

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 642 273**

51 Int. Cl.:

F28D 3/02 (2006.01)

F25B 39/02 (2006.01)

F28D 7/16 (2006.01)

F28D 21/00 (2006.01)

F28F 9/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **10.07.2014 PCT/US2014/046219**

87 Fecha y número de publicación internacional: **15.01.2015 WO15006603**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.07.2014 E 14744728 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.08.2017 EP 3019806**

54 Título: **Intercambiador de calor**

30 Prioridad:

11.07.2013 US 201313939813

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

16.11.2017

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**NUMATA, MITSUHARU y
KASAI, KAZUSHIGE**

74 Agente/Representante:

FÚSTER OLAGUIBEL, Gustavo Nicolás

ES 2 642 273 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 usarse en un sistema de compresión de vapor. Más específicamente, esta invención se refiere a un intercambiador de calor que incluye una parte de guía dispuesta para guiar refrigerante disperso de vuelta hacia los tubos de transferencia de calor. Se conoce un intercambiador de calor según el preámbulo de la reivindicación 1 del documento US 2008/0149311.

15 Información anterior

La refrigeración por compresión de vapor ha sido el método usado más comúnmente para el acondicionamiento de aire de grandes edificios o similares. Los sistemas de refrigeración por compresión de vapor convencionales están habitualmente dotados de un evaporador, que es un intercambiador de calor que permite que el refrigerante se evapore de líquido a vapor mientras absorbe el calor de un líquido que va a enfriarse pasando 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 horizontalmente a través de los cuales se hace circular 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 exteriores de algunos de los tubos de transferencia de calor en el haz de tubos y los otros tubos de transferencia de calor en el haz de tubos están sumergidos en el refrigerante líquido que se ha recogido en la parte de fondo de la carcasa.

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

La patente estadounidense n.º 5.839.294 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 superposición con el nivel más elevado 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 vaporizado. El resto del refrigerante líquido se recoge en la parte inferior de la carcasa. En funcionamiento 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 con 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.

La patente estadounidense n.º 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 vaporizado. 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 evaporador híbrido de película descendente divulgado en la patente estadounidense n.º 5.839.294 tal como se mencionó anteriormente todavía presenta un problema de que requiere una cantidad relativamente grande de carga de refrigerante debido a la existencia de la sección inundada en la parte de fondo de la carcasa. Por otra parte, con el evaporador divulgado en la patente estadounidense n.º 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 una fluctuación en 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.º 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, el refrigerante se dispersa a veces desde los tubos en la región de película descendente.

En vista de lo anterior, un objeto de la presente invención es proporcionar un intercambiador de calor que pueda reducir la cantidad de carga de refrigerante al tiempo que asegurar un 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 guía el refrigerante que se dispersa desde los tubos en la región de película descendente de vuelta hacia los tubos de refrigerante.

Un intercambiador de calor según la presente invención está adaptado para usarse en un sistema de compresión de vapor, y se define en las reivindicaciones adjuntas. El intercambiador de calor incluye una carcasa, una parte de distribución, un haz de tubos, una parte en depresión y una parte de guía. La carcasa tiene un eje central longitudinal que se extiende generalmente paralelo a un plano horizontal. La parte de distribución está dispuesta dentro de la carcasa, y está configurada y dispuesta para distribuir un refrigerante. El haz de tubos incluye una pluralidad de tubos de transferencia de calor dispuestos dentro de la carcasa debajo de la parte de distribución de manera que el refrigerante descargado desde la parte de distribución se suministra sobre el haz de tubos. Los tubos de transferencia de calor se extienden generalmente en paralelo al eje central longitudinal de la carcasa bajo al menos uno de los tubos de transferencia de calor para acumular el refrigerante en la misma. La parte de guía incluye al menos una parte de lado lateral que se extiende hacia arriba y lateralmente hacia afuera desde el haz de tubos en una posición vertical en un extremo superior de la parte en depresión.

Estos y otros objetos, 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:

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

la figura 3 es una vista en perspectiva simplificada del intercambiador de calor según la primera realización de la presente invención;

la figura 4 es una vista en perspectiva simplificada de una estructura interior del intercambiador de calor según la

primera realización de la presente invención;

la figura 5 es una vista en despiece ordenado de la estructura interior del intercambiador de calor según la primera realización de la presente invención;

5 la figura 6 es una vista en sección transversal longitudinal simplificada del intercambiador de calor según la primera realización de la presente invención tomada a lo largo de una línea de sección 6-6' en la figura 3;

10 la figura 7 es una vista en sección transversal simplificada del intercambiador de calor según la primera realización de la presente invención tomada a lo largo de una línea de sección 7-7' en la figura 3;

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

la figura 9 es una vista en sección transversal ampliada de los tubos de transferencia de calor y una de las secciones en depresión de una parte en depresión según la primera realización de la presente invención;

20 la figura 10 es una vista en alzado lateral parcial de los tubos de transferencia de calor y la sección en depresión según la primera realización de la presente invención como se observa en una dirección a lo largo una flecha 10 en la figura 9;

25 la figura 11A es un gráfico de un coeficiente de transferencia de calor total frente a una distancia de superposición entre la parte en depresión y el tubos de transferencia de calor según la primera realización 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;

30 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 la primera realización de la presente invención;

35 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 la primera realización de la presente invención;

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 la primera realización 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 la primera realización de la presente invención;

45 la figura 16 es una vista en sección transversal esquemática ampliada de los tubos de transferencia de calor y las 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 la primera realización de la presente invención;

50 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 la primera realización de la presente invención;

55 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 la primera realización de la presente invención;

la figura 19 es una vista en sección transversal simplificada de un intercambiador de calor según una segunda realización de la presente invención;

60 la figura 20 es una vista en sección transversal simplificada de un intercambiador de calor según un tercer ejemplo no reivindicado de la presente invención;

65 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 la tercera realización no reivindicada una de la presente invención;

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 la tercera realización no reivindicada una 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 la tercera realización no reivindicada una de la presente invención;

10 la figura 24 es una vista en sección transversal simplificada de un intercambiador de calor según una cuarta realización de la presente invención;

la figura 25 es una vista en sección transversal longitudinal simplificada del intercambiador de calor según la cuarta realización de la presente invención;

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

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

20 la figura 28 es una vista longitudinal simplificada del intercambiador de calor según la quinta 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 quinta realización de la presente invención tomada a lo largo de una línea de sección 29-29' en la figura 26;

la figura 30 es una vista en sección transversal ampliada adicional 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 quinta realización;

35 la figura 32 es una vista en sección transversal esquemática ampliada de tubos de transferencia de calor, una parte en depresión y 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 quinta realización de la presente invención;

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

45 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 quinta realización de la presente invención;

la figura 36 es una vista en sección transversal esquemática ampliada de tubos de transferencia de calor, una parte en depresión y 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 quinta realización de la presente invención;

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

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

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 sexta 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 sexta realización de la presente invención;

65 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 séptima realización de la presente invención;

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 octava 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 octava realización de la presente invención.

Descripción detallada de las realizaciones preferidas

Ahora se explicarán realizaciones seleccionadas 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.

Haciendo referencia inicialmente a las figuras 1 y 2, se explicará un sistema de compresión de vapor que incluye un intercambiador de calor según una primera realización. 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 acondicionamiento de aire, ventilación y calentamiento (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.

Tal como se muestra en 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.

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 bifásico gas/líquido. El refrigerante líquido se evapora como refrigerante vaporizado en el evaporador 1 a medida que absorbe calor del agua.

El refrigerante vaporizado 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 vaporizado se comprime para dar vapor a mayor presión y mayor temperatura. El compresor 2 puede ser cualquier tipo de compresor convencional, por ejemplo, compresor centrífugo, compresor de espiral, compresor alternante, compresor de tornillo, etc.

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

El refrigerante líquido condensado entra entonces a través del dispositivo de expansión 4 en el que 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 bifásico gas/líquido.

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

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

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.

Haciendo ahora referencia a las figuras 3 a 5, se explicará la estructura detallada del evaporador 1, que es el intercambiador de calor según la primera realización. Tal como muestran las figuras 3 y 6, el evaporador 1 incluye

una carcasa 10 que tiene una forma generalmente cilíndrica con un eje C central longitudinal (figura 6) que se extiende generalmente en la dirección horizontal. La carcasa 10 incluye un elemento de cabezal de conexión 13 que define una cámara 13a de agua de entrada y una cámara 13b de agua de salida, y un elemento de cabezal de retorno 14 que define una cámara 14a de agua. 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 13a de agua de entrada y la cámara 13b de agua de salida están divididas por un deflector 13c de agua. 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 11 tubería de entrada de refrigerante 11 y una tubería de salida 12 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 el refrigerante bifásico 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 bifásico hierve y/o se evapora en el evaporador 1 y experimenta un cambio de fase de líquido a vapor a medida que absorbe calor del agua que pasa a través del evaporador 1. El refrigerante vaporizado se extrae 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 de la estructura deflectora 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 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 C central longitudinal de la carcasa 10. La parte de tubería de entrada 21 está en conexión de fluido con la tubería de entrada de refrigerante 11 de la carcasa 10 de modo que el refrigerante bifásico 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 se guían 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, una rejilla de malla, o similares. El componente de vapor fluye hacia abajo a lo largo de la estructura deflectora 50 y después cambia su sentido 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 C central longitudinal 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, la mayoría de la parte de tubería de entrada 21 se superpone con la primera parte de bandeja 22 cuando se observa a lo largo de una dirección horizontal perpendicular al eje C central longitudinal de la carcasa 10 tal como 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 mayor 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 acopladas entre sí y suspendidas desde arriba en una parte superior de la carcasa 10 de una manera adecuada.

Tal como se muestra en las figuras 5 y 7, la primera parte de bandeja 22 tiene una pluralidad de primeras hendiduras 22a de descarga desde las que el refrigerante líquido acumulado en las mismas se descarga hacia abajo. El refrigerante líquido descargado desde las primeras hendiduras 22a de descarga 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 C central longitudinal 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 establece 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 hendiduras 23a de descarga 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 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 utiliza boquillas de pulverización y/o tubos de árbol de pulverización puede 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 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 desde la parte de distribución 20 se suministra sobre el haz de tubos 30. El haz de tubos 30 incluye una pluralidad de tubos de transferencia de calor 31 que se extienden generalmente en paralelo al eje C central longitudinal de la carcasa 10 tal como muestra la 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 por una pluralidad de placas de soporte 32 que se extienden en vertical, 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 línea de suministro dispuesto en una parte inferior del haz de tubos 30, y un grupo de línea de retorno dispuesto en una parte superior del haz de tubos 30. Tal como muestra la figura 6, los extremos de entrada de los tubos de transferencia de calor 31 en el grupo de línea de suministro están en conexión de fluido con la tubería de entrada de agua 15 mediante la cámara 13a de agua de entrada 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 línea de suministro y los extremos de entrada de los tubos de transferencia de calor 31 de los tubos de línea de retorno están en comunicación en fluido con una cámara 14a de agua del elemento de cabezal de retorno 14. Por tanto, el agua que fluye dentro de los tubos de transferencia de calor 31 en el grupo de línea de suministro se descarga en la cámara 14a de agua, y se redistribuye a los tubos de transferencia de calor 31 en el grupo de línea de retorno. Los extremos de salida de los tubos de transferencia de calor 31 en el grupo de línea de retorno están en comunicación en fluido con la tubería de salida de agua 16 mediante la cámara 13b de agua de salida del elemento de cabezal de conexión 13. Por tanto, el agua que fluye dentro de 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 habitual, la temperatura del agua que entra en la tubería de entrada de agua 15 puede estar aproximadamente a 54 grados F (aproximadamente 12°C), y el agua se enfría a 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 línea de retorno puede disponerse debajo o junto al grupo de línea de suministro en lugar de en la disposición ilustrada en el presente documento.

La disposición detallada para un mecanismo de transferencia de calor del evaporador 1 según la primera realización se explicará con referencia a la figura 7. La figura 7 es una vista en sección transversal simplificada del evaporador 1 tomada a lo largo de una línea de la sección 7-7' en la figura 3.

Tal como se describió anteriormente, el refrigerante en un estado bifásico 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 bifásico se acumula en la primera parte de bandeja 22 y después en las segundas partes de bandeja 23, y se descarga desde las hendiduras 23a de descarga 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 de la primera realización incluye una región F de película descendente y una región A de acumulación. Los tubos de transferencia de calor 31 en la región F de película descendente están configurados y dispuestos para realizar la evaporación de película descendente del refrigerante líquido. Más específicamente, los tubos de transferencia de calor 31 en la región F de película descendente están dispuestos de modo que el refrigerante líquido descargado desde la parte de distribución 20 forma una capa (o una película) a lo largo de una pared exterior de cada uno de los tubos de transferencia de calor 31, donde el refrigerante líquido se evapora como refrigerante vaporizado a medida que absorbe calor del agua que fluye dentro de los tubos de transferencia de calor 31. Tal como muestra la figura 7, los tubos de transferencia de calor 31 en la región F de película descendente están dispuestos en una pluralidad de columnas verticales que se extienden en paralelo entre sí cuando se observan en una dirección paralela al eje C central longitudinal 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 23a de descarga de la segunda parte de bandeja 23 de modo que el refrigerante líquido descargado de las segundas aberturas 23a de descarga se deposita sobre el más alto 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 F de película descendente 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 F de película descendente es sustancialmente constante. Asimismo, un paso horizontal entre dos columnas adyacentes de las columnas de los tubos de transferencia de calor 31 en la región F de película descendente es sustancialmente constante.

El refrigerante líquido que no se evaporó en la región F de película descendente continúa cayendo hacia abajo por fuerza de la gravedad en la región A de acumulación, 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 A de acumulación 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 A de acumulación, al que se proporciona la parte en depresión 40, es preferiblemente 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 A de acumulación y el número de los tubos de transferencia de calor 31 en una de las columnas en la región F de película descendente es preferiblemente de aproximadamente 1:9 a aproximadamente 2:8. Alternativamente, cuando los tubos de transferencia de calor 31 están dispuestos en un patrón irregular (por ejemplo, el número de tubos de transferencia de calor en cada una de las columnas es diferente), un número de tubos de transferencia de calor 31 dispuestos en la región A de acumulación (es decir, al menos parcialmente sumergido en el refrigerante líquido acumulado en la parte en depresión 40) es preferiblemente de aproximadamente el 10% a aproximadamente el 20% de un número total de los tubos de transferencia de calor en el haz de tubos 30. En el ejemplo mostrado en la figura 7, se proporciona la parte en depresión 40 a dos filas de los tubos de transferencia de calor 31 en la región A de acumulación, al tiempo que cada una de las columnas de los tubos de transferencia de calor 31 en la región F de película descendente 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, también aumenta el número de columnas de los tubos de transferencia de calor en la región F de película descendente y/o el número de filas de los tubos de transferencia de calor en la región A de acumulación.

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 en paralelo al eje C central longitudinal 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 C central longitudinal 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 la sección en depresión 41 están en comunicación en 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 en 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.

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

15 En la primera realización, los tubos de transferencia de calor 31 en la región A de acumulación están dispuestos de manera que el más exterior de los tubos de transferencia de calor 31 en cada fila de la región A de acumulación está dispuesto hacia fuera de una columna más exterior de los tubos de transferencia de calor 31 en la región F de película descendente en cada lado del haz de tubos 30 tal como 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 A de acumulación, que está dispuesto hacia fuera de la columna más exterior de los tubos de transferencia de calor 31 en la región F de película descendente tal como se muestra en la figura 7.

25 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. No se ilustra el agua que fluye al interior de los tubos de transferencia de calor 31 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 F de película descendente y parte del refrigerante líquido se evapora como refrigerante vaporizado. 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 refrigerante vaporizado. 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 A de acumulación, que está dispuesta en la región inferior del haz de tubos 30, para acumular el refrigerante líquido que fluye desde arriba y para redistribuir el refrigerante acumulado a lo largo de la dirección longitudinal de la carcasa C. Por tanto, todos los tubos de transferencia de calor 31 en la región A de acumulación están 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.

40 Por ejemplo, tal como se muestra en la figura 8, cuando los tubos de transferencia de calor 31 señalados como "1" reciben poco refrigerante, los tubos de transferencia de calor 31 señalados como "2", que están dispuestos inmediatamente debajo de los señalados como "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 la capilaridad. 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 rápidamente 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 los 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 la capilaridad. 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, tiene lugar transferencia de calor 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 A de acumulación.

5 Con referencia a las figuras 4-8, el evaporador 1 incluye preferiblemente 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 incluye básicamente 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.

10 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 se observa mejor en la figura 7. Cada parte de lado lateral 72 está formada por una pluralidad de secciones independientes soldadas a placas verticales 32 tal como se entenderá mejor a partir de las figuras 4-6.

15 Cada parte de lado lateral 72 de la parte de guía 70 incluye una sección 72a inclinada que está inclinada entre 10 grados y 45 grados en relación con un plano P horizontal que pasa a través del eje C central longitudinal de la carcasa 10. Más preferiblemente, cada sección 72a inclinada está inclinada entre 30 grados y 45 grados en relación con el plano P horizontal. En la realización ilustrada, cada sección 72a inclinada está inclinada aproximadamente 40 grados en relación con el plano P horizontal. Tal como se observa en la figura 7, las partes de lado laterales 72 y las secciones 72a inclinadas 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 72a inclinadas. 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.

25 Con referencia a las figuras 9 y 10, se explicarán la estructura detallada de la primera sección en depresión 41 y las segundas secciones en depresión 42, y una disposición de la primera sección en depresión 41 y las segundas secciones en depresión 42 con respecto a los tubos de transferencia de calor 31 usando una de las segundas secciones en depresión 42 como un ejemplo. Como se observa en la figura 9, la segunda sección en depresión 42 incluye una parte 42a de pared de fondo y un par de partes 42b de pared laterales que se extienden hacia arriba desde extremos transversales de la parte 42a de pared de fondo. Aunque las partes 42b de pared laterales tienen un perfil cónico 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 42b de pared laterales de la segunda sección en depresión 42 pueden extenderse en paralelo entre sí (véase, las figuras 11B a 11D).

35 La parte 42a de pared de fondo y las partes 42b de pared laterales forman un rebaje en el que se acumula el refrigerante líquido de modo que los tubos de transferencia de calor 31 están al menos parcialmente sumergidos en el refrigerante líquido acumulado en la segunda sección en depresión 42 cuando el evaporador 1 funciona en condiciones normales. Más específicamente, las partes 42b de pared laterales de la segunda parte en depresión 42 se superponen 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 C central longitudinal 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 C central longitudinal de la carcasa 10. Una distancia D1 de superposición entre las partes 42b de pared laterales 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 C central longitudinal 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 D1 de superposición 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 D1 de superposición se establece igual a o mayor que una mitad de una altura (diámetro exterior) D2 del tubo de transferencia de calor 31 ($D1/D2 \geq 0,5$). Más preferiblemente, la distancia D1 de superposición se establece igual a o mayor que tres cuartos de la altura (diámetro exterior) 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 se llena la segunda sección en depresión 42 con el refrigerante líquido hasta el tope, al menos una mitad (o, más preferiblemente, al menos tres cuartos) de la altura (diámetro exterior) de cada uno de los tubos de transferencia de calor 31 está sumergida en el refrigerante líquido. La distancia D1 de superposición 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 D1 de superposición sea sustancialmente igual a o menor que la altura D2 del tubo de transferencia de calor 31.

65 Una distancia D3 entre la parte 42a de pared de fondo y los tubos de transferencia de calor 31 y una distancia D4 entre la parte 42b de pared de lado y el tubo de transferencia de calor 31 no están limitadas a ninguna distancia particular siempre que se forme un espacio suficiente entre los tubos de transferencia de calor 31 y la segunda

sección en depresión 42 para permitir que el refrigerante líquido fluya entre los tubos de transferencia de calor 31 y la segunda sección en depresión 42. Por ejemplo, cada una de la distancia D3 y la distancia D4 puede establecerse a de aproximadamente 1 mm a aproximadamente 4 mm. Además, la distancia D3 y la distancia D4 pueden ser iguales o diferentes.

5 La primera sección en depresión 41 incluye la estructura similar como la segunda sección en depresión 42 tal como se ha descrito anteriormente salvo porque la altura de la primera sección en depresión 41 puede ser igual que 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 la de la segunda sección en depresión 42. En todo caso, es preferible que la distancia D1 de superposición 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 exterior) D2 del tubo de transferencia de calor 31 tal como se ha explicado anteriormente.

15 La figura 11A es un gráfico de un coeficiente de transferencia de calor total frente a la distancia D1 de superposición entre una sección en depresión y el tubo de transferencia de calor 31 según la primera realización. En el gráfico que se muestra en la figura 11A, el eje vertical indica el coeficiente de transferencia de calor de superposición ($\text{kw/m}^2\text{K}$) y el eje horizontal indica la distancia D1 de superposición expresada por 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 las figuras 11B a 11D. En la primera muestra mostrada en la figura 11B, la distancia D1 de superposición entre una parte 40' en depresión 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 superposición expresada por una proporción de la altura del tubo de transferencia de calor 31 fue 1,0. En la segunda muestra mostrada en la figura 11C, la distancia D1 de superposición 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 D1 de superposición 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 muestras primera a tercera 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 muestras primera a tercera 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).

35 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 superposición 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 superposición 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 superposición de 0,5 (la figura 11D) fue de 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 de 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 D1 de superposición fue una mitad (0,5) de la altura del tubo de transferencia de calor 31. Por consiguiente, la distancia D1 de superposición 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.

50 Con el evaporador 1 según la primera realización, el refrigerante líquido se acumula en la parte en depresión 40 en la región A de acumulación de modo que los tubos de transferencia de calor 31 dispuestos en una región 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 fragmentos 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 separada de la superficie interior de la carcasa 10, puede reducirse la carga de cantidad de refrigerante enormemente en comparación con un evaporador híbrido convencional que incluye una sección inundada, que forma un baño de refrigerante en una parte de fondo de una carcasa de evaporador, al tiempo que asegura un buen rendimiento de transferencia de calor.

60 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.

65 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 la primera realización. 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 A de acumulación en cada fila está alineado verticalmente con la columna más externa de los tubos de transferencia de calor 31 en la región F de película descendente en cada lado del haz de tubos 30A tal como se muestra en la figura 12. En un caso de este tipo también, dado que los extremos más externos de segundas secciones en depresión 42A se extienden hacia fuera, el refrigerante líquido puede recibirse 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 F de película descendente no están dispuestos en un patrón escalonado, sino en una 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 la primera realización. En el ejemplo mostrado en la figura 15, la parte en depresión 40D incluye una pluralidad de secciones en depresión 43 individuales que está dispuesta respectivamente debajo de los tubos de transferencia de calor 31 en la región A de acumulación. La figura 16 es una vista en sección transversal esquemática ampliada de los tubos de transferencia de calor 31 y 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 alta en la región A de acumulación 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 A de acumulación están al menos parcialmente sumergidos en el refrigerante líquido acumulado en las secciones en depresión 43. Por consiguiente, el refrigerante líquido se evapora como el refrigerante vaporizado a medida que tiene lugar la transferencia de calor entre el refrigerante líquido y el agua que fluye dentro de los tubos de transferencia de calor 31.

La forma de la sección en depresión 43 no está limitada a la configuración ilustrada en las figuras 15 y 16. Por ejemplo, una sección transversal de la sección en depresión 43 puede tener forma de C, forma de V, forma de U o similares. De manera similar al ejemplo comentado anteriormente, la distancia de superposición 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 C central longitudinal.

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 la primera realización. 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 A de acumulación en cada fila está alineado verticalmente con la columna más externa de los tubos de transferencia de calor 31 en la región F de película descendente en cada lado del haz de tubos 30E tal como 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 F de película descendente. 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 paso vertical entre dos de los tubos de transferencia de calor 31 adyacentes en cada columna es mayor en una región superior de la región F de película descendente que en una región más baja de la región F de película descendente. Además, los tubos de transferencia de calor 31 en la región F de película descendente están dispuestos de modo que un paso horizontal entre dos columnas adyacentes de los tubos de transferencia de calor es mayor en una región central transversal de la región F de película descendente que en una región exterior de la región F de película descendente.

