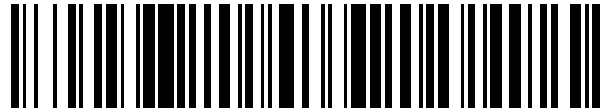


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 580 402**

51 Int. Cl.:

F28D 15/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.09.2012 E 12756742 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.04.2016 EP 2756251**

54 Título: **Dispositivo caloportador de bombeo capilar**

30 Prioridad:

14.09.2011 FR 1158202

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
23.08.2016

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 2 580 402 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 caloportador de bombeo capilar

5 Sector de la técnica

La presente invención se refiere a los dispositivos caloportadores de bombeo capilar, en particular a los dispositivos pasivos de bucle fluido bifásico.

10 Estado de la técnica

Se conocen por el documento FR-A-2949642 y por el documento US - 4,957, 157 unos dispositivos de este tipo usados como medio de enfriamiento para un convertidor de potencia electrotécnica.

15 Sin embargo, resultó que las fases de arranque eran particularmente delicadas para grandes potencias térmicas, pudiéndose producir una desecación de la mecha capilar y por tanto un fallo en el arranque.

Además, si el dispositivo se somete a aceleraciones, se puede producir un fenómeno de “choque frío” (“cold shock” en inglés) en el tanque lo que baja brutalmente la presión y menoscaba el rendimiento.

20 Apareció por tanto la necesidad de aumentar la fiabilidad del arranque y del funcionamiento de tales bucles.

Objeto de la invención

25 A tal efecto, la invención tiene por objeto un dispositivo de transferencia térmica de bombeo capilar, adaptado para extraer el calor de una fuente caliente y para devolver este calor a una fuente fría por medio de un fluido de trabajo bifásico contenido en un circuito general cerrado, que comprende:

- 30 - 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
- al menos un condensador, con una entrada y una salida,
- un tanque con un volumen interior y al menos un orificio de entrada y/o salida, con una parte de fase gaseosa situada por encima de una parte de fase líquida,
- 35 - un primer circuito de comunicación, para el fluido esencialmente en fase vapor, que une la salida del evaporador a la entrada del condensador,
- un segundo circuito de comunicación, para el fluido esencialmente en fase líquida, que une la salida del condensador al tanque y a la entrada del evaporador, caracterizado por que el tanque comprende varios volúmenes distintos de fase líquida, permaneciendo dichos volúmenes distintos en comunicación fluida,

40 comprendiendo el tanque una pluralidad de paredes internas que forman unos compartimentos adaptados para separar dichos varios volúmenes distintos de fase líquida, comunicándose dichos varios volúmenes distintos por unos pasajes de poca sección, para crear una amortiguación hidráulica entre los volúmenes distintos de fase líquida.

45 Gracias a estas disposiciones y a la amortiguación hidráulica creada de este modo, se evitan movimientos de fluido líquido demasiados grandes en el tanque, cuando se somete el dispositivo a aceleraciones, por ejemplo si el mismo está a bordo de un vehículo de transporte y, se evita de este modo una mezcla en el tanque que puede provocar un efecto de “choque frío”, es decir un descenso brutal de la temperatura de la superficie libre del líquido en el tanque que desencadene un descenso de la presión y un descenso de la eficacia del bucle. Asimismo, la división en varios volúmenes distintos de líquido permite evitar una mezcla que podría producirse debido a incrementos bruscos de potencia térmica, en particular en el caso del arranque.

