

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 983 758**

51 Int. Cl.:

F28D 15/02 (2006.01)

G06F 1/20 (2006.01)

F28D 15/06 (2006.01)

G06F 1/16 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.11.2020** **E 20208922 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.05.2024** **EP 4001820**

54 Título: **Tubo de calor oscilante**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
24.10.2024

73 Titular/es:
NOKIA TECHNOLOGIES OY (100.0%)
Karakaari 7
02610 Espoo, FI

72 Inventor/es:
ENRIGHT, RYAN y
AMALFI, RAFFAELE LUCA

74 Agente/Representante:
DEL VALLE VALIENTE, Sonia

ES 2 983 758 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

Tubo de calor oscilante

5 Campo técnico

Los ejemplos de la descripción se refieren a tubos de calor oscilantes. Algunos se refieren a tubos de calor oscilantes para su uso en dispositivos electrónicos doblables.

10 Antecedentes

Se conocen dispositivos electrónicos con bisagras o de otro modo doblables. Dichos dispositivos comprenden componentes, tales como procesadores, que generan niveles de calor no deseados. Por lo tanto, son útiles los componentes que permiten la distribución de este calor.

15 El documento US 2011/220328 A1 (D1) se refiere a un tubo de calor flexible que comprende un primer cuerpo tubular, un segundo cuerpo tubular, una sección flexible, una estructura de mecha y un fluido de trabajo.

20 Según D1, la sección flexible incluye un elastómero anular y una capa blanda de encapsulación, en donde el elastómero anular de una realización preferida es un resorte helicoidal.

La capa blanda de encapsulación está dispuesta y envuelta alrededor de la superficie externa del elastómero anular, en donde la capa blanda de encapsulación de la realización preferida es una lámina de cobre. El documento US 2005/180109 A1 describe un tubo de calor oscilante según el preámbulo de la reivindicación 1.

25 Breve resumen

Según la invención, se proporciona un tubo de calor oscilante que comprende: al menos una región de condensador configurada para colocarse en una primera parte de un dispositivo electrónico doblable; al menos una región de evaporador configurada para colocarse en una segunda parte de un dispositivo electrónico doblable; y al menos una región doblable proporcionada entre la región del condensador y la región del evaporador, y configurada para extenderse a través de una bisagra de un dispositivo electrónico doblable, en donde la al menos una región doblable comprende un tubo de polímero soportado por una estructura de soporte helicoidal flexible.

35 La estructura de soporte helicoidal flexible puede comprender al menos uno de: metal, aleación de metal, polímero.

La región del evaporador puede configurarse para acoplarse térmicamente a al menos uno de: un componente electrónico, una cámara de vapor, un difusor de calor, un difusor de calor de estado sólido, un tubo de calor.

40 La al menos una región del condensador puede configurarse para acoplarse térmicamente a al menos uno de: un difusor de calor, una cámara de vapor.

El fluido de trabajo dentro del tubo de calor oscilante puede tener un número de confinamiento inferior a uno.

45 El fluido de trabajo dentro del tubo de calor oscilante puede comprender flúor.

El fluido de trabajo dentro del tubo de calor oscilante puede tener una presión de vapor lo suficientemente alta como para reducir los efectos de la entrada de gases no condensables al tubo de calor oscilante.

50 La al menos una región doblable del tubo de calor oscilante puede formarse a partir de un polímero seleccionado, para reducir la interacción con el fluido de trabajo en el tubo de calor oscilante.

La región del condensador y la región del evaporador del tubo de calor oscilante pueden comprender materiales rígidos.

55 El tubo de calor oscilante puede comprender al menos un depósito acoplado al tubo de calor oscilante, y configurado para almacenar fluido de trabajo para rellenar el tubo de calor oscilante.

60 Al menos un sensor configurado para detectar un nivel de llenado del fluido de trabajo dentro del tubo de calor oscilante, y al menos un controlador configurado para controlar el llenado del tubo de calor oscilante desde el depósito en función de una señal del al menos un sensor.

65 La primera parte del dispositivo electrónico doblable puede ser una parte rígida y la segunda parte del dispositivo electrónico doblable puede ser una parte rígida, y la región doblable del tubo de calor oscilante puede disponerse a través de una bisagra entre las dos partes rígidas.

La primera parte del dispositivo electrónico doblable puede comprender una pantalla.

La segunda parte del dispositivo electrónico doblable puede comprender al menos uno de: batería, procesador.

- 5 Según varios ejemplos de la descripción, pero no necesariamente todos, se proporciona un dispositivo electrónico doblable que comprende uno o más tubos de calor oscilantes como se describen en cualquier párrafo anterior.

Breve descripción

- 10 A continuación se describirán algunos ejemplos con referencia a los dibujos adjuntos, donde:

La Figura 1 muestra un tubo de calor oscilante;

las Figuras 2A a 2C muestran un dispositivo electrónico doblable;

- 15 la Figura 3 muestra un tubo de calor oscilante para su uso en un dispositivo electrónico doblable;

la Figura 4 muestra tubos de calor oscilantes en un dispositivo electrónico doblable;

- 20 las Figuras 5A y 5B muestran un tubo de calor oscilante en un dispositivo electrónico doblable;

las Figuras 6A a 6B muestran una región doblable de un tubo de calor oscilante y un dispositivo electrónico;

la Figura 7 muestra una bisagra de un dispositivo electrónico doblable;

- 25 la Figura 8 muestra una bisagra de un dispositivo electrónico;

la Figura 9 muestra una sección transversal de una región del condensador; y

- 30 la Figura 10 muestra una vista en planta de una región del condensador.

Descripción detallada

- 35 Los ejemplos de la descripción se refieren a un tubo 101 de calor oscilante que está configurado para su uso en un dispositivo electrónico 201 con bisagras o de otro modo doblable. El tubo 101 de calor oscilante comprende al menos una región doblable que está configurada para extenderse a través de una bisagra del dispositivo electrónico doblable.

- 40 La Figura 1 muestra esquemáticamente un tubo 101 de calor oscilante. El tubo 101 de calor oscilante comprende una región 103 del condensador, una región 105 del evaporador y una sección adiabática 107.

- La región 105 del evaporador comprende cualquier medio para transferir calor desde una fuente de calor al fluido de trabajo dentro del tubo 101 de calor oscilante. La región 105 del evaporador está acoplada térmicamente a una fuente de calor. La fuente de calor podría ser un componente electrónico que genere calor no deseado durante el uso de un dispositivo electrónico doblable, tal como una batería o una unidad de procesamiento. En algunos ejemplos, la fuente de calor podría ser una cámara de vapor que comprenda una estructura de mecha o un tubo de calor que pudiera acoplarse térmicamente entre el tubo 101 de calor oscilante y uno o más componentes electrónicos.

- 50 La región 103 del condensador comprende cualquier medio para transferir calor fuera del fluido de trabajo dentro del tubo 101 de calor oscilante. La región 103 del condensador está acoplada térmicamente a un disipador de calor, una cámara de vapor o cualquier otro tipo de medio adecuado para transferir calor fuera del fluido de trabajo.

- El tubo 101 de calor oscilante está configurado en una configuración serpenteante o sinuosa que comprende una pluralidad de curvas. Una primera pluralidad de curvas se ubican en la región 105 del evaporador, y una segunda pluralidad de curvas se ubican en la región 103 del condensador. En el ejemplo mostrado en la Figura 1, se muestran tres curvas en forma de U en la región 105 del evaporador, y se muestran dos curvas en forma de U en la región 103 del condensador. Se podrían utilizar otras configuraciones y números de curvas en otros ejemplos de la descripción. La configuración serpenteante o sinuosa está configurada de modo que el fluido de trabajo dentro del tubo 101 de calor oscilante se caliente de manera alternativa en la región 105 del evaporador y se enfríe en la región 103 del condensador del tubo 101 de calor oscilante.

- En el ejemplo mostrado en la Figura 1, el tubo 101 de calor oscilante forma un circuito cerrado. Se podrían utilizar otros tipos de tubos 101 de calor oscilantes en otros ejemplos de la descripción.

65

El tubo 101 de calor oscilante tiene un diámetro que es lo suficientemente pequeño como para permitir que se formen bolsas 109 de líquido y tapones 111 de vapor dentro del fluido de trabajo. El diámetro del tubo 101 de calor oscilante que permite la formación de bolsas 109 de líquido y tapones 111 de vapor dependerá del tipo de fluido de trabajo que se utilice y de las propiedades del fluido de trabajo, tales como la tensión superficial, la densidad del líquido, la densidad del vapor, o cualquier otra propiedad adecuada.

En el ejemplo mostrado en la Figura 1, se dispone una sección adiabática 107 entre la región 105 del evaporador y la región 103 del condensador. La sección adiabática 107 se extiende entre las curvas de la región 103 del condensador y las curvas de la región 105 del evaporador. La sección adiabática 107 asegura que el calor que se transfiere al fluido de trabajo en la región 105 del evaporador se retenga dentro del tubo 101 de calor oscilante hasta que el fluido de trabajo llegue a la región 103 del condensador. En algunos ejemplos, el tubo 101 de calor oscilante no comprende una sección adiabática 107. El hecho de que el tubo 101 de calor oscilante comprenda o no una sección adiabática 107 puede depender de la aplicación y la geometría del sistema del tubo 101 de calor oscilante y de cualquier otro factor adecuado.

Cuando el tubo 101 de calor oscilante está en uso, se aplica calor al fluido de trabajo en las curvas dentro de la región 105 del evaporador. Este calor hace que, al menos parte, del fluido de trabajo se evapore. Esta evaporación da como resultado un aumento de la presión de vapor dentro del tubo 101 de calor oscilante, lo que provoca el crecimiento de burbujas dentro de la región 105 del evaporador. El crecimiento de las burbujas y el aumento de la presión de vapor empujan hacia la región 103 del condensador las bolsas 109 de líquido del fluido de trabajo. El fluido de trabajo que se empuja a la región 103 del condensador es entonces enfriado por el condensador. Este enfriamiento reduce la presión de vapor dentro del fluido de trabajo y provoca la condensación de las burbujas, y proporciona una fuerza de restauración que empuja el fluido de trabajo de vuelta hacia la región 105 del evaporador. Este proceso de crecimiento alternativo de burbujas y condensación provoca la oscilación del fluido de trabajo dentro del tubo 101 de calor oscilante, y permite la transferencia de calor entre la región 105 del evaporador y la región 103 del condensador.

El tubo 101 de calor oscilante no usa una estructura de mecha y, por lo tanto, puede ser fácil de fabricar y puede configurarse para transferir más calor en comparación con un tubo de calor o una cámara de vapor que comprenda una estructura de mecha.

El tubo 101 de calor oscilante está configurado de forma que pueda funcionar en cualquier orientación. Es decir, el movimiento del fluido dentro del tubo 101 de calor oscilante no depende de la gravedad. Esto hace que el tubo 101 de calor oscilante sea adecuado para su uso en dispositivos electrónicos portátiles que podrían utilizarse en diferentes orientaciones.

