

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
COURBEVOIE

11 N° de publication : 3 146 728  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)  
21 N° d'enregistrement national : 23 02366  
51 Int Cl<sup>8</sup> : F 28 F 3/00 (2023.01), H 05 K 7/20

12 DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

22 Date de dépôt : 14.03.23.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la demande : 20.09.24 Bulletin 24/38.

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) : VALEO SYSTEMES THERMIQUES SAS — FR.

72 Inventeur(s) : LECHAT Yvan, DESTRO Luc, LIS-SNER Michael et CHAUMETTE Morane.

73 Titulaire(s) : VALEO SYSTEMES THERMIQUES SAS.

54 **Marquage(s) thermique pour un système de refroidissement de composants électroniques.**  
57 Echangeur thermique pour un système de refroidisse-

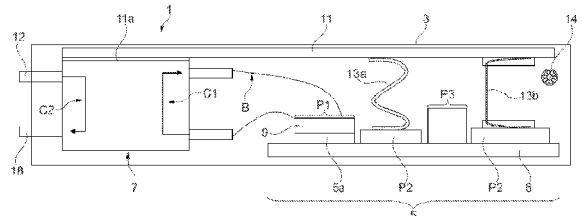
ment de composants électroniques

La présente invention concerne un échangeur thermique (1) pour un système de refroidissement de composants élec-

troniques (5) comprenant:- une plaque de refroidissement (9) configurée pour être en contact avec une première partie (P1) des composants électroniques (5) et comprenant un canal de circulation d'un premier fluide caloporteur,- un échangeur bi-fluide (7) comprenant un premier circuit de fluide (C1) en communication fluïdique avec le canal de circulation de la plaque de refroidissement (9) pour former une boucle de circulation (B) du premier fluide caloporteur et un deuxième circuit de fluide (C2) configuré pour recevoir un deuxième fluide caloporteur,

dans lequel l'échangeur thermique (1) comprend également une plaque de refroidissement additionnelle (11) disposée en contact avec l'échangeur bi-fluide (7) et au moins un élément de transfert thermique (13a, 13b, 13c) disposé entre la plaque de refroidissement additionnelle (11) et une deuxième partie (P2) des composants électroniques (5).

Fig.1



FR 3 146 728 - A1



## Description

### **Titre de l'invention : Echangeur thermique pour un système de refroidissement de composants électroniques**

- [0001] La présente invention concerne un échangeur thermique pour un système de refroidissement de composants électroniques.
- [0002] Les serveurs utilisés pour le traitement des données (couramment appelés technologies de l'information ou « IT » en anglais) comportent généralement des cartes de circuits imprimés (printed circuit board « PCB » en anglais) sur lesquelles sont agencés des composants électroniques tels que circuits intégrés, qui peuvent inclure des unités centrales de traitement (central processing unit « CPU » en anglais), de la mémoire vive (random access memory « RAM » en anglais), etc. Tous ces composants électroniques génèrent de la chaleur lorsqu'ils sont utilisés. Afin de maintenir le contenu des serveurs à une température optimale pour pouvoir maximiser les performances du serveur, il est primordial d'évacuer la chaleur ainsi générée et/ou de refroidir les composants concernés.
- [0003] En général, les composants électroniques utilisés au sein des serveurs sont refroidis par air. On utilise généralement un dissipateur thermique comportant des ailettes ou des éléments similaires permettant d'évacuer la chaleur dans l'air environnant. Un tel dissipateur thermique est alors placé en contact avec la surface de la puce électronique. Ce contact peut être direct ou bien se faire par l'intermédiaire d'un matériau à interface thermique entre les deux composants. En plus du dissipateur thermique, un ou plusieurs ventilateurs peuvent être utilisés pour faire circuler l'air de manière à enlever la chaleur du dissipateur thermique. Un tel dissipateur thermique peut être utilisé en combinaison avec le refroidissement du côté de l'installation du serveur, comme la climatisation. Cependant, cette méthode de refroidissement n'est pas particulièrement efficace. Elle présente par ailleurs un coût de fonctionnement élevé et requiert des espaces très volumineux pour gérer l'air utilisé pour le refroidissement.
- [0004] Le refroidissement par liquide par immersion est une alternative au refroidissement par air. Dans certains cas, le refroidissement par liquide permet un transfert de chaleur plus efficace des composants électroniques, et donc une plus grande puissance de refroidissement. Ces liquides sont par exemple des fluides diélectriques ou de l'huile minérale.
- [0005] Les liquides ayant une capacité thermique spécifique élevée sont particulièrement avantageux.
- [0006] Cependant, le refroidissement par liquide par immersion impose de fortes contraintes techniques liées à l'étanchéité des caissons dans lesquels sont immergés les circuits

imprimés ainsi que le poids de ces caissons qui doit pouvoir être supporté par les bâtiments dans lesquels ils sont installés.

