



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 265 563**

51 Int. Cl.:  
**B01D 3/00** (2006.01)  
**B01D 3/14** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **03703528 .4**  
86 Fecha de presentación : **22.01.2003**  
87 Número de publicación de la solicitud: **1476235**  
87 Fecha de publicación de la solicitud: **17.11.2004**

54 Título: **Columna de destilación integrada por calor.**

30 Prioridad: **25.01.2002 EP 02075326**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**16.02.2007**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**16.02.2007**

73 Titular/es: **Technische Universiteit Delft  
Julianalaan 134  
2628 BL Delft, NL**

72 Inventor/es: **De Graauw, Johannes;  
Steenbakker, Maarten, Jan;  
De Rijke, Arie;  
Olujic, Zarko y  
Jansens, Pieter, Johannes**

74 Agente: **Carpintero López, Francisco**

ES 2 265 563 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).

# ES 2 265 563 T3

## DESCRIPCIÓN

Columna de destilación integrada por calor.

5 La invención se refiere a una columna de destilación por calor integrada que tiene volúmenes separados dentro de la columna, que es especialmente adecuada para operaciones de destilación en procesos industriales. Más particularmente la invención se refiere a dicha columna, en la que dichos volúmenes pueden operar a diferentes temperaturas con un intercambio de calor mejorado, suministrando de esta forma ventajas energéticas en su funcionamiento.

10 Está ampliamente reconocido que la integración del calor en columnas de destilación es un medio importante para suministrar mejoras en la eficiencia energética durante las operaciones de destilación. Sin embargo, la aplicación de esta tecnología ha estado dificultada por factores de coste de construcción y problemas para proporcionar un intercambio de calor adecuado, especialmente sin una construcción complicada de las columnas.

15 En el documento US-A 4.681.661 se describe una columna de destilación por calor integrada, dicha columna comprende una columna central y una columna exterior anular alrededor de la columna central. De esta forma se suministran diferentes regiones en la columna, dichas regiones pueden operar a diferentes presiones. Ambas regiones están provistas de bandejas y bajantes convencionales.

20 En el documento US-A 5.783.047 se describe una columna de destilación por calor integrada, dicha columna comprende una cubierta exterior y uno o más tubos interiores. De esta forma se suministran diferentes regiones en la columna, dichas regiones pueden operar a diferentes presiones. Sin embargo, para suministrar un área de intercambio de calor suficiente entre las dos regiones en operaciones industriales a gran escala, tienen que colocarse varios tubos de un diámetro relativamente pequeño en la cubierta exterior. Debido al diámetro relativamente pequeño de los tubos, el uso de dispositivos de destilación internos dentro de los tubos está limitado a aros de empaquetadura irregulares o empaquetaduras estructuradas. El uso de las bandejas requiere una construcción complicada.

25 En el documento US-A 4.234.391 se describe un aparato de destilación continua en el que la columna se ha dividido en dos secciones semicilíndricas separadas por una pared divisora, una sección funciona como sección de agotamiento y la otra como sección de rectificación. Un objeto de la presente invención es suministrar una columna de destilación por calor integrada que consta de dos volúmenes separados a lo largo de la longitud de la columna, en la que se proporcione suficiente transferencia de calor entre los volúmenes. También otro objeto de la presente invención es suministrar una columna de destilación por calor integrada de este tipo, en la que puedan usarse bandejas.

30 Este y otros objetos se obtienen mediante la columna de la invención. Esta columna es una columna de destilación por calor integrada que comprende una cubierta cilíndrica que tiene un extremo superior y un extremo inferior y al menos un primer volumen interno y al menos un segundo volumen interno en el interior de la cubierta, que están en contacto de intercambio de calor entre sí a través de una pared que separa los volúmenes., La mejora comprende el suministro de medios que tienen capacidad de intercambio de calor que se extienden a través de dicha pared desde al menos dicho primer volumen al interior de al menos dicho segundo volumen, mediante lo cual el interior de dichos medios de intercambio de calor está en conexión abierta con dicho primer volumen. Por supuesto, los medios de intercambio de calor no tienen conexión para la transferencia de masa hacia el otro (segundo) volumen.

35 El aspecto más importante de la columna de la presente invención reside en la presencia de medios para suministrar intercambio de calor, dichos medios se extienden dentro del otro volumen suministrando de esta forma la posibilidad de transferencia de calor desde un volumen al otro volumen, dando como resultado la condensación parcial del vapor en la sección más caliente (habitualmente de alta presión) y la evaporación (parcial) de líquido en la sección de refrigeración (habitualmente de baja presión).

40 La columna de destilación por calor integrada de la invención tiene preferiblemente una sección de enriquecimiento y una sección de agotamiento, uno de los volúmenes es la sección de enriquecimiento y el otro es la sección de agotamiento. Cuando se utilizan los términos "sección de enriquecimiento" y "sección de agotamiento" debe considerarse que se refieren a los volúmenes separados de la columna.

45 La columna de destilación por calor integrada de la invención tiene una construcción en la cual la sección (E) de enriquecimiento (rectificación, la parte por encima de la etapa de alimentación) y la sección (S) de agotamiento (la parte por debajo de la etapa de alimentación), tal como se encuentran en una columna de destilación convencional, están separadas entre sí y dispuestas en paralelo, y la presión operativa de la sección de enriquecimiento es más alta que la de la sección de agotamiento de forma que la temperatura operativa de la sección de enriquecimiento se vuelve más alta que la de la sección de agotamiento. En esta configuración, si existe una superficie de transferencia de calor entre ellas, la transferencia de calor se produce desde la sección de enriquecimiento hacia la sección de agotamiento. En la columna de destilación por calor integrada de la invención la transferencia de calor se produce desde la sección de enriquecimiento hacia la sección de agotamiento.

50 La invención puede verse en dos realizaciones preferidas. En la primera realización los medios de intercambio de calor se sitúan en la sección de refrigeración y el vapor se introduce dentro de los medios de intercambio de calor desde la sección más caliente y se condensa en los medios de intercambio de calor, emitiendo de esta forma el calor

## ES 2 265 563 T3

hacia la sección de refrigeración. El vapor condensado (el líquido) se devuelve a la sección más caliente. El líquido se evapora sobre el exterior de dichos medios de intercambio de calor.

5 En la segunda realización, los medios de intercambio de calor se sitúan en la sección más caliente y el líquido de la sección de refrigeración se pasa al interior de los medios de intercambio de calor, dicho líquido se evapora (parcialmente) dentro de los medios de intercambio de calor y el vapor se condensa (parcialmente) sobre el exterior de dichos medios de intercambio de calor. El vapor generado en los medios de intercambio de calor es devuelto a la sección de refrigeración. En general se prefiere un flujo laminar de líquido en ambas realizaciones.

10 En la columna de destilación por calor integrada de la invención, en ambos volúmenes, el vapor que penetra por el extremo inferior y que sale por extremo superior, se pone en contacto con el líquido que penetra por el extremo superior y fluye hacia el extremo inferior, sobre la superficie del empaquetamiento o sobre las bandejas. En este momento, se produce la transferencia de masa y por lo tanto se realiza la operación de destilación. En la columna de destilación por calor integrada de la invención, se disponen dos secciones, es decir, una sección de presión superior y una sección de presión inferior, en la columna.

