

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 575 686**

51 Int. Cl.:

F25B 39/00 (2006.01)

F28B 3/00 (2006.01)

F28F 13/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.06.2009 E 09768974 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.04.2016 EP 2307824**

54 Título: **Dispositivo y procedimiento para una condensación eficaz**

30 Prioridad:

23.06.2008 DE 102008029597

02.07.2008 DE 102008031300

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

30.06.2016

73 Titular/es:

EFFICIENT ENERGY GMBH (100.0%)

Mühlweg 2b

82054 Sauerlach, DE

72 Inventor/es:

SEDLAK, HOLGER y

KNIFFLER, OLIVER

74 Agente/Representante:

ARIZTI ACHA, Monica

ES 2 575 686 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).

Dispositivo y procedimiento para una condensación eficaz

DESCRIPCIÓN

5 La presente invención se refiere a la evaporación o la condensación en superficies y en particular a una aplicación de la evaporación y la condensación en superficies en bombas de calor. El documento WO92/15839 muestra un proceso de condensación con una pluralidad de generadores de turbulencia.

10 Una capa de líquido producida, por ejemplo, en un evaporador de una bomba de calor, realiza debido a la formación general de capas, que se puede observar en líquidos y en particular en el agua como líquido de trabajo, una distribución del calor que consiste en que la sección superior se enfría en el evaporador, mientras que la sección inferior de la capa tiene casi la misma temperatura del líquido de trabajo suministrado por una fuente de calor.

15 La situación va a ser similar en condensadores de bombas de calor. Aquí, el valor comprimido y calentado de esta manera, que procede del líquido de trabajo, por ejemplo, vapor de agua cuando se utiliza agua como líquido de trabajo, actúa sobre una capa de líquido "fría". Esto provoca que sólo la superficie de la capa de líquido se caliente en el condensador, mientras que la sección inferior de la capa de líquido en el evaporador, que no se encuentra en contacto con el vapor, no se calienta.

20 Además, en el evaporador de una bomba de calor existe el problema de que el vapor comprimido y calentado puede estar sobrecalentado, lo que significa que, a pesar de que el vapor llega al líquido a calentar, la transmisión de calor del vapor al líquido está limitada.

25 Todos estos problemas han provocado la reducción de la eficiencia durante la evaporación o la condensación. A fin de producir entonces una bomba de calor, por ejemplo, con una potencia suficiente, es necesario seleccionar una superficie de sección transversal muy grande tanto para el evaporador como para el condensador.

El objetivo de la presente invención es desarrollar un concepto más eficaz para la condensación superficial.

30 Este objetivo se consigue mediante un condensador según la reivindicación 1, una bomba de calor según la reivindicación 14 o un procedimiento de condensación según la reivindicación 15.

35 Según la invención, la eficiencia de la condensación en el lado del condensador aumenta al preverse generadores de turbulencia sobre la superficie del condensador y al evitar o interrumpir continuamente estos generadores de turbulencia la formación de capas de líquido sobre la superficie del condensador. La capa caliente superior, que ha absorbido el calor del proceso de condensación, se mueve hacia abajo y al mismo tiempo, el líquido más frío se mueve hacia arriba en el condensador para ser calentado por el vapor que se condensa. En otro ejemplo de realización, en el lado del condensador está presente un dispositivo de laminarización, configurado para laminarizar el flujo de vapor dirigido hacia el líquido de trabajo. De este modo se consigue una distribución favorable de la
40 temperatura del vapor en el dispositivo de laminarización y, por tanto, una alta eficiencia del condensador, que es casi independiente de la temperatura, con la que el vapor entra en la cámara del condensador. Esto resulta ventajoso en particular en bombas de calor con compresores, porque normalmente existe un sobrecalentamiento del vapor que provoca por lo general, sin el uso de un laminarizador, una reducción drástica de la eficiencia del condensador y por esta razón en el estado de la técnica se usan dispositivos enfriadores de vapor. Todas estas
45 medidas son innecesarias debido a la presencia del laminarizador que genera un perfil de temperatura que garantiza una eficiencia óptima. En un ejemplo de realización, en el lado del condensador se usan tanto generadores de turbulencia como un laminarizador, lo que aumenta una vez más la eficiencia del condensador.

50 En otro ejemplo de realización, la presente invención se refiere a un condensador en una cámara de condensador, presentando la cámara de condensador un dispositivo de laminarización para laminarizar una corriente de gas dirigida hacia una superficie de líquido en el condensador, estando configurado el laminarizador para generar en el lado de salida un flujo de gas que es al menos la mitad de turbulento que un flujo de gas alimentado al laminarizador, estando provisto el condensador de generadores de turbulencia, de modo que un flujo de agua sobre la superficie del condensador presenta turbulencias que abarcan preferentemente al menos 20 % de toda la
55 corriente de agua.

60 La presente invención consigue con las medidas más simples un aumento considerable de la eficiencia de la evaporación y de la eficiencia del condensador, pudiéndose usar este aumento para fabricar un evaporador o un condensador con una potencia mayor. Alternativamente se prefiere, sin embargo, usar este aumento sustancial de la eficiencia para un diseño esencialmente más pequeño y más compacto de un evaporador y un condensador, consiguiéndose, no obstante, una potencia determinada. Esto resulta muy ventajoso en especial para una aplicación en una bomba de calor destinada al calentamiento de edificios de pequeño y mediano tamaño, porque en edificios y en particular en edificios residenciales, el espacio está limitado generalmente. Además, una reducción del tamaño provoca un ahorro considerable de los costes debido a la cantidad reducida de material y a la manipulación más fácil

durante la fabricación, lo que tiene una gran importancia en particular para el uso en bombas de calor que se pueden fabricar en grandes cantidades y que deberán tener un precio aceptable para el cliente individual. De la misma manera se pueden implementar generadores de turbulencia y laminarizadores con los medios más simples, permitiendo las medidas simples prescindir de cualquier medio electrónico/eléctrico.

5 A continuación se explican en detalle ejemplos de realización preferidos de la presente invención con referencia a los dibujos adjuntos. Muestran:

10 Fig. 1 una vista en planta de un condensador o evaporador con generadores de turbulencia en forma de una malla de alambre simple;

Fig. 2 una estructura de panel para la implementación de un laminarizador en el condensador;

15 Fig. 3 una vista en planta de un líquido de trabajo turbulento en un condensador por debajo de un evaporador;

Fig. 4a una representación esquemática de un evaporador;

20 Fig. 4b una representación esquemática de un condensador según un ejemplo de realización preferido de la presente invención;

Fig. 5 una vista de conjunto para representar un licuefactor con un dispositivo de extracción de gas según un ejemplo de realización de la presente invención;

25 Fig. 6a un esquema para representar la función del dispositivo de extracción de gas en un condensador según la invención;

Fig. 6b una representación detallada del dispositivo de extracción de gas;

30 Fig. 7 una representación esquemática de una bomba de calor con un evaporador y/o un condensador según un ejemplo de realización de la presente invención;

Fig. 8a una vista en planta de un evaporador o condensador;

35 Fig. 8b una sección longitudinal de un evaporador;

Fig. 9a una vista en planta de un evaporador o condensador;

Fig. 9b una representación esquemática de la sección transversal de un evaporador o condensador;

40 Fig. 10a un corte transversal a través de un laminarizador según un ejemplo de realización de la presente invención; y

45 Fig. 10b una representación de la temperatura a lo largo del recorrido en una celda de laminarizador del laminarizador.

Según la invención, en el lado del condensador se prevé un dispositivo para generar remolinos. Este dispositivo generador de remolinos en el agua, que puede presentar una pluralidad de los llamados generadores de vórtice (*vortex generators*) 40, mostrados en las figuras 4a y 4b, provoca que el flujo de agua 41, que conduce a una capa de líquido sobre un evaporador 42 en forma de embudo o un condensador 43 en forma de embudo, circule por los generadores de vórtice o "generadores de remolinos". Esto da como resultado que el flujo de agua, que se va a evaporar o condensar, se someta continuamente a turbulencias. Por tanto, la capa inferior de la película de agua se mezcla continuamente con la capa superior de la película de agua.

55 Para los llamados generadores de vórtice se pueden usar distintos materiales, por ejemplo, una malla de alambre mostrada esquemáticamente en la figura 1. Esta malla de alambre se encuentra dispuesta en el flujo de agua, a saber, de modo que el alambre representa un obstáculo para el flujo de agua y provoca una división continua del flujo y, por así decirlo, un "plegado" y, por consiguiente, una generación de remolinos en la capa de agua.

60 La malla de alambre mostrada en la figura 1, que se puede identificar también como malla hexagonal, tiene celdas de turbulencia con un diámetro de 0,5 mm a 3 mm y preferentemente de 1 mm, siendo la distancia entre estas celdas de turbulencia aproximadamente igual a una a diez veces el diámetro de una celda de turbulencia o de un generador de vórtice.

Habría que señalar que se puede usar cualquier otro generador de vórtice, por ejemplo, pirámides dispuestas sobre

el evaporador en forma de embudo que, por así decirlo, “cortan” y “pliegan” el flujo de agua, de modo que el agua se lleva de la zona inferior de la película de líquido hacia arriba y viceversa. Esto garantiza que en el lado del evaporador, dibujado en la figura 4a, se lleve continuamente agua “más caliente” a la superficie del evaporador y que el agua “más fría”, o sea, el agua que ha cedido su calor, se mezcle hacia abajo.

