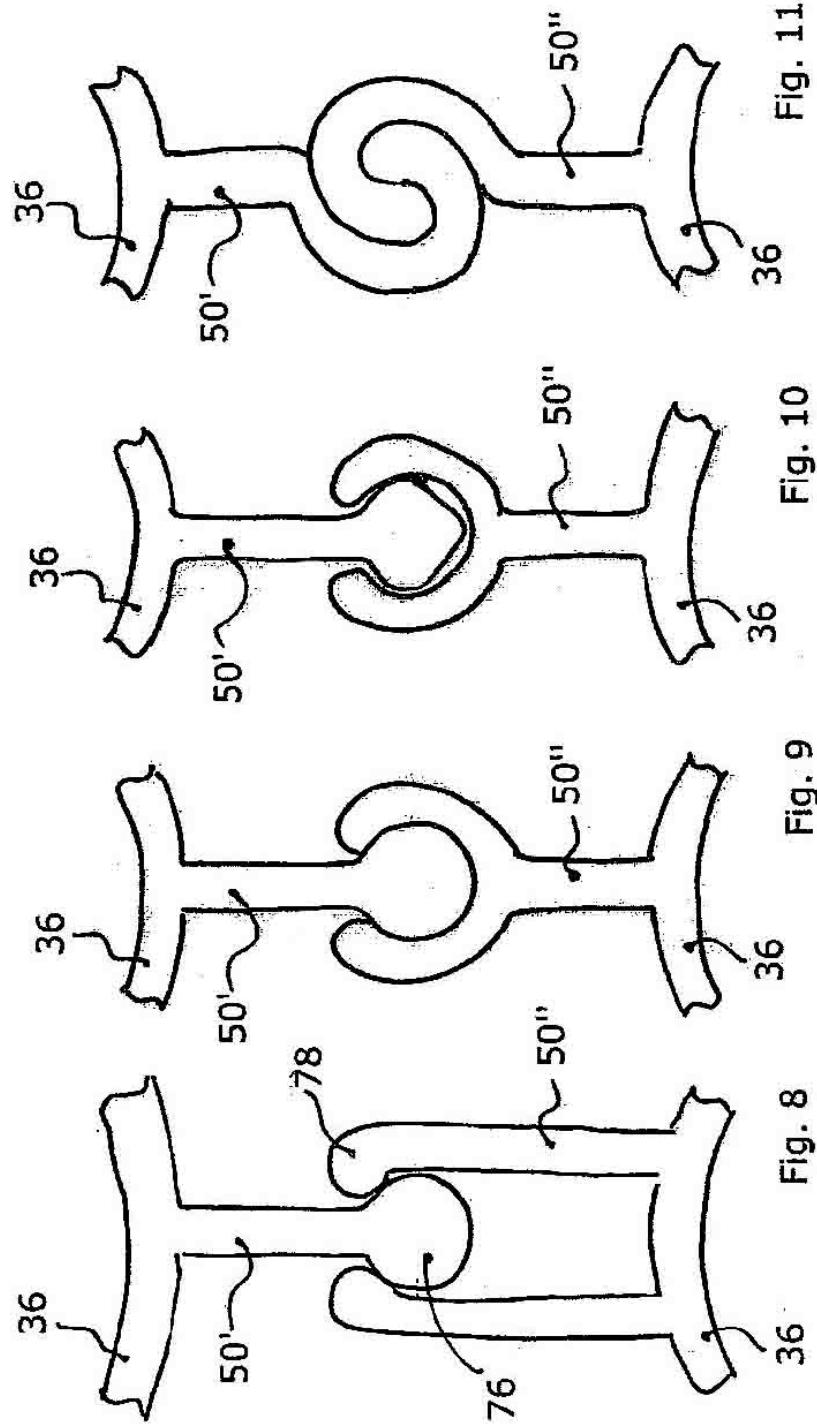


Fig. 12



