

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
COURBEVOIE

①1 N° de publication : **3 144 738**
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

②1 N° d'enregistrement national : **22 14624**

⑤1 Int Cl⁸ : **H 05 K 7/20 (2023.01), H 02 M 7/00, 1/00**

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

⑫② Date de dépôt : 29.12.22.

⑫③ Priorité :

⑫④ Date de mise à la disposition du public de la demande : 05.07.24 Bulletin 24/27.

⑫⑤ Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du présent fascicule*

⑫⑥ Références à d'autres documents nationaux apparentés :

Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : **Valeo eAutomotive France SAS SAS**
— FR.

⑦② Inventeur(s) : **Pouilly Aurélien, Mortain Eloi, Rouet Amaury et Narayanan Sreenath.**

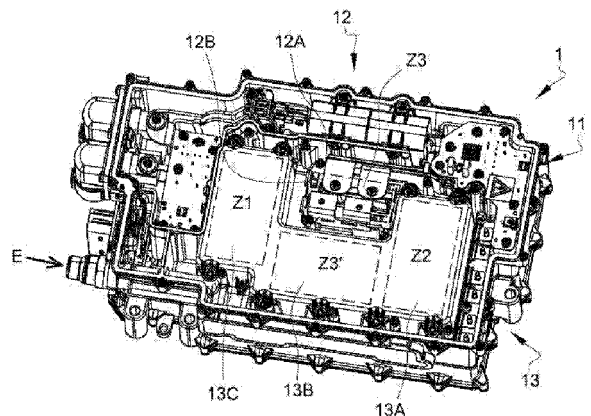
⑦③ Titulaire(s) : **Valeo eAutomotive France SAS SAS.**

⑦④ Mandataire(s) : **Valeo eAutomotive France SAS - Service Propriété Intellectuelle.**

⑤④ **Convertisseur d'énergie électrique destiné à être couplé à un dispositif d'échange thermique.**

⑤⑦ L'invention se rapporte à un convertisseur (1) d'énergie électrique comportant un boîtier (11) dans lequel est monté au moins un module (13) électronique de puissance, un ensemble de canalisations étant agencé pour évacuer la chaleur générée dans le boîtier (11) dans deux zones distinctes (Z1, Z2) du boîtier 11 et au moins un composant d'un autre module (12) électronique étant monté sur une troisième zone (Z3), formée entre lesdites deux zones (Z1, Z2) distinctes du boîtier (11), pour bénéficier du refroidissement de ces deux dernières.

Figure pour l'abrégé : figure 9



FR 3 144 738 - A1



Description

Titre de l'invention : Convertisseur d'énergie électrique destiné à être couplé à un dispositif d'échange thermique

Domaine technique de l'invention

[0001] L'invention concerne le domaine des convertisseurs d'énergie électrique et, notamment, un tel convertisseur d'énergie électrique destiné à être couplé à un dispositif d'échange thermique.

Arrière-plan technique

[0002] Un convertisseur d'énergie électrique est un circuit électrique permettant de régler et de contrôler le transfert d'énergie entre un générateur et un récepteur. Les composants constituant ce convertisseur peuvent être des condensateurs, des inductances, des transformateurs et des semi-conducteurs de puissance fonctionnant comme des interrupteurs.

[0003] Un convertisseur a pour rôle de transformer l'énergie électrique disponible en une forme appropriée afin d'alimenter une machine électrique. La source d'énergie disponible peut avoir une forme alternative ou une forme continue. Typiquement, il existe quatre familles de convertisseurs : un hacheur ou convertisseur DCDC (convertisseur continu-continu), un gradateur/cycloconvertisseur (convertisseur alternatif-alternatif), un redresseur (convertisseur alternatif-continu) et un onduleur (convertisseur continu-alternatif). Le transfert d'énergie peut parfois s'effectuer dans les deux sens. Dans ce cas, on parle de convertisseur bidirectionnel en puissance ou convertisseur à récupération d'énergie.

[0004] Tous ces convertisseurs rencontrent le même problème de s'échauffer facilement notamment dans le cas de fortes puissances. À cause de cet échauffement, le rendement de ces convertisseurs peut être fortement diminué voire certaines connexions peuvent être endommagées à cause des dilatations différentes entre les matériaux utilisés et/ou du dépassement de la température critique de certains composants (par exemple il est préconisé de ne pas dépasser 175 °C pour le silicium).

Résumé de l'invention

[0005] L'invention a notamment pour but de proposer un convertisseur d'énergie électrique destiné à être couplé à un dispositif d'échange thermique permettant, par circulation d'un liquide de refroidissement, une évacuation plus efficace de la chaleur générée dans le convertisseur d'énergie électrique même s'il est de forte puissance pour garantir un fonctionnement optimal et une durée de vie maximale du convertisseur d'énergie électrique.

[0006] À cet effet, l'invention a pour objet un convertisseur d'énergie électrique comportant

un boîtier dans lequel est monté au moins un module électronique de puissance afin de transformer un signal électrique d'entrée en un signal électrique de sortie, caractérisé en ce que le boîtier comporte un ensemble de canalisations destiné à recevoir un liquide de refroidissement de la chaleur générée dans le boîtier et agencé pour évacuer la chaleur générée dans le boîtier dans deux zones distinctes du boîtier sur lesquelles est monté un premier bloc de composant électronique et en ce que au moins un autre bloc de composant électronique est monté sur une troisième zone, formée entre lesdites deux zones distinctes du boîtier, pour bénéficier du refroidissement de ces deux zones.

[0007] Avantageusement selon l'invention, il a pu être observé qu'un effet synergique d'évacuation de chaleur existe entre les deux zones distinctes du boîtier, notamment ladite troisième zone qui ne bénéficie pas de la même efficacité desdites deux premières zones distinctes du boîtier mais qui est notablement refroidie. Il a donc été imaginé selon l'invention de réorganiser dans le boîtier les composants générant le plus de chaleur afin d'être à l'aplomb de ou entre lesdites deux premières zones distinctes du boîtier pour réguler thermiquement un maximum de composants sans qu'ils soient tous à l'aplomb d'une zone d'échange thermique avec l'ensemble de canalisations. À titre d'exemple nullement limitatif, les composants comportant des condensateurs peuvent ainsi être montés au niveau desdites deux premières zones distinctes du boîtier du fait qu'ils sont des composants générant de fortes chaleurs en fonctionnement.

