

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 691 804**

51 Int. Cl.:

F28F 9/02 (2006.01)

F25B 39/02 (2006.01)

F28D 3/02 (2006.01)

F28D 3/04 (2006.01)

F28D 7/16 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **10.07.2014 PCT/US2014/046217**

87 Fecha y número de publicación internacional: **15.01.2015 WO15006601**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.07.2014 E 14744727 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.09.2018 EP 3019809**

54 Título: **Intercambiador de calor**

30 Prioridad:

11.07.2013 US 201313939786

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

28.11.2018

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:

MARTÍN BADAJOZ, Irene

ES 2 691 804 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 de la invención**

10 Esta invención generalmente se refiere a un intercambiador de calor adaptado para ser usado en un sistema de compresión de vapor. Más específicamente, esta invención se refiere a un intercambiador de calor que incluye un elemento de cubierta que se extiende desde una posición encima de un conjunto de distribución de refrigerante.

Información anterior

15 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 vaya a enfriarse cuando pase 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 métodos 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 una 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.

45 La patente estadounidense n. ° 5.839.294 divulga 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 que pasa 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 arriba de los tubos de transferencia de calor en el haz de tubos de manera 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 el refrigerante de vapor. El resto del refrigerante líquido se recoge en la parte inferior de la carcasa. En operación en estado estable, el nivel de refrigerante líquido dentro de la carcasa externa se mantiene en un nivel de manera que al menos el veinticinco por ciento de los tubos de transferencia de calor horizontales cerca del extremo inferior de la carcasa se sumerge en refrigerante líquido. Por tanto, en esta publicación, el evaporador funciona en los tubos de transferencia de calor en la sección inferior de la carcasa que funciona en un modo de transferencia de calor inundado, mientras que los tubos de transferencia de calor que no se sumergen en refrigerante líquido funcionan en un modo de transferencia de calor de película descendente.

60 La patente estadounidense n. ° 7.849.710 divulga un evaporador de película descendente en el que se hace recircular refrigerante líquido recogido 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 el refrigerante de vapor. El resto del refrigerante líquido se recoge en una parte inferior de la carcasa. En esta publicación, una bomba o un extractor se proporciona para extraer el refrigerante líquido recogido en la parte inferior de la carcasa para recircular el refrigerante líquido desde la parte inferior de la carcasa hasta el distribuidor.

Sumario de la invención

El documento de patente estadounidense 7 849 710 B2, las figuras 3 y 4, da a conocer un intercambiador de calor adaptado para usarse en un sistema de compresión por vapor, comprendiendo el intercambiador de calor las características detalladas en el preámbulo de la reivindicación 1.

El evaporador híbrido de película descendente divulgada en la patente estadounidense n. ° 5.839.294 tal como se mencionó anteriormente todavía presenta un problema 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 otra parte, con el evaporador divulgado en la patente estadounidense n. ° 7.849.710, que hace recircular el refrigerante líquido recogido desde la parte de fondo de la carcasa hasta el distribuidor, una cantidad en exceso de refrigerante que se hace circular se requiere con el fin de rehumedecer pequeñas extensiones secas en los tubos de transferencia de calor en caso de que tales pequeñas extensiones secas se formen debido a fluctuación en el rendimiento del evaporador. Además, cuando un compresor en el sistema de compresión de vapor utiliza aceite lubricante (aceite refrigerante), el aceite migrado desde el compresor en el circuito de refrigeración del sistema de compresión de vapor tiende a acumularse en el evaporador porque el aceite es menos volátil que el refrigerante. Por tanto, con el sistema de recirculación de refrigerante tal como se divulga en la patente estadounidense n. ° 7.849.710, el aceite se hace recircular dentro del evaporador junto con el refrigerante líquido, que provoca una alta concentración del aceite en el refrigerante líquido que se hace circular en el evaporador. Por tanto, se degrada el rendimiento del evaporador. Además, se ha descubierto que, incluso con evaporadores de película descendente que funcionan muy bien, la velocidad de refrigerante de vapor desde la parte de distribución puede elevarse, lo que puede dar como resultado gotas de líquido que acompañan al gas a la salida.

En vista de lo anterior, un objeto de la presente invención es proporcionar un intercambiador de calor que puede reducir la cantidad de carga de refrigerante al tiempo que asegurar buen rendimiento del intercambiador de calor.

Otro objeto de la presente invención es proporcionar un intercambiador de calor que acumula aceite refrigerante migrado desde un compresor en un circuito de refrigeración de un sistema de compresión de vapor y descarga el aceite refrigerante al exterior del evaporador.

Otro objeto de la presente invención es proporcionar un intercambiador de calor que disminuya la velocidad de refrigerante de vapor alrededor del extremo libre de un elemento de cubierta de modo que las gotas de líquido no acompañan al gas, y por tanto casi todas caen hacia abajo. Cuando se logre este objeto, no se introducirá casi nada de refrigerante líquido en la tubería de refrigerante gaseoso.

Un intercambiador de calor según un primer aspecto de la presente invención está adaptado para usarse en un sistema de compresión por vapor, y es según la reivindicación 1. En las reivindicaciones dependientes se establecen características adicionales.

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 realizaciones preferidas.

Breve descripción de los dibujos

Haciendo ahora referencia a los dibujos adjuntos que forman parte de esta divulgación original, las figuras 1-25 muestran ejemplos que no son según la invención pero que son a efectos de la información anterior a la invención, describiéndose la invención desde la figura 26 en adelante:

la figura 1 es una vista en perspectiva global simplificada de un sistema de compresión de vapor que incluye un intercambiador de calor según un primer ejemplo de la presente invención;

la figura 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 ejemplo de la presente invención;

la figura 3 es una vista en perspectiva simplificada del intercambiador de calor según el primer ejemplo de la presente invención;

la figura 4 es una vista en perspectiva simplificada de una estructura interior del intercambiador de calor según el primer ejemplo de la presente invención;

- la figura 5 es una vista en despiece ordenado de la estructura interior del intercambiador de calor según el primer ejemplo de la presente invención;
- 5 la figura 6 es una vista en sección transversal longitudinal simplificada del intercambiador de calor según el primer ejemplo de la presente invención según una línea de sección 6-6' en la figura 3;
- la figura 7 es una vista en sección transversal simplificada del intercambiador de calor según el primer ejemplo de la presente invención según una línea de sección 7-7' en la figura 3;
- 10 la figura 8 es una vista en sección transversal esquemática ampliada de tubos de transferencia de calor y de una parte en depresión dispuesta en la región X en la figura 7 que ilustra un estado en el que el intercambiador de calor está en uso según el primer ejemplo de la presente invención;
- 15 la figura 9 es una vista en sección transversal ampliada de los tubos de transferencia de calor y de una de las secciones en depresión de una parte en depresión según el primer ejemplo de la presente invención;
- la figura 10 es una vista en alzado lateral parcial de los tubos de transferencia de calor y de la sección en depresión según el primer ejemplo de la presente invención como se observa en una dirección a lo largo de una flecha 10 en la figura 9;
- 20 la figura 11A es un gráfico de un coeficiente de transferencia de calor total frente a una distancia de solape entre la parte en depresión y los tubos de transferencia de calor según el primer ejemplo de la presente invención, y las figuras 11B a 11D son vistas en sección transversal simplificadas de las muestras usadas para trazar el gráfico mostrado en la figura 11A;
- 25 la figura 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 ejemplo de la presente invención;
- 30 la figura 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 ejemplo de la presente invención;
- 35 la figura 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 ejemplo de la presente invención;
- 40 la figura 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 ejemplo de la presente invención;
- 45 la figura 16 es una vista en sección transversal esquemática ampliada de los tubos de transferencia de calor y de secciones en depresión dispuestas en la región Y en la figura 15 que ilustra un estado en el que el intercambiador de calor está en uso según el primer ejemplo de la presente invención;
- la figura 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 ejemplo de la presente invención;
- 50 la figura 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 ejemplo de la presente invención;
- 55 la figura 19 es una vista en sección transversal simplificada de un intercambiador de calor según un segundo ejemplo de la presente invención;
- la figura 20 es una vista en sección transversal simplificada de un intercambiador de calor según un tercer ejemplo de la presente invención;
- 60 la figura 21 es una vista en sección transversal simplificada de un intercambiador de calor que ilustra un primer ejemplo no reivindicado modificado para una disposición de un haz de tubos y una parte en depresión según el tercer ejemplo de la presente invención;
- 65 la figura 22 es una vista en sección transversal simplificada de un intercambiador de calor que ilustra un segundo ejemplo no reivindicado modificado para una disposición de un haz de tubos y una parte en depresión según el

tercer ejemplo de la presente invención;

5 la figura 23 es una vista en sección transversal simplificada de un intercambiador de calor que ilustra un tercer ejemplo no reivindicado modificado para una disposición de un haz de tubos y una parte en depresión según el tercer ejemplo de la presente invención;

la figura 24 es una vista en sección transversal simplificada de un intercambiador de calor según un cuarto ejemplo de la presente invención;

10 la figura 25 es una vista en sección transversal longitudinal simplificada del intercambiador de calor según el cuarto ejemplo de la presente invención;

15 la figura 26 es una vista en perspectiva simplificada de una estructura interna del intercambiador de calor según una primera realización de la presente invención;

la figura 27 es una vista en despiece ordenado de la estructura interna del intercambiador de calor según una primera realización de la presente invención;

20 la figura 28 es una vista longitudinal simplificada del intercambiador de calor según la primera realización de la presente invención con partes separadas con el propósito de ilustrar (la misma sección que en la figura 6, tal como se observa a lo largo de la línea de sección 6-6' de la figura 3);

25 la figura 29 es una vista en sección transversal simplificada del intercambiador de calor según la primera realización de la presente invención tal como según una línea de sección 29-29' en la figura 26;

la figura 30 es una vista en sección transversal más ampliada de la parte superior del intercambiador de calor ilustrado en la figura 29;

30 la figura 31 es una vista en perspectiva invertida de la estructura deflectora de la primera realización;

la figura 32 es una vista en sección transversal esquemática ampliada de tubos de transferencia de calor, de una parte en depresión y de una parte de guía dispuestas en la región X en la figura 29 que ilustra un estado en el que el intercambiador de calor está en uso según la primera realización de la presente invención;

35 la figura 33 es una vista en sección transversal ampliada de los tubos de transferencia de calor y de una de las secciones en depresión de la parte en depresión de la figura 32;

40 la figura 34 es una vista en alzado lateral parcial de los tubos de transferencia de calor y de la sección en depresión de la figura 33 como se observa en una dirección a lo largo de una flecha 34 en la figura 33;

la figura 35 es una vista en sección transversal simplificada del intercambiador de calor que ilustra un ejemplo modificado para una disposición de un haz de tubos y una parte en depresión según la primera realización de la presente invención;

45 la figura 36 es una vista en sección transversal esquemática ampliada de tubos de transferencia de calor, de una parte en depresión y de una parte de guía dispuestas en la región X en la figura 35 que ilustra un estado en el que el intercambiador de calor está en uso según el ejemplo modificado de la primera realización de la presente invención;

50 la figura 37 es una vista en sección transversal ampliada de los tubos de transferencia de calor y de una de las secciones en depresión de la parte en depresión de la figura 36;

la figura 38 es una vista en alzado lateral parcial de los tubos de transferencia de calor y de la sección en depresión de la figura 37 como se observa en una dirección a lo largo de una flecha 38 en la figura 37;

55 la figura 39 es una vista en sección transversal simplificada del intercambiador de calor que ilustra una disposición de un haz de tubos y una parte en depresión según una segunda realización de la presente invención;

60 la figura 40 es una vista en sección transversal simplificada del intercambiador de calor que ilustra un ejemplo modificado para una disposición de un haz de tubos y una parte en depresión según la segunda realización de la presente invención;

la figura 41 es una vista en sección transversal simplificada del intercambiador de calor que ilustra una disposición de un haz de tubos y una parte en depresión según una tercera realización de la presente invención;

65 la figura 42 es una vista en sección transversal simplificada del intercambiador de calor que ilustra una disposición de un haz de tubos y una parte en depresión según una cuarta realización de la presente invención; y

la figura 43 es una vista en sección transversal simplificada del intercambiador de calor que ilustra un ejemplo modificado para una disposición de un haz de tubos y una parte en depresión según la cuarta realización de la presente invención.

5

Descripción detallada de los ejemplos y las realizaciones preferidos

Ahora se explicarán ejemplos y realizaciones 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 las realizaciones de la presente invención se proporcionan con fines únicamente ilustrativos y no con el fin de limitar la invención tal como se define en las reivindicaciones adjuntas y sus equivalentes.

10

Haciendo inicialmente referencia a las figuras 1 y 2, se explicará un sistema de compresión de vapor que incluye un intercambiador de calor según un primer ejemplo. Tal como se observa en la figura 1, el sistema de compresión de vapor según la primera 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 de la primera 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.

15

20

Tal como muestran las figuras 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.

25

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 el refrigerante de vapor en el evaporador 1 a medida que absorbe calor del agua.

30

El refrigerante de vapor 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 refrigerante de vapor se comprime para dar vapor a mayor presión y a 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.

35

Después, el refrigerante de vapor a alta temperatura y a alta tensión entra al condensador 3, que es otro intercambiador de calor que elimina calor del refrigerante de vapor 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 del 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 por el aire de enfriamiento.

40

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 entra en el evaporador 1 está en un estado de dos fases gas/líquido.

45

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.

50

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.

55

Resultará evidente para los expertos en la técnica a partir de esta divulgación que puede usarse un compresor, un condensador y un 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.

60

Haciendo ahora referencia a las figuras 3 a 5, se explicará la estructura detallada del evaporador 1, que es el intercambiador de calor según el primer ejemplo. Tal como muestran las figuras 3 y 6, el evaporador 1 incluye una carcasa 10 que tiene una forma generalmente cilíndrica con un eje central longitudinal C (figura 6) que se extiende

65

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 figuras 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 (figura 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 refrigerante de vapor se conduce desde la tubería de salida de refrigerante 12 al compresor 2 mediante succión.

La figura 4 es una vista en perspectiva simplificada que ilustra una estructura interior alojada en la carcasa 10. La figura 5 es una vista en despiece ordenado de la estructura interior mostrada en la figura 4. Tal como muestran las figuras 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 incluye preferiblemente además una estructura deflectora 50 tal como muestra la figura 7 aunque la ilustración del elemento deflector 50 se omite en las figuras 4-6 por motivos de brevedad.

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 figura 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.

Tal como muestra la figura 6, la parte de tubería de entrada 21 se extiende generalmente en paralelo al eje central longitudinal C 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 bifásico. Cuando el refrigerante bifásico se descarga desde las aberturas 21a de la parte de tubería de entrada 21, la primera parte de bandeja 22 recibe el componente líquido del refrigerante bifásico descargado desde las aberturas 21a de la parte de tubería de entrada 21. Por otro lado, el componente de vapor del refrigerante bifásico fluye hacia arriba e impacta contra la estructura deflectora 50 mostrada en la figura 7, de modo que las gotitas de líquido arrastradas en el vapor se capturan por la estructura deflectora 50. Las gotitas de líquido capturadas por la estructura deflectora 50 son guiadas a lo largo de una superficie inclinada de la estructura deflectora 50 hacia la primera parte de bandeja 22. La estructura deflectora 50 puede estar configurada como un elemento plano, un filtro de malla, o similares. El componente de vapor fluye hacia abajo a lo largo de la estructura deflectora 50 y después cambia su dirección hacia arriba hacia la tubería de salida 12. El refrigerante de vapor se descarga hacia el compresor 2 por medio de la tubería de salida 12.

Tal como se muestra en las figuras 5 y 6, la primera parte de bandeja 22 se extiende generalmente en paralelo al eje central longitudinal C de la carcasa 10. Tal como se muestra en la figura 7, una superficie inferior de la primera parte de bandeja 22 está dispuesta debajo de la parte de tubería de entrada 21 para recibir el refrigerante líquido descargado desde las aberturas 21a de la parte de tubería de entrada 21. En la primera 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 inferior de la primera parte de bandeja 22 y la parte de tubería de entrada 21 tal como se muestra en la figura 7. En otras palabras, en la primera realización, una mayoría de la parte de tubería de entrada 21 solapa la primera parte de bandeja 22 cuando se observa a lo largo de una dirección horizontal perpendicular al eje central longitudinal C de la carcasa 10 tal como se muestra en la figura 6. Esta disposición es ventajosa debido a que un volumen total del refrigerante líquido acumulado en la primera parte de bandeja 22 puede reducirse al tiempo que mantener un nivel (altura) del refrigerante líquido acumulado en la primera parte de bandeja 22 relativamente alto. Alternativamente, la parte de tubería de entrada 21 y la primera parte de bandeja 22 pueden disponerse de manera que se forme un hueco vertical más grande entre la superficie inferior de la primera parte de bandeja 22 y la parte de tubería de entrada 21. La parte de tubería de entrada 21, la primera parte de bandeja 22 y la estructura deflectora 50 están preferiblemente unidas y suspendidas desde arriba en una parte superior de la carcasa 10 de una forma adecuada.

Tal como se muestra en las figuras 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 las mismas 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 figuras 5 y 6, la parte de distribución 20 de la primera 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 central longitudinal C de la carcasa 10. Tal como muestra la figura 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 figura 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 la anchura total del haz de tubos 30 tal como muestra la figura 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 figuras 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.

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

El haz de tubos 30 se dispone 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 central longitudinal C de la carcasa 10 tal como muestra la figura 6. Los tubos de transferencia de calor 31 están hechos de materiales que tienen alta conductividad térmica, tales como metal. Los tubos de transferencia de calor 31 están preferiblemente 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 esta realización. Tal como muestra la figura 5, los tubos de transferencia de calor 31 se soportan en una pluralidad de placas de soporte que se extienden en vertical 32, que están acopladas de manera fija a la carcasa 10. En la primera 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 líneas de suministro dispuesto en una parte inferior del haz de tubos 30. Tal como muestra la figura 6, los extremos de entrada de los tubos de transferencia de calor 31 en el grupo de líneas 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. Los extremos de salida de los tubos de transferencia de calor 31 en el grupo de líneas 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 líneas 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 líneas de retorno. Los extremos de salida de los tubos de transferencia de calor 31 en el grupo de líneas 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 esta 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 líneas de retorno puede disponerse debajo o junto al grupo de líneas 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 ejemplo se explicará en referencia a la figura 7. La figura 7 es una vista en sección transversal simplificada del evaporador 1 según una línea de sección 7-7' en la figura 3.

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 figura 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.

Tal como se muestra en la figura 7, el haz de tubos 30 del primer ejemplo incluye una región de película descendente F y una región de acumulación A. Los tubos de transferencia de calor 31 en la región de película

descendente F 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 de película descendente F están dispuestos de modo que el refrigerante líquido descargado de la parte de distribución 20 forma una capa (o una película) a lo largo de una pared externa de cada uno de los tubos de transferencia de calor 31, donde el refrigerante líquido se evapora como refrigerante de vapor a medida que absorbe calor del agua que fluye dentro los tubos de transferencia de calor 31. Tal como muestra la figura 7, los tubos de transferencia de calor 31 en la región de película descendente F están dispuestos en una pluralidad de columnas verticales que se extienden paralelas entre sí cuando se observan en una dirección paralela al eje central longitudinal C de la carcasa 10 (tal como muestra la figura 7). Por tanto, el refrigerante desciende hacia abajo desde un tubo de transferencia de calor hasta 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 la primera realización, las columnas de los tubos de transferencia de calor 31 en la región de película descendente F están dispuestas en un patrón escalonado tal como muestra la figura 7. En la primera realización, un paso vertical entre dos tubos adyacentes de los tubos de transferencia de calor 31 en la región de película descendente F 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 de película F descendente es sustancialmente constante.

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

Tal como se muestra en la figura 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 figura 6, la primera sección en depresión 41 y las segundas secciones en depresión 42 se extienden generalmente paralelas al eje central longitudinal C de la carcasa 10 a lo largo de una longitud longitudinal que es sustancialmente la misma que una 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 separadas de una superficie interior de la carcasa 10 cuando se observa a lo largo del eje central longitudinal C tal como se observa en la figura 7. La primera sección en depresión 41 y las segundas secciones en depresión 42 pueden estar fabricadas de una variedad de materiales tales como metal, aleación, resina, etc. En la primera realización, la primera sección en depresión 41 y las segundas secciones en depresión 42 están fabricadas de material metálico, tal como una placa de acero (lámina de acero). La primera sección en depresión 41 y las segundas secciones en depresión 42 se soportan mediante las placas de soporte 32. Las placas de soporte 32 incluyen aberturas (no mostradas) dispuestas en posiciones que corresponden a una región interna de la primera sección en depresión 41 de manera que todos los segmentos de cada una 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 se comunica en 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 que corresponden a una región interna de cada una de las segundas secciones en depresión 42 de manera 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 las secciones en depresión 42 se comunica en fluido a través de las aberturas en las placas de soporte 32 a lo largo de la longitud longitudinal de las segundas secciones en depresión 42.

Tal como se muestra en la figura 7, la primera sección en depresión 41 está dispuesta debajo de la fila más inferior de los tubos de transferencia de calor 31 en la región de acumulación A mientras que las segundas secciones en depresión 42 están dispuestas debajo de la segunda fila más inferior de los tubos de transferencia de calor 31. Tal como se muestra en la figura 7, la segunda fila más inferior de los tubos de transferencia de calor 31 en la región de acumulación A 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 una distancia de separación entre las segundas secciones en depresión 42 para permitir un desbordamiento del refrigerante líquido desde las segundas secciones en depresión 42 hacia la primera sección en depresión 41.

En el primer ejemplo, los tubos de transferencia de calor 31 en la región de acumulación A están dispuestas de manera que uno del más exterior de los tubos de transferencia de calor 31 en cada fila de la región de acumulación A está dispuesto hacia fuera de una columna más exterior de los tubos de transferencia de calor 31 en la región de película descendente F en cada lado del haz de tubos 30 tal como se muestra en la figura 7. Debido a 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, se prefiere proporcionar al menos un tubo de transferencia de calor en cada fila de la región de acumulación A, que está dispuesto hacia fuera de la columna más exterior de los tubos de transferencia de calor 31 en la región de película descendente F tal como se muestra en la figura 7.

La figura 8 muestra una vista en sección transversal ampliada de la región X en la figura 7 que ilustra esquemáticamente un estado en el que el evaporador 1 está en uso bajo condiciones normales. Agua que fluye al interior de los tubos de transferencia de calor 31 no se ilustra en la figura 8 por motivos de brevedad. Tal como se muestra en la figura 8, el refrigerante líquido forma películas a lo largo de las superficies exteriores de los tubos de transferencia de calor 31 en la región de película descendente F y parte del refrigerante líquido se evapora como el refrigerante de vapor. Sin embargo, una cantidad del refrigerante líquido que cae a lo largo de los tubos de transferencia de calor 31 disminuye a medida que avanza hacia la región inferior del haz de tubos 30 mientras que el refrigerante líquido se evapora como el refrigerante de vapor. Además, si la distribución del refrigerante líquido desde la parte de distribución 20 no es posible, existe más posibilidad de formación de pequeñas extensiones secas en los tubos de transferencia de calor 31 dispuestos en una región inferior del haz de tubos 30, lo que es perjudicial para la transferencia de calor. Por tanto, en la primera realización de la presente invención, la parte en depresión 40 se proporciona en la región de acumulación A, 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 de acumulación A están sumergidos al menos parcialmente en el refrigerante líquido recogido en la parte en depresión 40 según la primera realización. Por tanto, la formación de una pequeña extensión seca en la región inferior del haz de tubos 30 puede evitarse, y puede garantizarse buena eficiencia de transferencia de calor del evaporador 1.

Por ejemplo, tal como se muestra en la figura 8, cuando los tubos de transferencia de calor 31 señalados por "1" reciben un poco de refrigerante, los tubos de transferencia de calor 31 señalados por "2", que están dispuestos inmediatamente debajo de los señalados por "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 sumergidos al menos parcialmente en el refrigerante líquido acumulado en las segundas secciones en depresión 42. Además, incluso cuando los tubos de transferencia de calor 31 están sumergidos solo parcialmente 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 sube a lo largo de superficies expuestas de las paredes exteriores de los tubos de transferencia de calor 31 tal como se indica mediante las flechas mostradas en la figura 8 debido a un efecto capilar. Por tanto, el refrigerante líquido acumulado en las segundas secciones en depresión 42 hierve y/o se evapora al tiempo que 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 el desbordamiento de refrigerante líquido de las segundas secciones en depresión 42 en la primera sección en depresión 41. Con el fin de recibir en seguida el refrigerante líquido desbordado de las segundas secciones en depresión 42, los bordes externos de la primera sección en depresión 41 están dispuestos hacia fuera de bordes externos de las segundas secciones en depresión 42 tal como se muestra en las figuras 7 y 8. Los tubos de transferencia de calor 31 que están dispuestos inmediatamente 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 se muestra en la figura 8. Además, incluso cuando los tubos de transferencia de calor 31 sólo 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 sube a lo largo de las 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 un efecto capilar. Por tanto, el refrigerante líquido acumulado en la primera sección en depresión 41 hierve y/o se evapora al tiempo que absorbe calor del agua que pasa al interior de los tubos de transferencia de calor 31. Por consiguiente, la transferencia de calor tiene lugar de manera eficiente entre el refrigerante líquido y el agua que fluye al interior de los tubos de transferencia de calor 31 en la región de acumulación A.

Con referencia a las figuras 4-8, el evaporador 1 preferiblemente incluye una parte de guía 70 dispuesta para guiar refrigerante disperso de vuelta hacia los tubos de transferencia de calor 31 por encima de la parte en depresión 40. En la realización ilustrada donde la carcasa 10 tiene una configuración cilíndrica, la parte de guía 70 básicamente incluye un par de partes de lado laterales 72 que se extienden hacia arriba y lateralmente hacia afuera del haz de tubos 30 a una posición vertical en lados laterales opuestos de un extremo superior de la parte en depresión 40. En cualquier caso, la parte de guía 70 incluye al menos una parte de lado lateral 72 que se extiende hacia arriba y lateralmente hacia afuera del haz de tubos 30 en una posición vertical en un extremo superior de la parte en depresión 40, como mejor se observa en la figura 7. Cada parte de lado lateral 72 está formada por una pluralidad de secciones independientes soldadas a placas verticales 32 como se entenderá mejor a partir de las figuras 4-6.

Cada parte de lado lateral 72 de la parte de guía 70 incluye una sección inclinada 72a que está inclinada entre 10 grados y 45 grados en relación a un plano horizontal P que pasa a través del eje central longitudinal C de la carcasa 10. Más preferiblemente, cada sección inclinada 72a está inclinada entre 30 grados y 45 grados en relación al plano horizontal P. En la realización ilustrada, cada sección inclinada 72a está inclinada aproximadamente 40 grados en relación al plano horizontal P. Tal como se observa en la figura 7, las partes de lado laterales 72 y las secciones inclinadas 72a son idénticas entre sí, excepto en que sus orientaciones son imágenes especulares una de otra. En la realización ilustrada, cada una de las partes de lado laterales 72 consiste solo en una de las secciones inclinadas 72a. Sin embargo, será evidente para los expertos en la técnica a partir de la divulgación que cada una de las partes de lado laterales 72 puede incluir una sección adicional o secciones adicionales si es necesario y/o se desea.

Con referencia a las figuras 9 y 10, la estructura detallada de la primera sección en depresión 41 y de las segundas secciones en depresión 42 y una disposición de la primera sección en depresión 41 y de las segundas secciones en depresión 42 con respecto a los tubos de transferencia de calor 31 se explicarán usando una de las segundas secciones en depresión 42 como un ejemplo. Como se observa en la figura 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 acabado hacia arriba en la primera 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, la figura 11B a 11D).

La parte de pared de fondo 42a y las partes de pared laterales 42b forman una cavidad en la que el refrigerante líquido se acumula 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 funciona en condiciones normales. Más específicamente, las partes de pared laterales 42b de la segunda parte en depresión 42 solapan parcialmente con los tubos de transferencia de calor 31 dispuestos directamente encima de la segunda parte en depresión 42 cuando se observa a lo largo de una dirección horizontal perpendicular al eje central longitudinal C de la carcasa 10. La figura 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 central longitudinal C de la carcasa 10. Una distancia de solape D1 entre las partes de pared laterales 42b y los tubos de transferencia de calor 31 dispuestos inmediatamente encima de la segunda sección en depresión 42 tal como se observa a lo largo de la dirección horizontal perpendicular al eje central longitudinal C de la carcasa 10 se establece 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 de solape D1 también está establecida de modo que el refrigerante líquido se desborda de manera fiable de las segundas secciones en depresión 42 cuando el evaporador 1 funciona en condiciones normales. Preferiblemente, la distancia de solape D1 se establece igual a o mayor que una mitad de una altura (diámetro externo) D2 del tubo de transferencia de calor 31 ($D1/D2 \geq 0,5$). Más preferiblemente, la distancia de solape D1 se establece 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 tope, al menos una mitad (o, más preferiblemente, al menos tres cuartos) de la altura (diámetro externo) de cada uno de los tubos de transferencia de calor 31 está sumergida en el refrigerante líquido. La distancia de solape D1 puede ser igual a o mayor que la altura D2 del tubo de transferencia de calor 31. En un caso de este tipo, los tubos de transferencia de calor 31 están completamente sumergidos en el refrigerante líquido acumulado en la segunda sección en depresión 42. Sin embargo, dado que la carga de cantidad de refrigerante aumenta a medida que la capacidad de la segunda sección en depresión 42 aumenta, es preferible que la distancia de solape D1 sea sustancialmente igual a o más pequeña 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 de lado 42b y el tubo de transferencia de calor 31 no están limitadas a ninguna distancia particular siempre que un espacio suficiente se forme entre los tubos de transferencia de calor 31 y la segunda sección en depresión 42 para permitir al refrigerante líquido fluir entre los tubos de transferencia de calor 31 y la segunda sección en depresión 42. Por ejemplo, cada una de la distancia D3 y de la distancia D4 puede establecerse de aproximadamente 1 mm a aproximadamente 4 mm. Además, la distancia D3 y la distancia D4 pueden ser iguales o diferentes.

