

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 394 053**

51 Int. Cl.:

F28D 15/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.07.2008 E 08826914 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la solicitud europea: **05.05.2010 EP 2181301**

54 Título: **Dispositivo pasivo de regulación térmica de microbucle con fluido de bombeo capilar**

30 Prioridad:

08.08.2007 FR 0705769

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

16.01.2013

73 Titular/es:

**ASTRIUM SAS (100.0%)
6 RUE LAURENT PICHAT
75016 PARIS, FR**

72 Inventor/es:

FIGUS, CHRISTOPHE

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 394 053 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 de regulación térmica de microbucle con fluido de bombeo capilar

5 La presente invención se refiere a un dispositivo puramente pasivo de regulación térmica, que comprende al menos un bucle de transferencia térmica con circulación de un fluido caloportador por bombeo capilar, del tipo denominado igualmente microbucle de fluido de bombeo capilar, y utilizado para la refrigeración de fuentes calientes, tales como componentes o conjuntos de componentes (circuitos) electrónicos. Un dispositivo de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1 es conocido por el documento US 2005/086806 A.

10 De acuerdo con 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 unidos por una tubería, por la cual circula un fluido caloportador en estado líquido en la parte fría del bucle y en estado gaseoso en la parte caliente de este bucle. El dispositivo de la invención concierne de modo más particular a bucles de fluidos, en los que el bombeo del fluido caloportador es asegurado por capilaridad (bucle capilar). En este tipo de bucle, el evaporador está asociado a una reserva de fluido en estado líquido, y comprende una masa microporosa (denominada igualmente mecha) que asegura el bombeo del fluido por capilaridad. El fluido en fase líquida presente en la reserva asociada al evaporador se evapora en la masa microporosa bajo el efecto del calor que proviene de la fuente caliente. El gas así creado es evacuado hacia el condensador, en contacto de intercambio térmico con la fuente fría y donde se condensa y vuelve en fase líquida hacia el evaporador, para crear así un ciclo de transferencia de calor.

15 Una de las limitaciones de un bucle de transferencia térmica de este tipo en funcionamiento, reside en la cantidad, más o menos importante, de energía térmica que es transferida hacia la reserva líquida, a través del evaporador.

20 Un primer efecto de este fenómeno parásito es recalentar el líquido que circula por el bucle o contenido en la reserva del evaporador. Un segundo efecto parásito es disminuir el rendimiento térmico del bucle de transferencia que es muy sensible a la temperatura de este líquido. En efecto, un bucle de transferencia de este tipo transporta la casi totalidad de la energía por cambio de fase del fluido caloportador y, para funcionar, requiere algunas frigorías para mantener en estado líquido el fluido que circula del condensador hacia el evaporador. Un calentamiento, incluso parcial, de este líquido por un medio cualquiera degrada por tanto muy sensiblemente el rendimiento de transferencia térmica del bucle, hasta dar lugar eventualmente a su parada total.

25 El objeto de la presente invención se refiere a los dispositivos pasivos de regulación térmica de microbucles de bombeo capilar, destinados al enfriamiento de fuentes calientes tales como componentes y/o circuitos electrónicos. De acuerdo con el estado de la técnica, tales componentes o circuitos electrónicos se particularizan por un tamaño reducido (por ejemplo, espesor 1 mm a 2 mm, superficie 10 mm² a 100 mm²), y elevadas densidades de potencia que hay que evacuar (por ejemplo, más de 50 W/cm²). Además, la variación de temperatura entre la unión del componente o circuito electrónico y la carcasa del citado componente o circuito es muy grande (en un factor de 2 a 3) frente a 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.

30 La utilización de un bucle de transferencia de calor con bombeo capilar del tamaño del componente o circuito, denominado microbucle, permite reducir ventajosamente la diferencia de temperatura entre la unión del componente o circuito y la base de la tarjeta en la que éste está implantado, y así aumentar la fiabilidad del componente o circuito, aumentando la potencia disipada por este componente o circuito.

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

40 Un primer inconveniente del estado de la técnica para la realización de un dispositivo de este tipo reside en el hecho de que la reducción de tamaño del citado microbucle favorece la transferencia parásita de calor hacia la reserva de líquido, lo que degrada de modo considerable el rendimiento del bucle. Este inconveniente es una de las principales limitaciones para la reducción de tamaño del evaporador de un microbucle de acuerdo con el estado de la técnica.

45 Por ejemplo, un dispositivo de bucle de fluido representativo del estado de la técnica es el descrito en la patente US7111394. En este dispositivo, tal como está representado en corte longitudinal en la figura 1 y en corte transversal en la figura 2 que se adjuntan y dispuesto dentro de un tubo 10 cerrado estanco en sus dos extremidades, el evaporador 11 está unido a un depósito de líquido 15, y comprende una masa microporosa 12 de forma globalmente cilíndrica, perforada por una arteria central 14, por cuyo interior circula la fase líquida 19 del fluido que viene del condensador 16 hacia el depósito 15. Alrededor de esta arteria 14, en la periferia de la masa microporosa 12, están perforados conductos 13 en los cuales es recogido el vapor 18 que resulta del intercambio térmico que se efectúa en el evaporador 11, entre la masa 12 y el fluido en fase líquida en el depósito 15, y bombeado por capilaridad por la masa microporosa 12. Se observa que la fase vapor 18 está confinada en la periferia de la masa 12, lo más cerca posible de la zona en la que se efectúa el intercambio térmico entre la fuente caliente (por ejemplo un componente electrónico en contacto contra la cara externa del tubo 10 a nivel del

evaporador 11) y el evaporador 11. La fase vapor es así mantenida a una distancia suficiente de la fase líquida central, evitando que los flujos de calor parásitos inevitablemente presentes en la masa 12 recalienten demasiado la fase líquida y perjudiquen la eficacia del bucle. La fase vapor recogida en los conductos 13 de la masa 12 es guiada hacia el condensador 16 por el espacio anular entre el tubo externo 10 y un tubo interno 17, en una o varias partes, empalmado por una extremidad a la extremidad de la arteria central 14 de la masa 12, mientras que su extremidad opuesta desemboca en el condensador 16 y comunica con el volumen anular entre los tubos 10 y 17, para recoger los condensados y reciclar la fase líquida hacia el depósito 15.

Sin embargo, si se desea minimizar este dispositivo, hasta un diámetro exterior del evaporador 11 típicamente de 1 mm a 2 mm, los conductos periféricos 13 estarán muy próximos a la arteria interna 14 que lleva el líquido y esto tanto más cuanto que los diámetros de los conductos 13 y de la arteria 14 tengan que ser de una dimensión suficiente para asegurar un caudal de fluido que permita un transporte eficaz del calor que hay que evacuar. Flujos de calor parásitos importantes se instalarán entonces inevitablemente del vapor hacia el líquido, el líquido se recalientará y la eficacia del bucle se desplomará.

Otro inconveniente de este dispositivo representativo del estado de la técnica proviene igualmente de la complejidad de realización, cuando se desee miniaturizar el dispositivo.

Para paliar estos inconvenientes del estado de la técnica, la invención propone un dispositivo de al menos un microbucle, muy simple de realizar, que limite estos efectos parásitos y que así mejore el rendimiento térmico de cada microbucle. El dispositivo de acuerdo con la invención es igualmente ventajoso para bucles de fluidos de dimensión y de capacidad de transferencia térmica mayores.

Con objeto de poner remedio a los inconvenientes antes citados, la invención propone un dispositivo pasivo de regulación térmica, que comprende al menos un bucle de transferencia térmica con bombeo capilar de un fluido caloportador, comprendiendo el citado bucle un evaporador que comprende una masa microporosa, y un condensador, destinados a estar en relación térmica respectivamente con una fuente caliente y con una fuente fría, y una tubería que une el evaporador al condensador y que transporta el fluido caloportador esencialmente en fase vapor, del evaporador hacia el condensador, y esencialmente en fase líquida, del condensador hacia el evaporador, comprendiendo la tubería un tubo externo, que aloja a la masa microporosa de forma sensiblemente alargada, y que asegura la circulación de fluido caloportador en fase líquida por bombeo capilar, que se caracteriza porque la citada fase líquida del citado fluido es bombeada por al menos una extremidad de la masa microporosa que está vuelta hacia el condensador, y circula al menos por un conducto externo delimitado entre el citado tubo externo y al menos un tubo interno que se extiende en el interior del citado tubo externo, y la fase vapor del citado fluido calentado en la masa microporosa del evaporador es recogida en el conducto central longitudinal dispuesto en el interior de la masa microporosa y se evacua por al menos un conducto interno delimitado en el interior del citado al menos un tubo interno, estando empalmado el citado al menos un tubo interno por una extremidad a una extremidad del citado conducto central, mientras que la fase vapor se evacua en la otra extremidad del citado al menos un tubo interno a nivel del condensador.