Las Figuras 2A a 2C muestran un ejemplo de un dispositivo 201 electrónico doblable que podría comprender uno o más tubos 101 de calor oscilantes según los ejemplos de la descripción. La Figura 2A muestra una vista frontal del dispositivo 201 electrónico doblable en una configuración desplegada, la Figura 2B muestra una vista lateral del dispositivo 201 electrónico doblable en una configuración desplegada, y la Figura 2C muestra una vista de extremo del dispositivo 201 electrónico doblable en una configuración plegada.

El dispositivo 201 electrónico doblable puede ser un dispositivo electrónico portátil, tal como un teléfono móvil, una tableta, un ordenador portátil o cualquier otro dispositivo electrónico adecuado. El dispositivo 201 electrónico doblable se puede utilizar para comunicaciones inalámbricas o para cualquier otro propósito adecuado.

En el ejemplo mostrado en las Figuras 2A a 2C, el dispositivo 201 electrónico doblable comprende una parte 209 central rígida y dos partes 211 extremas rígidas. Las partes 211 extremas rígidas están acopladas mediante bisagras 213 a los lados de la parte 209 central rígida. Las partes rígidas 209, 211 son rígidas porque no pueden deformarse fácilmente por un usuario que aplique fuerzas normales. Las partes rígidas 209, 211 no se doblan durante el uso normal del dispositivo 201 electrónico doblable. Las partes rígidas 209, 211 pueden alojar componentes electrónicos que permiten funcionar al dispositivo 201 electrónico doblable. Las partes rígidas 209, 211 pueden alojar componentes electrónicos que no sean flexibles y/o que podrían dañarse si se doblaran o de otro modo deformaran.

Las bisagras 213 pueden comprender cualquier medio que permita que las partes 211 extremas rígidas se muevan entre las configuraciones plegadas y desplegadas. En las configuraciones desplegadas, las bisagras 213 están abiertas y las partes 211 extremas rígidas se colocan adyacentes a la parte 209 central rígida, de modo que una superficie de la parte 209 central rígida forme una superficie sustancialmente plana con las superficies de las partes 211 extremas rígidas. En la configuración plegada, las bisagras 213 están cerradas y las partes 211 extremas rígidas se disponen superpuestas a la superficie de la parte 209 central rígida, de modo que las partes 211 extremas rígidas cubran, al menos parcialmente, la superficie de la parte 209 central rígida.

Debe apreciarse que podrían usarse otras configuraciones de un dispositivo 201 electrónico doblable en otros ejemplos de la descripción. Por ejemplo, las bisagras 213 podrían configurarse de modo que, en la configuración

plegada, las partes 211 extremas rígidas se coloquen debajo de la parte 209 central rígida, en lugar de superponerse a la parte 209 central rígida.

En el ejemplo mostrado en las Figuras 2A a 2C, el dispositivo 201 electrónico doblable comprende tres partes rígidas 209, 211 diferentes y dos bisagras 213 entre las diferentes partes rígidas. En otros ejemplos, el dispositivo 201 electrónico doblable podría comprender un número diferente de partes rígidas. Por ejemplo, el dispositivo 201 electrónico doblable podría comprender dos partes rígidas con una bisagra entre ellas, o podría comprender más de tres partes rígidas.

Las partes rígidas 209, 211 pueden alojar cualquier componente electrónico adecuado. En el ejemplo mostrado en las Figuras 2A a 2C, una unidad procesadora 203 y una fuente 205 de energía, tal como una batería, se colocan en cada una de las partes 211 extremas rígidas del dispositivo 201 electrónico doblable. Se dispone una pantalla 207 en la parte 209 central rígida. Se pueden proporcionar interconexiones entre los componentes electrónicos en las respectivas partes rígidas 209, 211 del dispositivo 201 electrónico doblable. Esto puede permitir que las señales de control de las unidades procesadoras 203 se intercambien con la pantalla 207, y puede permitir que la energía de la fuente 205 de energía se suministre a la pantalla 207.

Cuando el dispositivo 201 electrónico doblable está en uso, los componentes de las partes 211 extremas rígidas, tales como las unidades procesadoras 203, la fuente 205 de energía, pueden generar calor no deseado. La parte 209 rígida central tiene un área de superficie mayor que se puede utilizar para la disipación de calor. Por lo tanto, en los ejemplos de la descripción, se proporciona un tubo 101 de calor oscilante que puede transferir calor desde los componentes electrónicos 203, 205 en las partes 211 extremas rígidas a un disipador de calor en la parte 209 rígida central.

La Figura 3 muestra esquemáticamente un tubo 101 de calor oscilante que se puede utilizar en un dispositivo 201 electrónico doblable. El tubo 101 de calor oscilante podría utilizarse en un dispositivo 201 electrónico doblable, como se muestra en las Figuras 2A a 2C, o en cualquier otro dispositivo 201 electrónico doblable que comprenda dos o más partes rígidas 209, 211 y una bisagra 213.

El tubo 101 de calor oscilante comprende una región 103 de condensador, una región 105 de evaporador y una región doblable 301.

La región 103 del condensador está acoplada térmicamente a un disipador de calor para permitir la transferencia de calor fuera del tubo 101 de calor oscilante. El disipador de calor podría ser un difusor de calor, una cámara de vapor o cualquier otro medio adecuado para eliminar el calor del tubo 101 de calor oscilante.

La región 103 del condensador está configurada para colocarse en una primera parte de un dispositivo 201 electrónico doblable. La región 103 del condensador podría colocarse dentro de la parte 209 central rígida del dispositivo 201 electrónico doblable mostrado en las Figuras 2A a 2C. En dichos ejemplos, se podrían proporcionar uno o más disipadores de calor dentro de la parte 209 central rígida.

La región 105 del evaporador está acoplada térmicamente a una o más fuentes de calor para permitir la transferencia de calor al tubo 101 de calor oscilante. La fuente de calor podría ser uno o más componentes electrónicos, una o más cámaras de vapor, o cualquier otra fuente de calor adecuada. En algunos ejemplos, la región 105 del evaporador podría estar acoplada térmicamente a una única fuente de calor. En otros ejemplos, la región 105 del evaporador podría estar acoplada térmicamente a una multitud de fuentes de calor diferentes.

La región 105 del evaporador está configurada para colocarse en la segunda parte de un dispositivo 201 electrónico doblable. La segunda parte del dispositivo 201 electrónico doblable es una parte diferente a la primera parte en la que se encuentra la región 103 del condensador. Por ejemplo, la región 105 del evaporador podría colocarse dentro de cualquiera de las partes 211 extremas rígidas del dispositivo 201 electrónico doblable mostrado en las Figuras 2A a 2C. En dichos ejemplos, la región 105 del evaporador podría acoplarse térmicamente a las unidades procesadoras 203 y/o a las fuentes 205 de energía.

El tubo 101 de calor oscilante también comprende una región doblable 301. La región doblable 301 se indica en las líneas discontinuas en la Figura 3. La región doblable 301 se dispone entre la región 103 del condensador y la región 105 del evaporador. En el ejemplo mostrado en la Figura 3, la región doblable 301 se muestra en las líneas discontinuas. La región doblable 301 se puede disponer dentro de la sección adiabática 107 del tubo 101 de calor oscilante.

La región doblable 301 del tubo 101 de calor oscilante está configurada para extenderse a través de una bisagra 213 del dispositivo 201 electrónico doblable. Cuando el tubo 101 de calor oscilante se coloca dentro de un dispositivo 201 electrónico doblable, la región doblable 301 del tubo 101 de calor oscilante se ubica a través de la bisagra, de modo que la región doblable 301 pueda doblarse y enderezarse a medida que la bisagra 213 se abre y cierra.

En el ejemplo mostrado en la Figura 3, el tubo 101 de calor oscilante se muestra en una configuración recta o desplegada. Debe apreciarse que la región doblable 301 permite la flexión del tubo 101 de calor oscilante de modo que, durante el uso, la flexión de la región doblable 301 permita el movimiento de la región 103 del condensador con respecto a la región 105 del evaporador.

La región doblable 301 comprende una estructura flexible. La región doblable 301 puede comprender un tubo 303 de polímero soportado por una estructura 305 de soporte helicoidal flexible. Un ejemplo del tubo 303 de polímero y la estructura 305 de soporte helicoidal flexible que se pueden utilizar, se muestra con más detalle en las Figuras 6A a 6B.

En los ejemplos de la descripción, diferentes secciones del tubo 101 de calor oscilante pueden formarse a partir de diferentes materiales. Por ejemplo, la región doblable 301 del tubo 101 de calor oscilante puede formarse a partir de materiales flexibles, tales como un polímero, mientras que la región 105 del evaporador y la región 103 del condensador pueden comprender materiales rígidos. Esto puede permitir que la región doblable 301 del tubo 101 de calor oscilante se pliegue y despliegue durante el uso, mientras que la región 103 rígida del condensador y la región 105 del evaporador no se doblan, ni se deforman de otro modo, durante el uso.

Los materiales rígidos que se utilizan para la región 105 del evaporador y la región 103 del condensador se pueden seleccionar en función de las propiedades de transferencia de calor para así garantizar una buena transferencia de calor entre el tubo 101 de calor oscilante y los componentes del dispositivo 201 electrónico doblable. En algunos ejemplos, la región 105 rígida del evaporador también puede funcionar como un rigidizador para ayudar a reducir la doblez de partes del dispositivo electrónico 201. Por ejemplo, podría ayudar a reducir la doblez de una pantalla u otros componentes similares.

Los diferentes materiales para las diferentes secciones del tubo 101 de calor oscilante se pueden unir entre sí utilizando cualquier medio adecuado. Por ejemplo, podría usarse una conexión de bayoneta u otro tipo de conexión mecánica. En algunos ejemplos, se podría usar un adhesivo u otra conexión química. La unión entre las diferentes secciones es suficientemente fuerte con respecto a la presión interna del fluido de trabajo dentro del tubo 101 de calor oscilante y las fuerzas de tracción axial que se generan cuando el tubo 101 de calor oscilante se pliega y despliega. La unión puede estar ubicada dentro de una de las partes rígidas 209, 211 del dispositivo electrónico doblable para así reducir las fuerzas sobre la unión cuando el dispositivo 201 electrónico doblable se abra y cierre.

La Figura 4 muestra ejemplos de tubos 101 de calor oscilantes en un dispositivo 201 electrónico doblable. La Figura 4 muestra parte del dispositivo 201 electrónico doblable, tal como se muestra en las Figuras 2A a 2C. En la Figura 4, parte de la parte 209 central rígida y parte de una parte 211 extrema rígida se muestran junto con la bisagra 213 que conecta las partes rígidas 209, 211. Debe apreciarse que podría proporcionarse una disposición similar de tubos 101 de calor oscilantes en la otra parte 211 extrema rígida. También debe apreciarse que podrían utilizarse otras disposiciones de tubos 101 de calor oscilantes en otros ejemplos de dispositivos 201 electrónicos doblables.