15 En contraste con la columna de destilación convencional en la cual la entrada de calor es suministrada mediante un evaporador, de acuerdo con la columna de destilación por calor integrada de la invención, la entrada de calor se efectúa principalmente en la totalidad de la sección de agotamiento, con el resultado de que puede minimizarse la carga de calor sobre el evaporador. En la columna de destilación convencional, la eliminación del calor se realiza mediante un condensador dispuesto en la parte superior de la columna. En contraste, de acuerdo con la columna de destilación por calor integrada de la presente invención, la eliminación de calor se realiza en la totalidad de la sección de enriquecimiento con el resultado de que puede minimizarse la carga de trabajo del condensador. Consecuentemente, es posible ahorrar una considerable cantidad de energía, en comparación con las columnas de destilación convencionales.

20 En una columna de destilación por calor integrada, el vapor se condensa en la sección de enriquecimiento y por lo tanto se disminuye el caudal de vapor hacia la parte superior y el líquido se evapora en la sección de agotamiento, de manera que el caudal de vapor se incrementa hacia la parte superior. Por lo tanto, para asegurarse que la relación del caudal volumétrico del vapor ascendente y el área de la sección de corte del volumen específico se mantienen dentro de la banda operativa de los dispositivos internos de la columna a pesar de la altura de la columna, debe disminuirse el área seccional volumétrica cuando uno se mueve desde el fondo hacia la parte superior de la sección de enriquecimiento e incrementarse cuando uno se mueve desde el fondo hacia la parte superior de la sección de agotamiento. Este aspecto de una realización preferida de la invención se muestra en las figuras que se analizarán a continuación.

25 La columna de la invención puede construirse de diferentes formas, siempre que los dos volúmenes sean siempre adyacentes entre sí, divididos por una pared de separación. En la práctica esto significa que se prefieren dos posibilidades. La primera posibilidad es una columna que tiene una columna concéntrica interna. La otra posibilidad es una columna provista de una pared divisora que se extiende desde un lado de la columna hasta el otro lado. La columna de la invención contiene medios para mejorar el contacto de vapor / líquido, dichos medios pueden ser por ejemplo bandejas, que es lo preferido, pero también empaquetamientos aleatorios o estructurados. No es necesario tener el mismo sistema de dichos medios para mejorar el contacto de vapor / líquido en ambos volúmenes.

30 Según se indicó anteriormente, se tiene preferencia por el uso de las bandejas con bajantes, ya que proporcionan una forma fácil y sin complicaciones de suministrar el contacto de vapor / líquido. En esta realización los medios para el intercambio de calor, preferiblemente paneles de transferencia de calor verticales, se dispone en la bajante, y el líquido que fluye en sentido descendente se distribuye sobre la superficie de los paneles por medio de sistemas de distribución de líquido.

35 Los medios que tienen capacidad de intercambio de calor pueden tomar la forma de placas o de una construcción tubular. La superficie de las placas o los tubos puede ser lisa o texturizada. En general es posible utilizar serpentines, placas planas, placas de hoyuelos, placas de aletas o tubos de aletas, placas onduladas u otras placas que mejoren la transferencia de calor.

40 En general se prefiere que haya medios de desacoplamiento del vapor / líquido presentes en, entre, alrededor o por encima de los medios de intercambio de calor, para separar mejor el vapor del líquido. Son medios adecuados aletas, palas, láminas de empaquetamiento estructuradas y onduladas, empaquetamientos vaciados y similares.

45 Los medios de intercambio de calor se extienden a través de la pared desde el primer volumen hacia el interior del segundo volumen, de esta forma el interior de dichos medios de intercambio de calor está en conexión abierta con dicho primer volumen.

50 En una primera realización de la invención, los medios de intercambio de calor están en conexión abierta con la sección que tiene la temperatura más alta (la sección de enriquecimiento) el vapor penetra en los medios de intercambio de calor desde la sección de enriquecimiento y se condensa en su interior. El calor es transferido a través de las paredes al interior del segundo volumen (sección de agotamiento), donde se evapora el líquido sobre la superficie exterior de los medios de intercambio de calor. El condensado fluye de nuevo al interior de la sección de enriquecimiento.

## ES 2 265 563 T3

En la segunda realización, los medios de intercambio de calor están en conexión abierta con la sección que tiene la temperatura más baja (habitualmente la sección de agotamiento) y el líquido penetra en los medios de intercambio de calor desde dicho volumen y se evapora parcialmente sobre la superficie interna de los medios de intercambio de calor mediante el calor transferido a través de la pared de los medios de intercambio de calor desde la sección que tiene la temperatura más alta (la sección de enriquecimiento). En esta sección el vapor se condensa sobre la superficie exterior de los medios de intercambio de calor. El líquido restante, así como el vapor, fluye de nuevo al interior de la sección de agotamiento.

La presente invención es especialmente adecuada para su uso en operaciones de destilación con gran consumo de energía. Ejemplos de ello, son la destilación de aire líquido y las diferentes separaciones en la industria petroquímica, tales como la separación de etano/etileno, la separación de propano/propileno, la separación de butano/isobutano, la separación del aire, la destilación para romper mezclas azeotrópicas y similares.

Un aspecto importante de la invención es la diferencia en la presión operativa entre los dos volúmenes. Para obtener dicha diferencia tienen que estar presentes medios (tales como un soplador o un compresor) para incrementar la presión de la corriente de vapor que va desde un volumen hasta el otro volumen. La presión en la sección de enriquecimiento (o de rectificación) será mayor que la presión en la sección de agotamiento. En general la relación de las presiones no será mucho más alta que la que teóricamente se requiere para obtener una cantidad suficiente de vaporización del líquido de la sección de agotamiento. En general esta relación no excederá de 2.

Ahora se dilucidará la invención sobre la base de un número de figuras, en las que se describirán realizaciones preferidas de la invención. Estas figuras no tienen la intención de limitar el ámbito de la invención.

### Descripción de las figuras

La figura 1 muestra una vista superior de una bandeja de una columna concéntrica de acuerdo con una realización de la invención, dicha columna se ha acoplado con bandejas y bajantes.

La figura 2 muestra una sección de corte vertical, a lo largo de la línea A - A, de la columna mostrada en la figura 1.

La figura 3 muestra una vista superior de una bandeja por debajo de la representada en la figura 1.

La figura 4 muestra una sección de corte vertical a lo largo de la línea B - B de la figura 3.

La figura 5 muestra una posible configuración del sistema de distribución de líquido en un dibujo tridimensional.

Las figuras 6a-b-c-d muestran un posible montaje de paneles de transferencia de calor.

La figura 7 muestra una vista superior de una columna de la invención que se basa en una pared plana que divide la columna en dos volúmenes.

La figura 8 muestra una sección de corte de la columna dividida por una pared.

Las figuras 9 y 10 muestran la característica de que la relación de las áreas seccionales de las secciones de agotamiento y de enriquecimiento varía con el volumen de vapor a lo largo de la altura de la columna.

La figura 11 muestra una sección de corte vertical de una columna de acuerdo con una realización adicional de la invención.

La figura 12 muestra diferentes secciones de corte de medios de intercambio de calor adecuados para su uso en la realización de la figura 11.

La figura 13 muestra una sección de corte aumentada de los medios de intercambio de calor de la figura 12.

