

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

11 N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

3 009 376

21 N° d'enregistrement national : 13 57678

51 Int Cl⁸ : F 28 D 15/04 (2013.01), B 21 D 39/00

12 DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 01.08.13.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 06.02.15 Bulletin 15/06.

56 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

60 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

71 Demandeur(s) : CALYOS SA Société anonyme — BE.

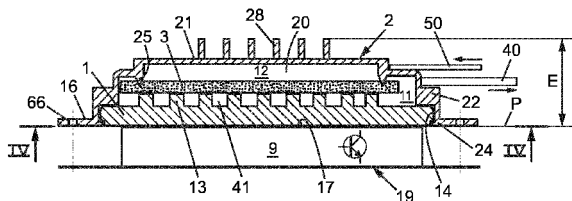
72 Inventeur(s) : DE TROZ VINCENT.

73 Titulaire(s) : CALYOS SA Société anonyme.

74 Mandataire(s) : CABINET PLASSERAUD.

54 EVAPORATEUR A ASSEMBLAGE SIMPLIFIE POUR BOUCLE DIPHASIQUE.

57 Evaporateur (10) pour système de transfert thermique diphasique à pompage capillaire, comprenant une plaque de base (1) avec un bord périphérique (14) et une face externe de réception thermique recevant des calories depuis un élément dissipatif (9), un corps (2) avec un fond (21), des portions latérales (22) et une bordure (24) adjacente au bord périphérique (14) de la plaque de base, une masse poreuse (3) formant une couche à structure capillaire, interposée entre la plaque de base et le fond, qui définit une première chambre (11) gazeuse et une deuxième chambre (12) liquide, le corps étant assemblé sur la plaque de base par sertissage, de sorte que l'on évite de faire appel à une opération de collage, vissage, rivetage ou soudage pour obtenir un assemblage étanche de l'évaporateur.



FR 3 009 376 - A1



Évaporateur à assemblage simplifié pour boucle diphasique.

La présente invention est relative aux évaporateurs pour systèmes de transfert thermique diphasiques à pompage capillaire.
5

Plus particulièrement, l'invention concerne la constitution et l'assemblage de tels évaporateurs, en particuliers ceux destinés à évacuer les calories produites généralement par un élément dissipatif, en particulier mais non exclusivement par un processeur électronique ou un dispositif de commutations électroniques quelconque.
10

Le développement des échanges de données par le réseau internet a entraîné un besoin énorme de puissance de calcul et de stockage dans les serveurs permettant de répondre aux besoins des utilisateurs et en particulier ces serveurs sont souvent regroupés dans des centres appelés 'data centers'.
15

Les besoins de refroidissement des cartes électroniques formant les serveurs dans ces 'data centers' ne cessent de croître en raison de la densité toujours plus élevée des processeurs dans ces cartes.
20

Il est connu d'utiliser une circulation d'air ou d'un fluide liquide pour refroidir le processeur d'une carte serveur. La circulation d'un tel fluide requiert l'utilisation d'un ou plusieurs ventilateurs ou d'une ou plusieurs pompes qui peuvent être sujets à des pannes ou tout du moins requiert une maintenance régulière.
25

Il est donc préférable d'utiliser un système passif c'est-à-dire dépourvu de pompe active pour extraire les calories du processeur, ce type de système utilisant un phénomène de pompage capillaire. Un tel système est décrit dans le document US2003/051859 ; cependant la fonction condenseur fait encore appel à un ventilateur et de plus l'évaporateur placé au dessus de chaque processeur est complexe à fabriquer et par conséquent couteux. En outre l'encombrement et la fiabilité de fonctionnement d'un tel évaporateur peut être améliorés.
30
35

Il est donc apparu un besoin de réduire le coût de tels évaporateurs sans remettre en cause leurs performances, afin de pouvoir proposer des systèmes de thermique diphasique à pompage capillaire pour diverses applications à gros volumes de fabrication.

A cet effet, l'invention propose notamment un évaporateur pour système de transfert thermique diphasique à pompage capillaire, comprenant :

- une plaque de base avec un bord périphérique et une face externe de réception thermique destinée à recevoir des calories depuis un élément dissipatif, la face externe s'étendant généralement selon un plan P d'interface adjacent à l'élément dissipatif,
- un corps avec un fond, des portions latérales et une bordure adjacente au bord périphérique de la plaque de base pour délimiter ainsi un espace intérieur de l'évaporateur,
- une masse poreuse formant une couche à structure capillaire, interposée entre la plaque de base et le fond, qui définit une première chambre délimitée par la plaque de base, les portions latérales et ladite masse poreuse et une deuxième chambre délimitée par le fond, les portions latérales et ladite masse poreuse, la première chambre étant destinée à héberger du fluide caloporteur en phase essentiellement gazeuse, et comprend une sortie d'évaporateur pour une conduite tubulaire de gaz, la deuxième chambre étant destinée à héberger du fluide caloporteur en phase essentiellement liquide, et comprend une entrée d'évaporateur pour une conduite tubulaire de liquide, caractérisé en ce que le corps est assemblé sur la plaque de base par sertissage.

Ainsi, on évite de faire appel à une opération de collage, vissage, rivetage ou soudage pour obtenir un assemblage étanche de l'évaporateur.