En el ejemplo de la Figura 4, se disponen dos tubos 101 de calor oscilantes, al menos parcialmente, dentro de la parte 211 extrema rígida. Se muestra un primer tubo 101 de calor oscilante con una región 105 del evaporador ubicada adyacente a la unidad procesadora 203, de modo que el calor de la unidad procesadora 203 pueda transferirse al fluido de trabajo en la región 105 del evaporador. Se muestra un segundo tubo 101 de calor oscilante con una región 105 del evaporador ubicada adyacente a la fuente 205 de energía, de modo que el calor de la fuente de energía pueda transferirse al fluido de trabajo en la región 105 del evaporador del segundo tubo 101 de calor oscilante. En algunos ejemplos, los tubos 101 de calor oscilantes pueden conectarse térmicamente a difusores de calor, tales como cámaras de vapor, tubos de calor, difusores de estado sólido u otros medios adecuados. Los difusores de calor podrían comprender una lámina de grafito o un metal o cerámica térmicamente conductores o cualquier otro medio adecuado. Esto puede permitir que los tubos 101 de calor oscilantes se acoplen térmicamente a las fuentes de calor, tales como la unidad procesadora 203 y la fuente 205 de energía.

Como las regiones 105 del evaporador están ubicadas en la parte 211 extrema rígida, no se doblan ni de otro modo se deforman, y el dispositivo 201 electrónico doblable se mueve entre una configuración plegada y una desplegada. Por lo tanto, las regiones 105 del evaporador pueden comprender materiales rígidos.

Las regiones doblables 301 de los tubos 101 de calor oscilantes se extienden sobre la bisagra 213, de modo que cuando la bisagra 213 se abra y cierre, la región doblable 301 se mueva entre una configuración desplegada y una plegada. En el ejemplo mostrado en la Figura 4, el dispositivo 201 electrónico doblable se muestra en una configuración desplegada en la que la parte 211 extrema rígida se coloca adyacente a la parte 209 central rígida. Por lo tanto, la región doblable 301 del tubo 101 de calor oscilante también se proporciona en una configuración desplegada.

Las regiones 103 del condensador de los tubos 101 de calor oscilantes se disponen en la parte 209 central rígida. Las regiones 103 del condensador se pueden acoplar a disipadores de calor, cámaras de vapor, tubos de calor o cualquier otro medio adecuado para transferir calor fuera del tubo 101 de calor oscilante. El disipador de calor

podría comprender un difusor de calor fijo, tal como una estructura metálica, una lámina de grafito o cualquier otro medio adecuado de difusión de calor.

El primer tubo 101 de calor oscilante comprende multitud de regiones 103 del condensador. En este ejemplo, la multitud de regiones 103 del condensador se extienden a través de la parte 209 central rígida. Esto permite utilizar un área de superficie mayor para disipar el calor, y puede permitir que el calor se transfiera fuera del tubo 101 de calor oscilante de manera más efectiva.

El segundo tubo 101 de calor oscilante puede comprender regiones 103 del condensador que estén en ubicaciones diferentes a las regiones 103 del condensador del primer tubo 101 de calor oscilante. Esto puede permitir que los disipadores de calor que se utilicen para el segundo tubo 101 de calor oscilante se separen de los disipadores de calor que se utilizan para el primer tubo 101 de calor oscilante y, por lo tanto, puede hacer que la transferencia de calor sea más eficiente porque el factor limitante dominante de la resistencia térmica del tubo 101 de calor oscilante puede ser la resistencia térmica de las regiones 103 del condensador. La distribución de las regiones 103 del condensador en un área grande permite un mayor rechazo de calor por parte de las regiones 103 del condensador.

Las Figuras 5A y 5B muestran esquemáticamente un tubo 101 de calor oscilante que se puede utilizar en un dispositivo 201 electrónico doblable.

La Figura 5A muestra parte del dispositivo 201 electrónico doblable, tal como se muestra en la Figura 2. En la Figura 5A, parte de la parte 209 central rígida y parte de una parte 211 extrema rígida, se muestran junto con la bisagra 213 que conecta las partes rígidas 209, 211. El tubo 101 de calor oscilante que podría utilizarse en este dispositivo 201 electrónico doblable, se muestra en la Figura 5B. Las líneas discontinuas 501 de la Figura 5A indican dónde se ubicaría el tubo 101 de calor oscilante dentro del dispositivo 201 electrónico doblable. El tubo 101 de calor oscilante se ubicaría de modo que la región 105 del evaporador se ubique cerca de la unidad procesadora 203 en la parte 211 extrema rígida, y la región 103 del condensador se ubique cerca de un disipador de calor en la parte 209 central rígida. La flecha discontinua 503 indica la dirección en la que se transfiere el calor.

La Tabla 1 muestra ejemplos de parámetros geométricos que podrían utilizarse para el tubo 101 de calor oscilante mostrado en las Figuras 5A y 5B:

Tabla 1

Fluido de trabajo	R236fa
Proporción de llenado	50 %
Área del evaporador	12 x 12 (mm ²)
Área del condensador	12 x 40 (mm ²)
Diámetro del canal	0,4 (mm)
Número o vueltas	15

La Tabla 2 muestra el rendimiento térmico que se puede lograr con un tubo 101 de calor oscilante que tenga estos parámetros.

Tabla 2

Resistencia térmica	4,3 (K/W)
Temperatura de unión	50 (°C)
Temperatura superficial del dispositivo	40 (°C)
Temperatura del aire	20 (°C)
Capacidad de refrigeración	≈7 (W)

El tubo 101 de calor oscilante puede funcionar sin la ayuda de la gravedad, y esto puede permitir que el tubo 101 de calor oscilante y cualquier dispositivo en el que esté incorporado el tubo 101 de calor oscilante, puedan funcionar en cualquier orientación. En algunos ejemplos, el rendimiento térmico del tubo 101 de calor oscilante puede mejorarse orientando el tubo 101 de calor oscilante de modo que el movimiento del fluido de trabajo a través del tubo 101 de calor oscilante sea asistido por la gravedad. En tales ejemplos, un usuario podría obtener un rendimiento térmico mejorado de su dispositivo 201 electrónico doblable al sostener el dispositivo 201 electrónico doblable en una orientación particular. La orientación podría determinarse utilizando un acelerómetro o cualquier otro medio adecuado.

El fluido de trabajo en el tubo 101 de calor oscilante se puede seleccionar para así reducir o minimizar el diámetro del tubo 101 de calor oscilante. En tales ejemplos, el fluido de trabajo que se utiliza dentro del tubo 101 de calor oscilante puede seleccionarse para que tenga un número de confinamiento pequeño. En algunos ejemplos, el fluido de trabajo se selecciona para que tenga un número de confinamiento inferior a uno. El número de confinamiento sugerido puede estar entre 0,8 y 1.

El número de confinamiento viene dado por:

$$C_0 = l_c / 2r_i,$$

donde $l_c = \sqrt{\gamma / (g\Delta\rho)}$ es la longitud del capilar, γ es la tensión superficial del fluido de trabajo, g es la aceleración debida a la gravedad, $\Delta\rho$ es la diferencia de densidad entre la fase líquida y de vapor del fluido de trabajo, y r_i es el radio interior del tubo 101 de calor oscilante.

Tener un número de confinamiento pequeño, por ejemplo, un número de confinamiento inferior a uno, reduce el impacto de las inestabilidades relacionadas con la tensión superficial en el funcionamiento del tubo 101 de calor oscilante.

El fluido de trabajo que se utiliza dentro del tubo 101 de calor oscilante puede comprender flúor. Por ejemplo, el fluido de trabajo podría ser el R236fa, el R1233zd, el R245fa o cualquier otro fluido de trabajo adecuado. Dichos fluidos de trabajo tienen una γ característicamente pequeña, y un gran $\Delta\rho$ y, por lo tanto, proporcionan números de confinamiento bajos. Dichos fluidos de trabajo son dieléctricos y pueden tener valores de potencial de calentamiento global (GWP, por sus siglas en inglés) bajos. El tubo 101 de calor oscilante requeriría una pequeña cantidad del fluido de trabajo para funcionar correctamente, por ejemplo, menos de 1 g.

El tubo 101 de calor oscilante puede configurarse para reducir o minimizar los efectos de la entrada de gases no condensables de la atmósfera al tubo 101 de calor oscilante. Los gases no condensables, tales como el oxígeno y el nitrógeno, podrían difundirse a través del polímero de la región doblable 301 del tubo 101 de calor oscilante. Dichos gases degradarían el rendimiento del tubo 101 de calor oscilante. En algunos ejemplos, el tubo 101 de calor oscilante podría comprender una barrera de difusión que podría restringir la entrada de los gases no condensables.

En algunos ejemplos, el fluido de trabajo que se utiliza dentro del tubo 101 de calor oscilante está configurado para tener una presión de vapor lo suficientemente alta como para reducir los efectos de la entrada de gases no condensables al tubo 101 de calor oscilante. El fluido de trabajo se puede seleccionar para que tenga una presión de vapor alta (punto de ebullición bajo), de modo que si la concentración de gases no condensables dentro del tubo 101 de calor oscilante se equilibra con la presión externa, la fracción másica de los gases no condensables permanezca baja en relación con el fluido de trabajo. Esto asegura que el rendimiento térmico del tubo 101 de calor oscilante permanezca alto. Los fluidos de trabajo, tales como el R236fa, el R1233zd, el R245fa, tienen presiones de vapor adecuadamente altas a las temperaturas de funcionamiento del tubo 101 de calor oscilante.

El polímero que se utiliza para la región doblable 301 del tubo 101 de calor oscilante, se puede seleccionar para así reducir la interacción entre el tubo 101 de calor oscilante y el fluido de trabajo. El polímero se puede seleccionar para que tenga una buena compatibilidad química y una baja absorción másica con respecto al fluido de trabajo. El polímero que se utiliza para la región doblable 301 puede ser débilmente permeable a un fluido de trabajo de alto peso molecular. Por ejemplo, si se usa el R1233zd como fluido de trabajo, los polímeros adecuados para la región doblable 301 podrían comprender caucho de epíclorhidrina (ECO), neopreno, silicona o butilo.

El polímero que se utiliza para la región doblable 301 del tubo 101 de calor oscilante tiene una suficiente resistencia a la tracción como para evitar la ruptura del tubo 101 de calor oscilante cuando la región doblable 301 se pliegue y despliegue. La presión de ruptura para la región doblable 301 del tubo 101 de calor oscilante viene dada por:

$$\Delta p_{ruptura} = \frac{\sigma_T(r_o^2 - r_i^2)}{r_i^2 \left(1 + \frac{r_o^2}{r_i^2}\right)}$$

donde σ_T es la resistencia a la tracción del polímero utilizado para la región doblable 301, r_o es el radio exterior del tubo 101 de calor oscilante en la región doblable 301, y r_i es el radio interior del tubo 101 de calor oscilante en la región doblable 301.

