

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
COURBEVOIE

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

3 116 155

21 N° d'enregistrement national : 20 11478

51 Int Cl⁸ : H 01 L 35/02 (2020.12), H 01 L 35/28, 35/34

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 09.11.20.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la demande : 13.05.22 Bulletin 22/19.

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) : TANGHE Alcina, DE PELSEMAEKER Georges, Dufourcq Joël et Ihou Mouko Hilaire.

73 Titulaire(s) : VALEO SYSTEMES THERMIQUES SAS.

54 **Modèles** : module thermoélectrique, échangeur thermique et procédé de fabrication associé.

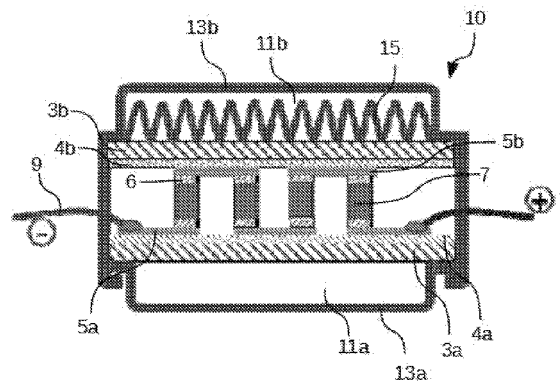
57 Module thermoélectrique, échangeur thermique et pro-

édé de fabrication associé

La présente invention concerne un module thermoélectrique (1) comprenant :- une première (3a) et une deuxième (3b)

couches métalliques supports,- une première (4a) et une deuxième (4b) couches minces isolantes électriquement disposées respectivement sur une face de la première (3a) et de la deuxième (3b) couches métalliques supports,- un premier (5a) et un deuxième (5b) ensembles de pistes métalliques conductrices disposées respectivement sur la première (4a) et la deuxième (4b) couches minces isolantes électriquement,- un ensemble de plots thermoélectriques (7) en matériau semi-conducteur de type P et de type N disposés entre le premier (5a) et le deuxième (5b) ensembles de pistes métalliques conductrices,dans lequel les ensembles de pistes (5a, 5b) sont configurés pour relier en série l'ensemble de plots thermoélectriques (7) avec une alternance de plots de type P et de type N.

Figure pour l'abrégé : Fig.2



FR 3 116 155 - A1



Description

Titre de l'invention : Module thermoélectrique, échangeur thermique et procédé de fabrication associé

- [0001] La présente invention concerne le domaine des modules thermoélectriques comprenant des éléments thermoélectriques permettant notamment d'effectuer un pompage thermique et de créer un gradient de température entre deux de leurs faces opposées lorsqu'ils sont alimentés par un courant électrique selon le phénomène connu sous le nom d'effet Peltier.
- [0002] De tels modules thermoélectriques peuvent être utilisés dans de nombreuses applications et notamment dans des dispositifs de régulation thermique de véhicules automobiles pour améliorer le confort des passagers en produisant une adaptation rapide de la température de l'habitacle.
- [0003] Pour cela, les modules thermoélectriques de l'état de la technique comprennent généralement des substrats en céramique sur lesquels sont déposées des pistes métalliques. Des plots thermoélectriques sont alors brasés sur les pistes métalliques.
- [0004] Cependant, les substrats céramiques doivent avoir des propriétés électriques isolantes et thermiques conductrices. Un exemple d'une telle céramique est le nitrure d'aluminium (AlN) mais ces céramiques sont très coûteuses. Une autre alternative courante est l'oxyde d'aluminium (ou alumine, Al_2O_3) moins chère mais aussi moins performante du point de vue thermique.
- [0005] Par ailleurs, dans le cas d'une intégration dans un échangeur thermique comprenant par exemple un premier conduit dans lequel circule un premier fluide configuré pour évacuer l'excédent de chaleur et un deuxième conduit dans lequel circule un deuxième fluide dont on souhaite réguler la température, le module thermoélectrique est disposé entre le premier et le deuxième conduit en utilisant une pâte thermique pour réaliser la liaison entre le module thermoélectrique et les conduits de l'échangeur thermique. Or, cette pâte thermique peut être difficile à appliquer correctement de sorte que d'une part le procédé de fabrication peut être complexe et d'autre part des pertes thermiques peuvent se produire au niveau de la pâte thermique.
- [0006] La présente invention vise donc à résoudre au moins partiellement les problèmes de l'état de la technique et à proposer une solution pour réduire les coûts de fabrication des modules thermoélectriques et faciliter leur procédé de fabrication notamment pour une utilisation dans un échangeur thermique.
- [0007] A cet effet, la présente invention concerne un module thermoélectrique comprenant :
- une première et une deuxième couches métalliques supports,
 - une première et une deuxième couches minces isolantes électriquement disposées

respectivement sur une face de la première et de la deuxième couches métalliques supports,

- un premier et un deuxième ensembles de pistes métalliques conductrices disposées respectivement sur la première et la deuxième couches minces isolantes électriquement,

- un ensemble de plots thermoélectriques en matériau semi-conducteur de type P et de type N disposés entre le premier et le deuxième ensembles de pistes métalliques conductrices,

dans lequel les ensembles de pistes sont configurés pour relier en série l'ensemble de plots thermoélectriques avec une alternance de plots de type P et de type N.

[0008] Selon un autre aspect de la présente invention, les pistes métalliques conductrices sont configurées pour relier selon une combinaison série/parallèle l'ensemble de plots thermoélectriques avec une alternance de plots de type P et de type N.