Una cantidad de flujo de vapor en la carcasa 10 tiende a ser mayor en la región superior de la región F de película descendente que en la región inferior de la región F de película descendente. Asimismo, la cantidad de flujo de vapor en la carcasa 10 tiende a ser mayor en la región central transversal de la región F de película descendente que en la región exterior de la región F de película descendente. Por tanto, la velocidad de vapor en la región

superior y la región exterior de la región F de película descendente a menudo pasa a ser muy alta. Como resultado, el flujo de vapor transversal produce una perturbación del flujo vertical del refrigerante líquido entre los tubos de transferencia de calor 31. Además, el refrigerante líquido puede portarse por la alta velocidad de flujo de vapor al compresor 2, y el refrigerante líquido arrastrado puede dañar el compresor 2. Por consiguiente, en el ejemplo
 5 mostrado en la figura 18, el paso vertical y el paso horizontal de los tubos de transferencia de calor 31 se ajustan para ampliar áreas de sección transversal de ductos de vapor formados entre los tubos de transferencia de calor 31 en la región superior y la región exterior de la región F de película descendente. Por consiguiente, puede disminuirse la velocidad del flujo de vapor en la región superior y la región exterior de la región F de película descendente. Por tanto, puede prevenirse la perturbación del flujo vertical del refrigerante líquido y la aparición del refrigerante líquido
 10 arrastrado mediante el flujo de vapor.

Segunda realización

Ahora, haciendo referencia a la figura 19, se explicará a continuación un evaporador 101 según una segunda
 15 realización. En vista de la similitud entre las realizaciones primera y segunda, a las partes de la segunda realización que son idénticas a las partes de la primera realización se les darán los mismos números de referencia que a las partes de la primera realización. Además, las descripciones de las partes de la segunda realización que son idénticas a las partes de la primera realización pueden omitirse por razones de brevedad.

El evaporador 101 según la segunda realización es básicamente el mismo que el evaporador 1 de la primera
 20 realización salvo porque el evaporador 101 de la segunda realización está dotado de un sistema de recirculación de refrigerante. Una parte en depresión 140 de la segunda realización es básicamente la misma que la parte en depresión 40 de la primera realización. En la primera realización, 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
 25 uniforme (por ejemplo, $\pm 10\%$), la carga de refrigerante puede establecerse a una cantidad recomendada con la que casi todo el refrigerante líquido se evapora en la región F de película descendente o la región A de acumulación. En 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
 30 distribución 20 sobre el haz de tubos 30 es significativamente desigual (por ejemplo, $\pm 20\%$), hay una posibilidad mayor de que se formen fragmentos 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 fragmentos secos. Por tanto, en la segunda realización, el sistema de recirculación de refrigerante se proporciona al evaporador
 35 101 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 7a de bombeo tal como se muestra en la
 40 figura 19. El dispositivo 7a de bombeo se acciona selectivamente de modo que el refrigerante líquido acumulado en la parte de fondo de la carcasa 110 se recircula de vuelta a la parte de distribución 20 del evaporador 110 por medio del conducto 6 y la tubería de entrada 11 (figura 1). La tubería de salida de fondo 17 puede estar colocada en cualquier posición longitudinal de la carcasa 110.

Alternativamente, el dispositivo 7a de bombeo puede sustituirse por un dispositivo eyector que funciona según el
 45 principio de Bernoulli para extraer 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 la segunda realización, el refrigerante líquido que no se evaporó
 puede recircularse eficazmente y reutilizarse para transferir calor, reduciendo de ese modo la carga de cantidad de refrigerante.

En la segunda realización, las disposiciones para un haz de tubos 130 y la parte en depresión 140 no están limitadas
 50 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 no reivindicado

Ahora, haciendo referencia a las figuras 20 a 25, se explicará a continuación un evaporador 201 según un tercer
 60 ejemplo no reivindicado. A las partes del tercer ejemplo no reivindicado que son idénticas a las partes de la realización primera o segunda se les darán los mismos números de referencia que a las partes de las realizaciones primera o segunda. Además, las descripciones de las partes del tercer ejemplo no reivindicado que son idénticas a las partes de las realizaciones primera o segunda pueden omitirse por razones de brevedad.

El evaporador 201 del tercer ejemplo es similar al evaporador 101 de la segunda realización porque el evaporador
 65 201 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 el 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 al 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, lo 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.

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 en fluido a un dispositivo 8a de válvula por medio de un conducto de derivación 8. El dispositivo 8a de válvula 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.

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 no se desborda desde la parte en depresión 240. El refrigerante líquido acumulado en la parte en depresión 240 hierve 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 8a de válvula y el aceite se descarga desde el evaporador 201. De manera similar a la primera realización, la distancia de superposición entre la parte en depresión 240 del tercer ejemplo y el tubo de transferencia de calor 31 dispuesto 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 C central longitudinal.

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

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.

En el tercer ejemplo, las disposiciones para el haz de tubos 230 y 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.

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.

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 no están dispuestos en un patrón escalonado, sino en una matriz tal como se muestra en la figura 22.

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 dispuesta en la región central debajo de la fila más baja de los tubos de transferencia de calor 31.

Además, los tubos de transferencia de calor 31 del haz de tubos 230 según la tercera realización 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 de la tercera realización pueden estar dispuestos de modo que un paso vertical entre los tubos de transferencia de calor 31 sea mayor en una región superior del haz de tubos 230 que en una región más baja del haz de tubos 230, y un paso horizontal entre los tubos de transferencia de calor 31 sea mayor en una región exterior del haz de tubos 230 que en

una región central del haz de tubos 230.

Cuarta realización

5 Ahora, haciendo referencia a las figuras 24 y 25, se explicará a continuación un evaporador 301 según una cuarta realización. En vista de la similitud entre las realizaciones primera a cuarta, a las partes de la cuarta realización que son idénticas a las partes de las realizaciones primera, segunda o tercera se les dará los mismos números de referencia que a las partes de las realizaciones primera, segunda o tercera. Además, las descripciones de las partes de la cuarta realización que son idénticas a las partes de las realizaciones primera, segunda o tercera pueden omitirse por razones de brevedad.

15 El evaporador 301 de la cuarta realización es básicamente el mismo que el evaporador 1 de la primera realización salvo que se proporciona una parte de bandeja intermedia 60 en la región F de película descendente entre los tubos de transferencia de calor 31 en el grupo de línea de suministro y los tubos de transferencia de calor 31 en el grupo de línea de retorno. La parte de bandeja intermedia 60 incluye una pluralidad de aberturas 60a de descarga a través de la que se descarga el refrigerante líquido hacia abajo.

20 Tal como se comentó anteriormente, el evaporador 301 incorpora un sistema de dos pases 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 13a de agua de entrada 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 13a de agua de entrada 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 13a de agua de entrada. 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 intercambio de calor usando zonas de superficie limitada de los tubos de transferencia de calor 31 que no están secas, y entonces el evaporador 301 se mantiene en equilibrio con la presión. 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) de la carga de refrigerante.

35 Por tanto, en la cuarta realización, 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 de una sola vez por la parte de bandeja intermedia 60, y se redistribuye uniformemente hacia los tubos de transferencia de calor 31, lo que requiere una cantidad mayor de transferencia de calor. Por consiguiente, se previene fácilmente que se sequen estas partes de los tubos de transferencia de calor 31, asegurando un buen rendimiento de transferencia de calor.

40 Aunque en la cuarta realización la parte de bandeja intermedia 60 solo se proporciona 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.

45 De manera similar a la primera realización, las disposiciones para el haz de tubos 330 y la parte en depresión 40 en la cuarta realización 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.

Quinta realización

55 Ahora, haciendo referencia a las figuras 26-34, se explicará a continuación un evaporador 401 según una quinta realización. En vista de la similitud entre las realizaciones primera a quinta, a las partes de la quinta realización que son idénticas a las partes de otras realizaciones se les darán los mismos números de referencia que a las partes de las otras realizaciones. Además, las descripciones de las partes de la quinta realización que son 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 las realizaciones precedentes también se aplican a esta quinta realización, salvo como se explica y se ilustra en el presente documento.

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

En referencia a las figuras 26-31, la parte de distribución 420 modificada está configurada y dispuesta para servir como separador gas-líquido y un distribuidor de refrigerante como las realizaciones precedentes. La parte de distribución 420 incluye una parte de tubería de entrada 421 modificada, una primera parte de bandeja 422 modificada 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 C central longitudinal 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.

La parte de tubería de entrada 421 está conectada en fluido a la tubería de entrada 11 tubería de entrada de refrigerante 11 de la carcasa 10 de modo que el refrigerante bifásico se introduce en la parte de tubería de entrada 421 por medio de la tubería de entrada 11 tubería de entrada de refrigerante 11. La parte de tubería de entrada 421 incluye preferiblemente un primer elemento 421a con forma de U invertida (suministro) y un segundo elemento 421b con forma de U invertida (distribución) que están sujetos a la primera parte de bandeja 422. El primer elemento 421a con forma de U invertida (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 421b con forma de U invertida (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 elementos 421a y 421b con forma de U invertida primero y segundo son elementos independientes (aunque se 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 422a que se extienden longitudinalmente que se extienden hacia arriba desde una superficie inferior del mismo para formar un canal 422b longitudinal central a lo largo una dirección en paralelo al eje C longitudinal central. Los salientes 422a 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 422b longitudinal central está preferiblemente libre de aberturas. En la realización ilustrada, dado que el segundo elemento 421b con forma de U invertida (distribución) está formado preferiblemente de una rejilla de metal 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 421b con forma de U invertida (distribución) puede estar formado de metal de placa/lámina sólida, pero con orificios formados en el mismo para permitir que pase refrigerante líquido y/o gaseoso a su través. En un caso de este tipo, los orificios 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 421b con forma de U invertida (distribución), y por tanto, es posible hacer más cortos los salientes 422a, si se desea (es decir, dado que la altura de los orificios en el segundo elemento 421b con forma de U invertida (distribución) determinará a qué altura fluirá refrigerante líquido a través de los orificios).

Además de la presencia de los salientes 422a y el canal 422b, la primera parte de bandeja 422 es idéntica a la primera parte de bandeja 22. Por tanto, no hay orificios formados dentro del canal 422b. Los elementos 421a y 421b con forma de U invertida primero y segundo están preferiblemente dimensionados/medidos para tener extremos libres del mismo recibidos en el canal longitudinal para formar una estructura de tubo transversal rectangular junto con los salientes 422a y la superficie inferior de la primera parte de bandeja 422. Los elementos 421a y 421b con forma de U invertida primero y segundo 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 elementos 421a y 421b con forma de U invertida primero y segundo a la primera parte de bandeja 422.

Haciendo aún referencia a las figuras 27-30, un tercer elemento 424 con forma de U invertida (distribución) más grande adicional se sujeta sobre el segundo elemento 421b con forma de U invertida (distribución) en una relación espaciada. Específicamente, una pluralidad de tornillos 425 se extiende hacia arriba a través del segundo elemento 421b con forma de U invertida (distribución) y están sujetos al mismo usando tuercas. Las tuercas actúan como espaciadores para montar el tercer elemento 424 con forma de U invertida (distribución) encima del miembro 421b. El tercer elemento 424 con forma de U invertida (distribución) es lateralmente más ancho que el segundo elemento 421b con forma de U invertida (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 424 con forma de U invertida (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 se observa mejor en la figura 30. Los extremos libres de los tornillos 425 también se extienden a través del tercer elemento 424 con forma de U invertida (distribución), y se usan tuercas adicionales para fijar el tercer elemento 424 con forma de U invertida (distribución) al segundo elemento 421b con forma de U invertida (distribución). Estas tuercas adicionales también actúan como espaciadores para dar espacio a la estructura deflectora 450 hacia arriba desde el tercer

elemento 424 con forma de U invertida (distribución).

El tercer elemento 424 con forma de U invertida (distribución) impide que el flujo de vapor de refrigerante pase a través del mismo. Cuando el refrigerante bifásico se descarga desde el primer elemento 421a con forma de U invertida 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 e incide la estructura deflectora 450 de modo que se capturan gotitas de líquido arrastradas en el vapor por la estructura deflectora 450 y se reduce el flujo de refrigerante gaseoso desde la estructura deflectora 450 directamente a la tubería de salida 12.

En referencia a las figuras 26-31, la estructura deflectora 450 incluye básicamente 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 alta 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 se observa mejor en la figura 31. Específicamente, el tercer elemento deflector 458 incluye una pluralidad de secciones 458a de pestaña con forma de placa espaciadas longitudinalmente que están longitudinalmente alineadas con secciones 454a de pestaña con forma de placa espaciadas longitudinalmente del primer elemento deflector 454. El segundo elemento deflector 456 incluye una pluralidad de pestañas 456b con forma de placa espaciadas longitudinalmente 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 flujo de refrigerante gaseoso, para que incida el flujo de refrigerante gaseoso, pero para permitir que el refrigerante gaseoso fluya en cierta medida a través del elemento deflector 454, 456 y 458.

Como se observa mejor 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 424 con forma de U invertida (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 un 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 420 de refrigerante, tal como se observa a lo largo del eje C central longitudinal. Cada parte de lado lateral 482 incluye una sección 482a inclinada, una sección 482b vertical y una sección 482c saliente. Cada parte de lado lateral 482 tiene un extremo libre formado en un extremo de fondo de la sección 482b vertical que está dispuesto más desde un plano V vertical que pasa a través del eje C central longitudinal que el conjunto de distribución 420 de refrigerante, tal como se observa a lo largo del eje C central longitudinal, y más bajo que un borde superior del extremo lateral más externo del conjunto de distribución 420 de refrigerante (un borde superior de los extremos laterales de las segundas bandejas 23), tal como se observa a lo largo del eje C central longitudinal, como se observa en la figura 30.

El conjunto de distribución 420 de refrigerante 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 420 de refrigerante. 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 420 de refrigerante 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 482c de salientes se extienden perpendicularmente en relación con las secciones 482a inclinadas hacia el conjunto de distribución 420 de refrigerante, y están aproximadamente igual de espaciadas desde la parte central 480 y las secciones 482b verticales.

Las gotitas de líquido capturadas por la estructura deflectora 450 se guían hacia las primeras y/o segundas 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 las 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 las partes de lado laterales 482 es aproximadamente 0,7 m/sec en comparación con aproximadamente 1,0 m/s con el elemento 50 deflector 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, 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 420 de refrigerante de modo que el refrigerante descargado desde el conjunto de distribución 420 de refrigerante 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 C central longitudinal 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 A de acumulación.

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 A de acumulación 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 441 modificadas 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 C central longitudinal 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 cuya forma es diferente de la de las secciones en depresión 41 y 42. Específicamente, cada una de las secciones en depresión 441 incluye una parte 441a de pared de fondo y un par de partes 441b de pared laterales. De manera similar, cada una de las secciones en depresión 442 incluye una pared 442a de fondo y un par de partes 442b de pared laterales. Las partes 441b y 442b de pared laterales tienen diferentes alturas dependiendo de su ubicación. Las partes 441b y 442b de pared laterales 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 441b y 442b de pared laterales 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 A de acumulación están dispuestos en al menos dos filas horizontales cuando se observa a lo largo del eje C central longitudinal de la carcasa 10. La parte en depresión 440 incluye una pluralidad de secciones en depresión 441 y 442 dispuesta 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 A de acumulación tal como se observa a lo largo del eje C central longitudinal. Dos de las partes 441b laterales en la primera hilera (más baja) forman extremos laterales más externos de la primera (más baja) hilera y un número restante de las partes 441b de pared laterales forman partes de pared laterales internas de la primera (más baja) hilera. Cualquiera de las partes 441b de pared laterales internas de la primera (más baja) hilera tienen alturas verticales menores que las dos de las partes 441b de pared laterales que forman los extremos laterales más externos de la primera (más baja) hilera. De manera similar, dos de las partes 442b laterales en el segunda (más alta) hilera forman extremos laterales más externos de la segunda (más alta) hilera y un número restante de las partes 442b de pared laterales forman partes de pared laterales internas del segunda (más alta) hilera. Cualquiera de las partes 442b de pared laterales internas de la segunda (más alta) hilera tiene alturas verticales menores que las dos de las partes 442b de pared laterales 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 441b/442b de pared laterales 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 441b/442b de pared laterales forman partes de pared laterales internas de la hilera, y cualquiera de las partes 441b/442b de pared laterales internas de cada hilera tienen alturas verticales menores que las dos de las partes 441b/442b de pared laterales que forman los extremos laterales más externos de la hilera. Las partes 441b/442b de pared laterales internas de cada hilera se extienden verticalmente hacia arriba desde las partes de pared de fondo 441a/442b hasta posiciones que se superponen 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 superpuesto por las partes 441b/442b de pared laterales internas. Las partes 441b/442b de pared de lado externo se superponen verticalmente con aproximadamente el 100% de los tubos de transferencia de calor en la hilera.

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

En esta realización, la parte en depresión 440 está conectada en fluido a un par de dispositivos 8a de válvula por medio de un par de conductos 8 de derivación (por ejemplo, al igual que la tercera realización). Los dispositivos 8a de válvula 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 8a de válvula y los conductos 8 de derivación pueden eliminarse. Además, será evidente para los expertos en la técnica a partir de esta divulgación que un sólo dispositivo 8a de válvula puede estar unido al par de conductos 8 de derivación.

Modificación de la quinta realización

Ahora, haciendo referencia a las figuras 35-38, se ilustra un evaporador 401' según una modificación de la quinta realización. El evaporador 401' es idéntico al evaporador 401, salvo porque el evaporador incluye una parte en depresión 440' modificada. En vista de la similitud entre esta modificación de la quinta realización y la quinta realización, a las partes de esta modificación de la quinta realización que son idénticas a las partes de otras realizaciones 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 quinta realización que son 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 quinta realización precedente también se aplican a esta modificación de la quinta realización, salvo como se explica y se ilustra en el presente documento.

La parte en depresión 440' modificada es idéntica a la parte en depresión 440, salvo porque la parte en depresión 440' modificada incluye secciones en depresión 441' y 442' modificadas. Las secciones en depresión 441' y 442' modificadas son idénticas a las secciones en depresión 441 y 442, salvo porque la dimensión D1 se establece para superponerse con el 75% de los tubos de transferencia de calor dispuestos en la hilera en extremos internos de las secciones 441' y 442' en depresión. Por tanto, cada una de las secciones en depresión 441' incluye una parte 441a' de pared de fondo y un par de partes 441b' de pared laterales. De manera similar, cada una de las secciones en depresión 442' incluye una pared 442a' de fondo y un par de partes 442b' de pared laterales. Las partes 441b' y 442b' de pared laterales tienen diferentes alturas dependiendo de su ubicación. Las partes 441b' y 442b' de pared laterales 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 441b' y 442b' de pared laterales son idénticas entre sí, y por tanto, se les darán los mismos números de referencia por motivos de conveniencia.

Sexta realización

Ahora, haciendo referencia a la figura 39, se explicará a continuación un evaporador 501 según una sexta realización. Esta sexta realización es idéntica a la quinta realización, salvo porque esta sexta realización incluye una parte en depresión 540 modificada. Por tanto, las descripciones e ilustraciones de la quinta realización también se aplican a esta sexta realización, salvo como se comentó y se ilustra en el presente documento. En vista de la similitud entre la sexta realización y las realizaciones precedentes, a las partes de la sexta realización que son idénticas a las partes de otras realizaciones se les darán los mismos números de referencia que a las partes de las otras realizaciones. Además, las descripciones de las partes de la sexta realización que son idénticas a las partes de las otras realizaciones pueden omitirse por razones de brevedad. Como se acaba de mencionar, el evaporador 501

según esta sexta realización es idéntica al evaporador 401 de la quinta realización, salvo porque el evaporador 501 incluye una parte en depresión 540 modificada. Específicamente, la parte en depresión 540 modificada incluye las secciones en depresión 442, pero las secciones en depresión 441 de la quinta realización se omiten. Los tubos de transferencia de calor 31 en las secciones en depresión 441 también se han retirado para formar un haz de tubos 530 modificado. Por lo demás, 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 en fluido a tres dispositivos 8a de válvula por medio de tres conductos 8 de derivación. Los dispositivos 8a de válvula 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 8a de válvula y los conductos 8 de derivación pueden eliminarse. Además, será evidente para los expertos en la técnica a partir de esta divulgación que un sólo dispositivo 8a de válvula puede estar unido a los tres conductos 8 de derivación.

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

Modificación de la sexta realización

Ahora, haciendo referencia a la figura 40, se ilustra un evaporador 501' según una modificación de la sexta realización. El evaporador 501' es idéntico al evaporador 501, salvo porque el evaporador incluye una parte en depresión 540' modificada. En vista de la similitud entre esta modificación de la sexta realización y la sexta realización, a las partes de esta modificación de la sexta realización que son idénticas a las partes de otras realizaciones 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 sexta realización que son 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 sexta realización precedente también se aplican a esta modificación de la sexta realización, salvo como se explica y se ilustra en el presente documento.

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

Séptima realización

Ahora, haciendo referencia a la figura 41, se explicará a continuación un evaporador 601 según una séptima realización. Esta séptima realización es idéntica a la quinta realización, salvo porque esta séptima realización incluye una parte en depresión 640 modificada. Por tanto, las descripciones e ilustraciones de la quinta realización también se aplican a esta séptima realización, salvo como se comentó y se ilustra en el presente documento. En vista de la similitud entre la séptima realización y las realizaciones precedentes, a las partes de la sexta realización que son idénticas a las partes de otras realizaciones se les darán los mismos números de referencia que a las partes de las otras realizaciones. Además, las descripciones de las partes de la séptima realización que son idénticas a las partes de las otras realizaciones 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 quinta realización, salvo porque el evaporador 601 incluye una parte en depresión 640 modificada. 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 quinta realización. Debido a la configuración de la sección en depresión 642, se forma un haz de tubos 630 modificado. Por lo demás,

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 642b de lado. Las paredes 642b de lado preferiblemente se superponen el 100% de las dos hileras de tubos de transferencia de calor 31 dispuestas en las mismas. La sección en depresión 642 está conectada en fluido a un dispositivo 8a de válvula por medio de un conducto de derivación 8. El dispositivo 8a de válvula 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 8a de válvula y el conducto de derivación 8 pueden eliminarse. Además de las diferencias mencionadas anteriormente, esta séptima realización es idéntica a la quinta realización.

Octava realización

Ahora, haciendo referencia a la figura 42, se explicará a continuación un evaporador 701 según una octava realización. Esta octava realización es idéntica a la quinta realización, salvo porque esta octava realización incluye una parte en depresión 740 modificada. Por tanto, las descripciones e ilustraciones de la quinta realización también se aplican a esta octava realización, salvo como se comentó y se ilustra en el presente documento. En vista de la similitud entre la octava realización y las realizaciones precedentes, a las partes de la octava realización que son idénticas a las partes de otras realizaciones se les darán los mismos números de referencia que a las partes de las otras realizaciones. Además, las descripciones de las partes de la octava realización que son idénticas a las partes de las otras realizaciones pueden omitirse por razones de brevedad. Como se acaba de mencionar, el evaporador 701 según esta octava realización es idéntico al evaporador 401 de la quinta realización, salvo porque el evaporador 701 incluye una parte en depresión 740 modificada. Específicamente, la parte en depresión 740 modificada incluye las secciones en depresión 442 y las secciones en depresión 441 (de la quinta 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 744a de fondo y un par de paredes 744b de lado. Las paredes 744b de lado tienen alturas que corresponden con las paredes 441b y 442b de lado internas. Por tanto, las paredes 744b de lado tienen alturas para superponerse con 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 se superponen 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. Por lo demás, 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 8a de válvula y los conductos 8 de derivación de la quinta realización se recolocan con un sólo dispositivo 8a de válvula y un solo conducto de derivación conectado a la sección en depresión 744 adicional. El dispositivo 8a de válvula 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 8a de válvula y el conducto de derivación 8 pueden eliminarse. Además de las diferencias mencionadas anteriormente, esta octava realización es idéntica a la quinta realización.

Modificación de la octava realización

Ahora, haciendo referencia a la figura 43, se ilustra un evaporador 701' según una modificación de la octava realización. El evaporador 701' es idéntico al evaporador 701, salvo porque el evaporador incluye una parte en depresión 740' modificada. En vista de la similitud entre esta modificación de la octava realización y la octava realización, a las partes de esta modificación de la octava realización que son idénticas a las partes de otras realizaciones 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 octava realización que son 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 octava realización precedente también se aplican a esta modificación de la octava realización, salvo como se explica y se ilustra en el presente documento.

