

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 710 650**

51 Int. Cl.:

F25B 35/04 (2006.01)

F25B 39/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.03.2012 PCT/EP2012/054998**

87 Fecha y número de publicación internacional: **04.10.2012 WO12130689**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.03.2012 E 12710253 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.11.2018 EP 2689201**

54 Título: **Procedimiento para realizar un proceso de evaporación y condensación alterno de un medio de trabajo**

30 Prioridad:

25.03.2011 DE 102011015153

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

26.04.2019

73 Titular/es:

**FAHRENHEIT GMBH (100.0%)
Siegfriedstr. 19
80803 München, DE**

72 Inventor/es:

**MITTELBACH, WALTER y
DASSLER, INGO**

74 Agente/Representante:

MANRESA VAL, Manuel

ES 2 710 650 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 para realizar un proceso de evaporación y condensación alterno de un medio de trabajo.

- 5 La invención se refiere a un procedimiento para realizar un proceso alternante de evaporación y condensación de un medio de trabajo de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1.

Los dispositivos para llevar a cabo este procedimiento se usan, por ejemplo, en la técnica de climatización, en particular, en bombas térmicas de adsorción de calor o en equipos de refrigeración. En tales instalaciones se produce la adsorción y desorción cíclica de un medio de trabajo en forma de medio refrigerante. En ese caso se convierte un medio de la fase gaseosa al estado líquido o bien del estado líquido se retorna nuevamente a la fase gaseosa. El calor de condensación que se libera en ese caso es evacuado hacia el exterior o debe ser suministrado desde el exterior al dispositivo.

- 15 Aunque la condensación y la evaporación presentan condiciones similares en lo que respecta la técnica térmica, de cualquier modo, requieren diferentes condiciones para lograr buenos trasposos de calor. Estas son determinadas de manera decisiva por el transporte del calor a través de la película del medio de trabajo. Cuanto mayor espesor tiene la película, tanto mayor es la resistencia a la transmisión de calor que debe superarse.

- 20 En los condensadores y los procesos de condensación conocidos del estado de la técnica, por lo tanto, se elimina mediante medidas adecuadas, la película generada en la superficie de transmisión de calor, en particular, en los recubrimientos de superficie o bien las estructuras de superficie. En cambio, en la evaporación se trata de generar una película lo más delgada posible sobre la superficie de transmisión de calor. En consecuencia, tales dispositivos se realizaron, por ejemplo, como evaporadores moleculares por gravedad o evaporadores rotativos en los que el medio de trabajo se distribuye lo más delgado posible.

- Debido a la eliminación de la película en el proceso de condensación, por una parte, y por la otra, debido a la necesidad de conformar espesores de película del medio de trabajo lo más delgados posibles al producirse la evaporación, resulta imposible realizar ambos procesos con un único aparato u optar por uno de los dos procesos en el mismo aparato, mientras que el otro se desarrolla solo con una eficiencia limitada. Los aparatos combinados en los que se realiza tanto la condensación, como también la evaporación, se conocen, por ejemplo, de la patente estadounidense US 2008/0078532 A1, aunque resultan de gran interés ante todo en procesos de adsorción, tales como se llevan a cabo en la técnica de calefacción y refrigeración, porque de ese modo pueden concretarse dispositivos de la técnica de calefacción que son compactos y de costo adecuado, en particular, bombas de calor o máquinas de refrigeración.

- Por lo tanto, se plantea el objetivo de indicar un procedimiento para realizar un proceso alternante de evaporación y condensación de un medio de trabajo en una superficie de transmisión de calor prevista simultáneamente como superficie de evaporación y de condensación, en el que tanto el proceso de condensación como también el proceso de evaporación se realizan con la misma eficiencia.

El objetivo se cumple mediante un procedimiento para realizar un proceso alternante de evaporación y condensación de un medio de trabajo con las propiedades que lo caracterizan en la reivindicación 1. Las

sub-reivindicaciones comprenden conformaciones adecuadas y/o ventajosas del procedimiento según la invención.

