



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 366 338**

51 Int. Cl.:
F28D 15/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **08826899 .0**

96 Fecha de presentación : **11.07.2008**

97 Número de publicación de la solicitud: **2179240**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **28.04.2010**

54

Título: **Dispositivo pasivo con microbucle de fluido con bombeo capilar.**

30

Prioridad: **08.08.2007 FR 07 05770**

45

Fecha de publicación de la mención BOPI:
19.10.2011

45

Fecha de la publicación del folleto de la patente:
19.10.2011

73

Titular/es: **ASTRIUM S.A.S.**
6 rue Laurent Pichat
75016 Paris, FR

72

Inventor/es: **Figus, Christophe**

74

Agente: **Veiga Serrano, Mikel**

ES 2 366 338 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 pasivo con microbucle de fluido con bombeo capilar.

5 Sector de la técnica

10 La presente invención se refiere a un dispositivo de regulación térmica de al menos un microbucle de fluido con bombeo capilar que permite mejorar los rendimientos del o de los microbucles que comprende un dispositivo de este tipo. Estos dispositivos puramente pasivos de regulación térmica comprenden al menos un bucle de transferencia térmica con circulación de un fluido caloportador mediante bombeo capilar usado para la refrigeración de fuentes calientes, tales como componentes o conjuntos de componentes (circuitos) electrónicos.

Estado de la técnica

15 Según el estado de la técnica, un bucle de transferencia térmica comprende un evaporador destinado a extraer calor de una fuente caliente, y un condensador, destinado a restituir este calor a una fuente fría. El evaporador y el condensador están conectados mediante una tubería, en la que circula un fluido caloportador en estado líquido en la parte fría del bucle, y en estado gaseoso en la parte caliente de ese bucle. El dispositivo de la invención se refiere
20 más particularmente a bucles de fluidos, cuyo bombeo del fluido caloportador se garantiza mediante capilaridad (bucle capilar). En este tipo de bucle, el evaporador está asociado a un depósito de fluido en estado líquido, y comprende una masa microporosa (también denominada mecha) que garantiza el bombeo del fluido mediante capilaridad. El fluido en fase líquida presente en el depósito asociado al evaporador se evapora en la masa microporosa bajo el efecto del calor procedente de la fuente caliente. El gas así creado se evacúa hacia el condensador, en contacto de intercambio térmico con la fuente fría y en el que se condense y vuelve en fase líquida
25 hacia el evaporador, para crear así un ciclo de transferencia de calor.

El objeto de la presente invención se refiere a los dispositivos pasivos de regulación térmica con microbucles con bombeo capilar, destinados a la refrigeración de fuentes calientes tales como componentes y/o circuitos
30 electrónicos. Según el estado de la técnica, tales componentes o circuitos electrónicos se particularizan por un tamaño reducido (espesor de 1 a 2 mm, superficie de 10 a 100 mm², por ejemplo), y por fuertes densidades de potencia que deben evacuarse (más de 50 W/cm², por ejemplo). Además, la variación de temperatura entre la unión del componente o circuito electrónico y la carcasa de dicho componente o circuito es muy grande (en un factor de 2 a 3) en relación con la variación de temperatura de la carcasa del componente o circuito y la temperatura de una base de una tarjeta en la que está implantado el componente o circuito. Un dispositivo de este tipo se conoce por el
35 documento US 4.883.116. El dispositivo corresponde al preámbulo de la reivindicación 1.

El uso de un bucle de transferencia de calor con bombeo capilar del tamaño del componente o circuito, denominado microbucle, permite reducir ventajosamente la desviación de temperatura entre la unión del componente o circuito y
40 la base de la tarjeta en la que está implantado, y así aumentar la fiabilidad del componente o circuito, aumentando la potencia disipada por ese componente o circuito.

Un microbucle de ese tipo con bombeo capilar se caracteriza porque sus dimensiones son reducidas (espesor normal de 1 a 2 mm, superficie normal de 10 a 100 mm²), con el fin de permitir su instalación lo más cerca posible,
45 incluso en el interior, del componente o circuito.

Una de las limitaciones de los bucles de transferencia térmica en funcionamiento se encuentra en la cantidad, más o menos importante, de energía térmica que se transfiere hacia el depósito líquido, a través del evaporador.

50 Un primer efecto de este fenómeno parásito es el recalentamiento del líquido que circula en el bucle o contenido en el depósito del evaporador. Un segundo efecto parásito es la disminución del rendimiento térmico del bucle de transferencia, que es muy sensible a la temperatura de ese líquido. En efecto, un bucle de transferencia de este tipo transporta casi la totalidad de la energía mediante cambio de fase del fluido caloportador, y requiere, para funcionar, algunas frigorías para mantener en el estado líquido el fluido que circula del condensador hacia el evaporador. Un calentamiento, incluso parcial, de ese líquido por cualquier medio degrada por tanto de manera muy sensible el
55 rendimiento de transferencia térmica del bucle, hasta dar lugar eventualmente a su completa parada.

Objeto de la invención

60 Para aliviar estos inconvenientes del estado de la técnica, la invención propone un dispositivo de bucle de fluido muy sencillo de realizar y que limita estos efectos parásitos al tiempo que mejora el rendimiento térmico de este tipo de bucle. El dispositivo según la invención también es ventajoso para bucles de fluidos de dimensión y de capacidad de transferencia térmica más importantes.