Debido a las pequeñas dimensiones del tubo 101 de calor oscilante que se utilizaría en los ejemplos de la descripción, las presiones de ruptura pueden ser muy grandes. Como ejemplo, el neopreno tiene una $\sigma_T \sim 34,5$ bar (dureza Shore A 40), las dimensiones típicas para el tubo 101 de calor oscilante podrían ser $r_o/r_i = 0,5$ mm/0,2 mm, y un factor de seguridad de 3, lo que da como resultado $\Delta p_{ruptura}/3 = 8,3$ bar. Esto se compara favorablemente con la presión de saturación del R236fa de 6,7 bar a 55 °C.

Como la región doblable 301 del tubo 101 de calor oscilante podría ser débilmente permeable al fluido de trabajo, el tubo 101 de calor oscilante puede configurarse para reducir o minimizar esta pérdida de fluido. Por ejemplo, en algunos ejemplos, se puede minimizar el área superficial de la región doblable 301 del tubo 101 de calor oscilante. En algunos ejemplos, el tubo 101 de calor oscilante puede sobrellenarse para así permitir un cambio predecible, pero aceptable, en el rendimiento térmico del tubo 101 de calor oscilante durante la vida útil del dispositivo 201 electrónico doblable. Por ejemplo, la relación de carga inicial podría estar entre el 50 y el 80 %, y podría caer, durante la vida útil del dispositivo 201 electrónico doblable, hasta aproximadamente el 20 %, lo que seguiría ofreciendo un rendimiento térmico aceptable.

Las Figuras 6A a 6B muestran con más detalle una región doblable 301 de un tubo 101 de calor oscilante y un dispositivo electrónico 201. La región doblable 301 está configurada para permitir el flujo del fluido de trabajo cuando el dispositivo 201 electrónico doblable está en una configuración abierta y cuando el dispositivo 201 electrónico doblable está en una configuración cerrada.

La Figura 6A muestra un ejemplo de la región doblable del tubo 101 de calor oscilante. La región doblable 301 comprende un tubo 303 de polímero soportado por una estructura 305 de soporte helicoidal flexible. La estructura 305 de soporte helicoidal flexible está incorporada en el tubo 303 de polímero.

El tubo 303 de polímero podría formarse a partir de cualquier tipo adecuado de polímero, tal como se describió anteriormente.

La estructura 305 de soporte helicoidal flexible puede formarse a partir de cualquier material adecuado, tal como un metal flexible, una aleación metálica o un polímero. El polímero podría ser un polímero no elastomérico. La estructura 305 de soporte helicoidal se puede incrustar dentro del tubo 303 de polímero o se puede disponer en una superficie exterior del tubo 303 de polímero.

La estructura 305 de soporte helicoidal puede ayudar a evitar el acodamiento del tubo 303 de polímero a medida que el dispositivo 201 electrónico doblable se mueve entre las configuraciones abierta y cerrada. Cualquier acodamiento dentro del tubo 303 de polímero restringiría el flujo del fluido de trabajo a través del tubo 101 de calor oscilante, y degradaría el rendimiento térmico del tubo 101 de calor oscilante.

En algunos ejemplos, la estructura 305 de soporte helicoidal puede tener diferentes configuraciones a lo largo de la longitud del tubo 101 de calor oscilante. Por ejemplo, la estructura 305 de soporte helicoidal puede configurarse para tener diferentes inclinaciones en diferentes posiciones a lo largo de la longitud del tubo 101 de calor oscilante. En algunos ejemplos, la estructura 305 de soporte helicoidal puede configurarse para permitir la flexibilidad dentro de la región 301 de doblado del tubo 101 de calor oscilante, pero podría configurarse para mejorar la rigidez del tubo 303 de polímero lejos de la región 301 de doblado. Esto podría facilitar la conexión del tubo 303 de polímero a partes rígidas, tales como la región 103 del condensador o la región 105 del evaporador.

En algunos ejemplos, el tubo 101 de calor oscilante podría comprender medios para aumentar la resistencia a la tracción y/o reducir el alargamiento del tubo 101 de calor oscilante. Los medios podrían comprender un elemento longitudinal que podría añadirse al tubo 101 de calor oscilante fuera de la región doblable 301. El elemento longitudinal podría disponerse en partes del tubo 101 de calor oscilante que estén ubicadas en las partes rígidas 209, 211 del dispositivo 201 electrónico doblable.

La región doblable 301 también comprende medios 601 de acoplamiento que permiten que la región doblable 301 se acople a la región 105 del evaporador y a la región 103 del condensador del tubo 101 de calor oscilante. En el ejemplo mostrado en la Figura 6A, los medios 601 de acoplamiento comprenden un inserto que se puede encajar dentro de una sección de la región 103 del condensador o la región 105 del evaporador, para así permitir que el fluido de trabajo fluya entre la región doblable 301 y la región 105 del evaporador y la región 103 del condensador. Podrían utilizarse otros tipos de medios de acoplamiento en otros ejemplos de la descripción.

La Figura 6B muestra la región doblable 301 acoplada a una región 105 del evaporador y a una región 103 del condensador dentro de un dispositivo electrónico 201. La región doblable 301 comprende una matriz de tubos 303 de polímero soportados por estructuras 305 de soporte helicoidales flexibles.

Un primer medio 601 de acoplamiento de la región doblable 301 se acopla a una región 103 del condensador que se dispone en una parte 209 central rígida del dispositivo electrónico 201, y un segundo medio 601 de acoplamiento de la región doblable 301 se acopla a una región 105 del evaporador que se dispone en una parte 211 extrema rígida del dispositivo electrónico 201.

En el ejemplo mostrado en la Figura 6B, el dispositivo electrónico 201 también comprende una cámara 611 de vapor de perfil bajo. La cámara de vapor de perfil bajo se acopla térmicamente a la región 103 del condensador para permitir que el calor se transfiera desde la región 103 del condensador a la cámara 611 de vapor de perfil bajo.

La Figura 7 muestra una bisagra 213 ilustrativa que podría utilizarse en un dispositivo 201 electrónico doblable. La bisagra 213 puede disponerse entre dos partes rígidas de un dispositivo 201 electrónico doblable.

En la Figura 7, la bisagra 213 se muestra en una configuración parcialmente abierta, con la región doblable 301 del tubo 101 de calor oscilante posicionada con una curvatura de aproximadamente 45°. En algunos ejemplos, el dispositivo 201 electrónico doblable podría utilizarse en tales configuraciones, por ejemplo, si el dispositivo 201 electrónico doblable es un ordenador portátil u otro dispositivo destinado a ver contenido.

En el ejemplo mostrado en la Figura 7, se disponen estructuras 701 de soporte rígidas acopladas al tubo 101 de calor oscilante a cada lado de la bisagra 213. Las estructuras 701 de soporte se disponen a cada lado de la bisagra 213 y están configuradas para facilitar la doblez del tubo 101 de calor oscilante mediante el control de la distribución de la tensión dentro de las paredes del tubo 303 de polímero. Las estructuras 701 de soporte pueden ayudar a reducir el acodamiento dentro del tubo 101 de calor oscilante.

La región doblable 301 está situada entre la región 103 del condensador y la región 105 del evaporador del tubo 101 de calor oscilante, como indican las flechas en la Figura 7.

La región doblable 301 del tubo 101 de calor oscilante se dispone dentro de la bisagra 213, de modo que, a medida que la bisagra 213 se abre y cierra, la región doblable 301 también se mueve entre una configuración abierta y cerrada. En la configuración cerrada, la región doblable 301 dentro de la bisagra 213 podría doblarse en un ángulo de 180° para que así las partes del tubo 101 de calor oscilante se doblen entre sí. En esta configuración, las dos estructuras 701 de soporte, tal como se muestra en la Figura 7, se apilarían una encima de la otra con la bisagra 213 y el tubo 101 de calor oscilante entre ellas.

En algunos ejemplos, la configuración abierta podría ser una configuración parcialmente abierta, como se muestra en la Figura 7, o una configuración completamente abierta en la que el tubo 101 de calor oscilante está configurado en una configuración plana sin doblarse a través de la bisagra 213. En esta configuración, las estructuras 701 de soporte, tal como se muestra en la Figura 7, se dispondrían en el mismo plano.

La Figura 8 muestra otra bisagra 213 ilustrativa que podría utilizarse dentro de un dispositivo 201 electrónico doblable. En este ejemplo, las estructuras 701 de soporte acoplan mecánicamente el tubo 101 de calor oscilante al lado posterior de una pantalla flexible 801. En tales ejemplos, el tubo 101 de calor oscilante tendría una mayor curvatura (radio de curvatura más pequeño) que la pantalla flexible cuando el dispositivo 201 electrónico doblable se encuentre en la configuración cerrada. Esta gran curvatura puede ser posible debido a la estructura 305 de soporte helicoidal que proporciona un comportamiento mecánico superior del tubo 101 de calor oscilante en comparación con la pantalla flexible 801.

Por lo tanto, los ejemplos de la descripción proporcionan un tubo 101 de calor oscilante que es adecuado para su uso en dispositivos 201 electrónicos doblables. El tubo 101 de calor oscilante es compacto y, por lo tanto, puede caber en dispositivos 201 electrónicos doblables de pequeño tamaño, a la vez que ofrece una alta capacidad de transporte de calor.

El tubo 101 de calor oscilante puede funcionar en cualquier orientación, por lo que el tubo 101 de calor oscilante es adecuado para su uso en dispositivos electrónicos portátiles, tales como teléfonos móviles o tabletas, que podrían utilizarse en diferentes orientaciones en diferentes momentos.

El tubo 101 de calor oscilante se puede diseñar en cualquier configuración adecuada para que el tubo 101 de calor oscilante se pueda acoplar a una multitud de fuentes de calor diferentes en una multitud de ubicaciones diferentes, y también se pueda configurar para distribuir el calor sobre una gran área de superficie.

La Figura 9 muestra una sección transversal de una región 103 del condensador. La región del condensador podría disponerse dentro de una parte rígida de un dispositivo electrónico 201, tal como el dispositivo electrónico 201 mostrado en la Figura 6B. La región 103 del condensador comprende una parte rígida de un tubo 101 de calor oscilante. La parte rígida del tubo 101 de calor oscilante está acoplada térmicamente a una cámara 611 de vapor de perfil bajo. En el ejemplo mostrado en la Figura 9, el tubo 101 de calor oscilante tiene una altura de aproximadamente 1 mm, y la cámara 611 de vapor de perfil bajo tiene una altura de aproximadamente 0,3 mm. La cámara 611 de vapor de perfil bajo tiene una altura que es inferior a la mitad de la altura del tubo 101 de calor oscilante. Debe apreciarse que podrían utilizarse otras dimensiones y tamaños relativos para los componentes respectivos en otros ejemplos de la descripción.

La parte rígida del tubo 101 de calor oscilante está acoplada térmicamente a la cámara 611 de vapor de perfil bajo para que el calor pueda transferirse desde la parte rígida del tubo 101 de calor oscilante a la cámara 611 de vapor de perfil bajo. En el ejemplo mostrado en la Figura 9, la cámara 611 de vapor de perfil bajo comprende una estructura 901 de mecha para permitir que un fluido de trabajo dentro de la cámara 611 de vapor de perfil bajo transfiera calor lejos de la región del condensador del tubo 101 de calor oscilante.