De acuerdo con un primer modo ventajoso de realización del dispositivo, el citado tubo externo está cerrado sobre sí mismo formando un bucle continuo, cuyas dos partes sensiblemente opuestas, con respecto al centro del citado bucle, están en relación de intercambio térmico, una con el citado condensador, y la otra con el citado evaporador y con la citada masa microporosa alojada en la citada otra parte del tubo externo y atravesada en toda su longitud por el citado conducto central, extendiéndose dos tubos internos en el interior del citado tubo externo, estando empalmado cada uno de los dos tubos internos, por una primera extremidad, a una respectivamente de las dos extremidades del conducto central de la citada masa microporosa, mientras que la segunda extremidad de cada tubo interno desemboca, en el citado condensador enfrente de la segunda extremidad del otro tubo interno de modo que hace comunicar el conducto interno de fluido en fase vapor delimitado en cada tubo interno con el citado al menos un conducto externo de fluido en fase líquida que circula del condensador hacia la cara terminal correspondiente de la citada masa microporosa.

De acuerdo con un segundo ejemplo particular de realización ventajoso desde el punto de vista de la simplicidad, el citado tubo externo está cerrado en sus dos extremidades, y sus dos extremidades están en relación de intercambio térmico, una con el citado condensador, y la otra con el citado evaporador y con la citada masa microporosa alojada en esta extremidad del tubo externo, la citada fase líquida del citado fluido es bombeada por la extremidad de la masa microporosa vuelta hacia el condensador, y circula por un conducto externo delimitado entre el citado tubo externo y un tubo interno que se extiende en el interior del citado tubo externo, y la fase vapor del citado fluido calentado a nivel de la masa microporosa del evaporador es recogida en un conducto central longitudinal dispuesto en el interior de la citada masa microporosa y se evacua por el conducto interno delimitado en el interior del citado tubo interno, estado empalmado el citado tubo interno por una extremidad a una extremidad del citado conducto central, mientras que la fase vapor se evacua en la otra extremidad del citado tubo interno, a nivel del condensador.

En todos los casos, para facilitar el bombeo del líquido condensado en el condensador y separar las fases vapor y líquida a este nivel, es ventajoso que la citada otra extremidad del citado al menos un tubo interno situada a nivel del condensador esté acoplada en el interior de una masa microporosa anular que llena un espacio delimitado en el interior del citado condensador entre la citada otra extremidad del citado tubo interno y el citado tubo externo.

Además, preferentemente, el líquido que se condensa a nivel del condensador es drenado hasta la citada masa microporosa anular, ventajosamente a lo largo de la pared del citado tubo externo por ejemplo por un drenaje capilar o una masa microporosa situada a lo largo de la pared del citado tubo externo a nivel del citado condensador.

5 Si las limitaciones de volumen del dispositivo lo permiten, ventajosamente, cada uno del evaporador y del condensador comprenden al menos un manguito externo de un material buen conductor del calor, rodeando el citado al menos un manguito del evaporador, al menos parcialmente, una parte del tubo externo que aloja a la citada masa microporosa, y rodeando el citado al menos un manguito del condensador a una parte del tubo externo en cuyo interior al menos un conducto interno libera el fluido en fase vapor hacia el citado al menos un conducto externo.

10 En estos casos, uno al menos de los manguitos externos del evaporador y del condensador comprende al menos una placa base de un material buen conductor del calor y por la cual el citado manguito está destinado a ser puesto en relación de intercambio térmico con una fuente respectivamente caliente o fría.

15 En estas diferentes realizaciones, el citado al menos un tubo interno tiene sus paredes constituidas de al menos un material aislante térmicamente, preferentemente de un material sintético denominado plástico, a fin de asegurar un buen aislamiento térmico entre la fase vapor que circula por el tubo interno y la fase líquida que circula por el conducto o los conductos situados entre el tubo interno y el tubo externo.

En un modo de realización ventajoso, el citado al menos un tubo interno de evacuación del vapor penetra en el interior de la citada masa microporosa a fin de asegurar una mayor estanqueidad entre las fases vapor y líquida del fluido a nivel de la masa microporosa.

20 Ventajosamente, el citado tubo interno comprende en su pared externa un drenaje capilar definido por ejemplo por al menos una ranura sensiblemente longitudinal, al menos a nivel de la parte del citado tubo interno que penetra en la masa microporosa, de modo que lleve la fase líquida profundamente al interior de la citada masa microporosa por capilaridad.

25 Ventajosamente, en todos los casos, la pared externa del citado al menos un tubo interno comprende drenajes capilares definidos por ejemplo por ranuras sensiblemente longitudinales que se prolongan preferentemente sobre el conjunto de la longitud del citado tubo.

30 De acuerdo con otra variante ventajosa de realización, fuera de la citada masa microporosa, la pared externa del citado al menos un tubo interno está en contacto con la pared interna del citado tubo externo, salvo a nivel de al menos un drenaje capilar definido por al menos una ranura sensiblemente longitudinal practicada en la superficie externa del citado tubo interno y que define al menos un conducto externo que lleva la fase líquida del citado fluido.

La citada masa microporosa tiene ventajosamente una forma externa sensiblemente cilíndrica, así como la parte del citado tubo externo que la aloja sin holgura radial.

35 A fin de preservar una buena eficacia del bucle evitando los fenómenos parásitos, el citado evaporador presenta una zona destinada a quedar en contacto de intercambio térmico con la citada fuente caliente y cuya dimensión según el eje del citado tubo externo es significativamente más pequeña que la longitud de la citada masa microporosa, preferentemente del orden de la mitad de la citada longitud de la citada masa.

Además, la citada masa microporosa presenta una longitud que es de aproximadamente 2 a 15 veces mayor que su diámetro de modo que se cree una reserva de líquido importante alejada de la zona de intercambio térmico con la fuente caliente.

40 Ventajosamente además, el citado tubo externo está en contacto de intercambio térmico con la citada masa microporosa en toda la superficie externa de la citada masa excepto una o sus dos caras terminales longitudinales.

En una realización simple, el citado tubo externo es de sección de diámetro constante.

45 Además, el tubo externo está realizado ventajosamente de un material buen conductor del calor, al menos en una parte en relación de intercambio térmico con la citada masa microporosa, y en otra parte en relación de intercambio térmico con el citado condensador o que constituye a este último.

En la práctica, el citado tubo externo es metálico, preferentemente de acero inoxidable.

De acuerdo con una estructura simplificada, el citado tubo externo y el citado al menos un tubo interno son cilíndricos de sección transversal circular, siendo el diámetro del citado al menos un tubo interno sensiblemente la mitad del diámetro del tubo externo.

50 La invención tiene igualmente por objeto, la aplicación de un dispositivo pasivo de regulación térmica con al menos un bucle de transferencia térmica de acuerdo con la invención y tal como el definido anteriormente, a la transferencia de energía térmica de una fuente caliente, tal como un componente o conjunto de componentes electrónicos, en

relación de intercambio térmico con el evaporador, a una fuente fría, en relación de intercambio térmico con el condensador.

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

- 5 - la figura 1 es una vista en corte longitudinal de un ejemplo de dispositivo de bucle de fluido de acuerdo con la patente US 7.111.394;
- la figura 2 es una vista en corte transversal a nivel de la masa microporosa del ejemplo de la figura 1, de acuerdo con el documento US 7.111.394, habiendo sido descritas ya anteriormente las figuras 1 y 2;
- 10 - la figura 3 es una vista esquemática en corte longitudinal de un dispositivo de microbucle de fluido de acuerdo con la invención;
- la figura 4 es una vista en corte longitudinal a escala mayor de un detalle del dispositivo de la figura 3 alrededor de la masa microporosa;
- la figura 5 es una vista en corte longitudinal según V-V de la figura 4 a nivel del evaporador;
- 15 - la figura 6 es una vista análoga a la figura 3 de una variante simplificada de dispositivo de microbucle de fluido de acuerdo con la invención;
- la figura 7 es una vista esquemática en corte longitudinal, a escala más pequeña que la figura 3 y limitada a las porciones del dispositivo que incluye el evaporador y el condensador, de una variante de realización del dispositivo de la figura 3;
- la figura 8 es una vista en corte transversal según VIII-VIII de la figura 7;
- 20 - la figura 9 es una vista esquemática en corte longitudinal a nivel del evaporador, de otra variante de realización del dispositivo de la invención; y
- la figura 10 es una vista en corte transversal según X-X de la figura 9.

