

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 593 403**

51 Int. Cl.:

F28F 25/02 (2006.01)

F28F 25/04 (2006.01)

F28F 25/08 (2006.01)

F28D 5/02 (2006.01)

F28D 7/16 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **15.03.2013 PCT/US2013/032069**

87 Fecha y número de publicación internacional: **31.10.2013 WO13162761**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.03.2013 E 13713660 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.07.2016 EP 2841867**

54 Título: **Intercambiador de calor**

30 Prioridad:

23.04.2012 US 201213453503

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

09.12.2016

73 Titular/es:

**DAIKIN APPLIED AMERICAS INC. (100.0%)
13600 Industrial Park Boulevard
Minneapolis, MN 55441, US**

72 Inventor/es:

**NUMATA, MITSUHARU y
KASAI, KAZUSHIGE**

74 Agente/Representante:

FÚSTER OLAGUIBEL, Gustavo Nicolás

ES 2 593 403 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

Intercambiador de calor

5 **Antecedentes de la invención****Campo técnico**

10 Esta invención se refiere de manera general a un intercambiador de calor adaptado para usarse en un sistema de compresión de vapor. Más específicamente, esta invención se refiere a un intercambiador de calor que incluye una parte en depresión que se extiende bajo al menos uno de los tubos de transferencia de calor para acumular el refrigerante en el mismo. El documento US 5 839 294 A da a conocer un intercambiador de calor que tiene las características en el preámbulo según la reivindicación 1.

15 **Técnica anterior**

La refrigeración por compresión de vapor ha sido el método usado más comúnmente para acondicionar el aire de grandes edificios o similares. Los sistemas de refrigeración por compresión de vapor convencionales están habitualmente dotados de un evaporador, que es un intercambiador de calor que permite que el refrigerante se evapore de líquido a vapor mientras absorbe el calor de un líquido que va a enfriarse cuando pasa a través del evaporador. Un tipo de evaporador incluye un haz de tubos que tiene una pluralidad de tubos de transferencia de calor que se extienden en horizontal a través de los cuales circula el líquido que va a enfriarse, y el haz de tubos está alojado dentro de una carcasa cilíndrica. Hay varios procedimientos conocidos para evaporar el refrigerante en este tipo de evaporador. En un evaporador inundado, la carcasa se rellena con refrigerante líquido y los tubos de transferencia de calor están sumergidos en un baño de refrigerante líquido de modo que el refrigerante líquido hierve y/o se evapora como vapor. En un evaporador de película descendente, el refrigerante líquido se deposita sobre superficies externas de los tubos de transferencia de calor desde arriba de modo que se forma una capa o una película delgada del refrigerante líquido a lo largo de las superficies externas de los tubos de transferencia de calor. El calor de las paredes de los tubos de transferencia de calor se transfiere mediante convección y/o conducción a través de la película de líquido a la superficie de contacto de vapor-líquido en la que parte del refrigerante líquido se evapora, y por tanto, se elimina calor del agua que fluye dentro de los tubos de transferencia de calor. El refrigerante líquido que no se evapora desciende verticalmente del tubo de transferencia de calor en una posición superior hacia el tubo de transferencia de calor en una posición inferior debido a la fuerza de la gravedad. También existe un evaporador híbrido de película descendente, en el que el refrigerante líquido se deposita en las superficies externas de algunos de los tubos de transferencia de calor en el haz de tubos y los otros tubos de transferencia de calor en el haz de tubos están sumergidos en el refrigerante líquido que se ha recogido en la parte de fondo de la carcasa.

A pesar de que los evaporadores inundados muestran un alto rendimiento de transferencia de calor, los evaporadores inundados requieren una cantidad considerable de refrigerante porque los tubos de transferencia de calor están sumergidos en un baño del refrigerante líquido. Con el desarrollo reciente de refrigerante nuevo y de alto coste que tiene un potencial de calentamiento global mucho más bajo (tal como R1234ze o R1234yf), es deseable reducir la carga de refrigerante en el evaporador. La ventaja principal de los evaporadores de película descendente es que se puede reducir la carga de refrigerante a la vez que se garantiza un buen rendimiento de transferencia de calor. Por tanto, los evaporadores de película descendente tienen un potencial significativo para reemplazar a los evaporadores inundados en sistemas de refrigeración grandes.

La patente estadounidense n.º 5.839.294 da a conocer un evaporador híbrido de película descendente que tiene una sección que funciona en un modo inundado y una sección que funciona en un modo de película descendente. Más específicamente, el evaporador divulgado en esta publicación incluye una carcasa externa a través de la cual pasan una pluralidad de tubos de transferencia de calor horizontales en un haz de tubos. Se proporciona un sistema de distribución en relación de solapamiento con el nivel más superior de los tubos de transferencia de calor en el haz de tubos de modo que el refrigerante que entra en la carcasa se dispensa sobre la parte superior de los tubos. El refrigerante líquido forma una película a lo largo de una pared exterior de cada uno de los tubos de transferencia de calor en los que parte del refrigerante líquido se evapora como vapor de refrigerante. El resto del refrigerante líquido se acumula en la parte inferior de la carcasa. En funcionamiento en estado estacionario, el nivel de refrigerante líquido dentro de la carcasa externa se mantiene a un nivel tal que al menos el veinticinco por ciento de los tubos de transferencia de calor horizontales cercanos al extremo inferior de la carcasa están sumergidos en refrigerante líquido. Por tanto, en esta publicación, el evaporador funciona con los tubos de transferencia de calor en la sección inferior de la carcasa funcionando en un modo de transferencia de calor inundado, mientras que los tubos de transferencia de calor que no están sumergidos en refrigerante líquido funcionan en un modo de transferencia de calor de película descendente.

La patente estadounidense n.º 7.849.710 da a conocer un evaporador de película descendente en el que se recircula el refrigerante líquido acumulado en una parte inferior de una carcasa de evaporador. Más específicamente, el evaporador divulgado en esta publicación incluye la carcasa que tiene un haz de tubos con una pluralidad de tubos de transferencia de calor que se extienden de manera sustancialmente horizontal en la carcasa. El refrigerante

líquido que entra en la carcasa se dirige desde un distribuidor hasta los tubos de transferencia de calor. El refrigerante líquido crea una película a lo largo de una pared exterior de cada uno de los tubos de transferencia de calor en los que parte del refrigerante líquido se evapora como vapor de refrigerante. El resto del refrigerante líquido se acumula en una parte inferior de la carcasa. En esta publicación, se proporciona una bomba o un impulsor para extraer el refrigerante líquido acumulado en la parte inferior de la carcasa para recircular el refrigerante líquido desde la parte inferior de la carcasa hasta el distribuidor.

Resumen de la invención

El evaporador híbrido de película descendente divulgado en la patente estadounidense n.º 5.839.294 tal como se mencionó anteriormente todavía presenta el problema de que requiere una cantidad relativamente grande de carga de refrigerante debido a la existencia de la sección inundada en la parte de fondo de la carcasa. Por otro lado, con el evaporador divulgado en la patente estadounidense n.º 7.849.710, que recircula el refrigerante líquido acumulado desde la parte de fondo de la carcasa hasta el distribuidor, se requiere una cantidad en exceso de refrigerante circulado para volver a humedecer zonas secas en los tubos de transferencia de calor en caso de que tales zonas secas se formen debido a la fluctuación en el rendimiento del evaporador. Además, cuando un compresor en el sistema de compresión de vapor usa aceite lubricante (aceite refrigerante), el aceite que migra desde el compresor hasta el interior del circuito de refrigeración del sistema de compresión de vapor tiende a acumularse en el evaporador ya que el aceite es menos volátil que el refrigerante. Por tanto, con el sistema de recirculación de refrigerante como el divulgado en la patente estadounidense n.º 7.849.710, el aceite se recircula dentro del evaporador junto con el refrigerante líquido, lo que provoca una alta concentración del aceite en el refrigerante líquido que circula en el evaporador. Por tanto, se degrada el rendimiento del evaporador.

En vista de lo anterior, un objetivo de la presente invención es proporcionar un intercambiador de calor que puede reducir la cantidad de carga de refrigerante a la vez que garantiza un buen rendimiento del intercambiador de calor.

Otro objetivo de la presente invención es proporcionar un intercambiador de calor que acumula aceite refrigerante que ha migrado desde un compresor hasta el interior de un circuito de refrigeración de un sistema de compresión de vapor y descarga el aceite refrigerante fuera del evaporador.

Un intercambiador de calor según un aspecto de la presente invención está adaptado para usarse en un sistema de compresión de vapor, e incluye una carcasa, una parte de distribución, un haz de tubos y una parte en depresión. La carcasa tiene un eje central longitudinal que se extiende generalmente en paralelo a un plano horizontal. La parte de distribución está situada dentro de la carcasa, y configurada y dispuesta para distribuir un refrigerante. El haz de tubos incluye una pluralidad de tubos de transferencia de calor situados dentro de la carcasa debajo de la parte de distribución de modo que el refrigerante descargado desde el distribuidor se suministra sobre el haz de tubos. Los tubos de transferencia de calor se extienden generalmente en paralelo al eje central longitudinal de la carcasa. La parte en depresión se extiende generalmente en paralelo al eje central longitudinal de la carcasa bajo al menos uno de los tubos de transferencia de calor para acumular el refrigerante en el mismo. La parte en depresión se solapa al menos parcialmente con el al menos uno de los tubos de transferencia de calor cuando se observa a lo largo de una dirección horizontal perpendicular al eje central longitudinal de la carcasa.

Un intercambiador de calor está adaptado para usarse en un sistema de compresión de vapor, e incluye una carcasa, una parte de distribución, un haz de tubos y una parte en depresión. La carcasa tiene un eje central longitudinal que se extiende generalmente en paralelo a un plano horizontal. La parte de distribución está situada dentro de la carcasa, y está configurada y dispuesta para distribuir un refrigerante. El haz de tubos incluye una pluralidad de tubos de transferencia de calor situados dentro de la carcasa debajo de la parte de distribución de modo que el refrigerante que se descarga desde el distribuidor se suministra sobre el haz de tubos. Los tubos de transferencia de calor se extienden generalmente en paralelo al eje central longitudinal de la carcasa. La parte en depresión se extiende generalmente en paralelo al eje central longitudinal de la carcasa bajo al menos uno de los tubos de transferencia de calor para acumular el refrigerante en el mismo de manera que al menos una parte del al menos uno de los tubos de transferencia de calor está sumergida en el refrigerante acumulado en la parte en depresión cuando el intercambiador de calor funciona en condiciones normales.

Estos y otros objetivos, características, aspectos y ventajas de la presente invención resultarán evidentes para los expertos en la técnica a partir de la siguiente descripción detallada, la cual, tomada junto con los dibujos adjuntos, divulga modos de realización preferidos.

Breve descripción de los dibujos

Haciendo ahora referencia a los dibujos adjuntos que forma parte de esta divulgación original:

la fig. 1 es una vista en perspectiva global simplificada de un sistema de compresión de vapor que incluye un intercambiador de calor según un primer modo de realización de la presente invención;

la fig. 2 es un diagrama de bloques que ilustra un circuito de refrigeración del sistema de compresión de vapor que

incluye el intercambiador de calor según el primer modo de realización de la presente invención;

la fig. 3 es una vista en perspectiva simplificada del intercambiador de calor según el primer modo de realización de la presente invención;

5 la fig. 4 es una vista en perspectiva simplificada de una estructura interna del intercambiador de calor según el primer modo de realización de la presente invención;

10 la fig. 5 es una vista en despiece ordenado de la estructura interna del intercambiador de calor según el primer modo de realización de la presente invención;

la fig. 6 es una vista en sección transversal longitudinal simplificada del intercambiador de calor según el primer modo de realización de la presente invención según una línea de sección 6-6' en la fig. 3;

15 la fig. 7 es una vista en sección transversal simplificada del intercambiador de calor según el primer modo de realización de la presente invención según una línea de sección 7-7' en la fig. 3;

20 la fig. 8 es una vista en sección transversal esquemática ampliada de tubos de transferencia de calor y una parte en depresión dispuesta en la región X en la fig. 7 que ilustra un estado en el que el intercambiador de calor está en uso según el primer modo de realización de la presente invención;

la fig. 9 es una vista en sección transversal ampliada de los tubos de transferencia de calor y una de las secciones en depresión de una parte en depresión según el primer modo de realización de la presente invención;

25 la fig. 10 es una vista en alzado lateral parcial de los tubos de transferencia de calor y la sección en depresión según el primer modo de realización de la presente invención tal como se observa en una dirección a lo largo de una flecha 10 en la fig. 9;

30 la fig. 11A es un gráfico de un coeficiente de transferencia de calor total frente a una distancia de solapamiento entre la parte en depresión y el tubo de transferencia de calor según el primer modo de realización de la presente invención, y las figs. 11B a 11D son vistas transversales simplificadas de las muestras usadas para trazar el gráfico mostrado en la fig. 11A;

35 la fig. 12 es una vista en sección transversal simplificada del intercambiador de calor que ilustra un primer ejemplo modificado para una disposición de un haz de tubos y una parte en depresión según el primer modo de realización de la presente invención;

40 la fig. 13 es una vista en sección transversal simplificada del intercambiador de calor que ilustra un segundo ejemplo modificado para una disposición de un haz de tubos y una parte en depresión según el primer modo de realización de la presente invención;

45 la fig. 14 es una vista en sección transversal simplificada del intercambiador de calor que ilustra un tercer ejemplo modificado para una disposición de un haz de tubos y una parte en depresión según el primer modo de realización de la presente invención;

la fig. 15 es una vista en sección transversal simplificada del intercambiador de calor que ilustra un cuarto ejemplo modificado para una disposición de un haz de tubos y una parte en depresión según el primer modo de realización de la presente invención;

50 la fig. 16 es una vista en sección transversal esquemática ampliada de los tubos de transferencia de calor y secciones en depresión dispuestas en la región Y en la fig. 15 que ilustra un estado en el que el intercambiador de calor está en uso según el primer modo de realización de la presente invención;

55 la fig. 17 es una vista en sección transversal simplificada del intercambiador de calor que ilustra un quinto ejemplo modificado para una disposición de un haz de tubos y una parte en depresión según el primer modo de realización de la presente invención;

60 la fig. 18 es una vista en sección transversal simplificada del intercambiador de calor que ilustra un sexto ejemplo modificado para una disposición de un haz de tubos y una parte en depresión según el primer modo de realización de la presente invención;

la fig. 19 es una vista en sección transversal simplificada de un intercambiador de calor según un segundo modo de realización de la presente invención;

65 la fig. 20 es una vista en sección transversal simplificada de un intercambiador de calor según un tercer modo de realización de la presente invención;

la fig. 21 es una vista en sección transversal simplificada de un intercambiador de calor que ilustra un primer ejemplo modificado para una disposición de un haz de tubos y una parte en depresión según el tercer modo de realización de la presente invención;

5 la fig. 22 es una vista en sección transversal simplificada de un intercambiador de calor que ilustra un segundo ejemplo modificado para una disposición de un haz de tubos y una parte en depresión según el tercer modo de realización de la presente invención;

10 la fig. 23 es una vista en sección transversal simplificada de un intercambiador de calor que ilustra un tercer ejemplo modificado para una disposición de un haz de tubos y una parte en depresión según el tercer modo de realización de la presente invención;

15 la fig. 24 es una vista en sección transversal simplificada de un intercambiador de calor según un cuarto modo de realización de la presente invención; y

la fig. 25 es una vista en sección transversal longitudinal simplificada del intercambiador de calor según el cuarto modo de realización de la presente invención.

20 Descripción de modos de realización

Ahora se explicarán modos de realización seleccionados de la presente invención con referencia a los dibujos. Resultará evidente para los expertos en la técnica a partir de la presente divulgación que las siguientes descripciones de los modos de realización de la presente invención se proporcionan con fines únicamente
25 ilustrativos y no con el fin de limitar la invención tal como se define en las reivindicaciones adjuntas y sus equivalentes.

Haciendo inicialmente referencia a las figs. 1 y 2, se explicará un sistema de compresión de vapor que incluye un intercambiador de calor según un primer modo de realización. Tal como se observa en la fig. 1, el sistema de
30 compresión de vapor según el primer modo de realización es un enfriador que puede usarse en un sistema de calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC) para acondicionar el aire de grandes edificios y similares. El sistema de compresión de vapor del primer modo de realización está configurado y dispuesto para eliminar calor del líquido que va a enfriarse (por ejemplo, agua, etileno, etilenglicol, salmuera con cloruro de calcio, etc.) mediante un ciclo de refrigeración por compresión de vapor.

35 Tal como muestran las figs. 1 y 2, el sistema de compresión de vapor incluye los cuatro componentes principales siguientes: un evaporador 1, un compresor 2, un condensador 3 y un dispositivo de expansión 4.

40 El evaporador 1 es un intercambiador de calor que elimina calor del líquido que va a enfriarse (en este ejemplo, agua) que pasa a través del evaporador 1 para bajar la temperatura del agua a medida que un refrigerante en circulación se evapora en el evaporador 1. El refrigerante que entra en el evaporador 1 está en un estado de dos fases gas/líquido. El refrigerante líquido se evapora como vapor de refrigerante en el evaporador 1 a medida que absorbe calor del agua.

45 El vapor de refrigerante a baja presión y a baja temperatura se descarga del evaporador 1 y entra en el compresor 2 mediante succión. En el compresor 2, el vapor de refrigerante se comprime para dar vapor a mayor presión y mayor temperatura. El compresor 2 puede ser cualquier tipo de compresor convencional, por ejemplo, compresor centrífugo, compresor de espiral, compresor alternante, compresor de tornillo, etc.

50 Después, el vapor de refrigerante a alta temperatura y a alta presión entra al condensador 3, que es otro intercambiador de calor que elimina calor del vapor de refrigerante causando que se condense de estado gaseoso a estado líquido. El condensador 3 puede ser un condensador de tipo enfriado por aire, de tipo enfriado por agua, o cualquier tipo de condensador adecuado. El calor aumenta la temperatura del agua o aire de enfriamiento que pasa a través del condensador 3, y el calor se expulsa al exterior del sistema al transportarse por el agua o aire de
55 enfriamiento.

El refrigerante líquido condensado entra entonces a través del dispositivo de expansión 4 donde el refrigerante experimenta una reducción brusca de presión. El dispositivo de expansión 4 puede ser tan simple como una placa con orificios o tan complicado como una válvula de expansión térmica de modulación electrónica. La reducción brusca de presión da como resultado una evaporación parcial del refrigerante líquido, y por tanto, el refrigerante que
60 entra en el evaporador 1 está en un estado de dos fases gas/líquido.

Algunos ejemplos de refrigerantes usados en el sistema de compresión de vapor son refrigerantes a base de hidrofluorocarbono (HFC), por ejemplo, R-410A, R-407C, y R-134a, hidrofluoro-olefina (HFO), refrigerante a base de HFC insaturado, por ejemplo, R-1234ze, y R-1234yf, refrigerantes naturales, por ejemplo, R-717 y R-718, o cualquier otro tipo de refrigerante adecuado.

El sistema de compresión de vapor incluye una unidad de control 5 que está acoplada de manera operativa a un mecanismo accionador del compresor 2 para controlar el funcionamiento del sistema de compresión de vapor.

5 Resultará evidente para los expertos en la técnica a partir de esta divulgación que puede usarse un compresor, condensador y dispositivo de expansión convencionales respectivamente como el compresor 2, el condensador 3 y el dispositivo de expansión 4 para llevar a cabo la presente invención. En otras palabras, el compresor 2, el condensador 3 y el dispositivo de expansión 4 son componentes convencionales que se conocen bien en la técnica. Dado que el compresor 2, el condensador 3 y el dispositivo de expansión 4 se conocen bien en la técnica, estas estructuras no se analizarán o ilustrarán en detalle en el presente documento. El sistema de compresión de vapor puede incluir una pluralidad de evaporadores 1, compresores 2 y/o condensadores 3.

15 Haciendo ahora referencia a las figs. 3 a 5, se explicará la estructura detallada del evaporador 1, que es el intercambiador de calor según el primer modo de realización. Tal como muestran las figs. 3 y 6, el evaporador 1 incluye una carcasa 10 que tiene una forma generalmente cilíndrica con un eje C central longitudinal (fig. 6) que se extiende generalmente en dirección horizontal. La carcasa 10 incluye un elemento de cabezal de conexión 13 que define una cámara de agua de entrada 13a y una cámara de agua de salida 13b, y un elemento de cabezal de retorno 14 que define una cámara de agua 14a. El elemento de cabezal de conexión 13 y el elemento de cabezal de retorno 14 están acoplados de manera fija a los extremos longitudinales de un cuerpo cilíndrico de la carcasa 10. La cámara de agua de entrada 13a y la cámara de agua de salida 13b están divididas por un deflector de agua 13c. El elemento de cabezal de conexión 13 incluye una tubería de entrada de agua 15 a través de la cual entra agua en la carcasa 10 y una tubería de salida de agua 16 a través de la cual se descarga agua de la carcasa 10. Tal como muestran las figs. 3 y 6, la carcasa 10 incluye además una tubería de entrada de refrigerante 11 y una tubería de salida de refrigerante 12. La tubería de entrada de refrigerante 11 está en conexión de fluido con el dispositivo de expansión 4 mediante un conducto de suministro 6 (fig. 7) para introducir refrigerante en dos fases en la carcasa 10. El dispositivo de expansión 4 puede acoplarse directamente a la tubería de entrada de refrigerante 11. El componente líquido en el refrigerante en dos fases hierve y/o se evapora en el evaporador 1 y atraviesa un cambio de fase de líquido a vapor a medida que absorbe calor del agua que pasa a través del evaporador 1. El vapor de refrigerante se conduce desde la tubería de salida de refrigerante 12 al compresor 2 mediante succión.

