

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 645 370**

51 Int. Cl.:

F28D 15/04 (2006.01)

F28D 15/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.09.2012 PCT/EP2012/067753**

87 Fecha y número de publicación internacional: **21.03.2013 WO13037785**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.09.2012 E 12766395 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.10.2017 EP 2756252**

54 Título: **Dispositivo de transporte de calor de bombeo capilar**

30 Prioridad:

14.09.2011 FR 1158203

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

05.12.2017

73 Titular/es:

EURO HEAT PIPES (100.0%)

24 rue de l'Industrie

1400 Nivelles, BE

72 Inventor/es:

DUPONT, VINCENT

74 Agente/Representante:

VEIGA SERRANO, Mikel

ES 2 645 370 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

Dispositivo de transporte de calor de bombeo capilar

5 Sector de la técnica

La presente invención es relativa a los dispositivos de transporte de calor de bombeo capilar, en particular, los dispositivos pasivos de bucle fluido difásico.

10 Estado de la técnica

Se conocen por el documento FR-A-2949642 unos dispositivos de este tipo utilizados como medio de enfriamiento para convertidor de potencia electrotécnica.

15 No obstante, se ha puesto de manifiesto que las fases de arranque eran particularmente delicadas para unas potencias térmicas importantes, puede producirse un desecamiento de la mecha capilar y, por lo tanto, un fracaso del arranque.

20 Por lo tanto, se ha puesto de manifiesto una necesidad de aumentar la fiabilidad del arranque y del funcionamiento de unos bucles de este tipo.

Objeto de la invención

25 Para ello, la invención tiene como objeto un dispositivo de transferencia térmica de bombeo capilar, adaptado para extraer calor desde una fuente caliente y para restituir este calor a una fuente fría por medio de un fluido de trabajo difásico contenido en un circuito general confinado, que comprende:

- al menos un evaporador, que tiene una entrada y una salida y una masa microporosa adaptada para asegurar un bombeo capilar de fluido en fase líquida
- 30 - al menos un condensador, que tiene una entrada y una salida,
- un depósito que tiene un volumen interior y al menos un orificio de entrada y/o salida,
- un primer circuito de comunicación, para fluido sustancialmente en fase vapor, que une la salida del evaporador a la entrada del condensador,
- 35 - un segundo circuito de comunicación, para fluido sustancialmente en fase líquida, que une la salida del condensador al depósito y a la entrada del evaporador,

40 caracterizado por que comprende un órgano antirretorno dispuesto entre el volumen interior del depósito y la masa microporosa del evaporador y dispuesto para impedir que se desplace líquido presente en el evaporador hacia el volumen interior del depósito, estando el dispositivo, durante su utilización, sometido a la gravedad, comprendiendo el órgano antirretorno un flotador que se hace retornar por empuje de flotación hacia un soporte en el estado cerrado. El flotador presenta una densidad inferior a la densidad del fluido en fase líquida y comprendida, preferentemente, entre un 60 % y un 90 % de la densidad del fluido en fase líquida; mediando lo cual el órgano antirretorno no contraría el bombeo capilar. De este modo, la resultante del peso y del empuje de Arquímedes da una fuerza de empuje P orientada hacia arriba.

45 Gracias a estas disposiciones, se evita un retorno de líquido que viene del evaporador en dirección del depósito. De este modo, se hace fiable el arranque con fuerte carga térmica. Además, el flotador es adecuado para dejar pasar unas burbujas de gas y, de este modo, evitar la formación de un tapón de gas; además, el órgano antirretorno es sencillo y fiable y, además, puede dejar pasar unas burbujas de vapor o de gas.

50 En diversos modos de realización de la invención, eventualmente se puede recurrir, además, a la una y/o a la otra de las disposiciones siguientes:

- el flotador está realizado de acero inoxidable; de modo que su durabilidad es muy buena;
- 55 - el órgano antirretorno está formado en el segundo circuito de comunicación fluida; de modo que puede ser independiente del depósito y del evaporador;
- el órgano antirretorno está formado en la zona inferior del depósito; de modo que puede combinarse con el depósito;
- el órgano antirretorno está formado en la zona superior del evaporador; de modo que puede combinarse con el evaporador;
- 60 - el circuito de comunicación fluida es un conducto tubular; de modo que su coste es moderado;
- el orificio de entrada/salida está dispuesto en zona inferior del depósito, preferentemente zona lateral inferior del depósito;
- el segundo circuito de comunicación fluida puede ser en forma de un solo conducto con una 'T' o de dos conductos independientes;
- 65 - el depósito comprende un deflector de chorro de entrada en las inmediaciones del orificio de entrada; mediando

- lo cual puede evitarse un efecto de mezcla debido al chorro de entrada;
- el depósito comprende una pluralidad de volúmenes distintos que permanecen en comunicación fluida; mediando lo cual se limita la mezcla del volumen de líquido contenido en el depósito;
 - el depósito comprende una pluralidad de paredes internas que forman unos compartimentos adaptados para separar dichos varios volúmenes distintos;
 - la pluralidad de paredes internas forma una estructura de compartimentos en forma de nido de abeja; de modo que se optimiza la relación coste/eficacia;
 - el dispositivo de transferencia térmica está desprovisto preferentemente de bomba mecánica; mediando lo cual se aumenta su fiabilidad;
 - el dispositivo comprende, además, un elemento de aporte de energía a la altura del depósito para controlar la puesta a presión del bucle durante el arranque; de modo que puede hacerse fiable el arranque del bucle.

