

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international

(43) Date de la publication internationale
02 janvier 2025 (02.01.2025)



(10) Numéro de publication internationale
WO 2025/002903 A1

(51) Classification internationale des brevets :
H05K 7/20 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2024/066889

(22) Date de dépôt international :
18 juin 2024 (18.06.2024)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
FR2306650 26 juin 2023 (26.06.2023) FR

(71) Déposant : VALEO SYSTEMES THERMIQUES
[FR/FR] ; 8 rue Louis Lormand La Verrière, 78320 Le Mesnil-Saint-Denis (FR).

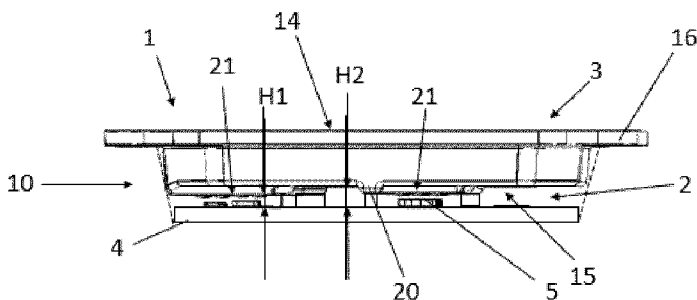
(72) Inventeurs : **DE-VAULX, Cedric** ; c/o Valeo Systèmes Thermiques, 8 rue Louis Lormand La Verrière, 78320 Le Mesnil-Saint-Denis (FR). **ETIENNE, Erwan** ; c/o Valeo Systèmes Thermiques, 8 rue Louis Lormand La Verrière, 78320 Le Mesnil-Saint-Denis (FR). **AZZOUZ, Kamel** ; c/o Valeo Systèmes Thermiques, 8 rue Louis Lormand La Verrière, 78320 Le Mesnil-Saint-Denis (FR). **LHERMITTE, Jean-Christophe** ; c/o Valeo Systèmes Thermiques, 8 rue Louis Lormand La Verrière, 78320 Le Mesnil-Saint-Denis (FR). **PELLIER, Francois** ; c/o Valeo Système contrôle Moteur, 14 av Béguines, Cergy, 95800 Cergy (FR). **PIQUET, Florian** ; c/o Valeo Système contrôle Moteur, 14 av Béguines, Cergy, 95800 Cergy (FR).

(74) Mandataire : VALEO SYSTEMES THERMIQUES ; 8 rue Louis Lormand La Verrière, 78320 Le Mesnil-Saint-Denis (FR).

(54) Title: COOLING DEVICE CONFIGURED TO COOL AN ELECTRONIC MODULE

(54) Titre : DISPOSITIF DE REFROIDISSEMENT CONFIGURE POUR REFROIDIR UN MODULE ELECTRONIQUE

[Fig. 2]



(57) Abstract: The invention relates to a cooling device (3) configured to cool an electronic module (2) comprising an electronic board (4) on which a plurality of electronic components (5) are mounted, the cooling device comprising: - an enclosure (10) that is configured to receive the electronic board (4) and the electronic components (5) and is to be filled with a dielectric fluid intended to immerse the electronic components, the enclosure (10) comprising in particular at least one member for retaining the electronic board, - a cover (14) that is configured to close the enclosure and includes at least one rib for forming, in the enclosure, a channel for circulating dielectric fluid (17), the channel having at least one section (21) in which heat transfer is greater than outside said section and which is configured to locally cool the electronic module.

(57) Abrégé : L'invention a pour objet un dispositif de refroidissement (3) configuré pour refroidir un module électronique (2) comprenant une carte électronique (4) sur laquelle sont montés une pluralité de composants électroniques (5), le dispositif de refroidissement comportant : - une enceinte (10) configurée pour recevoir la carte électronique (4) et les composants électroniques (5), et pour être remplie d'un fluide diélectrique destiné à immerger les composants électroniques, l'enceinte (10) comportant notamment au moins un organe de maintien de la carte électronique, - un couvercle (14) configuré pour fermer l'enceinte et comportant au moins une nervure pour former, dans l'enceinte, un canal de circulation de fluide diélectrique (17) avec au moins un tronçon à transfert thermique plus élevé (21) qu'en dehors de ce tronçon, configuré pour refroidir localement le module électronique.

[Suite sur la page suivante]

(81) **États désignés** (*sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible*) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) **États désignés** (*sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible*) : ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée:

- avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))
- en noir et blanc ; la demande internationale telle que déposée était en couleur ou en échelle de gris et est disponible sur PATENTSCOPE pour téléchargement.

DESCRIPTION

TITRE : DISPOSITIF DE REFROIDISSEMENT CONFIGURE POUR REFROIDIR UN MODULE ELECTRONIQUE

- [1] La présente invention concerne notamment un dispositif de refroidissement configuré pour refroidir un module électronique.
- [2] Il est connu, dans le cadre d'un refroidissement d'une carte électronique de puissance, comme celle utilisée dans un convertisseur DCDC (ce convertisseur étant destiné à transformer une tension d'un courant continu d'une première valeur de tension à une deuxième valeur de tension), d'employer un liquide de refroidissement circulant dans une plaque qui est en contact avec la carte électronique. Un tel système implique un débit de fluide important et est énergivore. De plus, l'architecture de la carte électronique peut compliquer l'accès, en termes de refroidissement, aux composants les plus chauds.
- [3] La présente invention vise notamment à améliorer encore la régulation thermique, en particulier le refroidissement, d'un module électronique.
- [4] L'invention a ainsi pour objet un dispositif de refroidissement configuré pour refroidir un module électronique comprenant une carte électronique sur laquelle sont montés une pluralité de composants électroniques, le dispositif de refroidissement comportant :
- une enceinte configurée pour recevoir la carte électronique et les composants électroniques, et pour être remplie d'un fluide diélectrique destiné à immerger les composants électroniques, l'enceinte comportant notamment au moins un organe de maintien de la carte électronique,
 - un couvercle configuré pour fermer l'enceinte et comportant au moins une nervure pour former, dans l'enceinte, un canal de circulation de fluide diélectrique avec au moins un tronçon à transfert thermique plus élevé qu'en dehors de ce tronçon, configuré pour refroidir localement le module électronique.
- [5] Dans l'invention, les composants sont complètement immergés, notamment sans air ou gaz issu d'un changement de phase de fluide diélectrique.
- [6] Grace à l'invention, le refroidissement des composants électroniques se fait par un contact direct avec le fluide de refroidissement de type diélectrique. Ceci est avantageux comparativement à des systèmes de l'état de l'art qui présentent des interfaces thermiques, par exemple formées par des plaques.
- [7] Selon l'invention, le tronçon à transfert thermique plus élevé est configuré pour permettre un coefficient d'échange thermique plus élevé entre le fluide diélectrique et certains des composants électroniques. Ce coefficient d'échange thermique est notamment choisi