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

REIVINDICACIONES

1. Intercambiador de calor (1) 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 una parte de distribución (20) dispuesta dentro de la carcasa, y configurada y dispuesta para distribuir un refrigerante;
 - 15 un haz de tubos (30) que incluye una pluralidad de tubos de transferencia de calor (31) dispuestos dentro de la carcasa debajo de la parte de distribución de manera que el refrigerante descargado desde la parte de distribución se suministra sobre el haz de tubos, extendiéndose generalmente los tubos de transferencia de calor en paralelo al eje central longitudinal de la carcasa; y caracterizado porque:
 - 20 el haz de tubos incluye una región (F) de película descendente y una región (A) de acumulación dispuesta por debajo de la región de película descendente, y al menos uno de los tubos de transferencia de calor está dispuesto en la región de acumulación, y el intercambiador de calor comprende además:
 - 25 una parte en depresión (40) provista en la región de acumulación y que se extiende generalmente en paralelo al eje central longitudinal de la carcasa por debajo de al menos uno de los tubos de transferencia de calor para acumular el refrigerante en la misma; y en el que la parte en depresión se superpone al menos parcialmente con el al menos uno de los tubos de transferencia de calor cuando se observa a lo largo de una dirección horizontal perpendicular al eje central longitudinal de la carcasa, de manera que el al menos un tubo de transferencia de calor está al menos parcialmente sumergido en el refrigerante líquido acumulado en la parte en depresión, y
 - 30 una parte de guía (70) que incluye al menos una parte de lado lateral que se extiende hacia arriba y lateralmente hacia afuera desde el haz de tubos en una posición vertical en un extremo superior de la parte en depresión, y que está dispuesta para guiar refrigerante disperso de vuelta hacia los tubos de transferencia de calor por encima de la parte en depresión.
 - 35 2. Intercambiador de calor según la reivindicación 1, en el que la parte de lado lateral (72) de la parte de guía (70) incluye una sección inclinada (72a).
 - 40 3. Intercambiador de calor según la reivindicación 2, en el que la sección inclinada está inclinada entre 10 grados y 45 grados en relación con un plano horizontal que pasa a través del eje central longitudinal.
 - 45 4. Intercambiador de calor según la reivindicación 1, en el que la parte en depresión incluye un par de extremos laterales más externos dispuestos más lejos de un plano vertical que pasa a través del eje central longitudinal que los tubos de transferencia de calor del haz de tubos, y
 - 50 la parte de guía incluye un par de partes de lado laterales que se extienden hacia arriba y lateralmente hacia afuera desde los extremos laterales más externos de la parte en depresión.
 - 55 5. Intercambiador de calor según la reivindicación 4, en el que las partes de lado laterales de la parte de guía se superponen lateralmente con los extremos laterales más externos de la parte en depresión, tal como se observa a lo largo del eje central longitudinal.
 - 60 6. Intercambiador de calor según la reivindicación 4 ó 5, en el que cada parte de lado lateral de la parte de guía incluye una sección inclinada.
 - 65 7. Intercambiador de calor según la reivindicación 6, en el que cada una de las secciones inclinadas está inclinada entre 10 grados y 45 grados en relación con un plano

horizontal que pasa a través del eje central longitudinal.

- 5 8. Intercambiador de calor según la reivindicación 1, en el que
los tubos de transferencia de calor en la región de película descendente están dispuestos en una pluralidad de columnas que se extienden en paralelo entre sí cuando se observa a lo largo del eje central longitudinal de la carcasa.
- 10 9. Intercambiador de calor según la reivindicación 1 u 8, en el que
los tubos de transferencia de calor en la región de acumulación están dispuestos en una fila horizontal cuando se observa a lo largo del eje central longitudinal de la carcasa, y
15 la parte en depresión incluye una pluralidad de secciones en depresión (41, 42, 43) dispuestas lateralmente dispuesta debajo de la fila horizontal de los tubos de transferencia de calor en la región de acumulación tal como se observa a lo largo del eje central longitudinal.
- 20 10. Intercambiador de calor según la reivindicación 1 u 8, en el que
los tubos de transferencia de calor en la región de acumulación están dispuestos en al menos dos filas horizontales cuando se observa a lo largo del eje central longitudinal de la carcasa, y
25 la parte en depresión incluye una pluralidad de secciones en depresión dispuesta debajo de las filas horizontales en un número de hileras que corresponden a un número de las filas horizontales de los tubos de transferencia de calor en la región de acumulación tal como se observa a lo largo del eje central longitudinal.
- 30 11. Intercambiador de calor según la reivindicación 9 ó 10, en el que
cada sección en depresión incluye una parte (42a) de pared de fondo y un par de partes (42b) de pared laterales,
35 dos de las partes de pared laterales de las secciones en depresión en cada hilera forman extremos laterales más externos de la hilera y un número de las restantes partes de pared laterales forman partes de pared laterales internas de la hilera, y
cualquiera de las partes de pared laterales internas de cada hilera tiene alturas verticales menores que las dos de las partes de pared laterales que forman los extremos laterales más externos de la hilera.
- 40 12. Intercambiador de calor según la reivindicación 11, en el que
las partes de pared laterales internas se extienden verticalmente hacia arriba desde las partes de pared de fondo hasta posiciones que se superponen con al menos un 50% de los tubos de transferencia de calor en la fila horizontal.
- 45 13. Intercambiador de calor según la reivindicación 1 o cualquiera de las reivindicaciones 8 a 12, en el que
50 el más externo de los tubos de transferencia de calor en la región de acumulación está posicionado hacia afuera de una de las columnas de los tubos de transferencia de calor más externas en la región de película descendente con respecto a una dirección transversal cuando se observa a lo largo del eje central longitudinal de la carcasa.
- 55 14. Intercambiador de calor según la reivindicación 1 u 8, en el que
los tubos de transferencia de calor en la región de acumulación están dispuestos en dos filas horizontales cuando se observa a lo largo del eje central longitudinal de la carcasa, y
60 la parte en depresión se extiende de manera continua lateralmente bajo los tubos de transferencia de calor dispuestos en la región de acumulación.