5 El procedimiento para realizar un proceso alternante de evaporación y de condensación de un medio de trabajo en una superficie de transmisión de calor prevista simultáneamente como superficie de evaporación y condensación se caracteriza porque una película de condensación del medio de trabajo formada durante el proceso de condensación en el transcurso de cada ciclo de trabajo el cual consta de un proceso de condensación y un proceso de evaporación respectivamente, se mantiene permanentemente en el lugar sobre la superficie de transmisión de calor y a continuación se evapora durante el proceso de evaporación desde la superficie de transmisión de calor.

10 La idea en la que se basa el procedimiento según la invención es, por lo tanto, mantener la película de condensación del medio de trabajo que se forma durante la condensación, sobre la superficie de transmisión de calor y almacenarla allí provisoriamente. Durante la evaporación esta película de condensación se lleva nuevamente a la fase gaseosa. De esa manera, se logran dos efectos. Por una parte, la transmisión de calor durante la condensación solo se produce hasta que se haya formado toda la película de condensación. En este momento, el medio de trabajo se encuentra condensado completamente, finalizando el proceso de condensación. La transmisión de calor desde el medio de trabajo a la superficie de transmisión de calores afectada por ello solo en menor medida, porque durante la condensación aún no se ha formado completamente la película. Por otra parte, mediante al almacenamiento del medio de trabajo en forma de película de condensación, en cierto modo se produce por sí misma la distribución delgada y uniforme del medio de trabajo líquido que es favorable para el proceso de evaporación, no debiendo ser generada primero mediante dispositivos adicionales o pasos de procedimiento. En síntesis, se realizan tanto el proceso de condensación, como también el proceso de evaporación, con la misma efectividad en una misma superficie de transmisión de calor, pudiendo llevarse a cabo sin pasos intermedios.

25 De modo adecuado, se ajusta la relación entre la cantidad de medio de trabajo y el tamaño de la superficie de transmisión de calor al menos de manera tal, que el espesor de la película de condensación se mantiene por debajo de un espesor crítico de película en el que comienza un escurrimiento de la película de condensación. En un régimen tal, la totalidad del medio de trabajo se condensa y se almacena en el lugar sobre la superficie de transmisión de calor. En consecuencia, ya no es necesario realizar pasos de almacenamiento y posteriores pasos de distribución. Del mismo modo, se puede prescindir de dispositivos recolectores para la condensación. La superficie de transmisión de calor cumple por sí misma la función de lugar de almacenamiento.

35 En otra realización del procedimiento se ajusta de manera tal la relación entre la cantidad de medio de trabajo y el tamaño de la superficie de transmisión de calor, que se logra un recubrimiento esencialmente homogéneo de la superficie de transmisión de calor con un espesor mínimo de la película de condensación. Una realización tal garantiza la mayor eficiencia posible del proceso de evaporación y de manera simultánea un aprovechamiento máximo de la superficie de transmisión de calor como almacenamiento *in situ* para la condensación.

40 En una conformación ventajosa del procedimiento se logra el recubrimiento de la superficie de transmisión de calor con la película de condensación mediante una conformación de la superficie de transmisión de calor que se extiende higroscópicamente y/o incrementa la superficie. De ese modo se distribuye de manera uniforme la película de condensación, mientras el incremento de tamaño de la superficie de transmisión de calor aumenta su

capacidad de almacenamiento.

El dispositivo y el procedimiento según la invención se explicarán a continuación en mayor detalle mediante ejemplos de realización. Para su visualización se usan las figuras 1 a 3. Se emplean las mismas referencias para partes iguales o de acción similar.

Se muestra en las figuras:

Fig. 1: una construcción básica del dispositivo para realizar el procedimiento según la invención,
Fig. 1a: un tubo indicado a modo de ejemplo para un medio portador de calor con una envoltura porosa,
Fig. 2: una ilustración del desarrollo de la evaporación y la condensación con una representación de la película de equilibrio,
Fig. 3: un desarrollo temporal indicado a modo de ejemplo del espesor de la película del medio de trabajo condensado durante un ciclo de trabajo en relación con el tiempo.