50 Eventualmente, en varios modos de realización de la invención, se puede recurrir además a una y/u otra de las siguientes disposiciones:

- 55 - la fase líquida no sobresale del extremo superior de las paredes; lo que evita la mezcla de líquido en caso de aceleraciones sufridas;
- dichos varios volúmenes distintos se comunican por unos pasajes de poca sección, preferentemente inferior al 1/10 de la sección más grande del tanque; por lo que el desplazamiento de un volumen distinto al otro es posible pero limitado en caudal;
- 60 - la pluralidad de paredes internas forman una estructura de compartimentos regular; por lo que las paredes se sostienen las unas con respecto a las otras;
- el tanque comprende una estructura macroporosa y los compartimentos están desprovistos de estructura microporosa
- 65 - la estructura del compartimento adopta la forma de una estructura en nido de abeja; de modo que la estructura presenta un coste moderado porque esta estructura está optimizada;

- el dispositivo está principalmente sometido a la gravedad terrestre y la estructura de compartimento comprende unos tabiques inclinados o verticales; de modo que se limitan los desplazamientos de fluidos en caso de aceleración horizontal;
- la estructura de compartimento está hecha de acero inoxidable; por lo que su durabilidad es muy satisfactoria;
- 5 - la estructura de compartimento está hecha de plástico compatible con el fluido de trabajo en particular el metanol; por lo que es compatible con este fluido comúnmente usado, su vida útil es satisfactoria y su coste es bajo;
- dichos varios volúmenes distintos están formados en una estructura mallada ajustada (tejido metálico); por lo que se propone una alternativa a la estructura de paredes;
- 10 - la estructura de compartimento comprende un material de cambio de fase que le confiere una inercia térmica; por lo que aún se reduce el efecto de "choque frío";
- el tanque comprende un deflector de chorro de entrada; por lo que se limita el efecto de chorro producido por la entrada del líquido en el tanque a una zona restringida;
- el tanque puede ser adyacente al evaporador o el tanque puede estar integrado en el evaporador; por lo que se puede mejorar la integración mecánica del tanque
- 15 - el dispositivo comprende además un órgano anti-retorno habilitado entre el volumen interior del tanque y la masa microporosa del evaporador y habilitado para impedir que el líquido, presente en el evaporador, se desplace hacia el volumen interior del tanque;
- el dispositivo está principalmente sometido a la gravedad y el órgano anti-retorno comprende un flotador;
- 20 - el dispositivo de transferencia térmica está desprovisto preferentemente de bombeo mecánico; de modo que se aumenta su fiabilidad;
- el dispositivo comprende además un elemento de suministro de energía a la altura del tanque para controlar la presurización del bucle durante el arranque; de modo que se puede garantizar la fiabilidad del arranque del bucle.

25

Descripción de las figuras

Otros aspectos, objetivos y ventajas de la invención se pondrán de manifiesto tras la lectura de la siguiente descripción de varios modos de realización de la invención, aportados a modo de ejemplos no limitativos, con relación a los dibujos adjuntos en los que:

30

- la figura 1 es una vista general de un dispositivo según una realización de la invención,
- la figura 2 es una variante del dispositivo de la Figura 1,
- la figura 3 muestra de manera más detallada el tanque del dispositivo de la figura 2,
- 35 - las figuras 4a y 4b muestra unas estructuras de compartimento en el tanque del dispositivo de las figuras 1 y 2,
- la figura 5 es análoga a la figura 3 y muestra una variante del tanque del dispositivo de la figura 2.
- la figura 6 es una variante del dispositivo de la Figura 1.

40

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

Descripción detallada de la invención

La figura 1 muestra un dispositivo caloportadores de bombeo capilar, de bucle fluido bifásico. 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. A tal efecto, la masa microporosa **10** rodea un vaciado longitudinal central ciego **15** en comunicación con la entrada **1a** para recibir el fluido de trabajo **9** en el estado líquido desde un tanque **3**.

45

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

50

Bajo el efecto del suministro de calorías en contacto **16** con la masa microporosa llena de líquido, el fluido pasa 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**.

55

En el evaporador **1**, las cavidades liberadas por el vapor evacuado se rellenan por el líquido aspirado por la masa microporosa **10** a partir del vaciado central **15** mencionado anteriormente; se trata del fenómeno de bombeo capilar muy conocido en sí.

