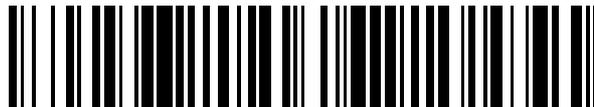


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 659 748**

51 Int. Cl.:

F28D 15/02 (2006.01)

F28D 15/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.07.2013 PCT/EP2013/065236**

87 Fecha y número de publicación internacional: **23.01.2014 WO14013035**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.07.2013 E 13739684 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.12.2017 EP 2861928**

54 Título: **Dispositivo de control térmico**

30 Prioridad:

18.07.2012 FR 1202035

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

19.03.2018

73 Titular/es:

**AIRBUS DEFENCE AND SPACE SAS (100.0%)
31 rue des Cosmonautes, ZI du Palays
31402 Toulouse Cedex 4, FR**

72 Inventor/es:

FIGUS, CHRISTOPHE

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 659 748 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Dispositivo de control térmico

La presente invención concierne a un satélite de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1. Tal satélite es conocido por el documento US 2008/0289801.

5 **Preámbulo y técnica anterior**

Se entiende por control térmico el mantenimiento de un equipo dado a una temperatura comprendida en un intervalo predeterminado. El calor producido por una o varias fuentes de calor debe ser recogido y transportado hacia zonas en las que el mismo se puede evacuar a disipadores de calor (radiadores).

10 Tal exigencia es especialmente crítica para equipos electrónicos embarcados en satélite. En efecto, los citados equipos son altamente disipadores y deben ser mantenidos en un intervalo de temperatura dado a pesar de las variaciones del entorno térmico del satélite y de una imposibilidad de evacuar el calor por convección natural o forzada.

15 Como ejemplo, en el seno de un satélite coexisten paredes radiantes denominadas paneles radiadores, o radiadores, que disipan el calor por radiación hacia el espacio frío, y paredes que llevan los equipos electrónicos disipadores, denominados paneles portaequipos. El calor disipado por los equipos es recogido a nivel de los paneles portaequipos y debe ser evacuado hacia los paneles radiadores.

20 Se comprende que el acoplamiento térmico entre paneles portaequipos y paneles radiadores es crítico para asegurar la buena evacuación del calor disipado por los equipos electrónicos. Este acoplamiento térmico es por otra parte complejo de realizar debido al espacio restringido disponible en el seno del satélite, relacionado con el volumen de los equipos y con su geometría. Por otra parte, el sistema de control térmico debe responder a necesidades contradictorias, porque el mismo debe a la vez asegurar una recogida eficaz del calor producido por los equipos disipadores, y permitir un transporte térmico eficaz en una distancia eventualmente bastante grande entre los paneles portaequipos y los paneles radiadores.

Para asegurar la función de transporte térmico se utilizan clásicamente caloductos.

25 Se recuerda que un caloducto utiliza el cambio de fase de un líquido para asegurar la recogida del calor en un lugar caliente, y su transferencia en forma de vapor hacia un lugar frío. Un caloducto tubular está compuesto clásicamente de un tubo cerrado en el cual cohabitan las fases líquidas y gaseosas de un mismo fluido mantenido a presión. El caloducto permite almacenar el calor por vaporización y restituirle por condensación del fluido.

30 A tal fin, una primera parte del caloducto, denominada zona caliente (evaporador) está dispuesta en la proximidad de una fuente de calor, como por ejemplo un elemento disipador de energía térmica. En este lugar, el líquido contenido en el caloducto se vaporiza absorbiendo calor. El vapor así creado se propaga en el interior del caloducto hasta otra parte del caloducto, denominada zona fría (condensador), dispuesta en la proximidad de un disipador de calor. El gas se condensa entonces restituyendo el calor precedentemente absorbido. La necesaria circulación del líquido entre la zona fría y la zona caliente se hace habitualmente por capilaridad, siendo facilitada la misma por utilización de ranuras, de mallas, de arterias o de espuma metálica dispuestas en la superficie interna del tubo del caloducto.

35 Una fuente de calor es aquí típicamente un equipo o un panel portaequipo. Un disipador de calor típico es un panel radiador.

Un caloducto puede estar en contacto térmico con varias zonas de calor y varios disipadores de calor.

40 El conducto de un caloducto tubular (véanse las figuras 1a y 1b) es un tubo cilíndrico cuya pared interna está ranurada, por ejemplo por extrusión, creando así la estructura capilar por la que transita el líquido. Una placa, unida al tubo del caloducto en una parte de su longitud, favorece el contacto térmico entre el caloducto tubular y las fuentes de calor y/o los disipadores de calor, gracias a una interfaz de montaje plana. La longitud típica de un caloducto tubular embarcado en satélite para el enfriamiento de paneles es de un metro a algunos metros y su diámetro de un centímetro a algunos centímetros.

45 En el caso de aplicación considerado aquí, el calor producido por los equipos montados en un panel del satélite debe ser transportado hacia otro panel del satélite, o a otro lugar del mismo panel (se puede tener también un caloducto que extienda el calor sobre el radiador siendo al mismo tiempo interfaz con uno o varios equipos disipadores), en el que el mismo será disipado.

50 Este es el caso por ejemplo cuando el panel portaequipos está al sol (el mismo radia menos, por tanto evacua peor el calor) y otro panel está a la sombra (caso favorable para radiar el calor). En este caso, se puede prolongar los caloductos tubulares de modo que estos transporten el calor de un panel al otro (los mismos están curvados en la intersección). El calor es evacuado eficazmente cuando al menos uno de los dos paneles está a la sombra (o con baja incidencia solar).

