



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS  
  
ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 365 492**

(51) Int. Cl.:

**B01D 3/00** (2006.01)

**B01D 61/36** (2006.01)

(12)

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(96) Número de solicitud europea: **06818443 .1**

(96) Fecha de presentación : **09.11.2006**

(97) Número de publicación de la solicitud: **1940527**

(97) Fecha de publicación de la solicitud: **09.07.2008**

(54) Título: **Procedimiento de destilación por membrana y dispositivo de destilación por membranas.**

(30) Prioridad: **11.11.2005 DE 10 2005 053 874**

(73) Titular/es: **AAA Water Technologies AG.**  
C/O 4S Treuhand Ag Zugerstrasse 53  
6330 Cham, CH

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**06.10.2011**

(72) Inventor/es: **Heinzl, Wolfgang**

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**06.10.2011**

(74) Agente: **Carpintero López, Mario**

ES 2 365 492 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

### Procedimiento de destilación por membrana y dispositivo de destilación por membrana

- La invención se refiere a un procedimiento de destilación por membrana de múltiples etapas, en el que en una respectiva etapa se separa un líquido que va a concentrarse mediante una membrana o pared de membrana permeable al vapor, impermeable a los líquidos o al agua de un espacio de vapor. Se refiere además a un dispositivo de destilación por membrana de múltiples etapas con correspondientes etapas.
- En la destilación se evapora líquido y se condensa el vapor. Es adecuada para la separación de líquidos con distinta presión de vapor y para la separación total o parcial de líquidos a partir de disoluciones salinas.
- Un dispositivo de destilación que pueda trasladarse, factible y practicable debe ser tanto económico como energéticamente eficaz. Sólo cuando ambas condiciones se cumplen tiene sentido un procedimiento de destilación.
- En caso de procedimientos de destilación térmicos clásicos tales como la evaporación súbita de múltiples etapas o múltiples efectos y procedimientos termomecánicos tales como la compresión de vapores, el líquido que va a concentrarse y el vapor están en un espacio y esencialmente a la misma presión absoluta.
- En caso de los procedimientos de destilación por membrana, el líquido que va a concentrarse está limitado al menos en un lado por una membrana permeable al vapor, impermeable a los líquidos. A esta pared de membrana se acopla un espacio de vapor que se encuentra a una presión de vapor más baja que el líquido que va a concentrarse. Mediante la diferencia de presión se produce vapor, que pasa a través de la membrana, en la superficie límite del líquido que va a concentrarse con respecto a la membrana.
- En caso de los procedimientos de destilación por membrana conocidos, el vapor se condensa en el lado de la membrana opuesto desde el líquido en el condensado limitante más frío, o se condensa el vapor en una superficie más fría en el espacio de vapor, o se aspira y se condensa fuera.
- En caso de la destilación por membrana se utiliza un material poroso permeable al vapor. En el documento US 3340186 se describe un dispositivo que utiliza una membrana llena de aire, microporosa, hidrófoba. El procedimiento descrito en este caso se basa en una destilación por membrana de contacto directo. El flujo de agua de mar caliente y el flujo de destilado frío están en contacto directo con la membrana.
- En el documento EP-A-0 088315 se describe un dispositivo para la destilación continua de una disolución caliente que contiene sal caliente o de mezclas de líquidos con distinta presión de vapor.
- Este dispositivo está compuesto por una capa térmicamente conductora impermeable al vapor que forma una pared alargada, una membrana hidrófoba permeable al vapor, que forma una pared adyacente u opuesta y junto con la capa impermeable al vapor forma un canal o una cámara colectores de destilado extendida longitudinalmente. La cámara tiene una salida para el destilado. En caso de una realización preferida de esta destilación por membrana se utiliza una configuración de arrollamiento en espiral. La alimentación o agua de mar fría fluye en una cámara en forma de espiral hacia el centro y a este respecto absorbe calor de la superficie de condensación. La alimentación precalentada mediante el procedimiento de condensación del destilado se calienta adicionalmente ahora mediante un calefactor y entonces se conduce al canal del concentrado. La disolución caliente fluye entonces a través del canal limitado por la membrana hacia fuera. En caso de atravesar el canal del concentrado se evapora una parte de la disolución mediante la membrana.
- En el documento EP-A-1185356 se describe un procedimiento para purificar un líquido mediante destilación por membrana en el que se produce vapor a partir de un flujo de líquido y pasa una pared porosa que limita el flujo de líquido. El vapor se condensa en una superficie del condensador refrigerada, mediante lo cual se forma un flujo de condensado. La superficie del condensador separa un flujo de líquido alimentado del flujo de destilado. Este flujo de líquido alimentado fluye en contracorriente con respecto al flujo de líquido que desprende vapor. Para aumentar el flujo de destilado por unidad de fuerza activa, se mantiene una presión en el canal de gas, que se encuentra por debajo de la presión del entorno, sin embargo por encima de la presión de vapor del líquido que desprende vapor.
- En relación con los procedimientos de destilación por membrana conocidos resulta ahora una serie de problemas. En todos los procedimientos de destilación por membrana conocidos, en los que se utiliza un espacio de vapor, este espacio de vapor está separado por una membrana permeable al vapor, impermeable al agua del líquido que va a evaporarse. Esto conduce en todos los procedimientos de destilación por membrana conocidos a que el espacio de vapor y el espacio limitado por la membrana permeable al vapor, impermeable a los líquidos, que contiene el líquido que va a concentrarse, se encuentren a presiones absolutas distintas.
- En caso de procedimientos de destilación por membrana en los que el espacio de vapor se encuentra a una presión próxima a la presión del entorno, la disolución está en un nivel de presión por encima de la presión del entorno, componiéndose este nivel de presión por la presión estática y la pérdida de presión hidráulica. Esto conduce a una diferencia de la presión absoluta entre el espacio que contiene el líquido que va a evaporarse y el espacio separado

por la membrana permeable al vapor, impermeable a los líquidos, que contiene el vapor.

En caso de procedimientos de destilación por membrana en los que el espacio de vapor se encuentra en un nivel de presión por debajo de la presión del entorno, aumenta la diferencia de la presión absoluta entre el espacio que contiene el líquido que va a concentrarse y el espacio separado por la membrana permeable al vapor, impermeable a los líquidos, que contiene el vapor, aún al vacío parcial.

Esta diferencia de presión entre el espacio que contiene el líquido que va a concentrarse y el espacio de vapor, en muchos casos de aplicación aún acompañada con una solicitud de temperatura de la membrana permeable al vapor, impermeable a los líquidos por el líquido caliente que va a concentrarse, conduce a una alta solicitud mecánica y térmica de la membrana. Esto acorta esencialmente la vida útil de la membrana compuesta en la mayoría de los casos por plástico.

Un problema adicional resulta en caso de procedimientos de destilación por membrana, en los que se realiza la transferencia de calor esencialmente mediante condensación y evaporación posterior. Si se realiza concretamente el transporte de calor mediante el espacio de líquido que está limitado en un lado por una membrana permeable al vapor, impermeable a los líquidos y en el otro lado por una superficie de condensación impermeable al vapor y a los líquidos, esencialmente sólo mediante conducción de calor en el líquido, entonces puede transferirse en relación a la condensación y evaporación sólo una cantidad de calor reducida. Del calor de condensación pueden transferirse sólo cantidades de calor comparables al espacio que contiene el líquido que va a concentrarse, cuando en este espacio pueda alcanzarse una ebullición.