5 Esto provoca un aumento considerable de la potencia en una bomba de calor. Si se consigue una potencia de evaporación de quizás 1 a 4 kW/m², o sea, una potencia de evaporación por superficie de evaporador, sin generador de vórtice, esta potencia de evaporación aumenta de manera extraordinaria, específicamente en un intervalo de 60 a 300 kW/m², consiguiéndose por lo general 100 kW/m² con generadores de vórtice simples, mostrados, por ejemplo, en la figura 1 con la “variante de la malla de alambre”. La mezcla, conseguida mediante el generador de vórtice 40,
10 destruye entonces la formación de capas sobre el evaporador en forma de embudo y de manera análoga también sobre el condensador en forma de embudo.

Aunque se ha señalado que los generadores de vórtice se pueden usar tanto en el evaporador como en el condensador, la potencia del condensador se puede aumentar también sin generador de vórtice 40 cuando se usa
15 un laminarizador de flujo de gas 48. Tal laminarizador de flujo de gas se puede implementar, por ejemplo, mediante un material de tipo panal en forma de un panal de abeja, mostrado, por ejemplo, en la figura 2. Se ha comprobado que en caso de una celda de panal con un diámetro de 3 mm y una longitud de panal de 8 mm se consigue un laminarizador de flujo de gas que provoca que el flujo de gas 49, que sale del laminarizador 48, sea una corriente laminar. El grado de eficiencia del condensador en esta corriente laminar es esencialmente más alto en comparación
20 con una situación, en la que el flujo de gas no laminarizado llega a la película de líquido del condensador en forma de embudo. Esto se debe a que se pueden detener los efectos de sobrecalentamiento en el gas, alimentado por el compresor al condensador, mostrado en la figura 4b.

Por tanto, el gradiente de la temperatura como función de localización es muy grande en caso de una corriente no
25 laminar en la superficie del líquido. Sin embargo, mediante la laminarización, según la invención, de la corriente de gas se consigue un gradiente menor directamente en la superficie del líquido. Las relaciones energéticas del gas se adaptan mejor entonces a las relaciones energéticas del líquido, por lo que la eficiencia del proceso de condensación aumenta considerablemente.

30 El dispositivo de laminarización se usa preferentemente en combinación con los generadores de remolino 40 a fin de conseguir una potencia de condensador aún mayor. No obstante, sin generador de remolino en el lado del condensador o sin laminarizador 48 en el lado del condensador, la eficiencia va a aumentar de manera sostenida.

Sin embargo, según la invención se prefiere usar en el lado del condensador tanto los generadores de remolino 40
35 en la capa de líquido como el laminarizador 48 para laminarizar la corriente de gas. Así se pueden conseguir potencias de condensador hasta 100 veces más altas que las potencias de condensador sin generadores de remolino y/o sin laminarizador.

La figura 1, como ya se mencionó, muestra como generadores de remolino una malla de alambre que está rodeada
40 por agua, lo que genera turbulencias en el líquido de trabajo, que no ha de ser necesariamente agua, pero que es preferentemente agua. Esto provoca una distribución muy uniforme de la temperatura en la corriente de fluido saliente. Por el contrario, en una corriente laminar, o sea, sin la malla de alambre como ejemplo de generador de turbulencia, tiene lugar un enfriamiento superficial.

45 La estructura de panal, mostrada en la figura 2, para laminarizar la corriente de gas sirve para conseguir un gradiente de temperatura más suave en la superficie del fluido. El resultado es una probabilidad estadísticamente superior de localizar moléculas con la cantidad de energía adecuada para la condensación en la superficie. Por el contrario, si se usa un flujo de gas turbulento, suministrado por lo general desde un compresor, en particular un turbocompresor, se origina un gradiente de temperatura extremadamente empinado que obstaculiza en gran medida
50 el proceso de condensación.

La figura 3 muestra un agua turbulenta (fluido) sobre un condensador para aumentar la potencia del condensador.

La figura 5 muestra una disposición de un dispositivo, identificado también como separador de gas 50, en el
55 licuefactor 51 de una bomba de calor. En particular, la figura 5 muestra una bomba de calor, en la que el licuefactor está dispuesto por encima de un evaporador, aunque esta disposición no se ha usar necesariamente para implementar un separador de gas. El vapor de agua entra a través de un primer canal de gas 52 en un compresor 53, se comprime aquí y sale a través de un segundo canal de gas 54. El gas saliente, o sea, el vapor de agua comprimido y, por tanto, caliente, se dirige preferentemente mediante un dispositivo de laminarización 55, según la
60 invención, que puede estar diseñado, por ejemplo, en forma de panal de abeja o de otra manera, hacia un agua de condensador que sale por el lateral a través de un canal de agua de condensador 56 por un conducto de descarga de condensador 57 en forma de plato o embudo. Se ha de señalar que el conducto de descarga de condensador 57 tiene, por lo general, una simetría de rotación y está provisto preferentemente de un generador de turbulencia 58, según la invención, para aumentar la eficiencia del condensador.

Los gases extraños, que son aspirados del evaporador mediante el motor de compresor 53, se dirigen debido a la corriente de gas a través del laminarizador 55 hacia el agua de condensador 56 que sale por el lateral, procediendo del centro, sobre el generador de turbulencia 58 que puede estar configurado, por ejemplo, en forma de una malla de alambre. Se ha comprobado que los gases extraños se evacuan por el lateral mediante el agua de condensador entre el laminarizador 55 y la superficie de agua de condensador.

Con el fin de que los gases extraños se acumulen cerca del separador de gas 50, está previsto un labio obturador 59 que separa la zona de gas inferior 60 respecto a la zona de gas superior 61. El labio obturador 59 no ha de proporcionar entonces necesariamente una obturación completa. Sin embargo, garantiza que el gas extraño, transportado mediante el agua de condensador sobre el condensador 57, se acumule por debajo del conducto de descarga de condensador 57 en la zona 60. Los gases extraños caen en el separador de gas 50 por la fuerza de gravedad, porque son más pesados que el vapor de agua. Un proceso de difusión actúa, sin embargo, en contra de la fuerza de gravedad con la finalidad de que también los gases extraños tengan la misma concentración en la zona 60 y en el separador de gas. Este proceso de difusión actúa, por tanto, en contra del efecto de la fuerza de gravedad del separador de gas. Esto no resulta problemático relativamente, porque la acumulación de gas extraño ya no tiene lugar en la zona, en la que tiene lugar la condensación, sino por debajo del conducto de descarga 57. El labio obturador 59 impide que las concentraciones en la zona 60 y en la zona 61 se ajusten al mismo valor. Por tanto, la concentración de gas extraño en el espacio 60 será siempre mayor que en el espacio 61 y tendrá lugar un buen efecto de captura de gases extraños en el separador de gas 50.

El efecto del labio obturador 59, que separa la zona situada por encima del conducto de descarga de licuefactor o del embudo de licuefactor 57 respecto a la zona situada por debajo de este elemento 57, se refuerza al estar presente el dispositivo de laminarización 55, porque los gases extraños, tan pronto llegan al flujo de agua 56 sobre el conducto de descarga de licuefactor 57, no pueden volver a salir, sino que son forzados, por así decirlo, a circular en dirección al labio obturador y por debajo del labio obturador para acumularse en la cercanía del separador de gas 50. Este comportamiento se refuerza aún más mediante el generador de turbulencia 58, porque existe una corriente más turbulenta que tiene asimismo una mayor eficiencia para capturar y arrastrar, por así decirlo, el gas extraño que se encuentra en la zona superior 61.

La figura 6a muestra una representación esquemática del funcionamiento mostrado por medio de la bomba de calor o del licuefactor de bomba de calor 51 de la figura 5. En la figura 6a se destaca en particular cómo el espacio 260 situado por debajo del conducto de descarga 57 se separa de la zona superior 61 mediante el labio obturador 59. Esta separación no tiene que ser hermética, como se puede observar claramente también en la figura 6a, si existe una mayor probabilidad de que los gases extraños sigan el vapor de agua turbulento, laminarizado, sin embargo, mediante el laminarizador 55, como aparece representado con flechas 69, en el recorrido hacia la zona inferior 60, indicado mediante una flecha 60, con una mayor probabilidad, específicamente en comparación con la probabilidad de que los gases extraños vuelvan a entrar en la zona superior 61. En la zona 60 tendrá lugar entonces una acumulación de gases extraños, de modo que el efecto de difusión se reduce, por así decirlo, a partir del separador de gas 50 y la eficiencia del separador de gas no se ve afectada esencialmente.

En dependencia de la implementación se prefiere configurar el separador de gas de manera similar a la figura 6b. Con este fin, el separador de gas tiene un cuello 70, relativamente largo, que se extiende entre el depósito colector 71 y una zona de entrada 72, existente preferentemente, que puede tener forma de embudo. Sin embargo, no es esencial la longitud del cuello 70, sino que al menos la parte inferior del depósito colector 10 esté dispuesto en una zona fría, por ejemplo, el evaporador 2 de la bomba de calor. Esto significa que el vapor de agua caliente, procedente de la zona 60 del licuefactor, entra en contacto con una superficie fría del depósito colector 1, lo que provoca una condensación del vapor de agua. Por tanto, se origina una corriente de vapor de agua continua hacia el embudo 72 a lo largo del cuello 70 hacia el interior del depósito colector, porque el vapor de agua se condensa en la zona 60 en la pared fría del depósito colector, situado en el evaporador 2. La corriente resultante de esto hacia el interior del separador de gas sirve, por una parte, para arrastrar también gases extraños hacia el depósito colector y sirve a la vez para acumular agua en el depósito colector, que se puede calentar a continuación mediante el dispositivo generador de presión 1 en forma de una espiral de calefacción para provocar la salida del vapor. En el orificio del embudo está situado también preferentemente un dispositivo de laminarización 73, por ejemplo, en forma de una estructura de panal de abeja, para mejorar la eficiencia del separador de gas.