En el caso del control térmico de paneles portaequipos a bordo de satélites, la recogida del calor a nivel de un equipo se hace por intercambio térmico entre un cierto número de caloductos tubulares y los equipos.

5 En este caso, la limitación principal observada es la capacidad de recogida del calor por los caloductos para una densidad de flujo de calor dada. Para un perfil de caloducto dado, el número de caloductos que hay que colocar viene dimensionado por la recogida de calor y en este caso, la red de caloductos está sobredimensionada para el transporte de calor de un panel a otro y/o la difusión del calor en un panel, lo que implica un exceso importante de masa.

10 Por otra parte, el rendimiento del intercambio térmico a nivel del caloducto es proporcional a la superficie de intercambio interna al caloducto (ranuras por ejemplo) y por tanto, para minimizar los gradientes térmicos es a veces necesario multiplicar el número de caloductos.

Exposición de la invención

La invención se refiere a un satélite de acuerdo con la reivindicación 1.

En otras palabras, se trata de un satélite con un dispositivo de regulación térmica que pone en práctica un recinto térmico que contiene un fluido difásico, comprendiendo el citado dispositivo:

15 - al menos una zona de intercambio de calor que comprende un caloducto configurado en forma de una envuelta delgada (es decir una superficie de intercambio importante con un espesor muy pequeño, típicamente al menos diez veces menor, que las otras dimensiones), siendo denominada la citada zona "recinto aplanado" (que puede presentarse en forma de placa en una, dos o tres dimensiones).

20 - al menos una zona de transporte de calor configurada en forma de al menos un caloducto tubular, siendo denominado el citado caloducto tubular "tubo", y

- al menos un nudo de conexión entre el recinto aplanado y el tubo, presentando el citado nudo de conexión una continuidad de capilaridad entre el recinto aplanado y el tubo.

25 La dimensión capilar de las ranuras, poros, células, mallas, ... que aseguran la circulación del fluido en forma líquida a través del nudo es sensiblemente de la misma dimensión (en una relación de 0,5 a 2) que la dimensión capilar del caloducto tubular.

Ventajosamente, en el caso de varios tubos unidos a un mismo recinto aplanado, los citados tubos presentan conductos de vapor en los que la suma de las secciones de paso es sensiblemente igual a la sección de paso de vapor del citado recinto aplanado, con el objetivo de facilitar la circulación del vapor entre el recinto aplanado y los tubos.

30 Se comprende que el dispositivo en el satélite de la invención permite resolver independientemente el dimensionado adaptado para el transporte del calor, y el dimensionado adaptado para el intercambio térmico, con un solo sistema. El dispositivo utiliza por una parte un caloducto tubular (tubo) sin función de intercambio térmico para la función de transporte de calor, siendo este caloducto tubular de volumen reducido, y capaz de aceptar una geometría dictada por la disposición y la geometría de los espacios que queden libres entre los paneles portaequipos y los radiadores.

35 Por otra parte, el dispositivo utiliza un caloducto de cavidad extendida, denominado aquí recinto aplanado, dispuesto debajo de los equipos electrónicos, para la función de intercambio térmico.

El dispositivo comprende una conexión capilar entre el al menos un tubo y el recinto aplanado para asegurar la continuidad de circulación de fluido por capilaridad entre su extremidad caliente y su extremidad fría.

40 La invención permite así reducir la masa del sistema de recogida y de transporte de calor con respecto a un sistema clásico de caloducto. La misma tiene igualmente la ventaja de permitir realizar lo mejor posible el acoplamiento térmico entre los paneles portaequipos y los radiadores.

Un problema secundario que es resuelto por la invención es el de ser más eficaz para los equipos de pared disipadora no plana.

45 De acuerdo con un modo de realización particular, la zona de transporte de calor comprende una zona de deformabilidad incrementada según al menos una dirección predeterminada. Se entiende por zona deformable una zona de pequeña rigidez en las condiciones medioambientales en las cuales se supone que funciona el dispositivo.

50 De esta manera, es posible acomodarse a deformaciones que sobrevengan entre los soportes de las extremidades del dispositivo sin ejercer prácticamente esfuerzos sobre estos soportes. En el caso particular de extremidades dispuestas, una en un panel portaequipos y la otra en un radiador, esta deformabilidad de la zona de transporte permite acomodar las deformaciones, por ejemplo térmicas, sin correr el riesgo de rotura del dispositivo de control térmico por cizalladura.

En un modo de realización particular adaptado al caso de dos soportes de las extremidades del dispositivo dispuestos en planos diferentes, el tubo comprende varios codos dispuestos en planos diferentes.

5 El dispositivo comprende entonces dos recintos aplanados sensiblemente planos situados en planos diferentes, unidos por un tubo que tiene dos zonas de torsión, estando dispuestas las citadas zonas de torsión en al menos dos planos diferentes, siendo los citados planos diferentes respectivamente los planos según los cuales están dispuestos los recintos aplanados.

De esta manera, la rigidez del tubo se encuentra netamente reducida en dos planos, permitiendo una acomodación de un pequeño desplazamiento o de una deformación angular que sobrevenga entre estos dos planos.