La figura 1 muestra una construcción esquemática del dispositivo. El dispositivo comprende una pared del contenedor 1 ilustrada esquemáticamente aquí que rodea un volumen por el que fluye el medio de trabajo. En el interior de la pared del contenedor se encuentra una superficie de transmisión de calor 2 subdividida varias veces que se dispuso en una tubería 2a instalada en forma serpenteante. A través de la tubería 2a fluye un medio portador de calor que evacúa el calor de la condensación del medio de trabajo o suministra al medio de trabajo el calor requerido para la evaporación.

La superficie de transmisión de calor en este caso se conformó con un conjunto de laminillas individuales. Las laminillas se orientaron de manera tal, que el medio de trabajo pueda actuar sobre ellas con el mayor efecto posible. Estas conforman una superficie lo más extensa posible.

La superficie de transmisión de calor, es decir, las laminillas aquí empleadas, presentan en cada caso una modificación de la superficie 3. En el presente ejemplo la modificación de superficie se conformó de distintas maneras. Pero resulta claro que en la realización del dispositivo ejecutada concretamente solo puede existir una conformación uniforme, preferente en cada caso, de la modificación de la superficie.

La modificación de la superficie consiste en el ejemplo aquí ilustrado de un recubrimiento de superficie 4 hidrófila que se extiende, y una serie de cuerpos de relleno poroso o un recubrimiento poroso 5, que se aplicaron sobre la superficie de transmisión de calor 2, es decir, sobre las distintas laminillas. En ese caso, se puede haber previsto tanto el recubrimiento hidrófilo o el recubrimiento poroso solos o combinados. Los cuerpos de relleno o el recubrimiento poroso pueden estar embebidos con el material del recubrimiento de superficie 4 o al menos estar recubiertos superficialmente. El recubrimiento poroso presenta una buena capacidad de transmisión de calor. Puede haberse conformado, por ejemplo, en forma de esponjas o espumas metálicas. También es posible el uso de materiales de zeolita y con mucha frecuencia resulta ventajoso. En lugar de esponjas o espumas también pueden usarse esterillas fibrosas, en particular, lana de acero o materiales similares. Asimismo, para el incremento de la superficie pueden usarse haces de tubos, enrejados, granulados, láminas arrugadas y medios similares conocidos por el especialista.

ES 2 710 650 T3

También es posible el uso de un bloque poroso individual que es atravesado por la tubería 2a y el que asimismo está embebido o al menos provisto superficialmente del recubrimiento hidrófilo.

5 El recubrimiento hidrófilo de la superficie 4 se conformó de manera tal que las gotitas del medio de trabajo que precipitan sobre el mismo, es decir, que se condensan, esparcen forman una película cerrada que cubre toda la superficie de transmisión de calor y se mantiene allí en forma permanente, incluso después de finalizar el proceso de condensación. Para ello se usan en particular materiales hidrófilos los que, por una parte, son estables a los cambios de temperatura y, por la otra, aseguran un ángulo de contacto lo más pequeño posible, en caso ideal un ángulo de contacto inexistente, para las gotitas de condensación allí situadas.

10

Los cuerpos de relleno porosos aseguran una superficie interior aumentada del dispositivo. Junto con una carga hidrófila estos cuerpos actúan como esponja y funcionan como un depósito de condensación para la cantidad total del medio de trabajo condensado y evaporado.

15

La forma de la superficie de transmisión de calor por lo demás se realizó de modo tal de evitar ángulos y cantos filosos en los que puede producirse la interrupción de la película de líquido y un escurrimiento de la película.

20

En la figura 1a se muestra una tubería 2a indicada a modo de ejemplo en la que pared misma de la tubería se conformó como recubrimiento poroso. Pero está es hermética hacia el volumen interior de la tubería, de modo que no se produce intercambio de sustancias entre el lado interno y externo, sino que exclusivamente una transmisión de calor. Una tubería de tal tipo puede fabricarse mediante la sinterización de granulados sobre un tubo de salida de pared delgada o por medio de otro proceso de recubrimiento. Por supuesto, puede existir adicionalmente un recubrimiento hidrófilo.