Grâce à ces dispositions, on obtient un évaporateur particulièrement simple à assembler et donc particulièrement peu coûteux. On obtient ainsi un

assemblage à process maîtrisé, potentiellement automatisé et bien répétable et on peut donc envisager de les produire en grande série à un coût très attractif.

Dans des modes de réalisation du procédé selon
5 l'invention, on peut éventuellement avoir recours en outre à l'une et/ou à l'autre des dispositions suivantes :

- on dispose avantageusement une projection de jointure issue intégralement du corps et faisant saillie vers la plaque de base, pénétrant dans la masse poreuse, de sorte
10 que l'on assure une étanchéité entre les première et deuxième chambres ; ainsi on obtient par une même opération de sertissage l'étanchéité d'une chambre par rapport à l'autre et l'étanchéité globale de l'évaporateur ;

- la projection de jointure peut être formée par une lèvre
15 présentant une section avec une extrémité pointue dirigée vers la plaque de base ; moyennant quoi, la pénétration de la lèvre de jointure dans la masse poreuse est facilitée et la profondeur de pénétration confère ainsi une bonne étanchéité entre la première chambre et la deuxième
20 chambre ;

- la face externe de la plaque de base peut être sensiblement plane, et peut être configurée pour être pressée contre un processeur de carte électronique formant l'élément dissipatif ; de sorte que cet évaporateur est
25 particulièrement bien adapté pour les systèmes de refroidissement des cartes électroniques et en particulier le refroidissement des processeurs ou CPU qui y sont implantés ;

- l'évaporateur peut présenter une épaisseur E selon une
30 direction perpendiculaire au plan P inférieure à 35mm ; de sorte qu'un tel évaporateur peut facilement être intégré sur des processeurs de carte serveur de format « 1U » c'est-à-dire d'épaisseur de l'ordre de 45 mm ;

- l'entrée et la sortie d'évaporateur sont agencées
35 parallèlement au plan P dans l'une des parois latérales. De sorte que l'encombrement perpendiculairement au plan P

n'est pas augmenté par l'entrée, la sortie et les conduites de fluide ;

5 - la plaque de base peut comprendre des projections 13 faisant saillie vers l'intérieur, ces projections formant les canaux de récupération de vapeur et formant entretoise de maintien de la masse poreuse ; de sorte qu'il est possible d'utiliser une couche poreuse toute simple sans usinage, les canaux de vapeur étant issus des formes de la plaque de base ;

10 - la masse poreuse peut former une couche d'épaisseur constante parallèle au plan d'interface P ; de sorte qu'on peut utiliser un élément poreux très bon marché, simplement découpé à la bonne longueur et bonne largeur, sans autre préparation ;

15 - la plaque de base présente une forme rectangulaire et le corps présente une forme rectangulaire avec quatre cotés formant les portions latérales ; de sorte que la plaque de base peut être parfaitement adaptée à la géométrie d'un processeur ou CPU sur lequel elle est installée, et le corps est une pièce de géométrie simple à fabriquer ;

20 - la plaque de base est en cuivre, et le corps est en acier inox ; moyennant quoi, la plaque de base présente un très bon coefficient de transfert thermique et une ductilité adéquate pour l'opération de sertissage ; en outre, le corps présente des caractéristiques de durabilité et de compatibilité aux fluides adéquates ;

25 - le corps comprend des ailettes agencées sur la face externe du fond du corps ; de sorte que si des bulles de gaz viennent se former dans la deuxième chambre liquide, elles sont re-condensées par l'effet refroidissant des ailettes ;

30 - le corps comprend des moyens de fixation à la carte électronique, par exemple sous forme d'extensions latérales parallèles au plan P, de préférence percées de trous ; On améliore ainsi la capacité d'intégration de l'évaporateur sur une carte électronique et on diminue le coût global de

la fonction refroidissement ;

- la bordure du corps comprend une rainure dans laquelle vient se loger, pendant le sertissage, de la matière issue de la déformation du bord périphérique de la plaque de base ; moyennant quoi on optimise les formes complémentaires de la plaque de base et du corps pour obtenir un sertissage de qualité assurant l'étanchéité de l'espace interne de l'évaporateur.

L'invention vise également un procédé pour assembler un évaporateur tel que celui du type décrit ci-dessus, le procédé comprenant les étapes :

- a-** fournir une plaque de base,
- b-** fournir un couvercle,
- c-** déposer une couche de matériau poreux au-dessus de la plaque de base
- d-** sertir le couvercle sur la plaque de base.

Finalement, l'invention vise aussi un système de transfert thermique diphasique à pompage capillaire, comprenant un évaporateur tel que celui du type décrit ci-dessus.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront au cours de la description suivante d'une de ses formes de réalisation, donnée à titre d'exemple non limitatif, en regard des dessins joints.

Sur les dessins :

- la figure 1 est une vue générale schématique d'un système de refroidissement à boucle diphasique intégrant un évaporateur selon l'invention,
- la figure 2 est une vue générale en perspective d'un dispositif de refroidissement intégrant un évaporateur selon l'invention,
- la figure 3 est une vue en coupe transversale d'un évaporateur selon l'invention,
- la figure 4 montre une vue de dessous du corps de l'évaporateur de la figure 3,
- les figures 5 et 6 illustrent le procédé

d'obtention de l'évaporateur par sertissage, et

- la figure 7 représente une variante de réalisation concernant les bordures de la plaque de base et du corps.