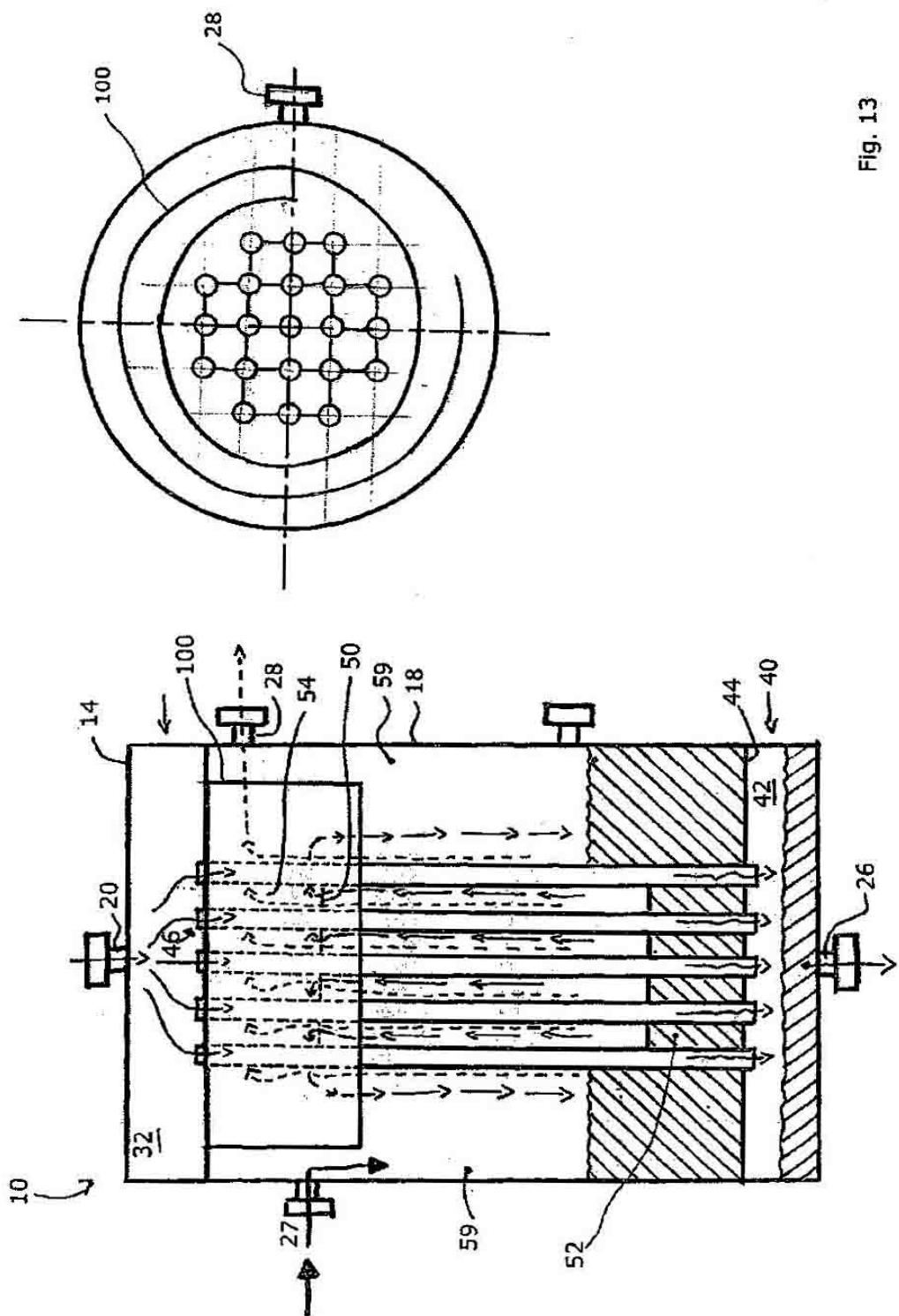


Fig. 13

