

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 404 083**

51 Int. Cl.:

**F28D 15/02** (2006.01)

**F28D 15/04** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.11.2009 E 09768164 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.02.2013 EP 2344827**

54 Título: **Dispositivo de regulación térmica de red de tubos de calor capilares interconectados**

30 Prioridad:

**12.11.2008 FR 0857643**

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

**23.05.2013**

73 Titular/es:

**ASTRIUM SAS (100.0%)  
12 rue Pasteur  
92150 Suresnes, FR**

72 Inventor/es:

**FIGUS, CHRISTOPHE y  
OUNOUGH, LAURENT**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

**ES 2 404 083 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 regulación térmica de red de tubos de calor capilares interconectados.

5 La presente invención concierne a un dispositivo de regulación térmica del tipo basado en tubos de calor capilares de transferencia térmica con circulación de fluido, utilizados para la refrigeración, respectivamente el recalentamiento, de fuentes calientes, respectivamente frías, e interconectados en al menos una red. El documento US 5.216.580 divulga un dispositivo correspondiente al preámbulo de la reivindicación 1.

El objetivo de esta reivindicación difiere del dispositivo conocido en su parte caracterizante.

10 Mientras que un tubo capilar es un simple tubo hueco cuya pared interna es lisa, un tubo de calor capilar de transferencia térmica 1 está formado, en una variante la más común y la más económica del estado de la técnica, y como está representado esquemáticamente en cortes longitudinal y transversal en las figuras 1a y 1b, respectivamente, por un tubo hueco 2 que presenta ranuras internas 3 longitudinales extruidas en la masa a partir de su cara interna y que rodean a un canal central 4.

15 En otras variantes, como está representado esquemáticamente en el corte transversal de la figura 1c, el canal central 4 está rodeado por una estructura sensiblemente anular de un material poroso tal como, por ejemplo, cobre poroso, o cualquier otra estructura porosa 5, que tapice a la pared interna del tubo 2. Estas estructuras particulares (ranuras 3, estructura o material poroso 5) son denominadas en lo que sigue « estructuras capilares », y están generalmente dispuestas a nivel de la superficie interna del tubo 2 del tubo de calor capilar 1 para retener la fase líquida de un fluido caloportador a este nivel, y separarla de la fase vapor, que circula por el interior del canal central 4. El tubo de calor 1 tiene así dos dimensiones capilares diferentes (por ejemplo el diámetro del canal central 4 y el espesor o dimensión radial de la estructura capilar 3, 5), que permiten un flujo dissociado (en co-corriente o en contracorriente) de la fase líquida y de la fase vapor del fluido utilizado para transportar el calor.

20

Un tubo de calor capilar 1 de acuerdo con el estado de la técnica comprende en general un tubo 2 lineal, o comprendiendo al menos un tramo, cerrado en sus dos extremidades, y lleno de un fluido caloportador difásico a una presión adaptada, que permite el transporte del calor por evaporación, flujo del vapor, y condensación del fluido.

25 El tubo de calor capilar 1 se presenta generalmente en forma de una barra, eventualmente acodada en ciertos lugares, cuyas dimensiones están adaptadas a las necesidades. La sección transversal del tubo 2 puede ser por ejemplo de forma circular o cuadrangular. El tubo 2 puede estar en contacto térmico directo con al menos una fuente caliente tal como 6 en la figura 1a y al menos una fuente fría tal como 7 en la figura 1a, o en contacto térmico con al menos una base, a su vez en contacto térmico con al menos una fuente caliente o al menos una fuente fría.

30 El tubo de calor capilar 1 une una o varias fuentes calientes 6 (por ejemplo equipos electrónicos disipadores de calor o recalentadores), a nivel de una zona de evaporación 8, a una o varias fuentes frías 7 (por ejemplo radiadores, o equipos o estructuras que hay que recalentar), a nivel de una zona de condensación 9. La fase líquida del fluido circula desde la zona de condensación 9, en relación de intercambio térmico con la o las fuentes frías 7, hacia la zona de evaporación 8, en relación de intercambio térmico con la o las fuentes calientes 6, a través de la estructura capilar 3, 5 que tapiza a la pared del tubo 2. En la zona de evaporación 8, en contacto con la o las fuentes calientes 6, el líquido se vaporiza, y el vapor así formado se evacua a través del canal central 4 del tubo 2 hacia la zona de condensación 9, donde el vapor se condensa en fase líquida liberando calor hacia la o las fuentes frías 7.

35

40 En oposición a un tubo de calor capilar 1 tal como el descrito anteriormente refiriéndose a las figuras 1a a 1c, existen tubos de calor denominados oscilantes, constituidos por simples tubos capilares (tubos huecos de pequeño diámetro interno, por ejemplo 2 mm a 5 mm) unidos e interconectados extremo con extremo a fin de constituir uno o varios bucles. Este conducto capilar, en el que las extremidades opuestas del o de los bucles están en relación de intercambio térmico con, por un lado, un evaporador y, por el otro, un condensador, está lleno de un fluido caloportador presente en sus dos fases (líquida y vapor). El flujo de las fases es exclusivamente en co-corriente, siendo empujados segmentos o « tapones » de líquido por burbujas de vapor formadas por absorción de calor a nivel de la zona de evaporación acoplada térmicamente a una o varias fuentes calientes. Así, el conducto capilar cerrado, parcialmente lleno de líquido puesto por la zona de evaporación en contacto térmico con la o las fuentes calientes, favorece la expansión sucesivamente de burbujas de vapor de una longitud que puede llegar hasta varios milímetros (típicamente 5 mm a 10 mm). La expansión de estas burbujas de vapor empuja a « tapones » de líquido sucesivos, de modo que el desplazamiento de estos tapones y de estas burbujas pone líquido y vapor en contacto térmico, por la zona de condensación, con una o varias fuentes frías, lo que condensa vapor en líquido. Así, el flujo del fluido líquido en este circuito cerrado favorece el retorno de líquido hacia la zona de evaporación, y la generación de una nueva burbuja a nivel de esta última. Resulta así que los segmentos líquidos y las burbujas de gas se desplazan globalmente y alternativamente hacia la zona de evaporación y hacia la zona de condensación.

45

50

55 Tubos de calor capilares oscilantes de este tipo están descritos por ejemplo en los documentos US 4.921.041 y US 5.219.020 a los cuales se hará referencia para más precisiones a este respecto.

El funcionamiento de un tubo de calor capilar es por tanto diferente, y mucho más eficaz, que el de un simple tubo capilar utilizado en los tubos de calor oscilantes o todavía en tubos de calor en co-corriente de acuerdo con el documento US 6.269.865 y tal como el descrito en lo que sigue refiriéndose a la figura 2 (que corresponde a la figura 3 del documento US 6.269.865). En efecto, un tubo capilar, cuya pared interna es lisa, está limitado en capacidad de bombeo a un valor inversamente proporcional al diámetro del tubo, o sea menos de 100 Pa. Un tubo de calor capilar, habida cuenta de la pequeña dimensión capilar de la estructura porosa o de las ranuras en la pared interna, permite obtener capacidades de bombeo superiores a 500 Pa. Contrariamente a un tubo capilar, un tubo de calor capilar permite, por otra parte, homogeneizar la temperatura a lo largo del tubo del tubo de calor, pudiendo fluir las fases líquida y vapor del fluido independientemente una de la otra en las dos direcciones del tubo en función de los diferentes puntos calientes y puntos fríos a lo largo del tubo de calor.

Como está representado en la figura 2, el documento US 6.269.865 describe un tubo de calor en red 11 de simples tubos capilares 12 interconectados formando bucles 13 cerrados, sensiblemente cuadrados o rectangulares, en comunicación entre ellos y con dos tubos capilares respectivamente de entrada 12a y de salida 12b, que se cierran en las extremidades opuestas de un intercambiador de calor. Este intercambiador puede funcionar como evaporador 18, si este es puesto en contacto térmico con al menos una fuente caliente 16 y si la red 11 funciona como unidad de disipación de calor, en contacto térmico con al menos una fuente fría o pozo de calor. Este intercambiador puede funcionar igualmente como condensador 19, si éste es puesto en contacto térmico con al menos una fuente fría y si la red 11 funciona como unidad de captación de calor, en contacto térmico con al menos una fuente caliente.

En la red 11 se ve aparecer claramente la sucesión de tapones de líquido 14 y de burbujas de vapor 15. Este tipo de red 11 es utilizado para disipar calor producido en una fuente caliente tal como 16. Las limitaciones en prestaciones de tal sistema con respecto a los tubos de calor capilares han sido explicadas anteriormente. Además, esta red 11 solamente funciona si ésta está unida a una unidad de absorción de calor 18, en relación de intercambio térmico con al menos una fuente caliente 16, estando esta unidad 18 disociada de la red 11 utilizada para la disipación térmica. La unidad de absorción 18 debe vaporizar el fluido a la entrada 12a de la red 11 de tubos capilares. El vapor 15 así creado es condensado a nivel de la red 11 en contacto con al menos una fuente fría, formando progresivamente tapones de líquido 14 empujados por burbujas de vapor 15. El fluido en el estado líquido 14 es evacuado a la salida 12b de la red 11 y reenviado a la unidad de absorción 18. En este tipo de red 11, el líquido 14 y el vapor 15 circulan necesariamente en el mismo sentido (flujos en co-corriente). El líquido 14 y el vapor 15 no pueden repartirse independientemente uno del otro en el seno de la red 11, impidiendo así el establecimiento de un régimen difásico por toda la red 11. El líquido 14, cada vez más presente a medida que se produce la condensación del fluido, ofrece una capacidad de resorción de calor mucho menor que la creada por la condensación de vapor 15. La acumulación de líquido 14 en ciertos lugares de la red 11, en particular en los nudos 20 de la red 11, es decir en las interconexiones de al menos dos bucles 13 de la red 11, ralentiza la circulación del vapor 15. Globalmente, el flujo de calor absorbible por la red 11 es limitado, y la carga térmica no puede repartirse eficazmente en el seno de la red 11.

Los documentos US 5.506.032, US 5.806.803 y US 6.776.220 describen redes de tubos de calor capilares entrecruzados y no interconectados (en particular en sus intersecciones), utilizados para la regulación térmica de muros (paredes) portadores de equipos. Este tipo de redes de dos dimensiones, tal como está representado esquemáticamente en la figura 3 aneja, está formado por tubos de calor capilares 21 (representados aquí como formados cada uno por un tubo 22 de estructura capilar de ranuras internas 23 alrededor de un canal central) entrecruzados, que se extienden en al menos dos direcciones diferentes y coplanarias, y en general sensiblemente perpendiculares, pero sin ninguna interconexión entre tubos de calor 21, en el sentido en que el fluido contenido en los tubos de calor 21 no puede circular de un tubo de calor cualquiera a al menos otro. Así pues, en el lugar en que dos tubos de calor 21 se cruzan, los intercambios térmicos entre los dos tubos de calor 21 solamente pueden hacerse por intercambios conductivos, ya sea por contacto directo entre los tubos 22 de los dos tubos de calor 21, o eventualmente con la ayuda de al menos una pieza intermedia maciza, de un material buen conductor del calor, que recubre a los dos tubos de calor 21, a nivel de su intersección, y denominada a veces base, que forma una interfaz térmica o un puente térmico entre estos dos tubos de calor 21.

Así, una limitación importante de este tipo de dispositivo de regulación térmica pasivo de red de tubos de calor capilares entrecruzados viene de las inevitables pérdidas de transferencia térmica a nivel de los cruces, y por tanto constituye una limitación en términos de potencia transportada, así como una limitación ligada a la densidad de flujo térmico máximo que un tubo de calor 21 puede soportar a nivel de un cruce. Una cantidad de calor recogida por uno de los tubos de calor 21 de la red fluye eficazmente a lo largo de este tubo de calor 21, pero no puede fluir eficazmente en la otra dirección de la red, a lo largo de los tubos de calor 21 que éste cruza y que se extienden en esta otra dirección, por ejemplo ventajosamente hacia una fuente fría localizada en esta otra dirección.