meilleur le long de ce tronçon à transfert thermique plus élevé comparativement à d'autres zones de fluide diélectrique dans l'enceinte. Il convient de noter que ce tronçon à transfert thermique plus élevé est spécialement aménagé pour améliorer le coefficient de transfert thermique, et ce, de plusieurs manières possibles, comme on va le voir plus bas.

- [8] L'invention permet ainsi un refroidissement différencié sur les différents composants électroniques du module électronique. La capacité de refroidissement est plus forte sur les composants qui ont besoin davantage de refroidissement (quitte à générer localement davantage de pertes de charge) tandis que la capacité de refroidissement sur les autres composants peut être prévue moins élevée. L'invention permet ainsi un bon compromis entre le refroidissement des composants (par exemple des transistors) qui dégagent beaucoup de chaleur et le maintien des pertes de charge à un niveau acceptable en ne forçant pas outre mesure la capacité de refroidissement là où il n'est pas nécessaire.
- [9] Selon l'un des aspects de l'invention, le canal de circulation de fluide est configuré pour diriger du fluide diélectrique vers des composants électroniques à refroidir.
- [10] Selon l'un des aspects de l'invention, le canal de circulation est formé entre deux nervures sensiblement parallèles du couvercle.
- [11] Selon l'un des aspects de l'invention, le tronçon à transfert thermique plus élevé est configuré de manière à accélérer localement le fluide diélectrique qui circule dans ce tronçon à transfert thermique plus élevé.
- [12] Selon l'un des aspects de l'invention, le tronçon à transfert thermique plus élevé présente une section de passage (ou section hydraulique) qui est plus faible qu'une section de passage du canal en dehors de ce tronçon à transfert thermique plus élevé.
- [13] Notamment, le tronçon à transfert thermique plus élevé présente une largeur entre deux parois latérales qui est plus faible qu'une largeur du canal en dehors de ce tronçon à transfert thermique plus élevé.
- [14] Il convient de noter que le tronçon à transfert thermique plus élevé n'a pas nécessairement la section de passage, ou la largeur, la plus petite sur la totalité du canal de circulation.
- [15] Cette section de passage, ou la largeur du tronçon, est en tout cas choisie la plus faible possible compte tenu des dimensions des composants électroniques à refroidir dans ce tronçon.

- [16] Cette section de passage, ou largeur, la plus faible possible du canal permet de garantir que le fluide diélectrique passe dans ce tronçon avec une vitesse d'écoulement suffisante pour avoir un transfert thermique satisfaisant.
- [17] Selon l'un des aspects de l'invention, le tronçon à transfert thermique plus élevé s'étend sur une portion seulement du canal, entre une entrée de fluide du canal et une sortie de fluide du canal.
- [18] Selon l'un des aspects de l'invention, le canal présente des tronçons à transfert thermique plus élevé avec des moyens pour augmenter le coefficient d'échange thermique, et des tronçons à transfert thermique plus bas, notamment en alternance.
- [19] En dehors du tronçon à transfert thermique plus élevé, le canal présente au moins un tronçon à transfert thermique plus bas qui est, par exemple, dépourvu de moyens pour augmenter le coefficient d'échange thermique.
- [20] Selon l'un des aspects de l'invention, le canal de circulation de fluide présente au moins deux tronçons à transfert thermique plus élevé, séparées l'un de l'autre par un tronçon à transfert thermique plus bas.
- [21] Le fluide entrant dans le canal passe ainsi successivement par des tronçons à transfert thermique plus élevé et des tronçons à transfert thermique plus bas.
- [22] Selon l'un des aspects de l'invention, le canal de circulation forme un U ou, en variante, une succession de U définissant un écoulement en serpentins. En variante, le canal de circulation peut être configuré pour permettre un écoulement en spirale.
- [23] Selon l'un des aspects de l'invention, la nervure qui délimite des tronçons du canal est configurée pour être perméable au fluide qui peut ainsi traverser cette nervure, par exemple du fait que cette nervure ne s'étend pas sur toute la hauteur du canal.
- [24] En variante, la nervure qui délimite le canal de circulation de fluide diélectrique forme une paroi étanche, empêchant du fluide de traverser la paroi d'une face à l'autre.
- [25] Par exemple, la nervure comporte un bord supérieur en appui sur le couvercle et un bord inférieur en appui sur un fond de l'enceinte, la nervure comportant une bande souple sur son bord supérieur et/ou son bord inférieur configurée pour assurer une étanchéité de la jonction de la paroi avec le couvercle et/ou le fond vis-à-vis du fluide.
- [26] Selon l'un des aspects de l'invention, le tronçon à transfert thermique plus élevé présente une hauteur plus faible que la hauteur du canal dans des tronçons à transfert thermique plus bas.