20 La fig. 4 es una vista en perspectiva simplificada que ilustra una estructura interior alojada en la carcasa 10. La fig. 5 es una vista en despiece ordenado de la estructura interior mostrada en la fig. 4. Tal como muestran las figs. 4 y 5, el evaporador 1 incluye básicamente una parte de distribución 20, un haz de tubos 30, y una parte en depresión 40. El evaporador 1 preferiblemente incluye además un elemento deflector 50 tal como muestra la fig. 7 aunque la ilustración del elemento deflector 50 se omite en las figs. 4-6 por motivos de brevedad.

25 La parte de distribución 20 está configurada y dispuesta tanto para servir de separador de gas-líquido así como de distribuidor de refrigerante. Tal como muestra la fig. 5, la parte de distribución 20 incluye una parte de tubería de entrada 21, una primera parte de bandeja 22 y una pluralidad de segundas partes de bandeja 23.

30 Tal como muestra la fig. 6, la parte de tubería de entrada 21 se extiende generalmente en paralelo al eje C central longitudinal de la carcasa 10. La parte de tubería de entrada 21 está en conexión de fluido con la tubería de entrada de refrigerante 11 de la carcasa 10 de modo que el refrigerante en dos fases se introduce en la parte de tubería de entrada 21 mediante la tubería de entrada de refrigerante 11. La parte de tubería de entrada 21 incluye una pluralidad de aberturas 21a dispuestas a lo largo de la longitud longitudinal de la parte de tubería de entrada 21 para descargar el refrigerante en dos fases. Cuando el refrigerante en dos fases se descarga de las aberturas 21a de la parte de tubería de entrada 21, el componente líquido del refrigerante en dos fases descargado de las aberturas 21a de la parte de tubería de entrada 21 se recibe por la primera parte de bandeja 22. Por otro lado, el componente de vapor del refrigerante en dos fases fluye hacia arriba e impacta contra el elemento deflector 50 mostrado en la fig. 7, de modo que las gotitas de líquido arrastradas en el vapor se capturan por el elemento deflector 50. Las gotitas de líquido capturadas por el elemento deflector 50 se guían a lo largo de una superficie inclinada del elemento deflector 50 hacia la primera parte de bandeja 22. El elemento deflector 50 puede estar configurado como un elemento de placa, un tamiz de malla o similar. El componente de vapor fluye hacia abajo a lo largo del elemento deflector 50 y entonces cambia su dirección hacia arriba hacia la tubería de salida 12. El vapor de refrigerante se descarga hacia el compresor 2 mediante la tubería de salida 12.

35 Tal como muestran las figs. 5 y 6, la primera parte de bandeja 22 se extiende generalmente en paralelo al eje C central longitudinal de la carcasa 10. Tal como muestra la fig. 7, se dispone una superficie de fondo de la primera parte de bandeja 22 debajo de la parte de tubería de entrada 21 para recibir el refrigerante líquido descargado de las aberturas 21a de la parte de tubería de entrada 21. En el primer modo de realización, la parte de tubería de entrada 21 está dispuesta dentro de la primera parte de bandeja 22 de modo que no se forma ningún hueco vertical entre la superficie de fondo de la primera parte de bandeja 22 y la parte de tubería de entrada 21 tal como muestra la fig. 7. En otras palabras, en el primer modo de realización, la mayor parte de la parte de tubería de entrada 21 se solapa con la primera parte de bandeja 22 cuando se observa a lo largo de una dirección horizontal perpendicular al eje C central longitudinal de la carcasa 10 tal como muestra la fig. 6. Esta disposición es ventajosa porque puede reducirse un volumen global del refrigerante líquido acumulado en la primera parte de bandeja 22 a la vez que se mantiene un

nivel (altura) relativamente alto del refrigerante líquido acumulado en la primera parte de bandeja 22. Alternativamente, la parte de tubería de entrada 21 y la primera parte de bandeja 22 pueden estar dispuestas de modo que se forma un hueco vertical mayor entre la superficie de fondo de la primera parte de bandeja 22 y la parte de tubería de entrada 21. Preferiblemente, la parte de tubería de entrada 21, la primera parte de bandeja 22 y el elemento deflector 50 se acoplan conjuntamente y se suspenden desde arriba en una parte superior de la carcasa 10 de manera adecuada.

Tal como muestran las figs. 5 y 7, la primera parte de bandeja 22 tiene una pluralidad de primeras aberturas de descarga 22a desde las que el refrigerante líquido acumulado en la misma se descarga hacia abajo. El refrigerante líquido descargado desde las primeras aberturas de descarga 22a de la primera parte de bandeja 22 se recibe por una de las segundas partes de bandeja 23 dispuestas debajo de la primera parte de bandeja 22.

Tal como muestran las figs. 5 y 6, la parte de distribución 20 del primer modo de realización incluye tres segundas partes de bandeja 23 idénticas. Las segundas partes de bandeja 23 están alineadas una junto a otra a lo largo del eje C central longitudinal de la carcasa 10. Tal como muestra la fig. 6, una longitud longitudinal global de las tres segundas partes de bandeja 23 es sustancialmente la misma que la longitud longitudinal de la primera parte de bandeja 22 tal como muestra la fig. 6. Se fija una anchura transversal de la segunda parte de bandeja 23 para ser mayor que una anchura transversal de la primera parte de bandeja 22 de modo que la segunda parte de bandeja 23 se extiende sustancialmente sobre una anchura total del haz de tubos 30 tal como muestra la fig. 7. Las segundas partes de bandeja 23 están dispuestas de modo que el refrigerante líquido acumulado en las segundas partes de bandeja 23 no se comunica entre las segundas partes de bandeja 23. Tal como muestran las figs. 5 y 7, cada una de las segundas partes de bandeja 23 tiene una pluralidad de segundas aberturas de descarga 23a desde las que el refrigerante líquido se descarga hacia abajo hacia el haz de tubos 30.

Resultará evidente para los expertos en la técnica a partir de esta divulgación que la estructura y la configuración de la parte de distribución 20 no están limitadas a las descritas en el presente documento. Puede usarse cualquier estructura convencional para distribuir el refrigerante líquido hacia abajo sobre el haz de tubos 30 para llevar a cabo la presente invención. Por ejemplo, puede usarse un sistema de distribución convencional que usa boquillas de rociado y/o tubos rociadores de árboles como la parte de distribución 20. En otras palabras, puede usarse cualquier sistema de distribución convencional que sea compatible con un evaporador de tipo de película descendente como la parte de distribución 20 para llevar a cabo la presente invención.

El haz de tubos 30 está dispuesto debajo de la parte de distribución 20 de modo que el refrigerante líquido descargado de la parte de distribución 20 se suministra sobre el haz de tubos 30. El haz de tubos 30 incluye una pluralidad de tubos de transferencia de calor 31 que se extienden generalmente en paralelo al eje C central longitudinal de la carcasa 10 tal como muestra la fig. 6. Los tubos de transferencia de calor 31 están hechos de materiales que tienen alta conductividad térmica, tales como metal. Preferiblemente, los tubos de transferencia de calor 31 están dotados de ranuras internas y externas para promover de manera adicional el intercambio de calor entre el refrigerante y el agua que fluye dentro de los tubos de transferencia de calor 31. Dichos tubos de transferencia de calor que incluyen las ranuras interna y externa se conocen bien en la técnica. Por ejemplo, pueden usarse los tubos Thermoexel-E de Hitachi Cable Ltd. como tubos de transferencia de calor 31 de este modo de realización. Tal como muestra la fig. 5, los tubos de transferencia de calor 31 se soportan en una pluralidad de placas de soporte 32 que se extienden en vertical, que están acopladas de manera fija a la carcasa 10. En el primer modo de realización, el haz de tubos 30 se dispone para formar un sistema de dos pases, en el que los tubos de transferencia de calor 31 se dividen en un grupo de línea de suministro dispuesto en una parte inferior del haz de tubos 30, y un grupo de línea de retorno dispuesto en una parte superior del haz de tubos 30. Tal como muestra la fig. 6, los extremos de entrada de los tubos de transferencia de calor 31 en el grupo de línea de suministro están en conexión de fluido con la tubería de entrada de agua 15 mediante la cámara de agua de entrada 13a del elemento de cabezal de conexión 13 de modo que el agua que entra en el evaporador 1 se distribuye a los tubos de transferencia de calor 31 en el grupo de línea de suministro y los extremos de entrada de los tubos de transferencia de calor 31 de los tubos de línea de retorno están en comunicación de fluido con una cámara de agua 14a del elemento de cabezal de retorno 14. Por tanto, el agua que fluye dentro los tubos de transferencia de calor 31 en el grupo de línea de suministro se descarga en la cámara de agua 14a, y se redistribuye a los tubos de transferencia de calor 31 en el grupo de línea de retorno. Los extremos de salida de los tubos de transferencia de calor 31 en el grupo de línea de retorno están en comunicación de fluido con la tubería de salida de agua 16 mediante la cámara de agua de salida 13b del elemento de cabezal de conexión 13. Por tanto, el agua que fluye dentro los tubos de transferencia de calor 31 en el grupo de línea de retorno sale del evaporador 1 a través de la tubería de salida de agua 16. En un evaporador de dos pases típico, la temperatura del agua que entra en la tubería de entrada de agua 15 puede ser de aproximadamente 54 grados F (aproximadamente 12°C), y el agua se enfría hasta aproximadamente 44 grados F (aproximadamente 7°C) cuando sale de la tubería de salida de agua 16. A pesar de que, en este modo de realización, el evaporador 1 se dispone para formar un sistema de dos pases en el que el agua entra y sale por el mismo lado del evaporador 1, resultará evidente para los expertos en la técnica a partir de esta divulgación que puede usarse otro sistema convencional tal como un sistema de un pase o de tres pases. Además, en el sistema de dos pases, el grupo de línea de retorno puede disponerse debajo o junto al grupo de línea de suministro en lugar de en la disposición ilustrada en el presente documento.

La disposición detallada para un mecanismo de transferencia de calor del evaporador 1 según el primer modo de realización se explicará en referencia a la fig. 7. La fig. 7 es una vista en sección transversal simplificada del evaporador 1 según una línea de sección 7-7' en la fig. 3.

5 Tal como se describió anteriormente, el refrigerante en un estado de dos fases se suministra a través del conducto de suministro 6 a la parte de tubería de entrada 21 de la parte de distribución 20 mediante la tubería de entrada 11. En la fig. 7, se ilustra esquemáticamente el flujo de refrigerante en el circuito de refrigeración, y la tubería de entrada 11 se omite por motivos de brevedad. El componente de vapor del refrigerante suministrado a la parte de distribución 20 se separa del componente líquido en la primera sección de bandeja 22 de la parte de distribución 20 y sale del evaporador 1 a través de la tubería de salida 12. Por otro lado, el componente líquido del refrigerante en dos fases se acumula en la primera parte de bandeja 22 y después en las segundas partes de bandeja 23, y se descarga de las aberturas de descarga 23a de la segunda parte de bandeja 23 hacia abajo hacia el haz de tubos 30.

15 Tal como muestra la fig. 7, el haz de tubos 30 del primer modo de realización incluye una región F de película descendente y una región A de acumulación. Los tubos de transferencia de calor 31 en la región F de película descendente están configurados y dispuestos para realizar evaporación de película descendente del refrigerante líquido. Más específicamente, los tubos de transferencia de calor 31 en la región F de película descendente están dispuestos de manera que el refrigerante líquido descargado de la parte de distribución 20 forma una capa (o una película) a lo largo de una pared exterior de cada uno de los tubos de transferencia de calor 31, donde el refrigerante líquido se evapora como vapor de refrigerante a medida que absorbe calor del agua que fluye dentro los tubos de transferencia de calor 31. Tal como muestra la fig. 7, los tubos de transferencia de calor 31 en la región F de película descendente están dispuestos en una pluralidad de columnas verticales que se extienden paralelas entre sí cuando se observan en una dirección paralela al eje C central longitudinal de la carcasa 10 (tal como muestra la fig. 7). Por tanto, el refrigerante desciende hacia abajo desde un tubo de transferencia de calor a otro debido a la fuerza de la gravedad en cada una de las columnas de los tubos de transferencia de calor 31. Las columnas de los tubos de transferencia de calor 31 se disponen con respecto a las segundas aberturas de descarga 23a de la segunda parte de bandeja 23 de modo que el refrigerante líquido descargado de las segundas aberturas de descarga 23a se deposita sobre el más superior de los tubos de transferencia de calor 31 en cada una de las columnas. En el primer modo de realización, las columnas de los tubos de transferencia de calor 31 en la región F de película descendente están dispuestas en un patrón escalonado tal como muestra la fig. 7. En el primer modo de realización, un paso vertical entre dos tubos adyacentes de los tubos de transferencia de calor 31 en la región F de película descendente es sustancialmente constante. Asimismo, un paso horizontal entre dos columnas adyacentes de las columnas de los tubos de transferencia de calor 31 en la región F de película descendente es sustancialmente constante.

35 El refrigerante líquido que no se evaporó en la región F de película descendente continúa descendiendo hacia abajo debido a la fuerza de la gravedad dentro de la región A de acumulación, en la que se proporciona la parte en depresión 40 tal como muestra la fig. 7. La parte en depresión 40 está configurada y dispuesta para acumular el refrigerante líquido que fluye desde arriba de modo que los tubos de transferencia de calor 31 en la región A de acumulación están al menos parcialmente sumergidos en el refrigerante líquido que se acumula en la parte en depresión 40. Un número de hileras de los tubos de transferencia de calor 31 en la región A de acumulación, en la que se proporciona la parte en depresión 40, es preferiblemente de aproximadamente el 10% a aproximadamente el 20% de un número total de hileras de los tubos de transferencia de calor 31 del haz de tubos 30. En otras palabras, una relación entre el número de hileras de los tubos de transferencia de calor 31 en la región A de acumulación y el número de los tubos de transferencia de calor 31 en una de las columnas en la región F de película descendente es preferiblemente de aproximadamente 1:9 a aproximadamente 2:8. Alternativamente, cuando los tubos de transferencia de calor 31 se disponen en un patrón irregular (por ejemplo, el número de tubos de transferencia de calor en cada una de las columnas es diferente), un número de tubos de transferencia de calor 31 dispuestos en la región A de acumulación (es decir, al menos parcialmente sumergidos en el refrigerante líquido acumulado en la parte en depresión 40) es preferiblemente de aproximadamente el 10% a aproximadamente el 20% de un número total de los tubos de transferencia de calor en el haz de tubos 30. En el ejemplo mostrado en la fig. 7, la parte en depresión 40 se proporciona a dos hileras de los tubos de transferencia de calor 31 en la región A de acumulación, mientras cada una de las columnas de los tubos de transferencia de calor 31 en la región F de película descendente incluye diez hileras (es decir, el número total de hileras en el haz de tubos 30 es doce). Resultará evidente para los expertos en la técnica a partir de esta divulgación que, cuando el evaporador tiene una mayor capacidad e incluye un mayor número de tubos de transferencia de calor, el número de columnas de los tubos de transferencia de calor en la región F de película descendente y/o el número de hileras de los tubos de transferencia de calor en la región A de acumulación también aumenta.

60 Tal como muestra la fig. 7, la parte en depresión 40 incluye una primera sección en depresión 41 y un par de segundas secciones en depresión 42. Tal como se observa en la fig. 6, la primera sección en depresión 41 y las segundas secciones en depresión 42 se extienden generalmente en paralelo al eje C central longitudinal de la carcasa 10 a lo largo de una longitud longitudinal que es sustancialmente la misma que la longitud longitudinal de los tubos de transferencia de calor 31. La primera sección en depresión 41 y las segundas secciones en depresión 42 de la parte en depresión 40 están espaciadas de una superficie interior de la carcasa 10 cuando se observa a lo largo del eje C central longitudinal tal como se observa en la fig. 7. La primera sección en depresión 41 y las

segundas secciones en depresión 42 pueden realizarse de una variedad de materiales tales como metal, aleación, resina, etc. En el primer modo de realización, la primera sección en depresión 41 y las segundas secciones en depresión 42 se realizan de material de metal, tal como una placa de acero (lámina de acero). La primera sección en depresión 41 y las segundas secciones en depresión 42 se soportan en las placas de soporte 32. Las placas de soporte 32 incluyen aberturas (no mostradas) dispuestas en posiciones correspondientes a una región interna de la primera sección en depresión 41 de modo que todos los segmentos de la sección en depresión 41 están en comunicación de fluido a lo largo de la longitud longitudinal de la primera sección en depresión 41. Por tanto, el refrigerante líquido acumulado en la primera sección en depresión 41 está en comunicación de fluido a través de las aberturas en las placas de soporte 32 a lo largo de la longitud longitudinal de la sección en depresión 41. Asimismo, se proporcionan aberturas (no mostradas) en las placas de soporte 32 en posiciones correspondientes a una región interna de cada una de las segundas secciones en depresión 42 de modo que todos los segmentos de la segunda sección en depresión 42 están en comunicación de fluido a lo largo de la longitud longitudinal de la segunda sección en depresión 42. Por tanto, el refrigerante líquido acumulado en la sección en depresión 42 está en comunicación de fluido a través de las aberturas en las placas de soporte 32 a lo largo de la longitud longitudinal de la segunda sección en depresión 42.

Tal como muestra la fig. 7, la primera sección en depresión 41 está dispuesta debajo de la hilera más inferior de los tubos de transferencia de calor 31 en la región A de acumulación mientras que las segundas secciones en depresión 42 están dispuestas debajo de la segunda hilera más inferior de los tubos de transferencia de calor 31. Tal como muestra la fig. 7, la segunda hilera más inferior en los tubos de transferencia de calor 31 en la región A de acumulación está dividida en dos grupos, y cada una de las segundas secciones en depresión 42 está dispuesta respectivamente debajo de cada uno de los dos grupos. Se forma un hueco entre las segundas secciones en depresión 42 para permitir que rebose el refrigerante líquido desde las segundas secciones en depresión 42 hacia la primera sección en depresión 41.

En el primer modo de realización, los tubos de transferencia de calor 31 en la región A de acumulación están dispuestos de modo que el más exterior de los tubos de transferencia de calor 31 en cada hilera de la región A de acumulación está situado hacia fuera de una columna más exterior de los tubos de transferencia de calor 31 en la región F de película descendente en cada lado del haz de tubos 30 tal como muestra la fig. 7. Dado que el flujo de refrigerante líquido tiende a ensancharse hacia fuera a medida que avanza hacia la región inferior del haz de tubos 30 debido al flujo de vapor dentro de la carcasa 10, es preferible proporcionar al menos un tubo de transferencia de calor en cada hilera de la región A de acumulación, que está situado hacia fuera de la columna más exterior de los tubos de transferencia de calor 31 en la región F de película descendente tal como muestra la fig. 7.

La fig. 8 muestra una vista en sección transversal ampliada de la región X en la fig. 7 que ilustra esquemáticamente un estado en el que el evaporador 1 está en uso en condiciones normales. El agua que fluye dentro de los tubos de transferencia de calor 31 no se ilustra en la fig. 8 por motivos de brevedad. Tal como muestra la fig. 8, el refrigerante líquido forma películas a lo largo de las superficies exteriores de los tubos de transferencia de calor 31 en la región F de película descendente y parte del refrigerante líquido se evapora como vapor de refrigerante. Sin embargo, una cantidad del refrigerante líquido que cae a lo largo los tubos de transferencia de calor 31 disminuye a medida que avanza hacia la región inferior del haz de tubos 30 mientras el refrigerante líquido se evapora como vapor de refrigerante. Además, si la distribución del refrigerante líquido desde la parte de distribución 20 no es uniforme, hay más probabilidades de formación de zonas secas en los tubos de transferencia de calor 31 situados en una región inferior del haz de tubos 30, lo cual es perjudicial para la transferencia de calor. Por tanto, en el primer modo de realización de la presente invención, la parte en depresión 40 se proporciona en la región A de acumulación, que está dispuesta en la región inferior del haz de tubos 30, para acumular el refrigerante líquido que fluye desde arriba y para redistribuir el refrigerante acumulado a lo largo de la dirección longitudinal de la carcasa C. Por tanto, todos los tubos de transferencia de calor 31 en la región A de acumulación están al menos parcialmente sumergidos en el refrigerante líquido acumulado en la parte en depresión 40 según el primer modo de realización. Por tanto, puede impedirse la formación de zonas secas en la región inferior del haz de tubos 30, y puede garantizarse una buena eficacia de transferencia de calor del evaporador 1.