En el caso en que una fuente caliente esté dispuesta en un cruce entre dos tubos de calor 21, solo estos dos tubos de calor 21 pueden transportar eficazmente el calor en su dirección respectiva, y fuentes frías deben estar dispuestas en al menos una de estas direcciones. Así, para recoger y evacuar eficazmente el calor gracias a tal red, hay que disponer de un número suficiente de fuentes frías localizadas en todas las direcciones de la red, lo que impone limitaciones de disposición, o bien aumentar la conductividad térmica en los cruces de los tubos de calor 21, lo que aumenta sensiblemente la masa del dispositivo. Además, la maraña de tubos de calor 21 aumenta el volumen

- 5 del dispositivo y no permite realizar redes de pequeño espesor. Finalmente, la baja modularidad de este tipo de red no permite realizar de modo simple y eficaz la evacuación de calor en formas estructurales complejas, de superficie o de volumen. En particular, no se conoce ninguna generalización a tres dimensiones de este tipo de redes. Tal generalización chocaría con una complejidad todavía mayor, una baja eficacia de intercambios térmicos en el seno de la red, y una necesidad de numerosas fuentes frías en contacto térmico con los tubos de calor de la red.
- La invención tiene por objetivo proponer un dispositivo de regulación térmica de red de tubos de calor capilares que ponga remedio a todas las limitaciones antes citadas del estado de la técnica y aporte otras ventajas que se presentan en la descripción que sigue.
- 10 A tal efecto, la invención tiene por objeto un dispositivo de regulación térmica, que comprende al menos una red de tubos de calor capilares, en la que cada uno comprende un tubo que encierra una estructura capilar longitudinal sensiblemente anular, para la circulación de un fluido caloportador difásico en fase líquida, y que rodea a un canal central para la circulación del citado fluido difásico en fase vapor, y que se caracteriza porque los tubos de al menos dos tubos de calor de la red se entrecruzan y está interconectados de tal modo que a nivel de cada intersección de tubos de calor que forman un nudo de la red, puede efectuarse un intercambio en fase líquida por capilaridad entre las estructuras capilares de los citados al menos dos tubos de calor, y puede efectuarse simultáneamente un intercambio de fluido en fase vapor por libre circulación entre los canales centrales de los citados al menos dos tubos de calor.
- 15 En una primera variante de realización, pueden existir extremidades de tubos de calor no conectados a nudos de la red. Estas extremidades están entonces cerradas, por ejemplo por soldadura, a fin de retener el fluido en la red. En otra variante, cada extremidad de cada tubo de calor está conectada a un nudo de la red, salvo en una o varias entradas / salidas de la red, que especialmente pueden asegurar la comunicación de la red con al menos una prolongación de esta red de tubos de calor y/o con al menos otra red de tubos de calor del citado dispositivo.
- 20 En estas variantes, uno o varios tubos de calor de la red pueden prolongarse en distancias alejadas de la red, hasta del orden de algunos metros, para buscar el contacto térmico con fuentes calientes o fuentes frías alejadas de la citada red.
- 25 Ventajosamente, un depósito de fluido está conectado a la red, por ejemplo a nivel de una entrada o de una salida de la red, a fin de adaptar la cantidad de fluido presente en la red a las variaciones de temperatura de la red, en particular para acomodarse a la dilatación del fluido y al nivel de fluido condensado.
- 30 Si, en lo que sigue, se denomina ramal a una parte de tubo de calor que llega a un nudo de la red, entonces, a fin de permitir una transferencia eficaz de calor a través del conjunto de la red, el dispositivo de la invención es ventajosamente tal que en cada nudo de la red, las estructuras capilares de todos los ramales de tubo de calor que desembocan en el citado nudo aseguran una continuidad capilar para el fluido en fase líquida, de modo que el fluido en fase líquida que llega al citado nudo por cualquier ramal de tubo de calor que desemboca en el citado nudo puede fluir por capilaridad por todos los otros ramales de tubo de calor que desembocan en el citado nudo. Así pues, hay continuidad capilar para el líquido en todas las direcciones entre los diferentes ramales que desembocan en los nudos y a través de los nudos.
- 35 Con el mismo objetivo de permitir la transferencia de calor lo más eficaz posible a través del conjunto de la red, el dispositivo es ventajosamente tal que en cada nudo de la red, los canales centrales de todos los ramales de tubo de calor que desembocan en el citado nudo aseguran, simultáneamente a la continuidad de flujo del fluido en fase líquida, una continuidad del flujo de fluido en fase vapor, de modo que el fluido en fase vapor que llega al citado nudo por cualquier ramal de tubo de calor que desemboca en el citado nudo, puede fluir por todos los otros ramales de tubo de calor que desembocan en el citado nudo. Hay por tanto continuidad de flujo del vapor en todas las direcciones entre los diferentes ramales que desembocan en los nudos y a través de los nudos.
- 40 La continuidad capilar asegurada en los diferentes nudos debe permitir al fluido en fase líquida fluir por capilaridad, en una zona donde los efectos de tensión de superficie son predominantes sobre los efectos de gravedad o de inercia. No es necesario tener una continuidad perfecta de las citadas estructuras capilares, sino que al menos hay que asegurar que no haya una discontinuidad del efecto de capilaridad a este nivel. A tal efecto, ventajosamente, en cada nudo de la red, las estructuras capilares de los ramales de tubo de calor que desembocan en el citado nudo no presentan entre ellas discontinuidad de tamaño superior a la dimensión típica de un poro o de una ranura de la estructura capilar de los tubos de calor, según que esta estructura comprenda respectivamente material poroso o ranuras internas en el tubo correspondiente.
- 45 50 La continuidad del conducto de flujo del fluido en fase vapor, asegurada en los diferentes nudos de la red, debe permitir al vapor fluir por inercia. Así, no es necesario tener una continuidad perfecta de la geometría del citado conducto, sino que al menos hay que asegurar que no haya pérdida de carga significativa a este nivel. Ventajosamente, a tal efecto, y en cada nudo de la red, la continuidad de flujo del fluido en fase vapor está asegurada, entre los canales centrales de los ramales de tubo de calor que desembocan en el citado nudo, por un conducto de flujo del cual al menos una dimensión típica o la sección de paso es sensiblemente igual al menos a la
- 55

dimensión típica o a la sección de paso de los canales centrales de los citados ramales de tubo de calor que desembocan en el citado nudo.

5 Sin embargo, a fin de soportar densidades de flujo más elevadas, o por ejemplo de integrarse en volúmenes o geometrías específicas, por razones de volumen de la red, de presencia de codos en ciertos tubos de calor, o del funcionamiento contra la gravedad, al menos un tubo de calor de la red puede comprender al menos un ramal que difiera de los ramales de al menos otro tubo de calor de la red, a nivel de la estructura capilar y/o de al menos una dimensión típica del citado ramal de tubo de calor.

10 El dispositivo de acuerdo con la invención es ventajosamente tal que la citada al menos una red de tubos de calor que ésta comprende es una red de dos dimensiones que comprende dos pluralidades de tubos de calor tales que los tubos de calor de cada pluralidad están orientados, al menos en una parte de su longitud, sensiblemente según una respectivamente de dos direcciones inclinadas una respecto de la otra, y preferentemente perpendiculares entre sí, de modo que los tubos de calor de las dos pluralidades se entrecruzan y están interconectados en su cruce de acuerdo con las características anteriormente descritas.

15 El dispositivo de acuerdo con la invención puede generalizarse porque al menos una red que éste comprende es una red de tubos de calor de tres dimensiones que comprende, al menos en un nudo de la red, al menos tres ramales de tubo de calor orientados al menos en una parte de su longitud según respectivamente tres direcciones, inclinadas, dos a dos, una respecto de otra, y preferentemente perpendiculares entre sí, dos a dos, entrecruzándose los citados al menos tres ramales de tubo de calor y estando interconectados de acuerdo con las características anteriormente descritas.

20 En un primer modo de realización del dispositivo, en al menos un nudo de la red, los al menos dos tubos de calor que se entrecruzan y están interconectados en el citado nudo tienen sus respectivos tubo y estructura capilar recortados según recortes de formas complementarias tales que los tubos de calor se encajan a nivel de los recortes reconstituyendo una continuidad de pared de los tubos, solidarizados entre sí a lo largo de los recortes, una continuidad capilar a lo largo de las estructuras capilares y una continuidad de flujo a lo largo de los canales de los citados tubos de calor. Este modo de realización es más particularmente apropiado para tubos de calor de sección cuadrangular (rectangular o cuadrada) o circular que forman una red de dos dimensiones. Se comprende que, para evitar fugas de fluido a nivel de un nudo así formado, la continuidad de las paredes de los tubos de los dos tubos de calor, a nivel de su cruce, debe quedar asegurada, por ejemplo por una soldadura externa de estos tubos a lo largo de los recortes, asimismo la continuidad entre las estructuras capilares dispuestas en el interior de los dos tubos queda asegurada de modo más fácil si esta estructura capilar está constituida por una estructura porosa (de un material poroso) más bien que por ranuras.

25

30

Se comprende que es más difícil generalizar este modo de realización a tubos de calor de ranuras y/o a las redes de tres dimensiones, y que este modo de realización es más apropiado para redes de dos dimensiones y/o de tubos de calor de materiales porosos.

35 Debido a estas limitaciones, en un segundo modo de realización, particularmente ventajoso, del dispositivo de la invención, la interconexión de los tubos de calor a nivel de al menos un nudo, y preferentemente de todos los nudos en los que al menos dos ramales de tubo de calor se conectan entre sí, se hace de modo modular, por intermedio de una pieza de unión hueca, que tiene en particular el aspecto de una cruceta para un nudo de red bidimensional en el que cuatro ramales de tubos de calor están en interconexión, y que, por generalización, se la denomina cruceta en lo que sigue.

40

De modo más preciso, en este segundo modo de realización, el dispositivo es tal que al menos un nudo de red comprende una pieza de unión hueca, denominada cruceta, que asegura la interconexión entre sí de todos los ramales de tubo de calor que desembocan en el citado nudo, comprendiendo la citada pieza de unión ramales de unión tubulares, en número igual a los ramales de tubo de calor que se interconectan en el citado nudo, cada uno con una estructura capilar interna y sensiblemente anular que rodea a un canal central, conectándose cada ramal de unión a los otros ramales de unión por una extremidad longitudinal, denominada extremidad interna, y a un ramal de tubo de calor respectivo por su extremidad longitudinal opuesta, denominada extremidad externa, de modo que la estructura capilar de cada ramal de unión esté en continuidad capilar, en su extremidad externa, con la estructura capilar del citado ramal de tubo de calor correspondiente, y esté en continuidad capilar, en su extremidad interna, con la estructura capilar de cada uno de los otros ramales de unión, y de modo que su canal central esté en comunicación, en su extremidad externa, con el canal central del ramal de tubo de calor correspondiente y, en su extremidad interna, con el canal central de cada uno de los otros ramales de unión.

45

50

Además, en este caso y cuando la estructura capilar de los tubos de calor está constituida por ranuras, es ventajoso que esta estructura capilar de los tubos de calor esté dispuesta en continuidad capilar con la estructura capilar de los ramales de unión de las crucetas constituida por una estructura porosa o por un material poroso, que presente una permeabilidad elevada, con un diámetro de poro de la estructura o del material poroso que no sea superior a dos veces la abertura de las citadas ranuras, a fin de facilitar el flujo del líquido. Este valor puede evolucionar en función de las características de mojabilidad del fluido en los diferentes materiales utilizados.

