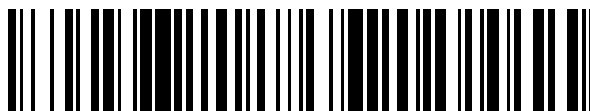


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 811 702**

51 Int. Cl.:

F04B 19/24 (2006.01)

F04B 19/00 (2006.01)

H01L 23/473 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.11.2014** **E 14306808 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.06.2020** **EP 3021354**

54 Título: **Bomba fluídica**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
15.03.2021

73 Titular/es:

ALCATEL LUCENT (100.0%)
Site Nokia Paris Saclay, Route de Villejust
91620 Nozay, FR

72 Inventor/es:

JEFFERS, NICHOLAS;
STAFFORD, JASON;
DONNELLY, BRIAN y
NOLAN, KEVIN

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 811 702 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

Bomba fluidica

- 5 La presente divulgación se refiere a técnicas de enfriamiento para equipos electrónicos u ópticos que usan bombas fluidicas.

Antecedentes

- 10 El reciente crecimiento significativo en el tráfico de datos en telecomunicaciones requiere más funcionalidad de futuros paquetes electrónicos o fotónicos. Más funcionalidad implica niveles comparativamente más altos de generación de calor. Las soluciones térmicas actuales empleadas hoy en día no parecen ser capaces de escalar lo suficiente como para satisfacer las futuras demandas de la red. Un enfoque para enfriar dichos componentes se basa en el uso de bombas fluidicas. El documento WO 2005/071748 A1 describe un sistema de enfriamiento para un dispositivo electrónico (1) que comprende una primera (3), segunda (13) y tercera (2) cámara y un calentador colocado en la primera cámara. La primera y segunda cámaras están separadas por una membrana. La primera cámara también tiene dos válvulas (7) y (10) para dirigir el fluido entre la tercera, primera y segunda cámaras. Al calentar el fluido en la primera cámara, la membrana bombea el líquido desde la segunda cámara hacia la tercera cámara. El documento US 2006/078434A1 divulga una bomba de accionamiento térmico que comprende una primera, segundas cámaras y un elemento termoeléctrico dispuestos entre la primera y segunda cámaras.

- 25 El documento US 2910836 A describe un aparato de calentamiento y enfriamiento de fluidos que usa un elemento termoeléctrico. El documento US 2011/020140 A1 divulga una microbomba que comprende una cámara de bomba que incluye pasos de entrada y salida y las dos válvulas correspondientes a través de las cuales fluye un fluido impulsor y una unidad de calentamiento y enfriamiento de la cámara de bomba.

Sumario

- 30 La presente invención se refiere a un aparato y un sistema de acuerdo con la redacción de las reivindicaciones 1 y 15, respectivamente. En las reivindicaciones dependientes se exponen aspectos y detalles adicionales de la invención.

Breve descripción de los dibujos

- 35 Las figuras 1A, 1B y 1C son varias representaciones esquemáticas a modo de ejemplo que corresponden a una bomba de acuerdo con algunas realizaciones.
Las figuras 2A y 2B son representaciones esquemáticas a modo de ejemplo que corresponden a una bomba de acuerdo con algunas realizaciones.
La figura 3 es una representación esquemática a modo de ejemplo correspondiente a una bomba de acuerdo con algunas realizaciones.
40 La figura 4 es una representación esquemática a modo de ejemplo correspondiente a una bomba de acuerdo con algunas realizaciones.

Descripción detallada

- 45 Debido a una tendencia creciente en el diseño de dispositivos pequeños y altamente confiables, también se desea que un mecanismo de enfriamiento utilizado en tales dispositivos sea pequeño y altamente confiable. Se desea además que dicho mecanismo de enfriamiento sea capaz de situarse dentro de un paquete de tamaño reducido y de proporcionar el aumento de presión requerido en el fluido de trabajo (por ejemplo, en el rango de 10 kPa o más a una velocidad de flujo en el rango de 5 ml/min o más alto).

- 50 Varias técnicas de enfriamiento conocidas se basan en el uso de partes móviles para hacer que un fluido (líquido o gas) fluya en las proximidades del componente para enfriarlo y así absorber el calor del componente a través del contacto térmico y transferirlo a otros entornos (por ejemplo, el ambiente). Sin embargo, tales soluciones generalmente no son lo suficientemente confiables porque las partes móviles generalmente sufrirán fallas mecánicas (por ejemplo, desgaste o rotura) después de algún uso.

- 60 Así mismo, los mecanismos de bombeo que utilizan piezas móviles (por ejemplo, bombas de diafragma piezoeléctrico) ocupan un espacio que es normalmente relativamente grande en comparación con el tamaño total del dispositivo. Esto dificulta la miniaturización del dispositivo.

- Algunos dispositivos conocidos, como las bombas electroosmóticas, no tienen partes móviles, sin embargo, estos dispositivos generalmente no tienen el rendimiento fluido requerido y, por lo tanto, no son adecuados para aplicaciones como el enfriamiento microfluídico.

- 65 La solución propuesta en este documento aprovecha el hecho de que bajo un aumento de temperatura debido a la absorción de calor, el volumen de un fluido aumenta para una presión fija. En cambio, la presión del fluido aumenta si

el volumen en el que está contenido es fijo.

Este aumento de presión puede, en algunos casos, ser el resultado de imponer un cambio de fase en el fluido (por ejemplo, líquido que se convierte en vapor); y en algunos otros casos, puede ser simplemente el resultado de la expansión térmica en un fluido en respuesta a un aumento de temperatura.