10 En un caso particular de puesta en práctica, correspondiente al caso de una fuente o disipador de calor de forma que comprende varios planos, por ejemplo al menos dos paredes planas de un equipo disipador, el recinto aplanado presenta una forma que comprende al menos dos zonas sensiblemente planas que se extienden en dos planos distintos y unidos por una arista.

Independientemente de estos modos particulares de realización, es ventajoso que el espesor del recinto aplanado sea sensiblemente igual al diámetro del tubo.

15 En otro caso de puesta en práctica, correspondiente al caso de una fuente de forma cilíndrica, una parte de la superficie externa del recinto aplanado presenta una forma localmente cilíndrica.

En un modo de realización particular, el recinto aplanado y al menos un tubo están realizados en el mismo material, por ejemplo acero Invar.

Presentación de las figuras

20 Las características de la invención se apreciarán mejor gracias a la descripción que sigue, descripción que expone las características de la invención a través de un ejemplo no limitativo de aplicación.

La descripción se apoya en las figuras anejas que representan:

Figuras 1a y 1b: (ya citadas): vistas en corte longitudinal y transversal de un caloducto de acuerdo con la técnica anterior,

25 Figura 2: una vista esquemática en perspectiva de un dispositivo de transferencia de calor de acuerdo con un modo de realización de un satélite de acuerdo con la invención,

Figuras 3b a 3f: vistas de detalle del dispositivo de la figura 2,

Figura 4: una vista de una variante de dispositivo de transferencia de calor, adaptado al caso de equipos disipadores dispuesto en dos planos perpendiculares,

30 Figuras 5a a 5c: vistas de una variante de dispositivo de transferencia de calor, adaptado al caso de un equipo disipador de forma sensiblemente cilíndrica,

Figura 6: una vista en perspectiva de otra variante del dispositivo,

Figura 7: una vista de otra variante del dispositivo, en el caso de varias zonas de intercambio planas,

Figura 8: una vista del dispositivo de la figura 7, adaptado al caso de dos equipos disipadores,

35 Figura 9: una vista de otra variante del dispositivo, que utiliza una zona de transporte dotada localmente de una placa de enfriamiento,

Figura 10: una vista de una variante del dispositivo, que comprende una zona de intercambio, y varias zonas de transporte de calor,

40 Figura 11: una vista en perspectiva de una variante adaptada al caso de equipos dispuestos en dos planos diferentes,

Figura 12: una vista de otra variante de dispositivo, en este mismo caso.

Descripción detallada de un modo de realización de la invención

Se indica en primer lugar que las figuras no están a escala.

45 La invención descrita aquí, en un ejemplo de puesta en práctica en modo alguno limitativo, encuentra su lugar en un satélite. Este sistema de control térmico es concebido y dimensionado según los equipos embarcados a bordo del

satélite. Su geometría depende por tanto de la geometría de los equipos embarcados, y de su disposición en el seno del citado satélite.

5 En un modo de realización dado aquí como ejemplo ilustrativo y en modo alguno limitativo, el dispositivo de transferencia de calor está constituido de un recinto térmico que contiene un fluido difásico, presentando este recinto una cavidad interna en la que puede circular libremente el fluido en el estado de vapor y una estructura capilar apta para retener el fluido en el estado líquido.

10 De modo más preciso (véase la figura 2), el dispositivo comprende en primer lugar al menos un recinto aplanado 1 que contiene un fluido en el estado difásico y que forma una zona de intercambio térmico con una fuente de calor o con un disipador de calor. Se considera como plano un recinto en el que, en cada punto, una de las dimensiones es sensiblemente inferior a las otras dos dimensiones, por ejemplo diez veces menor. En el presente ejemplo de realización, el recinto es rectangular y plano.

15 Este recinto aplanado 1 presenta una estructura capilar en toda o parte de su superficie interna en el lugar en el que se efectúa el intercambio térmico con la fuente de calor o con el disipador de calor. En el ejemplo de acuerdo con la invención, esta estructura capilar tiene una superficie mojada extendida en al menos dos direcciones y apta para intercambiar un flujo térmico denso.

En todo lo que sigue de la descripción, se denominará « recinto aplanado » un recinto de intercambio térmico difásico de este tipo que contiene una estructura capilar interna enfrente de la zona de intercambio térmico.

20 En un ejemplo en modo alguno limitativo ilustrado en la figura 2, una forma plana del recinto aplanado 1 está adaptada para entrar en contacto con la superficie plana de un equipo o de un panel radiante. La superficie del recinto aplanado 1 es, en este ejemplo, de algunas decenas de centímetros cuadrados a algunas centenas de centímetros cuadrados de superficie, para un espesor de algunas décimas de milímetro a algunos milímetros.

La ventaja proporcionada por este tipo de recinto aplanado 1 es poder presentar una superficie de intercambio térmico muy extendida con una fuente de calor o con un disipador de calor. Varias fuentes de calor o disipadores de calor pueden estar montados ventajosamente en contacto térmico con la superficie del recinto.

25 El dispositivo comprende en segundo lugar al menos un elemento en forma sensiblemente tubular, denominado tubo 2, denominado de modo más preciso « tubo de transporte », siendo su longitud netamente mayor que la dimensión más grande de su sección.

30 El tubo 2 está solidarizado al recinto aplanado 1 a nivel de un punto de unión 3. El tubo 2 presenta de acuerdo con la invención una estructura capilar en su pared interna, como por ejemplo la de un caloducto tubular tal como el descrito anteriormente y considerado conocido en sí mismo. En el dispositivo de acuerdo con la invención, la función de tal tubo es esencialmente transportar del modo más eficaz posible el calor recogido por el recinto aplanado 1.