La forma de realización preferida de disponer una pared del depósito colector 10 en el evaporador, o expresado en general, en una zona fría del sistema se puede implementar de manera particularmente ventajosa si la bomba de calor está configurada de modo que el licuefactor queda dispuesto por encima del evaporador. En esta implementación, el cuello 70 se extiende a través del licuefactor hacia abajo hasta el evaporador para crear una pared de condensación fría que provoca, por una parte, un flujo de gas continuo hacia el separador de gas y garantiza siempre, por la otra parte, que en el separador de gas haya siempre agua que se puede calentar para aumentar la presión en el depósito colector de tal modo que en determinadas situaciones es posible una salida de gases extraños.

La figura 7 muestra una representación esquemática de una bomba de calor para el calentamiento de edificios. La bomba de calor para el calentamiento de edificios está diseñada preferentemente de modo que permite calentar viviendas unifamiliares o viviendas multifamiliares más pequeñas. La bomba de calor para el calentamiento de edificios según un ejemplo de realización de la presente invención debe estar destinada preferentemente para calentar viviendas más pequeñas con menos de 10 apartamentos y preferentemente con menos de 5 apartamentos. La bomba de calor comprende un evaporador con una carcasa de evaporador 42' con generadores de turbulencia. El vapor generado en el evaporador se alimenta a un compresor 102 a través de un conducto de vapor 100. El compresor 102 comprime el vapor y conduce el vapor comprimido a través de un conducto de vapor de vapor comprimido, identificado con el número 104, hacia un condensador según la invención con una carcasa de condensador 43' que presenta generadores de turbulencia o un laminarizador o preferentemente ambos dispositivos para realizar una condensación más eficaz. El evaporador recibe el líquido a evaporar a través de un conducto de alimentación 106 y el condensador conduce el líquido condensado a través de un conducto de descarga 108. Además, el condensador 43 tiene un conducto de avance 110a con temperaturas, por ejemplo, en el intervalo de 40° para un sistema calefactor de suelo y un conducto de retorno 110b desde el sistema calefactor de edificio. En el cuerpo calefactor, por ejemplo, del sistema calefactor de suelo o de un elemento calefactor de pared, puede circular el mismo líquido que en el condensador, sin la previsión de un intercambiador de calor. Alternativamente, puede estar previsto también un intercambiador de calor, de modo que el conducto de avance 110a y el conducto de retorno 110b conducen hacia un intercambiador de calor no mostrado en la figura 7 y no hacia un cuerpo calefactor real. El conducto de descarga 108 puede conducir en caso de un sistema abierto hacia una reserva de agua abierta, por ejemplo, agua subterránea, agua de mar, agua salina, agua de río, etc. Asimismo, en este tipo de sistema abierto, el conducto de alimentación 106 puede proceder de agua subterránea, agua de mar, agua de río, agua salina, etc. Alternativamente se puede usar también un sistema cerrado, indicado con líneas de unión discontinuas en forma de un elemento de unión 110. En este caso, el elemento de unión 110 garantiza que el líquido, condensado en el condensador, se vuelva a alimentar al evaporador, teniéndose en cuenta diferencias de presión correspondientes.

Se ha de señalar además que en un sistema semiabierto, el líquido 106 en el conducto de alimentación lleva el calor procedente del agua subterránea, pero no es, sin embargo, agua subterránea, estando dispuesto en este caso un intercambiador de calor en una reserva de agua subterránea para calentar el agua circulante a continuación en el conducto 106, diseñado como conducto de alimentación y retorno, y conducir entonces el calor transmitido por el agua subterránea hacia el conducto de avance de calefacción 110a mediante el proceso de bomba de calor.

En un ejemplo de realización preferido de la presente invención, el líquido de trabajo en el evaporador y en el condensador es agua. Alternativamente se pueden usar también otros líquidos de trabajo, por ejemplo, líquidos portadores de calor previstos especialmente para bombas de calor. No obstante, se prefiere el agua debido a su idoneidad especial para el proceso. Otra ventaja considerable del agua es que es carbono neutral.

Para evaporar agua a temperaturas de 10 °C aproximadamente, el evaporador 42 está provisto de una carcasa de evaporador, configurada para mantener una presión en el evaporador al menos en el entorno de la superficie del evaporador, en el que se evapora el agua circulante en el conducto de alimentación 106. Si se usa agua como líquido de trabajo, las presiones en el evaporador serán inferiores a 30 mbar e incluso estarán situadas en el intervalo por debajo de 10 mbar.

En el lado del condensador, las presiones serán superiores a 40 mbar e inferiores a 200 ó 150 mbar. En este sentido está configurada una carcasa de condensador para mantener estas presiones correspondientes. Se prefieren presiones a temperaturas de condensación de 30 °C o inferiores o de 22 °C o inferiores.

La figura 8A muestra una vista en planta de un evaporador o condensador con secciones de alambre como generadores de turbulencia. La figura 8B muestra una sección longitudinal del evaporador que, de manera análoga al respecto, podría ser también el condensador, si se tienen en cuenta conductos de avance/retorno, etc., y el líquido de condensador no se alimenta ni se evacua externamente, sino que circula.

El evaporador comprende una superficie de evaporador o superficie de condensador 80, sobre la que están dispuestos generadores de turbulencia 40. Los generadores de turbulencia 40 son secciones de alambre individuales, configuradas conjuntamente, por ejemplo, como espiral 82. A la vez, los generadores de turbulencia podrían estar configurados también como anillos de alambre más o menos concéntricos y separados entre sí. No obstante, el uso de una espiral es más fácil en relación con la manipulación y el montaje. Preferentemente, en la dirección de flujo del líquido de trabajo, indicada con las flechas simbólicas 83, están situadas a una distancia D_d secciones de alambre contiguas 84a, 84b que tienen en cada caso un diámetro d , siendo la distancia D_d mayor que el diámetro d de una sección de alambre y preferentemente menor que el triple del diámetro. Aunque las secciones de alambre en la figura 8A están dibujadas con sección transversal circular, las secciones de alambre pueden presentar una sección transversal cualquiera.

La figura 8B muestra en la sección longitudinal un evaporador o condensador en forma de embudo o una superficie

de evaporador o superficie de condensador 80 en forma de embudo. Sobre esta superficie 80 se han fijado directamente las secciones de alambre. Alternativamente, las secciones de alambre pueden estar separadas también, si se logra un posicionamiento relativo de los generadores de turbulencia 40 respecto a la superficie 80 de tal modo que actúa sobre el líquido de trabajo, presente sobre la superficie 80, con los generadores de turbulencia para producir turbulencias.

La superficie 80 tanto del evaporador como del condensador está conformada preferentemente de modo que el líquido de trabajo, alimentado a través de un conducto de alimentación de líquido de trabajo 86, no sólo está sobre la superficie 80, lo que ocurriría si la superficie fuera completamente horizontal y estuviera presente un conducto de alimentación casi inexistente, sino que el líquido de trabajo circula sobre la superficie por la fuerza de gravedad. Con este fin, la superficie 80 comprende al menos un plano inclinado. Preferentemente, la superficie tiene forma de embudo y el orificio de alimentación 86 está dispuesto en el centro o de tal modo respecto a la superficie de trabajo que el líquido de trabajo no sólo sale por un lateral respecto al orificio de alimentación, sino hacia todos los lados. Alternativamente, se podría usar también, sin embargo, una implementación para determinadas aplicaciones, en la que está presente, por ejemplo, una superficie plana que está dispuesta como plano inclinado y en cuyo punto máximo está dispuesto el conducto de alimentación 86, de modo que el líquido de trabajo no se encuentra en varios lados del conducto de alimentación, sino que circula esencialmente en un sector limitado, por ejemplo, 30°, 60° o 90° con respecto al conducto de alimentación sobre la superficie, para actuar aquí con los generadores de turbulencia 40.

Alternativamente, la superficie de trabajo puede tener también forma piramidal o cónica o puede ser plana o curvada en la sección transversal, si en la posición de trabajo del evaporador o del condensador, el líquido de trabajo supera una diferencia de altura debido al efecto de la fuerza de gravedad.

Las figuras 9A y 9B muestran una vista en planta de una superficie alternativa 80 de un evaporador o condensador, en el que no existen secciones de alambre como en la figura 8A, sino elevaciones o depresiones en la superficie de trabajo. La figura 9B muestra sólo elevaciones. No obstante, las depresiones van a estar implementadas de manera similar, pero en cierto modo "en negativo" respecto a las elevaciones mostradas. Los generadores de turbulencia 40 sobresalen de la superficie o están más abajo respecto a la superficie, o sea, son en cierto modo "agujeros" en la superficie 80, sobresaliendo preferentemente los generadores de turbulencia 40 tan fuertemente de la superficie que al menos con su punta sobresalen más allá de un nivel del líquido de trabajo 41 sobre la superficie 80. Además, los generadores de turbulencia 40 pueden tener una forma cualquiera, como se indica en la figura 9B. Cuanto más abruptas son las formas, más "remolinos" o turbulencias se generan. Sin embargo, los generadores de turbulencia pueden estar configurados simultáneamente también para conseguir con formas especiales una "división" y un "plegado" del flujo de agua.