En el documento WO-A-2005/089914 se describe un procedimiento de destilación por membrana de múltiples etapas, en el que se alimenta vapor a un primer espacio de vapor de una primera etapa, que se condensa en paredes de condensación que limitan el primer espacio de vapor, en las que un canal de flujo que conduce un líquido que va a concentrarse está adyacente al lado opuesto al primer espacio de vapor respectivamente, que está limitado en el lado opuesto a la respectiva pared de condensación por una pared de membrana permeable al vapor, sin embargo impermeable a los líquidos, mediante la cual se separa el líquido que va a concentrarse de un segundo espacio de vapor de esta primera etapa. A este respecto, el vapor que se produce a partir del líquido que va a concentrarse pasa a través de la pared de membrana al segundo espacio de vapor. El vapor del segundo espacio de vapor de la primera etapa se transfiere a un primer espacio de vapor de una segunda etapa, que está limitado por paredes de condensación en las que se condensa el vapor y en las que un canal de flujo que conduce el líquido que va a concentrarse está adyacente respectivamente al lado opuesto al espacio de vapor, que está limitado en el lado opuesto a la respectiva pared de condensación de nuevo por una pared de membrana y está separado de un segundo espacio de vapor de la segunda etapa. En las distintas etapas se evapora respectivamente sólo una parte del líquido del flujo de líquido que entra en contacto con la respectiva membrana. En el segundo espacio de vapor de las distintas etapas se encuentra la presión absoluta en todos los puntos por debajo de la presión del entorno.

En caso de un procedimiento de destilación por membrana conocido por el documento EP-A-0 094 543 se condensa el vapor, que pasa desde la disolución a través de una pared de separación porosa, preferentemente de manera inmediata en la superficie de la pared de separación porosa dirigida al lado de destilado, mencionándose sin embargo también la posibilidad de retirar el destilado en primer lugar en forma de vapor de la pared de separación porosa y condensarse en otro punto. En el lado de destilado debe predominar un vacío parcial lo más pequeño posible. Más bien debe conseguirse en el lado de disolución ya un vacío parcial de este tipo en comparación con la presión del entorno, debiendo ser suficiente cuando se alcanza el punto de ebullición de la disolución mediante una disminución de la presión de este tipo en el lado de disolución en una zona parcial del entorno inmediato de la pared de separación porosa. Se parte de que un aumento de la cantidad de destilado que se difunde a través de los poros de la pared de separación porosa hacia el lado de destilado también tiene lugar entonces cuando se ajusta un vacío parcial sólo en el lado de disolución o la presión de ebullición en la zona inmediata de la pared de separación porosa. Para evitar una solicitud mecánica demasiado alta de la pared de separación porosa se propone un refuerzo de esta pared de separación porosa o como alternativa ventajosa ajustar la presión hidrostática en los dos lados de la pared de separación porosa a aproximadamente el mismo nivel bajo.

La invención se basa en el objetivo de crear un procedimiento mejorado así como un dispositivo mejorado del tipo mencionado anteriormente en los que se eliminan los problemas mencionados anteriormente.

Con respecto al procedimiento se resuelve este objetivo según la invención mediante un procedimiento de destilación por membrana de múltiples etapas con las características de la reivindicación 1.

A este respecto se reduce la presión del líquido que va a concentrarse al vacío parcial del procedimiento de destilación.

Los líquidos que entran en la zona de vacío parcial del procedimiento de destilación y salen de ésta están separados de manera ventajosa de la presión del entorno.

La presión absoluta del líquido que va a concentrarse se reduce hasta su presión de vapor de ebullición correspondiente a su temperatura o por debajo de la misma.

Es ventajoso que los líquidos se alimenten al y se evacúen del procedimiento de destilación por membrana de modo que la diferencia de presión se conserve entre la presión absoluta del procedimiento de destilación por membrana y la presión del entorno.

- 5 La presión en el espacio de vapor adyacente al líquido que va a concentrarse a través de la membrana o la pared de membrana se selecciona menor que la presión del entorno. A este respecto, el vacío parcial en el espacio de vapor corresponde esencialmente a la presión de vapor del líquido que va a concentrarse adyacente a través de la membrana o pared de membrana, aumenta mediante la presión diferencial que resulta al fluir el vapor a través de la membrana o pared de membrana.

Tiene lugar en al menos dos etapas una respectiva condensación y evaporación.

- 10 Con ello se tiene en cuenta el hecho de que el número de etapas influye en la demanda energética del sistema de destilación por membrana y con un número de etapas creciente se reduce la demanda energética de este sistema de destilación por membrana, dado que precisamente con cada etapa adicional una nueva condensación y evaporación

- 15 La condensación y evaporación en una respectiva etapa adicional se realiza a un nivel de presión y nivel de temperatura más bajo que en la respectiva etapa precursora.

Con el procedimiento según la invención se adaptan así especialmente las presiones del vapor y líquidos entre sí. Además se mejora la transmisión de calor en el líquido que va a concentrarse. La presión absoluta en el espacio que contiene el líquido que va a concentrarse se lleva a un valor que es al menos igual a o aproximadamente la presión absoluta del espacio que contiene el vapor.

- 20 A este respecto, el procedimiento está configurado especialmente de modo

- a) que se practica en el líquido que va a concentrarse un vacío parcial que reduce la presión absoluta del líquido que va a concentrarse,
- b) que la presión del líquido que va a concentrarse se reduce a un vacío parcial, especialmente al vacío parcial del procedimiento de destilación,
- 25 c) que los líquidos que entran en la zona de vacío parcial del procedimiento de destilación y salen de ésta, están separados de la presión del entorno, y/o
- d) que la presión absoluta del líquido se reduce especialmente hasta su presión de vapor de ebullición correspondiente a su temperatura o por debajo de la misma.

- 30 La presión absoluta de los líquidos, que entran en el procedimiento de destilación por membrana, está ajustada especialmente de modo que corresponde esencialmente a la presión en el respectivo dispositivo de destilación por membrana.

En caso del presente procedimiento de destilación por membrana con un espacio de vapor se ajusta la presión absoluta en el líquido que va a concentrarse, de modo que corresponde esencialmente a la presión absoluta del espacio de vapor.

- 35 Los problemas mencionados en relación con los procedimientos conocidos pueden eliminarse así entre otras cosas por ejemplo mediante los siguientes pasos:

- 40 Un flujo de líquido que va a concentrarse, que entra en el procedimiento de destilación por membrana, se encuentra esencialmente a la misma presión que la presión absoluta del espacio de vapor del procedimiento de destilación por membrana. El líquido concentrado y el destilado producido igualmente se encuentran esencialmente a una presión como el espacio de vapor. Los líquidos que abandonan el procedimiento de destilación por membrana se llevan tras abandonar el procedimiento de destilación por membrana de nuevo a la presión del entorno.

- 45 Una compensación de presión entre el espacio de vapor que se encuentra en un vacío parcial y el líquido que va a concentrarse se alcanza por ejemplo a través de un conducto de unión de vacío parcial entre el líquido alimentado y el espacio de vapor. El conducto de unión de vacío parcial puede estar configurado especialmente con un tubo en U integrado en el conducto, de modo que impide la incorporación del líquido alimentado que va a concentrarse en el espacio de vapor.