25 Un primer ejemplo de realización del dispositivo pasivo de regulación térmica de la invención está ilustrado en la figura 3, que representa el conjunto de un microbucle doble en corte longitudinal, la figura 4 que representa un corte longitudinal de la zona del bucle que engloba al evaporador y la figura 5 que representa un corte transversal del evaporador en su centro. Todos los valores numéricos y características técnicas relativas a los materiales y fluidos dados en lo que sigue son solamente indicativos. Estas indicaciones son compatibles con una realización industrial de la invención con los medios actuales de la técnica.

30 En esta realización, el dispositivo de microbucle de fluido con bombeo capilar 20 comprende un tubo externo 21 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, de un diámetro exterior constante de 2 mm, y de un espesor de pared de 0,2 mm. Este tubo 21 está cerrado sobre sí mismo en bucle continuo para formar un circuito cerrado, por el cual circula un fluido caloportador, que típicamente puede ser amoníaco, agua, o cualquier otro fluido difásico. Un tubo de llenado del microbucle que se conecta al tubo principal 21 no está representado en la figura 3 para simplificar el esquema.

35 A nivel de un evaporador 22, una masa microporosa o mecha 23, de forma cilíndrica de sección circular, está situada sin holgura radial en el interior de un tramo del tubo 21. El diámetro exterior de la masa microporosa 23 es pues de 1,6 mm, y su longitud es por ejemplo de 20 mm. La masa microporosa puede ser de un solo bloque de igual constitución, con poros cuyo diámetro o cuya dimensión principal es del orden de 1 μm a 10 μm . En una variante de realización, los poros pueden ser de una dimensión eventualmente variable, yendo por ejemplo de poros gruesos en las zonas terminales axiales 23b de la mecha 23 para favorecer el bombeo capilar del líquido y su aislamiento con respecto a flujos térmicos parásitos que provienen de la fuente caliente 27 y de la zona central 23a de la mecha 23, hacia poros pequeños en la zona central 23a de la mecha 23, donde se produce la vaporización del fluido líquido bombeado, como se explica en lo que sigue.

45 El evaporador 22 comprende igualmente un manguito 24 cilíndrico, que es atravesado axialmente y sin holgura radial sensible por la porción del tubo externo 21, que rodea a la masa microporosa 23, estando realizado este manguito 24 de un material buen conductor del calor, preferentemente metálico y, eventualmente, de la misma naturaleza que el tubo exterior 21, es decir de acero inoxidable, siendo la longitud de este manguito 24, según su eje, que es también el de este tramo del tubo 21 y de la masa microporosa 23 (porque estos tres tramos son sensiblemente coaxiales) aproximadamente la mitad de la longitud de la masa 23.

50 Así, el manguito 24 está en buena relación de intercambio térmico con el tubo externo 21, el cual está igualmente en buena relación de intercambio térmico con la masa microporosa 23, en toda la superficie externa de esta última

excepto sus dos caras terminales longitudinales 23c unidas una a la otra por un conducto central 25 cilíndrico de sección circular, que atraviesa de parte a parte a esta masa 23.

Además, como está representado en la figura 5, el manguito 24 del evaporador 22 es solidario de una base 26, y preferentemente formando una sola pieza con esta última, cuya dimensión axial puede ser preferentemente la misma que la del manguito 24, y que constituye una zona por la cual el evaporador 22 puede ser puesto en relación de intercambio térmico con una fuente caliente 27, esquematizada en líneas de puntos en las figuras 3, 4 y 5 por un cuerpo paralelepípedo, que puede ser un circuito o un componente electrónico que hay que refrigerar, contra el cual la base 26 está en contacto plano favoreciendo las transferencias térmicas por conducción de la fuente caliente 27 a la base 26 y por tanto al manguito 24, a su vez en buena relación de intercambio térmico, como se mencionó ya anteriormente, con la masa microporosa 23, debido al montaje coaxial sin holgura radial de esta masa 23 en el interior de un tramo del tubo 21, y este último en el interior del manguito 24 del evaporador 22.

La base 26 del evaporador 22 en contacto térmico con la fuente caliente 27 tiene así una dimensión de aproximadamente 10 mm según el eje del tubo externo 21, y esta base 26 está centrada con respecto a la masa microporosa 23, de modo que las dos zonas y caras terminales 23b y 23c de la masa microporosa 23 están alejadas de la zona central 23a de intercambio térmico con la fuente caliente 27.

Para mejorar los intercambios térmicos a nivel de las superficies de contacto, la masa microporosa 23 está ensamblada a la pared cilíndrica interna del tubo 21, y la pared cilíndrica externa de este tubo 21 está a su vez ensamblada a la pared cilíndrica interna del manguito 24 del evaporador 22, por cualquier medio que permita asegurar el mejor contacto térmico posible, por ejemplo por pegado, sinterizado o cualquier otro medio.

El dispositivo comprende igualmente un condensador 28 montado, en este ejemplo, a nivel de un tramo rectilíneo del tubo externo 21 que está en el lado opuesto al tramo rectilíneo de tubo 21 que atraviesa el evaporador 22, en el bucle formado por este tubo externo 21 y con respecto al centro de este bucle. Igual que en el evaporador 22, el condensador 28 comprende un manguito 29 cilíndrico, de un material buen conductor del calor, preferentemente metálico, que, por una parte, está en buen contacto de intercambio térmico con el tramo de tubo 21 que le atraviesa y, por otra, con una fuente fría 30, esquematizada en la figura 3 por un rectángulo en línea de puntos, y que puede ser un sumidero de calor, por ejemplo un tramo metálico de una estructura portante.

Como en el evaporador 22, el manguito 29 del condensador puede comprender eventualmente una placa base (no representada) que favorezca el contacto de intercambio térmico con la fuente fría 30 y, como en el evaporador 22, pueden tomarse medidas para favorecer el contacto térmico entre el manguito 29 del condensador 28 y la porción de tubo externo 21 que le atraviesa.

El dispositivo comprende igualmente dos tubos internos 31, que, en este ejemplo, son sensiblemente idénticos uno al otro, cilíndricos de sección circular, de un diámetro constante que es sensiblemente la mitad del diámetro del tubo externo 21, y que están realizados de un material térmicamente aislante, por ejemplo de un material de síntesis denominado plástico.

A título de ejemplo, su diámetro exterior es de 1 mm, y su espesor de paredes de 0,1 mm.

Cada uno de estos tubos internos 31 presenta una primera extremidad 32, por la cual éste está acoplado y fijado en el interior de una respectiva de dos extremidades longitudinales del conducto central longitudinal 25, por ejemplo de un diámetro de 0,8 mm, de la masa microporosa 23, como está representado de modo más preciso en la figura 4, de modo que cada uno de los tubos internos 31 está conectado a la masa microporosa 23 por el acoplamiento de su primera extremidad 32 en el interior de una respectiva de las dos zonas terminales longitudinales 23b de esta masa 23. El empalme de los tubos internos 31 con la masa microporosa 23 debe ser estanco a fin de evitar que las fases líquida y vapor se encuentren aquí en contacto a este nivel.

La segunda extremidad 33 de cada uno de los dos tubos internos 31 penetra en el tramo de tubo externo 21 que atraviesa el manguito 29 del condensador 28, en el cual cada segunda extremidad 33 desemboca libremente enfrente de la segunda extremidad 33 del otro tubo interno 31, de modo que el tubo externo 21 y los dos tubos internos 31 delimitan un conducto externo 34 anular, en el interior del tubo externo 21 y en el exterior de los tubos internos 31, y dos conductos internos 35 cada uno en el interior de uno respectivo de los dos tubos internos 31.