60

En el interior de dicho condensador **2**, el calor es cedido 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, en otros términos su condensación.

65

A la altura del condensador **2**, se baja la temperatura del fluido de trabajo **9** 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 el debido aporte de calor.

La presión de vapor empuja el líquido en dirección de la salida **2b** del condensador **2** que desemboca en un segundo circuito de comunicación **5**, unido a su vez al tanque **3**.

5 El tanque 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 tanque **3** presenta un volumen interior **30**, lleno de fluido caloportador **9**. El fluido de trabajo **9** puede ser por ejemplo el amoníaco o cualquier otro fluido apropiado, pero se puede elegir preferentemente el metanol. El fluido de trabajo **9** es bifásico y se presenta en parte en fase líquida **9a** y en parte en fase vapor **9b**. En un entorno en el que se ejerce una gravedad (vertical según Z), la parte en fase gaseosa **9b** se sitúa por encima de la parte en fase líquida **9a** y una interfaz liquido-vapor **19** separa las dos fases (superficie libre del líquido en el tanque).

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

15 A la altura de la base del tanque **34**, la temperatura del líquido es generalmente inferior a la temperatura que prevalece en la superficie de separación **19**.

20 Para un funcionamiento correcto del bucle de bombeo capilar, hay que evitar que la temperatura que prevalece en la superficie de separación **19** evolucione rápidamente y evitar en particular una mezcla de la fase líquida **9a** que tiene tendencia a llevar el líquido frío de la parte inferior del tanque hacia arriba y por tanto a hacer caer la temperatura de la superficie y por tanto la presión.

Este fenómeno de caída brutal de la temperatura y presión se llama comúnmente "choque frío" y se debe evitar.

25 El primer y el segundo circuito de comunicación fluida **4**, **5** son preferentemente conductos tubulares, pero se podría tratar de otro tipo de conductos o de canales de comunicación fluidos (conductos rectangulares, flexibles, etc.).

30 Asimismo, el segundo circuito de comunicación fluida **5** puede ser en forma de dos conductos independientes distintos **5a**, **5b** (véase la Fig. 1) o de un solo conducto con una articulación en "T" **5c** (véase la Fig.2).

Estas configuraciones de conductos siguen siendo pertinentes cuando varios y/o varios condensadores están conectados en paralelo.

35 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 tanque (caso de dos conductos independientes) o bien directamente (caso o de un solo conducto con "T").

40 Con el fin de evitar los fenómenos de mezcla en el seno del tanque que son propicios al fenómeno de "choque frío", se prevé, en el interior del tanque varios volúmenes de líquido distintos separados los unos de los otros pero permaneciendo dichos volúmenes distintos en comunicación fluida. En particular, y más precisamente, en el tanque se pueden habilitar una pluralidad de paredes internas **7** adaptadas para separar dichos varios volúmenes distintos.

45 Sin embargo, según una alternativa, dichos varios volúmenes distintos pueden formarse en una estructura mallada ajustada (no representada en las figuras), tal como, por ejemplo, una estructura de tipo paja de hierro, o incluso una estructura de tipo esponja o una estructura macroporosa, o incluso un apilado de esferas huecas taladradas de pequeños orificios.

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

55 Este deflector de chorro de entrada impide que una llegada rápida de líquido al tanque cree un barboteo o una corriente que favorece la mezcla del líquido. Puede presentarse en la forma de un perfil en U orientado hacia abajo, o de una campana o de cualquier otra forma que crea una desviación suficiente de la trayectoria del chorro de entrada.