[0008] En outre, avantageusement selon l'invention, l'ensemble de canalisations permet d'évacuer la chaleur générée dans le boîtier dans au moins deux zones distinctes du boîtier de manière plus homogène qu'un refroidissement obtenu au moyen de plusieurs circuits de refroidissement distincts ou d'un unique circuit en série passant consécutivement par une première zone puis une deuxième zone. On comprend donc que les composants montés dans le boîtier auront des refroidissements distincts équivalents et, donc, des vieillissements équivalents ce qui permet aux composants montés dans le boîtier de présenter des durées de vie davantage homogènes entre eux, c'est-à-dire de les « user » de manière davantage équivalente.

[0009] L'invention comporte en variante l'une ou plusieurs des caractéristiques optionnelles suivantes, prises seules ou en combinaison.

[0010] Les trois zones du boîtier peuvent être coplanaires avantageusement selon l'invention. En effet, la troisième zone n'ayant pas besoin d'installation de refroidissement, chaque composant y étant monté est plus simplement intégré. On comprend immédiatement que la réorganisation des composants de manière coplanaire va également permettre d'obtenir un convertisseur plus compact nécessitant moins d'étape lors du procédé d'assemblage.

[0011] Un premier bloc de composant électronique peut être monté au moins partiellement à l'aplomb d'une desdites deux zones distinctes du boîtier et peut entourer au moins par-

tiellement un deuxième bloc de composant électronique, différent du premier bloc, afin que le deuxième bloc bénéficie du refroidissement du premier bloc de composant. De manière surprenante, il a été trouvé que cette répartition apportait un refroidissement non négligeable du deuxième bloc de composant. On comprend ainsi qu'on obtient une faible différence thermique entre les trois zones du boîtier. Bien entendu, l'écartement entre les deux premières zones ne doit être tel que les effets synergiques ne sont plus retrouvés. De manière empirique, il a été trouvé qu'un écartement entre les deux premières zones équivalent à une à deux fois la moyenne des largeurs desdites deux premières zones (les deux largeurs selon la même direction que l'écartement, la somme des largeurs étant divisée par deux) donnait pleine satisfaction.

[0012] Le premier bloc de composant peut être réparti sous forme de U dans le boîtier, les deux faces parallèles du U étant montées respectivement à l'aplomb desdites deux premières zones distinctes du boîtier et le deuxième bloc de composant pouvant être monté entre les deux faces parallèles du U du premier bloc de composant. Un pont thermique de refroidissement est créé entre les deux premières zones distinctes par le premier bloc en U ce qui permet encore d'améliorer le refroidissement du deuxième bloc de composant. On comprend ainsi qu'on obtient une température similaire au niveau des deux premières zones et de la troisième zone du boîtier.

[0013] Cela n'empêche pas les deux blocs de composants à refroidir de pouvoir subir des températures différentes suivant leur nature. Selon un exemple particulier, le premier bloc de composant peut comporter au moins un condensateur de liaison de courant continu (connu en anglais sous le nom de « DC link ») et le deuxième bloc de composant peut comporter un élément du filtre de compatibilité électromagnétique (connu en anglais sous le nom de « EMC filter »). Dans cet exemple, le premier bloc de composant en U peut généralement être régulé autour de 100 °C alors que le deuxième bloc de composant peut subir une température pouvant s'élever jusqu'à 200 °C. Ainsi, malgré le refroidissement homogène des trois zones du boîtier, les deux blocs de composants suivant leurs natures respectives pourront éventuellement être régulés thermiquement à des températures différentes.

[0014] Dans ce même exemple particulier, afin d'encore améliorer le refroidissement du deuxième bloc de composant, le filtre de compatibilité électromagnétique du deuxième bloc de composant peut comporter un corps de ferrite qui est plaqué contre la troisième zone du boîtier à l'aide d'un support, le corps de ferrite comportant au moins une couche thermiquement conductrice (parfois connu sous l'abréviation anglaise « TIM » pour « thermal interface material ») pour améliorer son refroidissement via le support et/ou la troisième zone du boîtier. En effet, il est habituel que le support possède une surface de contact très faible au regard de la surface externe du corps de ferrite. Par ailleurs, la ferrite elle-même peut être moins avantageuse en termes de transmission

thermique que la couche thermiquement conductrice. Cette variante permet donc d'apporter une surface d'échange thermique optimisées pour améliorer le refroidissement de l'élément dégageant le plus de chaleur de cet exemple de deuxième bloc de composant par le support, par la troisième zone du boîtier ou par les deux en même temps. On comprend dans ce dernier cas qu'on utilisera préférentiellement une première couche thermiquement conductrice entre la troisième zone du boîtier et le corps de ferrite et une deuxième couche thermiquement conductrice entre le corps de ferrite et le support (les première et deuxième couches pouvant être une seule et même couche).

[0015] Selon une variante particulière, l'ensemble de canalisations comporte deux cavités formant chacune une zone et au moins un composant appartenant à un premier module électronique de puissance peut être monté sur une desdites deux zones distinctes et au moins un composant appartenant à un deuxième module électronique de puissance peut être monté sur l'autre desdites deux zones distinctes. Dans cette variante, chaque cavité est agencée pour porter sur une première face un des modules électroniques de puissance et sur une deuxième face, opposée à la première face, un des blocs de composant électronique.

[0016] Le boîtier peut être configuré pour former l'ensemble de canalisations selon un circuit parallèle à deux branches entre une entrée unique et une sortie unique permettant d'améliorer l'évacuation de la chaleur générée dans le boîtier dans les deux zones distinctes du boîtier. Ainsi, avantageusement selon l'invention, l'ensemble de canalisations est directement formé par une (ou plusieurs) paroi(s) du boîtier par des évidements traversants ou non et/ou des dégagements ménagés dans une (ou plusieurs) paroi(s) s'étendant vers l'intérieur ou vers l'extérieur du boîtier. On comprend donc qu'aucune canalisation pour un liquide de refroidissement n'est ajoutée à part celles déjà formées par le boîtier lui-même. L'invention permet donc une intégration et une compacité améliorée pour refroidir les composants du convertisseur d'énergie électrique.