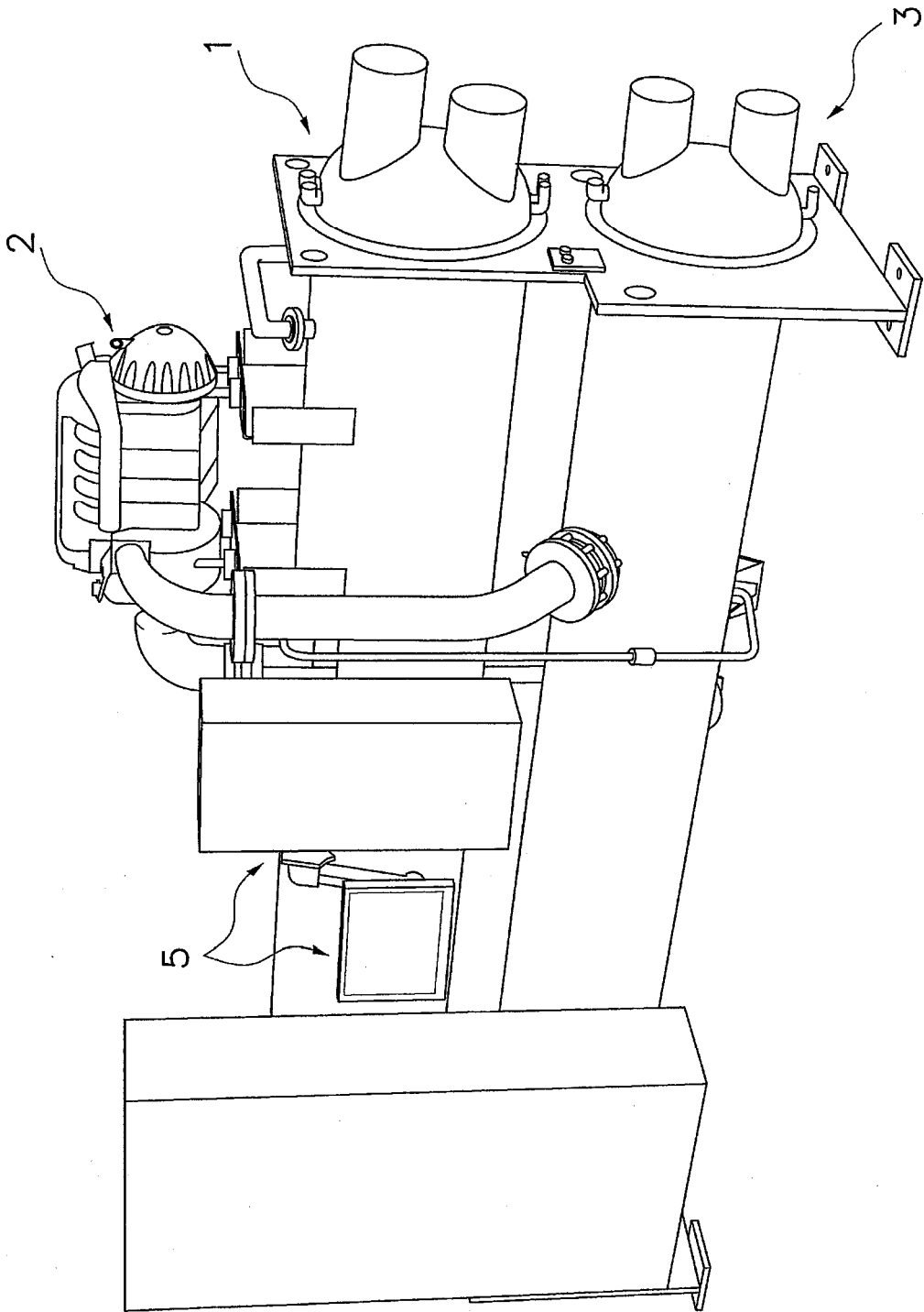


FIG. 1

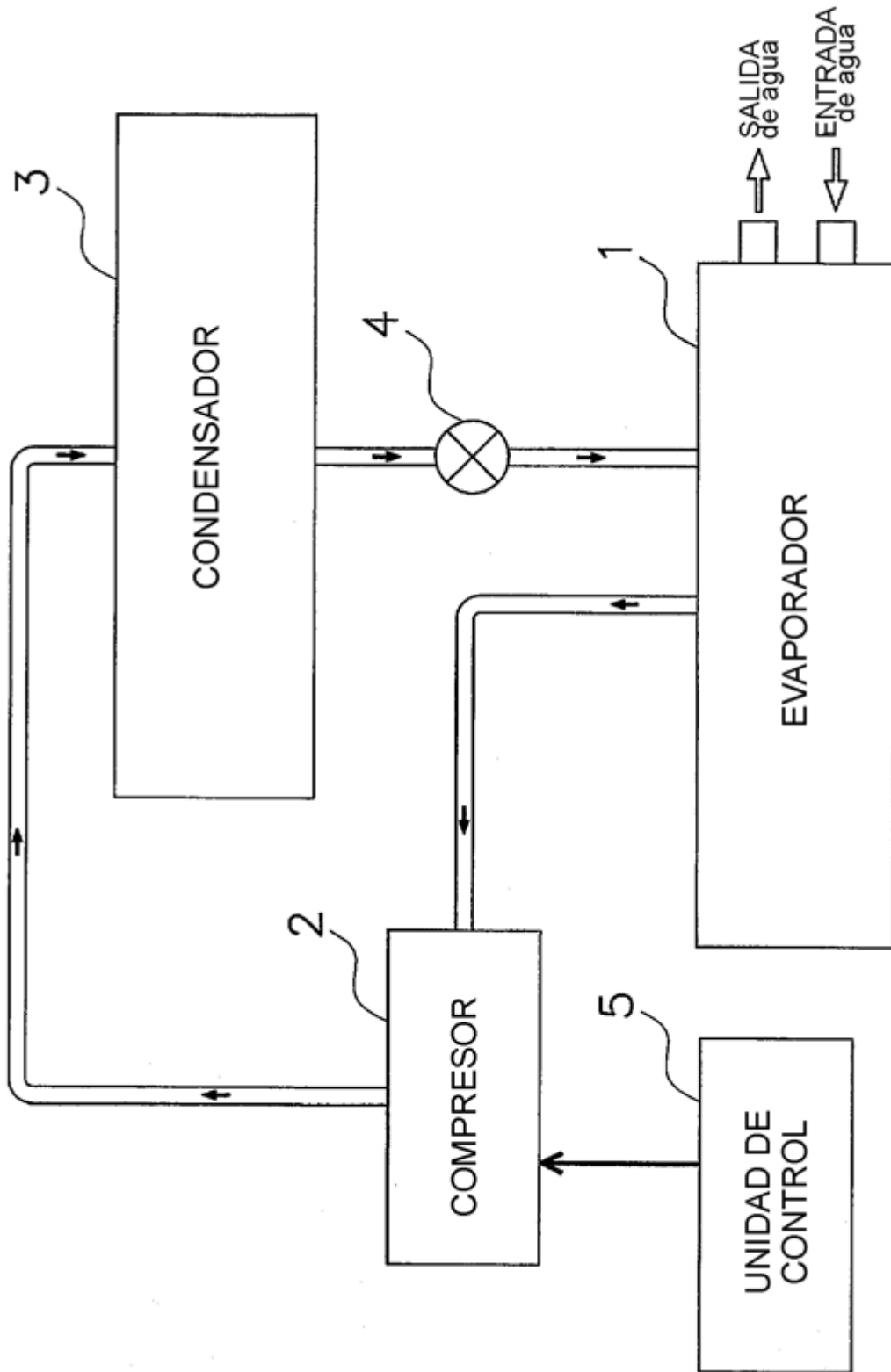


FIG. 2

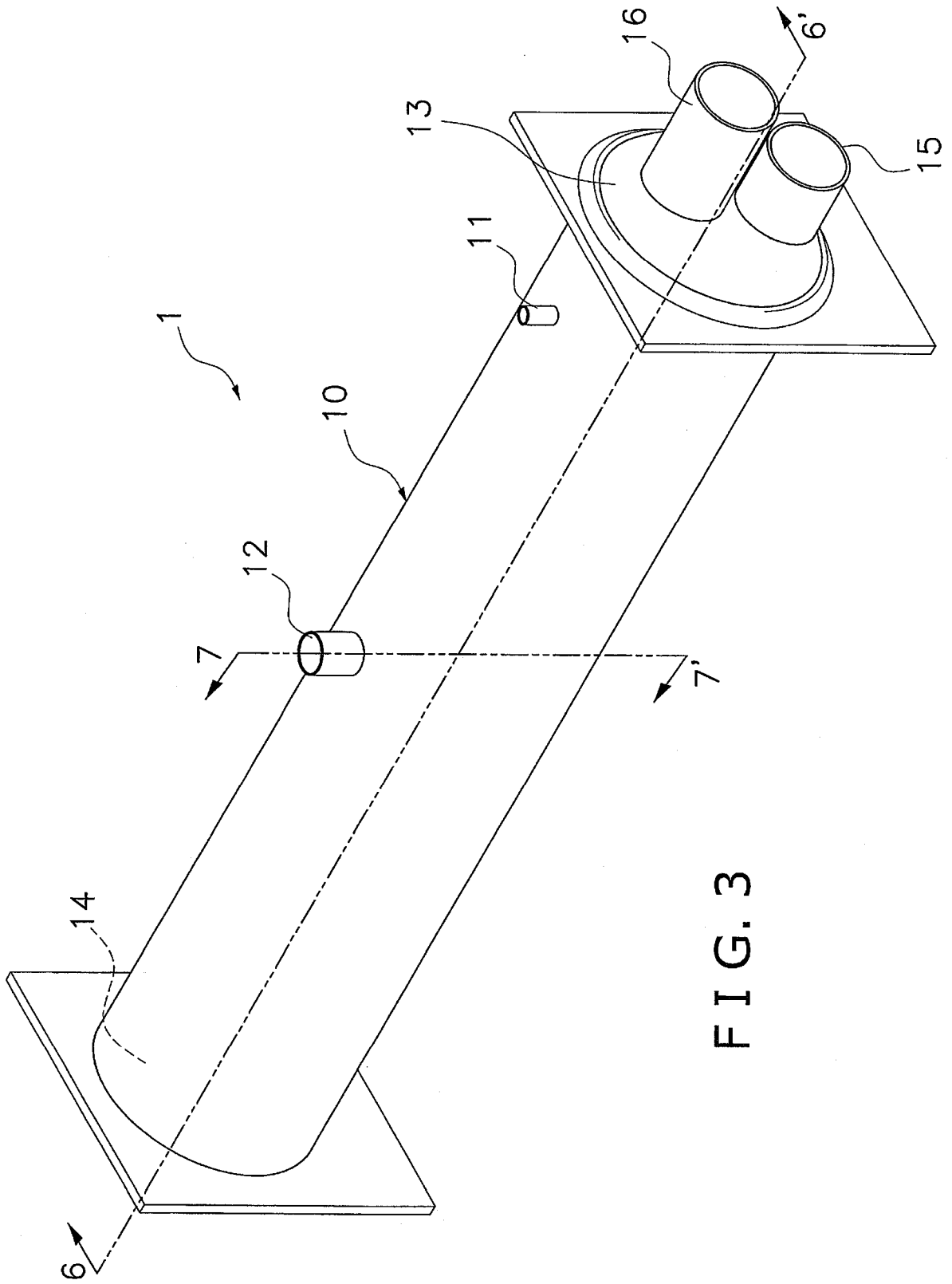


FIG. 3

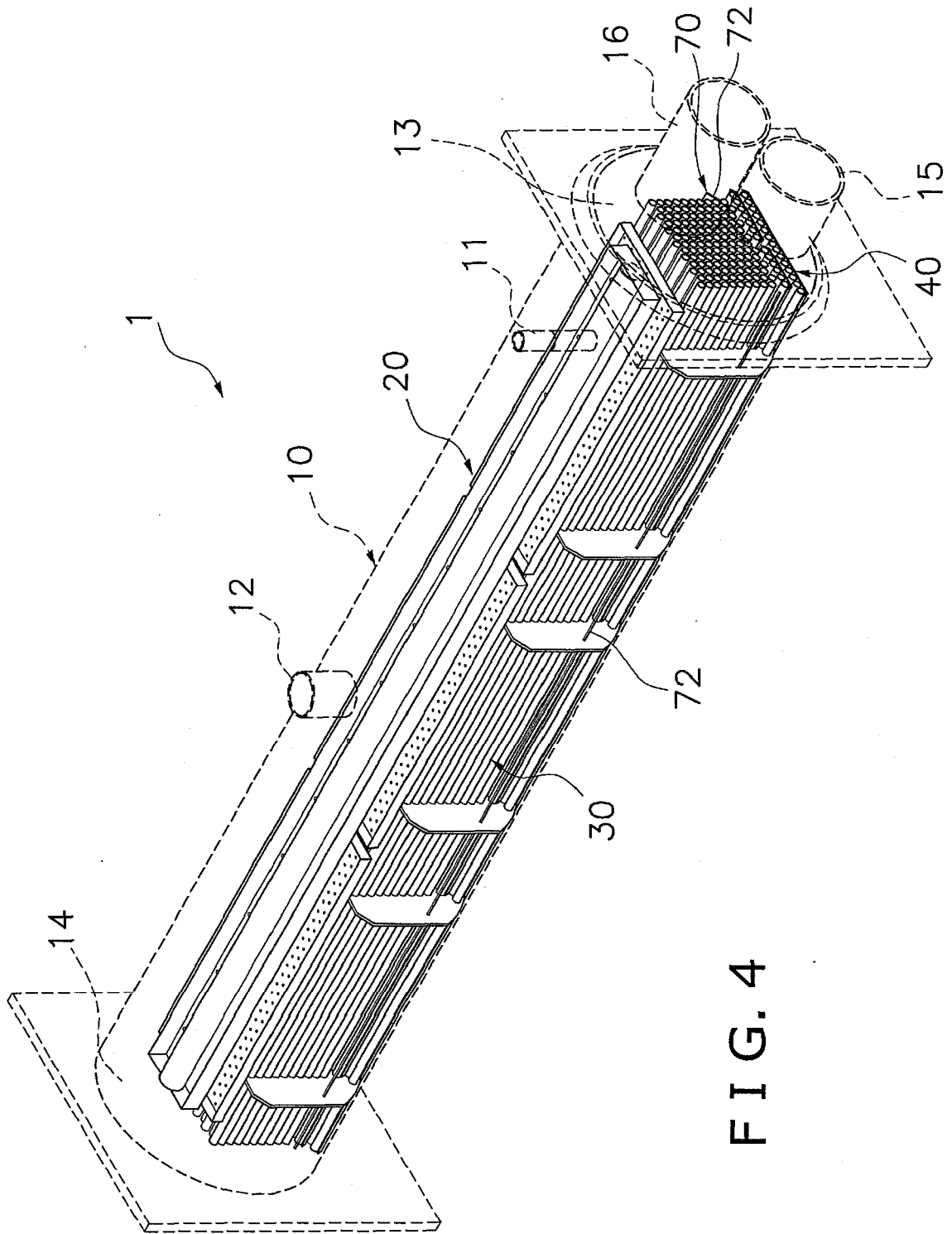


FIG. 4

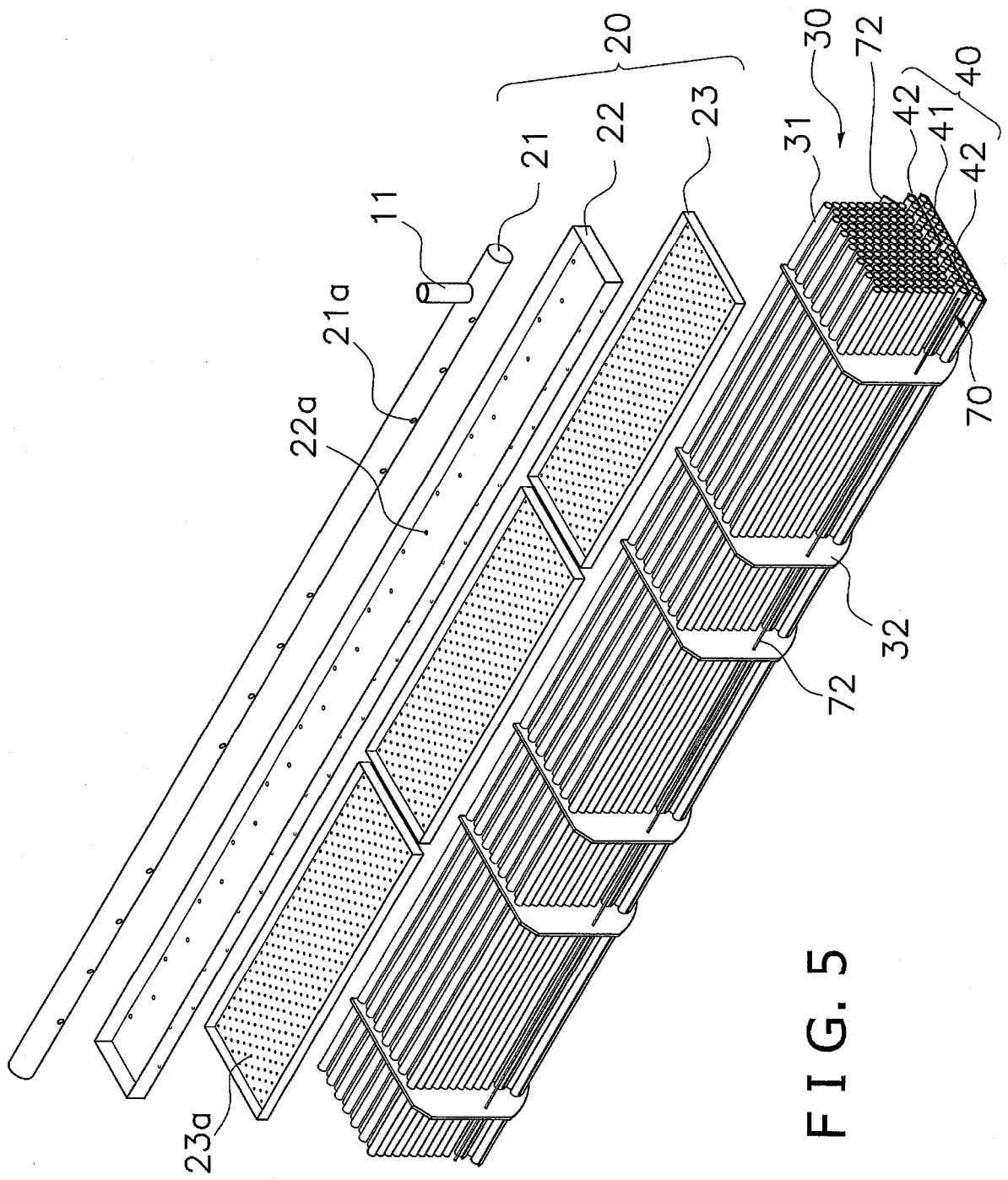


FIG. 5

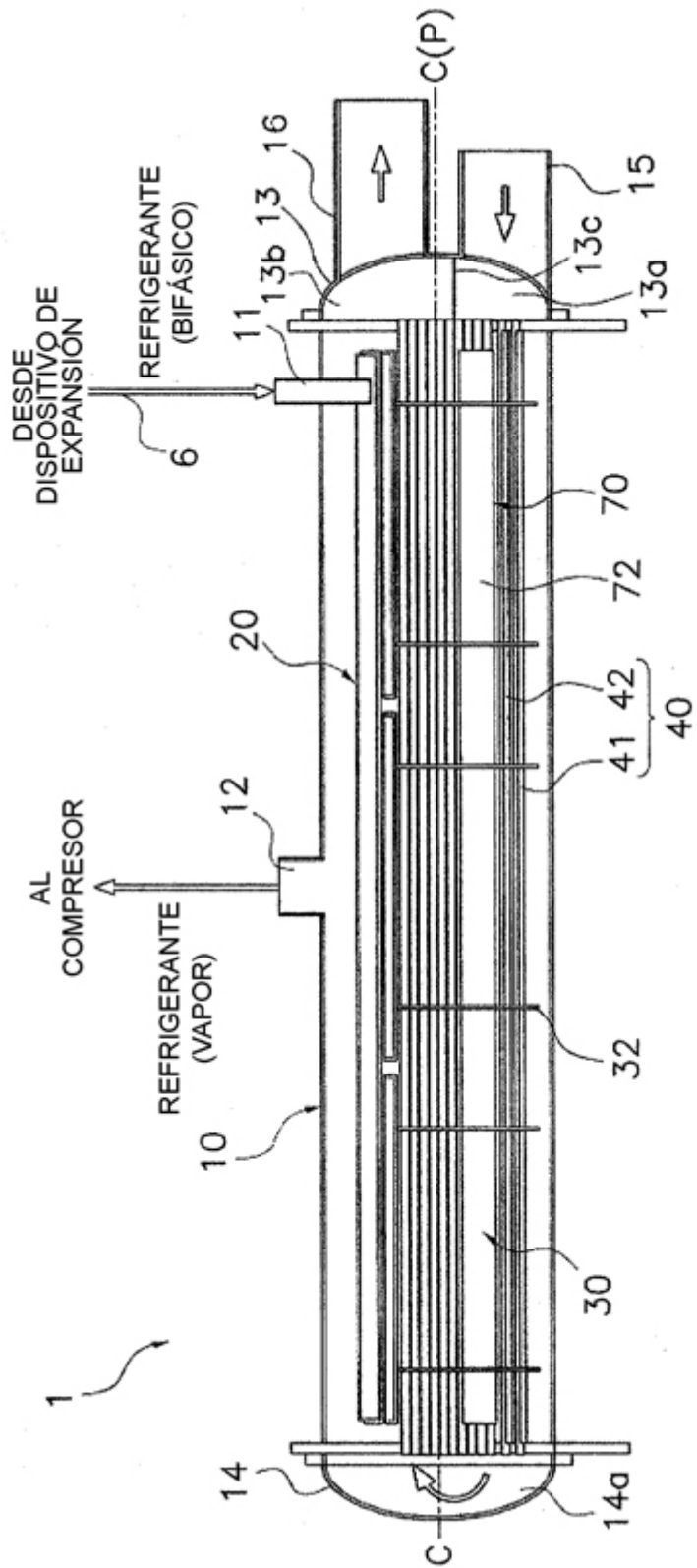
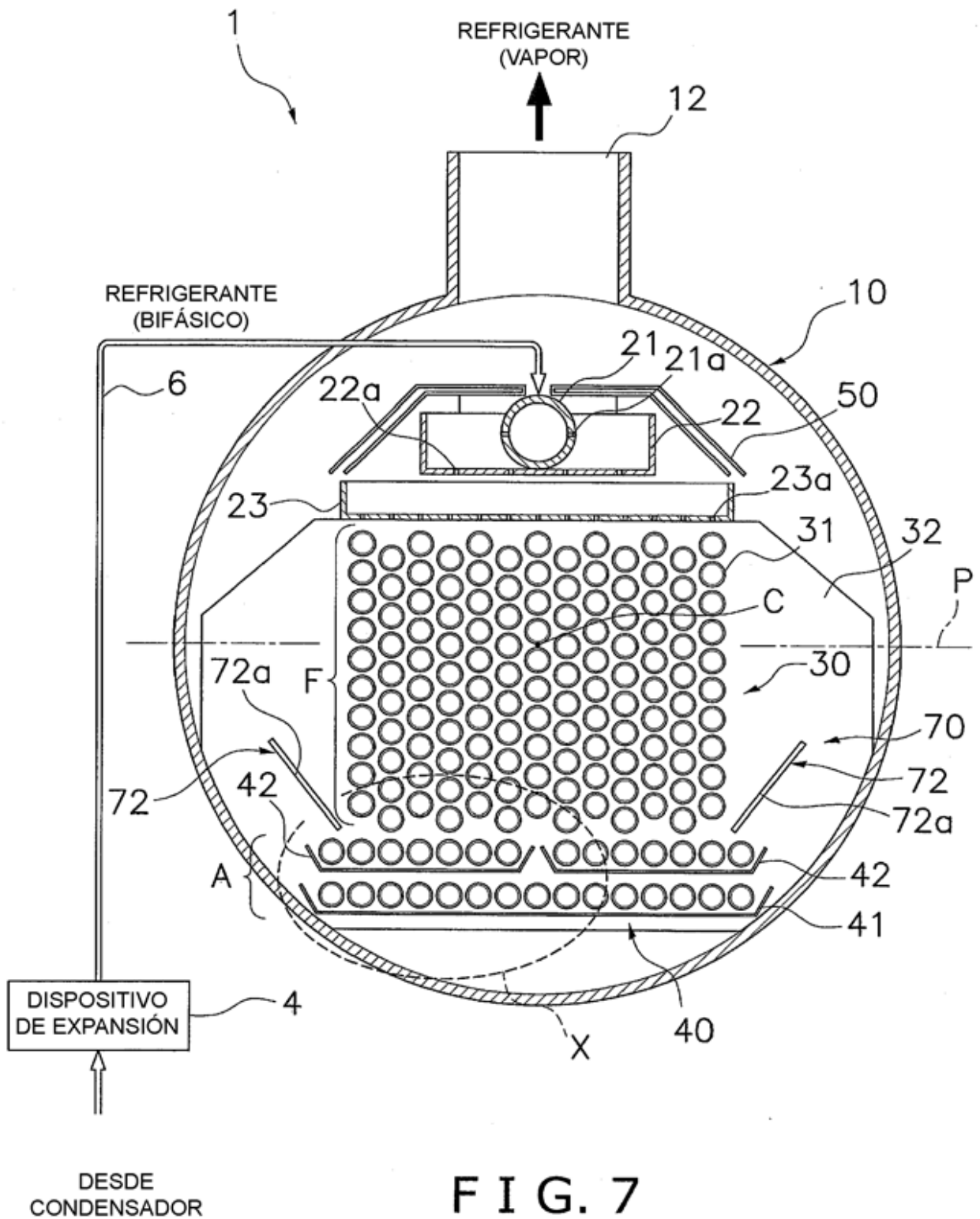


FIG. 6



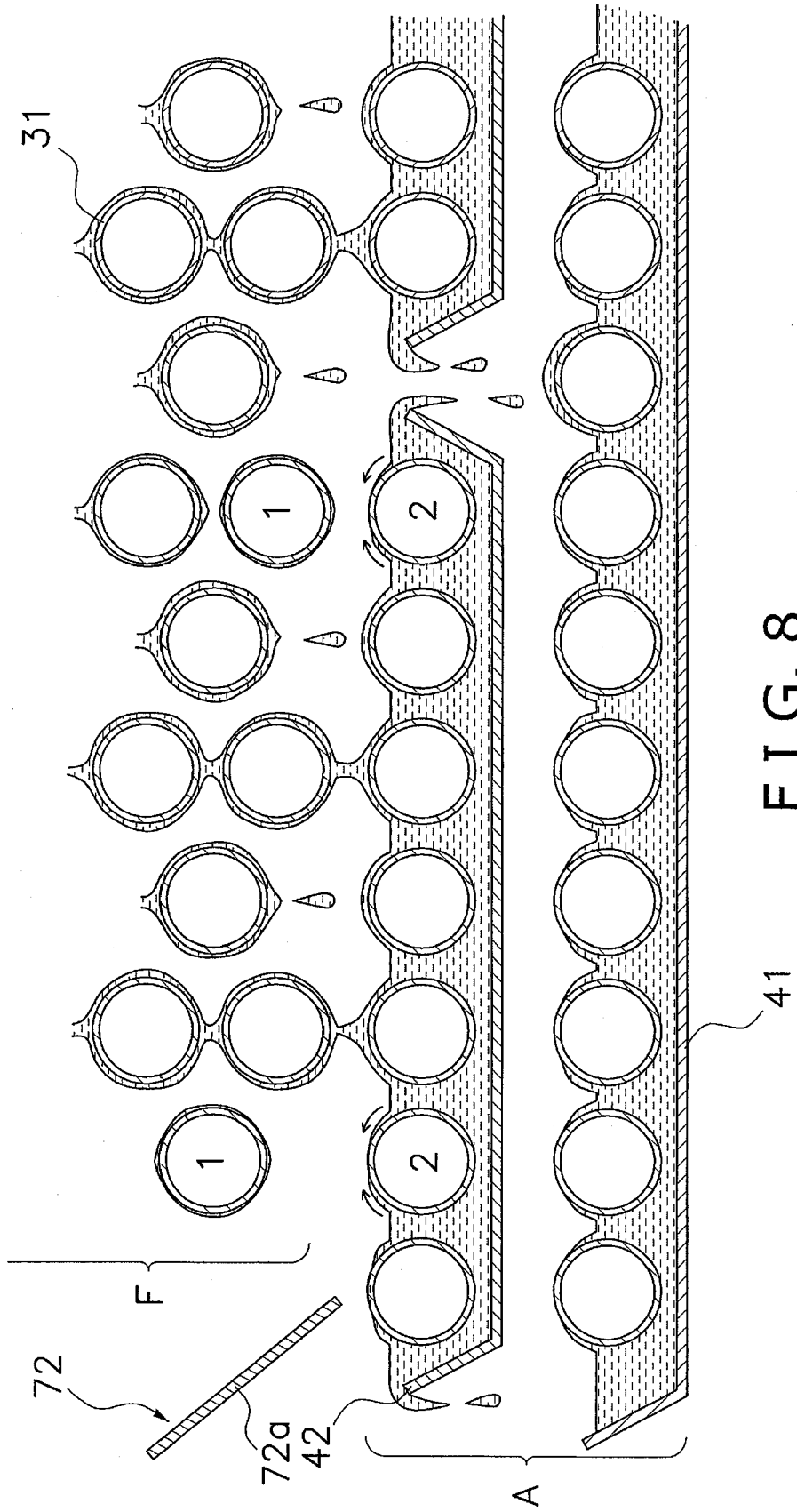


FIG. 8

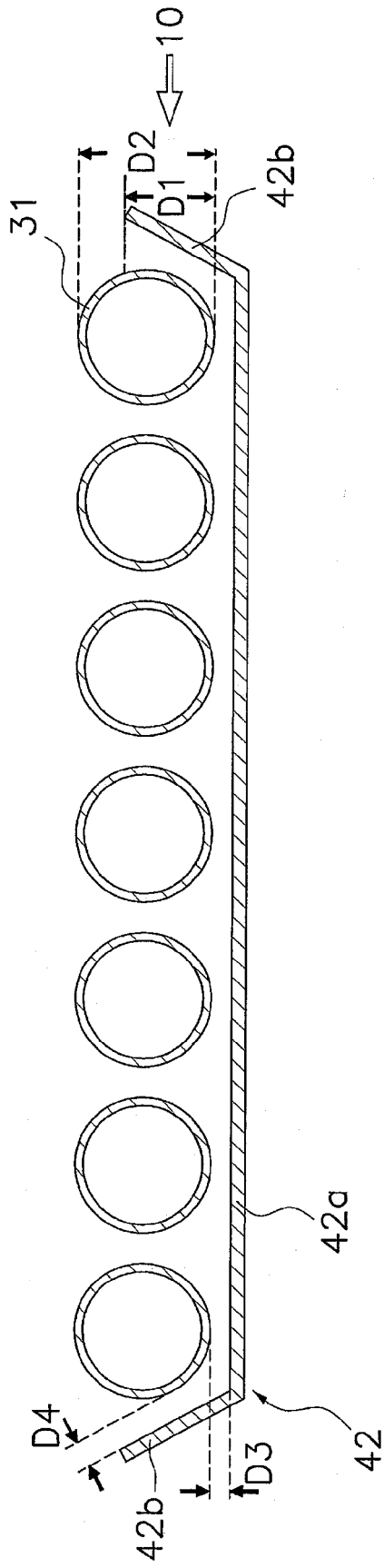


FIG. 9

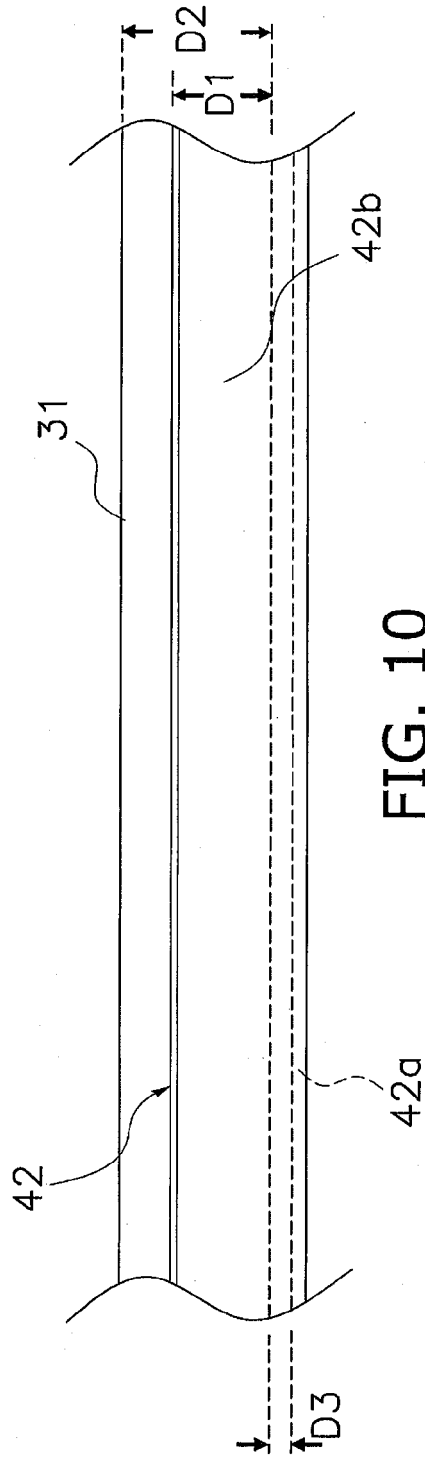


FIG. 10

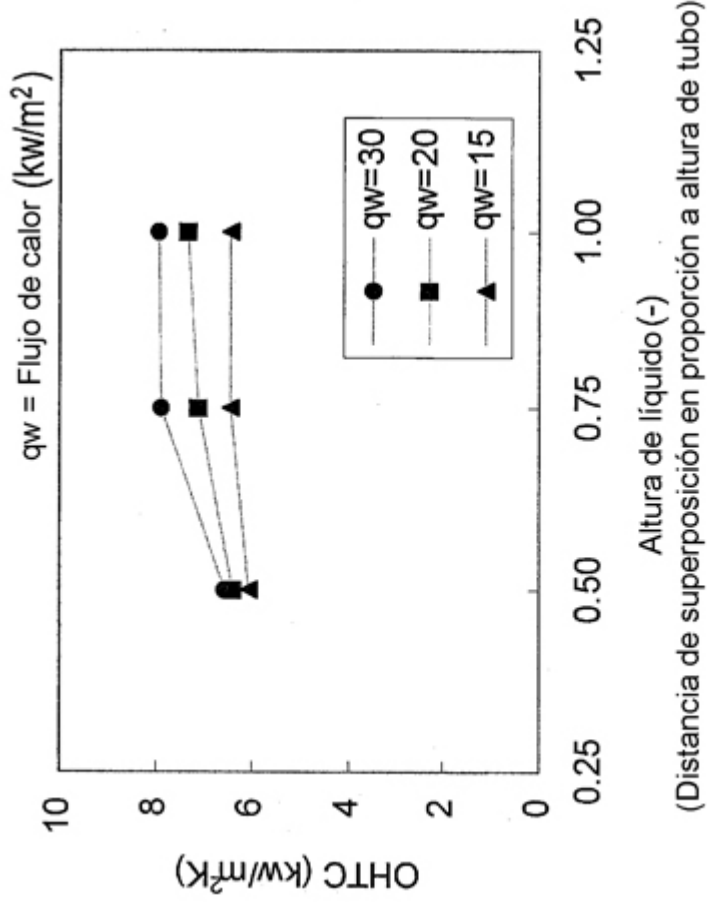
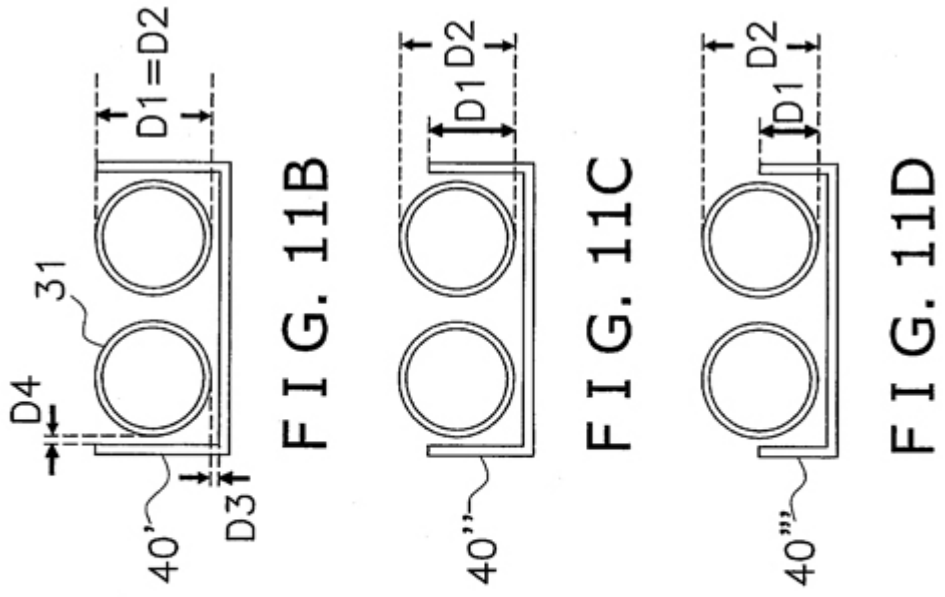