A fin de separar la fase vapor de la fase líquida generada por condensación a nivel del condensador 28, puede ser ventajoso acoplar con estanqueidad la extremidad 33 de cada uno de los tubos internos 31 respectivamente en el interior de una de las dos masas microporosas anulares 38, que llenan cada una un espacio anular delimitado entre una porción de la extremidad 33 correspondiente y una porción radialmente periférica del tubo externo 21 en el condensador 28, y cuya función es captar la fase líquida por capilaridad a nivel del condensador 28, al tiempo que se evite un retorno de la fase vapor por el conducto externo 34. Estas masas microporosas 38 pueden prolongarse ventajosamente a lo largo de la pared interna del tubo externo 21 a nivel del condensador 28, a fin de bombear más eficazmente el líquido a este nivel. Este drenaje capilar puede ser realizado por un manguito cilíndrico 39 de masa microporosa, de espesor radial inferior al de las masas 38, y que las empalman entre sí, y eventualmente formando una misma pieza con las dos masas 38 en un elemento monolítico microporoso 40. En variante, el manguito

cilíndrico 39 puede ser reemplazado por un manguito metálico con ranuras que se extienden de una a la otra de sus extremidades axiales, en su cara interna, formando cada ranura un drenaje capilar.

El funcionamiento de este dispositivo es el siguiente. La base 26 del evaporador 22 recoge calor generado por la fuente caliente 27, y le transmite, por conducción, al tramo del tubo externo 21 en contacto con la masa microporosa 23.

Esta masa microporosa 23, así calentada por el tramo de tubo externo 21 que la rodea, calienta esencialmente en su zona central 23a el fluido en fase líquida que proviene del conducto externo 34 y que ha sido aspirado y bombeado por capilaridad por la masa microporosa 23, a nivel de sus zonas terminales longitudinales 23b suficientemente largas axialmente para aislar térmicamente el líquido en el interior del conducto externo 34, que así puede contener una reserva de líquido en la proximidad de la mecha 23. Cada cara terminal axial 23c de la mecha 23 a la que llega la fase líquida está también alejada de la zona central 23a de esta mecha que está en intercambio térmico con la fuente caliente 27. En otras palabras, cada zona terminal 23b de la masa microporosa 23 aleja el líquido respecto de la zona central 23a caliente en la que se produce la vaporización. El fluido en fase líquida bombeado hacia el interior de la masa microporosa 23 es vaporizado en la zona central 23a y el vapor es recogido en el conducto central 25 de la masa 23, por el que el fluido en fase vapor se evacua hacia cada uno de los dos conductos internos 35, que guían el fluido en fase vapor hasta las extremidades 33 de los tubos internos 31, en el condensador 28, donde el vapor de este fluido se condensa, y los condensados líquidos son bombeados por las masas microporosas 38, 39 y guiados por el conducto externo 34 desde el condensador 28 hacia el evaporador 22, para asegurar la alimentación de fluido en fase líquida de la masa microporosa 23, por sus dos caras y zonas terminales 23c y 23b longitudinales, como ya se mencionó anteriormente.

Así, el fluido en fase líquida se desplaza según las flechas 36 de la figura 3, por el conducto externo 34, desde el condensador 28 hacia las dos extremidades longitudinales 23c de la masa microporosa 23 del evaporador 22, mientras que el vapor generado por el evaporador 22 durante el funcionamiento del bucle es recuperado en el conducto central 25 de la masa 23, en la zona central 23a de este último, y evacuado por las dos zonas terminales longitudinales 23b de esta masa 23 hacia los conductos internos 35, en los cuales el fluido en fase vapor se desplaza según las flechas 37 de la figura 3, del evaporador 22 hasta el condensador 28, donde estos conductos 35 están en comunicación con el conducto externo 34 de retorno de fluido en fase líquida hacia el evaporador 22 por intermedio del elemento microporoso 40. El material térmicamente aislante de los tubos internos 31, que separa la fase vapor de la fase líquida, tiene la ventaja de limitar los intercambios térmicos entre estas dos fases de fluido que circulan por el bucle doble.

Debido a la longitud importante de la masa microporosa 23 con respecto a su diámetro y con respecto a las dimensiones de la zona de recogida del calor en el evaporador 22, la reserva de fluido en fase líquida contenida en el conducto externo 34, en el interior del tubo externo 21 y a una y otra parte de la masa microporosa 23, se encuentra suficientemente alejada de la fuente caliente 27, a pesar del tamaño reducido del evaporador 22, para minimizar el flujo de energía térmica parásita hacia esta reserva de líquido, lo que permite mejorar el rendimiento térmico del dispositivo.

Debe observarse que, en la presentación dada anteriormente del dispositivo, el evaporador 22 y el condensador 28 comprenden cada uno un manguito térmicamente conductor 24 o 29, pero, en variantes, como se describe en lo que sigue refiriéndose a las figuras 7 a 10, este manguito puede estar constituido directamente por un tramo del tubo externo 21 de un material buen conductor del calor, y que, en variante igualmente, puede estar realizado en tal material buen conductor térmicamente solamente a nivel de los dos tramos del tubo externo 21 que, en uno, rodea a la masa microporosa 23 y, en el otro, está rodeado por el manguito del condensador 28 o constituye por sí mismo este manguito.

La figura 6 representa una variante simplificada de dispositivo de la invención, que comprende un microbucle de fluido elemental de bombeo capilar, en la cual se encuentra un tubo externo 21 que une un evaporador 22 a un condensador 28, estando insertado y fijado por sus dos extremidades longitudinales cerradas en manguitos 24 y 29 respectivamente del evaporador 22 y del condensador 28. La parte terminal axial del tubo externo 21 insertada en el manguito 24 del evaporador 22 rodea a la masa microporosa 23 cilíndrica que, en este ejemplo, presenta un conducto longitudinal central 25, colector de vapor, que desemboca solamente por la extremidad longitudinal 23c de la masa 23 que está vuelta hacia el condensador 28, y en el interior de la cual está acoplada y fijada una extremidad 32 de un tubo interno 31, térmicamente aislante, que se extiende en el interior del tubo externo 21, térmicamente conductor. La otra extremidad 33 del tubo interno 31 está acoplada en el interior de una masa microporosa anular 38 de otro elemento microporoso monolítico 40' que permite separar la fase líquida de la fase vapor a nivel del condensador 28, y desemboca en el interior de la parte terminal del tubo externo 21 alojada en el manguito 29 del condensador 28 y guarnecida por este elemento microporoso 40', para hacer comunicar el conducto 35, interno al tubo interno 31 y que guía el fluido en fase vapor de la salida del conducto 25 de la masa 23 hacia el condensador 28, con el conducto externo anular 36 que guía el fluido condensado en fase líquida del condensador 28 hacia la masa microporosa 23 del evaporador 22, que bombea a este líquido por capilaridad y le vaporiza bajo el efecto del calor recibido de la fuente caliente 27, en relación de intercambio térmico con el evaporador 22, siendo cedido este

calor evacuado de la fuente caliente 27 a la fuente fría 30 por el condensador 28, cuando el bucle de fluido está en funcionamiento, en las mismas condiciones que las descritas anteriormente para el ejemplo de las figuras 3 a 5.

5 El elemento microporoso 40' comprende la masa anular 38, análoga a una de las dos masas anulares 38 de la figura 3 y que ocupa el espacio radial entre la extremidad 33 y el tubo externo 21, y prolongada hacia la extremidad cerrada del tubo externo 21 por un tubo delgado microporoso axial 39' y un disco delgado radial microporoso 41 contra el fondo que cierra esta extremidad del tubo 21, constituyendo el tubo 39' y el disco 41 microporoso un drenaje capilar que facilita la alimentación de la masa 38 en líquido condensado en el condensador 28 en el interior del elemento microporoso 40', y así guiado por bombeo capilar por el interior del conducto 31 externo.

10 En la figura 6, los tubos 21 y 31 son rectilíneos, pero estos pueden ser acodados, en sus partes centrales entre el evaporador 22 y el condensador 28, para adaptar el dispositivo al volumen disponible en el entorno inmediato de la fuente caliente 27 y/o fría 30.

