

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 589 956**

51 Int. Cl.:

F24D 3/10 (2006.01)

F28D 15/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **10.10.2007 PCT/GB2007/003837**

87 Fecha y número de publicación internacional: **17.04.2008 WO08044008**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.10.2007 E 07824091 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.08.2016 EP 2076717**

54 Título: **Un dispositivo y método de transferencia de calor de ciclo cerrado**

30 Prioridad:

12.10.2006 GB 0620201

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

17.11.2016

73 Titular/es:

**FLOW PRODUCTS LIMITED (100.0%)
Castlefield House, Liverpool Road
Castlefield, Manchester M3 4SB, GB**

72 Inventor/es:

**BENSTEAD, RUSSELL y
REDFORD, SIMON, JAMES**

74 Agente/Representante:

LAZCANO GAINZA, Jesús

ES 2 589 956 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

Un dispositivo y método de transferencia de calor de ciclo cerrado

5 Esta invención se refiere a los dispositivos termodinámicos cerrados tales como termosifones y tubos térmicos los cuales a menudo se encuentran en muchas aplicaciones de ingeniería tales como el calentamiento directo de un fluido de trabajo en un ciclo Rankine con fluido orgánico.

10 El documento US 4341202 describe por ejemplo un sistema de transferencia de calor por cambios de fase el cual se autocontrola, autobombea, y no usa partes móviles.

15 En tales dispositivos el calor se transfiere principalmente mediante evaporación por calor latente. Un volumen fijo del fluido de transferencia de calor dentro de un sistema cerrado se vaporiza mediante la aplicación de calor en un evaporador. El vapor luego pasa a un condensador donde el calor se transfiere a algún otro proceso, el fluido de trabajo vaporizado que se condensa contra a medio de enfriamiento. Una vez que el calor se extrae del fluido de trabajo condensado se devuelve al evaporador para completar o repetir el proceso. En la mayoría de tales aplicaciones el ciclo es continuo y la transferencia de calor determina el caudal de la masa del fluido de trabajo que se evapora y se condensa continuamente. En los termosifones y tubos térmicos la diferencia significativa en densidad entre el vapor que viaja al condensador y el condensado que regresa al evaporador se aprovecha para crear una trayectoria de retorno por gravedad, y en tal sistema el condensador siempre debe situarse a un nivel más alto que el evaporador. Sin embargo, cuando el condensador y el evaporador deben estar aproximadamente al mismo nivel, por ejemplo donde hay altura libre limitada, puede usarse una bomba para retornar el condensado al evaporador.

20 En el funcionamiento de los dispositivos de transferencia de calor del tipo descrito anteriormente es conveniente, si no esencial, que el sistema cerrado contenga solo un fluido de trabajo, o una mezcla predefinida de fluidos, y que no estén presentes gases que no se condensan a la temperatura de trabajo del condensador.

25 De particular interés práctico para muchos de tales sistemas es la necesidad de excluir el aire del ciclo que, si está presente, tendería a acumularse en el condensador y reducir la eficiencia de la transferencia de calor. Además, tal aire puede afectar las características de presión/temperatura del sistema. En efecto, un gas el cual es no condensable a la temperatura de condensación ocuparía un volumen del sistema el cual entonces no está disponible para la transferencia de calor latente.

30 Para eliminar los gases no condensables, particularmente el aire, es de práctica común rellenar o cargar tales sistemas mediante el proceso de alcanzar primero un vacío en el sistema vacío antes de introducir el fluido de trabajo como un líquido, tomando las precauciones para garantizar que no se introducen aire y otros gases no condensables. El volumen del fluido de trabajo introducido en el sistema en esta manera por lo tanto define el espacio de vapor disponible. Este método de carga implica además que tales sistemas puedan estar en una condición de vacío cuando están fríos, en dependencia de las características de saturación del fluido de trabajo. Consecuentemente, las condiciones pueden permitir la introducción del aire en el sistema a través de fugas cuando el sistema no está funcionando. Esta condición se producirá para muchos fluidos de trabajo de altas temperaturas, que incluyen agua, es decir para el fluido de trabajo el cual hierve a presión atmosférica a temperaturas por encima de la temperatura de no funcionamiento del sistema.

35 Es un objeto de la presente invención proporcionar un dispositivo y método de transferencia de calor de ciclo cerrado que incluye medios para compensar la expansión de una fase de vapor de fluido en el dispositivo a la vez que garantiza que los gases no condensables no estén presentes dentro del sistema.

