

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 945 958**

51 Int. Cl.:

F28D 7/16 (2006.01)

F25B 39/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **17.01.2018 PCT/US2018/013946**

87 Fecha y número de publicación internacional: **09.08.2018 WO18144215**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.01.2018 E 18702870 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.05.2023 EP 3577404**

54 Título: **Condensador**

30 Prioridad:

03.02.2017 US 201715423778

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

11.07.2023

73 Titular/es:

**DAIKIN INDUSTRIES, LTD. (100.0%)
Osaka Umeda Twin Towers South, 1-13-1 Umeda,
Kita-ku
Osaka-Shi, Osaka 530-0001, JP**

72 Inventor/es:

MOREAUX, LOUIS A.

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 945 958 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

Condensador

5 ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Campo de la Invención

Esta invención se refiere en general a un condensador adaptado para ser utilizado en un sistema de compresión de vapor. Más específicamente, esta invención se refiere a un condensador que incluye un paso de vapor.

10

Información de antecedentes

La refrigeración por compresión de vapor ha sido el método más utilizado para el aire acondicionado de grandes edificios o similares. Los sistemas de refrigeración por compresión de vapor convencionales suelen estar provistos de un compresor, un condensador, una válvula de expansión y un evaporador. El compresor comprime refrigerante y envía el refrigerante comprimido al condensador. El condensador es un intercambiador de calor que permite que el refrigerante de vapor comprimido se condense en líquido. Un medio de calefacción/refrigeración, tal como agua, normalmente fluye a través del condensador y absorbe el calor del refrigerante para permitir que el refrigerante de vapor comprimido se condense. El refrigerante líquido que sale del condensador fluye hacia la válvula de expansión. La válvula de expansión expande el refrigerante para enfriarlo. El refrigerante de la válvula de expansión fluye hacia el evaporador. Este refrigerante suele ser bifásico. El evaporador es un intercambiador de calor que permite que el refrigerante se evapore de líquido a vapor mientras absorbe calor del medio de calefacción/refrigeración que pasa por el evaporador. El refrigerante luego regresa al compresor. El medio de calefacción/refrigeración se puede utilizar para calentar/enfriar el edificio. La publicación de la solicitud de patente US 2014/0127059 ilustra un sistema típico.

Más técnica relacionada se puede encontrar en el documento US 2002/0046572 A1, que se refiere a un condensador para una máquina frigorífica según el preámbulo de la reivindicación 1, en el documento JP 2015-064157 A, que se refiere a un condensador para un refrigerador de compresión, en el documento EP0962734A2, que se refiere a un intercambiador de calor y en el documento US 1641975A, que se refiere a un intercambiador de calor con superficie de tubo autodrenante.

30

SUMARIO DE LA INVENCION

Se ha descubierto que en un condensador se puede mejorar el rendimiento de la transferencia de calor al incluir tantos tubos de transferencia de calor como sea posible apilados en el espacio disponible debajo del área de distribución.

Por lo tanto, un objeto de la presente invención es proporcionar un condensador con un gran número de tubos y un excelente rendimiento de transferencia de calor.

Además, se descubrió que si se apilan tantos tubos de transferencia de calor como sea posible en el espacio disponible, los tubos pueden evitar que el vapor alrededor de esos tubos fluya fácilmente, lo que puede causar una gran caída de presión entre la salida del compresor y los tubos del condensador.

40

Por lo tanto, otro objeto de la presente invención es proporcionar un condensador en el que el vapor pueda fluir alrededor de esos tubos, de manera que pueda reducirse la caída de presión de vapor entre la descarga del compresor y los tubos del condensador.

45

Se ha descubierto además que la disposición de los tubos puede contribuir a la caída de presión entre la descarga del compresor y los tubos del condensador.

Por lo tanto, otro objeto de la presente invención es proporcionar una disposición de tubos de transferencia de calor en el condensador, que crea un paso de flujo para permitir que el vapor fluya hacia abajo y alcance los tubos inferiores más fácilmente al reducir la caída de presión.

50

También se ha descubierto que tal caída de presión de vapor entre la descarga del compresor y los tubos del condensador puede ser más frecuente en el caso de que se utilice un refrigerante de baja presión (refrigerante LPR) porque un refrigerante de baja presión puede tener una menor densidad de vapor.

55

Por lo tanto, otro objeto más de la presente invención es proporcionar un condensador en el que el vapor pueda fluir alrededor de esos tubos para que la caída de presión de vapor entre la descarga del compresor y los tubos del condensador pueda reducirse cuando se usa refrigerante LPR.

60

Uno o más de los objetos anteriores se pueden lograr básicamente proporcionando un condensador adaptado para ser utilizado en un sistema de compresión de vapor según la reivindicación 1.

El condensador incluye una carcasa y un haz de tubos. La carcasa tiene una entrada de refrigerante por la que fluye al menos refrigerante con refrigerante gaseoso y una salida de refrigerante por la que fluye al menos refrigerante con refrigerante líquido, con un eje central longitudinal de la carcasa que se extiende generalmente paralelo a un plano

65

horizontal. El haz de tubos incluye una pluralidad de tubos de transferencia de calor dispuestos dentro de la carcasa, de modo que el refrigerante descargado desde la entrada de refrigerante se suministre al haz de tubos. Los tubos de transferencia de calor se extienden generalmente paralelos al eje central longitudinal de la carcasa. La pluralidad de tubos de transferencia de calor en el haz de tubos está dispuesta para formar un primer paso de vapor que se extiende generalmente de manera vertical a lo largo de un primer paso en dirección longitudinal a través de al menos algunos de los tubos de transferencia de calor del haz de tubos. El primer paso de vapor tiene una primera anchura mínima medida perpendicularmente con respecto a la dirección longitudinal del primer paso y el eje longitudinal. La primera anchura mínima es mayor que el diámetro de un tubo de los tubos de transferencia de calor del haz de tubos, y la primera anchura mínima es menor que cuatro veces el diámetro del tubo.

Estos y otras objetos, características, aspectos y ventajas de la presente invención se harán evidentes para los expertos en la materia a partir de la siguiente descripción detallada que, tomada junto con los dibujos adjuntos, divulga realizaciones preferidas.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Con referencia ahora a los dibujos adjuntos que forman parte de esta divulgación original:

La figura 1 es una vista en perspectiva general simplificada de un sistema de compresión de vapor que incluye un condensador 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 condensador según la primera realización de la presente invención;

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

La figura 4 es una vista en sección transversal longitudinal simplificada del condensador ilustrado en las figuras 1-3, con los tubos cortados con fines de ilustración, como se ve a lo largo de la línea de sección 4-4 en la figura 3;

La figura 5 es una vista en perspectiva simplificada de una estructura interna del condensador ilustrado en las figuras 1 a 4, pero con los tubos de transferencia de calor retirados con fines ilustrativos;

La figura 6 es una vista en perspectiva parcial ampliada, simplificada y en despiece de una estructura interna del condensador, es decir, los tubos, los soportes y el difusor, ilustrada en las figuras 1-5;

La figura 7 es una vista en sección transversal simplificada del condensador ilustrado en las figuras 1-6, como se ve a lo largo de la línea de sección 7-7 en la figura 3;

La figura 8 es otra vista ampliada del lado derecho del condensador ilustrado en la figura 7;

La figura 9 es una vista en sección transversal simplificada de un condensador según una segunda realización;

La figura 10 es otra vista ampliada del lado derecho del condensador ilustrado en la figura 9 según una segunda realización;

La figura 11 es un gráfico que ilustra una relación entre el coeficiente de rendimiento (COP) y la caída de presión del refrigerante que pasa hacia abajo a través del haz de tubos de un condensador; y

La figura 12 es una vista en sección transversal simplificada de un condensador en el que se maximiza una cantidad de tubos, pero no se proporciona una trayectoria de flujo.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE REALIZACIONES

Se explicarán ahora realizaciones seleccionadas de la presente invención con referencia a los dibujos. Será evidente para los expertos en la materia a partir de esta divulgación que las siguientes descripciones de las realizaciones de la presente invención se proporcionan solo para fines de ilustración y no con el fin de limitar la invención tal como es definida por las reivindicaciones adjuntas y sus equivalentes.

Con referencia inicialmente a las figuras 1 y 2, se explicará un sistema de compresión de vapor que incluye un condensador 3 según una primera realización. Como se ve en la figura 1, el sistema de compresión de vapor según la primera realización es un enfriador que puede usarse en un sistema de calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC) para el acondicionamiento de aire de grandes edificios y similares. El sistema de compresión de vapor de la primera realización está configurado y dispuesto para eliminar el calor del líquido a enfriar (por ejemplo, agua, etilenglicol, salmuera, etc.) a través de un ciclo de refrigeración por compresión de vapor y para agregar calor al líquido a calentar (por ejemplo, agua, etilenglicol, salmuera de cloruro de calcio, etc.) a través de un ciclo de refrigeración por compresión de vapor. Agua se muestra en la realización ilustrada. Sin embargo, será evidente para los expertos en la técnica a partir de esta divulgación que se pueden utilizar otros líquidos. En la realización ilustrada se muestra el calentamiento y el enfriamiento del líquido.

Como se muestra en las figuras 1 y 2, el sistema de compresión de vapor incluye los siguientes componentes principales: un evaporador 1, un compresor 2, el condensador 3, un dispositivo de expansión 4 y una unidad de control 5. La unidad de control 5 está operativamente acoplada a un mecanismo de accionamiento del compresor 2 y el dispositivo de expansión 4 para controlar el funcionamiento del sistema de compresión de vapor. La unidad de control también puede estar conectada a varios otros componentes tales como sensores y/o componentes opcionales del sistema que no se muestran.

El evaporador 1 es un intercambiador de calor que extrae calor del líquido a enfriar (en este ejemplo, agua) que pasa

5 por el evaporador 1 para bajar la temperatura del agua a medida que el refrigerante circulante se evapora en el evaporador 1. El refrigerante que entra en el evaporador 1 normalmente se encuentra en un estado gas/líquido de dos fases. El refrigerante al menos incluye refrigerante líquido. El refrigerante líquido se evapora a medida que el refrigerante de vapor en el evaporador 1 absorbe calor del medio refrigerante, tal como agua. En la realización
10 ilustrada, el evaporador 1 utiliza agua como medio de calefacción/refrigeración como se mencionó anteriormente. El evaporador 1 puede ser uno cualquiera de numerosos evaporadores convencionales, tal como un evaporador de película descendente, un evaporador inundado, un evaporador híbrido, etc. El agua que sale del evaporador se enfría. Esta agua enfriada se puede usar luego para enfriar el edificio o similar.

15 Al salir del evaporador 1, el refrigerante será un refrigerante de vapor a baja presión y a baja temperatura. El refrigerante de vapor a baja presión y a baja temperatura se descarga del evaporador 1 y entra en el compresor 2 por succión. En el compresor 2, el refrigerante de vapor se comprime al vapor de mayor presión y mayor temperatura. El compresor 2 puede ser cualquier tipo de compresor convencional, por ejemplo, compresor centrífugo, compresor en espiral, compresor alternativo, compresor de tornillo, etc.

20 A continuación, el refrigerante de vapor a alta temperatura y a alta presión entra en el condensador 3, que es otro intercambiador de calor, que extrae calor del refrigerante de vapor haciendo que se condense desde un estado gaseoso a un estado líquido. El condensador 3 en la realización ilustrada se enfría con líquido usando un líquido tal como agua. El calor del refrigerante de vapor comprimido eleva la temperatura del agua de refrigeración que pasa por el condensador 3. Por lo general, el agua caliente del condensador se envía a una torre de enfriamiento para expulsar el calor a la atmósfera. Además, opcionalmente, el agua calentada (agua de refrigeración que enfría el refrigerante) se puede utilizar en un edificio como suministro de agua caliente o para calentar el edificio.

25 El refrigerante líquido condensado entra luego en el dispositivo de expansión 4 donde el refrigerante experimenta una reducción abrupta de presión. El dispositivo de expansión 4 puede ser tan simple como una placa de orificio o tan complicado como una válvula de expansión térmica de modulación electrónica. Que el dispositivo de expansión 4 esté conectado a la unidad de control dependerá de si se utiliza un dispositivo de expansión controlable 4. La reducción abrupta de la presión suele dar como resultado una expansión parcial del refrigerante líquido y, por lo tanto, el refrigerante que entra en el evaporador 1 suele estar en un estado bifásico gas/líquido.