FIG. 11A

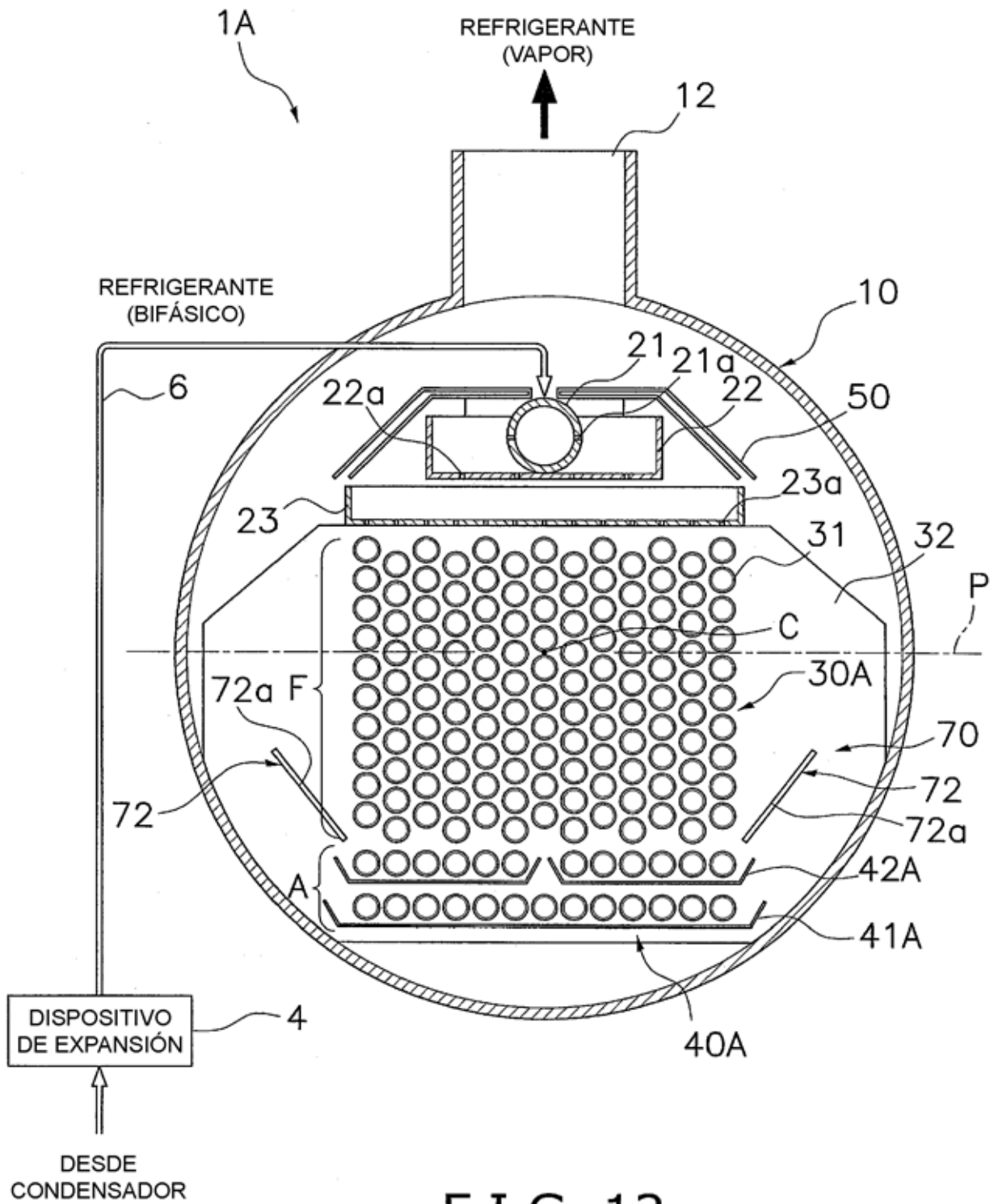


FIG. 12

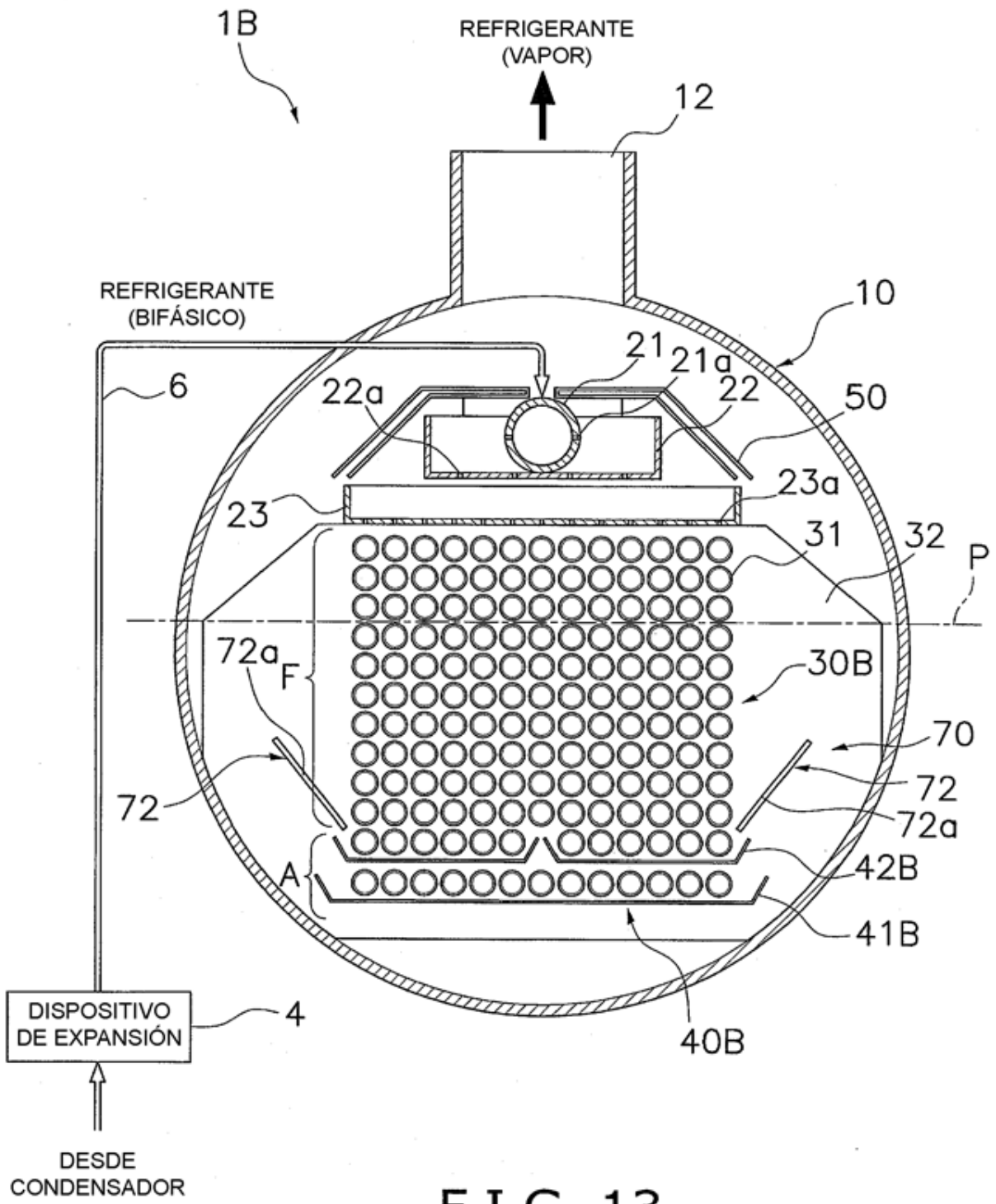
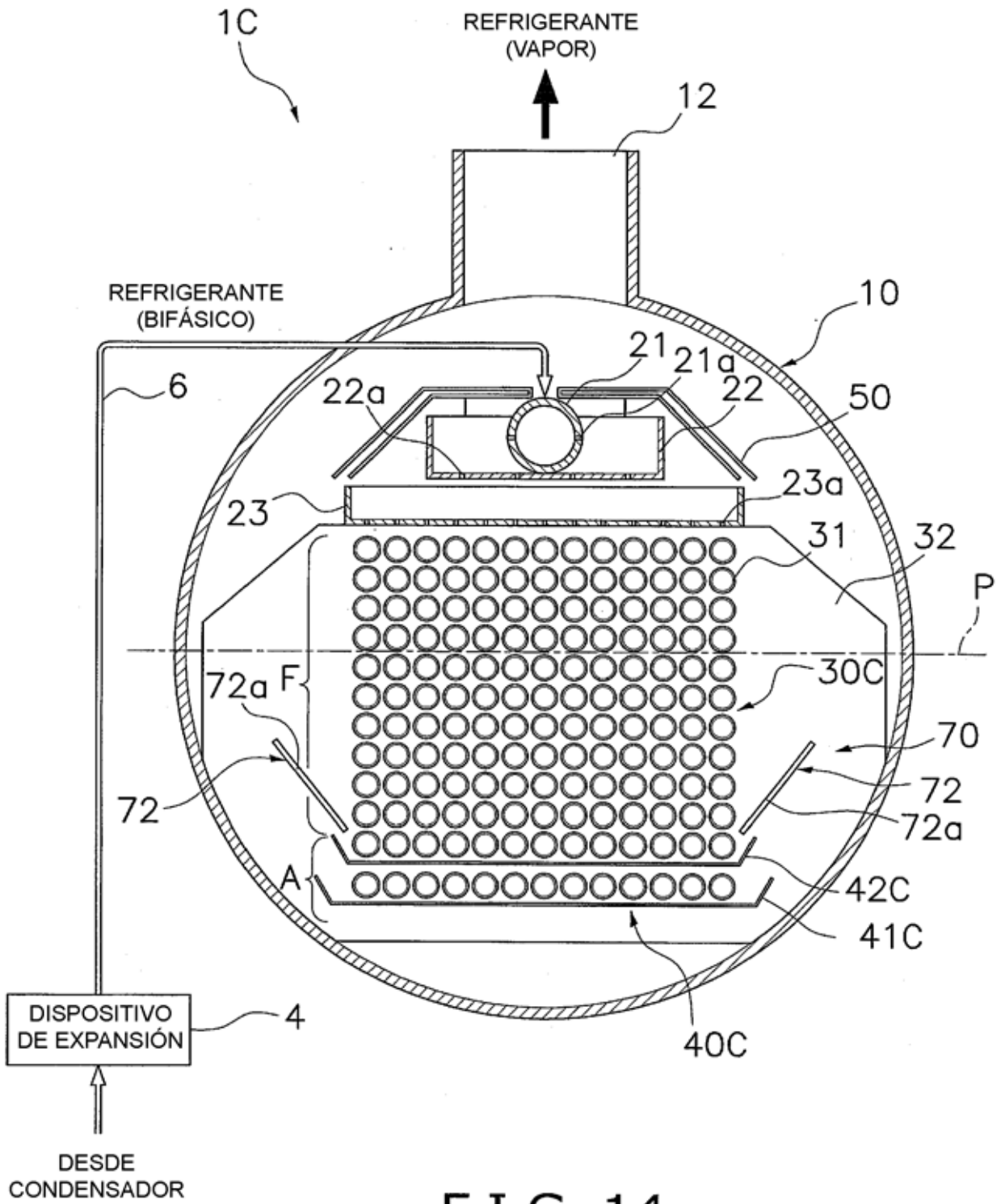