Descripción de las figuras

- Otros aspectos, finalidades y ventajas de la invención se mostrarán con la lectura de la siguiente descripción de varios modos de realización de la invención, dados a título de ejemplos no limitativos, con referencia a los dibujos adjuntos en los que:
- la figura 1 es una vista general de un dispositivo según un modo de realización de la invención,
 - la figura 2 es una variante del dispositivo de la Figura 1,
 - la figura 3 es otra variante del dispositivo de la Figura 1,
 - las figuras 4a y 4b muestran un obturador antirretorno para un dispositivo según las figuras 1-3,
 - la figura 5 es una vista en detalle del órgano antirretorno cuando está situado en la base del depósito,
 - la figura 6 es una vista en corte del órgano antirretorno;
 - las figuras 7a y 7b muestran unas variantes del dispositivo de la Figura 1, con varios evaporadores.

Descripción detallada de la invención

En las diferentes figuras, las mismas referencias designan unos elementos idénticos o similares.

La figura 1 muestra un dispositivo de transporte de calor de bombeo capilar, de bucle fluido difásico. El dispositivo comprende un evaporador **1**, que tiene una entrada **1a** y una salida **1b** y una masa microporosa **10** adaptada para asegurar un bombeo capilar. Para ello, la masa microporosa **10** rodea un vaciamiento longitudinal central ciego **15** en comunicación con la entrada **1a** para recibir fluido de trabajo **9** en el estado líquido desde un depósito **3**.

El evaporador **1** está térmicamente acoplado a una fuente caliente **11**, como, por ejemplo, un conjunto que comprende unos componentes electrónicos de potencia o cualquier otro elemento que genere calor, por ejemplo, por efecto joule o por cualquier otro proceso.

Por el efecto del aporte de calorías al contacto **16** con la masa microporosa llena de líquido, pasa fluido del estado líquido al estado vapor y se evacua por la cámara de transferencia **17** y por un primer circuito de comunicación **4** que encamina dicho vapor hacia un condensador **2** que tiene una entrada **2a** y una salida **2b**.

En el evaporador **1**, el vapor evacuado se sustituye por el líquido aspirado por la masa microporosa **10** a partir del vaciamiento central **15** antes mencionado; se trata del fenómeno de bombeo capilar bien conocido de por sí.

En el interior de dicho condensador **2**, se cede calor por el fluido en fase vapor a una fuente fría **12**, lo que provoca un enfriamiento del fluido vapor y su cambio de fase hacia la fase líquida, dicho de otra manera, su condensación.

A la altura del condensador **2**, la temperatura del fluido de trabajo **9** se baja por debajo de su temperatura de equilibrio líquido-vapor, lo que también se llama subenfriamiento ("sub cooling" en inglés), de modo que el fluido no puede volver a pasar al estado vapor sin aporte consecuente de calor

La presión de vapor empuja el líquido en dirección de la salida **2b** del condensador **2** que desemboca sobre un segundo circuito de comunicación **5**, unido, por otra parte, al depósito **3**.

El depósito presenta al menos un orificio de entrada y/o salida **31**, aquí, en este caso, en la figura 1, un orificio de entrada **31a** y un orificio de salida **31b** distintos y el depósito **3** presenta un volumen interior **30**, lleno del fluido caloportador **9**. El fluido de trabajo **9** puede ser, por ejemplo, amoníaco o cualquier otro fluido apropiado, pero se puede elegir preferentemente metanol. El fluido de trabajo **9** es difásico y se presenta en parte en fase líquida **9a** y en parte en fase vapor **9b**. En un entorno en donde se ejerce una gravedad (vertical según **Z**), la parte de fase gaseosa **9b** se sitúa por encima de la parte de fase líquida **9a** y una superficie de separación **19** separa las dos fases.

Es la temperatura de esta superficie de separación **19** la que determina la presión en el bucle, esta presión corresponde a la presión de saturación del fluido a la temperatura prevalente en la superficie de separación **19**.

A la altura de la base del depósito **34**, la temperatura del líquido es generalmente inferior a la temperatura prevalente en la superficie de separación 19.

5 Para un funcionamiento correcto del bucle de bombeo capilar, hay que evitar que la temperatura que prevale en la superficie de separación 19 evolucione rápidamente y evitar, en particular, una mezcla de la fase líquida 9a que tiene tendencia a llevar líquido frío de abajo del depósito hacia arriba y, por lo tanto, hacer caer la temperatura de superficie y por esto mismo la presión.

10 Los circuitos primero y segundo de comunicación fluida 4, 5 son preferentemente unos conductos tubulares, pero podría tratarse de otros tipos de conductos o de canales de comunicación fluidos.