[0009] Selon un autre aspect de la présente invention, les couches métalliques supports sont réalisées en aluminium, notamment de l'aluminium des séries 5050 ou 6060.

[0010] Selon un autre aspect de la présente invention, les couches métalliques supports sont réalisées en cuivre.

[0011] Selon un autre aspect de la présente invention, les couches minces isolantes électriquement ont une épaisseur inférieure à $100\mu\text{m}$, notamment entre $30\mu\text{m}$ et $50\mu\text{m}$.

[0012] Selon un autre aspect de la présente invention, les couches minces isolantes électriquement sont réalisées en matériau céramique et en matériau polymère ou en verre ou en matériau polymère chargé en microbilles ou microfibres de céramique ou de verre.

[0013] Selon un autre aspect de la présente invention, les couches métalliques support présentent une épaisseur supérieure à $0,8\text{mm}$.

[0014] La présente invention concerne également un échangeur thermique comprenant :

- un module thermoélectrique,
- un premier conduit en contact avec la première couche métallique support et configuré pour recevoir un premier fluide caloporteur,
- un deuxième conduit en contact avec la deuxième couche métallique support et configuré pour recevoir un deuxième fluide caloporteur.

[0015] Selon un autre aspect de la présente invention, le premier conduit est formé par un premier capot en matériau polymère fixé de manière étanche à la première couche métallique support, ledit premier conduit étant configuré pour recevoir un liquide de refroidissement.

[0016] Selon un autre aspect de la présente invention, des ailettes métalliques sont fixées sur la deuxième couche métallique support et un deuxième capot est configuré pour venir se fixer sur le module thermoélectrique pour former le deuxième conduit, ledit

deuxième conduit étant configuré pour recevoir un gaz, notamment de l'air.

[0017] Selon un autre aspect de la présente invention, les ailettes métalliques sont soudées ou collées ou brasées sur la deuxième couche métallique support et dans lequel le deuxième capot est clipsé ou collé ou soudé sur le module thermoélectrique.

[0018] Par le terme ailettes on désigne plus largement des feuilles réalisées en matériaux métallique (par exemple, sous forme d'une ou plusieurs couches d'aluminium, dont la surface comprend, en option, un revêtement) pliées selon un motif particulier. Les ailettes sont par exemple droites, avec des persiennes. Ce motif est solidarisé à une surface généralement plane par des liaisons thermiquement conductrices (généralement des brasures) de manière à fortement développer la surface de ladite surface plane pour en améliorer les propriétés d'échange thermique. Le terme technique ailette couvre également des assemblages d'ailettes brasées sur des surfaces planes pour lesquels la température de brasage est par exemple de 620°C pour des ailettes d'aluminium sur plaque d'aluminium.

[0019] La présente invention concerne un procédé de fabrication d'un module thermoélectrique, ledit procédé comprenant les étapes suivantes :

- on dépose une première et une deuxième couches minces isolantes électriquement respectivement sur une première et une deuxième couches métalliques supports, par exemple en aluminium ou en cuivre,

- on dispose un premier et un deuxième ensembles de pistes métalliques conductrices respectivement sur la première et la deuxième couches minces isolantes électriquement,

- on dispose un ensemble de plots thermoélectriques en matériau semi-conducteur de type P et de type N entre le premier et le deuxième ensembles de pistes métalliques conductrices, lesdites pistes métalliques conductrices étant configurées pour relier en série l'ensemble de plots thermoélectriques avec une alternance de plots de type P et de type N.

[0020] Selon un autre aspect de la présente invention, le procédé de fabrication comprend un premier conduit de circulation d'un premier fluide caloporteur et un deuxième conduit de circulation d'un deuxième fluide caloporteur entre lesquels est disposé au moins un module thermoélectrique, ledit procédé comprenant les étapes suivantes :

- on dépose une première et une deuxième couches minces isolantes électriquement respectivement sur une première et une deuxième couches métalliques supports, par exemple en aluminium ou en cuivre,

- on dispose un premier et un deuxième ensembles de pistes métalliques conductrices respectivement sur la première et la deuxième couches minces isolantes électriquement,

- on dispose un ensemble de plots thermoélectriques en matériau semi-conducteur de

type P et de type N entre le premier et le deuxième ensembles de pistes métalliques conductrices, lesdites pistes métalliques conductrices étant configurées pour relier en série l'ensemble de plots thermoélectriques avec une alternance de plots de type P et de type N,

- on fixe un premier capot sur la première couche métallique support pour former le premier conduit de circulation,

- on fixe un deuxième capot sur la deuxième couche métallique support pour former le deuxième conduit de circulation.

[0021] Selon un autre aspect de la présente invention, le premier et le deuxième capots entourent le module thermoélectrique et assurent le maintien des différents éléments du module thermoélectrique par verrouillage mécanique.

[0022] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront plus clairement à la lecture de la description suivante, donnée à titre d'exemple illustratif et non limitatif, et des dessins annexés parmi lesquels :

[0023] [fig.1] représente une vue schématique de côté d'un module thermoélectrique ;

[0024] [fig.2] représente une vue schématique de côté d'un échangeur thermique ;

[0025] [fig.3] représente un organigramme des étapes de fabrication d'un module thermoélectrique ;

[0026] [fig.4] représente une vue schématique de côté d'un premier sous-ensemble d'un module thermoélectrique ;

[0027] [fig.5] représente une vue schématique de côté d'un deuxième sous-ensemble d'un module thermoélectrique ;

[0028] [fig.6] représente un organigramme des étapes de fabrication d'un échangeur thermique ;

[0029] [fig.7] représente une vue schématique de côté d'un premier sous-ensemble d'un échangeur thermique ;

[0030] [fig.8] représente une vue schématique de côté d'un deuxième sous-ensemble d'un échangeur thermique ;

[0031] Dans ces figures, les éléments identiques portent les mêmes références.