FIG. 13



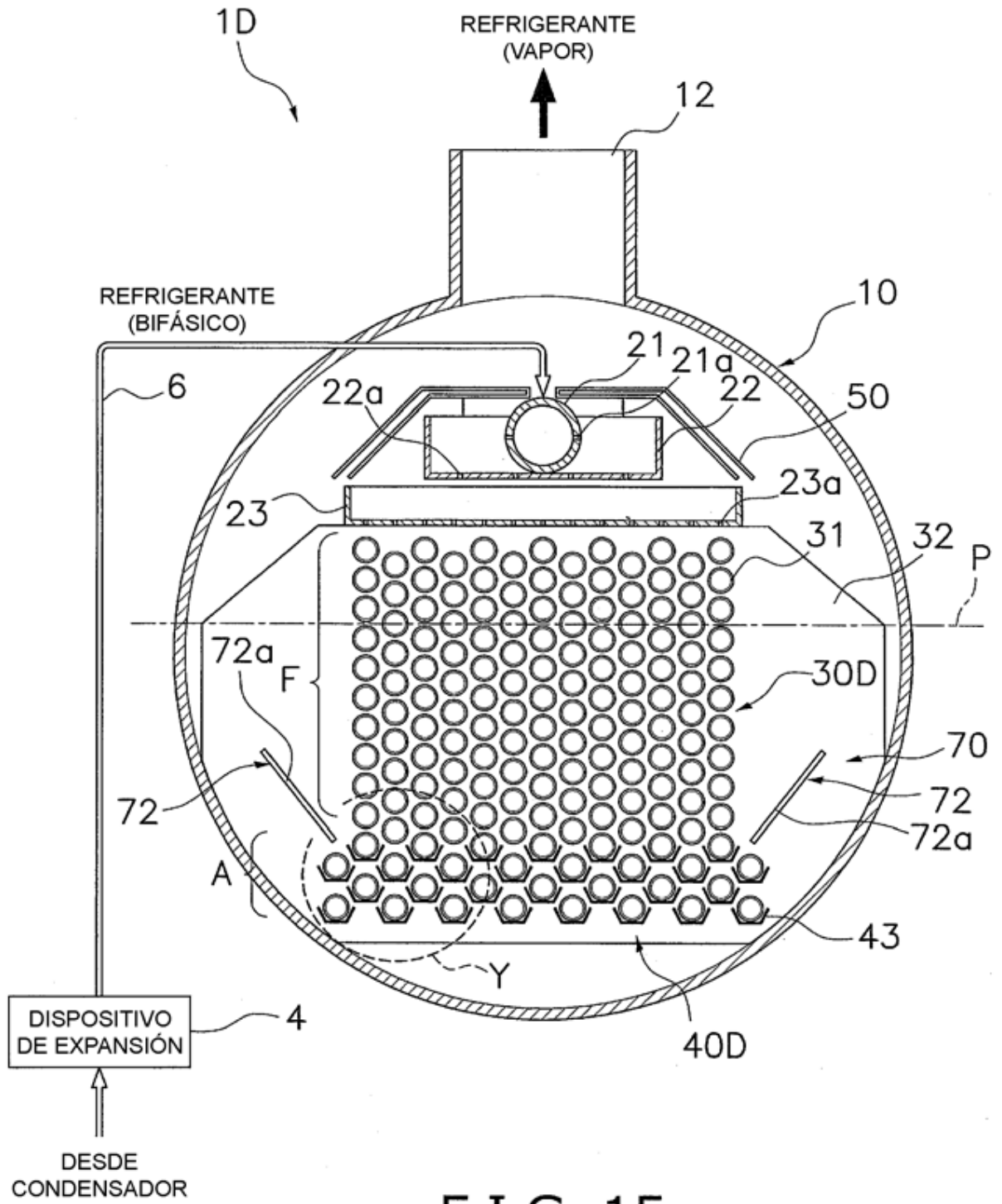


FIG. 15

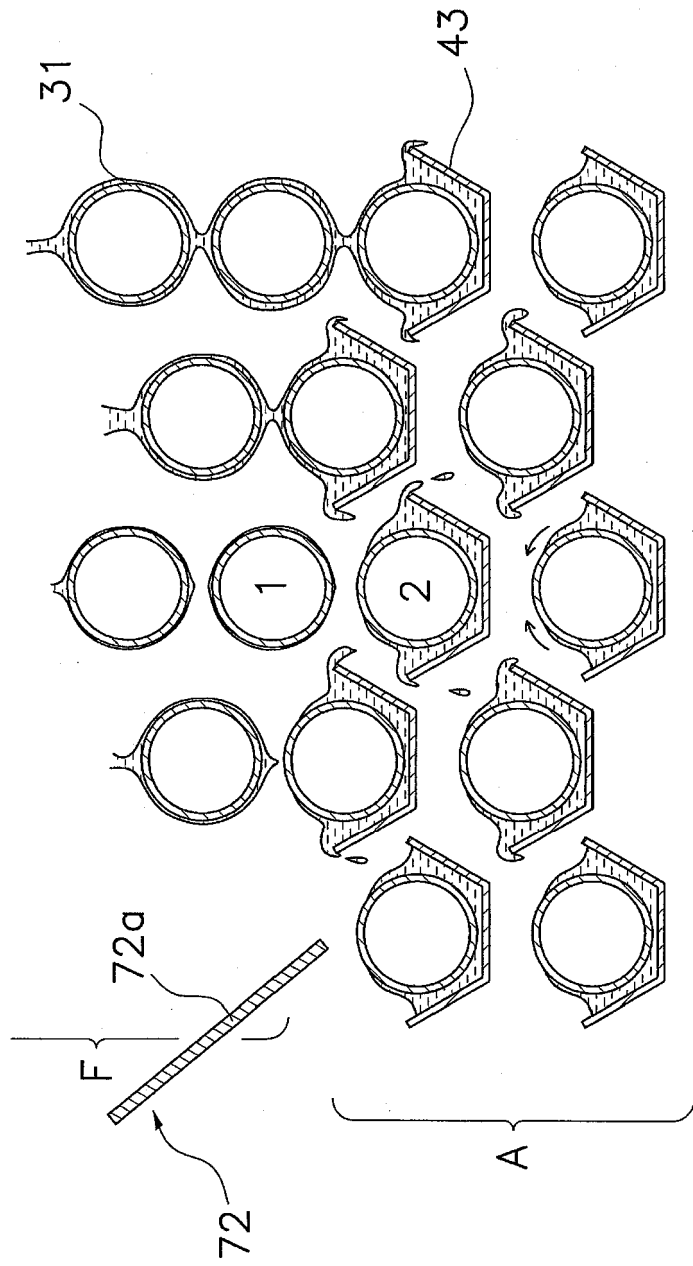


FIG. 16

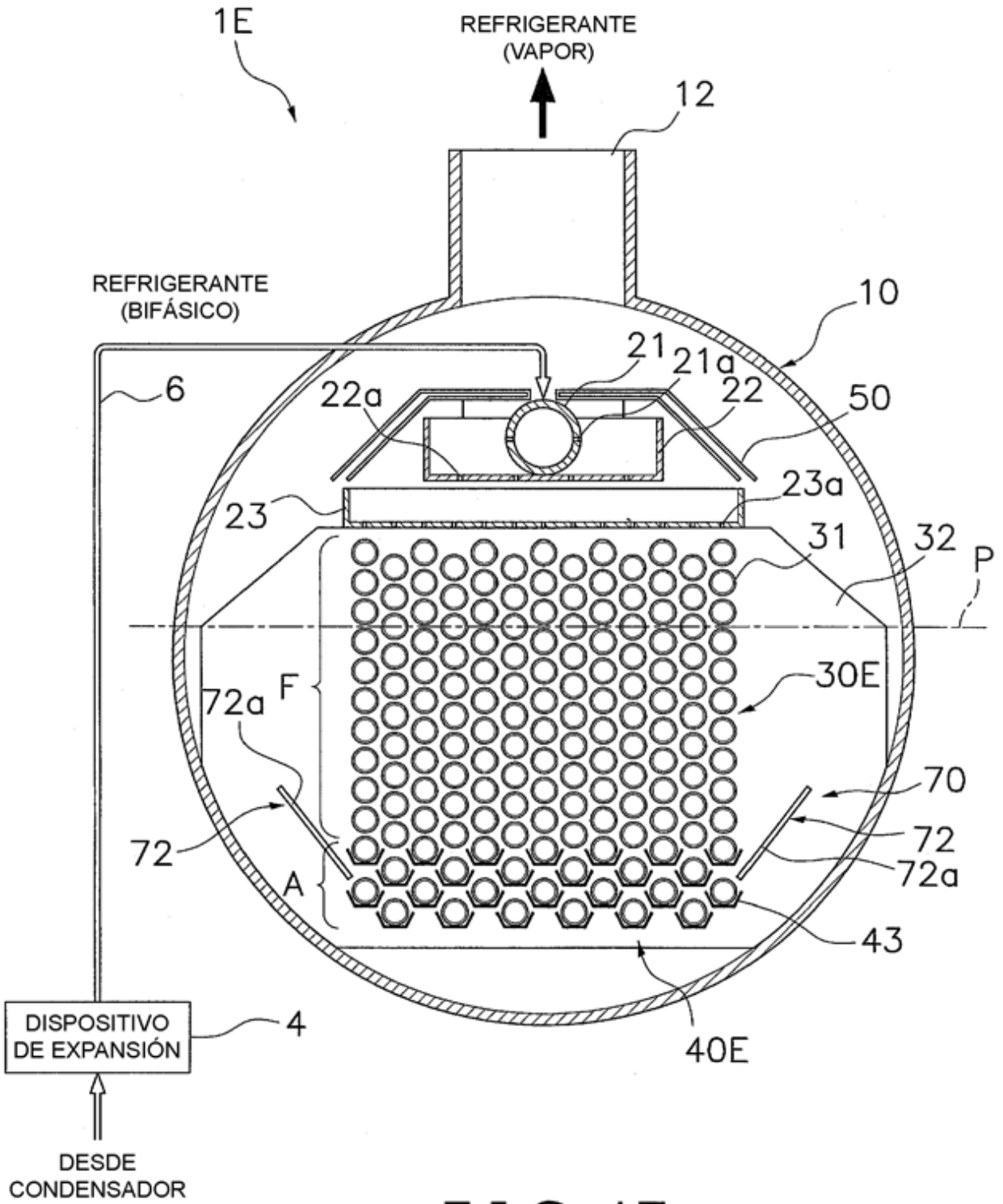


FIG. 17

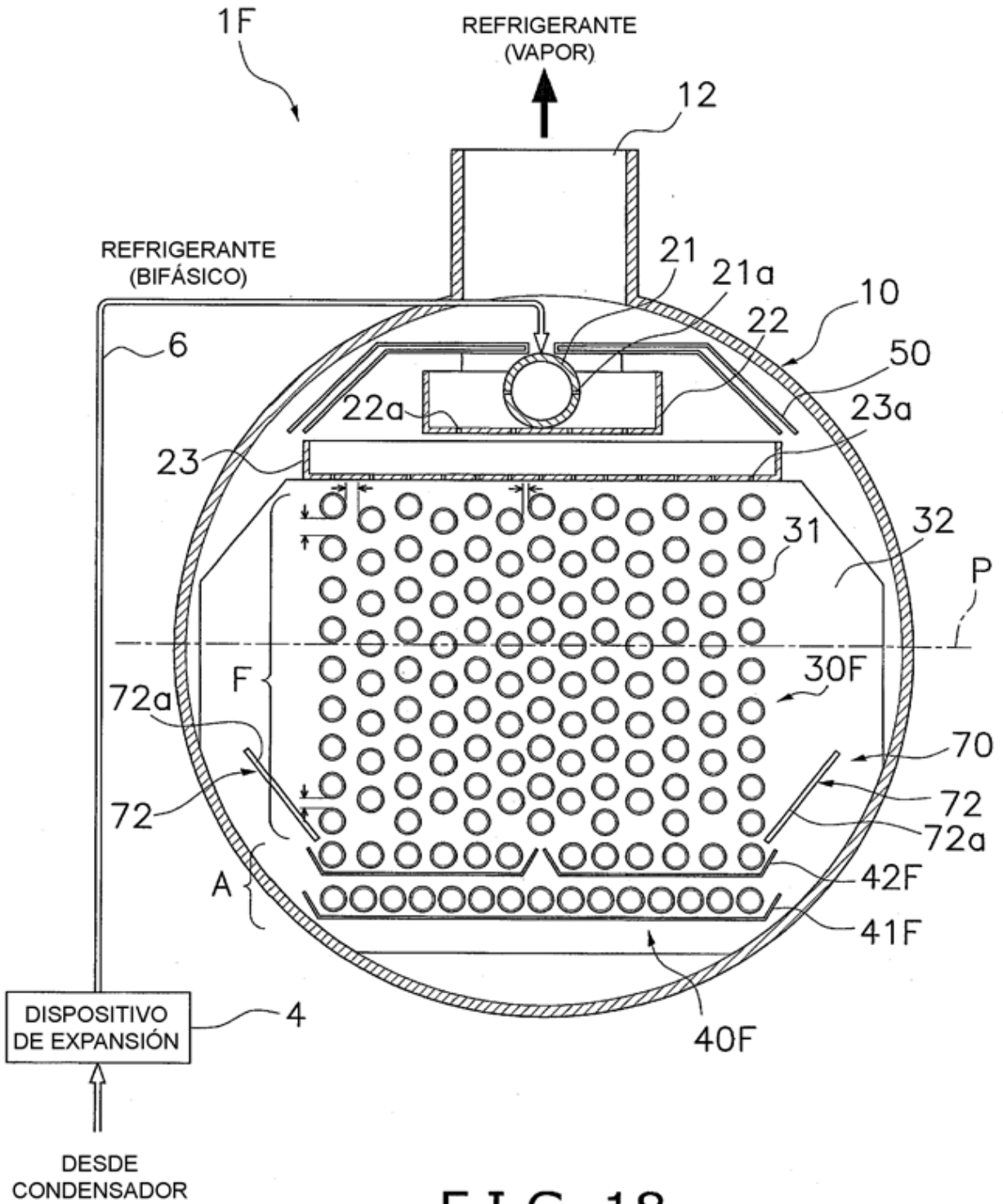


FIG. 18

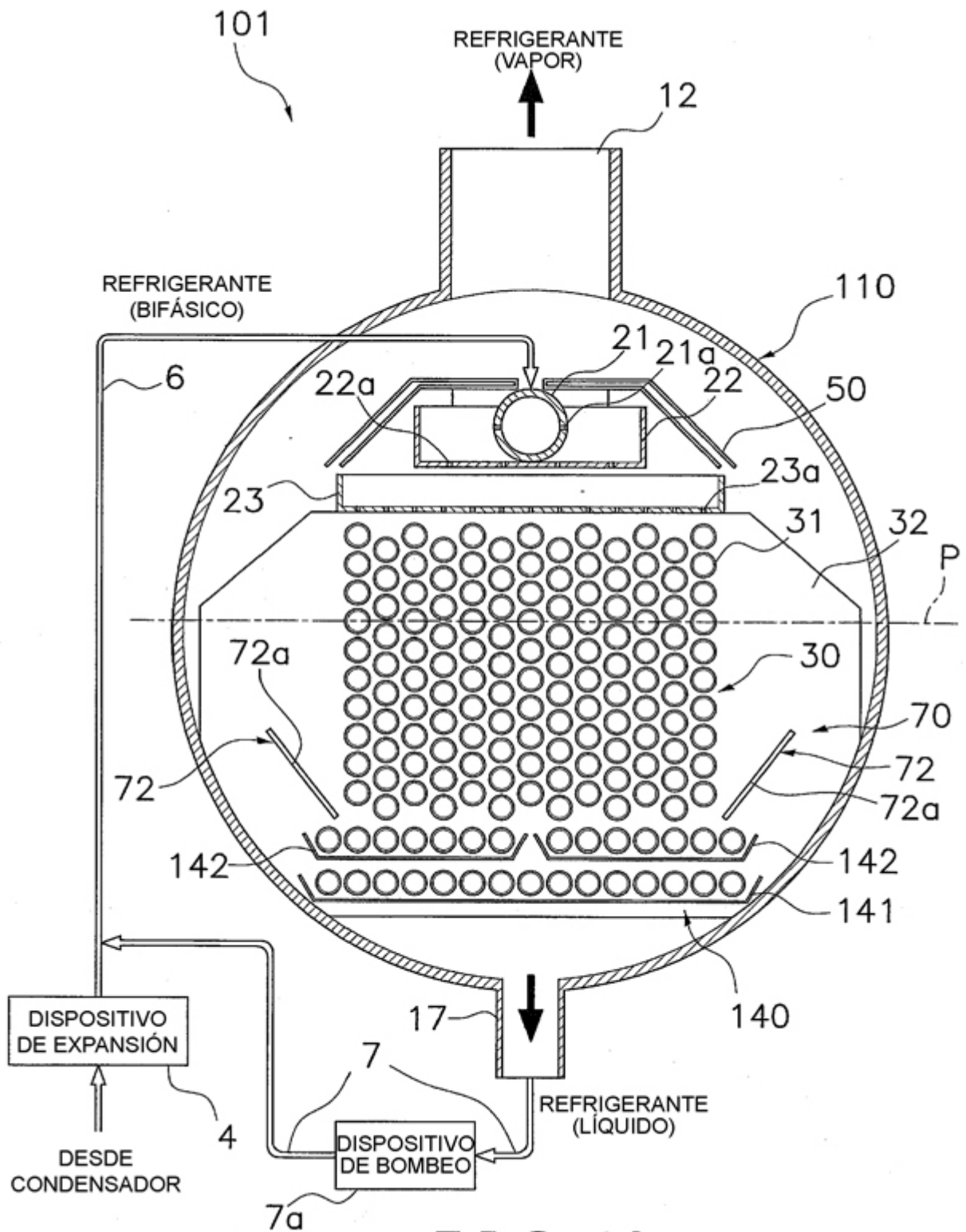


FIG. 19

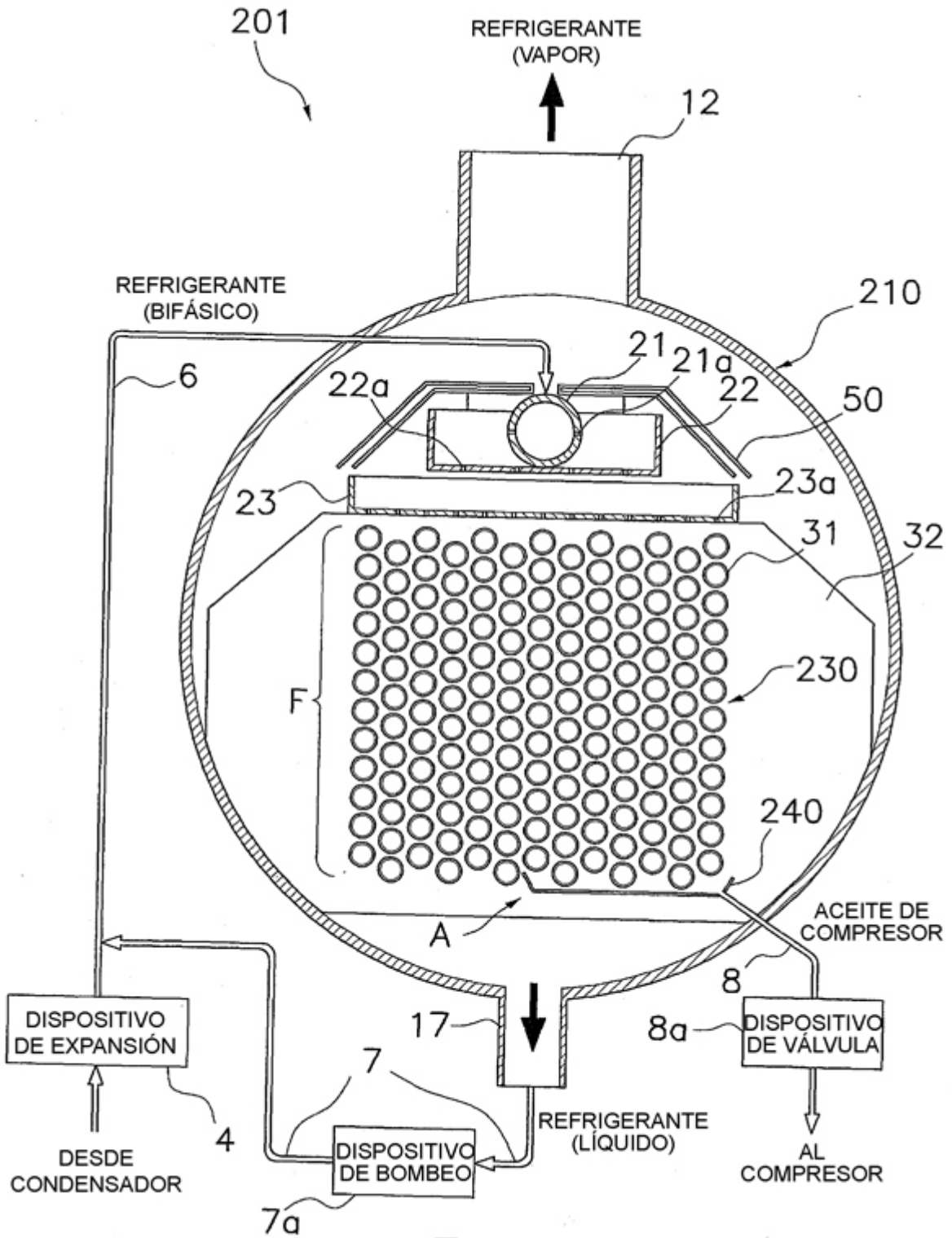


FIG. 20

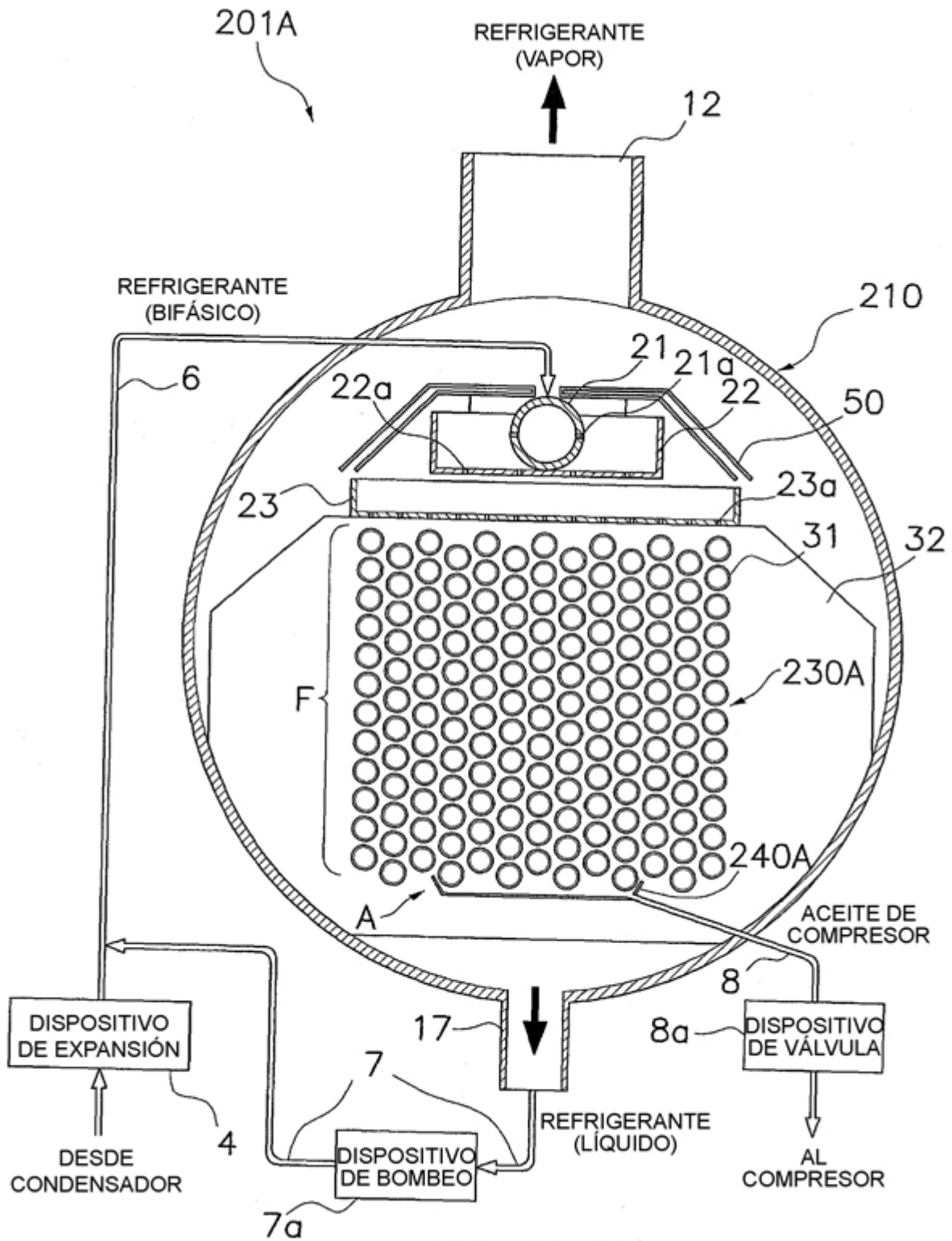


FIG. 21

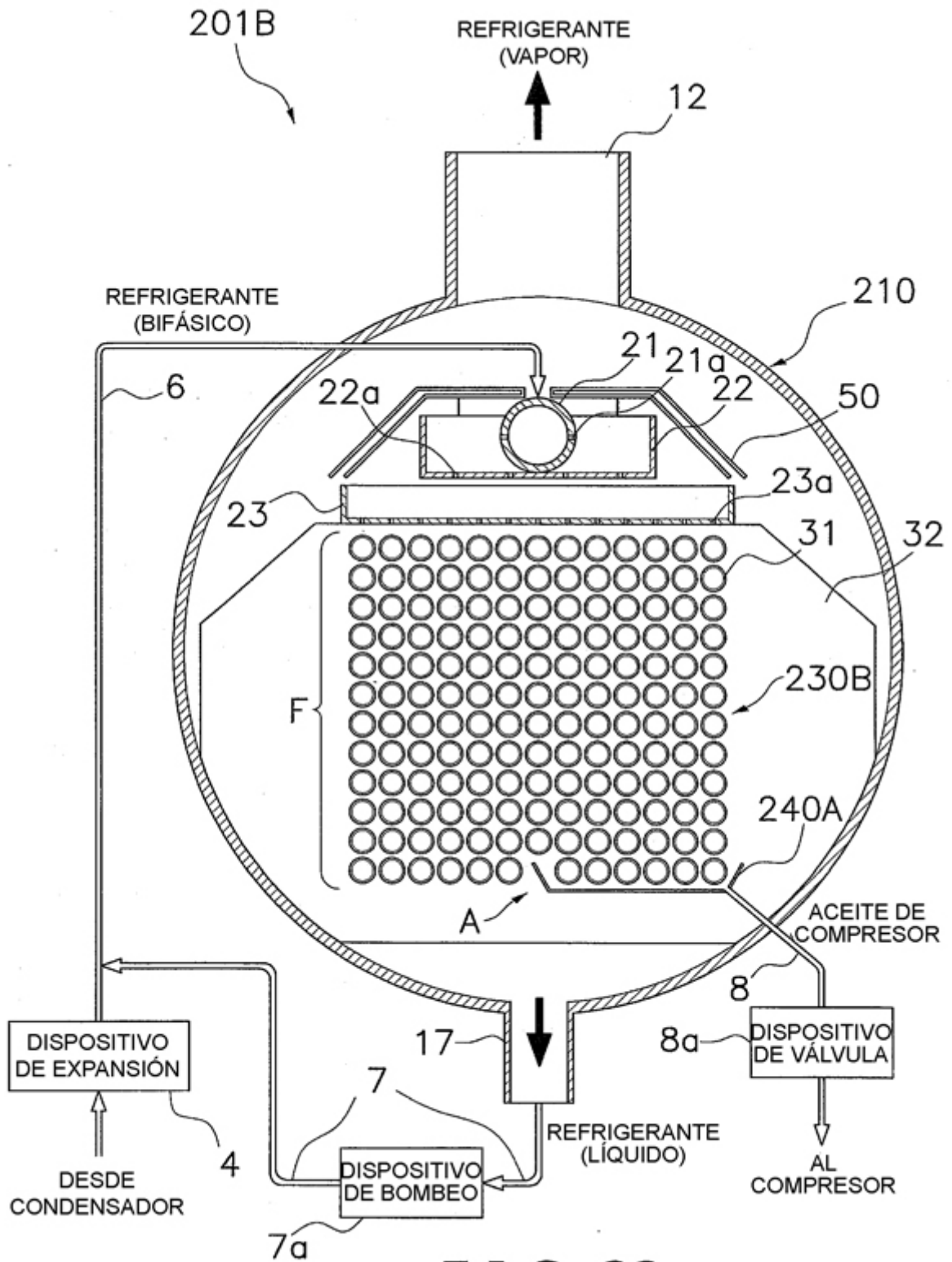


FIG. 22

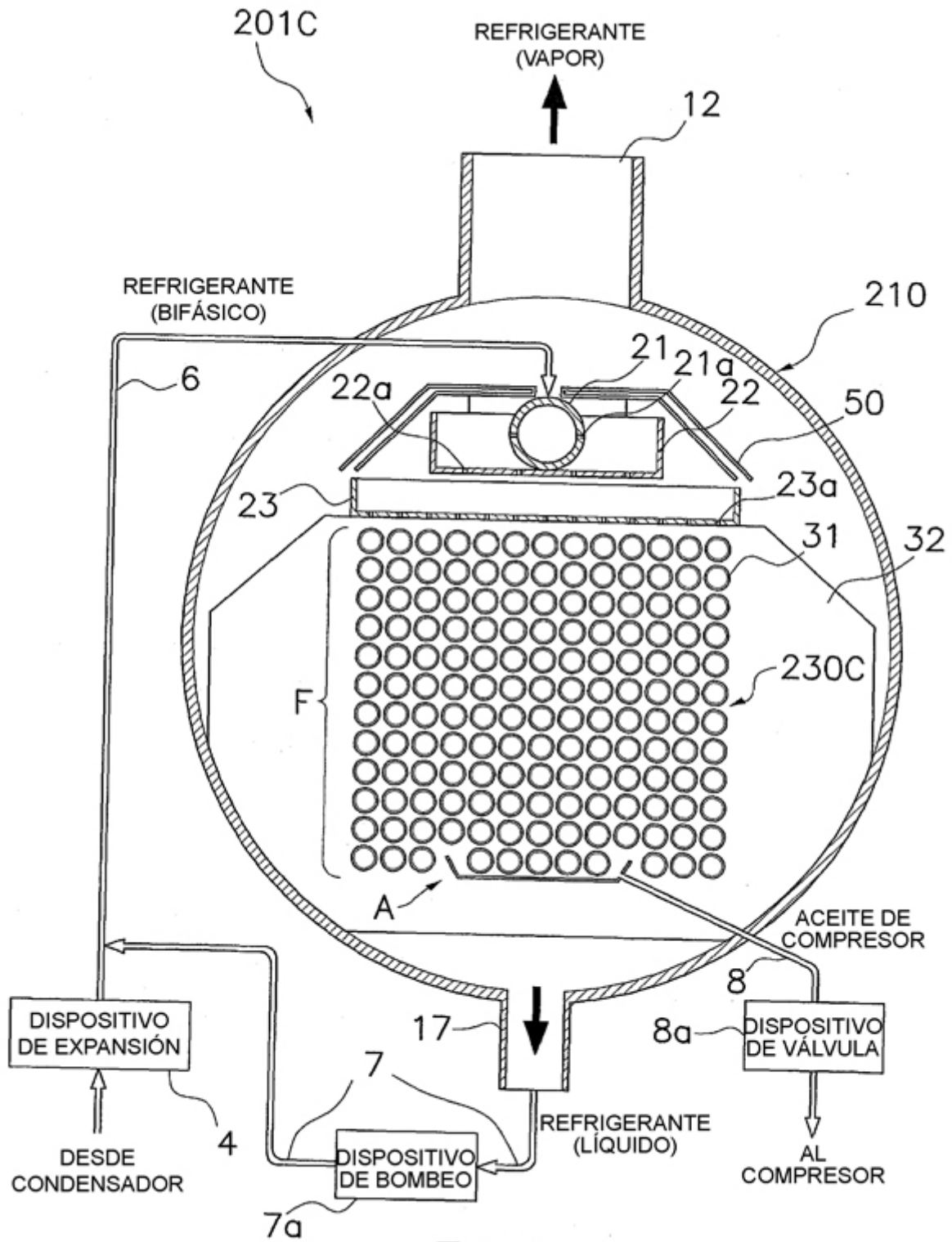


