

⑤④ Circuit caloporteur de cellules de batterie intégré au socle de ladite batterie et procédé de fabrication associé.

②② Date de dépôt : 07.11.22.

③③ Priorité :

⑥⑥ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

☐ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : *SAFRAN ELECTRICAL & POWER
Société par actions simplifiée (SAS) — FR.*

④③ Date de mise à la disposition du public
de la demande : 10.05.24 Bulletin 24/19.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 06.06.25 Bulletin 25/23.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑦② Inventeur(s) : PINARD Frédéric, KAPPLER Kevin et
THOMASSIER Sébastien.

⑦③ Titulaire(s) : *SAFRAN ELECTRICAL & POWER
Société par actions simplifiée (SAS).*

⑦④ Mandataire(s) : CASALONGA.



Description

Titre de l'invention : Circuit caloporteur de cellules de batterie intégré au socle de ladite batterie et procédé de fabrication associé.

Domaine technique

[0001] L'invention a pour domaine technique la protection de batteries à cellules multiples, et plus particulièrement, la protection de telles batteries contre l'emballement thermique.

Techniques antérieures

[0002] Les cellules électrochimiques d'une batterie sont généralement assemblées à l'intérieur d'un habillage (« casing » en langue anglaise), en contact avec un circuit caloporteur, dans lequel circule un liquide caloporteur.

[0003] Un tel habillage comprend généralement un plateau ou socle et une cloche coopérant avec le socle afin de délimiter un volume fermé à l'intérieur duquel sont disposées les cellules de la batterie.

[0004] Le circuit caloporteur est au contact du socle et se présente sous la forme d'un ensemble de tubes soudés, généralement connectés en parallèle. Lorsqu'ils sont connectés ainsi, le débit de liquide caloporteur est sensiblement égal à travers chaque tube. Par contre, une telle configuration a pour effet de créer un gradient thermique entre l'entrée et la sortie du circuit.

[0005] Dans certaines configurations, toutes les cellules ne peuvent être refroidies en parallèle. Le circuit caloporteur comprend alors des tubes connectés en parallèle et des tubes connectés en série. Combiné au gradient de température des zones en parallèle, cela a pour effet de ne pas soumettre toutes les cellules à un liquide caloporteur à la même température. Certaines cellules présentent alors une température plus élevée que les autres cellules. Il en est de même lorsqu'un grand nombre de cellules sont refroidies par un circuit en parallèle, les cellules près de l'entrée du circuit caloporteur présentent une température inférieure à celles près de la sortie.

[0006] Cette situation est préjudiciable car la température d'une cellule a un impact direct sur sa durée de vie, et plus particulièrement sur le vieillissement de la cellule. Dans une batterie comprenant plusieurs cellules, un vieillissement différencié des cellules est problématique car il peut engendrer une défaillance prématurée des cellules ayant vu les températures les plus élevées. De telles défaillances nécessitent des opérations de maintenance spécifiques.

[0007] Par ailleurs, le circuit caloporteur est généralement indépendant du socle de sorte à en faciliter la fabrication, le contrôle et la maintenance.

[0008] Cela a pour inconvénient d'augmenter la masse de l'ensemble, d'augmenter le

nombre de pièces à gérer et de requérir l'utilisation d'une interface thermique entre le socle et le circuit caloporteur afin de compenser le jeu mécanique entre les deux pièces et de favoriser les échanges thermiques. Cette interface thermique est généralement réalisée sous la forme d'un coussin thermique (« thermal pad » en langue anglaise), qui a un impact sur la masse et le cout de l'ensemble.

[0009] Il existe un besoin de réduction de la masse d'une batterie et de son système caloporteur, notamment dans une perspective d'application aéronautique.

[0010] Il existe également un besoin de réduction du gradient de température entre les différentes cellules.