En lo que sigue de la descripción, se denominará « tubo », o « tubo de transporte » un tubo de transporte de calor de este tipo que tiene una estructura capilar interna, permitiendo esta estructura capilar combinar el transporte del fluido difásico a la vez en forma de vapor y en forma de líquido en las dos direcciones.

35 En el caso de una aplicación para el enfriamiento de equipos disipadores a bordo del satélite, la longitud típica de tal tubo 2 puede ser de algunas decenas de centímetros a algunos metros, y su diámetro de un centímetro a algunos centímetros.

40 Cada tubo de transporte 2 presenta una sección significativamente menor (de 1,5 decenas a varias decenas de veces menor) que la sección mayor del recinto aplanado (siendo consideradas las secciones en corte según el mismo plano).

La sección de los tubos de transporte 2 está optimizada para transportar el flujo térmico intercambiado a nivel del recinto aplanado 1.

45 Es importante indicar que en la figura 2, solamente se ve una parte del tubo porque el mismo está presentado en corte en una extremidad. El tubo 2 se prolonga necesariamente hacia al menos otra zona de intercambio térmico a la cual el mismo está conectado, estando esta otra zona unida a un disipador de calor si el recinto 1 está en intercambio térmico con una fuente de calor o a una fuente de calor si el recinto 1 está en intercambio térmico con un disipador de calor. Otras figuras mostrarán un sistema completo que utiliza el dispositivo.

Vistas desde arriba y en corte de este dispositivo (véanse las figuras 3b a 3f) ilustran la disposición de las diferentes partes del recinto 1 y del tubo 2.

50 Como está ilustrado en la figura 3c, el conducto de vapor 6 del tubo 2 y el conducto de vapor 5a, 5b, 5c del recinto aplanado 1 comunican entre sí, de modo que hay continuidad de la circulación por inercia del fluido en forma de vapor en los dos sentidos entre el recinto aplanado 1 y el tubo 2 a nivel de su punto de unión 3. No es necesario tener una continuidad perfecta de la geometría de los conductos de vapor a nivel del punto de unión 3, pero al menos hay que asegurar que no haya pérdida de carga significativa a este nivel.

Por otra parte, el dispositivo es tal que hay una continuidad de capilaridad entre la estructura capilar 7 del tubo 2 y la estructura capilar 8 del recinto aplanado 1 en el punto de unión 3. Esta continuidad capilar debe permitir al líquido fluir por capilaridad en las dos direcciones entre el recinto aplanado 1 y el tubo 2.

5 Se recuerda que una zona de capilaridad es una zona de pequeña dimensión geométrica en la que los efectos de tensión de superficie son predominantes sobre los efectos de gravedad o de inercia. Una zona elemental de capilaridad está constituida por ejemplo por un poro en el seno de un material poroso, o bien por una ranura en la masa de una pared interna de un tubo.

10 No es necesario tener una continuidad capilar perfecta entre las estructuras capilares del recinto aplanado 1 y del tubo 2, pero al menos hay que asegurar que no hay discontinuidad del efecto de capilaridad a este nivel. Típicamente, una eventual discontinuidad entre la estructura capilar del recinto aplanado 1 y la del tubo 2 no debe sobrepasar en dimensión la dimensión típica de una zona elemental de capilaridad, tal como un poro y/o una ranura, de las citadas estructuras capilares.

15 La continuidad capilar asegurada en los nudos de unión permite así al fluido en fase líquida fluir por capilaridad, en una zona en la que los efectos de tensión de superficie son predominantes sobre los efectos de gravedad o de inercia.

20 La estructura capilar 7 de los tubos 2 está constituida de ranuras (véase la figura 3d) y la estructura capilar 8 del recinto aplanado 1 está constituida de una estructura porosa o de un material poroso (véase la figura 3c), que presenta una permeabilidad elevada. En el caso en que el recinto aplanado 1 y el tubo 2 estén constituidos de un mismo material (aluminio en el caso más corriente), el diámetro de poro de la estructura porosa o del material poroso es elegido entonces tal que el mismo no sea superior a dos veces la abertura de las ranuras de la estructura capilar del tubo 2, a fin de facilitar la circulación del líquido por capilaridad en los dos sentidos. Este valor puede evolucionar en función de las características de mojabilidad del fluido en el caso en que se utilicen materiales diferentes.

25 La estructura capilar del tubo 2 está dispuesta en continuidad capilar con la estructura capilar del recinto aplanado 1, constituida igualmente de una estructura porosa o de un material poroso, que presenta una permeabilidad elevada con un diámetro de poro que no es superior al diámetro de poro de la estructura porosa o del material poroso de los caloductos. Este valor puede igualmente evolucionar en función de las características de mojabilidad del fluido en los diferentes materiales utilizados.

30 En una variante de realización, el intercambiador difásico capilar 1 y el caloducto de transporte 2 son realizados en acero invar, en lugar de aluminio tal como habitualmente es utilizado en la técnica anterior. El invar proporciona una mayor estabilidad dimensional que el aluminio lo que es ventajoso en ciertas aplicaciones.

El dispositivo que acaba de describirse es apto para recoger eficazmente un flujo de calor denso emitido por una fuente de calor, y transportarle eficazmente hacia una zona de disipación desplazada.