55

- 5 Del mismo modo, en el caso de tubos de calor en los que la estructura capilar está constituida por una estructura porosa o por un material poroso, es ventajoso que esta estructura capilar de los tubos de calor esté dispuesta en continuidad capilar con la estructura capilar de los ramales de unión de las crucetas, constituida igualmente por una estructura porosa o por un material poroso, que presente una permeabilidad elevada con un diámetro de poro que no sea superior al diámetro de poro de la estructura porosa o del material poroso de los tubos de calor. Este valor puede igualmente evolucionar en función de las características de mojabilidad del fluido en los diferentes materiales utilizados.
- 10 Una ventaja apreciable de este modo de realización particular del dispositivo con crucetas es que los tubos de calor de la red pueden estar constituidos por tubos de calor estándar ya comercializados, de perfil ranurado, o de estructura capilar porosa.
- En un modo de realización estándar, los tubos de los tubos de calor de la red están simplemente soldados a los tubos de la o las crucetas.
- Otra ventaja es que cualquier cruceta puede quedar dispuesta para conectar un número cualquiera de ramales de tubo de calor, en general de 2 a 8 ramales de tubo de calor, en una red de dos o tres dimensiones.
- 15 Una de las ventajas proporcionadas por cualquier realización del dispositivo de acuerdo con la invención, cuando una o varias fuentes calientes está o están en contacto térmico con la red, es que puede hacerse un intercambio de calor entre cada fuente caliente y uno o varios elementos de la red (ramales o nudos de la red). La red permite entonces recoger eficazmente el conjunto del calor producido por la o las fuentes calientes y homogeneizar la temperatura del conjunto.
- 20 En ejemplos de dispositivo de acuerdo con la invención, la red de tubos de calor recoge el calor generado por al menos una fuente caliente en contacto térmico con al menos una parte de la red, y evacua el citado calor a través de al menos una fuente fría en contacto térmico con al menos otra parte de la red.
- 25 Las fuentes calientes pueden ser « puntuales », del tipo de elemento disipador o calefactor, o continuas, del tipo de estructura recalentada por al menos una fuente externa. Asimismo, las fuentes frías pueden ser puntuales, del tipo de dedo frío de elemento refrigerante, o continuas, del tipo de estructura radiante enfriada por al menos una fuente externa.
- 30 Así, el dispositivo permite, por intercambios térmicos debidos a los cambios de estado del fluido difásico recoger eficazmente calor desprendido por una o varias fuentes calientes por evaporación del fluido, y transferirle a través de la red hacia una o varias fuentes frías en las que el fluido se condensa para volver por capilaridad hacia la o las fuentes calientes.
- Tal dispositivo puede ser utilizado indiferentemente para enfriar una o varias fuentes calientes, y/o para recalentar una o varias fuentes frías. El fluido utilizado estará adaptado a las temperaturas de funcionamiento del sistema. Por ejemplo puede utilizarse amoníaco para temperaturas de funcionamiento comprendidas entre -40 °C y +100 °C.
- 35 Ventajosamente, la citada al menos una red de tubos de calor del dispositivo puede estar integrada al menos en parte en la masa de una estructura, cuya temperatura hay que controlar.
- De acuerdo con otra realización ventajosa del dispositivo, una parte de la citada al menos una red de tubos de calor está en contacto térmico con al menos una fuente caliente, respectivamente fría, y otra parte de la citada red está en contacto térmico con al menos una fuente fría, respectivamente caliente.
- 40 En una realización preferida, el dispositivo, en cualquier forma de realización presentada anteriormente, comprende además al menos un bucle fluido, preferentemente difásico de bombeo capilar, par transportar calor de la citada al menos una red de tubos de calor hacia al menos una fuente fría desplazada, estando la zona de evaporación del bucle fluido en contacto térmico con al menos una parte de la red de tubos de calor. En este caso, al menos una zona de condensación del citado bucle fluido está en contacto térmico con la citada al menos una fuente fría.
- 45 En una forma inversa de realización, el dispositivo comprende al menos un bucle fluido, preferentemente difásico de bombeo capilar, par transportar calor de la citada al menos una fuente caliente desplazada hacia la citada al menos una red de tubos de calor, estando la zona de condensación del bucle fluido en contacto térmico con al menos una parte de la citada red de tubos de calor. En este caso, al menos una zona de evaporación del citado bucle está en contacto térmico con la citada al menos una fuente caliente.
- 50 Estas dos realizaciones se benefician de las prestaciones de los bucles fluidos considerados mucho más eficaces que los tubos de calor, a igual masa, para transportar un flujo de calor importante de un punto a otro.
- El dispositivo de la invención puede igualmente ser tal que la citada al menos una red de tubos de calor es una parte integrante de una estructura portante a la cual está fijada al menos una fuente caliente y/o al menos una fuente fría.

En este caso, la citada estructura portante puede estar constituida ventajosamente por la citada al menos una red de tubos de calor, apta para soportar equipos disipadores, lo que limita la masa del conjunto. La función de la red de tubos de calor es entonces doble: térmica, con el transporte, la homogeneización del calor, y mecánica, con el soporte/mantenimiento de los equipos disipadores.

5 El dispositivo de acuerdo con la invención puede aplicarse a un sistema de control térmico que permita controlar la temperatura de la citada al menos una red, o de al menos un elemento en contacto térmico con la citada red. Esto se realiza disponiendo el dispositivo de modo que comprenda además al menos un sensor de temperatura dispuesto en la citada al menos una red de tubos de calor o en la proximidad de al menos un elemento en contacto térmico con la citada al menos una red, y al menos un órgano calefactor, respectivamente refrigerante, en contacto térmico con la citada al menos una red, de modo que la temperatura de la citada al menos una red o del citado al menos un elemento es controlada aplicando una consigna de potencia térmica que hay que producir por el citado al menos un órgano calefactor, respectivamente refrigerante, en función de los desvíos constatados entre las mediciones de temperatura proporcionadas por el citado al menos un sensor de temperatura y una consigna de temperatura.

10 El o los elementos de contacto térmico con la red puede o pueden ser una o varias fuentes puntuales tales como equipos, o una estructura portante de equipos en la cual está integrada la red, o bien una pieza mecánica en la cual está integrada la red. En todos los casos de aplicación, el interés de la red de tubos de calor de acuerdo con la invención es homogeneizar eficazmente la temperatura aunque el o los órganos calefactores o refrigerantes actúen puntualmente sobre la red, haciéndose la difusión del calor al conjunto de los elementos, de la estructura portante o de la pieza mecánica muy eficazmente por intermedio de la red.

15 Para prevenir las consecuencias de una avería de la citada al menos una red de tubos de calor interconectados, por ejemplo una fuga en esta red, se puede asegurar una redundancia de esta red superponiendo al menos dos redes, eventualmente idénticas, o bien subdividiendo la citada red en varias subredes no interconectadas, pero ventajosamente manteniendo un contacto térmico entre las citadas subredes.

20 El dispositivo de la invención puede ser objeto de numerosas aplicaciones ventajosas, de las cuales una primera concierne a la refrigeración de una antena activa que comprenda baldosas de radiofrecuencia (RF), cuyas características dimensionales sean semejantes y las características de potencia disipada sean eventualmente diferentes, y que estén dispuestas, preferentemente regularmente, sobre una estructura portante en forma de parrilla, caracterizada porque la menos una red de tubos de calor del citado dispositivo está integrada en la citada estructura portante de la antena activa, y el calor recogido por la citada red es evacuado hacia al menos un radiador por al menos una prolongación de la citada red de tubos de calor y/o al menos otra red de tubos de calor y/o al menos un bucle fluido del citado dispositivo.

25 Una segunda aplicación ventajosa concierne a la refrigeración de un muro portador de equipos electrónicos, y se caracteriza porque al menos una red de tubos de calor del citado dispositivo está fijada a al menos una piel térmicamente conductora del muro, y, preferentemente, entre dos pieles térmicamente conductores del citado muro, y el calor recogido por la citada al menos una red de tubos de calor es evacuado hacia al menos una fuente fría, tal como un radiador, por al menos una prolongación de la citada red de tubos de calor y/o al menos otra red de tubos de calor y/o al menos un bucle fluido del citado dispositivo.

30 Una tercera aplicación particularmente ventajosa concierne al control térmico de una pieza mecánica y se caracteriza porque al menos una red de tubos de calor del citado dispositivo está en relación de intercambio térmico con la citada pieza mecánica o integrada en la citada pieza, cuya temperatura se quiere controlar, estando colocados al menos un elemento calefactor y al menos un drenaje térmico unido al menos a un elemento refrigerante en contacto térmico con la citada red de tubos de calor para aportar o retirar calor a la citada red, y al menos un sensor de temperatura mide una magnitud física variable, representativa de la temperatura de la citada pieza, y cuya medición es comparada con al menos un valor de referencia para mandar una variación la cantidad de calor que hay que aportar a, o retirar de, la citada pieza, de modo que se reduzca la diferencia resultante de la citada comparación.

35 Según la forma y las dimensiones de la pieza mecánica, será ventajoso utilizar una red de tubos de calor de dos dimensiones o de tres dimensiones. La red de dos dimensiones puede ser completamente plana, o bien presentar curvaturas en ciertos lugares a fin de adaptarse lo mejor posible a la forma de la pieza.

40 Esta última aplicación puede ser utilizada ventajosamente para asegurar el control térmico de un plano focal grande de instrumento óptico.

Otras características y ventajas de la invención se desprenderán de la descripción dada en lo que sigue, a título no limitativo, de ejemplos de realización descritos refiriéndose a los dibujos anejos, en los cuales:

45 La figura 1a es una vista en corte longitudinal o diametral de un tubo de calor capilar de ranuras del estado de la técnica,

La figura 1b es un corte transversal del tubo de calor capilar de la figura 1a,

- La figura 1c es un corte transversal, análogo a la figura 1b, de un tubo de calor capilar de estructura porosa o de material poroso del estado de la técnica,
- 5 La figura 2 es una vista esquemática en corte por un plano medio, de un tubo de calor en co-corriente en red de simples tubos capilares interconectados y en bucles cerrados, de acuerdo con el estado de la técnica conocido por el documento US 6. 269. 865,
- La figura 3 es una vista parcial en perspectiva de una red de dos dimensiones de tubos de calor capilares de ranuras entrecruzados del estado de la técnica,
- estas figuras 1 a 3 han sido descritas ya anteriormente,
- 10 La figura 4a es una vista esquemática de una red bidimensional de tubos de calor capilares entrecruzados e interconectados de acuerdo con la invención, en corte por un plano axial de los tubos de calor,
- La figura 4b es una vista, a escala mayor e igualmente en corte por un plano axial, de los tubos de calor, de un nudo de la red de la figura 4a al cual se conectan cuatro ramales de tubos de calor,
- 15 La figura 5 es una vista parcial en perspectiva en despiece ordenado de dos tramos de tubos de calor capilares con recortes complementarios que se imbrican uno en el otro para constituir una primera variante de nudo de una red bidimensional análoga a la de la figura 4a,
- La figura 6a es una vista esquemática, en corte por un plano axial de los tubos de calor, de una segunda variante de nudo de una red bidimensional tal como la de la figura 4a, con una pieza de unión en cruceta de cuatro ramales para conectar entre sí cuatro ramales de tubos de calor,
- La figura 6b es una vista en perspectiva de la cruceta, de cuatro ramales del nudo de la figura 6a,
- 20 La figura 6c es una vista en perspectiva de una cruceta de 6 ramales que constituye la pieza de unión a nivel de un nudo de una red tridimensional, para conectar 6 ramales de tubos de calor de esta red,
- La figura 7 es una vista esquemática en perspectiva de una aplicación de un dispositivo de acuerdo con la invención, en la cual una red de tubos de calor capilares interconectados coopera con un bucle fluido difásico de bombeo capilar para transferir calor de fuentes calientes a un radiador, y
- 25 La figura 8 es una vista esquemática parcial en corte transversal de otra aplicación de un dispositivo de acuerdo con la invención, en la cual una red de tubos de calor es puesta en práctica en una estructura portante de una antena activa, que comprende baldosas de radiofrecuencia (RF) que hay que refrigerar.
- La red 30, bidimensional y globalmente plana, de la figura 4a comprende dos grupos de tubos de calor capilares rectilíneos, paralelos, espaciados regularmente uno de otro, y orientados, en cada grupo, según una respectivamente de dos direcciones que son perpendiculares entre sí. De modo más preciso, en este ejemplo, el primer grupo comprende cuatro tubos de calor 31a, 31b, 31c y 31d, denominados « horizontales » en la figura 4a, cruzados con los cinco tubos de calor 31e, 31f, 31g, 31h y 31i denominados « verticales » del segundo grupo, de modo que los tubos de calor de cada grupo están interconectados con los tubos de calor del otro grupo en todos los puntos de sus intersecciones o de conexiones, en el interior y en los bordes de un rectángulo delimitado por los tubos de calor horizontales superior 31a e inferior 31d del primer grupo, y los tubos de calor verticales y laterales 32e y 31i del segundo grupo.
- 30
- 35
- Estos puntos de conexión constituyen otros tantos nudos de la red 30. El número de ramales de tubos de calor que se conectan a un nudo de la red puede variar. Por ejemplo, la red 30 aquí considerada comprende nudos de cuatro ramales de tubo de calor tal como el nudo 36 representado en vista agrandada en la figura 4b, en el que se conectan dos ramales sucesivos 31b1 y 31b2 de un tubo de calor horizontal tal como 31b y los dos ramales sucesivos 31f1 y 31f2 de un tubo de calor vertical tal como 31f.
- 40
- La red 30 comprende igualmente nudos de 3 ramales tal como el nudo 37, en el que se conectan un ramal terminal (el primero o el último) tal como 31b1 de un tubo de calor horizontal tal como 31b o vertical, en el interior del rectángulo de la red 30, y dos ramales sucesivos tales como 31e1 y 31e2 de un tubo de calor vertical u horizontal de un borde de la red, tal como 31e'.
- 45
- La red 30 comprende todavía nudos de dos ramales tal como el nudo 38 situado en una « esquina » de la red 30 rectangular en el que se conectan un ramal terminal tal como 31a1 de un tubo de calor de un borde horizontal tal como 31a, con un ramal terminal tal como 31e1 de un borde vertical tal como 31e de la red.
- 50
- Los tubos de calor y/o ramales de tubos de calor capilares son de un tipo conocido en el estado de la técnica y tal como el descrito anteriormente refiriéndose a las figuras 1a a 1c, es decir que comprenden un tubo 32 que envuelve a una estructura capilar para la circulación del fluido caloportador difásico en fase líquida, que rodea a un canal central 34 para la circulación de este fluido en fase vapor, estando constituida la estructura capilar por ranuras



longitudinales dispuestas en la cara interna de la pared del tubo 32 o por una estructura anular porosa 35, eventualmente de un material poroso, como está representado en la figura 4a y, a escala mayor, en el nudo de cuatro ramales 36 de la figura 4b.