Exposé de l'invention

[0011] L'invention a pour objet un support de batterie comprenant un socle et un circuit caloporteur, le circuit caloporteur comprenant un premier conduit et un deuxième conduit, une première extrémité du premier conduit permettant l'admission d'un liquide caloporteur, une première extrémité du deuxième conduit permettant la sortie dudit liquide caloporteur, le premier conduit et le deuxième conduit étant connectés ensemble par leur deuxième extrémité. Le premier conduit et le deuxième conduit sont délimités d'une part par le socle et d'autre part par un ensemble de parois, le premier conduit et le deuxième conduit partageant une paroi commune.

[0012] La section des parois du circuit caloporteur peut présenter une forme en E.

[0013] La section des parois du circuit caloporteur peut présenter une forme en W.

[0014] L'invention a également pour objet une batterie comprenant au moins une cellule disposée sur un support de batterie tel que décrit ci-dessus, les cellules étant disposées d'un côté du socle, le circuit caloporteur étant disposé de l'autre côté du socle de sorte s'étendre en regard de chaque cellule.

[0015] Le liquide caloporteur peut être choisi parmi un réfrigérant, de l'eau glycolée, ou un gaz, notamment de l'air.

[0016] Un autre objet de l'invention est un procédé de fabrication d'un support de batterie tel que décrit ci-dessus, comprenant les étapes suivantes :

[0017] - on fabrique un socle et un circuit caloporteur,

[0018] - on dispose le circuit caloporteur sur le socle,

[0019] - on fixe ensuite un outil de maintien au socle de sorte qu'il s'étende au-dessus du circuit caloporteur,

[0020] - on ajuste alors la pression exercée par l'outil de maintien sur le circuit caloporteur de sorte à réduire la distance entre les parois du circuit caloporteur et le socle,

[0021] - on réalise la soudure laser des parois du circuit caloporteur et du socle,

[0022] - on retire l'outil de maintien,

[0023] - on referme les trous éventuellement ménagés dans le socle pour fixer l'outil de

maintien en disposant et en soudant pour chacun d'eux une rondelle épaulée ou une pastille métallique.

- [0024] Un objet de l'invention est un procédé de fabrication d'un support de batterie tel que décrit plus haut, dans lequel le circuit caloporteur est réalisé par fabrication additive directement sur le socle.

Brève description des dessins

- [0025] D'autres buts, caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description suivante, donnée uniquement à titre d'exemple non limitatif et faite en référence aux dessins annexés sur lesquels :

- [0026] - la figure [Fig.1] illustre un premier mode de réalisation d'un circuit caloporteur,
- [0027] - la figure [Fig.2] illustre une vue en coupe du circuit caloporteur,
- [0028] - la figure [Fig.3] illustre une vue en coupe de la section du circuit caloporteur,
- [0029] - la figure [Fig.4] illustre un outil de maintien du circuit caloporteur sur le socle lors de la soudure,
- [0030] - la figure [Fig.5] illustre les principales étapes d'un procédé de fabrication d'un circuit caloporteur selon le premier mode de réalisation,
- [0031] - la figure [Fig.6] illustre une vue en coupe de la section du circuit caloporteur selon un deuxième mode de réalisation, et
- [0032] - la figure [Fig.7] illustre le deuxième mode de réalisation d'un circuit caloporteur,

Description détaillée

- [0033] Un habillage de batterie selon l'invention comprend une cloche et un socle à la surface duquel le circuit caloporteur est soudé. La figure [Fig.1] illustre le socle 1 et le circuit caloporteur 2.
- [0034] Le circuit caloporteur comprend un premier conduit 2a dans lequel circule le liquide admis dans le circuit et un deuxième conduit 2b dans lequel circule le liquide sortant du circuit caloporteur 2. L'admission du liquide caloporteur dans le premier conduit 2a se fait par sa première extrémité. La sortie du liquide caloporteur du deuxième conduit 2b se fait également par sa première extrémité. Le liquide caloporteur est choisi parmi un liquide réfrigérant, de l'eau glycolée, ou même un gaz tel que de l'air.
- [0035] Les deux conduits sont connectés ensemble par leur deuxième extrémité.
- [0036] Afin d'homogénéiser les températures entre les cellules de batterie, les inventeurs ont eu l'idée de faire partager une paroi aux deux conduits. La figure [Fig.2] illustre une vue en coupe selon un plan passant par un axe central de chaque conduit.
- [0037] Afin de réduire la masse de l'habillage de la batterie et d'augmenter l'efficacité de transfert, les inventeurs ont eu l'idée de supprimer la paroi du circuit caloporteur 2 au contact du socle. Il est ainsi possible de faire l'économie de la paroi du circuit caloporteur à l'interface avec le socle 1. La masse de l'ensemble est ainsi réduite de