- [0007] Il convient donc de trouver une solution permettant de dissiper efficacement la chaleur des composants électroniques des serveurs tout en limitant les contraintes techniques imposées par ce refroidissement des composants électroniques.
- [0008] À cet effet, l'invention a pour objet un échangeur thermique pour un système de refroidissement de composants électroniques comprenant :
- une plaque de refroidissement configurée pour être en contact avec une première partie des composants électroniques et comprenant un canal de circulation d'un premier fluide caloporteur,
  - un échangeur bi-fluide comprenant un premier circuit de fluide en communication fluidique avec le canal de circulation de la plaque de refroidissement pour former une boucle de circulation du premier fluide caloporteur et un deuxième circuit de fluide configuré pour recevoir un deuxième fluide caloporteur,
- dans lequel l'échangeur thermique comprend également une plaque de refroidissement additionnelle disposée en contact avec l'échangeur bi-fluide et au moins un élément de transfert thermique disposé entre la plaque de refroidissement additionnelle et une deuxième partie des composants électroniques.
- [0009] Un tel échangeur permet de refroidir plusieurs éléments distincts ou plusieurs circuits distincts à partir d'une même et unique source, simplifiant ainsi le circuit. En outre, la puissance du refroidissement peut être adaptée en fonction de chacun des composants à refroidir.
- [0010] Selon un autre aspect de la présente invention, la plaque de refroidissement additionnelle est une plaque de refroidissement passive. Par passive on entend qu'aucun fluide ne circule dans la plaque de refroidissement.
- [0011] Selon un autre aspect de la présente invention, l'élément de transfert thermique est un élément de la liste suivante :
- un ressort métallique tel qu'un ressort hélicoïdal,
  - un conduit évapo-condenseur ou caloduc flexible comprenant un fluide diphasique configuré pour s'évaporer à une première extrémité en contact avec un composant électronique et pour condenser à une deuxième extrémité en contact avec la plaque de refroidissement additionnelle.
- [0012] Selon un autre aspect de la présente invention, l'élément de transfert thermique est vissé sur la plaque de refroidissement additionnelle.
- [0013] Selon un autre aspect de la présente invention, la plaque de refroidissement additionnelle est vissée sur l'échangeur bi-fluide.
- [0014] Selon un autre aspect de la présente invention, la plaque de refroidissement additionnelle comprend une mousse thermique disposée à l'interface avec l'échangeur bi-

fluide pour maximiser les échanges thermiques avec l'échangeur bi-fluide. La mousse thermique comprend par exemple une feuille de graphite ayant une épaisseur comprise entre 1 à quelques microns et quelques millimètres.

- [0015] Selon un autre aspect de la présente invention, l'échangeur bi-fluide comprend un support en aluminium fixé par brasage et sur lequel est fixée la plaque de refroidissement additionnelle.
- [0016] Selon un autre aspect de la présente invention, l'échangeur bi-fluide est un échangeur à plaques.
- [0017] Selon un autre aspect de la présente invention, le premier fluide caloporteur circulant dans la boucle de circulation est un fluide diphasique et l'échangeur thermique est configuré pour permettre audit fluide diphasique de s'évaporer lors de son passage dans le canal de circulation de la plaque de refroidissement et de condenser lors de son passage dans le premier circuit de fluide de l'échangeur bi-fluide.
- [0018] Selon un autre aspect de la présente invention, la plaque de refroidissement est configurée pour contrôler le débit du fluide diphasique par un pompage capillaire.
- [0019] Selon un autre aspect de la présente invention, la plaque de refroidissement comprend une structure poreuse formant une mèche configurée pour contrôler le débit du fluide diphasique par un pompage capillaire.
- [0020] Selon un autre aspect de la présente invention, la plaque de refroidissement comprend une vanne flottante configurée pour réguler le débit du fluide diphasique en phase liquide entrant dans le canal de circulation de la plaque de refroidissement en fonction de la quantité de fluide diphasique en phase liquide présente dans le canal de circulation de la plaque de refroidissement de sorte que plus l'évaporation du fluide diphasique dans la plaque de refroidissement est importante, plus le débit de fluide diphasique en phase liquide entrant dans la plaque de refroidissement est important.
- [0021] La présente invention concerne également un système comprenant un échangeur thermique tel que décrit précédemment et des composants électroniques dans lequel la première partie des dispositifs électroniques est associée à une première puissance thermique et la deuxième partie des dispositifs électroniques est associée à une deuxième puissance thermique, inférieure à la première puissance thermique.
- [0022] Selon un autre aspect de la présente invention, les dispositifs électroniques sont disposés sur un circuit imprimé, la première partie des dispositifs électroniques comprenant un ou plusieurs processeurs et la deuxième partie des dispositifs électroniques comprenant d'autres composants du circuit imprimé.
- [0023] Selon un autre aspect de la présente invention, le système est un serveur de données.
- [0024] La présente invention concerne également un procédé d'utilisation d'un échangeur thermique tel que décrit précédemment comprenant une boucle de circulation d'un fluide diphasique reliant une source chaude et une source froide et dans laquelle le