[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 description, certains éléments peuvent être indexés, comme par exemple premier élément ou deuxième élément. Dans ce cas, il s'agit d'un simple indexage pour différencier et dénommer des éléments proches mais non identiques. Cette in-

dexation n'implique pas une priorité d'un élément par rapport à un autre et de telles dénominations peuvent être aisément interchangeables sans sortir du cadre de la présente description. Cette indexation n'implique pas non plus un ordre dans le temps.

- [0034] La présente invention concerne un module thermoélectrique. La [fig.1] représente une vue schématique latérale d'un tel module thermoélectrique 1. Le module thermoélectrique 1 comprend une première et une deuxième couches métalliques supports notées 3a et 3b qui peuvent être identiques, c'est-à-dire réalisées par le même procédé de fabrication et ayant la même composition et les mêmes dimensions. Les couches métalliques supports 3a, 3b sont par exemple réalisées en aluminium et notamment en aluminium des séries 5050 ou 6060. Alternativement, les couches métalliques supports 3a et 3b peuvent être réalisées en cuivre. Ces couches métalliques supports 3a, 3b sont par exemple réalisées sous une forme de plaque (une des dimensions est largement plus petite que les deux autres dimensions) et peuvent présenter une épaisseur (plus petite dimension) supérieure à 0,8mm, par exemple comprise entre 1mm et 1,5mm.
- [0035] Une couche mince isolante électriquement 4a, 4b est disposée sur au moins une partie de chacune des couches métalliques supports 3a, 3b. Dans le cas présent, une face de chacune des couches métalliques supports 3a, 3b est recouverte d'une couche mince isolante électriquement 4a, 4b. La face correspond à la face qui sera située du côté des plots thermoélectriques 7 à l'état monté du module thermoélectrique 1. Les faces des couches métalliques supports sont destinés à être en regard l'une de l'autre à l'état monté du module thermoélectrique 1.
- [0036] Par mince, on entend ici que les couches minces isolantes électriquement 4a, 4b ont une épaisseur inférieure à 100 μ m. L'épaisseur des couches minces isolantes électriquement 4a, 4b est par exemple comprise entre 30 μ m et 50 μ m, notamment 38 μ m.
- [0037] Les couches minces isolantes électriquement 4a, 4b peuvent être réalisées en matériau céramique ou en matériau polymère ou en verre ou dans un mélange de ces matériaux. Un matériau polymère chargé en microbilles ou microfibres de céramique ou de verre peut notamment être utilisé. De manière préférentielle, les couches minces isolantes électriquement 4a, 4b sont réalisées en résine époxy. Les couches minces sont choisies de manière à ce que leur résistance thermique soit suffisamment faible (conductivité thermique élevée) pour ne pas perturber le transfert de chaleur dans l'empilement des couches. Avantagusement, ces couches minces ont une résistance thermique inférieure à 1 (K.cm²)/W, notamment 0.13 (K.cm²)/W . Cette résistance thermique est exprimée dans la direction orthogonale au plan des couches considérées.
- [0038] L'ensemble composé par une couche métallique support 3a, 3b et une couche mince isolante électriquement 4a, 4b disposée sur la couche métallique support 3a, 3b forme un substrat métallique isolé aussi appelé « insulated metal substrate (IMS) » en anglais.
- [0039] Le module thermoélectrique 1 comprend également un premier et un deuxième

ensembles de pistes métalliques conductrices notés 5a et 5b disposées respectivement sur la première et la deuxième couches minces isolantes électriquement 4a, 4b. Ces ensembles 5a, 5b sont par exemple réalisés en cuivre. Un traitement de surface peut également être appliqué sur le dépôt de cuivre. Des traitements de surface connus pour les pistes sont par exemple :

- Nickel-Or chimique (couramment désigné ENIG, acronyme anglais qui signifie *Electroless Nickel Immersion Gold*)
- Etamage à l'air chaud (également désigné sous l'acronyme anglais HASL qui signifie *Hot Air Solder Levelling*)
- Etain chimique.

- [0040] Les dépôts réalisés selon les techniques de traitement de surface précitées sont de quelques microns d'épaisseur, notamment de 7 μ m pour l'ENIG et de 10 μ m pour le HASL.
- [0041] Le module thermoélectrique 1 comprend également un ensemble de plots thermoélectriques 7 disposés entre le premier et le deuxième ensembles de pistes métalliques conductrices 5a, 5b. Certains plots thermoélectriques 7 nommés plots de type P sont réalisés en matériau semi-conducteur de type P et d'autres plots thermoélectriques 7 nommés plots de type N sont réalisés en matériau semi-conducteur de type N.
- [0042] Les ensembles de pistes métalliques conductrices 5a, 5b sont configurés pour relier en série l'ensemble des plots thermoélectriques 7 avec une alternance de plots de type P et de type N. Le nombre de plots de type P est par exemple égal au nombre de plots de type N.
- [0043] Le module thermoélectrique 1 peut également comprendre des fils de liaison 9 reliés à au moins un des ensembles de pistes métalliques et configurés pour être reliés à une unité de commande et d'alimentation (non représentée).
- [0044] Ainsi, l'utilisation de substrats métalliques isolés permet d'éviter l'utilisation de substrats céramiques coûteux ce qui permet de réduire le coût des modules thermoélectriques 1 tout en gardant un rendement thermique élevé. De tels modules thermoélectriques 1 peuvent être utilisés dans de nombreuses applications pour permettre notamment un contrôle thermique rapide, par exemple au niveau d'un équipement électronique tel qu'un microprocesseur pour contrôler sa température et limiter son échauffement, au sein d'un conduit pour contrôler la température de l'air circulant dans le conduit, dans un siège pour fournir un siège chauffant, au niveau d'un support de verre (aussi appelé « cupholder » en anglais) pour réguler la température d'un liquide à l'intérieur du verre.
- [0045] La présente invention concerne également un échangeur thermique 10 comprenant au moins un module thermoélectrique 1 tel que décrit précédemment. La [fig.2] représente une vue en coupe d'un tel échangeur thermique 10 au niveau d'un module