65 Para ello, el dispositivo pasivo de regulación térmica según la invención, que comprende al menos un bucle de transferencia térmica con bombeo capilar de un fluido caloportador, comprendiendo dicho bucle un evaporador que

comprende una masa microporosa, y un condensador, destinados a estar en relación de intercambio térmico respectivamente con una fuente caliente y una fuente fría, y una tubería que conecta el evaporador al condensador y que transporta el fluido caloportador esencialmente en fase de vapor del evaporador hacia el condensador y esencialmente en fase líquida del condensador hacia el evaporador, comprendiendo la tubería un tubo externo cerrado sobre sí mismo formando un bucle continuo, y que aloja la masa microporosa de forma sensiblemente alargada y cilíndrica, que garantiza la circulación de fluido caloportador en fase líquida mediante bombeo capilar, se caracteriza porque la fase líquida del fluido procedente del condensador se bombea en un primer extremo longitudinal de dicha masa microporosa del evaporador, y la fase de vapor del fluido se evacúa por el segundo extremo longitudinal de dicha masa microporosa del evaporador, y dicho primer extremo longitudinal está alejado, mediante una primera parte longitudinal de dicha masa microporosa, de una segunda parte longitudinal de dicha masa microporosa, en relación de intercambio térmico con la fuente caliente, penetrando dicha primera parte longitudinal en el interior de un manguito térmicamente aislante situado en una porción de dicho tubo externo, estando la cara externa de dicho manguito en contacto con la cara interna de dicho tubo externo, mientras que dicha segunda parte de masa microporosa está situada fuera de dicho manguito y en contacto sin juego por su cara externa con la cara interna de dicho tubo externo, de manera que se garantiza la estanqueidad entre las fases líquida y de vapor del fluido.

Con el fin de garantizar un buen aislamiento, dicha primera parte de la masa microporosa penetra en dicho manguito aislante a lo largo de una distancia de una a varias veces el diámetro del tubo externo, cuando este último es cilíndrico de sección circular, y más generalmente a lo largo de una distancia de al menos una vez la dimensión mayor de la sección transversal del tubo externo, en los demás casos.

Ventajosamente para su realización, dicha masa microporosa está constituida por una sola pieza.

También ventajosamente, sus características de porosidad son homogéneas.

Ventajosamente, el manguito es de un material sintético denominado plástico, de manera que se protege la primera parte longitudinal de masa microporosa del evaporador de los flujos térmicos parásitos procedentes de la fuente caliente, y propagándose en la segunda parte longitudinal de masa microporosa del evaporador y en la porción del tubo externo a nivel del evaporador, con el fin de evitar cualquier calentamiento del fluido en fase líquida en contacto con la primer extremo longitudinal de la masa microporosa del evaporador.

También ventajosamente, la segunda parte de masa microporosa está perforada por un conducto ciego central y longitudinal que recoge la fase de vapor de dicho fluido calentado en dicha segunda parte de masa microporosa, y que se abre en dicho segundo extremo longitudinal de la masa microporosa, hacia el exterior de dicha masa y en el tubo externo, en dirección del condensador hacia el cual se evacúa la fase de vapor.

Preferiblemente, dicho conducto central se ensancha desde el interior de dicha masa microporosa hacia su segundo extremo longitudinal, de manera que el flujo de vapor recogido en el conducto central es más importante cuanto mayor es la sección transversal de ese conducto central, debido a una mayor proximidad de la fuente caliente.

Para facilitar la humectación de la masa microporosa del evaporador en su primera parte longitudinal, es aún más ventajoso que la cara interna de la porción de extremo de dicho manguito que está en contacto con dicha primera parte de masa microporosa comprenda, a lo largo de toda su longitud y a lo largo de al menos una porción de su espesor, al menos un drenaje capilar que permite a dicha fase líquida del fluido procedente del condensador humedecer dicha primera parte de masa microporosa en contacto con dicho manguito.

En un primer modo de realización, dicho al menos un drenaje capilar de la porción de extremo del manguito en contacto con la primera parte de masa microporosa está constituido por al menos una ranura sensiblemente longitudinal rebajada en la cara interna del manguito y que lleva el líquido en contacto con la masa microporosa.

Ventajosamente, para ello, se rebajan ranuras de manera sensiblemente longitudinal en toda la periferia de la superficie interna del manguito, y su forma de sección transversal con abertura estrecha en dicha superficie interna del manguito es favorable para el bombeo capilar del fluido caloportador.

Según un segundo modo de realización, dicho al menos un drenaje capilar de la porción de extremo del manguito en contacto con la primera parte de masa microporosa está constituido por otra masa microporosa, cuyos poros son más gruesos, preferiblemente de un radio de dos a diez veces más grande, que los de dicha masa microporosa del evaporador.

En este último caso, puede ser ventajoso que dicha otra masa microporosa sea anular y rodee totalmente a dicha primera parte longitudinal de masa microporosa del evaporador situada en el manguito.

El manguito puede prolongarse hasta el condensador.

En este caso, resulta ventajoso que dicho al menos un drenaje capilar se extienda del condensador al evaporador.

Además, también es ventajoso que a nivel del condensador, se coloque otra masa microporosa en el extremo correspondiente del manguito, de manera que se separa la fase de vapor de la fase líquida y se bombea la fase líquida hacia el evaporador

5 De una manera general, la masa microporosa del evaporador presenta una longitud que es de 2 a 15 veces más importante que su diámetro

10 Para permitir los intercambios térmicos necesarios para el funcionamiento del bucle, resulta ventajoso que el tubo externo se realice de un material buen conductor del calor, al menos en una parte de tubo en relación de intercambio térmico con, por un lado, el evaporador o el constituyente, y, por otro lado, dicha masa microporosa del evaporador, y en otra parte de tubo en relación de intercambio térmico con dicho condensador o el constituyente.

Según una realización sencilla y práctica, dicho tubo externo es metálico, preferiblemente de acero inoxidable.

15 Además, el tubo externo es ventajosamente cilíndrico de sección circular de diámetro constante.

Descripción de las figuras

20 Otras características y ventajas se desprenderán de la descripción facilitada a continuación, a título no limitativo, de ejemplos particulares de realización descritos con referencia a los dibujos adjuntos en los que:

- la figura 1 representa esquemáticamente, en sección longitudinal, un microbucle en su conjunto;

25 - la figura 2 es una vista esquemática en sección longitudinal del evaporador con masa microporosa (o mecha) de la figura 1;

- la figura 3 es una sección transversal a nivel de la mecha, según III-III de la figura 2;

30 - la figura 4 es una sección transversal a nivel del tubo externo, entre el evaporador y el condensador, según IV-IV de la figura 1;

- la figura 5 es una vista análoga a la figura 2, para el condensador del microbucle de la figura 1, y

35 - la figura 6 es una vista en sección transversal a nivel del condensador del microbucle de la figura 1, según VI-VI de la figura 5.