- 50 En el conducto en el que se alimenta el líquido que va a concentrarse por ejemplo por medio de una bomba de alimentación, y en el conducto en el que se evacúa el líquido concentrado con la bomba de concentrado, pueden estar incorporados tubos en U para separar el vacío parcial en el respectivo dispositivo de destilación de la presión del entorno.

En el conducto con el que se bombea el destilado generado en el dispositivo de destilación con la bomba de destilado hacia fuera en la presión del entorno, también puede estar incorporado un tubo en U que separa el vacío parcial del dispositivo de destilación frente al vacío parcial del entorno.

Con respecto al dispositivo de destilación por membrana se resuelve el objetivo indicado anteriormente según la

invención de manera correspondiente mediante un dispositivo de destilación por membrana de múltiples etapas con las características de la reivindicación 2.

En las reivindicaciones dependientes se indican formas de realización preferidas del dispositivo de destilación por membrana según la invención.

- 5 El dispositivo de destilación por membrana está configurado así especialmente, de modo
- a) que se practica en el líquido que va a concentrarse un vacío parcial que reduce la presión absoluta del líquido que va a concentrarse,
  - b) que los líquidos que entran en la zona de vacío parcial están separados mediante elementos estructurales de la presión del entorno,
  - 10 c) que la presión absoluta del líquido se reduce especialmente hasta su presión de vapor de ebullición correspondiente a su temperatura o por debajo de ella, y/o
  - d) que los líquidos que entran y salen del espacio de vacío parcial están separados mediante piezas montadas de la presión del entorno.

15 Una compensación de presión entre el espacio de vapor que se encuentra en un vacío parcial y el líquido que va a concentrarse puede alcanzarse por ejemplo a través de un conducto de unión de vacío parcial entre el líquido alimentado que va a concentrarse y el espacio de vapor. El conducto de unión de vacío parcial puede estar configurado especialmente con un tubo en U integrado en el conducto, de modo que se impide la incorporación del líquido alimentado en el espacio de vapor.

20 En un conducto en el que el líquido que va a concentrarse se alimenta con la bomba de líquido, y en un conducto en el que el líquido concentrado se evacúa con la bomba de concentrado, pueden estar incorporados tubos en U para separar el vacío parcial en el dispositivo de destilación de la presión del entorno.

En un conducto con el que el destilado generado en el dispositivo de destilación se bombea hacia fuera por ejemplo por medio de una bomba de destilado en la presión del entorno, también puede estar incorporado un tubo en U que separa el vacío parcial del dispositivo de destilación frente al vacío parcial del entorno.

25 La invención se explica en más detalle a continuación por medio de un ejemplo de realización con referencia al dibujo, en el que solamente en la figura 5 se reproduce un ejemplo de realización de la presente invención, mientras que las formas de realización de las figuras 1 a 4 solamente sirven como explicación; en el dibujo muestran:

- 30 La figura 1 una forma de realización a modo de ejemplo, en la que el dispositivo de destilación por membrana contiene fibras huecas permeables al vapor, impermeables a los líquidos y tubos de condensación impermeables al vapor y a los líquidos,
- la figura 2 una forma de realización a modo de ejemplo, en la que el dispositivo de destilación por membrana comprende una unidad en espiral y la separación por presión de los líquidos se realiza por medio de tubos en U.
- 35 la figura 3 una forma de realización a modo de ejemplo, en la que el dispositivo de destilación por membrana comprende una unidad en espiral doble y la separación por presión de los líquidos se realiza con tubos en U,
- la figura 4 una forma de realización a modo de ejemplo, en la que el dispositivo de destilación por membrana comprende una unidad en espiral doble y la separación por presión del líquido que va a concentrarse se realiza con tubos en U, y
- 40 la figura 5 una forma de realización a modo de ejemplo de un dispositivo de destilación por membrana según la invención con respectivamente dos etapas que sirven para la condensación y evaporación.

En las formas de realización de la figura 1, 2 y 3 se practica en el líquido que va a concentrarse un vacío parcial que reduce la presión absoluta del líquido que va a concentrarse. A este respecto puede reducirse la presión del líquido que va a concentrarse especialmente al vacío parcial del procedimiento de destilación. Los líquidos, que entran y salen de la zona de vacío parcial del procedimiento de destilación, están separados de manera conveniente de la presión del entorno. La presión absoluta del líquido que va a concentrarse puede reducirse especialmente hasta su presión de vapor de ebullición correspondiente a su temperatura o por debajo de la misma.

50 A este respecto puede practicarse sobre el líquido que va a concentrarse un vacío parcial a través del conducto de unión que contiene un tubo en U, que reduce la presión absoluta del líquido. Los líquidos que entran en la zona de vacío parcial y que salen de la zona de vacío parcial pueden estar separados de la presión del entorno especialmente mediante tubos en U incorporados en los conductos. La presión absoluta del líquido que va a concentrarse se reduce, especialmente hasta su presión de vapor de ebullición correspondiente a su temperatura o por debajo de la misma.

Según la forma de realización según la figura 4 puede practicarse sobre el líquido que va a concentrarse un vacío parcial a través del conducto de unión que contiene un tubo en U, que reduce la presión absoluta del líquido. Los líquidos que entran en la zona de vacío parcial y que salen de ésta pueden estar separados de la presión del entorno especialmente mediante tubos en U incorporados en los conductos.

La figura 1 muestra en representación esquemática una forma de realización a modo de ejemplo de un dispositivo de destilación por membrana 10, en el que está limitado un espacio de vapor 11 en el vacío parcial y el líquido 20 que va a concentrarse por fibras huecas 12, cuya pared está formada por una membrana 13 permeable al vapor, impermeable a los líquidos. El líquido 20 que fluye por el dispositivo de destilación por membrana 10, que va a concentrarse y que va a precalentarse está limitado por un tubo de metal o plástico 15 impermeable a los líquidos y al vapor y se extiende por el mismo espacio de vapor 11 tal como las fibras huecas de membrana 12 permeables al vapor, impermeables a los líquidos.

El espacio de vapor 11 se encuentra en un vacío parcial próximo a la presión de vapor de ebullición del líquido 20 que va a concentrarse, adyacente a través de la membrana 13 permeable al vapor, impermeable a los líquidos.

10 Una compensación de presión entre el espacio de vapor 11 que se encuentra en un vacío parcial y el líquido 20 que va a concentrarse se alcanza a través de un conducto de unión de vacío parcial 16 entre el líquido 20 que va a concentrarse y el espacio de vapor 11. Para evitar que fluya el líquido 20 alimentado que va a concentrarse en el espacio de vapor 11 a través del conducto de unión de vacío parcial 16, una parte del conducto de unión de vacío parcial 16 está configurada como tubo en U 17.

15 El vacío parcial se genera por medio de una bomba de vacío 50 y de un condensador 30. El vacío parcial se practica al espacio de vapor 11 a través de un conducto de vacío parcial 52. El líquido 20 que va a concentrarse se alimenta por medio de una bomba de alimentación 21 a través de un conducto de líquido 22 del dispositivo de destilación por membrana 10. Para hermetizar el vacío parcial en el dispositivo de destilación por membrana 10 frente a la presión del entorno, una parte del conducto de líquido 22 está diseñada como tubo en U 23. El líquido 41 concentrado se saca bombeando por medio de una bomba de concentrado 24 del dispositivo de destilación por membrana 10 a través de un conducto de concentrado 25. Para hermetizar el dispositivo de destilación por membrana 10 frente a la presión del entorno, una parte del conducto de concentrado 25 está diseñada como tubo en U 29.