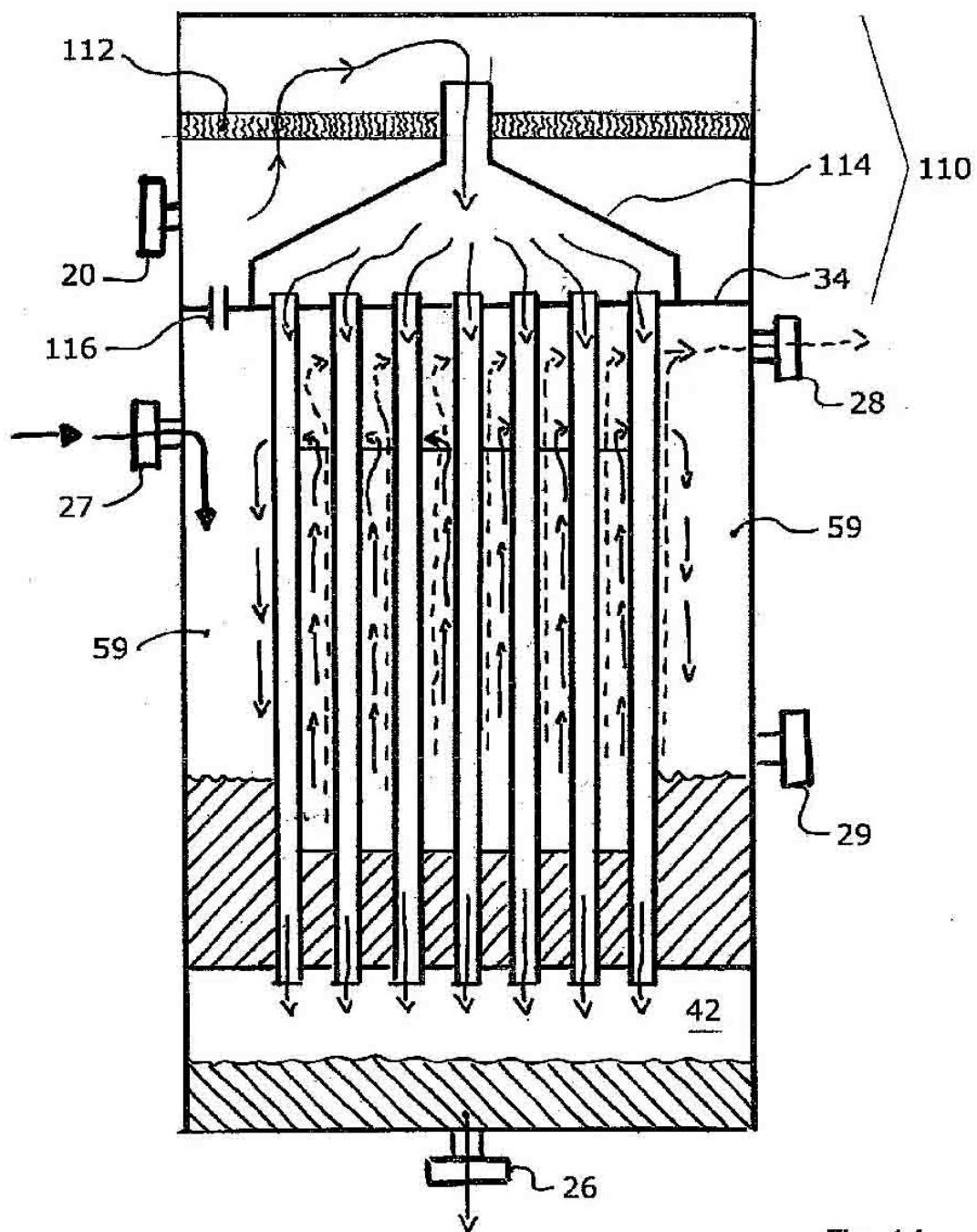


Fig. 14