La primera sección en depresión 41 incluye la estructura similar a la segunda sección en depresión 42 como se ha descrito anteriormente salvo porque la altura de la primera sección en depresión 41 puede ser igual o diferente de la altura de la segunda sección en depresión. Dado que la primera sección en depresión 41 está dispuesta debajo de la fila más baja de los tubos de transferencia de calor 31, no es necesario desbordar el refrigerante líquido de la primera sección en depresión 41. Por tanto, una altura total de la primera sección en depresión 41 puede establecerse para ser mayor que aquella de la segunda sección en depresión 42. En todo caso, es preferible que la distancia de solape D1 entre la primera sección en depresión 41 y los tubos de transferencia de calor 31 se establezca igual a o mayor que una mitad (o, más preferiblemente, tres cuartos) de la altura (diámetro externo) D2 del tubo de transferencia de calor 31 tal como se ha explicado anteriormente.

La figura 11A es un gráfico de un coeficiente de transferencia de calor total frente a la distancia de solape D1 entre una sección en depresión y el tubo de transferencia de calor 31 según el primer ejemplo. En el gráfico que se muestra en la figura 11A, el eje vertical indica el coeficiente de transferencia de calor de solape ($\text{kw/m}^2\text{K}$) y el eje horizontal indica la distancia de solape D1 como se expresa mediante una proporción de la altura D2 del tubo de transferencia de calor 31. Se realizó un experimento para medir el coeficiente de transferencia de calor total usando tres muestras mostradas en la figura 11B a 11D. En la primera muestra mostrada en la figura 11B, la distancia de solape D1 entre una parte en depresión 40' y el tubo de transferencia de calor 31 fue igual a la altura D2 del tubo de transferencia de calor 31, y por tanto, la distancia de solape expresada por una proporción de la altura del tubo de transferencia de calor 31 fue de 1,0. En la segunda muestra mostrada en la figura 11C, la distancia de solape D1 entre una parte en depresión 40'' y el tubo de transferencia de calor 31 fue igual a tres cuartos (0,75) de la altura D2 del tubo de transferencia de calor 31. En la tercera muestra mostrada en la figura 11D, la distancia de solape D1 entre una parte en depresión 40''' y el tubo de transferencia de calor 31 fue igual a una mitad (0,5) de la altura D2 del tubo de transferencia de calor 31. En las primera a tercera muestras mostradas en las figuras 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 de lado de la sección en depresión y el tubo de transferencia de calor 31 fue de aproximadamente 1 mm. Las primera a tercera muestras se llenaron con el refrigerante líquido (R-134a) hasta el tope, y el coeficiente de transferencia de calor total se midió bajo niveles de flujo de calor diferentes (30 kw/m^2 , 20 kw/m^2 , y 15 kw/m^2).

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

Con el evaporador 1 según la primera realización, el refrigerante líquido se acumula en la parte en depresión 40 en la región de acumulación A de modo que los tubos de transferencia de calor 31 dispuestos en una región más baja 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 se distribuye uniformemente desde arriba, la formación de parches secos en la región más baja del haz de tubos 30 se puede prevenir fácilmente. Además, con el evaporador 1 según la primera realización, dado que la parte en depresión 40 está dispuesta adyacente a los tubos de transferencia de calor 31 y espaciada de la superficie interior de la carcasa 10, la carga de cantidad de refrigerante puede reducirse enormemente en comparación con un evaporador híbrido convencional que incluye una sección inundada, que forma una piscina de refrigerante en una parte de fondo de una carcasa de evaporador, al tiempo que asegura buen rendimiento de transferencia de calor.

Las disposiciones para el haz de tubos 30 y la parte en depresión 40 no están limitadas a las ilustradas en la figura 7. Será evidente para los expertos en la técnica a partir de esta divulgación que pueden hacerse diversos cambios y modificaciones en el presente documento sin apartarse del alcance de la invención. Varios ejemplos modificados se explicarán con referencia a las figuras 12 a 18.

La figura 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 ejemplo. El evaporador 1A es básicamente el mismo que el evaporador 1 ilustrado en las figuras 2 a 7 salvo porque el más externo de los tubos de transferencia de calor 31 en la región de acumulación A en cada fila está alineado verticalmente con la columna más externa de los tubos de transferencia de calor 31 en la región de película descendente F en cada lado del haz de tubos 30A tal como se muestra en la figura 12. En un caso de este tipo también, dado que extremos más externos de segundas secciones en depresión 42A se extienden hacia fuera, el refrigerante líquido puede ser recibido con seguridad por las segundas secciones en depresión 42A incluso cuando

el flujo de refrigerante líquido sale hacia fuera mientras progresa hacia la región más baja del haz de tubos 30A.

La figura 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 la primera realización. El evaporador 1B es básicamente el mismo que el evaporador 1A mostrado en la figura 12 salvo porque los tubos de transferencia de calor 31 del haz de tubos 30B en la región de película descendente F están dispuestos no en un patrón escalonado, sino en un matriz tal como se muestra en la figura 13.

La figura 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 la primera realización. El evaporador 1C es básicamente el mismo que el evaporador 1B mostrado en la figura 13 salvo porque la parte en depresión 40C incluye una sola segunda sección en depresión 42C que se extiende de forma continua en la dirección transversal. En un caso de este tipo también, el refrigerante líquido acumulado en la segunda sección en depresión 42C se desborda de ambos lados transversales de la segunda sección en depresión 42C hacia una primera sección en depresión 41C.

La figura 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 ejemplo. En el ejemplo que se muestra en la figura 15, la parte en depresión 40D incluye una pluralidad de secciones en depresión individuales 43 que está dispuesta respectivamente debajo de los tubos de transferencia de calor 31 en la región de acumulación A. La figura 16 es una vista en sección transversal esquemática ampliada de los tubos de transferencia de calor 31 y de las secciones en depresión 43 dispuestos en la región Y en la figura 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 fila más superior en la región de acumulación A se desborda hacia las secciones en depresión 43 dispuestas abajo tal como se muestra en la figura 16. Por tanto, todos los tubos de transferencia de calor 31 en la región de acumulación A están al menos parcialmente sumergidos en el refrigerante líquido acumulado en las secciones en depresión 43. Por consiguiente, el refrigerante líquido se evapora a medida que el refrigerante de vapor mientras transfiere calor se coloca 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 figuras 15 y 16. Por ejemplo, una sección transversal de la sección en depresión 43 puede presentar forma de C, forma de V, forma de U o similares. De manera similar al ejemplo discutido anteriormente, la distancia de solape entre la sección en depresión 43 y el tubo de transferencia de calor 31 dispuesto directamente encima de la sección en depresión 43 se establece preferiblemente igual a o mayor que una 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 central longitudinal C.

La figura 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 ejemplo. El evaporador 1E es básicamente el mismo que el evaporador 1D ilustrado en la figura 16 salvo porque el más externo de los tubos de transferencia de calor 31 en la región de acumulación A en cada fila está alineado verticalmente con la columna más externa de los tubos de transferencia de calor 31 en la región de película descendente F en cada lado del haz de tubos 30E tal como se muestra en la figura 17.

La figura 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 la primera realización. El evaporador 1A es básicamente el mismo que el evaporador 1 ilustrado en las figuras 2 a 7 salvo para un patrón de disposición de los tubos de transferencia de calor 31 en la región de película descendente F. Más específicamente, en el ejemplo mostrado en la figura 18, los tubos de transferencia de calor 31 en la región F de película descendente están dispuestos de modo que un punto vertical entre dos de los tubos de transferencia de calor 31 adyacentes en cada columna es más grande en una región superior de la región de película descendente F que en una región más baja de la región de película descendente F. Además, los tubos de transferencia de calor 31 en la región de película descendente F están dispuestos de modo que un punto horizontal entre dos columnas adyacentes de los tubos de transferencia de calor es más grande en una región central transversal de la región de película descendente F que en una región externa de la región de película descendente F.

Una cantidad de flujo de vapor en la carcasa 10 tiende a ser más grande en la región superior de la región de película descendente F que en la región más baja de la región de película descendente F. Asimismo, la cantidad de fluido de vapor en la carcasa 10 tiende a ser más grande en la región central transversal de la región de película descendente F que en la región externa de la región de película descendente F. Por tanto, la velocidad de vapor en la región superior y en la región externa de la región de película descendente F a menudo pasa a ser muy alta. Por consiguiente, el fluido de vapor transversal produce interrupción del fluido vertical del refrigerante líquido entre los tubos de transferencia de calor 31. Además, el refrigerante líquido puede portarse por la alta velocidad de fluido de vapor al compresor 2, y el refrigerante líquido arrastrado puede dañar el compresor 2. Por consiguiente, en el ejemplo mostrado en la figura 18, el punto vertical y el punto horizontal de los tubos de transferencia de calor 31 se

ajustan para ampliar áreas de sección transversal de pasos de vapor formados entre los tubos de transferencia de calor 31 en la región superior y en la región externa de la región de película descendente F. Por consiguiente, la velocidad del fluido de vapor en la región superior y en la región externa de la región de película descendente F puede disminuirse. Por tanto, puede prevenirse la interrupción del flujo vertical del refrigerante líquido y el caso del refrigerante líquido arrastrado mediante el fluido de vapor.

Segundo ejemplo

Ahora, haciendo referencia a la figura 19, un evaporador 101 según un segundo ejemplo se explicará a continuación. En vista de la similitud entre los primer y segundo ejemplos, a las partes del segundo ejemplo que sean idénticas a las partes del primer ejemplo se les darán los mismos números de referencia que a las partes del primer ejemplo. Además, las descripciones de las partes del segundo ejemplo que sean idénticas a las partes del primer ejemplo pueden omitirse por razones de brevedad.

El evaporador 101 según el segundo ejemplo es básicamente el mismo que el evaporador 1 del primer ejemplo salvo porque el evaporador 101 del segundo ejemplo está dotado de un sistema de recirculación de refrigerante. Una parte en depresión 140 del segundo ejemplo es básicamente la misma que la parte en depresión 40 del primer ejemplo. En el primer ejemplo, como se ha descrito 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 de película descendente F o en la región de acumulación A. En un caso de este tipo, hay poco refrigerante líquido que se desborda de 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 desigual (por ejemplo, $\pm 20\%$), hay una posibilidad mayor de que se formen parches secos en el haz de tubos 30. Por tanto, en tal caso, es necesario suministrar más de la cantidad recomendada de refrigerante al sistema con el fin de prevenir la formación de los parches secos. Por tanto, en el segundo ejemplo, el sistema de recirculación de refrigerante se proporciona al evaporador 101 para que haga recircular el refrigerante líquido, que se ha desbordado desde la parte en depresión 140 y acumulado en una parte de fondo de una carcasa 110. La carcasa 110 incluye una tubería de salida de fondo 17 en comunicación en fluido con un conducto 7 que está unido a un dispositivo de bombeo 7a tal como se muestra en la figura 19. El dispositivo de bombeo 7a se acciona selectivamente de modo que el refrigerante líquido acumulado en la parte de fondo de la carcasa 110 es recirculado de vuelta a la parte de distribución 20 del evaporador 110 por medio del conducto 6 y de la tubería de entrada 11 (figura 1). La tubería de entrada de fondo 17 puede estar colocada en cualquier posición longitudinal de la carcasa 110.

Alternativamente, el dispositivo de bombeo 7a puede sustituirse por un dispositivo eyector que funcione según el principio de Bernoulli para sacar el refrigerante líquido acumulado en la parte de fondo de la carcasa 110 usando el refrigerante presurizado del condensador 3. Un dispositivo eyector de este tipo combina las funciones de un dispositivo de expansión y una bomba.

Por consiguiente, con el evaporador 110 según el segundo ejemplo, el refrigerante líquido que no se evaporó puede ser recirculado eficazmente y reutilizado para transferir calor, reduciendo de ese modo la carga de cantidad de refrigerante.

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

Tercer ejemplo

Ahora, haciendo referencia a las figuras 20 a 25, un evaporador 201 según un tercer ejemplo se explicará a continuación. En vista de la similitud entre los primer, segundo y tercer ejemplos, a las partes del tercer ejemplo que sean idénticas a las partes del primer o segundo ejemplo se les darán los mismos números de referencia que a las partes de los ejemplos primero o segundo. Además, las descripciones de las partes del tercer ejemplo que sean idénticas a las partes del primer o segundo ejemplo pueden omitirse por razones de brevedad.

El evaporador 201 del tercer ejemplo es similar al evaporador 101 del segundo ejemplo porque el evaporador 201 está dotado del sistema de recirculación de refrigerante, que hace recircular el refrigerante líquido acumulado en la parte de fondo de una carcasa 210 por medio de la tubería de salida de fondo 17 y del conducto 7. Cuando el compresor 2 (figura 1) del sistema de compresión de vapor utiliza aceite de lubricación, el aceite tiende a migrar desde el compresor 2 en el 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 de refrigeración). Por tanto, cuando se proporciona el sistema de recirculación de refrigerante en el evaporador 201, se hace recircular el aceite dentro del evaporador 201 junto con el refrigerante líquido, que produce alta concentración del aceite en el

refrigerante líquido en el evaporador 201, disminuyendo de ese modo el rendimiento del evaporador 201. Por tanto, el evaporador 201 del tercer ejemplo 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.

5 Más específicamente, el evaporador 201 incluye la parte en depresión 240 que está dispuesta debajo de una parte de la fila más baja de los tubos de transferencia de calor 31 en un haz de tubos 230. La parte en depresión 240 está conectada de manera fluida a un dispositivo de válvula 8a por medio de un conducto de derivación 8. El dispositivo de válvula 8a se acciona selectivamente cuando el aceite acumulado en la parte en depresión 240 alcanza un nivel recomendado para descargar el aceite de la parte en depresión 240 al exterior del evaporador 201.

10 Tal como se menciona anteriormente, cuando el refrigerante que entra en el evaporador 201 contiene el aceite de compresor, se hace recircular el aceite con el refrigerante líquido por el sistema de recirculación de refrigerante. En el tercer ejemplo, la parte en depresión 240 está dispuesta de manera que el refrigerante líquido acumulado en la parte en depresión 240 hierva y/o se evapora mientras que absorbe calor del agua que fluye dentro de los tubos de transferencia de calor 31 sumergidos en el refrigerante líquido acumulado, al tiempo que el aceite permanece en la parte en depresión 240. Por tanto, la concentración del aceite en la parte en depresión 240 aumenta de forma gradual mientras 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 acciona el dispositivo de válvula 8a y el aceite se descarga desde el evaporador 201. De manera similar a la primera realización, la distancia de solape entre la parte en depresión 240 de la tercera realización y el tubo de transferencia de calor 31 dispuesta directamente por encima de la parte en depresión 240 se establece preferiblemente igual a o mayor que una 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 central longitudinal C.

25 En el tercer ejemplo, una región de un haz de tubos 230 donde la parte en depresión 240 está dispuesta constituye la región de acumulación A al tiempo que el resto del haz de tubos 230 constituye la región de película descendente F.

30 Por consiguiente, con el evaporador 201 del tercer ejemplo, el aceite de compresor que se ha hecho migrar desde el compresor 2 al circuito de refrigeración puede acumularse en la parte en depresión 240 y descargarse desde el evaporador 201, mejorando de ese modo la eficiencia de transferencia de calor en el evaporador 201.

35 En el tercer ejemplo, las disposiciones para el haz de tubos 230 y para la parte en depresión 240 no están limitadas a las ilustradas en la figura 20. Será evidente para los expertos en la técnica a partir de esta divulgación que pueden hacerse diversos cambios y modificaciones en el presente documento sin apartarse del alcance de la invención. Varios ejemplos modificados se explicarán con referencia a las figuras 21 a 23.

40 La figura 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 ejemplo. Tal como se muestra en la figura 21, la parte en depresión 240A puede estar colocada en una región central debajo de la fila más baja de los tubos de transferencia de calor 31, en lugar de la región de lado tal como se muestra en la figura 20.

45 La figura 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 ejemplo. Los tubos de transferencia de calor 31 del haz de tubos 230B están dispuestos no en un patrón escalonado, sino en una matriz tal como se muestra en la figura 22.

50 La figura 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 ejemplo. 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 dispuesto en la región central debajo de la fila más baja de los tubos de transferencia de calor 31.

55 Además, los tubos de transferencia de calor 31 del haz de tubos 230 según el tercer ejemplo pueden estar dispuestos en una manera similar a los tubos de transferencia de calor 31 del haz de tubos 30F tal como se muestra en la figura 18. En otras palabras, los tubos de transferencia de calor 31 del haz de tubos 230 del tercer ejemplo pueden estar dispuestos de modo que un punto vertical entre los tubos de transferencia de calor 31 sea más grande en una región superior del haz de tubos 230 que en una región más baja del haz de tubos 230, y un punto horizontal entre los tubos de transferencia de calor 31 sea más grande en una región externa del haz de tubos 230 que en una región central del haz de tubos 230.

65 Cuarto ejemplo

Ahora, haciendo referencia a las figuras 24 y 25, un evaporador 301 según un cuarto ejemplo se explicará a

continuación. En vista de la similitud entre los primer a cuarto ejemplos, a las partes del cuarto ejemplo que sean idénticas a las partes de los primer, segundo o tercer ejemplos se les dará los mismos números de referencia que a las partes de los primer, segundo o tercer ejemplos. Además, las descripciones de las partes del cuarto ejemplo que sean idénticas a las partes de los primer, segundo o tercer ejemplos pueden omitirse por razones de brevedad.

El evaporador 301 del cuarto ejemplo es básicamente el mismo que el evaporador 1 del primer ejemplo salvo que se proporcione una parte de bandeja intermedia 60 en la región de película descendente F entre los tubos de transferencia de calor 31 en el grupo de líneas de suministro y los tubos de transferencia de calor 31 en el grupo de líneas de retorno. La parte de bandeja intermedia 60 incluye una pluralidad de aberturas de descarga 60a a través de la que se descarga el refrigerante líquido hacia abajo.

Tal como se discute anteriormente, el evaporador 301 incorpora un sistema de dos pasos en el que el agua fluye primero dentro de los tubos de transferencia de calor 31 en el grupo de línea de suministro, que está dispuesto en una región más baja del haz de tubos 30, y después se dirige a fluir dentro de los tubos de transferencia de calor 31 en el grupo de línea de retorno, que están dispuestos en una región superior del haz de tubos 30. Por tanto, el agua que fluye dentro de 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 se muestra en la figura 25, la temperatura del agua que fluye dentro de 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 esta región de los tubos de transferencia de calor 31 se seca debido a una distribución desigual del refrigerante desde la parte de distribución 20, el evaporador 301 está forzado a realizar el intercambio de calor usando áreas de superficie limitadas de los tubos de transferencia de calor 31 que no estén secas, y el evaporador 301 se mantiene en equilibrio con la presión en el momento. En un caso de este tipo, con el fin de volver a mojar las partes secas de los tubos de transferencia de calor 31, se requerirá más que la cantidad considerada (por ejemplo, el doble como mucho) de la carga de refrigerante.

Por tanto, en el cuarto ejemplo, la parte de bandeja intermedia 60 está dispuesta en una ubicación encima de los tubos de transferencia de calor 31 que requiere una cantidad mayor de transferencia de calor. El refrigerante líquido que cae desde arriba se recibe una vez por la parte de bandeja intermedia 60, y se redistribuye uniformemente hacia los tubos de transferencia de calor 31, que requiere una cantidad mayor de transferencia de calor. Por consiguiente, se previene fácilmente que estas partes de los tubos de transferencia de calor 31 se sequen, asegurando un buen rendimiento de transferencia de calor.

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

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

Primera realización

Ahora, haciendo referencia a las figuras 26-34, un evaporador 401 según una primera realización se explicará a continuación. En vista de la similitud con los primer a cuarto ejemplos, a las partes de la primera realización que sean idénticas a las partes de los ejemplos descritos anteriormente se les darán los mismos números de referencia que a los ejemplos descritos anteriormente. Además, las descripciones de las partes de la primera realización que sean idénticas a las partes de los ejemplos descritos anteriormente pueden omitirse por razones de brevedad. Además, será evidente para los expertos en la técnica a partir de esta divulgación que las descripciones e ilustraciones de los ejemplos descritos anteriormente también se aplican a esta primera realización, salvo como se explica y se ilustra en el presente documento.

El evaporador 401 según esta primera realización básicamente incluye la carcasa 10, una parte modificada de distribución 420, un haz de tubos modificado 430 (unidad de transferencia de calor), una parte en depresión modificada 440 y la parte de guía 70. El evaporador 1 preferiblemente incluye además una estructura deflectora modificada 450 tal como se muestra mejor en la figura 31.

En referencia a las figuras 26-31, la parte de distribución modificada 420 está configurada y dispuesta para servir como un separador gas-líquido y un distribuidor de refrigerante como las realizaciones precedentes. La parte de distribución 420 incluye una parte de tubería de entrada modificada 421, una primera parte de bandeja modificada 422 y una pluralidad de segundas partes de bandeja 23. La parte de tubería de entrada 421 es idéntica funcionalmente a la parte de tubería de entrada 21 y se extiende generalmente en paralelo al eje central longitudinal

C de la carcasa 10. Sin embargo, la parte de tubería de entrada 421 en esta realización tiene una configuración transversal rectangular. De manera similar, la primera parte de bandeja 422 es idéntica funcionalmente a la primera parte de bandeja 22. Sin embargo la primera parte de bandeja 422 tiene una estructura que encaja con la parte de tubería de entrada 421 para formar parte de la forma transversal rectangular de la parte de tubería de entrada 421.

5 La parte de tubería de entrada 421 está conectada de manera fluida a la tubería de entrada de refrigerante 11 de la carcasa 10 de modo que el refrigerante bifásico es introducido en la parte de tubería de entrada 421 por medio de la tubería de entrada de refrigerante 11. La parte de tubería de entrada 421 preferiblemente incluye un primer elemento con forma de U invertida 421a (suministro) y un segundo elemento con forma de U invertida 421b (distribución) que
10 están sujetos a la primera parte de bandeja 422. El primer elemento con forma de U invertida 421a (suministro) está formado por un material de placa/lámina de metal rígido, que evita que pase refrigerante líquido y gaseoso a su través. Por otro lado, el segundo elemento con forma de U invertida 421b (distribución) está formado preferiblemente de un material (pantalla) de rejilla de metal rígido, que permite que el líquido y el gas refrigerante pasen a su través. Los primer y segundo elementos con forma de U invertida 421a y 421b son elementos independientes (aunque se
15 ilustran juntos en las figuras 26-27), que están sujetos al centro longitudinal de la primera parte de bandeja 422.

En referencia a las figuras 27-30, la primera parte de bandeja 422 incluye un par de salientes que se extienden longitudinalmente 422a que se extienden hacia arriba desde una superficie inferior del mismo para formar un canal longitudinal central 422b a lo largo de una dirección en paralelo al eje longitudinal central C. Los salientes 422a
20 pueden estar formados íntegramente con la primera parte de bandeja 422, pueden ser salientes independientes que están fijados a la primera parte de bandeja 422 (por ejemplo, mediante soldadura), o pueden ser partes de un canal con forma de U que está sujeto a la superficie inferior de la primera parte de bandeja 422. En cualquier caso, el canal longitudinal central 422b está preferiblemente libre de aberturas. En la realización ilustrada, dado que el segundo elemento con forma de U invertida 421b (distribución) está formado preferiblemente de una rejilla de metal
25 rígida, los salientes 422a preferiblemente se extienden a una altura predeterminada de modo que el refrigerante líquido dispuesto en el canal 422b fluirá sobre los salientes 422a hasta exceder la altura predeterminada.

Alternativamente, el segundo elemento con forma de U invertida 421b (distribución) puede estar formado de metal de placa/lámina sólida, pero con agujeros formados en el mismo para permitir que pase refrigerante líquido y/o
30 gaseoso a su través. En un caso de este tipo, los agujeros deberían estar dispuestos a la altura predeterminada. Además, en tal caso, no es necesario que la altura de los salientes 422a determine cuándo fluye refrigerante líquido del segundo elemento con forma de U invertida 421b (distribución), y por tanto, es posible hacer más cortos los salientes 422a, si se desea (es decir, dado que la altura de los agujeros en el segundo elemento con forma de U invertida 421b (distribución) determinará a qué altura fluirá refrigerante líquido a través de los agujeros).

35 Además de la presencia de los salientes 422a y del canal 422b, la primera parte de bandeja 422 es idéntica a la primera parte de bandeja 22. Por tanto, no hay agujeros formados dentro del canal 422b. Los primer y segundo elementos con forma de U invertida 421a y 421b están preferiblemente dimensionados/medidos para tener extremos libres del mismo recibidos en el canal longitudinal para formar una estructura de tubo transversal rectangular junto
40 con los salientes 422a y la superficie inferior de la primera parte de bandeja 422. Los primer y segundo elementos con forma de U invertida 421a y 421b están sujetos a los salientes o al fondo de la primera bandeja 22 mediante soldadura, mediante sujeciones tales como tuercas/tornillos o cualquier otra técnica de sujeción adecuada. En la realización ilustrada, se usa soldadura para sujetar los primer y segundo elementos con forma de U invertida 421a y 421b a la primera parte de bandeja 422.

45 Haciendo aún referencia a las figuras 27-30, un tercer elemento con forma de U invertida 424 (distribución) más grande adicional se sujeta sobre el segundo elemento con forma de U invertida 421b (distribución) en una relación espaciada. Específicamente, una pluralidad de tornillos 425 se extiende hacia arriba a través del segundo elemento con forma de U invertida 421b (distribución) y están sujetos al mismo usando tuercas. Las tuercas actúan como
50 espaciadores para montar el tercer elemento con forma de U invertida 424 (distribución) encima del miembro 421b. El tercer elemento con forma de U invertida 424 (distribución) es lateralmente más ancho que el segundo elemento con forma de U invertida 421b (distribución) y tiene una altura aproximadamente igual o un poco más pequeña. Sin embargo, las tuercas que actúan como espaciadores son relativamente delgadas de modo que los extremos libres del tercer elemento con forma de U invertida 424 (distribución) sobresale hacia abajo por debajo de los bordes superiores de los salientes 422a y están dispuestos encima del fondo de la primera bandeja 422, como mejor se
55 observa en la figura 30. Los extremos libres de los tornillos 425 también se extienden a través del tercer elemento con forma de U invertida 424 (distribución), y se usan tuercas adicionales para fijar el tercer elemento con forma de U invertida 424 (distribución) al segundo elemento con forma de U invertida 421b (distribución). Estas tuercas adicionales también actúan como espaciadores para dar espacio a la estructura deflectora 450 hacia arriba desde el tercer elemento con forma de U invertida 424 (distribución).

60 El tercer elemento con forma de U invertida 424 (distribución) impide que el fluido de vapor de refrigerante a su través. Cuando el refrigerante bifásico se descarga desde el primer elemento con forma de U invertida 421a de la parte de tubería de entrada 421, la primera parte de bandeja 422 recibe el componente líquido del refrigerante bifásico. Por otro lado, el componente de vapor del refrigerante bifásico fluye hacia arriba y incide la estructura deflectora 450 de modo que gotitas de líquido arrastradas en el vapor son capturadas por la estructura deflectora

450 y el flujo de refrigerante gaseoso desde la estructura deflectora 450 directamente a la tubería de salida 12 se reduce.

En referencia a las figuras 26-31, la estructura deflectora 450 básicamente incluye un elemento de cubierta 452, un primer elemento deflector 454, un segundo elemento deflector 456 y un tercer elemento deflector 458 que están fijados entre sí mediante soldadura o cualquier técnica de sujeción adecuada. El elemento de cubierta 452 es la parte más superior del deflector. El tercer elemento deflector 458 está inmediatamente debajo del elemento de cubierta 452. El segundo elemento deflector 456 está inmediatamente debajo del tercer elemento deflector 458. El primer elemento deflector 454 está inmediatamente debajo del segundo elemento deflector 456. Cada uno del primer, segundo y tercer elemento deflector 454, 456 y 458 está formado como elemento con forma de U invertida a partir de un material de placa/lámina de metal. Las patas del primer, segundo y tercer elemento deflector 454, 456 y 458 tienen cortes formados de manera linealmente espaciados y alternada como mejor se observa en la figura 31. Específicamente, el tercer elemento deflector 458 incluye una pluralidad de secciones de pestaña con forma de placa espaciadas longitudinalmente 458a que están longitudinalmente alineadas con secciones de pestaña con forma de placa espaciadas longitudinalmente 454a del primer elemento deflector 454. El segundo elemento deflector 456 incluye una pluralidad de pestañas con forma de placa espaciadas longitudinalmente 456b dispuesta longitudinalmente en los huecos entre las pestañas 454a y 458a. Esta disposición de las pestañas 454a, 456b y 458a forma una ruta serpenteante (en los huecos) para el fluido de refrigerante gaseoso, para incidir el fluido de refrigerante gaseoso, pero para permitir que el refrigerante gaseoso fluya a cierto grado a través del elemento deflector 454, 456 y 458.