thermoélectrique 1. Différents modules thermoélectriques peuvent être positionnés le long des conduits transportant les fluides caloporteur de l'échangeur thermique 10.

- [0046] L'échangeur thermique 10 comprend un premier conduit 11a en contact avec la première couche métallique support 3a. Le premier conduit 11a est configuré pour recevoir un premier fluide caloporteur, par exemple un liquide de refroidissement. Le premier conduit 11a est par exemple formé par un premier capot 13a en matériau polymère fixé de manière étanche à la première couche métallique support 3a. La fixation étanche est par exemple réalisée par un assemblage multi-matériaux, par exemple par micro-structuration de la couche métallique support 3a et fluage du premier capot 13a en polymère.
- [0047] L'échangeur thermique 10 comprend également un deuxième conduit 11b en contact avec la deuxième couche métallique support 3b. Le deuxième conduit 11b est par exemple formé par un deuxième capot 13b qui vient se fixer sur le premier capot 13a, par verrouillage mécanique, par exemple par encliquetage. Alternativement le deuxième capot 13b peut être fixé par collage ou par soudage. Le deuxième capot 13b peut également être en matériau polymère. Le deuxième conduit 11b est par exemple configuré pour recevoir un deuxième fluide caloporteur, notamment de l'air dont la température doit être ajustée de sorte que l'étanchéité totale du conduit n'est pas nécessairement requise. Le deuxième conduit 11b peut comprendre des ailettes 15 de déviation du flux d'air afin de maximiser les échanges thermiques entre l'air circulant dans le deuxième conduit 11b et le module thermoélectrique 1. Les ailettes 15 peuvent être réalisées en métal, notamment en aluminium. Les ailettes 15 peuvent être fixées sur la face externe de la deuxième couche métallique support 3b par soudage, notamment par soudage par friction ou soudage par spots, par collage ou par brasage. Cependant, la température du procédé de brasage ne doit pas dépasser 240°C pour ne pas détériorer la couche mince isolante électriquement 4b déposée sur la couche métallique support 3b.
- [0048] Le deuxième conduit 11b peut correspondre à un conduit d'aération d'un véhicule automobile dont on veut contrôler la température de l'air, le premier conduit 11a étant alors configuré pour recevoir un liquide de refroidissement, par exemple de l'eau glycolée, pour évacuer la chaleur lorsque l'on veut refroidir la température de l'air du deuxième conduit 11b. Dans ce cas, la température de l'eau glycolée est par exemple comprise entre 0°C et 40°C, de préférence entre 0°C et 10°C avec un débit compris entre 1L/h et 15L/h.
- [0049] Il est également à noter que le module thermoélectrique 1 peut être utilisé aussi bien pour réchauffer que pour refroidir l'air du deuxième conduit 11b. Pour cela, la valeur (positive ou négative) du courant transmis au module thermoélectrique 1 peut être ajustée, par exemple par un circuit de commande et d'alimentation du véhicule au-

tomobile. De plus, en mode chauffage, la circulation du liquide de refroidissement dans le premier conduit 11a peut être stoppée.