40 De acuerdo con un aspecto de la presente invención se proporciona un dispositivo de transferencia de calor de ciclo cerrado que comprende un evaporador y un primer condensador, un primer conducto de fluido para transportar un fluido calentado desde el evaporador al primer condensador, y un segundo conducto de fluido para retornar el condensado desde el primer condensador al evaporador; un dispositivo de expansión conectado a y en comunicación con el segundo conducto de fluido para recibir el líquido condensado desde el mismo y así compensar la expansión de una fase de vapor de fluido en al menos el primer conducto de fluido, caracterizado por al menos un condensador adicional conectado al primer conducto de fluido y al segundo conducto de fluido para recibir el fluido de trabajo en una fase de vapor en respuesta a un aumento de presión y temperatura del fluido de trabajo que sale del evaporador, y:

45 la altura del condensador adicional se selecciona en relación con la del evaporador y el primer condensador, de manera que el espacio de vapor adicional generado por la presión aumentada comienza a exponer la superficie de transferencia de calor del al menos un condensador adicional cuando se alcanza la presión requerida; y/o

60 una válvula de regulación se dispone entre el al menos un condensador adicional y el segundo conducto de fluido.

65 El dispositivo de expansión puede comprender un recipiente dividido internamente en cámaras separadas encerradas por una membrana flexible de manera que una primera de dichas cámaras está en comunicación con el segundo conducto de fluido y una segunda dicha cámara se aísla del mismo para contener un gas.

Pueden proporcionarse medios para cargar la segunda dicha cámara con un gas a una presión predeterminada.

Dichos medios de carga pueden adaptarse para ajustar la presión en la segunda dicha cámara.

5 El evaporador puede ser una caldera.

El primer condensador puede ser un intercambiador de calor indirecto conectado a los medios para calentar un fluido de trabajo en un ciclo Rankine con fluido orgánico.

10 Pueden proporcionarse medios para cargar el dispositivo con un líquido de trabajo.

El primer condensador puede disponerse a un nivel elevado con respecto al evaporador para que funcione como un termosifón.

15 Puede conectarse una bomba al segundo conducto de fluido para crear un flujo de retorno positivo del condensado al evaporador.

De acuerdo con un aspecto adicional de la presente invención se proporciona un método de funcionamiento de un dispositivo de transferencia de calor de ciclo cerrado, el dispositivo que comprende un evaporador y un primer condensador, un primer conducto de fluido para transportar un fluido calentado desde el evaporador al primer condensador y un segundo conducto de fluido para retornar el condensado desde el primer condensador al evaporador, y al menos un condensador adicional conectado al primer conducto de fluido y al segundo conducto de fluido, el método que comprende las etapas de permitir la expansión de un fluido de trabajo en una fase de vapor dentro del dispositivo al proporcionar una cámara de expansión conectada al segundo conducto de fluido y controlar el flujo del fluido de trabajo en una fase líquida hacia la cámara de expansión para compensar la expansión del vapor del fluido de trabajo; y en respuesta a un aumento de temperatura del fluido de trabajo que sale del evaporador, lo que provoca que el fluido de trabajo en una fase de vapor entre al condensador adicional asociado.

20 La cámara de expansión puede presurizarse por un gas que actúa contra un lado de una membrana flexible, el lado opuesto de la cual está en comunicación con el fluido de trabajo en una fase líquida.

Las modalidades adicionales de la presente invención se definen en las reivindicaciones adjuntas.

35 Una modalidad de la invención se describirá ahora, a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos acompañantes, en los cuales:

La Fig. 1: es una ilustración esquemática de un dispositivo de transferencia de calor de ciclo cerrado adaptado para que funcione como un termosifón, en una condición de no funcionamiento;

40 La Fig. 2: muestra el dispositivo en una condición de funcionamiento;

La Fig. 3: es una ilustración esquemática de un recipiente de expansión que forma parte del dispositivo de las Figs. 1 y 2;

45 La Fig. 4: muestra una modalidad del dispositivo de acuerdo con la invención;

La Fig. 5: es una ilustración esquemática de un tubo térmico que forma un dispositivo de transferencia de calor de ciclo cerrado de acuerdo con la invención;

50 La Fig. 6: muestra el dispositivo equipado con una bomba para que funcione así diferente de un termosifón; y

La Fig. 7: muestra el dispositivo para su aplicación a una caldera CHP doméstica de ciclo Rankine con fluido orgánico.

Con referencia ahora a las Figuras 1 a la 4, 6 y 7, un circuito de transferencia de calor de ciclo cerrado comprende un evaporador en forma de una caldera 10 que contiene una bobina de calentamiento 11 que forma parte del circuito de transferencia de calor. Un primer conducto de fluido 12 conecta la salida de la caldera 10 a un condensador 13 que puede adaptarse, por ejemplo, para calentar un fluido de trabajo en un circuito de ciclo Rankine con fluido orgánico 14. Por lo tanto, el condensador 13 actúa como un evaporador para el circuito cerrado del ciclo Rankine con fluido orgánico. Se proporciona un respiradero 9 en el conducto 12 para permitir que se evacúe el aire si es necesario.