[0017] Il est notamment possible, avantageusement selon l'invention, de pouvoir définir à l'avance les localisations respectives d'une entrée et d'une sortie en fonction du montage souhaité du convertisseur d'énergie électrique avec un autre organe, tel par exemple qu'une pompe de circulation du liquide de refroidissement, compris par exemple dans le véhicule où est monté le convertisseur d'énergie électrique pour limiter les longueurs de branchement entre les organes. De manière connexe, il est simple de maximiser la surface de support refroidie des composants dudit au moins un module électronique de puissance pour offrir une évacuation optimale de la chaleur générée par les composants dudit au moins un module électronique de puissance (localisation au plus près des composants et selon une grande étendue de surface

d'échanges thermiques).

[0018] En outre, avantageusement selon l'invention, le circuit parallèle permet d'évacuer la chaleur générée dans le boîtier dans deux zones distinctes du boîtier qui peuvent être actuellement refroidies au moyen de plusieurs circuits de refroidissement distincts. En effet, grâce à l'ensemble des canalisations intégré au boîtier, toutes les zones à l'intérieur du boîtier deviennent accessibles et plusieurs zones distinctes peuvent être, avantageusement selon l'invention, reliées entre elles sans complexifier et/ou multiplier inutilement des éléments pour refroidir l'intérieur du boîtier.

[0019] Le convertisseur d'énergie électrique peut être un onduleur afin de transformer le signal électrique d'entrée du type continu en signal électrique de sortie du type alternatif et inversement. Bien entendu, le convertisseur d'énergie électrique n'est pas limité à un onduleur (convertisseur continu-alternatif) mais pourrait également être un hacheur (convertisseur continu-continu), un gradateur (convertisseur alternatif-alternatif), un redresseur (convertisseur alternatif-continu) sans sortir du cadre de l'invention.

[0020] Préférentiellement selon l'invention, le convertisseur d'énergie électrique est bidirectionnel, c'est-à-dire permet de transformer l'énergie électrique en courant continu en courant alternatif dans un premier mode (fonction onduleur par exemple quand la machine électrique tournante déplace le véhicule alimentée par la source d'alimentation électrique) et de transformer l'énergie électrique en courant alternatif en courant continu dans un deuxième mode (fonction redresseur par exemple quand la machine électrique tournante est déplacée par le véhicule pour recharger la source d'alimentation électrique).

Brève description des figures

[0021] D'autres particularités et avantages de l'invention ressortiront clairement de la description qui en est faite ci-après, à titre indicatif et nullement limitatif, en référence aux dessins annexés, dans lesquels :

[0022] [Fig.1] est une vue schématique d'un exemple de véhicule comportant un ensemble électrique selon l'invention ;

[0023] [Fig.2] est une vue en perspective d'un exemple de convertisseur d'énergie électrique selon l'invention ;

[0024] [Fig.3] est une vue en perspective d'un exemple d'ensemble de canalisations d'un convertisseur d'énergie électrique selon un premier mode de réalisation de l'invention ;

[0025] [Fig.4] est une vue en perspective d'un exemple d'ensemble de canalisations d'un convertisseur d'énergie électrique selon un deuxième mode de réalisation de l'invention ;

[0026] [Fig.5] est une vue en coupe selon le plan V-V de la [Fig.2] ;

- [0027] [Fig.6] est une vue en perspective d'un exemple de carter principal d'un convertisseur d'énergie électrique selon l'invention ;
- [0028] [Fig.7] est une vue en perspective de la [Fig.6] tournée à 180 ° par rapport à un axe vertical centré sur le boîtier ;
- [0029] [Fig.8] est une vue en perspective d'un exemple d'élément dissipateur thermique selon l'invention ;
- [0030] [Fig.9] est une vue en perspective d'un exemple d'organisation dans le boîtier de composants du module électronique de puissance selon l'invention.

Description détaillée

- [0031] Sur les différentes figures, les éléments identiques ou similaires portent les mêmes références, éventuellement additionnés d'un indice. La description de leur structure et de leur fonction n'est donc pas systématiquement reprise.
- [0032] Dans tout ce qui suit, les orientations sont les orientations des figures. En particulier, les termes « supérieur », « inférieur », « gauche », « droit », « au-dessus », « en-dessous », « vers l'avant » et « vers l'arrière » s'entendent généralement par rapport au sens de représentation des figures. En outre, les termes « amont » et « aval » s'entendent par rapport au sens de circulation du liquide de refroidissement dans l'ensemble 7 de canalisations du boîtier 11.
- [0033] Par « convertisseur 1 d'énergie électrique de forte puissance », on entend un convertisseur 1 d'énergie électrique capable de transformer des signaux électriques d'entrée et de sortie au moins égaux à 50 kilowatts.
- [0034] Par « boîtier 11 configuré pour former un ensemble 7 de canalisations », on entend que l'ensemble 7 de canalisations est, préférentiellement, directement formé par une (ou plusieurs) paroi(s) du boîtier 11 par des évidements traversants ou non et/ou des dégagements ménagés dans une (ou plusieurs) paroi(s) s'étendant vers l'intérieur ou vers l'extérieur du boîtier 11, c'est-à-dire préférentiellement ne comporte pas de canalisation rajoutée au boîtier 11.
- [0035] Par « liquide de refroidissement », on entend un liquide destiné à rester sous forme liquide dans la plage de températures considérée en fonctionnement normal comme, par exemple, entre - 40°C et 65°C, lors de sa circulation dans l'ensemble 7 de canalisations du boîtier 11 afin d'échanger, par contact, la chaleur d'au moins une partie des composants d'au moins un module électronique de puissance.
- [0036] Par « circuit parallèle », on entend que l'ensemble 7 de canalisations comporte, à partir d'une entrée E unique, une division en au moins deux branches indépendantes (ou « branches parallèles ») formant chacune une zone Z1, Z2 distincte de refroidissement du boîtier 11 qui finissent par se rejoindre vers une sortie S unique.
- [0037] Par « section de canalisation », on entend la surface obtenue par la largeur et la

hauteur de la canalisation qui est sensiblement perpendiculaire à la direction de circulation du liquide de refroidissement dans la canalisation.