Asimismo, el segundo circuito de comunicación fluida 5 puede ser en forma de dos conductos independientes distintos **5a**, **5b** (cf. Fig. 1) o de un solo conducto con un racor en 'T' **5c** (cf. Fig. 2).

15 En todos los casos, el segundo circuito de comunicación fluida 5 une la salida del condensador 2b a la entrada del evaporador 1a, ya sea indirectamente pasando por el depósito (caso de dos conductos independientes), ya sea directamente (caso o de un solo conducto con 'T').

20 Según la invención, el dispositivo comprende un órgano antirretorno **6**, dispuesto entre el volumen interior 30 del depósito y la masa microporosa 10 del evaporador 1, para impedir que se desplace líquido presente en el evaporador hacia el volumen interior 30 del depósito. Este órgano antirretorno 6 permite que se evite un retorno de líquido desde el evaporador en dirección del depósito. Un retorno incluso limitado de líquido desde el evaporador en dirección del depósito provoca un desecamiento local de la masa microporosa que puede conducir a un descebado del bombeo del bucle difásico, lo que se impide por dicho órgano antirretorno 6. Este fenómeno es tanto más importante en cuanto que la potencia en el arranque es elevada (varios kW y/o varias decenas de vatios por cm²). De este modo, el órgano antirretorno 6 permite aumentar las prestaciones del sistema en el arranque.

30 La posición de dicho órgano antirretorno 6 puede elegirse de entre varias ubicaciones particularmente interesantes según la finalidad que se busca y las optimizaciones que se persiguen.

En la figura 1, el órgano antirretorno 6 está posicionado sobre el conducto 5b que une el depósito al evaporador 1. De esta forma, puede insertarse 1 órgano antirretorno 6 en un bucle difásico en donde el evaporador y el depósito son unos órganos dados que es difícil modificar.

35 Por otra parte, dicho órgano antirretorno 6 puede estar posicionado, como se ilustra en la figura 2, de forma adyacente al evaporador 1, de modo que dicho órgano antirretorno 6 puede combinarse con el evaporador, lo que permite optimizar el volumen del sistema.

40 Por otra parte, dicho órgano antirretorno 6 puede estar posicionado, como se ilustra en la figura 3, de forma adyacente al depósito, de modo que dicho órgano antirretorno 6 puede combinarse con el depósito como se detallará a continuación, lo que permite optimizar el volumen del sistema.

45 De forma preferente, este órgano antirretorno 6 puede incluir un flotador **60** cuya densidad es ligeramente inferior a la densidad del fluido en fase líquida, haciendo tope el flotador sobre un soporte para cerrar el paso de líquido, como se precisará esto más adelante.

50 Pero, este órgano antirretorno 6 también puede tomar la forma más tradicional de una válvula antirretorno (no representado en las figuras), con un obturador, un asiento de obturador y un retorno elástico que tiende a empujar dicho obturador hacia el asiento de obturador. Sin embargo, la fuerza de retorno elástico debe ser moderada de forma que no contrarie demasiado la fuerza de bombeo capilar antes mencionada.

55 Cuando el órgano antirretorno 6 se presenta en forma de un flotador, y como se ilustra en las figuras 4a y 4b, está habilitado un elemento que hace de flotador 60 en el interior de un cuerpo hueco **63** en el que el flotador 60 puede desplazarse al menos según una dirección denominada longitudinal. La dirección longitudinal coincide, en este caso, con la dirección Z según la cual se ejercen el empuje de Arquímedes y la gravedad.

En el ejemplo ilustrado, el cuerpo hueco y el flotador son simétricos de revolución alrededor de este eje Z, pero, no obstante, podría ser de otra manera.

60 El flotador incluye una superficie de apoyo **67** anular que llega a hacer tope sobre un soporte anular correspondiente **66** que forma un resalte dirigido radialmente hacia el interior en el cuerpo hueco 63. Cuando el flotador está apoyado sobre el soporte 66, el espacio aguas arriba **64** del segundo circuito de comunicación 5 está aislado del espacio aguas abajo **65** del segundo circuito de comunicación 5, lo que corresponde al estado cerrado.

65 Como se ilustra en la figura 4a, cuando el bucle está en funcionamiento establecido, el bombeo capilar ejerce un

efecto de succión que establece una presión ligeramente inferior en el espacio aguas abajo y este efecto de succión **S** aspira el flotador hacia abajo. Entonces, el paso de líquido a la altura del soporte 66 se abre y puede fluir líquido de aguas arriba 64 hacia aguas abajo 65.

5 Debe señalarse que, si se encuentran unas burbujas de vapor o de gas no condensable en dicho líquido en la parte aguas abajo 65, pueden escaparse en sentido inverso (de aguas abajo hacia aguas arriba), lo que permite que se evite bloquear la alimentación del evaporador de líquido fresco: por lo tanto, el flotador es adecuado para dejar pasar unas burbujas de gas y, de este modo, evitar la formación de un tapón de gas, pudiendo esta función llamarse también función desgasificación.