- [0050] D'autres combinaisons de fluides caloporteurs peuvent être utilisés dans le premier 11a et le deuxième 11b conduits comme par exemple deux gaz ou deux liquides.
- [0051] Un tel échangeur thermique 10 permet notamment du fait des matériaux utilisés d'avoir un coût limité. De plus, le nombre réduit de couches entre les plots thermo-électriques 7 et les fluides caloporteurs permet de maximiser le rendement thermique de l'échangeur thermique 10.
- [0052] Le procédé de fabrication d'un module thermoélectrique 1 tel que décrit précédemment va maintenant être décrit à partir de l'organigramme de la [fig.3].
- [0053] La première étape 101 concerne la fourniture et la préparation d'une première 3a et d'une deuxième 3b couches métalliques supports. Les couches métalliques supports 3a et 3b sont par exemple des plaques d'aluminium ou de cuivre comme décrit précédemment. La préparation concerne le nettoyage des couches métalliques supports 3a et 3b et notamment les zones destinées à recevoir les couches minces isolantes électriquement 4a et 4b qui doivent être dégraissées et nettoyées pour permettre une bonne fixation des couches minces isolantes électriquement 4a et 4b.
- [0054] La deuxième étape 102 concerne le dépôt d'une première 4a et d'une deuxième 4b couches minces isolantes électriquement sur respectivement la première 3a et la deuxième 3b couches métalliques supports. Ces dépôts peuvent être réalisés seulement sur certaines zones des couches métalliques supports 3a et 3b, par exemple sur une face des couches métalliques supports 3a et 3b. La [fig.4] représente une vue latérale d'une couche métallique support 3 comprenant une couche mince isolante électriquement 4 sur l'une de ses faces.
- [0055] Les dépôts de couches minces isolantes électriquement 4, 4a, 4b peuvent être réalisés par un procédé de torche à plasma. Les couches minces isolantes électriquement 4, 4a, 4b peuvent être réalisées en alumine (Al_2O_3).
- [0056] La troisième étape 103 concerne la disposition d'un ensemble de pistes métalliques conductrices 5 sur la couche mince isolante électriquement 4 obtenue à l'étape 102. La [fig.5] représente une vue latérale d'une couche métallique support 3 comprenant une couche mince isolante électriquement 4 sur l'une de ses faces et un ensemble de pistes métalliques conductrices 5 déposé sur la couche mince isolante électriquement 4.
- [0057] Les pistes métalliques conductrices 5, 5a, 5b sont par exemple réalisées en cuivre. Les pistes métalliques conductrices 5, 5a, 5b peuvent être déposées en une seule étape par pulvérisation cathodique à travers un masque. Alternativement, une couche de cuivre peut être déposée sur une zone destinée à recevoir les ensembles de pistes métalliques conductrices 5, 5a et 5b et les ensembles des pistes métalliques conductrices 5, 5a et 5b sont obtenus par un procédé de gravure laser ou chimique configuré pour

enlever la couche de cuivre en dehors des emplacements correspondant aux pistes métalliques conductrices 5, 5a et 5b. L'épaisseur des pistes métalliques conductrices 5, 5a, 5b est par exemple comprise entre $30\mu\text{m}$ et $300\mu\text{m}$, notamment une épaisseur de $200\mu\text{m}$.

- [0058] La quatrième étape 104 concerne le dépôt d'une couche de pâte à braser 6 (visible sur la [fig.1]) sur les emplacements des pistes métalliques conductrices 5a, 5b destinées à recevoir un plot thermoélectrique 7.
- [0059] La cinquième étape 105 concerne la fixation par brasage des plots thermoélectriques 7 entre les pistes métalliques conductrices 5a, 5b. Cette étape comprend le positionnement d'une première extrémité des plots thermoélectriques 7 sur le premier ensemble de pistes métalliques 5a au niveau des emplacements comprenant de la pâte à braser 6. La première extrémité des plots thermoélectriques 7 étant alors fixée par brasage. La cinquième étape 105 comprend également le positionnement des emplacements comprenant de la pâte à braser 6 du deuxième ensemble de pistes métalliques 5b sur la deuxième extrémité des plots thermoélectriques 7. La deuxième extrémité des plots thermoélectriques 7 étant alors fixée par brasage. D'autres méthodes de fixation des plots thermoélectriques 7 peuvent être envisagées. Les plots thermoélectriques 7 sont reliés en série par les ensembles de pistes métalliques 5a et 5b de manière à avoir une alternance de plots thermoélectriques de type P et de type N.
- [0060] La sixième étape 106 concerne la fixation de fils électriques d'alimentation 9 sur les pistes métalliques conductrices 5a, 5b, par exemple par soudure.
- [0061] La [fig.1] représente le module thermoélectrique 1 obtenu à la fin de l'étape 106.
- [0062] Le procédé de fabrication d'un échangeur thermique 10 tel que décrit précédemment va maintenant être décrit à partir de l'organigramme de la [fig.6].
- [0063] Les étapes 101 à 106 sont identiques au procédé de fabrication du module thermoélectrique 1 décrit précédemment à partir de l'organigramme de la [fig.3].
- [0064] L'étape 107 est une étape facultative et concerne la fixation d'ailettes 15 sur la face externe, c'est-à-dire la face opposée aux plots thermoélectriques 7, d'une couche métallique support, ici la deuxième couche métallique support 3b. Cette étape 107 est réalisée lorsque le fluide caloporteur destiné à traverser le conduit associé à cette couche métallique support 3b est un gaz et que l'on souhaite maximiser les échanges thermiques entre le gaz et le module thermoélectrique 1. Les ailettes 15 peuvent être fixées par un procédé de soudage, par exemple soudage par friction ou par soudage par spots, par un procédé de collage ou par un procédé de brasage. Toutefois, dans ce dernier cas, la température doit être inférieure à 240°C pour préserver la couche mince isolante électriquement 4b.
- [0065] La [fig.7] représente un module thermoélectrique 1 sur lequel sont fixées des ailettes 15.