### Descripción detallada de las figuras

La figura 1 muestra una vista superior de una bandeja y la figura 2 una sección de corte vertical de una parte de la columna de acuerdo con una realización de la invención, donde los medios de intercambio de calor están en conexión abierta con el volumen de la temperatura más alta. La sección de corte muestra 4 bandejas (a, b, c, d) en la columna interior y 4 bandejas en la columna anular exterior. La vista superior se refiere a la bandeja (a) según se indica en la sección de corte. Las bandejas pueden ser bien bandejas perforadas o bien de cualquier otro tipo utilizado en la destilación industrial tales como bandejas de válvulas, bandejas de burbujeo o bandejas de túnel. Las líneas punteadas en el dibujo de la vista superior muestran las bajantes situadas encima de la bandeja.

La bandeja (a) de la columna interior tiene un diseño de flujo transversal normal y está provista de tubos bajantes rectangulares. Las flechas indican la dirección del líquido que fluye sobre la bandeja. El líquido que sale de las bajantes

## ES 2 265 563 T3

desde la bandeja de encima penetra en la bandeja (a) en el lado derecho, fluye sobre la bandeja y entonces se recoge en las bajantes en el lado izquierdo.

En este ejemplo las bandejas de la columna anular exterior están provistas de cuatro bajantes en las cuales se montan paneles de transferencia de calor. El líquido que sale de una bajante desde la bandeja situada por encima de la bandeja (a) se divide en la salida en dos partes iguales cada una de las cuales penetra en el área activa de la bandeja (a). Las flechas indican la dirección del flujo del líquido sobre la bandeja. Al final de la sección del área activa el líquido se recoge en cubetas principales, que se sitúan encima de las bajantes. Estas cubetas están provistas de canales laterales que hacen posible la distribución del líquido sobre los paneles de transferencia de calor.

El dibujo de la sección de corte en la posición A - A muestra la situación de las bandejas y de los paneles de transferencia de calor. La parte superior de los paneles de transferencia de calor está conectada a través de uno o más tubos con el espacio del vapor de la columna interna. En la parte inferior los paneles de transferencia de calor están provistos de un tubo para el drenaje del condensado hacia la bandeja de la columna interior.

La figura 3 muestra una vista superior de la bandeja (b) que se sitúa directamente por debajo de la bandeja (a) y la figura 4 la sección de corte B - B. La posición de las bajantes en la columna exterior se ha girado a lo largo de un ángulo de  $45^\circ$  con respecto a la bandeja de encima. En el caso de que las bandejas de la columna anular estén provistas de 2 bajantes, este ángulo de rotación será de  $90^\circ$  y en el caso de 6 bajantes de  $30^\circ$ .

La figura 5 muestra un dibujo tridimensional de una posible configuración del sistema de distribución de líquido colocado por encima de los paneles de transferencia de calor en las bajantes de la sección de agotamiento. El líquido fluye a través de cubetas principales al interior de los canales laterales. En las paredes de los canales laterales se disponen orificios para distribuir el líquido sobre los paneles de transferencia de calor. En el exterior de las paredes de los canales los orificios están cubiertos con placas deflectoras para asegurar la formación de un flujo laminar de líquido sobre los paneles de transferencia de calor. Por esta razón, las placas deflectoras se extienden sobre la parte superior de los paneles de transferencia de calor. En el extremo de los canales se disponen rebosaderos para mantener constante el nivel de líquido. El exceso de líquido se descarga sobre estos rebosaderos.

En las figuras 6a-b-c-d se muestra un posible montaje de paneles de transferencia de calor. En este ejemplo el montaje consta de 6 paneles paralelos. Los paneles están preferiblemente contruidos con láminas onduladas orientadas en la dirección vertical. También son posibles otras construcciones tales como serpentines, placas planas, placas de hoyuelos, placas de aletas u otras placas que mejoren la transferencia de calor. La figura 6d muestra que mediante las ondulaciones se obtienen canales verticales. En la parte superior estos canales están conectados con un canal de entrada de vapor. Los 6 canales de entrada de vapor están conectados con un colector provisto de dos entradas de vapor. De forma similar el condensado se drena al interior de la columna interna en la parte inferior de los paneles a través de los canales de salida de líquido conectados con un colector de recogida de líquido.

La figura 7 muestra una vista superior y la figura 8 muestra una sección de corte de una columna de la invención basada en una pared que divide los dos volúmenes. En estas figuras se muestran las mismas características que en las figuras 1 - 4.

Las figuras 9 - 10 muestran la característica relativa a que la relación de las áreas de la sección de corte de las secciones de agotamiento y de enriquecimiento varían con la cantidad de vapor a lo largo de la altura de la columna. Esto se ha mostrado para dos construcciones posibles. En la figura 9 se muestra una columna de cubierta cilíndrica simple separada por un divisor en dos volúmenes semicilíndricos. El área de la sección de corte de la sección tanto de enriquecimiento como de agotamiento cambia de forma escalonada. La figura 10 muestra la variación escalonada del área de la sección de corte para una columna concéntrica.

La figura 11 muestra una sección de corte vertical de una columna de acuerdo con una segunda realización de la invención, en donde los medios de intercambio de calor se sitúan en la sección central (de enriquecimiento) y están en conexión abierta con la sección anular (de agotamiento). Como puede verse en la figura, el líquido penetra en los medios tubulares desde una bandeja y fluye en sentido descendente, preferiblemente como una película, dentro del tubo. Parte del líquido se evapora dentro de los medios y se eleva. El vapor fluye desde la parte superior de los medios de intercambio de calor al interior de la sección anular, dichos medios tienen preferiblemente medios de desacoplamiento de líquido -gas para suministrar una separación apropiada del gas- líquido. El líquido restante que no se evapora fluye de nuevo al interior de la sección de agotamiento desde el fondo de los medios de intercambio de calor.

Las figuras 12 y 13 muestran varias secciones de corte de un ejemplo de un medio de intercambio de calor adecuado para la realización descrita con relación a la figura 11. En las figuras (a), (b) y (c) se indican las diferentes conexiones de los medios de intercambio de calor con la sección anular, (a) es la conexión a través de la cual el líquido no evaporado fluye de nuevo al interior de la sección anular, (b) es la entrada de líquido y (c) es la conexión de eliminación de vapor, (d) es una forma posible de los medios de desacoplamiento de vapor-líquido.

## ES 2 265 563 T3

### Ejemplo

Una columna de acuerdo con la construcción de las figuras 1 - 5, que tenía paneles en las bajantes y los detalles de construcción mostrados en la tabla 1, se utilizó para la destilación del sistema propano / propileno. El coeficiente total de transferencia de calor es  $700 \text{ W/m}^2\text{K}$  y el área de transferencia de calor por bandeja es  $10,5 \text{ m}^2$ .