En el ejemplo mostrado en la Figura 9, la parte rígida del tubo 101 de calor oscilante también puede actuar como un rigidizador que puede proporcionar un soporte mecánico para la cámara 611 de vapor de perfil bajo. Esto puede ayudar a evitar la doblez o deformación no deseadas de la cámara 611 de vapor de perfil bajo y otros componentes dentro del dispositivo electrónico 201, tal como la pantalla.

La Figura 10 muestra una vista en planta de las regiones 103 del condensador de dos tubos 101 de calor oscilantes. Estas regiones 103 del condensador podrían disponerse dentro de una parte 209 central rígida de un dispositivo electrónico 201, tal como el dispositivo electrónico 201 mostrado en las Figuras 2A a 2C. Las partes 211 extremas rígidas no se muestran en la Figura 10. Debe apreciarse que la región 103 del condensador del lado izquierdo se acoplaría a una región 105 del evaporador en una parte extrema rígida en el lado izquierdo del dispositivo electrónico 201, y la región 103 del condensador del lado derecho se acoplaría a una región 105 del evaporador en el lado derecho del dispositivo electrónico 201.

Las regiones 103 del condensador se extienden sobre el área de la parte 209 central rígida. Esta dispersión fuera de las regiones del condensador ayuda a mejorar la eficiencia térmica del tubo 101 de calor oscilante.

En el ejemplo mostrado en la Figura 10, el tubo 101 de calor oscilante comprende un depósito 1001 que está configurado para almacenar fluido de trabajo para rellenar el tubo 101 de calor oscilante. El depósito 1001 se puede acoplar fluídicamente al tubo 101 de calor oscilante, mediante un canal o cualquier otro medio adecuado, de modo que cuando el tubo 101 de calor oscilante se esté rellenando, el fluido pueda fluir desde el depósito al tubo 101 de calor oscilante.

El depósito 1001 podría ubicarse en cualquier sitio adecuado dentro del dispositivo 201 electrónico doblable. El depósito 1001 podría aislarse térmicamente del tubo 101 de calor oscilante y de los componentes electrónicos dentro del dispositivo 201 electrónico doblable, de modo que el fluido de trabajo dentro del depósito 1001 no se caliente por estos componentes. Se puede proporcionar una fuente de calor separada para permitir que el depósito se caliente, a fin de crear un diferencial de presión entre el fluido dentro del depósito 1001 y el fluido dentro del tubo 101 de calor oscilante. En tales casos, el depósito 1001 y la fuente de calor están aislados térmicamente de otros componentes del dispositivo electrónico 201, de modo que el calor de la fuente de calor se proporciona al fluido de trabajo almacenado en el depósito 1001 y no a otros componentes dentro del dispositivo electrónico 201.

En el ejemplo de la Figura 10, el depósito 1001 se ubica en la misma parte rígida del dispositivo 201 electrónico doblable que la región 103 del condensador. En el ejemplo del dispositivo 201 electrónico doblable de la Figura 10, el depósito 1001 se ubica en la parte 209 central rígida, donde puede haber más espacio para componentes adicionales y es más fácil aislar térmicamente el depósito para un rendimiento mejorado o máximo.

En algunos ejemplos, el tubo 101 de calor oscilante puede configurarse para que pueda rellenarse automáticamente desde el depósito 1001 cuando el fluido de trabajo dentro del tubo 101 de calor oscilante caiga por debajo de un nivel umbral. En tales ejemplos, el tubo 101 de calor oscilante puede comprender al menos un sensor configurado para detectar un nivel de llenado del fluido de trabajo dentro del tubo 101 de calor oscilante. En algunos ejemplos, los sensores podrían ser sensores de temperatura que podrían configurarse para registrar la temperatura de la superficie del dispositivo 201 electrónico doblable y la temperatura de una o más de las fuentes de calor. Estas mediciones de temperatura podrían proporcionar una indicación de una caída en el rendimiento térmico del tubo 101 de calor oscilante, lo que podría proporcionar una indicación de la pérdida de fluido de trabajo del tubo 101 de calor oscilante.

Los uno o más sensores podrían acoplarse a un controlador, tal como una unidad procesadora 203, que podría configurarse para controlar el llenado del tubo 101 de calor oscilante desde el depósito, en función de una señal de al menos un sensor. En tales ejemplos, si el sensor detecta que el fluido de trabajo dentro del tubo 101 de calor oscilante ha caído por debajo de un nivel umbral, tal como una relación de llenado del 20 %, entonces el controlador emitirá una señal de control para permitir que el fluido de trabajo fluya desde el depósito al tubo 101 de calor oscilante.

Para permitir que el tubo 101 de calor oscilante se rellene, el controlador puede controlar que el dispositivo 201 electrónico doblable se apague o funcione a una capacidad reducida, para así minimizar la presión interna dentro del tubo 101 de calor oscilante. El controlador provoca entonces un aumento de la presión dentro del depósito para forzar al fluido de trabajo a entrar al tubo 101 de calor oscilante. La presión del depósito 1001 podría aumentarse calentando el depósito 1001 o mediante cualquier otro medio adecuado. Debe apreciarse que en otros ejemplos de la descripción podrían utilizarse otros medios para controlar el flujo del fluido de trabajo desde el depósito 1001 hacia el tubo 101 de calor oscilante.

Cada uno de los depósitos 1001 comprende un puerto 1003 de llenado. Esto permite que el fluido de trabajo dentro del depósito 1001 se rellene cuando sea apropiado.

En el ejemplo mostrado en la Figura 10, cada uno de los tubos 101 de calor oscilantes tiene un depósito 1001 independiente. En otros ejemplos, un único depósito 1001 podría acoplarse a más de un tubo 101 de calor oscilante.

El término “comprende” se emplea en este documento con un significado inclusivo, no con uno exclusivo. Es decir, cualquier mención a que X comprende Y significa que X puede comprender solo un Y o que puede comprender más de un Y. Si se pretende utilizar “comprende” con un significado exclusivo, entonces esto quedará claro en el contexto mencionando “que comprende solo uno...” o utilizando “que consiste”.

En esta descripción se ha hecho referencia a diversos ejemplos. La descripción de características o funciones en relación con un ejemplo indica que esas características o funciones están presentes en ese ejemplo. El uso en el texto del término “ejemplo” o “por ejemplo” o “puede” denota, ya sea de forma explícita o no, que tales características o funciones están presentes en al menos el ejemplo descrito, independientemente de que se haya descrito como un ejemplo o no, y que pueden estar, aunque no necesariamente, presentes en algunos de o en todos los demás ejemplos. Por lo tanto, “ejemplo”, “por ejemplo” o “puede” se refiere a un caso particular en una clase de ejemplos. Una propiedad del caso puede ser una propiedad de solo ese caso o una propiedad de la clase o una propiedad de una subclase de la clase que incluye algunos pero no todos los casos en la clase. Por lo tanto, se describe implícitamente que una característica descrita con referencia a un ejemplo pero no con referencia a otro ejemplo, puede usarse en ese ejemplo como parte de una combinación de trabajo pero no necesariamente tiene que usarse en ese otro ejemplo.

Aunque los ejemplos se han descrito en los párrafos anteriores con referencia a varios ejemplos, debe apreciarse que pueden realizarse modificaciones a los ejemplos dados sin apartarse del alcance de las reivindicaciones.

Las características descritas en la descripción anterior pueden utilizarse en combinaciones distintas de las combinaciones descritas explícitamente anteriormente.

Aunque se hayan descrito las funciones con referencia a ciertas características, esas funciones pueden ser realizables por otras características, se hayan descrito o no.

Aunque se hayan descrito las características con referencia a ciertos ejemplos, esas características también pueden estar presentes en otros ejemplos, se hayan descrito o no.

El término “un/una” o “el/la” se emplean en este documento con un significado inclusivo, no con uno exclusivo. Es decir, cualquier referencia a X que comprende un/una/el/la Y indica que X puede comprender solo un Y o puede comprender más de una Y a menos que el contexto indique claramente lo contrario. Si se pretende usar “una/una” o “el/la” con un significado exclusivo entonces se hará evidente en el contexto. En algunas circunstancias, el uso de “al menos uno” o “uno o más” puede usarse para hacer énfasis en un significado inclusivo, pero la ausencia de estos términos no debe tomarse para inferir cualquier significado exclusivo.

La presencia de una característica (o combinación de características) en una reivindicación es una referencia a esa característica o (combinación de características) en sí misma, y también a las características que logran sustancialmente el mismo efecto técnico (características equivalentes). Las características equivalentes incluyen, por ejemplo, características que son variantes y logran sustancialmente el mismo resultado sustancialmente de la misma manera. Las características equivalentes incluyen, por ejemplo, características que realizan sustancialmente la misma función, sustancialmente de la misma manera para lograr sustancialmente el mismo resultado.

En esta descripción, se ha realizado referencia a diversos ejemplos usando adjetivos o frases adjetivales para describir características de los ejemplos. Dicha descripción de una característica en relación con un ejemplo indica que la característica está presente en algunos ejemplos exactamente como se describe y está presente en otros ejemplos sustancialmente como se describe.

Si bien en la anterior memoria descriptiva se procura llamar la atención sobre las características que se consideran importantes, debe entenderse que el solicitante puede solicitar protección mediante las reivindicaciones con respecto a cualquier característica patentable o combinación de características a las que se haya hecho referencia y/o mostrado anteriormente en los dibujos, independientemente de que se haya hecho o no hincapié en ellas.