- [27] Ainsi le tronçon à transfert thermique plus élevé présente une moindre hauteur au droit des composants électroniques qui chauffent le plus de sorte à réduire le diamètre hydraulique et donc améliorer le coefficient de transfert thermique.
- [28] En dehors de ce tronçon à transfert thermique plus élevé, le canal présente une hauteur plus élevée de sorte à minimiser des pertes de charges.
- [29] Selon l'un des aspects de l'invention, le tronçon à transfert thermique plus élevé comporte des moyens de perturbation du fluide, notamment des perturbateurs, encore appelé « Dimples » en anglais, configurés pour générer des turbulences dans l'écoulement de fluide.
- [30] Il est ainsi possible d'augmenter le coefficient de transfert thermique.
- [31] Selon l'un des aspects de l'invention, les perturbateurs comportent des bossages formés à l'intérieur des canaux.
- [32] Selon l'un des aspects de l'invention, les perturbateurs sont réalisés par emboutissage d'une plaque formant le couvercle.
- [33] En variante, les perturbateurs peuvent être formés par injection ou par usinage.
- [34] Selon l'un des aspects de l'invention, les perturbateurs sont sur des parois latérale et/ou supérieure du tronçon.
- [35] Selon l'un des aspects de l'invention, les perturbateurs peuvent avoir différentes formes, par exemple une forme en chevron, une forme circulaire, une forme oblongue, une forme polygonale, par exemple carré ou rectangle.
- [36] Selon l'un des aspects de l'invention, les perturbateurs peuvent avoir une hauteur dans le canal qui est compris entre 25 % et 40 % de la hauteur du canal.
- [37] Selon l'un des aspects de l'invention, le couvercle comporte des ailettes de refroidissement placées dans l'écoulement de fluide dans le tronçon à transfert thermique plus élevé.
- [38] Selon l'un des aspects de l'invention, une isolation électrique est prévue entre les ailettes de refroidissement et le reste du couvercle.
- [39] Selon l'un des aspects de l'invention, les ailettes et/ou le couvercle sont réalisés dans une matière électriquement isolante.
- [40] Il est ainsi possible d'éviter un contact électrique indésirable entre les composants électroniques.
- [41] Ces contacts électriques indésirables peuvent effectivement survenir lorsque les ailettes et le couvercle sont en matériaux électriquement conducteurs, par exemple en métal.

- [42] Selon l'un des aspects de l'invention, les ailettes de refroidissement sont configurées de sorte que, lorsque le couvercle est monté sur l'enceinte, les ailettes viennent en appui sur les composants électroniques à refroidir, potentiellement avec une compression des ailettes, notamment une compression inférieure à 5% de la hauteur de l'ailette.
- [43] Selon l'un des aspects de l'invention, une interface thermique, par exemple une pâte thermique, est prévue entre les ailettes et les composants électroniques de manière à améliorer le contact thermique entre eux. On peut aussi envisager que les ailettes soient brasées sur le composant électronique à refroidir.
- [44] Selon l'un des aspects de l'invention, les ailettes de refroidissement font partie d'une pièce rapportée sur le couvercle. Les ailettes de refroidissement peuvent avoir différentes formes. Ces ailettes peuvent être par exemple droites et parallèles entre elles, ou encore être ondulées et parallèles entre elles. Ces ailettes peuvent encore former des créneaux décalés d'une rangée à l'autre.
- [45] Selon l'un des aspects de l'invention, le couvercle comporte au moins un dissipateur de chaleur, par exemple sous la forme d'un bloc métallique, placé dans le tronçon à transfert thermique plus élevé.
- [46] Selon l'un des aspects de l'invention, un isolant peut être utilisé entre le dissipateur thermique et le couvercle afin d'éviter tout contact électrique indésirable.
- [47] Selon l'un des aspects de l'invention, le dissipateur thermique est configuré pour être en contact avec les composants électroniques à refroidir.
- [48] Selon l'un des aspects de l'invention, le dissipateur thermique est de type rigide tandis que les ailettes de refroidissement décrites ci-dessus peuvent être comprimées dans une certaine mesure.
- [49] Dans le cas d'un dissipateur thermique, il peut être prévu une interface thermique souple permettant un contact thermique entre le dissipateur thermique et les composants électroniques sans avoir à faire subir aux composants électroniques une force de compression susceptibles de les endommager.
- [50] Selon l'un des aspects de l'invention, le tronçon à transfert thermique plus élevé peut comporter une combinaison des éléments décrits ci-dessus, par exemple peut comporter, sur une portion, des perturbateurs et, sur une autre portion, des ailettes de refroidissement ou un dissipateur thermique. Il est possible d'envisager différentes combinaisons
- [51] Selon l'un des aspects de l'invention, le couvercle est isolé électriquement de la carte électronique et des composants électronique sur cette carte.

- [52] Selon l'un des aspects de l'invention, le couvercle configuré pour fermer l'enceinte de manière étanche.
- [53] Selon l'un des aspects de l'invention, le couvercle comporte une paroi principale.
- [54] Selon l'un des aspects de l'invention, la paroi principale comprend des régions qui sont à des hauteurs différentes de la carte électronique lorsque le couvercle est placé sur l'enceinte.
- [55] Ainsi les composants électroniques sur la carte électronique qui peuvent avoir des hauteurs différentes, peuvent être intégrés au plus près du couvercle grâce à ces régions de hauteurs différentes du couvercle, en minimisant l'encombrement et en permettant une bonne isolation électrique entre ses composants électroniques et le couvercle.
- [56] Selon l'un des aspects de l'invention, un espace est prévu entre les composants électroniques sur la carte électronique et des parois du couvercle.
- [57] Selon l'un des aspects de l'invention, le couvercle comporte une plaque, notamment emboutie pour former la ou les nervures qui définissent le canal de circulation.
- [58] En variante, le couvercle peut être réalisé par injection.
- [59] En variante encore, le couvercle est réalisé par usinage.
- [60] Selon l'un des aspects de l'invention, le couvercle est réalisé dans un matériau plastique, notamment un polymère. Le couvercle peut encore être en matériau composite avec une matrice polymère et une charge minérale ou végétale.
- [61] En variante, le couvercle est réalisé en métal tel que l'aluminium.
- [62] Selon l'un des aspects de l'invention, le couvercle comporte une paroi principale entourée d'un rebord surélevé par rapport à cette paroi principale, de sorte que lorsque le couvercle est assemblé avec l'enceinte, la paroi principale s'enfonce davantage dans l'enceinte que le rebord surélevé du couvercle. Ainsi la paroi principale du couvercle se trouve au plus près de la carte électronique et des composants électroniques.
- [63] L'invention a encore pour objet un système comprenant un module électronique et un dispositif de refroidissement tel que décrit plus haut, configuré pour refroidir le module électronique.
- [64] Selon l'un des aspects de l'invention, les zones à refroidir de manière privilégiée comportent notamment des transistors, notamment de type MOSFET.
- [65] Selon l'un des aspects de l'invention, le module électronique fait partie d'un convertisseur DCDC, notamment pour véhicule automobile.