5 Sur les différentes figures, les mêmes références désignent des éléments identiques ou similaires.

La figure 1 représente un exemple de dispositif de de refroidissement à boucle diphasique à circuit fermé, qui comprend un évaporateur **10**, un module condenseur **8**, une
10 première conduite fluide **40** dite 'vapeur' reliant la sortie de l'évaporateur à l'entrée du module condenseur, et une deuxième conduite fluide **50** dite 'liquide' reliant la sortie du module condenseur à l'entrée de l'évaporateur.

La circulation d'un fluide de travail diphasique
15 est assurée par l'intermédiaire de l'effet de capillarité prévalant dans une masse poreuse **3** agencée à l'intérieur de l'évaporateur **10**. Ladite masse poreuse **3** sépare une première chambre **11** en contact thermique avec la source chaude et destinée à contenir généralement du fluide de travail en phase gazeuse, d'une seconde chambre **12** agencées
20 à l'opposé de la source chaude dans l'évaporateur et destiné à contenir du fluide de travail principalement en phase liquide.

Comme il est connu en soi, l'énergie thermique
25 apportée au niveau de l'évaporateur transforme du liquide en vapeur ce qui permet d'absorber une énergie équivalente à la chaleur latente de vaporisation du fluide de travail. La vapeur ainsi créée est dirigée sous pression dans la première conduite **40** vers l'entrée **8a** du module condenseur.
30 À cet endroit, le fluide de travail cède ses calories soit directement dans l'environnement, soit à un autre fluide **18** liquide en conduite forcée (comme cela est représenté, entrée **18a**, sortie **18b**), et par le fait le fluide de travail repasse en phase liquide après avoir cédé une
35 énergie correspondant à la chaleur latente.

Le fluide liquide à la sortie **8b** du condenseur est

aspiré par l'effet de pompage procuré par la structure capillaire de la masse poreuse, la deuxième chambre et la conduite **50** étant remplies du fluide de travail en phase liquide.

5 De tels systèmes à pompage capillaire sont connus sous les acronymes de LHP ('Loop Heat Pipe') ou CPL ('Capillary Pumped Loop') et sont utilisés tant dans un environnement sans gravité (espace) que dans des applications terrestres avec gravité.

10 Il faut remarquer que la figure 1 ne mentionne pas la direction verticale et par conséquent il n'y a pas de contrainte particulière concernant l'orientation et la position respective de l'évaporateur et du module condenseur pour autant que l'effet de pompage capillaire
15 reste supérieur aux effets de la gravité compte tenu de la densité du fluide utilisé.

Selon la présente invention, on vise principalement les systèmes terrestres avec des applications à fort volume ou grande série, c'est-à-dire des nombres très importants de
20 pièces à fabriquer. Dans ce contexte, on cherche à diminuer le coût de revient et le coût de production des composants du système et en particulier de l'évaporateur capillaire
10.

Une des applications visées par la présente
25 invention concerne (non exclusivement) le refroidissement des cartes électroniques et notamment des processeurs ou CPU qui sont implantés sur des cartes électroniques dans des ordinateurs, des serveurs classiques ou bien encore des racks de cartes serveur. Sur la figure 2, il est représenté
30 schématiquement une carte électronique **19** munie d'au moins un processeur **9**. Dans la configuration illustrée, la carte est représentée en position horizontale, mais elle pourrait tout aussi bien être en position verticale.

Au-dessus du processeur **9** est disposé un
35 évaporateur capillaire **10** selon l'invention configuré pour prélever des calories dissipées par le processeur **9** selon

un processus de boucle capillaire diphasique déjà décrit plus haut.

Le module condenseur **8** est formé par un échangeur de chaleur de type liquide/liquide de préférence à flux croisés, connus en soi et donc non décrit en détails ici. Le fluide refroidisseur **18** sera typiquement de l'eau, à la température où elle est disponible dans le bâtiment, ou voisine de la température ambiante ou encore légèrement refroidie.

Comme représenté à la figure 3, l'évaporateur comprend une plaque de base **1** destinée à venir en contact physique et thermique avec le processeur **9** selon un plan d'interface **P** et un corps **2** qui complète la plaque de base pour former une enceinte aussi appelée un espace interne **20**, dans lequel sont agencés les éléments de l'évaporateur qui seront décrits ci-après.

La plaque de base **1** comprend un bord périphérique **14** et une face externe **17** de réception thermique destinée à recevoir des calories depuis un élément dissipatif tel que le processeur **9** en question. Du côté opposé à la face externe, c'est-à-dire du côté dit interne, sont agencés une pluralité de projections **13** sous forme de nervures s'étendant continûment ou de façon discontinue et de préférence parallèlement les unes aux autres, de manière à créer entre ces rainures des canaux **41** destinés à convoyer la vapeur formée à cet endroit vers la sortie de vapeur **4**. Les projections pourraient aussi être des pions arrangés en matrice ou en quinconce et séparés les uns des autres. La plaque de base est formée de préférence en cuivre, matériau qui présente un très bon coefficient de conduction thermique et qui en outre présente une très bonne ductilité dont l'intérêt sera vu plus loin.