- [0038] L'invention s'applique à tout type de convertisseurs 1 d'énergie électrique tel que pour une chaîne de traction au moins partiellement électrique telle que la micro-hybridation, l'hybridation légère, l'hybridation, l'hybridation rechargeable ou à moteur uniquement électrique, notamment ceux destinés à équiper des véhicules 2 de type tourisme, SUV (« Sport Utility Vehicles »), deux roues (notamment motos), avions, véhicules industriels choisis parmi camionnettes, « Poids – lourds » - c'est-à-dire métro, bus, engins de transport routier (camions, tracteurs, remorques), véhicules hors-la-route tels qu'engins agricoles ou de génie civil -, ou autres véhicules de transport ou de manutention ou drone.
- [0039] Dans l'exemple illustré à la [Fig.1], le véhicule 2 comporte un ensemble 3 électrique comprenant principalement au moins un convertisseur 1 d'énergie électrique, au moins un dispositif 5 d'échange thermique avec le convertisseur 1 d'énergie électrique, au moins une source 4 d'alimentation électrique et au moins une machine 6 électrique tournante. La source 4 d'alimentation électrique est préférentiellement conçue pour fournir une tension continue, par exemple comprise entre 12 V et 800 V, tel que 48 V ou 400V. La source 4 d'alimentation électrique comporte par exemple au moins une batterie rechargeable. La source 4 d'alimentation électrique ne sera pas d'avantage décrite ci-après car elle n'appartient au cœur de l'invention.
- [0040] La machine 6 électrique tournante tel qu'un moteur électrique comporte préférentiellement au moins un élément tournant comportant plusieurs enroulements de phase (non représentés) destinés à présenter des tensions de phase respectives. Dans l'exemple illustré à la [Fig.1], la machine 6 électrique est destinée à entraîner au moins une roue du véhicule 2 pour déplacer ce dernier à la demande de l'utilisateur en mode moteur et est destinée à recharger la source d'alimentation 4, tel qu'une batterie, par exemple lors d'une phase de freinage du véhicule.
- [0041] Le convertisseur 1 d'énergie électrique est connecté entre la source 4 d'alimentation électrique et la machine 6 électrique tournante pour effectuer une conversion entre la tension continue la source 4 d'alimentation électrique vers au moins une tension de phase de la machine 6 électrique tournante. Bien entendu, le convertisseur 1 d'énergie électrique n'est pas limité à un onduleur (convertisseur continu-alternatif) mais pourrait également être un hacheur (convertisseur continu-continu), un gradateur (convertisseur alternatif-alternatif), un redresseur (convertisseur alternatif-continu) sans sortir du cadre de l'invention.
- [0042] Préférentiellement selon l'invention, le convertisseur 1 d'énergie électrique est bidirectionnel, c'est-à-dire qu'il permet de transformer l'énergie électrique en courant continu en courant alternatif dans un premier mode (fonction onduleur par exemple

quand la machine 6 électrique tournante déplace le véhicule 2 alimentée par la source 4 d'alimentation électrique) et de transformer l'énergie électrique en courant alternatif en courant continu dans un deuxième mode (fonction redresseur par exemple quand la machine 6 électrique tournante est déplacée par le véhicule 2 pour recharger la source 4 d'alimentation électrique).

[0043] Le convertisseur 1 d'énergie électrique peut comporter un boîtier 11 dans lequel est monté au moins un module électronique de puissance comportant une ou plusieurs lignes électriques de phase destinées être respectivement connectées à une ou plusieurs phases de la machine 6 électrique tournante, pour fournir chaque tension de phase respective. Le convertisseur 1 d'énergie électrique peut également comprendre un bornier destiné à être connecté à la source 4 d'alimentation. Le bornier peut comprendre au moins deux bornes connectées électriquement respectivement aux lignes positive et négative.

[0044] Le module électronique de puissance peut ainsi comporter de manière connue au moins un interrupteur commandable par exemple agencé pour former un bras de hachage. Chaque interrupteur commandable peut être un transistor, par exemple des transistors à effet de champ à structure métal-oxyde-semi-conducteur (connu des termes anglais « Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor » ou MOSFET) ou un transistor de type IGBT. Le module électronique de puissance peut comporter également au moins une capacité de filtrage de manière connue. La capacité de filtrage peut, par exemple, être formée par au moins un condensateur. Enfin, chaque composant électronique du module électronique de puissance est fixé et connecté par exemple à l'aide d'au moins une plaque formant un circuit imprimé.

[0045] Dans l'exemple illustré à la [Fig.2], le boîtier 11 comporte une paroi 11B formant un carter délimitant principalement une chambre supérieure et une chambre inférieure du boîtier 11 (mieux visible à la [Fig.5]). Des parois 11A de dessus et 11E de dessous ferment respectivement les chambres supérieure et inférieure du boîtier 11. Enfin, comme cela sera mieux expliqué ci-après, dans une variante particulière, des parois latérales 11C d'entrée et 11D de sortie peuvent en outre fermer respectivement un dégagement latéral de la paroi 11B pour former respectivement des canalisations communes 8B amont et aval 8G de l'ensemble 7 de canalisations.

[0046] Avantagement selon l'invention, le boîtier 11 comporte un ensemble 7 de canalisations destiné à recevoir un liquide de refroidissement de la chaleur générée dans le boîtier 11 (c'est-à-dire aussi bien dans la chambre inférieure que dans la chambre supérieure) et agencé pour évacuer la chaleur générée dans le boîtier 11 dans au moins deux zones Z1, Z2 distinctes du boîtier 11. Plus précisément, l'ensemble 7 de canalisations du convertisseur 1 d'énergie électrique est destiné à coopérer entre une entrée E et une sortie S avec un dispositif 5 d'échange thermique qui peut notamment

comporter un générateur de flux, tel qu'une pompe de circulation, d'un liquide de refroidissement destiné à imposer une circulation du liquide de refroidissement dans l'ensemble 7 de canalisations du boîtier 11 du convertisseur 1 d'énergie électrique afin d'évacuer la chaleur générée dans le boîtier 11 par les zones Z1, Z2 distinctes du boîtier 11.