Además de las implementaciones representadas, los generadores de turbulencia se pueden implementar también, por ejemplo, mediante elementos que penetran en el líquido de trabajo, por ejemplo, varillas, etc., que no están unidos fijamente a la superficie 80, sino suspendidos, por ejemplo, por encima de la superficie 80. Estas varillas se pueden mover también, en dependencia de la implementación, para generar turbulencias particularmente fuertes. Por consiguiente, las turbulencias se pueden generar de muchas maneras distintas, pudiendo estar unidos fijamente los generadores de turbulencia a la superficie de trabajo 80 para generar estas turbulencias o posicionándose los mismos también de manera estática o dinámica respecto a la superficie de trabajo, si preferentemente al menos 20 % de toda la corriente de agua se somete a turbulencias. En ejemplos de realización especiales se prefiere proveer lo más posible de generadores de turbulencia a casi toda la superficie de trabajo del evaporador o del condensador, de modo que entre el 90 % y casi el 100 % de toda la corriente es turbulento o, respecto a la zona de la superficie 80, más del 80 % o más del 90 % del líquido sobre la superficie 80 es turbulento.

La figura 10A muestra un corte transversal a través de un dispositivo de laminarización con diversas celdas de laminarizador 120. Por encima de las celdas de laminarizador 120 hay vapor turbulento con una temperatura ϑ_D , como se indica esquemáticamente con las flechas de vapor 122, no dirigidas. Por debajo de las celdas de laminarizador 120 está representado, sin embargo, vapor laminarizado 124 que tiene una temperatura aproximadamente igual a ϑ_w por encontrarse cerca del líquido del condensador sobre la superficie de condensador 80. El valor de ϑ_w es menor que ϑ_D . El desarrollo de la temperatura en una celda de laminarizador de $x=0$ a $x=L$ está representado esquemáticamente en la figura 10B. Se puede observar una relación exponencial, siendo la temperatura en $x=0$ aproximadamente igual a ϑ_w y obteniéndose la temperatura ϑ_D mediante una relación aproximadamente exponencial en $x=L$. Esta relación está caracterizada por una constante de posición K , dibujada en la figura 10B. Con el fin de que tenga lugar una buena laminarización y, por tanto, una buena distribución de la temperatura, se prefiere diseñar una celda de laminarizador 120 al menos con una longitud tan grande que la longitud es mayor que o igual a $2K$.

Además, en la presente invención, la temperatura del vapor no dirigido ϑ_D puede ser mucho mayor que la temperatura del agua ϑ_w . Sin embargo, no se necesitan enfriadores de vapor, etc., porque el laminarizador 48 con las celdas de laminarizador individuales 120, separadas entre sí por paredes 121, fuerza la distribución de

temperatura mostrada en la figura 10b. En el ejemplo de realización, el laminarizador tiene forma de panal o está fabricado de un material tubular, si están presentes celdas de laminarizador individuales 120, más o menos orientadas en paralelo y preferentemente lisas en el interior, que provocan una laminarización, como está representado mediante la corriente de vapor dirigida 124.

5 El laminarizador no ha de conseguir necesariamente un 100 % de laminarización perfecta si el flujo de gas en la salida del laminarizador es menos turbulento que el flujo de gas en la entrada del laminarizador. Las celdas de laminarizador o todo el laminarizador se diseñan preferentemente de modo que la corriente de vapor laminarizada saliente es al menos la mitad de turbulenta que la corriente de vapor turbulenta en el lado de entrada.

10 Para el uso en un condensador con una bomba de calor operada con agua como líquido de trabajo se prefiere que una celda de laminarizador 120 tenga una longitud aproximada de 10 mm, si el diámetro de la celda de laminarizador es igual a 5 mm. Cuanto mayor sea el diámetro de una celda individual, mayor deberá ser también la longitud L para conseguir también una laminarización suficiente en presencia de diámetros mayores. Al mismo tiempo existe un límite inferior de longitud en caso de diámetros menores con el fin de evitar un efecto de tobera que puede provocar una deslaminarización. Para mantener la resistencia al flujo del gas lo más baja posible se prefiere prever una superficie de laminarizador grande y configurar lo más pequeño posible el grosor de las paredes 121 entre las celdas de laminarizador 120 en la figura 10A. La longitud es preferentemente mayor que 1 mm cuando el diámetro es menor que 1 mm. Otras dimensiones favorables a modo de ejemplo son: si el diámetro es mayor que 5 mm, la longitud es mayor que 10 mm y si el diámetro es menor que 5 mm, la longitud es menor que 10 mm.

25 Con el objetivo de garantizar también en una laminarización incompleta que una corriente, en cierto modo laminarizada, llegue al líquido sobre la superficie del condensador, se prefiere que la distancia D_L a configurar entre la salida de las celdas de laminarizador 120 y la superficie del líquido sea relativamente pequeña y en particular menor que 50 mm, preferentemente menor que 25 mm o preferentemente menor que 6 mm. Esto obliga asimismo a que el gas o el líquido de trabajo evaporado tenga, al abandonar las celdas de laminarizador 120, una temperatura casi igual o sólo ligeramente mayor que la temperatura del agua. De esta manera se garantiza que las partículas de vapor que se encuentran en la corriente no “reboten” del agua o actúen a su vez como generadores de vapor, sino que sean absorbidas por condensación en el agua, porque sólo así tendrá lugar una transmisión de calor particularmente eficaz del vapor al agua.

30 El laminarizador, según la invención, proporciona un aumento considerable de la eficiencia durante la condensación. En el estado de la técnica sin laminarizador, la eficiencia en potencia por superficie disminuyó fuertemente cuanto mayor era la temperatura del vapor respecto a la temperatura del líquido de condensador. Se puede decir entonces que en caso de un sobrecalentamiento del vapor de 10° era posible sólo 10 % de la potencia de condensador. Por tanto, esto dio como resultado potencias de condensador de 2 a 3 kW por m² en caso de una condensación superficial o evaporación típica. Según la invención, en una misma superficie se consigue una potencia considerablemente mayor que puede ser de 40 a 200 kW/m² o incluso mayor, en dependencia de la implementación. Esto significa al menos un aumento de la eficiencia en un factor 20 con medidas simples. Otra ventaja es que el grado de eficiencia es relativamente independiente de la temperatura del vapor no dirigido. Por consiguiente, según la invención es posible condensar fácilmente un vapor con una temperatura, por ejemplo, superior a 150 °C, con agua a una temperatura, por ejemplo, de 40 °C. El laminarizador permite así separar la eficiencia del condensador de la temperatura del vapor en la salida del compresor. El compresor se puede dimensionar entonces según sus requerimientos y no se han de considerar durante el dimensionamiento del compresor según la presente invención las condiciones térmicas que son necesarias para la condensación.

45 A diferencia de los ejemplos de realización descritos arriba, los generadores de turbulencia y el dispositivo de laminarización se pueden configurar no como dos elementos separados, sino también mediante un mismo elemento. Por ejemplo, sobre la superficie del evaporador o la superficie del condensador se puede colocar un tejido de fibras o una estera de fibras, hechos preferentemente de fibras no absorbentes, sobresaliendo la superficie del tejido de fibras por encima del nivel de líquido, preferentemente más de 3 mm y en particular más de 5 mm. El líquido circula alrededor de las fibras, lo que genera turbulencias. Las fibras, rodeadas por el líquido, representan los generadores de turbulencia. Las fibras, que sobresalen del líquido y no son rodeadas por el líquido, representan en cambio el dispositivo de laminarización. La fricción del vapor en las fibras, que no tienen que estar necesariamente orientadas, da como resultado una laminarización del vapor. El material de las fibras es plástico o metal y el tejido de fibras es, por ejemplo, lana metálica o en particular lana de acero. La ventaja de esta implementación radica en que esta implementación es autoajustable, porque la división en generador de turbulencia y dispositivo de laminarización es automática y está definida por el nivel de líquido actual. Además, el montaje resulta particularmente simple y, por tanto, económico.

60 A continuación se describen ejemplos de realización que no pertenecen a la invención.

Ejemplos de realización se refieren a un evaporador 42 para evaporar un líquido de trabajo 41 con las siguientes características: una superficie de evaporador 80, sobre la que se ha de disponer el líquido de trabajo que ha de

evaporarse y una pluralidad de generadores de turbulencia 40, configurados para generar turbulencias en el líquido de trabajo que ha de evaporarse sobre la superficie de evaporador 80.

5 Un ejemplo de realización del evaporador comprende una carcasa de evaporador 42', en la que está dispuesta la superficie de evaporador 80 y que está configurada para mantener en la carcasa de evaporador, en la superficie de evaporador 80, una presión tal que el líquido de trabajo presenta, al llegar el líquido de trabajo a la superficie de evaporador, una temperatura de ebullición o una temperatura con un intervalo que se extiende de una temperatura igual a la temperatura de ebullición de -10 kelvin a una temperatura igual a la temperatura de ebullición de +10 kelvin.

10 En un ejemplo de realización del evaporador, la carcasa de evaporador 42' comprende un conducto de alimentación 106 para el líquido de trabajo y un orificio de evacuación 100 para un vapor del líquido de trabajo, estando configurado el orificio de evacuación 100 de modo que se puede acoplar a una entrada de un compresor 102 para la compresión del vapor.

15 En un ejemplo de realización del evaporador, la superficie de evaporador 80 está inclinada en una posición de trabajo, alimentándose el líquido de trabajo a la superficie de evaporador 80 de modo que el líquido de trabajo circula de un conducto de alimentación 86a a un conducto de descarga 86b de la superficie de evaporador 80 por la fuerza de gravedad.

20 En un ejemplo de realización del evaporador, la superficie de evaporador tiene forma de pirámide, cono, embudo o la forma de un plano inclinado, siendo el plano inclinado plano o no.

25 En un ejemplo de realización del evaporador, un conducto de alimentación para el líquido de trabajo está rodeado por la superficie de evaporador 80 de tal modo que el líquido de trabajo circula 83 en varios lados del conducto de alimentación sobre la superficie de evaporador 80.

30 En un ejemplo de realización del evaporador, los generadores de turbulencia 40 están configurados mediante un componente 82, separado de la superficie de evaporador, o mediante elevaciones o depresiones 90 en la superficie de evaporador 80.