Au-dessus des projections **13** se trouvent une couche à structure capillaire formant une masse poreuse **3**, qui dans l'exemple illustré se présente comme une couche d'épaisseur constante sans aucune forme secondaire

particulière. Ainsi il suffit de découper une couche poreuse aux bonnes dimensions de largeur et longueur, il n'y a pas besoin d'usiner des canaux de vapeur à l'intérieur de cette masse poreuse.

5 La constitution et le procédé d'obtention d'une telle masse poreuse **3** est connu en soi et ne sont donc pas décrits en détails ici.

Le corps **2** susmentionné de l'évaporateur est agencé au-dessus de la plaque de base et de la masse poreuse, ce
10 corps est réalisé de préférence en acier inoxydable dit 'inox'. Ce corps 2 comprend un fond 21, qui forme une paroi parallèle au plan P, des parois latérales 22 qui s'étendent à partir du fond tout autour de l'évaporateur en direction d'une bordure **24** qui borde le corps 2 au voisinage du plan
15 d'interface P.

La bordure **24** et le bord périphérique **14** de la plaque de base sont joints de façon hermétique comme il sera détaillé ci-après.

De cette façon, une première chambre **11** dite gazeuse est formée dans l'évaporateur et délimitée par la
20 plaque de base les portions latérales **22** et la masse poreuse **3**. Une seconde chambre **12** dite liquide est formée dans l'évaporateur est délimitée par le fond **21** du corps, les portions latérales 22 et la masse poreuse 3.

25 La séparation hermétique entre les première et deuxième chambres est réalisée par une projection de jointure **25** issue intégralement du corps, cette projection de jointure fait saillie vers la plaque de base et pénètre dans la masse poreuse pour former à cet endroit une
30 barrière étanche pour le fluide de travail.

Plus précisément, dans l'exemple illustré ici, la projection de jointure se présente comme une lèvre à bord aigu, c'est-à-dire la lèvre présente une section généralement triangulaire avec une extrémité pointue.

35 En outre, le corps **2** comprend des extensions latérales **16** obtenues de forme intégralement par le formage

du corps **2**, ces extensions latérales s'étendent de préférence parallèlement au plan P et sont munies de trous **66**. De manière connue en soi, des vis à ressort (non représentées) permettent de presser l'évaporateur contre le processeur.

Optionnellement, le fond **21** du corps peut présenter sur sa face externe une pluralité d'ailettes **28** qui ont pour fonction de limiter l'échauffement du liquide dans la deuxième chambre **12** et qui permettent aussi de re-condenser des bulles de gaz qui auraient pu se former près de la masse poreuse et qui remontent vers le fond **21**.

comme illustré aux figures 5 et 6, en vue de d'assembler l'évaporateur **10**, on dispose une plaque de base **1** sur une embase **60** de presse, puis on dispose une couche de masse poreuse **3** sur la plaque de base (le cas échéant sur les projections **13** ménagées dans la plaque de base comme vu plus haut) puis on dispose le corps **2** au-dessus de la plaque de base et de la masse poreuse, la bordure **24** du corps entourant avec un jeu très réduit le bord périphérique **14** de la plaque de base. L'extrémité de la lèvre de jointure porte sur la masse poreuse.

Ensuite, on dispose un poinçon **61** de presse au-dessus du corps **2** puis une pression est appliquée vers le bas sur le poinçon **61** en vue de sertir le corps sur la plaque de base.

Pendant le déplacement du poinçon, il se produit d'une part une déformation ductile du bord périphérique de la plaque de base (en cuivre de préférence) et simultanément la pénétration de l'extrémité de la lèvre de jointure **25** dans la masse poreuse **3**.

Sous la pression exercée par le poinçon, le bord périphérique **14** de la plaque de base vient fluer dans une rainure **27** prévue à cet effet au niveau de la bordure **24** du corps **2**, ce qui permet d'obtenir une complémentarité de formes assurant l'étanchéité.

Grâce à l'agence et décrit plus haut, on obtient un

évaporateur capillaire assemblé d'épaisseur faible ; dans l'exemple illustré, l'épaisseur **E** de l'évaporateur est inférieure à 35mm, voire 30mm, ce qui permet une intégration facile sur des cartes serveur disposées les
5 unes au-dessus des autres dans des racks.

Comme illustrée à la figure 7, la bordure **24** du corps **2** et le bord périphérique **14** de la plaque de base peuvent prendre des formes différentes en particulier, la rainure dans le peut être ouverte vers le bas et la zone de
10 jonction entre les deux pièces peut se trouver à distance du plan **P**.

Avantageusement, l'épaisseur **E** de l'évaporateur **10** selon une direction perpendiculaire au plan **P** est inférieure à 35mm, voire inférieure à 30mm, ce qui permet
15 d'utiliser cet évaporateur dans des endroits très confinés et ce qui facilitent son intégration dans divers environnements ; en particulier cette solution et avantages de pour le refroidissement des cartes électroniques.

À cet égard, il faut remarquer que les sorties **5,4**
20 des conduites de liquide **50** et gazeuse **40** sont agencées parallèlement au plan **P** ce qui n'augmente pas l'épaisseur totale de l'évaporateur **10**.

Il faut bien noter que la boucle capillaire à fluide diphasique forme un système passif, qui ne requiert
25 pas d'entretien, qui ne génère pas de bruit de ventilateur ou pompe.