En variantes de realización, el recinto aplanado 1 adapta su forma a una superficie de contacto no plana o en varios planos con los equipos disipadores.

35 En este caso, la superficie mojada del recinto aplanado 1 se adapta a la forma de la fuente de calor o del disipador de calor con los cuales la misma esté en contacto. Si esta fuente o este disipador tienen una forma paralelepípedica (como un equipo electrónico en el caso de una fuente de calor), el recinto aplanado 1 puede tener una superficie plana que se adapta a la huella del equipo cuando el mismo está fijado a su plano de montaje.

40 En otro caso, correspondiente a un recinto aplanado 1 en contacto con varios planos del equipo, el recinto aplanado 1 está constituido de dos partes 11, 12 planas y perpendiculares (véase la figura 4) conectadas de tal modo que haya continuidad en sus conductos de vapor y de sus estructuras capilares. La conexión entre las dos partes 11, 12 del recinto aplanado y el tubo 2 se efectúa en el ángulo de intersección de las dos partes 11, 12 con continuidad de los conductos de vapor y de las estructuras capilares como se describió anteriormente. Aquí también solamente está representada una parte del tubo 2, prolongándose ésta necesariamente, en un sistema completo de control térmico, hasta otro intercambiador térmico al cual el mismo está unido.

Si la fuente de calor tiene una forma sensiblemente cilíndrica, como un motor eléctrico por ejemplo, el recinto aplanado 1 presenta una forma localmente tórica que rodea a la citada fuente (véanse las figuras 5a a 5c).

50 Esta diversidad de forma de recintos aplanados 1 (plana, multiplana, tórica, etc.) puede ser fabricada ventajosamente gracias a medios de fabricación rápida, especialmente a base de polvos, por ejemplo por fusión aditiva (impresión directa tridimensional). Se puede fabricar entonces en una sola etapa el conjunto del recinto aplanado 1, a saber las paredes del recinto y la estructura capilar. El tubo de transporte 2 puede ser un tubo de caloducto « estándar » soldado a la pieza así fabricada. El mismo puede igualmente ser fabricado al mismo tiempo que el recinto aplanado gracias a los medios de fabricación rápida. El llenado del dispositivo se hace según el estado de la técnica de los caloductos utilizando por ejemplo un tubo de llenado (denominado a veces « tubo de vacío ») que puede ser conectado a un recinto aplanado, o a un tubo de transporte, del dispositivo.

El tubo de transporte 2 del dispositivo puede ser optimizado para realizar la función de transporte de calor y solamente ésta. Tales caloductos son realizados a menor coste.

5 En una variante de realización del dispositivo, un recinto aplanado 1 de intercambio térmico puede estar unido a varios tubos de transporte 2, 2', 2'' (dos tubos como en las figuras 7, 8, 11, 12, tres tubos como en las figuras 6 y 10) conectados al mismo según el modo de realización anteriormente descrito.

En otra variante (véase la figura 7), el dispositivo comprende varios recintos aplanados 1, 1' conectados entre sí por al menos un tubo de transporte 2, pudiendo estar adaptada la forma de cada recinto aplanado 1 a la fuente de calor o a los disipadores de calor con los cuales esté en contacto.

10 En este mismo ejemplo de realización, en al menos dos recintos aplanados 1, 1', cada recinto aplanado 1 del dispositivo está en contacto con una fuente de calor 3, o con un disipador de calor 4 (véase la figura 8). El tubo de transporte 2 que conecta los recintos aplanados 1 entre sí está dimensionado para permitir un transporte eficaz del calor desde la fuente de calor 3 hacia el disipador de calor 4. En el caso en que el propio tubo 2 no participe en el intercambio térmico, el mismo está ventajosamente dimensionado únicamente para esta función de transporte de calor.

15 Las figuras 7 y 8 presentan así un sistema de control térmico constituido de dos recintos aplanados 1, 1' conectados a un tubo 2 de acuerdo con el modo de realización anteriormente descrito. El conjunto construido de los dos recintos y del tubo forma una cavidad estanca en la cual circula un fluido difásico que permite realizar simultáneamente intercambios térmicos y un transporte de calor eficaces.

20 En ciertas partes del dispositivo, la recogida y la evacuación del calor puede ser realizada con los medios del estado de la técnica, por ejemplo por intermedio de una placa 13 colocada alrededor del tubo de transporte 2 de modo que esta placa esté en contacto térmico con una fuente de calor o un disipador de calor (véase la figura 9). En este caso, el tubo 2 sirve a la vez como tubo de transporte y como intercambiador térmico, lo que puede ser ventajoso cuando la fuente de calor (o el disipador de calor) en contacto con la placa del tubo 2 sea de gran dimensión.

25 Las figuras 11 y 12 ilustran otras realizaciones del dispositivo en las cuales el tubo de transporte 2 está curvado y conecta dos zonas de intercambio térmico (en este caso dos recintos aplanados 1, 1') cuyas superficies están situadas en planos diferentes. En el caso de la figura 12, el tubo de transporte 2 presenta varios codos 14, 15, situados en planos diferentes, lo que le confiere una deformabilidad netamente incrementada según al menos una dirección, en una zona predeterminada, permitiendo acomodarse a pequeños desplazamientos angulares o deformaciones entre los planos de soporte de los intercambios difásicos capilares 1, 1'.