25

La carga del dispositivo con el medio de trabajo se indicó en la representación en la figura 1 mediante flechas en bloque y alimentaciones y evacuaciones laterales5a. Durante la condensación el medio de trabajo gaseoso ingresa en el dispositivo y precipita sobre la superficie de transmisión de calor. Allí, el medio de trabajo entrega el calor de la condensación a la superficie de transmisión de calor. Después de finalizado el proceso de condensación, todo el medio de trabajo se encuentra depositado sobre la superficie de transmisión de calor como una delgada película de condensación lo más homogénea posible. Su espesor se reguló mediante la cantidad de medio de trabajo y el tamaño de la superficie de transmisión de calor sin perjuicio del régimen del proceso realizado concretamente de manera tal que no se escurra la película de condensación y se mantenga adherida a la superficie de transmisión de calor debido a fuerzas de adhesión. Pero de modo simultáneo la película de condensación es suficientemente delgada para conformar lo más eficiente posible el aporte de calor durante la evaporación. La superficie de

30 transmisión de calor forma así un depósito *in situ* para el medio de trabajo condensado. Esto significa que el medio de trabajo no se traslada a un depósito adicional, sino que se almacena exactamente en el lugar, en el que realmente se produce la condensación o bien la evaporación.

35

40

El desarrollo del proceso de condensación y evaporación se representó en forma más detallada en la figura 2. En la figura 3 se muestra el correspondiente desarrollo temporal del espesor de la película de líquido del medio de trabajo precipitado sobre la superficie de transmisión de calor.

El grado de evaporación se representó del lado izquierdo en la figura 2, el proceso de condensación se indica en la

representación parcial de la derecha de la figura 2. Durante la evaporación del medio de trabajo se suministra calor de evaporación Q_v en una cantidad suficiente desde el exterior a través de la pared del contenedor¹. Este lleva al menos una parte del medio de trabajo situado por el recubrimiento de superficie 4 a la fase de vapor. Por lo general, la evaporación se realiza de manera tal que el medio de trabajo situado en la superficie de transmisión de calor se ha transformado por completo en vapor.

El proceso de condensación equivale a una inversión del proceso de evaporación. El medio de trabajo en forma de vapor precipita de la fase gaseosa sobre la superficie de transmisión de calor y desprende allí el calor de la condensación Q_c . Así, sobre el recubrimiento de superficie 4 nuevamente se forma la película de superficie 6.

La figura 3 muestra el correspondiente desarrollo temporal del espesor de la película de superficie existente sobre la superficie de transmisión de calor. Durante el proceso de condensación la película de la superficie se incrementa constantemente y, finalmente alcanza un espesor máximo D_{max} de la película de condensación del medio de trabajo. En caso de una condensación completa del medio de trabajo sobre la superficie de transmisión de calor, el espesor D_{max} esencialmente solo es determinado por la relación del volumen total del medio de trabajo respecto del tamaño de la superficie de transmisión de calor disponible. Con un volumen total V_{tot} del medio de trabajo que se encuentra en el proceso y una superficie de transmisión de calor con el contenido efectivo de superficie A_{ef} rige para el espesor D_{max} aproximadamente la relación simple $D_{max} = V_{tot} / A_{ef}$. Al alcanzar D_{max} , el proceso de condensación llega a un final absoluto y la cantidad total del medio de trabajo ha precipitado entonces en la película de condensación. Posteriormente, el medio de trabajo se encuentra almacenado en su totalidad y in situ sobre la superficie de transmisión de calor.

En el proceso de evaporación que se realiza a continuación, la película de condensación se degrada nuevamente. El medio de trabajo pasa nuevamente a la fase gaseosa, de modo que después de un cierto tiempo el espesor de la película de la superficie se reduce nuevamente a un valor D_0 . Con una evaporación completa del medio de trabajo $D_0 = 0$. La película de la superficie en este caso ha desaparecido por completo y el proceso de evaporación ha alcanzado su final absoluto.

En tanto se realiza por completo el proceso de condensación y el proceso de evaporación, la capa de líquido del medio de trabajo precipitada sobre la superficie de transmisión de calor varía temporalmente entre los valores D_0 y el espesor máximo de la película D_{max} . Ambos valores por lo tanto constituyen valores límite absolutos para el espesor de la película de líquido almacenada, los cuales se alcanzan cíclicamente en distintos momentos del ciclo de trabajo.