- [0066] L'étape 108 concerne la fixation d'un premier capot 13a en forme de coque pour former avec la première couche métallique support 3a un premier conduit 11a configuré pour recevoir le premier fluide caloporteur. Le premier capot 13a est par exemple réalisé en matériau polymère. Le premier capot 13a est fixé de manière étanche par exemple par un assemblage multi-matériaux, par exemple par micro-structuration de la couche métallique support 3a et fluage du premier capot 13a. La [fig.8] représente un module thermoélectrique 1 sur lequel est fixé le premier capot 13a.
- [0067] Alternativement, la couche métallique support 3a peut comprendre des pièces polymères solidaires de la couche métallique support 3a et la fixation du premier capot 13a se fait par assemblage plastique/plastique par exemple selon un procédé de boutorollage couplé avec un joint, par vissage, par soudure notamment soudure miroir, infra-rouge ou air chaud ou tout autre type de fixation connue de l'homme du métier.
- [0068] L'étape 109 concerne la fixation d'un deuxième capot 13b pour former le deuxième conduit 11b configuré pour recevoir le deuxième fluide caloporteur. Si le fluide caloporteur est un gaz comme dans le présent exemple, l'étanchéité peut ne pas être totale de sorte que le deuxième capot 13b peut être fixé par un verrouillage mécanique, notamment par encliquetage. La fixation deuxième capot 13b peut également permettre d'assurer le maintien des différents éléments du module thermoélectrique 1 par verrouillage mécanique.
- [0069] Alternativement, la fixation peut se faire par un procédé de soudage ou de collage. Le deuxième capot 13b peut venir se fixer sur le premier capot 13a comme représenté sur la [fig.2] qui représente l'échangeur thermique 10 obtenu à la fin de l'étape 109.
- [0070] Ainsi, il est possible d'obtenir un échangeur thermique 10 comprenant un module thermoélectrique 1 et un nombre de couches intermédiaires réduit de sorte à limiter les pertes thermiques. De plus, les matériaux utilisés ainsi que la simplicité du procédé de fabrication permettent de limiter les coûts de production de l'échangeur thermique 10 ce qui le rend compatible avec une fabrication à grande échelle, notamment pour des applications dans le secteur automobile.

Revendications

- [Revendication 1] Module thermoélectrique (1) comprenant :
- une première (3a) et une deuxième (3b) couches métalliques supports,
 - une première (4a) et une deuxième (4b) couches minces isolantes électriquement disposées respectivement sur une face de la première (3a) et de la deuxième (3b) couches métalliques supports,
 - un premier (5a) et un deuxième (5b) ensembles de pistes métalliques conductrices disposées respectivement sur la première (4a) et la deuxième (4b) couches minces isolantes électriquement,
 - un ensemble de plots thermoélectriques (7) en matériau semi-conducteur de type P et de type N disposés entre le premier (5a) et le deuxième (5b) ensembles de pistes métalliques conductrices, dans lequel les ensembles de pistes (5a, 5b) sont configurés pour relier en série l'ensemble de plots thermoélectriques (7) avec une alternance de plots de type P et de type N.
- [Revendication 2] Module thermoélectrique (1) selon la revendication 1 dans lequel les couches métalliques supports (3a, 3b) sont réalisées en aluminium, notamment de l'aluminium des séries 5050 ou 6060.
- [Revendication 3] Module thermoélectrique (1) selon la revendication 1 dans lequel les couches métalliques supports (3a, 3b) sont réalisées en cuivre.
- [Revendication 4] Module thermoélectrique (1) selon l'une des revendications précédentes dans lequel les couches minces isolantes électriquement (4a, 4b) ont une épaisseur inférieure à 100 μ m, notamment entre 30 μ m et 50 μ m.
- [Revendication 5] Module thermoélectrique (1) selon l'une des revendications précédentes dans lequel les couches minces isolantes électriquement (4a, 4b) sont réalisées en matériau céramique et en matériau polymère ou en verre ou en matériau polymère chargé en microbilles ou microfibres de céramique ou de verre.
- [Revendication 6] Module thermoélectrique (1) selon l'une des revendications précédentes dans lequel les couches métalliques support (3a, 3b) présentent une épaisseur supérieure à 0,8mm.
- [Revendication 7] Echangeur thermique (10) comprenant :
- un module thermoélectrique (1) selon l'une des revendications précédentes,
 - un premier conduit (11a) en contact avec la première couche métallique support (3a) et configuré pour recevoir un premier fluide caloporteur,

- un deuxième conduit (11b) en contact avec la deuxième couche métallique support (3b) et configuré pour recevoir un deuxième fluide caloporteur.

[Revendication 8] Echangeur thermique (10) selon la revendication précédente dans lequel le premier conduit (11a) est formé par un premier capot (13a) en matériau polymère fixé de manière étanche à la première couche métallique support (3a), ledit premier conduit (11a) étant configuré pour recevoir un liquide de refroidissement.

[Revendication 9] Echangeur thermique (10) selon la revendication 7 ou 8 dans lequel des ailettes métalliques (15) sont fixées sur la deuxième couche métallique support (3b) et un deuxième capot (13b) est configuré pour venir se fixer sur le module thermoélectrique (1) pour former le deuxième conduit (11b), ledit deuxième conduit (11b) étant configuré pour recevoir un gaz, notamment de l'air.

[Revendication 10] Echangeur thermique (10) selon la revendication 9 dans lequel les ailettes métalliques (15) sont soudées ou collées ou brasées sur la deuxième couche métallique support (3b) et dans lequel le deuxième capot (13b) est clipsé ou collé ou soudé sur le module thermoélectrique (1).

[Revendication 11] Procédé de fabrication d'un module thermoélectrique (1), ledit procédé comprenant les étapes suivantes :

- on dépose une première (4a) et une deuxième (4b) couches minces isolantes électriquement respectivement sur une première (3a) et une deuxième (3b) couches métalliques supports, par exemple en aluminium ou en cuivre,(102)
- on dispose un premier (5a) et un deuxième (5b) ensembles de pistes métalliques conductrices respectivement sur la première (4a) et la deuxième (4b) couches minces isolantes électriquement,(103)
- on dispose un ensemble de plots thermoélectriques (7) en matériau semi-conducteur de type P et de type N entre le premier (5a) et le deuxième (5b) ensembles de pistes métalliques conductrices, lesdites pistes métalliques conductrices (5a, 5b) étant configurées pour relier en série l'ensemble de plots thermoélectriques (7) avec une alternance de plots de type P et de type N (105).