TABLA 1

10	Diámetro de columna externa	2,5 m
	Diámetro de columna interna	1,2 m
	Separación de bandejas	0,5 m
	Longitud de paneles de intercambio de calor	0,55 m
	Altura de los paneles	0,4 m
15	Área de transferencia de calor por panel	0,44 m <sup>2</sup>
	Número de paneles por bandeja	24
	Número de paneles por bajante	6

20 Para el mismo tipo de la columna anterior, pero utilizando tubos como dispositivo de intercambio de calor, las dimensiones correspondientes son las siguientes:

TABLA 2

25	Longitud de tubos (horquillas)	0,5 m
	Diámetro de los tubos (externo)	20 mm
	Longitud de paso (rectangular)	30 mm
30	Tubos por bajante	84

30

35

40

45

50

55

60

65

## ES 2 265 563 T3

### REIVINDICACIONES

1. Una columna de destilación integrada por calor que comprende una cubierta cilíndrica externa que tiene un extremo superior y un extremo inferior y al menos un primer volumen interno y al menos un segundo volumen interno dentro de la cubierta que están en contacto de intercambio de calor entre sí a través de una pared que separa los volúmenes, la mejora comprende el suministro de medios que tienen capacidad de intercambio de calor que se extienden a través de dicha pared desde al menos dicho primer volumen hasta al menos dicho segundo volumen, donde el interior de dichos medios de intercambio de calor está en conexión fluida abierta con dicho primer volumen.
2. Una columna de acuerdo con la reivindicación 1, donde la mencionada columna está provista de un tubo interno que es concéntrico con la cubierta exterior, definiendo de esta forma un volumen dentro del tubo interno y un volumen anular entre el tubo interno y la cubierta exterior.
3. Una columna de acuerdo con la reivindicación 1, en la que dicho primer volumen y dicho segundo volumen se han creado mediante una pared de separación que se extiende a lo largo del interior de la cubierta externa y que se conecta en ambos extremos con la pared externa.
4. Una columna de acuerdo con las reivindicaciones 1 - 3, en la dicho primer volumen se construye para que actúe como sección de agotamiento y dicho segundo volumen como sección de enriquecimiento.
5. Una columna de acuerdo con las reivindicaciones 1 - 4, en la que los medios de intercambio de calor están presentes en el volumen que se ha designado como el volumen con la temperatura más alta y está en conexión abierta con el volumen designado para tener la temperatura más baja.
6. Una columna de acuerdo con las reivindicaciones 1 - 4, en la que los medios de intercambio de calor están presentes en el volumen que se ha designado como el volumen con la temperatura más baja y está en conexión abierta con el volumen designado para tener la temperatura más alta.
7. Una columna de acuerdo con las reivindicaciones 1 - 6, en la que están presentes medios de desacoplamiento, preferiblemente seleccionados entre el grupo de aletas, palas, láminas de empaquetamiento de construcción ondulada y aros de empaquetamiento vaciados.
8. Una columna de acuerdo con las reivindicaciones 1 - 7, en la que ambos volúmenes están provistos de bandejas y bajantes.
9. Una columna de acuerdo con las reivindicaciones 1 - 7, en la que la sección de enriquecimiento está provista de bandejas y bajantes y la sección de agotamiento está provista de un empaquetamiento estructurado o aleatorio.
10. Una columna de acuerdo con las reivindicaciones 1 - 7, en la que la sección de agotamiento está provista de bandejas y bajantes y la sección de enriquecimiento está provista de un empaquetamiento estructurado o aleatorio.
11. Una columna de acuerdo con las reivindicaciones 1 - 7, en la que las secciones tanto de agotamiento como de enriquecimiento están provistas de un empaquetamiento estructurado y / o aleatorio.
12. Una columna de acuerdo con las reivindicaciones 1 - 11, en la que dichos medios de intercambio de calor comprenden un panel o una construcción tubular, láminas preferiblemente orientadas en la dirección vertical, serpentines, placas planas, placas o tubos de hoyuelos, placas o tubos de aletas u otras placas o tubos que mejoren la transferencia de calor.
13. Una columna de acuerdo con las reivindicaciones 1 - 12, en la que una pluralidad de dichos medios, que tienen capacidad de intercambio de calor, están presentes a lo largo de la longitud de la columna.
14. Una columna de acuerdo con las reivindicaciones 1 - 13, en la que dichos medios, que tienen capacidad de intercambio de calor, se sitúan en la bajante de una bandeja.
15. Una columna de acuerdo con las reivindicaciones 1 - 14, en la que los medios de intercambio de calor se sitúan entre las bandejas.
16. Una columna de acuerdo con las reivindicaciones 1 - 15, en la que el volumen de una sección se incrementa desde el extremo inferior hacia el extremo superior y el volumen de la otra sección disminuye simultáneamente desde el extremo inferior hacia el extremo superior.
17. Una columna de acuerdo con las reivindicaciones 1 - 16, en la que están presentes medios para el suministro de una diferencia de presión entre el mencionado primer volumen y el mencionado segundo volumen.

## ES 2 265 563 T3

18. Un procedimiento para destilar aire licuado, mezclas orgánicas o mezclas acuosas, dicho procedimiento comprende la aplicación de una columna de acuerdo con las reivindicaciones 1 - 17.

19. El uso de una columna de acuerdo con las reivindicaciones 1 - 17 para la destilación.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