Debido a que la película de condensación recién hacia el final del proceso de condensación llega a su espesor completo D_{max} , la transmisión de calor a la superficie de transmisión de calor no es afectada notoriamente durante el proceso de condensación propiamente dicho. Se demuestra que la resistencia de transmisión para el transporte de calor entre la fase gaseosa en el contenedor y la superficie de transmisión de calor durante la condensación y la evaporación presenta un valor esencialmente similar. De esa manera, los dos procesos en principio se desarrollan con la misma eficiencia.

Los pasos del proceso explicados precedentemente constituyen un proceso límite que se desarrolla en el dispositivo que presenta un cierto margen de regulación. Debido a diferentes formas de llevar a cabo el proceso,

por lo tanto, puede modificarse el espesor de la película alcanzado durante los ciclos de trabajo, dentro del intervalo predeterminado D_0 y D_{max} . Allí es posible, en particular, no pasar en el proceso de evaporación a la fase gaseosa la totalidad de la película de líquido, sino conformar el proceso de evaporación de manera tal que se mantenga un espesor restante finito de película D_{rest} sobre la superficie de transmisión de calor. Tal caso se produce especialmente, cuando finaliza prematuramente el proceso de evaporación.

De la misma manera, el proceso de condensación puede realizarse de modo tal que después de su finalización no se alcanzó el espesor máximo de la película D_{max} , sino un espesor de separación D_c más reducido. Tales regímenes del proceso ofrecen la posibilidad de compensar determinadas oscilaciones en los valores de calor al producirse el contacto térmico del dispositivo con el entorno o ajustar específicamente el proceso termodinámico acoplado con el dispositivo.

El dispositivo y el desarrollo del procedimiento se explicaron en mayor detalle mediante ejemplos de realización. En el marco del accionar de los especialistas son factibles otras realizaciones que resultan en particular de las reivindicaciones dependientes.

Lista de referencias

- 1 pared del contenedor y del dispositivo
- 20 2 superficie de transmisión de calor
- 2a tubería
- 3 modificación de la superficie
- 4 recubrimiento hidrófilo de la superficie
- 5 cuerpos de relleno porosos, recubrimiento poroso
- 25 5a suministros y evacuaciones para el medio de trabajo
- 6 película de la superficie
- Q_c calor de condensación
- Q_v calor de evaporación
- D_{max} espesor máximo de película
- 30 D_0 espesor mínimo de película
- D_{rest} espesor restante de película
- D_k espesor de precipitación

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para realizar un proceso alternante de evaporación y de condensación de un medio de trabajo en una superficie de transmisión de calor (2) prevista de manera simultánea como superficie de evaporación y de condensación, donde el medio de trabajo no es trasladado a un depósito adicional, sino que se almacena exactamente en el lugar, en el que realmente se produce la condensación o bien la evaporación, y donde una película de condensación que se formó del medio de trabajo condensado durante el proceso de condensación en el transcurso de cada ciclo de trabajo que consta de un proceso de condensación y un proceso de evaporación respectivamente, es almacenada permanentemente en el lugar sobre la superficie de transmisión de calor (2) y a continuación es evaporada durante el proceso de evaporación desde la superficie de transmisión de calor (2), estando la superficie de transmisión de calor (2) dispuesta en una tubería (2a) por la que fluye un medio portador de calor, que evacúa el calor de la condensación del medio de trabajo o suministra al medio de trabajo el calor requerido para la evaporación,
- caracterizado porque**
- la relación entre la cantidad de medio de trabajo y el tamaño de la superficie de transmisión de calor (2) se ajusta como mínimo de manera tal que el espesor de la película de condensación es menor que un espesor crítico de la película en la que comienza un escurrimiento de la película de condensación.
2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque la relación entre la cantidad de medio de trabajo y el tamaño de la superficie de transmisión de calor se ajusta de manera tal que se logra un recubrimiento esencialmente homogéneo de la superficie de transmisión de calor con un espesor mínimo de la película de condensación.
3. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque el recubrimiento con la película de condensación se logra mediante una conformación que se extiende higroscópicamente y/o incrementa la superficie la superficie de transmisión de calor.