Descripción detallada de la invención

40 Un ejemplo de realización del dispositivo pasivo de regulación térmica de la invención se ilustra en la figura 1, que representa el conjunto de un microbucle (1) en sección longitudinal, representando las figuras 2 y 5 una sección longitudinal de las zonas del bucle que abarcan respectivamente el evaporador (2) y el condensador (3) y representando las figuras 3 y 6 una sección transversal respectivamente del evaporador (2) y del condensador (3), mientras que la figura 4 representa una sección transversal del bucle (1) a nivel del conducto de fluido en fase de vapor entre el evaporador (2) y el condensador (3). Todos los valores numéricos y características técnicas relativas a los materiales y fluidos facilitados a continuación sólo son indicativos. Estas indicaciones son compatibles con una

45 realización industrial de la invención con los medios actuales de la técnica.

50 En esta realización, el dispositivo con microbucle (1) fluido con bombeo capilar comprende un tubo (6) externo con las paredes realizadas de un material buen conductor del calor, ventajosamente metálico, por ejemplo de acero inoxidable, que es un tubo por ejemplo cilíndrico de sección transversal circular, con un diámetro exterior constante de 2 mm, y con un espesor de pared constante de 0,2 mm. Este tubo (6) está cerrado sobre sí mismo en bucle continuo para formar un circuito cerrado, en el que circula un fluido caloportador, que puede ser normalmente amoníaco, agua, o cualquier otro fluido difásico. En la figura 1 se representa un tubo (7) de relleno del microbucle (1) y que se conecta al tubo (6) principal. El tubo (7) es de la misma naturaleza que el tubo (6), y se conecta perpendicularmente a una porción rectilínea del tubo (6), entre el evaporador (2) y el condensador (3), en una zona en la que no hay ningún elemento presente en el tubo (6).

55

60 A nivel del evaporador (2), una masa microporosa o mecha (8), de forma global cilíndrica de sección circular, se coloca en el interior de un tramo rectilíneo del tubo (6).

Un manguito (9) térmicamente aislante, cilíndrico de sección circular, realizado de un material sintético denominado plástico, se extiende sensiblemente en la mitad del tubo (6) externo, que se extiende entre el evaporador (2) y el condensador (3), y en la que no desemboca el tubo (7) de relleno. Los diámetros interno y externo del manguito (9) son constantes, y la cara externa del manguito (9) está en contacto con la cara interna del tubo (6) externo.

5 La mecha (8) comprende una primera parte (8a) longitudinal de masa microporosa, que es de forma cilíndrica de sección circular y acoplada sin juego radial en la porción (9a) de extremo del manguito (9) adyacente al evaporador (2), así como una segunda parte (8b) longitudinal de masa microporosa, también de forma cilíndrica de sección circular, en la prolongación axial de la primera parte (8a), pero fuera del manguito (9), y en contacto sin juego radial por su cara lateral externa contra la cara interna del tubo (6) externo, lo que garantiza la estanqueidad entre las fases de vapor y líquida. La mecha (8) se extiende axialmente de una primera cara de extremo (8c) longitudinal, que termina la primera parte (8a) de mecha (8) en el interior del manguito (9), a una segunda cara de extremo (8d) longitudinal, que termina la segunda parte (8b) de mecha (8) en el interior del tubo (6) externo, a lo largo de una longitud que corresponde a aproximadamente de 2 a 15 veces el diámetro de su parte longitudinal de mayor diámetro, es decir la segunda parte (8b), es decir una longitud de aproximadamente 4 mm a aproximadamente 24 mm por ejemplo. La primera parte (8a) de masa microporosa penetra en el manguito (9) a lo largo de una distancia de aproximadamente una a varias veces el diámetro del tubo (6) externo, es decir como mínimo del orden de 2 mm, pero preferiblemente de un valor superior, que puede alcanzar del orden de 10 mm cuando la longitud total de la mecha (8) es del orden de 24 mm. El diámetro exterior de la segunda parte (8b) de la masa microporosa es por tanto de 1,6 mm. La masa (8) microporosa puede ser de un único bloque monolítico de igual constitución, es decir cuyas características de porosidad son homogéneas en las partes (8a y 8b), por ejemplo con poros cuyo diámetro o dimensión principal es del orden de 1 a 10 μm .

20 En una variante de realización, los poros pueden ser de una dimensión eventualmente variable, por ejemplo que va de poros gruesos en la primera parte 8a de la mecha (8), para favorecer el bombeo capilar del líquido y su aislamiento con respecto a flujos térmicos parásitos procedentes de una fuente (4) caliente y de la segunda parte (8b) de mecha en relación de intercambio térmico con esta fuente (4) caliente, hacia poros pequeños en dicha segunda parte (8b) de la mecha (8), en la que se produce la evaporación del fluido líquido bombeado, tal como se explica a continuación.

25 También como variante, las dos partes (8a) y (8b) de la masa microporosa pueden ser distintas y unidas axialmente una a la otra de manera que se permite por capilaridad la alimentación con fluido líquido de la segunda parte (8b) por la primera (8a).

30 Aún en otra variante, el evaporador (2) también puede comprender un manguito externo cilíndrico (no representado), también de sección circular, que se atraviesa axialmente y sin juego radial sensible por la porción del tubo (6) externo, que rodea a la masa (8) microporosa, realizándose este manguito externo de un material buen conductor del calor, preferiblemente metálico, y, eventualmente, de igual naturaleza que el tubo (6) externo, es decir de acero inoxidable, pudiendo ser la longitud de este manguito externo, según su eje, que también es el de ese tramo del tubo (6) y de la masa (8) microporosa (ya que estos tres elementos son sensiblemente coaxiales en esta variante), de aproximadamente la mitad de la longitud de la masa (8).