REIVINDICACIONES

1. Un tubo (101) de calor oscilante que comprende:
 - 5 al menos una región (103) del condensador configurada para colocarse en una primera parte de un dispositivo (201) electrónico doblable;
 - al menos una región (105) del evaporador configurada para colocarse en una segunda parte del dispositivo (201) electrónico doblable; y
 - 10 al menos una región doblable (301) dispuesta entre la región (103) del condensador y la región (105) del evaporador, y configurada para extenderse a través de una bisagra (213) del dispositivo (201) electrónico doblable, **caracterizada por que** la al menos una región doblable (301) comprende un tubo (303) de polímero soportado por una estructura (305) de soporte helicoidal flexible.
- 15 2. Un tubo de calor oscilante según se reivindica en la reivindicación 1, en donde la estructura de soporte helicoidal flexible comprende al menos uno de: metal, aleación de metal, polímero.
3. Un tubo de calor oscilante según se reivindica en cualquier reivindicación anterior, en donde la al menos una región del evaporador está configurada para acoplarse térmicamente a al menos uno de: un componente electrónico, una cámara de vapor, un difusor de calor, un difusor de calor de estado sólido, un tubo de calor.
- 20 4. Un tubo de calor oscilante según se reivindica en cualquier reivindicación anterior, en donde la al menos una región del condensador está configurada para acoplarse térmicamente a al menos uno de: un difusor de calor, una cámara de vapor.
- 25 5. Un tubo de calor oscilante según se reivindica en cualquier reivindicación anterior, en donde el fluido de trabajo dentro del tubo de calor oscilante tiene un número de confinamiento inferior a uno, en donde el número de confinamiento viene dado por $Co = l_d/2r_i$, donde l_c es la longitud capilar, y r_i es el radio interior del tubo de calor oscilante.
- 30 6. Un tubo de calor oscilante según se reivindica en cualquier reivindicación anterior, en donde el fluido de trabajo dentro del tubo de calor oscilante comprende flúor.
- 35 7. Un tubo de calor oscilante según se reivindica en cualquier reivindicación anterior, en donde el fluido de trabajo dentro del tubo de calor oscilante tiene una presión de vapor lo suficientemente alta como para reducir los efectos de la entrada de gases no condensables al tubo de calor oscilante.
- 40 8. Un tubo de calor oscilante según se reivindica en cualquier reivindicación anterior, en donde al menos una región doblable del tubo de calor oscilante se forma a partir de un polímero seleccionado para tener una buena compatibilidad química y una baja absorción másica con respecto al fluido de trabajo en el tubo de calor oscilante.
- 45 9. Un tubo de calor oscilante según se reivindica en cualquier reivindicación anterior, en donde la región del condensador y la región del evaporador del tubo de calor oscilante comprenden materiales rígidos.
10. Un tubo de calor oscilante según se reivindica en cualquier reivindicación anterior, que comprende al menos un depósito acoplado al tubo de calor oscilante, y configurado para almacenar fluido de trabajo para rellenar el tubo de calor oscilante.
- 50 11. Un tubo de calor oscilante según se reivindica en la reivindicación 10, que comprende al menos un sensor configurado para detectar un nivel de llenado del fluido de trabajo dentro del tubo de calor oscilante, y al menos un controlador configurado para controlar el llenado del tubo de calor oscilante desde el depósito, en función de una señal del al menos un sensor.
- 55 12. Un tubo de calor oscilante según se reivindica en cualquier reivindicación anterior, en donde la primera parte del dispositivo electrónico doblable es una parte rígida y la segunda parte del dispositivo electrónico doblable es una parte rígida, y la región doblable del tubo de calor oscilante se dispone a través de una bisagra entre las dos partes rígidas.

13. Un tubo de calor oscilante según se reivindica en cualquier reivindicación anterior, en donde la primera parte del dispositivo electrónico doblable comprende una pantalla.
- 5 14. Un tubo de calor oscilante según se reivindica en cualquier reivindicación anterior, en donde la segunda parte del dispositivo electrónico doblable comprende al menos uno de: batería, procesador.
15. Un dispositivo electrónico doblable que comprende uno o más tubos de calor oscilantes, según se reivindica en cualquier reivindicación anterior.