Como mejor se observa en las figuras 30-31, el elemento de cubierta 452 incluye una parte central 480 y un par de partes de lado laterales 482. Las partes de lado laterales 482 son idénticas entre sí, salvo porque son imágenes especulares la una de la otra. El primer, segundo y tercer elemento deflector 454, 456 y 458 está sujeto a la parte central 480 de modo que las pestañas 454a, 456b y 458a sobresalen hacia abajo desde la parte central 480 en la posición montada mostrada en la figura 30. La parte central 480 y el primer, segundo y tercer elemento deflector 454, 456 y 458 tienen aberturas formadas en los mismos para recibir los tornillos 425. Las tuercas usadas para asegurar el tercer elemento con forma de U invertida 424 (distribución) dan espacio a la estructura deflectora 450 hacia arriba conectando el primer elemento deflector 454. Después, las tuercas se sujetan a los extremos libres de los tornillos 425 para asegurar la estructura deflectora 450 de modo que la parte central 480 se posiciona por encima de la parte de distribución 420. La parte de distribución 420 también puede denominarse conjunto de distribución de refrigerante. La parte central 480 forma una parte de sujeción del elemento de cubierta 452 sujeto a un extremo superior del conjunto de distribución de refrigerante.

La parte central 480 es una parte con forma plana. Las partes de lado laterales 482 se extienden lateralmente desde extremos laterales de la parte central. Más específicamente, las partes de lado laterales 482 se extienden lateralmente hacia afuera y hacia abajo desde una posición por encima del conjunto de distribución de refrigerante 420, tal como se observa a lo largo del eje central longitudinal C. Cada parte de lado lateral 482 incluye una sección inclinada 482a, una sección vertical 482b y una sección saliente 482c. Cada parte de lado lateral 482 tiene un extremo libre formado en un extremo de fondo de la sección vertical 482b que está dispuesto más desde un plano vertical V que pasa a través del eje central longitudinal C que el conjunto de distribución de refrigerante 420, tal como se observa a lo largo del eje central longitudinal C, y más bajo que un borde superior del extremo lateral más externo del conjunto de distribución de refrigerante 420 (un borde superior de los extremos laterales de las segundas bandejas 23), tal como se observa a lo largo del eje central longitudinal C, como se observa en la figura 30.

El conjunto de distribución de refrigerante 420 tiene un par de extremos laterales más externos, formado en los extremos laterales de las segundas partes de bandeja 23. El borde superior de las partes de bandeja 23 desde bordes superiores de los extremos más externos lateralmente del conjunto de distribución de refrigerante 420. En la realización ilustrada, el par de partes de lado laterales 482 se extiende lateralmente hacia afuera y hacia abajo desde posiciones por encima del conjunto de distribución de refrigerante 420 por lo que sus extremos libres están dispuestos para entrar en contacto con las placas verticales 32 (es decir, a una posición vertical que se corresponde con el fondo de las segundas bandejas 23). Sin embargo, será evidente para los expertos en la técnica a partir de esta divulgación que los extremos libres de las partes de lado laterales 482 pueden estar espaciadas hacia arriba desde las placas verticales 32. En la realización ilustrada, las secciones de salientes 482c se extienden perpendicularmente en relación con las secciones inclinadas 482a hacia el conjunto de distribución de refrigerante 420, y están aproximadamente igual de espaciadas desde la parte central 480 y las secciones verticales 482b.

Las gotitas de líquido capturadas por la estructura deflectora 450 son guiadas hacia las primera y/o segunda partes de bandeja 22 y 23. El componente de vapor fluye lateralmente a través del primer, segundo y tercer elemento deflector 454, 456 y 458, hacia abajo a lo largo de las partes de lado laterales 482 y después cambia su dirección hacia arriba hacia la tubería de salida 12 en los extremos libres de la partes de lado laterales 482. El refrigerante de vapor se descarga hacia el compresor 2 por medio de la tubería de salida 12. Debido a la estructura de la estructura deflectora 450 (es decir, el elemento de cubierta 452), la velocidad del refrigerante de vapor alrededor del extremo libre de la partes de lado laterales 482 es de aproximadamente 0,7 m/s en comparación con aproximadamente 1,0 m/s con el elemento deflector 50 de las realizaciones precedentes. Las gotas de líquido en este intervalo de velocidad de 0,7 m/s no están acompañadas de gas, y por tanto, casi todas caen hacia abajo. Por tanto, casi nada

de refrigerante líquido se introducirá en la tubería de refrigerante de gas. El elemento deflector 450 (por ejemplo, el elemento de cubierta 452 puede mejorar el rendimiento a pesar de la estructura de la unidad de transferencia de calor (haz de tubos 430). Por tanto, las unidades de transferencia de calor ilustradas (haces de tubos) ilustradas en el presente documento son ejemplos meramente preferibles.

El haz de tubos 430 está dispuesto debajo de la parte de distribución 420 de modo que el refrigerante líquido descargado desde la parte de distribución 420 se suministra sobre el haz de tubos 430. El haz de tubos 430 junto con la parte en depresión 440 modificada forman parte de una unidad de transferencia de calor dispuesta dentro de la carcasa 10 debajo del conjunto de distribución de refrigerante 420 de modo que el refrigerante descargado desde el conjunto de distribución de refrigerante 420 se suministra a la unidad de transferencia de calor. Por tanto, la unidad de transferencia de calor incluye una pluralidad de tubos de transferencia de calor 31 que se extienden generalmente en paralelo al eje central longitudinal C de la carcasa 10. El haz de tubos 430 es idéntico al haz de tubos 30, salvo por lo explicado e ilustrado en el presente documento. Principalmente, la parte en depresión 440 modificada requiere una configuración ligeramente diferente de los tubos de transferencia de calor 31 más externos en la región de acumulación A.

En referencia a las figuras 26-29 y 32-34, la parte en depresión 440 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 de acumulación A están al menos parcialmente sumergidos en el refrigerante líquido que se acumula en la parte en depresión 440. Sin embargo, la parte en depresión 440 incluye primeras secciones en depresión modificadas 441 y segundas secciones en depresión 442 modificadas. Las primeras secciones en depresión 441 y las segundas secciones en depresión 442 se extienden generalmente en paralelo al eje central longitudinal C de la carcasa 10 sobre una longitud longitudinal que es sustancialmente igual que una longitud longitudinal de los tubos de transferencia de calor 31.

Las primeras secciones en depresión 441 son más anchas y menores en número que las segundas secciones en depresión 442. Las primeras secciones en depresión 441 son más estrechas y mayores en número que las primeras secciones en depresión 41. De manera similar, las segundas secciones en depresión 442 son más estrechas y mayores en número que las segundas secciones en depresión 42. En otras palabras, las configuraciones de número/tamaño de las secciones en depresión 441 y 442 son diferentes a las realizaciones precedentes (por ejemplo, para alojar diferentes números de los tubos de transferencia de calor 31 como mejor se ilustra en la figura 29. Además, las secciones en depresión 441 y 442 tienen extremos de formas diferentes que las secciones en depresión 41 y 42. Específicamente, cada una de las secciones en depresión 441 incluye una parte de pared de fondo 441a y un par de partes de pared laterales 441b. De manera similar, cada una de las secciones en depresión 442 incluye una parte de pared de fondo 442a y un par de partes de pared laterales 442b. Las partes de pared laterales 441b y 442b tienen diferentes alturas dependiendo de su ubicación. Las partes de pared laterales 441b y 442b de las respectivas secciones en depresión son imágenes especulares las unas de las otras, salvo por sus alturas en determinadas ubicaciones. Además de diferentes alturas (en algunos casos) y de ser imágenes especulares las unas de las otras, las partes de pared laterales 441b y 442b son idénticas entre sí, y por tanto se les darán los mismos números de referencia por motivos de conveniencia.

Los tubos de transferencia de calor 31 en la región de acumulación A están dispuestos en al menos dos filas horizontales cuando se observa a lo largo del eje central longitudinal C de la carcasa 10. La parte en depresión 440 incluye una pluralidad de secciones en depresión 441 y 442 dispuestas debajo de las filas horizontales en un número de hileras (por ejemplo, dos en esta realización) que corresponden a un número de las filas horizontales de los tubos de transferencia de calor 31 en la región de acumulación A tal como se observa a lo largo del eje central longitudinal C. Dos de las partes laterales 441b en la primera hilera (más baja) forman extremos laterales más externos de la primera (más baja) hilera y un número restante de las partes de pared laterales 441b forman partes de pared laterales internas de la primera (más baja) hilera. Cualquiera de las partes de pared laterales internas 441b de la primera (más baja) hilera tienen alturas verticales más pequeñas que las dos de las partes de pared laterales 441b que forman los extremos laterales más externos de la primera (más baja) hilera. De manera similar, dos de las partes laterales 442b en la segunda (más alta) hilera forman extremos laterales más externos de la segunda (más alta) hilera y un número restante de las partes de pared laterales 442b forman partes de pared laterales internas de la segunda (más alta) hilera. Cualquiera de las partes de pared laterales internas 442b de la segunda (más alta) hilera tiene alturas verticales más pequeñas que las dos de las partes de pared laterales 442b que forman los extremos laterales más externos de la segunda (más alta) hilera. Esta disposición puede entenderse mejor a partir de las figuras 29 y 32-34.

Por tanto, dos de las partes de pared laterales 441b/442b de las secciones en depresión 441/442 en cada hilera forman extremos laterales más externos de la hilera y un número restante de las partes de pared laterales 441b/442b forman partes de pared laterales internas de la hilera, y cualquiera de las partes de pared laterales internas 441b/442b de cada hilera tienen alturas verticales más pequeñas que las dos de las partes de pared laterales 441b/442b que forman los extremos laterales más externos de la hilera. Las partes de pared laterales internas 441b/442b de cada hilera se extienden verticalmente hacia arriba desde las partes de pared de fondo 441a/442b hasta posiciones que solapan con al menos el 50 % de los tubos de transferencia de calor 31 en la fila horizontal encima de la hilera. En la realización ilustrada, el 50 % de los tubos de transferencia de calor 31 en la

hilera está solapado por las partes de pared laterales internas 441b/442b. Las partes de pared de lado externo 441b/442b solapan verticalmente aproximadamente el 100 % de los tubos de transferencia de calor en la hilera.

5 Al igual que la primera realización, uno más externo de los tubos de transferencia de calor 31 en la región de
 10 acumulación A está posicionado hacia afuera de una más externa de las columnas de los tubos de transferencia de
 calor 31 en la región de película descendente F con respecto a una dirección transversal cuando se observa a lo
 largo del eje central longitudinal C de la carcasa 10. En la realización ilustrada, los tubos de transferencia de calor 31
 en la región de acumulación A están dispuestos en dos filas horizontales cuando se observa a lo largo del eje central
 longitudinal C de la carcasa 10, y la parte en depresión 441 se extiende de manera continua lateralmente bajo los
 tubos de transferencia de calor 31 dispuestos en la región de acumulación A. En esta realización, D1 representa una
 distancia de solape (altura) de las partes de pared laterales internas 441b/442b, al tiempo que D2 representa una
 distancia de solape (altura) de las partes de pared de lado 441b/442b más externas. Preferiblemente, $D1/D2 \geq 0,5$ tal
 como se menciona anteriormente (por ejemplo 0,5 en la realización ilustrada).

15 En esta realización, la parte en depresión 440 está conectada de manera fluida a un par de dispositivos de válvula
 8a por medio de un par de conductos de derivación 8 (por ejemplo, al igual que la tercera realización). Los
 dispositivos de válvula 8a se accionan selectivamente cuando el aceite acumulado en la parte en depresión 440
 alcanza un nivel recomendado para descargar el aceite de la parte en depresión 440 hacia fuera del evaporador
 401. Sin embargo, será evidente para los expertos en la técnica a partir de esta divulgación que los dispositivos de
 20 válvula 8a y los conductos de derivación 8 pueden eliminarse. Además, será evidente para los expertos en la técnica
 a partir de esta divulgación que un sólo dispositivo de válvula 8a puede estar unido al par de conductos de
 derivación 8.

Modificación de la primera realización

25 Ahora, haciendo referencia a las figuras 35-38, se ilustra un evaporador 401' según una modificación de la primera
 realización. El evaporador 401' es idéntico al evaporador 401, salvo porque el evaporador incluye una parte en
 depresión modificada 440'. En vista de la similitud entre esta modificación de la primera realización y la primera
 realización, a las partes de esta modificación de la primera realización que sean idénticas a las partes de otras
 30 realizaciones o ejemplos se les darán los mismos números de referencia que a las partes de las otras realizaciones
 o ejemplos. Además, las descripciones de las partes de esta modificación de la primera realización que sean
 idénticas a las partes de las otras realizaciones o ejemplos pueden omitirse por razones de brevedad. Además, será
 evidente para los expertos en la técnica a partir de esta divulgación que las descripciones e ilustraciones de la
 primera realización precedente también se aplican a esta modificación de la primera realización, salvo como se
 35 explica y se ilustra en el presente documento.

La parte en depresión modificada 440' es idéntica a la parte en depresión 440, salvo porque la parte en depresión
 modificada 440' incluye secciones en depresión modificadas 441' y 442'. Las secciones en depresión modificadas
 441' y 442' son idénticas a las secciones en depresión 441 y 442, salvo porque la dimensión D1 se establece para
 40 solapar el 75 % de los tubos de transferencia de calor dispuestos en la hilera en extremos internos de las secciones
 en depresión 441' y 442'. Por tanto, cada una de las secciones en depresión 441' incluye una parte de pared de
 fondo 441a' y un par de partes de pared laterales 441b'. De manera similar, cada una de las secciones en depresión
 442' incluye una parte pared de fondo 442a' y un par de partes de pared laterales 442b'. Las partes de pared
 laterales 441b' y 442b' tienen diferentes alturas dependiendo de su ubicación. Las partes de pared laterales 441b' y
 45 442b' de las respectivas secciones en depresión son imágenes especulares las unas de las otras, salvo por sus
 alturas en determinadas ubicaciones. Además de diferentes alturas (en algunos casos) y de ser imágenes
 especulares las unas de las otras, las partes de pared laterales 441b' y 442b' son idénticas entre sí, y por tanto, se
 les darán los mismos números de referencia por motivos de conveniencia.

50 Segunda realización

Ahora, haciendo referencia a la figura 39, un evaporador 501 según una segunda realización se explicará a
 continuación. Esta segunda realización es idéntica a la primera realización, salvo porque esta segunda realización
 incluye una parte en depresión modificada 540. Por tanto, las descripciones e ilustraciones de la primera realización
 55 también se aplican a esta segunda realización, salvo como se discute y se ilustra en el presente documento. En vista
 de la similitud entre la segunda realización y las realizaciones y ejemplos precedentes, a las partes de la segunda
 realización que sean idénticas a las partes de otras realizaciones se les darán los mismos números de referencia
 que a las partes de las otras realizaciones o ejemplos. Además, las descripciones de las partes de la segunda
 realización que sean idénticas a las partes de las otras realizaciones o ejemplos pueden omitirse por razones de
 brevedad. Como se acaba de mencionar, el evaporador 501 según esta segunda realización es idéntica al
 60 evaporador 401 de la primera realización, salvo porque el evaporador 501 incluye una parte en depresión modificada
 540. Específicamente, la parte en depresión modificada 540 incluye las secciones en depresión 442, pero las
 secciones en depresión 441 de la primera realización están omitidas. Los tubos de transferencia de calor 31 en las
 secciones en depresión 441 también han sido eliminados para formar un haz de tubos modificado 530. Aparte de
 65 esto, el haz de tubos 530 (unidad de transferencia de calor) es idéntico al haz de tubos 430.

Puesto que las primeras secciones en depresión 441 están eliminadas en esta realización, la parte en depresión 540 está conectada de manera fluida a tres dispositivos de válvula 8a por medio de tres conductos de derivación 8. Los dispositivos de válvula 8a se accionan selectivamente cuando el aceite acumulado en la parte en depresión 540 alcanza un nivel recomendado para descargar el aceite desde la parte en depresión 540 hacia fuera del evaporador 501. Sin embargo, será evidente para los expertos en la técnica a partir de esta divulgación que los dispositivos de válvula 8a y los conductos de derivación 8 pueden eliminarse. Además, será evidente para los expertos en la técnica a partir de esta divulgación que un sólo dispositivo de válvula 8a puede estar unido a los tres conductos de derivación 8.

Además de las diferencias mencionadas anteriormente, esta segunda realización es idéntica a la primera realización. Por tanto, en esta segunda realización, los tubos de transferencia de calor 31 en la región de acumulación A están dispuestos en una (sola) fila horizontal cuando se observa a lo largo del eje central longitudinal C de la carcasa 10, y la parte en depresión 540 incluye una pluralidad de secciones de depresión 442 ordenadas lateralmente dispuestas debajo de la fila horizontal de los tubos de transferencia de calor 31 en la región de acumulación A tal como se observa a lo largo del eje central longitudinal C. Además, al igual que la primera realización, cada sección en depresión 442 incluye una parte de pared de fondo 442a y un par de partes de pared laterales 442b, con dos de las partes de pared laterales 442b que forman los extremos laterales más externos de la parte en depresión 540 y un número restante de las partes de pared laterales 442b que forman partes de pared laterales internas. Al igual que la primera realización, las partes de pared laterales internas 442b tienen alturas verticales más pequeñas que las dos de las partes de pared laterales 442b que forman los extremos laterales más externos de la parte en depresión 540. Además, al igual que la primera realización, las partes de pared laterales internas 442b se extienden verticalmente hacia arriba desde las partes de pared de fondo hasta posiciones que solapan con al menos el 50 % de los tubos de transferencia de calor 31 en la fila horizontal. Además, al igual que la primera realización, uno más externo de los tubos de transferencia de calor 31 en la región de acumulación A está posicionado hacia afuera de una de las columnas de los tubos de transferencia de calor 31 más externas en la región de película descendente F con respecto a una dirección transversal cuando se observa a lo largo del eje central longitudinal C de la carcasa 10.

Modificación de la segunda realización

Ahora, haciendo referencia a la figura 40, se ilustra un evaporador 501' según una modificación de la segunda realización. El evaporador 501' es idéntico al evaporador 501, salvo porque el evaporador incluye una parte en depresión modificada 540'. En vista de la similitud entre esta modificación de la segunda realización y la segunda realización, a las partes de esta modificación de la segunda realización que sean idénticas a las partes de otras realizaciones o ejemplos se les darán los mismos números de referencia que a las partes de las otras realizaciones. Además, las descripciones de las partes de esta modificación de la segunda realización que sean idénticas a las partes de las otras realizaciones pueden omitirse por razones de brevedad. Además, será evidente para los expertos en la técnica a partir de esta divulgación que las descripciones e ilustraciones de la segunda realización precedente también se aplican a esta modificación de la segunda realización, salvo como se explica y se ilustra en el presente documento.

La parte en depresión modificada 540' es idéntica a la parte en depresión 540, salvo porque la parte en depresión modificada 540' incluye secciones en depresión modificadas 442' idénticas a las secciones en depresión modificadas 442' de la modificación de la primera realización. Por tanto, las secciones en depresión modificadas 442' son idénticas a las secciones en depresión 442, salvo porque la dimensión D1 se establece para solapar el 75 % de los tubos de transferencia de calor dispuestos en la hilera.

Tercera realización

Ahora, haciendo referencia a la figura 41, un evaporador 601 según una tercera realización se explicará a continuación. Esta tercera realización es idéntica a la primera realización, salvo porque esta tercera realización incluye una parte en depresión modificada 640. Por tanto, las descripciones e ilustraciones de la primera realización también se aplican a esta tercera realización, salvo como se discute y se ilustra en el presente documento. En vista de la similitud entre la tercera realización y las realizaciones y ejemplos precedentes, a las partes de la sexta realización que sean idénticas a las partes de otras realizaciones se les darán los mismos números de referencia que a las partes de las otras realizaciones o ejemplos. Además, las descripciones de las partes de la tercera realización que sean idénticas a las partes de las otras realizaciones o ejemplos pueden omitirse por razones de brevedad. Como se acaba de mencionar, el evaporador 601 según esta sexta realización es idéntica al evaporador 401 de la primera realización, salvo porque el evaporador 601 incluye una parte en depresión modificada 640. Específicamente, la parte en depresión 640 modificada incluye una sola sección en depresión 642 en lugar de las secciones en depresión 441 y 442 de la primera realización. Debido a la configuración de la sección en depresión 642, se forma un haz de tubos modificado 630. Aparte de esto, el haz de tubos 630 (unidad de transferencia de calor) es idéntico al haz de tubos 430.

La sección en depresión 642 es más profunda que las secciones en depresión 441 y 442 (aproximadamente el doble de profunda) de modo que pueden disponerse en la misma dos hileras de los tubos de refrigerante 31.

Preferiblemente, la parte en depresión 642 incluye una pared de fondo 642a y un par de paredes de lado 642b. Las paredes de lado 642b preferiblemente solapan el 100 % de las dos hileras de tubos de transferencia de calor 31 dispuestas en las mismas. La sección en depresión 642 está conectada de manera fluida a un dispositivo de válvula 8a por medio de un conducto de derivación 8. El dispositivo de válvula 8a se acciona selectivamente cuando el aceite acumulado en la parte en depresión 640 alcanza un nivel recomendado para descargar el aceite desde la parte en depresión 640 hacia fuera del evaporador 601. Sin embargo, será evidente para los expertos en la técnica a partir de esta divulgación que el dispositivo de válvula 8a y el conducto de derivación 8 pueden eliminarse. Además de las diferencias mencionadas anteriormente, esta tercera realización es idéntica a la primera realización.

10 Cuarta realización

Ahora, haciendo referencia a la figura 42, un evaporador 701 según una cuarta realización se explicará a continuación. Esta cuarta realización es idéntica a la primera realización, salvo porque esta cuarta realización incluye una parte en depresión modificada 740. Por tanto, las descripciones e ilustraciones de la primera realización también se aplican a esta cuarta realización, salvo como se discute y se ilustra en el presente documento. En vista de la similitud entre la cuarta realización y las realizaciones y ejemplos precedentes, a las partes de la cuarta realización que sean idénticas a las partes de otras realizaciones se les darán los mismos números de referencia que a las partes de las otras realizaciones o ejemplos. Además, las descripciones de las partes de la cuarta realización que sean idénticas a las partes de las otras realizaciones o ejemplos pueden omitirse por razones de brevedad. Como se acaba de mencionar, el evaporador 701 según esta cuarta realización es idéntico al evaporador 401 de la primera realización, salvo porque el evaporador 701 incluye una parte en depresión modificada 740. Específicamente, la parte en depresión modificada 740 incluye las secciones en depresión 442 y las secciones en depresión 441 (de la primera realización), pero también incluye una sola sección en depresión 744 adicional dispuesta debajo de las secciones en depresión 441. La sección en depresión 744 incluye una pared de fondo 744a y un par de paredes de lado 744b. Las paredes de lado 744b tienen alturas que corresponden con las paredes de lado internas 441b y 442b. Por tanto, las paredes de lado 744b tienen alturas para solapar al menos el 50 % de los tubos de transferencia de calor 31 dispuestos en la sección en depresión 744. En la realización ilustrada, las alturas solapan el 50 % de los tubos de transferencia de calor 31 dispuestos en la sección en depresión 744 adicional. Se proporcionan tubos de transferencia de calor 31 adicionales en la sección en depresión 744 para formar un haz de tubos 730 modificado. Aparte de esto, el haz de tubos 730 (unidad de transferencia de calor) es idéntico al haz de tubos 430.

Puesto que la sección en depresión 744 se añade, los dispositivos de válvula 8a y los conductos de derivación 8 de la primera realización se recolocan con un sólo dispositivo de válvula 8a y un solo conducto de derivación conectado a la sección en depresión 744 adicional. El dispositivo de válvula 8a se acciona selectivamente cuando el aceite acumulado en la parte en depresión 740 (sección en depresión 744) alcanza un nivel recomendado para descargar el aceite desde la parte en depresión 740 hacia fuera del evaporador 701. Sin embargo, será evidente para los expertos en la técnica a partir de esta divulgación que el dispositivo de válvula 8a y el conducto de derivación 8 pueden eliminarse. Además de las diferencias mencionadas anteriormente, esta cuarta realización es idéntica a la primera realización.

40

Modificación de la cuarta realización

Ahora, haciendo referencia a la figura 43, se ilustra un evaporador 701' según una modificación de la cuarta realización. El evaporador 701' es idéntico al evaporador 701, salvo porque el evaporador incluye una parte en depresión modificada 740'. En vista de la similitud entre esta modificación de la cuarta realización y la cuarta realización, a las partes de esta modificación de la cuarta realización que sean idénticas a las partes de otras realizaciones y ejemplos se les darán los mismos números de referencia que a las partes de las otras realizaciones y ejemplos. Además, las descripciones de las partes de esta modificación de la cuarta realización que sean idénticas a las partes de las otras realizaciones o ejemplos pueden omitirse por razones de brevedad. Además, será evidente para los expertos en la técnica a partir de esta divulgación que las descripciones e ilustraciones de la cuarta realización precedente también se aplican a esta modificación de la cuarta realización, salvo como se explica y se ilustra en el presente documento.

50

La parte en depresión modificada 740' es idéntica a la parte en depresión 740, salvo porque la parte en depresión modificada 740' incluye secciones en depresión modificadas 442', 441' (desde la modificación de la quinta realización) y una sección en depresión modificada 744' adicional. La sección en depresión modificada 744' se establece para solapar el 75 % de los tubos de transferencia de calor 31 dispuestos en la hilera, pero, aparte de esto, idéntica a la sección en depresión 744 adicional de la octava realización.

55

60 Interpretación general de los términos

Para entender el alcance de la presente invención, el término "que comprende" y sus derivados, tal como se usan en el presente documento, pretenden ser términos de significado abierto que especifican la presencia de las características, elementos, componentes, grupos, números enteros y/o etapas declarados, pero no excluye la presencia de otras características, elementos, componentes, grupos, números enteros y/o etapas no declarados. Lo anterior se aplica también a palabras que tienen significados similares como los términos "que incluye", "que tiene" y

65

5 sus derivados. Además, los términos “parte”, “sección”, “miembro” o “elemento” cuando se usan en singular pueden tener el significado doble de una única parte o una pluralidad de partes. Tal como se usa en el presente documento para describir las realizaciones anteriores, los siguientes términos direccionales “superior”, “inferior”, “encima”, “hacia abajo”, “vertical”, “horizontal”, “debajo” y “transversal” así como cualquier otro término direccional similar se refieren a las direcciones de un evaporador cuando un eje central longitudinal del mismo está orientado de manera sustancialmente horizontal tal como se muestra en las figuras 6 y 7. Por consiguiente, estos términos, tal como se utilizan para describir la presente invención, deben interpretarse en relación con un evaporador tal como se usa en la posición de funcionamiento normal. Por último, términos de grado tales como “sustancialmente” y “aproximadamente” tal como se usan en el presente documento significan una cantidad razonable de desviación del término modificado de manera que el resultado final no se cambia de manera significativa.

10 Aunque sólo se han elegido las realizaciones seleccionadas para ilustrar la presente invención, será evidente para los expertos en la técnica a partir de esta divulgación que pueden hacerse diversos cambios y modificaciones en el presente documento sin apartarse del alcance de la invención tal como se defina en las reivindicaciones adjuntas. Por ejemplo, el tamaño, la forma, la ubicación o la orientación de los diversos componentes puede cambiarse según sea necesario y/o se desee. Los componentes que se muestran directamente conectados o en contacto entre sí pueden tener estructuras intermedias dispuestas entre ellos. Las funciones de un elemento pueden realizarse por dos y viceversa. Las estructuras y funciones de una realización pueden adoptarse en otra realización. No es necesario que todas las ventajas estén presentes en una realización particular al mismo tiempo. Cada característica que sea única a partir de la técnica anterior, sola o en combinación con otras características, también debe considerarse una descripción independiente de invenciones adicionales por el solicitante, incluyendo los conceptos estructurales y/o funcionales realizados por tal(es) característica(s). Por tanto, las descripciones anteriores de las realizaciones según la presente invención se proporcionan solamente para ilustración y no con el propósito de limitar la invención tal como se define mediante las reivindicaciones adjuntas y sus equivalentes.