60 Un segundo conducto de fluido 15 se conecta al condensador 13 para retornar el condensado a la caldera 10.

Conectado al segundo conducto de fluido en una posición cerca del puerto de entrada de retorno a la caldera 10 hay un dispositivo de expansión 16 que, como se muestra en la Fig. 3, comprende un recipiente 17 dividido internamente en dos cámaras separadas encerradas 18 y 19 por una membrana flexible 20. La cámara 18 está en comunicación permanente con el conducto 15. Una entrada de carga de gas valvulado 21 se comunica con la cámara 19 para un propósito que se describirá.

En funcionamiento, el sistema se carga inicialmente con, en este ejemplo, agua fría a través de una válvula de entrada 22 en el conducto de fluido 15, hasta una presión ligeramente por encima de la presión atmosférica. La presión del gas dentro de la cámara 19 se establece a través de la entrada 21 a una presión mayor que la del agua en el circuito para que la membrana 20 esté en la posición mostrada en la Fig. 1. Por lo tanto, el dispositivo de expansión 16 se rellena con gas y contiene poca o nada de agua. La presión en la cámara 19 puede establecerse inicialmente a aproximadamente 6 bar, luego se reduce a aproximadamente 1.5 bar.

Cuando se aplica calor dentro de la caldera 10, por ejemplo por una llama de gas, el agua inicialmente aumenta de temperatura hasta que alcanza el punto de ebullición que corresponde a su presión, es decir, 104 °C para una presión de 1.2 bar absoluta. Inicialmente no hay ningún lugar para que se expanda el vapor generado y la presión en el circuito aumentará hasta aproximadamente 1.5 bar, que es más o menos equivalente a la presión establecida en la cámara 19 del dispositivo de expansión. Como se genera un vapor y como la presión en el primer conducto 12 aumenta, entonces el vapor puede comenzar a rellenar una parte de la caldera 10 y del conducto 12. Tan pronto como el espacio de vapor entra en el condensador 13 el calor se transfiere desde el conducto 12 por el intercambio de calor dentro del condensador, y como el calor sigue aumentando el volumen de vapor se expande y la presión de vapor aumenta, lo que expone por lo tanto más área de transferencia de calor en el condensador 13.

A medida que la fase de vapor de fluido en la caldera 10, el conducto 12 y el condensador 13 se expande, la fase líquida en el conducto 15 desplaza la membrana flexible 20 en el dispositivo de expansión 16 comprimiendo así el gas en la cámara 19 del mismo como se muestra en la Fig. 2. El volumen de gas comprimido en la cámara 19 define por lo tanto la presión alcanzada en el sistema de fluido de manera que se logra una relación definida entre el volumen de fluido desplazado y la presión en el sistema.

Por lo tanto, el recipiente de expansión proporciona un mecanismo para desplazar un volumen variable de fluido de trabajo para formar un espacio de vapor en el sistema que permite que el sistema se rellene por completo con el fluido de trabajo en forma líquida cuando se enfría a una presión definida por las características del dispositivo de expansión 16.

Se pretende que cuando el sistema no esté funcionando la presión en el mismo deberá ser la atmosférica o ligeramente mayor, lo que evita por lo tanto una condición de vacío que podría favorecer la entrada de aire u otros gases no condensables.

Cuando el sistema funciona en condiciones de temperatura elevada, la presión y por lo tanto la temperatura de ebullición del fluido de trabajo se determinan por una combinación de las características de saturación del fluido de trabajo y las características de presión/volumen del dispositivo de expansión.

Con referencia ahora a la Fig. 4, se proporciona al menos un condensador adicional 23 y puede conectarse a los conductos 12 y 15 de manera selectiva por medio de una válvula 24. Este segundo condensador 23 puede permitir que se elimine el calor extra si la presión en el circuito aumenta por encima de un cierto nivel predeterminado, con lo cual la válvula 24 se abre automáticamente. Esto se logra al seleccionar cuidadosamente la altura del condensador 23 en relación con la de la caldera 10 y la del condensador 13 para que el espacio de vapor adicional generado por la presión aumentada comience a exponer la superficie de transferencia de calor del condensador 23 cuando se alcanza la presión requerida. El dispositivo de expansión 16 debe ser de tal tamaño que se exponga suficiente espacio de vapor en el condensador 23 a la presión requerida. Por lo tanto la parte superior del condensador 23 está preferentemente en o ligeramente por encima del nivel de la caldera y de la parte inferior del condensador 13. Por lo tanto, con el correcto posicionamiento de los intercambiadores de calor, puede omitirse la válvula 24. En funcionamiento, a medida que la presión aumenta entonces se expone una cantidad aumentada de la superficie del intercambiador de calor en el condensador 23, aumentando así la eliminación de calor y proporcionando un sistema autorregulador.