Por ejemplo, tal como muestra la fig. 8, cuando los tubos de transferencia de calor 31 marcados con "1" reciben poco refrigerante, los tubos de transferencia de calor 31 marcados con "2", que están situados inmediatamente debajo de los marcados con "1", no reciben el refrigerante líquido desde arriba. Sin embargo, el refrigerante líquido se acumula en las segundas secciones en depresión 42 a medida que el refrigerante líquido fluye a lo largo de los otros tubos de transferencia de calor 31. Por tanto, los tubos de transferencia de calor 31 inmediatamente por encima de las segundas secciones en depresión 42 están al menos parcialmente sumergidos en el refrigerante líquido acumulado en las segundas secciones en depresión 42. Además, incluso cuando los tubos de transferencia de calor 31 solo están parcialmente sumergidos en el refrigerante líquido acumulado en la segunda sección en depresión 42 (es decir, una parte de cada uno de los tubos de transferencia de calor 31 está expuesta), el refrigerante líquido acumulado en las secciones en depresión 42 asciende a lo largo de superficies expuestas de las paredes exteriores de los tubos de transferencia de calor 31 tal como indican las flechas mostradas en la fig. 8 debido a la acción capilar. Por tanto, el refrigerante líquido acumulado en las segundas secciones en depresión 42 hierve y/o se evapora mientras absorbe calor del agua que pasa a través de los tubos de transferencia de calor 31. Además, las segundas secciones en depresión 42 están diseñadas para permitir que el refrigerante líquido rebose desde las

segundas secciones en depresión 42 sobre la primera sección en depresión 41. Con el fin de recibir fácilmente el refrigerante líquido que rebosa desde la segunda sección en depresión 42, los bordes externos de la primera sección en depresión 41 están dispuestos hacia fuera de los bordes externos de las segundas secciones en depresión 42 tal como muestran las figs. 7 y 8. Los tubos de transferencia de calor 31 que están dispuestos inmediatamente por encima de la primera sección en depresión 41 están al menos parcialmente sumergidos en el refrigerante líquido acumulado en la primera sección en depresión 41 tal como muestra la fig. 8. Además, incluso cuando los tubos de transferencia de calor 31 solo están parcialmente sumergidos en el refrigerante líquido acumulado en la segunda sección en depresión 41 (es decir, una parte de cada uno de los tubos de transferencia de calor 31 está expuesta), el refrigerante líquido en la sección en depresión 41 asciende a lo largo de superficies expuestas de las paredes exteriores de los tubos de transferencia de calor 31 que están al menos parcialmente sumergidos en el refrigerante acumulado debido a la acción capilar. Por tanto, el refrigerante líquido acumulado en la primera sección en depresión 41 hierve y/o se evapora mientras absorbe calor del agua que pasa dentro de los tubos de transferencia de calor 31. Por consiguiente, la transferencia de calor tiene lugar de manera eficaz entre el refrigerante líquido y el agua que fluye dentro de los tubos de transferencia de calor 31 en la región A de acumulación.

En referencia a las figs. 9 y 10, se explicará la estructura detallada de la primera sección en depresión 41 y las segundas secciones en depresión 42, y una disposición de la primera sección en depresión 41 y las segundas secciones en depresión 42 con respecto a los tubos de transferencia de calor 31 usando una de las segundas secciones en depresión 42 como ejemplo. Tal como se observa en la fig. 9, la segunda sección en depresión 42 incluye una parte de pared de fondo 42a y un par de partes de pared laterales 42b que se extienden hacia arriba desde extremos transversales de la parte de pared de fondo 42a. Aunque las partes de pared laterales 42b tienen un perfil de sección decreciente hacia arriba en el primer modo de realización, la forma de la segunda sección en depresión 42 no está limitada a esta configuración. Por ejemplo, las partes de pared laterales 42b de la segunda sección en depresión 42 pueden extenderse en paralelo entre sí (véase las figs. 11B a 11D).

La parte de pared de fondo 42a y las partes de pared laterales 42b forman un rebaje en el que se acumula el refrigerante líquido de modo que los tubos de transferencia de calor 31 están al menos parcialmente sumergidos en el refrigerante líquido acumulado en la segunda sección en depresión 42 cuando el evaporador 1 se hace funcionar en condiciones normales. Más específicamente, las partes de pared laterales 42b de la segunda parte en depresión 42 se solapan parcialmente con los tubos de transferencia de calor 31 dispuestos directamente por encima de la segunda parte en depresión 42 cuando se observa a lo largo de una dirección horizontal perpendicular al eje C central longitudinal de la carcasa 10. La fig. 10 muestra la sección en depresión 42 y los tubos de transferencia de calor 31 cuando se observa a lo largo de la dirección horizontal perpendicular al eje C central longitudinal de la carcasa 10. Se configura una distancia D1 de solapamiento entre las partes de pared laterales 42b y los tubos de transferencia de calor 31 dispuestos inmediatamente por encima de la segunda sección en depresión 42 tal como se observa a lo largo de la dirección horizontal perpendicular al eje C central longitudinal de la carcasa 10, de manera que los tubos de transferencia de calor 31 están al menos parcialmente sumergidos en el refrigerante líquido acumulado en la segunda sección en depresión 42. La distancia D1 de solapamiento también se configura de modo que el refrigerante líquido rebosa de manera fiable desde la segunda sección en depresión 42 cuando el evaporador 1 funciona en condiciones normales. Preferiblemente, la distancia D1 de solapamiento se configura para ser igual a o mayor que la mitad de una altura D2 (diámetro externo) del tubo de transferencia de calor 31 ($D1/D2 \geq 0,5$). Más preferiblemente, la distancia D1 de solapamiento se configura para ser igual a o mayor que tres cuartos de la altura (diámetro externo) del tubo de transferencia de calor 31 ($D1/D2 \geq 0,75$). En otras palabras, la segunda sección en depresión 42 está dispuesta de manera que, cuando la segunda sección en depresión 42 se llena con el refrigerante líquido hasta el límite, al menos la mitad (o, más preferiblemente, al menos tres cuartos) de la altura (diámetro externo) de cada uno de los tubos de transferencia de calor 31 están sumergidos en el refrigerante líquido. La distancia D1 de solapamiento puede ser igual a o mayor que la altura D2 del tubo de transferencia de calor 31. En tal caso, los tubos de transferencia de calor 31 están completamente sumergidos en el refrigerante líquido acumulado en la segunda sección en depresión 42. Sin embargo, debido a que la cantidad de carga de refrigerante aumenta a medida que aumenta la capacidad de la segunda sección en depresión 42, es preferible que la distancia D1 de solapamiento sea sustancialmente igual a o menor que la altura D2 del tubo de transferencia de calor 31.

Una distancia D3 entre la parte de pared de fondo 42a y los tubos de transferencia de calor 31 y una distancia D4 entre la parte de pared lateral 42b y el tubo de transferencia de calor 31 no están limitadas a una ninguna distancia particular siempre que se forme un espacio suficiente entre los tubos de transferencia de calor 31 y la segunda sección en depresión 42 para permitir que el refrigerante líquido fluya entre los tubos de transferencia de calor 31 y la segunda sección en depresión 42. Por ejemplo, cada una de la distancia D3 y la distancia D4 pueden configurarse entre aproximadamente 1 mm y aproximadamente 4 mm. Además, la distancia D3 y la distancia D4 pueden ser iguales o diferentes.

La primera sección en depresión 41 incluye una estructura similar a la segunda sección en depresión 42 tal como se describió anteriormente excepto porque la altura de la primera sección en depresión 41 puede ser la misma o diferente de la altura de la segunda sección en depresión. Dado que la primera sección en depresión 41 está dispuesta debajo de la hilera más inferior de los tubos de transferencia de calor 31, no es necesario hacer que rebosa el refrigerante líquido desde la primera sección en depresión 41. Por tanto, puede configurarse una altura

total de la primera sección en depresión 41 para ser más alta que la de la segunda sección en depresión 42. En cualquier caso, es preferible que la distancia D1 de solapamiento entre la primera sección en depresión 41 y los tubos de transferencia de calor 31 se configure para ser igual o mayor que la mitad (o, más preferiblemente, tres cuartos) de la altura D2 (diámetro externo) del tubo de transferencia de calor 31 tal como se explicó anteriormente.

5 La fig. 11A es una gráfica de un coeficiente de transferencia de calor total frente a la distancia D1 de solapamiento entre una sección en depresión y el tubo de transferencia de calor 31 según el primer modo de realización. En la gráfica mostrada en la fig. 11A, el eje vertical indica el coeficiente de transferencia de calor de solapamiento ($\text{kw/m}^2\text{K}$) y el eje horizontal indica la distancia D1 de solapamiento expresada por una proporción de la altura D2 del tubo de transferencia de calor 31. Se llevó a cabo un experimento para medir el coeficiente de transferencia de calor total mediante el uso de tres muestras mostradas en las figs. 11B a 11D. En la primera muestra mostrada en la fig. 11B, la distancia D1 de solapamiento entre una parte en depresión 40' y el tubo de transferencia de calor 31 era igual a la altura D2 del tubo de transferencia de calor 31, y por tanto, la distancia de solapamiento expresada mediante una proporción de la altura del tubo de transferencia de calor 31 era de 1,0. En la segunda muestra mostrada en la fig. 11C, la distancia D1 de solapamiento entre una parte en depresión 40" y el tubo de transferencia de calor 31 era igual a tres cuartos (0,75) de la altura D2 del tubo de transferencia de calor 31. En la tercera muestra mostrada en la fig. 11D, la distancia D1 de solapamiento entre una parte en depresión 40''' y el tubo de transferencia de calor 31 era igual a la mitad (0,5) de la altura D2 del tubo de transferencia de calor 31. En las muestras primera a tercera mostradas en las figs. 11B a 11D, una distancia D3 entre la pared de fondo de la sección en depresión y el tubo de transferencia de calor 31 y una distancia D4 entre la pared lateral de la sección en depresión y el tubo de transferencia de calor 31 eran de aproximadamente 1 mm. Se llenaron las muestras primera a tercera con el refrigerante líquido (R-134a) hasta el límite, y se midió el coeficiente de transferencia de calor total con diferentes niveles de flujo de calor (30 kw/m^2 , 20 kw/m^2 y 15 kw/m^2).

25 Tal como muestra la gráfica de la fig. 11A, el coeficiente de transferencia de calor total en la segunda muestra con la distancia de solapamiento de 0,75 (fig. 11C) fue sustancialmente el mismo que el coeficiente de transferencia de calor total de la primera muestra con la distancia de solapamiento de 1,0 (fig. 11B) con todos los niveles de flujo de calor. Además, el coeficiente de transferencia de calor total en la tercera muestra con la distancia de solapamiento de 0,5 (fig. 11D) fue de aproximadamente el 80% del coeficiente de transferencia de calor total de la primera muestra (fig. 11B) con el nivel de flujo de calor más alto (30 kw/m^2), y el coeficiente de transferencia de calor total en la tercera muestra (fig. 11D) fue de aproximadamente el 90% del coeficiente de transferencia de calor total de la primera muestra (fig. 11B) con el nivel de flujo de calor más bajo (20 kw/m^2). En otras palabras, no hubo una disminución drástica en el rendimiento incluso cuando la distancia D1 de solapamiento era la mitad (0,5) de la altura del tubo de transferencia de calor 31. Por consiguiente, la distancia D1 de solapamiento se configura preferiblemente para ser igual a o mayor que la mitad (0,5), y más preferiblemente igual a o mayor que tres cuartos (0,75), de la altura del tubo de transferencia de calor 31.

40 Con el evaporador 1 según el primer modo de realización, el refrigerante líquido se acumula en la parte en depresión 40 en la región A de acumulación de modo que los tubos de transferencia de calor 31 dispuestos en una región inferior del haz de tubos 30 están al menos parcialmente sumergidos en el refrigerante líquido acumulado en la parte en depresión. Por tanto, incluso cuando el refrigerante líquido no está distribuido de manera uniforme desde arriba, puede impedirse fácilmente la formación de zonas secas en la región inferior del haz de tubos 30. Además, con el evaporador 1 según el primer modo de realización, dado que la parte en depresión 40 está situada adyacente a los tubos de transferencia de calor 31 y separada de la superficie interior de la carcasa 10, la cantidad de carga de refrigerante puede reducirse enormemente en comparación con un evaporador híbrido convencional que incluye una sección inundada, que forma una acumulación de refrigerante en una parte de fondo de una carcasa de evaporador, a la vez que se garantiza un buen rendimiento de transferencia de calor.

50 Las disposiciones para el haz de tubos 30 y la parte en depresión 40 no están limitadas a las ilustradas en la fig. 7. Resultará evidente para los expertos en la técnica a partir de esta divulgación que pueden realizarse diversos cambios y modificaciones en el presente documento sin alejarse del alcance de la invención. Se explicarán varios ejemplos modificados en referencia a las figs. 12 a 18.

55 La fig. 12 es una vista en sección transversal simplificada de un evaporador 1A que ilustra un primer ejemplo modificado para una disposición de un haz de tubos 30A y una parte en depresión 40A según el primer modo de realización. El evaporador 1A es básicamente el mismo que el evaporador 1 ilustrado en las figs. 2 a 7 excepto porque el más exterior de los tubos de transferencia de calor 31 en la región A de acumulación en cada hilera está alineado verticalmente con la columna más exterior de los tubos de transferencia de calor 31 en la región F de película descendente en cada lado del haz de tubos 30A tal como muestra la fig. 12. También en tal caso, dado que los extremos más exteriores de segundas secciones en depresión 42A se extienden hacia fuera, el refrigerante líquido puede recibirse fácilmente por las segundas secciones en depresión 42A incluso cuando el flujo de refrigerante líquido se ensancha hacia fuera a medida que avanza hacia la región inferior del haz de tubos 30A.

65 La fig. 13 es una vista en sección transversal simplificada de un evaporador 1B que ilustra un segundo ejemplo modificado para una disposición de un haz de tubos 30B y una parte en depresión 40B según el primer modo de realización. El evaporador 1B es básicamente el mismo que el evaporador 1A mostrado en la fig. 12 excepto porque

los tubos de transferencia de calor 31 del haz de tubos 30B en la región F de película descendente no están dispuestos en un patrón escalonado, sino en una matriz tal como muestra la fig. 13.

La fig. 14 es una vista en sección transversal simplificada de un evaporador 1C que ilustra un tercer ejemplo modificado para una disposición de un haz de tubos 30C y una parte en depresión 40C según el primer modo de realización. El evaporador 1C es básicamente el mismo que el evaporador 1B mostrado en la fig. 13 excepto porque la parte en depresión 40C incluye una única segunda sección en depresión 42C que se extiende continuamente en la dirección transversal. También en tal caso, el refrigerante líquido acumulado en la segunda sección en depresión 42C rebosa desde ambos lados transversales de la segunda sección en depresión 42C hacia una primera sección en depresión 41C.

La fig. 15 es una vista en sección transversal simplificada de un evaporador 1D que ilustra un cuarto ejemplo modificado para una disposición de un haz de tubos 30D y una parte en depresión 40D según el primer modo de realización. En el ejemplo mostrado en la fig. 15, la parte en depresión 40D incluye una pluralidad de secciones en depresión 43 individuales que están dispuestas respectivamente debajo de los tubos de transferencia de calor 31 en la región A de acumulación. La fig. 16 es una vista en sección transversal esquemática ampliada de los tubos de transferencia de calor 31 y las secciones en depresión 43 dispuestas en la región Y en la fig. 15 que ilustra un estado en el que el evaporador 1D está en uso. El refrigerante líquido acumulado en las secciones en depresión 43 en la hilera más superior en la región A de acumulación rebosa hacia las secciones en depresión 43 dispuestas hacia abajo tal como muestra la fig. 16. Por tanto, todos los tubos de transferencia de calor 31 en la región A de acumulación están al menos parcialmente sumergidos en el refrigerante líquido acumulado en las secciones en depresión 43. Por consiguiente, el refrigerante líquido se evapora como vapor de refrigerante a medida que tiene lugar la transferencia de calor entre el refrigerante líquido y el agua que fluye dentro de los tubos de transferencia de calor 31.

La forma de la sección en depresión 43 no está limitada a la configuración ilustrada en las figs. 15 y 16. Por ejemplo, una sección transversal de la sección en depresión 43 puede tener forma de C, forma de V, forma de U o similares. De manera similar al ejemplo comentado anteriormente, la distancia de solapamiento entre la sección en depresión 43 y el tubo de transferencia de calor 31 situado directamente por encima de la sección en depresión 43 se configura preferiblemente para ser igual a o mayor que la mitad (0,5), y más preferiblemente igual a o mayor que tres cuartos (0,75), de la altura del tubo de transferencia de calor 31 tal como se observa a lo largo la dirección horizontal perpendicular al eje C central longitudinal.

La fig. 17 es una vista en sección transversal simplificada de un evaporador 1E que ilustra un quinto ejemplo modificado para una disposición de un haz de tubos 30E y una parte en depresión 40E según el primer modo de realización. El evaporador 1E es básicamente el mismo que el evaporador 1D ilustrado en la fig. 16 excepto porque el más exterior de los tubos de transferencia de calor 31 en la región A de acumulación en cada hilera está alineado verticalmente con la columna más exterior de los tubos de transferencia de calor 31 en la región F de película descendente en cada lado del haz de tubos 30E tal como muestra la fig. 17.

La fig. 18 es una vista en sección transversal simplificada de un evaporador 1F que ilustra un sexto ejemplo modificado para una disposición de un haz de tubos 30F y una parte en depresión 40F según el primer modo de realización. El evaporador 1A es básicamente el mismo que el evaporador 1 ilustrado en las figs. 2 a 7 excepto por un patrón de disposición de los tubos de transferencia de calor 31 en la región F de película descendente. Más específicamente, en el ejemplo mostrado en la fig. 18, los tubos de transferencia de calor 31 en la región F de película descendente están dispuestos de modo que un paso vertical entre dos adyacentes de los tubos de transferencia de calor 31 en cada columna es mayor en una región superior de la región F de película descendente que en una región inferior de la región F de película descendente. Además, los tubos de transferencia de calor 31 en la región F de película descendente están dispuestos de modo que un paso horizontal entre dos columnas adyacentes de los tubos de transferencia de calor es mayor en una región central transversal de la región F de película descendente que en una región exterior de la región F de película descendente.

Una cantidad de flujo de vapor en la carcasa 10 tiende a ser mayor en la región superior de la región F de película descendente que en la región inferior de la región F de película descendente. Asimismo, la cantidad de flujo de vapor en la carcasa 10 tiende a ser mayor en la región central transversal de la región F de película descendente que en la región exterior de la región F de película descendente. Por tanto, la velocidad de vapor en la región superior y la región exterior de la región F de película descendente se vuelve con frecuencia muy alta. Como resultado, el flujo de vapor transversal provoca la interrupción del flujo vertical del refrigerante líquido entre los tubos de transferencia de calor 31. Además, el refrigerante líquido se puede transportar mediante el flujo de vapor a alta velocidad al compresor 2, y el refrigerante líquido arrastrado puede dañar el compresor 2. Por consiguiente, en el ejemplo mostrado en la fig. 18, el paso vertical y el paso horizontal de los tubos de transferencia de calor 31 están ajustados para aumentar áreas de sección transversal de pasos de vapor formados entre los tubos de transferencia de calor 31 en la región superior y la región exterior de la región F de película descendente. Por consiguiente, puede disminuirse la velocidad del flujo de vapor en la región superior y la región exterior de la región F de película descendente. Por tanto, puede impedirse la interrupción de flujo vertical del refrigerante líquido y la aparición de refrigerante líquido arrastrado por el flujo de vapor.

Segundo modo de realización

5 Haciendo ahora referencia a la fig. 19, se explicará un evaporador 101 según un segundo modo de realización. En vista de las similitudes entre los modos de realización primero y segundo, las partes del segundo modo de realización que son idénticas a las partes del primer modo de realización tendrán los mismos números de referencia que las partes del primer modo de realización. Además, las descripciones de las partes del segundo modo de realización que son idénticas a las partes del primer modo de realización pueden omitirse por motivos de brevedad.

10 El evaporador 101 según el segundo modo de realización es básicamente el mismo que el evaporador 1 del primer modo de realización excepto porque el evaporador 101 del segundo modo de realización está dotado de un sistema de recirculación de refrigerante. Una parte en depresión 140 del segundo modo de realización es básicamente la misma que la parte en depresión 40 del primer modo de realización. En el primer modo de realización tal como se describió anteriormente, si el refrigerante líquido se distribuye desde la parte de distribución 20 sobre el haz de tubos 30 de manera relativamente uniforme (por ejemplo, $\pm 10\%$), la carga de refrigerante puede establecerse a una cantidad recomendada con la que casi todo el refrigerante líquido se evapora en la región F de película descendente o la región A de acumulación. En tal caso, hay poco refrigerante líquido que rebosa desde la primera sección en depresión 41 hacia la parte de fondo de la carcasa 10. Sin embargo, cuando la distribución del refrigerante líquido desde la parte de distribución 20 sobre el haz de tubos 30 es significativamente irregular (por ejemplo, $\pm 20\%$), hay una mayor probabilidad de formación de zonas secas en el haz de tubos 30. Por tanto, en tal caso, necesita suministrarse más que la cantidad recomendada de refrigerante al sistema con el fin de impedir la formación de las zonas secas. Por tanto, en el segundo modo de realización, se proporciona el sistema de recirculación de refrigerante en el evaporador 101 para recircular el refrigerante líquido, que ha rebosado desde la parte en depresión 140 y se ha acumulado en una parte de fondo de una carcasa 110. La carcasa 110 incluye una tubería de salida de fondo 17 en comunicación de fluido con un conducto 7 que está acoplado a un dispositivo de bombeo 7a tal como muestra la fig. 19. El dispositivo de bombeo 7a se hace funcionar de manera selectiva de modo que el refrigerante líquido acumulado en la parte de fondo de la carcasa 110 recircula de vuelta a la parte de distribución 20 del evaporador 110 a través del conducto 6 y la tubería de entrada 11 (fig. 1). La tubería de salida de fondo 17 puede estar situada en cualquier posición longitudinal de la carcasa 110.