Il faut aussi noter qu'une graisse de contact thermique peut être interposée entre la plaque de base et le processeur.

30 Il faut noter qu'en vue d'améliorer les performances en étanchéité de la fermeture du corps **2** sur de la plaque de base **1**, il peut être avantageux d'ajouter un cordon de colle (non représenté) dans les coins arrondis de la rainure **27** ménagée dans le corps.

35 Pour améliorer la fiabilité du démarrage de la boucle diphasique, il peut être prévu un dispositif anti

retour au voisinage du débouché de l'entrée liquide 5, ce dispositif anti retour empêchant du liquide de refluer vers le condenseur par la conduite liquide **50**.

5 Bien sûr, l'évaporateur capillaire serti décrit ci-dessus peut être utilisé pour évacuer les calories de tout élément du dispositif, pas seulement d'un processeur électronique.

REVENDICATIONS

1. Evaporateur (10) pour système de transfert thermique diphasique à pompage capillaire, comprenant :

- 5 - une plaque de base 1 avec un bord périphérique (14) et une face externe de réception thermique destinée à recevoir des calories depuis un élément dissipatif (9), la face externe s'étendant généralement selon un plan P d'interface adjacent à l'élément dissipatif,
- 10 - un corps (2) avec un fond (21), des portions latérales (22) et une bordure (24) adjacente au bord périphérique (14) de la plaque de base pour délimiter ainsi un espace intérieur (20) de l'évaporateur,
- une masse poreuse (3) formant une couche à structure capillaire, interposée entre la plaque de base et le fond, qui définit une première chambre (11) délimitée par la plaque de base, les portions latérales et ladite masse poreuse et une deuxième chambre (12) délimitée par le fond, les portions latérales et ladite masse poreuse,
- 15 la première chambre étant destinée à héberger du fluide caloporteur en phase essentiellement gazeuse, et comprend une sortie d'évaporateur (4) pour une conduite tubulaire de gaz, la deuxième chambre étant destinée à héberger du fluide caloporteur en phase essentiellement liquide, et
- 20 comprend une entrée d'évaporateur (5) pour une conduite tubulaire de liquide, caractérisé en ce que le corps est assemblé sur la plaque de base par sertissage, de sorte que l'on évite de faire appel à une opération de collage, vissage, rivetage ou soudage pour obtenir un
- 25 assemblage étanche de l'évaporateur.
- 30

2. Evaporateur selon la revendication 1, comprenant une projection de jointure (25) issue intégralement du corps et faisant saillie vers la plaque de base, pénétrant dans la
- 35 masse poreuse, de sorte que l'on assure une étanchéité entre les deux chambres.

3. Evaporateur selon la revendication 2, dans lequel la projection de jointure (25) est formée par une lèvre présentant une section avec une extrémité pointue dirigée
5 vers la plaque de base.
4. Evaporateur selon l'une des revendications 1 à 3, dans lequel la face externe est sensiblement plane, et est configurée pour être pressée contre un processeur de carte
10 électronique formant l'élément dissipatif.
5. Evaporateur selon la revendication 4, dans lequel l'évaporateur présente une épaisseur (E) selon une direction perpendiculaire au plan P inférieure à 35mm.
15
6. Evaporateur selon l'une des revendications 1 à 5, dans lequel l'entrée et la sortie d'évaporateur sont agencées parallèlement au plan P dans l'une des parois latérales.
- 20 7. Evaporateur selon l'une des revendications 1 à 6, dans lequel la plaque de base comprend des projections 13 faisant saillie vers l'intérieur, ces projections formant les canaux de récupération de vapeur et entretoise de maintien de la masse poreuse.
25
8. Evaporateur selon l'une des revendications 1 à 7, dans lequel la masse poreuse 3 forme une couche d'épaisseur constante parallèle au plan d'interface P.
- 30 9. Evaporateur selon l'une des revendications 1 à 8, dans lequel la plaque de base présente une forme rectangulaire et le corps présente une forme rectangulaire avec quatre cotés formant les portions latérales.
- 35 10. Evaporateur selon l'une des revendications 1 à 9, dans lequel la plaque de base est en cuivre, et le corps est en

acier inox.

5 **11.** Evaporateur selon l'une des revendications 1 à 10, dans lequel le corps comprend des ailettes (28) agencées sur la face externe du fond du corps.

10 **12.** Evaporateur selon l'une des revendications 1 à 5, dans lequel le corps comprend des moyens de fixation à la carte électronique, par exemple sous forme d'extensions latérales parallèle au plan P, de préférence percées de trous.

15 **13.** Evaporateur selon l'une des revendications 1 à 12, dans lequel la bordure (24) du corps comprend une rainure (27) dans laquelle vient se loger, pendant le sertissage, de la matière issue de la déformation du bord périphérique (14) de la plaque de base.

14. Procédé pour assembler un évaporateur selon lune des revendications 1-12,
20 le procédé comprenant les étapes :
a- fournir une plaque de base,
b- fournir un couvercle,
c- déposer une couche de matériau poreux au dessus de la plaque de base
25 **d-** sertir le couvercle sur la plaque de base.

15. Système de transfert thermique diphasique à pompage capillaire, comprenant un évaporateur selon l'une des revendications 1 à 13.