40 Por tanto, este manguito externo, cuando está presente, está en buena relación de intercambio térmico con el tubo (6) externo, que siempre está en buena relación de intercambio térmico con la segunda parte (8b) de la masa (8) microporosa, a lo largo de toda la superficie lateral externa de esta segunda parte (8b), en la que está dispuesto un conducto (10) central, longitudinal y ciego, de forma cónica, de sección circular, que se ensancha desde el extremo axial de la segunda parte (8b) que es adyacente a la primera parte (8a), hasta la segunda cara de extremo (8d) en la que el conducto 10 desemboca hacia el exterior de la mecha (8), en el tubo (6) externo en dirección del condensador (3).

45 Este conducto (10) central recoge la fase de vapor del fluido calentado y evaporado en la segunda parte (8b) de masa microporosa, que se alimenta con fluido líquido mediante bombeo capilar por la primera parte (8a) de masa microporosa, en contacto por la primera cara de extremo (8c) con el fluido en fase líquida presente en el manguito (9) aislante y que circula, debido a ese bombeo capilar, del condensador (3) hacia el evaporador (2).

50 Para ello, el evaporador (2) puede ponerse en relación de intercambio térmico con una fuente (4) caliente, esquematizada en líneas discontinuas en la figuras 1 mediante un cuerpo rectangular, que puede ser un circuito o un componente electrónico que debe refrigerarse, y contra el cual está en contacto la porción de tubo (6) externo del evaporador (2), que rodea a la masa (8) microporosa, y principalmente su segunda parte (8b), favoreciendo las transferencias térmicas mediante conducción de la fuente (4) caliente a esta porción de tubo (6) externo, a su vez en buena relación de intercambio térmico, tal como ya se mencionó anteriormente, con la masa (8) microporosa, debido al montaje coaxial sin juego radial de esta masa (8) por su segunda parte (8b), en este tramo de tubo (6) del evaporador (2).

60 El conducto (10) central longitudinal en el interior de la segunda parte (8b) de masa microporosa, por el cual se recoge la fase de vapor y se evacúa hacia el condensador (3), puede ser cilíndrico, pero su forma ensanchada (cónica) es ventajosa, ya que en este caso el caudal de vapor es mayor cuanto mayor es el diámetro de la sección transversal de ese conducto (10), debido a una mayor proximidad de la fuente (4) caliente, y el flujo de vapor fuera de la mecha (8) y hacia el condensador (3) se mejora.

- 5 Pero gracias a la presencia del manguito (9) aislante, cuya porción (9a) de extremo rodea a la primera parte (8a) de masa microporosa, y gracias a la longitud de esta primera parte (8a), la primera cara de extremo (8c) de la masa (8) microporosa se mantiene lo suficientemente alejada de la segunda parte (8b) en relación de intercambio térmico con la fuente (4) caliente, como para que la cara de extremo (8c) quede protegida de los flujos térmicos parásitos procedentes de la fuente (4) caliente mediante el tubo (6) externo y la segunda parte (8b) de masa microporosa. La fase líquida, que llega al extremo (8c) de la mecha (8), se mantiene por tanto alejada de la parte (8b) caliente en la que se forma el vapor, por la primera parte (8a) de mecha, y de la fuente (4) caliente y el tubo (6) por el manguito 9 aislante.
- 10 Para mejorar los intercambios térmicos a nivel de las superficies de contacto, la segunda parte (8b) de masa microporosa se ensambla a la pared cilíndrica interna del tubo (6) del evaporador (2) mediante cualquier medio que permita garantizar el mejor contacto térmico posible, por ejemplo mediante adhesión, sinterización o cualquier otro medio.
- 15 El microbucle (1) también comprende el condensador (3) situado, en este ejemplo, a nivel de un tramo rectilíneo del tubo (6) externo que está en el lado opuesto del tramo rectilíneo de tubo (6) del evaporador (2), en el bucle formado por ese tubo (6) externo y con respecto al centro de ese bucle.
- 20 Al igual que para el evaporador (2), el condensador (3) puede comprender como variante, un manguito externo cilíndrico no representado, de un material buen conductor del calor, preferiblemente metálico, que está en buen contacto de intercambio térmico con el tramo de tubo (6) externo que lo atraviesa, por un lado, y, por otro lado, con una fuente (5) fría, esquematizada en la figura 1 por un rectángulo en líneas discontinuas, y que puede ser un sumidero de calor, por ejemplo un elemento metálico de una estructura porosa.
- 25 Como para el evaporador (2), el manguito externo del condensador (3) puede comprender eventualmente una base (no representada) que favorece el contacto de intercambio térmico con la fuente (5) fría, y, como en el evaporador (2), en ausencia de manguito externo conductor del condensador (3), el contacto térmico entre el condensador (3) y la fuente (5) fría se garantiza por la porción de tubo (6) externo del condensador (3), de manera que se provoca, en esta porción de tubo (6), la condensación de la fase de vapor evacuada del conducto (10) central de la mecha (8) del evaporador (2) y que circula en el conducto de vapor (11) delimitado sensiblemente en la mitad del tubo (6) externo que se extiende entre el evaporador (2) y el condensador (3) del lado del tubo (7) de relleno. El líquido condensado en el condensador (3) circula en el conducto de líquido (12) delimitado en el manguito (9) aislante que se extiende sensiblemente en la otra mitad del tubo (6) externo, tal como ya se explicó anteriormente.
- 30
- 35 Con el fin de favorecer la separación entre la fase de vapor y la fase líquida generada mediante condensación a nivel del condensador (3), puede resultar ventajoso disponer en el condensador (3) otra masa (13) microporosa opcional, cuya función es captar la fase líquida mediante capilaridad a nivel del condensador (3), al tiempo que se evita el paso de la fase de vapor en el conducto (12) de líquido. Esta otra masa (13) microporosa (representada en líneas discontinuas en la figura 5), de una porosidad superior a la de la mecha (8), se coloca en el extremo (9b) correspondiente del manguito (9) aislante. Esta masa (13) comprende una primera parte en forma de disco (14) circular que se extiende a lo largo de toda la sección transversal del tubo (6) externo, y aplicada axialmente contra el extremo (9b) correspondiente del manguito (9) aislante, y radialmente en contacto con la cara interna del tubo (6), y una segunda parte en forma de tronco (15) cilíndrico, acoplado sin juego radial en la parte de extremo (9b) del manguito (9), con el fin de bombear mediante capilaridad el líquido condensado y transmitirlo al conducto (12) de líquido.
- 40
- 45
- El funcionamiento de este dispositivo es el siguiente. El evaporador (2) recoge calor generado por la fuente (4) caliente, y que se transmite, mediante conducción, al tramo del tubo (6) externo en contacto con la segunda parte (8b) de la masa (8) microporosa.
- 50
- Esta parte (8b) de masa microporosa, así calentada por el tramo de tubo (6) externo que la rodea, calienta el fluido en fase líquida procedente del conducto (12) y que se ha aspirado y bombeado mediante capilaridad por la primera parte (6a) de masa microporosa, suficientemente larga de manera axial para aislar térmicamente el líquido en el conducto (12), que por tanto puede contener un depósito de líquido en la proximidad de la mecha (8). La cara de extremo (8c) axial de la mecha (8) a la que llega la fase líquida también está alejada de la segunda parte (8b) de esta mecha (8) que está en intercambio térmico con la fuente (4) caliente. En otras palabras, la primera parte (8a) longitudinal de la masa (8) microporosa aleja el líquido de la segunda parte (8b) caliente en la que se produce la evaporación. El fluido en fase líquida bombeado en la masa (8) microporosa se evapora en la segunda parte 8b longitudinal y el vapor se recoge en el conducto (10) central de la masa (8), del cual se evacúa el fluido en fase de vapor hacia el conducto (11) de vapor, que guía el fluido en fase de vapor hasta el condensador (3), en el que se condensa el vapor de ese fluido, y se bombean los condensados líquidos por la masa (13) microporosa y se guían por el conducto (12) de líquido desde el condensador (3) hacia el evaporador (2), para garantizar la alimentación con fluido en fase líquida de la masa (8) microporosa, por su cara de extremo (8c) y su primera parte (8a) longitudinal, tal como ya se mencionó anteriormente.
- 55
- 60
- 65