25

REIVINDICACIONES

1. Intercambiador de calor (401, 501, 401', 501', 601, 701, 701') adaptado para usarse en un sistema de compresión de vapor, comprendiendo el intercambiador de calor:
- 5 una carcasa (10) con un eje central longitudinal (C) que se extiende generalmente paralelo a un plano horizontal;
- 10 un conjunto de distribución de refrigerante (420) dispuesto dentro de la carcasa, extendiéndose generalmente el conjunto de distribución de refrigerante en paralelo al eje central longitudinal de la carcasa para recibir un refrigerante que entre en la carcasa y para descargar el refrigerante, y teniendo el conjunto de distribución de refrigerante (420) un par de extremos laterales más externos;
- 15 una unidad de transferencia de calor (430) dispuesta en el interior de la carcasa debajo del conjunto de distribución de refrigerante de modo que el refrigerante descargado desde el conjunto de distribución de refrigerante se suministra a la unidad de transferencia de calor, incluyendo la unidad de transferencia de calor una pluralidad de tubos de transferencia de calor (31) que se extienden generalmente en paralelo al eje longitudinal; y
- 20 un elemento de cubierta (452) dispuesto dentro de la carcasa, incluyendo el elemento de cubierta un par de partes de lado laterales (482) que se extienden lateralmente hacia arriba y hacia abajo desde posiciones por encima del conjunto de distribución de refrigerante, tal como se observa a lo largo del eje central longitudinal, teniendo cada parte de lado lateral un extremo libre dispuesto
- 25 más alejado de un plano vertical que pasa a través del eje central longitudinal que el conjunto de distribución de refrigerante, tal como se observa a lo largo del eje central longitudinal, y
- 30 más bajo que un borde superior de uno de los extremos laterales más externos del conjunto de distribución de refrigerante, tal como se observa a lo largo del eje central longitudinal;
- en el que el elemento de cubierta incluye una parte central (480) sujeta a un extremo superior del conjunto de distribución de refrigerante, con el par de partes de lado laterales que se extienden lateralmente desde extremos laterales opuestos de la parte central;
- 35 cada parte de lado lateral (482) incluye una sección inclinada (482a) que se inclina con respecto al plano vertical;
- y caracterizado porque cada parte de lado lateral incluye además una sección de saliente (482c) que se extiende desde la sección inclinada (482a) hacia el conjunto de distribución de refrigerante (420); y en el que
- 40 el conjunto de distribución de refrigerante (420) incluye:
- 45 una primera parte de bandeja (422) dispuesta en el interior de la carcasa y que se extiende generalmente en paralelo al eje central longitudinal de la carcasa para recibir un refrigerante que entre en la carcasa, teniendo la primera parte de bandeja una pluralidad de primeras aberturas de descarga;
- 50 una segunda parte de bandeja (23) dispuesta en el interior de la carcasa debajo de la primera bandeja para recibir el refrigerante descargado desde las primeras aberturas de descarga, teniendo la segunda parte de bandeja una pluralidad de segundas aberturas de descarga, y
- 55 en el que los extremos libres de las partes de lado laterales están dispuestos más bajos que un extremo superior de la segunda parte de bandeja, y la segunda parte de bandeja forma los extremos laterales más externos del conjunto de distribución de refrigerante.
2. Intercambiador de calor según la reivindicación 1, en el que
- 60 los extremos laterales más externos del conjunto de distribución de refrigerante están dispuestos lateralmente más alejados del plano vertical que los tubos de transferencia de calor, tal como se observa a lo largo del eje central longitudinal.
3. Intercambiador de calor según la reivindicación 1 o 2, en el que
- 65 cada una de las partes de lado lateral incluye además una sección vertical que se extiende hacia abajo desde la sección inclinada de las mismas para formar uno de los tres extremos en un extremo inferior de la

sección vertical.

4. Intercambiador de calor según cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en el que
- 5 el elemento de cubierta incluye una parte de sujeción sujeta a un extremo superior del conjunto de distribución de refrigerante, con las partes de lado laterales que se extienden lateralmente desde extremos laterales de la parte de sujeción.

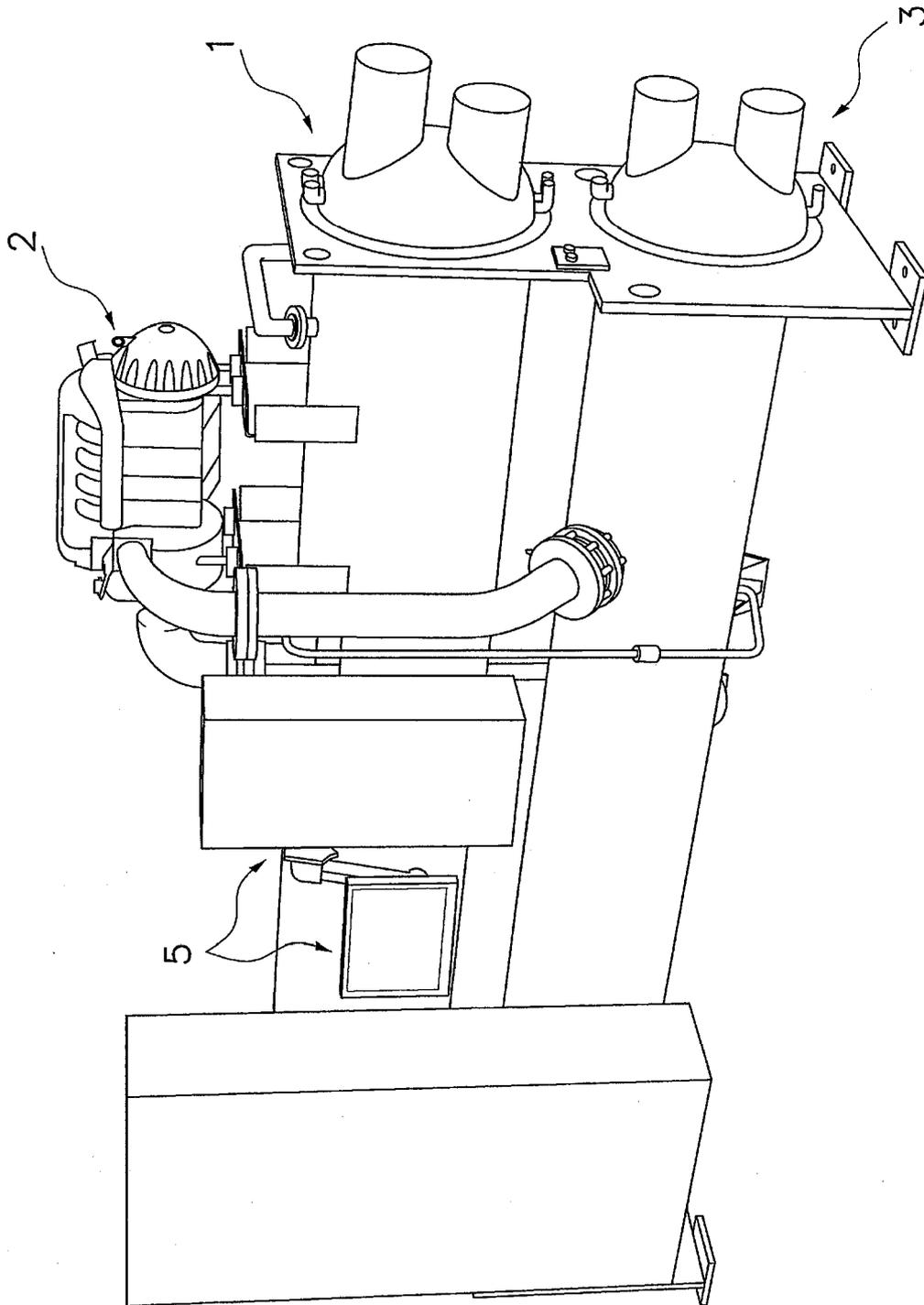


FIG. 1

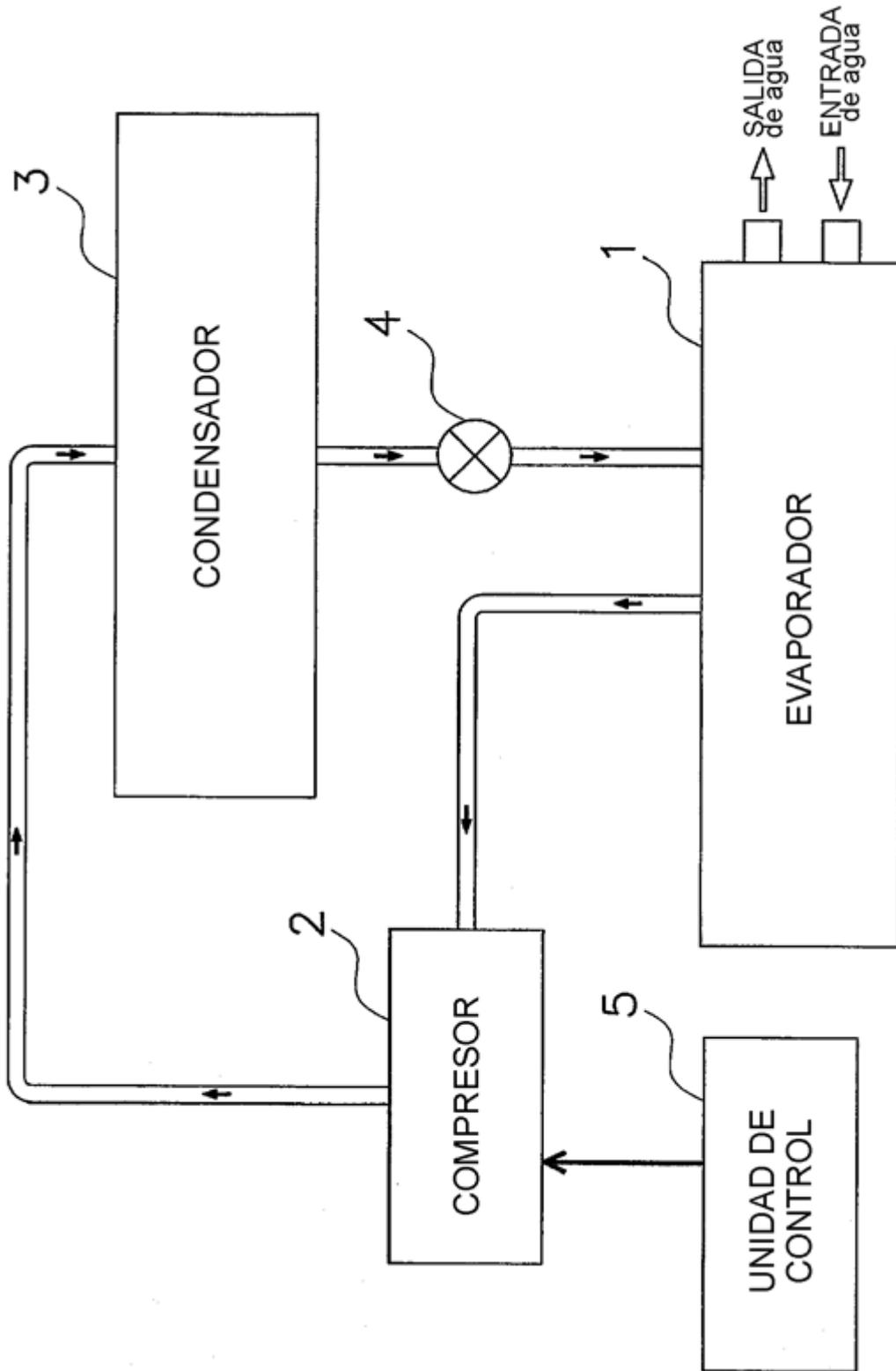


FIG. 2

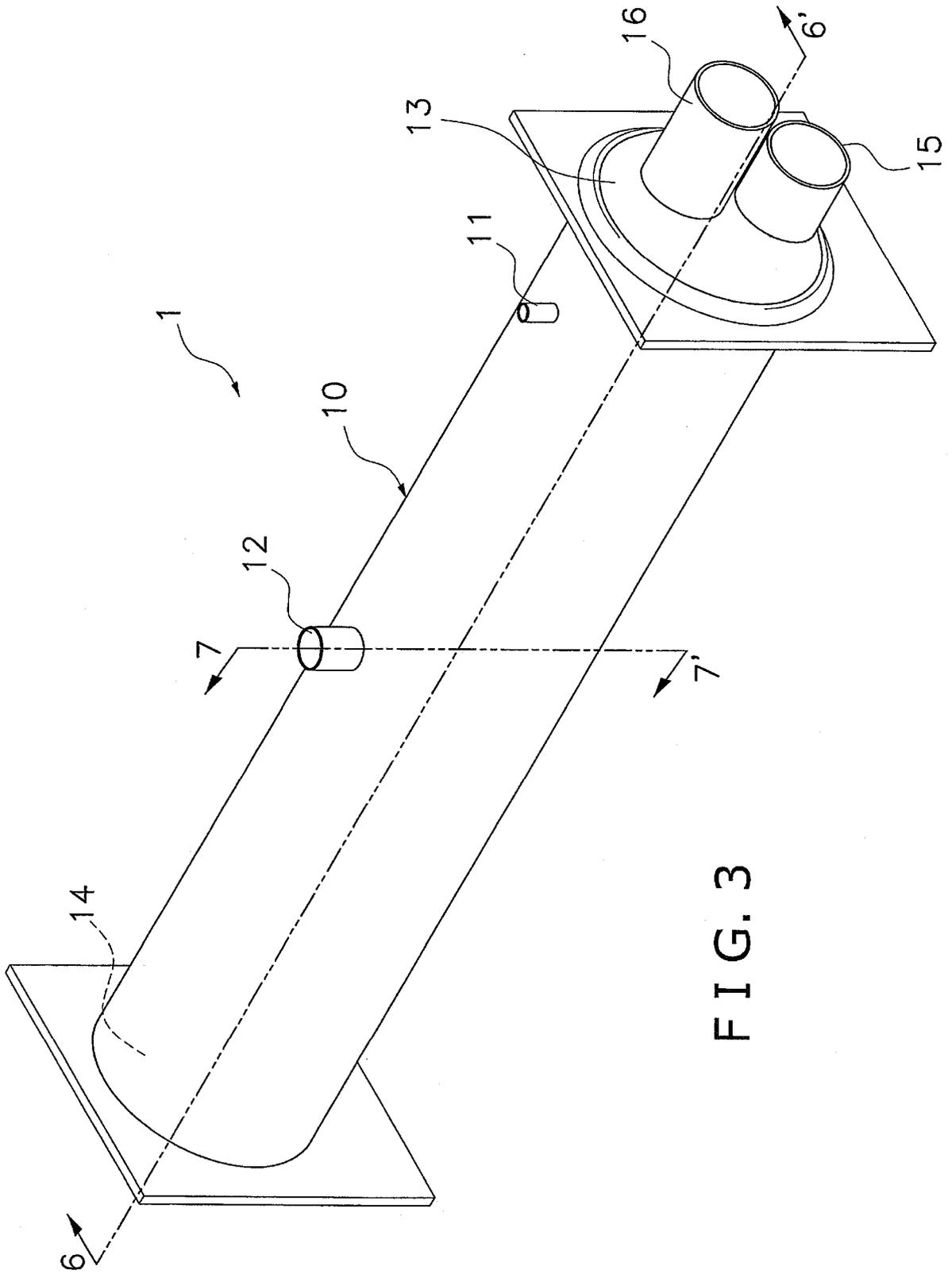


FIG. 3

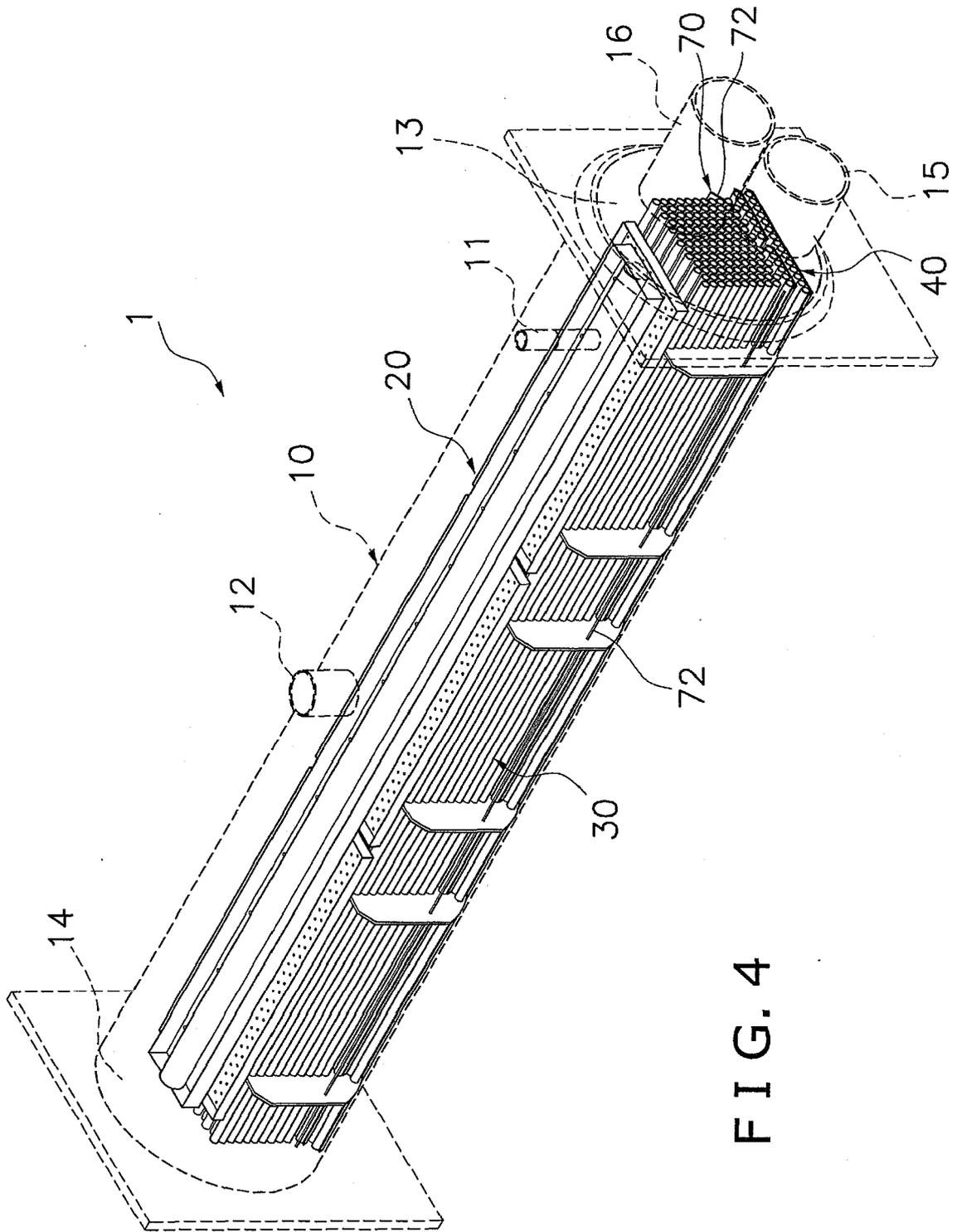


FIG. 4

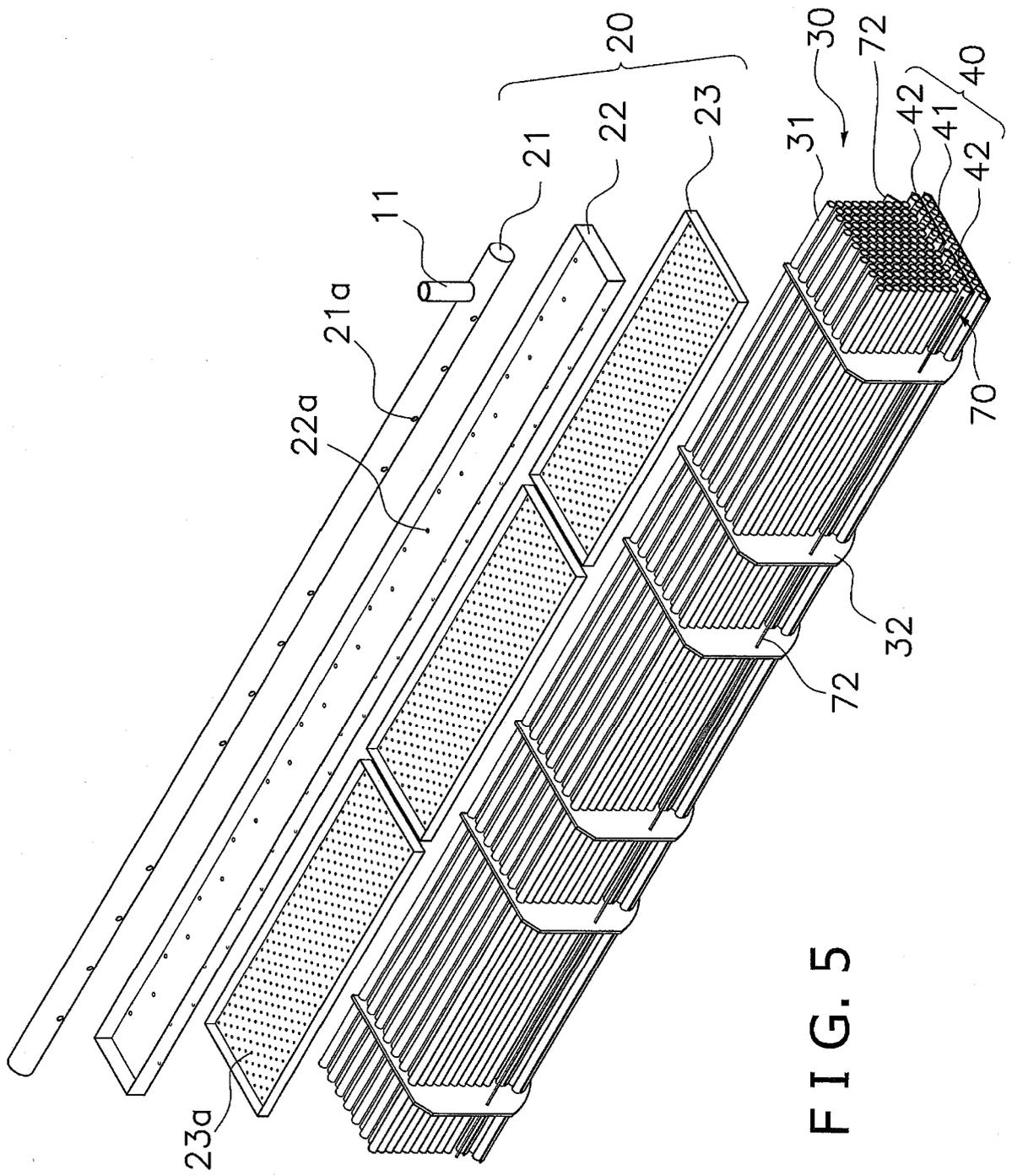


FIG. 5

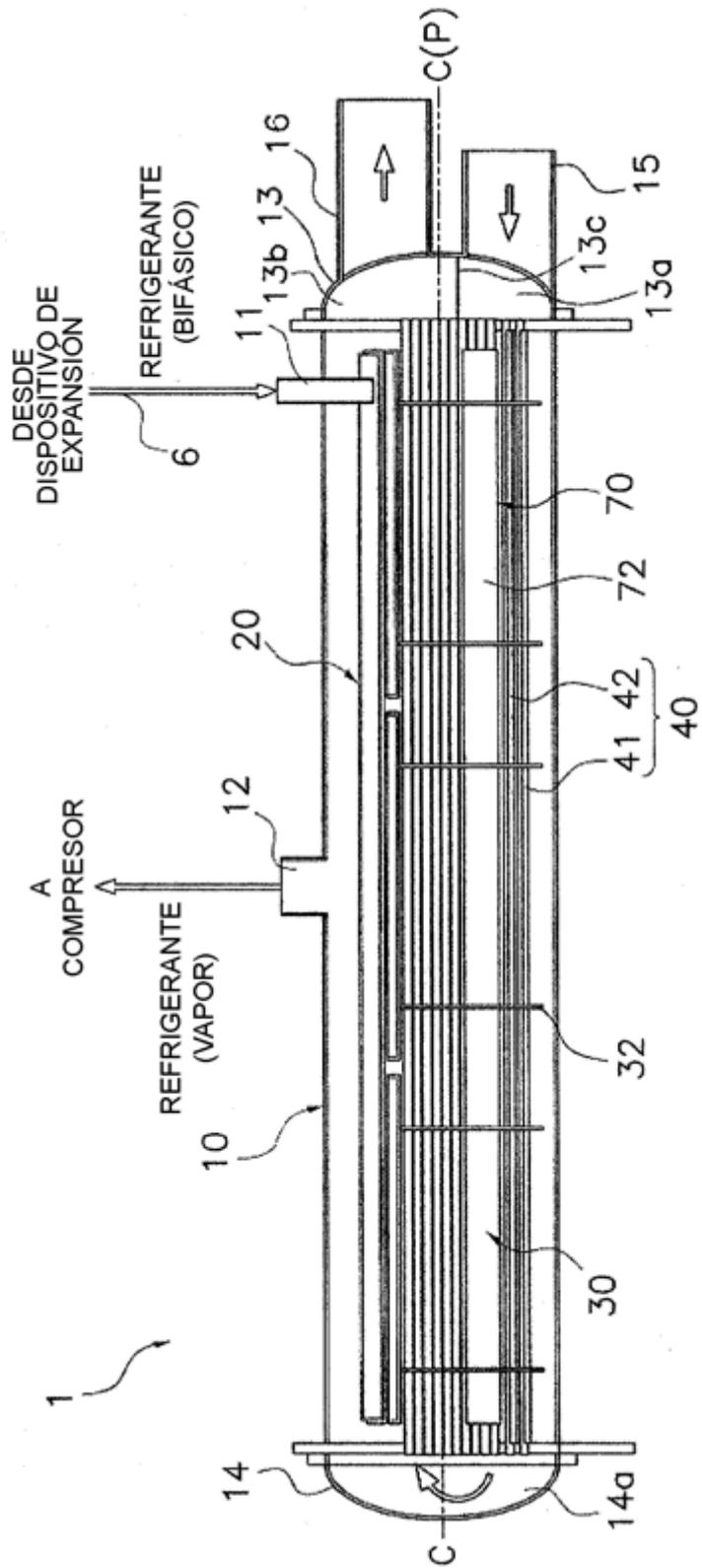
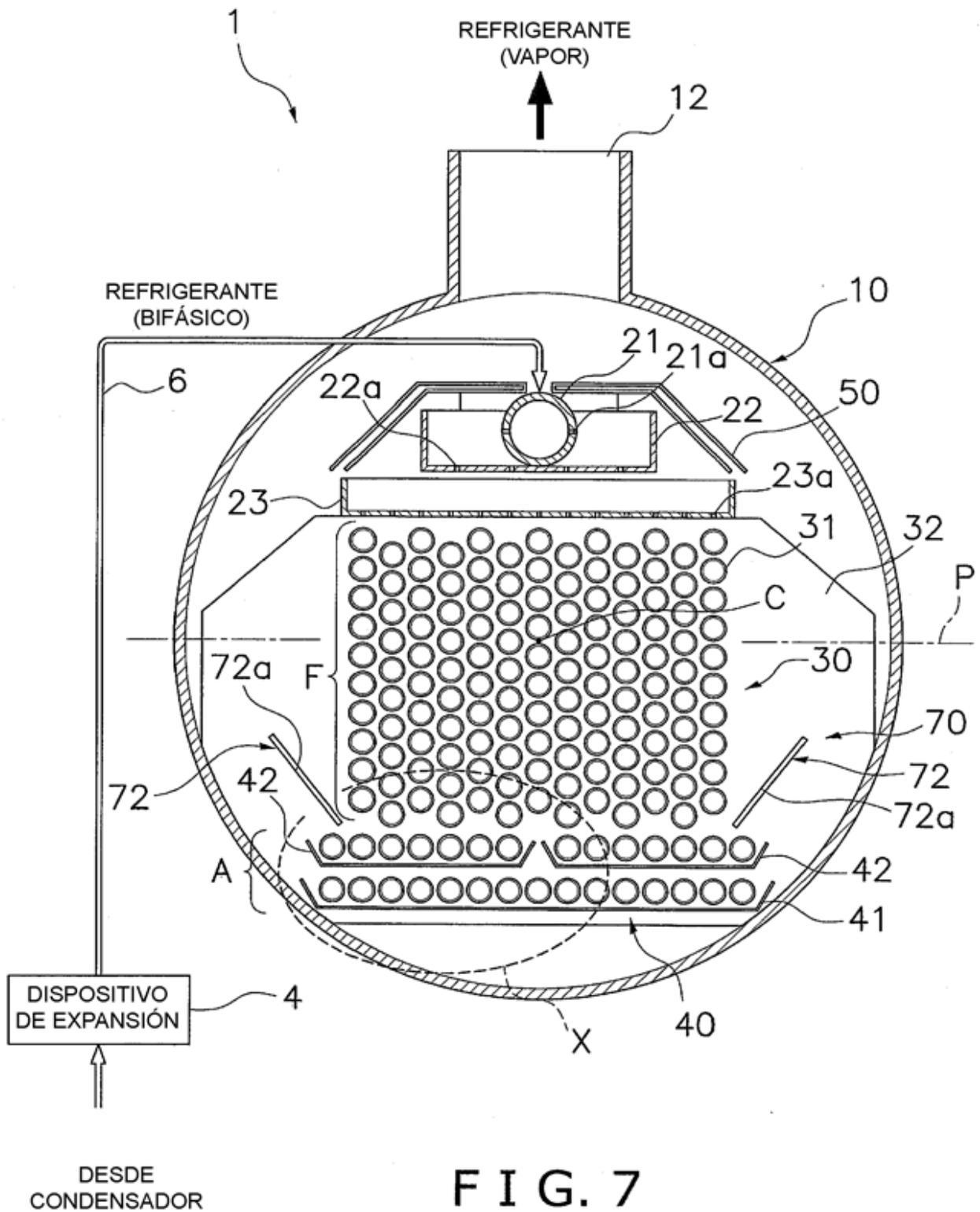