FIG. 1

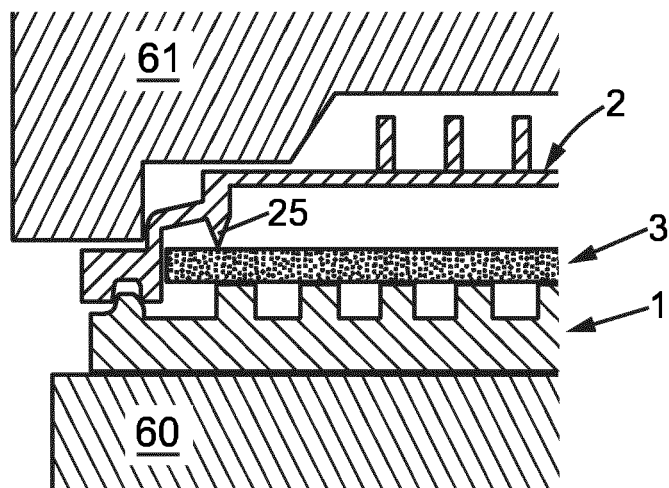
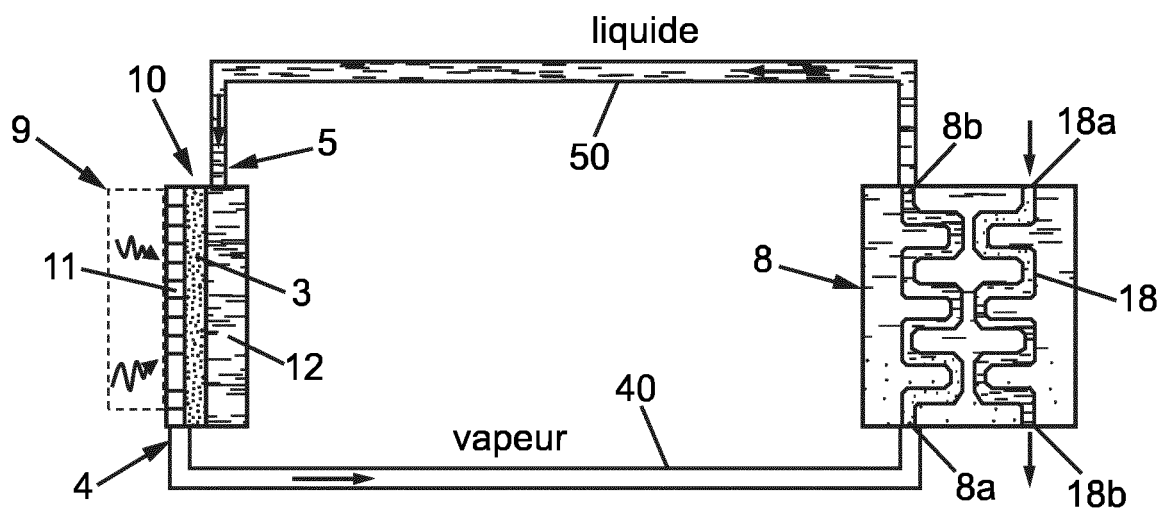