fluide diphasique est configuré pour s'évaporer lors de son passage dans la source chaude et pour condenser lors de son passage dans la source froide.

- [0025] Selon un autre aspect de la présente invention, la source chaude comprend un ou plusieurs composants électroniques et la source froide comprend un échangeur bi-fluide.
- [0026] D'autres avantages et caractéristiques apparaîtront à la lecture de la description de plusieurs exemples illustratifs mais non limitatifs de la présente invention, ainsi que des dessins annexés sur lesquels :
- [0027] [Fig.1] La [Fig.1] est une représentation schématique d'un échangeur thermique selon un premier mode de réalisation de la présente invention ;
- [0028] [Fig.2] La [Fig.1] est une représentation schématique d'un échangeur thermique selon un deuxième mode de réalisation de la présente invention ;
- [0029] [Fig.3] La [Fig.3] est une représentation schématique d'une boucle de circulation d'un fluide diphasique entre deux dispositifs thermiques ;
- [0030] [Fig.4] La [Fig.4] est une représentation schématique d'une plaque de refroidissement comprenant une vanne flottante permettant de réguler le débit de fluide diphasique.
- [0031] Sur ces figures, les éléments identiques portent les mêmes numéros de référence.
- [0032] Les réalisations suivantes sont des exemples. Bien que la description se réfère à un ou plusieurs modes de réalisation, ceci ne signifie pas nécessairement que chaque référence concerne le même mode de réalisation, ou que les caractéristiques s'appliquent seulement à un seul mode de réalisation. De simples caractéristiques de différents modes de réalisation peuvent également être combinées ou interchangées pour fournir d'autres réalisations.
- [0033] Dans la présente description, on peut indexer certains éléments ou paramètres, comme par exemple premier élément ou deuxième élément ainsi que premier paramètre et second paramètre ou encore premier critère et deuxième critère, etc. Dans ce cas, il s'agit d'un simple indexage pour différencier et dénommer des éléments ou paramètres ou critères proches, mais non identiques. Cette indexation n'implique pas une priorité d'un élément, paramètre ou critère par rapport à un autre et on peut aisément interchanger de telles dénominations sans sortir du cadre de la présente description. Cette indexation n'implique pas non plus un ordre dans le temps par exemple pour apprécier tel ou tel critère.
- [0034] La présente invention concerne un échangeur thermique pour un système de refroidissement de composants électroniques, notamment pour des composants électroniques d'un serveur de données.
- [0035] La [Fig.1] représente une vue schématique d'un tel échangeur thermique 1 selon un premier mode de réalisation.