FIG. 6



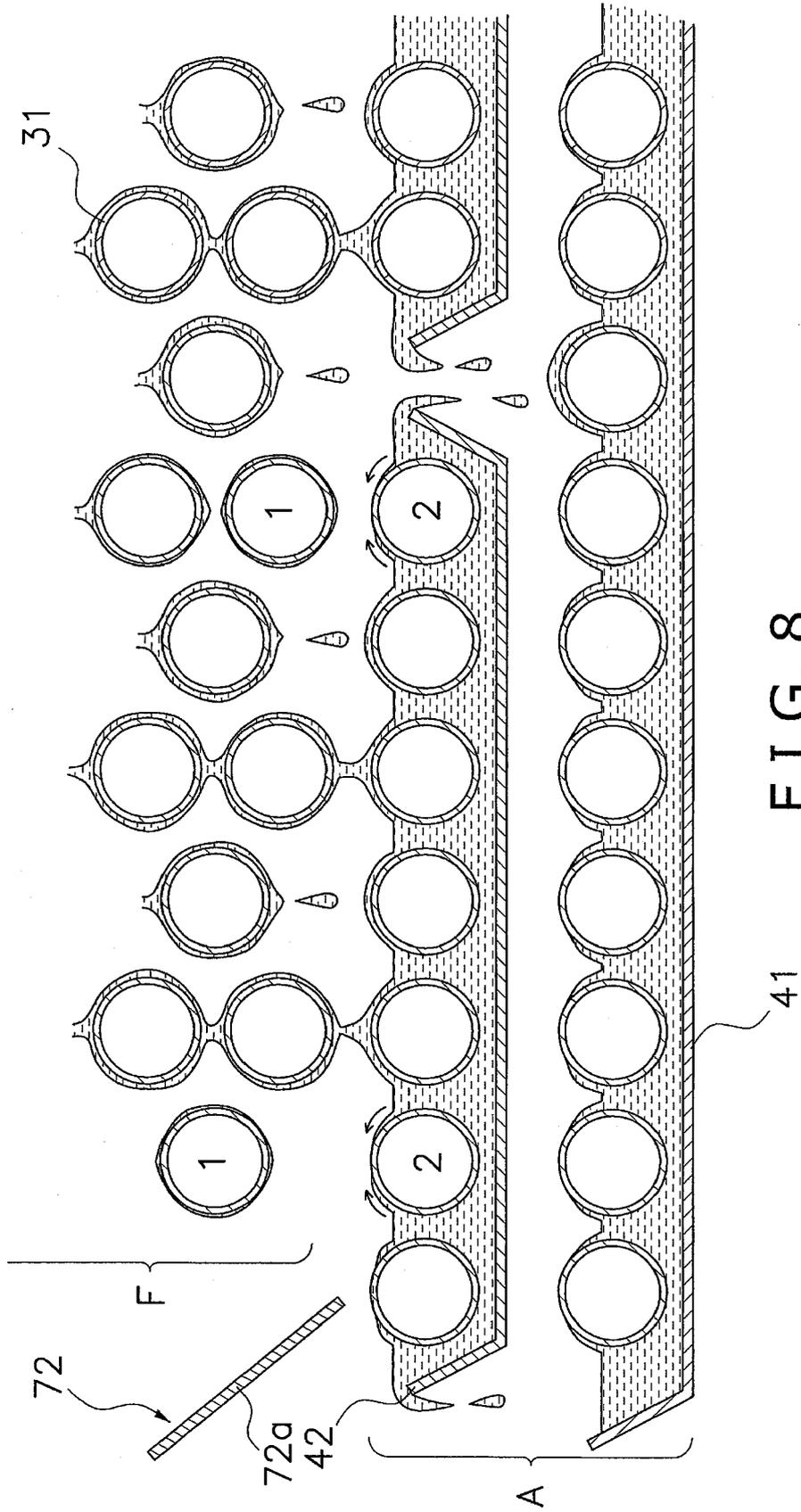


FIG. 8

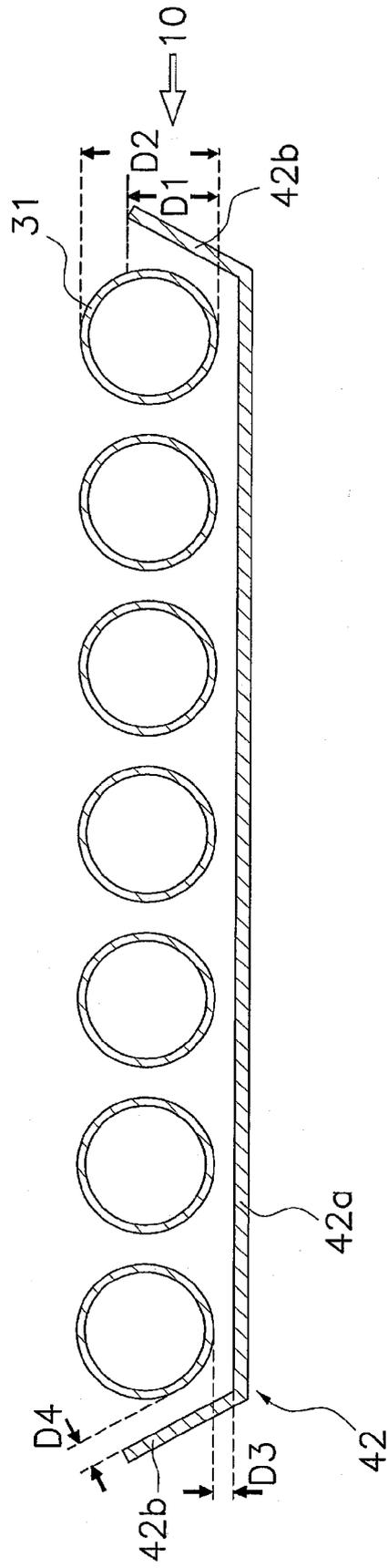


FIG. 9

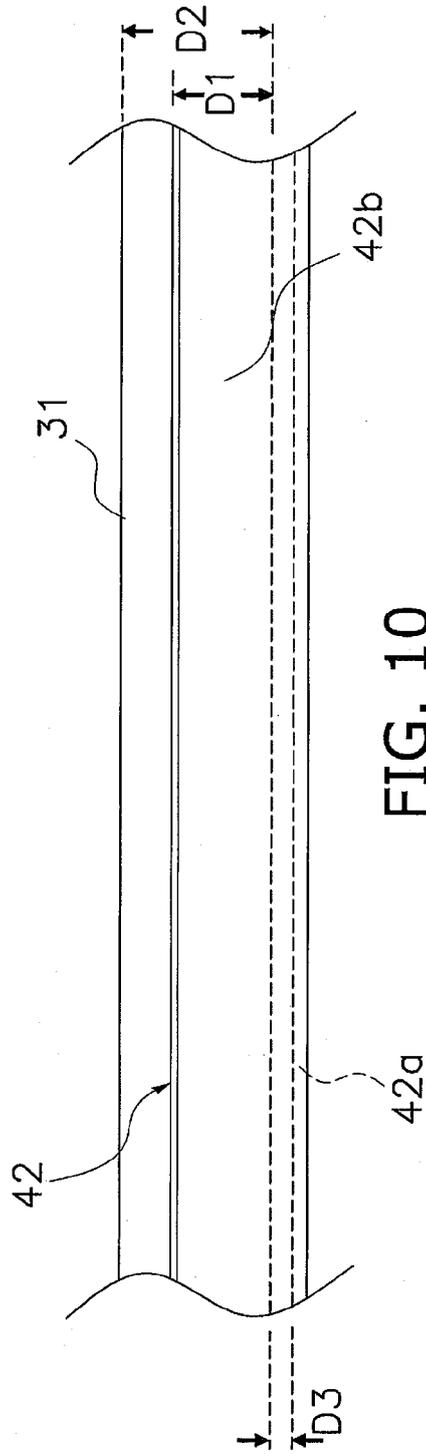


FIG. 10

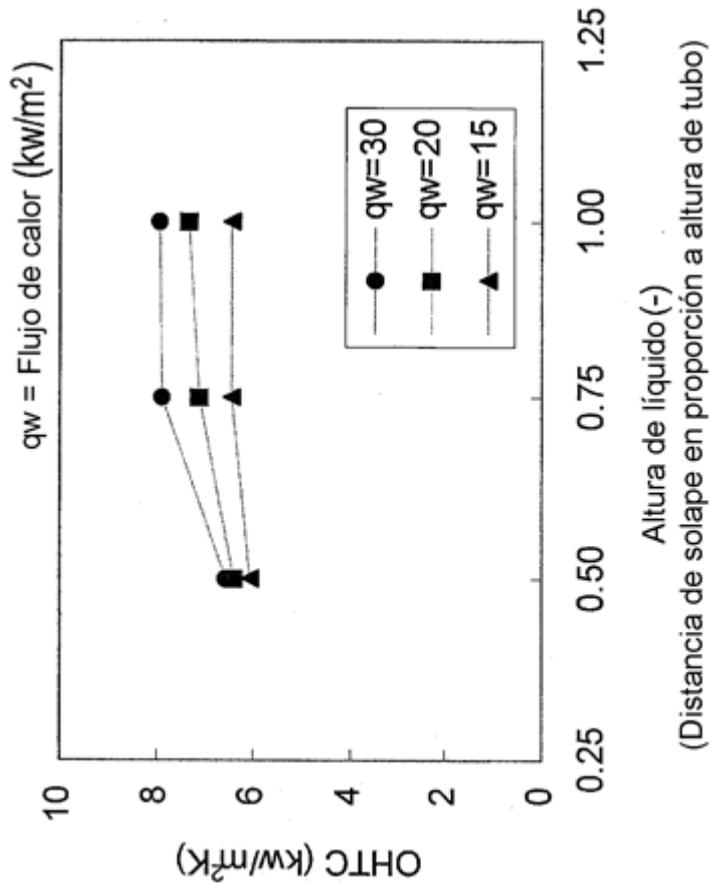
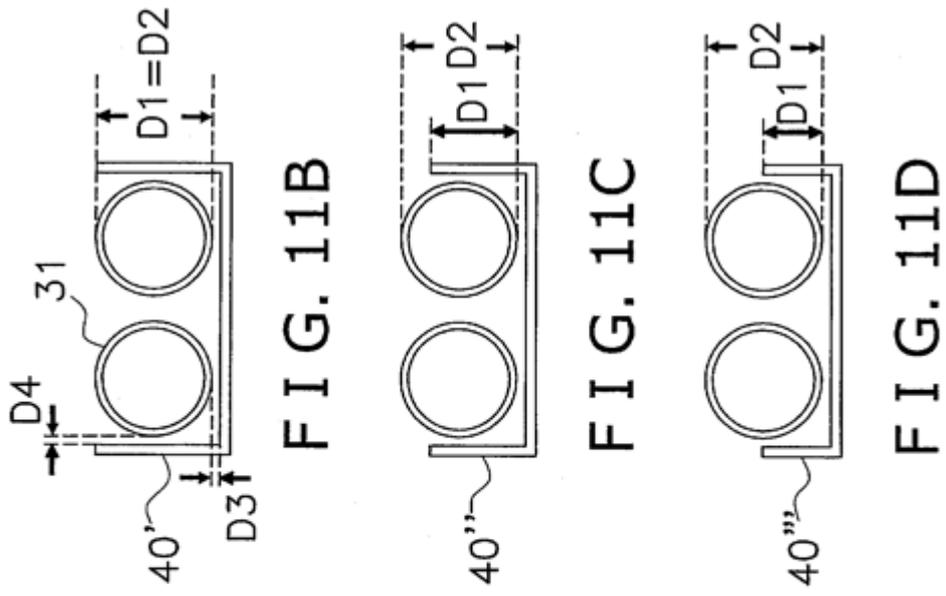
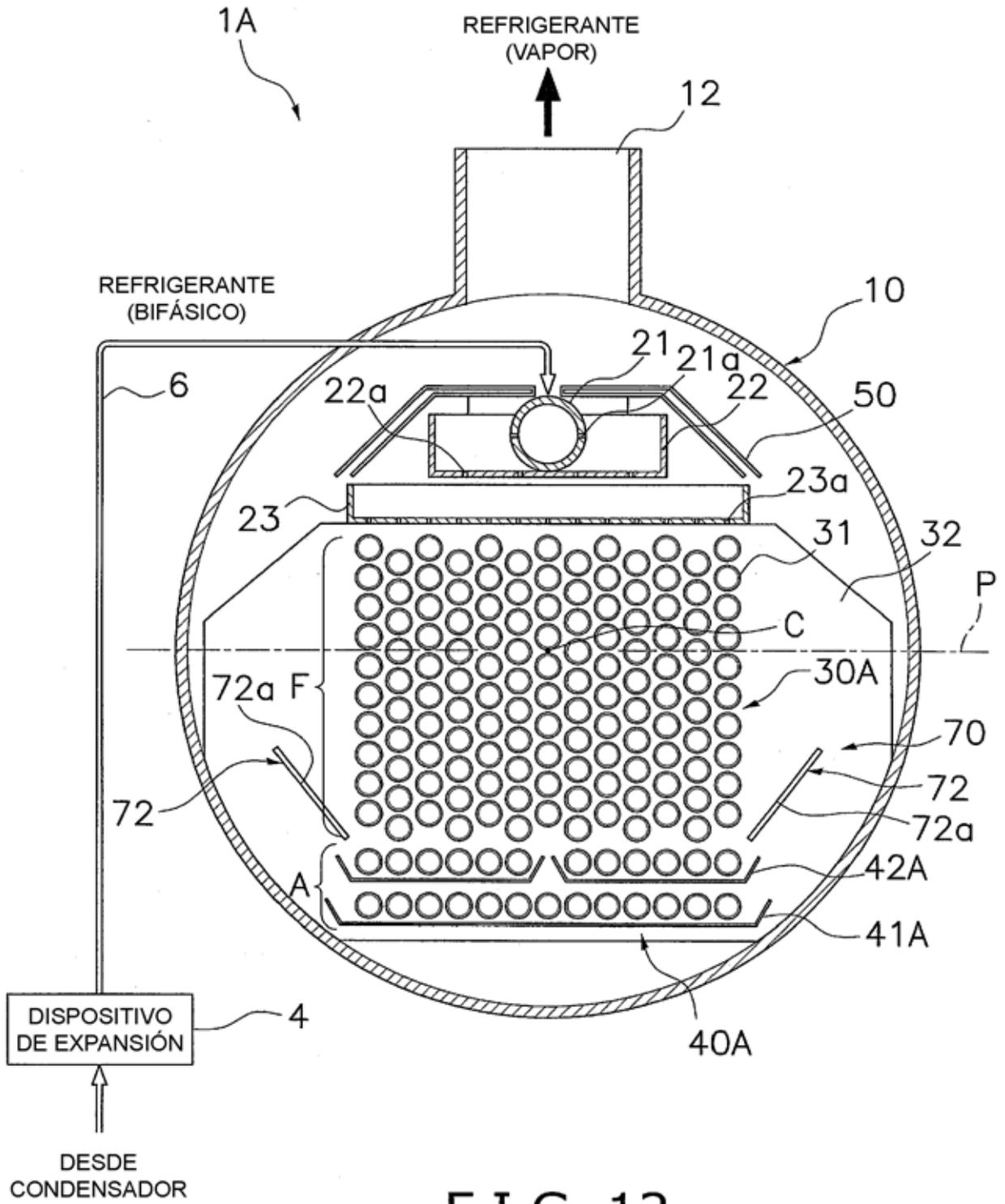