FIG. 23

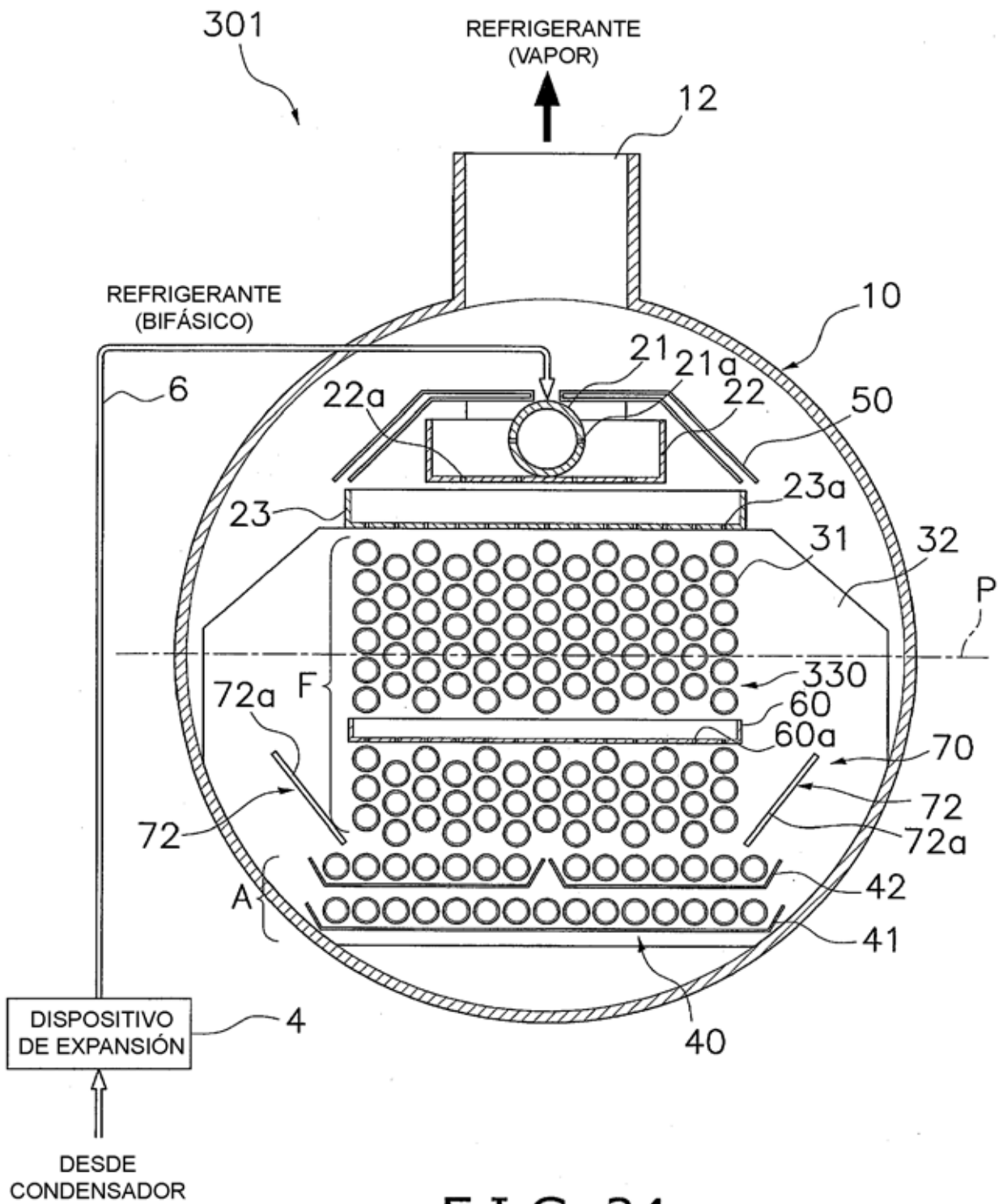


FIG. 24

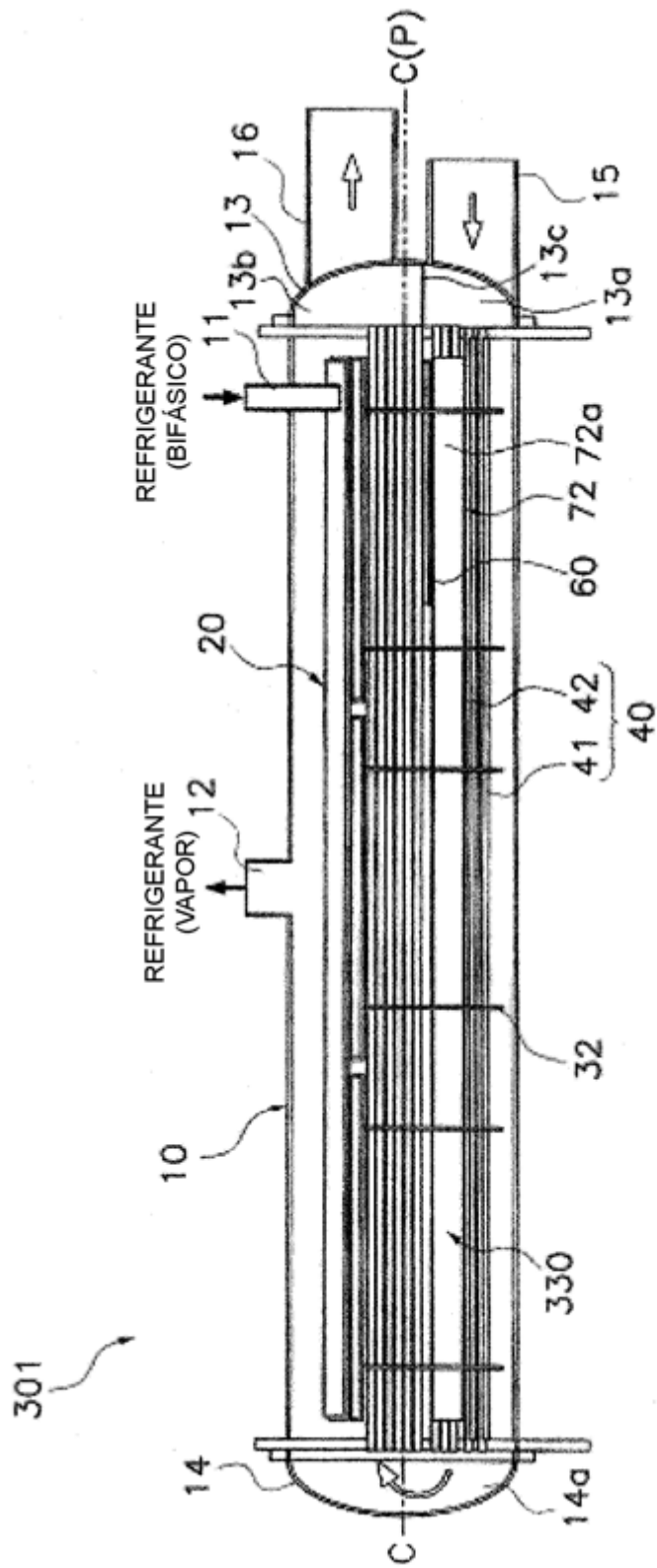


FIG. 25

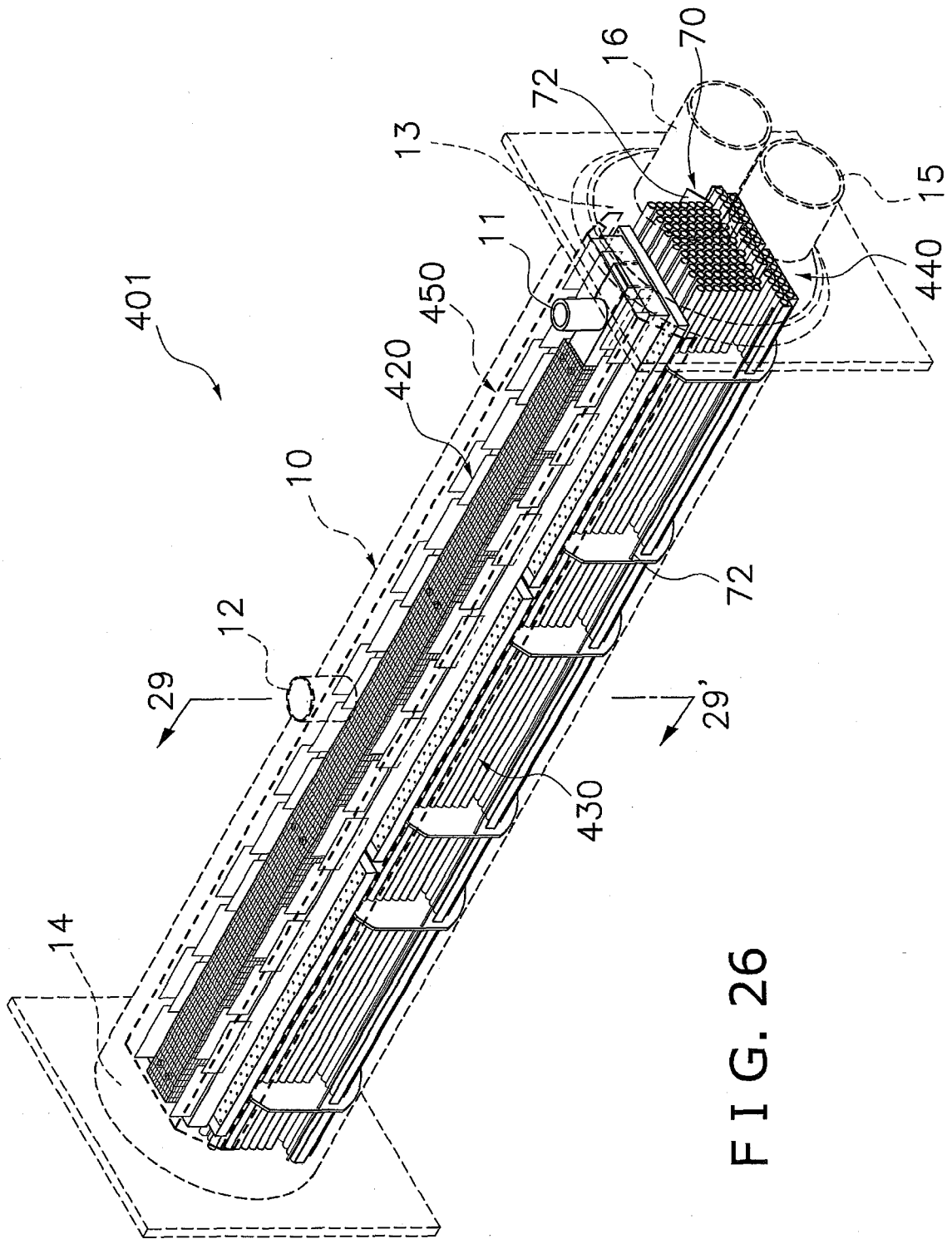


FIG. 26

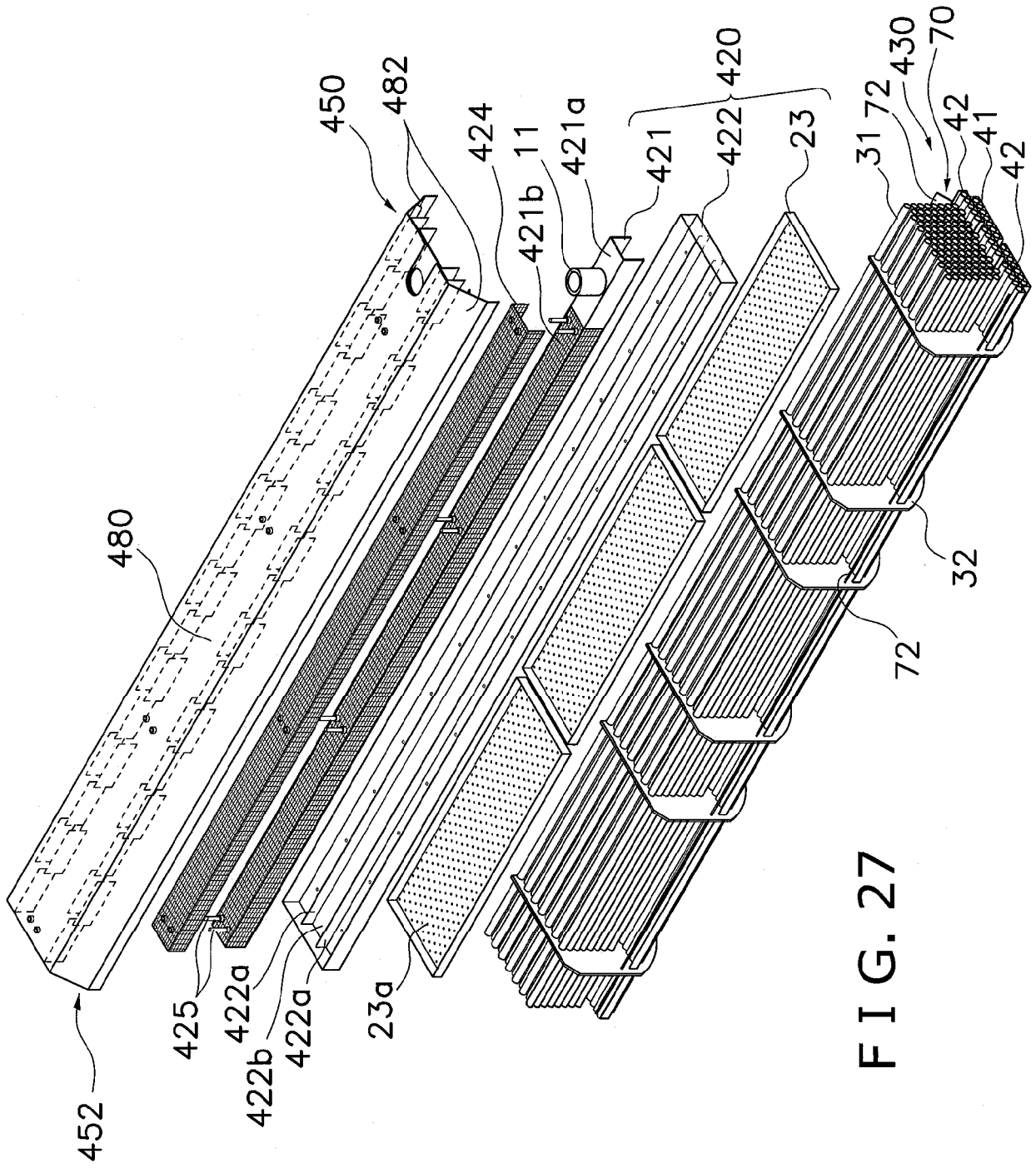


FIG. 27

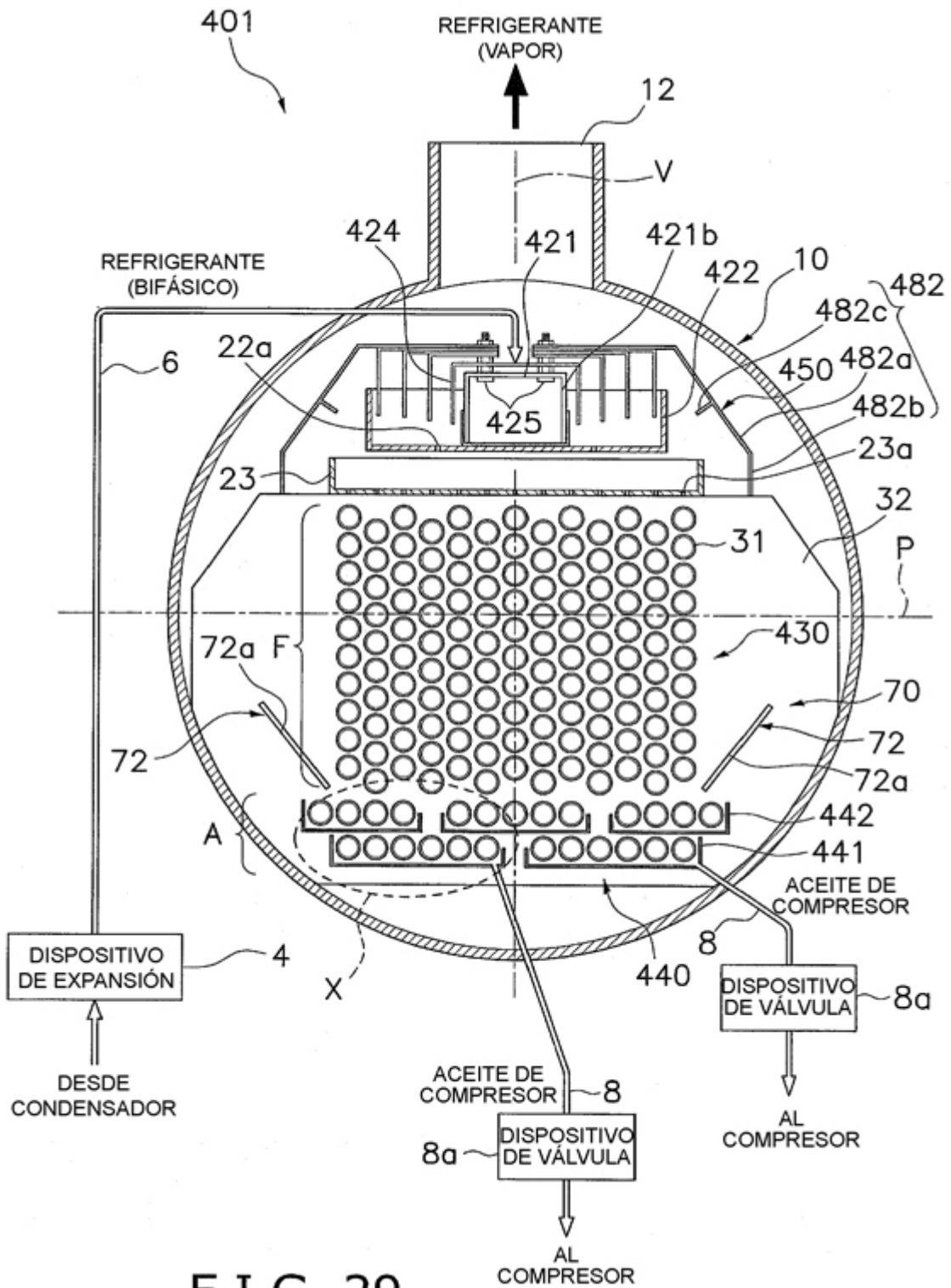


FIG. 29

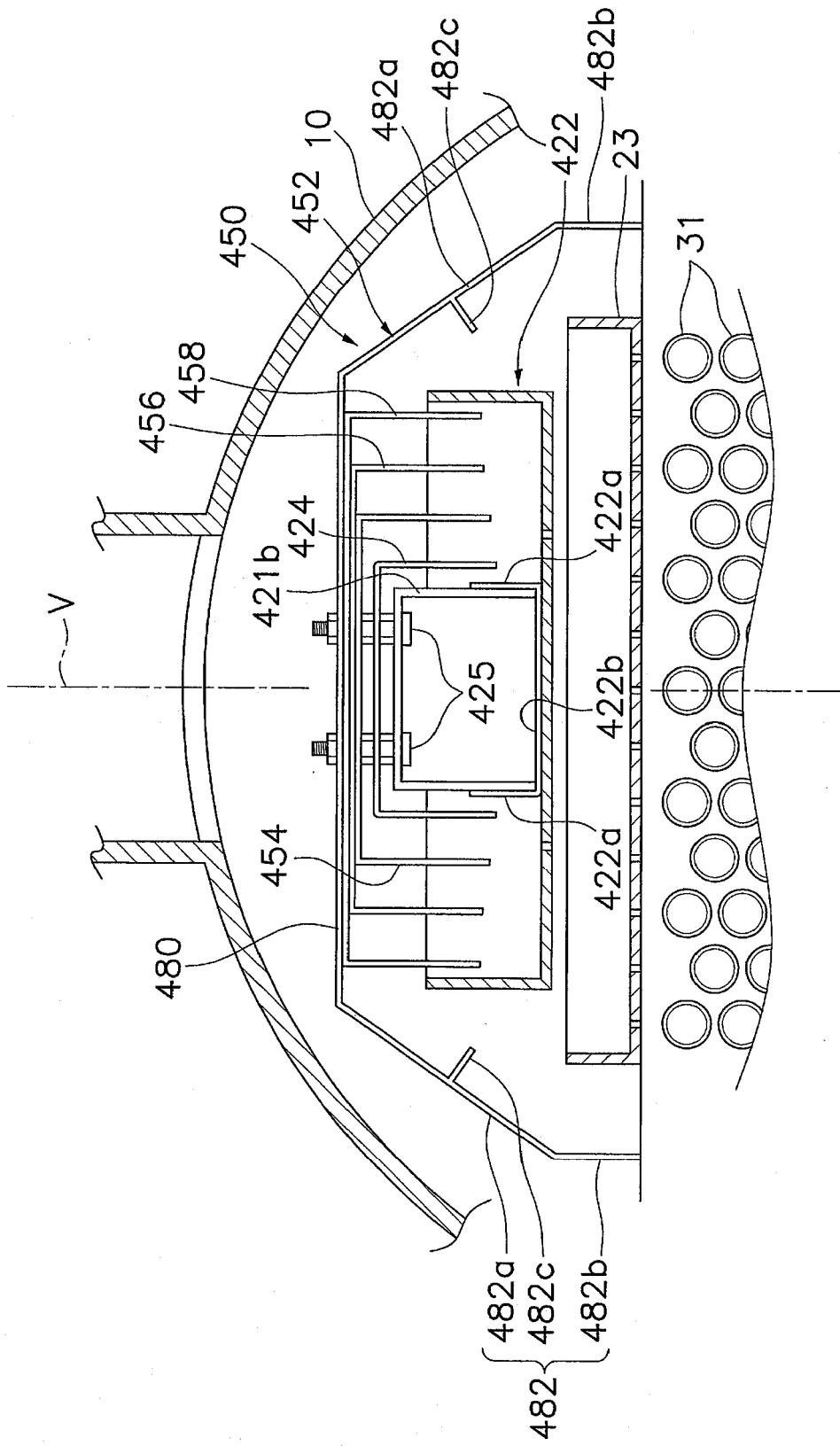


FIG. 30

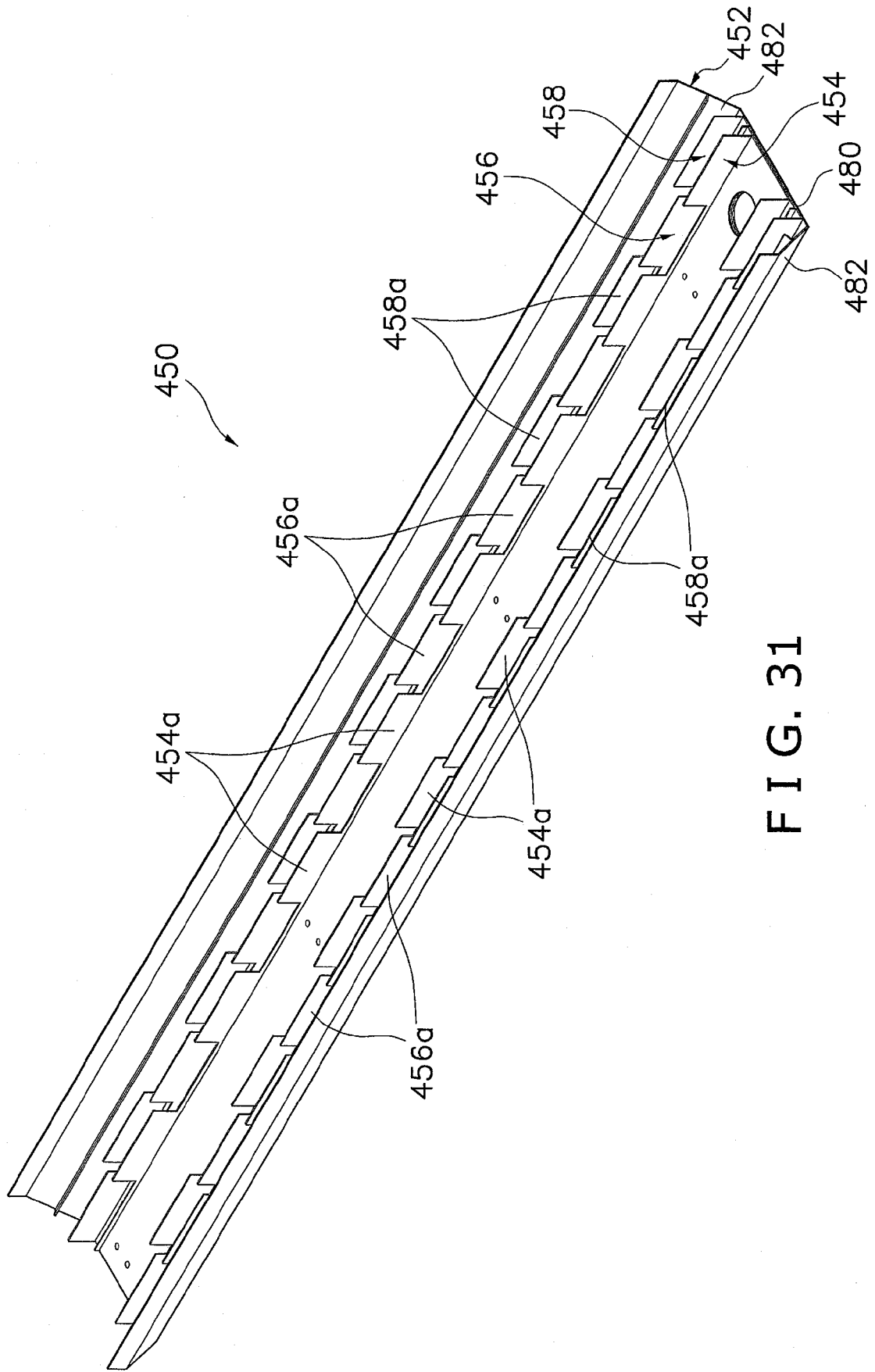


FIG. 31

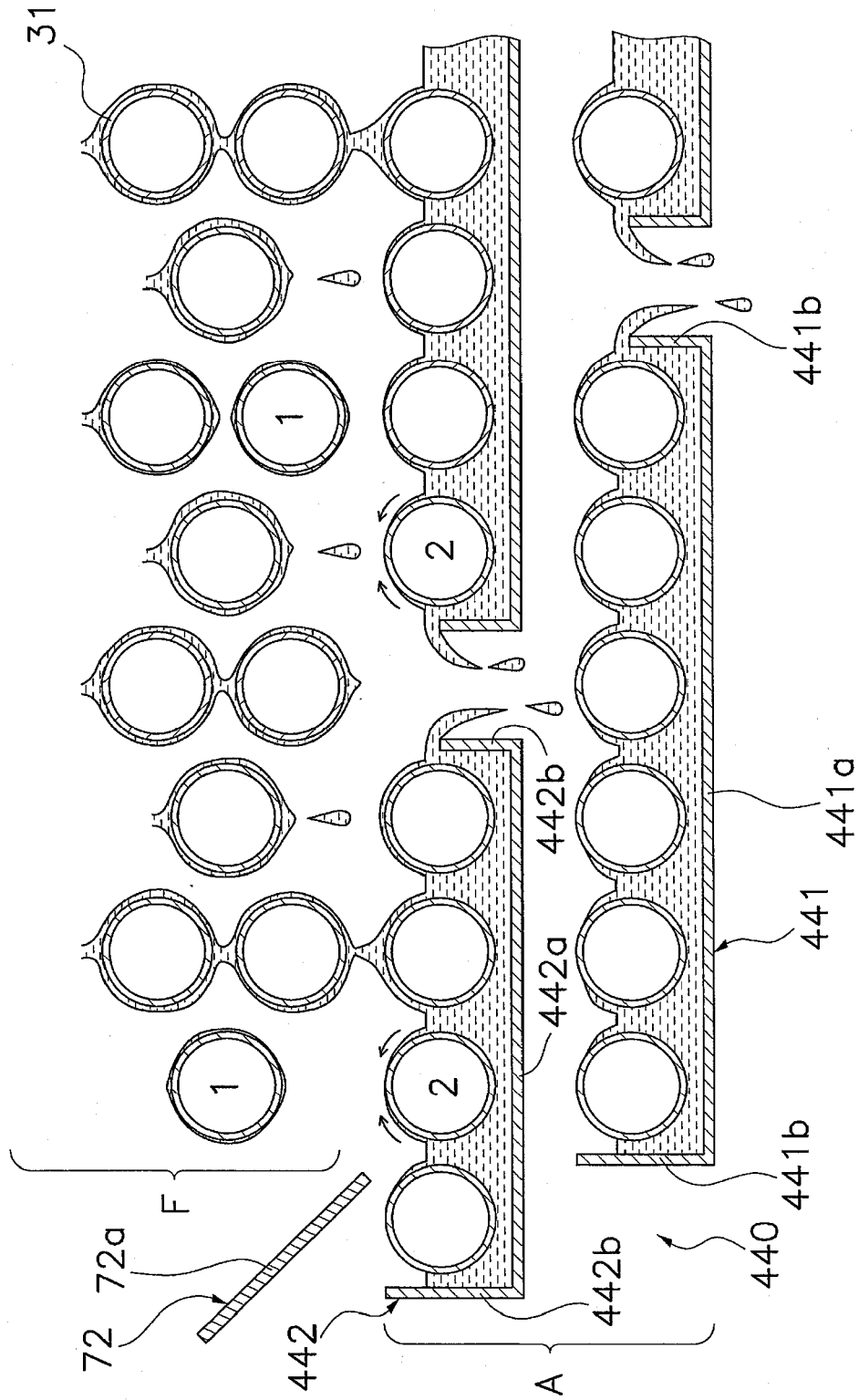


FIG. 32

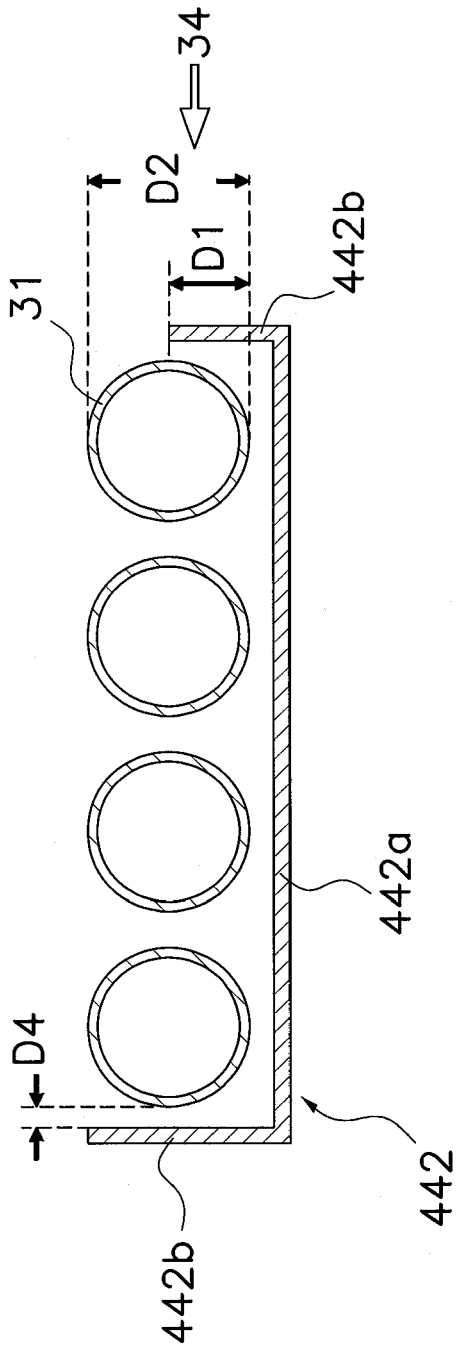