5 En cada uno de los nudos 36, 37 y 38 de la red 30, todos los ramales que están interconectados en este nudo se conectan uno a otro de manera que aseguran una continuidad de flujo del canal central 34 de uno cualquiera de estos ramales con el canal 34, de cada uno de los otros ramales de este nudo, de tal manera que el fluido en fase vapor que fluye hacia el nudo por el canal 34 de cualquier ramal de tubo de calor que desemboca en este nudo puede fluir por los canales centrales 34 de todos los otros ramales de tubos de calor conectaos a este nudo, como está esquematizado por las seis flechas dobles F en la figura 4b.

10 Para que se efectúe una transferencia de calor favorablemente por libre circulación del fluido caloportador difásico en fase vapor entre los canales centrales 34 de todos los ramales de tubos de calor que se conectan a un mismo nudo, estos canales centrales 34, tienen una sección de paso, o al menos una dimensión típica del canal 34, por ejemplo su diámetro, que permanece sensiblemente constante e igual de un canal 34 a otro y, en su caso, en cualquier conducto de flujo que conecta los canales 34 de todos los ramales de tubos de calor a nivel de un mismo nudo. Así, la continuidad de flujo del vapor en todas las direcciones entre los diferentes ramales de tubos de calor que desembocan en un mismo nudo y a través de este nudo permite a este vapor fluir por inercia, sin que sea necesario tener una continuidad perfecta entre los canales centrales 34, sino asegurando solamente la ausencia de pérdida de carga significativa a nivel de cada nudo.

20 Simultáneamente, queda asegurada una continuidad capilar para el fluido en fase líquida entre las estructuras capilares tales como 35 de todos los ramales de tubos de calor conectados a un mismo nudo 36 o 37 o 38, para que pueda efectuarse un intercambio de fluido en fase líquida por capilaridad entre estas estructuras capilares 35, de tal manera que el fluido en fase líquida que fluye hacia un nudo por la estructura capilar 35 de uno cualquiera de los ramales de tubo de calor conectados a este nudo puede fluir por capilaridad por las estructuras capilares 35 de todos los otros ramales de tubos de calor conectados a este nudo. A tal efecto, la estructura capilar 35 de cada  
25 ramal de tubo de calor que desemboca en un nudo es, en tanto que sea posible, puesto a tope, por su extremidad interna (vuelta hacia el centro del nudo) contra las extremidades internas de las estructuras capilares 35 de los ramales de tubos de calor adyacentes conectados al mismo nudo. Si estas estructuras capilares son estructuras porosas o de material poroso tales como 35 en la figura 4b, se asegura una continuidad capilar satisfactoria si, entre las estructuras porosas 35, no hay discontinuidad que sobrepase la dimensión típica de un poro de esta estructura 35 o de material poroso que la constituye. En el caso en que la estructura capilar de los ramales de tubos de calor esté constituida por ranuras, como se ha presentado anteriormente, conviene que la discontinuidad entre las estructuras capilares de los ramales de tubos de calor que desembocan en un mismo nudo no supere la dimensión típica de una ranura de estas estructuras, a nivel del centro del nudo, donde las extremidades internas de estas estructuras están, en tanto que sea posible, en contacto una con otra, y de modo que ranuras de una estructura capilar estén en comunicación al menos parcial con ranuras de las estructuras capilares de los ramales de tubos de calor adyacentes a nivel de este nudo.

35 Así, cualquiera que sea la naturaleza (ranuras o estructura porosa o material poroso) de la estructura capilar de los ramales de tubos de calor, el fluido en fase líquida puede fluir por capilaridad a la zona situada en el centro del nudo, cuya geometría es tal que los efectos de tensión de superficie son predominantes sobre los efectos de gravedad o de inercia. La continuidad capilar para el fluido en fase líquida queda así asegurada en todas las direcciones entre los diferentes ramales de tubos de calor que desembocan en los nudos y a través de los nudos 36, 37 y 38.

40 A fin de acomodarse a las dilataciones-concentraciones del fluido, adaptando la cantidad de fluido en fase líquida presente en la red 30 a las variaciones de temperatura de esta red 30, un depósito 39 de fluido está conectado a la red 30. En la figura 4a, el depósito 39 está conectado a la red 30 por un ramal 31g4 del tubo de calor 31g, que  
45 prolonga este último hacia el exterior de la red 30. Este depósito 39 tiene su cara interna guarnecida por un revestimiento capilar 40, que está en continuidad capilar con la estructura capilar del ramal 31g4 de unión del depósito 39 a la red 30. Esta continuidad capilar entre la guarnición capilar interna 40 del depósito 39 y la estructura capilar del ramal 31g4 queda asegurada de la misma manera que la descrita anteriormente a nivel de los nudos de la red, y por tanto igualmente entre la estructura capilar del ramal de unión 31g4 y los ramales de los tubos de calor 31d y 31g a los cuales el ramal de unión 31g4 se conecta en un nudo de la red 30, como muestra la figura 4a. Así, fluido en fase líquida puede circular, en los dos sentidos, entre el depósito 39 y la red 30, fluyendo por capilaridad en la guarnición capilar 40 del depósito 39 y las estructuras capilares 35 del ramal 31g4 y de los otros ramales de tubos de calor de la red 30 y, simultáneamente, fluido en fase vapor puede igualmente circular, en los dos sentidos, entre el volumen central del depósito 39 y los canales centrales 34 del ramal 31g4 y de los otros ramales de tubos de calor de la red 30. En este ejemplo, el diámetro o la sección de paso del canal central 34 del ramal de unión 31g4 es inferior al diámetro o a la sección de paso de los canales centrales 34 de los otros ramales de tubos de calor de la red 30, y/o el espesor radial de la estructura capilar 35 del ramal de unión 31g4 es inferior al espesor de la estructura capilar 35 de los otros ramales de tubos de calor de la red 30.

50 Preferentemente, la naturaleza ranurada (en la dirección al eje longitudinal del ramal 31g4) o porosa de la guarnición interna capilar 40 del depósito 39 es la misma que la estructura capilar del ramal de unión 31g4, a su vez de igual

naturaleza que la de las estructuras capilares de los otros ramales de tubos de calor de la red 30, pero esto no es una necesidad absoluta. Ventajosamente, esta guarnición capilar 40 es realizada en forma de una estructura porosa o de un material poroso.

5 En caso de necesidad, para soportar densidades de flujo más o menos elevadas, o para integrar la red 30, o partes o prolongaciones de esta última en volúmenes específicos y/o que tengan geometrías específicas, especialmente de volumen, o en el caso en que al menos una parte de la red deba funcionar en condiciones específicas, por ejemplo contra la gravedad, uno o varios de los tubos de calor 31 de la red 30 pueden comprender, cada uno, uno o varios ramales que se diferencien de los otros ramales de los tubos de calor 31 de la red 30 desde el punto de vista dimensional a nivel del canal central 34 y/o de la estructura capilar 35, y/o desde el punto de vista de la naturaleza de la estructura capilar 35, por ejemplo una estructura porosa constituida por materiales porosos diferentes en diferentes ramales de tubos de calor de la red.

10 La figura 5 representa un modo de realización de un nudo de 4 ramales, realizado interconectando dos tubos de calor capilares de sección transversal rectangular de una red (no representada por otra parte) en su entrecruce. Los dos tubos de calor 41 son idénticos uno al otro y cada uno está constituido por un tubo 42, metálico o de material plástico, cuya pared interna está guarnecida por una estructura capilar tubular 43, en este ejemplo una estructura porosa o un material poroso de espesor sensiblemente constante, que rodea a un canal central 44, teniendo el tubo 42, la estructura capilar 43 y el canal 44 una sección transversal rectangular.

15 Para formar un nudo de interconexión de los dos tubos de calor 41, se practica un recorte 45 en cada uno de ellos, de modo que se forme una zona vaciada 46 de intersección y de interconexión. Este recorte 45 se extiende a través del tubo 42 y la estructura capilar 43, en una longitud axial (según el eje del tubo de calor 41) igual a la anchura de las caras grandes de los tubos de calor 41, y entre dos secciones rectas del tubo de calor 41 (perpendicular al eje del tubo de calor 41) en cada una de las cuales el recorte 45 se extiende en un semiperímetro del tubo de calor 41, a través de una cara grade (por ejemplo la cara grande horizontal y superior) del tubo de calor 41, y en la semialtura de los dos lados verticales del tubo de calor 41.

20 Después, un tubo de calor 41a, que pertenece a un primer grupo de tubos de calor (no representados) paralelos y espaciados entre sí, es girado, de modo que su zona de intersección 46 quede vuelta hacia abajo, y es encajado por esta zona 46 en la zona de intersección vaciada 46 del otro tubo de calor 41b, cuyo eje longitudinal está orientado perpendicular al del tubo de calor 41a, y que pertenece a un segundo grupo de tubos de calor (igualmente no representados) paralelos y espaciados entre sí.

25 Así, los canales centrales 44 de los dos tubos de calor 41a y 41b quedan reconstituidos estando puestos en interconexión, así como las estructuras capilares 43, puestas en contacto a lo largo de los recortes 45 de modo que se reconstituya una continuidad capilar. Los dos tubos 42 encajados uno en el otro a nivel de los recortes 45 de formas complementarias son a continuación soldados uno al otro a lo largo de los recortes 45, a fin de restablecer la estanqueidad de los tubos 42 y de solidarizarlos a lo largo de los recortes 45. Se aseguran, así, simultáneamente, una continuidad de flujo del fluido en fase vapor a lo largo de los canales centrales 44 y una continuidad de flujo capilar del fluido en fase líquida a lo largo de las estructuras capilares 43 de los tubos de calor 41.

30 El mismo tipo de intersección y de interconexión puede ser realizado con tubos de calor de tubo, estructura capilar y canal central cilíndricos de sección circular, o todavía de sección cuadrada, para realizar una red de dos dimensiones. La unión externa de los tubos de dos tubos de calor a nivel de su intersección e interconexión debe quedar asegurada de modo que el fluido no pueda escaparse en este lugar, razón por la cual los dos tubos deben ser solidarizados uno al otro de manera estanca a lo largo de estos recortes, lo que puede obtenerse no solamente por soldadura, como se describió anteriormente, sino igualmente por ejemplo por pegado. Se comprende igualmente que la continuidad capilar que debe quedar asegurada entre las estructuras capilares de dos tubos de calor interconectados puede obtenerse de modo más fácil si esta estructura capilar es una estructura porosa, por ejemplo formada por un material poroso, más bien que constituida por ranuras.

35 Está claro que el modo de realización de un nudo de red de acuerdo con la figura 5 se presta de modo más difícil a la utilización de tubo de calor de estructura capilar de ranuras y/o dispuesto en red de tres dimensiones.

Refiriéndose a la figura 6a, se describe ahora un segundo modo de realización de un nudo de cuatro ramales de tubos de calor, para una aplicación a la realización de una red de dos dimensiones análoga a la de la figura 4a.

40 Este segundo modo de realización es mucho más ventajoso que el descrito anteriormente refiriéndose a la figura 5, porque permite liberarse de las limitaciones antes citadas de este último y, por tanto, especialmente, realizar fácilmente redes no solamente de dos dimensiones sino igualmente de tres dimensiones, y/o utilizar tubos de calor del estado de la técnica, cuya estructura capilar puede ser tanto de ranuras como porosa. Además, los tubos de calor utilizados pueden presentar secciones transversales cuyas formas no estén necesariamente limitadas a las formas circulares, rectangulares o cuadradas.