même que l'inertie thermique de l'ensemble, facilitant les transferts de chaleur. La figure [Fig.3] illustre une vue en coupe normale aux axes de chaque conduit. Le plan de coupe A-A' de la figure [Fig.2] est illustré, de même que le socle 1, le premier conduit 2a et le deuxième conduit 2b.

- [0038] Il ressort de cette suppression que le circuit caloporteur 2 comprend une face ouverte et une forme en E. Les conduits 2a,2b ne sont ainsi aptes à recevoir le liquide caloporteur qu'une fois solidarisés au socle 1.
- [0039] On note que la forme en E du circuit caloporteur correspond aux besoins en termes de gestion thermique des cellules, notamment en termes de transfert de chaleur. Connaissant la capacité calorifique du liquide caloporteur employé, et la quantité d'énergie thermique à dissiper, on peut déterminer le débit nécessaire de liquide caloporteur. Connaissant la capacité des pompes de circulation embarquées, on peut déterminer la section nécessaire des conduits du circuit caloporteur. La section du circuit caloporteur peut être modifiée, notamment en termes de rapport de forme, pour tenir compte des contraintes structurelles des conduits. On pourra notamment adapter la hauteur du serpentin en fonction des tenues en flexion ou en torsion.
- [0040] Il ressort des considérations ci-dessus que le premier conduit dans lequel circule le liquide admis et le deuxième conduit dans lequel circule le liquide sortant sont tous deux en contact avec les mêmes composants, notamment avec les mêmes cellules. Combiné à la paroi commune, cela présente l'avantage d'une homogénéisation de la température entre le liquide caloporteur admis et le liquide caloporteur sortant de sorte que le gradient de température est réduit. De plus, la suppression de la paroi des conduits au contact du socle permet d'éviter une double interface du fait de la mise en contact de la paroi des conduits avec le socle. L'inertie thermique est réduite ce qui réduit encore plus le gradient de température.
- [0041] Dans un mode de réalisation particulier, le circuit caloporteur est conçu de sorte à être en contact avec les connecteurs électriques de la batterie.
- [0042] Un procédé de fabrication du circuit caloporteur décrit ci-dessus va maintenant être décrit.
- [0043] La coupe en E du circuit caloporteur, illustrée sur la figure [Fig.3], met en évidence l'accessibilité limitée de la paroi centrale du circuit caloporteur 2 lors de la soudure sur le socle 1.
- [0044] Dans un premier mode de réalisation, on soude le circuit caloporteur sur le socle par soudure laser. Une telle soudure est réalisée par transparence, de sorte que l'accessibilité limitée de la paroi centrale n'est pas problématique. Elle présente également l'avantage de ne pas nécessiter d'apport de métal, et donc d'ajout de masse.
- [0045] Par contre, une des principales contraintes de la soudure laser réside dans la distance entre les pièces à souder, en l'occurrence entre les parois et le socle. Cette distance doit

être inférieure à 0,2 mm avec les techniques actuelles.