10 Según la invención, el flotador presenta una densidad inferior a la densidad del fluido en fase líquida y comprendida, preferentemente, entre un 60 % y un 90 % de la densidad del fluido en fase líquida (a temperatura máxima del orden de 100 °C, por ejemplo). De este modo, la resultante del peso y del empuje de Arquímedes da una fuerza de empuje **P** orientada hacia arriba.

15 La intensidad de este empuje **P** debe ser, no obstante, moderada para ser inferior al efecto de succión del bombeo capilar antes mencionado.

20 En régimen transitorio, en particular, durante un arranque inicial o en caso de aumento violento de la carga térmica que hay que evacuar, un aumento violento de generación de vapor en el evaporador tiene tendencia a empujar el líquido contenido en la cavidad 15 en dirección del depósito. Esto debe evitarse para prevenir un desecamiento de la masa microporosa (también llamada mecha) que descebaría el bucle.

25 Como se representa en la figura 4b, en caso de flujo de líquido desde la cavidad 15 del evaporador, una fuerza de presión **F** orientada hacia arriba tiene como efecto que presiona el flotador 60 contra el soporte 66 y, de este modo, cierra el paso de líquido. Por consiguiente, se evita cualquier reflujo de líquido en dirección del espacio interior 30 del depósito.

30 En una configuración particularmente ventajosa en donde el órgano antirretorno 6 está formado en la zona inferior del depósito, el órgano antirretorno 6 está dispuesto en la base del depósito, a la altura del orificio 31b de salida (cf. figuras 3 y 5). En ese caso, el cuerpo 63 incluye un cuello **68** que está solidarizado con la base **37** del depósito por unos medios de fijaciones conocidos. Además, la base 37 a la altura del orificio 31b puede servir directamente de soporte de cierre 66.

35 Según la invención, el flotador puede estar realizado de acero inoxidable, de modo que su durabilidad es muy buena. Como se representa en la figura 6, el flotador 60 puede estar realizado en forma de dos semiconchas **61**, **62** soldadas entre sí a la altura de un diámetro por medio de una soldadura 68; entonces, las dos semiconchas 61, 62 delimitan un volumen interior **89** lleno de aire o de gas preferentemente inerte. El espesor de la pared de las dos semiconchas 61, 62, así como el tamaño del volumen interior 89 se eligen para obtener la densidad deseada para el flotador completo 60.

45 Además, con vistas a evitar los fenómenos de mezcla en el interior del depósito que son propicios para el fenómeno de "cold shock", pueden estar previstos en el interior del depósito, y como se ilustra en las figuras 7a-7b, varios volúmenes distintos separados los unos de los otros, permaneciendo dichos volúmenes distintos en comunicación fluida. En particular, y más precisamente, en el depósito pueden estar dispuesta una pluralidad de paredes internas **7** adaptadas para separar dichos varios volúmenes distintos.

50 Además, ventajosamente según la invención, el depósito puede comprender un deflector de chorro de entrada **8** en las inmediaciones del orificio de entrada 31a o del orificio de entrada/salida 31 según la configuración del segundo conducto.

Este deflector de chorro de entrada 8 impide que una llegada rápida de líquido en el depósito cree un burbujeo o una corriente que favorezca la mezcla del líquido. Puede presentarse en forma de un perfil en U orientado hacia abajo o de una campana o de cualquier otra forma que cree una desviación suficiente de la trayectoria del chorro de entrada.

55 La estructura de compartimento 71 puede presentar unas paredes verticales 7, es decir, orientadas según la dirección de gravedad. No obstante, debe señalarse que las paredes pueden ser igualmente ligera o sustancialmente inclinadas, como se ilustra, por ejemplo, en la Figura 7a.

60 De forma ventajosa, se puede elegir una estructura de nido de abeja de malla hexagonal.

Debe señalarse que el depósito puede tener una forma cualquiera y, en particular, paralelepípedica o cilíndrica. Además, la estructura de compartimento puede estar formada de acero inoxidable.

65 Según un aspecto de la presente invención, dichos varios volúmenes distintos se comunican por unos pasos de sección de escasa, preferentemente inferior a 1/10 de la sección mayor del depósito.

Según otro aspecto ventajoso de la invención, la estructura de compartimento puede comprender un material de cambio de fase que confiera una inercia térmica a dicha estructura que concurre para limitar los desvíos bruscos de temperatura.