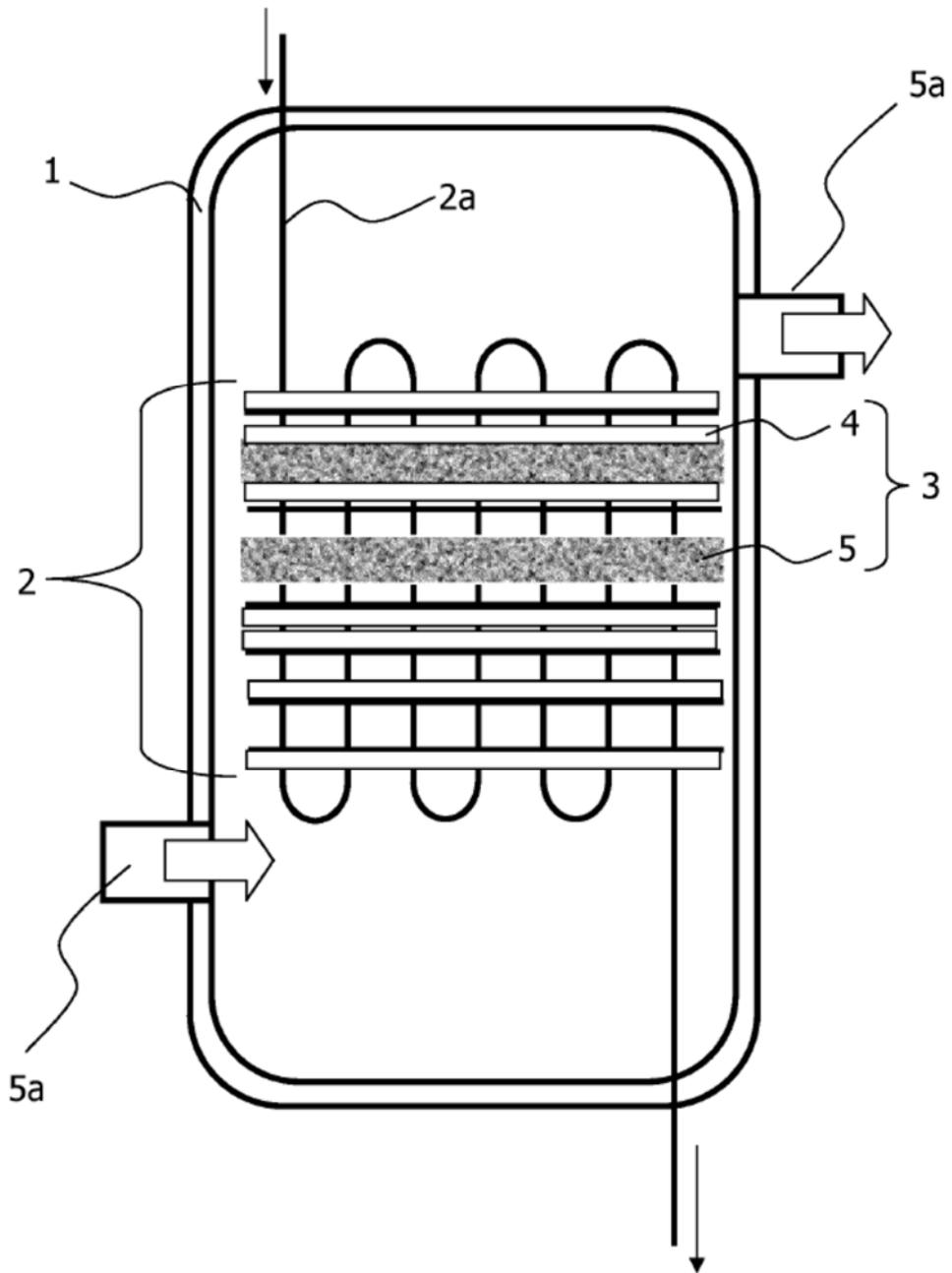


Fig. 1