30 Algunos ejemplos de refrigerantes utilizados en el sistema de compresión de vapor son refrigerantes a base de hidrofluorocarbono (HFC), por ejemplo, R410A, R407C y R134a, hidrofluoroolefina (HFO), refrigerante a base de HFC insaturado, por ejemplo, R1234ze y R1234yf, y refrigerantes naturales, por ejemplo, R717 y R718. R1234ze y R1234yf son refrigerantes de densidad media con densidades similares al R134a. R450A y R513A son refrigerantes de presión media que también son posibles refrigerantes. El llamado refrigerante de baja presión (LPR) R1233zd también es un tipo adecuado de refrigerante. El refrigerante de baja presión (LPR) R1233zd a veces se denomina refrigerante de baja densidad (LDR) porque el R1233zd tiene una densidad de vapor más baja que los otros refrigerantes mencionados anteriormente. R1233zd tiene una densidad menor que R134a, R1234ze y R1234yf, que son los llamados refrigerantes de densidad media. La densidad que se analiza aquí es la densidad del vapor, no la densidad del líquido porque el R1233zd tiene una densidad del líquido ligeramente superior a la del R134A. Si bien la(s) realización(es) descrita(s) en este documento son útiles con cualquier tipo de refrigerante, la(s) realización(es) descrita(s) en este documento son particularmente útiles cuando se usan con LPR tal como R1233zd. R1233zd no es inflamable. R134a tampoco es inflamable. Sin embargo, R1233zd tiene un potencial de calentamiento global GWP < 10. Por otro lado, el R134a tiene un GWP de aproximadamente 1300. Los refrigerantes R1234ze y R1234yf son ligeramente inflamables a pesar de que su GWP es inferior a 10 como Rt 233zd. Por lo tanto, R1233zd es un refrigerante deseable debido a estas características, no inflamable y de bajo GWP.

35 Aunque los refrigerantes individuales se mencionan anteriormente, será evidente para los expertos en la técnica a partir de esta divulgación que se puede usar un refrigerante combinado que utiliza dos o más de los refrigerantes anteriores. Por ejemplo, se podría utilizar un refrigerante mezclado que incluya solo una porción como R1233zd. En cualquier caso, en la realización ilustrada, el refrigerante preferiblemente incluye R1233zd. Más preferiblemente, en la realización ilustrada, el refrigerante preferiblemente es Rt 233zd. Como se mencionó anteriormente, el R1233zd es un refrigerante deseable debido a su bajo GWP y a que no es inflamable. Sin embargo, en un condensador en el que se incluye un número máximo de tubos de transferencia de calor (para intentar maximizar la eficiencia) como se muestra
40 en la figura 12, se ha descubierto que se produce una caída de presión relativamente grande porque los tubos pueden impedir que el vapor alrededor de esos tubos fluya fácilmente, lo que puede causar una gran caída de presión entre la salida del compresor y los tubos del condensador. Una caída de presión relativamente grande disminuye la eficacia del ciclo y, por lo tanto, se ha descubierto que es deseable reducir la caída de presión. Si el vapor puede fluir alrededor de los tubos, la caída de presión de vapor entre la descarga del compresor y los tubos del condensador se puede reducir y, por lo tanto, la eficiencia del ciclo no se reducirá (la eficiencia del ciclo generalmente se puede mantener).

45 Será evidente para los expertos en la técnica a partir de esta divulgación que el compresor, el evaporador y el dispositivo de expansión convencionales pueden usarse respectivamente como el compresor 2, el evaporador 1 y el dispositivo de expansión 4 para llevar a cabo la presente invención. En otras palabras, el compresor 2, el evaporador 1 y el dispositivo de expansión 4 son componentes convencionales bien conocidos en la técnica. Dado que el compresor 2, el evaporador 1 y el dispositivo de expansión 4 son bien conocidos en la técnica, estas estructuras no

se discutirán ni ilustrarán en detalle en este documento. Más bien, será evidente para los expertos en la técnica a partir de esta divulgación que se puede usar cualquier compresor, evaporador y dispositivo de expansión adecuados con el condensador de la realización ilustrada. Por lo tanto, las siguientes descripciones se centrarán en el condensador 3 según la presente invención. Además, será evidente para los expertos en la técnica a partir de esta divulgación que el sistema de compresión de vapor puede incluir una pluralidad de evaporadores 1, compresores 2 y/o condensadores 3 sin apartarse del alcance de la presente invención.

Con referencia ahora a las figuras 3 a 8, se explicará la estructura detallada del condensador 3 según la primera realización. El condensador 3 básicamente incluye una carcasa 10, un distribuidor de refrigerante 20 y una unidad de transferencia de calor 30. En la realización ilustrada, la unidad de transferencia de calor 30 es un haz de tubos. Por lo tanto, la unidad de transferencia de calor 30 también se denominará haz de tubos 30 en este documento. Como se mencionó anteriormente, en la realización ilustrada, el haz de tubos 30 lleva un medio líquido de enfriamiento/calentamiento tal como agua a su través.

El refrigerante ingresa a la carcasa 10 y se suministra al distribuidor de refrigerante 20. El distribuidor de refrigerante 20 está configurado para distribuir el refrigerante de manera relativamente uniforme sobre el haz de tubos 30, como se explica con más detalle a continuación. El refrigerante que entra en la carcasa 10 del condensador 3 es un refrigerante de gas comprimido (vapor) que normalmente se encuentra a alta presión y a alta temperatura. El refrigerante de vapor saldrá del distribuidor 20 y fluirá hacia el interior de la carcasa 10 sobre el haz de tubos 30. El refrigerante de vapor se enfriará y se condensará gradualmente a medida que fluye hacia abajo sobre el haz de tubos 30. El medio (agua) en el haz de tubos 30 absorbe calor del refrigerante de vapor para provocar que se produzca esta condensación y enfriamiento. El refrigerante líquido condensado saldrá por la parte inferior del condensador, como se explica con más detalle a continuación.

Como se entiende mejor a partir de las figuras 3-5, en la realización ilustrada, la carcasa 10 tiene una forma generalmente cilíndrica con un eje central longitudinal C (figura 4) extendiéndose generalmente en la dirección horizontal. Por lo tanto, la cubierta 10 se extiende generalmente paralela a un plano horizontal P y el eje central C es generalmente paralelo al plano horizontal P. La carcasa 10 incluye un elemento de cabezal de conexión 13, un cuerpo cilíndrico 14 y un elemento de cabezal de retorno 15. El cuerpo cilíndrico 14 está unido herméticamente entre el elemento de cabezal de conexión 13 y el elemento de cabezal de retorno 15. Específicamente, el elemento de cabezal de conexión 13 y el elemento de cabezal de retorno 15 están acoplados herméticamente de forma fija a los extremos longitudinales del cuerpo cilíndrico 14 de la carcasa 10.

El elemento de cabezal de conexión 13 incluye una placa de unión 13a, una parte de cúpula 13b unida a la placa de unión 13a y una placa divisoria 13c que se extiende entre la placa de unión 13a y la parte de cúpula 13b para definir una cámara de entrada 13d y una cámara de salida 13e. La placa de unión 13a normalmente es una placa de tubo que normalmente se suelda al cuerpo cilíndrico 14. La parte de cúpula 13b normalmente se une a la placa de tubos (placa de unión) 13a usando pernos y una junta (no mostrada) dispuesta entre los mismos. La placa divisoria 13c normalmente está soldada a la parte de cúpula 13b. La cámara de entrada 13d y la cámara de salida 13e están divididas entre sí por la placa divisoria 13c. El elemento de cabezal de retorno 15 también incluye una placa de unión 15a y un elemento de cúpula 15b unidos a la placa de unión 15a para definir una cámara de retorno 15c. La placa de unión 15a normalmente es una placa de tubo que normalmente se suelda al cuerpo cilíndrico 14. La parte de cúpula 15b normalmente se une a la placa de tubos (placa de unión) 15a usando pernos y una junta (no mostrada) dispuesta entre los mismos. El elemento de cabezal de retorno 15 no incluye un divisor. Así, las placas de unión 13a y 15a se acoplan de forma fija a los extremos longitudinales del cuerpo cilíndrico 14 de la carcasa 10. La cámara de entrada 13d y la cámara de salida 13e están divididas por la placa divisoria (deflector) 13c para separar el flujo del medio refrigerante. Específicamente, el elemento de cabezal de conexión 13 está conectado de manera fluida tanto a una tubería de entrada 17 a través de la cual ingresa el agua como a una tubería de salida de agua 18 a través de la cual el agua se descarga desde la carcasa 10. Más específicamente, la cámara de entrada 13d está conectada por fluido al tubo de entrada 17, y la cámara de salida 13e está conectada por fluido al tubo de salida 18, con la placa divisoria 13c dividiendo los flujos.

Las placas de unión 13a y 15a incluyen una pluralidad de orificios con tubos de transferencia de calor 34a y 34b montados en los mismos. Los tubos 34a forman un grupo superior de tubos de transferencia de calor, mientras que los tubos 34b forman un grupo inferior de tubos de transferencia de calor. Por ejemplo, los tubos de transferencia de calor 34a y 34b pueden colocarse en los orificios y luego expandirse con rodillos para asegurar los tubos 34a y 34b dentro de los orificios y formar un sello entre ellos. Un grupo inferior de tubos de transferencia de calor 34b recibe agua de la cámara de entrada 13d y lleva el agua a través del cuerpo cilíndrico 14 a la cámara de retorno 15c. El agua en la cámara de retorno 15c luego fluye hacia un grupo superior de los tubos de transferencia de calor 34a a través del cuerpo cilíndrico 14 y hacia la cámara de salida 13e. Por lo tanto, en la realización ilustrada, el condensador 3 es un llamado condensador 3 de "dos pasos". La trayectoria de flujo del agua está sellada desde un espacio interior del cuerpo cilíndrico 14 entre las placas de unión 13a y 15a. Este espacio interior contiene refrigerante sellado de la trayectoria del flujo de agua. Así, el haz de tubos 30 incluye un grupo superior de tubos de transferencia de calor 34a y un grupo inferior de tubos de transferencia de calor 34b dispuestos debajo del grupo superior de tubos de transferencia de calor 34a.

En la realización ilustrada, el grupo superior de los tubos de transferencia de calor 34a está dispuesto en o por encima de un plano medio vertical (por ejemplo, el plano P en la figura 4) de la carcasa 10, y el grupo inferior de los tubos de transferencia de calor 34b está dispuesto en o debajo del plano medio vertical (por ejemplo, el plano P en la figura 4) de la carcasa 10. Más específicamente, en la realización ilustrada, el grupo superior de los tubos de transferencia de calor 34a está dispuesto en y por encima de un plano medio vertical (por ejemplo, el plano P en la figura 4) de la carcasa 10, y el grupo inferior de los tubos de transferencia de calor 34b está dispuesto debajo del plano medio vertical (por ejemplo, el plano P en la figura 4) de la carcasa 10. En la realización ilustrada, los grupos superior e inferior están separados por un espacio y tienen aproximadamente (o generalmente) el mismo número de tubos de transferencia de calor 34a y 34b en cada grupo (por ejemplo, dentro de un pequeño porcentaje) para que el agua pueda fluir en general de la misma manera (por ejemplo, velocidad/volumen) a través de los grupos superior e inferior de los tubos de transferencia de calor 34a y 34b. Sin embargo, no es necesario que haya una coincidencia exacta entre el número de tubos de los tubos de transferencia de calor 34a y 34b. Más bien, será evidente para los expertos en la técnica a partir de esta descripción que los recuentos de tubos de transferencia de calor 34a y 34b se pueden seleccionar para que estén lo suficientemente cerca uno del otro para que no se produzcan problemas de flujo de agua adversos.

La carcasa 10 incluye además una entrada de refrigerante 11a conectada a un tubo de entrada de refrigerante 11b y una salida de refrigerante 12a conectada a un tubo de salida de refrigerante 12b. El tubo de entrada de refrigerante 11b está conectado de forma fluida al compresor 2 para introducir el refrigerante de gas de vapor comprimido suministrado desde el compresor 2 en la parte superior de la carcasa 10. Desde la entrada de refrigerante 11a, el refrigerante fluye hacia el distribuidor de refrigerante 20, que distribuye el refrigerante sobre el haz de tubos 30. El refrigerante se condensa debido al intercambio de calor con el haz de tubos 30. Una vez condensado dentro de la carcasa 10, el refrigerante líquido sale de la carcasa 10 a través de la salida de refrigerante 12a y fluye hacia la tubería de salida de refrigerante 12b. El dispositivo de expansión 4 está acoplado de forma fluida al tubo de salida de refrigerante 12b para recibir el refrigerante líquido. El refrigerante que entra en la entrada de refrigerante 11a incluye al menos gas refrigerante. El refrigerante que fluye a través de la salida de refrigerante 12a incluye al menos refrigerante líquido. Por lo tanto, la carcasa 10 tiene una entrada de refrigerante 11a por la que fluye al menos refrigerante con refrigerante gaseoso y una salida de refrigerante 12a por la que fluye al menos refrigerante con refrigerante líquido, con un eje central longitudinal C de la carcasa que se extiende generalmente paralelo al plano horizontal P.