- 5 Las figuras 7a y 7b muestran que es posible en el marco de la presente invención tener varios evaporadores 1 en paralelo los unos de los otros para aumentar la capacidad de evacuación de calorías y/o para colocar los evaporadores lo más cerca de las fuentes de calor.
- 10 Según la configuración de la figura 7a, cada evaporador posee un órgano antirretorno 6 en su circuito de admisión de líquido particular, mientras que según la configuración de la figura 7b, el órgano antirretorno 6 está colocado en la rama común **5d** aguas arriba de la distribución **5e, 5f** hacia los evaporadores, lo que permite hacer común el órgano antirretorno 6 y, de este modo, optimizar el coste de un sistema de varios evaporadores.
- 15 Por otra parte, el dispositivo puede comprender, además, un elemento de aporte de energía **36**, por ejemplo, un elemento de calentamiento o de puesta a presión, situado a la altura del depósito para controlar la puesta a presión del bucle durante el arranque. Un sistema de control "Ctrl" **38** pilota, en el caso de un elemento de calentamiento, el aporte de calorías sobre este elemento de calentamiento 36, en función de una información de temperatura y/o una información de presión suministradas por unos sensores (no representados) y esto con el fin de asegurar el arranque del bucle difásico. Además, este sistema de control "Ctrl" también puede preparar el bucle difásico para una llegada inmediata e importante de calorías sobre el evaporador, lo que permite anticipar la reacción del bucle difásico con respecto a la necesidad de disipación térmica. De este modo, el dimensionamiento del bucle puede optimizarse para unas cantidades de calor importante que hay que evacuar.
- 20
- 25 Ventajosamente según la invención, el dispositivo está desprovisto de una bomba mecánica cualquiera, aunque la invención no excluye la presencia de una bomba mecánica auxiliar.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Dispositivo de transferencia térmica de bombeo capilar, adaptado para extraer calor desde una fuente caliente (11) y para restituir este calor a una fuente fría (12) por medio de un fluido de trabajo difásico contenido en un circuito general confinado, que comprende:
- al menos un evaporador (1), que tiene una entrada y una salida y una masa microporosa (10) adaptada para asegurar un bombeo capilar de fluido en fase líquida
 - al menos un condensador (2), que tiene una entrada y una salida,
 - 10 - un depósito (3) que tiene un volumen interior (30) y al menos un orificio de entrada y/o salida (31; 31a, 31b),
 - un primer circuito de comunicación (4), para fluido sustancialmente en fase vapor, que une la salida del evaporador a la entrada del condensador,
 - un segundo circuito de comunicación (5), para fluido sustancialmente en fase líquida, que une la salida del condensador al depósito y a la entrada del evaporador,
- 15 **caracterizado por que** comprende un órgano antirretorno (6) dispuesto entre el volumen interior (30) del depósito y la masa microporosa (10) del evaporador y dispuesto para impedir que se desplace líquido presente en el evaporador hacia el volumen interior del depósito, estando el dispositivo, durante su utilización, sometido a la gravedad,
- 20 estando el órgano antirretorno formado como un flotador (60) que se hace retornar por empuje de flotación hacia un soporte en el estado cerrado, presentando el flotador (60) una densidad inferior a la densidad del fluido en fase líquida, dando la resultante del peso del flotador y del empuje de Arquímedes una fuerza de empuje P orientada hacia arriba, siendo el flotador aspirado hacia abajo por efecto de succión para dejar pasar el líquido a la altura de dicho soporte (66), mediando lo cual el flotador es adecuado para dejar pasar unas burbujas de gas y, de este modo,
- 25 evitar la formación de un tapón de gas.
2. Dispositivo según la reivindicación 1, en el que el flotador presenta una densidad comprendida entre un 60 % y un 90 % de la densidad del fluido en fase líquida.
- 30 3. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 2, en el que el flotador está realizado de acero inoxidable.
4. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el órgano antirretorno está formado en la zona inferior del depósito.
- 35 5. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el órgano antirretorno está formado en la zona superior del evaporador.
6. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 5, en el que el depósito comprende un deflector de chorro de entrada (8) en las inmediaciones del orificio de entrada.
- 40 7. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 6, en el que el depósito (3) comprende varios volúmenes distintos, permaneciendo dichos volúmenes distintos en comunicación fluida.
8. Dispositivo según la reivindicación 7, que comprende una pluralidad de paredes internas (7) que forman unos compartimentos adaptados para separar dichos varios volúmenes distintos.
- 45 9. Dispositivo de transferencia térmica según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** está desprovisto de bomba mecánica.
- 50 10. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, que comprende, además, un elemento de aporte de energía a la altura del depósito para controlar la puesta a presión del bucle durante el arranque.