El calor latente de condensación se cede por el condensador (3) a la fuente (5) fría a través del tubo (6) externo.

5 Así, el fluido en fase líquida se desplaza según las flechas (20) de las figuras 1, 2 y 5 en el conducto (12) de líquido, desde el condensador (3) hacia la masa (8) microporosa del evaporador (2), mientras que el vapor generado por el evaporador (2) durante el funcionamiento del bucle se recupera en el conducto (10) central de la masa (8), en la segunda parte (8b) longitudinal de esta última, y se evacúa en el conducto (11) de vapor, en el que el fluido en fase de vapor se desplaza según las flechas (21) de las figuras 1, 2 y (5), del evaporador (2) hasta el condensador (3), en el que este conducto (11) está en comunicación con el conducto (12) de retorno de fluido en fase líquida hacia el evaporador (2) por medio de la masa (13) microporosa, la cual puede ser una masa monolítica, o estar constituida por dos partes (14) y (15) diferenciadas pero unidas longitudinalmente una contra la otra.

15 Debido a la longitud importante de la masa (8) microporosa con respecto a su diámetro y con respecto a las dimensiones de la zona de recogida del calor en el evaporador (2), el depósito de fluido en fase líquida contenido en el conducto (12), en el interior del manguito (9) aislante, se encuentra lo suficientemente alejado de la fuente (4) caliente, a pesar del tamaño reducido del evaporador (2), como para minimizar el flujo de energía térmica parásito hacia este depósito de líquido, lo que permite mejorar el rendimiento térmico del dispositivo.

20 Debe observarse que el tubo (6) externo, en una variante, puede realizarse de un material térmicamente buen conductor únicamente a nivel de los dos tramos del tubo (6) externo que, para uno, rodea a la masa (8) microporosa y, para el otro, constituye por sí mismo la envuelta del condensador (3).

25 Con el fin de mejorar la alimentación de la mecha (8) con fluido en fase líquida, mejorando la humectación de la primera parte (8a) de masa microporosa del evaporador (2), se disponen drenajes (17) capilares en la cara interna del manguito (9) aislante, al menos a lo largo de la longitud de la porción (9a) de extremo del manguito (9) (véase la figura 2), y preferiblemente, tal como se representa en la figura 1, esos drenajes (17) se extienden de los condensadores (3) al evaporador (2), a lo largo de toda la longitud del manguito (9).

30 En un primer ejemplo de realización tal como se representa en la figura 1 y las semisecciones superiores de las figuras 2, 3, 5 y 6, los drenajes (17) capilares están formados por ranuras (16) rebajadas en la cara interna del manguito (9) aislante, al menos a nivel de la porción (9a) de extremo del manguito (9), en la que se acopla la primera parte (8a) de masa microporosa, de manera que se lleva líquido profundamente alrededor de dicha parte (8a). Puede disponerse un gran número de ranuras (16) en toda la periferia radial interna del manguito (9) aislante, con el fin de optimizar el caudal de bombeo del fluido desde el condensador (3) hasta el evaporador (2) (véanse las semisecciones superiores de las figuras 2, 3, 5 y 6). Estos drenajes (17) capilares en forma de ranuras (16) de pequeñas secciones transversales, en este ejemplo en forma de gotas, que se estrechan a nivel de su abertura en la cara interna del manguito (9) (véanse las semisecciones superiores de las figuras 3 y 6), por tanto de sección favorable al bombeo capilar del líquido usado en el bucle, se prolongan ventajosamente a lo largo de toda la longitud del manguito (9) hasta el nivel del condensador (3), en el extremo (9b) del manguito (9). No obstante, estas ranuras (16), que pueden ser longitudinales (paralelas al eje del manguito (9)) o helicoidales, no se introducen más profundamente que la mitad radial interna del espesor de la pared del manguito (9), con el fin de conservar un buen aislamiento térmico entre las fases de vapor y líquida del fluido.