60 La figura 3 muestra una estructura de compartimento **71**, con unas paredes verticales **7**, es decir orientadas según la dirección de la gravedad. Cabe destacar no obstante que las paredes pueden inclinarse también ligeramente o sustancialmente, tal como se ilustra por ejemplo en la Figura 1. Preferentemente, la estructura del compartimento es regular, es decir que un cierto estampado geométrico se repite varias veces. Cabe destacar que el tanque puede tener cualquier forma, y en particular paralelepípedica o cilíndrica. Además, la estructura de compartimento puede formarse en acero inoxidable para conferirle una buena durabilidad. Además, la estructura de compartimento puede formarse en plástico compatible del fluido de trabajo y en particular del metanol; por lo que es compatible con este fluido comúnmente usado para las aplicaciones terrestres, su vida útil es satisfactoria y su coste es bajo.

Según un aspecto de la presente invención, dichos varios volúmenes distintos comunican por unos pasajes de sección pequeña, preferentemente inferior al 1/10 de la mayor sección del tanque. Por ejemplo tal como se ilustra en la figura 3, las paredes internas **7** presentan unos orificios **70** cuya sección de paso es pequeña, y ello con objeto de crear una amortiguación hidráulica entre los distintos volúmenes de líquido.

5 Los pasajes entre los distintos volúmenes pueden situarse también en la base de los compartimentos, sin orificio en la altura de los compartimentos. En este caso, una rejilla **28** taladrada por una pluralidad de agujeros de poca sección permite que el fluido se desplace entre los compartimentos pasando por una cámara de transferencia **29** situada en la zona de base **24** del tanque. Esta rejilla **28** llamada también de difusión puede servir ventajosamente de soporte para la estructura de compartimentos **71**.

La altura de las paredes puede estar comprendida entre el 30 % y el 90 % de la altura del tanque, y se elegirá en particular para que la superficie superior **19** del líquido no sobresalga del extremo superior de las paredes **7**.

15 De manera ventajosa, se puede elegir una estructura en nido de abeja de malla hexagonal o una estructura de malla cuadrada, tal como se ilustra respectivamente en las figuras **4a** y **4b**. Los compartimentos de forma hexagonal **77**, (respectivamente cuadrada **78**) comunican entre por su abertura inferior **76** (respectivamente **79**).

20 Además, la pluralidad de paredes puede constar de unas paredes orientadas de manera diferente entre sí. En particular, puede haber algunas paredes paralelas al plano XZ, otras paralelas al plano XZ y otras paralelas al plano YZ: de este modo se pueden limitar los movimientos según todas las direcciones en el espacio, lo que es particularmente ventajoso si el dispositivo se embarca a bordo de una aeronave.

25 A su vez el tamaño de las células no debe ser demasiado fino (inferior al milímetro) sino la estructura retiene el líquido por capilaridad y solicita un sobrellenado para evitar desecar el bucle durante los arranques en condiciones frías o los descensos de potencias. Los compartimentos están desprovistos de este modo de estructura microporosa, aunque el tanque pueda formar una estructura macroporosa.

30 Según otro aspecto ventajoso de la invención, la estructura de compartimento comprende un material de cambio de fase que confiere una inercia térmica a dicha estructura que participa en la limitación de las diferencias bruscas de temperatura.

35 La figura 5 es análoga a la figura 3 y muestra una variante del tanque del dispositivo con una entrada de líquido en parte baja y en el lado **35**, lo que puede permitir simplificar el deflector de chorro de entrada **8**. El deflector de chorro de entrada **8** puede reducirse por tanto a una placa que se extiende horizontalmente o a una prolongación taladrada por una multitud de agujeros del tubo **5**.

40 Además, tal como se ilustra en la figura 6 (análoga a la figura 1), el dispositivo puede comprender accesoriamente además un órgano anti-retorno **6**, habilitado entre el volumen interior **30** del tanque y la masa microporosa **10** del evaporador, para impedir que el líquido presente en el evaporador se desplace hacia el volumen interior del tanque. Este órgano anti-retorno **6** permite evitar un movimiento de líquido desde el evaporador en dirección del tanque durante el desencadenamiento de la ebullición durante las fases de arranque del sistema.