[Revendication 12] Procédé de fabrication d'un échangeur thermique (10) comprenant un premier conduit de circulation (11a) d'un premier fluide caloporteur et un deuxième conduit de circulation (11b) d'un deuxième fluide caloporteur entre lesquels est disposé au moins un module thermo-

électrique (1), ledit procédé comprenant les étapes suivantes :

- on dépose une première (4a) et une deuxième (4b) couches minces isolantes électriquement respectivement sur une première (3a) et une deuxième (3b) couches métalliques supports, par exemple en aluminium ou en cuivre,(102)

- on dispose un premier (5a) et un deuxième (5b) ensembles de pistes métalliques conductrices respectivement sur la première (4a) et la deuxième (4b) couches minces isolantes électriquement,(103)

- on dispose un ensemble de plots thermoélectriques (7) en matériau semi-conducteur de type P et de type N entre le premier (5a) et le deuxième (5b) ensembles de pistes métalliques conductrices, lesdites pistes métalliques conductrices (5a, 5b) étant configurées pour relier en série l'ensemble de plots thermoélectriques (7) avec une alternance de plots de type P et de type N, (105)

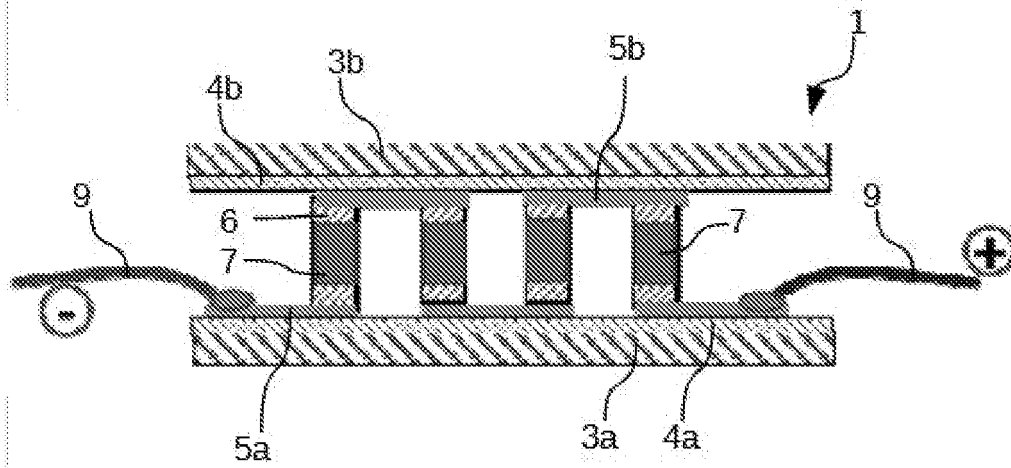
- on fixe un premier capot (11a) sur la première couche métallique support (3a) pour former le premier conduit de circulation (11a),(108)

- on fixe un deuxième capot (11b) sur la deuxième couche métallique support (3b) pour former le deuxième conduit de circulation (11b) (109).

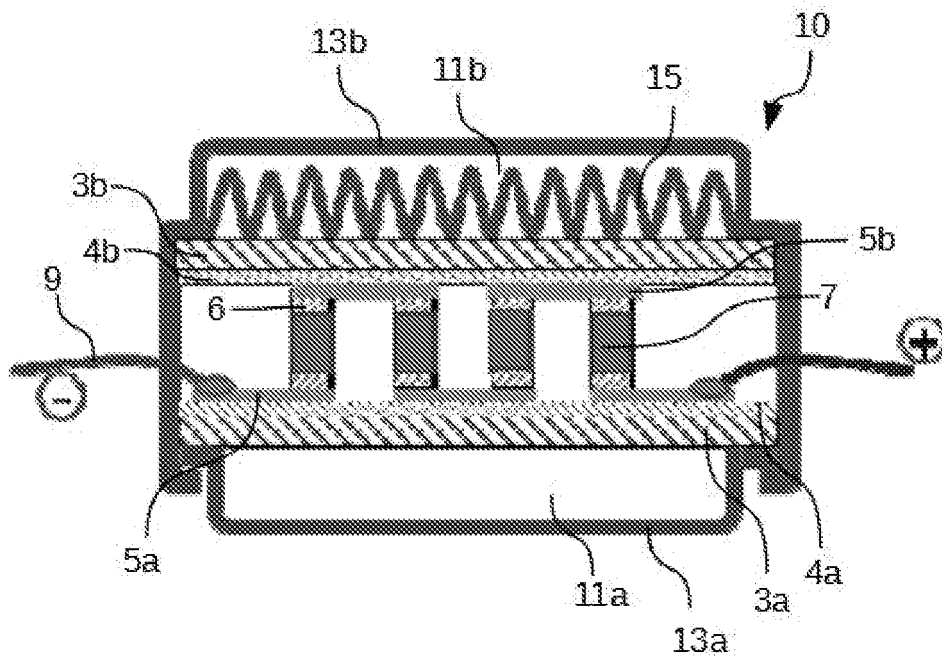
[Revendication 13]

Procédé de fabrication d'un échangeur thermique (10) selon la revendication précédente dans lequel le premier (11a) et le deuxième (11b) capots entourent le module thermoélectrique (1) et assurent le maintien des différents éléments du module thermoélectrique (1) par verrouillage mécanique.