- [0047] On comprend donc l'ensemble de canalisation 7 du convertisseur 1 d'énergie électrique permet de maintenir les composants du convertisseur 1 d'énergie électrique à leur température optimale afin de garantir un fonctionnement optimisé (maintien au meilleur rendement énergétique) et robuste (variations de température optimales pour une durée de vie plus longue) du convertisseur 1 d'énergie électrique.
- [0048] L'ensemble 7 de canalisations peut être formé par des canalisations rapportées à l'intérieur et/ou l'extérieur du boîtier 11 (ou, comme dans l'exemple illustré aux figures 2 à 7, agencé dans le boîtier 11) pour former préférentiellement un circuit parallèle à deux branches entre une entrée E unique et une sortie S unique permettant d'évacuer la chaleur générée dans le boîtier 11 dans les deux zones Z1, Z2 distinctes du boîtier 11. Ainsi, avantageusement selon l'invention, le circuit parallèle permet d'évacuer la chaleur générée dans le boîtier 11 dans deux zones Z1, Z2 distinctes du boîtier 11 qui peuvent être actuellement refroidies au moyen de plusieurs circuits de refroidissement distincts ou d'un unique circuit en série passant consécutivement par une première zone puis une deuxième zone.
- [0049] Selon une variante particulière de l'invention, le boîtier 11 peut être configuré pour former l'ensemble 7 de canalisations selon un circuit parallèle à deux branches entre une entrée E unique et une sortie S unique permettant d'améliorer l'évacuation de la chaleur générée dans le boîtier 11 dans les deux zones Z1, Z2 distinctes du boîtier 11. Ainsi, avantageusement selon l'invention, l'ensemble 7 de canalisations est directement formé par une (ou plusieurs) paroi(s) du boîtier 11 par des évidements traversants ou non et/ou des dégagements ménagés dans une (ou plusieurs) paroi(s) s'étendant vers l'intérieur ou vers l'extérieur du boîtier 11. On comprend donc qu'aucune canalisation pour un liquide de refroidissement n'est utile d'être ajoutée à part celles déjà formées par le boîtier 11 lui-même. Cette variante particulière de l'invention permet donc une intégration et une compacité améliorée pour refroidir les composants du convertisseur d'énergie électrique.
- [0050] Il est notamment possible, avantageusement selon cette variante de l'invention, de pouvoir définir à l'avance les localisations respectives d'une entrée E et d'une sortie S en fonction du montage souhaité du convertisseur d'énergie électrique avec un autre organe, tel par exemple qu'une pompe de circulation du liquide de refroidissement, compris par exemple dans le véhicule 2 où est monté le convertisseur 1 d'énergie électrique pour limiter les longueurs de branchement entre les organes. De manière

connexe, il est simple de maximiser la surface de support refroidie des composants dudit au moins un module électronique de puissance pour offrir une évacuation optimale de la chaleur générée par les composants dudit au moins un module électronique de puissance (localisation au plus près des composants et selon une grande étendue de surface d'échanges thermiques).

[0051] En outre, avantageusement selon l'invention, le circuit parallèle de l'ensemble 7 de canalisations permet d'évacuer la chaleur générée dans le boîtier 11 dans au moins deux zones Z1, Z2 distinctes du boîtier 11 de manière plus homogène qu'un refroidissement obtenu au moyen de plusieurs circuits de refroidissement distincts ou d'un unique circuit en série passant consécutivement par une première zone puis une deuxième zone. En effet, grâce au circuit parallèle à au moins deux branches, au moins deux zones Z1, Z2 distinctes à l'intérieur du boîtier 11 vont recevoir une capacité de transfert de chaleur avec un liquide de refroidissement sensiblement à la même température en amont de chaque zone Z1, Z2 distincte. On comprend donc que les composants dudit au moins un module électronique de puissance auront des refroidissements distincts équivalents et, donc, des vieillissements équivalents ce qui permet aux composants montés dans le boîtier 11 de présenter des durées de vie davantage homogènes entre eux, c'est-à-dire de les « user » de manière davantage équivalente.

[0052]

[0053] Dans l'exemple illustré aux figures 4 à 7 présentant un premier exemple de la variante particulière de l'invention, l'ensemble 7 comporte sept canalisations 8A, 8B, 8C, 8D, 8F, 8G et 8J alors que dans l'exemple illustré à la [Fig.3] présentant un deuxième exemple de la variante particulière de l'invention, l'ensemble 7 comporte huit canalisations 8A, 8B, 8C, 8D, 8E, 8F, 8G et 8H. On peut remarquer que les canalisations 8E et 8H du premier mode de réalisation sont remplacées par une unique canalisation 8J dans le deuxième mode de réalisation.

[0054] Dans l'exemple illustré à la [Fig.3], l'ensemble 7 comporte une canalisation 8A d'entrée formant l'entrée E unique qui débouche dans une canalisation 8B commune amont des branches du circuit parallèle. La canalisation 8B commune amont relie comme son nom l'indique les canalisations 8C, 8D amont de chacune des branches du circuit parallèle. De fait, chaque branche du circuit parallèle comporte une canalisation 8C, 8D amont, une cavité C1, C2 formant les Z1, Z2 distinctes et une canalisation 8E, 8F aval. Les canalisations 8E, 8F aval se rejoignent dans la canalisation 8G commune aval afin de refermer le circuit parallèle en amont de la sortie S unique. Enfin, la canalisation 8G commune aval est en communication directe avec la canalisation 8H de sortie formant la sortie S unique.

[0055] Dans l'exemple illustré à la [Fig.4], l'ensemble 7 comporte une canalisation 8A d'entrée formant l'entrée E unique qui débouche dans une canalisation 8B commune

amont des branches du circuit parallèle. La canalisation 8B commune amont relie comme son nom l'indique les canalisations 8C, 8D amont de chacune des branches du circuit parallèle. De fait, chaque branche du circuit parallèle comporte une canalisation 8C, 8D amont, une cavité C1, C2 formant les Z1, Z2 distinctes et une canalisation 8E, 8J aval. Toutefois, dans ce deuxième mode de réalisation, si les canalisations 8E, 8J aval se rejoignent toujours dans la canalisation 8G commune aval afin de refermer le circuit parallèle, la canalisation 8J aval est généralement en forme de T et forme également la canalisation de sortie, c'est-à-dire est en communication directe avec la sortie S unique.