45 De manera preferente, este órgano anti-retorno **6** puede constar de un flotador (no representado en detalle) cuya densidad es ligeramente inferior a la densidad del fluido en fase líquida.

50 A su vez, el dispositivo puede comprender además un elemento de suministro de energía **36**, por ejemplo un elemento de calentamiento o de presurización, situado a la altura del tanque para controlar la presurización del bucle durante el arranque. Un sistema de control "Ctrl" **38** dirige, en el caso de un elemento de calentamiento, el suministro de calorías a este elemento de calentamiento **36**, en función de una información de temperatura y/o una información de presión proporcionadas por unos sensores (no representados) y ello con el fin de asegurar el arranque del bucle bifásico.

55 El elemento calentador puede situarse asimismo en la fase líquida y/o la fase vapor. Preferentemente este elemento se sitúa en la fase líquida y genera el vapor hacia la parte superior del tanque. La regulación con el elemento calentador se facilitará por la presencia de una fuente fría en contacto con este último (aire ambiente, u otro). Además, este sistema de control "Ctrl" puede preparar también el bucle bifásico para una llegada inminente y grande de calorías al evaporador, lo que permite anticipar la reacción del bucle bifásico con respecto a la necesidad de disipación térmica. De este modo se puede optimizar el dimensionado del bucle para grandes cantidades de calor que hay que evacuar.

Ventajosamente según la invención, el dispositivo está desprovisto de cualquier bomba mecánica aunque la invención no excluya la presencia de una bomba mecánica auxiliar.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Dispositivo de transferencia térmica de bombeo capilar sometido a la gravedad, adaptado para extraer el calor de una fuente caliente (11) y para devolver este calor a una fuente fría (12) por medio de un fluido de trabajo bifásico contenido en un circuito general cerrado, 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
 - 10 - al menos un condensador (2), que tiene una entrada y una salida,
 - un tanque (3) que tiene un volumen interior (30) y al menos un orificio de entrada y/o salida (31, 31a, 31b), con una parte de fase gaseosa situada por encima de una porción de fase líquida,
 - un primer circuito de comunicación (4), para el fluido esencialmente en fase vapor, que une la salida del evaporador a la entrada del condensador,
 - 15 - un segundo circuito de comunicación (5), para el fluido esencialmente en fase líquida, que une la salida del evaporador al tanque y a la entrada del evaporador,
- caracterizado por que** el tanque (3) comprende varios volúmenes distintos de fase líquida, permaneciendo dichos volúmenes distintos en comunicación fluida, comprendiendo el tanque una pluralidad de paredes internas (7) que forman unos compartimentos adaptados para separar dichos varios volúmenes distintos de fase líquida, comunicándose dichos volúmenes distintos por unos pasajes de poca sección, para crear una amortiguación hidráulica entre los volúmenes distintos de fase líquida.
- 20 2. Dispositivo según la reivindicación 1, en el que la fase líquida no sobresale del extremo superior de las paredes (7).
- 25 3. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 2, en el que la pluralidad de paredes internas forma una estructura de compartimentos regular.
- 30 4. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el tanque comprende una estructura macroporosa y los compartimentos están desprovistos de estructura microporosa.
5. Dispositivo según la reivindicación 4, principalmente sometido a la gravedad terrestre, en el que las paredes forman unos tabiques inclinados o verticales.
- 35 6. Dispositivo según una de las reivindicaciones 4 a 5, en el que la estructura de compartimento adopta la forma de una estructura en nido de abeja.
7. Dispositivo según una de las reivindicaciones 4 a 6, en el que la estructura de compartimento comprende un material de cambio de fase que le confiere una inercia térmica.
- 40 8. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 7, en el que el tanque comprende un deflector de chorro de entrada (8) en las proximidades del orificio de entrada.
9. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 8, en el que el tanque puede ser adyacente al evaporador o el tanque puede estar integrado en el evaporador.
- 45 10. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 9, que comprende un órgano anti-retorno (6) habilitado entre el volumen interior (30) del tanque y la masa microporosa (10) del evaporador y habilitado para impedir que el líquido presente en el evaporador se desplace hacia el volumen interior del tanque.
- 50 11. Dispositivo según la reivindicación 10, principalmente sometido a la gravedad terrestre, en el que el órgano anti-retorno comprende un flotador (60).
12. Dispositivo de transferencia térmica según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** está desprovisto de bomba mecánica.
- 55 13. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, que comprende además un elemento de suministro de energía (36) a la altura del tanque para controlar la presurización del bucle durante el arranque.
- 60 14. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, en el que la sección de los pasajes de poca sección es inferior al 1/10 de la sección más grande del tanque.