30 Alternativamente, el dispositivo de bombeo 7a puede reemplazarse por un dispositivo impulsor que funciona según el principio de Bernoulli para extraer el refrigerante líquido acumulado en la parte de fondo de la carcasa 110 usando el refrigerante a presión del condensador 3. Un dispositivo impulsor de este tipo combina las funciones de un dispositivo de expansión y una bomba.

35 Por consiguiente, con el evaporador 110 según el segundo modo de realización, el refrigerante líquido que no se evaporó puede recircularse y volver a usarse eficazmente para la transferencia de calor, reduciendo por tanto la cantidad de carga de refrigerante.

40 En el segundo modo de realización, las disposiciones para un haz de tubos 130 y la parte en depresión 140 no están limitadas a las ilustradas en la fig. 19. Resultará evidente para los expertos en la técnica a partir de esta divulgación que pueden realizarse diversos cambios y modificaciones en el presente documento sin alejarse del alcance de la invención. Por ejemplo, también pueden usarse las disposiciones del haz de tubos y la parte en depresión mostradas en las figs. 12-15, 17 y 18 en el evaporador 110 según el segundo modo de realización.

Tercer modo de realización

50 Haciendo ahora referencia a las figs. 20 a 25, ahora se explicará un evaporador 201 según un tercer modo de realización. En vista de las similitudes entre los modos de realización primero, segundo y tercero, las partes del tercer modo de realización que son idénticas a las partes de los modos de realización primero o segundo tendrán los mismos números de referencia que las partes de los modos de realización primero o segundo. Además, las descripciones de las partes del tercer modo de realización que son idénticas a las partes de los modos de realización primero o segundo pueden omitirse por motivos de brevedad.

55 El evaporador 201 del tercer modo de realización es similar al evaporador 101 del segundo modo de realización en cuanto a que el evaporador 201 está dotado del sistema de recirculación de refrigerante, que recircula el refrigerante líquido acumulado en la parte de fondo de una carcasa 210 a través de la tubería de salida de fondo 17 y el conducto 7. Cuando el compresor 2 (fig. 1) del sistema de compresión de vapor utiliza aceite lubricante, el aceite tiende a migrar desde el compresor 2 al interior del circuito de refrigeración del sistema de compresión de vapor. En otras palabras, el refrigerante que entra en el evaporador 201 contiene el aceite de compresor (aceite refrigerante). Por tanto, cuando se proporciona el sistema de recirculación de refrigerante en el evaporador 201, el aceite se recircula dentro del evaporador 201 junto con el refrigerante líquido, lo que provoca una alta concentración del aceite en el refrigerante líquido en el evaporador 201, disminuyendo por tanto el rendimiento del evaporador 201. Por tanto, el evaporador 201 del tercer modo de realización está configurado y dispuesto para acumular el aceite usando una parte en depresión 240, y descargar el aceite acumulado fuera del evaporador 201 hacia el compresor 2.

Más específicamente, el evaporador 201 incluye la parte en depresión 240 que está dispuesta debajo de una parte de la hilera más inferior de los tubos de transferencia de calor 31 en un haz de tubos 230. La parte en depresión 240 está conectada en comunicación de fluido a un dispositivo de válvula 8a a través de un conducto de derivación 8. El dispositivo de válvula 8a se hace funcionar de manera selectiva cuando el aceite acumulado en la parte en depresión 240 alcanza un nivel recomendado para descargar el aceite desde la parte en depresión 240 hacia fuera del evaporador 201.

Tal como se mencionó anteriormente, cuando el refrigerante que entra en el evaporador 201 contiene el aceite de compresor, el aceite se recircula con el refrigerante líquido mediante el sistema de recirculación de refrigerante. En el tercer modo de realización, la parte en depresión 240 está dispuesta de manera que el refrigerante líquido acumulado en la parte en depresión 240 no rebosa desde la parte en depresión 240. El refrigerante líquido acumulado en la parte en depresión 240 hierve y/o se evapora a medida que absorbe calor del agua que fluye dentro de los tubos de transferencia de calor 31 sumergidos en el refrigerante líquido acumulado, mientras que el aceite permanece en la parte en depresión 240. Por tanto, la concentración del aceite en la parte en depresión 240 aumenta gradualmente a medida que progresa la recirculación del refrigerante líquido en el evaporador 201. Una vez que una cantidad del aceite acumulado en la parte en depresión 240 alcanza un nivel recomendado, se hace funcionar el dispositivo de válvula 8a y se descarga el aceite del evaporador 201. De manera similar al primer modo de realización, la distancia de solapamiento entre la parte en depresión 240 el tercer modo de realización y el tubo de transferencia de calor 31 situado directamente por encima de la parte en depresión 240 se configura preferiblemente para ser igual a o mayor que la mitad (0,5), y más preferiblemente igual a o mayor que tres cuartos (0,75), de la altura del tubo de transferencia de calor 31 tal como se observa a lo largo de la dirección horizontal perpendicular al eje C central longitudinal.

En el tercer modo de realización, una región de un haz de tubos 230 en la que está dispuesta la parte en depresión 240 constituye la región A de acumulación mientras que el resto del haz de tubos 230 constituye la región F de película descendente.

Por consiguiente, con el evaporador 201 del tercer modo de realización, el aceite de compresor que ha migrado desde el compresor 2 hasta el circuito de refrigeración puede acumularse en la parte en depresión 240 y descargarse del evaporador 201, mejorando por tanto la eficacia de transferencia de calor en el evaporador 201.

En el tercer modo de realización, las disposiciones para el haz de tubos 230 y la parte en depresión 240 no están limitadas a las ilustradas en la fig. 20. Resultará evidente para los expertos en la técnica a partir de esta divulgación que pueden realizarse diversos cambios y modificaciones en el presente documento sin alejarse del alcance de la invención. Se explicarán varios ejemplos modificados en referencia a las figs. 21 a 23.

La fig. 21 es una vista en sección transversal simplificada de un evaporador 201A que ilustra un primer ejemplo modificado para una disposición de un haz de tubos 230A y una parte en depresión 240A según el tercer modo de realización. Tal como muestra la fig. 21, la parte en depresión 240A puede colocarse en una región central debajo de la hilera más inferior de los tubos de transferencia de calor 31, en lugar de en la región lateral tal como muestra la fig. 20.

La fig. 22 es una vista en sección transversal simplificada de un evaporador 201B que ilustra un segundo ejemplo modificado para una disposición de un haz de tubos 230B y una parte en depresión 240B según el tercer modo de realización. Los tubos de transferencia de calor 31 del haz de tubos 230B no están dispuestos en un patrón escalonado, sino en una matriz tal como muestra la fig. 22.

La fig. 23 es una vista en sección transversal simplificada de un evaporador 201C que ilustra un tercer ejemplo modificado para una disposición de un haz de tubos 230C y una parte en depresión 240C según el tercer modo de realización. En este ejemplo, los tubos de transferencia de calor 31 del haz de tubos 230C están dispuestos en una matriz. La parte en depresión 240C está dispuesta en la región central debajo de la hilera más inferior de los tubos de transferencia de calor 31.

Además, los tubos de transferencia de calor 31 del haz de tubos 230 según el tercer modo de realización pueden estar dispuestos de manera similar a los tubos de transferencia de calor 31 del haz de tubos 30F tal como muestra la fig. 18. En otras palabras, los tubos de transferencia de calor 31 del haz de tubos 230 del tercer modo de realización pueden estar dispuestos de modo que un paso vertical entre los tubos de transferencia de calor 31 sea mayor en una región superior del haz de tubos 230 que en una región inferior del haz de tubos 230, y un paso horizontal entre los tubos de transferencia de calor 31 sea mayor en una región exterior del haz de tubos 230 que en una región central del haz de tubos 230.

Cuarto modo de realización

Haciendo ahora referencia a las figs. 24 y 25, ahora se explicará un evaporador 301 según un cuarto modo de realización. En vista de las similitudes entre los modos de realización primero a cuarto, las partes del cuarto modo de realización que son idénticas a las partes de los modos de realización primero, segundo o tercero tendrán los

mismos números de referencia que las partes de los modos de realización primero, segundo o tercero. Además, las descripciones de las partes del cuarto modo de realización que son idénticas a las partes de los modos de realización primero, segundo o tercero pueden omitirse por motivos de brevedad.

5 El evaporador 301 del cuarto modo de realización es básicamente el mismo que el evaporador 1 del primer modo de realización excepto porque se proporciona una parte de bandeja intermedia 60 en la región F de película descendente entre los tubos de transferencia de calor 31 en el grupo de línea de suministro y los tubos de transferencia de calor 31 en el grupo de línea de retorno. La parte de bandeja intermedia 60 incluye una pluralidad de aberturas de descarga 60a a través de las cuales el refrigerante líquido se descarga hacia abajo.

10 Tal como se comentó anteriormente, el evaporador 301 incorpora un sistema de dos pases en el que el agua, en primer lugar, fluye dentro de los tubos de transferencia de calor 31 en el grupo de línea de suministro, que se dispone en una región inferior del haz de tubos 30, y después se dirige para fluir dentro de los tubos de transferencia de calor 31 en el grupo de línea de retorno, que se dispone en una región superior del haz de tubos 30. Por tanto, el agua que fluye dentro los tubos de transferencia de calor 31 en el grupo de línea de suministro cerca de la cámara de agua de entrada 13a tiene la temperatura más alta, y por tanto, se requiere una cantidad mayor de transferencia de calor. Por ejemplo, tal como muestra la fig. 25, la temperatura del agua que fluye dentro los tubos de transferencia de calor 31 cerca de la cámara de agua de entrada 13a es la más alta. Por tanto, se requiere una cantidad mayor de transferencia de calor en los tubos de transferencia de calor 31 cerca de la cámara de agua de entrada 13a. Una vez que se seca esta región de los tubos de transferencia de calor 31 debido a una distribución desigual del refrigerante desde la parte de distribución 20, se fuerza al evaporador 301 a realizar intercambio de calor usando áreas de superficie limitadas de los tubos de transferencia de calor 31 que no se han secado, y el evaporador 301 se mantiene en equilibrio con la presión en ese momento. En tal caso, con el fin de volver a humedecer las partes secas de los tubos de transferencia de calor 31, se requerirá más carga de refrigerante que la cantidad normalizada (por ejemplo, el doble).

Por tanto, en el cuarto modo de realización, la parte de bandeja intermedia 60 se dispone en una ubicación por encima de los tubos de transferencia de calor 31 lo que requiere una cantidad mayor de transferencia de calor. El refrigerante líquido que desciende desde arriba se recibe en la parte de bandeja intermedia 60, y se redistribuye uniformemente hacia los tubos de transferencia de calor 31, lo que requiere una cantidad mayor de transferencia de calor. Por consiguiente, se impide fácilmente que estas partes de los tubos de transferencia de calor 31 se sequen, lo que garantiza un buen rendimiento de transferencia de calor.

Aunque en el cuarto modo de realización solo se proporciona parcialmente la parte de bandeja intermedia 60 con respecto a la dirección longitudinal del haz de tubos 330 tal como muestra la fig. 25, pueden proporcionarse la parte de bandeja intermedia 60 o una pluralidad de partes de bandeja intermedias 60 para extenderse sustancialmente por toda la longitud longitudinal del haz de tubos 330.

De manera similar al primer modo de realización, las disposiciones para el haz de tubos 330 y la parte en depresión 40 en el cuarto modo de realización no están limitadas a las ilustradas en la fig. 24. Resultará evidente para los expertos en la técnica a partir de esta divulgación que pueden realizarse diversos cambios y modificaciones en el presente documento sin alejarse del alcance de la invención. Por ejemplo, la parte de bandeja intermedia 60 puede combinarse con cualquiera de las disposiciones mostradas en las figs. 12-15 y 17-23.

45 Interpretación general de los términos

Para comprender el alcance de la presente invención, el término “que comprende” y sus derivados, tal como se usan en el presente documento, se pretende que sean términos abiertos que especifican la presencia de las características, elementos, componentes, grupos, número enteros, y/o etapas expuestos, pero no excluyen la presencia de otras características, elementos, componentes, grupos, número enteros y/o etapas no expuestos. Lo anterior se aplica asimismo a palabras que tienen significados similares tales como los términos “que incluye”, “que tiene” y sus derivados. Asimismo, los términos “parte”, “sección”, o “elemento” cuando se usan en singular pueden tener el doble significado de una única parte o de una pluralidad de partes. Tal como se usa en el presente documento para describir los modos de realización anteriores, los siguientes términos de dirección “superior”, “inferior”, “encima”, “hacia abajo”, “vertical”, “horizontal”, “debajo” y “transversal” así como cualquier otro término de dirección similar se refieren a las direcciones de un evaporador cuando un eje central longitudinal del mismo está orientado de manera sustancialmente horizontal tal como muestran las figs. 6 y 7. Por consiguiente, estos términos, tal como se usan para describir la presente invención deben interpretarse con referencia a un evaporador tal como se usa en la posición normal de funcionamiento. Finalmente, términos de grado tales como “sustancialmente”, “aproximadamente” y “alrededor de” tal como se usan en el presente documento significan una cantidad razonable de desviación del término modificado de modo que el resultado final no cambie significativamente.

Aunque solo se han elegido modos de realización seleccionados para ilustrar la presente invención, resultará evidente para los expertos en la técnica a partir de esta divulgación que pueden realizarse diversos cambios y modificaciones en el presente documento sin alejarse del alcance de la invención tal como se define en las reivindicaciones adjuntas. Por ejemplo, puede cambiarse el tamaño, forma, ubicación u orientación de los diversos

componentes según se necesite y/o se desee. Los componentes que se han mostrado directamente conectados o en contacto entre sí pueden tener estructuras intermedias dispuestas entre ellos. Las funciones de un elemento se pueden llevar a cabo por dos, y viceversa.

REIVINDICACIONES

1. Intercambiador de calor (1) adaptado para usarse en un sistema de compresión de vapor, que comprende:
 - 5 una carcasa (10) con un eje central longitudinal que se extiende generalmente en paralelo a un plano horizontal;
 - una parte de distribución (21, 22) situada dentro de la carcasa (10), y configurada y dispuesta para distribuir un refrigerante;
 - 10 un haz de tubos (30) que incluye una pluralidad de tubos de transferencia de calor (31) situados dentro de la carcasa debajo de la parte de distribución de modo que el refrigerante que se descarga desde el distribuidor se suministra sobre el haz de tubos (30), extendiéndose los tubos de transferencia de calor generalmente en paralelo al eje central longitudinal de la carcasa; y
 - 15 una parte en depresión (40) que se extiende generalmente en paralelo al eje central longitudinal de la carcasa (10) bajo al menos uno de los tubos de transferencia de calor para acumular el refrigerante en el mismo; caracterizado porque la parte en depresión (40) se solapa (D1) al menos parcialmente con el al menos uno de los tubos de transferencia de calor (31) cuando se observa a lo largo de una dirección horizontal perpendicular al eje central longitudinal de la carcasa.
2. El intercambiador de calor según la reivindicación 1, en el que el haz de tubos (30) incluye una región (F) de película descendente y una región (A) de acumulación dispuesta debajo de la región de película descendente, y el al menos uno de los tubos de transferencia de calor está situado en la región de acumulación.
- 25 3. El intercambiador de calor según la reivindicación 2, en el que los tubos de transferencia de calor en la región (F) de película descendente están dispuestos en una pluralidad de columnas que se extienden en paralelo entre sí cuando se observa a lo largo del eje central longitudinal de la carcasa.
- 30 4. El intercambiador de calor según la reivindicación 2 o 3, en el que los tubos de transferencia de calor en la región (A) de acumulación están dispuestos en una pluralidad de hileras que se extienden en paralelo entre sí cuando se observa a lo largo del eje central longitudinal de la carcasa, y
- 35 la parte en depresión (40) incluye una pluralidad de secciones en depresión (41, 42) situadas respectivamente debajo de las hileras de los tubos de transferencia de calor en la región de acumulación.
5. El intercambiador de calor según una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 4, en el que la parte en depresión (40) se extiende continuamente bajo dos o más de los tubos de transferencia de calor situados en la región de acumulación.
- 40 6. El intercambiador de calor según la reivindicación 4 o 5, en el que al menos una de las secciones en depresión (41) se extiende continuamente bajo todos los tubos de transferencia de calor en al menos una de las hileras en la región de acumulación.
- 45 7. El intercambiador de calor según una cualquiera de las reivindicaciones 4 a 6, en el que un número de las hileras de los tubos de transferencia de calor (31) en la región de acumulación es más pequeño que un número de los tubos de transferencia de calor en cada una de las columnas en la región de película descendente.
- 50 8. El intercambiador de calor según la reivindicación 7, en el que una relación entre el número de hileras de los tubos de transferencia de calor en la región (A) de acumulación y el número de los tubos de transferencia de calor en cada una de las columnas en la región (F) de película descendente es de aproximadamente 1:9 a aproximadamente 2:8.
- 55 9. El intercambiador de calor según una cualquiera de las reivindicaciones 3 a 8, en el que uno más exterior de los tubos de transferencia de calor en la región (A) de acumulación está posicionado hacia fuera de una más exterior de las columnas de los tubos de transferencia de calor en la región (F) de película descendente con respecto a una dirección transversal cuando se observa a lo largo del eje central longitudinal de la carcasa.
- 60 10. El intercambiador de calor según una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 9, en el que los tubos de transferencia de calor (31) están dispuestos en una pluralidad de columnas que se extienden en paralelo entre sí cuando se observa a lo largo del eje central longitudinal de la carcasa estando al menos uno de los tubos de transferencia de calor en cada una de las columnas situado en la región de acumulación.
- 65

11. El intercambiador de calor según la reivindicación 10, en el que la parte en depresión (40) incluye una pluralidad de secciones en depresión respectivamente situadas debajo del al menos uno de los tubos de transferencia de calor en cada una de las columnas.
- 5 12. El intercambiador de calor según la reivindicación 11, en el que un número de los tubos de transferencia de calor situados en la región (A) de acumulación en cada una de las columnas es más pequeño que un número de los tubos de transferencia de calor situados en la región (F) de película descendente en cada una de las columnas.
- 10 13. El intercambiador de calor según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, que comprende además un conducto de suministro conectado en comunicación de fluido a la parte de distribución (21, 22) para suministrar el refrigerante a la parte de distribución, y
- 15 un conducto de recirculación conectado en comunicación de fluido a una abertura formada en una superficie de fondo de la carcasa para recircular el refrigerante acumulado en una parte de fondo de la carcasa dentro del conducto de suministro.
- 20 14. El intercambiador de calor según la reivindicación 13, que comprende además un conducto de derivación conectado en comunicación de fluido a la parte en depresión (40) para descargar un fluido acumulado en la parte en depresión hacia fuera de la carcasa.