Con referencia ahora a las figuras 4-8, el distribuidor de refrigerante 20 está conectado de forma fluida a la entrada de refrigerante 11a y está dispuesto dentro de la carcasa 10. El distribuidor de refrigerante 20 está dispuesto y configurado con una configuración de plato para recibir el refrigerante que entra en la carcasa 10 a través de la entrada de refrigerante 11a. El distribuidor de refrigerante 20 se extiende longitudinalmente dentro de la carcasa 10 generalmente paralelo al eje central longitudinal C de la carcasa 10. Como se muestra mejor en las figuras 4-6, el distribuidor de refrigerante 20 incluye una parte de base 22, una primera parte lateral 24a, una segunda parte lateral 24b y un par de partes de extremo 26. La parte de base 22, la primera parte lateral 24a, la segunda parte lateral 24b y el par de partes de extremo 26 están rígidamente conectadas entre sí. En la realización ilustrada, cada una de la parte de base 22, la primera parte lateral 24a, la segunda parte lateral 24b y el par de partes de extremo 26 están construidas con un material de placa rígido delgado, tal como material de chapa de acero. En la realización ilustrada, la parte de base 22, la primera parte lateral 24a, la segunda parte lateral 24b y el par de partes de extremo 26 se pueden construir como partes separadas fijadas entre sí o se pueden formar integralmente como un elemento unitario de una sola pieza.

En la realización ilustrada, se forman una pluralidad de orificios en la parte de base 22, la primera parte lateral 24a y la segunda parte lateral 24b. Por otro lado, las partes de extremo 26 están libres de orificios. En la realización ilustrada, la parte de base 22 tiene orificios circulares formados en la misma, excepto en las áreas de los extremos, como se comprende mejor a partir de la figura 5. Asimismo, en la realización ilustrada, las partes laterales 24a y 24b tienen orificios circulares formados en las mismas, excepto en las áreas de extremo. Sin embargo, en las áreas de extremo de las partes laterales 24a y 24b, a diferencia de la parte de base 22, se forman ranuras longitudinales. Los extremos longitudinales más allá de las áreas de extremo tienen orificios formados en los mismos como las áreas intermedias. Será evidente para los expertos en la técnica a partir de esta divulgación que el patrón y la forma de los orificios ilustrados aquí representan un ejemplo de un distribuidor 20 adecuado de acuerdo con la presente invención.

En la realización ilustrada, el distribuidor 20 está soldado a la parte superior de la carcasa 10. Alternativamente y/o, además, el distribuidor 20 puede fijarse a placas de soporte (analizadas a continuación) del haz de tubos 30. Sin embargo, esto no es necesario en la realización ilustrada. Además, será evidente para los expertos en la técnica a partir de esta divulgación que las partes de extremo 26 pueden omitirse si no se necesitan y/o no se desean. En la realización ilustrada, las partes de extremo 26 del distribuidor 20 están presentes y tienen extremos superiores con curvas que coinciden con una curvatura interna de la forma cilíndrica de la carcasa 10 del cuerpo cilíndrico 14. Cuando el distribuidor 20 está fijado a la carcasa 10, los bordes superiores de las partes laterales 24a y 24b y/o los bordes superiores de las partes de extremo 26 pueden unirse a la superficie interna curva utilizando cualquier técnica convencional adecuada. La soldadura es un ejemplo. En la realización ilustrada, el distribuidor 20 tiene una longitud casi tan larga como la longitud interna de la carcasa 10. Específicamente, en la realización ilustrada, el distribuidor tiene una longitud de al menos aproximadamente el 90 % de la longitud interna de la carcasa 10, por ejemplo, aproximadamente el 95 %. Así, el refrigerante se distribuye desde el distribuidor 20 a lo largo de casi toda la longitud del haz de tubos 30.

Con referencia de nuevo a las figuras 4-8, la unidad de transferencia de calor 30 (haz de tubos) se explicará ahora con más detalle. El haz de tubos 30 está dispuesto debajo del distribuidor de refrigerante 20, de modo que el refrigerante descargado del distribuidor de refrigerante 20 se suministre al haz de tubos 30. El haz de tubos 30 incluye una pluralidad de placas de soporte 32, una pluralidad de tubos de transferencia de calor 34a y 34b (mencionados brevemente anteriormente) que se extienden generalmente paralelos al eje central longitudinal C de la carcasa 10 a través de las placas de soporte 32, y una pluralidad de elementos de soporte de placa 36, como se muestra mejor en las figuras 4-6. Además, una placa de guía 40 está dispuesta debajo del haz de tubos 30. La placa de guía 40 recoge el líquido condensado (refrigerante) y dirige ese líquido a la salida del condensador 12a en la parte inferior de la carcasa 10.

Las placas de soporte 32 están conformadas para coincidir parcialmente con una forma interior de la carcasa 10 que se encajará en las mismas. La placa de guía 40 está dispuesta debajo de las placas de soporte 32. Los tubos de transferencia de calor 34a y 34b se extienden a través de orificios formados en las placas de soporte 32 para ser sostenidos por las placas de soporte 32 dentro de la carcasa 10. Los elementos de soporte de placa 36 están unidos a las placas de soporte 32 para soportar y mantener las placas de soporte 32 en la disposición separada entre sí, como se muestra en las figuras 4-5. Una vez que las placas de soporte 32 y los elementos de soporte de placa 36 se unen como una unidad (por ejemplo, mediante soldadura), la unidad se puede insertar en el cuerpo cilíndrico 14 y se puede unir al mismo, como se explica a continuación con más detalle.

Con referencia todavía a las figuras 4-8, las placas de soporte 32 son idénticas entre sí. Cada placa de soporte 32 está preferiblemente formada por un material laminar rígido, tal como una lámina metálica. Por lo tanto, cada placa de soporte 32 tiene forma de placa plana e incluye lados curvos conformados para coincidir con una curvatura interior de la carcasa, y unas muescas superior e inferior que se extienden generalmente una hacia la otra. Debido a las formas curvas coincidentes de las placas de soporte 32 y el cuerpo cilíndrico 14, se evita que las placas de soporte 32 se muevan vertical, lateralmente, etc. (por ejemplo, en cualquier dirección transversal al eje central longitudinal C) con respecto al cuerpo cilíndrico 14. La placa de guía 40 está dispuesta debajo de las placas de soporte 32. La placa de guía 40 puede estar fijada al cuerpo cilíndrico 14 o simplemente puede apoyarse dentro del cuerpo cilíndrico 14. Asimismo, la placa de guía 40 puede estar fijada a las placas de soporte 32 o las placas de soporte pueden simplemente apoyarse sobre la placa de guía 40. En la realización ilustrada, la placa de guía 40 se fija (por ejemplo, se suelda) al cuerpo cilíndrico 14 antes del montaje de las placas de soporte 32 y los elementos de soporte de placa 36 se insertan y se unen al cuerpo cilíndrico 14. En la realización ilustrada, una vez que el conjunto de las placas de soporte 32 y los elementos de soporte de la placa 36 se unen (por ejemplo, mediante soldadura), el conjunto se inserta en el cuerpo cilíndrico 14 en la parte superior de la placa de guía 40, y luego los extremos de las placas de soporte 32 se sueldan al cuerpo cilíndrico 14 de la carcasa 10.

Las muescas superiores de las placas de soporte 32 forman un rebaje conformado para hacer espacio para el distribuidor 20. Como se mencionó anteriormente, el distribuidor 20 está soldado al cuerpo cilíndrico 14 de manera que el distribuidor 20 está dispuesto dentro de las muescas superiores. Por supuesto, como alternativa, será evidente para los expertos en la materia a partir de esta divulgación que el distribuidor 20 puede fijarse a las placas de soporte 32 o el distribuidor 20 puede apoyarse sobre las placas de soporte 32. En la realización ilustrada, las placas de soporte 32 no están fijadas al distribuidor 20, de manera que el distribuidor 20 puede unirse al cuerpo cilíndrico 14 antes o después del haz de tubos 30 como una unidad. Las muescas inferiores de las placas de soporte 32 juntas forman un canal de flujo de fluido. La placa de guía 40 está montada dentro de la carcasa 10 para extenderse paralela al eje central longitudinal C y paralela al plano P debajo de las placas de soporte 32 como se mencionó anteriormente. A medida que el refrigerante de vapor comprimido suministrado al haz de tubos 30 desde el distribuidor 20 desciende sobre el haz de tubos 30, el refrigerante se condensa y cambia de estado a refrigerante líquido. Este refrigerante líquido condensado fluye a lo largo de la placa de guía 40 hacia los extremos del condensador 3. La placa de guía 40 es más corta que el cuerpo cilíndrico 14. Por lo tanto, el refrigerante líquido luego fluye hacia abajo y luego a lo largo de la parte inferior del cuerpo cilíndrico 14 hacia la salida de refrigerante 12a.

Con referencia todavía a las figuras 4 a 8, las placas de soporte 32 tienen una pluralidad de orificios formados en las mismas. Casi todos los orificios reciben tubos de transferencia de calor 34a y 34b a su través. Sin embargo, algunos de los orificios reciben los elementos de soporte de placa 36. En la realización ilustrada, seis de los orificios reciben estos elementos 36. Específicamente, en cada lado del haz de tubos, en la realización ilustrada, tres de los elementos de soporte de placa 36 se extienden a través de orificios en las placas de soporte 32 y se fijan a las placas de soporte 32 para mantener las placas de soporte 32 en la disposición separada ilustrada en el presente documento. La placa de guía 40 puede además proporcionar soporte vertical a la parte inferior del haz de tubos 30, como se comprende mejor a partir de las figuras 5-6. En la realización ilustrada, los elementos de soporte de placa 36 están construidos como elementos alargados, rígidos, en forma de varilla. Un material adecuado es acero.

Los tubos de transferencia de calor 34a y 34b se extienden a través de los orificios restantes de las placas de soporte 32 para ser sostenidos por las placas de soporte 32 en el patrón ilustrado en el presente documento. Los tubos de transferencia de calor 34a y 34b pueden estar fijados a las placas de soporte 32 o simplemente sostenidos por las placas de soporte 32. En la realización ilustrada, los tubos de transferencia de calor 34a y 34b solo se apoyan y no están fijados a las placas de soporte 32. En la realización ilustrada, los elementos de soporte de placa 36 tienen

5 diámetros más pequeños que los diámetros de los tubos de transferencia de calor 34a y 34b. En la realización ilustrada, los elementos de soporte de placa 36 y los tubos de transferencia de calor 34a y 34b tienen formas de sección transversal circular. Debido a que los diámetros de los elementos de soporte de placa 36 son más pequeños que los tubos de transferencia de calor 34a y 34b, aunque los elementos de soporte de placa 36 estén montados en los lados exteriores de las placas de soporte 32, se pueden crear pasos de flujo de vapor, que no se ven obstaculizados significativamente por la presencia de los elementos de soporte de placa 36. Estos se explicarán en más detalle a continuación.

10 Los tubos de transferencia de calor 34a y 34b están hechos de materiales que tienen una alta conductividad térmica, tal como metal. Los tubos de transferencia de calor 34a y 34b están preferiblemente provistos de ranuras interiores y exteriores para promover aún más el intercambio de calor entre el refrigerante y el agua que fluye dentro de los tubos de transferencia de calor 34a y 34b. Dichos tubos de transferencia de calor que incluyen las ranuras interiores y exteriores son bien conocidos en la técnica. Por ejemplo, los tubos GEWA-C de Wieland Copper Products, LLC pueden usarse como tubos de transferencia de calor 34a y 34b de esta realización. Como se mencionó anteriormente, los tubos de transferencia de calor 34a y 34b están soportados por la pluralidad de placas de soporte 32 que se extienden verticalmente, que están soportadas dentro de la carcasa 10.

20 Como se mencionó anteriormente, en esta realización, el haz de tubos 30 está dispuesto para formar un sistema de dos pasos, en el que los tubos de transferencia de calor 34a y 34b están divididos en un grupo de tubos de línea de suministro 34b dispuestos en una parte inferior del haz de tubos. 30, y un grupo de tubos de línea de retorno 34a dispuestos en una parte superior del haz de tubos 30. Como se muestra en la figura 4, los extremos de entrada de los tubos de transferencia de calor 34b en el grupo de la línea de suministro están conectados de manera fluida al tubo de entrada 17 a través de la cámara de entrada 13d del elemento de cabezal de conexión 13 para que el agua que ingresa al condensador 3 se distribuya en los tubos de transferencia de calor 34b en el grupo de líneas de suministro. Los extremos de salida de los tubos de transferencia de calor 34b en el grupo de la línea de suministro y los extremos de entrada de los tubos de transferencia de calor 34a del grupo de la línea de retorno se comunican de forma fluida con la cámara de retorno 15c del elemento de cabezal de retorno 15. Por lo tanto, el agua que fluye dentro de los tubos de transferencia de calor 34b en el grupo de líneas de suministro se descarga en la cámara de retorno 15c y se redistribuye en los tubos de transferencia de calor 34a en el grupo de líneas de retorno. Los extremos de salida de los tubos de transferencia de calor 34a en el grupo de la línea de retorno se comunican de manera fluida con el tubo de salida 18 a través de la cámara de salida 13e del elemento de cabezal de conexión 13. Por lo tanto, el agua que fluye dentro de los tubos de transferencia de calor 34a en el grupo de líneas de retorno sale del condensador 3 a través de la tubería de salida 18.