- [0036] Les composants électroniques 5 et l'échangeur thermique 1 peuvent être disposés dans un boîtier 3.
- [0037] Les différents composants électroniques 5 peuvent être associés à différentes puissances thermiques, c'est-à-dire qu'ils peuvent générer plus ou moins de chaleur et donc nécessiter une dissipation plus ou moins importante de chaleur pour limiter leur température.
- [0038] Les composants électroniques 5 sont par exemple sous-divisés en une première partie P1 associée à une première puissance thermique, une deuxième partie P2 associée à une deuxième puissance thermique inférieure à la première puissance thermique et une troisième partie P3 associée à une troisième puissance thermique inférieure à la deuxième puissance thermique.
- [0039] La première partie P1 des composants électroniques 5 comprend par exemple un processeur 5a (« Central Processing Unit (CPU) » en anglais) ou plusieurs processeurs 5a, la deuxième partie P2 des composants électroniques 5 comprend par exemple de la mémoire vive (« Random Access Memory (RAM) » en anglais) et/ou une alimentation et la troisième partie comprend par exemple des transistors et d'autres composants électroniques simples.
- [0040] L'ensemble des composants électroniques 5 peut être disposé sur un unique circuit imprimé 6 (« Printed Circuit Board (PCB) » en anglais).
- [0041] L'échangeur thermique 1 comprend une plaque de refroidissement 9 configurée pour être en contact avec la première partie P1 des composants électroniques 5, ici le processeur 5a. La plaque de refroidissement 9 comprend un canal de circulation configuré pour recevoir un premier fluide caloporteur.
- [0042] L'échangeur thermique 1 comprend également un échangeur bi-fluide 7.
- [0043] L'échangeur bi-fluide 7 comprend un premier circuit de fluide C1 en communication fluidique avec le canal de circulation de la plaque de refroidissement 9 pour former une boucle de circulation B du premier fluide caloporteur.
- [0044] Le premier fluide caloporteur est par exemple un fluide diphasique configuré pour s'évaporer lors de son passage dans le canal de circulation de refroidissement 9 et pour condenser lors de son passage dans le premier circuit de fluide C1 de l'échangeur bi-fluide.
- [0045] L'échangeur bi-fluide 7 comprend également un deuxième circuit de fluide C2 configuré pour recevoir un deuxième fluide caloporteur.
- [0046] L'entrée du deuxième circuit de fluide C2 est par exemple reliée à un conduit 12 d'alimentation du deuxième fluide caloporteur. Le conduit d'alimentation 12 peut être un conduit alimentant différentes armoires (« racks » en anglais) du serveur de données et qui peut être relié à un échangeur thermique central (non représenté) du serveur de données.

- [0047] La sortie du deuxième circuit de fluide C2 est par exemple relié à un conduit de retour 18 du deuxième fluide caloporteur. Le conduit de retour 18 du fluide caloporteur est par exemple relié à l'échangeur thermique central du serveur de données. Le deuxième fluide caloporteur est par exemple de l'eau ou de l'eau glycolée.
- [0048] Le fluide diphasique de la boucle de circulation B est choisi de sorte que lors de sa circulation dans la boucle de circulation B, le fluide diphasique s'évapore lors de son passage dans la plaque de refroidissement 9 qui constitue avec la première partie P1 des composants électroniques 5 une source chaude et pour condenser lors de son passage dans l'échangeur bi-fluide 17 qui constitue une source froide. Cette évaporation et cette condensation permettent de réaliser une circulation du fluide diphasique dans la boucle de circulation B, le débit de fluide diphasique étant d'autant plus important que la température de la plaque de refroidissement 9 est élevée.
- [0049] Selon une variante de réalisation représentée sur la [Fig.3], la boucle de circulation B comprend une structure poreuse 19 formant une mèche au niveau de la plaque de refroidissement 9. La structure poreuse 19 est disposée dans le canal de circulation du fluide diphasique de la plaque de refroidissement 9. La structure poreuse 19 est configurée pour contrôler le débit du fluide diphasique par un pompage capillaire. En effet, la phase gazeuse du fluide diphasique évaporé dans la plaque de refroidissement 9 retourne vers l'échangeur bi-fluide 17 via une première section SE1 de la boucle de circulation B. Cette évaporation entraîne l'aspiration du fluide diphasique en phase liquide issu de l'échangeur bi-fluide 17 dans la deuxième section SE2 de la boucle de circulation B, le fluide diphasique condensant lors de son passage dans l'échangeur bi-fluide 17.
- [0050] Selon une variante de réalisation alternative représentée sur la [Fig.4], la boucle de circulation B comprend une vanne flottante 21 au niveau de la plaque de refroidissement 9. La vanne flottante 21 est disposée dans le canal de circulation du fluide diphasique de la plaque de refroidissement 9. La vanne flottante 21 est configurée pour réguler le débit du fluide diphasique en phase liquide entrant dans la plaque de refroidissement 9 en fonction de la quantité de fluide diphasique en phase liquide présente dans la plaque de refroidissement 9 de sorte que plus l'évaporation du fluide diphasique dans la plaque de refroidissement 9 est importante, plus le niveau de la vanne flottante 21 baisse et plus le débit de fluide diphasique en phase liquide issu de l'échangeur bi-fluide 17 et entrant dans la plaque de refroidissement 9 est important. Le fluide diphasique en phase gazeuse évaporé dans la plaque de refroidissement 9 retourne vers l'échangeur bi-fluide 17 via la boucle de circulation B. Le fluide diphasique est alors condensé dans l'échangeur bi-fluide 17 pour repartir vers la plaque de refroidissement 9 à l'état liquide.
- [0051] Ainsi, la circulation du fluide diphasique dans la boucle de circulation B peut se faire