Un segundo o incluso un tercer intercambiador de calor pueden desplegarse para la puesta en marcha u otras condiciones excepcionales en las que se requieran para eliminar el calor del sistema pero que no pase al condensador 13.

Con referencia ahora a la Fig. 5, el circuito físicamente cerrado de las Figs. 1, 2 y 4 puede remplazarse por un así llamado tubo térmico en el cual una columna llena de líquido 25 se calienta en su base y el calor útil se recolecta en su parte superior. Dentro de la columna, el líquido calentado pasa hacia arriba cerca de la pared de la columna mientras que el condensado frío pasa hacia abajo a través de la región central, a medida que el ciclo avanza.

En esta modalidad además, un dispositivo de expansión 26 similar al dispositivo de expansión 16 se conecta a la columna 25 para que absorba así el exceso de fluido y deja el espacio adecuado para el volumen aumentado de la fase de vapor cuando el calor aumenta.

Con referencia ahora a la Fig. 6, si hay insuficiente altura libre para localizar el condensador 13 en una suficiente altura por encima de la caldera 10 para que funcione un termosifón, entonces una bomba 27 se introduce en el conducto 15 para crear un flujo positivo del condensado de regreso hacia la caldera 10.

Con referencia ahora a la Fig. 7, se muestra un dispositivo de transferencia de calor conectado a un ciclo Rankine con flujo orgánico para suministrar calor a una caldera doméstica CHP (no mostrada). El ciclo Rankine con flujo orgánico

comprende el condensador 13 el cual sirve además como un evaporador para el ciclo, un expansor 30, un economizador en forma de un intercambiador de calor 31, un condensador 32, una bomba 33 y el circuito de calentamiento 34a, 34b.

5 En tal ciclo el vapor que se condensa en el condensador 13 se usa para evaporar un líquido orgánico en el conducto 35 del ciclo. El vapor producido en el conducto 35 entonces acciona el expansor 30 produciendo así energía antes de que el vapor de baja presión se condense en el condensador 32 pasando su calor al sistema de calentamiento doméstico 34a, 34b, y entonces se bombea de regreso mediante la bomba 33 al circuito evaporador del condensador 13.

10 En este ejemplo, el intercambiador de calor o economizador adicional 31 se usa para recuperar el calor del vapor caliente que sale del expansor para precalentar el líquido que sale de la bomba 33 antes de regresar al circuito evaporador del condensador 13. Como en la modalidad de la Fig 4, cuando el ciclo Rankine con flujo orgánico ha tomado tanto calor como es capaz y el sistema de calentamiento requiere incluso calor adicional, entonces se suministra combustible adicional a la caldera y la presión aumentará, provocando así que la válvula 24 conectada al condensador adicional 23 se abra. El agua la cual se ha usado para eliminar el calor del ciclo Rankine con flujo orgánico puede por lo tanto usarse para eliminar el calor adicional del condensador 23.

20 Se observará que el uso de un dispositivo de expansión en un dispositivo de transferencia de calor de ciclo cerrado de los tipos descrito, sirve para absorber el incremento en el volumen de un líquido cuando hierve, que crea un espacio de vapor para que la transferencia de calor pueda tener lugar de manera efectiva. El sistema, llenado con líquido a una presión justo por encima de la presión atmosférica cuando el sistema está frío, evita la necesidad de una bomba de vacío u otras herramientas especiales las cuales serían necesarias antes de rellenar el sistema para eliminar cualquier aire o gas que no se condensa. El sistema puede llenarse a o justo por encima de la presión atmosférica, y el dispositivo de expansión servirá, en funcionamiento, para recibir una proporción del líquido, y así permitir la creación y el despliegue eficiente de la fase de vapor de fluido en el condensador.

25 No se pretende limitar la invención a la descripción específica anterior. Por ejemplo, un líquido que no sea agua puede usarse en el sistema, y la presión de carga puede seleccionarse de acuerdo con la temperatura de ebullición y características de saturación del líquido.

30 Durante el funcionamiento, se logra el equilibrio cuando se alcanza una temperatura suficiente de manera que el calor suministrado por las calderas equilibra el calor recogido en el condensador. En el caso del tubo térmico ilustrado en la Fig. 5, el líquido es probable que sea un refrigerante en lugar del agua.

35 La membrana flexible en los dispositivos de expansión 16 y 26 pueden remplazarse por cualquier otro dispositivo deformable o móvil, tal como un pistón dentro de un cilindro.