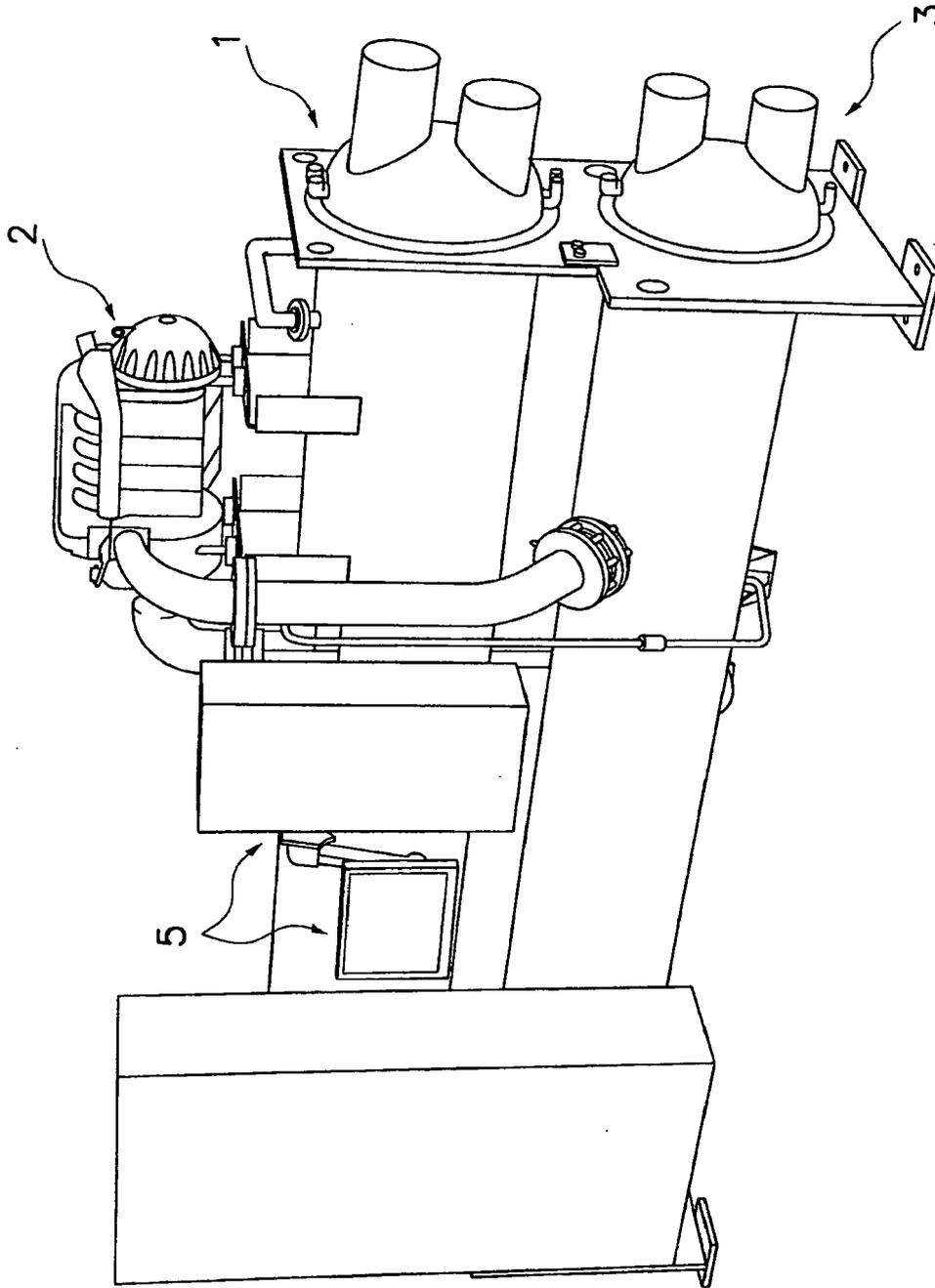


FIG. 1

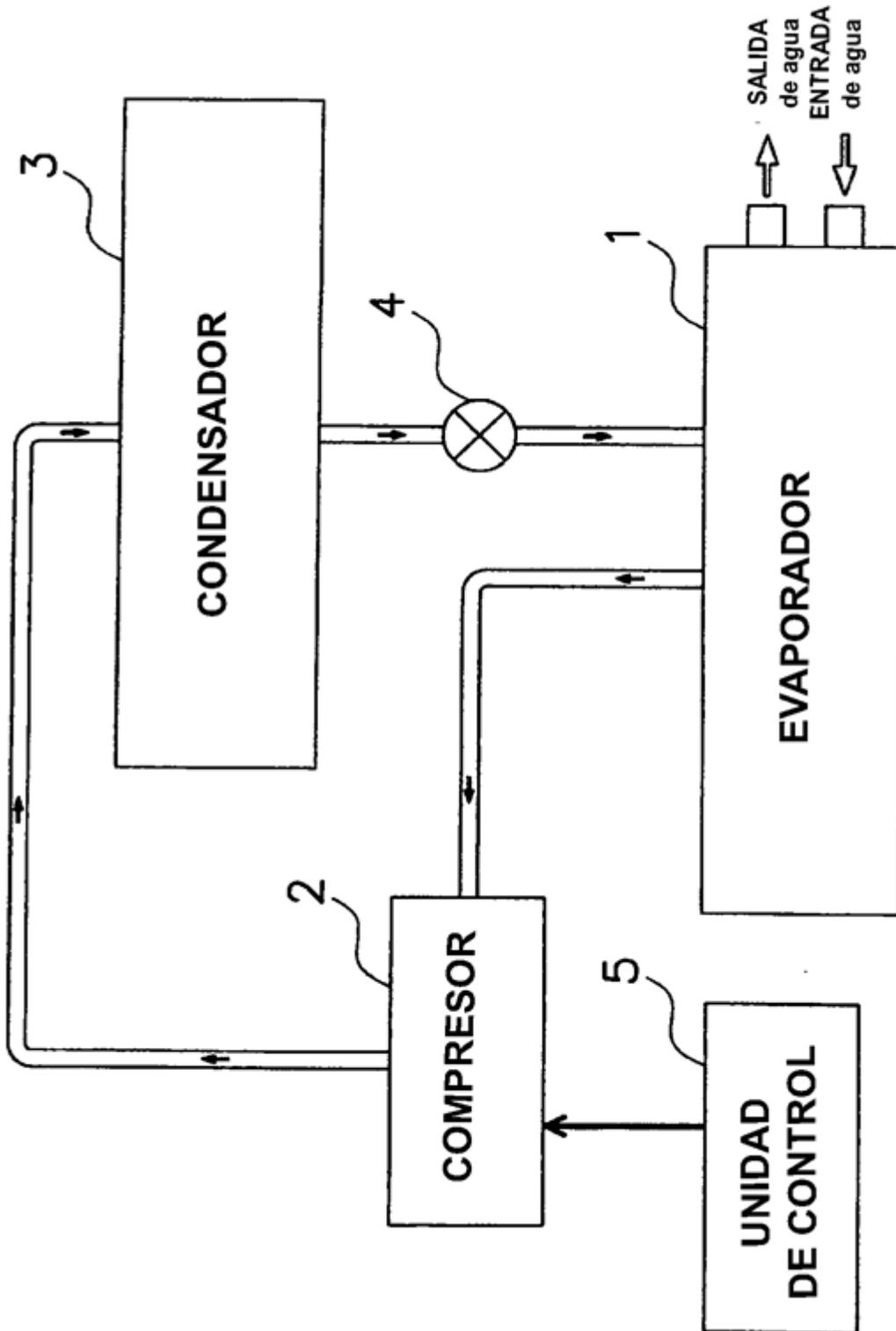


FIG. 2

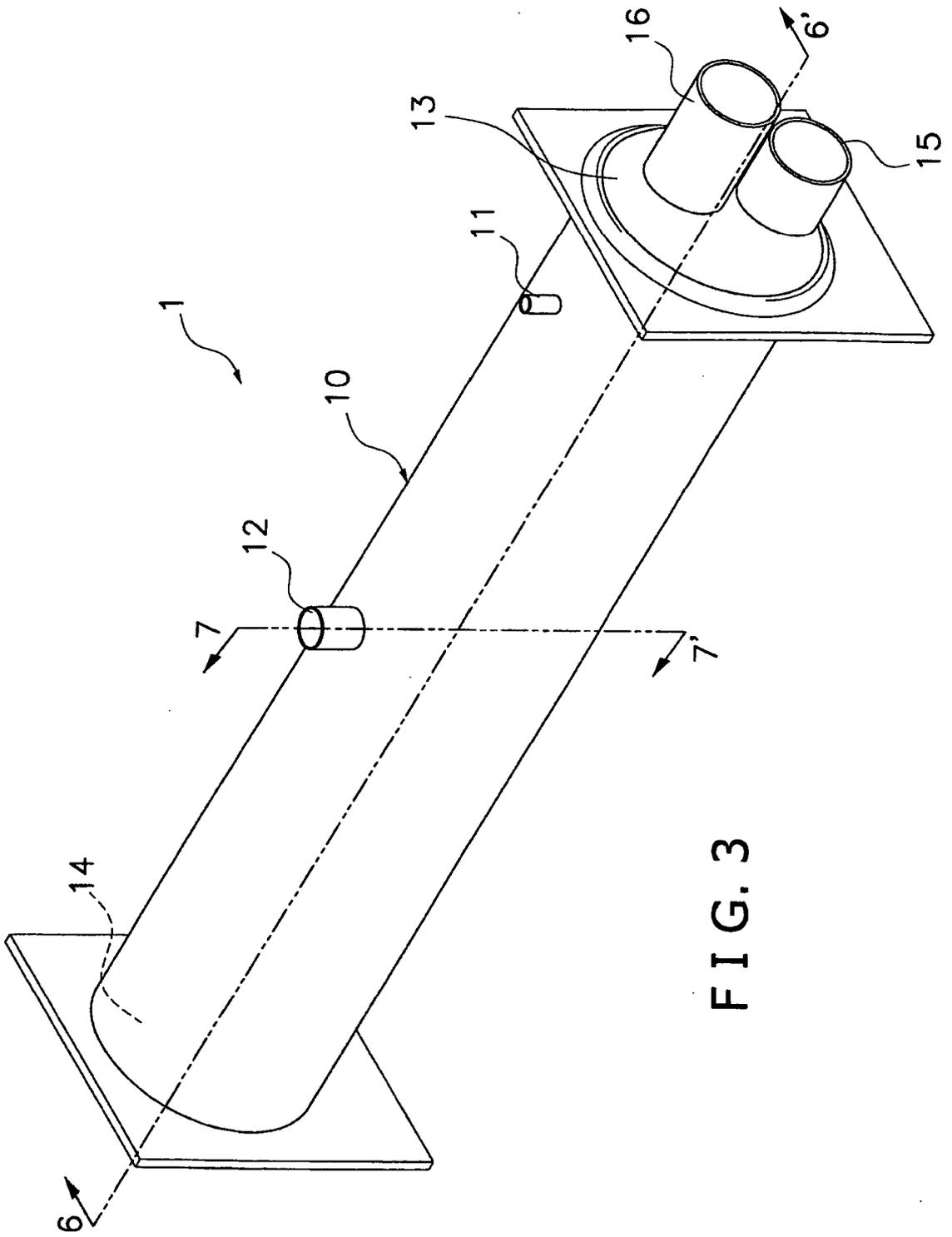


FIG. 3

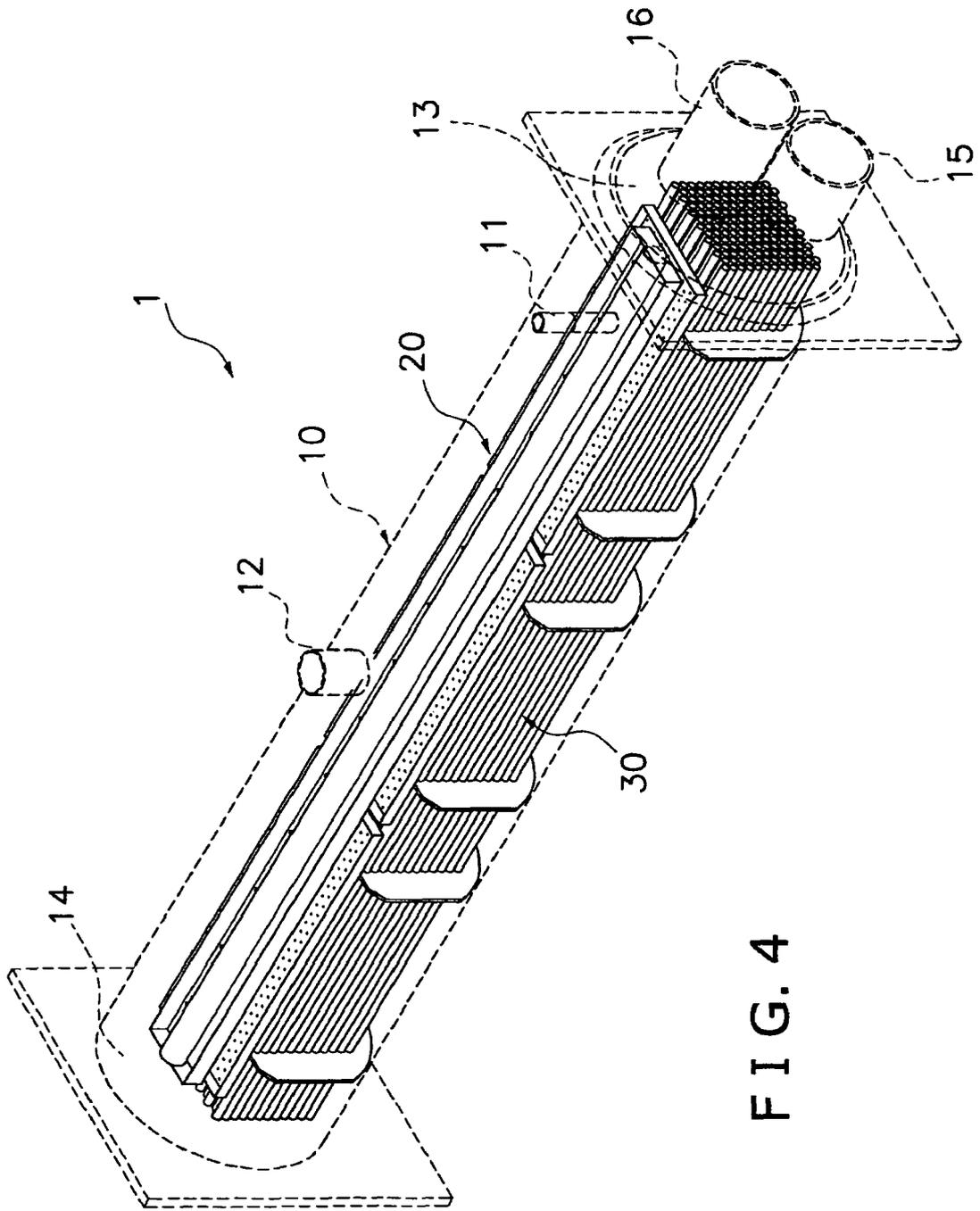


FIG. 4

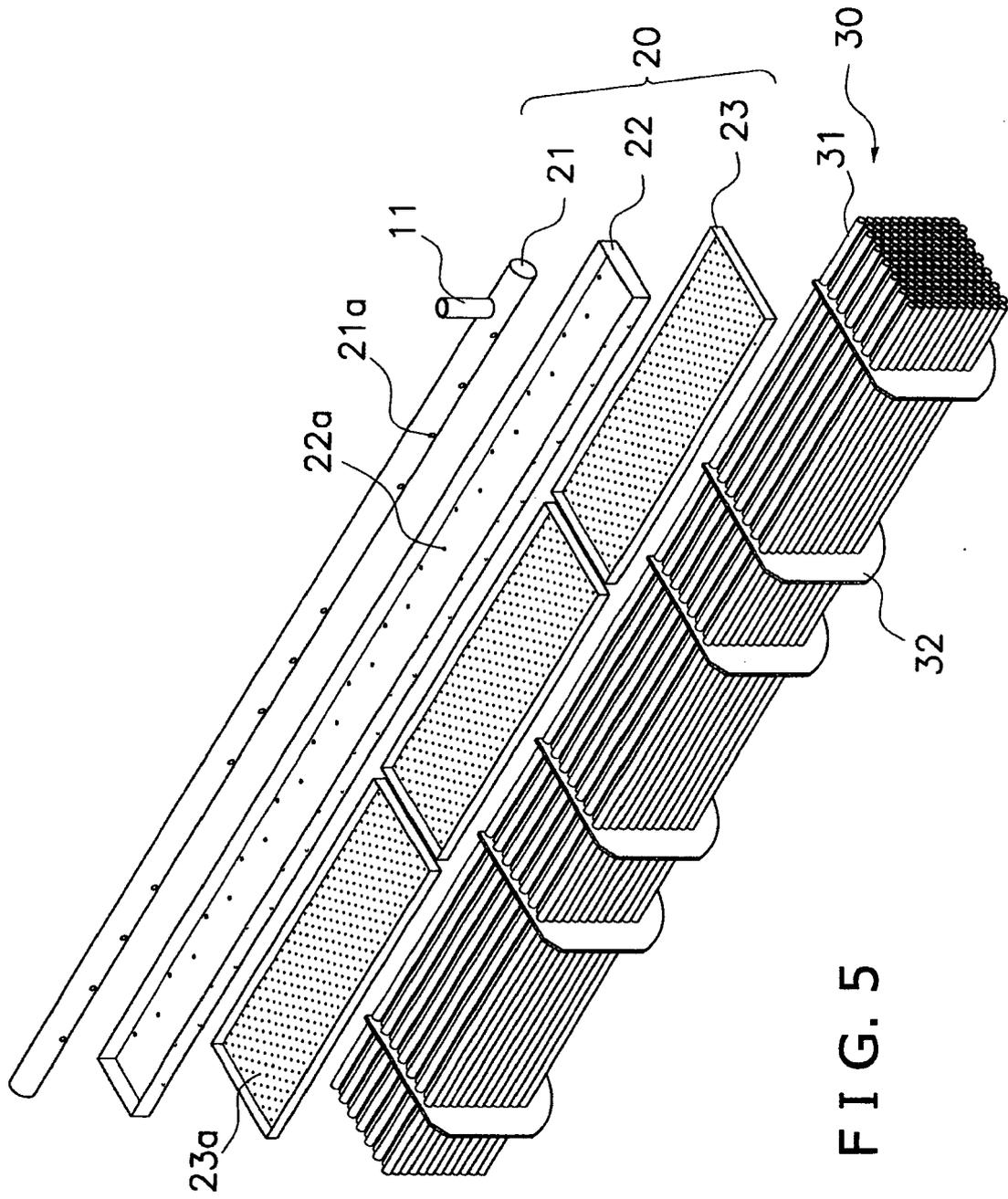


FIG. 5

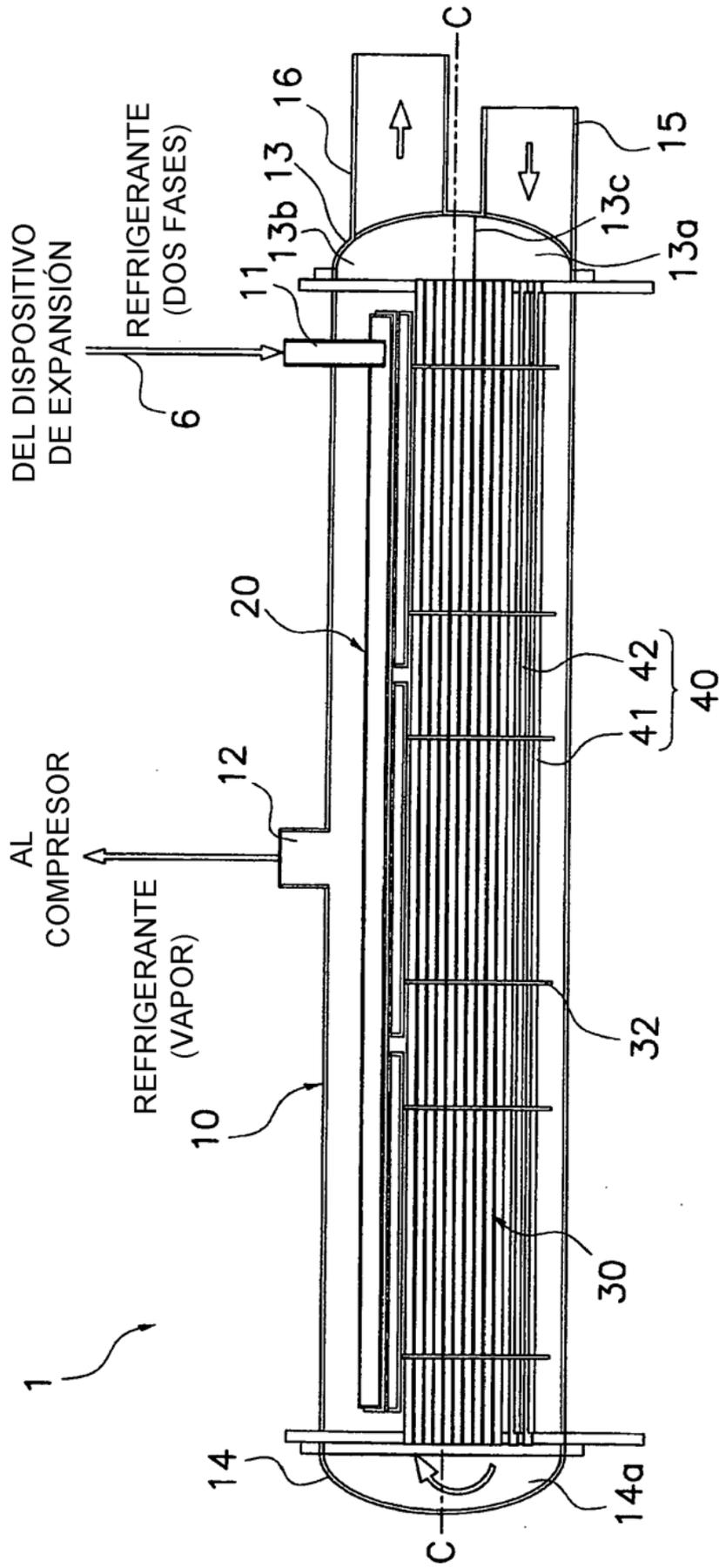
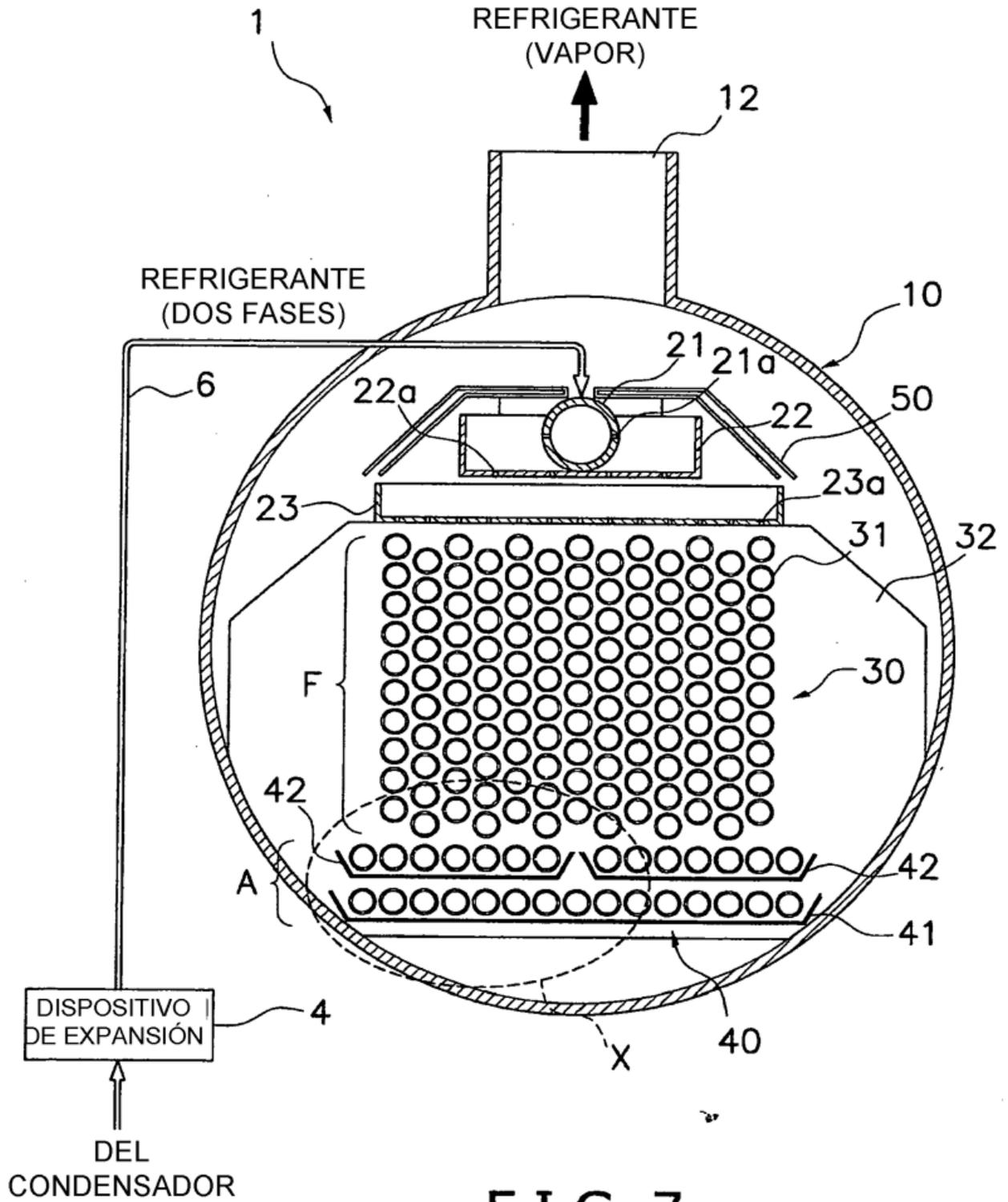