35 En un ejemplo de realización del evaporador, los generadores de turbulencia 40 están configurados mediante secciones de alambre 84a, 84b sobre la superficie de evaporador, que están fijadas o dispuestas respecto a la superficie de evaporador de tal modo que una dirección de flujo 83 del líquido de trabajo interseca una dirección en la que están dispuestas las secciones de alambre.

40 En un ejemplo de realización del evaporador, los generadores de turbulencia están configurados como secciones de alambre en espiral, unidas entre sí, siendo una distancia entre dos secciones de alambre contiguas en la dirección de flujo 83 del líquido de trabajo mayor que el diámetro de una sección de alambre y menor que el triple del diámetro de la sección de alambre.

En un ejemplo de realización del evaporador, las elevaciones 90 o las depresiones están dimensionadas de modo que se pueden generar turbulencias en un líquido de trabajo incidente.

45 En un ejemplo de realización del evaporador, las elevaciones 90 tienen una altura, con la que se extienden sobre la superficie, mayor que un nivel del líquido de trabajo sobre la superficie de evaporador 80 en un modo operativo del evaporador.

50 En un ejemplo de realización del evaporador, los generadores de turbulencia están configurados de modo que un flujo de agua sobre la superficie de evaporador presenta turbulencias que comprenden preferentemente al menos 20 % de toda la corriente de líquido sobre el evaporador.

En un ejemplo de realización del evaporador o del condensador, el líquido de trabajo es agua.

55 Un ejemplo de realización se refiere a un procedimiento para la evaporación 42 de un líquido de trabajo 41 con las siguientes etapas: disponer un líquido de trabajo que ha de evaporarse sobre una superficie de evaporador 80 y generar turbulencias 40 en el líquido de trabajo que ha de evaporarse sobre la superficie de evaporador 80.

60 Aunque se han descrito determinados elementos como características del dispositivo, esto debe representar al mismo tiempo una descripción de una etapa de procedimiento correspondiente.

REIVINDICACIONES

1. Condensador para condensar un líquido de trabajo evaporado con las siguientes características:

5 un canal de gas (54) para alimentar vapor comprimido caliente al condensador;
 un conducto de descarga de condensador (57) para evacuar el líquido de trabajo del condensador;
 una superficie de condensador (80), sobre la que se ha de disponer un líquido de trabajo (41), estando inclinada
 la superficie de condensador (80) en una posición de trabajo, alimentándose el líquido de trabajo a la superficie
 10 de condensador (80) de modo que el líquido de trabajo circula de un conducto de alimentación (56) del líquido de
 trabajo hacia la superficie de condensador al conducto de descarga de condensador (57) desde la superficie de
 condensador por la fuerza de gravedad; y
 una pluralidad de generadores de turbulencia configurados para generar turbulencias de corriente en el líquido
 de trabajo que se encuentra sobre la superficie de condensador (80);
 estando configurado el condensador para dirigir una corriente de vapor (124), expulsada desde el canal de gas
 15 (54), hacia el líquido de trabajo (41) antes de que el líquido de trabajo salga a través del conducto de descarga
 de condensador (57).

2. Condensador según la reivindicación 1, con las siguientes características:

20 una carcasa de condensador (43'), en la que la superficie de condensador (80) está dispuesta y configurada para
 mantener en la carcasa de condensador en la superficie de condensador una presión tal que un líquido de
 trabajo condensado tiene una temperatura mínima predeterminada.

3. Condensador según la reivindicación 2, en el que la temperatura mínima es mayor que o igual a 22 °C.

25 4. Condensador según la reivindicación 1, en el que la superficie de condensador tiene forma de pirámide, cono,
 embudo o la forma de un plano inclinado, siendo el plano inclinado plano o no.

30 5. Condensador según una de las reivindicaciones 1 o 4, en el que un conducto de alimentación para el líquido hacia
 la superficie de condensador está rodeado por la superficie de condensador de tal modo que el líquido de trabajo
 circula por varios lados del conducto de alimentación (41) sobre la superficie de condensador (80).

35 6. Condensador según una de las reivindicaciones 1 a 5, que presenta tanto los generadores de turbulencia (40)
 como un dispositivo de laminarización (48) que está configurado para laminarizar la corriente de gas (124) expulsada
 desde el canal de gas (54) y dirigida hacia la superficie de condensador (80), de modo que un vapor laminarizado
 por el dispositivo de laminarización (48) llega al líquido de trabajo (41), estando dispuesto el dispositivo de
 laminarización (48) de tal modo que el vapor laminarizado (124) llega a las turbulencias del líquido, generadas por
 los generadores de turbulencia (40), sobre la superficie de condensador (80).

40 7. Condensador según la reivindicación 6, en el que tanto los generadores de turbulencia (40) como el dispositivo de
 laminarización (48) están formados por un mismo elemento.

45 8. Condensador según la reivindicación 7, en el que el elemento presenta un tejido de fibras que sobresale de un
 nivel de líquido sobre la superficie de condensador.

9. Condensador según la reivindicación 8, en el que el tejido de fibras es una lana de plástico con fibras no
 absorbentes o una lana metálica.

50 10. Condensador según una de las reivindicaciones 6 a 9, en el que la distancia entre el dispositivo de
 laminarización (48) y el líquido de trabajo sobre la superficie de condensador (80), que ha de recorrer el vapor
 laminarizado, es menor que 25 mm.

55 11. Condensador según la reivindicación 10, que está configurado a partir de material en forma de panal o material
 tubular con celdas de laminarizador (120), estando configurada una longitud de una celda de laminarizador en
 relación con un diámetro de la celda de laminarizador (120) de tal modo que en el lado de salida se genera un flujo
 de gas que es al menos la mitad de turbulento que un flujo de gas que se alimenta al dispositivo de laminarización
 (48).

60 12. Condensador según la reivindicación 11, en el que una celda de laminarizador (120) tiene una longitud mayor
 que 10 mm, si tiene un diámetro mayor que 5 mm, y una longitud mayor que un 1 mm, si tiene un diámetro menor
 que 1 mm.

13. Condensador según una de las reivindicaciones 1 a 12, en el que está presente una reserva de líquido, a la que
 se conduce el líquido evacuado de la superficie de condensador (80) y desde la que se puede alimentar líquido más

frío, en comparación con el líquido evacuado, como flujo de líquido (41) a la superficie de condensador (80).

14. Bomba de calor con las siguientes características:

5 un evaporador (42) para evaporar un líquido de trabajo (41), con las siguientes características:

una superficie de evaporador (80), sobre la que se ha de disponer el líquido de trabajo que ha de evaporarse;
y

10 una pluralidad de generadores de turbulencia (40) configurados para generar turbulencias en el líquido de trabajo que ha de evaporarse sobre la superficie de evaporador (80);

un condensador (43) según una de las reivindicaciones 1 a 13; y

15 un compresor (102) para comprimir el líquido de trabajo evaporado por el evaporador (42), estando acoplado el compresor (10) al condensador (43) para alimentar vapor comprimido al condensador (43), y presentando además el condensador (43') un conducto de avance de calefacción (110a) para suministrar líquido de calefacción caliente y un conducto de retorno de calefacción (110b) para suministrar líquido de calefacción frío al condensador (43').

15. Procedimiento para condensar un líquido de trabajo evaporado con las siguientes etapas:

20 disponer líquido de trabajo (41) sobre una superficie de condensador (80), estando inclinada la superficie de condensador (80) en una posición de trabajo, alimentándose el líquido de trabajo a la superficie de condensador (80) de modo que el líquido de trabajo circula de un conducto de alimentación de líquido de trabajo hacia la superficie de condensador a un conducto de descarga de líquido de trabajo desde la superficie de condensador por la fuerza de gravedad;

25 generar turbulencias (40) en el líquido de trabajo dispuesto sobre la superficie de condensador (80); y dirigir una corriente de vapor (124), expulsada desde el canal de gas (54), hacia el líquido de trabajo (41) antes de que el líquido de trabajo salga a través de un conducto de descarga de condensador (57).