FIG. 11A



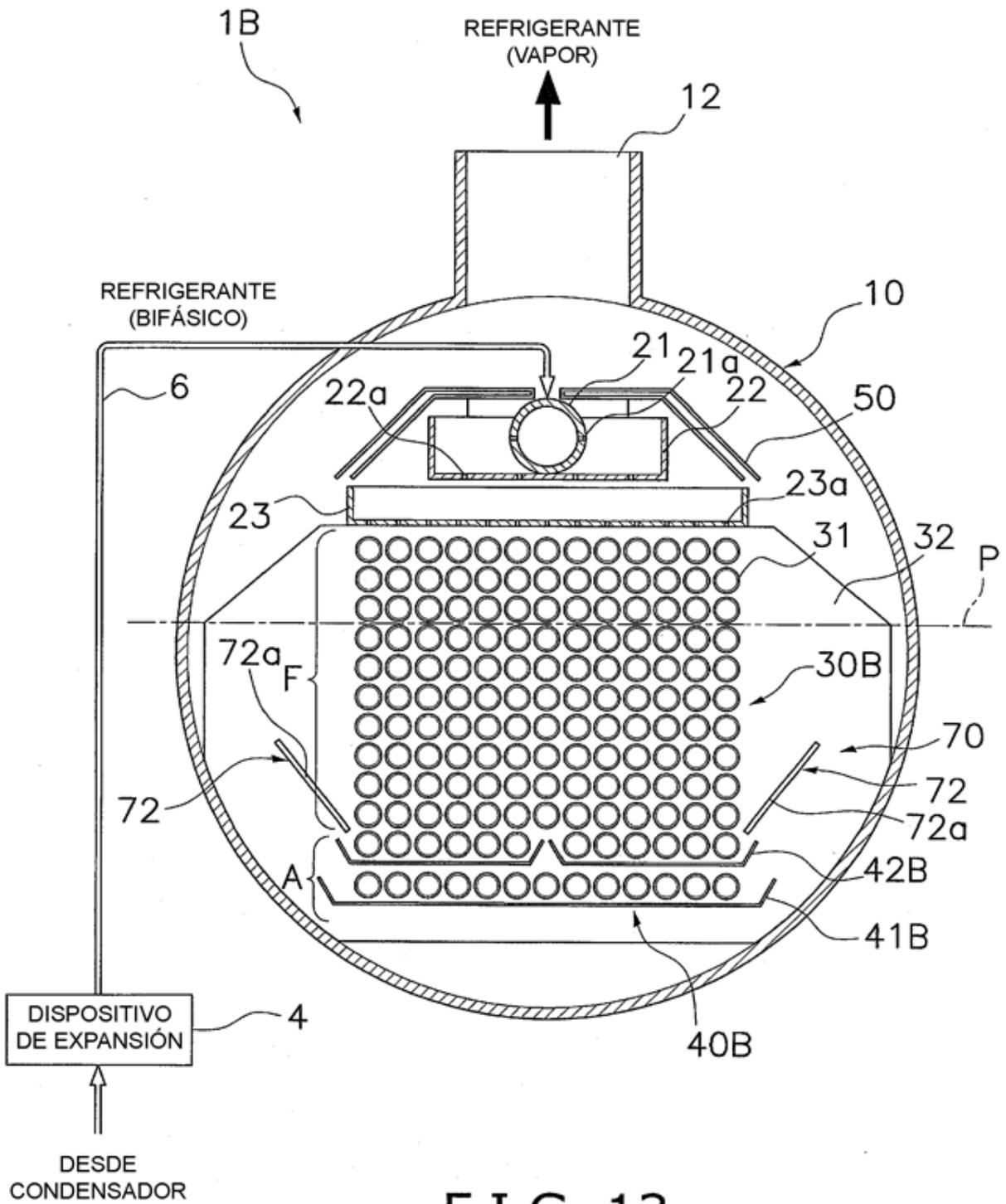


FIG. 13

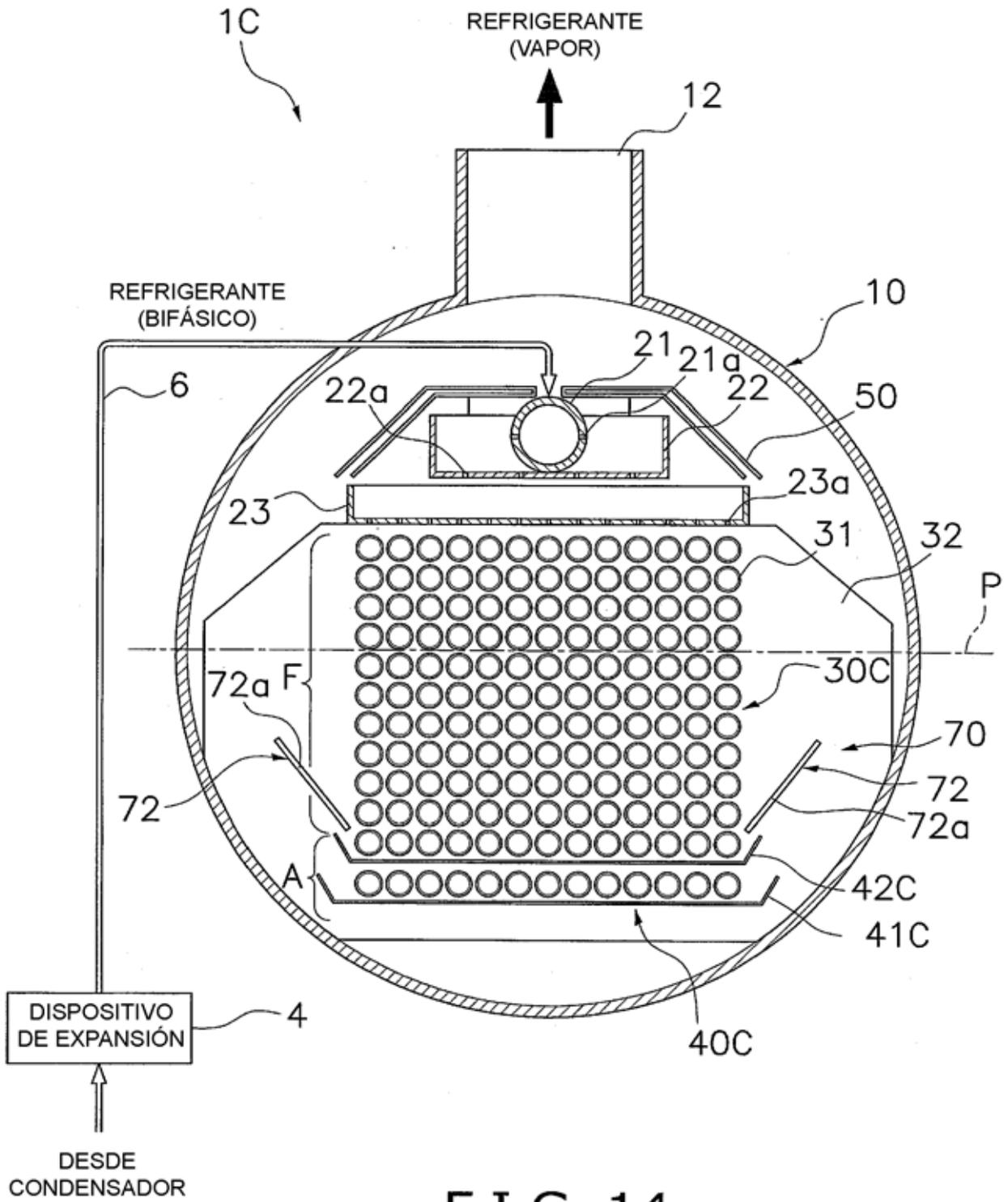


FIG. 14

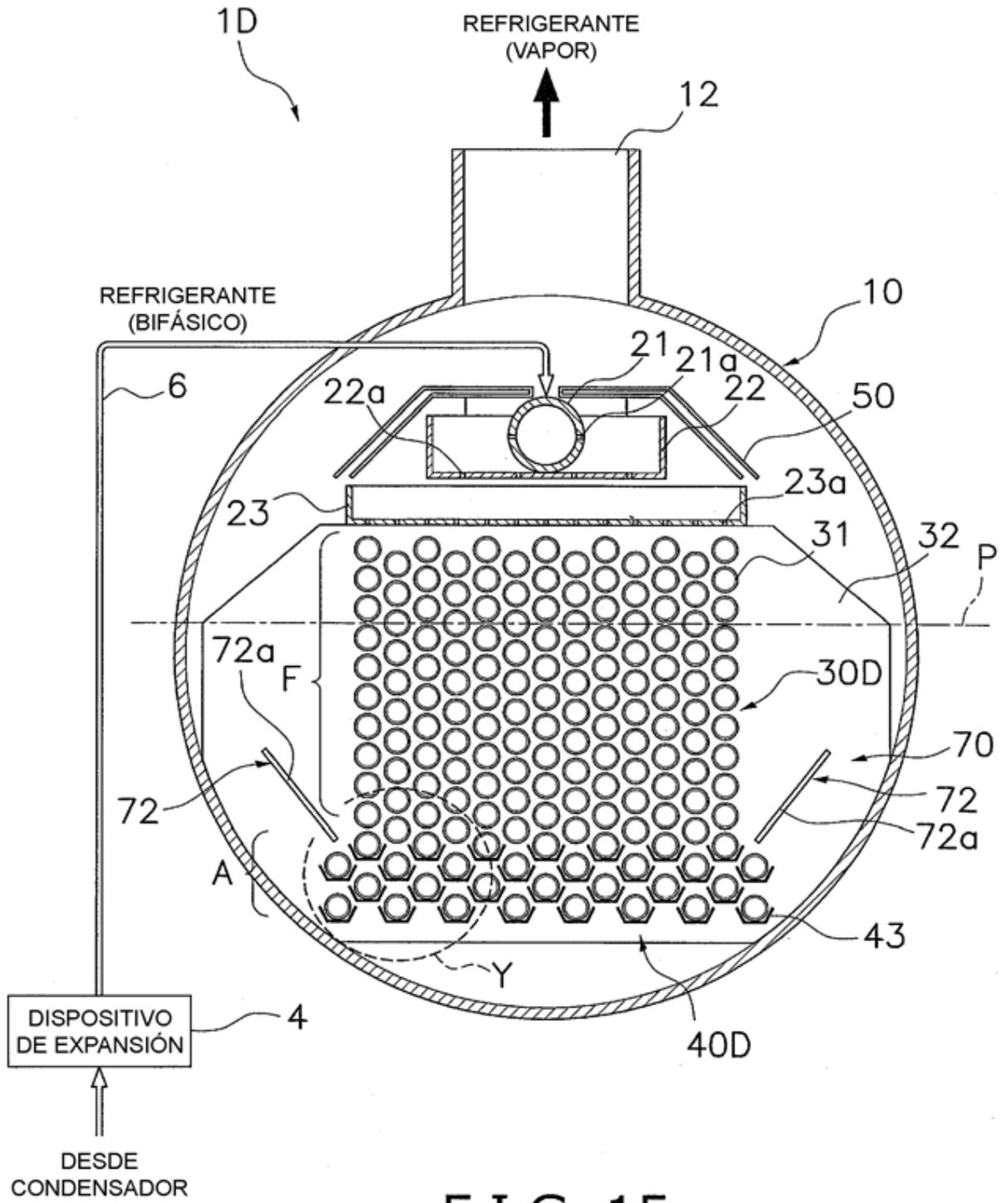


FIG. 15

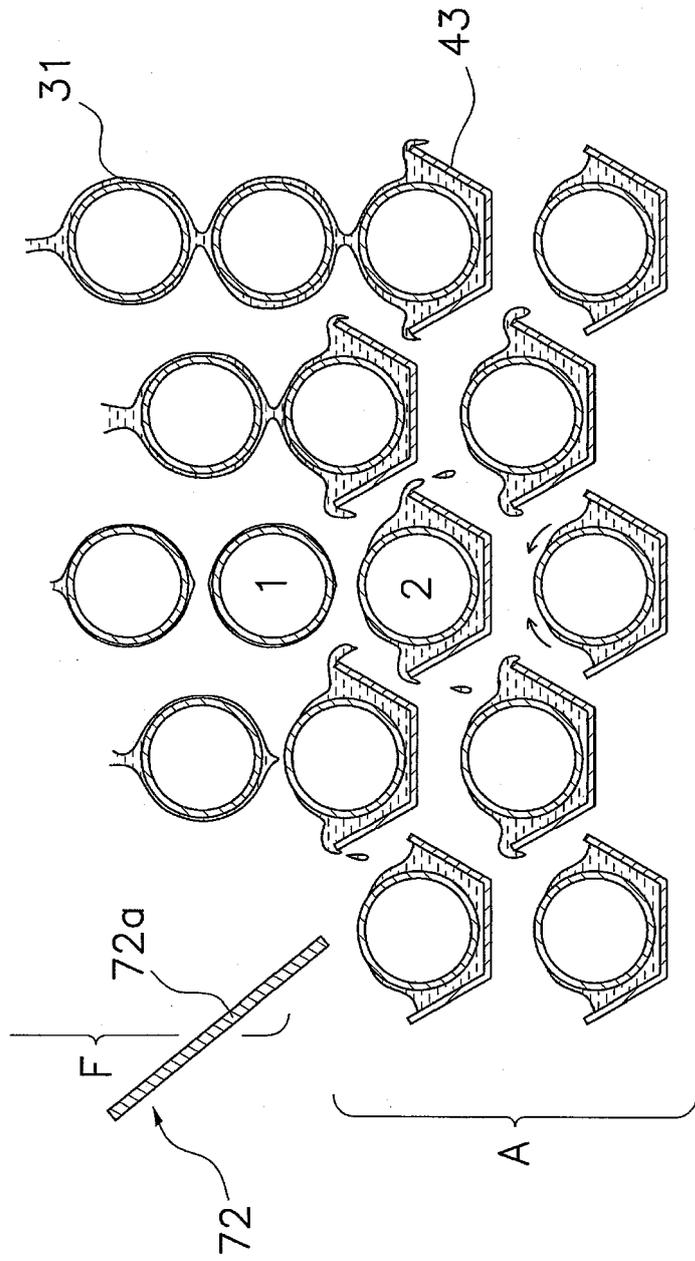


FIG. 16

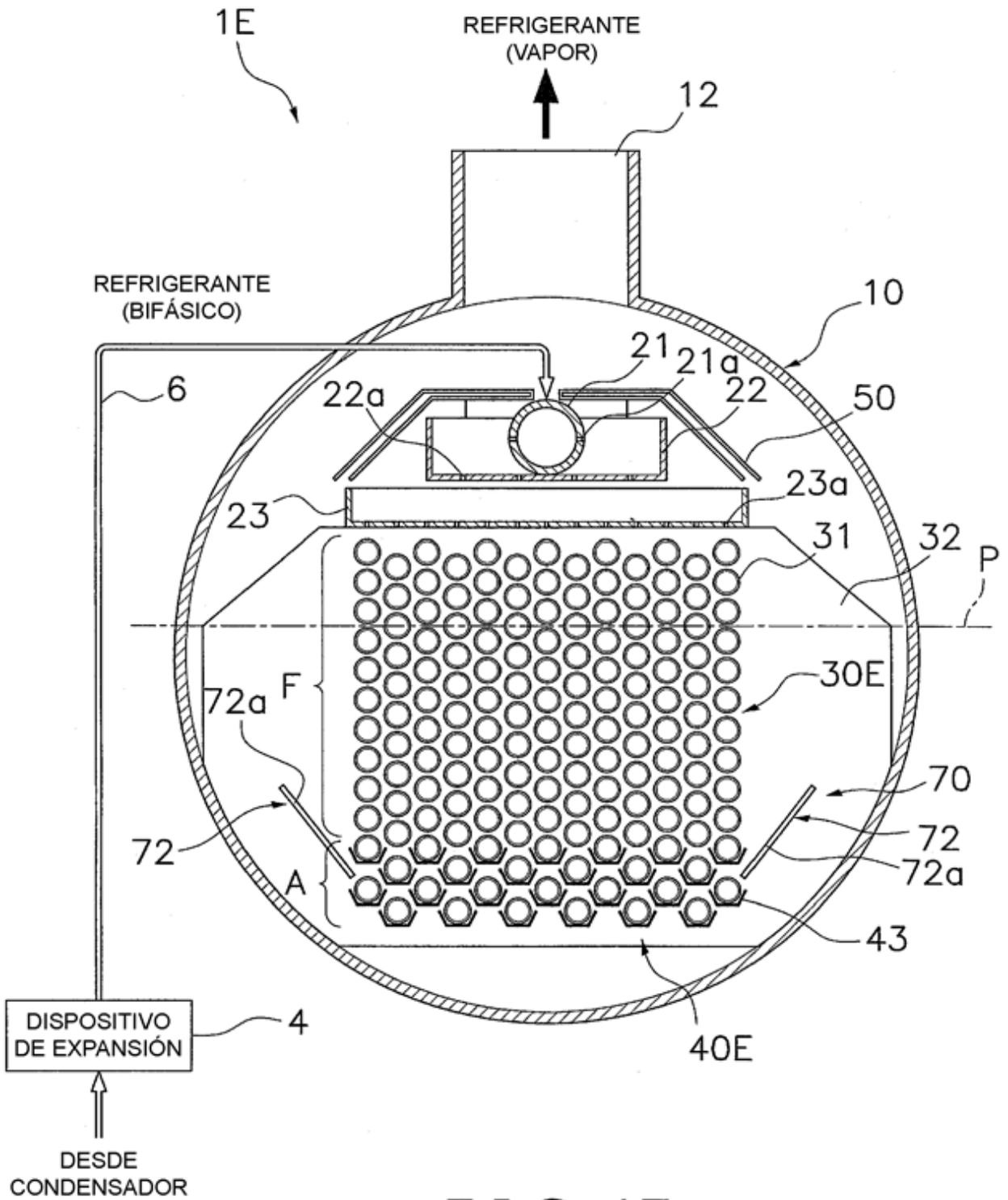


FIG. 17

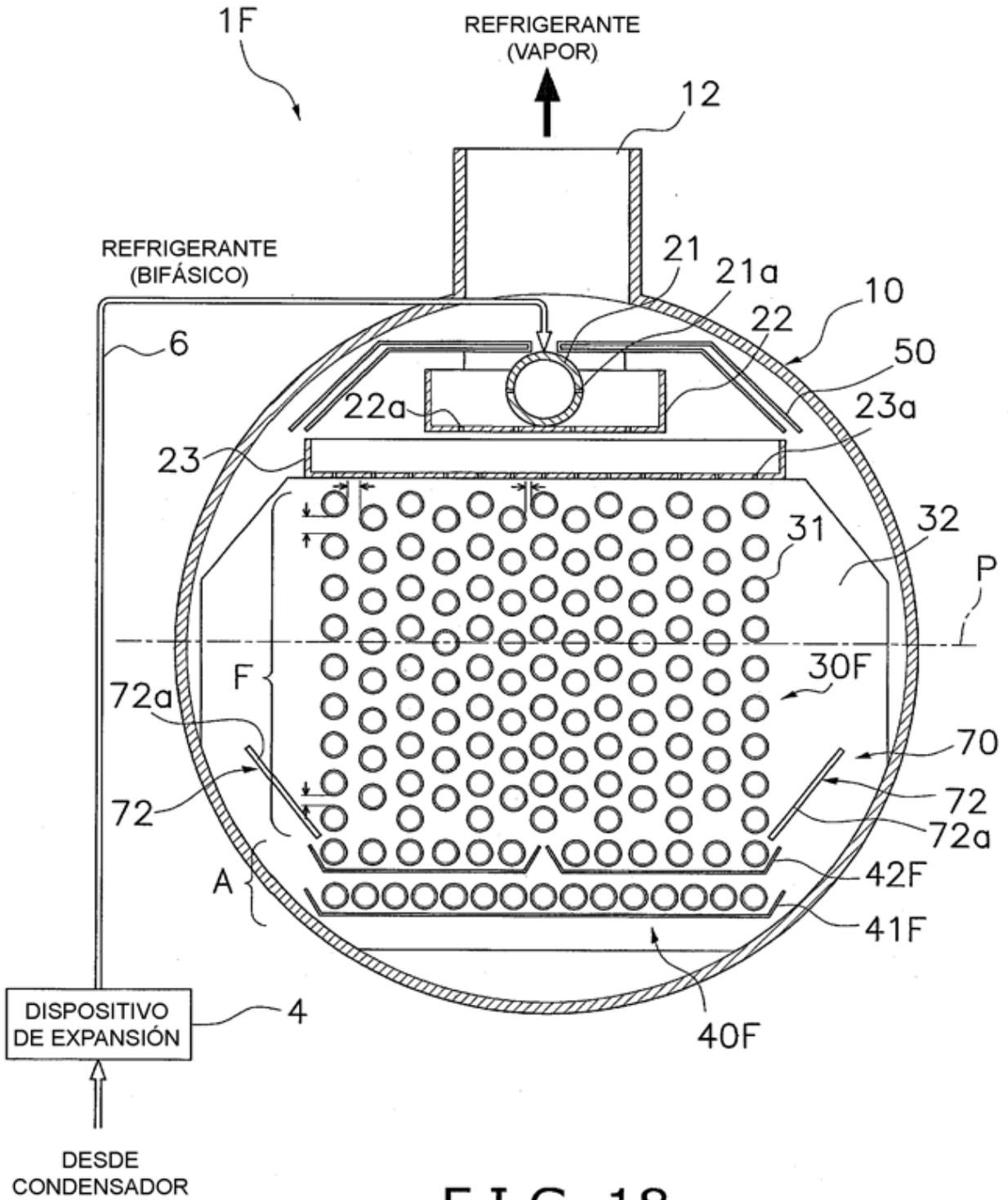


FIG. 18

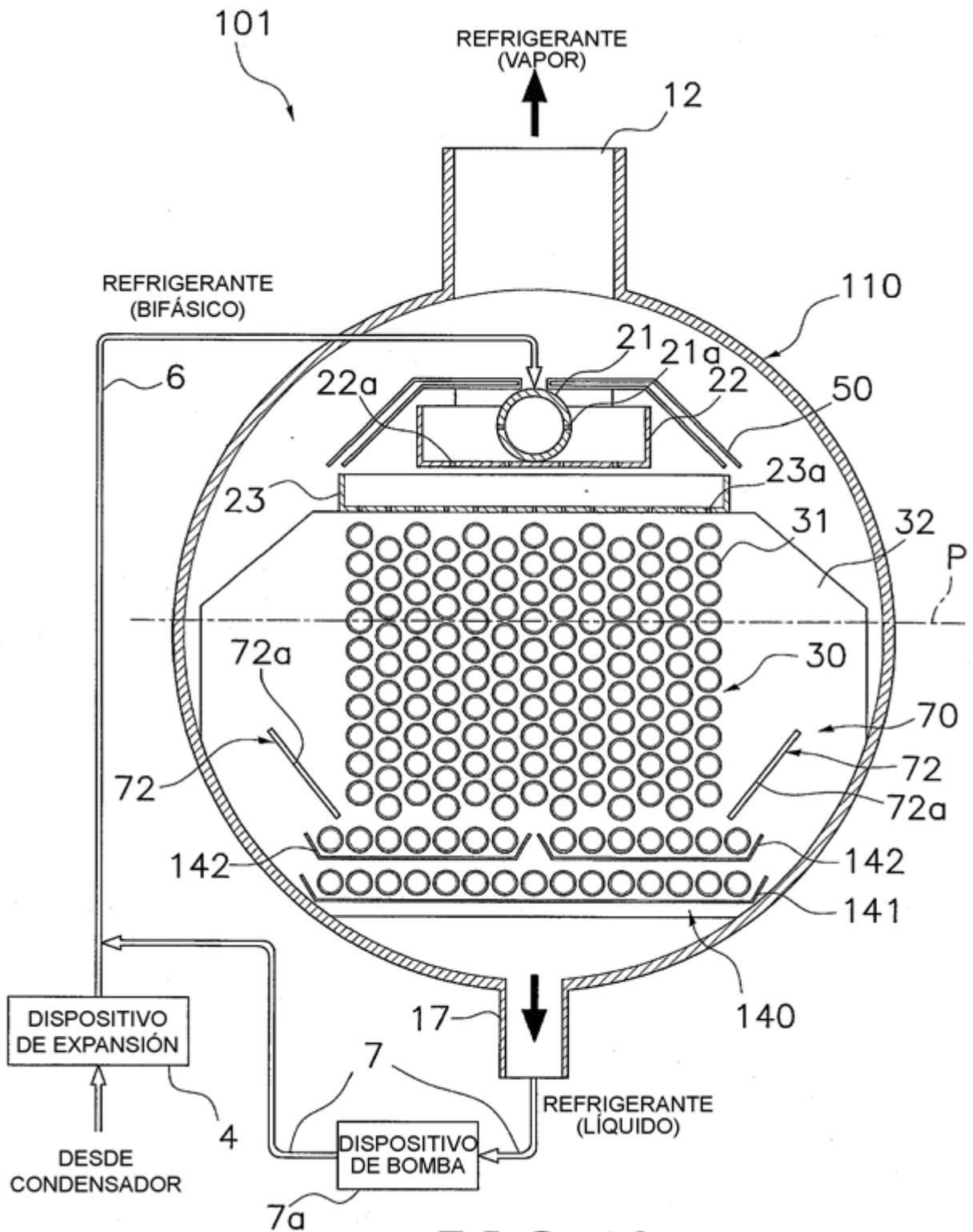


FIG. 19

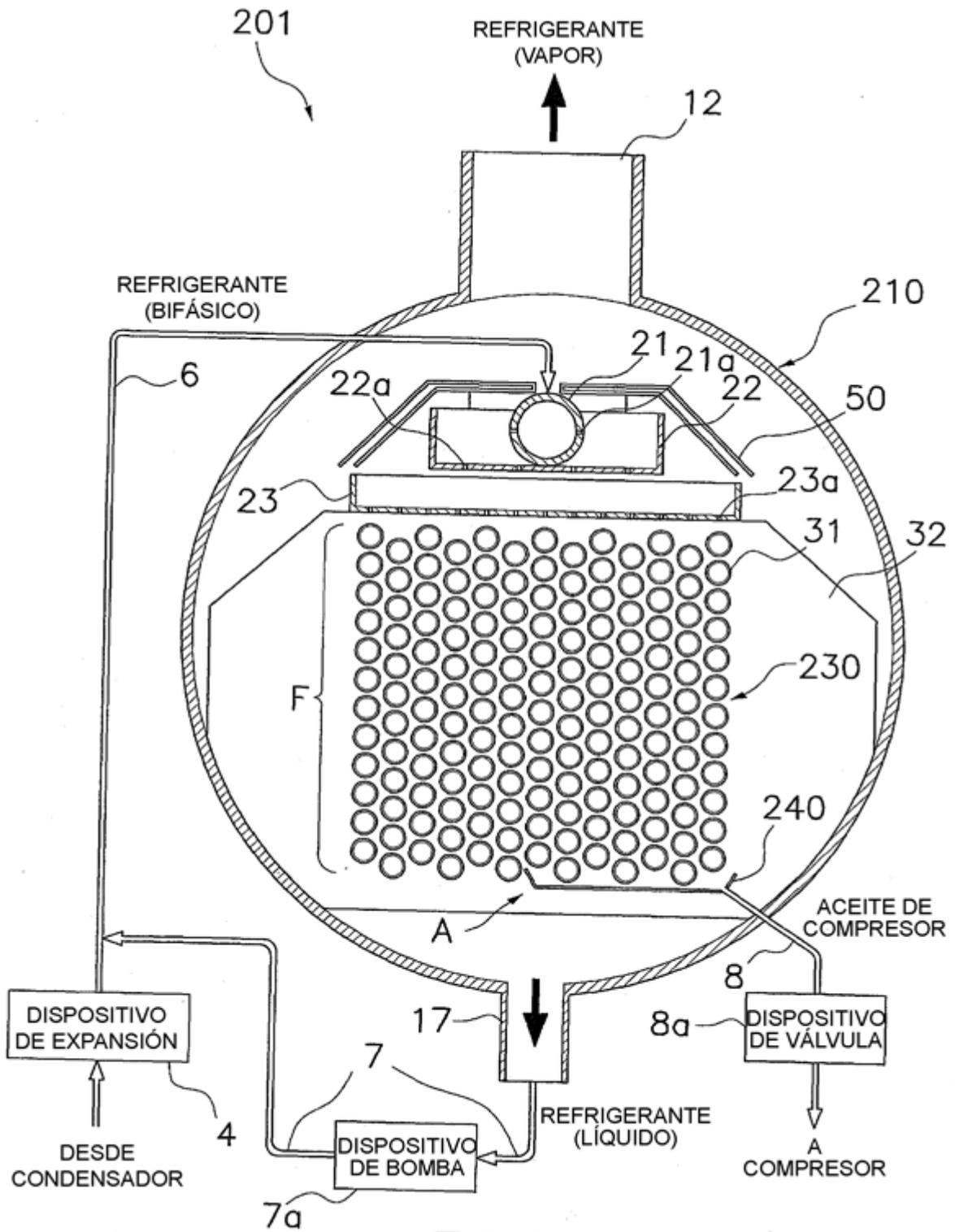


FIG. 20

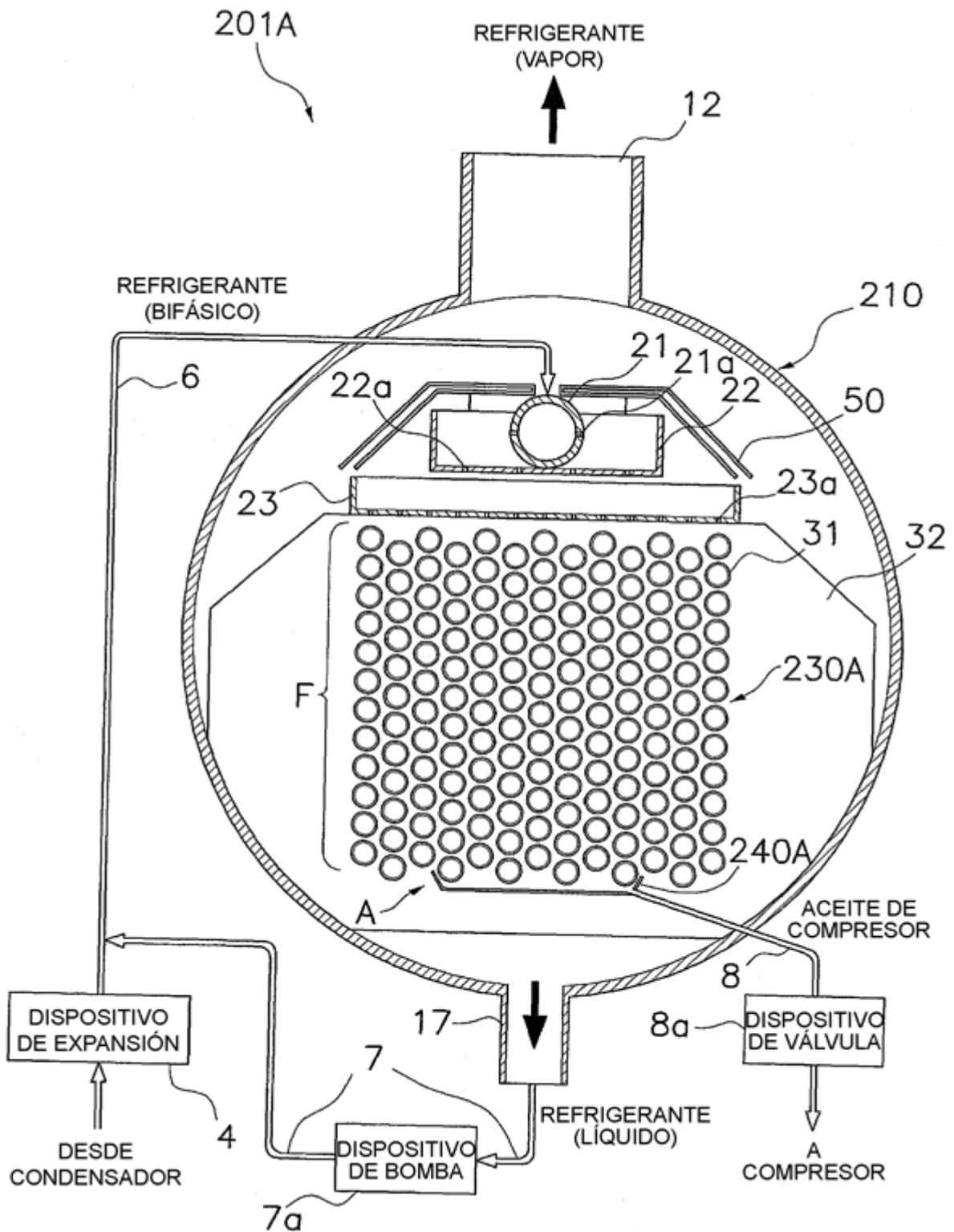


FIG. 21

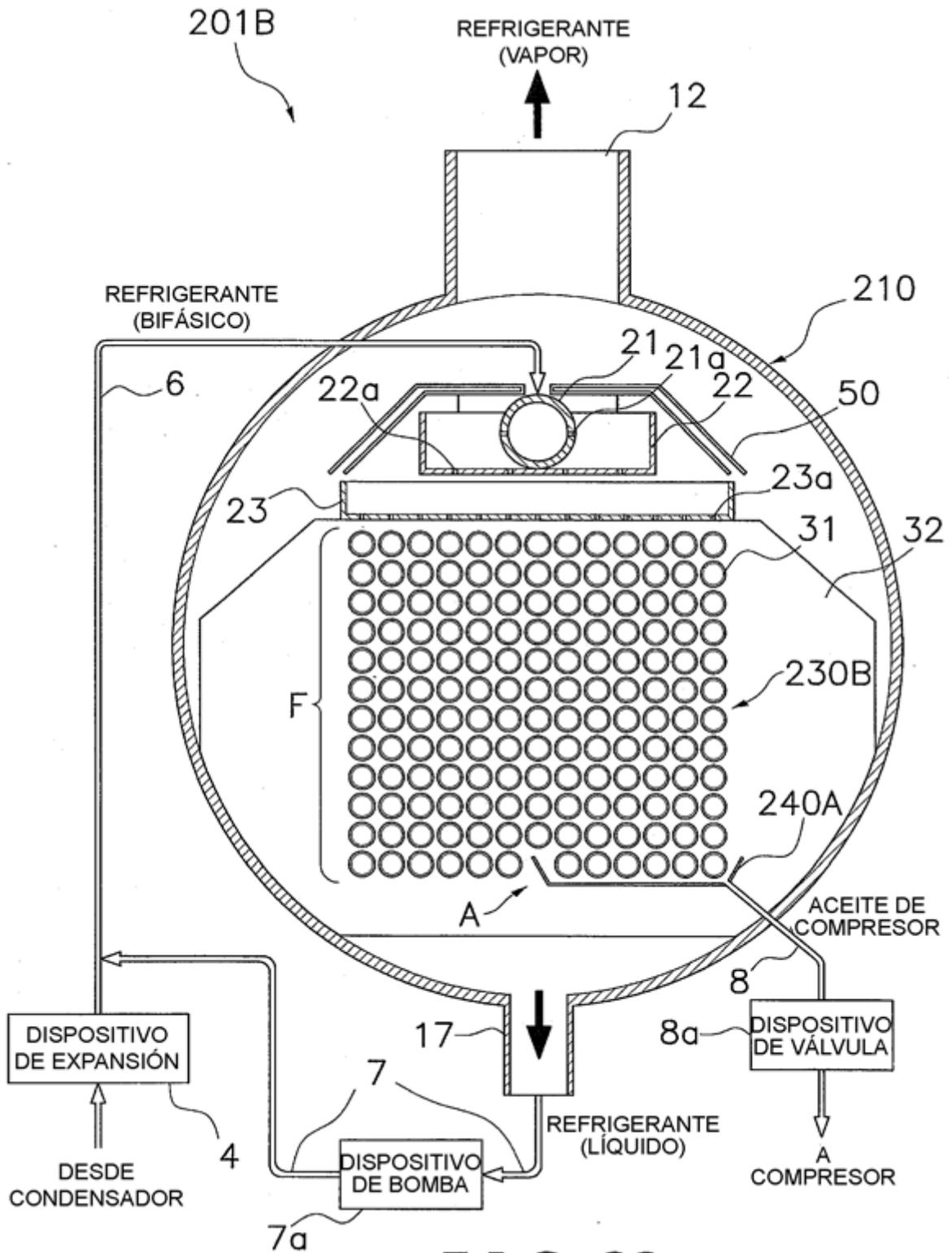