- [0046] Afin d'assurer que cette contrainte est respectée entre les parois du circuit caloporteur et le socle, un outil de maintien a été développé. La figure [Fig.4] illustre cet outil de maintien 3, qui comprend une plaque métallique 4 munie d'un premier ensemble 5 de trous taraudés borgnes disposés en regard du socle 1 et d'un deuxième ensemble 6 de trous taraudés débouchant disposés au-dessus du circuit caloporteur 2.
- [0047] Un ensemble de trous 7 est réalisé dans le socle 1, en regard du premier ensemble 5 de trous taraudés borgnes. L'outil et le socle sont ensuite solidarités par l'intermédiaire d'entretoises 8 ajustées à la hauteur du circuit caloporteur 2 et de vis 9. Alternativement, des ensembles de paires tige fileté et écrou sont substitués aux vis 9.
- [0048] Le deuxième ensemble de trous 6 est muni d'autres vis 10, dont le vissage permet d'appliquer une pression sur le circuit caloporteur 2. Cette pression permet de réduire la distance entre les parois du circuit caloporteur 2 et le socle 1, en dessous de la distance limite pour la soudure laser.
- [0049] Le procédé de fabrication est illustré par la figure [Fig.5]. Il comprend une première étape 101 au cours de laquelle on dispose le circuit caloporteur 2 sur le socle 1. On fixe ensuite l'outil de maintien 3 au socle 1 de sorte qu'il s'étende au-dessus du circuit caloporteur 2, les vis 10 étant en contact avec le circuit caloporteur 2. On ajuste alors la pression sur le circuit caloporteur 2 en ajustant le vissage des vis 10 de sorte à réduire la distance entre les parois du circuit caloporteur 2 et le socle 1.
- [0050] Au cours d'une deuxième étape 102, on réalise la soudure laser. Au cours d'une troisième étape 103, on retire l'outil de maintien. Au cours d'une quatrième étape 104, chaque trou taraudé 7 ménagé dans le socle 1 et permettant de fixer l'outil de maintien est alors muni d'une rondelle épaulée ou d'une pastille métallique qui est également soudée par soudure laser.
- [0051] Le choix de la disposition et du nombre de trous du premier ensemble 5 dépend entre autres de la longueur du circuit caloporteur 2, de sa forme et la déformation du socle 1.
- [0052] Il est à noter que la soudure laser permet de souder des pièces en titane, qui est un matériau de très bonne tenue mécanique. La réalisation du circuit caloporteur en titane est particulièrement intéressante de par les contraintes mécaniques subies par celui-ci lors du refroidissement ou du chauffage des cellules de batterie, et de par la raideur conférée par le circuit caloporteur 2 au socle 1. Enfin, à dimensionnement égal, le titane présente une masse inférieure à l'acier inoxydable.
- [0053] Dans un autre mode de mise en œuvre du procédé de fabrication, le circuit caloporteur est réalisé par fabrication additive directement sur le socle. Afin de tenir compte des contraintes propres à une telle fabrication additive, la forme en E est remplacée par une forme en W dans laquelle chaque conduit 2a,2b présente une forme en triangle. La figure [Fig.6] illustre la forme en W du circuit caloporteur 2 tandis que

la figure [Fig.7] est une vue plongeante sur le circuit caloporteur 2 formé sur le socle 1 par fabrication additive.

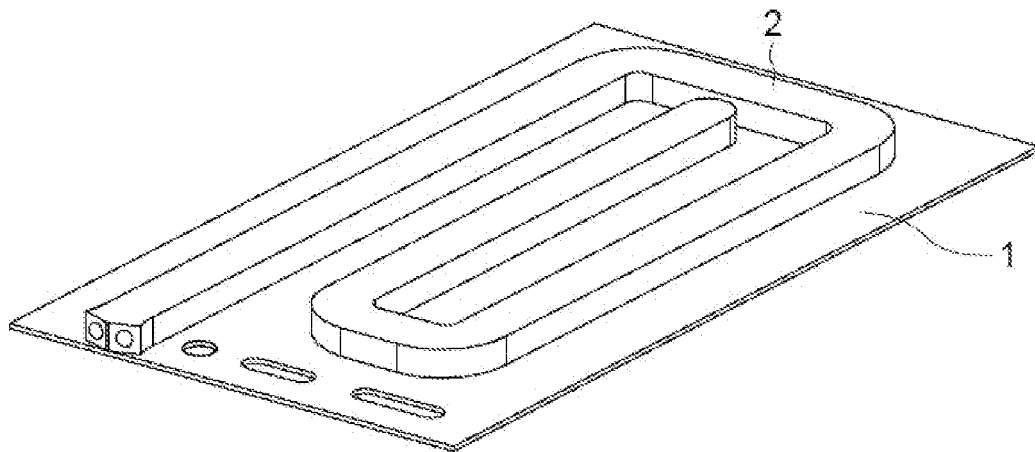
[0054] La description ci-dessus illustre le refroidissement de cellules de batterie.