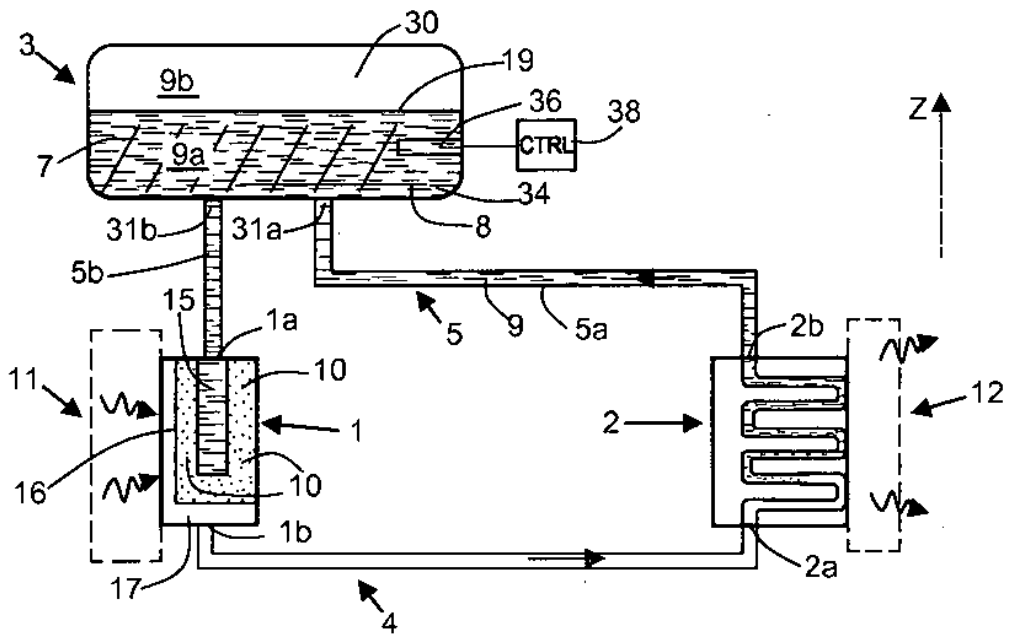


FIG. 1

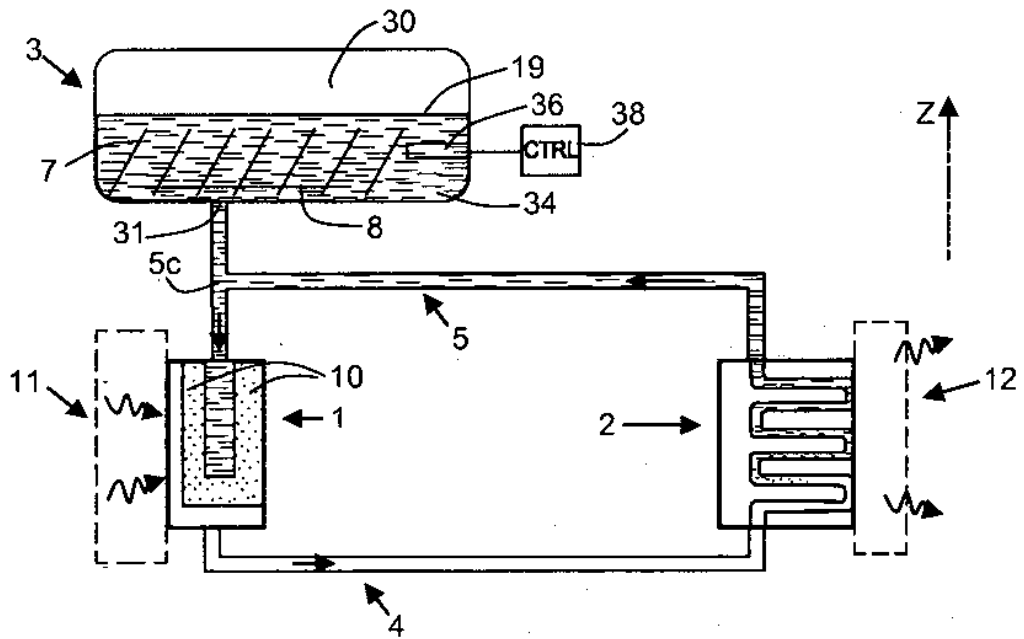