30 **Ventajas**

Los caloductos responden a tres tipos de necesidades:

Una primera necesidad es el transporte de energía de un punto a a un punto b en el interior del satélite. Se comprende que esta necesidad condiciona la capacidad de transporte de energía necesaria para el caloducto.

35 Una segunda necesidad es la extensión o la repartición de calor sobre una superficie que hace la función de radiador. Esta necesidad condiciona la distancia mínima entre dos caloductos sobre la superficie de radiador.

Una tercera necesidad es el intercambio de calor. En este caso, el caloducto está instalado típicamente directamente debajo de un equipo para asegurar un buen intercambio térmico posible entre el caloducto y el equipo al cual está unido. Este acoplamiento térmico es entonces a su vez función de la superficie mojada del caloducto (superficie del caloducto en contacto con el líquido).

40 El satélite de la invención responde lo mejor posible a estas diferentes necesidades gracias a la conexión capilar de las superficies mojadas de recintos con formas adaptadas a la vez a los intercambios térmicos y al transporte de calor.

45 El satélite de acuerdo con la invención ofrece soluciones de intercambio térmico y de transporte del calor a menor coste, optimizando la eficacia del intercambio térmico cualquiera que sea la forma externa de la fuente o del disipador de calor, al tiempo que minimiza la masa y el volumen de la solución de transporte así como el coste y la complejidad del sistema de intercambio térmico y de transporte en su conjunto.

50 Se recuerda que un caloducto ("heat pipe" en inglés, a distinguir de "loop heat pipe", que designa un bucle fluido, de comportamiento totalmente diferente) utiliza el cambio de fase de un fluido para asegurar la recogida del calor en un lugar caliente, y su transferencia en forma de vapor hacia un lugar frío. Un caloducto tubular está compuesto clásicamente de un tubo cerrado en el cual cohabitan las fases líquidas y gaseosas de un mismo fluido mantenido a presión. El caloducto permite almacenar el calor por evaporación y restituirle por condensación del fluido.

Como aclaración, parece necesario distinguir un caloducto ("heat pipe" en inglés) tal como el utilizado en el presente dispositivo, de un bucle fluido ("loop heat pipe" en inglés), de comportamiento totalmente diferente, tal como se cita en diversos documentos de la técnica anterior.

Un bucle fluido ("loop heat pipe") se presenta en forma de un circuito en bucle cerrado en el cual el fluido circula en un solo sentido, mientras que un caloducto ("heat pipe") no está configurado en bucle cerrado. En efecto, en el interior de su cavidad, las fases líquidas y vapor cohabitan y circulan en sentidos diferentes entre las dos extremidades de la citada cavidad.

- 5 En un ejemplo de tal dispositivo en bucle fluido, descrito en el documento WO 2012/049752 (Itoh, octubre 2010), las fases líquidas y gaseosas están separadas por al menos una pared porosa.

10 Esta diferencia es importante porque la misma conduce a un comportamiento totalmente diferente al del sistema con una presión de bombeo incrementada por la pared porosa separadora en el caso de los bucles fluidos, y los límites de funcionamiento inducidos por la separación física de las fases que no existen en el sistema de caloducto debido a la coexistencia de las fases líquida y vapor.