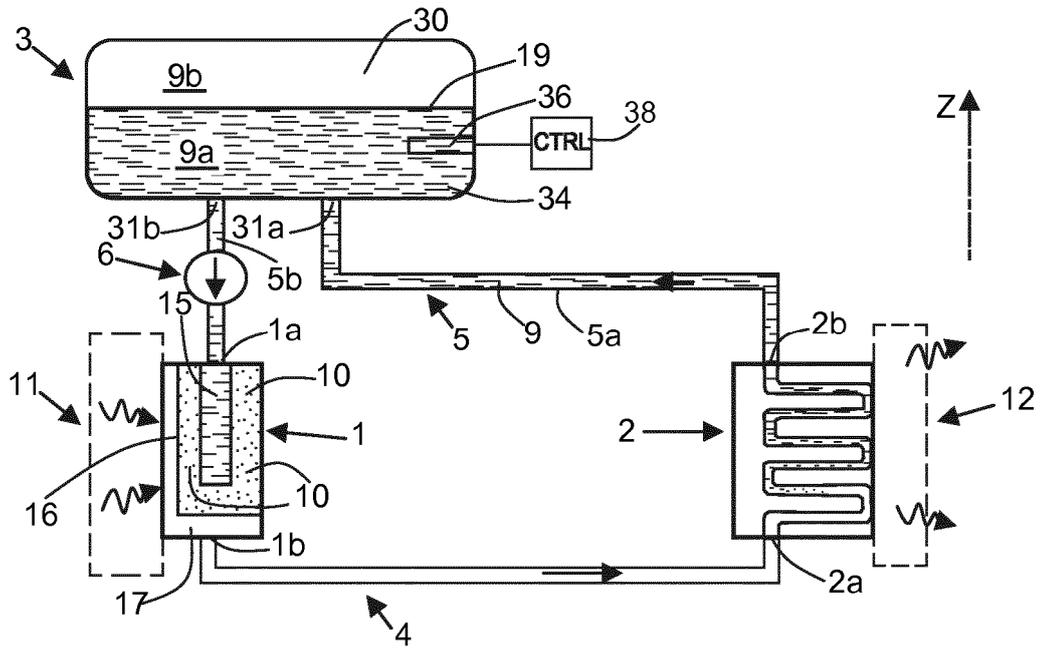


FIG. 1

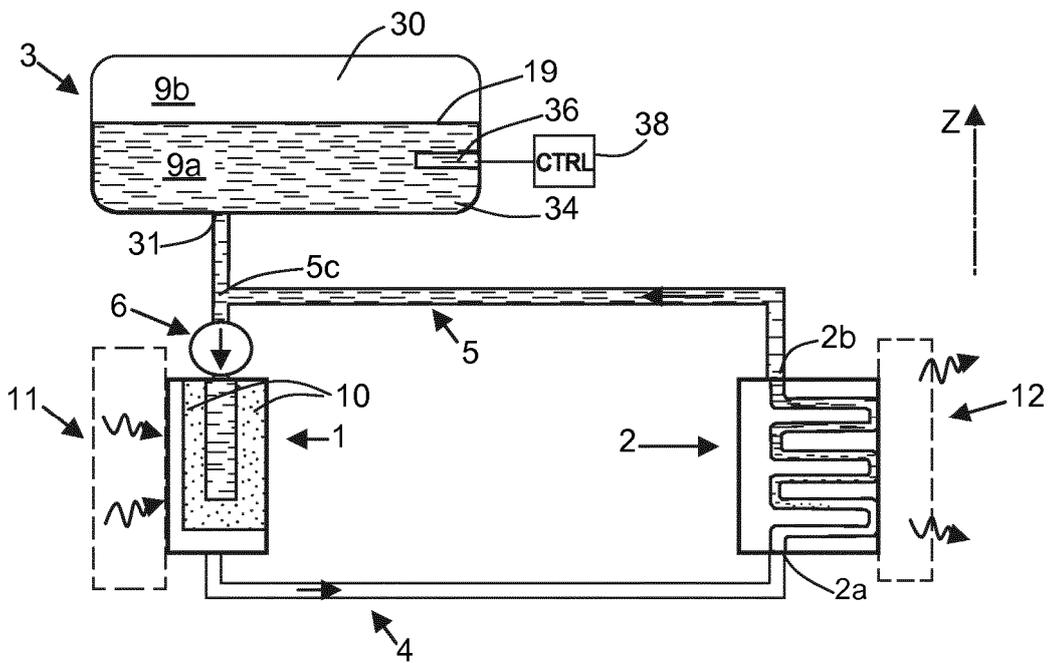


FIG. 2

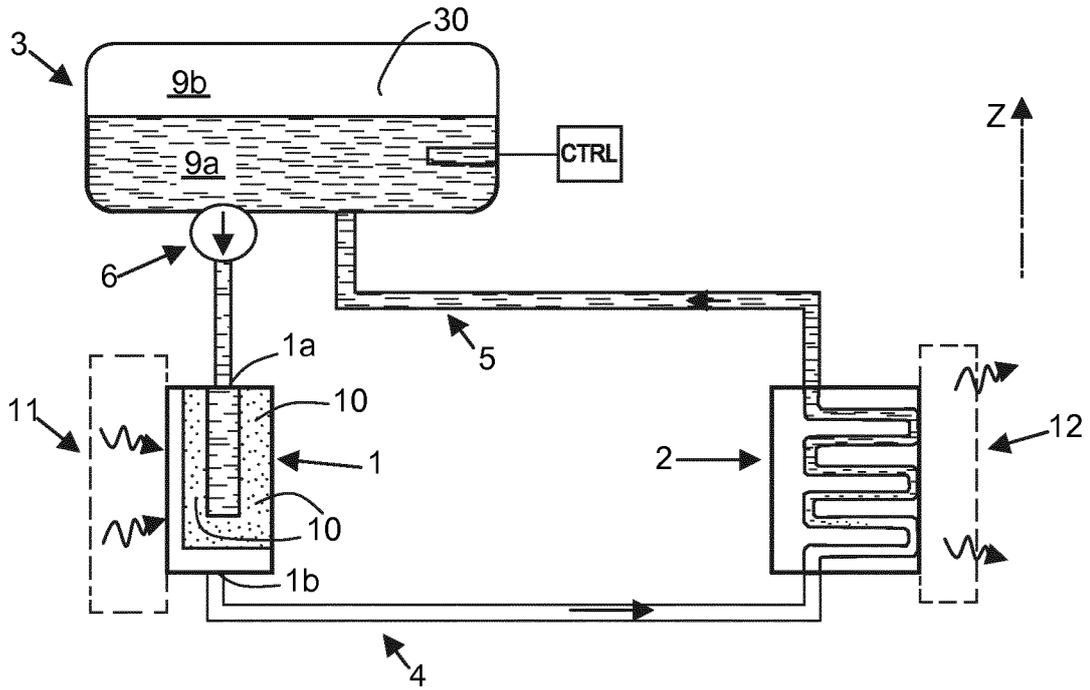


FIG. 3