45 En otra variante, los drenajes (17) capilares pueden estar constituidos por ranuras (16) llenas de un material microporoso, cuya porosidad es sensiblemente igual o, preferiblemente, superior a la de la masa (13) microporosa del condensador, a su vez de porosidad superior a la de la mecha (8) del evaporador (2).

50 En otra variante, representada en las semisecciones inferiores de las figuras 2, 3, 5 y 6, los drenajes (17) capilares en forma de ranuras (16) pueden sustituirse, al menos a nivel de la porción (9a) de extremo del manguito (9), por aún otra masa (18) microporosa, preferiblemente anular, rodeada por el manguito (9) aislante de espesor reducido a este nivel, y que rodea a su vez a la primera parte (8a) de la masa (8) microporosa, pudiendo tener esta otra masa (18) microporosa una constitución diferente de la masa (8) microporosa del evaporador (2), y en particular de su segunda parte (8b), por ejemplo presentar poros de un diámetro medio significativamente más importante, normalmente en un factor de 2 a 10, que el diámetro medio de los poros de la masa (8) microporosa.

55 En este ejemplo de las figuras 2, 3, 5 y 6, la porción de extremo (9b) del manguito (9) también rodea a la masa (18) microporosa que forma el drenaje capilar, que rodea a su vez a la parte (15) de la masa (13) microporosa, de manera que es drenaje capilar guía el líquido condensado profundamente desde el interior de la masa (13) mediante capilaridad.

60 En estas variantes de drenaje(s) (17) y (18) capilar(es) de alimentación de líquido, el flujo del líquido se realiza según las flechas (20') en las figuras 2 y 5.

65 Teniendo en cuenta las pequeñas dimensiones de un dispositivo con al menos un microbucle de fluido según la invención, un dispositivo de este tipo encuentra una aplicación ventajosa en la transferencia de energía térmica de una fuente (4) caliente con una densidad de potencia térmica elevada pero de pequeña dimensión, tal como un

componente o circuito electrónico, colocada en relación de intercambio térmico con el evaporador (2) del dispositivo de la invención, con una fuente (5) fría colocada en relación de intercambio térmico con el condensador (3) de dicho dispositivo.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Dispositivo pasivo de regulación térmica, que comprende al menos un bucle de transferencia térmica con bombeo capilar de un fluido caloportador, comprendiendo dicho bucle (1) un evaporador (2) que comprende una masa (8) microporosa, y un condensador (3), destinados a estar en relación de intercambio térmico respectivamente con una fuente (4) caliente y una fuente (5) fría, y una tubería (6) que conecta el evaporador (2) al condensador (3) y que transporta el fluido caloportador esencialmente en fase de vapor del evaporador (2) hacia el condensador (3) y esencialmente en fase líquida del condensador (3) hacia el evaporador (2), comprendiendo la tubería un tubo (6) externo cerrado sobre sí mismo formando un bucle continuo, y que aloja la masa (8) microporosa de forma sensiblemente alargada y cilíndrica, que garantiza la circulación de fluido caloportador en fase líquida mediante bombeo capilar, bombeándose la fase líquida del fluido que procede del condensador (3) en un primer extremo (8c) longitudinal de dicha masa (8) microporosa del evaporador (2), y evacuándose la fase de vapor del fluido por el segundo extremo (8d) longitudinal de dicha masa (8) microporosa del evaporador (2), estando dicho primer extremo (8c) longitudinal alejado, mediante una primera parte (8a) longitudinal de dicha masa (8) microporosa, de una segunda parte (8b) longitudinal de dicha masa (8) microporosa, en relación de intercambio térmico con la fuente (4) caliente, caracterizado porque dicha primera parte (8a) longitudinal penetra en el interior de un manguito (9) térmicamente aislante situado en una porción de dicho tubo (6) externo, estando la cara externa de dicho manguito (9) en contacto con la cara interna de dicho tubo (6) externo, mientras que dicha segunda parte (8b) de masa microporosa está situada fuera de dicho manguito (9) y en contacto sin juego por su cara externa con la cara interna de dicho tubo (6) externo.
- 25 2. Dispositivo pasivo con microbucle de fluido con bombeo capilar, según la reivindicación 1, caracterizado porque el manguito (9) es de un material sintético denominado plástico.
- 30 3. Dispositivo pasivo con microbucle de fluido con bombeo capilar, según una de las reivindicaciones 1 y 2, caracterizado porque dicha primera parte (8a) de la masa (8) microporosa penetra en dicho manguito a lo largo de una distancia de una a varias veces el diámetro del tubo (6) externo.
- 35 4. Dispositivo pasivo con microbucle de fluido con bombeo capilar, según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque dicha masa (8) microporosa está constituida por una sola pieza.
- 40 5. Dispositivo pasivo con microbucle de fluido con bombeo capilar, según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque las características de porosidad de dicha masa (8) microporosa son homogéneas.
- 45 6. Dispositivo pasivo con microbucle de fluido con bombeo capilar, según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque dicha segunda parte (8b) de masa (8) microporosa está perforada por un conducto (10) ciego central y longitudinal que recoge la fase de vapor de dicho fluido calentado en dicha segunda parte (8b) de masa microporosa, y que se abre en dicho segundo extremo (8d) longitudinal de la masa (8) microporosa, hacia el exterior de dicha masa (8) y en el tubo (6) externo, en dirección del condensador (3) hacia el cual se evacúa la fase de vapor.
- 50 7. Dispositivo pasivo con microbucle de fluido con bombeo capilar, según la reivindicación 6, caracterizado porque dicho conducto (10) central se ensancha desde el interior de dicha masa (8) microporosa hacia su segundo extremo (8d) longitudinal.
- 55 8. Dispositivo pasivo con microbucle de fluido con bombeo capilar, según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado porque la cara interna de al menos la porción (9a) de extremo de dicho manguito (9) que está en contacto con dicha primera parte (8a) de masa microporosa comprende, a lo largo de toda su longitud y a lo largo de al menos una porción de su espesor, al menos un drenaje (17) capilar que permite a dicha fase líquida del fluido procedente del condensador (3) humedecer dicha primera parte (8a) de masa microporosa en contacto con dicho manguito (9).
- 60 9. Dispositivo pasivo con microbucle de fluido con bombeo capilar, según la reivindicación 8, caracterizado porque dicho al menos un drenaje (17) capilar de la porción (9a) de extremo del manguito (9) en contacto con la primera parte (8a) de masa microporosa está constituido por al menos una ranura (16) sensiblemente longitudinal rebajada en la cara interna del manguito (9) y que lleva el líquido en contacto con la masa (8) microporosa.
- 65 10. Dispositivo pasivo con microbucle de fluido con bombeo capilar, según la reivindicación 9, caracterizado porque se rebajan ranuras (16) de manera sensiblemente longitudinal en toda la periferia de la superficie interna del manguito (9), y su forma de sección transversal con abertura estrecha en dicha superficie interna del manguito (9) es favorable para el bombeo capilar del fluido caloportador.