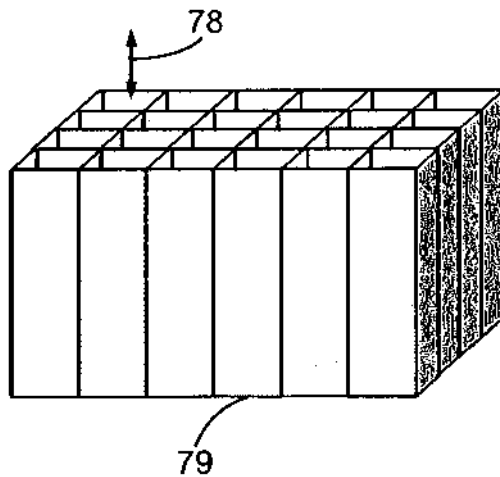
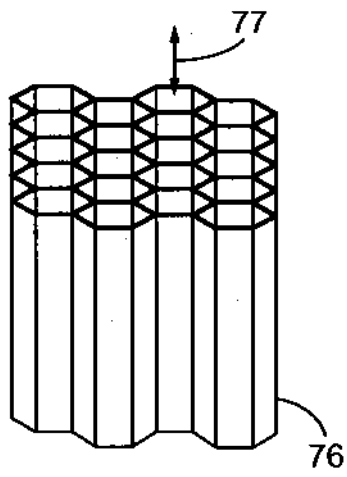
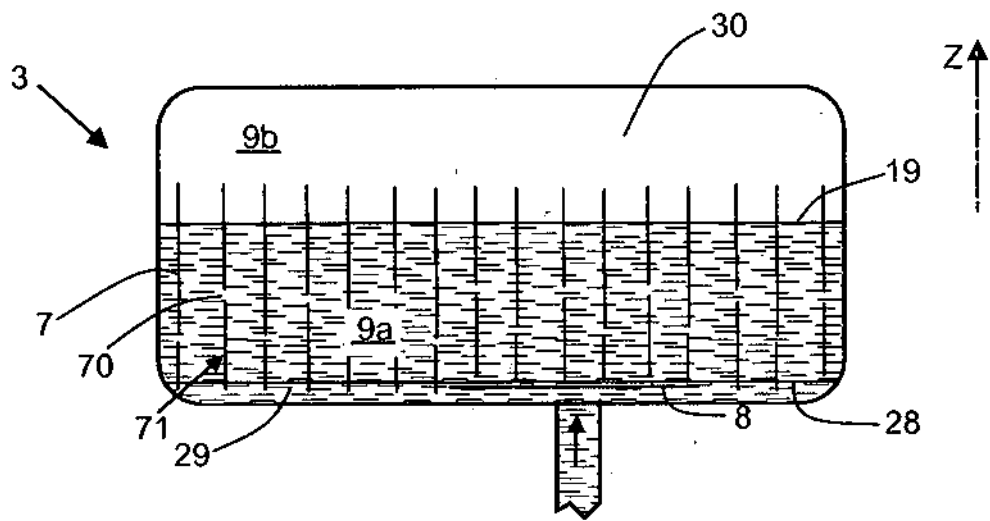