Por lo tanto, cuando un fluido se calienta dentro de un volumen provisto de una salida, El aumento de la presión del fluido dentro de ese volumen hace que el fluido se mueva (fluya) fuera de ese volumen a través de su salida.

Las realizaciones de la divulgación tienen como objetivo aprovechar el efecto descrito anteriormente del movimiento del fluido inducido por los cambios de presión en el fluido, debido a la variación de temperatura, para obtener un efecto de bombeo. Este efecto de bombeo se puede proporcionar de cualquier manera adecuada. A continuación se proporcionan dos ejemplos no limitantes de enfoques preferidos y se describen en más detalles con referencia a los dibujos.

Un primer enfoque es hacer que el fluido se mueva en dos direcciones opuestas (por ejemplo, hacia atrás y hacia adelante, como en una lanzadera) sobre los componentes a enfriar.

Un segundo enfoque se refiere a proporcionar un flujo del fluido en una sola dirección sobre el componente a enfriar. Este segundo enfoque se puede lograr, por ejemplo, utilizando válvulas unidireccionales para hacer un mecanismo de bomba con flujo continuo en una dirección.

En el contexto de la presente divulgación, debe entenderse que el término "contacto térmico" y sus derivaciones se refieren tanto a un contacto directo, sin una interfaz, entre dos elementos que están destinados a transferir calor entre sí; un contacto a través de una interfaz (un tercer elemento) situado entre los dos elementos y capaz de transferir calor de uno de los dos elementos al otro.

En lo que sigue, se proporcionan algunas realizaciones a modo de ejemplo en relación con bombas microfluídicas. Estas bombas suelen utilizar microcanales para el flujo de fluido dentro del mecanismo de enfriamiento. Las bombas microfluídicas se pueden usar en aplicaciones donde los componentes de pequeño tamaño necesitan ser enfriados, como por ejemplo en telecomunicaciones. En el presente documento, debe entenderse que un microcanal se refiere a un canal que tiene al menos una dimensión de sección transversal inferior a 1 mm de longitud. Por ejemplo, una sección transversal rectangular de microcanales puede tener las siguientes dimensiones: en donde 0,9 mm x 5 mm.

Sin embargo, la divulgación no se limita al uso de microcanales en bombas y también es aplicable a aplicaciones de bombeo más grandes donde se requiere una bomba confiable, por ejemplo, en bombas de mayor escala para enfriamiento XFP o para aplicaciones biomédicas donde el canal puede tener una dimensión de sección transversal de más de 1 mm.

Las figuras 1A, 1B y 1C ilustran una realización de ejemplo de un conjunto de transferencia de calor que comprende una bomba microfluídica según el primer enfoque. En estas figuras, a modo de ilustración y no de limitación, se muestra un mecanismo de bomba que utiliza el concepto de cambio de fase (por ejemplo, líquido-vapor). Sin embargo, los expertos en la técnica relacionada entenderán que el mecanismo de bombeo sin cambio de fase, y simplemente usando el efecto de expansión/contracción de un fluido en respuesta a la variación de temperatura, también puede hacerse utilizando los principios de la divulgación.

Con referencia en primer lugar a la figura 1A, se muestra un conjunto de transferencia de calor 100, que comprende una bomba 110 (en este ejemplo, siendo una bomba multifásica), una fuente de calor 120 que puede comprender uno o más componentes ópticos o uno o más componentes electrónicos, para ser enfriado y un mecanismo de eliminación de energía térmica 130 tal como un disipador de calor.

Un fluido de trabajo 112 se usa para operaciones de transferencia de calor. El fluido de trabajo 112 es capaz de fluir a través de microcanales 140 en direcciones hacia atrás o hacia adelante. El conjunto de transferencia de calor 100 comprende además una cámara de enfriamiento 150 a través de la cual puede fluir el fluido de trabajo.

La bomba 110 comprende un enfriador termoeléctrico (TEC) 111. Un TEC es una bomba de calor de estado sólido conocida que es capaz de bombear el calor de un lado a otro en respuesta a una tensión suministrada. La dirección de bombeo del calor depende de la polaridad de la tensión suministrada. Si la tensión aplicada al TEC se invierte, la dirección del efecto de bombeo de calor también se invertirá. Por lo tanto, bajo temperatura ambiente, esta transferencia de calor por lo tanto resulta en que un lado del TEC está por encima y el otro lado está por debajo de la temperatura ambiente.

La figura 1B muestra la bomba 110 de la figura 1A a mayor escala. El dispositivo 110 comprende, además, una carcasa 113 que comprende un cuerpo superior 113a y un cuerpo inferior 113b. Con referencia simultánea a las figuras 1A y 1B, se supone que el TEC 111 está excitado por una tensión aplicada al mismo. Como resultado, un lado 111a del TEC se calienta mientras que el otro lado 111b se enfría en relación con la temperatura inicial dentro del TEC (por

ejemplo, temperatura ambiente). Por lo tanto, el lado caliente 111a del TEC hace que el fluido de trabajo 112 cambie de fase de líquido a vapor 112a, aumentando así la presión dentro de los límites 113 de la primera cámara 113a. El lado opuesto 111b del TEC enfría el fluido, resultando en la fase de cambio de fluido de vapor a líquido, o simplemente contrayéndose en volumen, disminuyendo así la presión dentro de la segunda cámara 113b. Esta operación hace que el fluido se reubique en una primera dirección (en sentido antihorario en el ejemplo que se muestra en las figuras 1A y 1B). Como resultado, el fluido puede moverse a través de los microcanales 140 y entrar en la cámara de enfriamiento 150 (figura 1A). La cámara de enfriamiento 150 está en contacto térmico con el mecanismo de eliminación de energía térmica 130 a través del cual intercambia calor con el ambiente. Por lo tanto, el fluido 112 puede enfriarse hasta cierto punto en la cámara de enfriamiento antes de que fluya más para alcanzar la fuente de calor 120. A continuación se proporcionan detalles adicionales relacionados con el movimiento del fluido dentro de la cámara de calor.