- 5 11. Dispositivo pasivo con microbucle de fluido con bombeo capilar, según la reivindicación 8, caracterizado porque dicho al menos un drenaje capilar de la porción (9a) de extremo del manguito (9) en contacto con la primera parte (8a) de masa microporosa está constituido por otra masa (18) microporosa, cuyos poros son más gruesos, preferiblemente con un radio de dos a diez veces más grande, que los de dicha masa (8) microporosa del evaporador (2).
- 10 12. Dispositivo pasivo con microbucle de fluido con bombeo capilar, según la reivindicación 11, caracterizado porque dicha otra masa (18) microporosa es anular y rodea totalmente a dicha primera parte (8a) longitudinal de masa microporosa del evaporador (2) situada en el manguito (9).
- 15 13. Dispositivo pasivo con microbucle de fluido con bombeo capilar, según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, caracterizado porque dicho manguito (9) se prolonga hasta el condensador (3).
- 20 14. Dispositivo pasivo con microbucle de fluido con bombeo capilar, según la reivindicación 13, junto con la reivindicación 8, caracterizado porque dicho al menos un drenaje (17) capilar se extiende del condensador (3) al evaporador (2).
- 25 15. Dispositivo pasivo con microbucle de fluido con bombeo capilar, según una de las reivindicaciones 13 y 14, caracterizado porque a nivel del condensador (3), se coloca otra masa (13) microporosa en el extremo (9b) correspondiente del manguito (9), de manera que se separa la fase de vapor de la fase líquida y se bombea la fase líquida hacia el evaporador (2).
- 30 16. Dispositivo pasivo con microbucle de fluido con bombeo capilar, según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 15, caracterizado porque la masa (8) microporosa del evaporador (2) presenta una longitud que es de 2 a 15 veces más importante que su diámetro.
- 35 17. Dispositivo pasivo con microbucle de fluido con bombeo capilar, según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 16, caracterizado porque dicho tubo (6) externo se realiza de un material buen conductor del calor, al menos en una parte de tubo (6) en relación de intercambio térmico con, por un lado, el evaporador (2) o el constituyente, y, por otro lado, dicha masa (8) microporosa del evaporador (2), y en otra parte de tubo (6) en relación de intercambio térmico con dicho condensador (3) o el constituyente.
- 40 18. Dispositivo pasivo con microbucle de fluido con bombeo capilar, según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 17, caracterizado porque dicho tubo (6) externo es metálico, preferiblemente de acero inoxidable
- 45 19. Dispositivo pasivo con microbucle de fluido con bombeo capilar, según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 18, caracterizado porque el tubo (6) externo es cilíndrico de sección circular de diámetro constante.
20. Aplicación de un dispositivo pasivo de regulación térmica que comprende al menos un bucle (1) de transferencia térmica según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 19 a la transferencia de energía térmica de una fuente (4) caliente, tal como un componente o conjunto de componentes electrónicos, en relación de intercambio térmico con el evaporador (2), a una fuente (5) fría, en relación de intercambio térmico con el condensador (3).