45 De acuerdo con este segundo modo de realización, la interconexión de todos los diferentes ramales de tubos de calor 51 que desembocan en un mismo nudo de la red es realizada de modo modular, por intermedio de una pieza

- de unión 55 o empalme, denominada igualmente cruceta, en el ejemplo de la figura 6a de un nudo al que se conectan cuatro ramales de tubos de calor 51 de los cuales dos, horizontales en la figura 6a, pertenecen a un primer grupo de tubos de calor, y los otros dos, verticales en la figura 6a, y perpendiculares a los dos primeros, pertenecen a un segundo grupo de tubos de calor entrecruzados e interconectados con los tubos de calor del primer grupo en una red análoga a la de la figura 4a, y no descrita ni tampoco representada.
- La pieza de unión 55 es hueca y comprende tantos ramales de unión 56 tubulares como el número de ramales de tubos de calor 51 interconectados entre sí por esta pieza 55 a nivel del nudo correspondiente de la red.
- Cada ramal de unión 56 tiene la misma estructura general que los ramales de tubos de calor 51, en los cuales cada uno comprende, como es conocido, un tubo externo rígido 52 que envuelve a una estructura capilar anular 53 (para la circulación por capilaridad del fluido en fase líquida) constituida preferentemente por ranuras longitudinales dispuestas en la cara interna del tubo 52 en el ejemplo de la figura 6a, pero pudiendo ser también una estructura porosa o un material poroso que recubre a la pared interna del tubo 52, rodeando a su vez esta estructura capilar 53 a un canal central (esencialmente para la circulación por inercia del fluido en fase vapor).
- De modo más preciso, cada ramal de unión 56 comprende un tubo externo rígido 57, por el cual este ramal 56 queda solidarizado a los otros ramales 56 y constituye una sola pieza con estos formando la pieza de unión 55, teniendo este tubo 57 su pared interna recubierta por una estructura capilar anular 58 (para la circulación por capilaridad del fluido en fase líquida) ventajosamente realizada por una estructura porosa o un material poroso, y que a su vez rodea a un canal central 59 (esencialmente para la circulación del fluido en fase vapor).
- Como está representado en la figura 6a, cada uno de los ramales de tubos de calor 51 interconectados entre sí en el nudo correspondiente es mantenido, por su extremidad vuelta hacia la pieza de unión o cruceta 55, contra la extremidad denominada externa, porque está vuelta hacia el lado opuesto al centro de la cruceta 55, de un ramal de unión 56 correspondiente, de modo que los dos ramales 51 y 56 queden mantenidos alineados y extremo con extremo, mientras que el canal central 59 de cada ramal de unión 56 está en comunicación, en la extremidad denominada interna de este ramal de unión 56, es decir su extremidad vuelta hacia al centro de la cruceta 55, con los canales centrales 59 de todos los otros ramales de unión 56 de la cruceta 55. Además, como en la extremidad externa de cada ramal de unión 56 de la cruceta 55, el canal central 59 de este ramal de unión 56 queda en comunicación con el canal central 54 del ramal de tubo de calor 51 correspondiente, la continuidad de flujo del fluido en fase esencialmente vapor queda asegurada en todas las direcciones de los ramales de tubos de calor 51 y a través del nudo por la puesta en comunicación permanente de los canales centrales 59 de los ramales de unión 56 entre sí y con los canales centrales 54 de los ramales de tubos de calor 51. Simultáneamente, la cruceta 55 proporciona una continuidad capilar entre la estructura capilar 58 de cada ramal de unión 56, a nivel de la extremidad externa de este último, con la estructura capilar 53 del ramal de tubo de calor 51 correspondiente, mientras que en la extremidad interna del citado ramal de unión 56, su estructura capilar 58 está en continuidad capilar con la estructura capilar 58 análoga de cada uno de los otros ramales de unión 56 de la cruceta 55.
- Los ramales 56 de la cruceta 55 están dimensional y geoméricamente adaptados a los ramales de tubos de calor 51 a los cuales estos están conectados, en particular los ramales 51 y 56 presentan sensiblemente las mismas forma y área de sección transversal, y especialmente sensiblemente los mismos diámetro externo, espesor de las estructuras capilares 53 y 58, y diámetro de los canales centrales 54 y 59.
- En la práctica, los tubos 57 de la cruceta 55 pueden estar constituidos del mismo material que los tubos 52 de los ramales de tubos de calor 51, pudiendo estos últimos ser soldados a los ramales 56 de la cruceta 55, después de, eventualmente, encajamiento de las extremidades de los ramales de tubos de calor 51 en manguitos formados por prolongaciones hacia el exterior de los tubos 57 de los ramales 56 de la cruceta 55.
- En el ejemplo de la figura 6a, como la estructura capilar 53 de los ramales de tubos de calor 51 está constituida por ranuras, mientras que la estructura capilar 58 de los ramales de unión 56 de la cruceta 55 es una estructura porosa o de material poroso, para que esta estructura capilar 58 presente una permeabilidad elevada, la estructura porosa o el material poroso que la constituye presenta preferentemente un diámetro de poro inferior o igual aproximadamente a dos veces la abertura de las ranuras de la estructura capilar 53, a fin de facilitar el flujo del fluido en fase líquida. Sin embargo, este valor puede evolucionar en función de las características de mojabilidad del fluido caloportador utilizado en los diferentes materiales utilizados.
- Por el contrario, en el caso de ramales de tubos de calor 51 cuya estructura capilar esté constituida por una estructura porosa o por un material poroso, es entonces ventajoso que la estructura capilar 58 de los ramales 56 de la cruceta 55 presente una permeabilidad elevada teniendo un diámetro de poro inferior o igual sensiblemente al diámetro de poro de la estructura porosa o del material poroso que constituyen la estructura capilar de los ramales de tubos de calor 51, pudiendo igualmente evolucionar este valor en función de las características de mojabilidad del fluido en los diferentes materiales utilizados.
- La realización de la estructura capilar 58 de los ramales 56 de la cruceta 55 con la ayuda de una estructura porosa o de un material poroso es, ventajosa, habida cuenta de la forma compleja de la cruceta 55, mientras que, por simplicidad de realización, la estructura capilar 53 de los ramales de tubos de calor 51 es realizada generalmente

por ranuras internas extruidas en la masa de los tubos 52. Para realizar este tipo de crucetas 55, pueden ponerse en práctica varios procedimientos, entre los cuales pueden citarse los procedimientos basados en el sinterizado simple, el sinterizado láser o la estereolitografía.

5 La realización de tubos de calor 51 compatibles con piezas de unión tales como crucetas 55, o empalmes en forma de T o de L, en los cuales los dos o tres ramales de unión respectivamente tengan la misma estructura y cooperen del mismo modo entre ellos y con ramales de tubos de calor 51 que los ramales 56 de la cruceta 55, cuando respectivamente tres o dos ramales de tubos de calor 51 se conecten a un mismo nudo, no plantea problema particular puesto que los tubos de calor 51 de la red pueden estar constituidos por tubos de calor estándar ya comercializados, cuya estructura capilar sea de perfil ranurado o poroso.

10 La figura 6b representa en perspectiva la cruceta 55 de la figura 6a en una realización en la cual los ramales de unión 56 y su tubo 57, estructura capilar 58 y canal central 59 son cilíndricos de sección transversal circular.

15 La figura 6c representa, en perspectiva en despiece ordenado, un nudo de seis ramales de una red tridimensional, realizada bajo el mismo principio de entrecruce y de interconexión de los tubos de calor de tres grupos de tubos de calor rectilíneos, paralelos y espaciados entre sí, orientados en cada grupo según una respectivamente de tres direcciones perpendiculares dos a dos, quedando asegurada la interconexión, a nivel de cada nudo, por una pieza de unión hueca con ramales de unión tubulares que, en la figura 6c, es una cruceta 65 de seis ramales de unión 66. Con respecto a las crucetas 55 de la figura 6a, la cruceta 65 de la figura 6c presenta la particularidad de comprender dos ramales de unión 66 suplementarios, simétricos uno del otro con respecto al centro de la cruceta 65, y coaxiales  
20 alrededor de un eje perpendicular al plano de los dos ejes perpendiculares entre sí y alrededor de cada uno de los cuales dos de los otros cuatro ramales de unión 66 son coaxiales.

Como en el ejemplo de las figuras 6a y 6b, cada ramal de unión 66 es tubular cilíndrico de sección circular y está constituido por un tubo externo 67 cuya pared interna está recubierta por una estructura capilar 58 porosa que a su vez rodea a un canal central 69, y las extremidades enfrentadas de los seis ramales de tubos de calor 61 que se empalman a las crucetas 65, están constituidas, igualmente, como en el ejemplo de las figuras 6a y 6b, por un tubo externo rígido 62, cuya pared interna está axialmente ranurada para constituir su estructura capilar 63 alrededor de un canal central 64.  
25

Otra ventaja de este tipo de dispositivo es que una cruceta puede estar adaptada para empalmar un número cualquiera de ramales de tubos de calor, típicamente de dos a ocho, en redes de dos o tres dimensiones.

30 Como está representado en la única parte de la izquierda de la figura 7, en un dispositivo de regulación térmica de acuerdo con la invención, una red, bi o tridimensional, tal como la descrita anteriormente, por ejemplo, la red dimensional 70 de tubos de calor 71 interconectados de la figura 7, análoga a la red 30 de la figura 4a, puede ser puesta directamente en relación de intercambio térmico con una o varias fuentes calientes tal como 72a, 72b y 72c, de modo que se establezca un intercambio de calor entre cada fuente caliente 72a, 72b, 72c, y uno o varios elementos de la red 70, tales como ramales de tubos de calor 71, nudos o incluso mallas de la red 70, estando  
35 constituida cada malla por cuatro ramales de tubos de calor 71 unidos dos a dos por cuatro nudos de modo que forman un bucle cerrado en la red 70 (en la figura 7, cada fuente caliente 72a a 72c está esquemáticamente representada respectivamente como recubriendo una malla de la red 70, y por tanto se encuentran en contacto térmico con los cuatro ramales de tubos de calor 71 y los cuatro nudos de esta malla). La red 70 puede, así, recoger eficazmente el calor producido por una, varias, o todas, las fuentes calientes 72a a 72c y homogeneizar la temperatura del conjunto.  
40

Una o varias fuentes calientes 72a a 72c puede o pueden ser de naturaleza denominada « puntual », especialmente elementos disipadores de calor como equipos, componentes o circuitos electrónicos fijados directamente a la red de tubos de calor o eventualmente a un muro portador, estando cada una de las fuentes calientes en contacto térmico con una parte de la red 70, en diferentes puntos de esta red, ya sea directamente o por intermedio de una pieza intermedia que asegure la conducción térmica entre la red y las fuentes calientes.  
45

En variante, una o varias de las fuentes calientes 72a a 72c puede o pueden ser de naturaleza denominada « continua », y estar constituidas por ejemplo por estructuras a su vez recalentadas con fuentes externas, y en contacto térmico con una parte de la red 70.

50 De acuerdo con otra variante, en los dos casos estos precedentes y suponiendo que solo las fuentes 72a y 72b son fuentes calientes, otra parte de la red 70 está en relación de intercambio térmico directo con una fuente fría, tal como 72c, que a su vez puede ser de naturaleza « puntual », tal como por ejemplo un dedo frío de un elemento refrigerante o de naturaleza « continua », tal como un radiador refrigerado por una fuente externa, a la cual el radiador transmite calor que recibe de la red 70.

55 De manera general, esta otra variante consiste en poner el conjunto de la red 70 de tubos de calor 71 en contacto térmico con una o unas fuentes calientes, respectivamente frías, salvo al menos un ramal de tubos de calor 71 y/o al menos un nudo de la red, que esté o estén en contacto térmico con al menos una fuente fría, respectivamente caliente.

Así, el dispositivo permite, por los cambios de fases líquido/vapor y vapor/líquido del fluido caloportador difásico, que circula por la red 70, recoger eficazmente calor difundido por una o unas fuentes calientes tales como 72a y 72b, por evaporación del fluido, y transferirle a través de la red 70 hacia una o unas fuentes frías, tales como 72c, donde el fluido se condensa para retornar por capilaridad hacia la o las fuentes calientes.