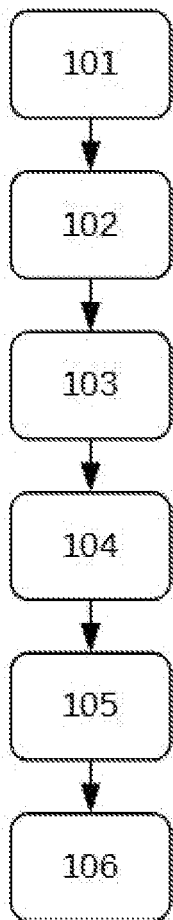
[Fig. 1]



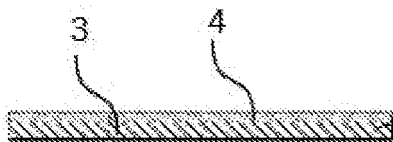
[Fig. 2]



[Fig. 3]



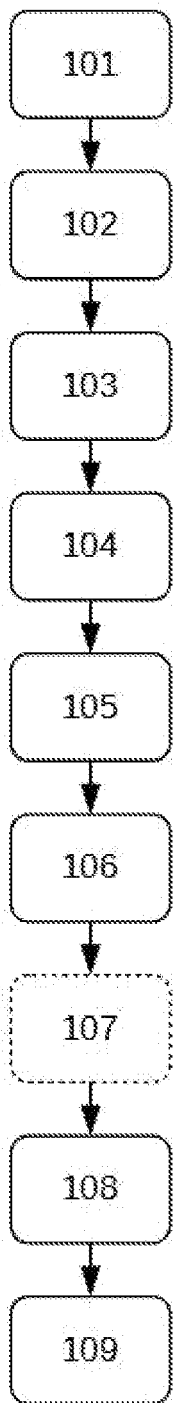
[Fig. 4]



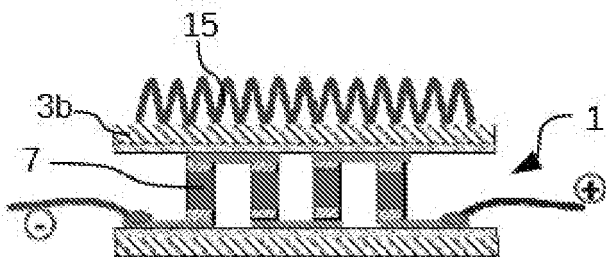
[Fig. 5]



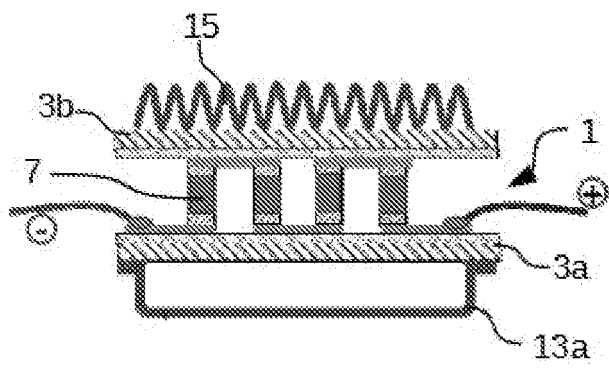
[Fig. 6]



[Fig. 7]



[Fig. 8]



**RAPPORT DE RECHERCHE
 PRÉLIMINAIRE**

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

 N° d'enregistrement
 national

 FA 885629
 FR 2011478

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	US 2006/157102 A1 (NAKAJIMA KENICHIRO [JP] ET AL) 20 juillet 2006 (2006-07-20)	1-3,6-13	H01L35/02 H01L35/28
Y	* abrégé * * figure 2 * * alinéas [0055] - [0056] * * alinéas [0058] - [0059] * * alinéa [0062] * * alinéa [0079] *	4,5,13	H01L35/34
X	US 2018/204993 A1 (HIMMER THOMAS [DE] ET AL) 19 juillet 2018 (2018-07-19)	1-6,11	
Y	* abrégé * * figure 1 * * alinéas [0014] - [0020] * * alinéas [0031] - [0033] * * alinéa [0036] *	4,5	
X	US 2013/081663 A1 (YANG JU HWAN [KR] ET AL) 4 avril 2013 (2013-04-04)	1-6,11	
Y	* abrégé * * figure 2 * * alinéas [0014] - [0030] * * alinéa [0058] * * alinéas [0068] - [0070] *	4,5	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) H01L
Y	US 9 466 778 B2 (SALZGEBER KURT [AT]; AVL LIST GMBH [AU]) 11 octobre 2016 (2016-10-11) * figures 11-14 *	13	
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
31 juillet 2021		Deconinck, Eric	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS 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 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			

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2011478 FA 885629**

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 **31-07-2021**
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
US 2006157102	A1	20-07-2006	AUCUN	

US 2018204993	A1	19-07-2018	CN 107710430 A	16-02-2018
			DE 102015202968 A1	25-08-2016
			EP 3259785 A1	27-12-2017
			US 2018204993 A1	19-07-2018
			WO 2016131606 A1	25-08-2016

US 2013081663	A1	04-04-2013	KR 20130035016 A	08-04-2013
			US 2013081663 A1	04-04-2013

US 9466778	B2	11-10-2016	CN 102369611 A	07-03-2012
			EP 2415088 A2	08-02-2012
			US 2012012146 A1	19-01-2012
			WO 2010112571 A2	07-10-2010