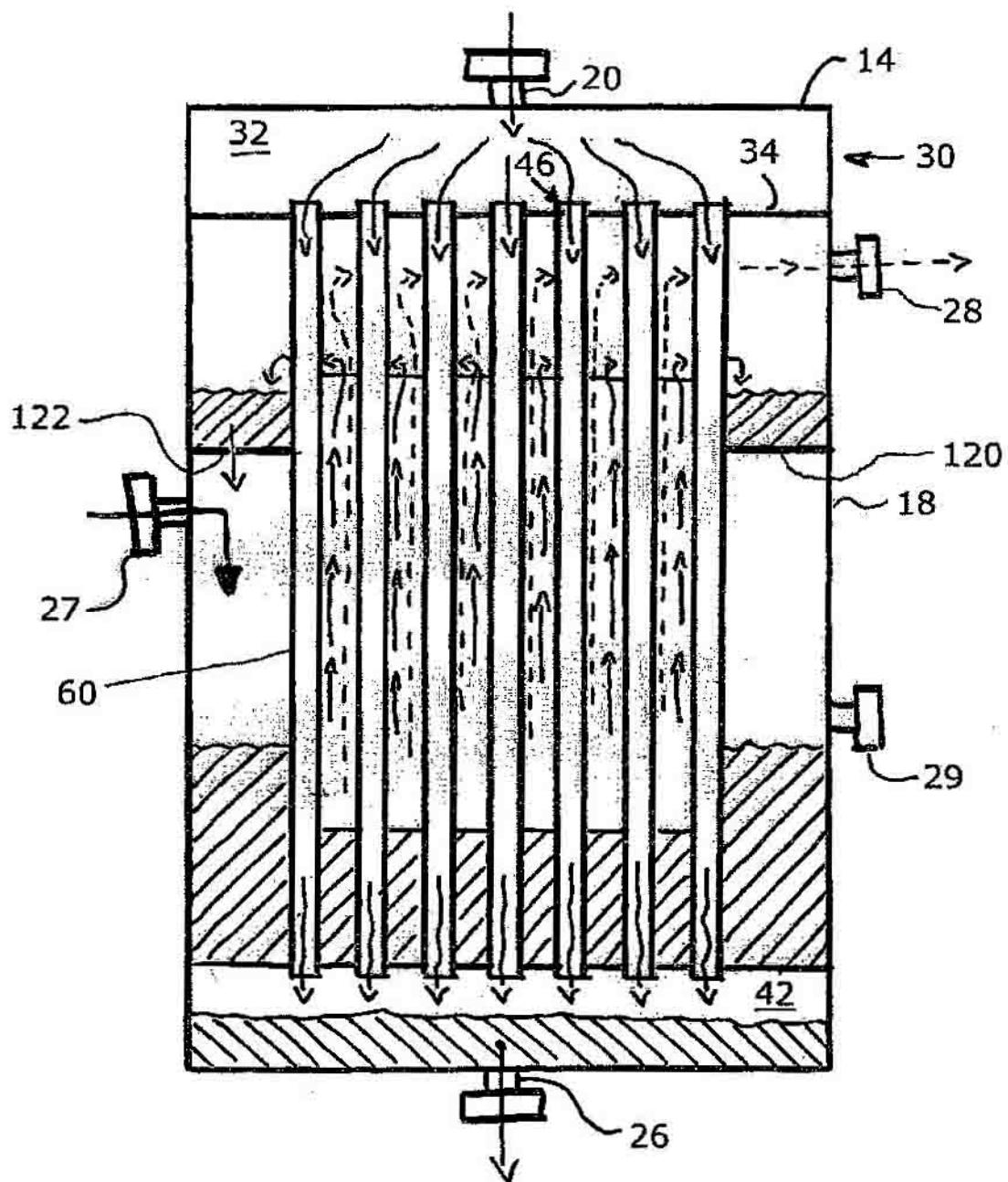


Fig. 15