Un número de ventajas se derivan de disponer de un dispositivo de expansión en tal sistema, específicamente:

- 40 • la capacidad para cargar un termosifón o dispositivo similar de transferencia de calor en una manera la cual elimina los gases no condensables tales como el aire;
- la capacidad para cargar tal dispositivo sin la necesidad de equipamiento de vacío y conocimientos de ingeniería de refrigeración;
- 45 • evitar la condición de vacío cuando el dispositivo no está en uso y así eliminar el ingreso del aire u otros gases no condensables;
- permitir la operación presión/temperatura definida por las características de saturación del líquido de trabajo para incrementar el área superficial del intercambiador de calor disponible cuando el calor adicional se transfiere alrededor del dispositivo;
- 50 • explotar la relación entre la temperatura, la presión y el volumen del sistema, y el nivel condensado, para permitir que el calor adicional se dirija a los condensadores adicionales cuando se requiere; y
- 55 • proporcionar un método de limitar la presión máxima dentro del dispositivo al direccionar el exceso de calor a la superficie de intercambio de calor de un condensador adicional para que se alcance el equilibrio para la entrada de calor máxima posible.

60

Reivindicaciones

- 5 1. Un dispositivo de transferencia de calor de ciclo cerrado que comprende un evaporador (10) y un primer condensador (13), un primer conducto de fluido (12) para transportar un fluido calentado desde el evaporador (10) al primer condensador (13), y un segundo conducto de fluido (15) para retornar el condensado desde el primer condensador (13) al evaporador (10); un dispositivo de expansión (16) conectado al y en comunicación con el segundo conducto de fluido (15) para recibir el líquido condensado del mismo para compensar la expansión de una fase de vapor de fluido en al menos el primer conducto de fluido (12), caracterizado por al menos un condensador adicional (23) conectado al primer conducto de fluido y al segundo conducto de fluido (12) para recibir el fluido de trabajo en una fase de vapor en respuesta a un aumento de presión y temperatura del fluido de trabajo que sale del evaporador (10), y

10 la altura del condensador adicional (23) se selecciona en relación con la del evaporador (10) y el primer condensador (13), para que el espacio de vapor adicional generado por la presión aumentada comience a exponer la superficie de transferencia de calor del al menos un condensador adicional (23) cuando se alcanza la presión requerida; y/o

15 una válvula de regulación (24) se dispone entre el al menos un condensador adicional (23) y el segundo conducto de fluido (15).
- 20 2. Un dispositivo de transferencia de calor de ciclo cerrado de acuerdo con la reivindicación 1 en donde el dispositivo de expansión (16) comprende un recipiente (17) dividido internamente en cámaras separadas encerradas (18,19) por una membrana flexible (20) de manera que una primera dicha cámara (18) está en comunicación con el segundo conducto de fluido (15) y una segunda dicha cámara (19) se aísla del mismo para contener un gas.
- 25 3. Un dispositivo de transferencia de calor de ciclo cerrado de acuerdo con la reivindicación 2 que incluye medios para cargar dicha segunda cámara (19) con un gas a una presión predeterminada, y preferentemente en donde dichos medios de carga se adaptan para ajustar la presión en la segunda dicha cámara (19).
- 30 4. Un dispositivo de transferencia de calor de ciclo cerrado de acuerdo con la reivindicación 1 en donde el evaporador (10) es un calentador.
- 35 5. Un dispositivo de transferencia de calor de ciclo cerrado de acuerdo con la reivindicación 1 en donde el primer condensador (13) es un intercambiador de calor indirecto conectado a los medios para calentar un fluido de trabajo en un ciclo Rankine con flujo orgánico.
- 40 6. Un dispositivo de transferencia de calor de ciclo cerrado de acuerdo con cualquier reivindicación precedente que incluye medios para cargar el dispositivo con un líquido de trabajo a una presión a o ligeramente por encima de la presión atmosférica.
- 45 7. Un dispositivo de transferencia de calor de ciclo cerrado de acuerdo con cualquier reivindicación precedente en donde el primer condensador (13) se dispone a un nivel elevado con respecto al evaporador (10) para que funcione como un termosifón; o en donde una bomba (27) se conecta al segundo conducto de fluido (15) para retornar el condensado al evaporador (10).
- 50 8. Un dispositivo de transferencia de calor de ciclo cerrado de acuerdo con cualquier reivindicación precedente en donde la válvula de regulación (24) se adapta para abrirse y cerrarse automáticamente en respuesta a los cambios en la presión y la temperatura del fluido de trabajo.
- 55 9. Un dispositivo de transferencia de calor de ciclo cerrado de acuerdo con cualquier reivindicación precedente en donde el o cada condensador adicional (24) se dispone en un nivel por encima de la parte superior del evaporador (10) y por debajo de la parte superior del primer condensador (13).
- 60 10. Un dispositivo de transferencia de calor de ciclo cerrado de acuerdo con la reivindicación 5 en donde el ciclo Rankine con flujo orgánico en sí comprende un evaporador (13), un expansor (30), un condensador (32) y un economizador (31) conectado entre el expansor (30) y el condensador asociado (32) para la recuperación del calor desde el expansor (30) para precalentar el fluido de trabajo del ciclo Rankine con flujo orgánico.
- 65 11. Un sistema de calentamiento doméstico que comprende un dispositivo de transferencia de calor de ciclo cerrado como se reivindica en la reivindicación 5 o cualquiera de las reivindicaciones 6 a la 10 cuando dependen de la reivindicación 5, en donde el agua circula por el sistema de calentamiento elimina el calor del ciclo Rankine con flujo orgánico y de dicho al menos un condensador adicional (23).
12. Un método de funcionamiento de un dispositivo de transferencia de calor de ciclo cerrado, el dispositivo que comprende un evaporador (10) y un primer condensador (13), un primer conducto de fluido (15) para transportar un fluido calentado desde el evaporador (10) al primer condensador (13) y un segundo conducto de fluido (15) para