- [0056] Dans l'exemple illustré aux figures 5 et 8, chaque cavité C1, C2 présente une première face sur laquelle est monté un module de puissance et une deuxième face sur laquelle est monté un bloc de composant électronique, la première face et la deuxième face étant opposée l'une par rapport à l'autre. Autrement dit, chaque cavité est prise en sandwich entre un module de puissance et un bloc de composant électronique.
- [0057] Chaque module électronique de puissance peut être monté sur un support 15 formant les cavités C1, C2 dans le boîtier 11. Le support 15 peut comporter au moins un élément 15A dissipateur thermique monté dans une des zones Z1, Z2 distinctes de l'ensemble 7 de canalisations du boîtier 11. Par exemple, ledit au moins un élément 15A dissipateur thermique peut être monté dans chacune des cavités C1, C2 desdites deux premières zones Z1, Z2 distinctes du boîtier 11 afin d'augmenter la surface d'échange entre le module électronique de puissance et le liquide de refroidissement (non représenté).
- [0058] À titre d'exemple nullement limitatif, un support 15 pourrait recevoir un module électronique de puissance sur une face, et, sur sa face opposée, comporter plusieurs éléments 15A dissipateurs thermiques cylindriques, dont la hauteur s'étend sensiblement perpendiculairement au sens de circulation du liquide de refroidissement (flèches visibles dans les cavités C1, C2 aux figures 6 et 7), dans chaque première zone Z1, Z2 distincte du boîtier 11 afin d'améliorer l'échange thermique dudit composant avec le liquide de refroidissement au travers de l'épaisseur du support 15 (distance entre chaque face).
- [0059] Bien entendu, en fonction de l'architecture du convertisseur 1 d'énergie électrique, chaque élément 15A dissipateur peut être de formes et de dimensions très variées (plot (tronconique, conique ou pyramidal), prisme (droit ou non, horizontal ou non), etc.).
- [0060] Le convertisseur 1 comporte un premier bloc de composant électronique 13 et un deuxième bloc de composant électronique 12, chacun des blocs étant distinct d'un module de puissance. Comme mentionné précédemment, le premier bloc est monté dans les zones Z1, Z2 et le deuxième bloc 12 est monté sur une troisième zone Z3, formée entre lesdites deux zones Z1, Z2 distinctes du boîtier 11, pour bénéficier du re-

froidissement de ces deux dernières.

- [0061] Avantageusement, il a pu être observé qu'un effet synergique d'évacuation de chaleur existe entre les deux zones Z1, Z2 distinctes du boîtier, notamment ladite troisième zone Z3 qui ne bénéficie pas de la même efficacité desdites deux premières zones Z1, Z2 distinctes du boîtier mais qui est notablement refroidie. Il a donc été imaginé selon l'invention de réorganiser dans le boîtier 11 au moins les composants électroniques générant le plus de chaleur afin d'être à l'aplomb de ou entre lesdites deux premières zones Z1, Z2 distinctes du boîtier 11 pour réguler thermiquement un maximum de composants sans qu'ils soient tous à l'aplomb d'une zone Z1, Z2 d'échange thermique avec l'ensemble 7 de canalisations. À titre d'exemple nullement limitatif, les composants comportant des condensateurs peuvent ainsi être montés au niveau desdites deux premières zones Z1, Z2 distinctes du boîtier 11 du fait qu'ils sont des composants générant de fortes chaleurs en fonctionnement.
- [0062] Les trois zones Z1, Z2, Z3 du boîtier peuvent être coplanaires. En effet, la troisième zone Z3 n'ayant pas besoin d'installation de refroidissement, chaque composant y étant monté est plus simplement intégré. On comprend immédiatement que la réorganisation des composants de manière coplanaire va également permettre d'obtenir un convertisseur plus compact.
- [0063] Un premier bloc de composant 13 peut être monté au moins partiellement à l'aplomb d'une desdites deux zones Z1, Z2 distinctes du boîtier 11. Ce premier bloc de composant peut ainsi entourer au moins partiellement un deuxième bloc de composant 12, différent du premier bloc, afin que le deuxième bloc de composant bénéficie du refroidissement du premier bloc de composant.
- [0064] Il a été trouvé que cette répartition apportait un refroidissement non négligeable du deuxième bloc de composant. On comprend ainsi qu'on obtient une faible différence thermique entre les trois zones Z1, Z2, Z3 du boîtier 11. Bien entendu, l'écartement entre les deux premières zones Z1, Z2 ne doit être tel que les effets synergiques ne sont plus retrouvés. De manière empirique, il a été trouvé qu'un écartement entre les deux premières zones Z1, Z2 équivalent à une à deux fois la moyenne des largeurs desdites deux premières zones Z1, Z2 (les deux largeurs selon la même direction que l'écartement, la somme des largeurs étant divisée par deux) donnait pleine satisfaction.
- [0065] Le premier bloc de composant peut être réparti sous forme de U dans le boîtier 11 comme illustré dans l'exemple de la [Fig.9] dans laquelle trois blocs 13A, 13B, 13C sont réparties en forme de U dans trois zones Z2, Z3' et Z1. Les deux faces parallèles du U étant montées respectivement à l'aplomb desdites deux premières zones Z1, Z2 distinctes du boîtier 11 et le deuxième bloc de composant (module 12 électronique dans la zone Z3) pouvant être monté entre les deux faces parallèles du U du premier bloc de composant. Un pont thermique de refroidissement dans la zone Z3' est créé

entre les deux premières zones Z1, Z2 distinctes par le premier bloc en U ce qui permet encore d'améliorer le refroidissement du deuxième bloc de composant dans la zone Z3. On comprend ainsi qu'on obtient une température similaire au niveau des deux premières zones Z1, Z2 et de la troisième zone Z3 du boîtier 11.