35 Aunque, en esta realización de las figuras 1-8, no hay tubos de transferencia de calor dispuestos debajo de la placa de guía 40 (es decir, no hay un subenfriador debajo de la placa de guía 40), será evidente para los expertos en la técnica a partir de esta descripción de que el grupo de líneas de suministro puede incluir un grupo adicional de placas y tubos debajo de la placa de guía 40 (es decir, un subenfriador debajo de la placa de guía 40), tal como se ilustra en la figura 12. Con tal disposición, se deben formar orificios de comunicación en la parte inferior de las placas debajo de la placa de guía 40 o se deben formar cortes para que el refrigerante líquido pueda fluir a lo largo de la parte inferior del condensador hasta la salida de refrigerante 12a. El refrigerante ya debería estar líquido una vez que el refrigerante haya descendido a la placa de guía 40. Por lo tanto, se pueden usar tubos de transferencia de calor adicionales debajo de la placa de guía 40 para reducir aún más la temperatura del líquido debajo de la placa de guía 40 (es decir, para subenfriarlo) antes de salir del condensador. Además, será evidente para los expertos en la técnica a partir de esta divulgación que se puede proporcionar una salida adicional desde el condensador 3 si se necesita un suministro de refrigerante líquido condensado para algún otro propósito (por ejemplo, para enfriar el motor o cualquier otro objetivo). Tal salida adicional del condensador se muestra en la figura 12.

50 Con referencia todavía a las figuras 4-8, ahora se explicará con más detalle el montaje del condensador 3. Los elementos de soporte de placa 36 se unen a las placas de soporte 32 (por ejemplo, mediante soldadura) para formar una unidad de haz de tubos. La placa de guía 40 se puede insertar y fijar (por ejemplo, soldar) a la carcasa 10 antes o después del montaje de las placas de soporte 32 y los elementos de soporte de la placa 36. De manera similar, el distribuidor 20 se puede insertar y fijar (por ejemplo, soldar) a la carcasa 10 antes o después del montaje de las placas de soporte 32 y los elementos de soporte de placa 36. En cualquier caso, la unidad de haz de tubos montada que incluye las placas de soporte 32 y los elementos de soporte de placa 36 se inserta en el cuerpo cilíndrico 14, después de unir el distribuidor 20 y la placa de guía 40 en la realización ilustrada. A continuación, las piezas de extremo de las placas de soporte 32 se fijan (por ejemplo, se sueldan) al cuerpo cilíndrico 14. A continuación, las placas de tubos 13a y 15a se unen (por ejemplo, mediante soldadura) al cuerpo cilíndrico 14. A continuación, los tubos de transferencia de calor 34a y 34b se insertan a través de los orificios en las placas de tubos 13a y 15a y a través de las placas de soporte 32. Los tubos de transferencia de calor 34a y 34b pueden luego expandirse con rodillos en las placas de tubos 13a y 15a para fijar los tubos de transferencia de calor 34a y 34b. Este es simplemente un ejemplo de cómo se puede montar el condensador de la realización ilustrada. Sin embargo, será evidente para los expertos en la materia a partir de esta divulgación que son posibles otras técnicas de montaje y/u órdenes de inserción y unión sin apartarse del alcance de la presente solicitud.

65 Una disposición más detallada de un mecanismo de transferencia de calor del condensador 3 según la realización

ilustrada se explicará ahora con referencia a las figuras 7-8. Como se mencionó anteriormente, el haz de tubos 30 incluye la pluralidad de tubos de transferencia de calor 34a y 34b dispuestos dentro de la carcasa 10 para que el refrigerante descargado desde la entrada de refrigerante 11a se suministre al haz de tubos 30, con los tubos de transferencia de calor 34a y 34b extendiéndose generalmente paralelos al eje central longitudinal C de la carcasa. En la realización ilustrada, la pluralidad de tubos de transferencia de calor 34a en el haz de tubos están dispuestos para formar al menos un primer paso de vapor V1 que se extiende de manera generalmente vertical a lo largo de un primer paso en dirección longitudinal D1 a través de al menos algunos de los tubos de transferencia de calor 34a del haz de tubos 30. Además, en la realización ilustrada, la pluralidad de tubos de transferencia de calor 34a en el haz de tubos están dispuestos para formar un segundo paso de vapor V2 que se extiende generalmente verticalmente a lo largo de un segundo paso en dirección longitudinal D2 a través de al menos algunos de los tubos de transferencia de calor 34a del haz de tubos 30. Así, en el ilustrado se proporcionan un par de pasos de vapor V1 y V2.

Los pasos de vapor V1 y V2 se proporcionan para reducir la caída de presión, lo que a su vez limita la reducción de la eficiencia del ciclo (la eficiencia del ciclo generalmente se puede mantener). En esta realización, los pasos de vapor V1 y V2 se proporcionan a través del grupo superior de tubos de transferencia de calor 34a, pero no a través del grupo inferior de tubos de transferencia de calor 34b. Sin embargo, será evidente para los expertos en la técnica a partir de esta divulgación que los pasos de vapor V1 y V2 también pueden extenderse a través del grupo inferior de tubos de transferencia de calor 34b (además del grupo superior de tubos de transferencia de calor 34a). En cualquier caso, los pasos de vapor V1 y V2 se extienden al menos a través del grupo superior de tubos de transferencia de calor 34a como se ilustra en esta realización. Esto se debe a que a medida que el refrigerante desciende más hacia abajo en el condensador 3, más refrigerante se condensa en líquido. A medida que aumenta la cantidad de líquido, disminuye la cantidad de vapor refrigerante. A medida que disminuye la cantidad de vapor de refrigerante, los beneficios obtenidos por los pasos de vapor V1 y V2 pueden disminuir. Esta es la razón por la que los pasos de vapor V1 y V2 se proporcionan al menos a través del grupo superior de tubos de transferencia de calor 34a donde hay una mayor concentración de vapor que en el grupo inferior de tubos de transferencia de calor 34b.

El paso de vapor V1 tiene una primera anchura mínima W1 medida perpendicularmente con respecto a la dirección longitudinal del primer paso D1 y el eje longitudinal C. La primera anchura mínima W1 es mayor que un diámetro de tubo DO de los tubos de transferencia de calor del haz de tubos 30, y la primera anchura mínima W1 es menor que cuatro veces el diámetro del tubo DO. Como se comprende mejor a partir de las figuras 7 y 8, los espacios mínimos entre los tubos de transferencia de calor 34b en el grupo inferior y la carcasa 10 son más pequeños que el diámetro del tubo DO. Por lo tanto, aunque algo de vapor pueda fluir a través de estos espacios, estos espacios no se consideran partes del primer y segundo pasos de vapor V1 y V2. En otras palabras, como se usa en el presente documento, un paso de vapor significa un espacio o anchura W1 o W2 al menos tan grande como el diámetro del tubo DO y menor que cuatro veces el diámetro del tubo DO.

En la realización ilustrada, la primera anchura mínima W1 es mayor que dos veces el diámetro del tubo DO y menor que tres veces el diámetro del tubo. En la realización ilustrada, la primera anchura mínima W1 es aproximadamente 2,5 veces el diámetro del tubo DO. Los espacios entre los tubos 34a restantes en el grupo superior son mayores que W1, por ejemplo, oscilando entre un poco menos de tres veces el diámetro del tubo DO y un poco menos de cuatro veces el diámetro del tubo DO (tubo de la fila inferior y 3º del tubo de la fila inferior del grupo superior). Asimismo, en la realización ilustrada, la segunda anchura mínima W2 es mayor que el doble del diámetro del tubo DO. En la realización ilustrada, los pasos de vapor V1 y V2 son imágenes especulares entre sí y, por lo tanto, será evidente para los expertos en la técnica a partir de esta divulgación que las descripciones/ilustraciones de un lado también se aplican al otro lado. Además, será evidente para los expertos en la materia a partir de esta divulgación que esta realización es simplemente un ejemplo, y que la parte superior del condensador 3 podría reemplazarse con la parte superior del condensador de la segunda realización, que se analiza a continuación, y viceversa.

En la realización ilustrada, el primer paso de vapor V1 se forma entre el haz de tubos 30 y una primera pared lateral longitudinal (por ejemplo, un primer lado lateral del cuerpo cilíndrico 14) de la carcasa 10. Asimismo, en la realización ilustrada, el segundo paso de vapor V2 se forma entre el haz de tubos 30 y una segunda pared lateral longitudinal (por ejemplo, un segundo lado lateral opuesto del cuerpo cilíndrico 14) de la carcasa 10. Esto puede ver mejor en la figura 7. En la realización ilustrada, la primera y segunda direcciones longitudinales D1 y D2 tienen forma de arco y se extienden a lo largo del interior del cuerpo cilíndrico 14. Por lo tanto, en la realización ilustrada, el primer y segundo pasos de vapor V1 y V2 se forman entre el grupo superior de tubos de transferencia de calor 34a y el cuerpo cilíndrico 14 (primera y segunda paredes laterales longitudinales opuestas) de la carcasa 10.

Con referencia ahora a la figura 11, la figura 11 ilustra una relación de COP (coeficiente de rendimiento) frente a la caída de presión del condensador. Esta figura 11 muestra el razonamiento detrás del beneficio de la realización ilustrada. Como se puede ver en la figura 11, a medida que la caída de presión aumenta, el COP disminuye, como se explicó anteriormente. Por lo tanto, se ha descubierto que es deseable reducir la caída de presión en el condensador 3. Se ha descubierto además que proporcionando pasos de vapor como se describe en el presente documento, se puede reducir la caída de presión. Por ejemplo, en la disposición mostrada en la figura 12 se puede lograr una caída de presión de 2 kPa. Si bien este es un rendimiento relativamente bueno, la disposición en las figuras 7-8 puede reducir la caída de presión por debajo de 2 kPa. Se ha descubierto que, en general, el COP (coeficiente de rendimiento) se puede mejorar maximizando el número de tubos de transferencia de calor dentro de un condensador (es decir,

maximizando teóricamente la transferencia de calor), tal como se muestra en la figura 12. Sin embargo, como se explicó anteriormente, se descubrió que pueden producirse caídas de presión más grandes cuando se maximiza el número de tubos de transferencia de calor, lo que puede disminuir el COP. Sin embargo, se ha descubierto aún más que quitando un número mínimo de tubos de transferencia de calor de la disposición de la figura 12 como se explica con referencia a las realizaciones de la aplicación instantánea, no se produce una caída apreciable en el COP al quitar los tubos para hacer los pasos de vapor explicados e ilustrados aquí y, de hecho, el COP se puede mejorar como se muestra en la figura 11.

Finalmente, aunque en las realizaciones ilustradas, las configuraciones de los pasos de vapor V1 y V2 son imágenes especulares idénticas entre sí, será evidente para los expertos en la técnica a partir de esta divulgación que estos pasos de vapor no tienen que ser idénticos. Además, se observa que las separaciones exactas (anchuras W1 y W2) se pueden optimizar utilizando la dinámica de fluidos computacional (CFD) y variarán según el tamaño del sistema, el tamaño del condensador, el tamaño de los tubos de transferencia de calor, etc. Sin embargo, un ejemplo para un recipiente C36 de 500 t (es decir, un recipiente de 36 pulgadas de diámetro dimensionado para 500 toneladas de enfriamiento) es donde W1 = alrededor de 30 mm y W2 = alrededor de 30 mm. El espacio entre el grupo inferior es más pequeño que DO y, por lo tanto, no forma un paso como se define en el presente documento. Sin embargo, será evidente para los expertos en la técnica a partir de esta divulgación que el espacio entre el grupo más pequeño puede ser mayor que DO para formar más pasos (por ejemplo, aproximadamente 20 mm), como se explica con referencia a la segunda realización.

SEGUNDA REALIZACIÓN

Con referencia a las figuras 9-10, se ilustra un condensador 203 de acuerdo con una segunda realización de la presente invención. El condensador 203 es idéntico al condensador 3 de la primera realización, excepto que la disposición (patrón) de los tubos de transferencia de calor 34a y 34b se ha modificado de modo que los primeros y segundos pasos de vapor modificados 2V1 y 2V2 se forman de acuerdo con esta segunda realización. En vista de las similitudes entre la primera y la segunda realización, las descripciones e ilustraciones de la primera realización también se aplican a esta segunda realización, excepto como se explica en este documento. Además, en vista de las similitudes entre la primera y la segunda realización, se utilizan los mismos números de referencia para partes de esta segunda realización como partes idénticas o funcionalmente idénticas de la primera realización.