- [66] L'invention permet ainsi de refroidir de manière privilégiée les zones qui ont tendance à chauffer le plus, notamment des zones sur la carte électronique qui regroupent les transistors.
- [67] De tels transistors dans le cas d'un convertisseur DCDC peuvent générer plus de la moitié de la déperdition thermique totale.
- [68] L'invention permet de concentrer la puissance de refroidissement principalement sur les zones chaudes de la carte électronique en augmentant le débit et le coefficient d'échange thermique du fluide diélectrique qui circule dans ces zones.
- [69] Dans les autres zones qui nécessitent moins de capacité de refroidissement, il est possible d'avoir un débit de fluide plus faible.
- [70] Selon l'un des aspects de l'invention, l'enceinte comporte un organe de maintien de la carte électronique, cet organe de maintien étant par exemple une colonnette creuse, par exemple filetée, permettant d'y fixer la carte, par exemple à l'aide d'une vis.
- [71] D'autres caractéristiques, détails et avantages de l'invention ressortiront plus clairement à la lecture de la description qui suit d'une part, et de plusieurs exemples de réalisation donnés à titre indicatif et non limitatif en référence aux dessins schématiques annexés d'autre part, sur lesquels :
- [72] [Fig 1] La figure 1 est une représentation schématique d'un système selon un exemple de réalisation de l'invention, avec un module électronique dans une enceinte d'un dispositif de refroidissement ;
- [73] [Fig. 2] La figure 2 est une vue de profil du système de la figure 1 ;
- [74] [Fig. 3] La figure 3 est une représentation en perspective, depuis le dessous, du couvercle du dispositif de refroidissement illustré sur les figures 1 et 2 ;
- [75] [Fig. 4] La figure 4 est une vue, depuis le dessous, du couvercle du dispositif de refroidissement illustré sur les figures 1 et 2 ;
- [76] [Fig. 5] La figure 5 est une vue, depuis le dessous, du couvercle d'un dispositif de refroidissement selon un autre exemple de réalisation de l'invention ;
- [77] [Fig. 6] La figure 6 est une représentation schématique d'ailettes de refroidissement d'un dispositif de refroidissement selon un exemple de réalisation de l'invention ;
- [78] [Fig. 7] La figure 7 est une représentation schématique d'ailettes de refroidissement d'un dispositif de refroidissement selon un autre exemple de réalisation de l'invention ;
- [79] [Fig. 8] La figure 8 est une représentation schématique d'ailettes de refroidissement d'un dispositif de refroidissement selon un autre exemple de réalisation de l'invention ;

- [80] [Fig. 9] La figure 9 est une représentation schématique d'ailettes de refroidissement d'un dispositif de refroidissement selon un autre exemple de réalisation de l'invention.
- [81] Les caractéristiques, variantes et les différentes formes de réalisation de l'invention peuvent être associées les unes avec les autres, selon diverses combinaisons, dans la mesure où elles ne sont pas incompatibles ou exclusives les unes par rapport aux autres. On pourra notamment imaginer des variantes de l'invention ne comprenant qu'une sélection de caractéristiques décrites par la suite de manière isolée des autres caractéristiques décrites, si cette sélection de caractéristiques est suffisante pour conférer un avantage technique et/ou pour différencier l'invention par rapport à l'état de la technique antérieur.
- [82] On a représenté, sur les figures 1 et 2, un système 1 comprenant un module électronique 2 et un dispositif de refroidissement 3 selon un exemple de réalisation de l'invention, configuré pour refroidir le module électronique.
- [83] Le module électronique 2 fait partie d'un convertisseur DCDC, notamment pour véhicule automobile.
- [84] Le module électronique 2 comprend une carte électronique 4 sur laquelle sont montés une pluralité de composants électroniques 5, dont des transistors de type MOSFET présents dans des zones 6.
- [85] Les zones 6 sont à refroidir de manière privilégiée car les transistors de type MOSFET ont tendance à chauffer davantage que d'autres composants. De tels transistors dans le cas d'un convertisseur DCDC peuvent générer plus de la moitié de la déperdition thermique totale, pour une fraction de la surface de contact totale.
- [86] Le dispositif de refroidissement 3 comporte une enceinte 10 configurée pour recevoir la carte électronique 4 et les composants électroniques 5, et pour être remplie d'un fluide diélectrique destiné à immerger les composants électroniques 5.
- [87] L'enceinte comporte des organes de maintien 11 de la carte électronique 4. L'enceinte 10 est par exemple monobloc, en matière plastique ou en métal, et se présente sous la forme d'une cuve.
- [88] Les organes de maintien 11 de la carte électronique comportent des colonnettes creuses, par exemple filetée, permettant d'y fixer la carte, par exemple à l'aide de vis.
- [89] Les vis traversent des orifices 12 formés dans la carte 4.
- [90] Le dispositif de refroidissement 3 comporte en outre un couvercle 14 configuré pour fermer l'enceinte 10 de manière étanche.