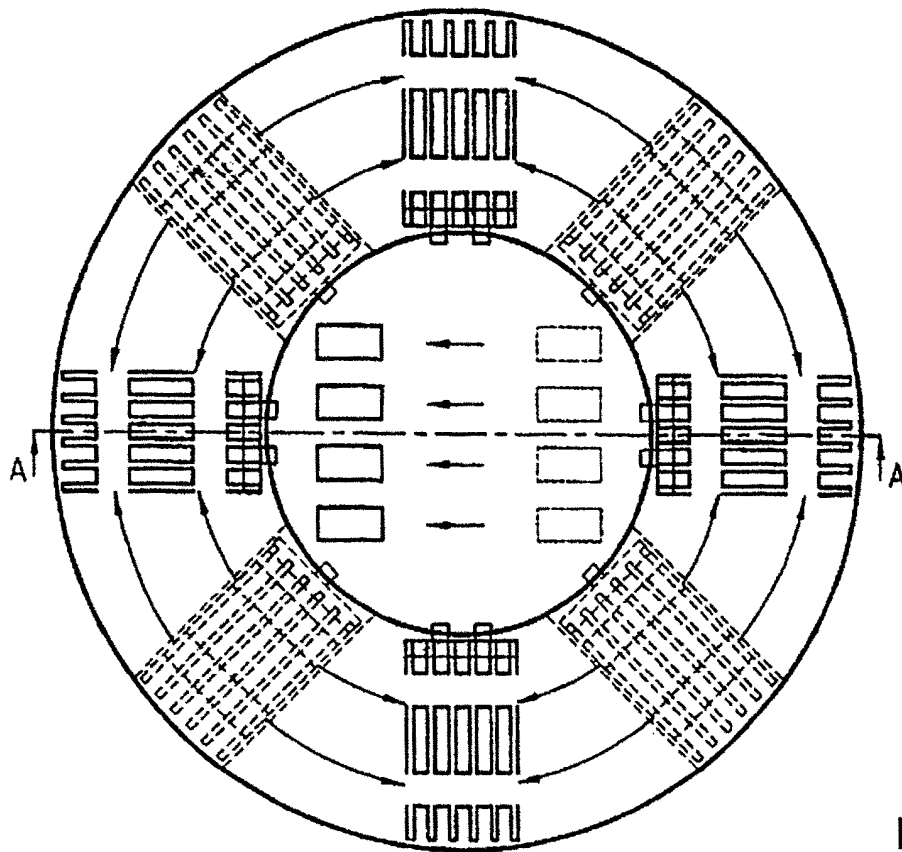


Fig. 1

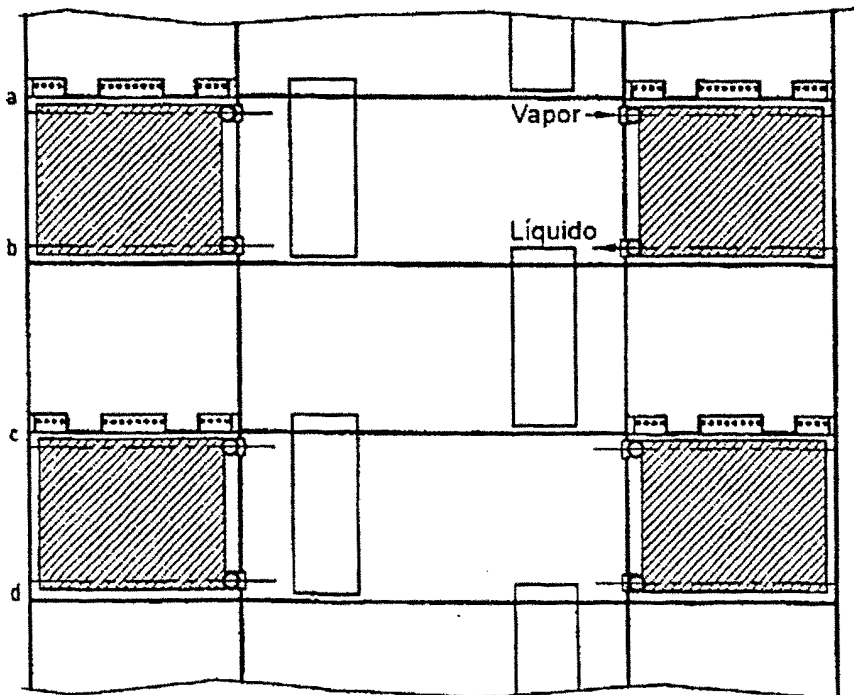


Fig. 2

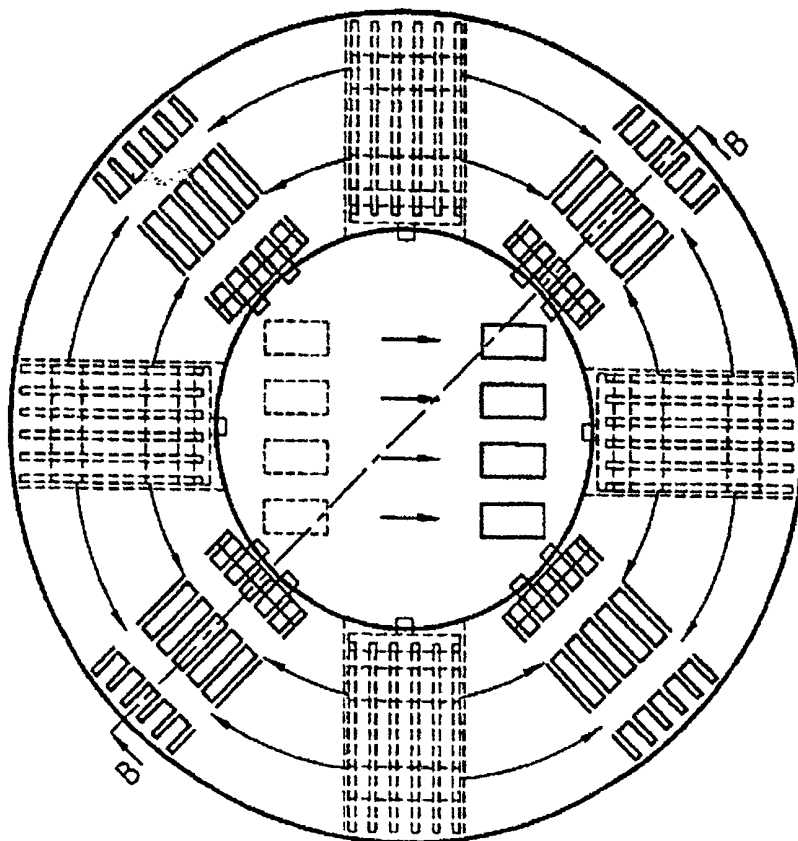


Fig. 3

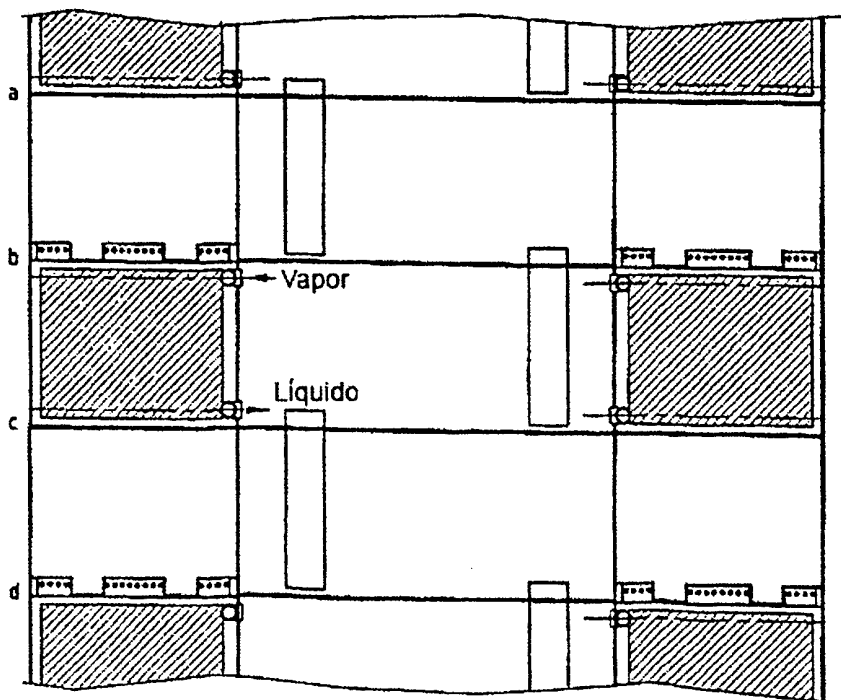


Fig. 4