20 25 El destilado 40 producido en el dispositivo de destilación por membrana 10 se saca bombeando por medio de una bomba de destilado 26 a través de un conducto de destilado 27. Para hermetizar el vacío parcial del dispositivo de destilación por membrana 10 frente a la presión del entorno, una parte del conducto de destilación 27 está configurada como tubo en U 28.

El destilado 42 que se produce en el condensador 30 se saca bombeando por medio de una bomba de destilado 70 a través de un conducto de destilado 74 que contiene un tubo en U 72.

30 En los conductos 22, 25, 27 y 74 están colocados recipientes colectores 62, 64, 66 y 76 con los correspondientes líquidos 20, 41 y 42, que separan como cierre hidráulico con o en los tubos en U 23, 28, 29 y 72 el vacío parcial en los conductos 22, 25, 26 y 74 del dispositivo de destilación por membrana 10 de la presión del entorno.

El líquido 20 que va a concentrarse se calienta adicionalmente en un intercambiador de calor 60 en el trayecto de A a A'.

35 La figura 2 muestra, en representación esquemática, una forma de realización a modo de ejemplo adicional de un dispositivo de destilación por membrana 10.

El dispositivo de destilación por membrana 10 comprende en este caso una configuración de arrollamiento en espiral con recuperación de calor integrada.

40 El espacio de vapor 11 se encuentra en un vacío parcial próximo a la presión de vapor de ebullición del líquido 20 que va a concentrarse, adyacente separado a través de la pared de membrana 36 permeable al vapor, impermeable a los líquidos.

45 En este caso, un canal de flujo 35 para el líquido 20 que va a concentrarse en el un lado de una pared de membrana 36 permeable al vapor, impermeable a los líquidos y en el lado opuesto al mismo se limita por una pared de condensación 37 impermeable al vapor y a los líquidos. Mediante la configuración de arrollamiento en espiral, la pared de membrana 36 permeable al vapor, impermeable a los líquidos a través del espacio de vapor 11 se encuentra opuesta a la condensación 37 impermeable al vapor y a los líquidos de la siguiente vuelta en espiral exterior.

El vacío parcial se genera por medio de la bomba de vacío 50 y del condensador 30. El vacío parcial se practica a través del conducto de vacío parcial 52 al espacio de vapor 11.

50 Una compensación de presión entre el espacio de vapor 11 que se encuentra en un vacío parcial y el líquido 20 que va a concentrarse se alcanza a través de un conducto de unión de vacío parcial 16 entre el líquido 20 alimentado y el espacio de vapor 11.

Para evitar que fluya el líquido 20 alimentado que va a concentrarse en el espacio de vapor 11 a través del conducto de unión de vacío parcial 16, una parte del conducto de unión de vacío parcial 16 está configurada como tubo en U 17.

- El líquido 20 que va a concentrarse se alimenta por medio de la bomba de alimentación 21 a través del conducto de líquido 22 del dispositivo de destilación por membrana 10. Para delimitar el vacío parcial en el dispositivo de destilación por membrana 10 frente a la presión del entorno, una parte del conducto de líquido 22 está diseñada como tubo en U 23. El líquido 41 concentrado se saca bombeando por medio de la bomba de concentrado 24 del dispositivo de destilación por membrana 10 a través del conducto de concentrado 25. Para hermetizar el dispositivo de destilación por membrana 10 frente a la presión del entorno, una parte del conducto de concentrado 25 está diseñada como tubo en U 29.
- El destilado 40 producido en el dispositivo de destilación por membrana 10 se saca bombeando por medio de la bomba de destilado 26 a través del conducto de destilado 27. Para hermetizar el vacío parcial del dispositivo de destilación por membrana 10 frente a la presión del entorno, una parte del conducto de destilado 27 está realizada como tubo en U 28.
- El destilado 42 que se produce en el condensador 30 se saca bombeando por medio de la bomba de destilado 70 a través del conducto de destilado 74 que contiene el tubo en U 72.
- En los conductos 22, 25, 27 y 74 están colocados recipientes colectores 62, 64, 66 y 76 con los correspondientes líquidos 20, 41 y 42, que separan como cierre hidráulico con o en los tubos en U 23, 28, 29 y 72 el vacío parcial en los conductos 22, 25, 26 y 74 del dispositivo de destilación por membrana 10 de la presión del entorno.
- La figura 3 muestra, en representación esquemática, una forma de realización adicional a modo de ejemplo de un dispositivo de destilación por membrana 10.
- El dispositivo de destilación por membrana 10 comprende en este caso una configuración de arrollamiento en espiral doble con recuperación de calor integrada. A este respecto, dos paredes de condensación 37 adyacentes impermeables al vapor y a los líquidos de metal o plástico forman un canal de flujo 38 para el líquido 20 que va a concentrarse afluente, mientras que dos paredes de membrana 36 adyacentes permeables al vapor, impermeables a los líquidos forman un canal de flujo 39 para el líquido 41 concentrado.
- Entre las espirales dobles adyacentes está configurado el espacio de vapor 11, que está lleno de vapor y en el que se acumula abajo el destilado 40 que se produce en el espacio de vapor 11 en la condensación en las paredes de condensación 37, que fluye hacia fuera.
- Mediante la configuración de arrollamiento en espiral, la pared de membrana 36 permeable al vapor, impermeable a los líquidos a través del espacio de vapor se encuentra opuesta a la pared de condensación 37 impermeable al vapor y a los líquidos de la siguiente ondulación en espiral.
- El espacio de vapor 11 se encuentra en un vacío parcial próximo a la presión de vapor de ebullición del líquido 20 que va a concentrarse adyacente a través de la membrana 36 permeable al vapor, impermeable a los líquidos.
- El vacío parcial se genera por medio de la bomba de vacío 50 y del condensador 30. El vacío parcial se practica a través del conducto de vacío parcial 52 al espacio de vapor 11. Una compensación de presión entre el espacio de vapor 11 que se encuentra en un vacío parcial y el líquido 20 usado se alcanza a través de un conducto de unión de vacío parcial 16 entre el líquido 20 alimentado que va a concentrarse y el espacio de vapor 11.
- Para evitar que fluya el líquido 20 alimentado que va a concentrarse en el espacio de vapor 11 a través del conducto de unión 16, una parte del conducto de unión 16 está configurada como tubo en U 17.
- El líquido 20 que va a concentrarse se alimenta por medio de la bomba de alimentación 21 a través del conducto de líquido 22 del dispositivo de destilación por membrana 10. Para delimitar el vacío parcial en el dispositivo de destilación por membrana 10 frente a la presión del entorno, una parte del conducto de líquido 22 está diseñada como tubo en U 23. El líquido 41 concentrado se saca bombeando por medio de la bomba de concentrado 24 del dispositivo de destilación por membrana 10 a través del conducto de concentrado 25. Para hermetizar el dispositivo de destilación por membrana 10 frente a la presión del entorno, una parte del conducto de concentrado 25 está diseñada como tubo en U 29.
- El destilado 40 que se produce en el dispositivo de destilación por membrana 10 se saca bombeando por medio de la bomba de destilado 26 a través del conducto de destilado 27. Para hermetizar el vacío parcial del dispositivo de destilación 10 frente a la presión del entorno, una parte del conducto de destilado 27 está realizada como tubo en U 28.
- El destilado 42 producido en el dispositivo de destilación por membrana 10 se saca bombeando por medio de la bomba de destilado 70 a través del conducto de destilado 74 que contiene el tubo en U 72.