sans requérir une pompe et sans apport d'énergie autre que la chaleur produite par le processeur 5a en contact à la plaque de refroidissement 9.

- [0052] L'échangeur thermique 1 comprend également une plaque de refroidissement additionnelle 11 disposée en contact avec l'échangeur bi-fluide 7 et notamment à proximité du deuxième circuit de fluide C2 dans lequel circule le deuxième fluide caloporteur.
- [0053] La plaque de refroidissement additionnelle 11 peut être passive, c'est-à-dire dépourvue d'un canal de circulation de fluide. La plaque de refroidissement additionnelle 11 permet notamment un échange thermique par conduction. La plaque de refroidissement additionnelle 11 peut être une plaque métallique, notamment en acier ou en aluminium.
- [0054] La plaque de refroidissement additionnelle 11 peut comprendre une mousse thermique (« thermal pad » en anglais) disposée à l'interface avec l'échangeur bi-fluide 7 pour maximiser les échanges thermiques avec l'échangeur bi-fluide 7. La mousse thermique comprend par exemple une feuille de graphite d'une épaisseur comprise entre 100 microns et quelques millimètres. La mousse thermique peut également comprendre d'autres éléments tels que du silicone.
- [0055] L'échangeur thermique 1 comprend également au moins un élément de transfert thermique disposé entre la plaque de refroidissement additionnelle 11 et la deuxième partie P2 des composants électroniques 5. L'élément de transfert thermique est en contact d'une part avec la plaque de refroidissement additionnelle 11 à une première extrémité et d'autre part avec au moins un des composants électroniques 5 de la deuxième partie P2 des composants électroniques 5.
- [0056] L'élément de transfert thermique est par exemple un ressort métallique 13a tel qu'un ressort hélicoïdal.
- [0057] L'élément de transfert thermique peut également être un conduit évapo-condenseur flexible 13b, aussi appelé caloduc (ou « heat pipe » en anglais), renfermant un fluide diphasique configuré pour s'évaporer à une première extrémité de l'élément de transfert thermique en contact avec le ou les composants électroniques 5 de la deuxième partie P2 et pour condenser à la deuxième extrémité de l'élément de transfert thermique en contact avec la plaque de refroidissement additionnelle 11.
- [0058] L'élément de transfert thermique peut également être réalisé dans un matériau conducteur thermiquement tel qu'un matériau plastique chargé en particule métallique ou tout autre matériau ayant une conductivité thermique importante (par exemple  $>1\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ ). L'élément de transfert thermique est par exemple vissé sur la plaque de refroidissement additionnelle 11 comme l'élément de transfert thermique 13c de la [Fig.2]. L'élément thermique peut également être collé.
- [0059] Un ventilateur 14 peut également être disposé dans le boîtier 3 pour favoriser un refroidissement des composants électroniques par convection, notamment pour les

composants électroniques 5 de la troisième partie P3 qui ne sont pas en contact avec un élément de transfert thermique. La chaleur produite par les composants électroniques de la troisième partie P3 est alors transférée vers l'échangeur bi-fluide 7 par convection via l'air présent dans le boîtier 3. En l'absence de boîtier 3, la chaleur des composants de la troisième partie est dissipée dans l'air environnant.