FIG. 6



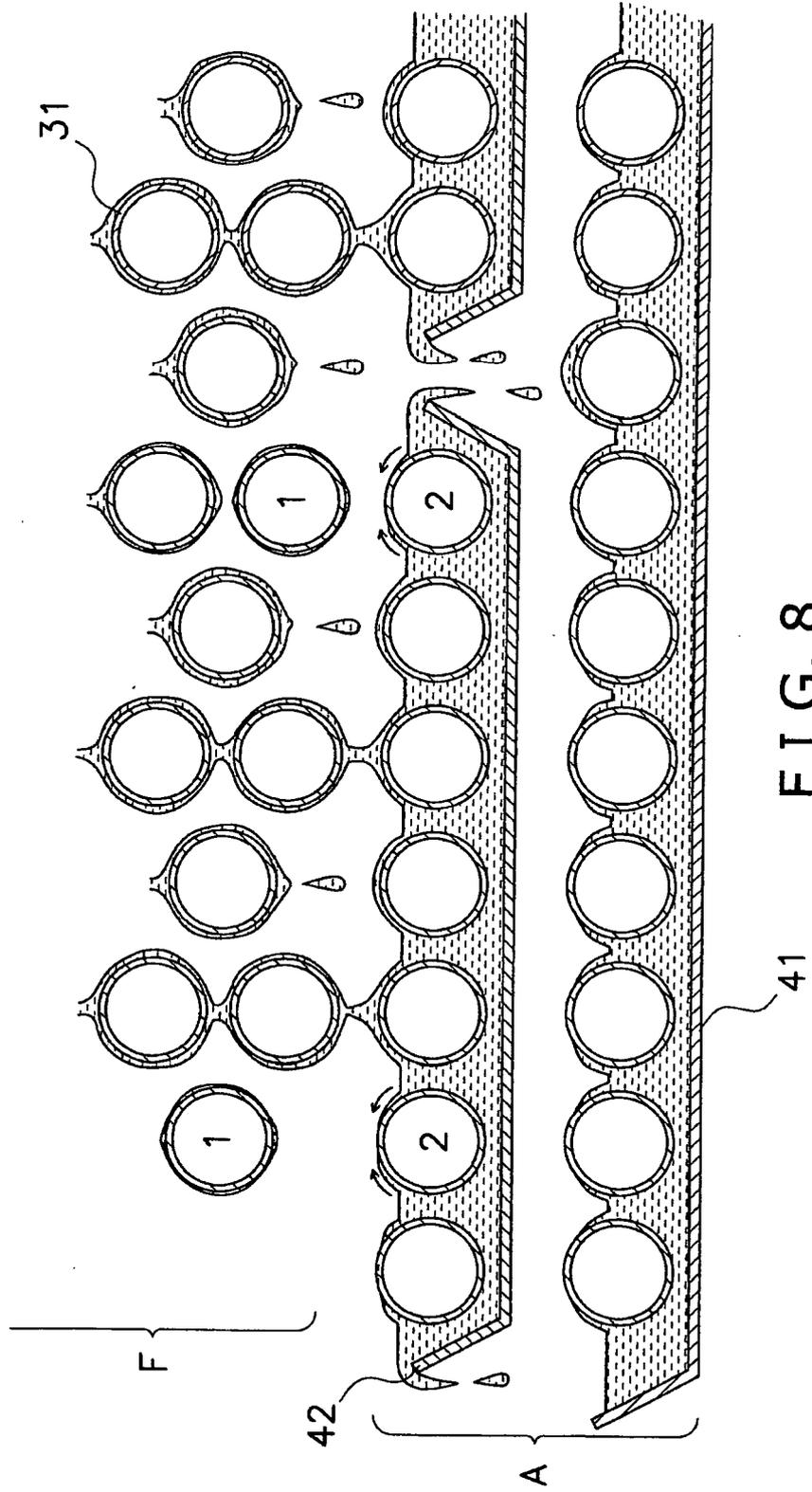


FIG. 8

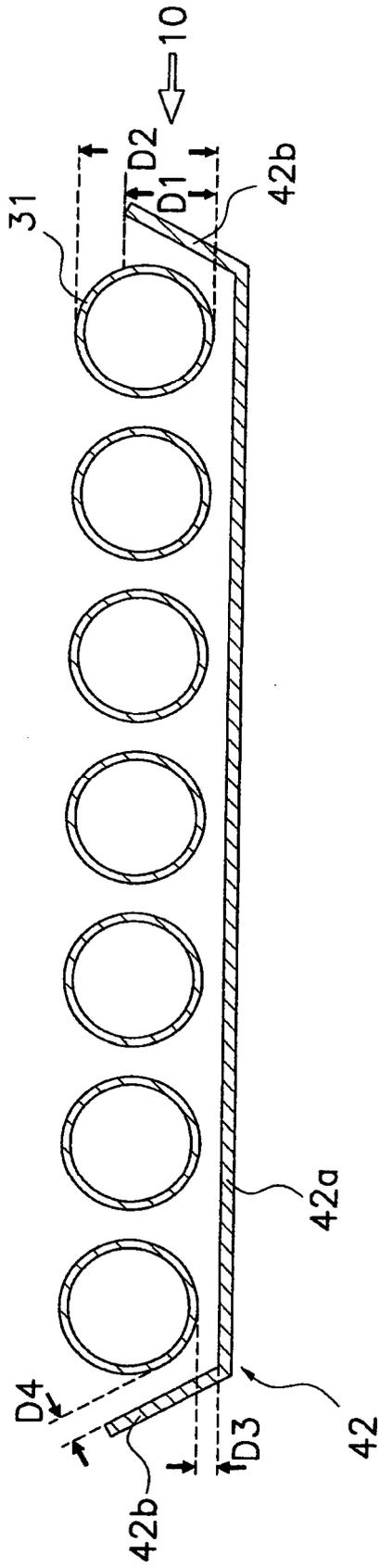


FIG. 9

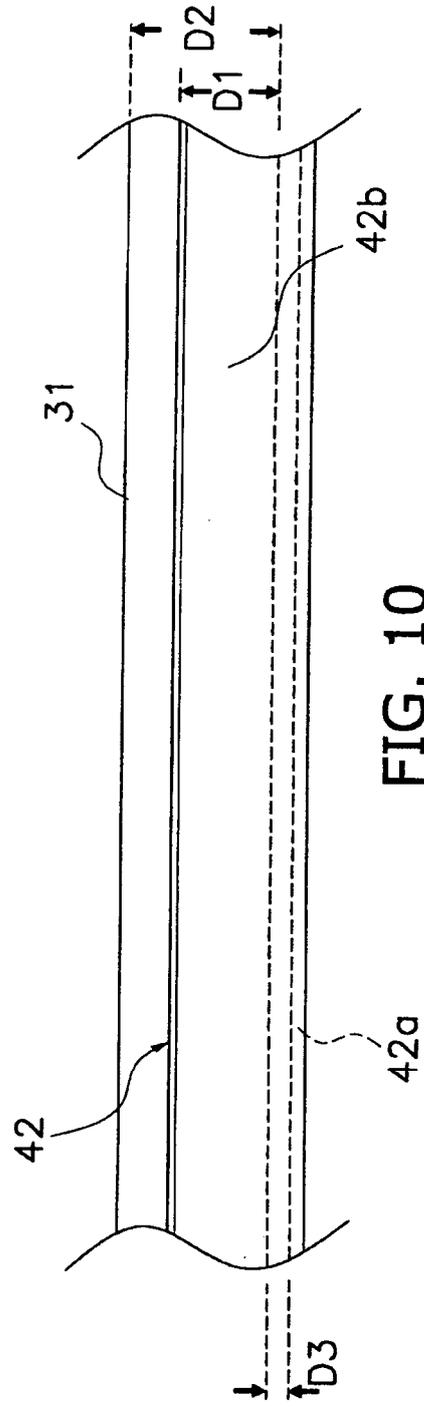


FIG. 10

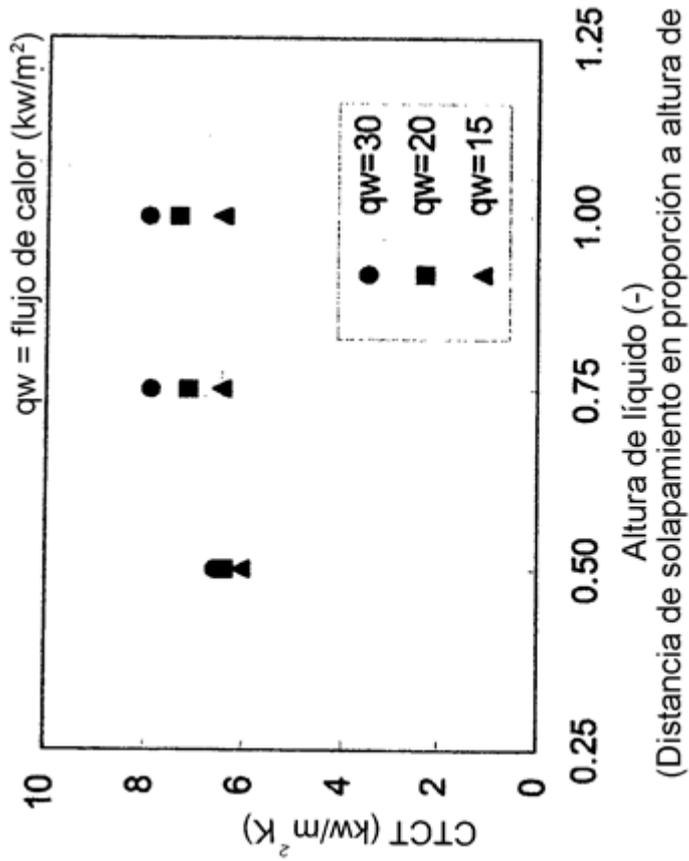
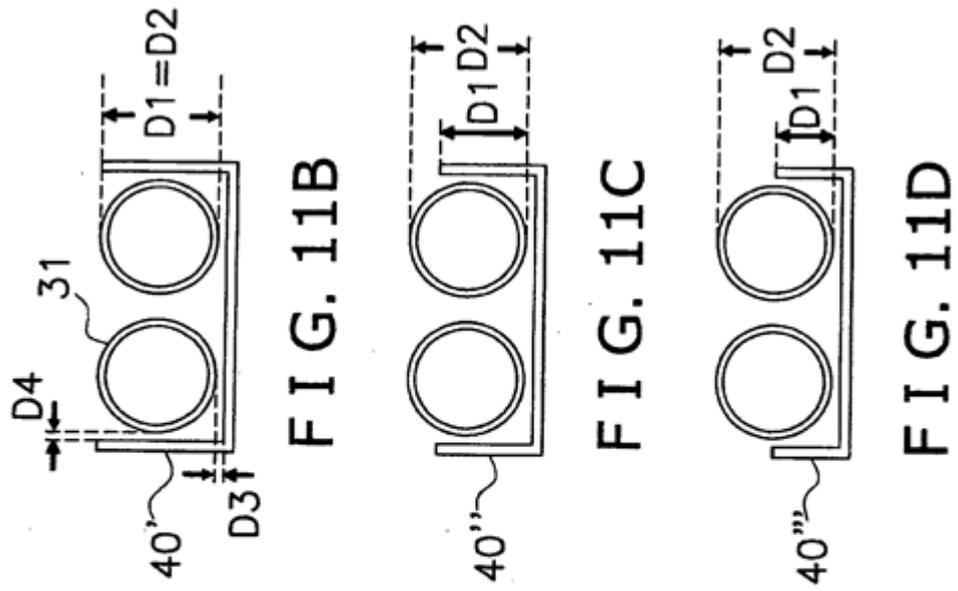


FIG. 11A

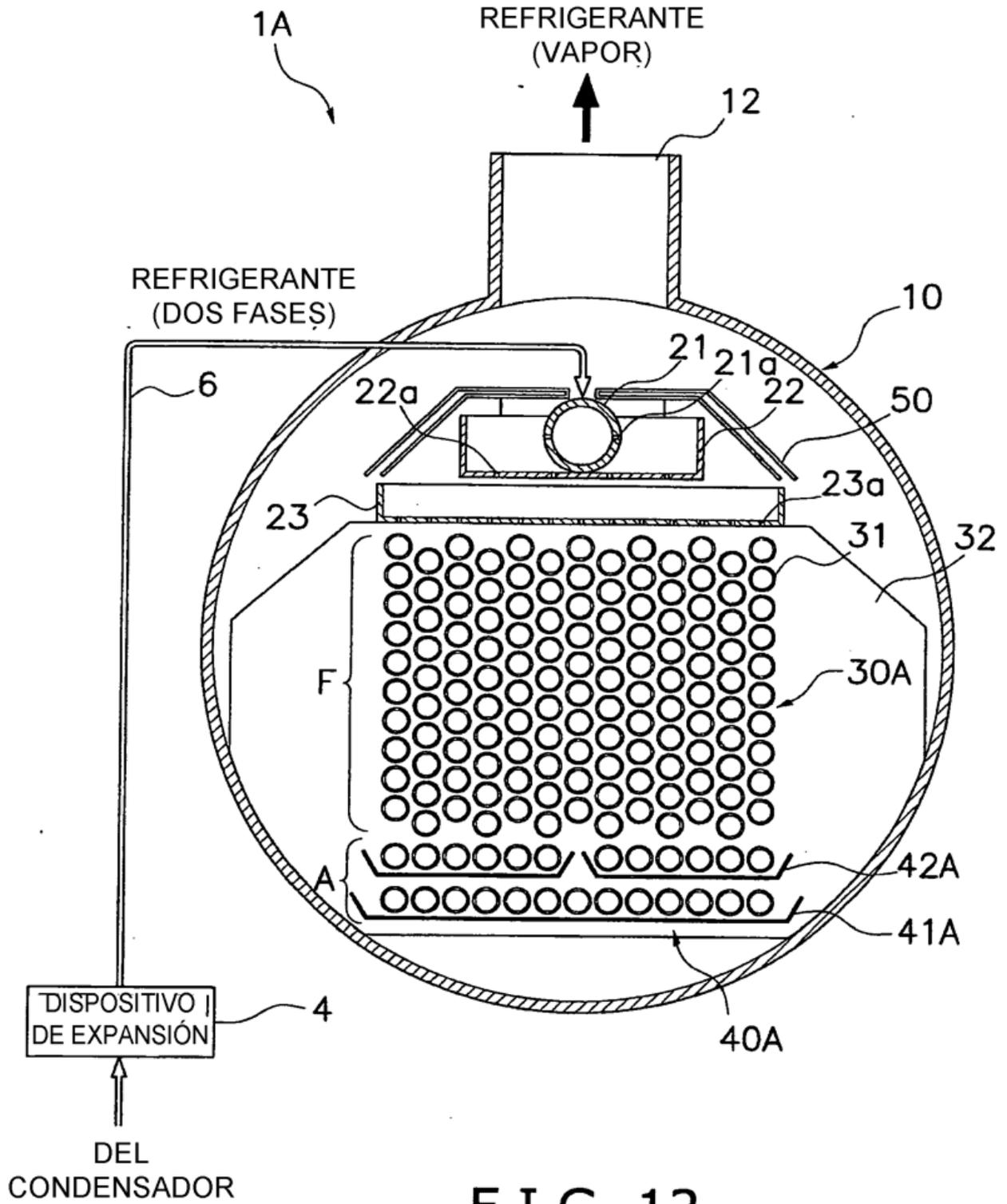
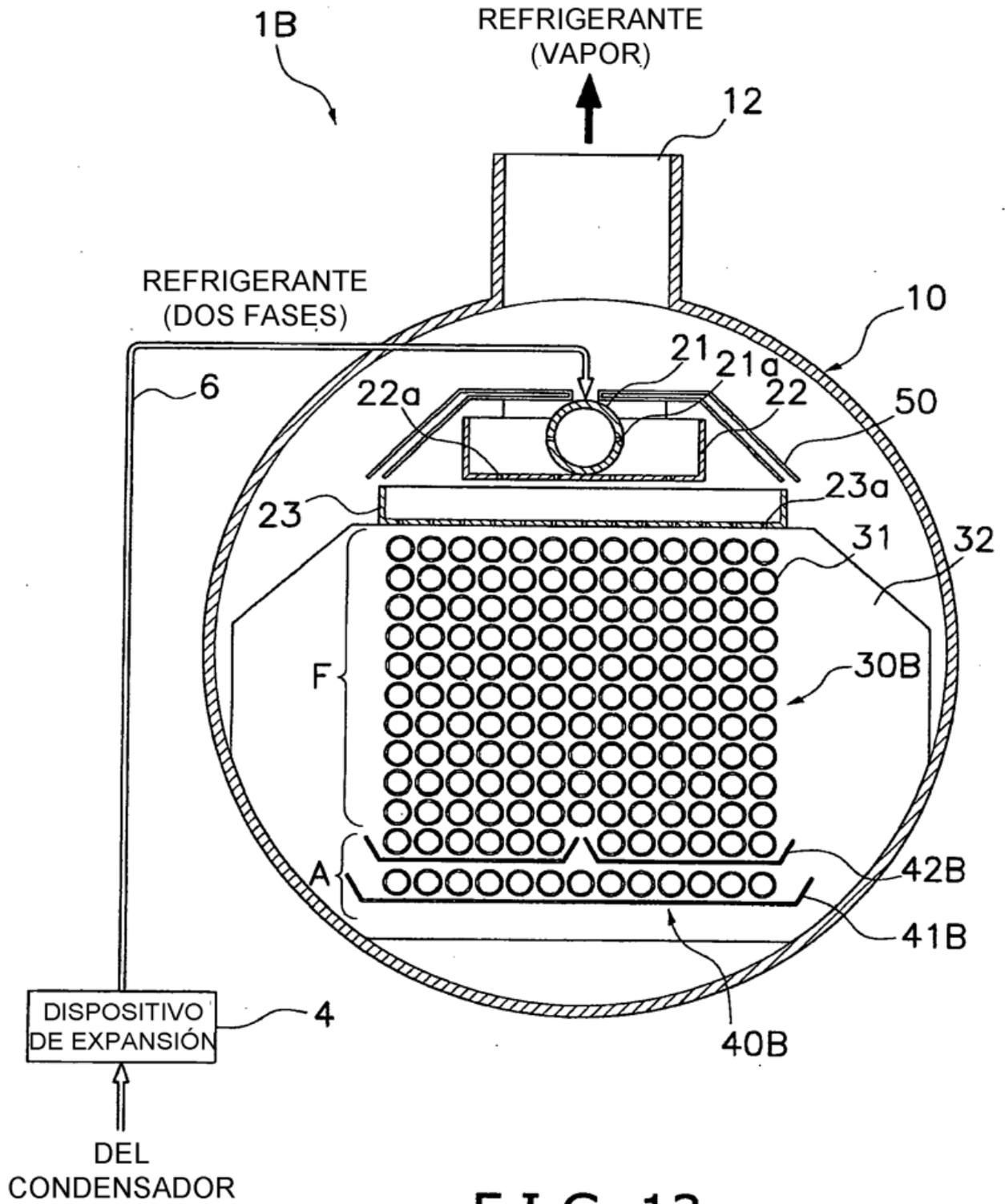