En los conductos 22, 25, 27 y 74 están colocados recipientes colectores 62, 64, 66 y 76 con los correspondientes líquidos 20, 41 y 42, que separan como cierre hidráulico con o en los tubos en U 23, 28, 29 y 72 el vacío parcial en los conductos 22, 25, 26 y 74 del dispositivo de destilación por membrana 10 de la presión del entorno.

5 La figura 4 muestra, en representación esquemática, una forma de realización adicional a modo de ejemplo de un dispositivo de destilación por membrana 10.

Este dispositivo de destilación por membrana 10 comprende una configuración de arrollamiento en espiral doble con recuperación de calor integrada. Dos paredes de condensación 37 adyacentes impermeables al vapor y a los líquidos de metal o plástico forman el canal de flujo 38 para el líquido 20 que va a concentrarse afluente, mientras que dos paredes de membrana 36 adyacentes permeables al vapor, impermeables a los líquidos forman el canal de flujo 39 para el líquido 41 concentrado. Entre las espirales dobles adyacentes está formado el espacio de vapor 11, que está lleno de vapor y en el que se acumula abajo el destilado 40 que se produce en el espacio de vapor 11 en las paredes de condensación 37 y que fluye hacia fuera. Si el espacio de vapor 11 está a una presión próxima a la presión del entorno, la carga resultante a partir de la presión hidráulica y estática de las láminas debe compensarse mediante un sistema de vacío parcial.

10 15 Para ello, el dispositivo de destilación por membrana 10 está dotado de un sistema de vacío 55 que comprende una bomba de vacío 50 y un conducto 60 desde la bomba de vacío 50 hacia el conducto de líquido 22 del líquido 20 que va a concentrarse. Para que con el vacío parcial no se aspire ningún líquido 20, una parte del conducto 61 que conduce a la bomba de vacío 50 está configurada como tubo en U 17.

20 25 El líquido 20 que va a concentrarse se alimenta por medio de la bomba de alimentación 21 a través del conducto de líquido 22 del dispositivo de destilación por membrana 10. Para delimitar el vacío parcial en el líquido 20 frente a la presión del entorno, una parte del conducto de líquido 22 está diseñada como tubo en U 23. El líquido 41 concentrado se saca bombeando por medio de la bomba de concentrado 24 del dispositivo de destilación por membrana 10 a través del conducto de concentrado 25. Para hermetizar el vacío parcial en el líquido 20 que va a concentrarse frente a la presión del entorno, una parte del conducto de concentrado 25 está diseñada como tubo en U 29.

En los conductos 22 y 25 están colocados recipientes colectores 62 y 64 con los correspondientes líquidos 20, 41 y 42, que separan como cierre hidráulico con o en los tubos en U 23 y 28 el vacío parcial en los conductos 22 y 25 del dispositivo de destilación por membrana 10 de la presión del entorno.

30 El destilado 40 se encuentra a la presión del entorno y puede salir fluyendo libremente del dispositivo de destilación por membrana 10.

La figura 5 muestra en representación esquemática una forma de realización a modo de ejemplo del dispositivo de destilación por membrana 10 según la invención con un generador de vapor 80, una primera etapa 86, una segunda etapa 90 y un condensador 30. Todos estos componentes se encuentran a un nivel de presión por debajo de la presión del entorno.

35 40 La presión absoluta en el espacio de vapor 11 del generador de vapor 80 se encuentra esencialmente a la presión de vapor de ebullición del líquido adyacente a través de las paredes de membrana 36. Mediante un sistema de compensación de presión 97, que comprende un conducto de unión 98 entre un conducto de líquido 94 y un recipiente 99 hermético con respecto al entorno, que está lleno parcialmente con el líquido, y desde el recipiente 99 conduce a un canal de unión 82, se lleva la presión absoluta del líquido en el generador de vapor 80 a la presión absoluta en el espacio de vapor 11.

El vapor del espacio de vapor 11 del generador de vapor 80 fluye a través del canal de unión 82 en un espacio de vapor 81 de la primera etapa 86, en la que el vapor se condensa en las paredes de condensación 37. El condensado se reconduce al circuito de líquidos del generador de vapor 80.

45 En un espacio de vapor 83 acoplado a las paredes de membrana 36 de la primera etapa 86, la presión absoluta es menor que la presión de vapor en el espacio de vapor 81 acoplado a las superficies de condensación 37. El vapor que se produce a partir del líquido 20 sale a través de las paredes de membrana 36 al espacio de vapor 83 acoplado a las paredes de membrana 36.

50 A través de un canal de unión 84, el vapor que se produce en la primera etapa 86 fluye al espacio de vapor 87 limitado por las paredes de condensación 37 de la segunda etapa 90 y se condensa en las paredes de condensación 37. En un espacio de vapor 89 acoplado a las paredes de membrana 36 de la segunda etapa 90, la presión absoluta es menor que la presión de vapor en el espacio de vapor 87 acoplado a las superficies de condensación 37.

55 Mediante la conducción de calor se transfiere el calor de condensación que se libera en la condensación del vapor a través de las paredes de condensación 37 y se transfiere mediante la generación de vapor en el canal de flujo 38 y posterior transporte con el vapor a través de las paredes de membrana 36 al espacio de vapor 83 ó 89 limitado por las paredes de membrana 36. A través de un canal de unión 92 fluye el vapor que se produce en la segunda etapa

90 al espacio de vapor 88 limitado por las paredes de condensación 37 del condensador 30 y se condensa en las paredes de condensación 37.

El destilado 40 que se produce en la condensación en la segunda etapa 90 y en el condensador 30 se saca bombeando por medio de la bomba de destilación 26 hacia fuera.

- 5 El vacío parcial en todo el dispositivo se aplica por medio del sistema de vacío 55 que comprende un sistema de tubos de vacío parcial 96, el condensador 30 y la bomba de vacío 50.

A través del sistema de tubos de vacío parcial 96 se sacan bombeando los gases que se liberan del líquido 20, que no pueden condensarse, del dispositivo de destilación por membrana 10. Simultáneamente se dispone el vacío parcial en los componentes generador de vapor 80, primer etapa 86, segunda etapa 90 y condensador 30. Mediante válvulas reguladoras 100 se ajusta el vacío parcial en los componentes generador de vapor 80, primera etapa 86, segunda etapa 90 y el condensador 30.

Una compensación de presión entre el respectivo espacio de vapor 83 ó 89 que se encuentra en un vacío parcial y el líquido 20 que va a concentrarse se alcanza a través de un conducto de unión 16 entre el líquido 20 alimentado que va a concentrarse y el canal de unión 92.

- 15 Para evitar que fluya el líquido 20 alimentado que va a concentrarse al canal de unión 92 a través del conducto de unión 16, una parte del conducto de unión 16 está configurada como tubo en U 17.

A partir del líquido 18 alimentado al condensador 30 por medio de una bomba 14 se alimenta un flujo parcial como líquido 20 que va a concentrarse al dispositivo de destilación de membrana 10. El otro flujo parcial 19 se desecha.