- [91] Le couvercle 14, réalisé par moulage par injection d'une matière plastique, comporte une paroi principale 15 entourée d'un rebord surélevé 16 par rapport à cette paroi principale 15, de sorte que lorsque le couvercle 14 est assemblé avec l'enceinte 10, la paroi principale 15 s'enfonce davantage dans l'enceinte 10 que le rebord surélevé 16 du couvercle 14. Ainsi la paroi principale 15 du couvercle se trouve au plus près de la carte électronique 4 et des composants électroniques 5.
- [92] Comme illustré sur la figure 3, le couvercle 14 comporte des nervures 20 pour former, dans l'enceinte 10, un canal de circulation 17 de fluide diélectrique avec des tronçons 21 à transfert thermique plus élevé qu'en dehors de ce tronçon, configurés pour refroidir localement le module électronique 2.
- [93] Le couvercle 14 comporte une plaque emboutie pour former les nervures 20 qui définissent le canal de circulation.
- [94] Les tronçons à transfert thermique plus élevé 21 sont configurés de manière à accélérer localement le fluide diélectrique qui circule dans chaque tronçon à transfert thermique plus élevé 21.
- [95] Chaque tronçon à transfert thermique plus élevé 21 présente une section de passage (ou section hydraulique) qui est plus faible qu'une section de passage du canal en dehors de ce tronçon à transfert thermique plus élevé 21.
- [96] Cette section de passage la plus faible possible du canal permet de garantir que le fluide diélectrique passe dans ce tronçon 21 avec une vitesse d'écoulement suffisante pour avoir un transfert thermique satisfaisant.
- [97] Les tronçons à transfert thermique plus élevé 21 s'étendent sur certaines portions seulement du canal 17, entre une entrée de fluide 25 du canal et une sortie 26 de fluide du canal.
- [98] Dans l'exemple décrit, le canal 17 présente des tronçons à transfert thermique plus élevé 21 avec des moyens pour augmenter le coefficient d'échange thermique, et des tronçons à transfert thermique plus bas 27, en alternance. Ces tronçons 21 et 27 se succèdent en formant un écoulement en un ou un U plusieurs U successifs. Ici, chaque tronçons 21 et 27 s'étend sur une branche rectiligne du U.
- [99] Dans l'exemple décrit, chaque nervure 20 qui délimite des tronçons du canal est configurée pour être perméable au fluide qui peut ainsi traverser cette nervure, du fait que cette nervure ne s'étend pas sur toute la hauteur du canal 17, comme on peut le voir sur la figure 2.
- [100] En variante, la nervure 20 qui délimite le canal de circulation de fluide diélectrique forme une paroi étanche, empêchant du fluide de traverser la paroi d'une face à l'autre.

- [101] Par exemple, une telle nervure comporte un bord inférieur en appui sur un fond de l'enceinte ou la carte électronique, la nervure comportant une bande souple sur son bord inférieur configurée pour assurer une étanchéité de la jonction de la paroi avec le fond ou la carte électronique 4.
- [102] Dans l'exemple décrit, chaque tronçon à transfert thermique plus élevé 21 présente une hauteur H1 plus faible que la hauteur H2 du canal dans des tronçons à transfert thermique plus bas 27, comme on peut le voir sur la figure 2.
- [103] Ainsi le tronçon à transfert thermique plus élevé 21 présente une moindre hauteur H1 au droit des composants électroniques 5 qui chauffent le plus de sorte à réduire le diamètre hydraulique et donc améliorer le coefficient de transfert thermique.
- [104] En dehors de ce tronçon à transfert thermique plus élevé 21, le canal présente une hauteur H2 plus élevée de sorte à minimiser des pertes de charges et donc des chutes de chute de pression.
- [105] La paroi principale 15 comprend ainsi des régions qui sont à des hauteurs différentes de la carte électronique lorsque le couvercle 14 est placé sur l'enceinte 10.
- [106] Chaque tronçon à transfert thermique plus élevé 21 comporte des moyens de perturbation du fluide, notamment des perturbateurs 30, encore appelé « Dimples » en anglais, configurés pour générer des turbulences dans l'écoulement de fluide.
- [107] Il est ainsi possible d'augmenter le coefficient de transfert thermique.
- [108] Les perturbateurs 30 comportent des bossages formés à l'intérieur du canal 17, qui sont réalisés par emboutissage d'une plaque formant le couvercle 14.
- [109] Les perturbateurs 30 peuvent avoir une hauteur dans le canal qui est compris entre 25 % et 40 % de la hauteur du canal 17.
- [110] Dans un autre exemple de mise en œuvre de l'invention illustré à la figure 5, le couvercle 14 comporte des ailettes de refroidissement 40 placées dans l'écoulement de fluide dans l'un des tronçons à transfert thermique plus élevé 21.
- [111] Une isolation électrique est prévue pour les ailettes de refroidissement 40 et le reste du couvercle 14. Par exemple, les ailettes 40 et le couvercle 14 sont réalisés dans une matière électriquement isolante. Il est ainsi possible d'éviter un contact électrique indésirable sur composants électroniques 5.
- [112] Les ailettes de refroidissement 40 sont configurées de sorte que, lorsque le couvercle 14 est monté sur l'enceinte 10, les ailettes 40 viennent en appui sur les composants électroniques 5 à refroidir, potentiellement avec une petite compression des ailettes 40, notamment une compression inférieure à 5% de la hauteur de l'ailette.

- [113] Une interface thermique, par exemple une pâte thermique, est prévue entre les ailettes 40 et les composants électroniques 5 de manière à améliorer le contact thermique entre eux.
- [114] Dans l'exemple décrit, les ailettes de refroidissement 40 font partie d'une pièce rapportée 41 fixée sur l'un des tronçons à transfert thermique plus élevé 21 sur le couvercle 14. Dans l'exemple décrit, le tronçon à transfert thermique plus élevé 21 reçoit trois pièces 41 à ailettes, disposées l'une après l'autre dans le sens de l'écoulement. Chaque pièce 41 à ailettes est en contact thermique avec deux composants électroniques 5. Les pièces 41 à ailettes sont par exemple collées ou soudées sur le couvercle 14.
- [115] Les ailettes de refroidissement 40 peuvent avoir différentes formes. Ces ailettes peuvent être par exemple droites et parallèles entre elles (figure 6), ou encore être ondulées et parallèles entre elles (figure 7). Ces ailettes 40 peuvent encore former des créneaux décalés d'une rangée à l'autre (figure 8). Les ailettes 40 peuvent être perforées (figure 9) au lieu d'être pleines.
- [116] Dans un autre exemple de réalisation non illustré, le couvercle 14 comporte au moins un dissipateur de chaleur, par exemple sous la forme d'un bloc métallique, placé dans le tronçon à transfert thermique plus élevé 21, et le dissipateur thermique est configuré pour être en contact avec les composants électroniques 5 à refroidir. Ce dissipateur thermique est de type rigide tandis que les ailettes de refroidissement 40 décrites ci-dessus peuvent être comprimées dans une certaine mesure.
- [117] Dans le cas d'un dissipateur thermique, il peut être prévu une interface thermique souple, par exemple une colle thermique, permettant un contact thermique entre le dissipateur thermique et les composants électroniques sans avoir à faire subir aux composants électroniques une force de compression susceptibles de les endommager.
- [118] Bien entendu, le tronçon à transfert thermique plus élevé 21 peut comporter une combinaison des éléments décrits ci-dessus, par exemple peut comporter, sur une portion, des perturbateurs et, sur une autre portion, des ailettes de refroidissement ou un dissipateur thermique. Il est possible d'envisager différentes combinaisons
- [119] En tout état de cause, le couvercle 14 est isolé électriquement de la carte électronique 4 et des composants électronique 5 sur cette carte.