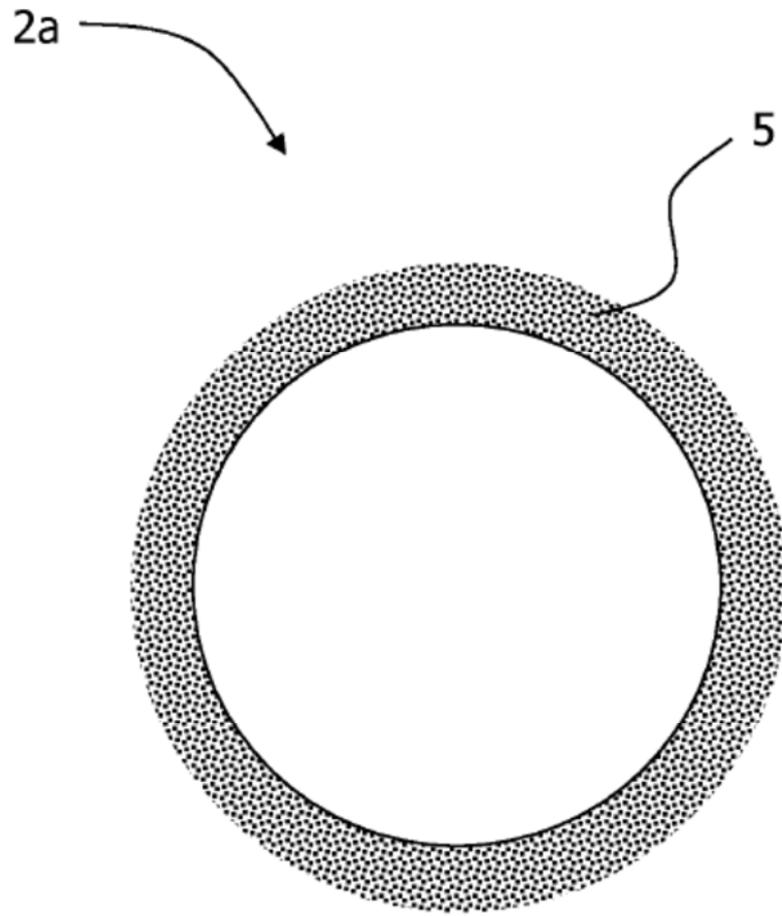


Fig. 1a

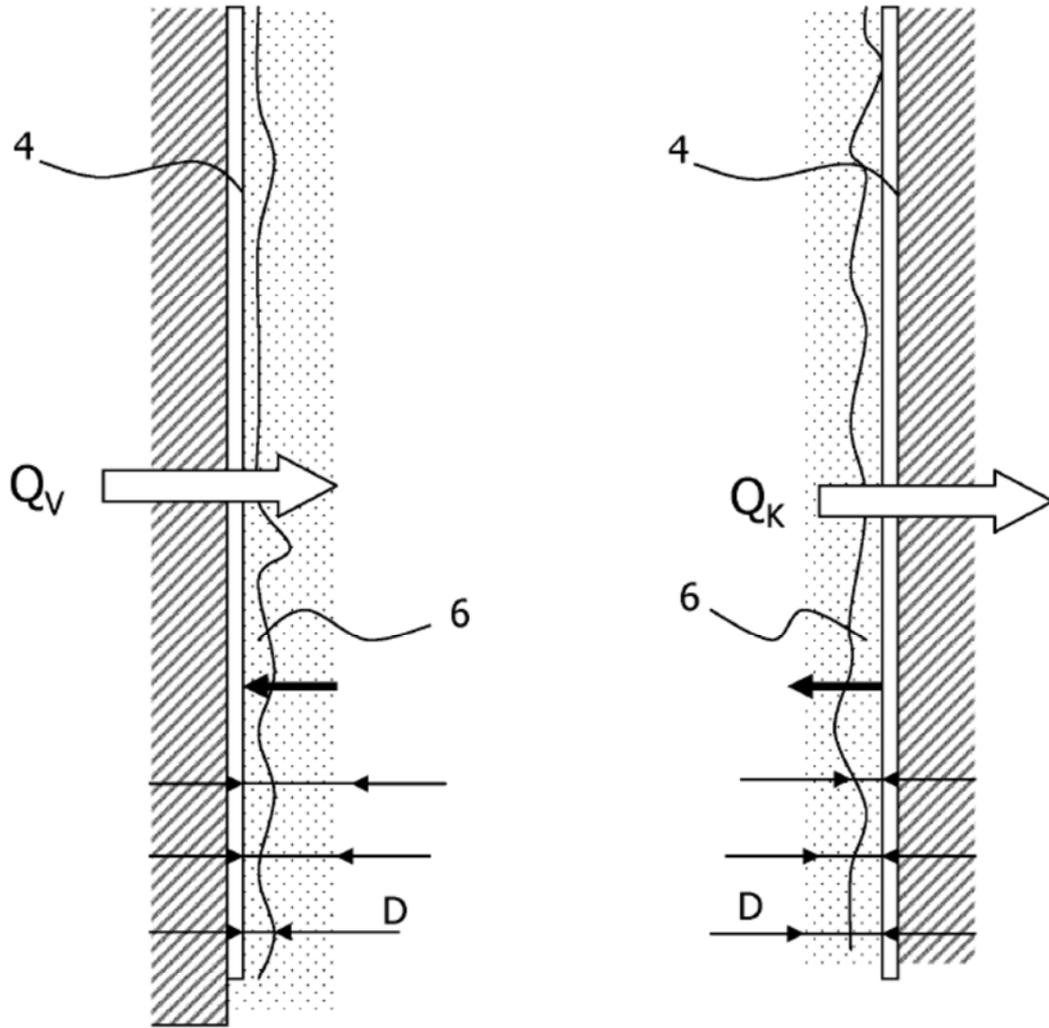