Después de que el fluido 112 haya entrado en contacto térmico con la fuente de calor 120 y haya absorbido calor de ella, el fluido calentado 112 continúa fluyendo fuera de la cámara de enfriamiento 150 y a través de microcanales 140 para alcanzar finalmente la segunda cámara 113b y el lado más frío 111b del TEC 111. De esta manera, se proporciona un circuito cerrado en el que se hace que el fluido se mueva, es decir, se bombee, desde la bomba 110 hacia la fuente de calor 120 y de regreso a la bomba 110, como se muestra mediante flechas en la figura 1A.

Con referencia ahora a la figura 1C, se muestra un escenario en el que la polaridad de la tensión aplicada al TEC 111 se invierte, haciendo que el fluido 112 se mueva en la dirección inversa (en el sentido de las agujas del reloj en el ejemplo mostrado en la figura 1C) debido a los mismos efectos que descrito con referencia a la figura 1A.

La polaridad de la tensión aplicada puede variar de acuerdo con cualquier frecuencia deseada para cumplir con las demandas de enfriamiento de cada aplicación particular y para adaptarse al rendimiento del conjunto de transferencia de calor de las figuras 1A, 1B y 1C.

Como medida adicional para garantizar un enfriamiento eficiente, la fuente de calor 120 puede estar situada de tal manera que el fluido 112 calentado por el TEC 111 no llegue directamente a ella. Por ejemplo, la fuente de calor 120 puede estar situada a una distancia de la bomba que es más larga que la distancia a lo largo de la cual la bomba puede empujar el fluido desde el TEC 111. Por lo tanto, con cada carrera (de ida y vuelta), el fluido calentado por el TEC 111 se aleja del TEC sin llegar a la fuente de calor 120.

La bomba puede configurarse de manera que se requiera una cantidad relativamente pequeña de energía para causar una transformación de fase o expansión térmica en el fluido y, por lo tanto, se produzca un calentamiento relativamente pequeño. Por ejemplo, si el fluido de trabajo es agua a presión atmosférica, y si el sistema está configurado para funcionar a 99C, entonces el TEC solo necesita calentar el agua en 1C para activar el cambio de fase de líquido a gas; que es muy poco calentamiento. Por otro lado, si la presión se reduce aplicando un vacío en el sistema, la temperatura de transición de fase se puede cambiar de 100C a otra, por ejemplo 50C, y el proceso puede repetirse. De esta manera, la bomba se puede configurar para que el TEC 111 realice un calentamiento muy poco sensible del fluido. Otros fluidos, por ejemplo fluidos dieléctricos, también pueden utilizarse en una forma similar.

La cámara de enfriamiento 150 comprende boquillas y difusores 151-154. Estas boquillas y los difusores se emplean para evitar la reinsertión del fluido calentado 112 en la cámara de enfriamiento 150 después de que se haya calentado entrando en contacto térmico con la fuente de calor 120.

En el contexto de la presente divulgación, se puede considerar que una boquilla es una contracción en el área de la sección transversal del microcanal con respecto a la dirección del flujo del fluido. De manera similar, un difusor puede considerarse como una expansión en el área de la sección transversal del microcanal en relación con la dirección del flujo del fluido. Por lo tanto, cambiando la dirección del flujo del fluido, una boquilla puede convertirse en un difusor y *viceversa*.

Por ejemplo en la figura 1A, elementos por los números de referencia 154 y 152 son boquillas; y elementos mostrados por los números de referencia 151 y 153 son difusores. Los difusores tienen una menor resistencia al flujo de fluido que las boquillas de tamaño comparable; por lo tanto, el fluido tenderá a pasar a través de un difusor más fácilmente que a través de una boquilla.

La cámara de enfriamiento 150 comprende dos secciones 150a y 150b separadas por una pared 155. Tal y como puede verse en las figuras 1A y 1C, una boquilla 152 y un difusor 151 están situados en una sección 150b de la cámara de enfriamiento y una boquilla 154 y un difusor 153 están situados en la otra sección 150a.

En el ejemplo de la figura en la figura 1A, se muestra que el fluido se aleja del lado derecho del TEC 111. Entra en la sección del lado derecho 150a de la cámara de enfriamiento y fluye a través del difusor 153 y hacia la fuente de calor 120 donde recibe energía térmica. Luego, el fluido fluye hacia la sección lateral izquierda 150b de la cámara de enfriamiento y finalmente fluye hacia el TEC 111 pasando a través del difusor 151 y fuera de la sección izquierda 150b de la cámara de enfriamiento. Cuando se invierte la polaridad de la tensión aplicada al TEC 111, la dirección del flujo del fluido 112 se invierte (figura 1C) y, por lo tanto, los elementos 152 y 154 (que eran boquillas en los casos anteriores) se convierten en difusores debido al cambio en la dirección del flujo.

En otra realización de la divulgación, de acuerdo con el primer enfoque, se proporciona con referencia a las figuras 2A y 2B.