FIG. 22

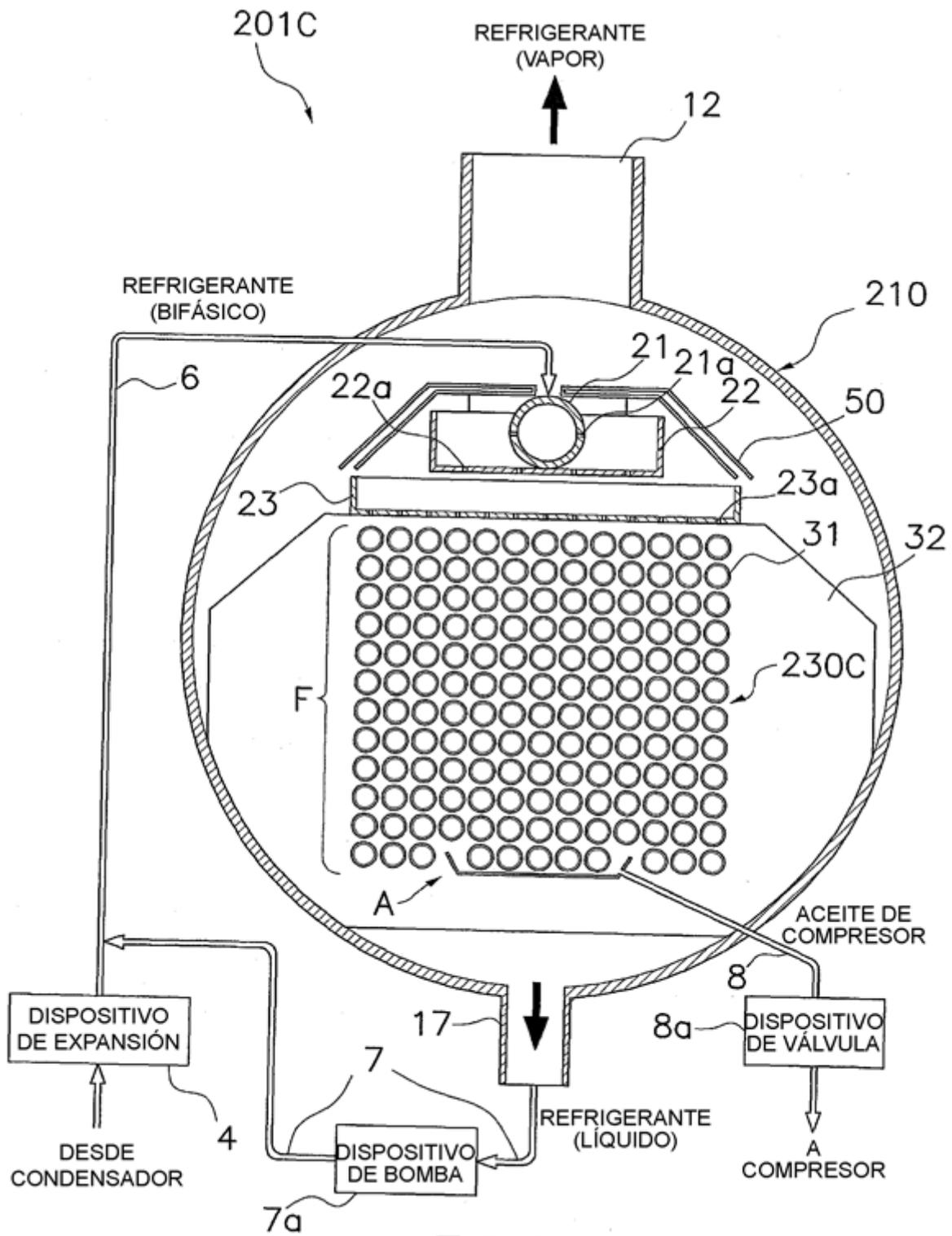


FIG. 23

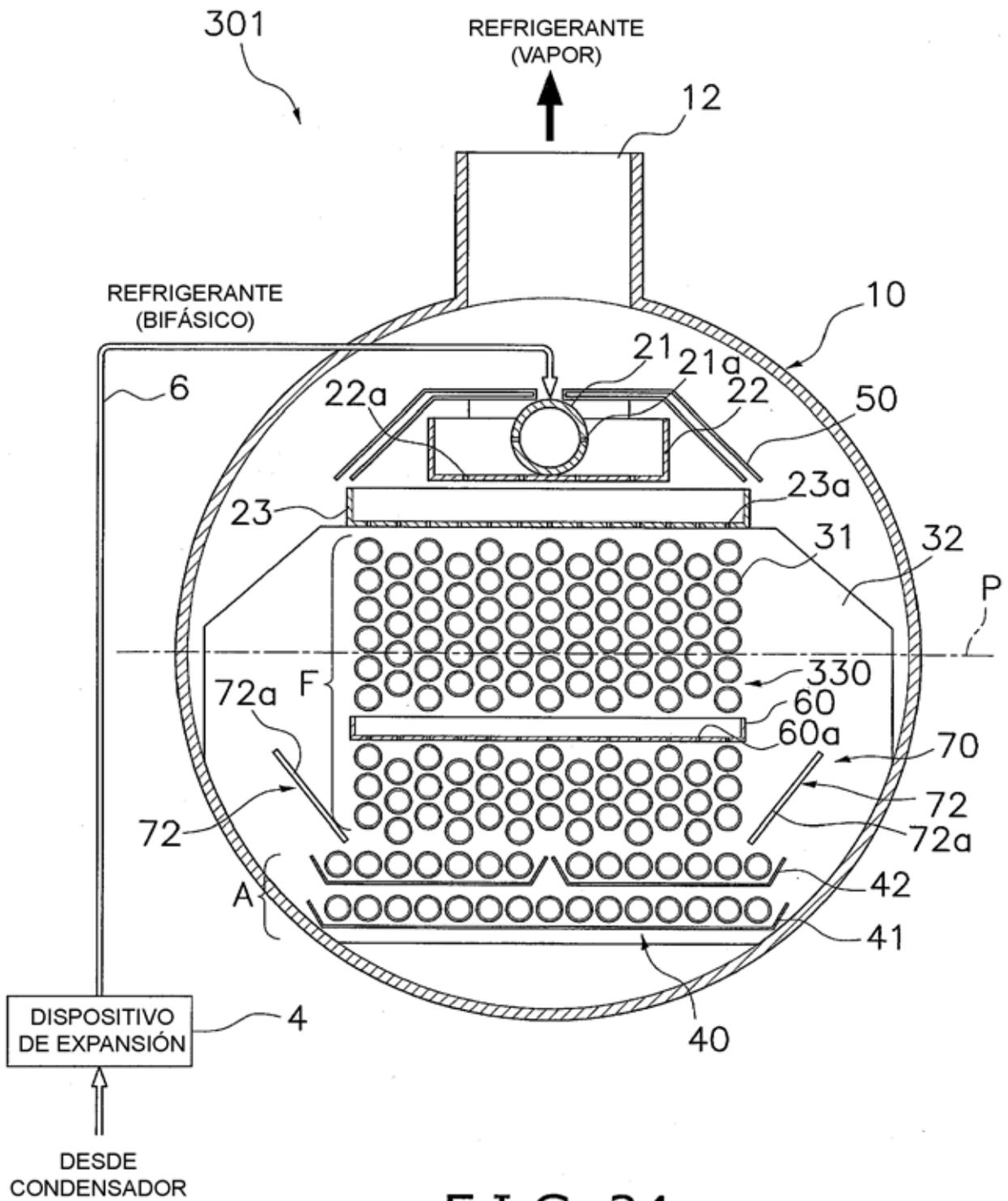


FIG. 24

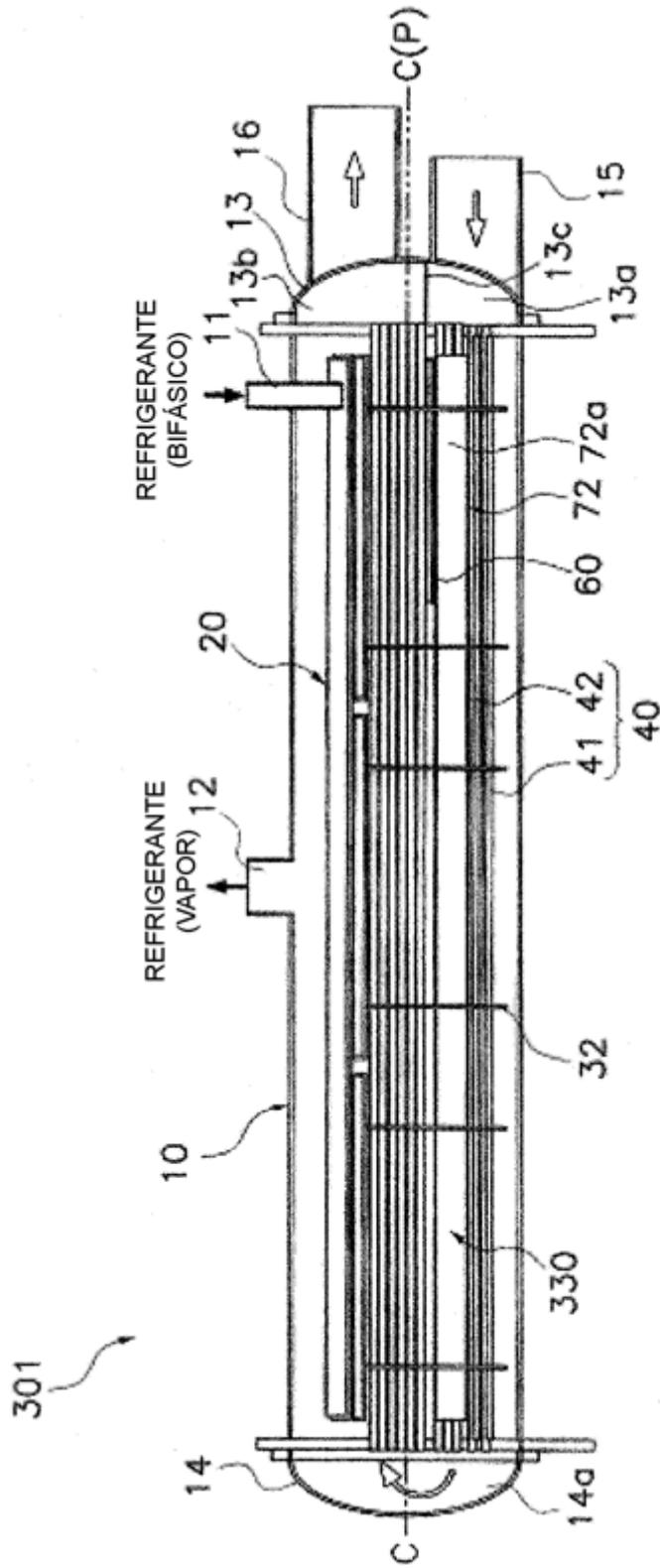


FIG. 25

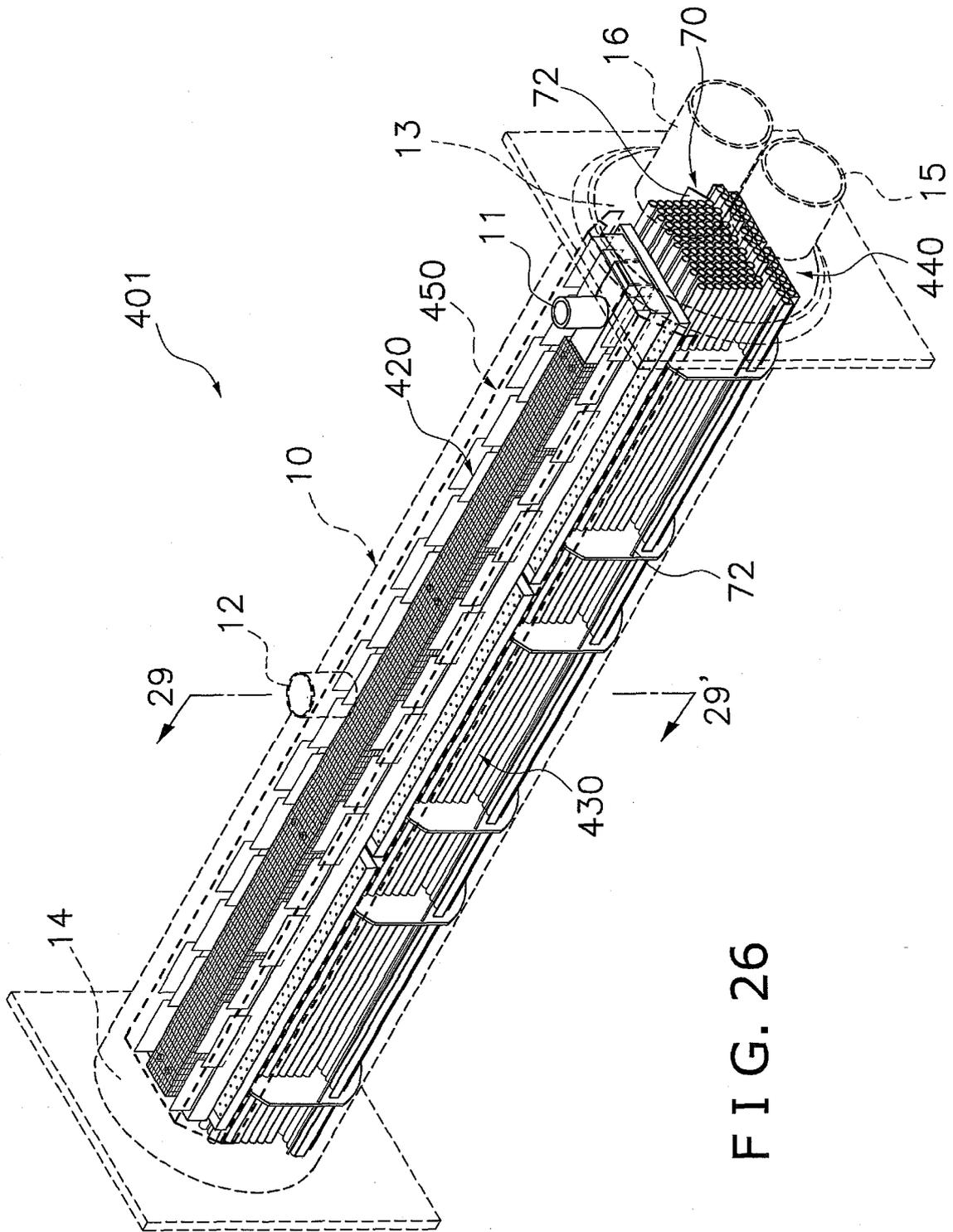


FIG. 26

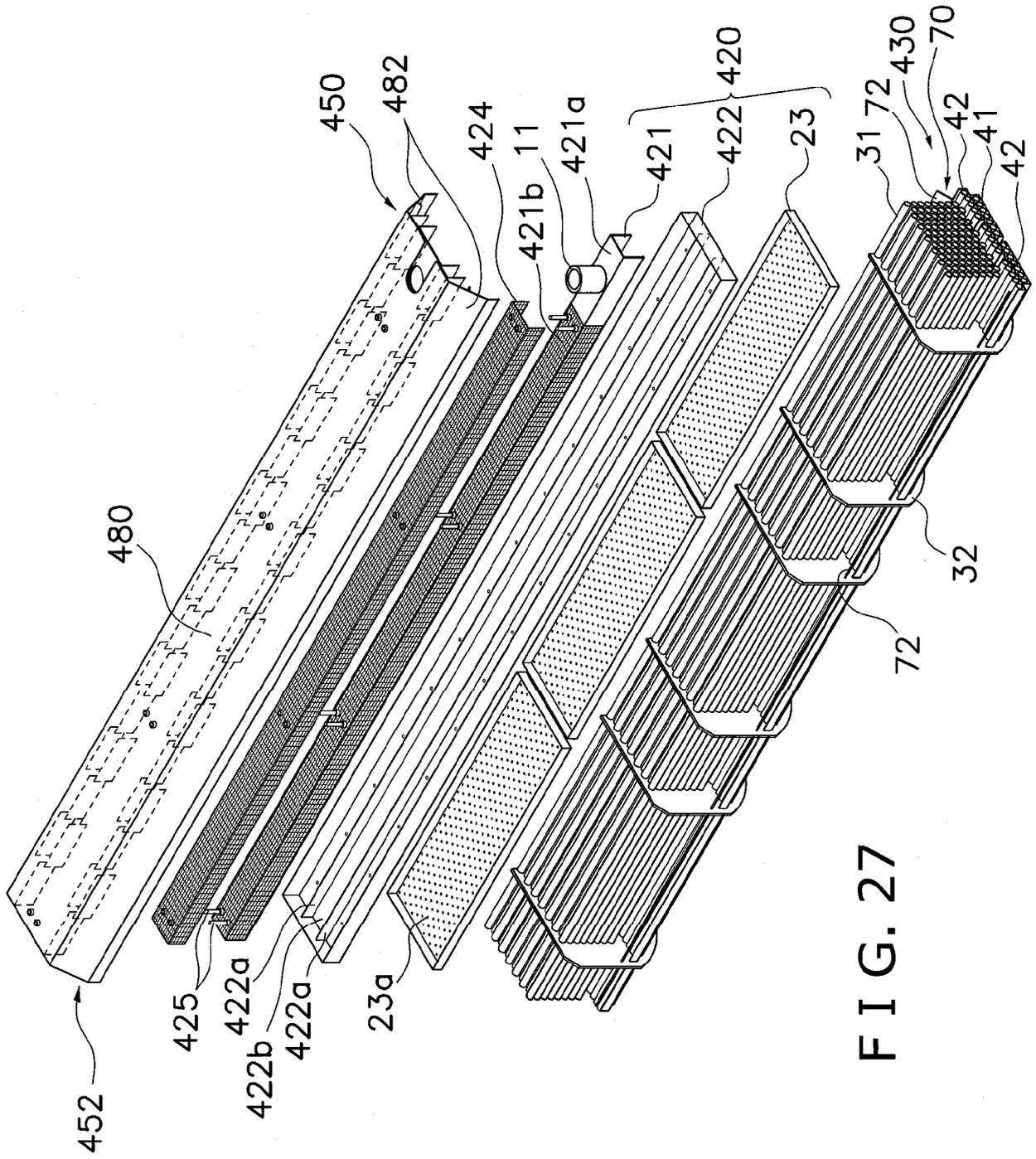


FIG. 27

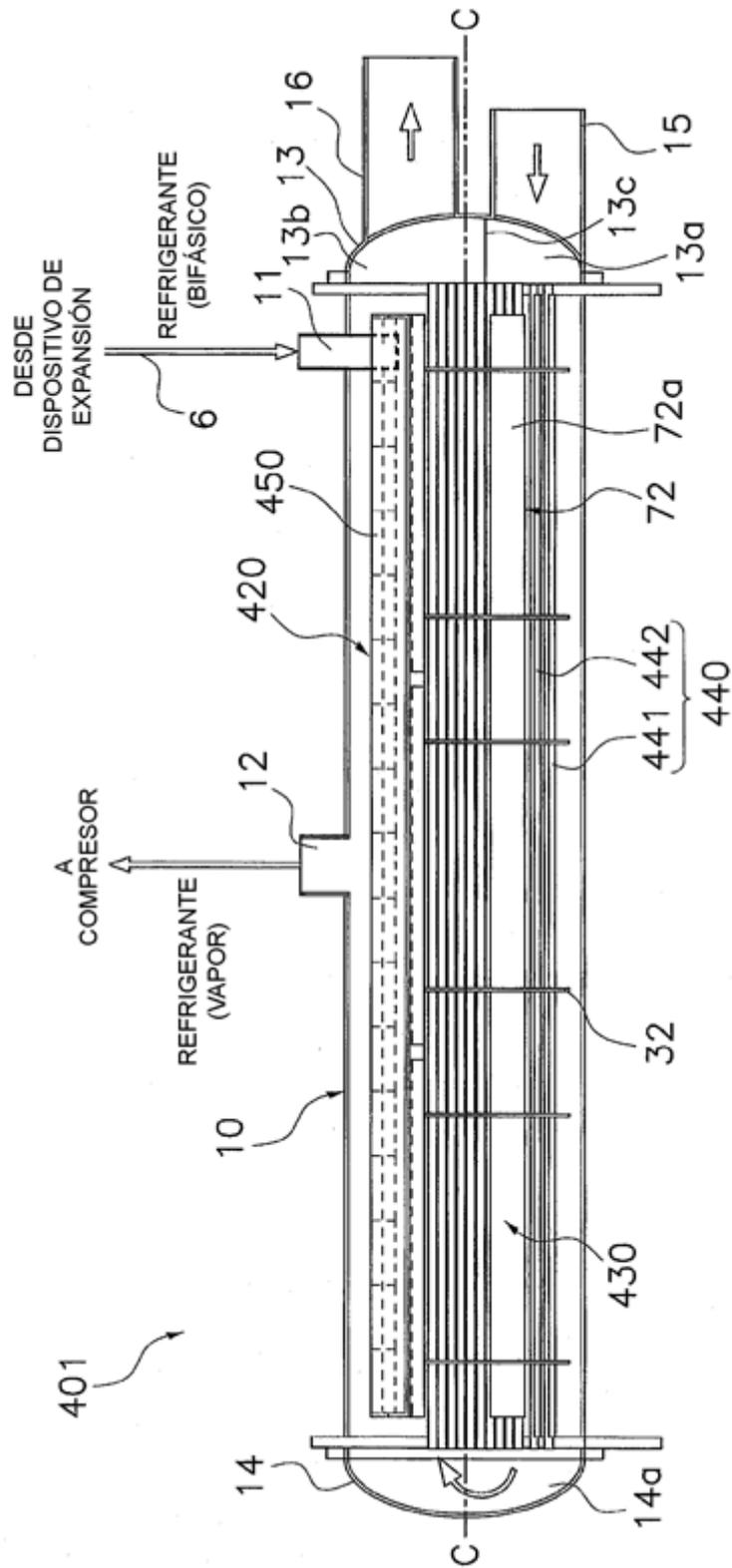


FIG. 28

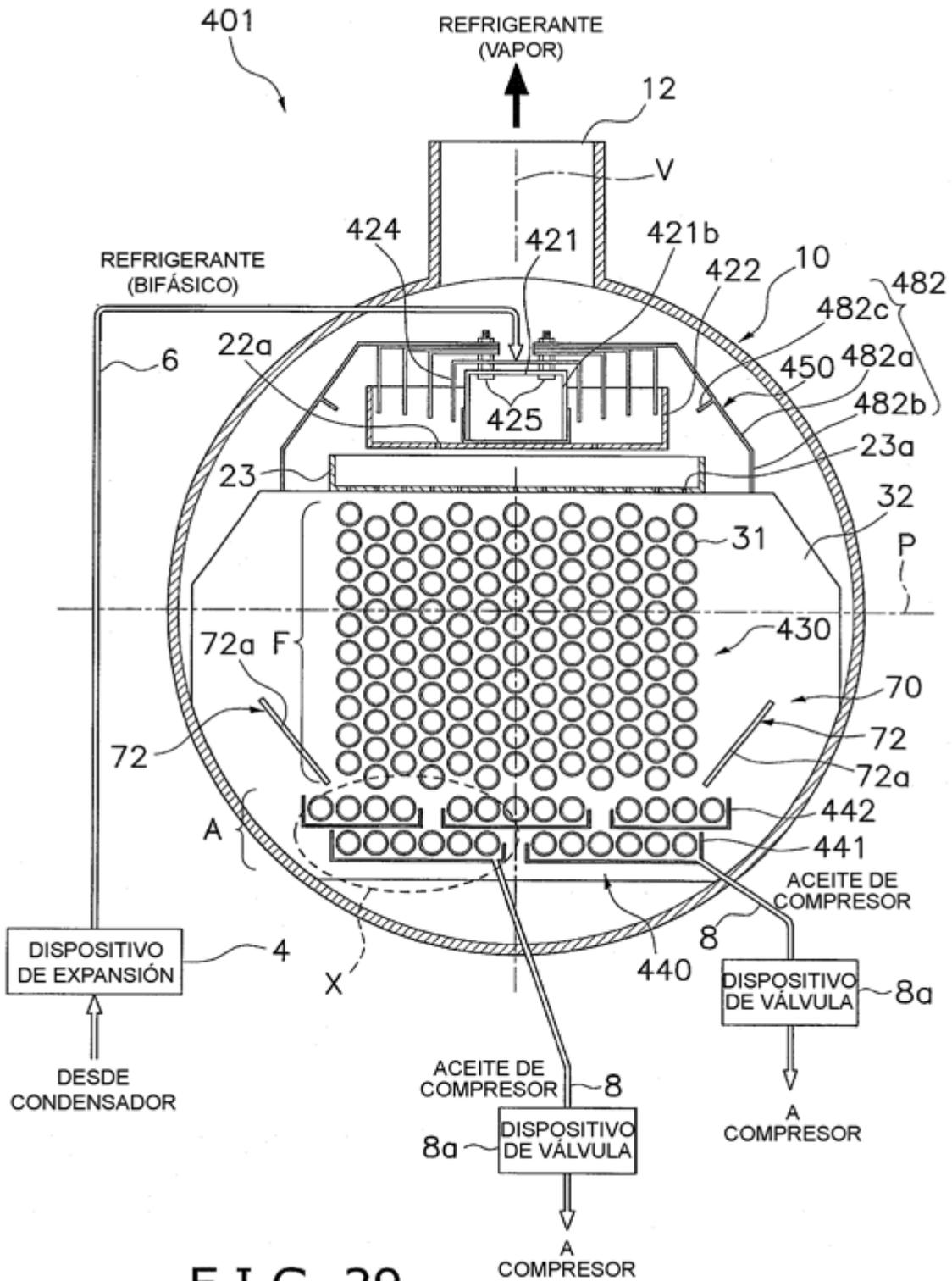


FIG. 29

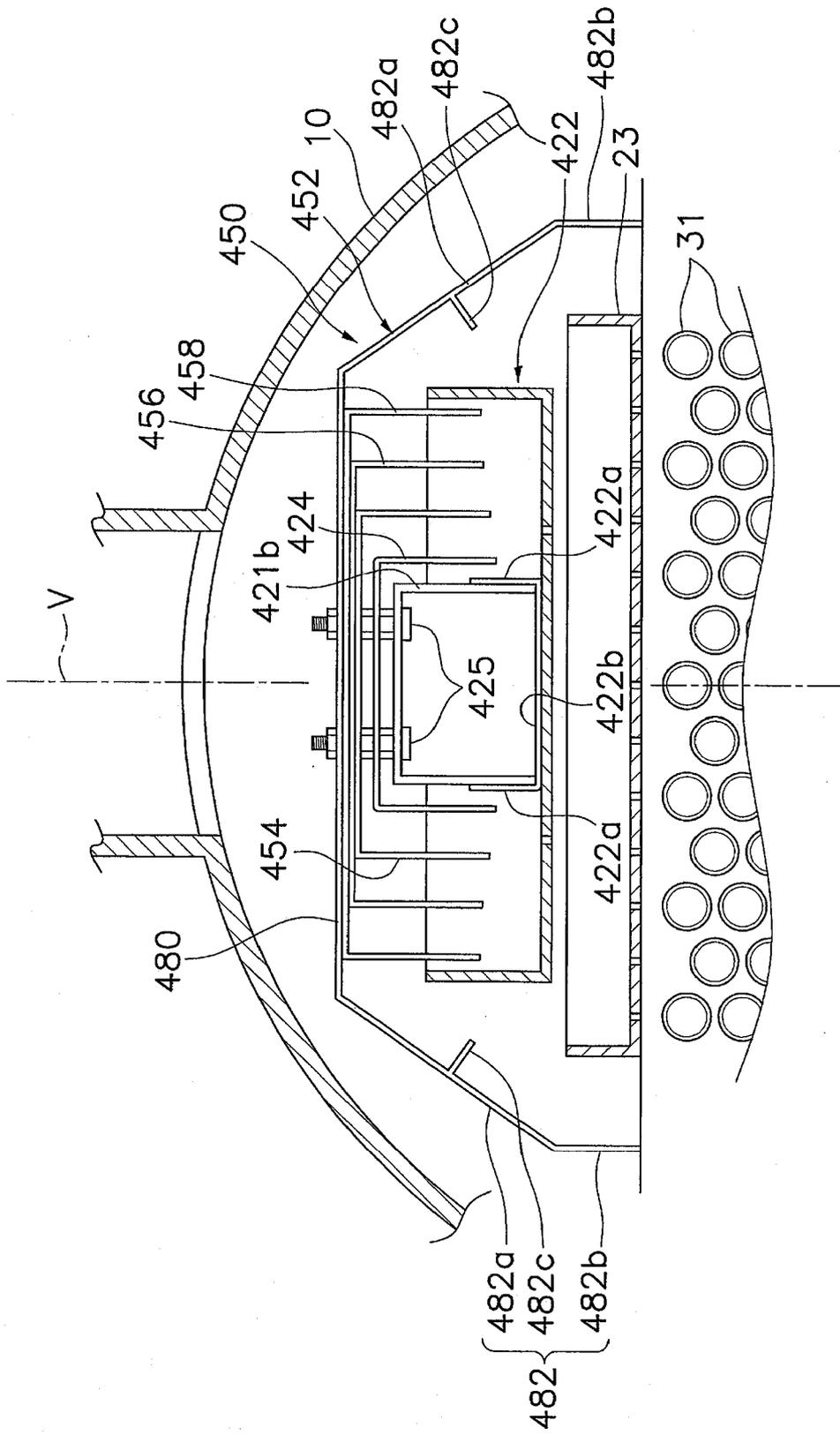


FIG. 30

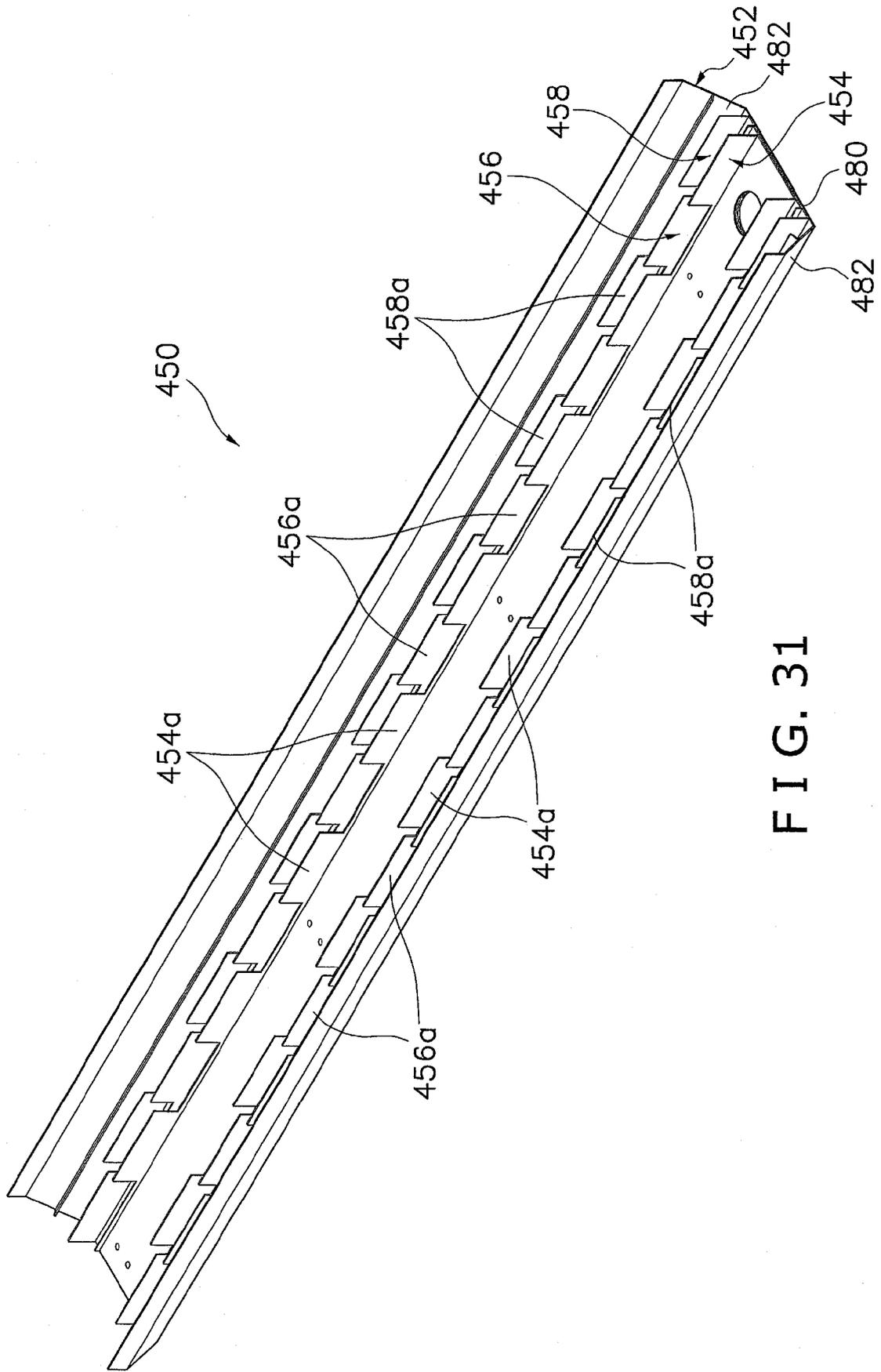


FIG. 31

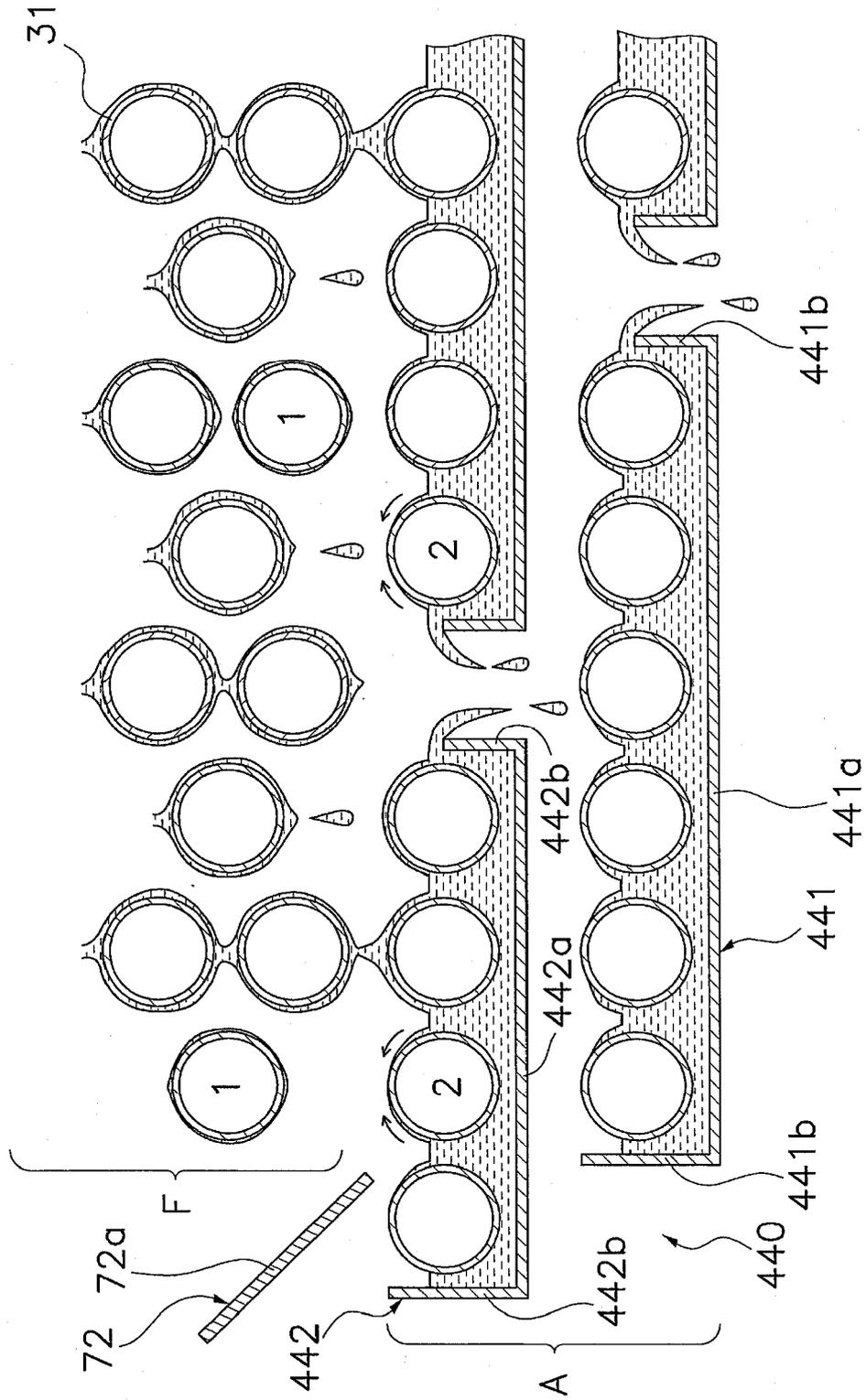