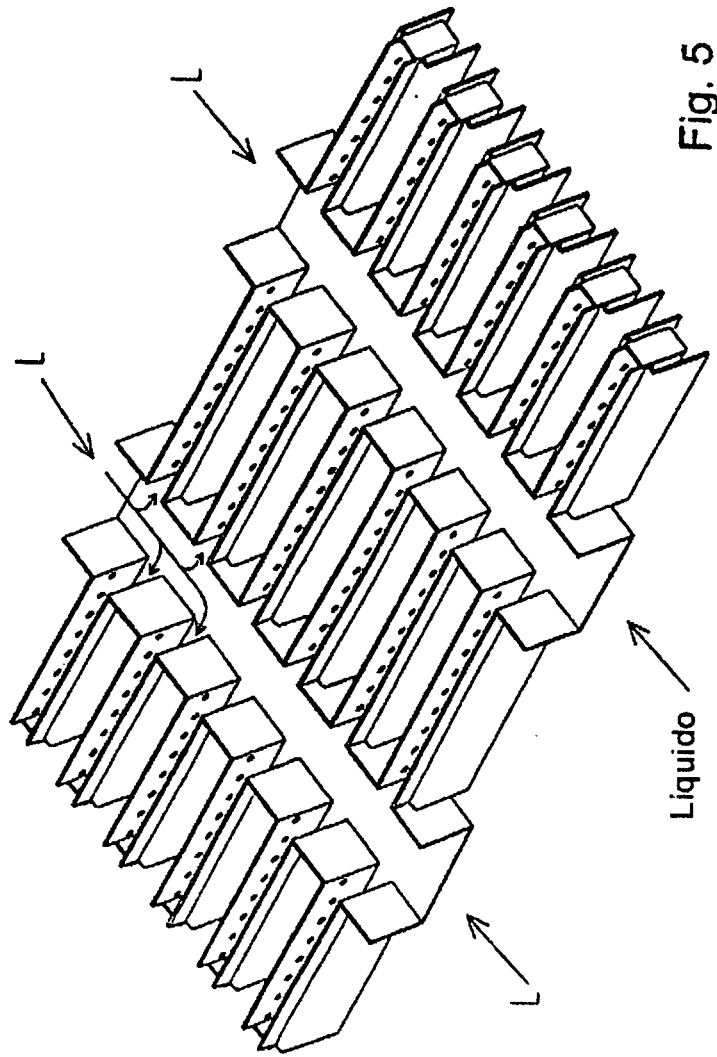


Fig. 5

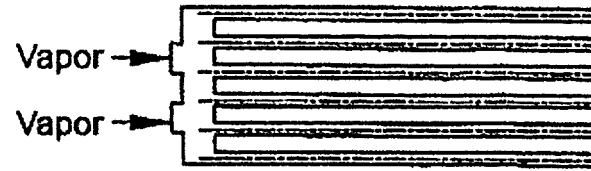


Fig. 6a

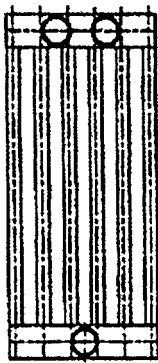


Fig. 6b

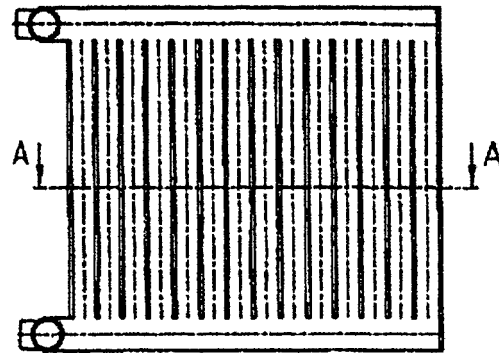


Fig. 6c