5 La figura 2A es una representación esquemática a modo de ejemplo de un conjunto de transferencia de calor 200 que comprende una bomba 210 (en este ejemplo, una bomba multifásica), una fuente de calor 220 tal como un componente óptico o electrónico a enfriar y un mecanismo de eliminación de energía térmica 230 tal como un disipador de calor.

10 Un fluido de trabajo 212 se usa para operaciones de transferencia de calor. El fluido de trabajo 212 se proporciona dentro de una carcasa 213. La carcasa 213 comprende una primera cámara 213a y una segunda cámara 213b. Las dos cámaras 213a y 213b están separadas por una pared 250 y conectadas entre sí por los microcanales 240 (figura 2B).

15 El fluido 212 es capaz de fluir a través de microcanales 240 (figura 2B) en direcciones hacia atrás o hacia adelante entre la primera cámara 213a y la segunda cámara 213b.

20 El conjunto de transferencia de calor comprende además elementos calentadores 260 proporcionados en ubicaciones predeterminadas con respecto a la primera cámara 213a y la segunda cámara 213b para poder transferir calor, tras la activación, al fluido de trabajo en la primera cámara o en la segunda cámara respectivamente. Los elementos calentadores 260 pueden ser externos al cuerpo del carcasa 213 (como se muestra en la figura 2A), o pueden estar situados dentro del carcasa 213 en cada una de la primera cámara y la segunda cámara. Los elementos del calentador se pueden elegir entre cualquier componente conocido adecuado para la aplicación, como por ejemplo un elemento resistivo. En las realizaciones de la figura 2A, la fuente de calor 220, por ejemplo, componente electrónico o fotónico, puede estar sumergido dentro del fluido de trabajo. En tal caso, el fluido de trabajo es preferiblemente un material dieléctrico tal como hidrofluoroéter.

30 Tal y como se muestra en la figura 2B, los microcanales definen una ruta para el flujo del fluido proporcionado adyacente (por ejemplo, debajo o encima) de la fuente de calor 220. El fluido de trabajo 212 es capaz de fluir a través de los microcanales 240 en ambas direcciones.

35 Durante la operación, un primer calentador 260, por ejemplo, dentro de la primera cámara 213a se activa, por ejemplo, aplicando electricidad a un elemento resistivo. Como resultado, el elemento calentador 260 genera calor que se transfiere al fluido (ya sea directamente cuando el elemento calentador está dentro de la carcasa o a través del cuerpo de la carcasa 213 cuando el elemento calentador está situado fuera de la carcasa). Tal transferencia de calor al fluido hace que el fluido de trabajo se caliente. En caso de que se use una bomba multifásica, el calor hace que el fluido de trabajo 212 cambie de fase localmente, empujando así el fluido a granel desde la primera cámara 213a, a través de los microcanales 240 hacia la segunda cámara 213b. Preferiblemente solo se activa un calentador en un momento dado. A medida que el fluido 212 se mueve de una cámara a otra, hace contacto térmico con la fuente de calor 220 absorbiendo así el calor de esta última. Posteriormente, el fluido sale del microcanal 240 y entra en la cámara opuesta. 40 El calor se elimina de este fluido calentado mientras está en la cámara opuesta.

45 Se realiza una operación inversa en una forma similar. Por ejemplo, volviendo a la figura 2A, al activar el elemento calentador 260 en el lado izquierdo de la figura, que estaba previamente apagado, y apagar el elemento calentador 260 en el lado derecho, que estaba previamente encendido, la dirección del flujo cambiará y el fluido fluirá desde la segunda cámara 213b a la primera cámara 213a. Preferiblemente, se puede establecer un sistema de válvula en la entrada y salida a los microcanales para asegurar que el fluido calentado no regrese a la fuente de calor a enfriar. La figura 2B muestra una vista en sección transversal, a lo largo de la línea A-A en la figura 2A, de un área en la que se encuentran la fuente de calor 220 y los microcanales 240.

50 Como puede verse a partir del ejemplo mostrado en la figura 2B, de acuerdo con una dirección de flujo (por ejemplo, de izquierda a derecha como se muestra con las flechas en la figura), el fluido puede fluir desde la cámara 213b (figura 2A) al microcanal a través del difusor 241, entrar en contacto térmico con la fuente de calor 220, fluye a través de un microcanal que termina en el difusor 242 y finalmente sale del difusor 242 para entrar en la cámara opuesta 213a.

55 En una operación inversa, al cambiar la dirección del flujo, el fluido puede fluir desde la cámara 213a (figura 2A) al microcanal a través del difusor 243, entrar en contacto térmico con la fuente de calor 220, fluye a través de un microcanal que termina en el difusor 244 y finalmente sale del difusor 244 para entrar en la cámara opuesta 213b.

60 Aquí nuevamente cuando se invierte la dirección de una boquilla se convierte en un difusor y *viceversa*.

65 La disposición especial de las boquillas y difusores no solo garantiza que el fluido se dirija a través de los canales deseados y que el fluido calentado no regrese a la fuente de calor, pero también asegura que el fluido calentado ingrese a la nueva cámara en una posición que esté a cierta distancia de la posición donde el fluido enfriado fluirá de regreso hacia la fuente de calor. Por ejemplo, en una dirección de flujo de izquierda a derecha en la figura 2B, el fluido fluye fuera del difusor 242 que está a cierta distancia de la boquilla 243 (de acuerdo con esa dirección de flujo). Cuando se invierte la dirección del flujo, el difusor ahora (anteriormente boquilla) 243 permite el paso del fluido que está cerca

de la entrada de este difusor y el fluido calentado ingresó en la cámara 213a cerca de la boquilla ahora (anteriormente difusor) 242 se impide que entre en el microcanal 240. Así mismo, como la boquilla 242 está a cierta distancia del difusor 243, El fluido calentado cerca de la boquilla 242 también está a cierta distancia del difusor y no entraría en el difusor 243. Una inversión repetida de la dirección del flujo hace que el fluido calentado en la cámara 252 circule dentro de la cámara donde intercambia calor con el mecanismo de eliminación de energía térmica 230 y se enfría antes de que regrese al microcanal, esta vez a través del difusor 243.