retornar el condensado desde el primer condensador (13) al evaporador (10), y al menos un condensador adicional (23) conectado al primer conducto de fluido (12) y al segundo conducto de fluido (15), el método que comprende las etapas de

- 5 permitir la expansión de un fluido de trabajo en una fase de vapor dentro del dispositivo al proporcionar una cámara de expansión (16) conectada al segundo conducto de fluido (15) y controlar el flujo del fluido de trabajo en una fase líquida en la cámara de expansión (16) para compensar la expansión del vapor del fluido de trabajo; y
- 10 en respuesta a un aumento de temperatura del fluido de trabajo que sales del evaporador (10), hacer que el fluido de trabajo en una fase de vapor entre al condensador adicional asociado (23).
13. Un método de acuerdo con la reivindicación 12, en donde el dispositivo además comprende una válvula de regulación (24) entre dicho condensador adicional (23) y dicho segundo conducto de fluido (15), y en donde dicho método además comprende provocar que la válvula de regulación (24) se abra en respuesta a un aumento de temperatura del fluido de trabajo que se sale del evaporador (10) para de esta manera provocar que dicho fluido de trabajo en una fase de vapor entre al condensador adicional asociado (23).
- 15
14. Un método de acuerdo con la reivindicación 12 o 13, en donde la altura del condensador adicional (23) se selecciona en relación con la del evaporador (10) y el primer condensador (13), para que el espacio de vapor adicional generado por la presión aumentada comience a exponer la superficie de transferencia de calor del al menos un condensador adicional (23) cuando se alcanza la presión requerida;
- 20
15. Un método de acuerdo con la reivindicación 12, 13 o 14, que comprende además las etapas de cargar inicialmente la cámara de expansión (16) hasta una primera presión predeterminada, introducir fluido de trabajo para rellenar el dispositivo y subsecuentemente reducir la presión en la cámara de expansión (16) a una segunda presión predeterminada.
- 25
16. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 12 a la 15 en donde la cámara de expansión (16) se presuriza por un gas que actúa contra un lado de una membrana flexible (20), el lado opuesto de la cual está en comunicación con el fluido de trabajo en una fase líquida.
- 30