Como se mencionó anteriormente, la disposición (patrón) de los tubos de transferencia de calor 34a y 34b se ha modificado de manera que los primeros y segundos pasos de vapor modificados 2V1 y 2V2 se forman de acuerdo con esta segunda realización, que se extienden a lo largo de una primera y segunda direcciones longitudinales 2D1 y 2D2 en forma de arco, respectivamente. Específicamente, las placas de soporte modificadas 232 están provistas de patrones de orificios que coinciden con el diseño de la figura 9. Por lo demás, las placas de soporte 232 son idénticas a las placas de soporte 32 de la primera realización.

Debido a la disposición modificada de los tubos, el primer paso de vapor 2V1 se extiende a través del grupo superior de tubos de transferencia de calor 34a y el grupo inferior de tubos de transferencia de calor 34b. Por lo tanto, una primera anchura mínima superior UW1 del primer paso de vapor 2V1 que pasa a través del grupo superior de los tubos de transferencia de calor 34a es mayor que una primera anchura mínima inferior LW1 del primer paso de vapor 2V1 que pasa a través del grupo inferior de los tubos de transferencia de calor 34b. Asimismo, debido a la disposición modificada de los tubos, el segundo paso de vapor 2V2 se extiende a través del grupo superior de los tubos de transferencia de calor 34a y el grupo inferior de los tubos de transferencia de calor 34b. Por lo tanto, una segunda anchura mínima superior UW2 del segundo paso de vapor 2V2 que pasa a través del grupo superior de los tubos de transferencia de calor 34a es mayor que una segunda anchura mínima inferior LW2 del segundo paso de vapor 2V2 que pasa a través del grupo inferior de los tubos de transferencia de calor. 34b.

En la realización ilustrada, la primera anchura mínima superior UW1 es mayor que 1,5 veces el diámetro del tubo DO y menor que tres veces el diámetro del tubo DO. En la realización ilustrada, la primera anchura mínima superior UW1 es ligeramente menor que dos veces el diámetro del tubo DO. Los espacios entre los tubos 34a restantes en el grupo superior son más grandes que UW1, por ejemplo, variando desde aproximadamente dos veces el diámetro del tubo DO hasta un poco menos de tres veces el diámetro del tubo DO (tubo de la fila inferior y 3º desde el tubo de la fila inferior del grupo superior). Asimismo, en la realización ilustrada, la segunda anchura mínima superior UW2 es mayor que 1,5 veces el diámetro del tubo DO y menor que tres veces el diámetro del tubo DO. En la realización ilustrada, los pasos de vapor 2V1 y 2V2 son imágenes especulares entre sí y, por lo tanto, será evidente para los expertos en la técnica a partir de esta divulgación que las descripciones/ilustraciones de un lado también se aplican al otro lado.

Además, será evidente para los expertos en la técnica a partir de esta divulgación que esta realización es simplemente un ejemplo, y que la parte superior del condensador 203 podría reemplazarse con la parte superior del condensador 3 de la primera realización, analizada anteriormente, y viceversa. Las partes inferiores de los pasos 2V1 y 2V2 son imágenes especulares verticales de las partes superiores, excepto que se agrega un tubo adicional a la fila superior y el tercero de la fila superior en cada lado, de modo que los espacios LW1 y LW2 son más pequeños que UW1 y UW2, respectivamente, y el tamaño máximo del espacio también es más pequeño. Será evidente que se podrían añadir tubos adicionales (por ejemplo, 5) a cada lado del grupo inferior tal como se ilustra en las figuras 7-8 y 12 para que los espacios en la parte inferior del grupo inferior sean más pequeños que los que se muestran en las figuras 9-10. Esto

se puede hacer porque cuando el refrigerante llegue a esta ubicación, la mayor parte del refrigerante se habrá condensado. Con tal disposición, la anchura de los espacios en cada lado del condensador 203 generalmente disminuirá gradualmente a medida que los espacios se extienden verticalmente hacia abajo. Sin embargo, en las cinco filas más inferiores, el espacio sería más pequeño que el diámetro del tubo DO como se entiende a partir de las figuras 7-8.

Las direcciones longitudinales del primer y segundo pasos 2D1 y 2D2 son idénticas a las direcciones longitudinales del primer y segundo pasos D1 y D2, respectivamente, excepto que las direcciones longitudinales del primer y segundo pasos 2D1 y 2D2 continúan a lo largo de la curvatura del cuerpo cilíndrico 14 a través del grupo inferior de los tubos de transferencia de calor. La primera anchura mínima superior UW1 puede ser ligeramente menor que la primera anchura W1 de la primera realización como se ilustra aquí (por ejemplo, 10 %) o puede ser idéntica. La primera anchura mínima inferior LW1 del primer paso de vapor 2V1 que pasa a través del grupo inferior de los tubos de transferencia de calor 34b puede ser, por ejemplo, de 20 mm como se mencionó anteriormente. Asimismo, la segunda anchura mínima superior UW2 del segundo paso de vapor 2V2 que pasa a través del grupo superior de los tubos de transferencia de calor 34a puede ser ligeramente más pequeña que la segunda anchura W2 de la primera realización como se ilustra aquí (por ejemplo, 10 %) o puede ser idéntica. La segunda anchura mínima inferior LW2 del segundo paso de vapor 2V2 que atraviesa el grupo inferior de los tubos de transferencia de calor 34b puede ser, por ejemplo, de 20 mm, como se mencionó anteriormente. Específicamente, en un ejemplo para un recipiente C36 de 500 t (es decir, un recipiente de 36 pulgadas de diámetro para 500 toneladas de enfriamiento) es donde UW1= alrededor de 30 mm, UW2= alrededor de 30 mm, LW1= alrededor de 20 mm y LW2 = alrededor de 20 mm . En otras palabras, en la realización ilustrada, ambos lados son imágenes especulares idénticas entre sí.

INTERPRETACIÓN GENERAL DE LOS TÉRMINOS

Al comprender el alcance de la presente invención, el término "que comprende" y sus derivados, como se usan en este documento, pretenden ser términos abiertos que especifican la presencia de las características, elementos, componentes, grupos, números enteros y/o etapas establecidos, pero no excluye la presencia de otras características, elementos, componentes, grupos, números enteros y/o etapas no declarados. Lo anterior también se aplica a palabras que tienen significados similares, tal como los términos "que incluye", "que tiene" y sus derivados. Además, los términos "parte", "sección", "porción", "miembro" o "elemento" cuando se usan en singular pueden tener el significado dual de una sola parte o una pluralidad de partes. Como se usa en el presente documento para describir las realizaciones anteriores, los siguientes términos direccionales "superior", "inferior", "arriba", "hacia abajo", "vertical", "horizontal", "abajo" y "transversal", así como cualquier otro similar los términos direccionales se refieren a aquellas direcciones de un condensador cuando un eje central longitudinal del mismo está orientado de manera sustancialmente horizontal, como se muestra en las figuras 4 y 5. En consecuencia, estos términos, tal como se utilizan para describir la presente invención, deben interpretarse en relación con un condensador tal como se utiliza en la posición normal de funcionamiento. Finalmente, los términos de grado tales como "sustancialmente", "alrededor de" y "aproximadamente", tal como se usan aquí, significan una cantidad razonable de desviación del término modificado de manera que el resultado final no cambia significativamente.

Aunque solo se han elegido realizaciones seleccionadas para ilustrar la presente invención, será evidente para los expertos en la técnica a partir de esta divulgación que se pueden realizar varios cambios y modificaciones en este documento sin apartarse del alcance de la invención tal como se define en las reivindicaciones adjuntas. Por ejemplo, el tamaño, la forma, la ubicación o la orientación de los diversos componentes se pueden cambiar según sea necesario y/o deseado. Los componentes que se muestran directamente conectados o en contacto entre sí pueden tener estructuras intermedias dispuestas entre los mismos. Las funciones de un elemento pueden ser realizadas por dos, y viceversa. Las estructuras y funciones de una realización pueden adoptarse en otra realización. No es necesario que todas las ventajas estén presentes en una realización particular al mismo tiempo. Cada característica que es única del estado de la técnica, sola o en combinación con otras características, también debe considerarse una descripción separada de invenciones adicionales por parte del solicitante, incluyendo los conceptos estructurales y/o funcionales incorporados por dicha(s) característica(s). Por lo tanto, las descripciones anteriores de las realizaciones según la presente invención se proporcionan únicamente a modo de ilustración, y no con el fin de limitar la invención tal como se define en las reivindicaciones adjuntas y sus equivalentes.

REIVINDICACIONES

1. Un condensador (3) adaptado para ser utilizado en un sistema de compresión de vapor, comprendiendo el condensador:
- 5 una carcasa (10) que tiene una entrada de refrigerante (11a) por la que fluye al menos refrigerante con refrigerante gaseoso y una salida de refrigerante (12a) por la que fluye al menos refrigerante con refrigerante líquido, con un eje central longitudinal de la carcasa que se extiende generalmente paralelo a un plano horizontal; y
- 10 un haz de tubos (30) que incluye una pluralidad de tubos de transferencia de calor (34a, 34b) dispuestos dentro de la carcasa, de modo que el refrigerante descargado desde la entrada de refrigerante se suministre al haz de tubos, extendiéndose los tubos de transferencia de calor generalmente paralelos al eje central longitudinal de la carcasa,
- 15 estando dispuesta la pluralidad de tubos de transferencia de calor en el haz de tubos para formar un primer paso de vapor que se extiende de manera generalmente vertical a lo largo de un primer paso en dirección longitudinal a través de al menos algunos de los tubos de transferencia de calor del haz de tubos, en el que el primer paso de vapor se forma entre el haz de tubos y una pared lateral longitudinal de la carcasa,
- 20 **caracterizado por que**
el primer paso de vapor tiene una primera anchura mínima medida perpendicularmente con respecto a la dirección longitudinal del primer paso y el eje longitudinal, siendo la primera anchura mínima mayor que el diámetro de un tubo de los tubos de transferencia de calor del haz de tubos, y siendo la primera anchura mínima menor que cuatro veces el diámetro del tubo.
2. El condensador según la reivindicación 1, en el que
- 25 la primera anchura mínima es mayor que el doble del diámetro del tubo.
3. El condensador según cualquiera de las reivindicaciones 1- 2, en el que el haz de tubos incluye un grupo superior de tubos de transferencia de calor y un grupo inferior de tubos de transferencia de calor dispuestos debajo del grupo superior de tubos de transferencia de calor, y el primer paso de vapor se extiende a través de al menos el grupo superior de tubos de transferencia de calor.
- 30 4. El condensador según la reivindicación 3, en el que el primer paso de vapor se extiende a través del grupo superior de los tubos de transferencia de calor y el grupo inferior de los tubos de transferencia de calor.
- 35 5. El condensador según la reivindicación 4, en el que la primera anchura mínima del primer paso de vapor que pasa por el grupo superior de los tubos de transferencia de calor es mayor que la primera anchura mínima del primer paso de vapor que pasa por el grupo inferior de los tubos de transferencia de calor.
- 40 6. El condensador según cualquiera de las reivindicaciones 3- 5, en el que el grupo superior de los tubos de transferencia de calor está dispuesto en o por encima de un plano medio vertical de la carcasa, y el grupo inferior de los tubos de transferencia de calor está dispuesto en o por debajo del plano medio vertical de la carcasa.
- 45 7. El condensador según la reivindicación 1, en el que la pluralidad de tubos de transferencia de calor en el haz de tubos está dispuesta además para formar un segundo paso de vapor que se extiende de manera generalmente vertical a lo largo de un segundo paso en dirección longitudinal a través de al menos algunos de los tubos de transferencia de calor del haz de tubos, y
- 50 el segundo paso de vapor tiene una segunda anchura mínima medida perpendicularmente con respecto a la dirección longitudinal del segundo paso y el eje longitudinal, siendo la segunda anchura mínima mayor que el diámetro del tubo de los tubos de transferencia de calor del haz de tubos, y siendo la segunda anchura mínima menor cuatro veces el diámetro del tubo.
- 55 8. El condensador según la reivindicación 7, en el que la primera anchura mínima es mayor que el doble del diámetro del tubo, y la segunda anchura mínima es mayor que el doble del diámetro del tubo.
- 60 9. El condensador según la reivindicación 7 u 8, en el que el primer paso de vapor se forma entre el haz de tubos y una primera pared lateral longitudinal de la carcasa, y el segundo paso de vapor se forma entre el haz de tubos y una segunda pared lateral longitudinal de la carcasa opuesta a la primera pared lateral longitudinal de la carcasa.
- 65 10. El condensador según cualquiera de las reivindicaciones 7- 9, en el que el haz de tubos incluye un grupo superior de tubos de transferencia de calor y un grupo inferior de tubos de transferencia de calor dispuestos debajo del grupo superior de tubos de transferencia de calor, el primer paso de vapor

se extiende a través de al menos el grupo superior de tubos de transferencia de calor, y el segundo paso de vapor se extiende a través de al menos el grupo superior de los tubos de transferencia de calor.

5 11. El condensador según la reivindicación 10, en el que el primer paso de vapor se extiende a través del grupo superior de los tubos de transferencia de calor y el grupo inferior de los tubos de transferencia de calor, y el segundo paso de vapor se extiende a través del grupo superior de los tubos de transferencia de calor y el grupo inferior de los tubos de transferencia de calor.