15 Las figuras 7 y 8 representan una variante de realización del dispositivo de acuerdo con las figuras 3 a 5, en la cual los manguitos externos del evaporador 22 y del condensador 28 están suprimidos y reemplazados cada uno por un respectivo tramo de tubo externo 21 de diámetros externo e interno constantes en toda su longitud. Asimismo, los diámetros externo e interno de los tubos internos 31 son constantes en toda su longitud, siendo los diámetros internos de los tubos internos 31 y del conducto central 25 de la masa microporosa 23 iguales. En lo demás, la disposición del evaporador 22 y del condensador 28 es esencialmente la misma que en las figuras 3 y 4, de modo que las mismas referencias designan los mismos elementos. Sin embargo, en esta variante, en la cara externa de cada tubo interno 31 están realizados drenajes capilares 42 en forma de ranuras al menos a nivel de la parte terminal 32 del tubo interno 31 que se acopla en el interior de la masa microporosa 23, de modo que lleva el líquido profundamente al interior de la citada masa 23. Pueden estar realizadas un número de ranuras 42 en toda la periferia externa de cada tubo interno 31, a fin de optimizar el caudal de bombeo del fluido (véase la figura 8). Estos drenajes capilares 42, en forma de ranuras que se cierran a nivel de su abertura en la cara externa del tubo interno 31, por tanto de sección favorable para el bombeo capilar del líquido utilizado en el bucle, pueden prolongarse en toda la longitud del tubo interno 31 correspondiente hasta el nivel del condensador 28, en la extremidad 33 del tubo 31, como está representado en los semicortes superiores de las figuras 7 y 8. Sin embargo, estas ranuras no se hundan más profundamente que la mitad del espesor de la pared del tubo interno 31, a fin de conservar un buen aislamiento térmico entre las fases vapor y líquida del fluido. En este ejemplo de las figuras 7 y 8, la extremidad 32 de cada tubo interno 31 penetra en la masa microporosa 23 una distancia axial de una a varias veces el diámetro del tubo externo 21, de modo que las ranuras que definen los drenajes capilares 42 guían el líquido profundamente al interior de la masa 23 por capilaridad.

20 En variante, las ranuras de los drenajes 42, que pueden ser paralelas al eje del tubo 31 o helicoidales, están llenadas de un material microporoso, cuyos poros tienen dimensiones superiores a las de los poros de la masa microporosa 23, y sensiblemente iguales o superiores a las de los poros de la masa microporosa 40.

35 En otra variante representada en los semicortes inferiores de las figuras 7 y 8, los drenajes capilares 42 en forma de ranuras pueden ser reemplazados, al menos a nivel del evaporador 22, pero preferentemente en toda la longitud de cada tubo interno 31, por otra masa microporosa anular 43 que rodea al tubo interno 31, pudiendo tener esta otra masa microporosa 43 una constitución diferente de la masa microporosa 23 principal utilizada para la evaporación del fluido, por ejemplo presentar poros de un diámetro medio significativamente mayor, típicamente en un factor 2 a 40, que el diámetro medio de los poros de la masa microporosa principal 23 y sensiblemente igual o ligeramente superior al de los poros de la masa microporosa 40. Se realizan así drenajes capilares microporosos 43.

45 Las figuras 9 y 10 representan respectivamente en cortes, longitudinal a nivel del evaporador 22 y transversal entre este último y el condensador 28, otras dos variantes de realización del dispositivo de acuerdo con la invención. En una variante según los semicortes superiores de las figuras 9 y 10, la pared externa de cada tubo interno 31 está en contacto con la pared interna del tubo externo 21, desde las extremidades longitudinales de la masa microporosa 23 del evaporador 22 hasta el condensador 28, salvo a nivel de las aberturas cerradas de numerosos conductos externos 34', en los cuales cada uno es de una sección transversal pequeña, en este ejemplo en forma de gota, y dispuestas en la superficie externa de los tubos internos 31 que está ahuecada con una multitud de ranuras 42' en toda la periferia de cada tubo 31. Estas ranuras 42' longitudinales o helicoidales, u otras, que definen cada una un conducto externo 34', solamente son practicadas sensiblemente en la mitad radial externa del espesor de la pared de cada tubo interno 31, de modo que la fase líquida que circula por estas ranuras 42' - conductos externos 34' - permanece bien aislada térmicamente de la fase vapor que circula por los conductos internos 35 en el interior de los tubos 31.

50 En lo demás, en el evaporador 22 se encuentra sensiblemente la misma disposición de mecha 23 que en la figura 7, sin embargo con un recorte en escalón de las extremidades 33 de los tubos internos 31 para el acoplamiento en el interior de la masa 23, cuando los drenajes capilares formados por estos conductos externos 34' se prolongan en el interior de la masa microporosa para alimentar de líquido las caras terminales 23c de las zonas terminales 23b de la masa 23, mientras que la mitad anular radial interna y maciza de cada tubo interno 31 hace tope contra una cara terminal axial de la zona central 23a de esta masa 23. A nivel del condensador (no representado) se pueden encontrar igualmente sensiblemente las mismas disposiciones que en la figura 7, con las extremidades de las

ranuras 34' de los tubos 31 que desembocan contra la masa microporosa anular 38, pudiendo, opcionalmente, estar montada otra masa microporosa central y cilíndrica entre las dos masas anulares 38.

5 En variante, es posible llenar los conductos externos 34' de un material microporoso con poros de dimensiones medias superiores a las de los poros de la masa 23, al menos en las partes terminales 32 y, eventualmente 33, de los tubos 31, a nivel del evaporador y del condensador, incluso en toda la longitud de los tubos 31.

10 En variante igualmente, como está representado en los semicortes inferiores de las figuras 9 y 10, los conductos externos 34' que forman drenajes capilares pueden ser reemplazados por otra masa microporosa anular 43', que rodea a las extremidades 32 y/o 33, incluso a la totalidad de cada tubo 31, cuyo espesor radial se reduce a sensiblemente a su mitad radial interna, siendo las dimensiones medias de los poros de la masa anular 43' superiores a las de los poros de la masa 23, y sensiblemente iguales o ligeramente superiores a los de la masa microporosa del condensador. Se realizan así conductos externos dispuestos en drenajes capilares 43'. Es igualmente posible realizar un dispositivo de bucle simple con un solo tubo interno 31 según la figura 6 con la realización de los conductos externos 34' que actúan en drenajes capilares y definidos por ranuras 42' en la cara externa del tubo interno 31 en contacto con la cara interna del tubo externo 21 como en las figuras 9 y 10, pudiendo estar previsto entonces un tubo de llenado de líquido en la prolongación axial del condensador 28, en el lado opuesto al evaporador 22.

15 En realizaciones de bucles dobles, como en las figuras 3, 7 y 9, el tubo de llenado desemboca « radialmente » o perpendicularmente en una porción del tubo externo 21 situada entre condensador y evaporador 22.