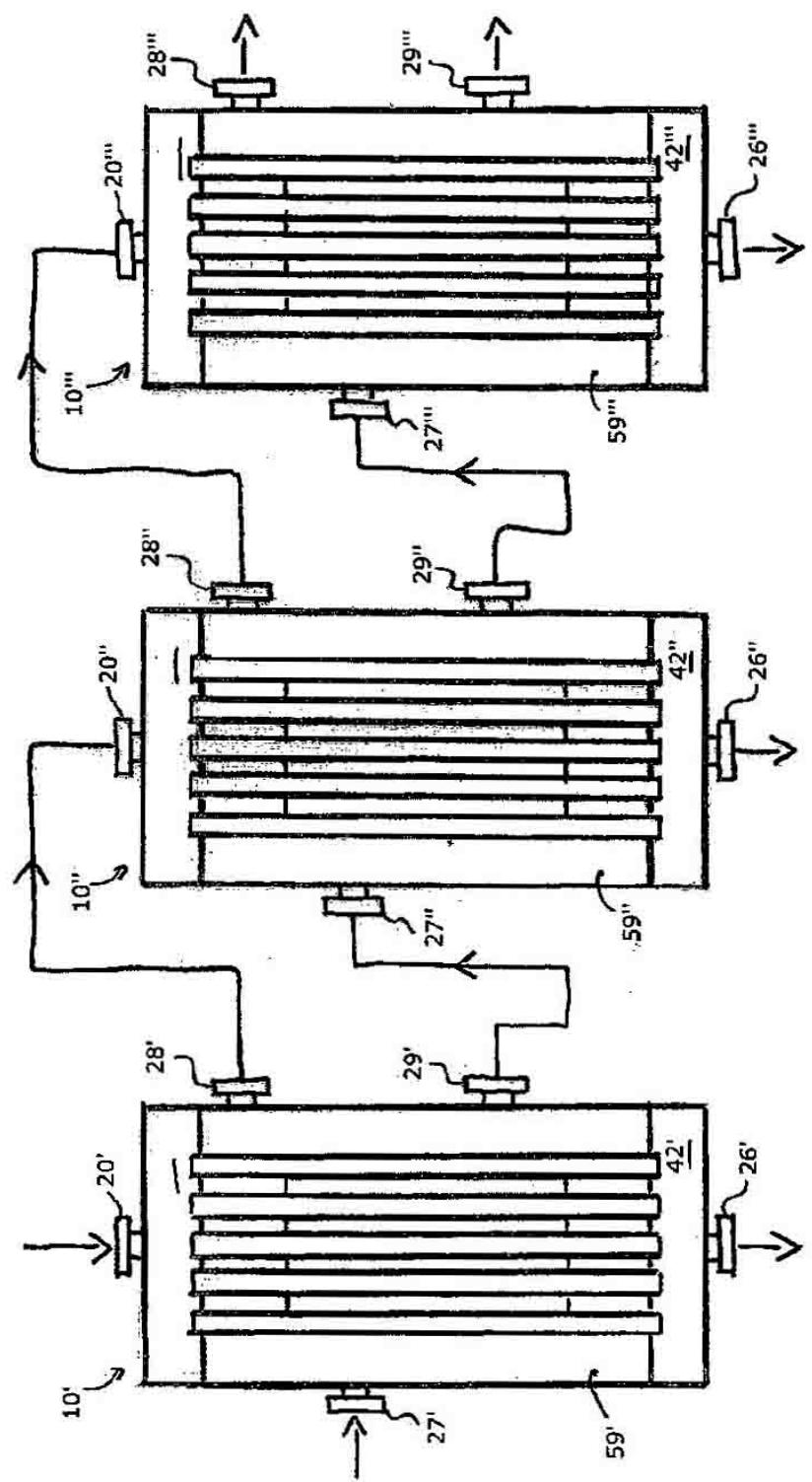


Fig. 16

Fig. 17