FIG. 12



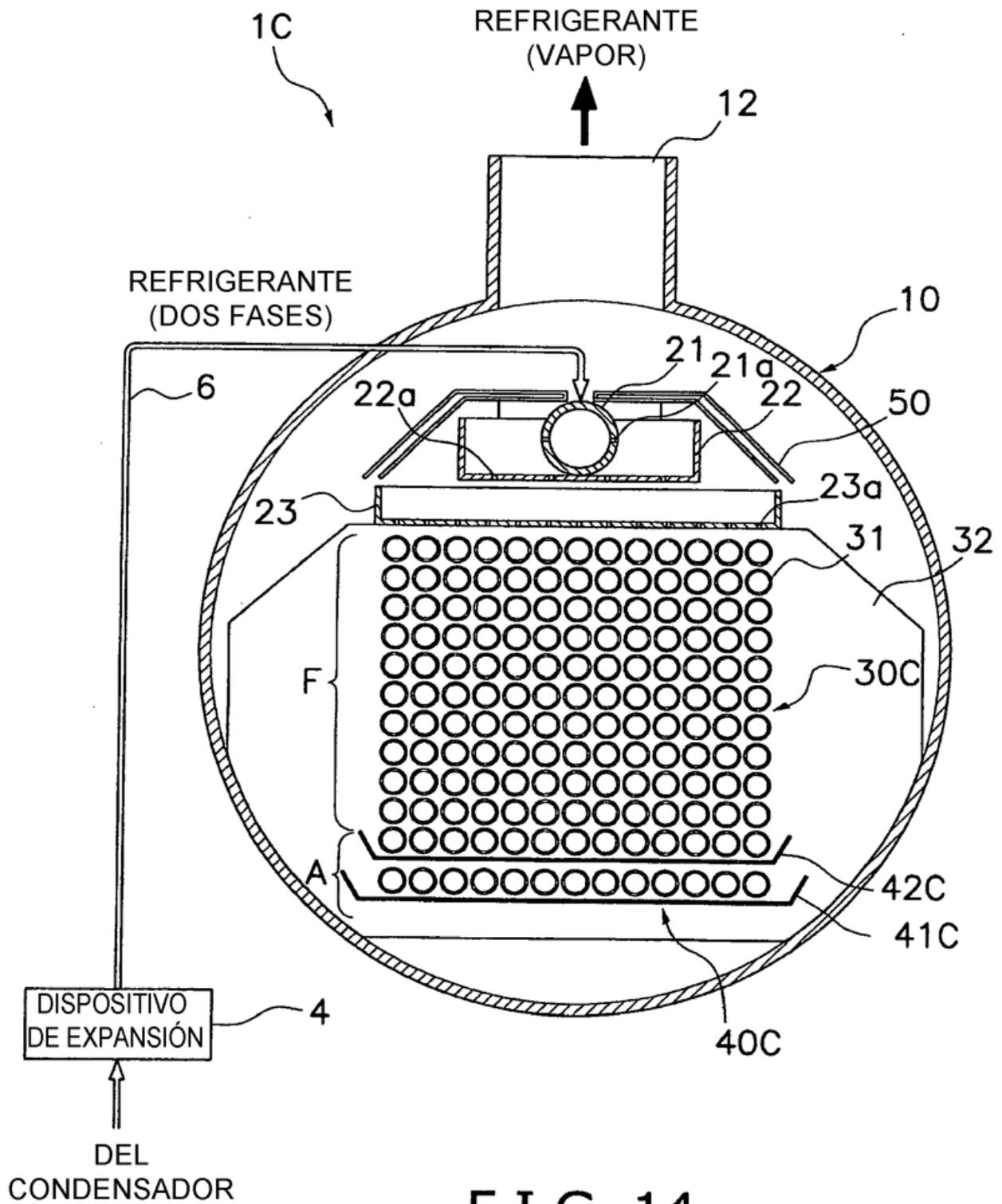


FIG. 14

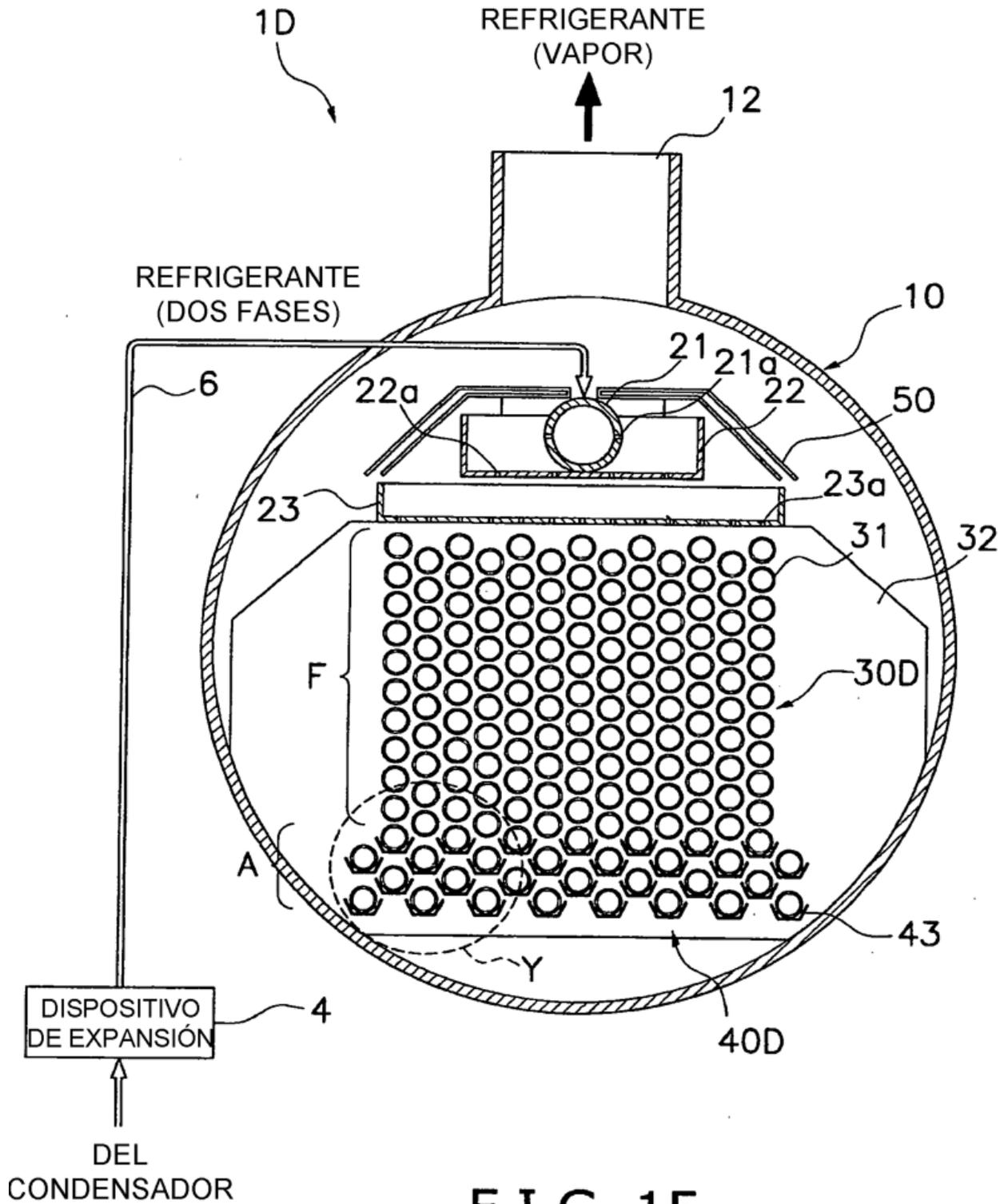


FIG. 15

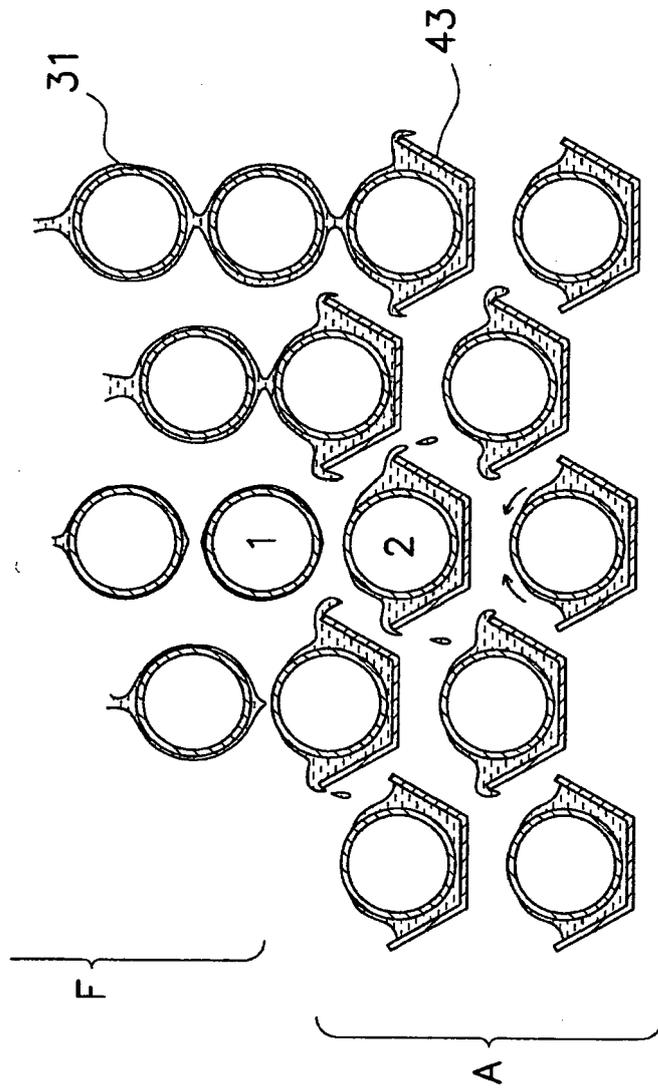
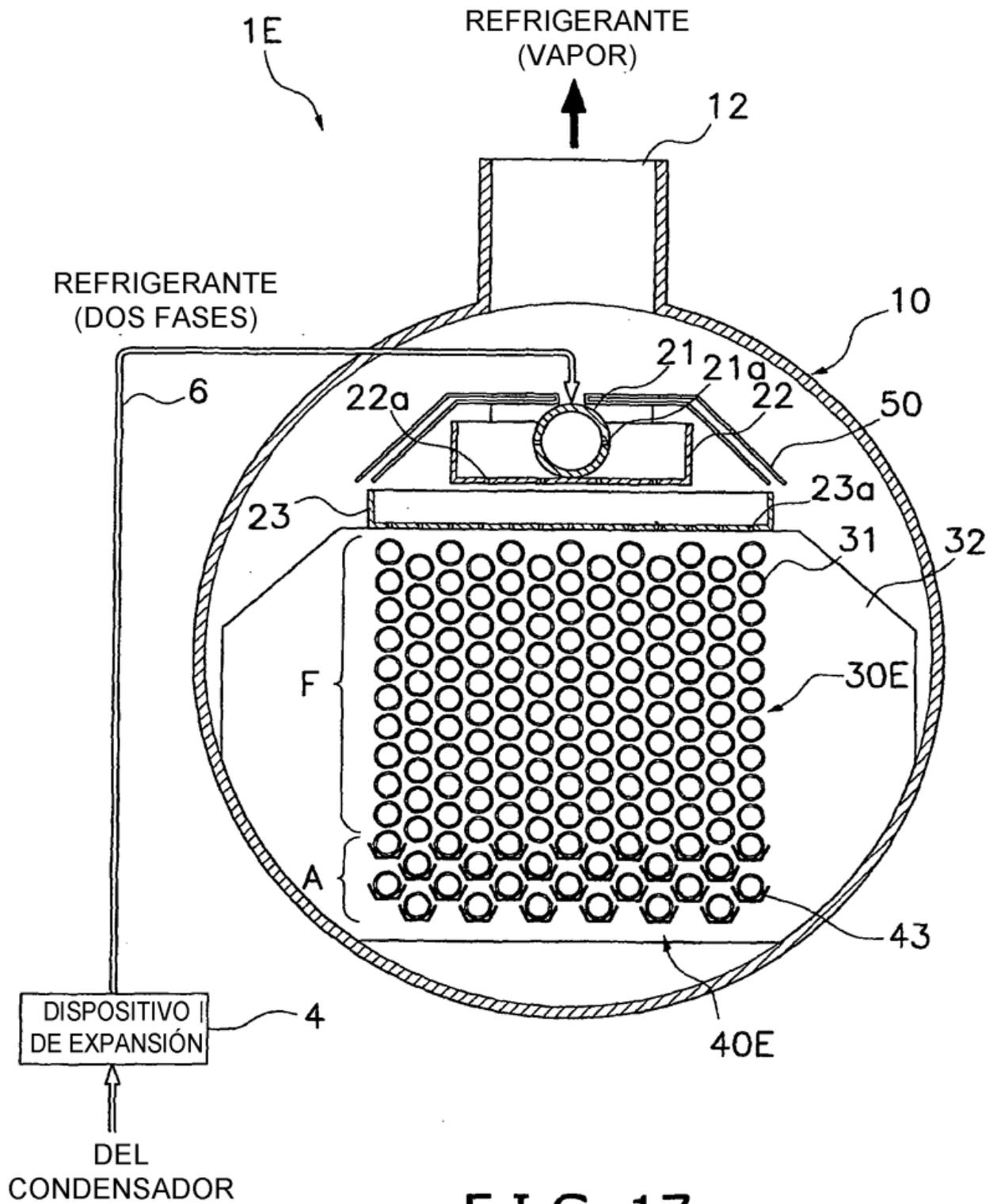