FIG. 2



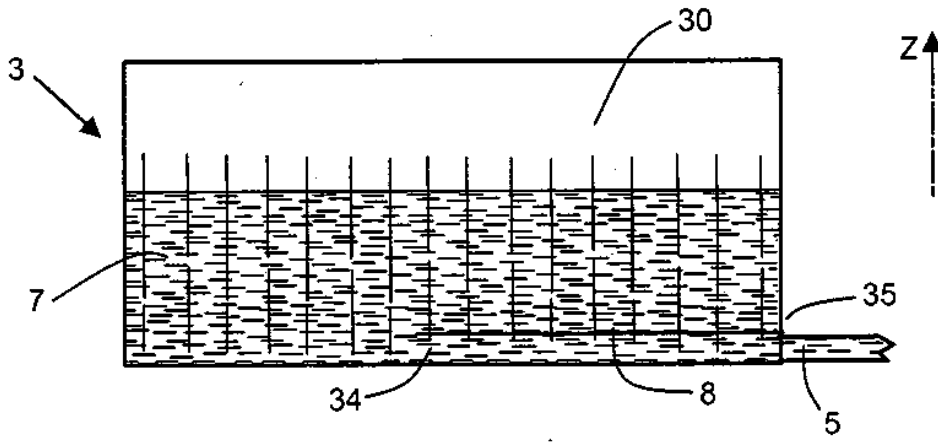


FIG. 5

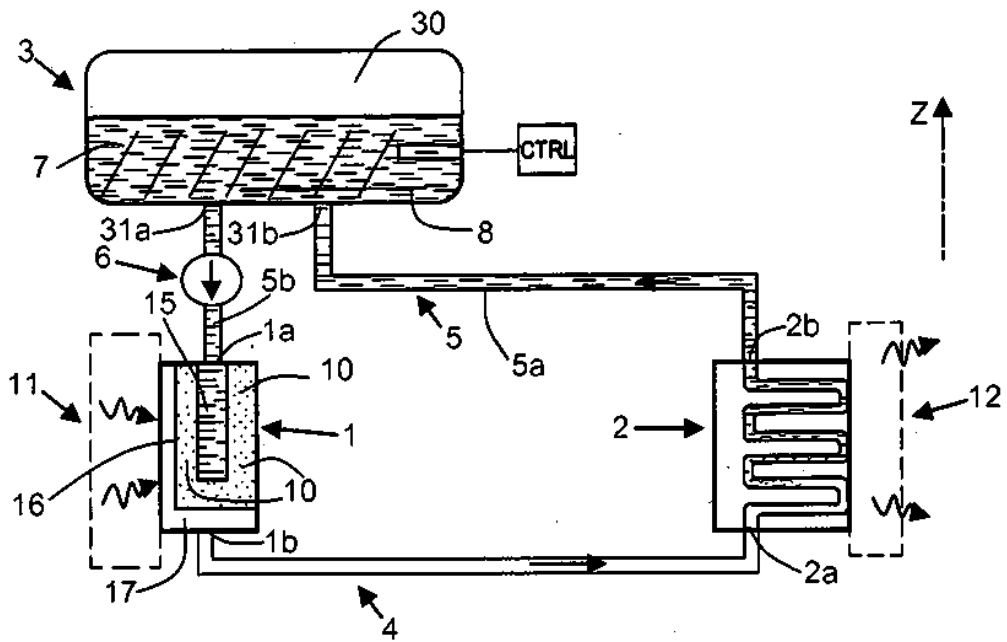


FIG. 6