REVENDICATIONS

[Revendication 1] Dispositif de refroidissement (3) configuré pour refroidir un module électronique (2) comprenant une carte électronique (4) sur laquelle sont montés une pluralité de composants électroniques (5), le dispositif de refroidissement comportant :

- une enceinte (10) configurée pour recevoir la carte électronique (4) et les composants électroniques (5), et pour être remplie d'un fluide diélectrique destiné à immerger les composants électroniques, l'enceinte (10) comportant notamment au moins un organe de maintien (11) de la carte électronique,
- un couvercle (14) configuré pour fermer l'enceinte et comportant au moins une nervure pour former, dans l'enceinte, un unique canal de circulation de fluide diélectrique (17) avec au moins un tronçon à transfert thermique plus élevé (21) qu'en dehors de ce tronçon, configuré pour refroidir localement le module électronique, le tronçon à transfert thermique plus élevé (21) présentant une hauteur plus faible que la hauteur du canal (17) dans des tronçons à transfert thermique plus bas.

[Revendication 2] Dispositif de refroidissement (3) selon la revendication précédente, dans lequel le canal de circulation de fluide (17) est configuré pour diriger du fluide diélectrique vers des composants électroniques (5) à refroidir, et ce canal de circulation (17) est formé entre au moins deux nervures (20) sensiblement parallèles du couvercle.

[Revendication 3] Dispositif de refroidissement (3) selon la revendication précédente, dans lequel la nervure (20) qui délimite des tronçons du canal est configurée pour être perméable au fluide qui peut ainsi traverser cette nervure (20), par exemple du fait que cette nervure ne s'étend pas sur toute la hauteur du canal (17).

[Revendication 4] Dispositif de refroidissement (3) selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le tronçon à transfert thermique plus élevé (21) présente une section de passage qui est plus faible qu'une section de passage du canal en dehors de ce tronçon à transfert thermique plus élevé.

[Revendication 5] Dispositif de refroidissement (3) selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le canal de circulation (17) forme un U ou une succession de U définissant un écoulement en serpent.

[Revendication 6] Dispositif de refroidissement (3) selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le tronçon à transfert thermique plus élevé (21) comporte des

moyens de perturbation du fluide, notamment des perturbateurs (30), les perturbateurs pouvant notamment avoir une hauteur dans le canal qui est compris entre 25 % et 40 % de la hauteur du canal (17).

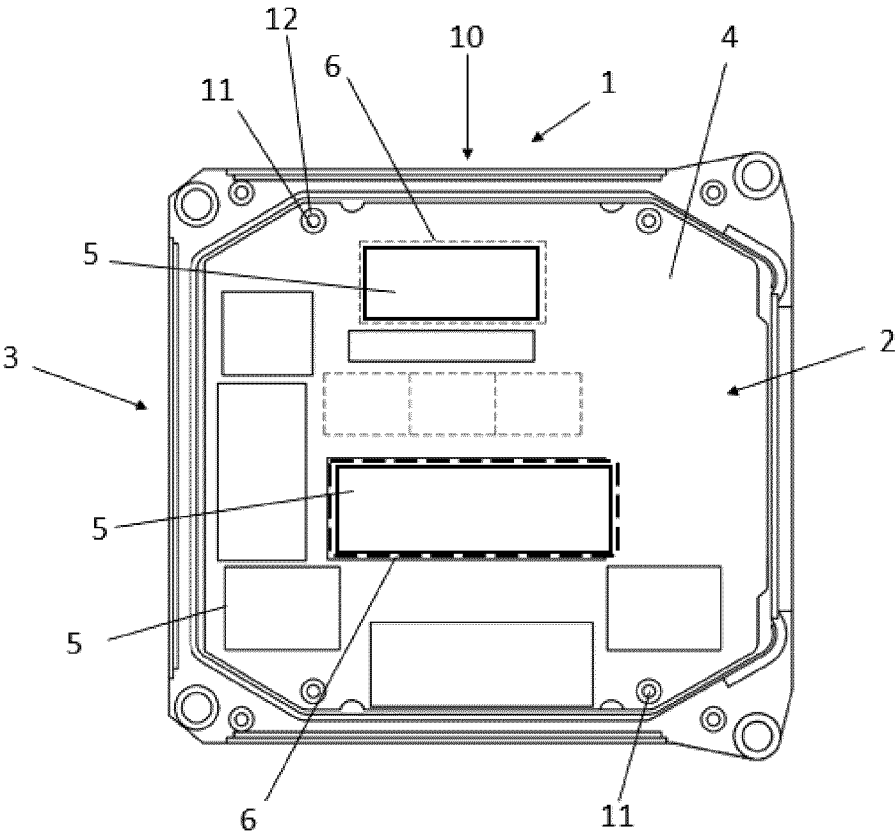
[Revendication 7] Dispositif de refroidissement (3) selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le couvercle (14) comporte des ailettes de refroidissement (40) placées dans l'écoulement de fluide dans le tronçon à transfert thermique plus élevé (21), les ailettes de refroidissement (40) étant configurées de sorte que, lorsque le couvercle est monté sur l'enceinte, les ailettes viennent en appui sur les composants électroniques à refroidir, potentiellement avec une compression des ailettes (40), notamment une compression inférieure à 5% de la hauteur de l'ailette.