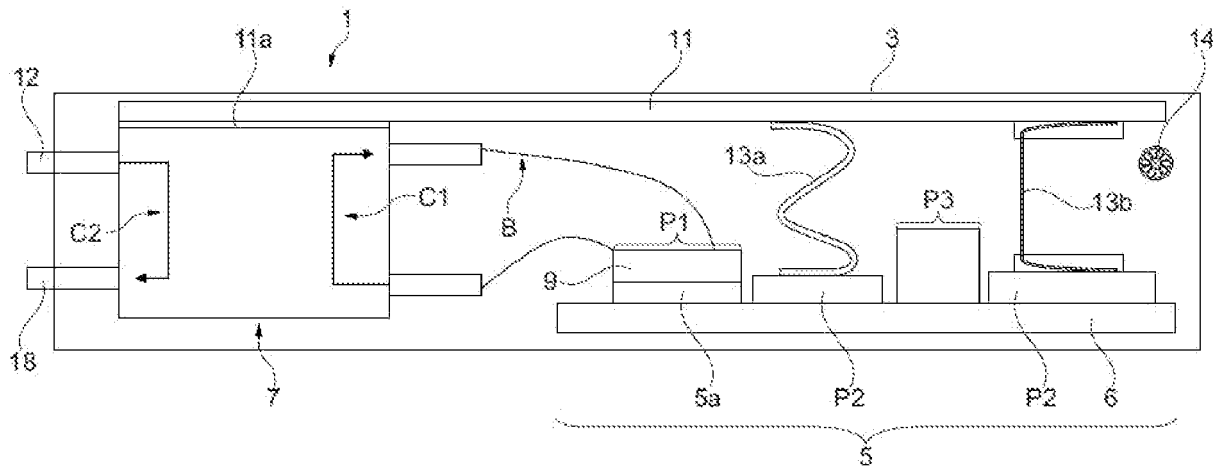
- [0060] La présente invention concerne également un système comprenant un échangeur thermique 1 tel que décrit précédemment ainsi que des composants électroniques 5. Le système est par exemple un serveur de données comprenant une pluralité d'échangeurs thermiques 1 tel que décrit précédemment reliés à un échangeur thermique central et un circuit général permettant la circulation du fluide caloporteur jusqu'aux différents échangeurs thermiques via des conduits d'alimentation 12 et de retour 18.
- [0061] La présente invention concerne également un procédé d'utilisation d'un échangeur thermique 1 tel que décrit précédemment comprenant une boucle de circulation d'un fluide diphasique, par exemple la boucle de circulation B, reliant une source chaude, par exemple la plaque de refroidissement 9 en contact avec le processeur 5a, et une source froide, par exemple l'échangeur bi-fluide 7, et dans laquelle le fluide diphasique est configuré pour s'évaporer lors de son passage dans la source chaude, ici la plaque de refroidissement 9, et pour condenser lors de son passage dans la source froide, ici l'échangeur bi-fluide 7. Le débit du fluide diphasique est par exemple contrôlé par une vanne flottante 21 ou une structure poreuse 19 formant une mèche configurée pour réaliser un pompage capillaire.
- [0062] Ainsi, la présente invention permet par l'utilisation d'un échangeur thermique 1 comprenant au moins deux dispositifs de refroidissement distincts pour différents composants électroniques 5 ayant des puissances thermiques différentes à partir d'un unique fluide caloporteur de manière à refroidir de manière simple et efficace les différents composants électroniques 5 tout en limitant le poids du dispositif de refroidissement des composants électroniques 5.