- [0066] Cela n'empêche pas les deux bloc de composants à refroidir de pouvoir subir des températures différentes suivant leur nature. Selon un exemple particulier, le premier bloc de composant 13 peut comporter au moins un condensateur de liaison de courant continu (connu en anglais sous le nom de « DC link ») et le deuxième bloc de composant 12 peut comporter un élément du filtre de compatibilité électromagnétique (connu en anglais sous le nom de « EMC filter »). Dans cet exemple, le premier bloc de composant en U peut généralement être régulé autour de 100 °C alors que le deuxième bloc de composant peut subir une température pouvant s'élever jusqu'à 200 °C. Ainsi, malgré le refroidissement homogène des trois zones Z1, Z2, Z3 du boîtier 11, les deux blocs de composants suivant leurs natures respectives pourront éventuellement être régulés thermiquement à des températures différentes.
- [0067] Dans ce même exemple particulier, afin d'encore améliorer le refroidissement du deuxième bloc de composant 12, le filtre de compatibilité électromagnétique du deuxième bloc de composant peut comporter un corps 12A de ferrite qui est plaqué contre la troisième zone Z3 du boîtier 11 à l'aide d'un support 12B. Le corps 12A de ferrite peut comporter au moins une couche thermiquement conductrice (parfois connu sous l'abréviation anglaise « TIM » pour « thermal interface material ») pour améliorer son refroidissement via le support 12B et/ou la troisième zone Z3 du boîtier 11.
- [0068] En effet, il est habituel que le support 12B possède une surface de contact très faible au regard de la surface externe du corps 12A de ferrite. Par ailleurs, la ferrite elle-même peut être moins avantageuse en termes de transmission thermique que la couche thermiquement conductrice. Cette variante permet donc d'apporter une surface d'échange thermique optimisées pour améliorer le refroidissement de l'élément dégageant le plus de chaleur de cet exemple de deuxième bloc de composant par le support 12B, par la troisième zone Z3 du boîtier ou par les deux en même temps. On comprend dans ce dernier cas qu'on utilisera préférentiellement une première couche thermiquement conductrice entre la troisième zone Z3 du boîtier 11 et le corps 12A de ferrite et une deuxième couche thermiquement conductrice entre le corps 12A de ferrite et le support 12B (les première et deuxième couches pouvant être une seule et même couche).
- [0069] L'invention n'est pas limitée aux modes de réalisation et variantes présentés et d'autres modes de réalisation et variantes apparaîtront clairement à l'homme du métier. Ainsi, les modes de réalisation et variantes sont combinables entre eux sans sortir du cadre de l'invention. Ainsi, selon un exemple, le circuit parallèle de l'ensemble 7 de

canalisations pourrait comprendre davantage de deux branches pour son circuit parallèle sans sortir du cadre de l'invention..

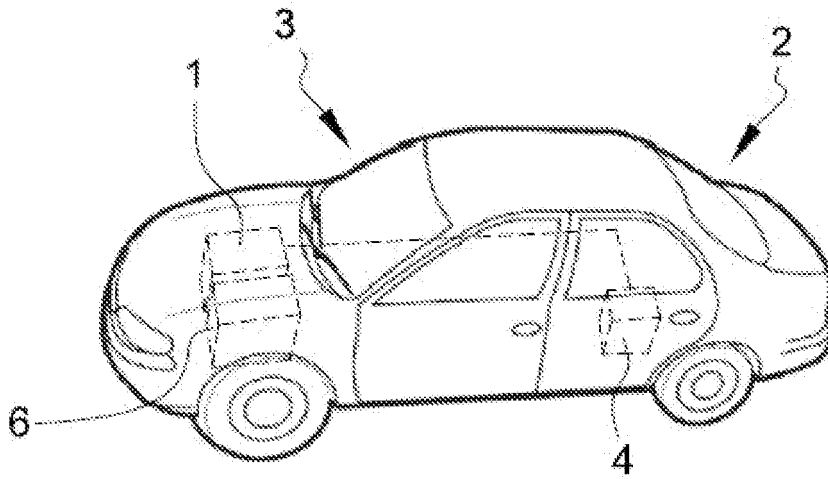
Revendications

- [Revendication 1] Convertisseur (1) d'énergie électrique comportant un boîtier (11) dans lequel est monté au moins un module (13) électronique de puissance afin de transformer un signal électrique d'entrée en un signal électrique de sortie, caractérisé en ce que le boîtier (11) comporte un ensemble (7) de canalisations destiné à recevoir un liquide de refroidissement de la chaleur générée dans le boîtier (11) et agencé pour évacuer la chaleur générée dans le boîtier (11) dans deux zones (Z1, Z2) distinctes du boîtier (11) sur lesquelles est monté un premier bloc de composant électronique et en ce que au moins un autre bloc (12) de composant électronique est monté sur une troisième zone (Z3), formée entre lesdites deux zones (Z1, Z2) distinctes du boîtier (11), pour bénéficier du refroidissement de ces deux zones.
- [Revendication 2] Convertisseur (1) d'énergie électrique selon la revendication précédente, dans lequel les trois zones (Z1, Z2, Z3) du boîtier (11) sont coplanaires.
- [Revendication 3] Convertisseur (1) d'énergie électrique selon la revendication 1 ou 2, dans lequel un premier bloc de composant électronique est monté au moins partiellement à l'aplomb d'une desdites deux zones (Z1, Z2) distinctes du boîtier (11) et entoure au moins partiellement un deuxième bloc de composant (12) électronique, différent du premier bloc, afin que le deuxième bloc bénéficie du refroidissement du premier bloc de composant.
- [Revendication 4] Convertisseur (1) d'énergie électrique selon la revendication précédente, dans lequel le premier bloc de composant est réparti sous forme de U dans le boîtier (11), les deux faces parallèles du U étant montées respectivement à l'aplomb desdites deux zones (Z1, Z2) distinctes du boîtier et le deuxième bloc de composant étant monté entre les deux faces parallèles du U du premier bloc de composant.
- [Revendication 5] Convertisseur (1) d'énergie électrique selon la revendication 3 ou 4, dans lequel le premier bloc de composant comporte au moins un condensateur de liaison de courant continu et le deuxième bloc de composant comporte un élément du filtre de compatibilité électromagnétique.
- [Revendication 6] Convertisseur (1) d'énergie électrique selon la revendication précédente, dans lequel le filtre de compatibilité électromagnétique du deuxième bloc de composant comporte un corps (12A) de ferrite qui est plaqué contre la troisième zone (Z3) du boîtier (11) à l'aide d'un support (12B),