Fig. 2

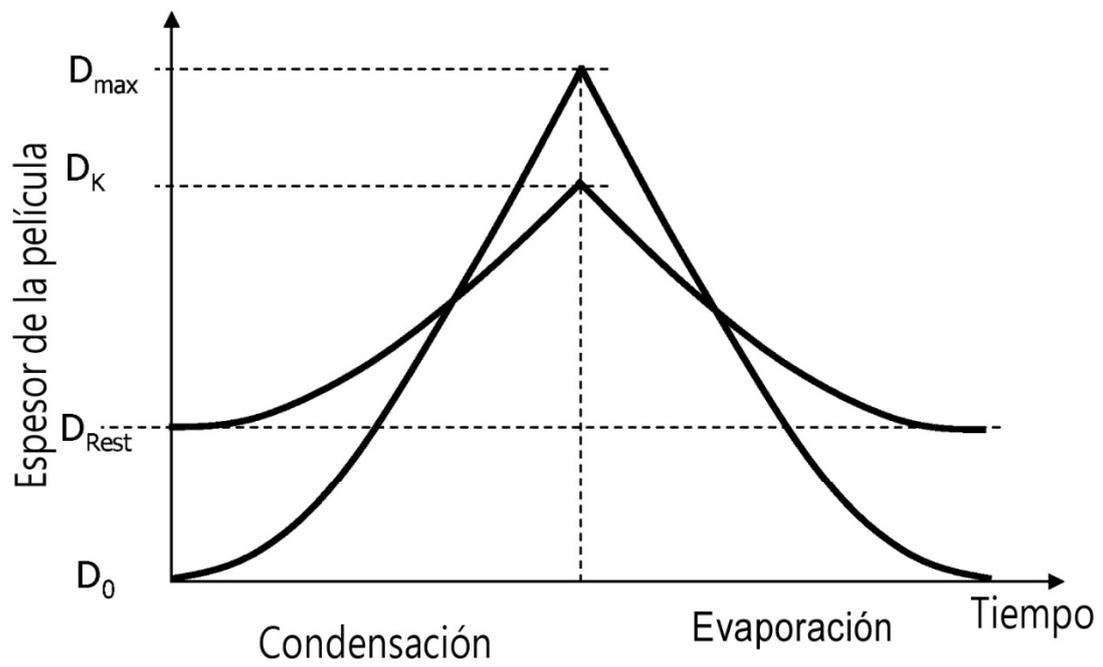


Fig. 3