## Revendications

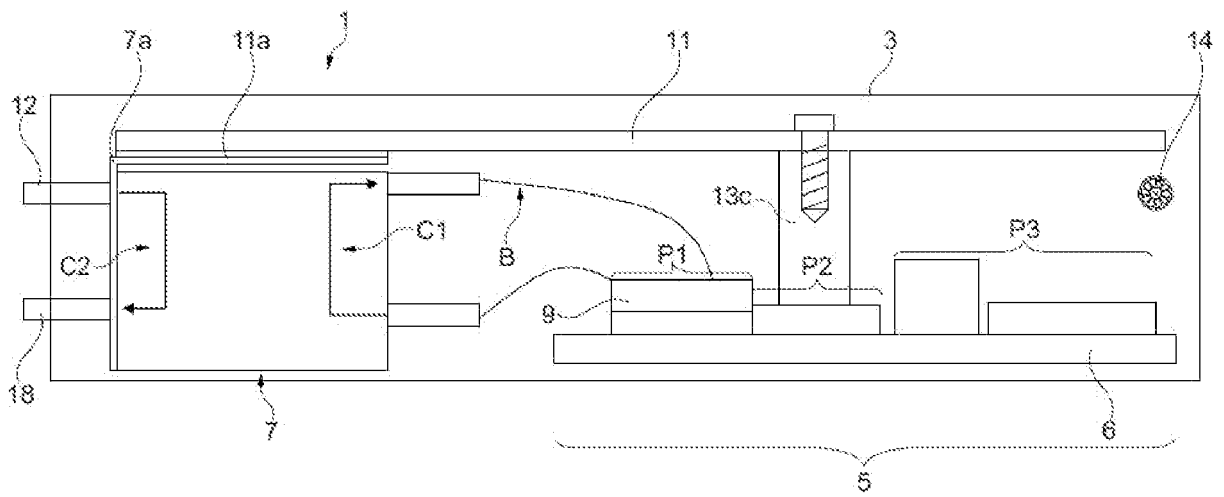
- [Revendication 1] Echangeur thermique (1) pour un système de refroidissement de composants électroniques (5) comprenant :
- une plaque de refroidissement (9) configurée pour être en contact avec une première partie (P1) des composants électroniques (5) et comprenant un canal de circulation d'un premier fluide caloporteur,
  - un échangeur bi-fluide (7) comprenant un premier circuit de fluide (C1) en communication fluide avec le canal de circulation de la plaque de refroidissement (9) pour former une boucle de circulation (B) du premier fluide caloporteur et un deuxième circuit de fluide (C2) configuré pour recevoir un deuxième fluide caloporteur,
- caractérisé en ce que l'échangeur thermique (1) comprend également une plaque de refroidissement additionnelle (11) disposée en contact avec l'échangeur bi-fluide (7) et au moins un élément de transfert thermique (13a, 13b, 13c) disposé entre la plaque de refroidissement additionnelle (11) et une deuxième partie (P2) des composants électroniques (5).
- [Revendication 2] Echangeur thermique (1) selon la revendication 1 dans lequel la plaque de refroidissement additionnelle (11) est une plaque de refroidissement passive.
- [Revendication 3] Echangeur thermique (1) selon la revendication 1 ou 2 dans lequel l'élément de transfert thermique (13a, 13b, 13c) est un élément de la liste suivante :
- un ressort métallique (13a) tel qu'un ressort hélicoïdal,
  - un conduit évapo-condenseur flexible (13b) comprenant un fluide diphasique configuré pour s'évaporer à une première extrémité en contact avec un composant électronique (5) et pour condenser à une deuxième extrémité en contact avec la plaque de refroidissement additionnelle (11).
- [Revendication 4] Echangeur thermique (1) selon la revendication précédente dans lequel l'élément de transfert thermique (13c) est vissé sur la plaque de refroidissement additionnelle (11).
- [Revendication 5] Echangeur thermique (1) selon l'une des revendications précédentes dans lequel l'échangeur bi-fluide (7) comprend un support (7a) en aluminium fixé par brasage et sur lequel est fixée la plaque de refroidissement additionnelle (11).
- [Revendication 6] Echangeur thermique (1) selon l'une des revendications précédentes

- dans lequel l'échangeur bi-fluide (7) est un échangeur à plaques.
- [Revendication 7] Echangeur thermique (1) selon l'une des revendications précédentes dans lequel le premier fluide caloporteur circulant dans la boucle de circulation (B) est un fluide diphasique, l'échangeur thermique (1) étant configuré pour permettre audit fluide diphasique de s'évaporer lors de son passage dans le canal de circulation de la plaque de refroidissement (9) et de condenser lors de son passage dans le premier circuit de fluide (C1) de l'échangeur bi-fluide (7).
- [Revendication 8] Echangeur thermique (1) selon la revendication précédente dans lequel la plaque de refroidissement (9) est configurée pour contrôler le débit du fluide diphasique par un pompage capillaire.
- [Revendication 9] Echangeur thermique (1) selon la revendication précédente dans lequel la plaque de refroidissement (9) comprend une vanne flottante (21) configurée pour réguler le débit du fluide diphasique en phase liquide entrant dans le canal de circulation de la plaque de refroidissement (9) en fonction de la quantité de fluide diphasique en phase liquide présente dans le canal de circulation de la plaque de refroidissement (9) de sorte que plus l'évaporation du fluide diphasique dans la plaque de refroidissement (9) est importante, plus le débit de fluide diphasique en phase liquide entrant dans la plaque de refroidissement (9) est important.
- [Revendication 10] Procédé d'utilisation d'un échangeur thermique (1) selon l'une des revendications précédentes comprenant une boucle de circulation d'un fluide diphasique reliant une source chaude et une source froide et dans laquelle le fluide diphasique est configuré pour s'évaporer lors de son passage dans la source chaude et pour condenser lors de son passage dans la source froide.