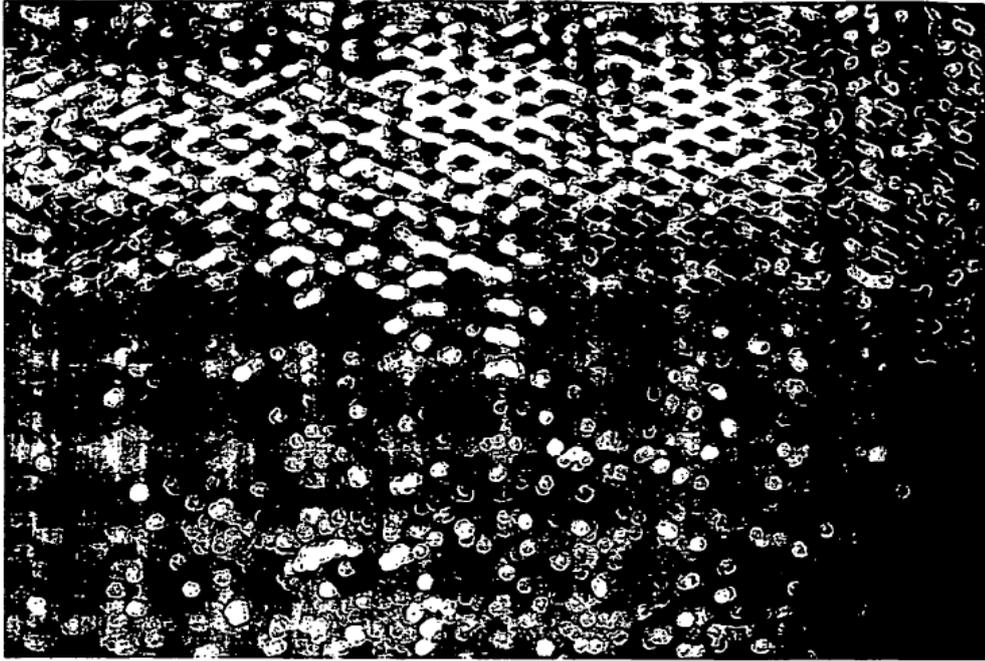


FIG 1

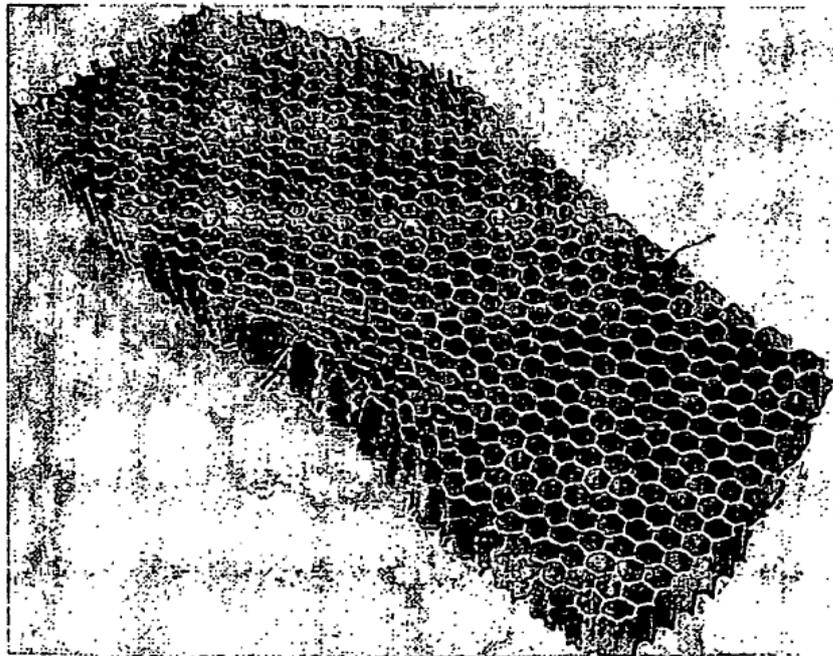


FIG 2

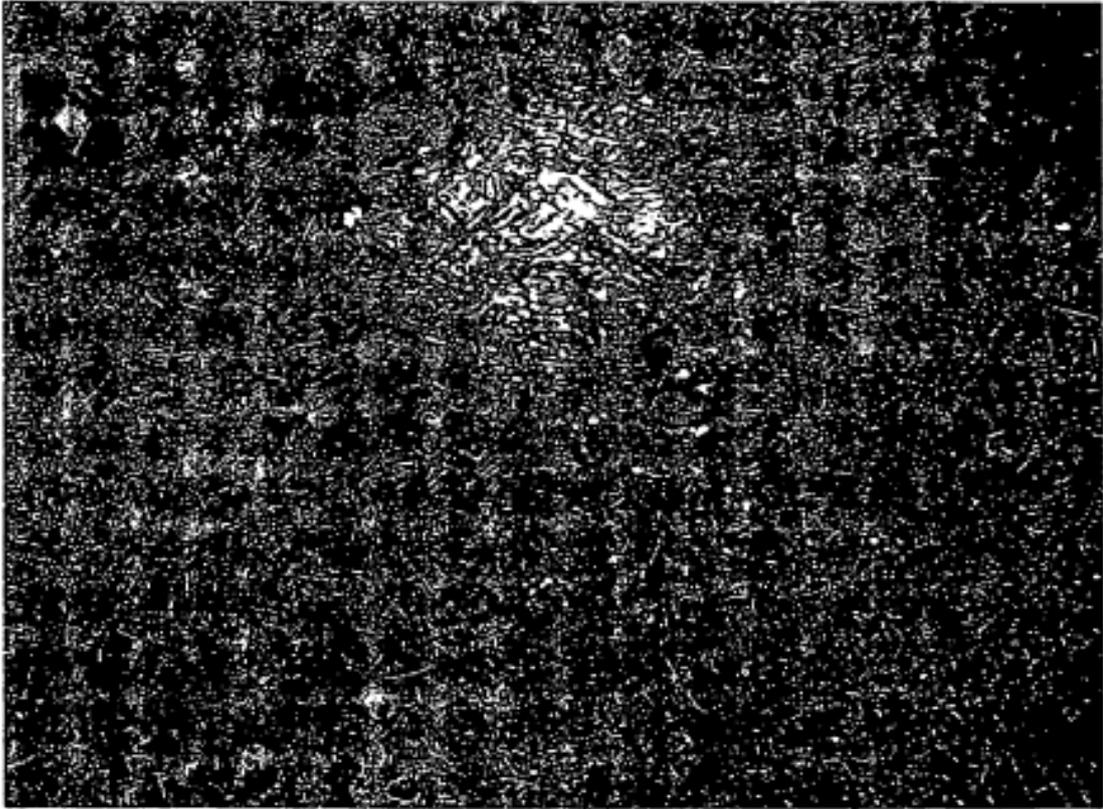


FIG 3