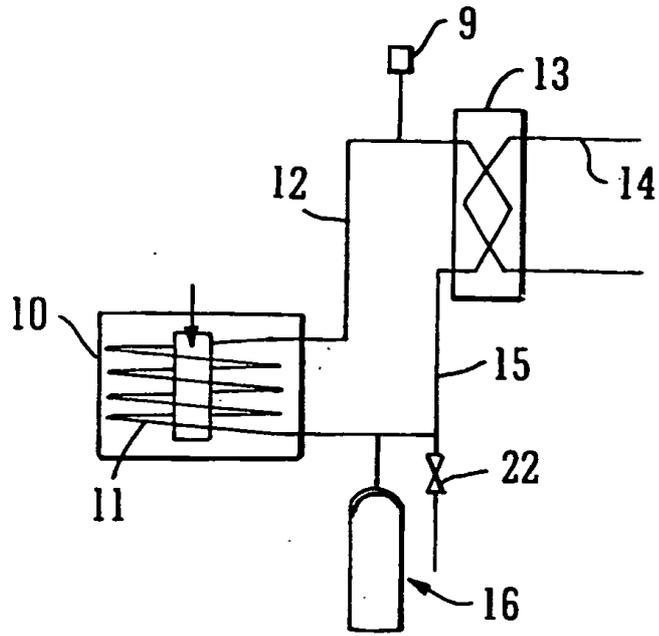


FIG. 1

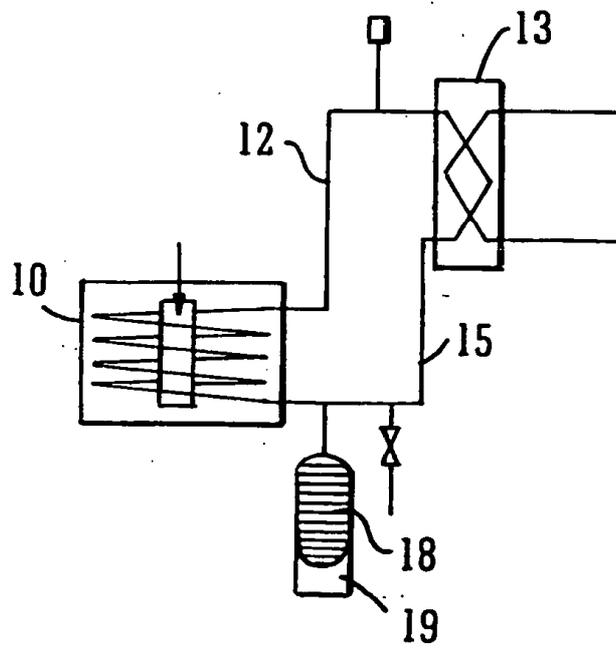


FIG. 2

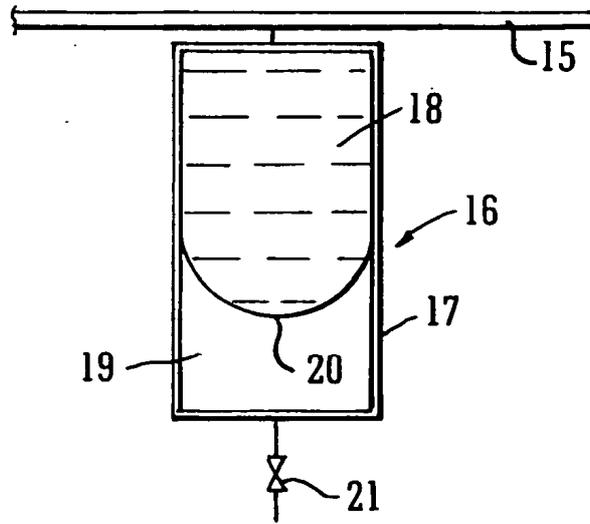


FIG. 3

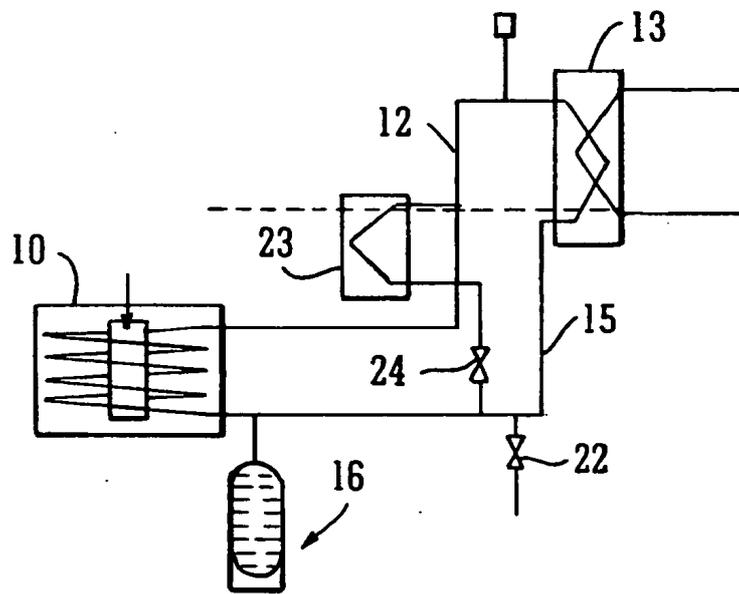