Néanmoins, il est connu que le réchauffement de telles cellules peut également être bénéfique, notamment dans le cadre d'une recharge à basse température. Un tel mode de réalisation est également compris dans la portée de l'invention dans la mesure où il ne diffère que par un apport de chaleur réalisé par l'intermédiaire de la circulation d'un liquide caloporteur chauffé à la place du retrait de chaleur réalisé par l'intermédiaire de la circulation d'un liquide caloporteur refroidi décrit ci-dessus.

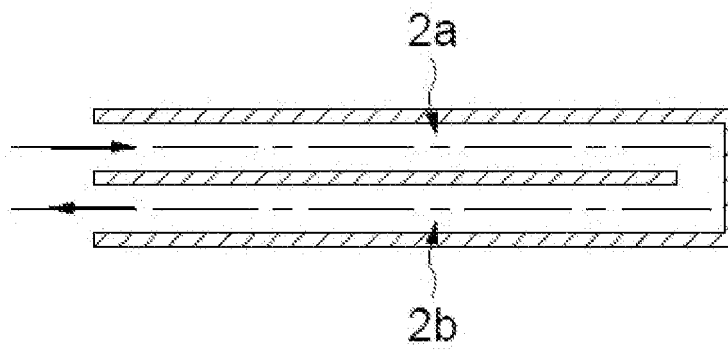
Revendications

- [Revendication 1] Support de batterie comprenant un socle (1) et un circuit caloporteur (2), le circuit caloporteur (2) comprenant un premier conduit (2a) et un deuxième conduit (2b), une première extrémité du premier conduit (2a) permettant l'admission d'un liquide caloporteur, une première extrémité du deuxième conduit (2b) permettant la sortie dudit liquide caloporteur, le premier conduit (2a) et le deuxième conduit (2b) étant connectés ensemble par leur deuxième extrémité, le support de batterie étant caractérisé par le fait que le premier conduit (2a) et le deuxième conduit (2b) sont délimités d'une part par le socle (1) et d'autre part par un ensemble de parois, le premier conduit (2a) et le deuxième conduit (2b) partageant une paroi commune, la section des parois du circuit caloporteur (2) présente une forme en W, le circuit caloporteur étant réalisé par fabrication additive.
- [Revendication 2] Batterie comprenant au moins une cellule disposée sur un support de batterie tel que revendiqué dans la revendication 1, les cellules étant disposées d'un côté du socle (1), le circuit caloporteur (2) étant disposé de l'autre côté du socle (1) de sorte s'étendre en regard de chaque cellule.
- [Revendication 3] Batterie selon la revendication 2, dans laquelle le liquide caloporteur est choisi parmi un réfrigérant, de l'eau glycolée, ou un gaz, notamment de l'air.
- [Revendication 4] Procédé de fabrication d'un support de batterie tel que revendiqué dans la revendication 1, au cours duquel le circuit caloporteur est réalisé par fabrication additive directement sur le socle.