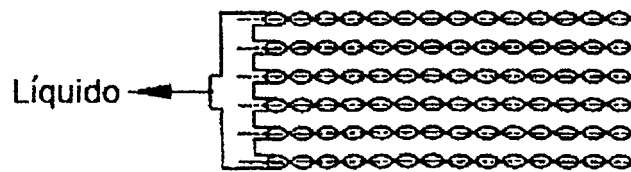


Fig. 6d

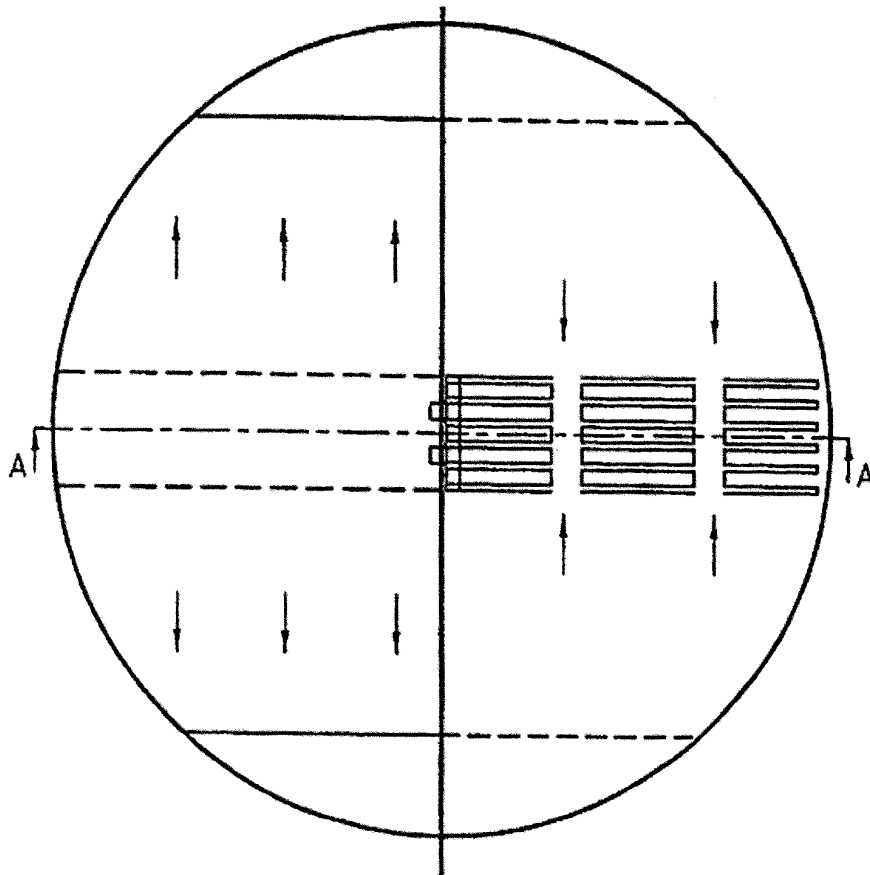


Fig. 7

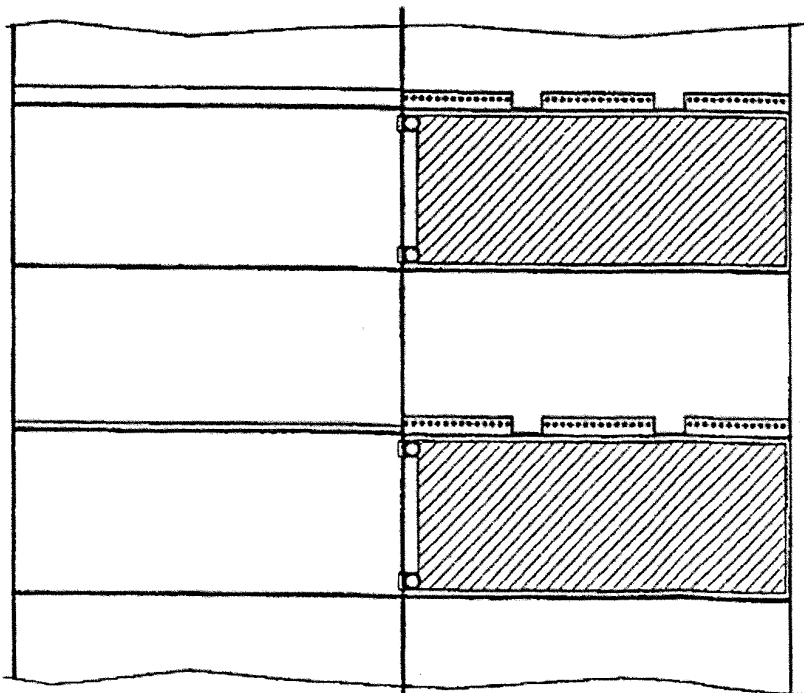


Fig. 8

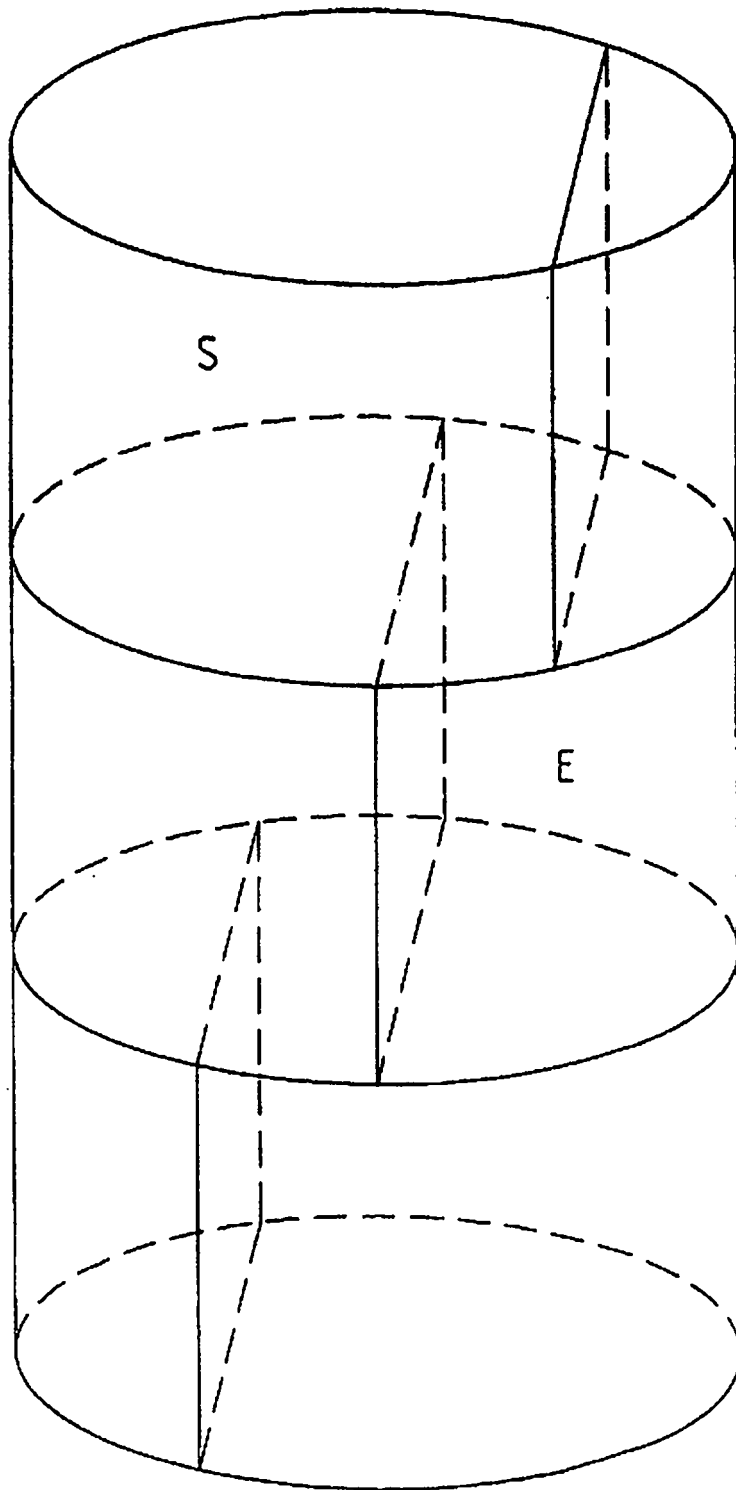


Fig. 9