La figura 3 es una representación esquemática a modo de ejemplo de un conjunto de transferencia de calor que comprende una bomba de acuerdo con otra realización de la descripción.

El conjunto de transferencia de calor 300 de la figura 3 está en muchos aspectos similares a los de las figuras 2A y 2B y, por lo tanto, no se considera necesaria una descripción detallada de su estructura y componentes. Sin embargo, el conjunto de transferencia de calor de la figura 3 es diferente de la realización de las figuras 2A y 2b en que, en lugar de los elementos calentadores (o TEC), Se utilizan componentes electrónicos u ópticos que generan calor durante su funcionamiento y este calor generado se usa para hacer que el fluido se mueva en una dirección de ida y vuelta.

Durante la operación, un primer componente o grupo de componentes 360, por ejemplo, componentes dentro de la primera cámara 313a, se activa generando calor. El calor generado se transfiere al fluido 312, haciendo que el fluido a granel de la primera cámara 313a se mueva a través de microcanales (no mostrados explícitamente) a la cámara opuesta 313b. Esta operación inversa puede realizarse activando los componentes 360 dentro de la segunda cámara 313b para hacer que el fluido a granel de la segunda cámara 313b se mueva a través de microcanales hacia la cámara opuesta 313a. Esta operación puede repetirse en las dos direcciones para eliminar el calor de la fuente de calor a enfriar.

Se puede instalar un sistema de válvula similar al descrito con referencia a la figura 2B en el aparato de la figura 3 para obtener efectos similares.

Las figuras 4A, 4B y 4C muestran diferentes representaciones de un conjunto de transferencia de calor que comprende una bomba de acuerdo con una realización adicional de la divulgación. La realización implementa el segundo enfoque mencionado anteriormente.

El principio de funcionamiento del conjunto de transferencia de calor de esta realización se basa en el uso de válvulas unidireccionales para convertir el funcionamiento periódico (de ida y vuelta) de la bomba en un flujo continuo unidireccional. Este principio de funcionamiento puede entenderse mejor simulándolo a un puente rectificador eléctrico AC-DC como se muestra en la figura 4B y se describe a continuación.

Con referencia simultánea a las figuras 4A y 4B, se muestra una representación esquemática a modo de ejemplo de un conjunto de transferencia de calor 400 que comprende una bomba 410, una fuente de calor 420 tal como un componente óptico o electrónico a enfriar y un mecanismo de eliminación de energía térmica 430 tal como un disipador de calor.

La bomba 410 comprende una carcasa 413. La carcasa 413 tiene una primera cámara 413a y una segunda cámara 413b.

Un fluido de trabajo 412 se usa para operaciones de transferencia de calor. El fluido de trabajo 412 se proporciona dentro de la primera cámara 413a y la segunda cámara 413b de la carcasa y es capaz de fluir de una cámara a otra a través de microcanales 440.

Aunque en la figura se muestra que la fuente de calor 420 es adyacente al microcanal 440 y no está sumergida en el fluido de trabajo, la divulgación no es tan limitada y algunas realizaciones pueden proporcionar sumergir la fuente de calor 420 dentro de una región donde fluye el fluido de trabajo, por ejemplo, en la cámara de enfriamiento 450.

El conjunto de transferencia de calor 400 comprende además un TEC 411 provisto dentro de la bomba 410. El TEC 411 puede ser similar al TEC descrito con referencia a las figuras 1A, 1B y 1C. También se puede proporcionar una cámara de enfriamiento 450 para mejorar la transferencia de calor desde el fluido de trabajo al mecanismo de eliminación de energía térmica 430.

Una pluralidad de válvulas direccionales, 461-464, se proporcionan para proporcionar una ruta de flujo unidireccional como se describirá a continuación.

Durante la operación, cuando se aplica una tensión al TEC 411, un lado 411a del TEC se calienta aumentando así la presión dentro de los límites de la cámara 413a donde está contenido el fluido 412.

En algunas realizaciones, tal y como se muestra en la figura 4A, la bomba es multifásica, por lo tanto, el calentamiento de un lado del TEC puede generar vapor en forma de burbuja 416. En este caso, la formación y el crecimiento de una burbuja 416 pueden compararse con un diafragma que puede extenderse dentro de los límites mencionados

anteriormente, por ejemplo, el lado derecho de la bomba en la figura 4A, empujando así el fluido fuera de la primera cámara 413a.

5 En algunas realizaciones, la bomba no es multifásica, por lo tanto, el calentamiento de un lado del TEC simplemente puede causar una expansión térmica en el fluido que es suficiente para expulsar el fluido de la primera cámara 413a.

10 Con referencia a las figuras 4A y 4B, cuando, por ejemplo, el lado 411a del TEC 411 se calienta, se hace que el fluido salga de la bomba 410 desde las salidas de la primera cámara 413a (lado derecho en las figuras). Al mismo tiempo, el lado 411b del TEC 411 se enfría haciendo que el fluido se mueva hacia la bomba 410 desde las entradas de la segunda cámara 413b (lado izquierdo en las figuras).