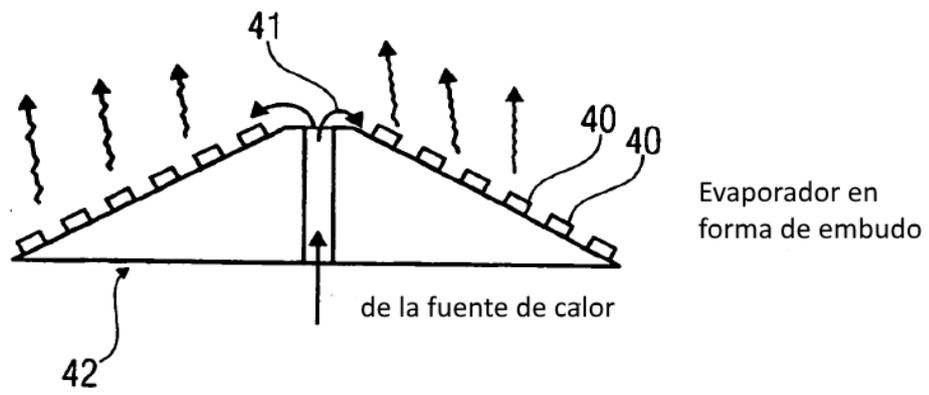


FIG 4A

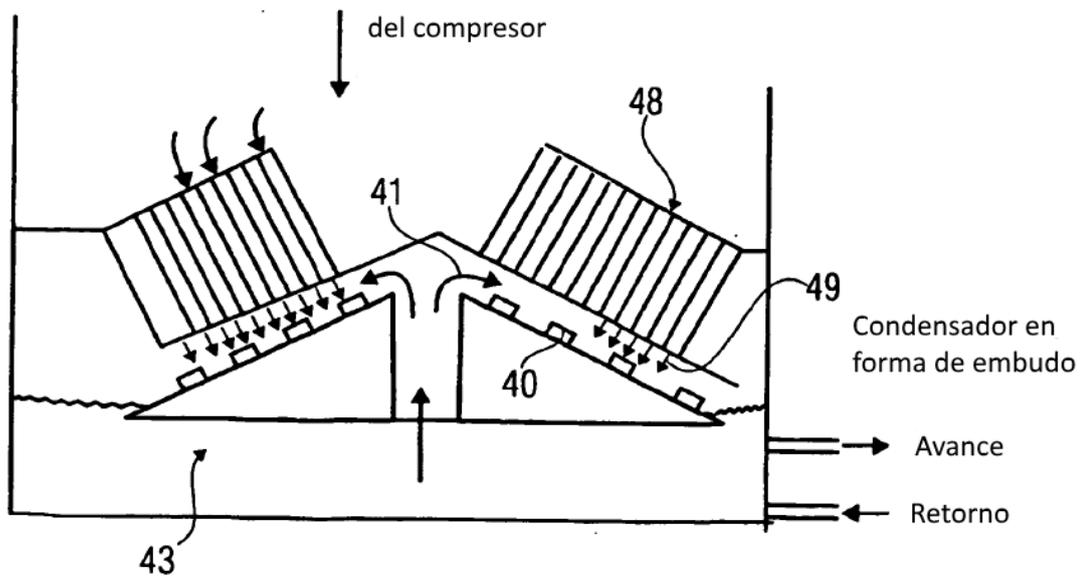


FIG 4B

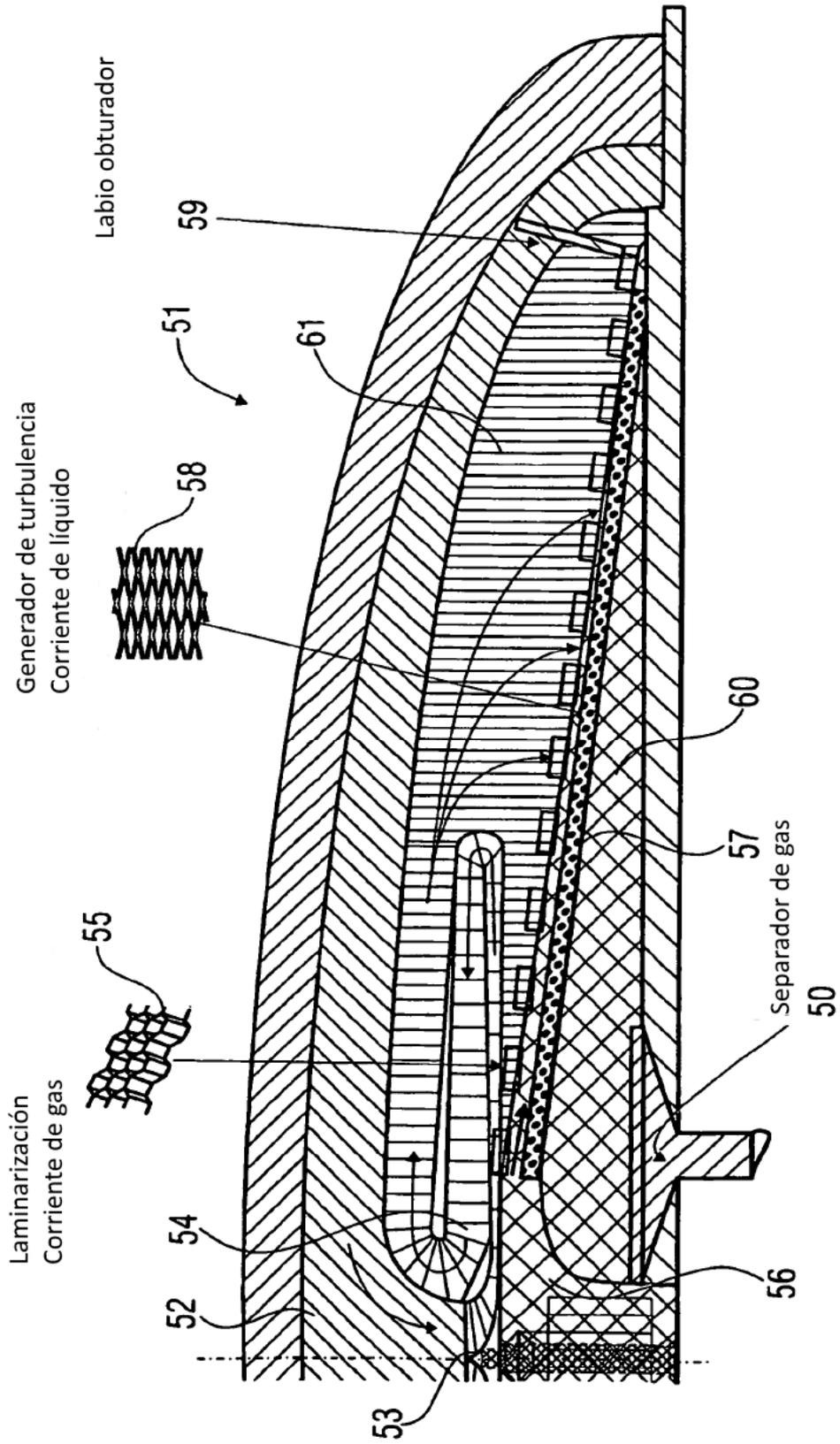
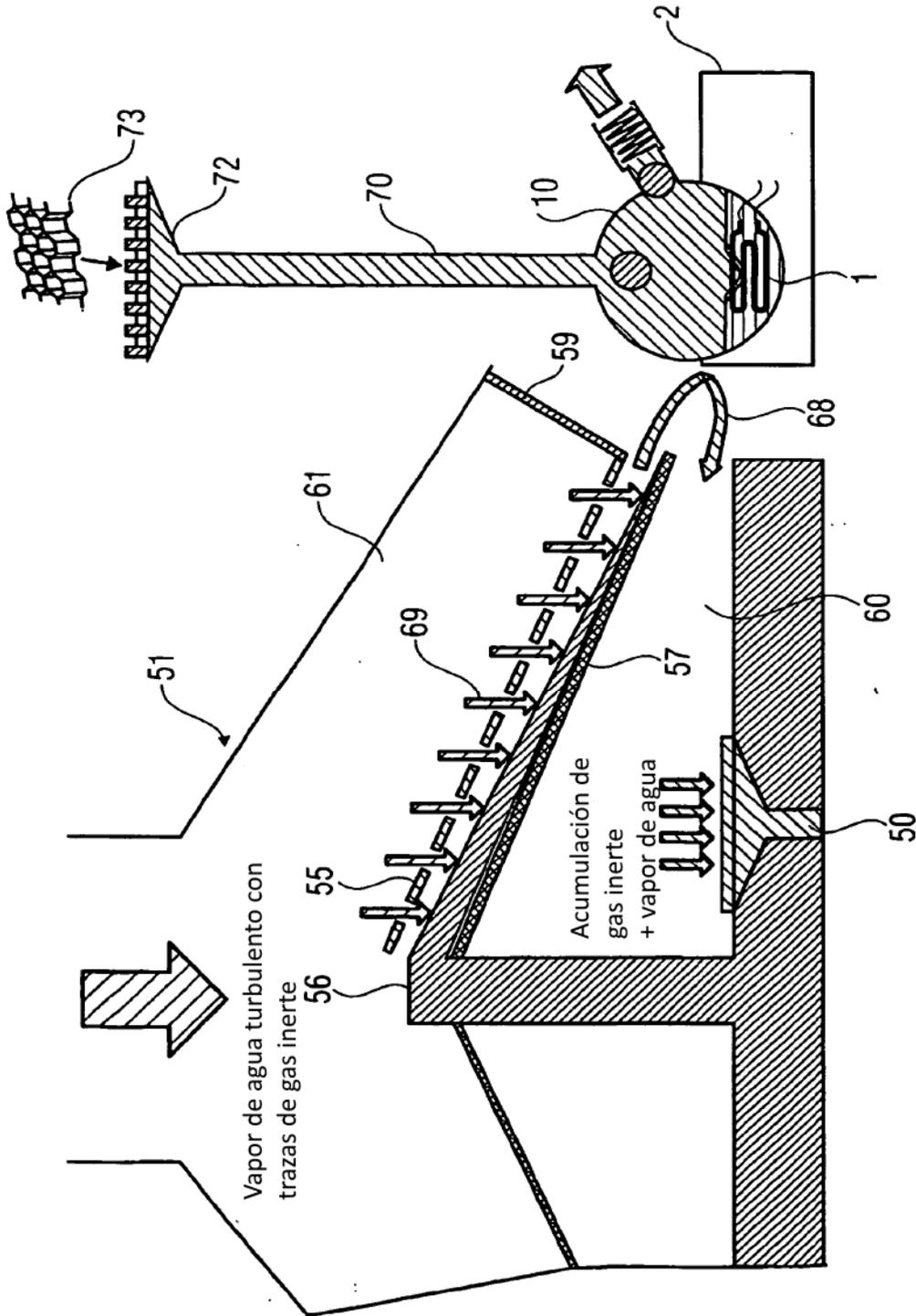