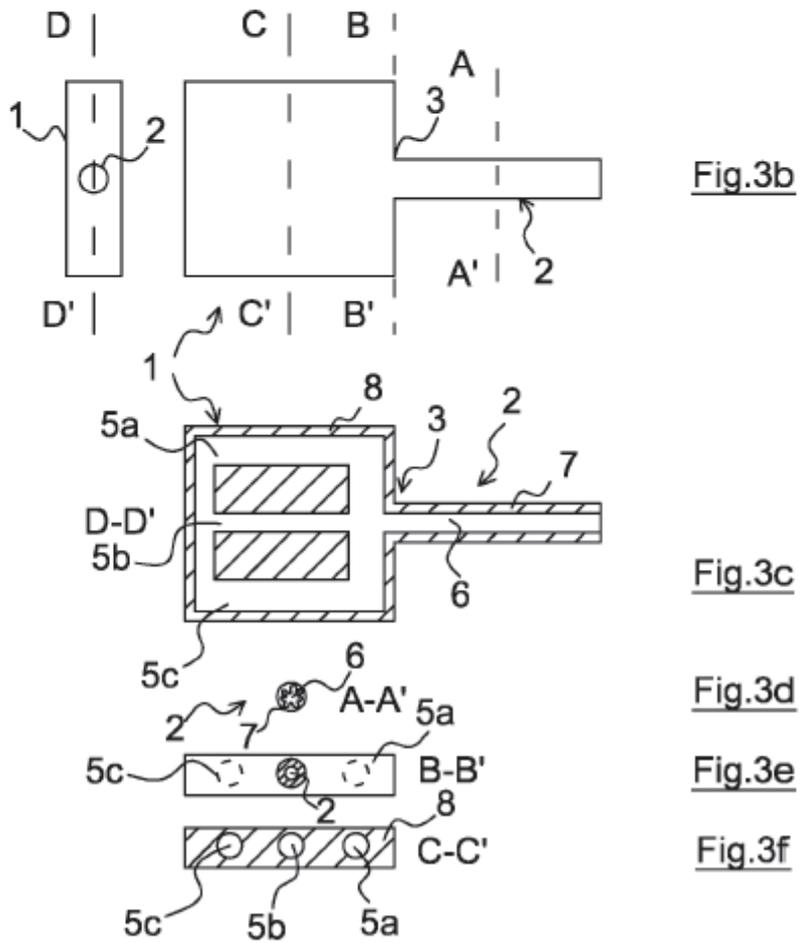
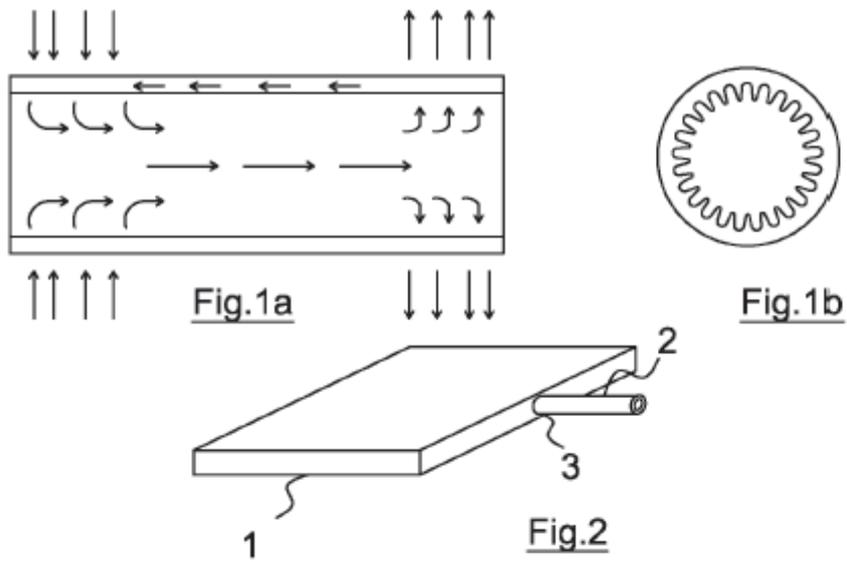
Asimismo, esta técnica anterior WO 2012/049752 del ámbito de los bucles fluidos no describe estructura "capilar", según el sentido generalmente conocido por el especialista en la materia. El dispositivo de este documento anterior comprende un primer conducto 150 que transporta únicamente líquido sin efecto de capilaridad, y un segundo conducto 155 que transporta únicamente una fase vapor.

- 15 Un documento US 2006/0283577 (diciembre 2006) cita igualmente un bucle fluido ("A loop-type heat exchanger device (10) is disclosed, which includes and evaporator (20), a condenser (40), a vapor conduit (30) and a liquid conduit (50) ..."). Este documento no concierne a un dispositivo que comprende una cavidad en la cual cohabitan las fases líquidas y vapor de un mismo fluido. Por el contrario, a la vista de la figura 6 (descrita igualmente en el texto en los párrafos [0028] a [0029] está claro que el tubo 30 está adaptado para transportar únicamente un fluido en fase vapor, y no un líquido y una fase vapor.

20 Otro documento anterior relativo a los bucles fluidos, documento US 2009/0114374 (Kyushu University, mayo 2009), describe una vez más un dispositivo en el cual las fases líquido y vapor de un mismo fluido no cohabitan en modo alguno en el seno de una misma cavidad de transporte. Esto se deduce especialmente del resumen "the liquid state refrigerant is supplied from the liquid supply use channel 32, ... and the evaporated refrigerant is discharged from the heat removal use channel 31". Por otra parte, el dispositivo descrito en este documento no utiliza efecto de capilaridad para el transporte de fluido.

REIVINDICACIONES

1. Satélite que comprende un caloducto para el control térmico de equipos electrónicos, estando constituido el citado caloducto de una cavidad cerrada que contiene un fluido difásico, caracterizado por que el caloducto comprende:
- 5 - al menos una zona de intercambio de calor que comprende un recinto aplanado (1), configurado en forma de un volumen del cual una dimensión es netamente más pequeña que las otras dos, típicamente al menos diez veces más pequeña, teniendo el citado recinto aplanado (1) una primera estructura capilar (8), constituida de una estructura porosa, en toda o en parte de su superficie interna, que permite al fluido en su forma líquida mojar la citada primera estructura capilar (8),
- 10 - al menos una zona de transporte de calor configurada en forma de al menos un tubo (2), de sección circular, que tiene una segunda estructura capilar (7) en toda o en parte de su cara interna,
- la segunda estructura capilar (7) está constituida de ranuras,
- 15 - el citado recinto aplanado (1) y el citado al menos un tubo (2) están conectados de modo que el vapor puede circular libremente en el conjunto de la cavidad, y que una continuidad de capilaridad esté asegurada entre la estructura porosa y las ranuras de modo que el líquido puede mojar la totalidad de la estructura capilar así constituida.
2. Satélite de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que, en el caso de varios tubos (2) unidos a un mismo recinto aplanado (1), los citados tubos (2) presentan conductos de vapor en los que la suma de las secciones de paso es sensiblemente igual a la sección de paso de vapor del citado recinto aplanado (1).
3. Satélite de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2, caracterizado por que la zona de transporte de calor comprende una zona de deformabilidad incrementada según al menos una dirección predeterminada.
- 20 4. Satélite de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que el caloducto comprende dos recintos aplanados (1, 1') sensiblemente planos situados en planos diferentes, unidos por un tubo (2) que tiene dos zonas de torsión (14, 15), estando dispuestas las citadas zonas de torsión (14, 15) en al menos dos planos diferentes.
- 25 5. Satélite de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que el recinto aplanado (1) presenta una forma que comprende al menos dos zonas sensiblemente planas (11, 12) que se extienden en dos planos distintos y unidos por una arista.
6. Satélite de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por que el espesor del recinto aplanado (1) es sensiblemente igual al diámetro del tubo (2).
- 30 7. Satélite de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado por que una parte de la superficie externa del recinto aplanado (1) presenta una forma localmente cilíndrica.