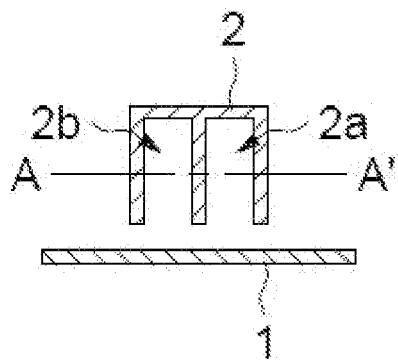
[Fig. 1]



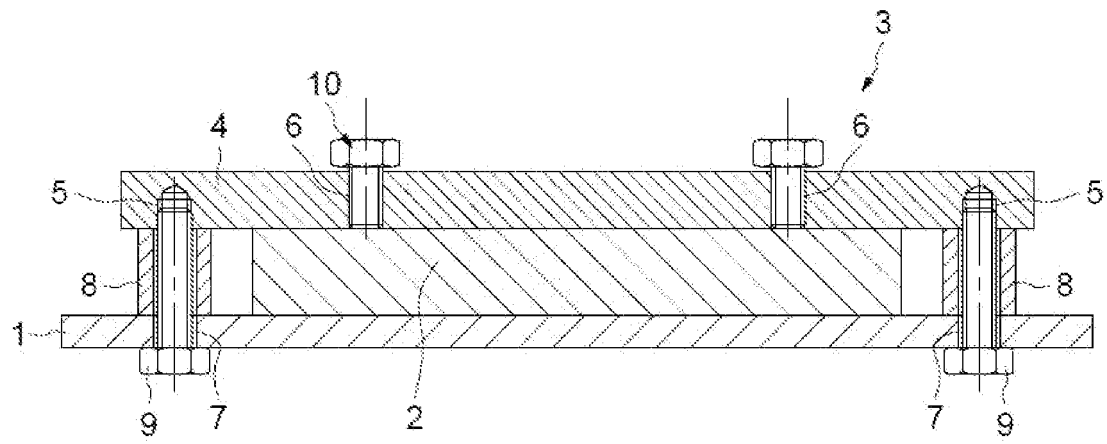
[Fig. 2]



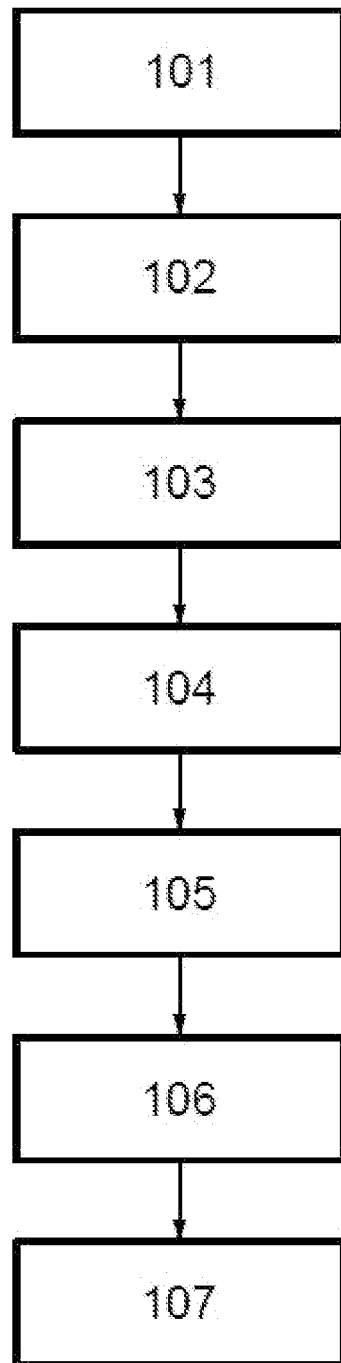
[Fig. 3]