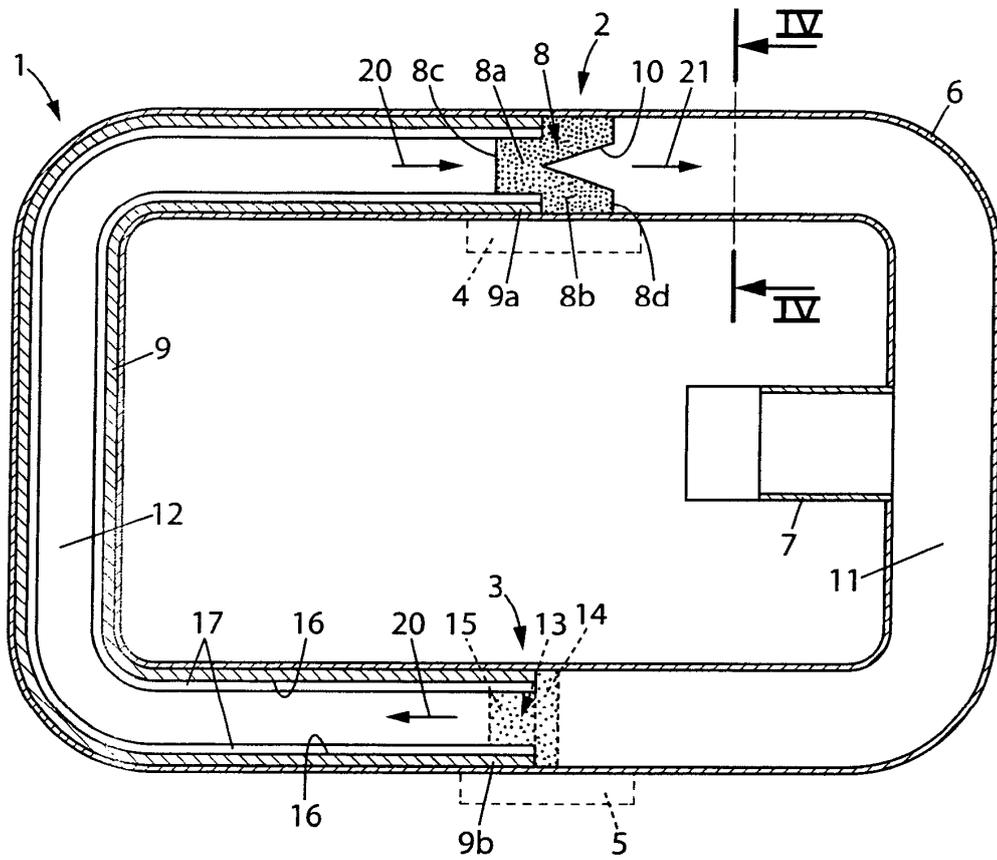


FIG. 1

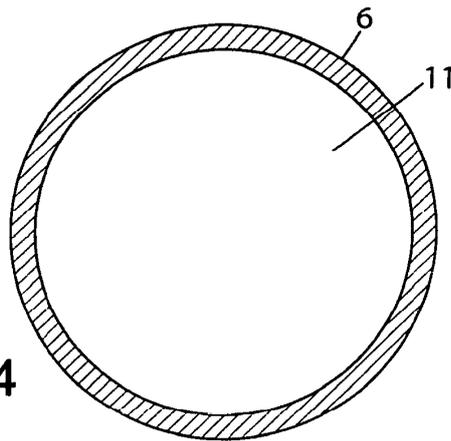


FIG. 4

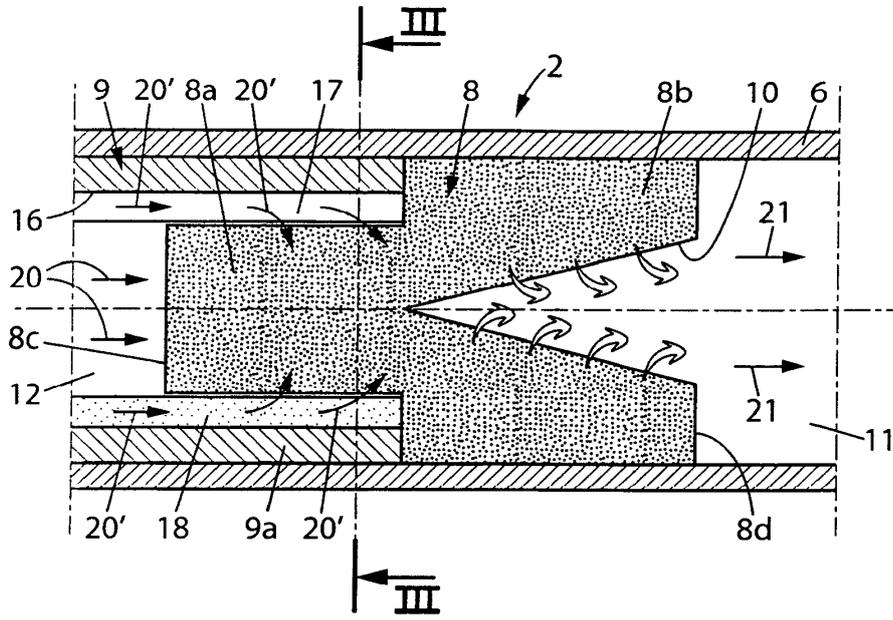


FIG. 2

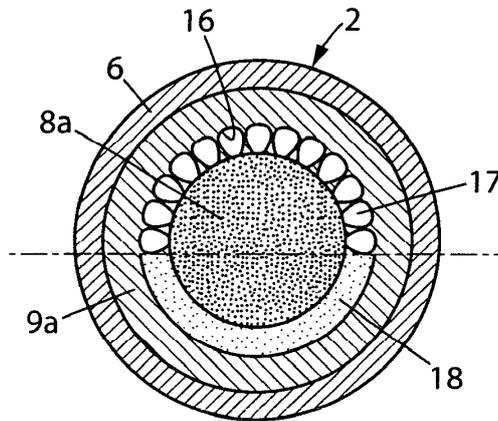


FIG. 3

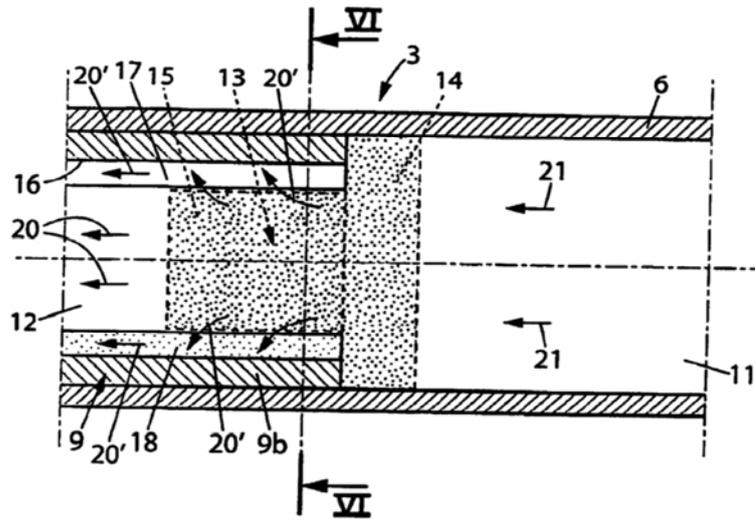


FIG. 5

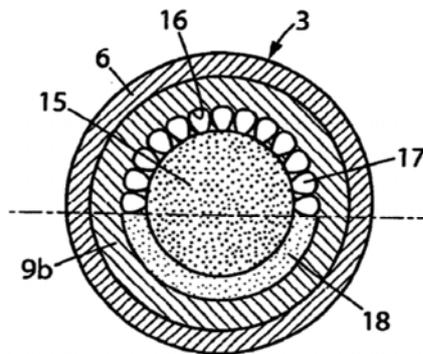


FIG. 6