[Revendication 8] Dispositif de refroidissement (3) selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le couvercle (14) comporte au moins un dissipateur de chaleur, par exemple sous la forme d'un bloc métallique, placé dans le tronçon à transfert thermique plus élevé.

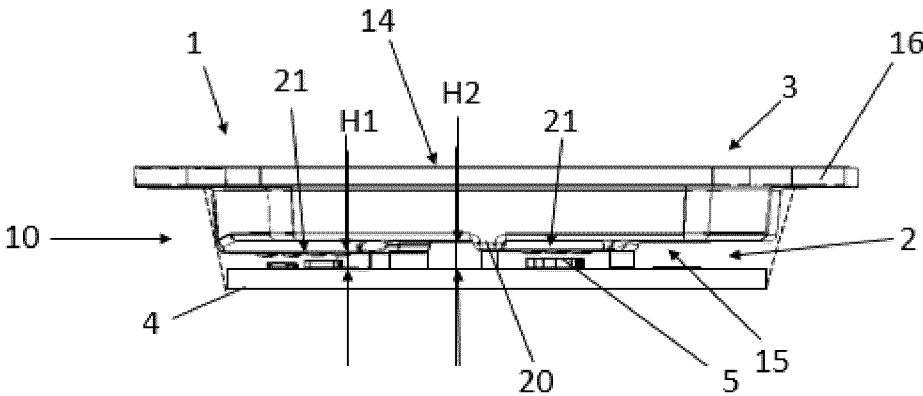
[Revendication 9] Dispositif de refroidissement (3) selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le couvercle (14) comporte une paroi principale (15) entourée d'un rebord surélevé (16) par rapport à cette paroi principale, de sorte que lorsque le couvercle (14) est assemblé avec l'enceinte, la paroi principale (15) s'enfonce davantage dans l'enceinte que le rebord surélevé du couvercle.

[Revendication 10] Système (1) comprenant un module électronique (2) et un dispositif de refroidissement (3) selon l'une des revendications précédentes, configuré pour refroidir le module électronique.

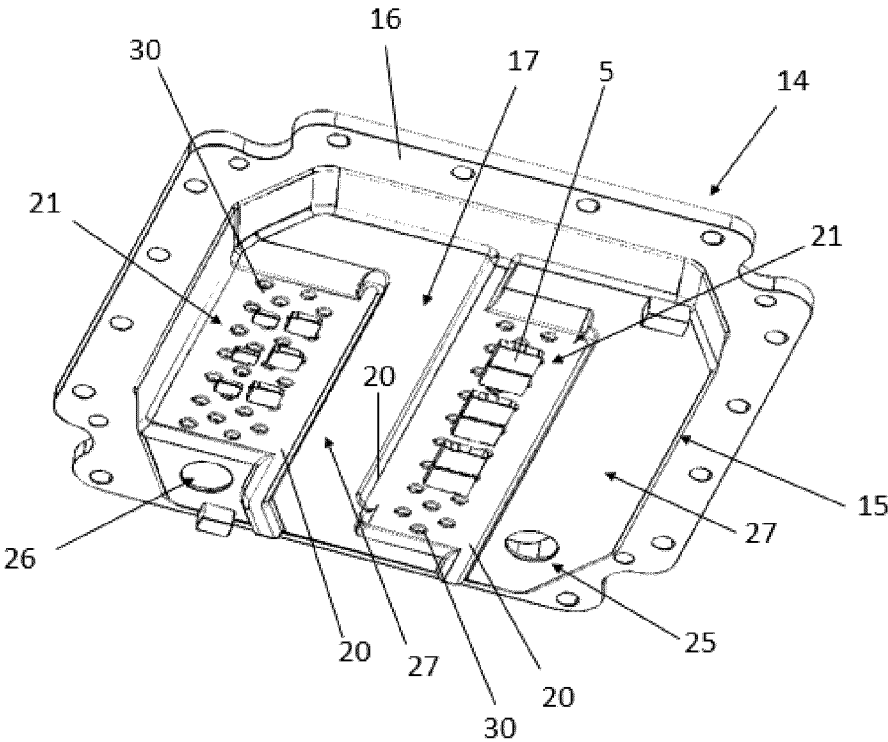
[Fig. 1]



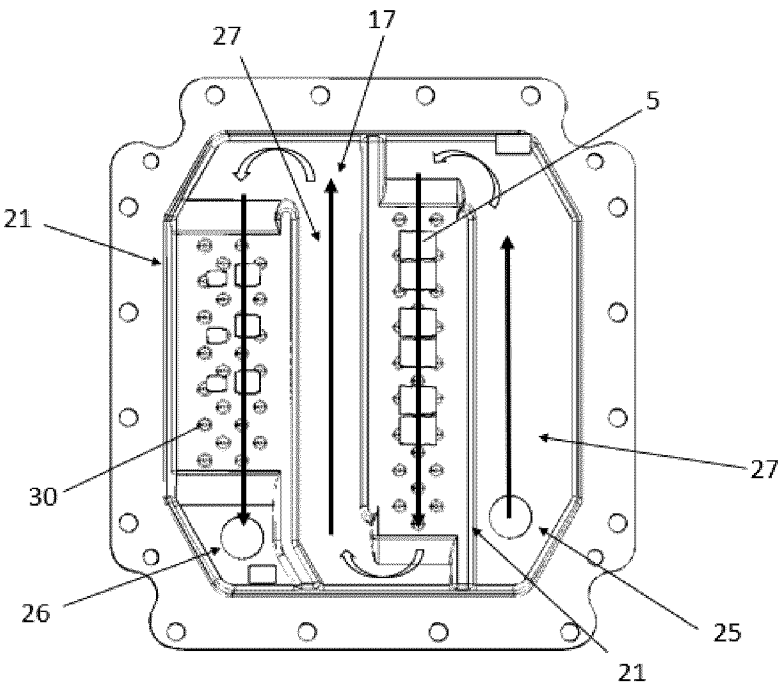
[Fig. 2]