10

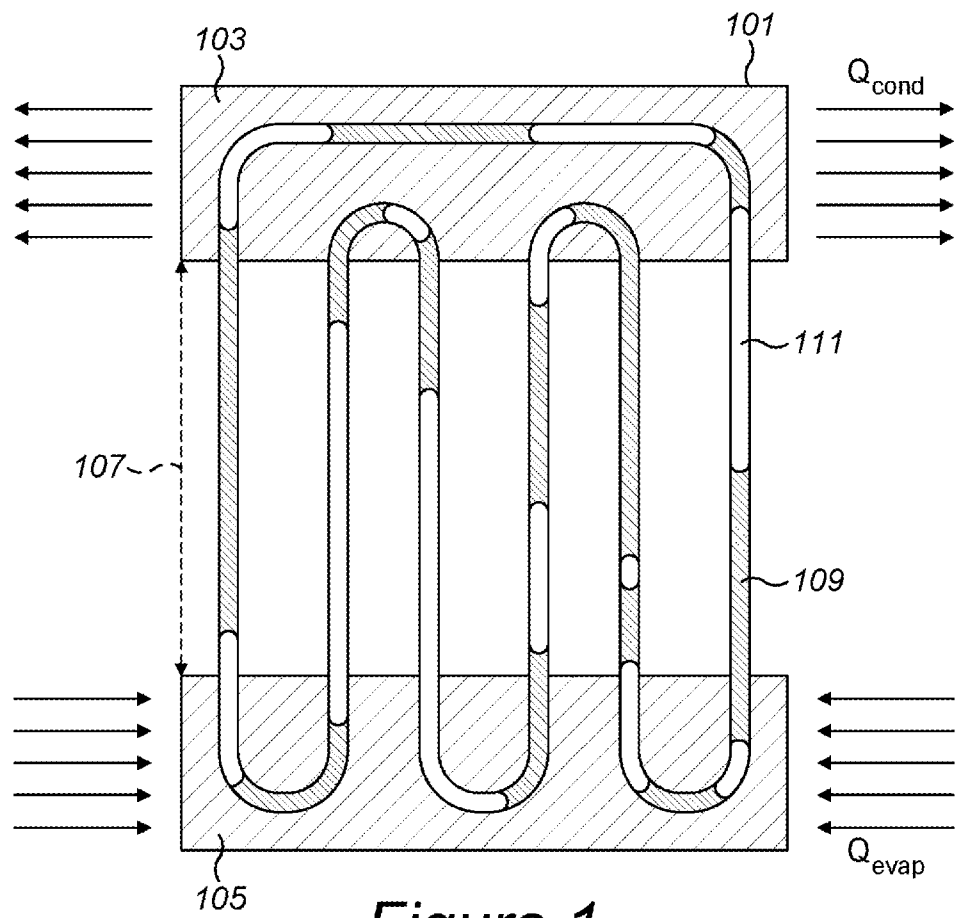


Figura 1

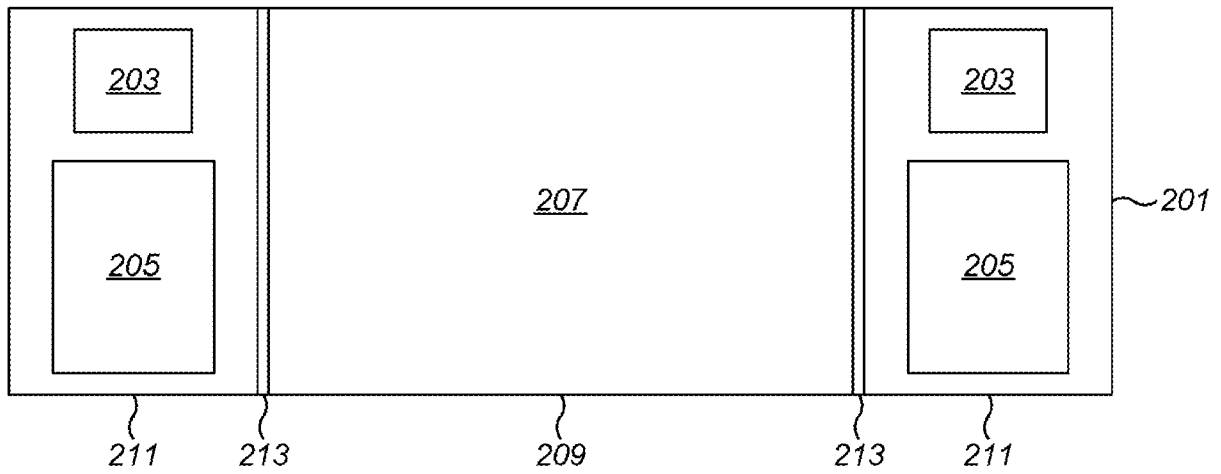


Figura 2A

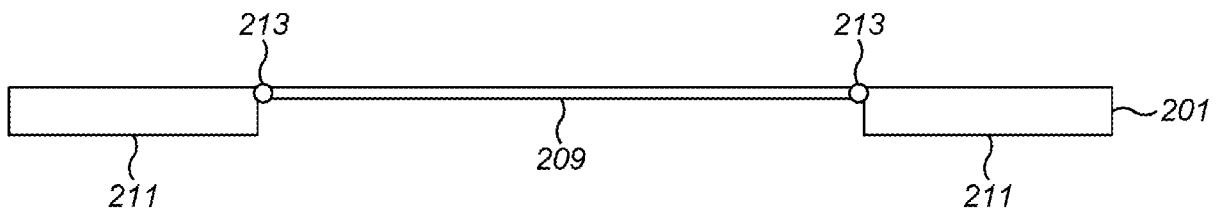


Figura 2B

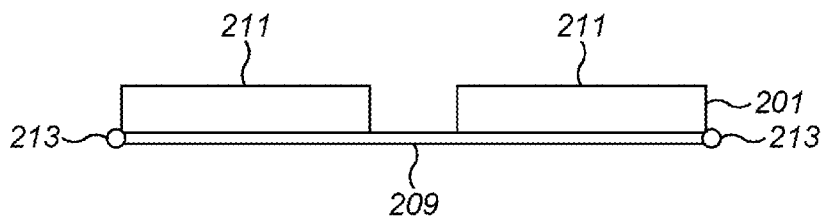


Figura 2C

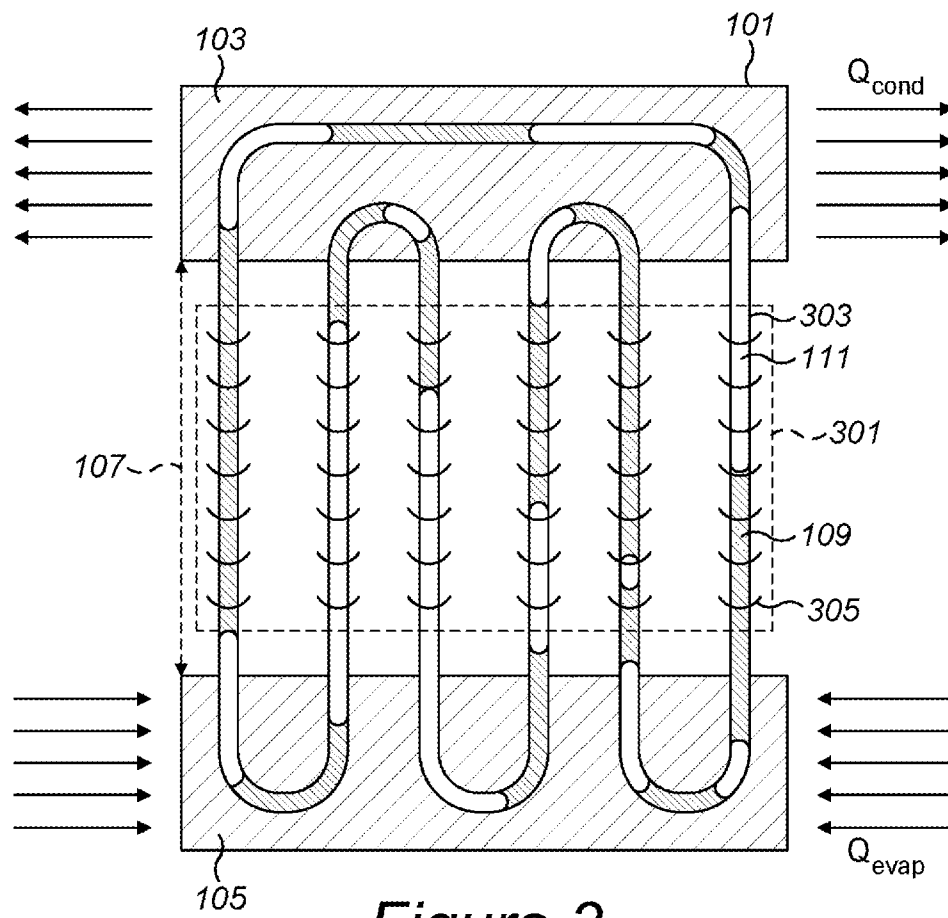


Figura 3

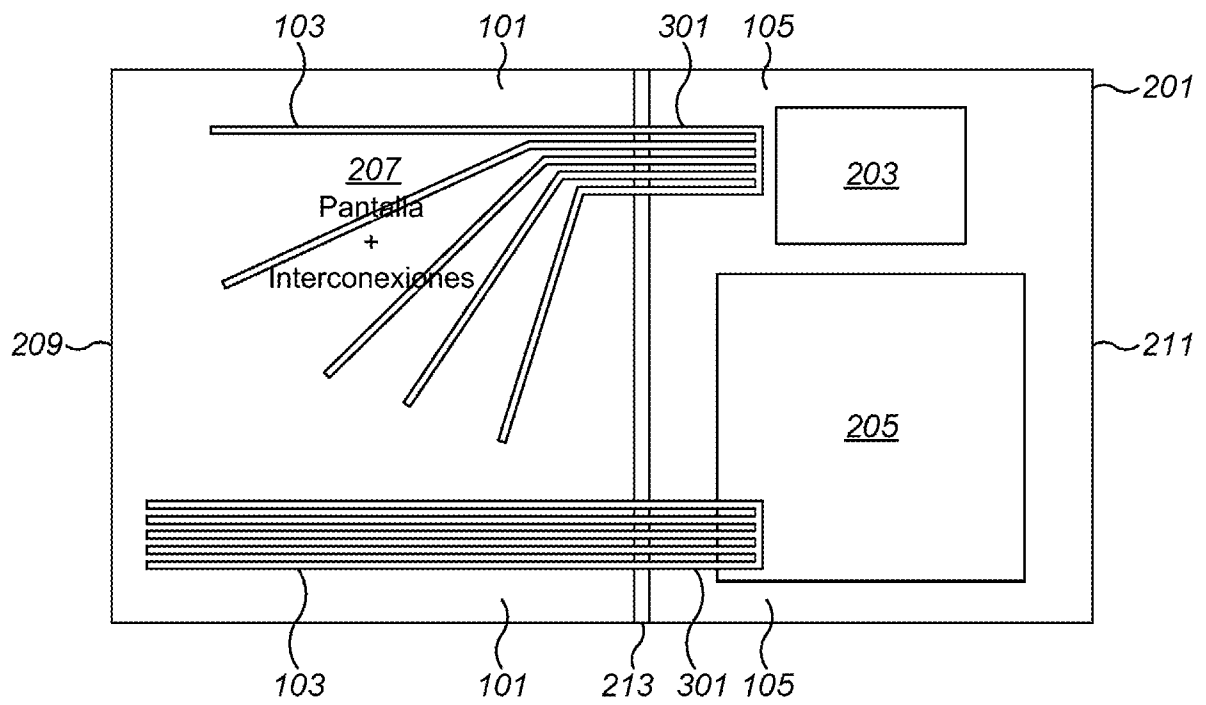


Figura 4

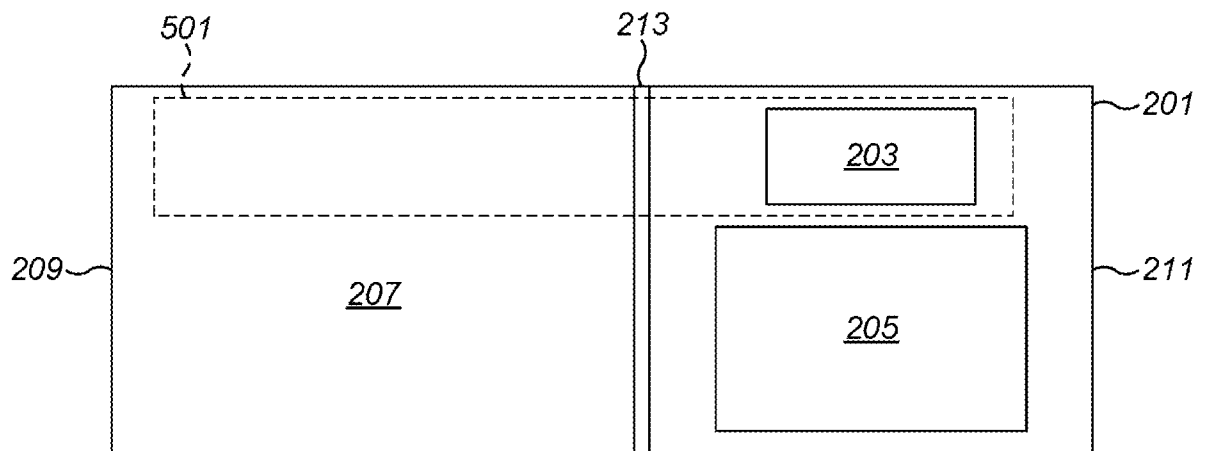


Figura 5A