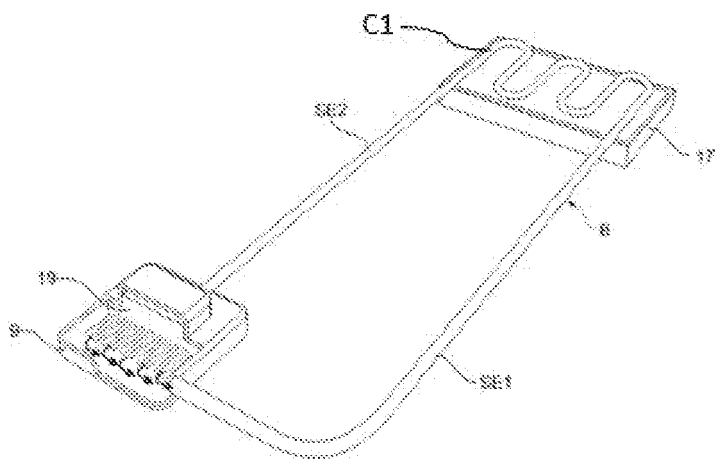
[Fig. 1]



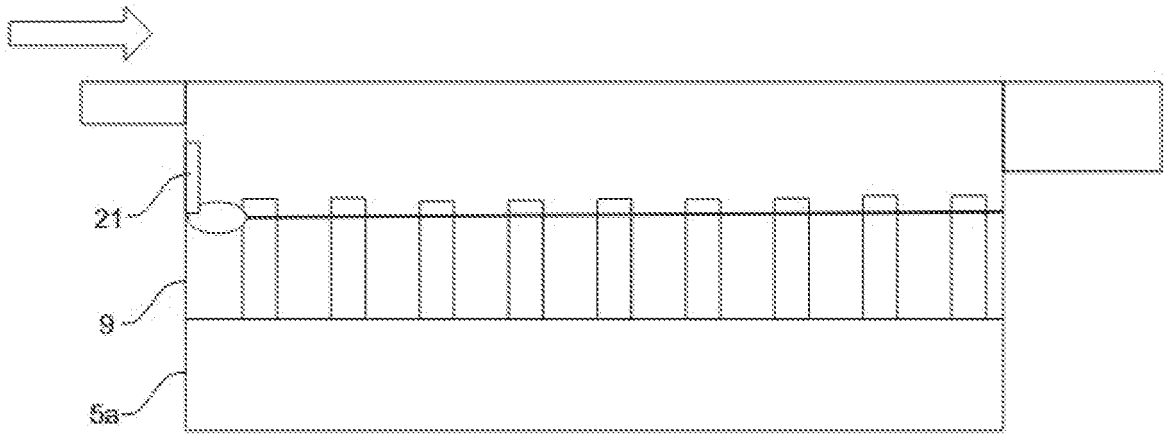
[Fig. 2]



[Fig. 3]



[Fig. 4]



**RAPPORT DE RECHERCHE  
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement  
national

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

**FA 916834**  
**FR 2302366**

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		
X	<p><b>GB 2 576 032 A (PROVOST FELLOWS FOUND SCHOLARS &amp; OTHER MEMBERS BOARD COLLEGE HOLY &amp; UN) 5 février 2020 (2020-02-05)</b></p> <p>* page 1, lignes 5-7 *</p> <p>* page 3, lignes 5-11 *</p> <p>* page 3, ligne 30 - page 4, ligne 2 *</p> <p>* page 7, lignes 1-5 *</p> <p>* page 7, lignes 20-25 *</p> <p>* page 10, ligne 28 - page 11, ligne 30; figures 6-8 *</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1,3-10	<p><b>F28F 3/00</b> <b>H05K 7/20</b></p>
	A		
			<p><b>DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)</b></p> <p><b>H05K</b></p>
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
<b>21 septembre 2023</b>		<b>Schneider, Florian</b>	
<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                      .....                      &amp; : membre de la même famille, document correspondant</p>			

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2302366 FA 916834**

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 **21-09-2023**  
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
<b>GB 2576032 A</b>	<b>05-02-2020</b>	<b>GB 2576032 A</b>	<b>05-02-2020</b>
		<b>WO 2020025717 A1</b>	<b>06-02-2020</b>
-----			
<b>US 2011277967 A1</b>	<b>17-11-2011</b>	<b>US 2011277967 A1</b>	<b>17-11-2011</b>
		<b>US 2013228313 A1</b>	<b>05-09-2013</b>
		<b>US 2017234623 A1</b>	<b>17-08-2017</b>
-----			