- 20 El líquido 20 que va a concentrarse se alimenta por medio de la bomba de alimentación 21 a través del conducto de líquido 22 del dispositivo de destilación por membrana 10. Para delimitar el vacío parcial en el dispositivo de destilación por membrana 10 frente a la presión del entorno, una parte del conducto de líquido 22 está diseñada como tubo en U 23. El líquido 41 concentrado se saca bombeando por medio de la bomba de concentrado 24 del dispositivo de destilación de membranas 10 a través del conducto de concentrado 25. Para hermetizar el dispositivo de destilación por membrana 10 frente a la presión del entorno, una parte del conducto de concentrado 25 está diseñada como tubo en U 29.

Para hermetizar el vacío parcial del dispositivo de destilación por membrana 10 frente a la presión del entorno, una parte del conducto de destilado 27 está además realizada como tubo en U 28.

#### **Lista de números de referencia**

30	10	Dispositivo de destilación por membrana
	11	Espacio de vapor
	12	Fibras huecas de membrana
	13	Membrana
	14	Bomba
	15	Tubo de metal o plástico, tubo de condensación
35	16	Conducto de unión de vacío parcial
	17	Tubo en U
	18	Líquido
	19	Flujo parcial
	20	Líquido que va a concentrarse
40	21	Bomba de alimentación
	22	Conducto de líquido
	23	Tubo en U
	24	Bomba de concentrado
	25	Conducto de concentrado
45	26	Bomba de destilado
	27	Conducto de destilado
	28	Tubo en U
	29	Tubo en U
	30	Condensador
50	35	Canal de flujo
	36	Pared de membrana
	37	Pared de condensación
	38	Canal de flujo
	39	Canal de flujo de concentrado
55	40	Destilado
	41	Líquido que va a concentrarse, concentrado
	42	Destilado
	50	Bomba de vacío

52	Conducto de vacío parcial
55	Sistema de vacío
60	Intercambiador de calor
61	Conducto
5	62 Recipiente de almacenamiento para el tubo en U de alimentación
	64 Recipiente de almacenamiento para el tubo en U de concentrado
	66 Recipiente colector para el tubo de destilado
	70 Bomba de destilado
	72 Tubo en U
10	74 Conducto de destilado
	76 Recipiente colector para el tubo en U de destilado
	80 Generador de vapor
	81 Espacio de vapor
15	82 Canal de unión
	83 Espacio de vapor
	84 Canal de unión
	86 Primera etapa
	87 Espacio de vapor
20	88 Espacio de vapor
	89 Espacio de vapor
	90 Segunda etapa
	92 Canal de unión
	94 Conducto de líquido
25	96 Sistema de tubos de vacío parcial
	97 Sistema de compensación de presión
	98 Conducto de unión
	99 Recipiente
	100 Válvulas de regulación

## REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de destilación por membrana de múltiples etapas, en el que a un primer espacio de vapor (81) de una primera etapa (86) se alimenta vapor desde un espacio de vapor (11) de un generador de vapor (80) que presenta un circuito de líquidos independiente, que se condensa en paredes de condensación (37) que limitan el primer espacio de vapor (81), en el que un canal de flujo (38) que conduce un líquido (20) que va a concentrarse es adyacente respectivamente al lado de las paredes de condensación opuesto al primer espacio de vapor (81), que está limitado en el lado opuesto a la respectiva pared de condensación (37) por una pared de membrana (36) permeable al vapor, impermeable a los líquidos o al agua, mediante la cual se separa el líquido (20) que va a concentrarse de un segundo espacio de vapor (83) de esta primera etapa (86), pasando el vapor que se produce a partir del líquido (20) que va a concentrarse a través de la pared de membrana (36) al segundo espacio de vapor (83), y para ajustar la presión absoluta del líquido (20) que va a concentrarse se practica en éste un vacío parcial que reduce la presión absoluta del líquido (20) que va a concentrarse, en el que se transfiere el vapor desde el segundo espacio de vapor (83) de la primera etapa (86) a un primer espacio de vapor (87) de una segunda etapa (90), que está limitado por paredes de condensación (37), en las que se condensa el vapor y en las que un canal de flujo (38) que conduce el líquido (20) que va a concentrarse desde el canal de flujo (38) de la primera etapa está adyacente al lado opuesto al primer espacio de vapor (87) respectivamente, que está limitado en el lado opuesto a la respectiva pared de condensación (37) de nuevo por una pared de membrana (36), mediante la cual se separa el líquido (20) que va a concentrarse de un segundo espacio de vapor (89) de esta segunda etapa (90), se reduce la presión absoluta del líquido (20) que va a concentrarse presente en las dos etapas (86, 90) hasta su presión de vapor de ebullición correspondiente a su temperatura, en las dos etapas (86, 90) se selecciona respectivamente la presión en el segundo espacio de vapor (83, 89) adyacente al líquido (20) que va a concentrarse a través de la pared de membrana (36) menor que la presión del entorno, en las dos etapas (86, 90) respectivamente el vacío parcial en este segundo espacio de vapor (83, 89) corresponde al menos esencialmente a la presión de vapor del líquido (20) que va a concentrarse adyacente a través de la pared de membrana (36), aumenta mediante la presión diferencial que se produce al fluir el vapor a través de la pared de membrana (36), en al menos las dos etapas (86, 90) tiene lugar una respectiva condensación y evaporación, realizándose la condensación y evaporación en una respectiva etapa adicional a un nivel de presión y nivel de temperatura más bajo que en la respectiva etapa precursora, se transfiere el vapor desde el segundo espacio de vapor (83) de la última etapa (90) a través de un canal de unión (92) a un espacio de vapor (88) de un condensador (30), se aplica un vacío parcial, por medio de un sistema de vacío (55) en el espacio de vapor (11) del generador de vapor (80), en el respectivo primer espacio de vapor (81, 87) de las etapas (86, 90) y en el espacio de vapor (88) del condensador (30), y se genera la correspondiente compensación de presión entre el respectivo segundo espacio de vapor (83, 89) que se encuentra en un vacío parcial y el líquido (20) que va a concentrarse a través de un conducto de unión (16) entre el líquido (20) alimentado que va a concentrarse y el canal de unión (92).
2. Dispositivo de destilación por membranas de múltiples etapas, que comprende las siguientes partes de dispositivo expuestas en relación con su modo de funcionamiento, en el que a un primer espacio de vapor (81) de una primera etapa (86) se alimenta vapor desde un espacio de vapor (11) de un generador de vapor (80) que presenta un circuito de líquidos independiente, que se condensa en paredes de condensación (37) que limitan al primer espacio de vapor (81), en el que un canal de flujo (38) que conduce un líquido (20) que va a concentrarse está adyacente respectivamente al lado de las paredes de condensación opuesto al primer espacio de vapor (81), que está limitado en el lado opuesto a la respectiva pared de condensación (37) por una pared de membrana (36) permeable al vapor, impermeable a los líquidos o al agua, mediante la cual se separa el líquido (20) que va a concentrarse de un segundo espacio de vapor (83) de esta primera etapa (86), pasando el vapor que se produce a partir del líquido (20) que va a concentrarse a través de la pared de membrana (36) al segundo espacio de vapor (83), y para ajustar la presión absoluta del líquido (20) que va a concentrarse se practica en éste un vacío parcial que disminuye la presión absoluta del líquido (20), especialmente para realizar el procedimiento según la reivindicación 1, en el que se transfiere el vapor desde el segundo espacio de vapor (83) de la primera etapa (86) a un primer espacio de vapor (87) de una segunda etapa (90), que está limitado por paredes de condensación (37), en las que se condensa el vapor y en las que un canal de flujo (38) que conduce el líquido (20) que va a concentrarse desde el canal de flujo (38) de la primera etapa está adyacente respectivamente al lado opuesto al primer espacio de vapor (87), que está limitado en el lado opuesto a la respectiva pared de condensación (37) de nuevo por una pared de membrana (36), mediante la cual se separa el líquido (20) que va a concentrarse de un segundo espacio de vapor (89) de esta segunda etapa (90), se reduce la presión absoluta del líquido (20) que va a concentrarse presente en las dos etapas (86, 90) hasta su presión de vapor de ebullición correspondiente a su temperatura, en las dos etapas (86, 90) se selecciona respectivamente la presión en el segundo espacio de vapor (83, 89) adyacente al líquido (20) que va a concentrarse a través de la pared de membrana (36) menor que la presión del entorno, en las dos etapas (86, 90) respectivamente el vacío parcial en este segundo espacio de vapor (83, 89) corresponde al menos esencialmente a la presión de vapor del líquido (20) que va a concentrarse adyacente a través de la pared de membrana (36), aumenta mediante la presión diferencial que se produce al fluir el vapor a través de la pared de membrana (36), al menos las dos etapas (86, 90) están previstas para una respectiva condensación y evaporación, realizándose la condensación y evaporación en una respectiva etapa adicional a un nivel de presión y nivel de temperatura más bajo que en la respectiva etapa precursora, se transfiere el vapor desde el segundo espacio de vapor (83) de la última etapa (86) a través de un canal de unión (92) a un espacio de vapor (88) de un condensador (30), está previsto un sistema de vacío (55) para aplicar un vacío parcial en el espacio de vapor (11) del generador de vapor (80), en el