FIG. 16



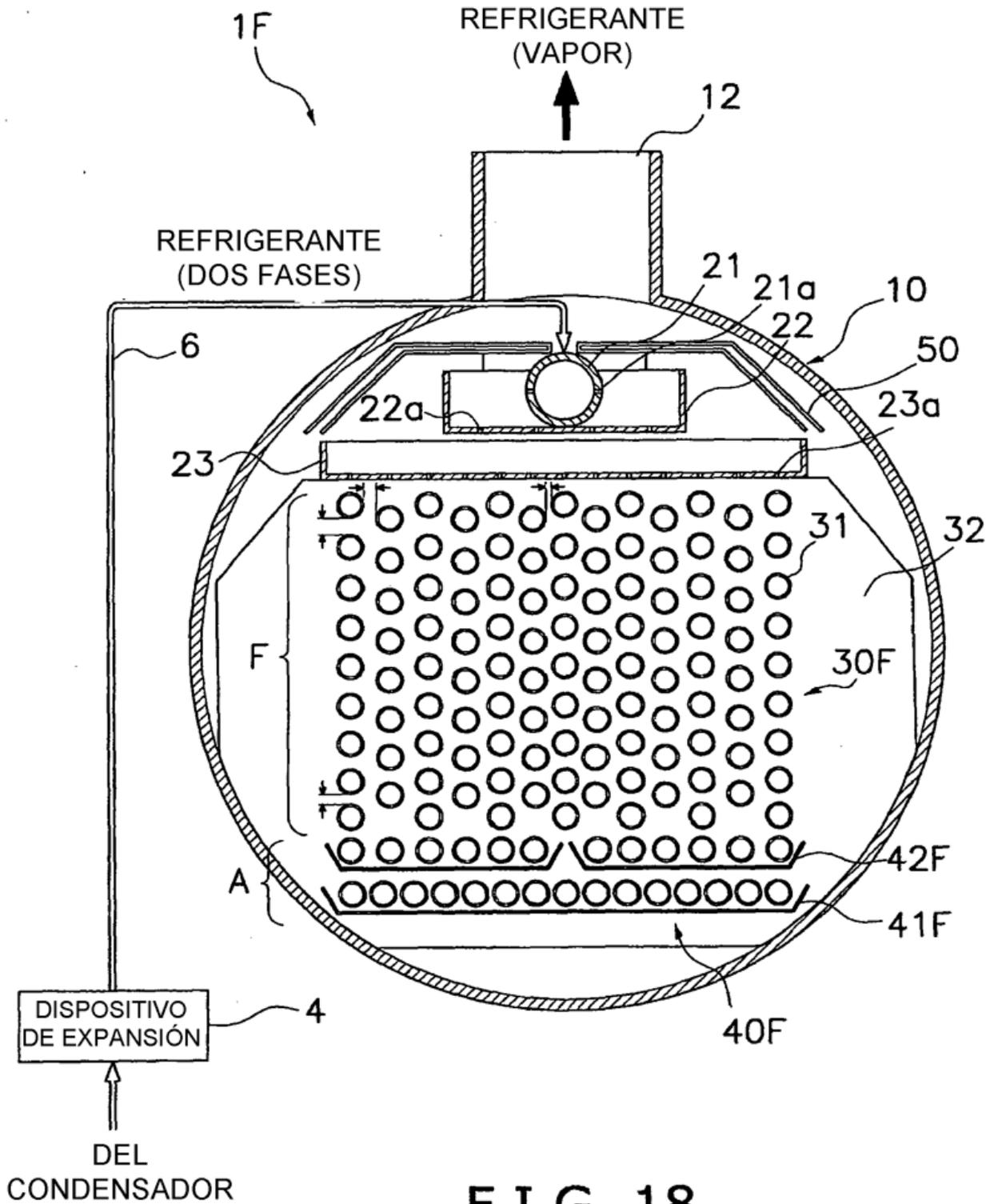


FIG. 18

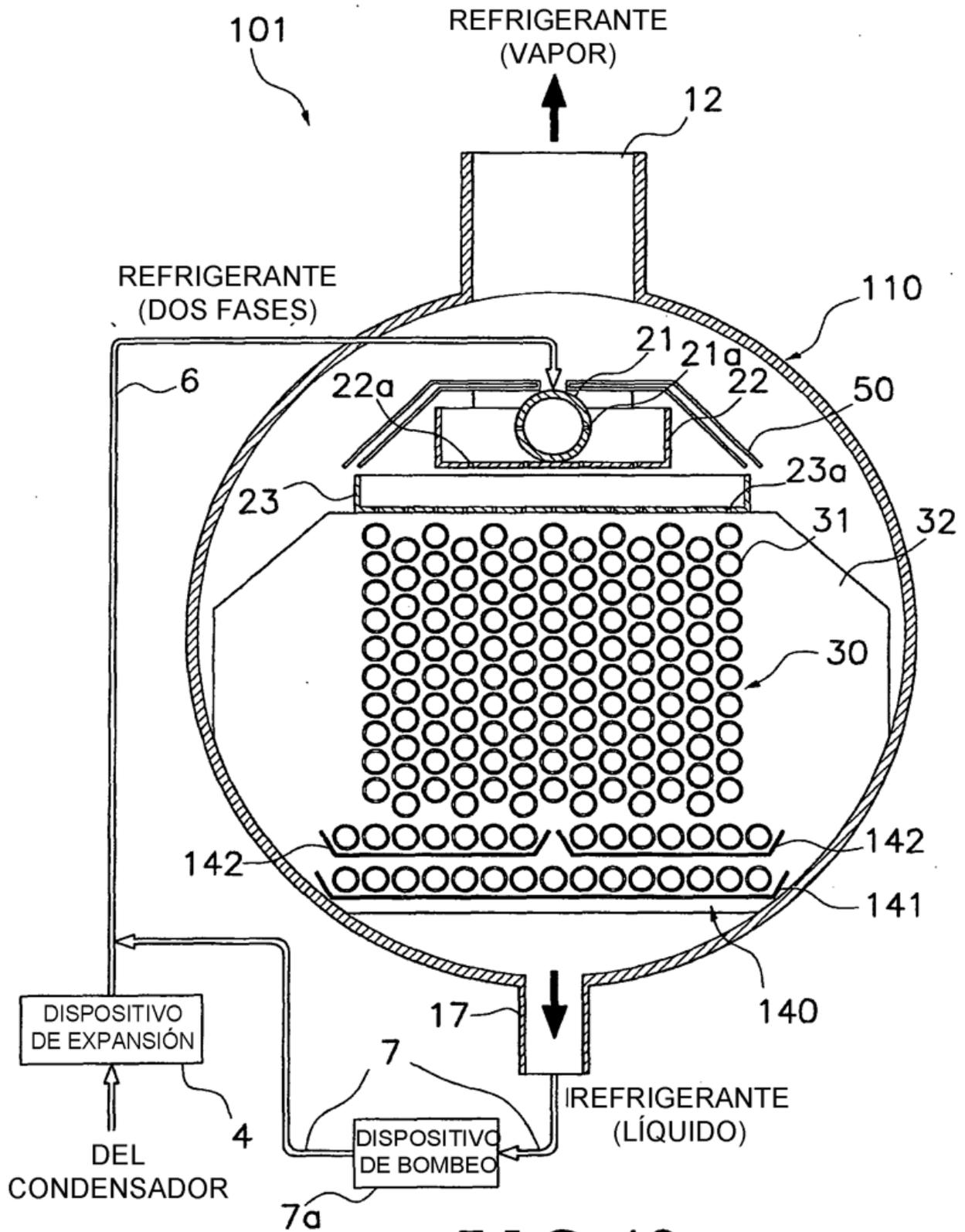


FIG. 19

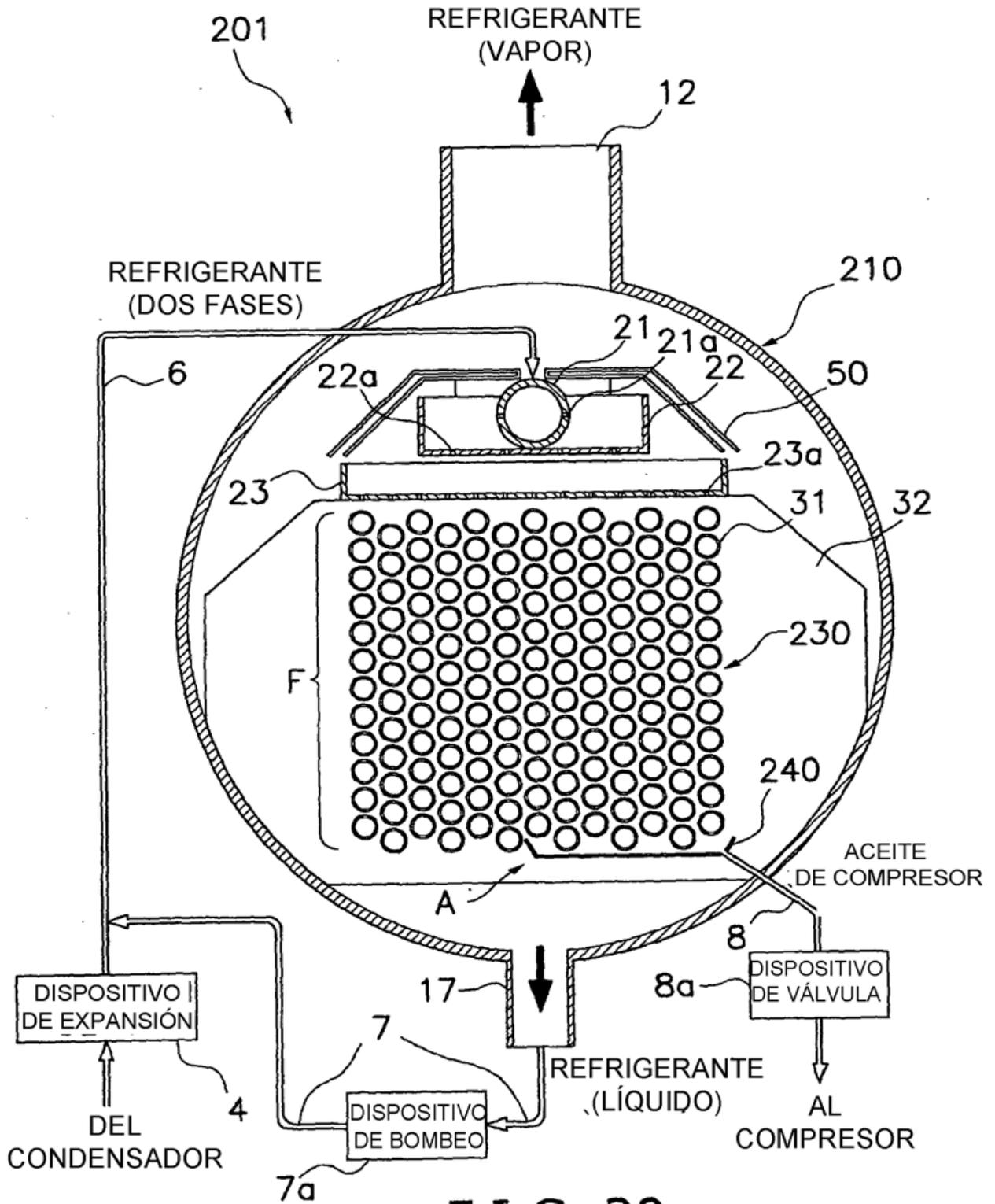


FIG. 20

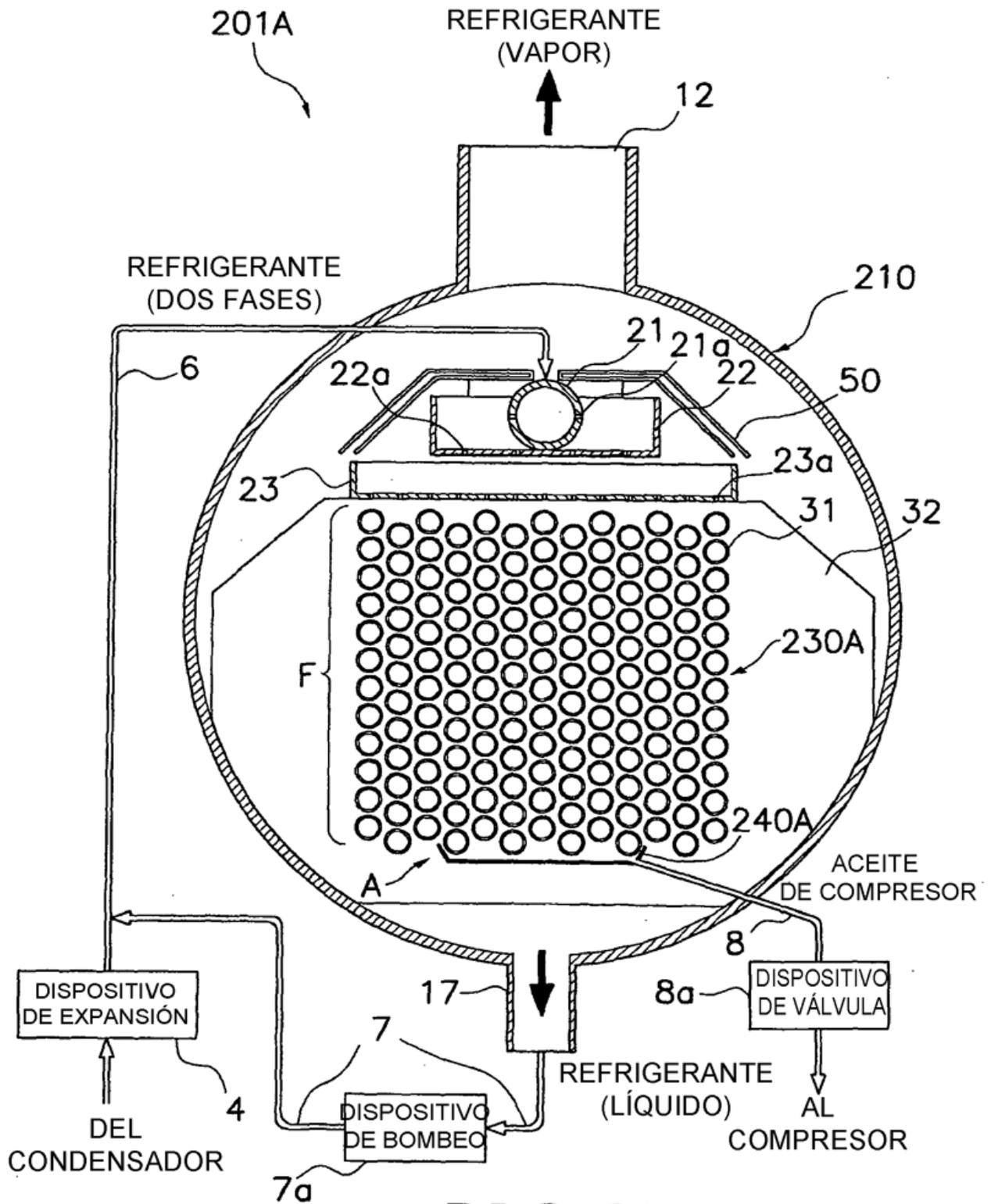


FIG. 21

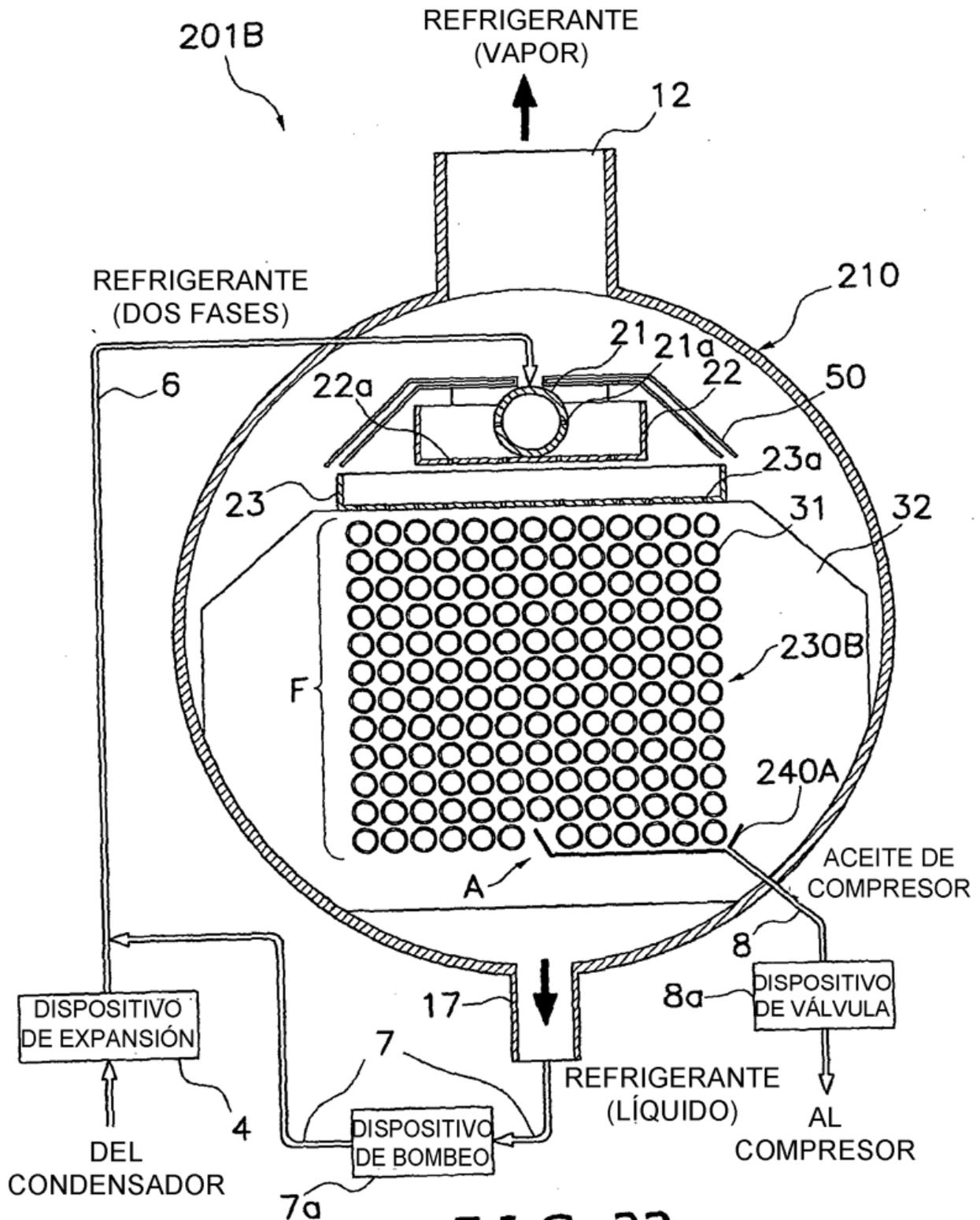


FIG. 22

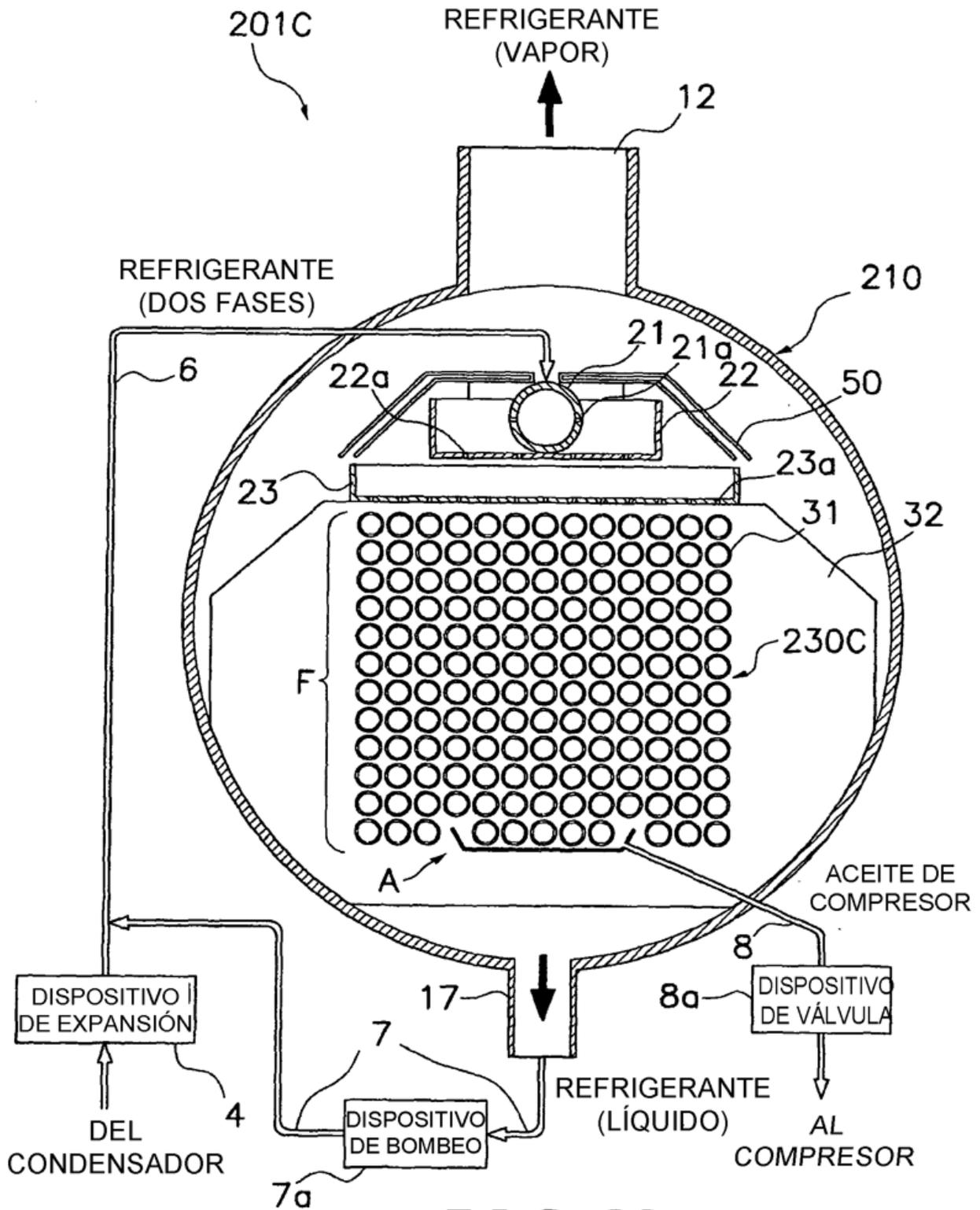
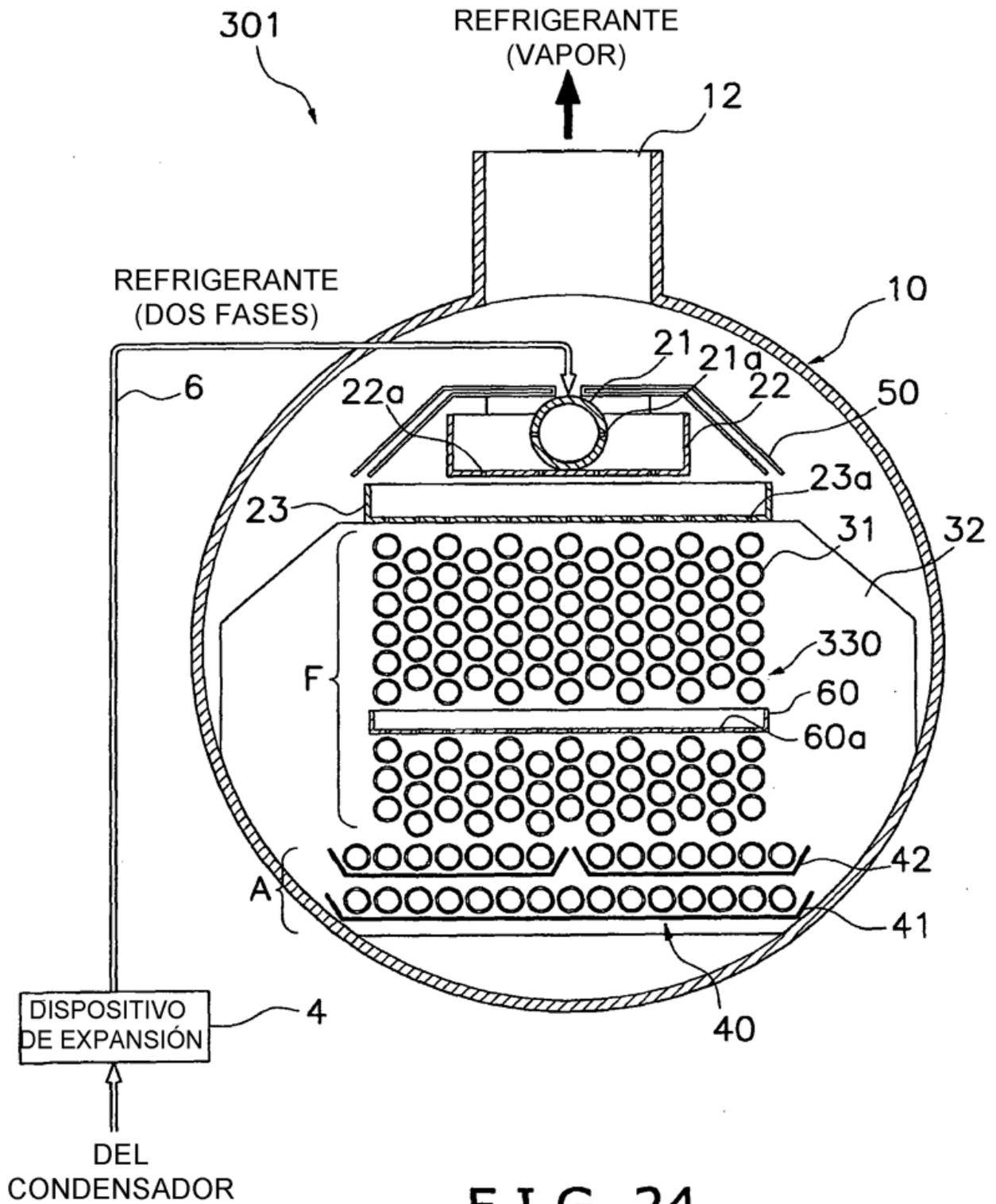


FIG. 23



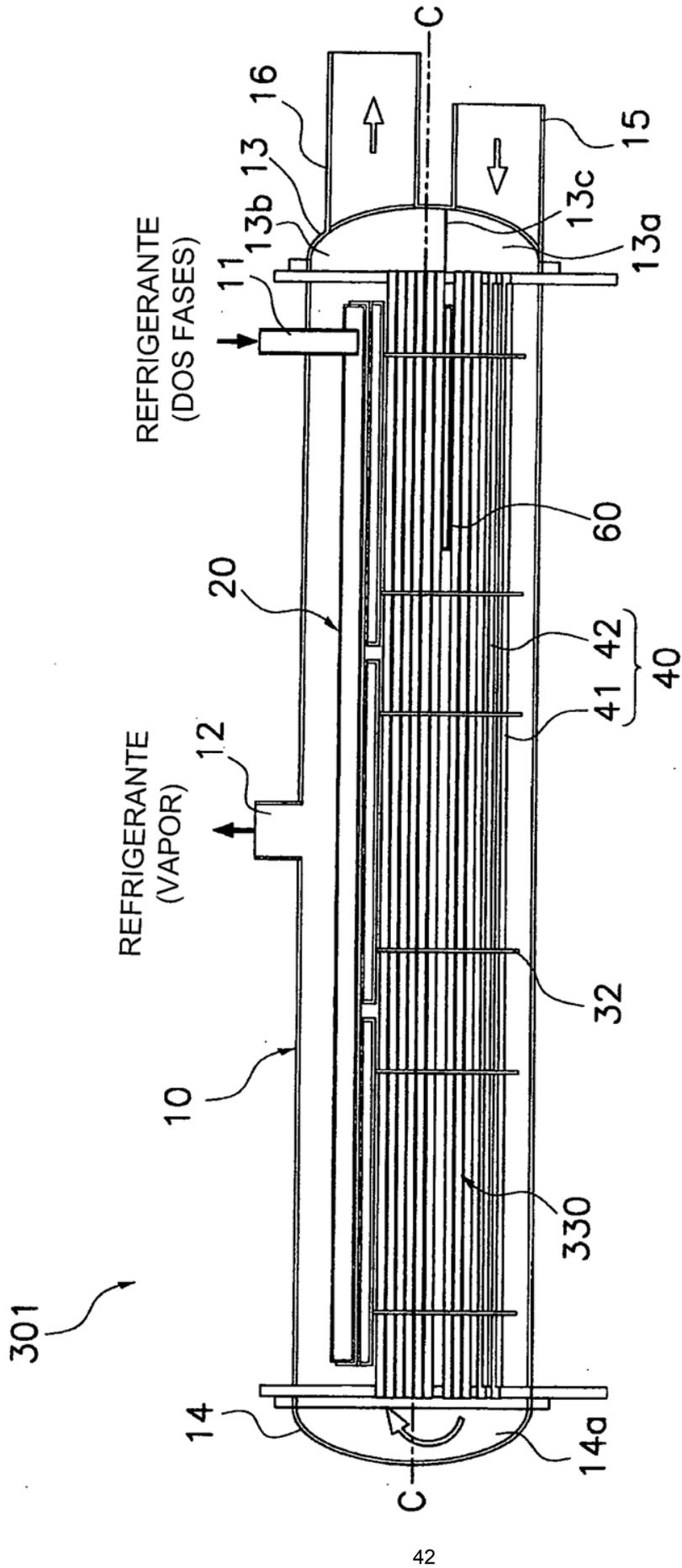


FIG. 25