FIG. 32

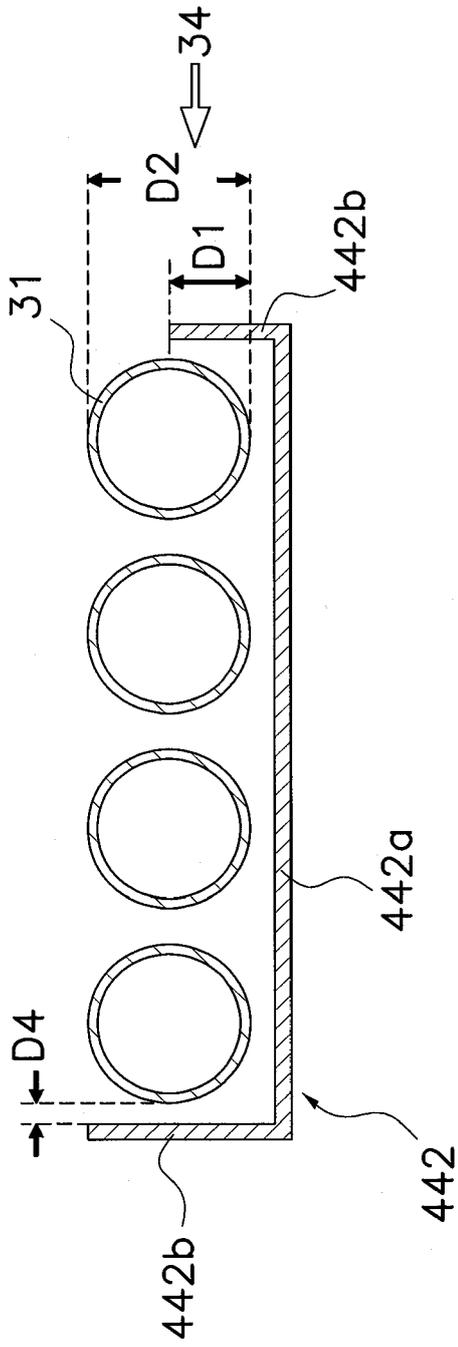


FIG. 33

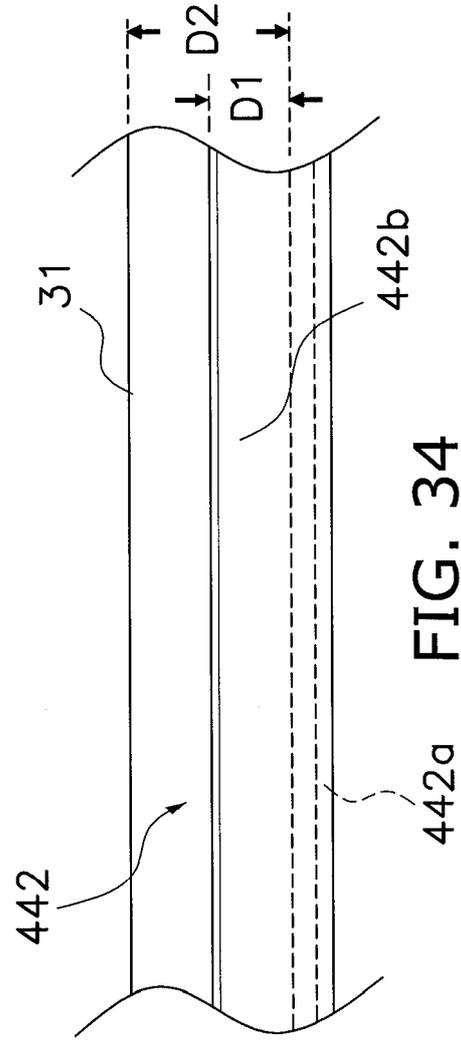


FIG. 34

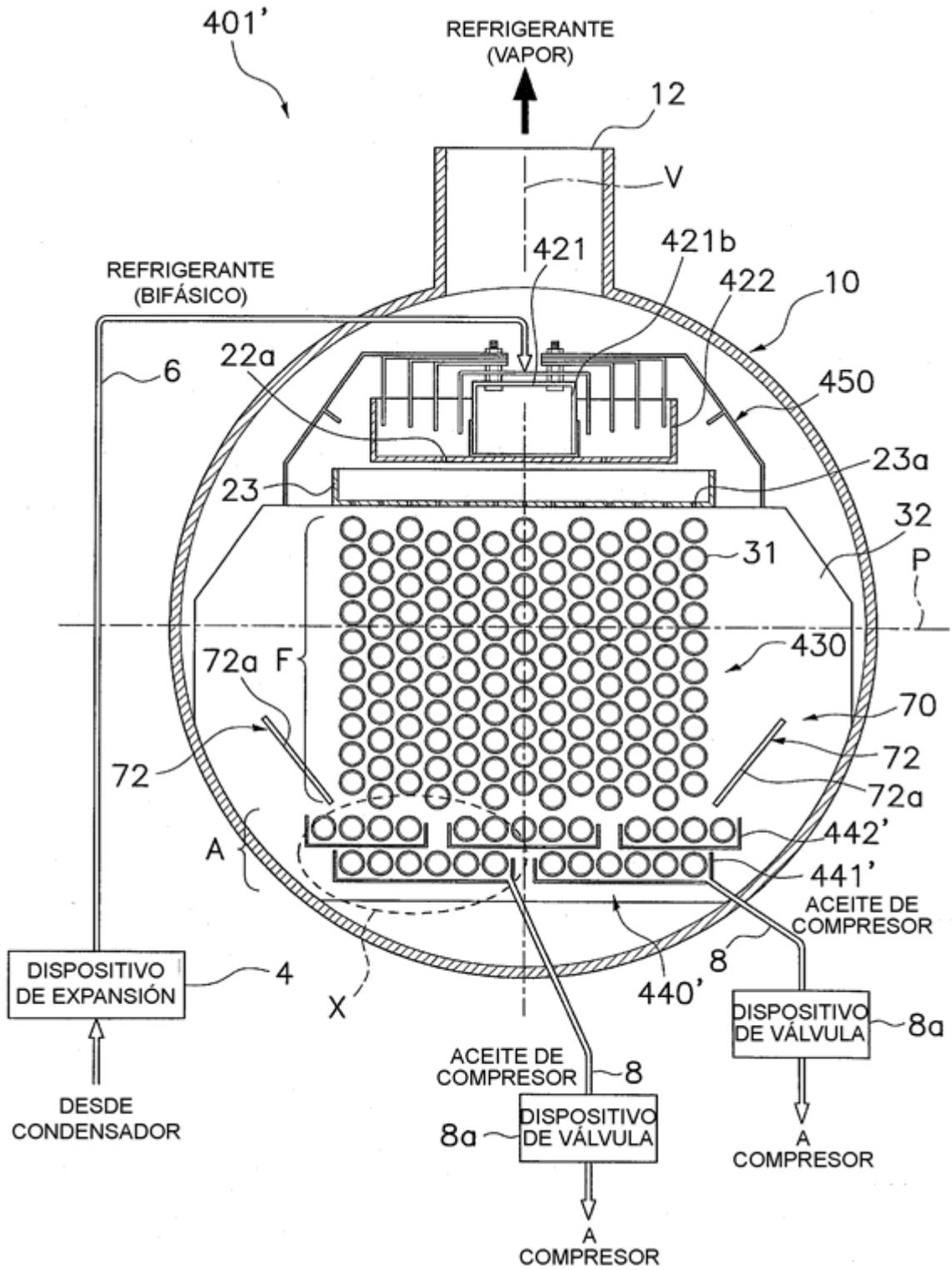


FIG. 35

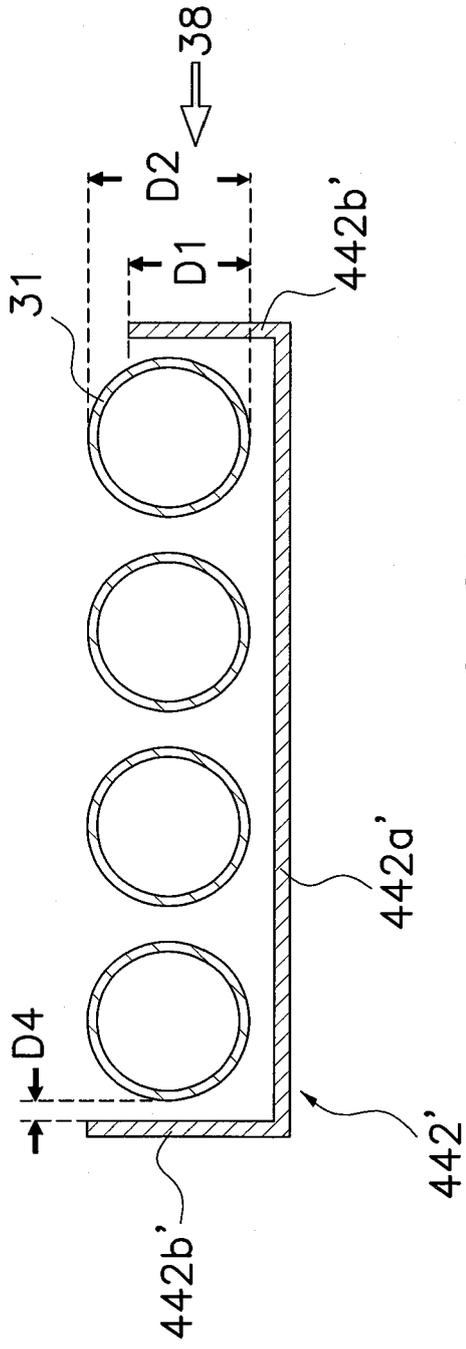


FIG. 37

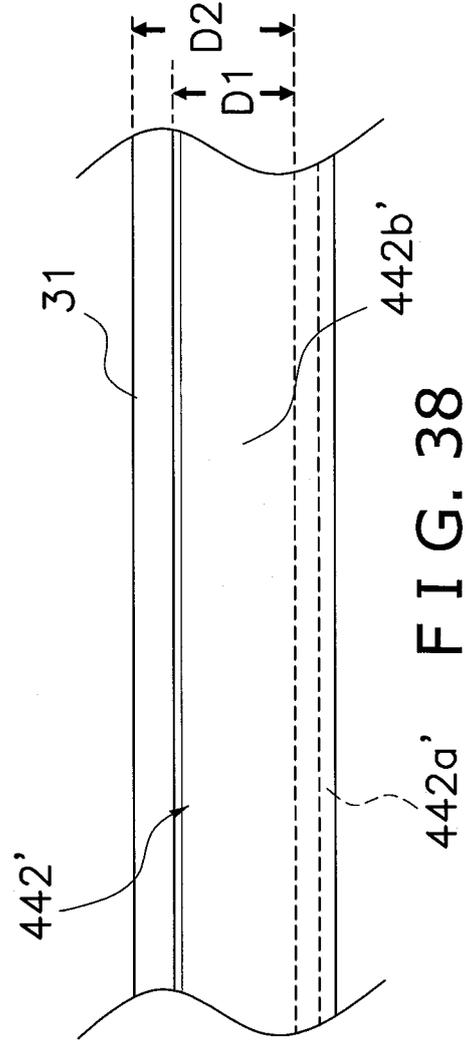


FIG. 38

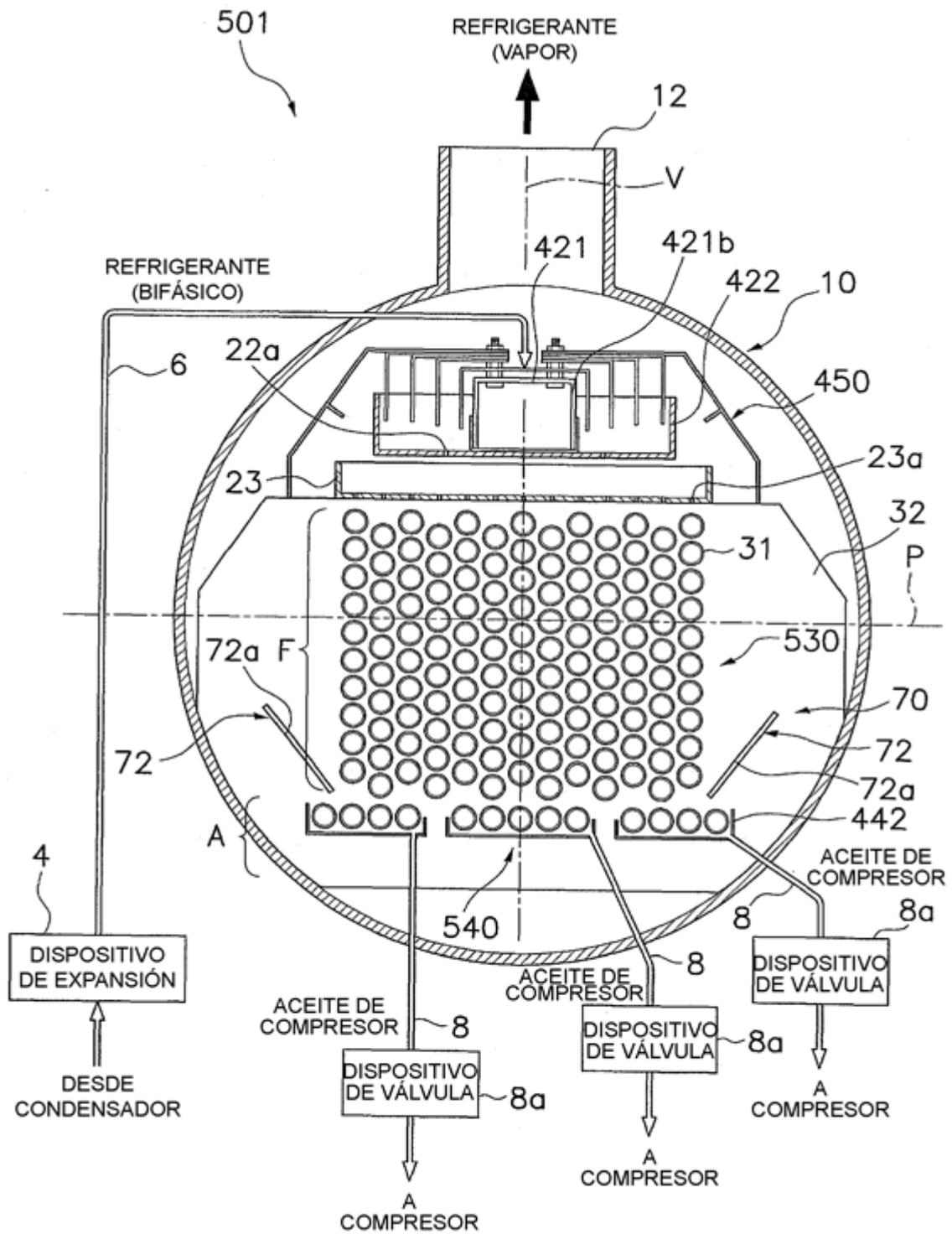


FIG. 39

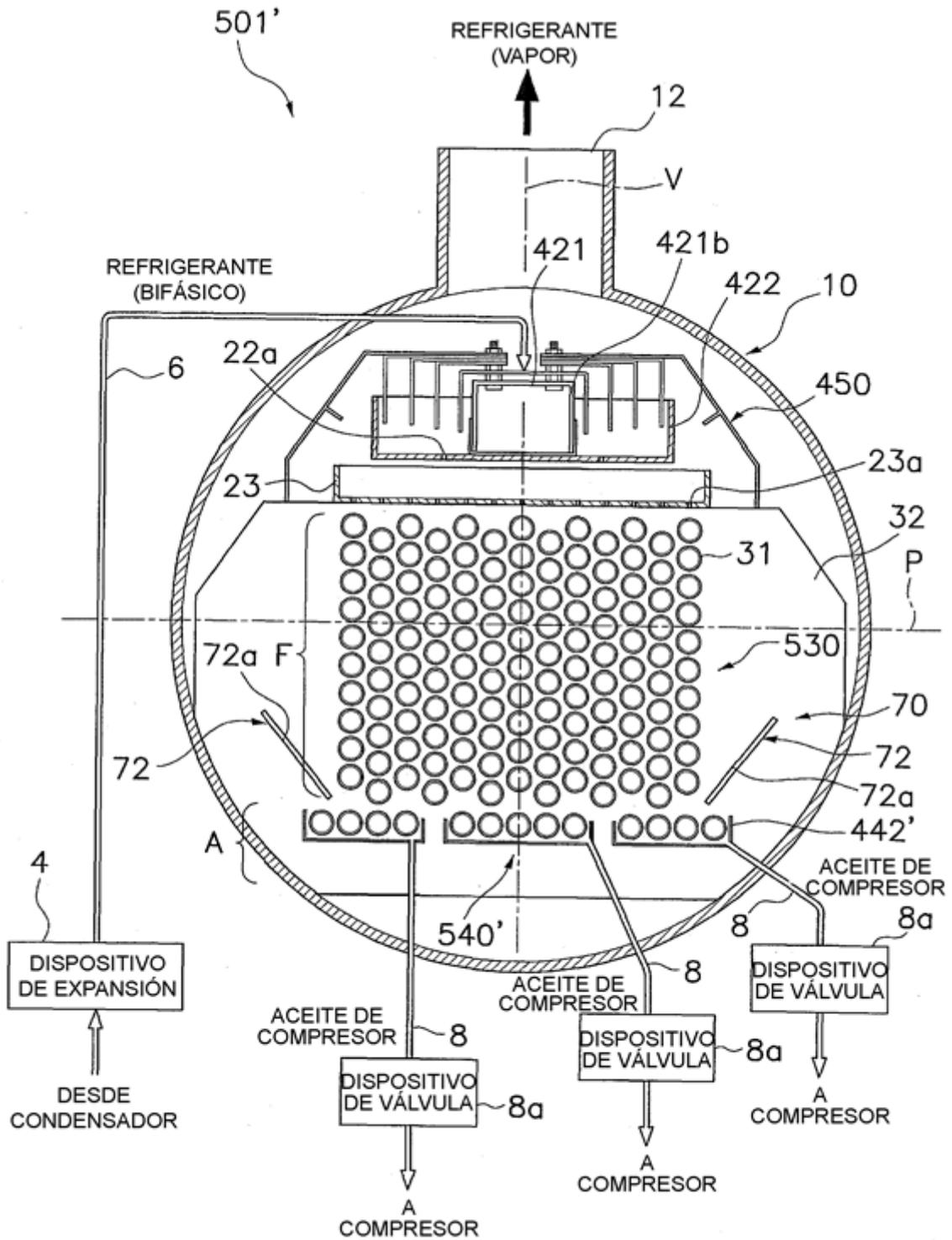


FIG. 40

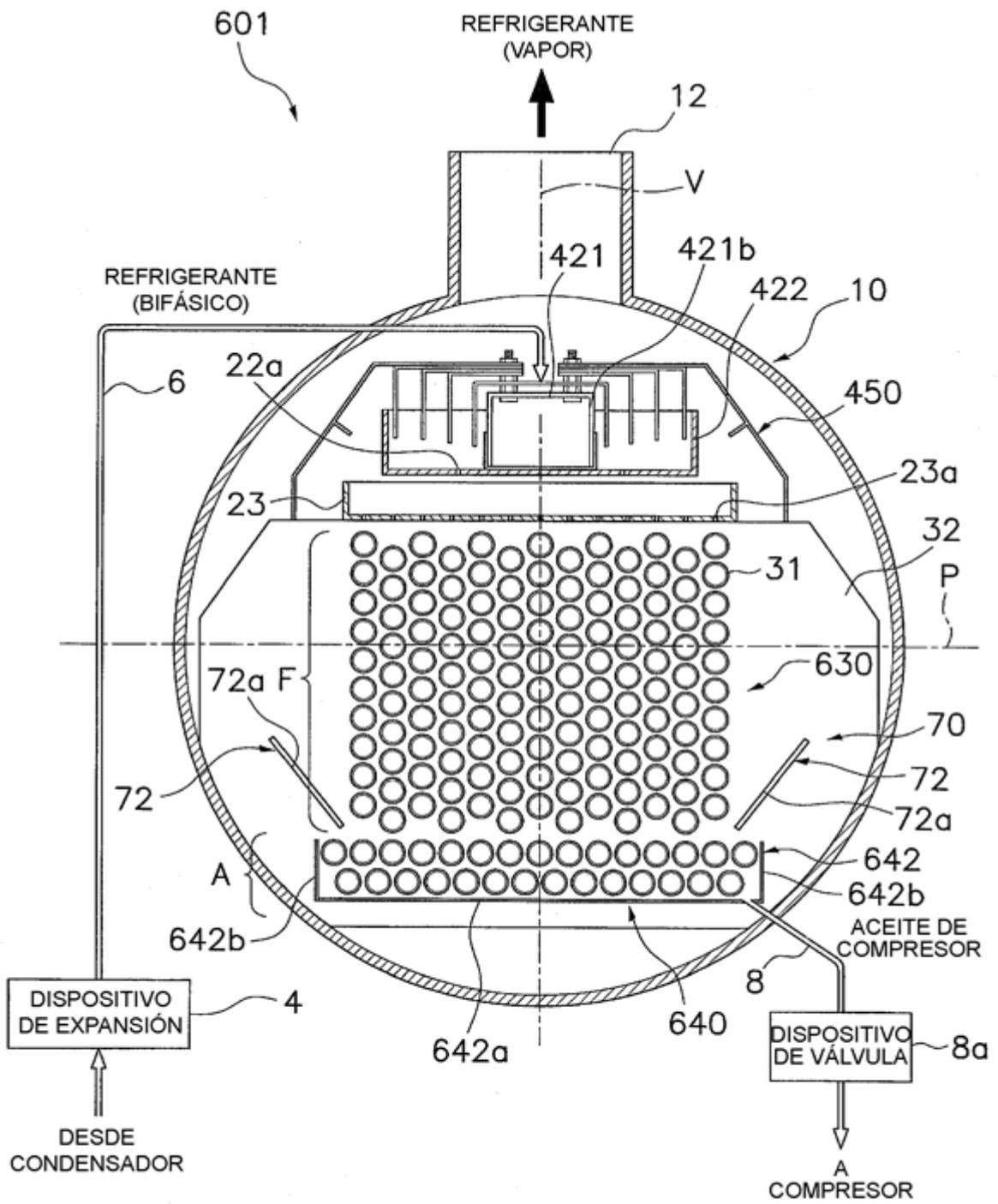


FIG. 41

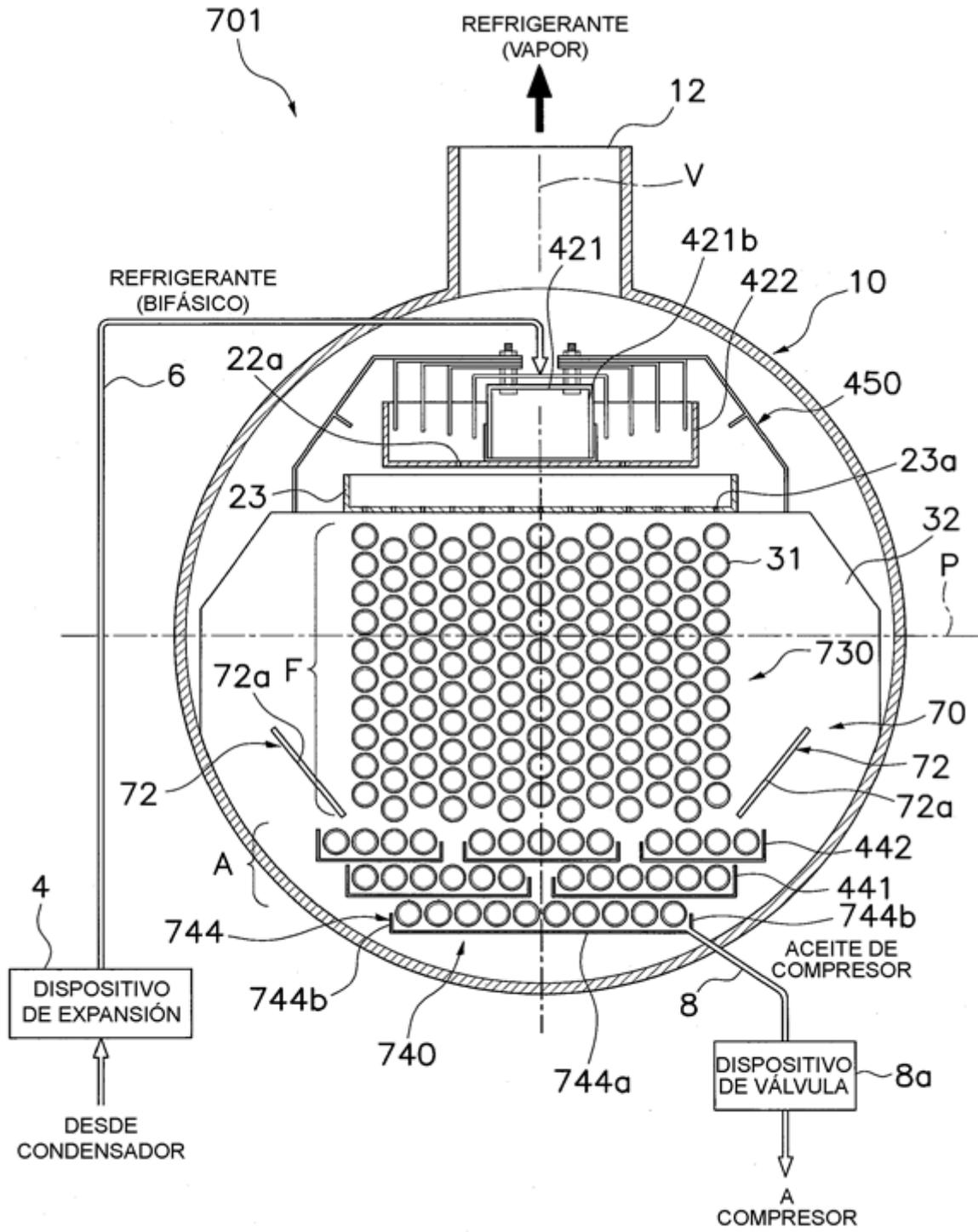


FIG. 42

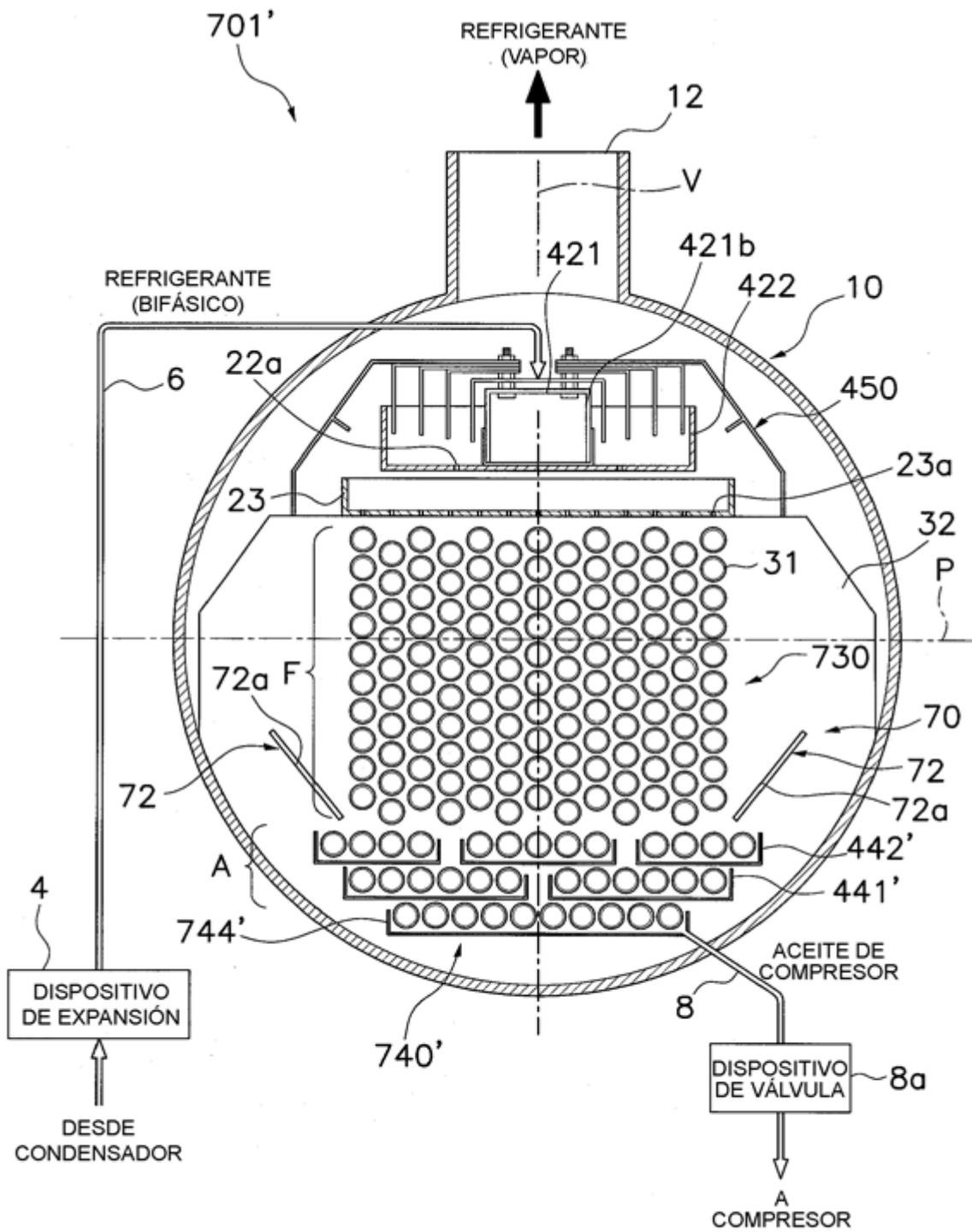


FIG. 43