20 Habida cuenta de las pequeñas dimensiones de un dispositivo de al menos un microbucle de fluido de acuerdo con la invención, un dispositivo de este tipo encuentra una aplicación ventajosa en la transferencia de energía térmica de una fuente caliente 27 de 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 del dispositivo de la invención, a una fuente fría 30 colocada en relación de intercambio térmico con el condensador del citado dispositivo.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo pasivo de regulación térmica, que comprende al menos un bucle de transferencia térmica con bombeo capilar de un fluido caloportador, comprendiendo el citado bucle un evaporador (22) que comprende una masa microporosa (23), y un condensador (28), destinados a estar en relación de intercambio térmico respectivamente con una fuente caliente (27) y con una fuente fría (30), y una tubería que une el evaporador (22) al condensador (28) y que transporta el fluido caloportador esencialmente en fase vapor del evaporador (22) hacia el condensador (28) y esencialmente en fase líquida del condensador (28) hacia el evaporador (22), comprendiendo la tubería un tubo externo (21), que aloja a la masa microporosa (23) de forma sensiblemente alargada, y que asegura la circulación de fluido caloportador en fase líquida por bombeo capilar, caracterizado porque la citada fase líquida del citado fluido es bombeada por al menos una extremidad (23c) de la masa microporosa (23) que está vuelta hacia el condensador (28), y circula al menos por un conducto externo (34) delimitado entre el citado tubo externo (21) y al menos un tubo interno (31) que se extiende en el interior del citado tubo externo (21), y la fase vapor del citado fluido calentado en la masa microporosa (23) del evaporador (22) es recogida en el conducto (25) central longitudinal dispuesto en el interior de la citada masa microporosa (23) y se evacua por al menos un conducto interno (35) delimitado en el interior del citado al menos un tubo interno (31), estando empalmado el citado al menos un tubo interno (31) por una extremidad (32) a una extremidad del citado conducto central (25), mientras que la fase vapor se evacua en la otra extremidad (33) del citado al menos un tubo interno (31), a nivel del condensador (28).
2. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque el citado tubo externo (21) está cerrado sobre sí mismo formando un bucle continuo, cuyas dos partes sensiblemente opuestas, con respecto al centro del citado bucle, están en relación de intercambio térmico, una con el citado condensador (28), y la otra con el citado evaporador (22) y con la citada masa microporosa (23) alojada en la citada otra parte del tubo externo (21) y atravesada en toda su longitud por el citado conducto central (25), extendiéndose dos tubos internos (31) en el interior del citado tubo externo (21), estando empalmado cada uno de los dos tubos internos (31), por una primera extremidad (32), a una respectivamente de las dos extremidades del conducto central (25) de la citada masa microporosa (23), mientras que la segunda extremidad (33) de cada tubo interno (31) desemboca en el citado condensador (28) enfrente de la segunda extremidad (33) del otro tubo interno (31) de modo que hace comunicar el conducto interno (35) de fluido en fase vapor delimitado en cada tubo interno (31) con el citado al menos un conducto externo (34) de fluido en fase líquida que circula del condensador (28) hacia la cara terminal (23c) correspondiente de la citada masa microporosa (23).
3. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque el citado tubo externo (21) está cerrado en sus dos extremidades, y sus dos extremidades están en relación de intercambio térmico, una con el citado condensador (28), y la otra con el citado evaporador (22) y con la citada masa microporosa (23) alojada en esta extremidad del tubo externo (21), la citada fase líquida del citado fluido es bombeada por la extremidad (23c) de la masa microporosa (23) vuelta hacia el condensador (28), y circula por un conducto externo (34) delimitado entre el citado tubo externo (21) y un tubo interno (31) que se extiende en el interior del citado tubo externo (21), y la fase vapor del citado fluido calentado a nivel de la masa microporosa (23) del evaporador (22) es recogida en un conducto (25) central longitudinal dispuesto en el interior de la citada masa microporosa (23) y se evacua por el conducto interno (35) delimitado en el interior del citado tubo interno (31), estando empalmado el citado tubo interno por una extremidad (32) a una extremidad del citado conducto central (25), mientras que la fase vapor se evacua en la otra extremidad (33) del citado tubo interno (31), a nivel del condensador (28).
4. Dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque la citada otra extremidad (33) del citado al menos un tubo interno (31) situada a nivel del condensador (28) está acoplada en el interior de una masa microporosa anular (38) que llena un espacio delimitado en el citado condensador entre la citada otra extremidad (33) del citado tubo interno (31) y el citado tubo externo (21).
5. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 4, caracterizado porque el líquido que se condensa a nivel del condensador (28) es drenado hasta la citada masa microporosa anular (38), ventajosamente a lo largo de la pared del citado tubo externo (21) por ejemplo por un drenaje capilar o una masa microporosa (39) situada a lo largo de la pared del citado tubo externo (21) a nivel del citado condensador (28).
6. Dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque cada uno del evaporador (22) y del condensador (28) comprenden al menos un manguito externo (24, 29) de un material buen conductor del calor, rodeando el citado al menos un manguito (24) del evaporador (22), al menos parcialmente, a una parte del tubo externo (21) que aloja a la citada masa microporosa (23), y rodeando el citado al menos un manguito (29) del condensador (28) a una parte del tubo externo (21) en la cual al menos un conducto interno (35) libera el fluido en fase vapor hacia el citado al menos un conducto externo (34).
7. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 6, caracterizado porque al menos uno de los citados manguitos externos (24, 29) del evaporador (22) y del condensador (28) comprende al menos una base (26) de un material buen conductor del calor y por la cual el citado manguito (24, 29) está destinado a ser puesto en relación de intercambio térmico con una fuente respectivamente caliente (27) o fría (30).

8. Dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado porque el citado al menos un tubo interno (31) tiene sus paredes constituidas de al menos un material térmicamente aislante, preferentemente de un material sintético denominado plástico.
- 5 9. Dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado porque el citado al menos un tubo interno (31) de evacuación del vapor penetra en el interior de la citada masa microporosa (23).
- 10 10. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 9, caracterizado porque el citado al menos un tubo interno (31) comprende en su pared externa al menos un drenaje capilar (42) definido por ejemplo por al menos una ranura sensiblemente longitudinal, al menos a nivel de la parte (32) del citado tubo interno (31) que penetra en la masa microporosa (23), de modo que lleva la fase líquida profundamente al interior de la citada masa microporosa (23) por capilaridad.
- 15 11. Dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, caracterizado porque el citado al menos un tubo interno (31) comprende en su pared externa drenajes capilares (42) definidos por ejemplo por ranuras sensiblemente longitudinales, prolongándose los citados drenajes capilares preferentemente sobre el conjunto de la longitud del citado tubo (31).
- 20 12. Dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, caracterizado porque fuera de la citada masa microporosa (23), la pared externa del citado al menos un tubo interno (31) está en contacto con la pared interna del citado tubo externo (21), salvo a nivel de al menos un drenaje capilar definido por ejemplo por al menos una ranura (42') sensiblemente longitudinal practicada en la superficie externa del citado tubo interno (31) y que define al menos un conducto externo (34') que lleva la fase líquida del citado fluido.
- 25 13. Dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, caracterizado porque la citada masa microporosa (23) tiene una forma externa sensiblemente cilíndrica, así como la parte del citado tubo externo (21) que la aloja sin holgura radial.
- 30 14. Dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, caracterizado porque el citado evaporador (22) presenta una zona (26) destinada a estar en contacto de intercambio térmico con la citada fuente caliente (27) y cuya dimensión según el eje del citado tubo externo (21) es significativamente más pequeña que la longitud de la citada masa microporosa (23), preferentemente del orden de al menos la mitad de la citada longitud de la citada masa (23).
- 35 15. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 14, caracterizado porque la citada masa microporosa (23) presenta una longitud que es aproximadamente 2 a 15 veces mayor que su diámetro.
- 40 16. Dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 15, caracterizado porque el citado tubo externo (21) está en contacto de intercambio térmico con la citada masa microporosa (23) en toda la superficie externa de la citada masa (23) excepto una o sus dos caras terminales longitudinales (23c).
- 45 17. Dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 16, caracterizado porque el citado tubo externo (21) es de sección de diámetro constante.
18. Dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 17, caracterizado porque el citado tubo externo (21) está realizado de un material buen conductor del calor, al menos en una parte en relación de intercambio térmico con la citada masa microporosa (23), y en otra parte en relación de intercambio térmico con el citado condensador (28) o que constituye a este último.
19. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 18, caracterizado porque el citado tubo externo (21) es metálico, preferentemente de acero inoxidable.
20. Dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 19, caracterizado porque el citado tubo externo (21) y el citado al menos un tubo interno (31) son cilíndricos de sección transversal circular, siendo el diámetro del citado al menos un tubo interno (31) sensiblemente la mitad del diámetro del tubo externo (21).
21. Aplicación de un dispositivo (20) pasivo de regulación térmica de al menos un bucle de transferencia térmica de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 20 a la transferencia de energía térmica de una fuente caliente (27), tal como un componente o conjunto de componentes electrónicos, en relación de intercambio térmico con el evaporador (22), a una fuente fría (30), en relación de intercambio térmico con el condensador (28).

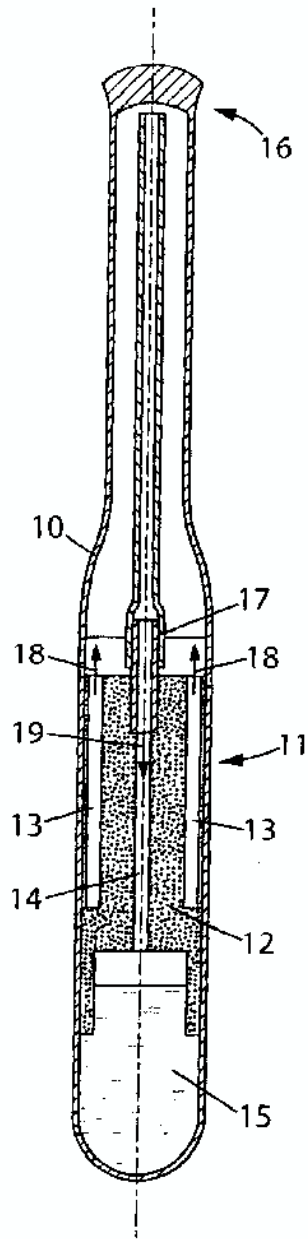


FIG. 1
(TÉCNICA ANTERIOR)

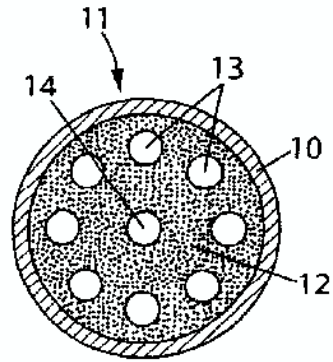


FIG. 2
(TÉCNICA ANTERIOR)