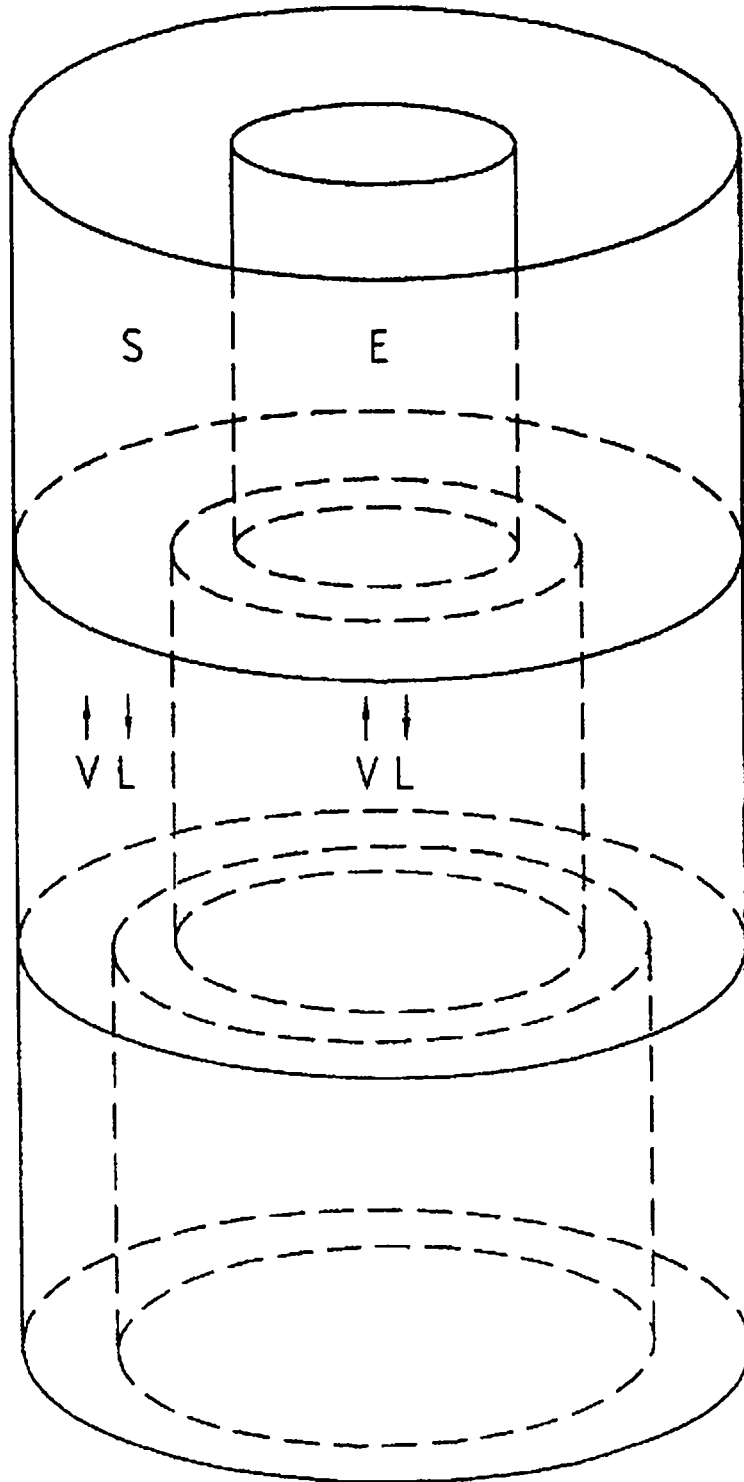


Fig. 10

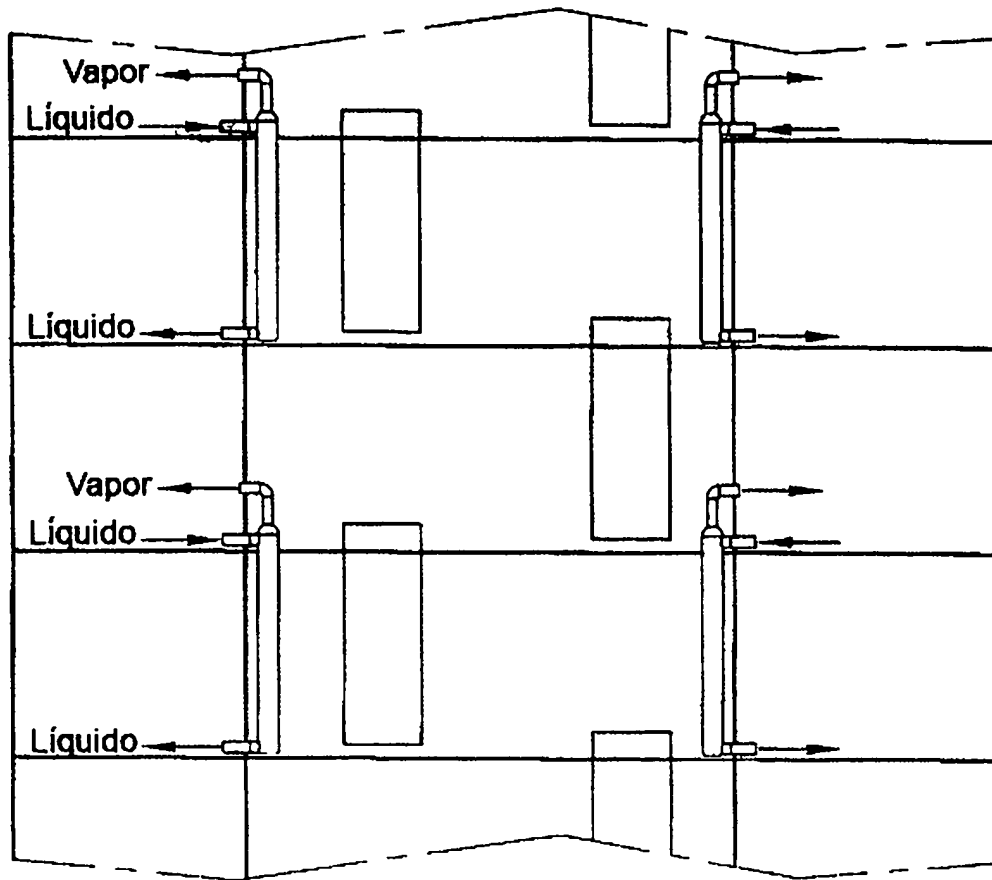


Fig. 11

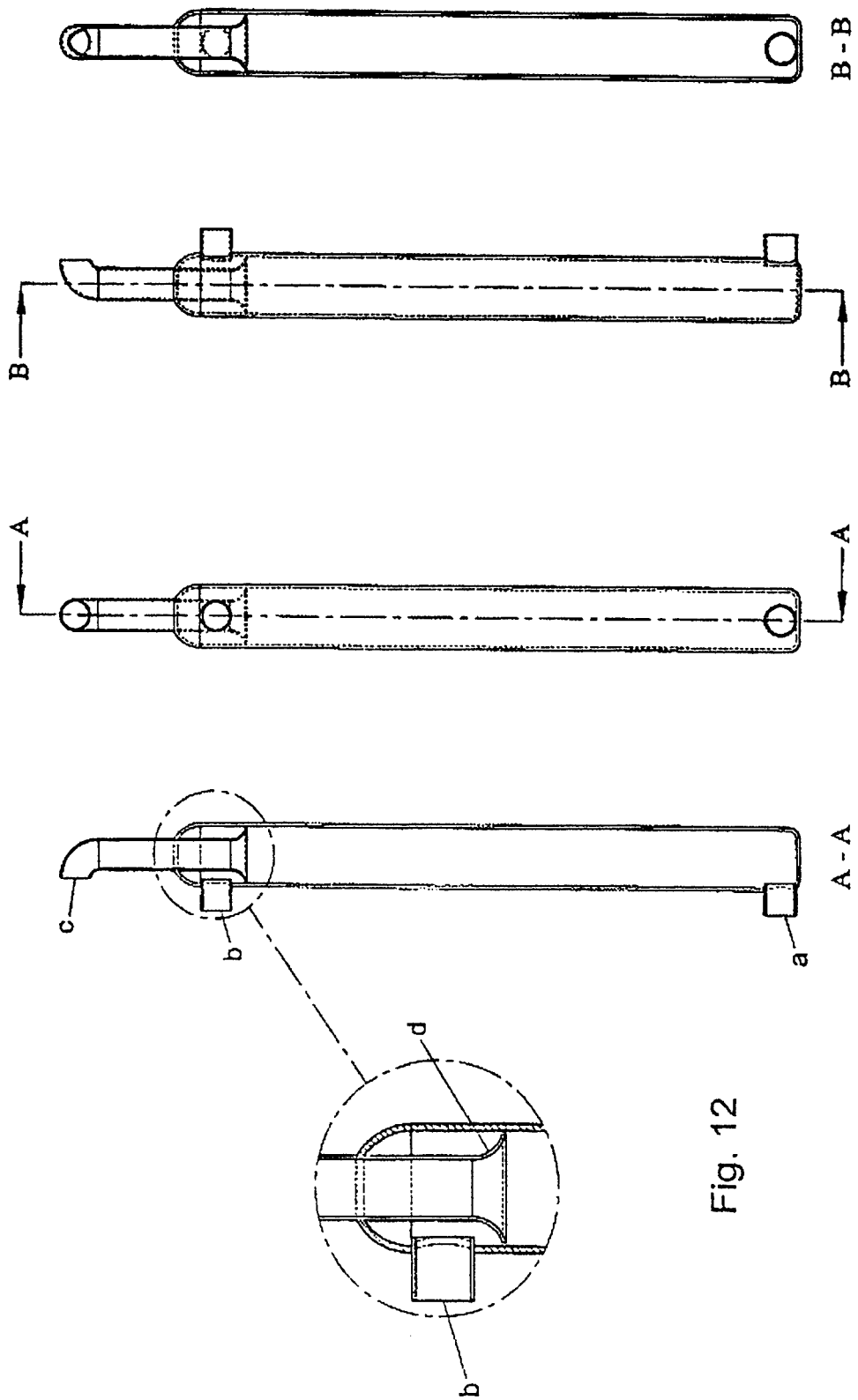


Fig. 12

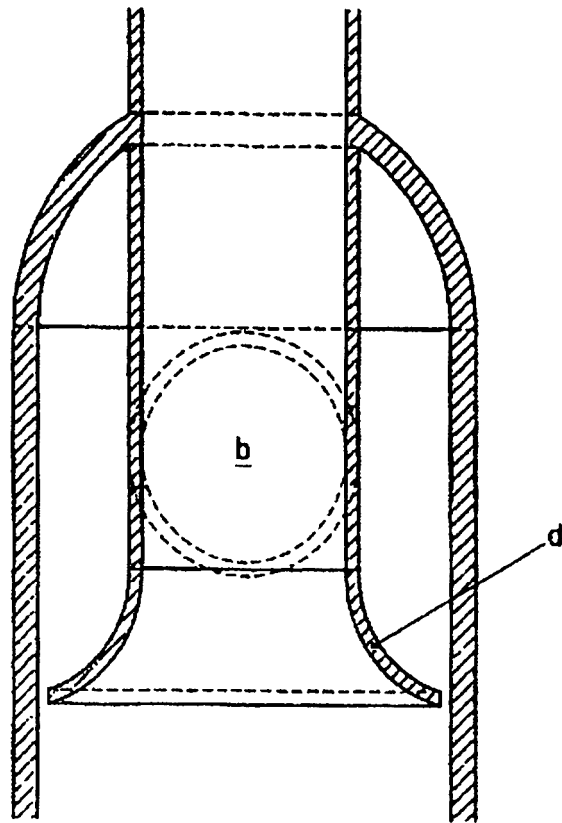


Fig. 13