15 Sin embargo, mientras que la válvula unidireccional 461 permite que el fluido salga de la primera cámara 413a, la válvula 463 bloquea el flujo del fluido en la dirección opuesta. Por lo tanto, el fluido fluye en una dirección desde la válvula 461 (por ejemplo, hacia arriba en las figuras).

20 A medida que se invierte la tensión aplicada al TEC 411, el lado opuesto 441b del TEC se calienta y, por lo tanto, se hace que el fluido salga de la bomba 410 desde las salidas de la segunda cámara 413b (lado izquierdo en las figuras). Al mismo tiempo, el lado 411a del TEC 411 se enfría haciendo que el fluido se mueva hacia la bomba 410 desde las entradas de la primera cámara 413a (lado derecho en las figuras). Sin embargo, mientras que la válvula unidireccional 462 permite que el fluido salga de la segunda cámara 413b, la válvula 464 bloquea el flujo del fluido en la dirección opuesta. Por lo tanto, el fluido fluye en una dirección fuera de la válvula 462 (por ejemplo, hacia arriba en las figuras).

25 Por lo tanto, para cualquiera de las polaridades de tensión aplicadas al TEC 411, se hace que el fluido se mueva en una dirección fuera de la bomba, que se muestra mediante las flechas F en la figura 4B.

30 Debe notarse que cuando la cámara 413a contiene fluido caliente, se presuriza empujando así el fluido (como se mencionó anteriormente). Este efecto también empujará la válvula unidireccional 463 para permanecer cerrada. Al mismo tiempo, la cámara 413b se enfría y, por lo tanto, tiene una presión reducida. Este efecto abrirá la válvula unidireccional 464 y arrastrará el fluido hacia la cámara 413b.

35 Tal y como se muestra en la figura 4C, las válvulas direccionales, o unidireccionales, pueden ser válvulas activas 471 (por ejemplo, válvulas de retención conocidas con partes móviles) o válvulas pasivas 472 (por ejemplo, boquillas/difusores que no tienen partes móviles). Las válvulas activas tienen un mayor rendimiento de fluidos, sin embargo, tienen problemas de fiabilidad debido a dicha parte móvil; mientras que las válvulas pasivas tienen un rendimiento fluido más pobre, sin embargo, tienen una mayor confiabilidad. Por lo tanto, la elección de las válvulas puede realizarse de acuerdo con los requisitos prácticos de cada aplicación.

40 Las válvulas activas también pueden usarse en las realizaciones anteriores de las figuras 1A, 1B, 1C, 2A, 2B y 3 en lugar de boquillas y difusores.

El fluido 412 puede enfriarse en la cámara de enfriamiento 450 antes de que siga fluyendo para alcanzar la fuente de calor 420.

45 Como se puede apreciar de lo anterior, la presente divulgación ofrece importantes ventajas sobre las soluciones conocidas, ya que permite redes fluidas a pequeña escala, confiables en el paquete. Esto se debe al hecho de que el mecanismo de bombeo suele ser una de las principales preocupaciones en el diseño de un dispositivo, ya que requiere una alta fiabilidad que no es fácil de lograr con soluciones conocidas.

50 Además de la confiabilidad, otro beneficio único de la bomba, tal como se propone en el presente documento, es que puede estar hecha de cualquier forma y tamaño adecuados y, por lo tanto, no se limita a una huella específica. Así mismo, como no hay partes móviles en la bomba propuesta, se puede construir fácilmente a pequeña escala.

55 Además, debe observarse que la lista de estructuras correspondientes a los medios reivindicados no es exhaustiva y que un experto en la materia entiende que las estructuras equivalentes pueden ser sustituidas por la estructura mencionada sin apartarse del ámbito de la invención.