FIG. 33

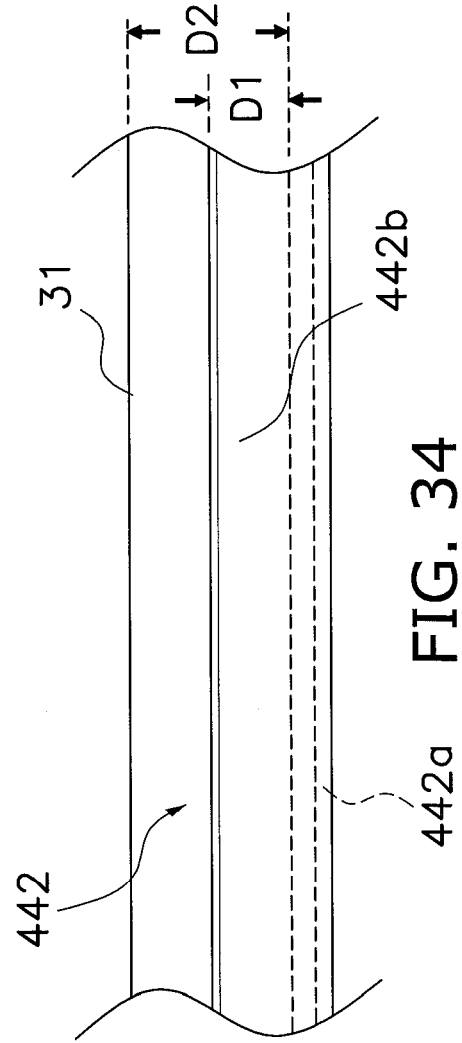


FIG. 34

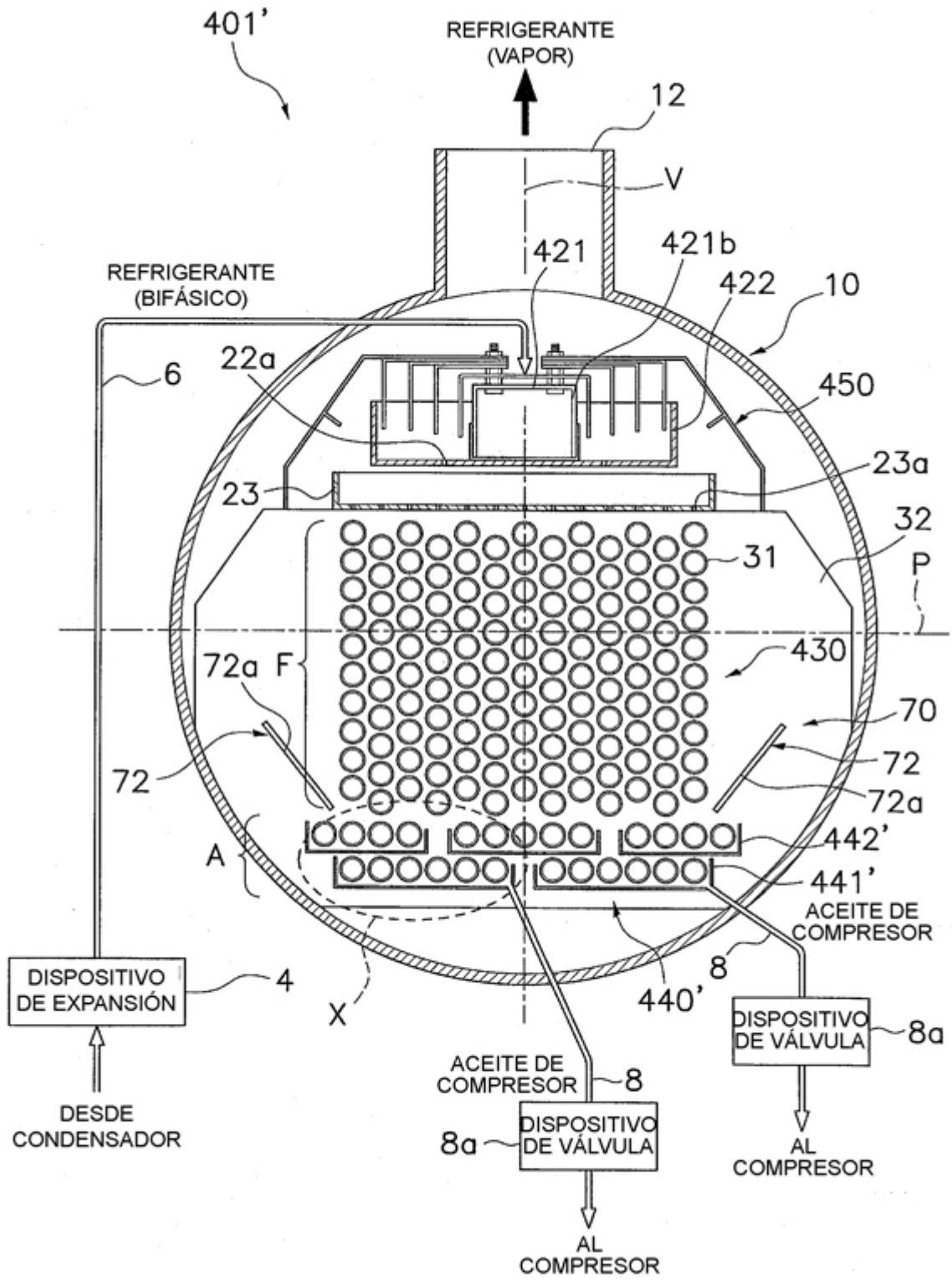


FIG. 35

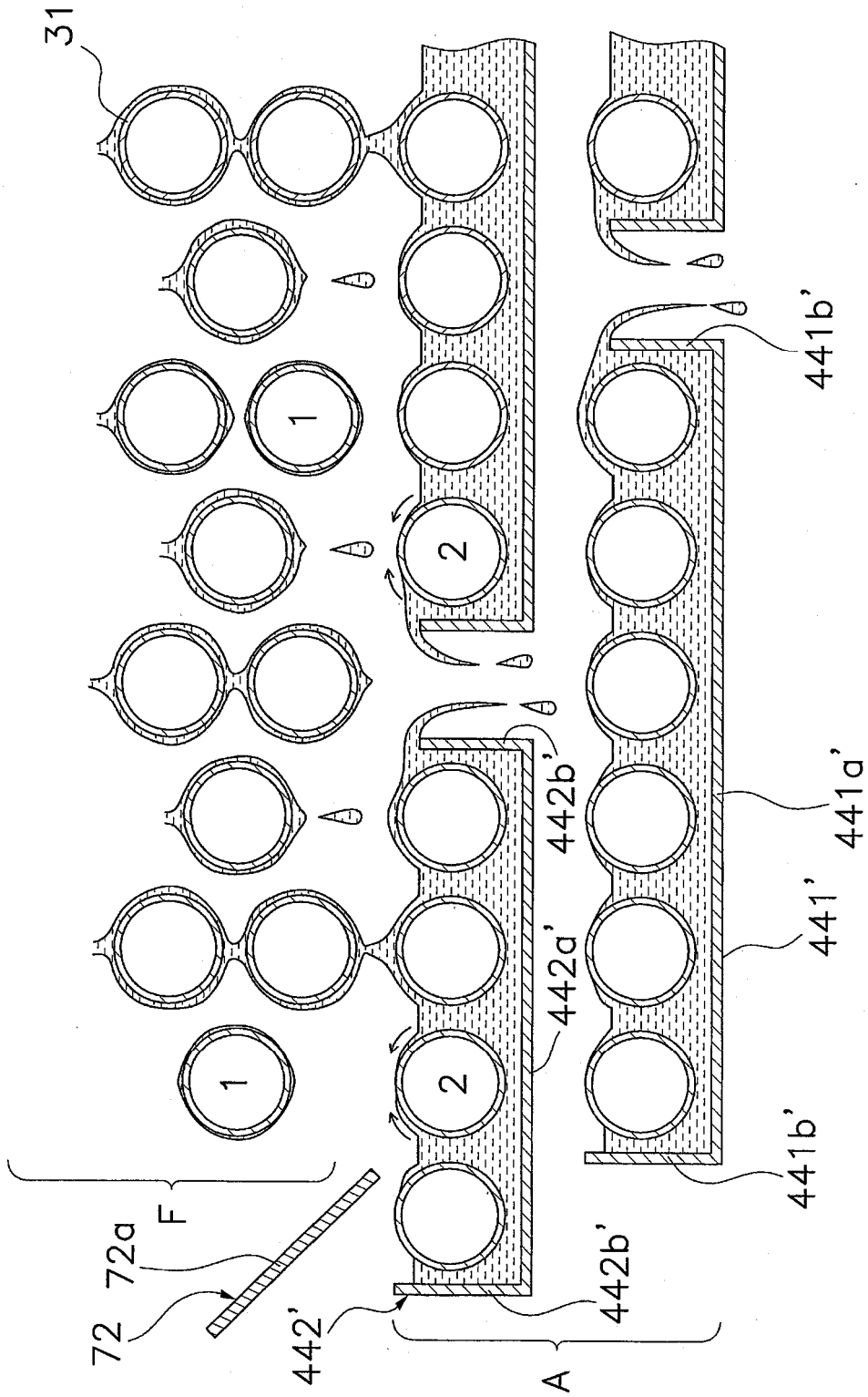


FIG. 36

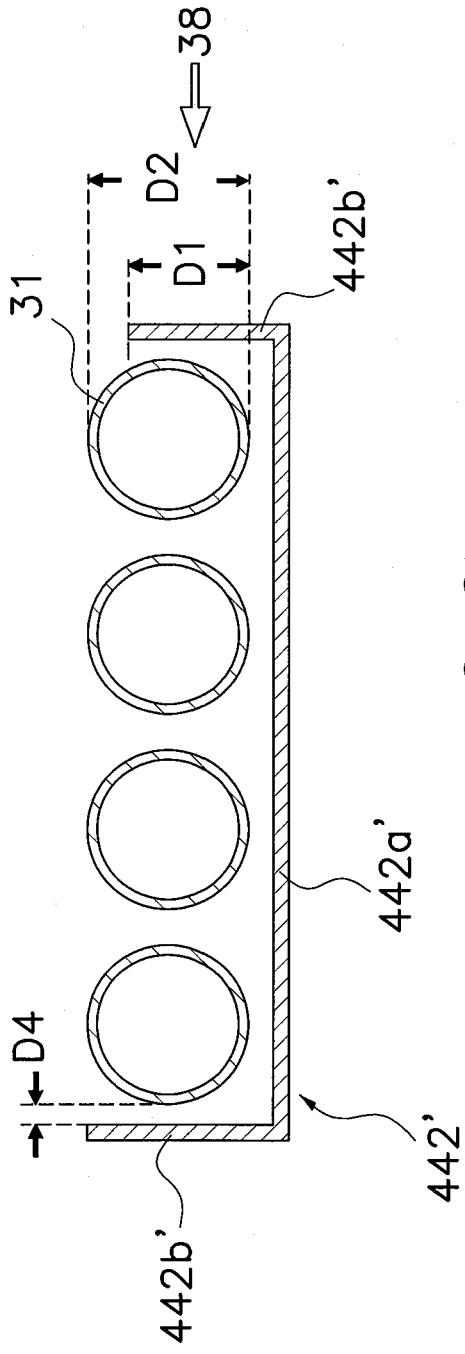


FIG. 37

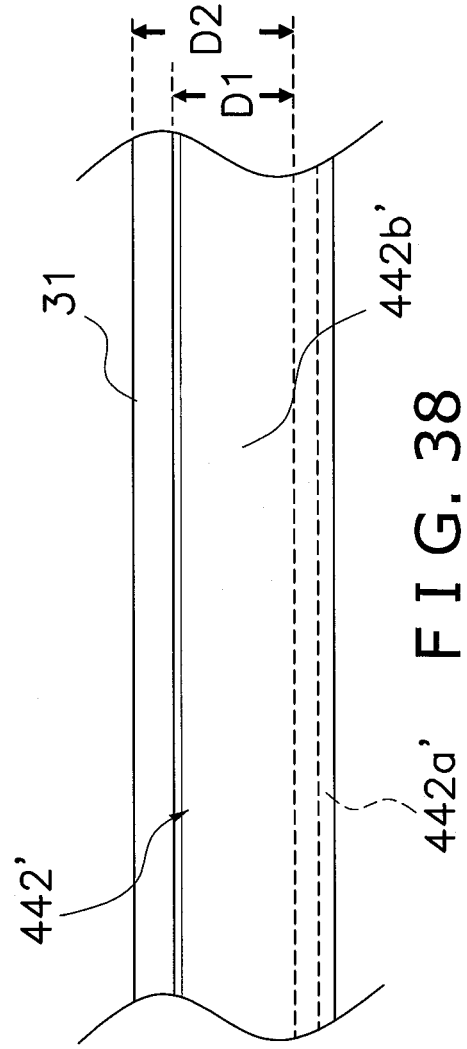


FIG. 38

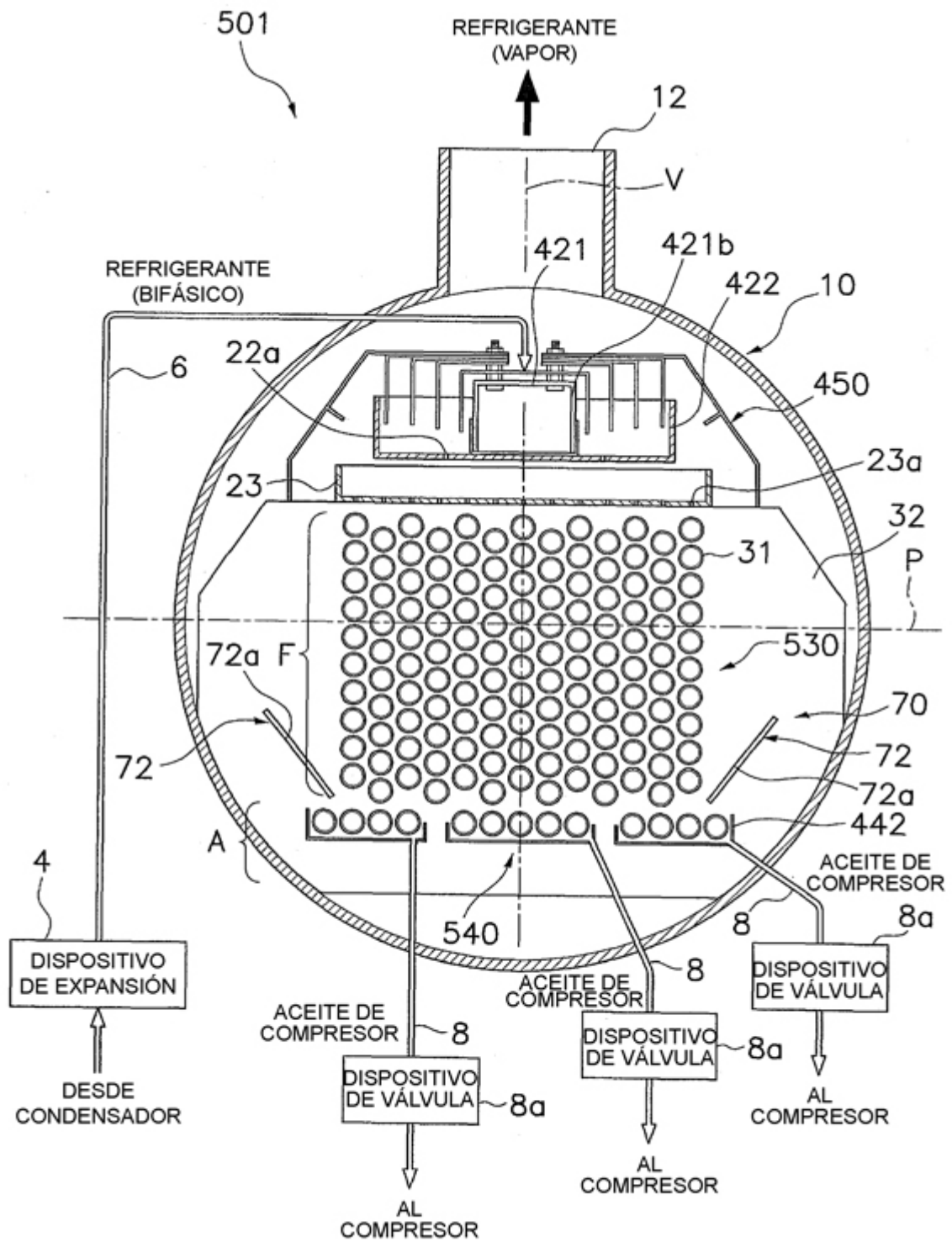


FIG. 39

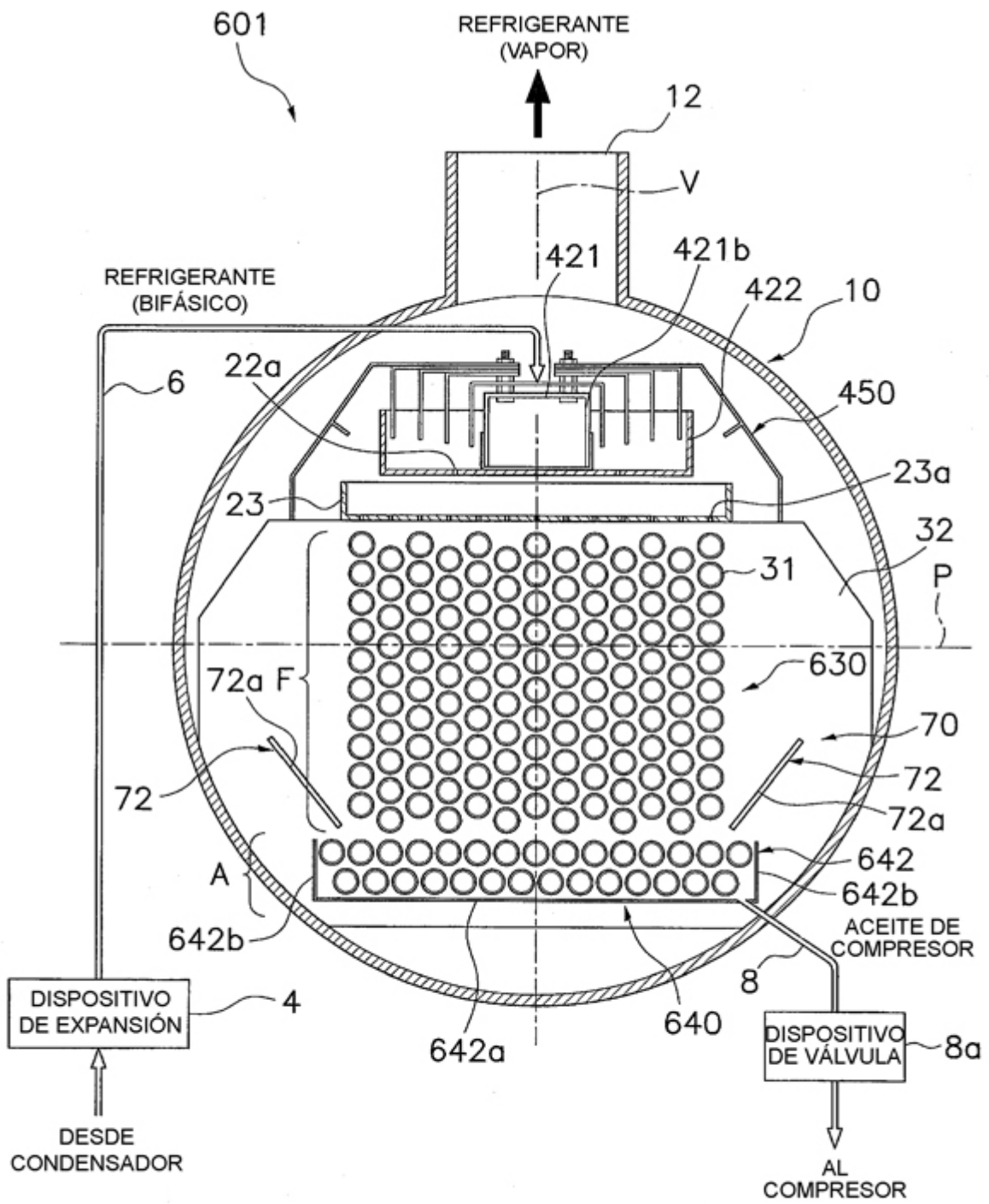


FIG. 41

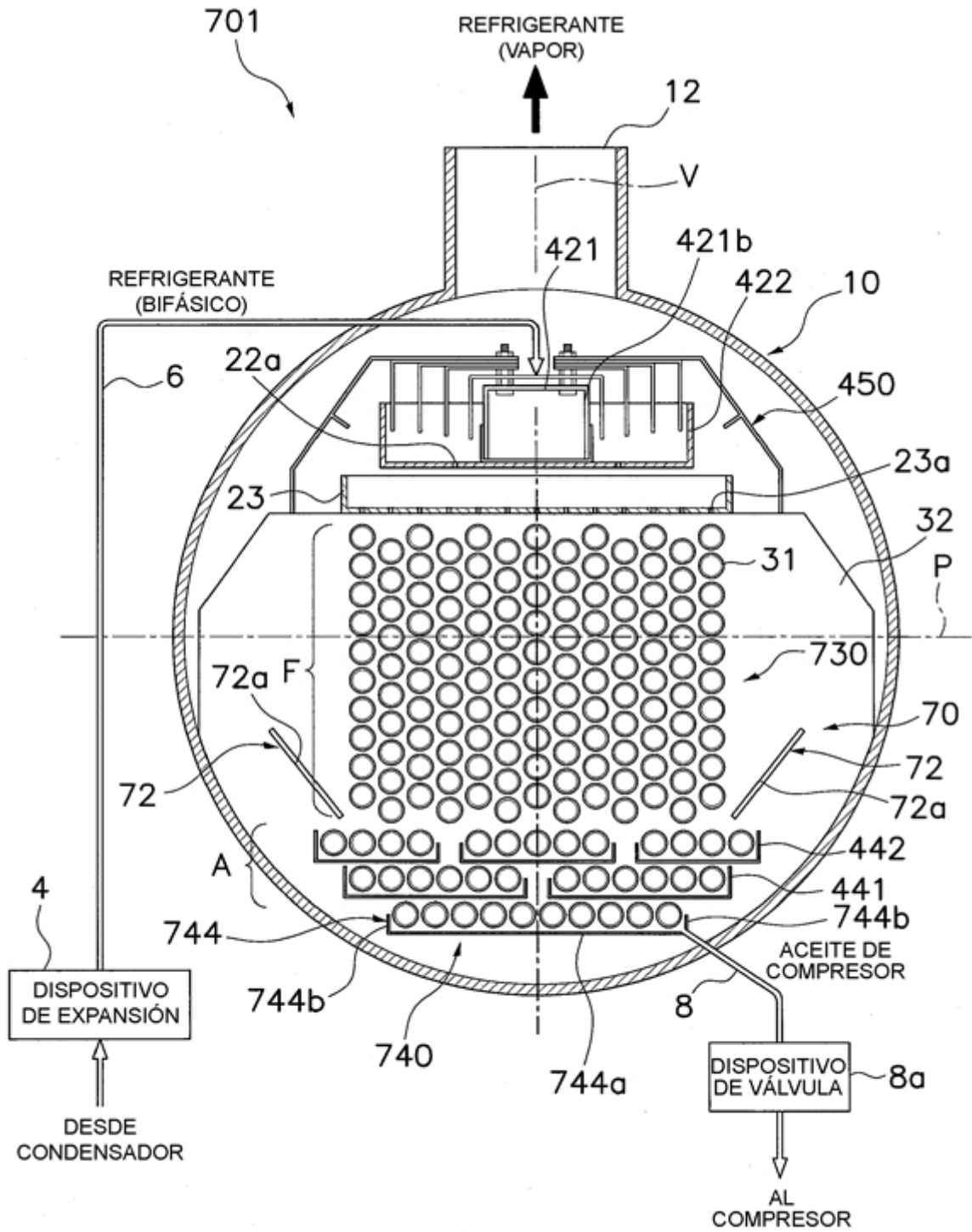


FIG. 42

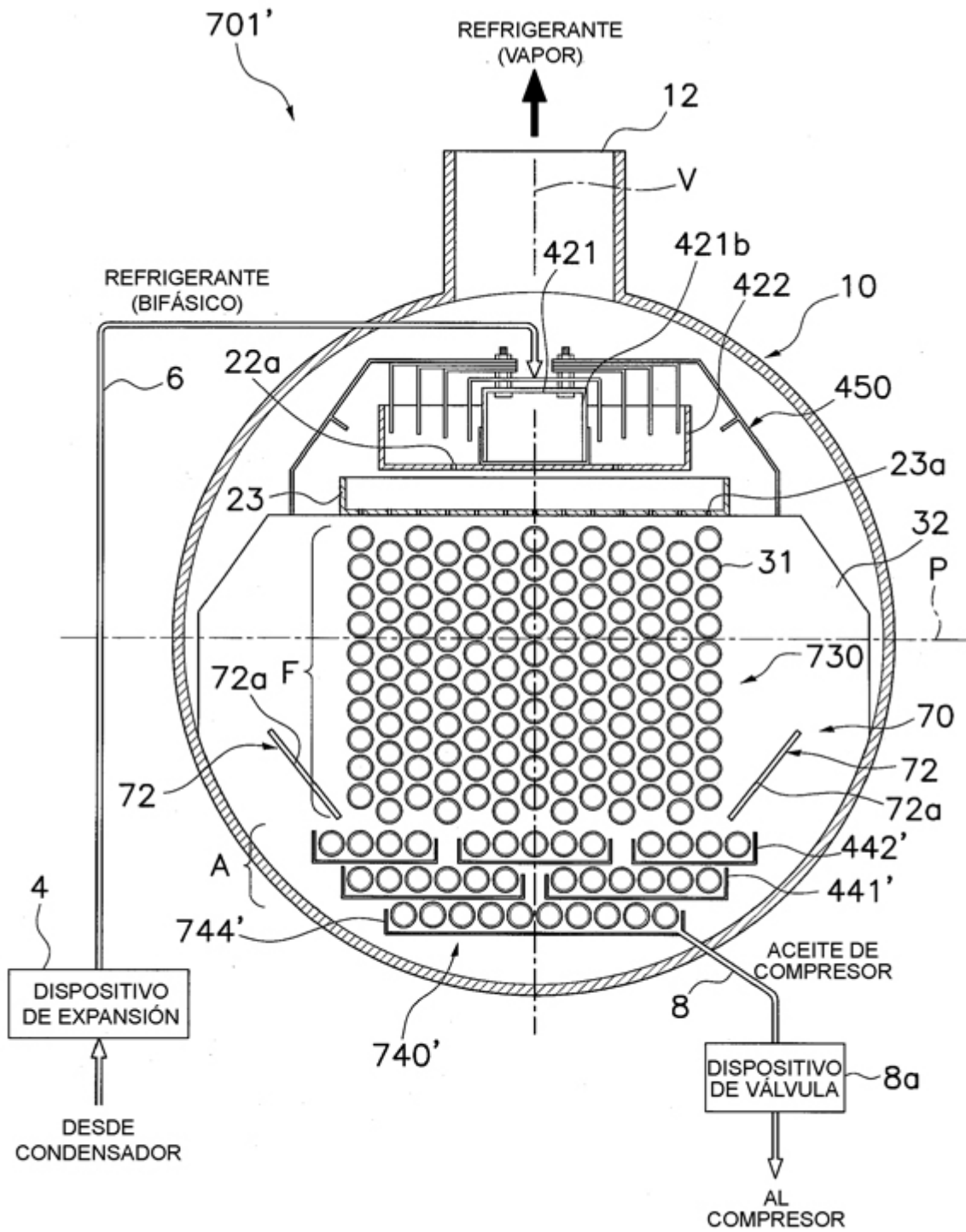


FIG. 43