10 12. El condensador según la reivindicación 11, en el que la primera anchura mínima del primer paso de vapor que pasa por el grupo superior de los tubos de transferencia de calor es mayor que la primera anchura mínima del primer paso de vapor que pasa por el grupo inferior de los tubos de transferencia de calor, y la segunda anchura mínima del segundo paso de vapor que pasa por el grupo superior de los tubos de transferencia de calor es mayor que la segunda anchura mínima del segundo paso de vapor que pasa por el grupo inferior de los tubos de transferencia de calor.

15 13. El condensador según cualquiera de las reivindicaciones 10- 12, en el que el grupo superior de los tubos de transferencia de calor está dispuesto en o por encima de un plano medio vertical de la carcasa, y el grupo inferior de los tubos de transferencia de calor está dispuesto en o por debajo del plano medio vertical de la carcasa.

20 14. El condensador según cualquiera de las reivindicaciones 1- 13, en el que el refrigerante es R1233zd.

25 15. Un sistema de compresión de vapor que comprende:

30 un evaporador (1);
un compresor (2);
el condensador (3) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores;
una válvula de expansión (4); y
una unidad de control (5).

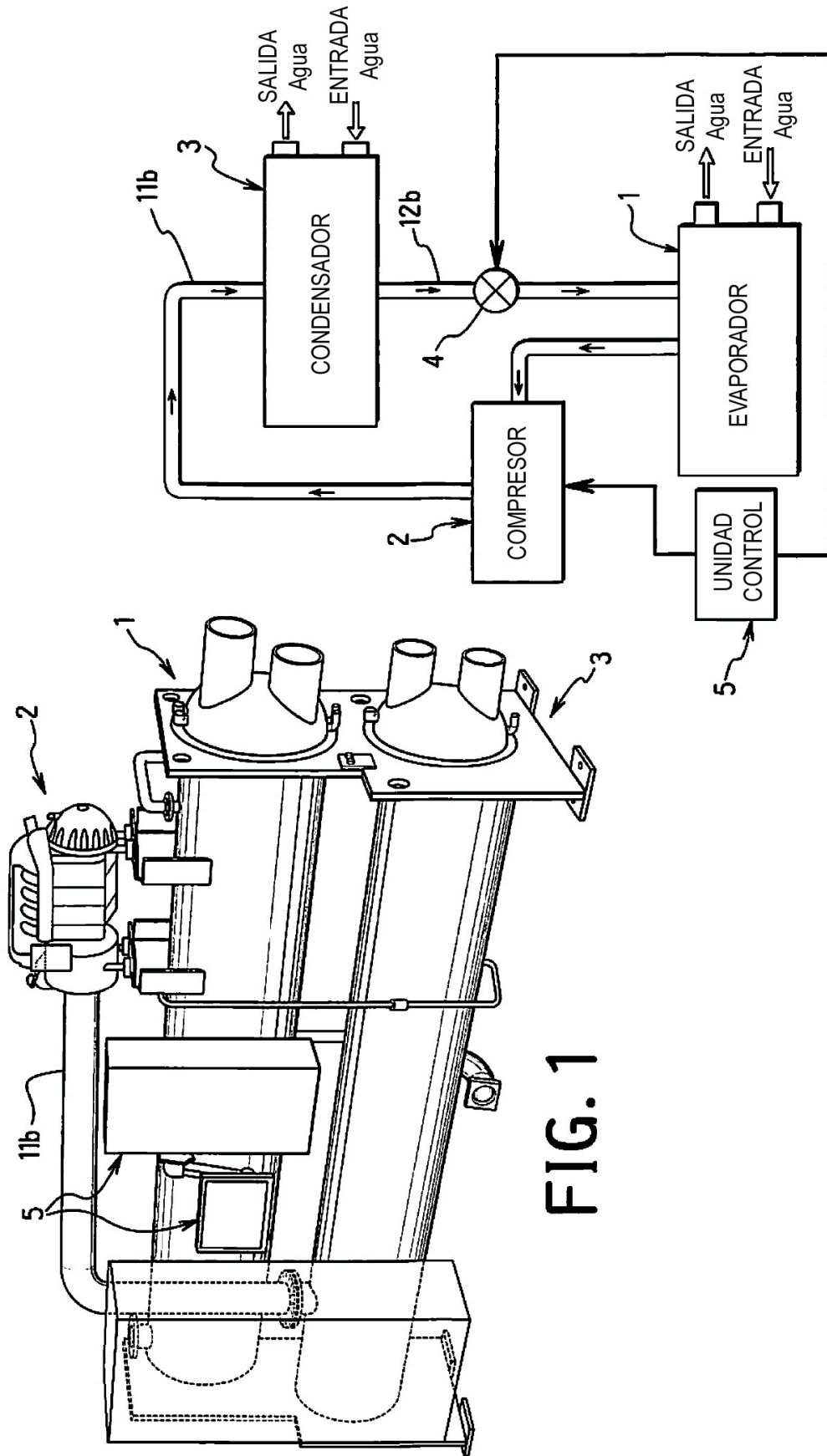


FIG. 2

FIG. 1

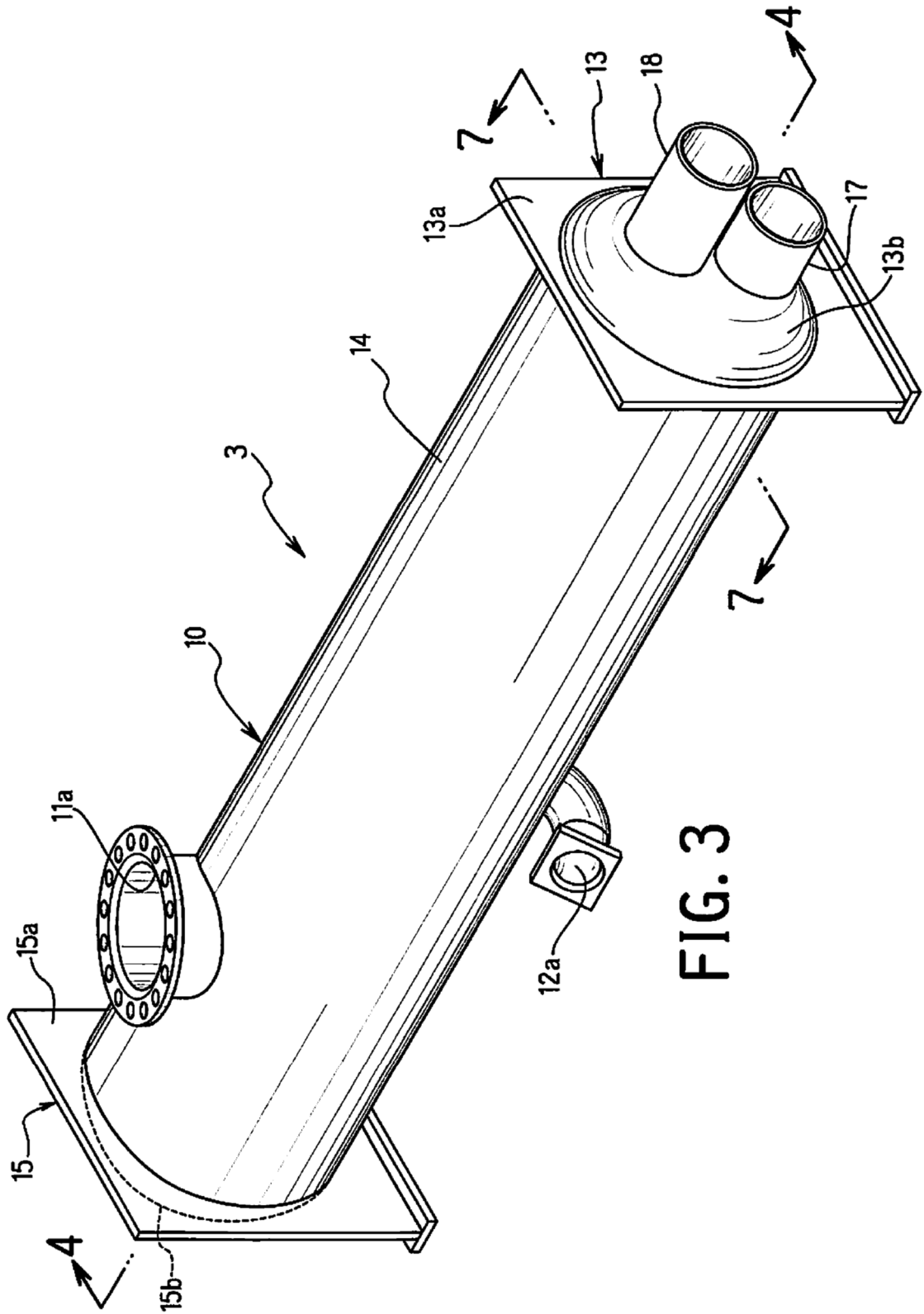


FIG. 3

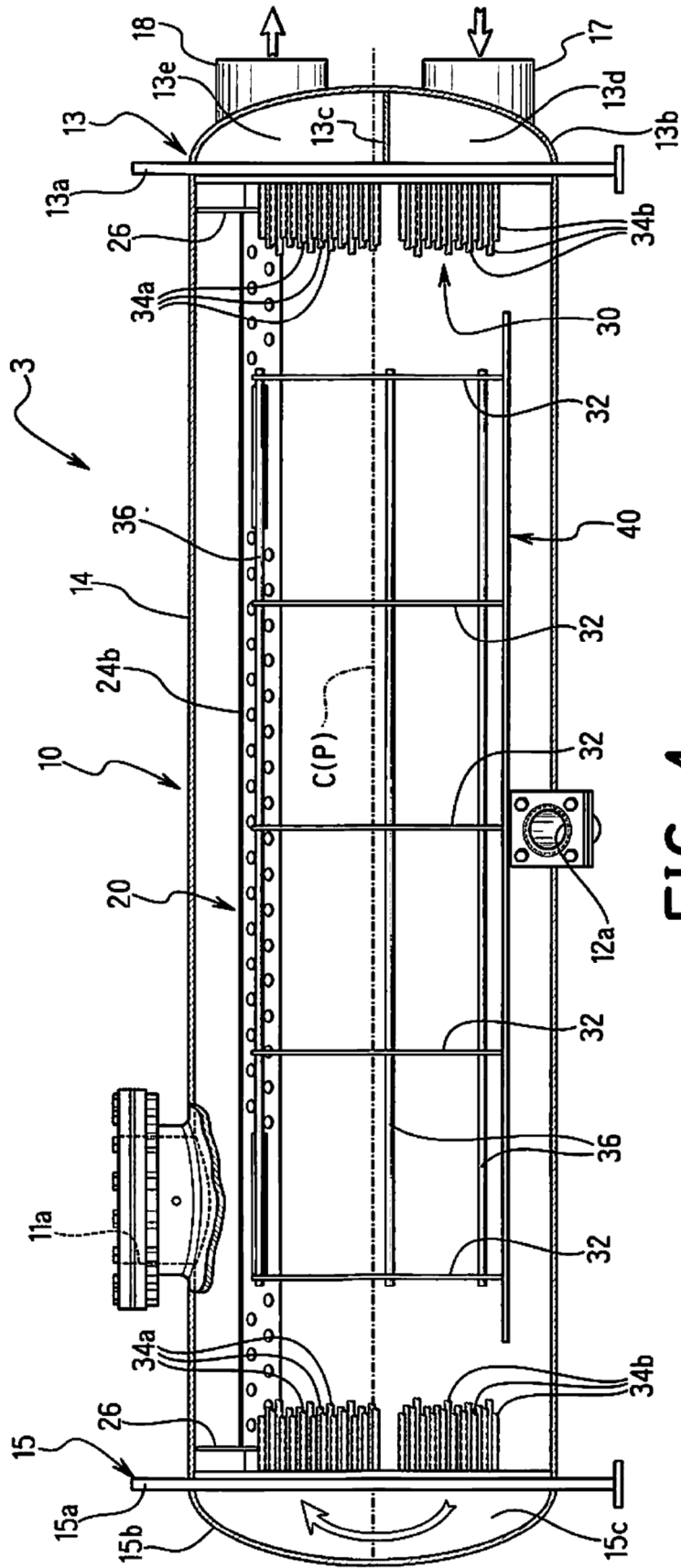


FIG. 4

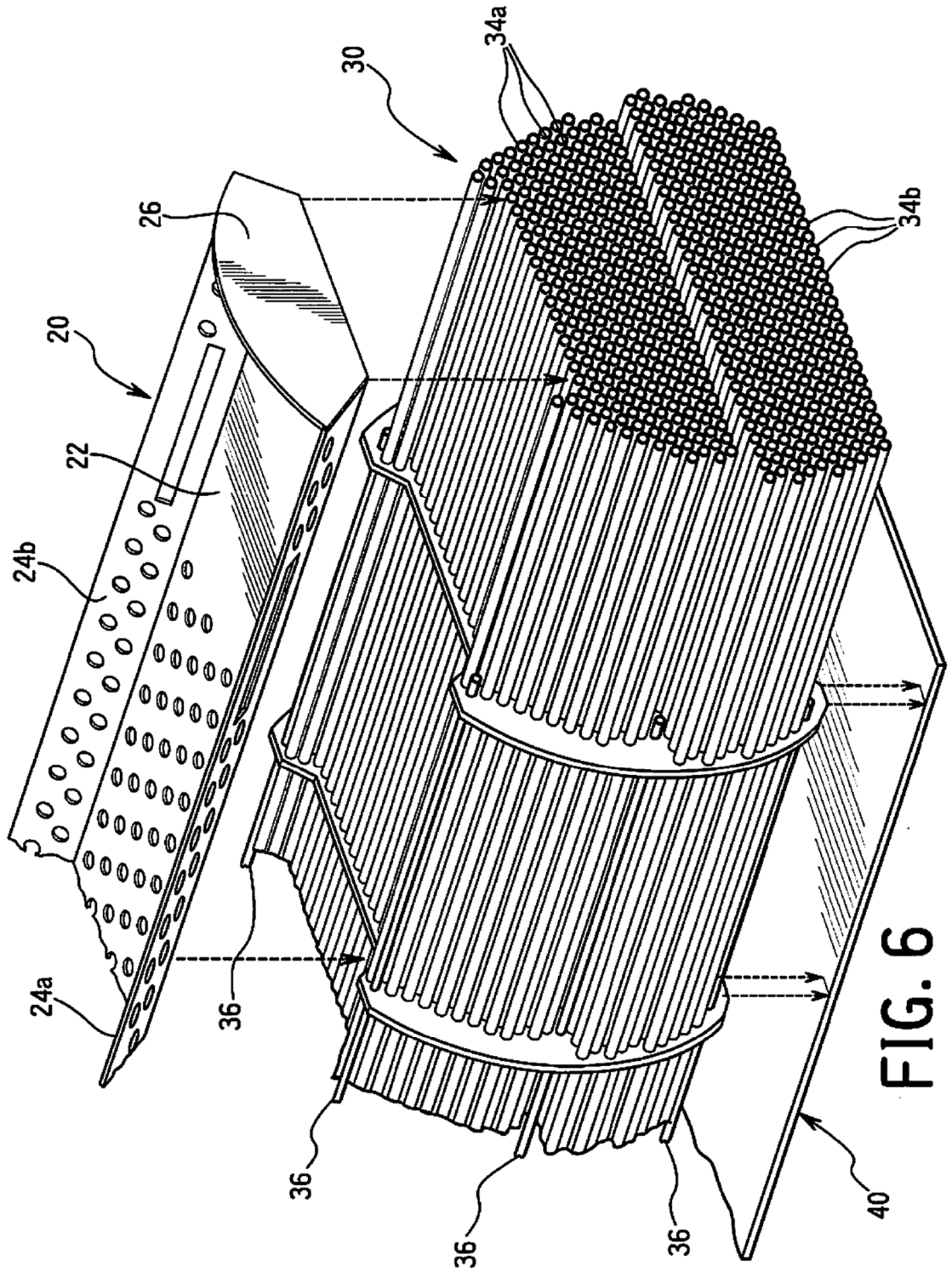


FIG. 6

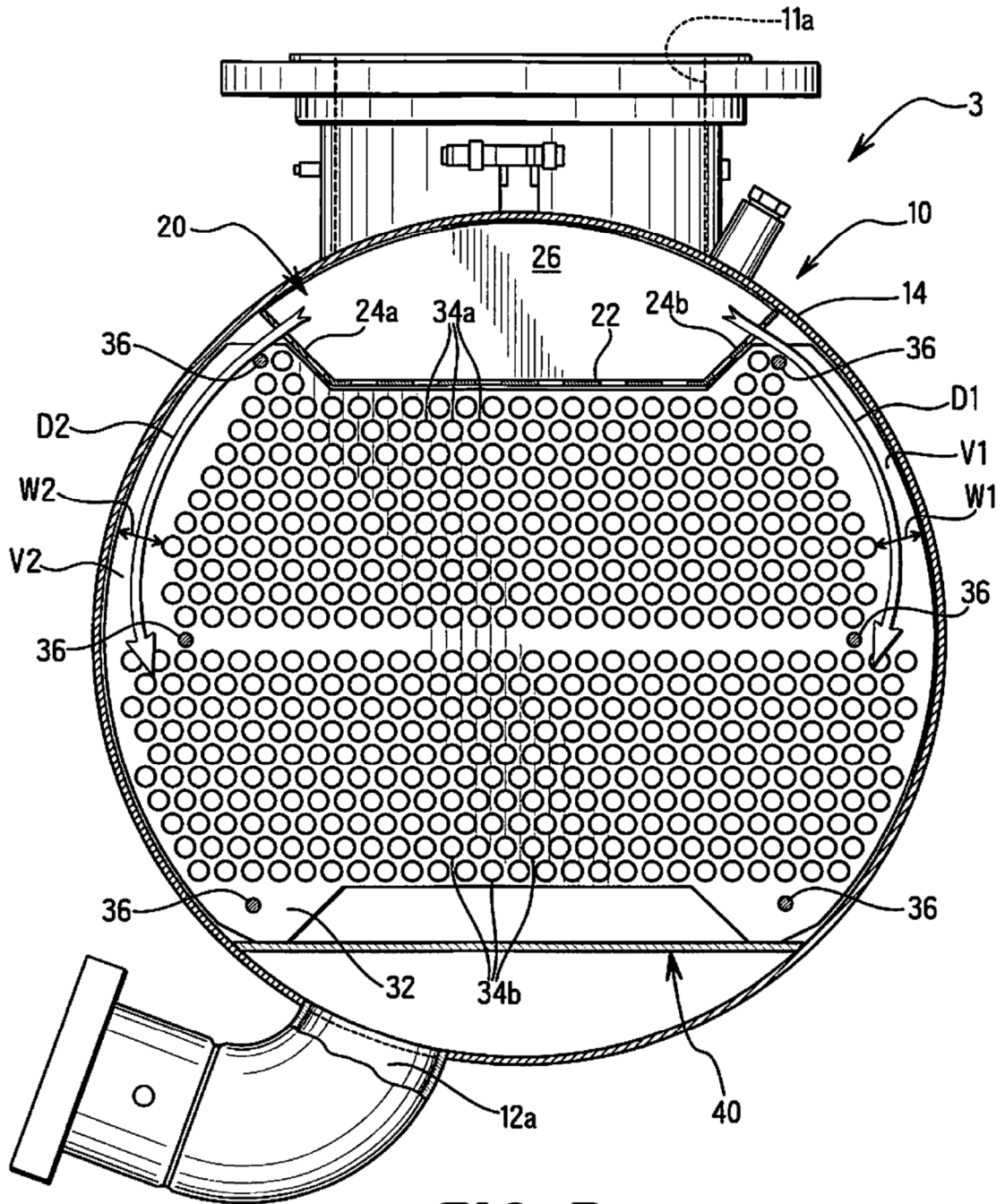


FIG. 7

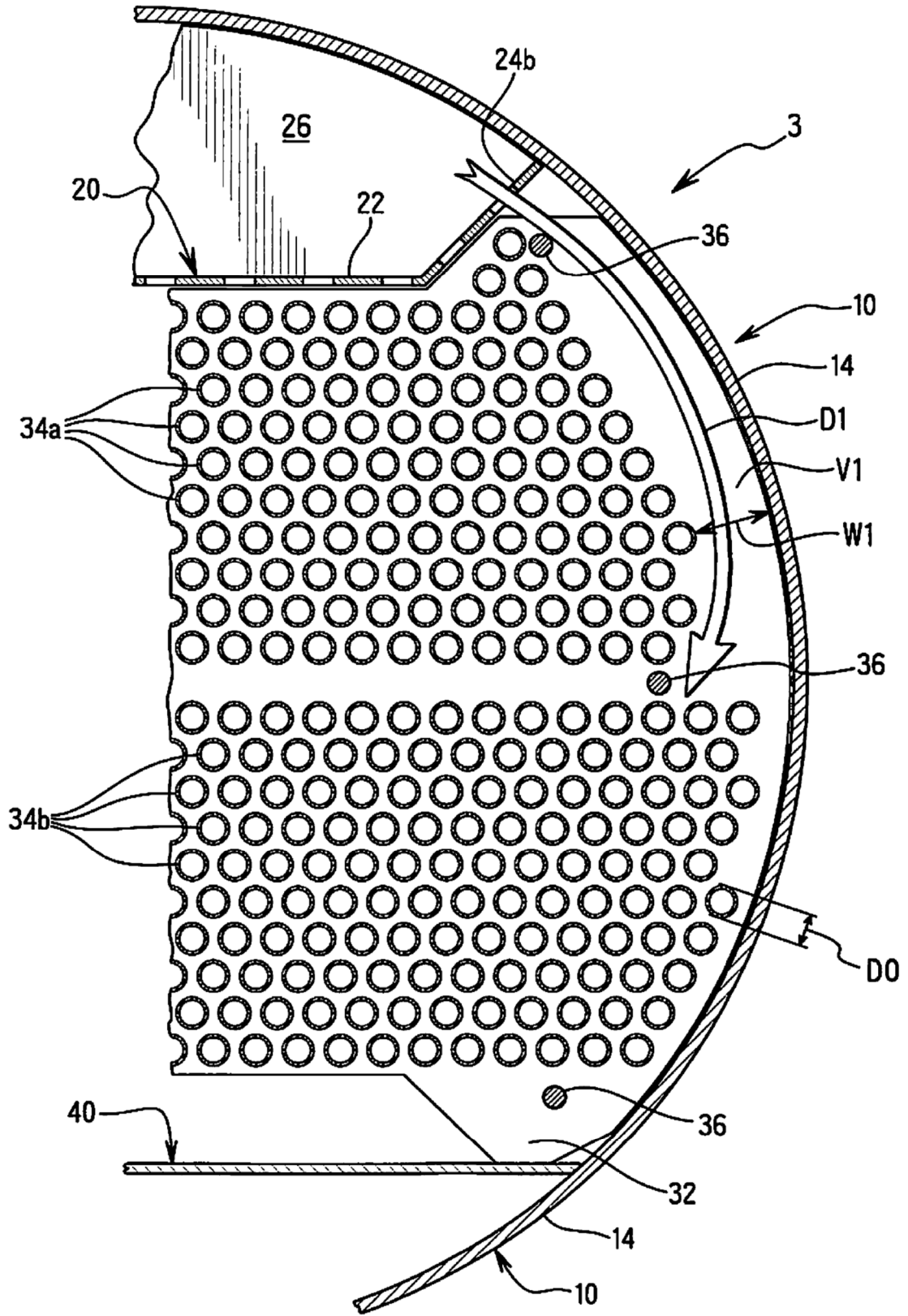


FIG. 8

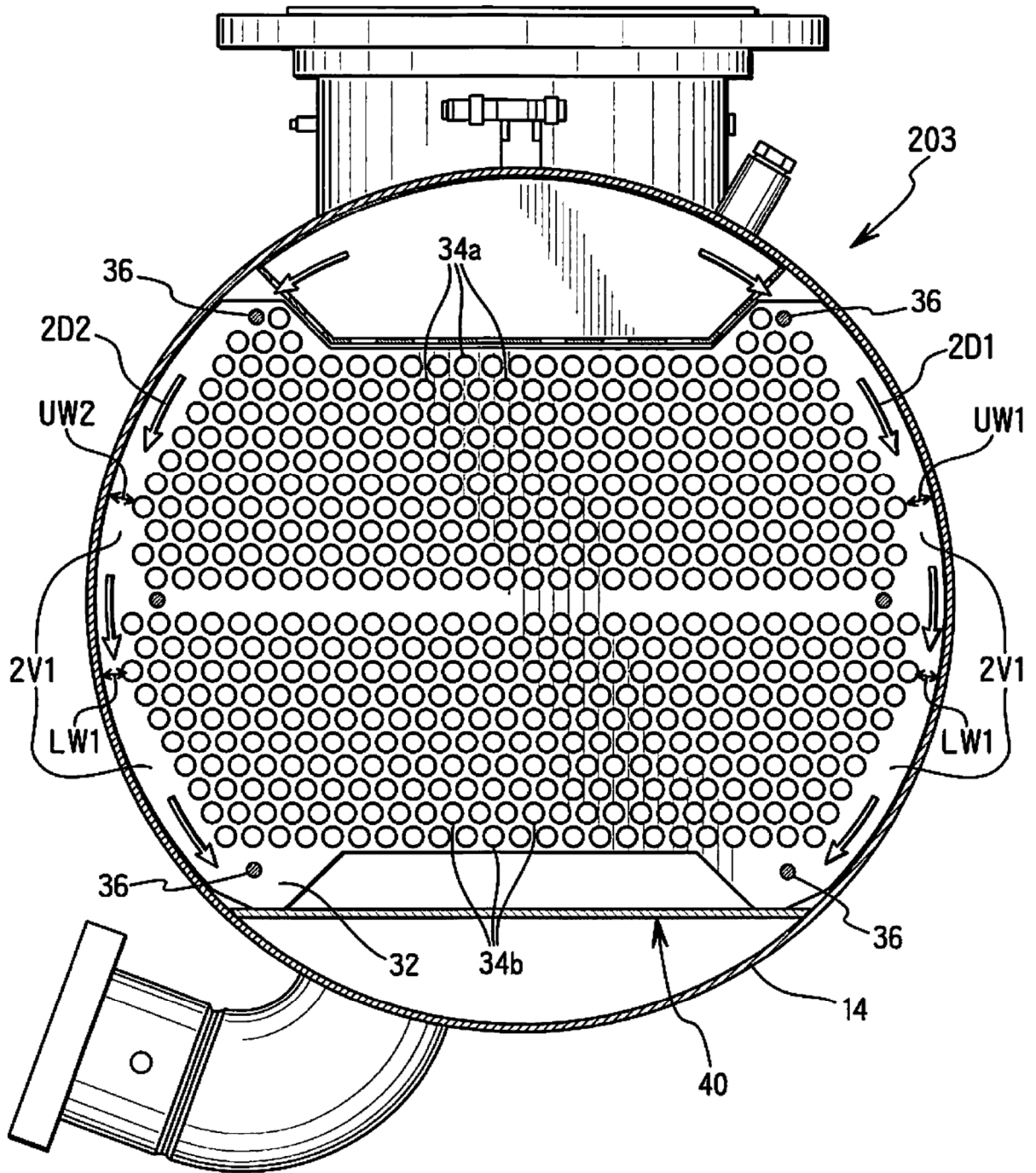


FIG. 9

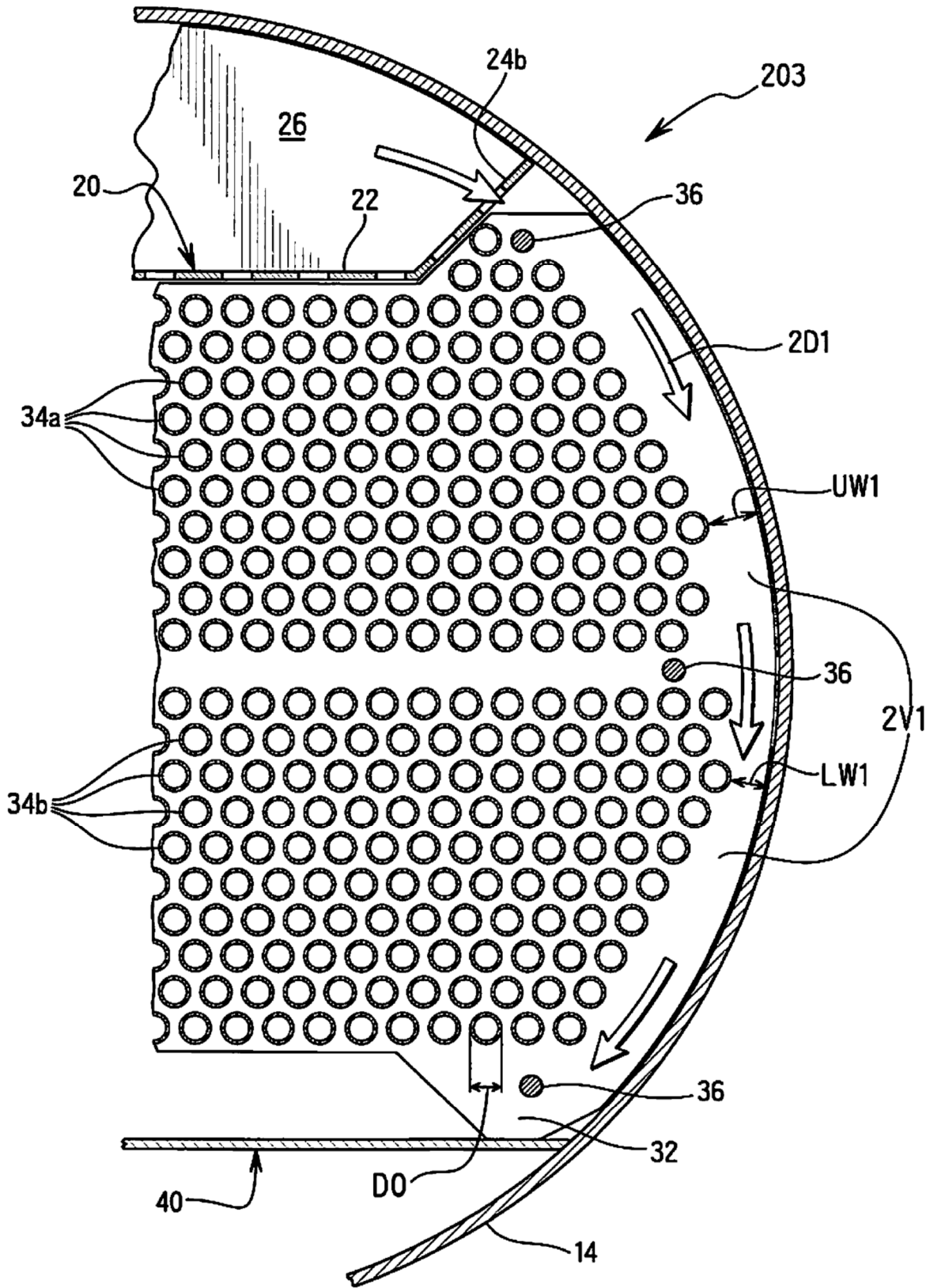


FIG. 10

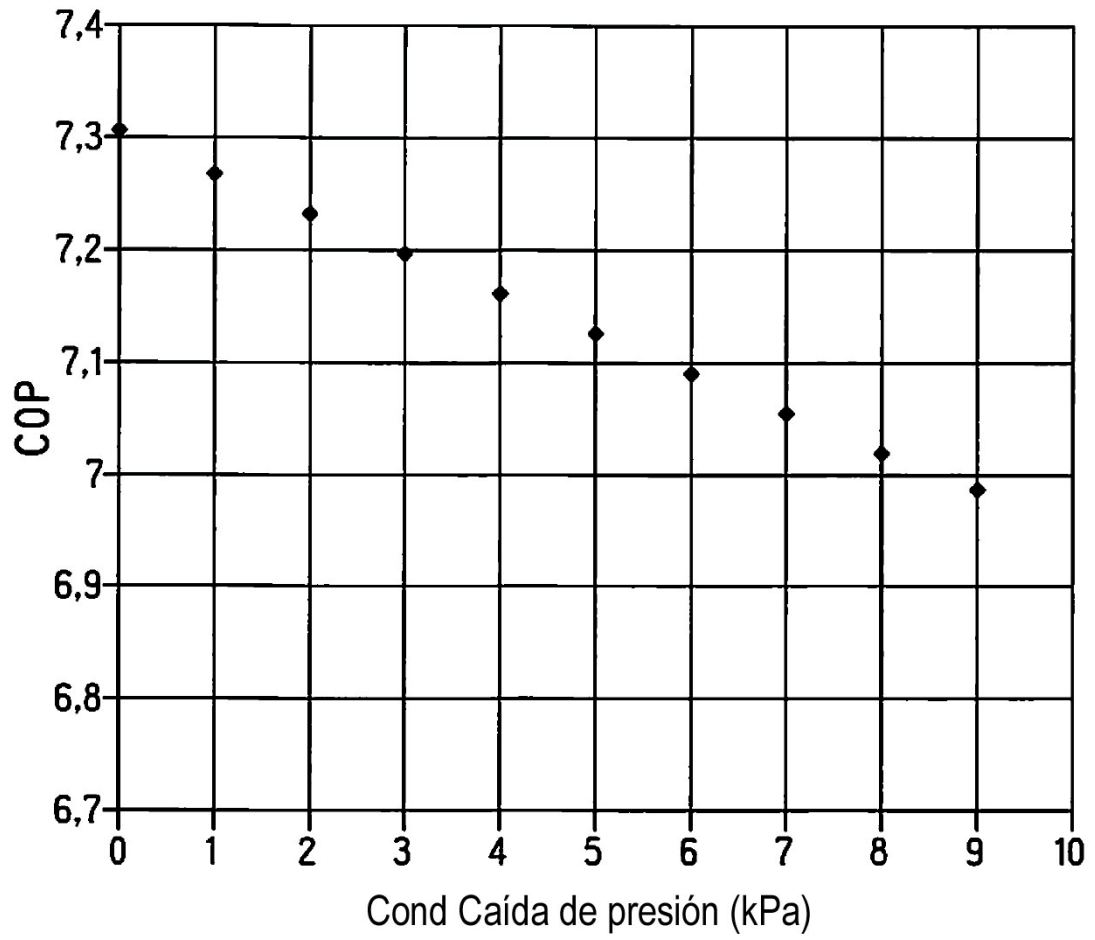


FIG. 11

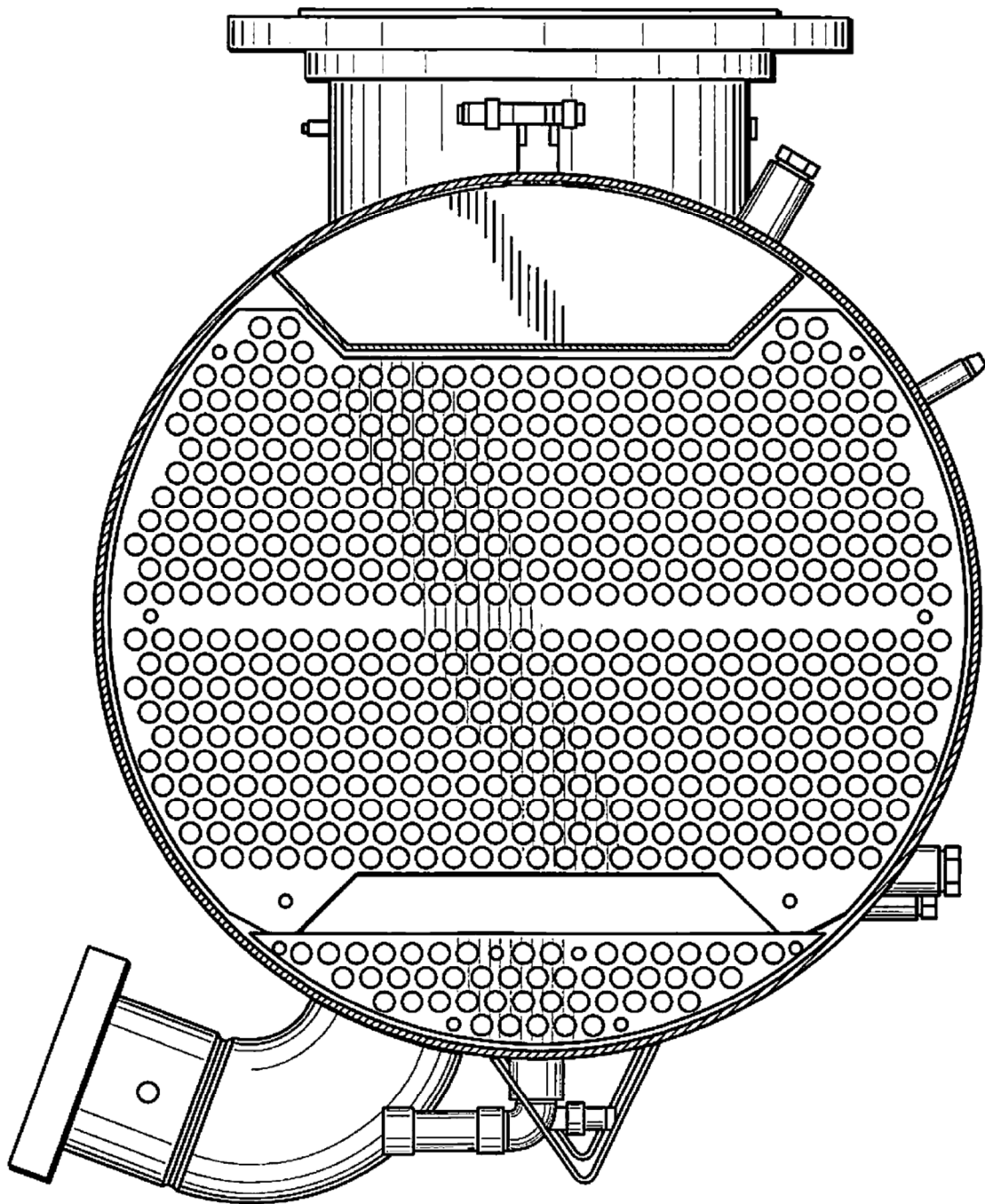


FIG. 12