respectivo primer espacio de vapor (81, 87) de las etapas (86, 90) y en el espacio de vapor (88) del condensador (30), y está previsto un conducto de unión (16) entre el líquido (20) alimentado que va a concentrarse y el canal de unión (92) para conseguir la correspondiente compensación de presión entre el respectivo segundo espacio de vapor (83, 89) que se encuentra en un vacío parcial y el líquido (20) que va a concentrarse.

- 5      3. Dispositivo según la reivindicación 2, **caracterizado porque** los conductos (22, 25, 27) que entran en la zona de vacío parcial y que salen de ésta están dotados de recipientes colectores, de modo que los líquidos (20, 40, 41) contenidos en estos recipientes colectores separan el vacío parcial en el dispositivo de destilación por membrana a través de tubos en U (23, 28, 29) frente a la presión del entorno.
- 10     4. Dispositivo según la reivindicación 2 ó 3, **caracterizado porque** los líquidos (20, 40, 41) que entran en la zona de vacío parcial y salen de ésta están separados de la presión del entorno por medio de cierres mecánicos.

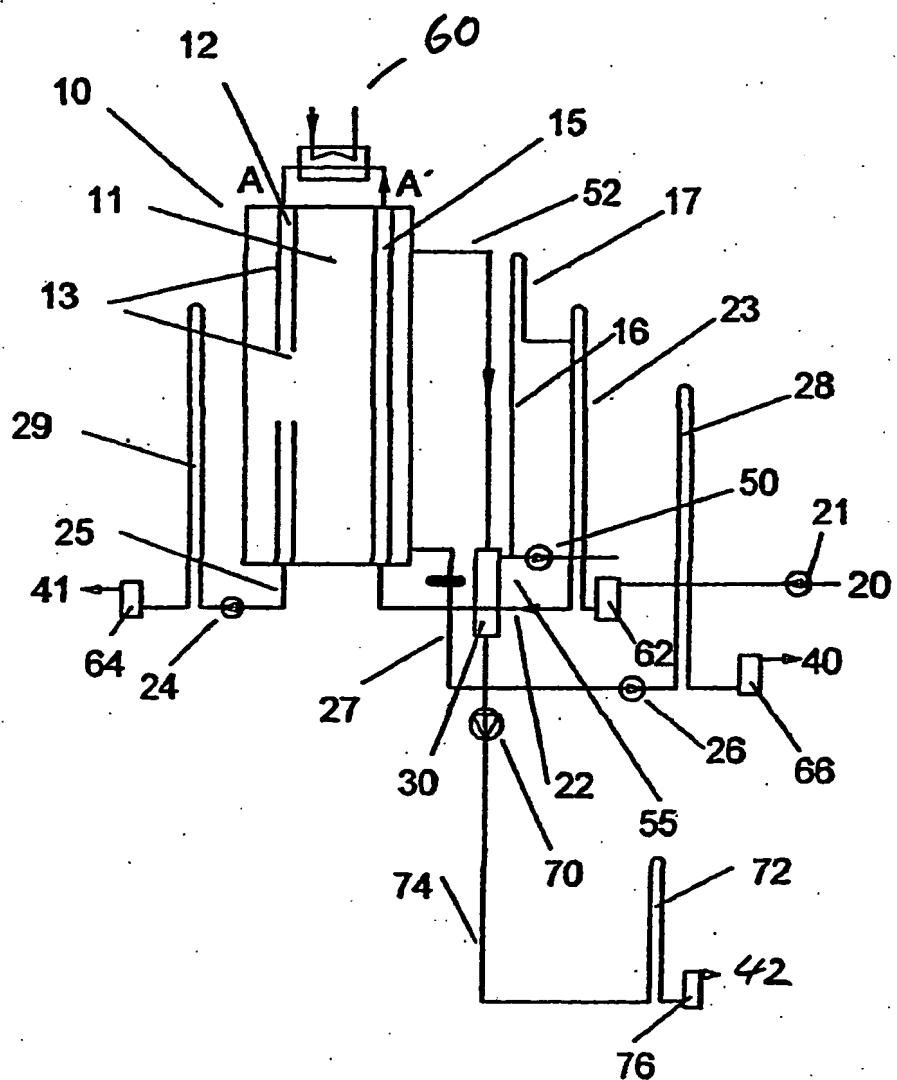
fig. 1

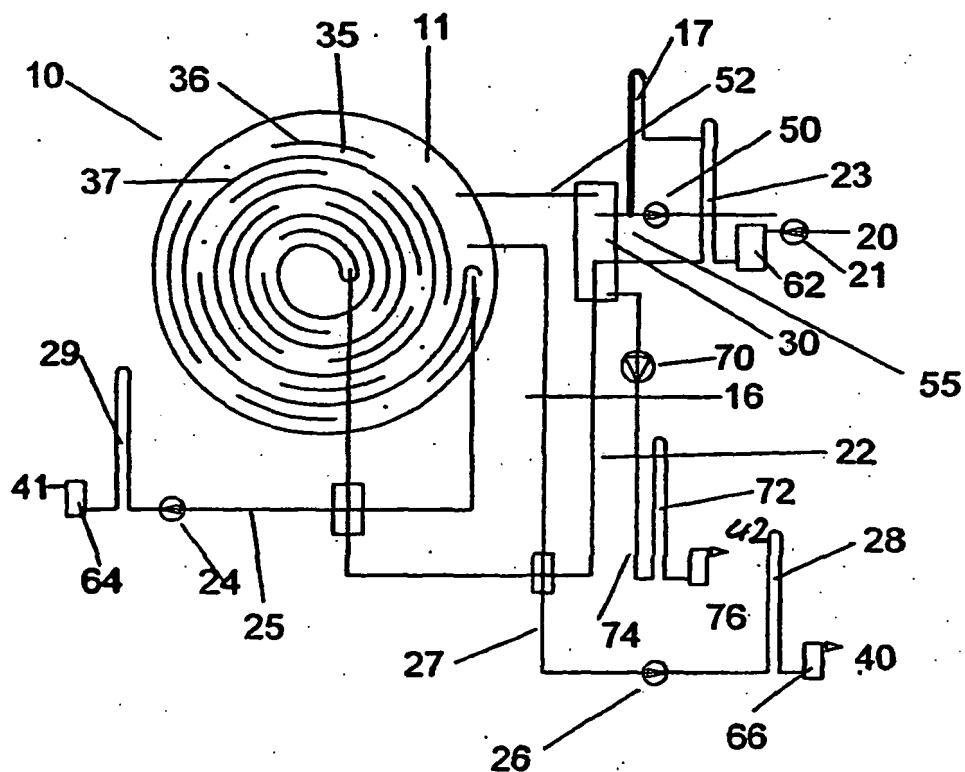
Fig. 2

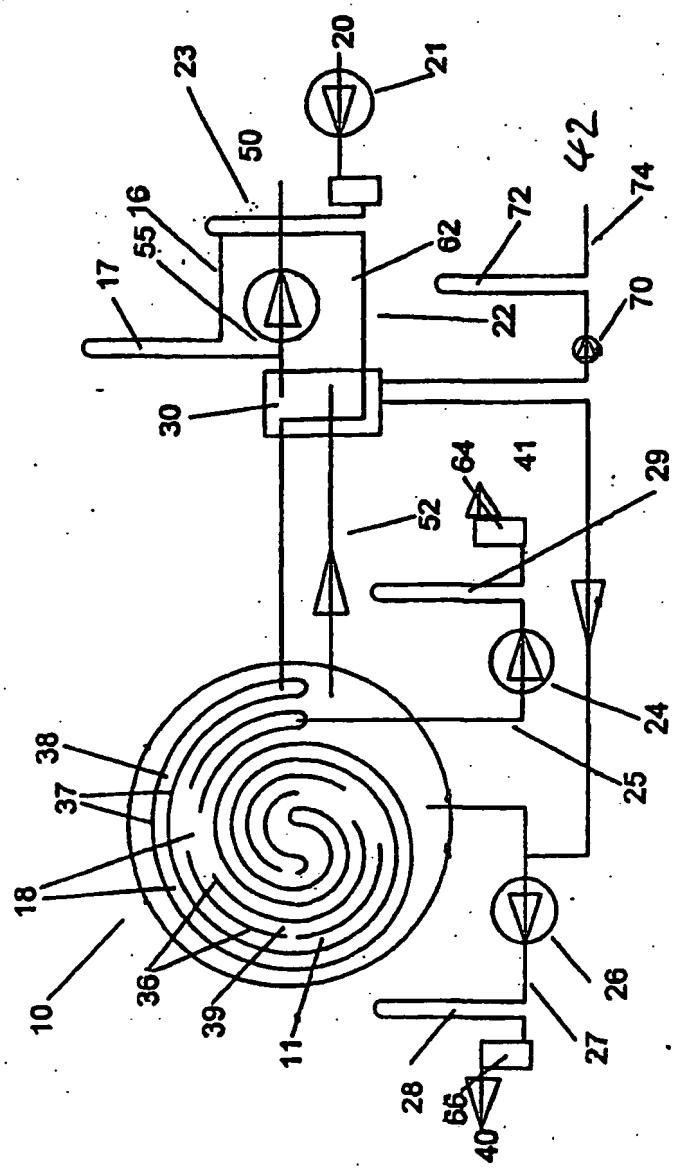
Fig. 3

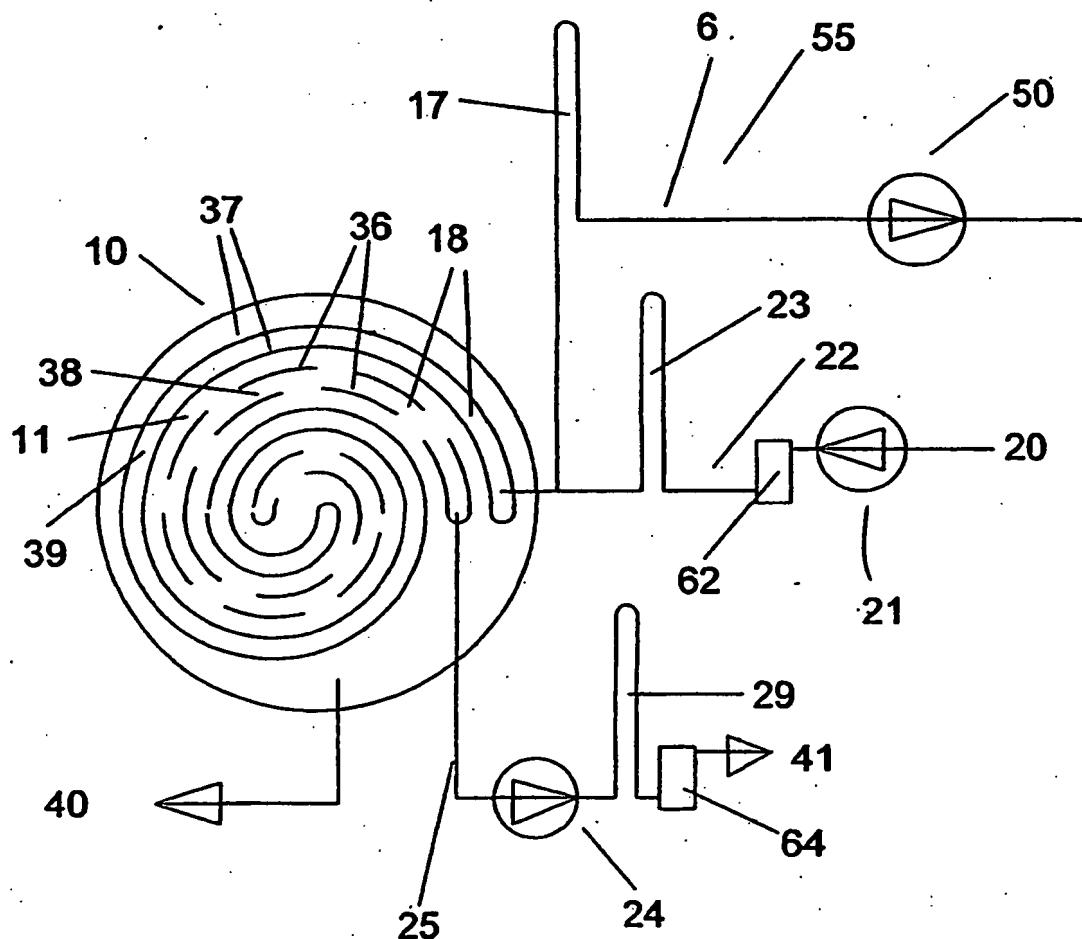
Fig. 4

Fig. 5