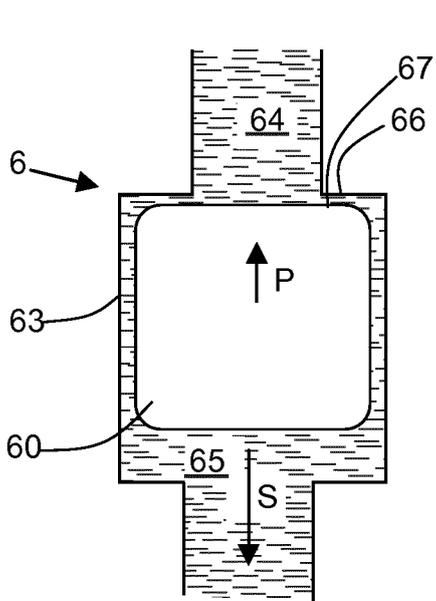


FIG. 4a

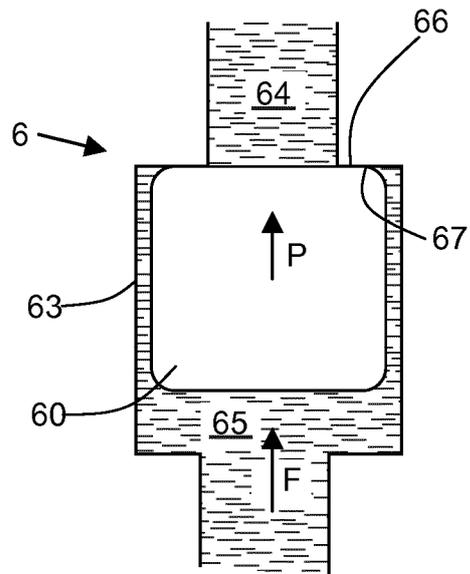


FIG. 4b

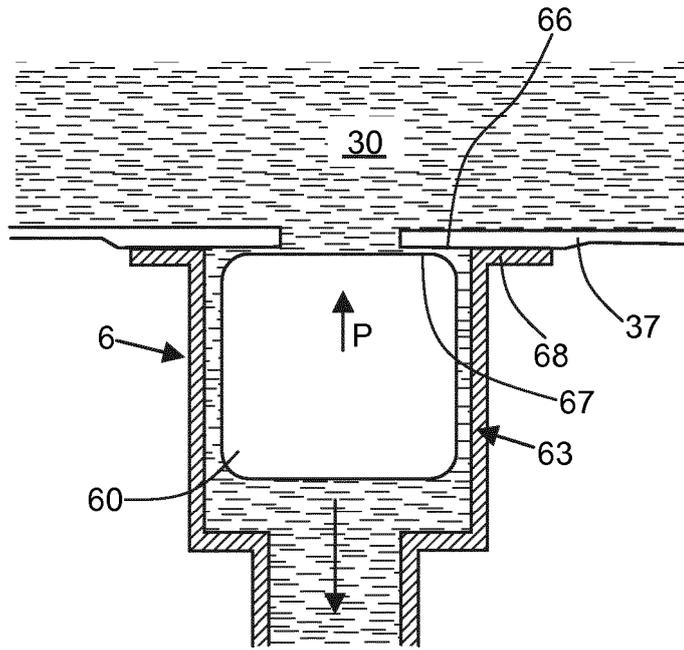


FIG. 5