- 5 Tal dispositivo de regulación térmica puede ser utilizado por tanto, pasivamente e indiferentemente, para enfriar una o unas fuentes calientes (tales como 72a y 72b) y/o para recalentar una o varias fuentes frías (tales como 72c), estando adaptado el fluido caloportador utilizado a las temperaturas de funcionamiento del dispositivo, por ejemplo amoniaco para temperaturas de funcionamiento comprendidas entre  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$  y  $+100\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
- 10 Sin embargo, en esta realización preferida, el dispositivo comprende además al menos un bucle fluido, por ejemplo un bucle de bombeo capilar de un fluido caloportador difásico, que ventajosamente es el mismo que el de la red 70 de tubos de calor 71, para transportar calor de la red 71 hacia al menos una fuente fría o, inversamente de al menos una fuente caliente hacia la red 70, porque tales bucles fluidos son conocidos como siendo mucho más eficaces que los tubos de calor (a igual masa), para transportar un flujo de calor importante de un punto a otro.
- 15 Como está representado por el conjunto de la figura 7, en el caso de refrigeración de al menos una de las fuentes calientes 72a, 72b y 72c, colocadas en contacto con la red 72 de tubos de calor 71, la zona de evaporación 74 de un bucle fluido 73 está colocada en contacto térmico con la red 70, en este ejemplo a nivel de un nudo en el que se interconectan tres ramales de tubos de calor 71 en un borde de la red 70, y la zona de condensación 74 del bucle fluido 73 está colocada en contacto térmico con al menos una fuente fría 76, en este ejemplo, un radiador externo, pudiendo ser las fuentes calientes equipos disipadores de calor, eventualmente fijados a un muro portador, estando la fuente fría 76 (el radiador) eventualmente desplazada y alejada de la red 70 y de las fuentes calientes 72a a 72c.
- 20 Así, el calor transmitido por las fuentes calientes 72a a 72c a la red 70 es transferido en la zona de evaporación 74 al fluido del bucle fluido 73, que es vaporizado en este lugar y fluye en fase vapor hasta la zona de condensación 75, donde este calor es transferido por condensación de fluido del bucle 73 al radiador 76 que le disipa en el pozo de calor constituido por el espacio circundante.
- 25 Se puede utilizar tal dispositivo en un modo inverso para el calentamiento de al menos una fuente fría 72a a 72c en contacto térmico con la red 70. En este caso, la zona de evaporación 75 del bucle fluido 73 es puesta en contacto térmico con una fuente caliente 76, externa a la red 70, y la zona de condensación 74 del bucle fluido 73 es puesta en contacto térmico con la red 70.
- 30 En la aplicación del dispositivo de regulación térmica de la figura 7, sin o con al menos un bucle fluido 73, a la refrigeración de los equipos electrónicos de un muro portador de equipo, como se citó anteriormente, la red 70 de tubos de calor 71 del dispositivo puede quedar fijada a una piel térmicamente conductora (no representada), por ejemplo metálica o de material compuesto, y preferentemente entre dos pieles de este tipo. El calor recogido por la red 70 es evacuado ya sea por una prolongación de red 70, o a través de al menos un bucle fluido tal como 73, hacia una o varias fuentes frías tales como al menos uno o unos radiadores 76.
- 35 En otras aplicaciones del dispositivo de regulación térmica de acuerdo con la invención, al menos una parte de una red bi o tridimensional de tubos de calor, de acuerdo con la aplicación puede estar ventajosamente integrada en la masa de una estructura, cuya temperatura debe ser eventualmente controlada activamente. Esta estructura puede ser una estructura portante a la cual están fijadas al menos una fuente caliente y/o al menos una fuente fría.
- 40 Refiriéndose a la figura 8, se describe una aplicación de este tipo para la refrigeración de una antena activa de baldosas de radiofrecuencia. En esta figura 8, la red 80 de tubos de calor 81 esta representada solamente por dos tubos de calor 81 paralelos y orientados en una de las dos direcciones de esta red 80 bidimensional. Cada tubo de calor 81 comprende una base plana, de un material buen conductor del calor, que forma una sola pieza con una parte central semicilíndrica atravesada por el tubo 82 del tubo de calor 81, en el que una pared interna presenta las ranuras de su estructura capilar 83 alrededor del canal central 84 correspondiente. Por los lados de esta base, cada
- 45 tubo de calor 81 está suspendido dentro de una canaleta 86 dispuesta en el interior de un nervio 87, orientado en la misma dirección que los tubos de calor 81, de una estructura portante 88 en forma de parrilla, que presenta nervios análogos a los nervios 87 pero perpendiculares a estos últimos, e igualmente provistos de canaletas tales como 86, para el alojamiento de los tubos de calor de la red 80 que son perpendiculares a los tubos de calor 81. La estructura portante 88 soporta baldosas de radiofrecuencia (RF) 85 de bordes adelgazados para reposar sobre los nervios
- 50 tales como 87, estando dispuestas una al lado de otra para definir una superficie de la antena activa. Estas baldosas RF tienen características dimensionales semejantes y están dispuestas según una matriz, pero las potencias térmicas que éstas disipan son eventualmente diferentes una de otra. Las baldosas 85 así dispuestas regularmente sobre la estructura portante 88 transmiten calor a las bases de los tubos de calor 81 sobre las cuales reposan las baldosas 85, y este calor es transmitido después de los tubos de calor 81 de la red 80 a un evaporador 89, integrado
- 55 en la base de al menos un nervio 87, y por tanto en la estructura portante 88, y que pertenece a un bucle fluido cuyo condensador está en contacto térmico con al menos una fuente fría tal como un radiador externo desplazado de la antena activa.
- En variante, el calor recogido por la red 80 de tubos de calor 81 integrada en la estructura portante 88 es evacuado eficazmente hacia uno o varios radiadores por una prolongación de esta red 80.

- 5 En ciertas aplicaciones, la estructura portante de al menos una fuente caliente y/o de al menos una fuente fría puede estar ventajosamente constituida por una red de tubos de calor del dispositivo. Se limita, así, la masa del conjunto del dispositivo, en el cual la función de la citada red de tubos de calor es doble y comprende una función térmica de transporte/homogeneización del calor, y una función mecánica de soporte/mantenimiento de los equipos disipadores que constituyen la o las fuentes calientes o frías.
- 10 El dispositivo de regulación térmica de la invención puede ser aplicado todavía a la realización de un dispositivo de control de la temperatura de al menos una red de tubos de calor del dispositivo y/o de al menos una fuente caliente y/o de al menos una fuente fría y/o de al menos una pieza y/o de al menos un conjunto con respectivamente la cual y/o el cual al menos una red de tubos de calor del dispositivo está en relación de intercambio térmico, o en la cual y/o el cual la citada al menos una red de tubos de calor del dispositivo está integrada al menos parcialmente. En este caso, al menos un sensor de temperatura y/o al menos un elemento refrigerador y/o al menos un elemento calefactor son puestos en relación de intercambio térmico con la citada red, en diferentes lugares de esta última, y al menos una consigna de potencia térmica que hay que transferir por el citado al menos un elemento de refrigeración y/o el citado al menos un elemento calefactor es aplicada a este o a estos elementos refrigeradores o calefactores
- 15 en función de al menos un desvío de temperatura y al menos una medición de temperatura proporcionada por el citado al menos un sensor de temperatura. En este marco de aplicación, se menciona, a título de ejemplo, el control térmico de una pieza mecánica, de la que se quiere controlar la temperatura, y con la cual una red de tubos de calor bi o tridimensional de un dispositivo de acuerdo con la invención está en contacto térmico íntimo, o de la cual forma parte la citada red de tubos de calor. Debido a esto, las propiedades térmicas de la red de tubos de calor permiten a esta última uniformar rápidamente la temperatura en el seno de la pieza mecánica. Además, al menos un elemento calefactor y/o al menos un drenaje térmico unido al menos a un elemento refrigerador, y colocados en contacto térmico con la citada red puede o pueden respectivamente aportar o retirar calor a la citada red, aumentando o disminuyendo así respectivamente la temperatura de la pieza mecánica. Además, se implanta al menos un sensor de temperatura en el dispositivo de modo que se mida una variable representativa de la temperatura de la pieza, y por tanto pueda ser utilizada para controlar activamente la temperatura de esta pieza mecánica, comparando la medición del citado al menos sensor de temperatura al menos con un valor de referencia, y haciendo variar la cantidad de calor aportada a la pieza o retirada de esta última, en función de la diferencia resultante de la comparación entre la citada medición y el citado valor de referencia a fin de reducir la citada diferencia.
- 20
- 25 A título de ejemplo de aplicación, este tipo de dispositivo de regulación térmica y control de temperatura de una pieza mecánica puede ser utilizado ventajosamente para asegurar el control térmico de un plano focal grande de instrumento óptico.
- 30
- 35 En las diferentes realizaciones y aplicaciones del dispositivo de la invención, las consecuencias dañinas de una avería de una red de tubos de calor interconectados, por ejemplo una fuga de fluido caloportador fuera de la citada red, pueden ser limitadas, incluso totalmente compensadas, si el dispositivo queda dispuesto para ser redundante, por ejemplo comprendiendo al menos dos redes no interconectadas, preferentemente idénticas pero no forzosamente, o bien subdividiendo la red en varias subredes no interconectadas, pero manteniendo ventajosamente las citadas al menos dos redes o las citadas subredes en relación de intercambio térmico una con otra.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Dispositivo de regulación térmica, que comprende al menos una red (30) de tubos de calor capilares (31), en los que cada tubo de calor (31) comprende un tubo (32) que encierra a una estructura capilar (35) longitudinal sensiblemente anular, para la circulación de un fluido caloportador difásico en fase líquida, y que rodea a un canal central (34) para la circulación del citado fluido caloportador difásico en fase vapor, caracterizado porque los tubos (32) de al menos dos tubos de calor (31) de la red (30) se entrecruzan y están interconectados de tal modo que a nivel de cada intersección de tubos de calor (31) que forman un nudo (36, 37, 38) de la red (30), puede efectuarse un intercambio de fluido en fase líquida por capilaridad entre las estructuras capilares (35) de los citados al menos dos tubos de calor (31), y porque, simultáneamente, puede efectuarse un intercambio de fluido en fase vapor por libre circulación entre los canales centrales (34) de los citados al menos dos tubos de calor (31).
- 10 2. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque a nivel de cada nudo (36, 37, 38) de la red (30), las estructuras capilares (35) de todos los ramales de tubo de calor (31) que desembocan en el citado nudo (36, 37, 38) aseguran una continuidad capilar para el fluido en fase líquida, de modo que el fluido en fase líquida que llega al citado nudo (36, 37, 38) por cualquier ramal de tubo de calor (31) que desemboca en el citado nudo puede fluir por capilaridad por todos los otros ramales de tubo de calor (31) que desembocan en el citado nudo (36, 37, 38).
- 15 3. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 2, caracterizado porque en cada nudo (36, 37, 38) de la red (30), las estructuras capilares (35) de los ramales de tubo de calor (31) que desembocan en el citado nudo (36, 37, 38) no presentan entre sí discontinuidad de tamaño superior a la dimensión típica de un poro o de una ranura de la estructura capilar (35) de los tubos de calor (31), según que esta estructura (35) comprenda respectivamente un material poroso o ranuras internas al tubo (32) correspondientes.
- 20 4. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque a nivel de cada nudo (36, 37, 38) de la red (30), los canales centrales (34) de todos los ramales de tubo de calor (31) que desembocan en el citado nudo (36, 37, 38) aseguran, simultáneamente a la continuidad de flujo del fluido en fase líquida, una continuidad de flujo del fluido en fase vapor, de modo que el fluido en fase vapor que llega al citado nudo (36, 37, 38) por cualquier ramal de tubo de calor (31) que desemboca en el citado nudo (36, 37, 38), puede fluir por todos los otros ramales de tubo de calor (31) que desembocan en el citado nudo (36, 37, 38).
- 25 5. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 4, caracterizado porque en cada nudo (36, 37, 38) de la red (30), la continuidad de flujo del fluido en fase vapor es asegurada, entre los canales centrales (34) de los ramales de tubo de calor (31) que desembocan en el citado nudo (36, 37, 38), por un conducto de flujo en el que al menos una dimensión típica o la sección de paso es sensiblemente igual al menos a una dimensión típica o a la sección de paso de los canales centrales (34) de los citados ramales de tubo de calor (31) que desembocan en el citado nudo (36, 37, 38).
- 30 6. Dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque al menos un tubo de calor (31g) de la red (30) comprende al menos un ramal (31g4) que difiere de los ramales de al menos otro tubo de calor (31) de la red (30), a nivel de la estructura capilar (35) y/o de al menos una dimensión típica del citado ramal (31g4) de tubo de calor (31g).
- 35 7. Dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque la citada al menos una red (30) de tubos de calor (31) es una red de dos dimensiones, que comprende dos pluralidades de tubos de calor (31a - 31d; 31e - 31i) tales que los tubos de calor de cada pluralidad están orientados, al menos en una parte de su longitud, sensiblemente según una respectivamente de dos direcciones, inclinadas una con respecto a la otra, y preferentemente perpendiculares entre sí, de modo que los tubos de calor (31a - 31d; 31e - 31i) de las dos pluralidades se entrecruzan y están interconectados en su cruce.
- 40 8. Dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque la citada al menos una red de tubos de calor (61) es una red de tres dimensiones, que comprende, al menos en un nudo (65) de la red, al menos tres ramales de tubo de calor (61) orientados al menos en una parte de su longitud según respectivamente tres direcciones inclinadas, dos a dos, una con respecto a otra, y preferentemente perpendiculares entre sí, dos a dos, entrecruzándose y estando interconectados los citados al menos tres ramales de tubo de calor (61).
- 45 9. Dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado porque al menos en un nudo de la red, los al menos dos tubos de calor (41) que se entrecruzan y están interconectados en el citado nudo tienen sus respectivos tubo (42) y estructura capilar (43) recortados según recortes (45) de formas complementarias tales que los tubos de calor (41) se encajan a nivel de los recortes (45) reconstituyendo una continuidad de pared de los tubos (42), solidarizados entre sí a lo largo de los recortes (45), una continuidad capilar a lo largo de las estructuras capilares (43) y una continuidad de flujo a lo largo de los canales (44) de los citados tubos de calor (41).
- 50 10. Dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizado porque al menos un nudo de la red comprende una pieza de unión (55, 65) hueca, denominada cruceta, que asegura la interconexión entre sí de todos los ramales de tubo de calor (51, 61) que desembocan en el citado nudo, comprendiendo la citada pieza de unión (55, 65) ramales de unión (56, 66) tubulares, en número igual a los ramales de tubo de calor (51, 61) que se
- 55