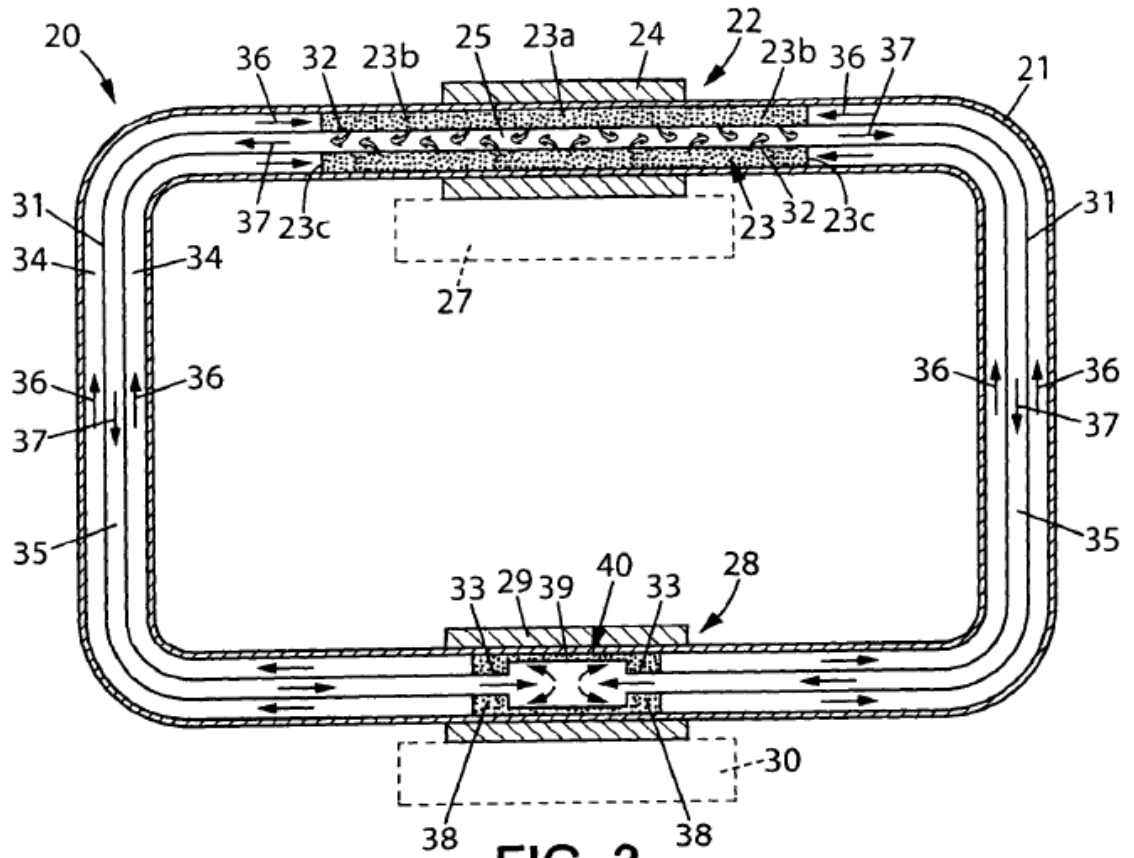


FIG. 3

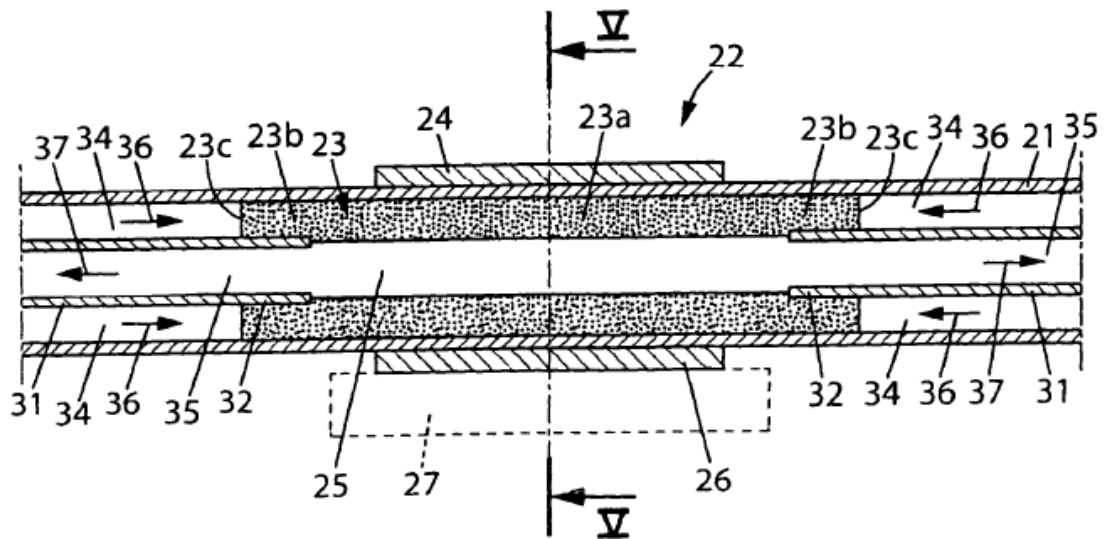


FIG. 4

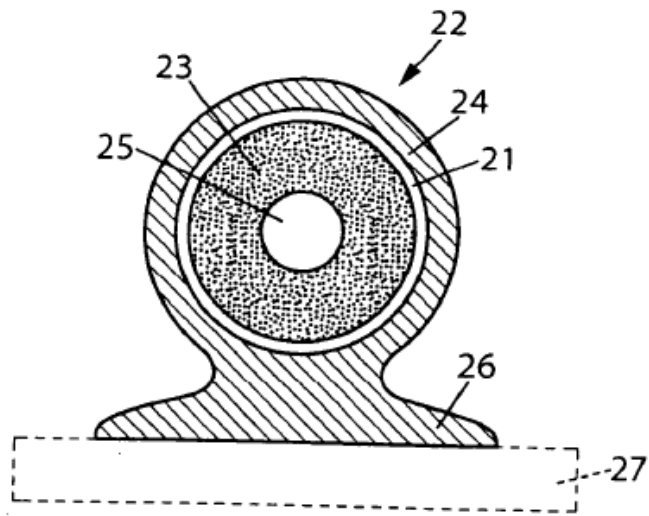


FIG. 5

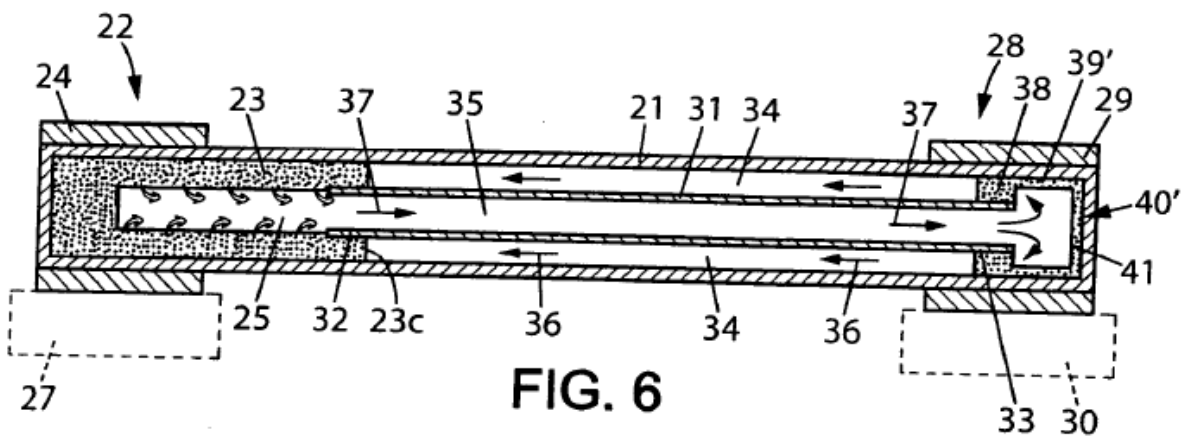


FIG. 6