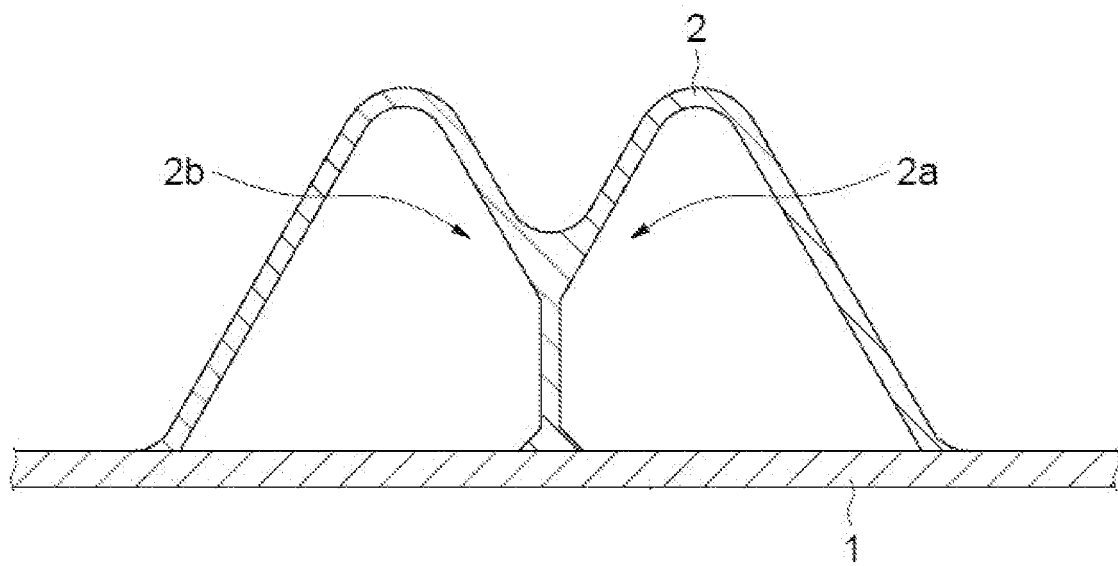
[Fig. 4]



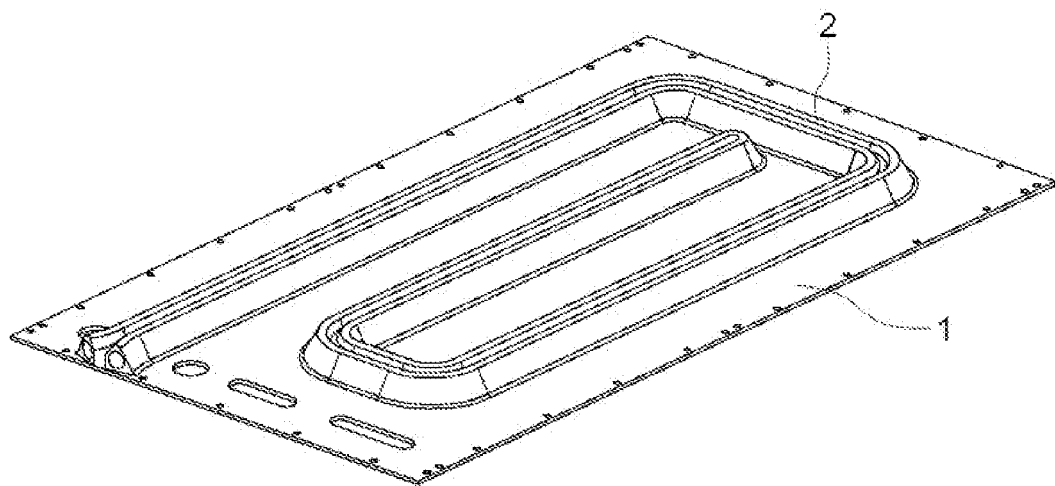
[Fig. 5]



[Fig. 6]



[Fig. 7]



RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveau) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

☒ Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.

☐ Le demandeur a maintenu les revendications.

☒ Le demandeur a modifié les revendications.

☐ Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.

☐ Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.

☐ Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

☐ Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.

☒ Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.

☐ Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.

☐ Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

**1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN
CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION**

NEANT

**2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN
TECHNOLOGIQUE GENERAL**

EP 2 851 991 A1 (HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS LTD [JP])
25 mars 2015 (2015-03-25)

EP 3 972 034 A1 (LG ENERGY SOLUTION LTD [KR])
23 mars 2022 (2022-03-23)

WO 2017/002325 A1 (SANYO ELECTRIC CO [JP])
5 janvier 2017 (2017-01-05)

**3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND
DE LA VALIDITE DES PRIORITES**

NEANT