- interconectan en el citado nudo, rodeando cada uno con una estructura capilar (58, 68) interna y sensiblemente anular a un canal central (59, 69), conectándose cada ramal de unión (56, 66) a los otros ramales de unión (56, 66) por una extremidad longitudinal, denominada extremidad interna, y a un respectivo ramal de tubo de calor (51, 61) por su extremidad longitudinal opuesta, denominada extremidad externa, de modo que la estructura capilar (58, 68) de cada ramal de unión (56, 66) queda en continuidad capilar, en su extremidad externa, con la estructura capilar (53, 63) del citado ramal de tubo de calor (51, 61) correspondiente, y queda en continuidad capilar (58, 68) en su extremidad interna, con la estructura capilar de cada uno de los otros ramales de unión (56, 66), y de modo que su canal central (59, 69) queda en comunicación, en su extremidad externa, con el canal central (54, 64) del citado ramal de tubo de calor (51, 61) correspondiente, y su extremidad interna con el canal central (59, 69) de cada uno de los otros ramales de unión (56, 66).
11. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 10, caracterizado porque la estructura capilar (53, 63) de los tubos de calor (51, 61) constituida por ranuras está en continuidad capilar con la estructura capilar (58, 68) de los ramales de unión (56, 66) de las crucetas (55, 65), constituida por una estructura porosa o un material poroso, que presenta una permeabilidad elevada, con un diámetro de poro de la estructura o del material poroso que no es superior a dos veces la abertura de las citadas ranuras.
12. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 10, caracterizado porque la estructura capilar de los tubos de calor constituida por una estructura porosa o por un material poroso está en continuidad capilar con la estructura capilar (58, 68) de los ramales de unión (56, 66) de las crucetas (55, 65), constituida igualmente por una estructura porosa o por 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 de un material poroso de los tubos de calor.
13. Dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 10 a 12, caracterizado porque una cruceta (55, 65) está dispuesta para conectar de dos a ocho ramales de tubo de calor (51, 61), en una red de dos o tres dimensiones.
14. Dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, caracterizado porque la citada al menos una red (80) de tubos de calor (81) está integrada al menos en parte en la masa de una estructura (88), cuya temperatura hay que controlar.
15. Dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, caracterizado porque una parte de la citada al menos una red (70) de tubos de calor (71) está en contacto térmico con al menos una fuente caliente (72a, 72b), respectivamente fría (72c), y otra parte de la citada red (70), está en contacto térmico con al menos una fuente fría (72c), respectivamente caliente (72a, 72b).
16. Dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 15, caracterizado porque comprende además al menos un bucle fluido (73), preferentemente difásico de bombeo capilar, para transportar calor de la citada al menos una red (70) de tubos de calor (71) hacia al menos una fuente fría desplazada (76), estando la zona de evaporación (74) del bucle fluido (73) en contacto térmico con al menos una parte de la red (70) de tubos de calor (71).
17. Dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 15, caracterizado porque comprende además al menos un bucle fluido (73), preferentemente difásico de bombeo capilar, para transportar calor de al menos una fuente caliente desplazada hacia la citada al menos una red (70) de tubos de calor (71), estando a zona de condensación (75) del bucle fluido (73) en contacto térmico con al menos una parte de la citada red (70) de tubos de calor (71).
18. Dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 17, caracterizado porque la citada al menos una red (80) de tubos de calor (81) es una parte integrante de una estructura portante (88) a la cual está fijada al menos una fuente caliente (85) y/o al menos una fuente fría.
19. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 18, caracterizado porque la citada estructura portante está constituida por la citada al menos una red de tubos de calor, apta para soportar equipos disipadores.
20. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 19, caracterizado porque comprende además al menos un sensor de temperatura dispuesto en la citada al menos una red de tubos de calor o en la proximidad de al menos un elemento en contacto térmico con la citada al menos una red, y al menos un órgano calefactor, respectivamente refrigerante, en contacto térmico con la citada al menos una red, de modo que la temperatura de la citada al menos una red o del citado al menos un elemento es controlada aplicando una consigna de potencia térmica que hay que producir por el citado al menos un órgano calefactor, respectivamente refrigerante, en función de desvíos constatados entre las mediciones de temperatura proporcionadas por el citado al menos un sensor de temperatura y una consigna de temperatura.
21. Aplicación de un dispositivo de regulación térmica de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 20 a la refrigeración de una antena activa que comprende baldosas (85) de radiofrecuencia (RF), en las que las características dimensionales son semejantes y las características de potencia disipada son eventualmente



5 diferentes, y que están dispuestas, preferentemente regularmente, sobre una estructura portante (88) en forma de parrilla, caracterizada porque al menos una red (80) de tubos de calor (81) del citado dispositivo está integrada en la citada estructura portante (88) de la antena activa, y el calor recogido por la citada red (80) es evacuado hacia al menos un radiador por al menos una prolongación de la citada red (80) de tubos de calor (81) y/o al menos otra red de tubos de calor y/o al menos un bucle fluido (89) del citado dispositivo.

10 22. Aplicación de un dispositivo de regulación térmica de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 20 a la refrigeración de un muro portador de equipos electrónicos (72a, 72b, 72c), caracterizada porque al menos una red (70) de tubos de calor (71) del citado dispositivo está fijada al menos a una piel térmicamente conductora del muro y, preferentemente, entre dos pieles térmicamente conductoras del citado muro, y el calor recogido por la citada al menos una red (70) de tubos de calor (71) es evacuado hacia al menos una fuente fría (76), tal como un radiador, por al menos una prolongación de la citada red de tubos de calor y/o al menos otra red (70) de tubos de calor (71) y/o al menos un bucle fluido (73) del citado dispositivo.

FIG.1a.  
ESTADO DE LA TÉCNICA

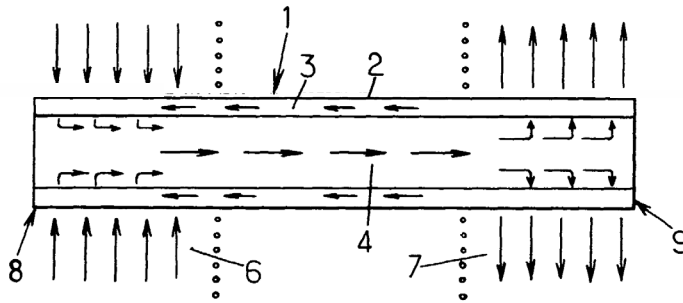


FIG.1b.

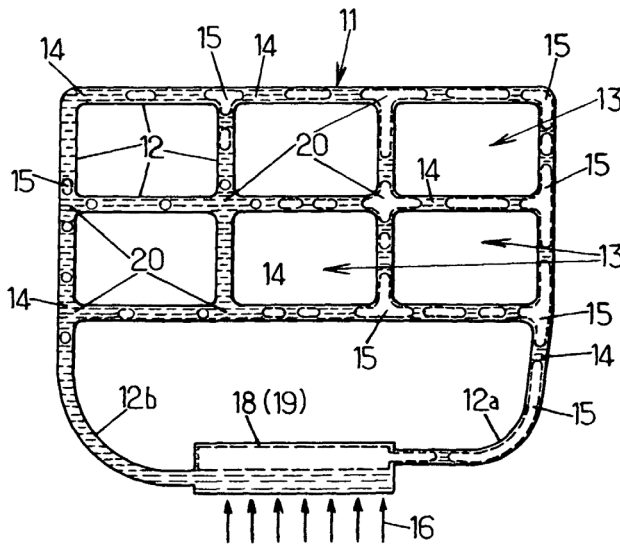
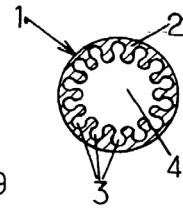


FIG.1c.