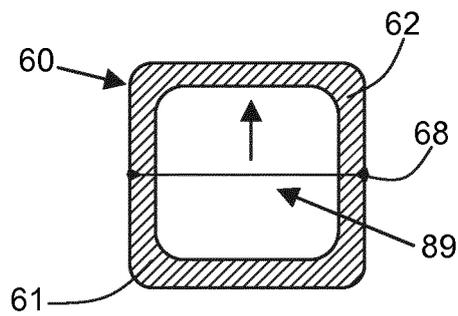


FIG. 6

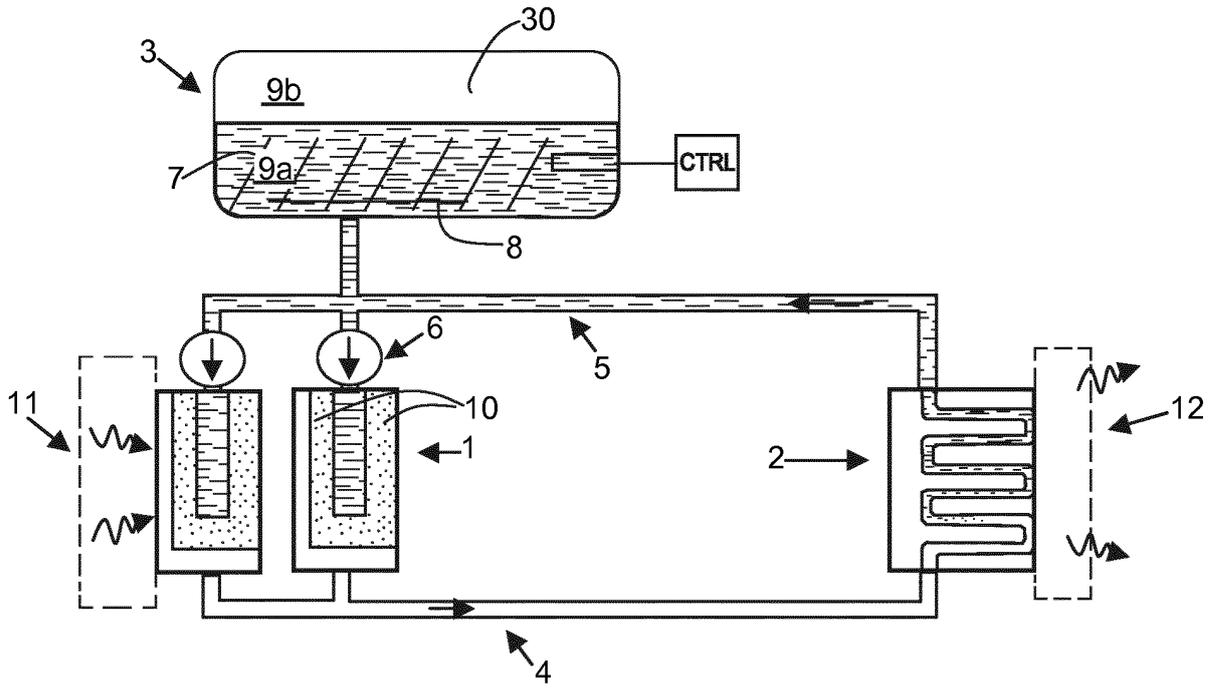


FIG. 7a

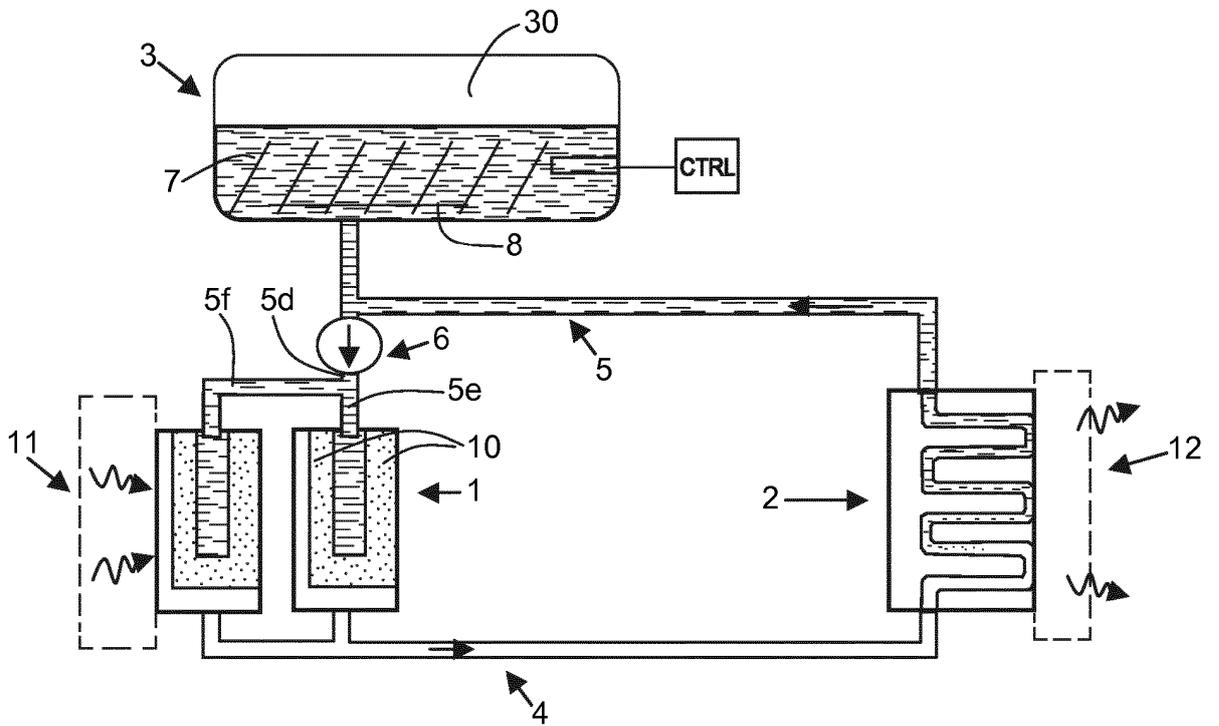


FIG. 7b