FIG. 7

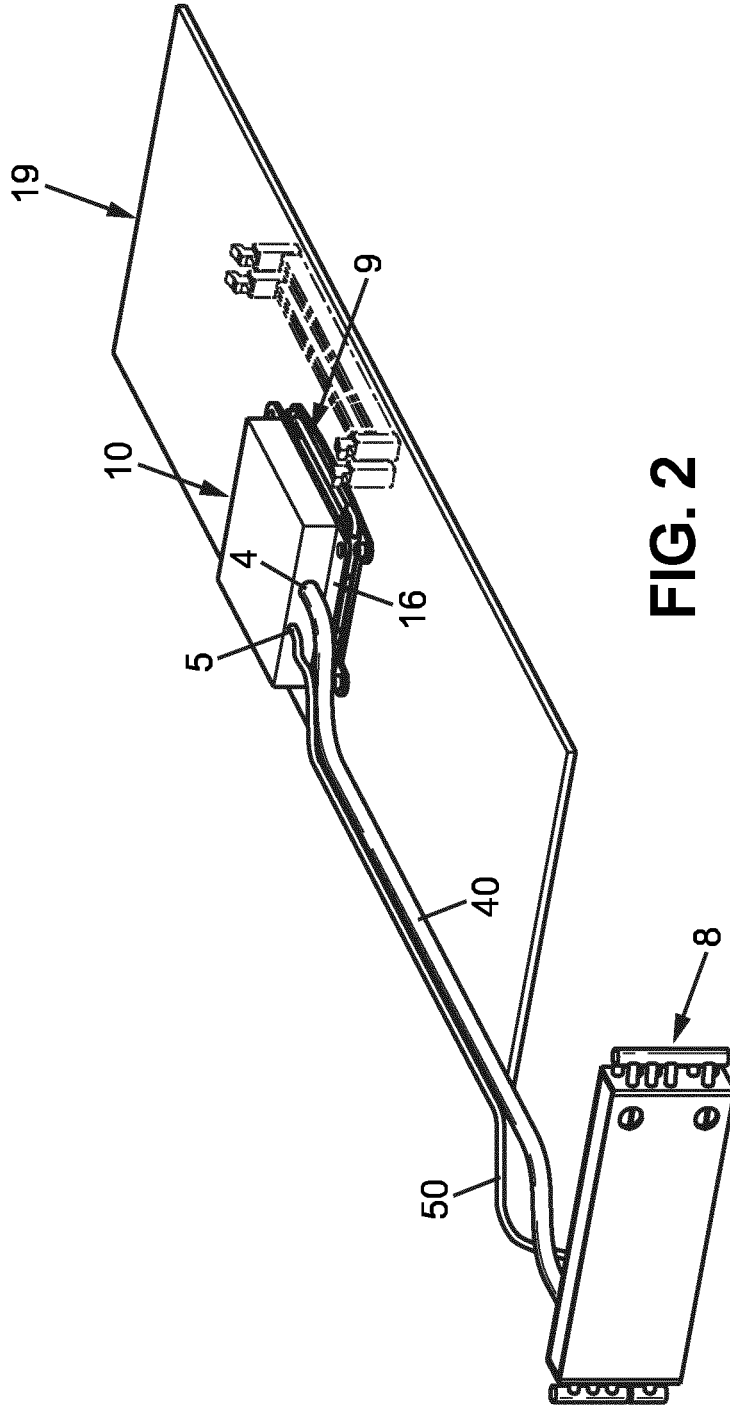


FIG. 2

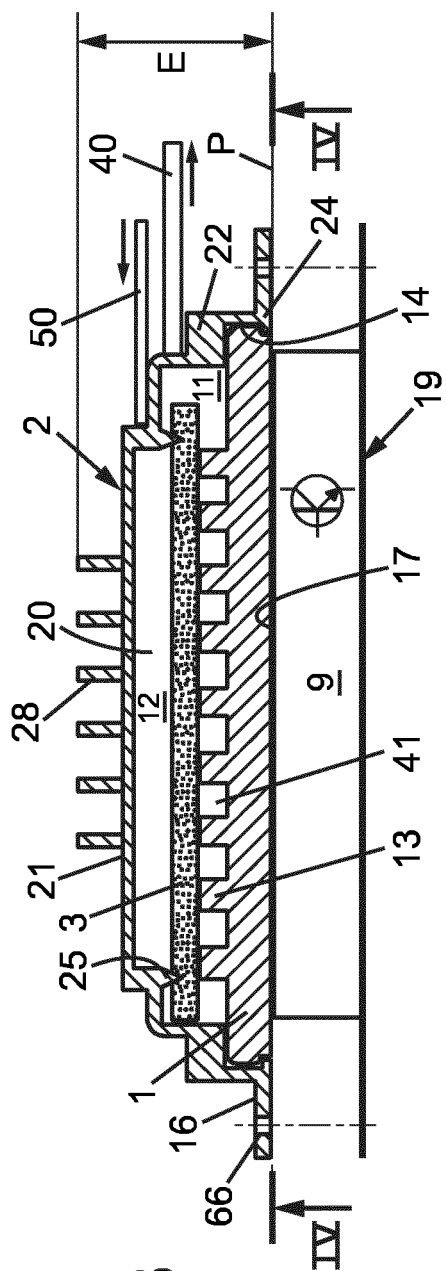


FIG. 3

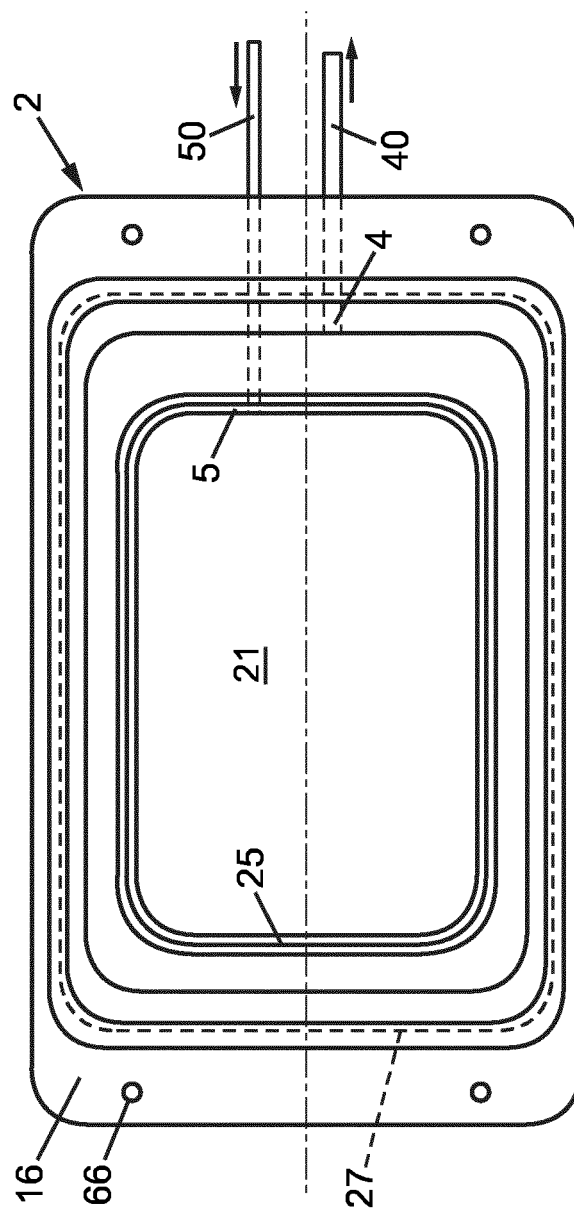


FIG. 4

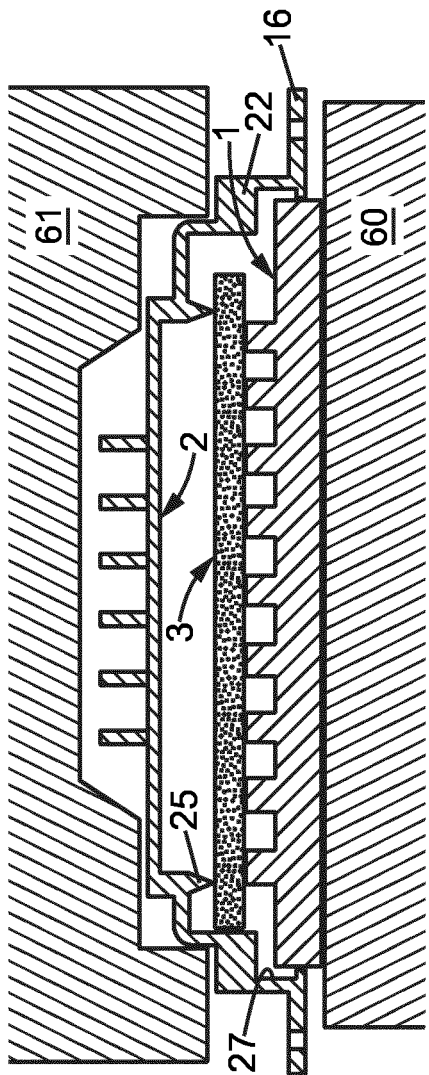


FIG. 5

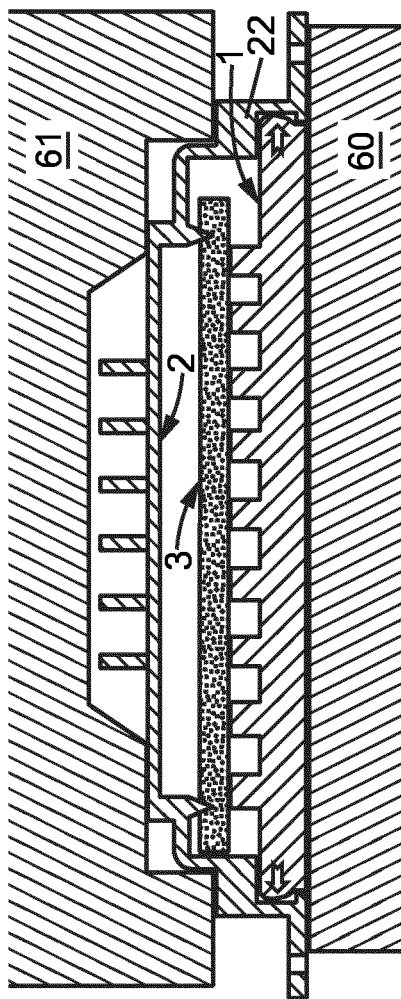


FIG. 6



**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement national

établi sur la base des dernières revendications déposées avant le commencement de la recherche

FA 784091
FR 1357678

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
Y	DE 20 2009 005595 U1 (BEIJING AVC TECHNOLOGY RES CT [CN]) 13 août 2009 (2009-08-13) * abrégé * * alinéa [0033] - alinéa [0035] * -----	1-15	F28D15/04 B21D39/00 DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) F28D H01L
Y	US 5 998 863 A (KOBAYASHI KAZUO [JP] ET AL) 7 décembre 1999 (1999-12-07) * colonne 11, ligne 28 - ligne 33 * -----	1-15	
A	US 2003/051859 A1 (CHESSER JASON B [US] ET AL) 20 mars 2003 (2003-03-20) * le document en entier * -----	1-15	
A	US 2007/006992 A1 (LIU TAY-JIAN [CN] ET AL) 11 janvier 2007 (2007-01-11) * le document en entier * -----	1-15	
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
17 mars 2014		Bain, David	
<p>CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p>		<p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant</p>	

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1357678 FA 784091**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **17-03-2014**

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
DE 202009005595 U1	13-08-2009	DE 102009023113 A1 DE 202009005595 U1	14-10-2010 13-08-2009

US 5998863 A	07-12-1999	JP H10154781 A US 5998863 A	09-06-1998 07-12-1999

US 2003051859 A1	20-03-2003	AT 323266 T AT 433089 T AU 2002323548 A1 CN 1556911 A CN 101093818 A DE 60210640 T2 EP 1427971 A2 EP 1559982 A2 EP 1574800 A2 US 2003051859 A1 US 2003051860 A1 US 2004040695 A1 US 2004050533 A1 WO 03025475 A2	15-04-2006 15-06-2009 01-04-2003 22-12-2004 26-12-2007 05-04-2007 16-06-2004 03-08-2005 14-09-2005 20-03-2003 20-03-2003 04-03-2004 18-03-2004 27-03-2003

US 2007006992 A1	11-01-2007	CN 1893799 A US 2007006992 A1	10-01-2007 11-01-2007