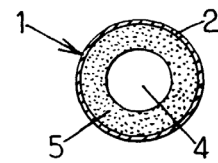
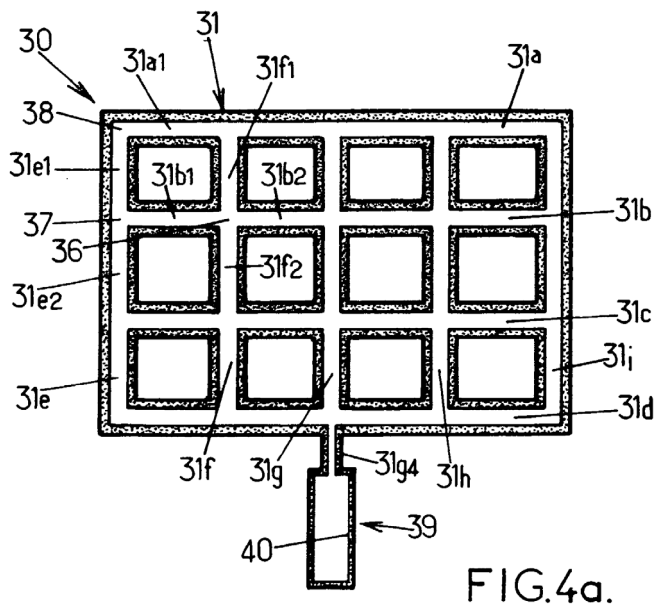
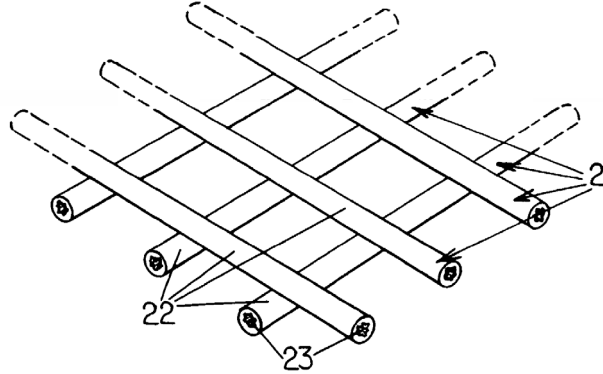
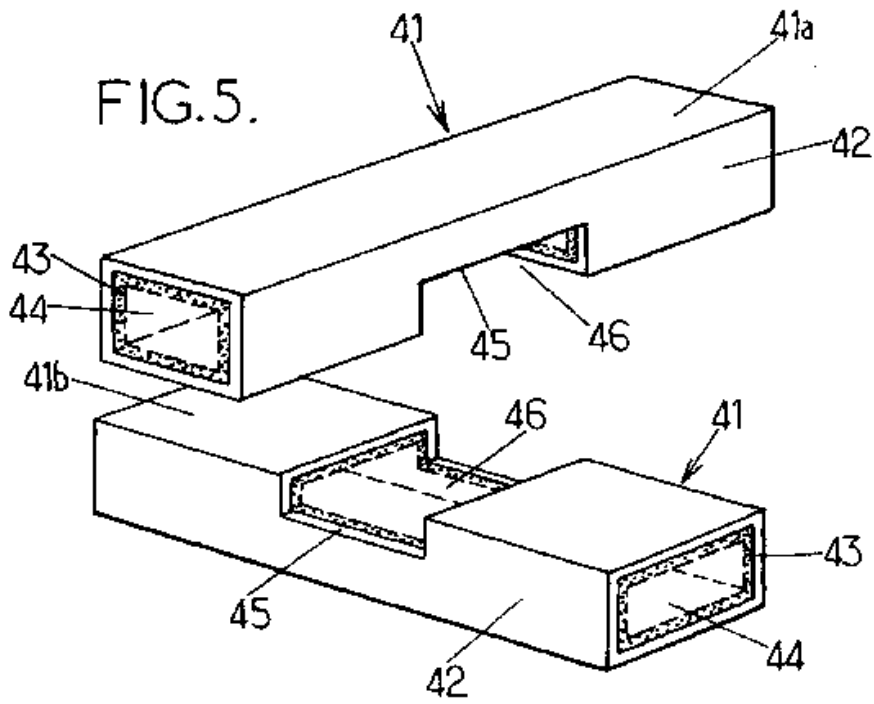
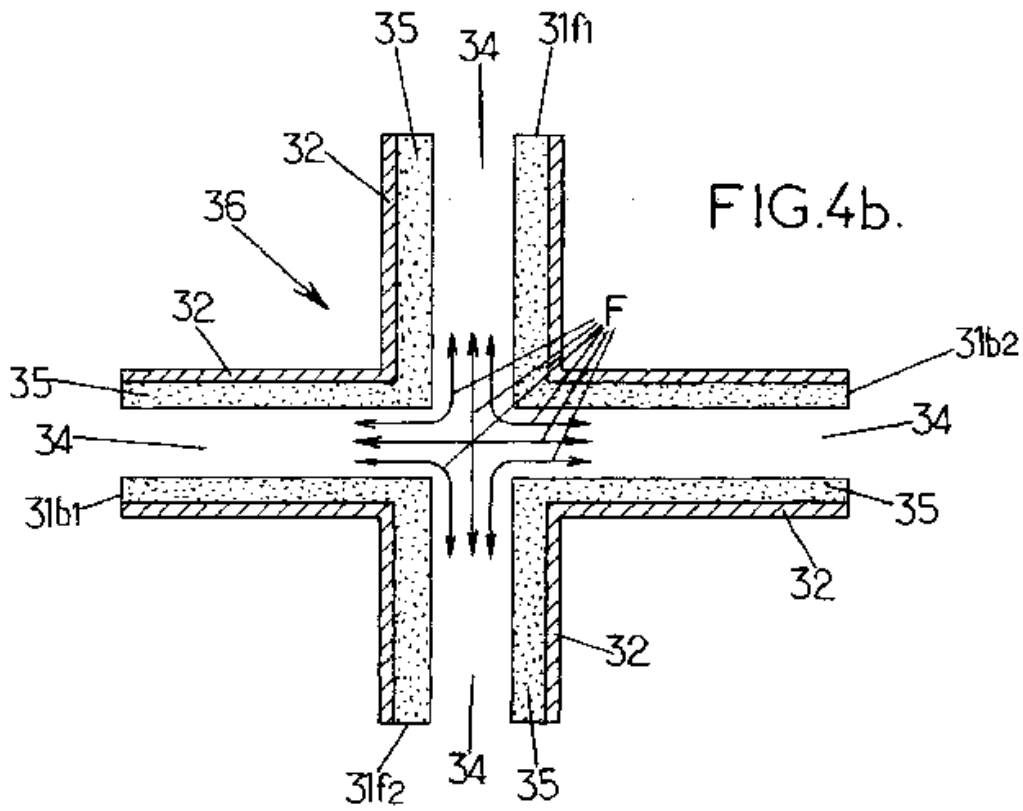
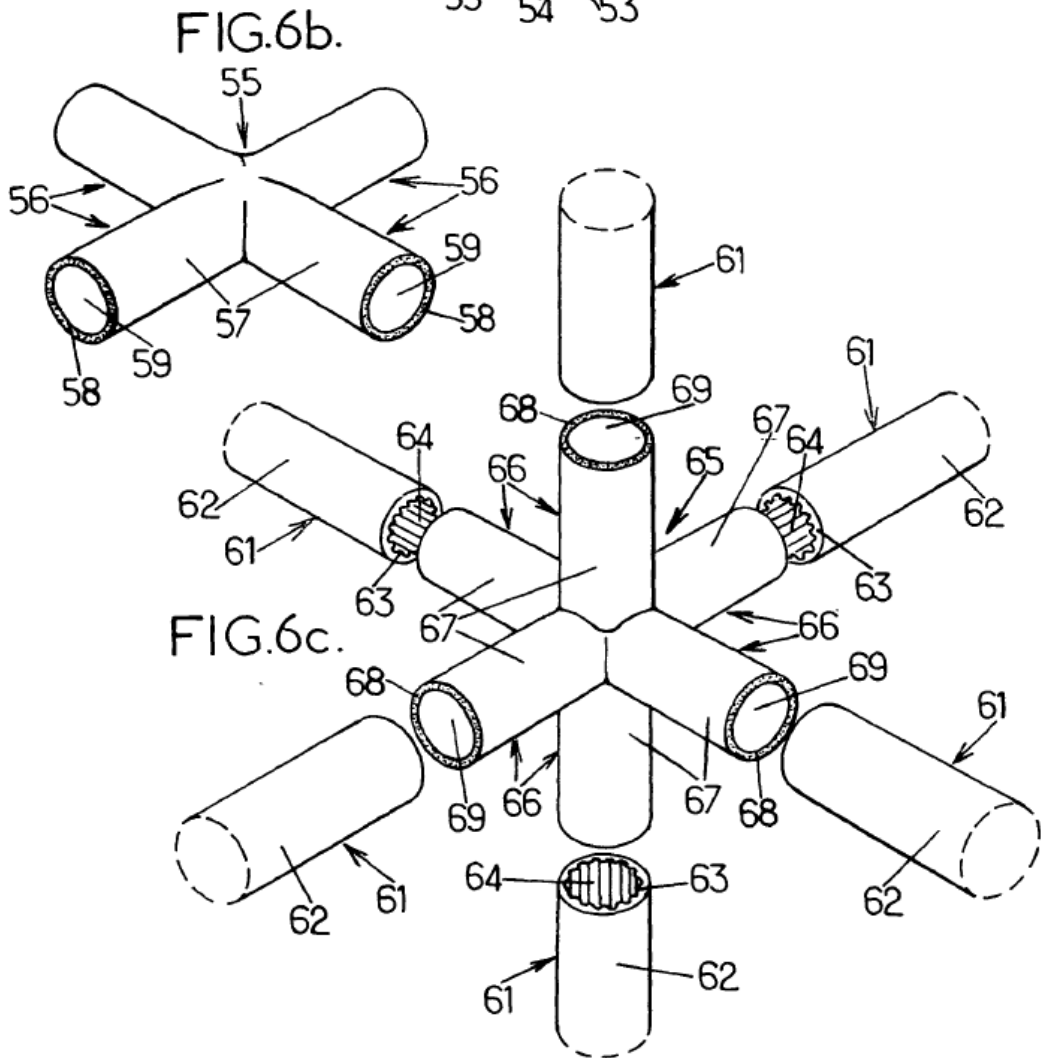
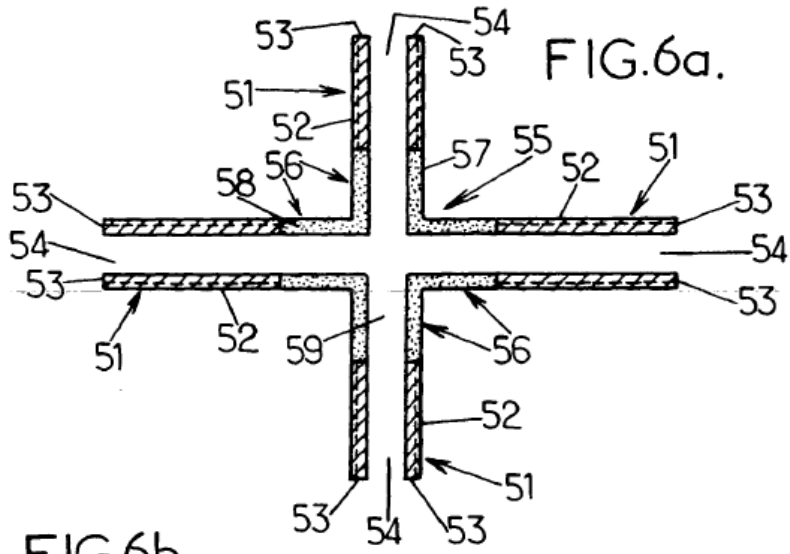


FIG.2.  
ESTADO DE LA TÉCNICA

FIG.3.  
ESTADO DE LA TÉCNICA







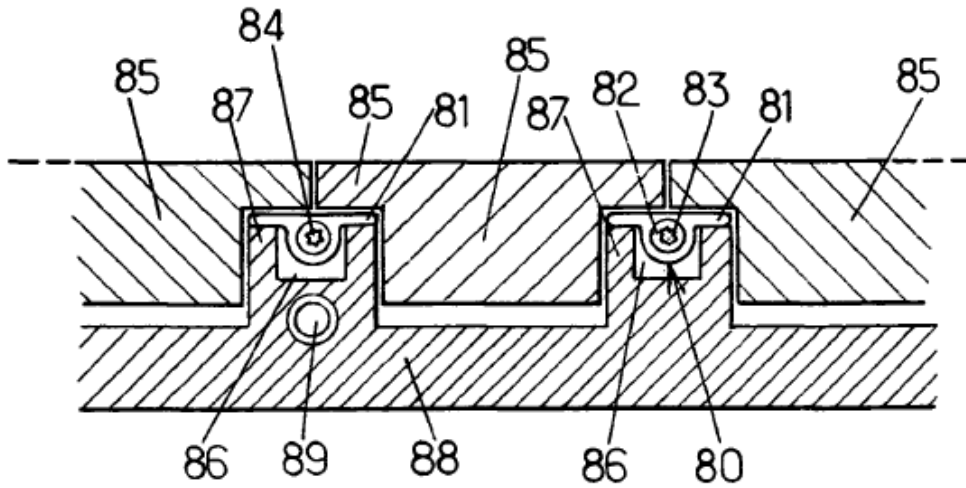
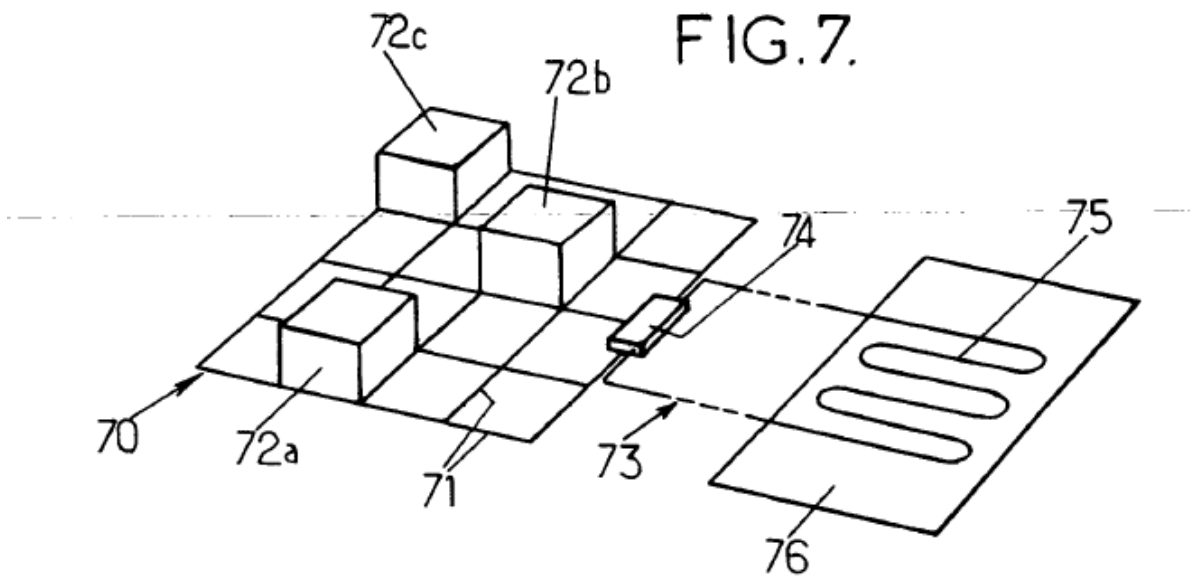


FIG. 8.