FIG. 4

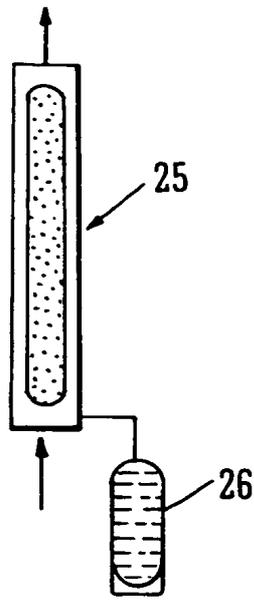


FIG. 5

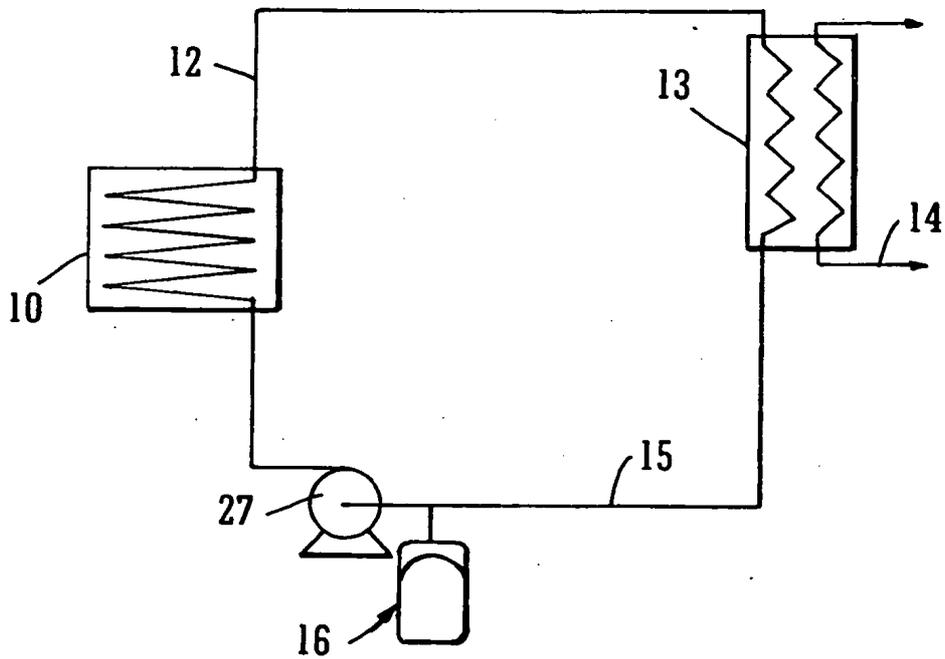


FIG. 6

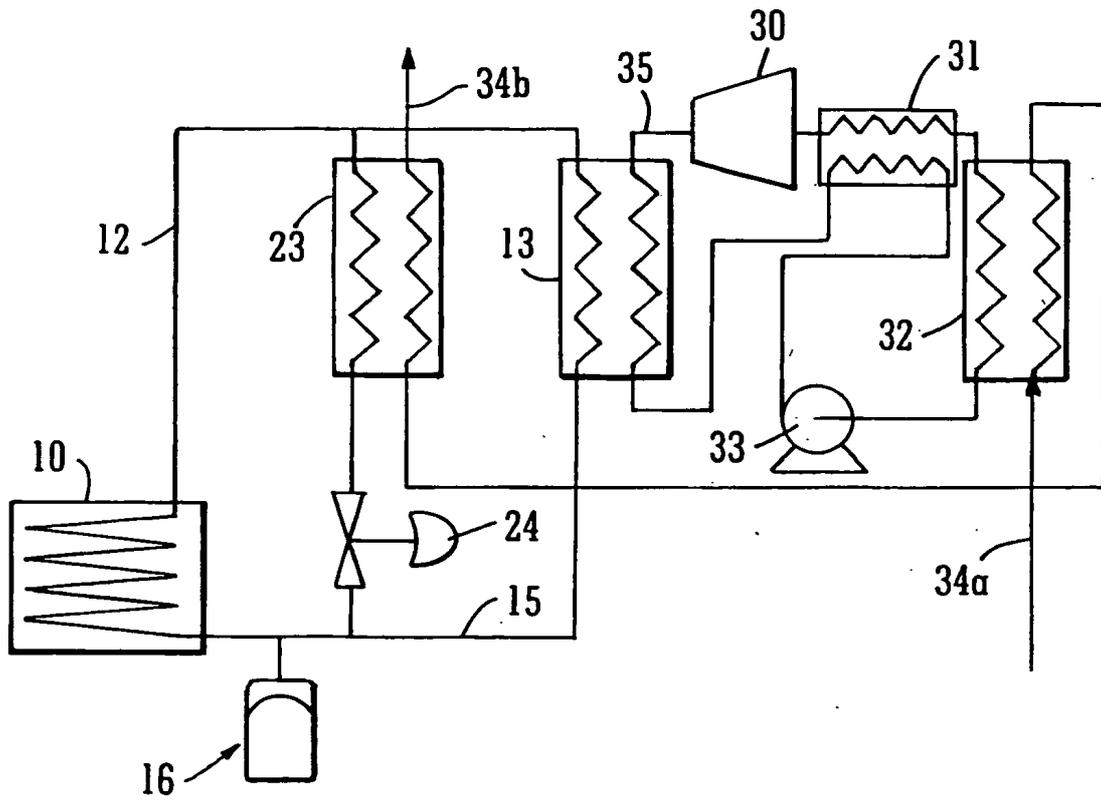


FIG. 7