Los expertos en la técnica apreciarán que cualquier diagrama de bloques aquí representa vistas conceptuales de circuitos ilustrativos que incorporan los principios de la invención.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato (100, 200, 300, 400) que comprende:
- 5 - una primera fuente de calor (111, 260, 360, 411);
 - un fluido (112, 212, 312, 412);
 - una primera cámara (113a, 213a, 313a, 413a) y una segunda cámara (113b, 213b, 313b, 413b) conectadas entre sí a través de un canal (140, 240, 440);
- 10 en donde la primera fuente de calor (111, 260, 360, 411) está configurada para calentar el fluido (112, 212, 312, 412) en la primera cámara (113a, 213a, 313a, 413a) para hacer que el fluido (112, 212, 312, 412) fluya, a través del canal, desde la primera cámara hasta la segunda cámara y haga contacto térmico con una segunda fuente de calor para absorber el calor desde la segunda fuente de calor (120, 220, 420).
- 15 2. El aparato (100, 200, 300, 400) de la reivindicación 1, en el que el fluido está configurado para fluir en una primera dirección en respuesta a recibir calor en la primera cámara y para fluir en una segunda dirección en respuesta a recibir calor en la segunda cámara.
- 20 3. El aparato (100, 200, 300, 400) de la reivindicación 1, en el que el fluido está configurado para fluir en una primera dirección en respuesta a recibir calor en la primera cámara y para fluir en la misma primera dirección en respuesta a recibir calor en la segunda cámara.
- 25 4. El aparato (100, 200, 300, 400) de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el fluido está configurado para cambiar la fase de líquido a gas en respuesta a la recepción de calor de la primera fuente de calor.
- 30 5. El aparato (100, 200, 300, 400) de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el fluido está configurado para experimentar expansión térmica en respuesta a la recepción de calor de la primera fuente de calor.
- 30 6. El aparato (100, 200, 300, 400) de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el aparato comprende además una boquilla (152, 154) y un difusor (151, 153) situado en una trayectoria de flujo del fluido en donde una boquilla (152, 154) está configurada para proporcionar una resistencia al flujo del fluido mayor que un difusor.
- 35 7. El aparato (100, 200, 300, 400) de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la primera fuente de calor está configurada para calentar el fluido en la primera cámara y enfriar el fluido en la segunda cámara.
- 35 8. El aparato (100, 200, 300, 400) de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la primera fuente de calor es un enfriador termoelectrónico.
- 40 9. El aparato (100, 200, 300, 400) de la reivindicación 8, en el que la primera fuente de calor está situada entre la primera cámara y la segunda cámara.
- 45 10. El aparato (100, 200, 300, 400) de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1 a 7, en el que la primera fuente de calor está situada fuera de la primera cámara y el aparato comprende una tercera fuente de calor situada fuera de la segunda cámara, estando la tercera fuente de calor configurada para calentar el fluido en la segunda cámara.
- 45 11. El aparato (100, 200, 300, 400) de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1 a 7, en el que la primera fuente de calor está situada dentro de la primera cámara y el aparato comprende una tercera fuente de calor situada dentro de la segunda cámara, estando la tercera fuente de calor configurada para calentar el fluido en la segunda cámara.
- 50 12. El aparato (100, 200, 300, 400) de la reivindicación 11, en el que la primera fuente de calor y la tercera fuente de calor comprenden cada una uno o más componentes electrónicos u ópticos configurados para generar calor durante su funcionamiento.
- 55 13. El aparato (100, 200, 300, 400) de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además una cámara de enfriamiento configurada para enfriar el fluido antes de que el fluido alcance la segunda fuente de calor.
- 60 14. El aparato (100, 200, 300, 400) de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además una pluralidad de válvulas unidireccionales (461, 462, 463, 464) que están dispuestas para permitir un flujo del fluido en una dirección y para bloquear un flujo del fluido en una dirección opuesta a la primera dirección.
- 65 15. Un conjunto de transferencia de calor que comprende el aparato de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1 a 14 y que comprende además un mecanismo de eliminación de energía térmica (130, 230, 330, 430).