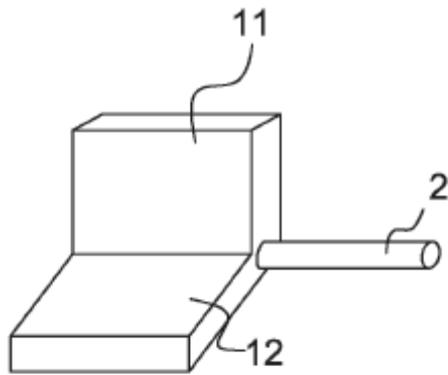


Fig.4

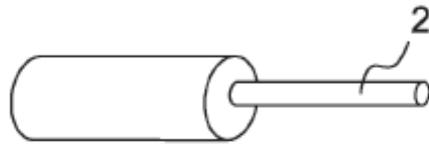


Fig.5a



Fig.5b

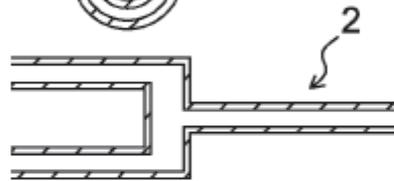


Fig.5c

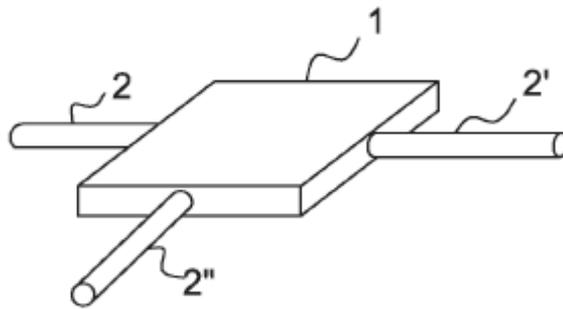


Fig.6

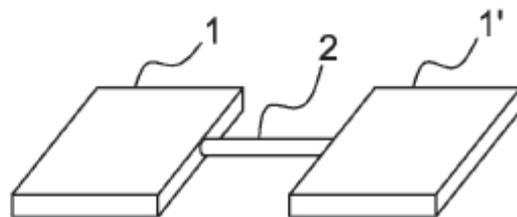


Fig.7

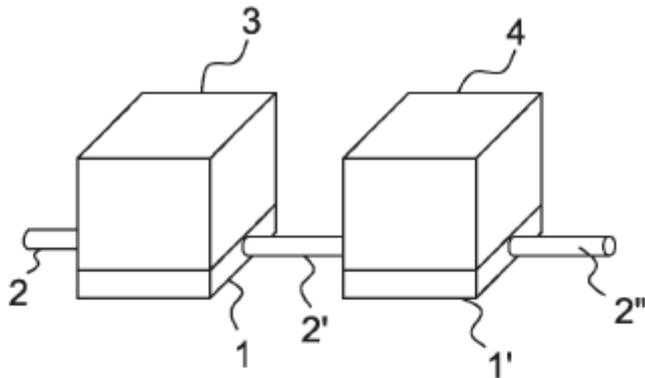


Fig.8

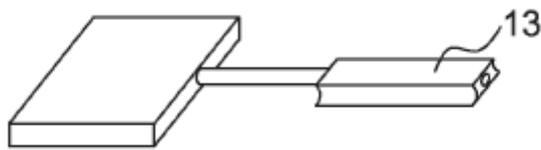


Fig.9

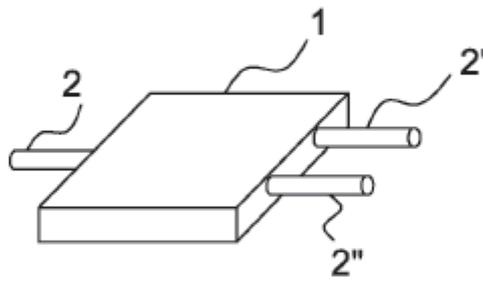


Fig.10

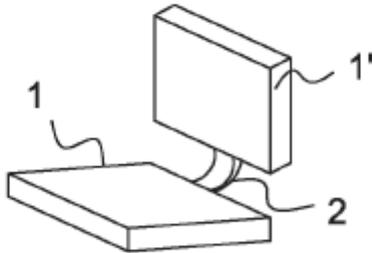


Fig.11

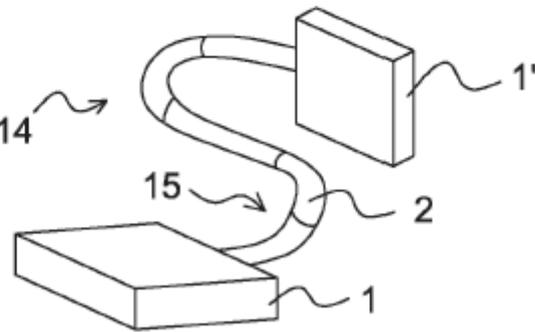


Fig.12