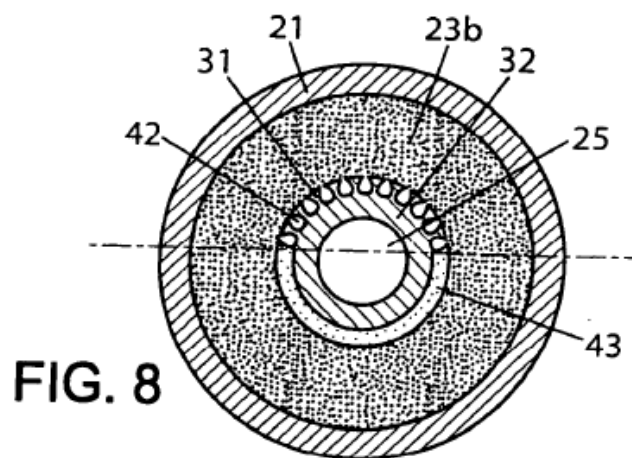


FIG. 8

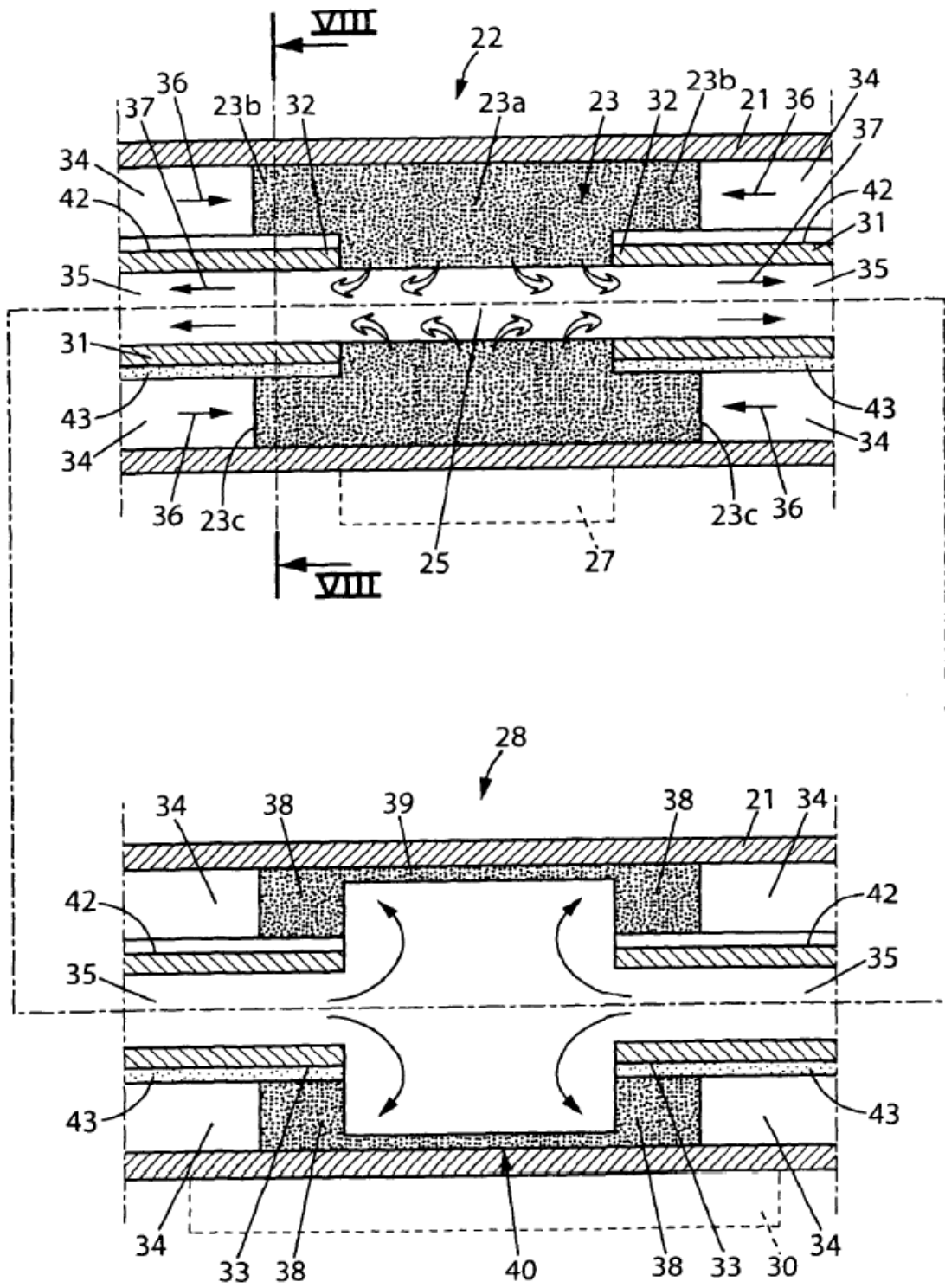


FIG. 7

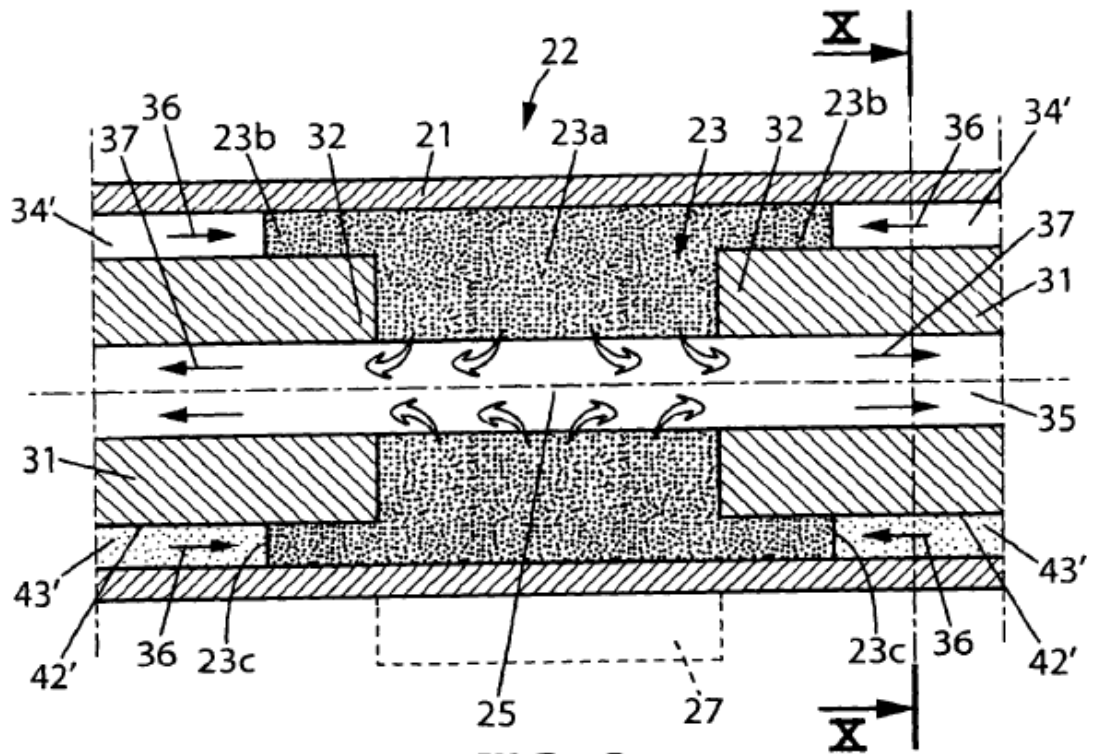


FIG. 9

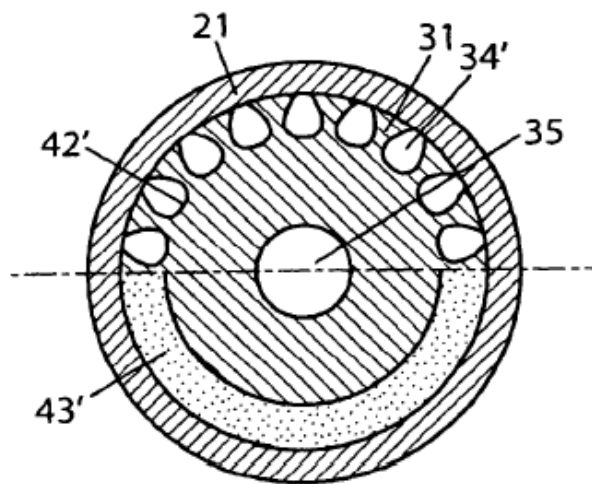


FIG. 10