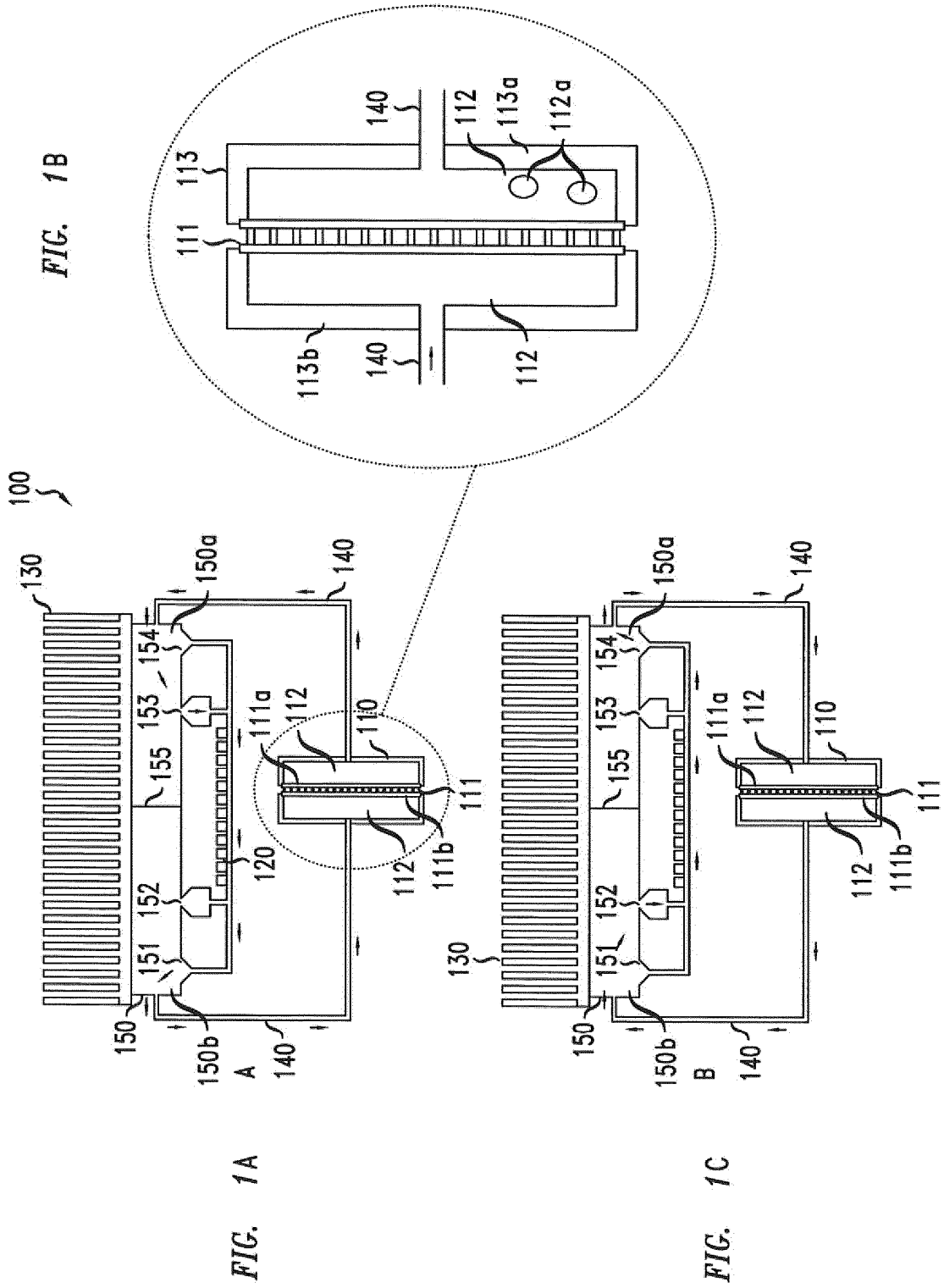


FIG. 2 A

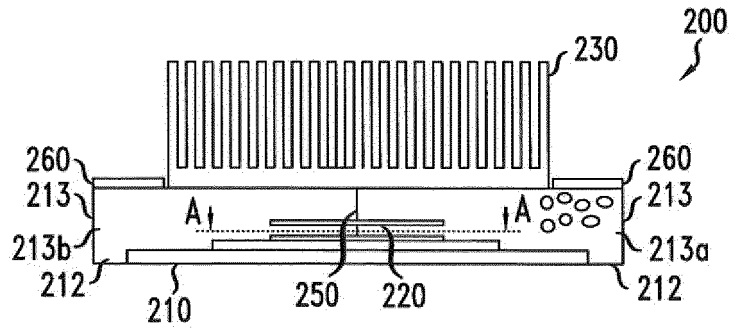


FIG. 2 B

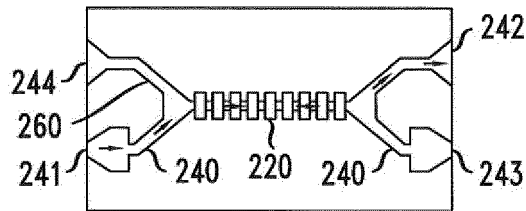


FIG. 3

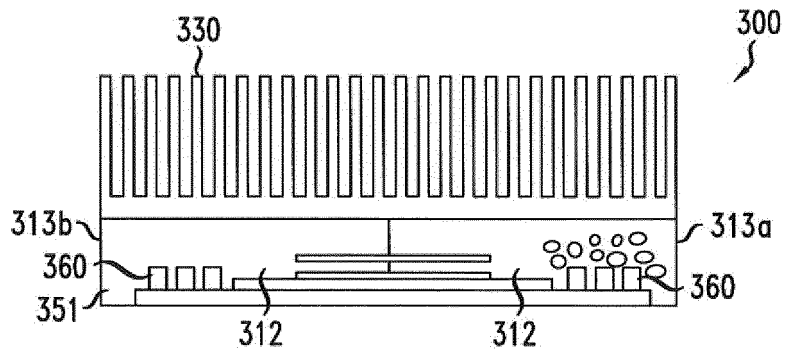


FIG. 4C

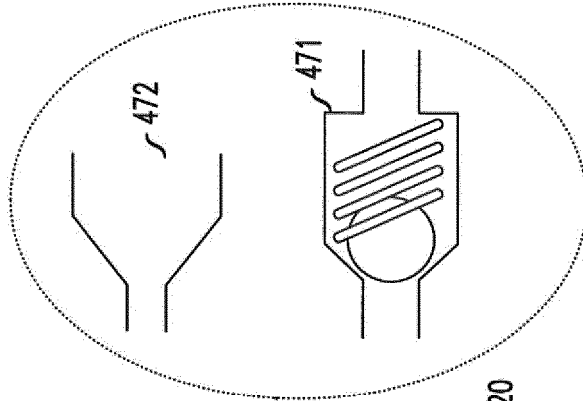


FIG. 4B

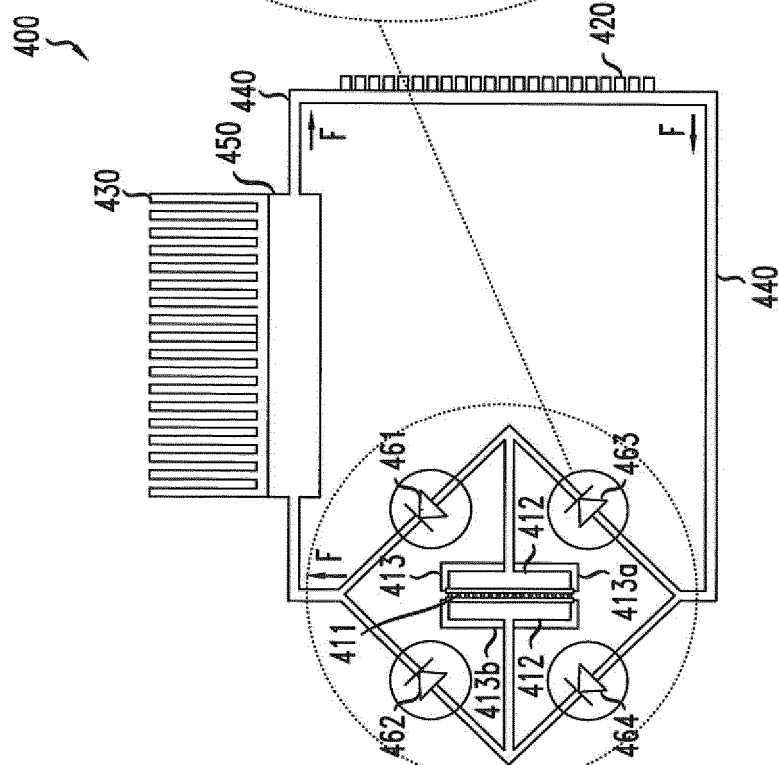


FIG. 4A