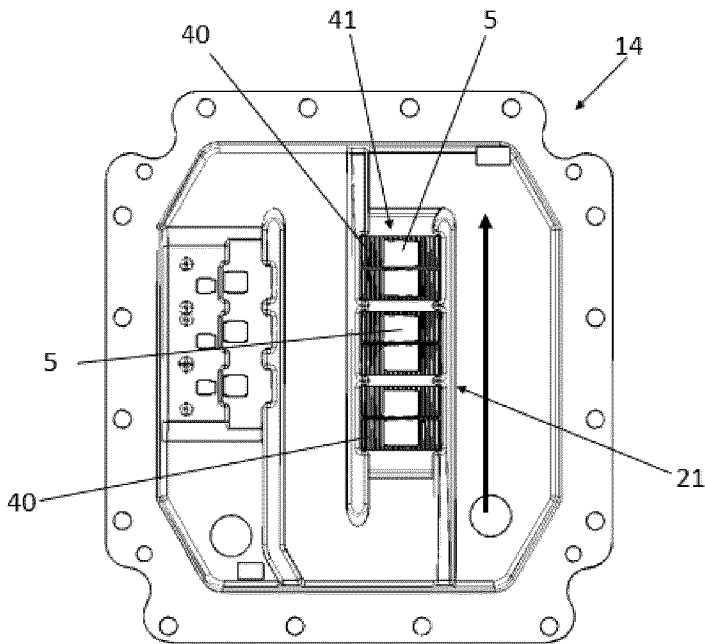
[Fig. 3]



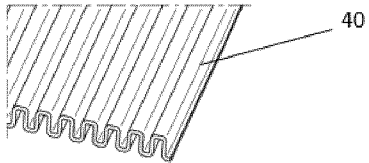
[Fig. 4]



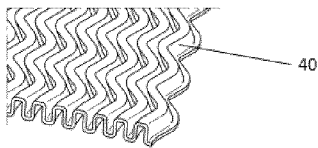
[Fig. 5]



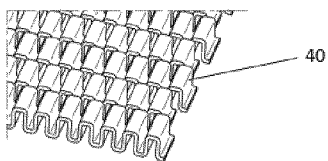
[Fig. 6]



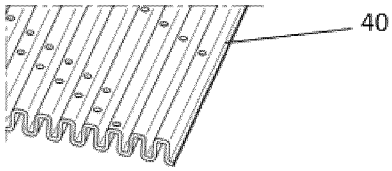
[Fig. 7]



[Fig. 8]



[Fig. 9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2024/066889

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**H05K 7/20**(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H05K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2000349480 A (ADVANTEST CORP) 15 December 2000 (2000-12-15) abstract figures 1,4	1-6,8-10
Y	CN 116301265 A (SUZHOU INSPUR INTELLIGENT TECH CO LTD) 23 June 2023 (2023-06-23) abstract figures 1-3	1-6,8-10
A	US 6052284 A (SUGA KAZUNARI [JP] ET AL) 18 April 2000 (2000-04-18) abstract column 1, lines 43-61 column 4, line 61 - column 9, line 9 figures 3-4,7-11	1-10
A	EP 4096378 A1 (THERMO KING CORP [US]) 30 November 2022 (2022-11-30) abstract paragraphs [0075] - [0081] figures 3,4	1-10

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

29 July 2024

Date of mailing of the international search report

27 August 2024

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands (Kingdom of the)

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Beudet, J

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/EP2024/066889

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
JP	2000349480	A	15 December 2000	NONE			
CN	116301265	A	23 June 2023	NONE			
US	6052284	A	18 April 2000	CN	1177903	A	01 April 1998
				DE	19734054	A1	12 February 1998
				GB	2316237	A	18 February 1998
				KR	19980018420	A	05 June 1998
				MY	115676	A	30 August 2003
				SG	72749	A1	23 May 2000
				TW	340184	B	11 September 1998
				US	6052284	A	18 April 2000
EP	4096378	A1	30 November 2022	NONE			

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. H05K7/20 ADD.		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE		
Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) H05K		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
Y	JP 2000 349480 A (ADVANTEST CORP) 15 décembre 2000 (2000-12-15) abrégé figures 1,4 -----	1 - 6, 8 - 10
Y	CN 116 301 265 A (SUZHOU INSPUR INTELLIGENT TECH CO LTD) 23 juin 2023 (2023-06-23) abrégé figures 1-3 -----	1 - 6, 8 - 10
A	US 6 052 284 A (SUGA KAZUNARI [JP] ET AL) 18 avril 2000 (2000-04-18) abrégé colonne 1, lignes 43-61 colonne 4, ligne 61 - colonne 9, ligne 9 figures 3-4, 7-11 ----- - / - -	1 - 10
☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents ☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe		
* Catégories spéciales de documents cités: "A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée "T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier "&" document qui fait partie de la même famille de brevets		
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée 29 juillet 2024		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 27/08/2024
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Fonctionnaire autorisé Beaudet, J

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	EP 4 096 378 A1 (THERMO KING CORP [US]) 30 novembre 2022 (2022-11-30) abrégé alinéas [0075] - [0081] figures 3,4 -----	1 - 10

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2024/066889

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
JP 2000349480	A	15-12-2000	AUCUN	
CN 116301265	A	23-06-2023	AUCUN	
US 6052284	A	18-04-2000	CN 1177903 A	01-04-1998
			DE 19734054 A1	12-02-1998
			GB 2316237 A	18-02-1998
			KR 19980018420 A	05-06-1998
			MY 115676 A	30-08-2003
			SG 72749 A1	23-05-2000
			TW 340184 B	11-09-1998
			US 6052284 A	18-04-2000
EP 4096378	A1	30-11-2022	AUCUN	