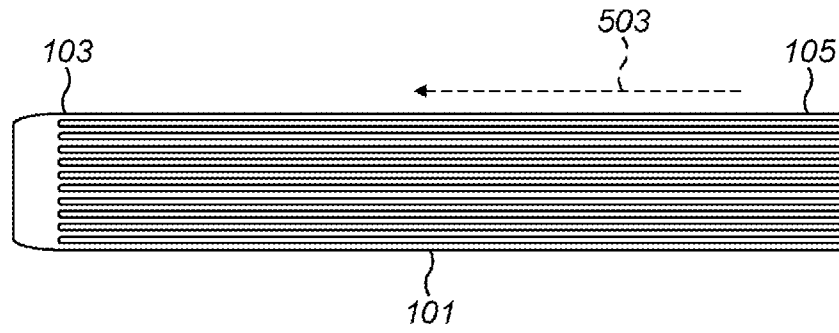


Figura 5B

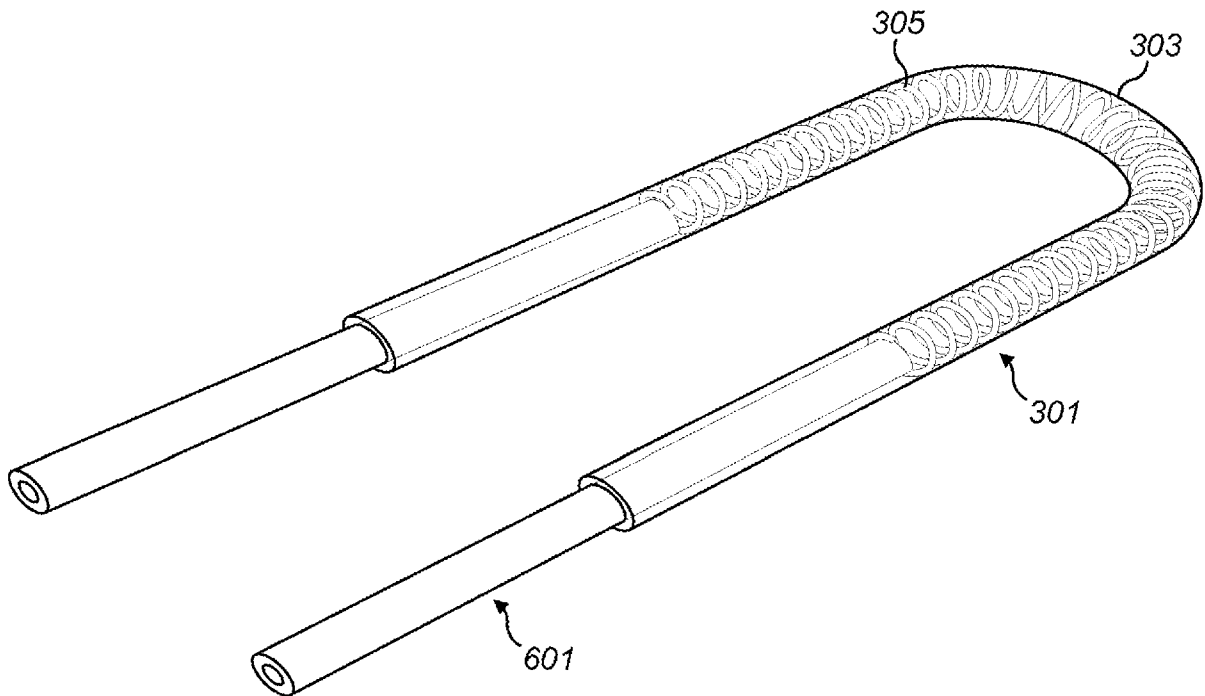


Figura 6A

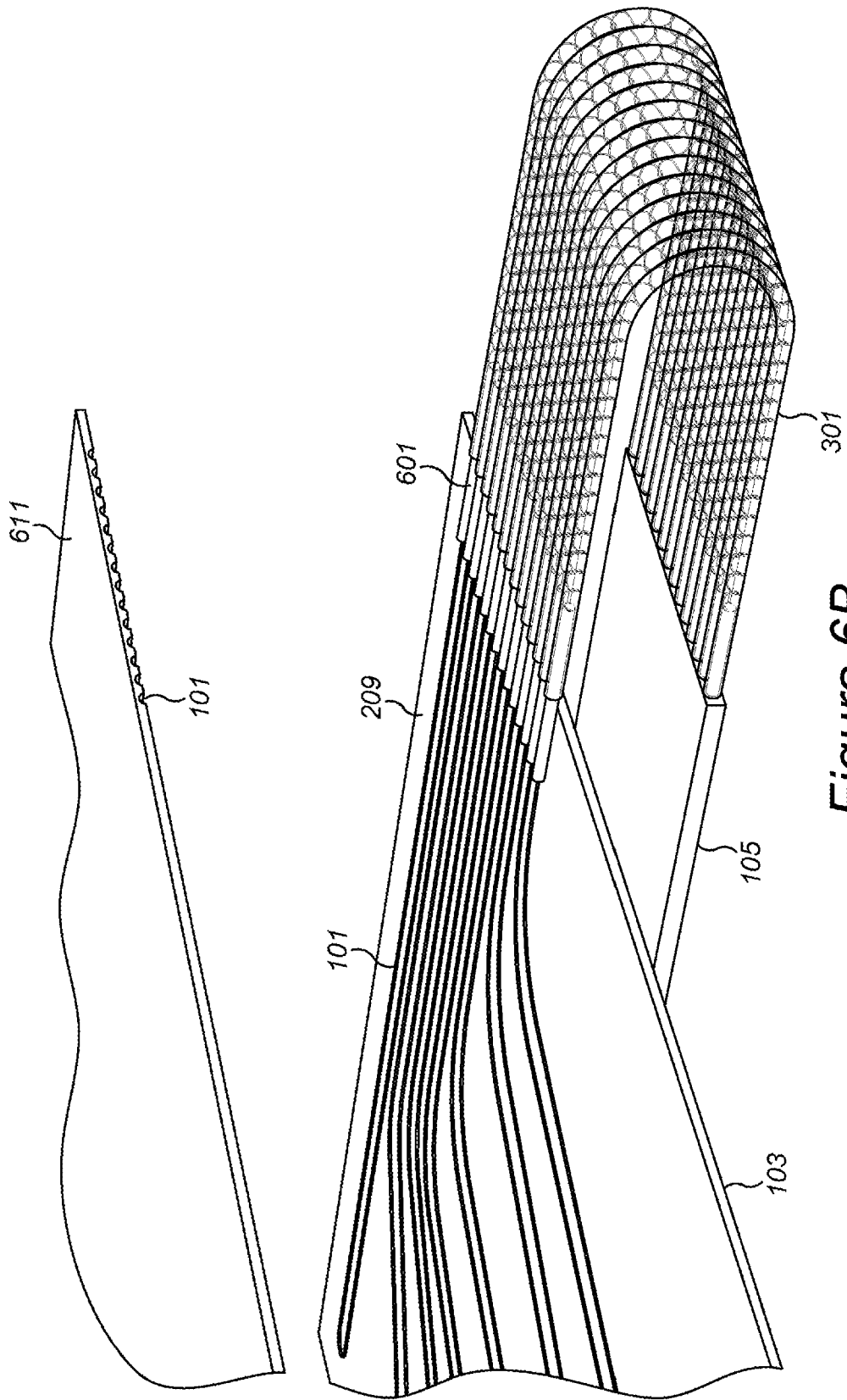


Figura 6B

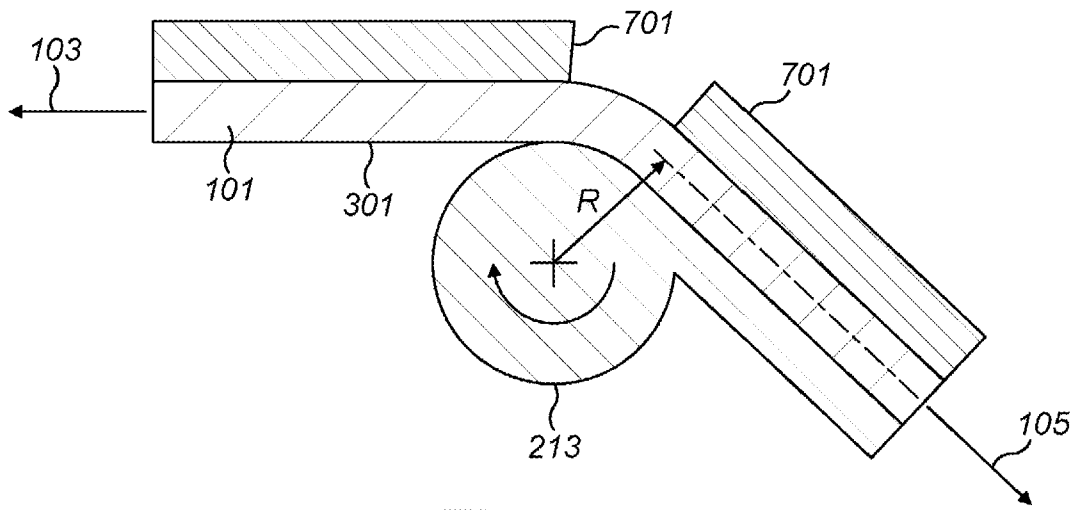


Figura 7

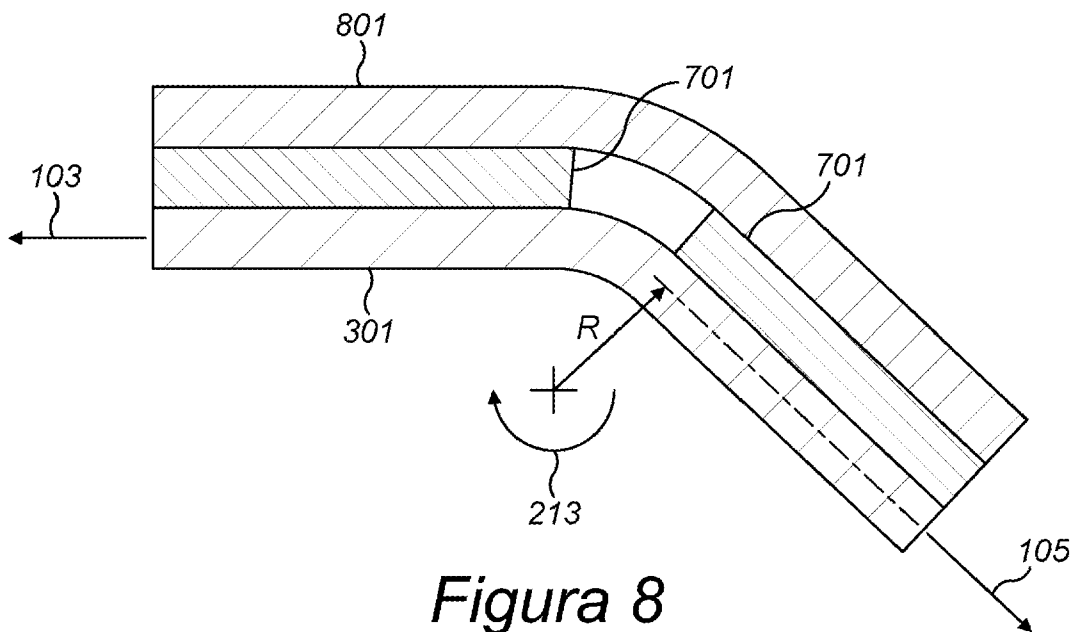


Figura 8

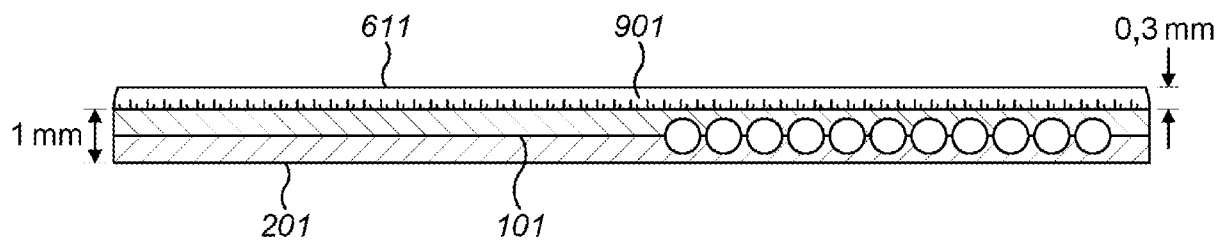


Figura 9

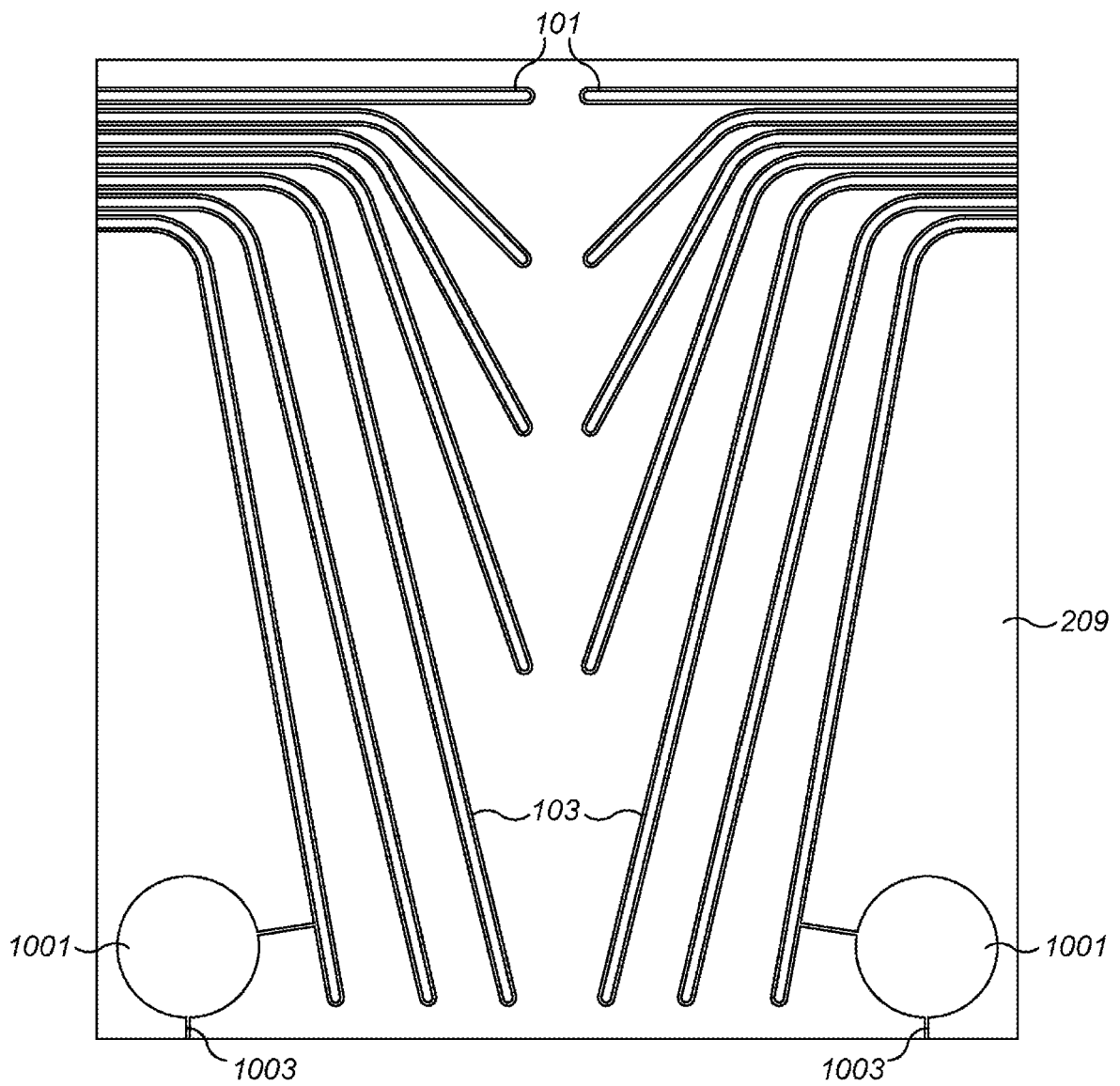


Figura 10