FIG 5



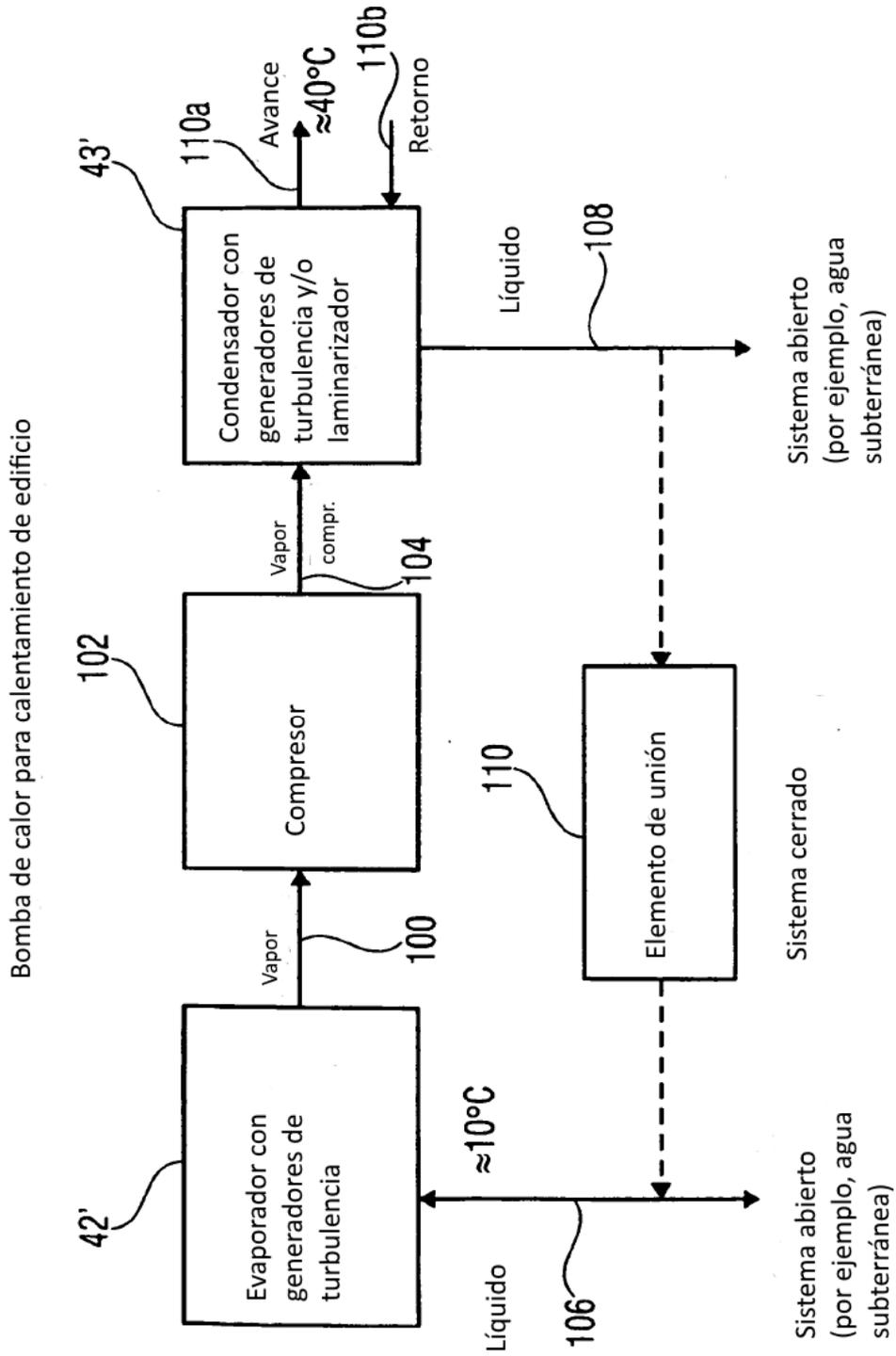


FIG 7

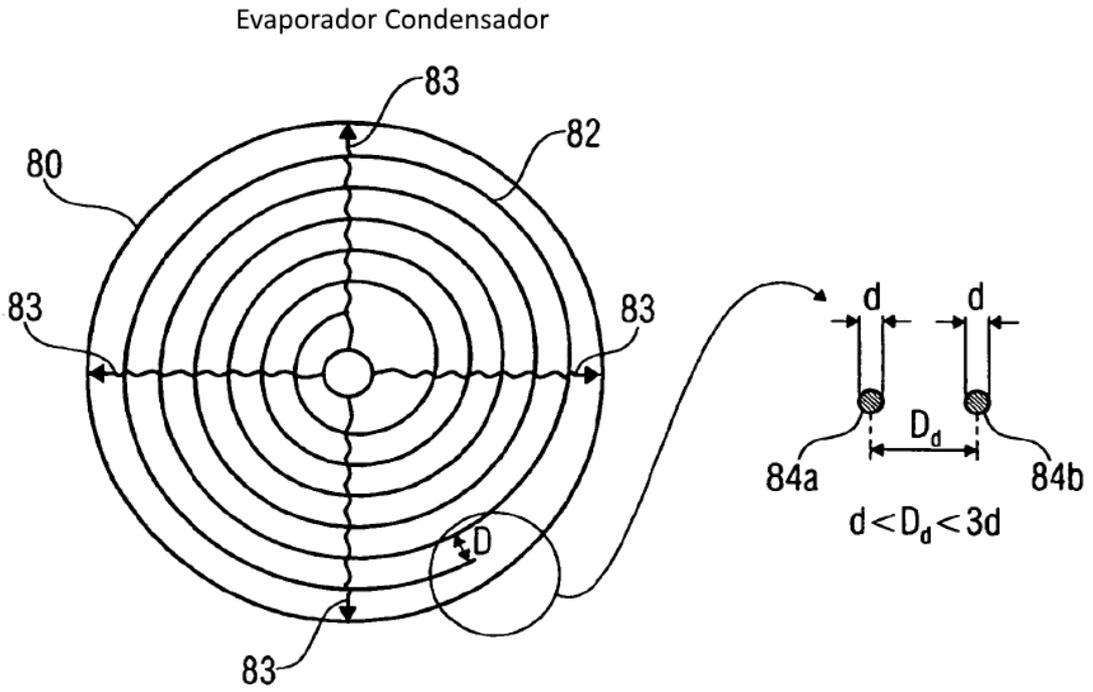


FIG 8A

(Vista en planta)

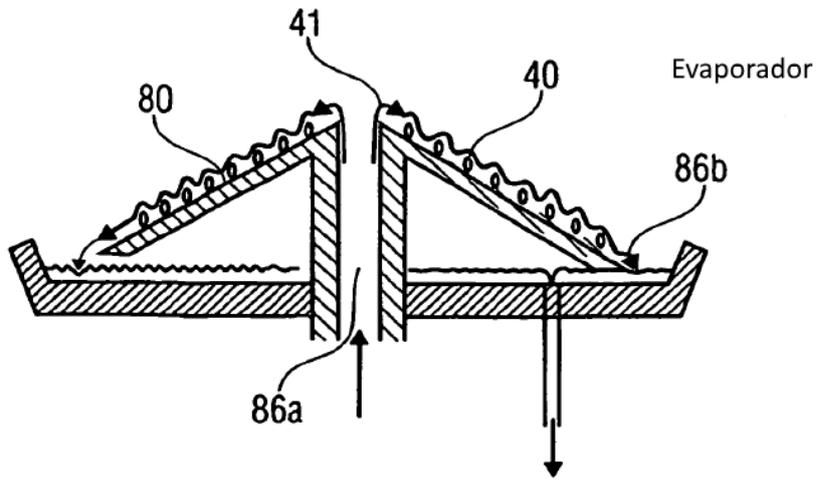


FIG 8B

(Sección longitudinal)

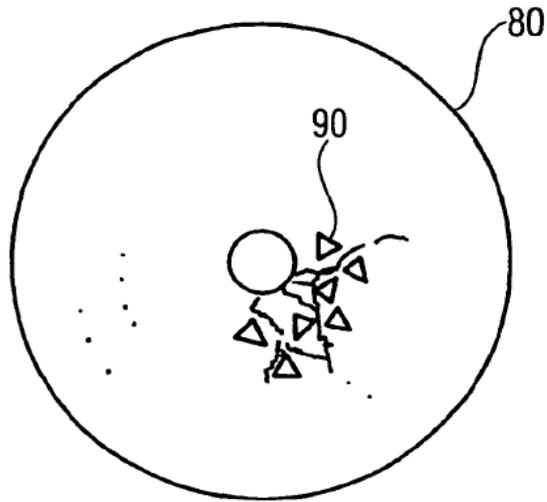


FIG 9A

(Vista en planta)

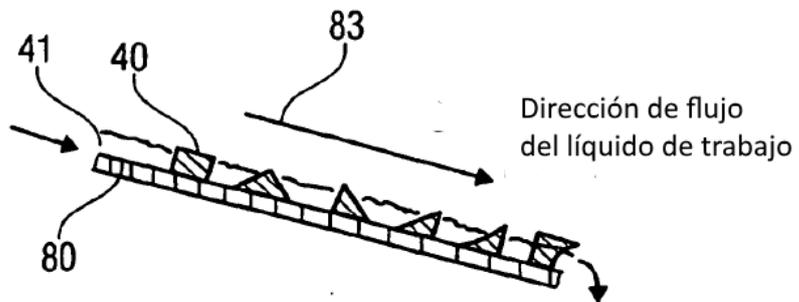


FIG 9B

(Sección transversal)

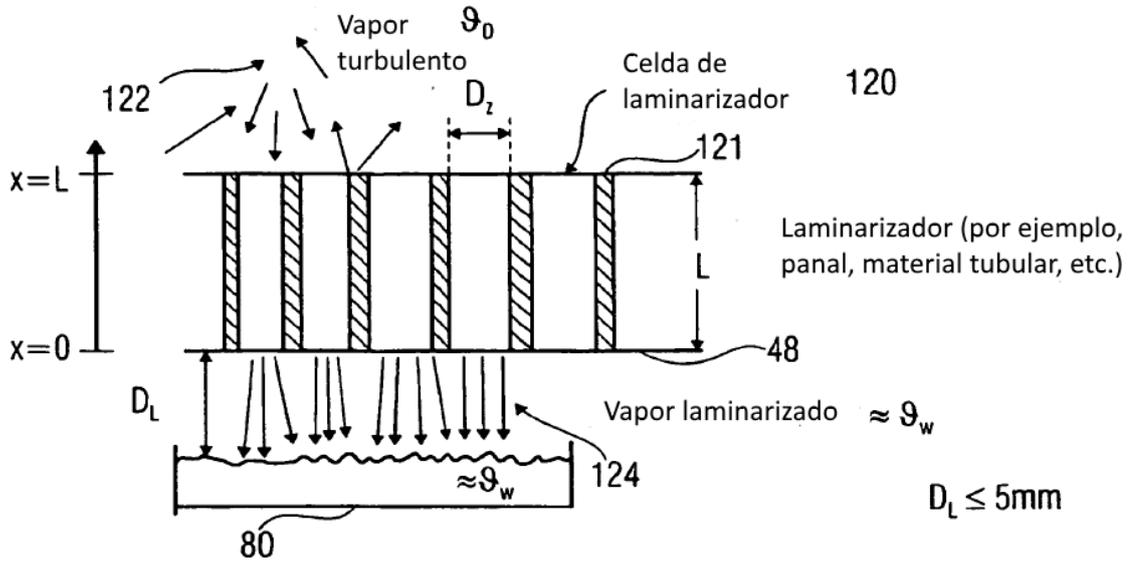


FIG 10A

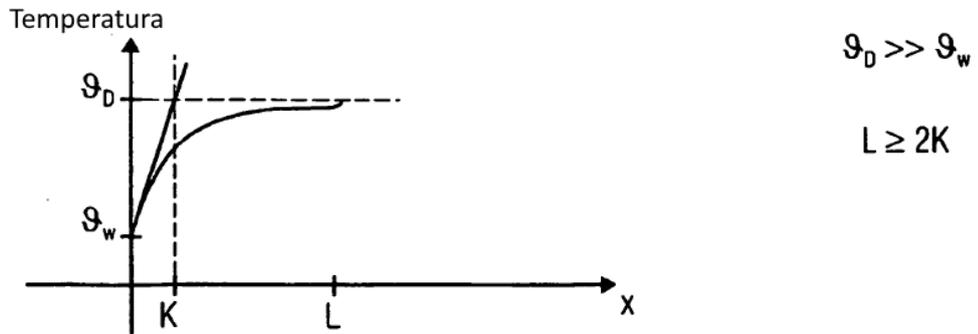


FIG 10B