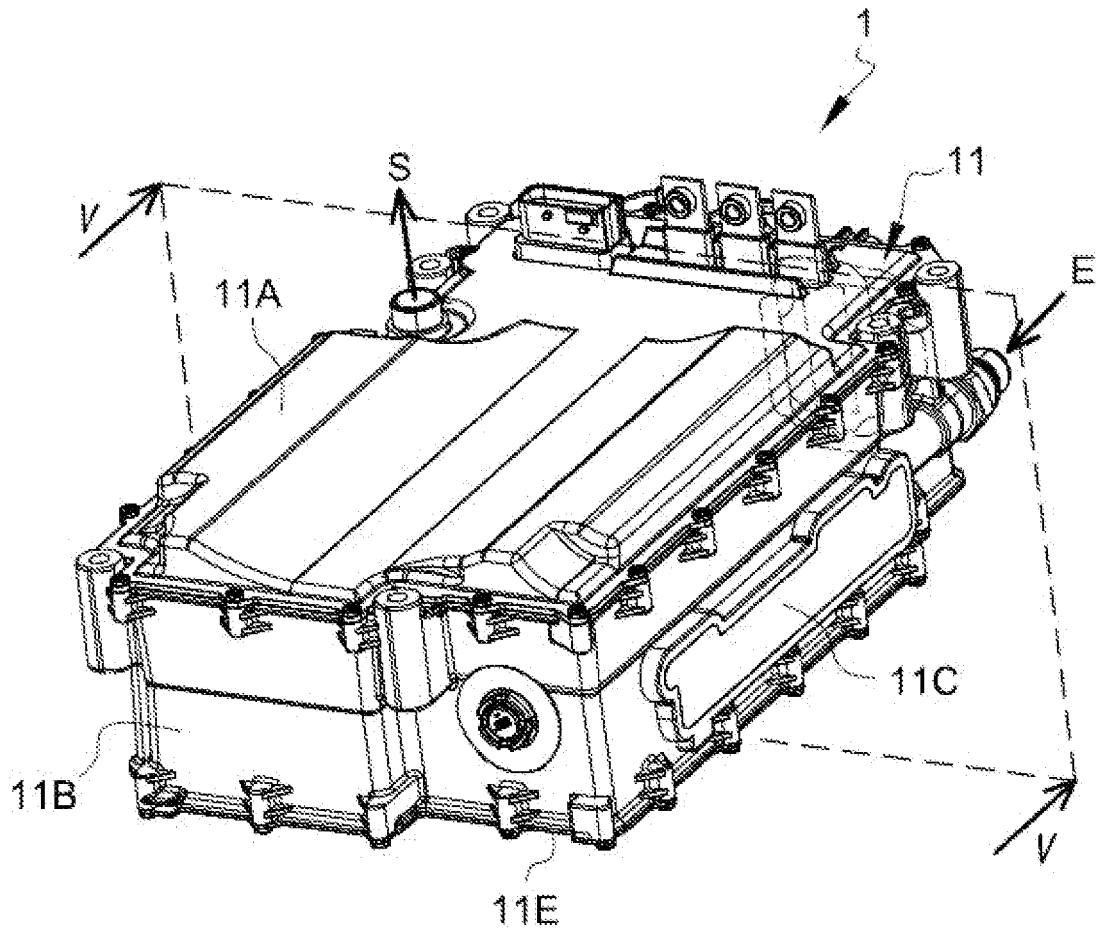
le corps (12A) de ferrite comportant au moins une couche thermiquement conductrice pour améliorer son refroidissement via le support (12B) et/ou la troisième zone (Z3) du boîtier (11).

- [Revendication 7] Convertisseur (1) d'énergie électrique selon la revendication précédente, dans lequel une première couche thermiquement conductrice est montée entre la troisième zone (Z3) du boîtier (11) et le corps (12A) de ferrite, et une deuxième couche thermiquement conductrice est montée entre le corps (12A) de ferrite et le support (12B).
- [Revendication 8] Convertisseur (1) d'énergie électrique selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel l'ensemble (7) de canalisations comporte deux cavités (C1, C2) formant chacune une zones (Z1, Z2) et dans lequel au moins un composant appartenant à un premier module (13A) électronique de puissance est monté sur une desdites deux zones (Z1, Z2) distinctes et au moins un composant appartenant à un deuxième module (13C) électronique de puissance est monté sur l'autre desdites deux zones (Z1, Z2) distinctes, et dans lequel chaque cavité (C1, C2) est agencée pour porter sur une première face un des modules électronique de puissance et sur une deuxième face, opposée à la première face, un des blocs de composant électronique.
- [Revendication 9] Convertisseur (1) d'énergie électrique selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le boîtier (11) est configuré pour former l'ensemble (7) de canalisations selon un circuit parallèle à deux branches entre une entrée (E) unique et une sortie (S) unique permettant d'améliorer l'évacuation de la chaleur générée dans le boîtier (11) dans les deux zones (Z1, Z2) distinctes du boîtier (11).
- [Revendication 10] Convertisseur (1) d'énergie électrique selon l'une quelconque des revendications précédentes, étant un onduleur afin de transformer le signal électrique d'entrée du type continu en signal électrique de sortie du type alternatif et inversement.

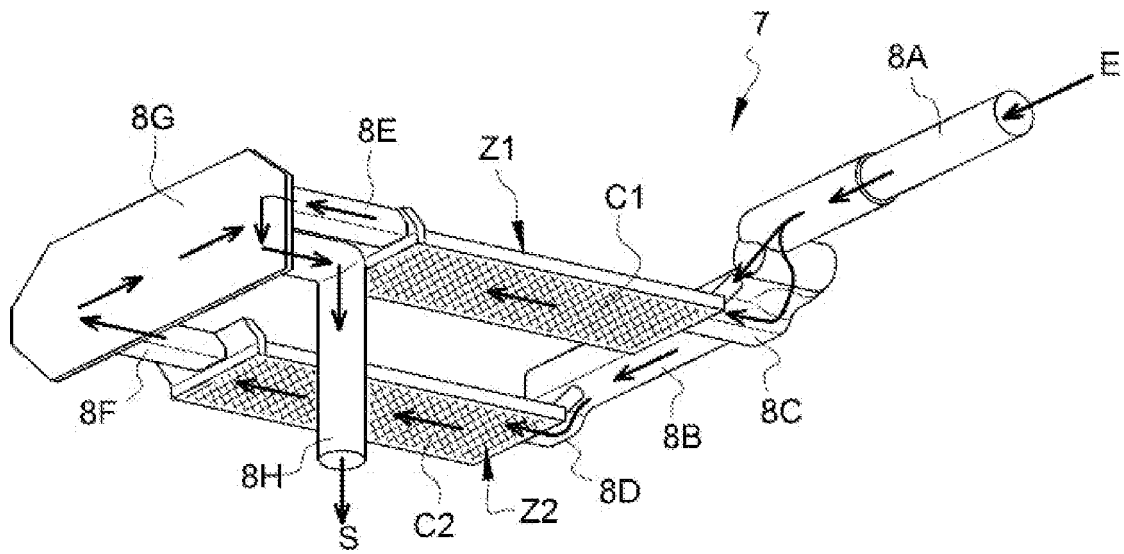
[Fig. 1]



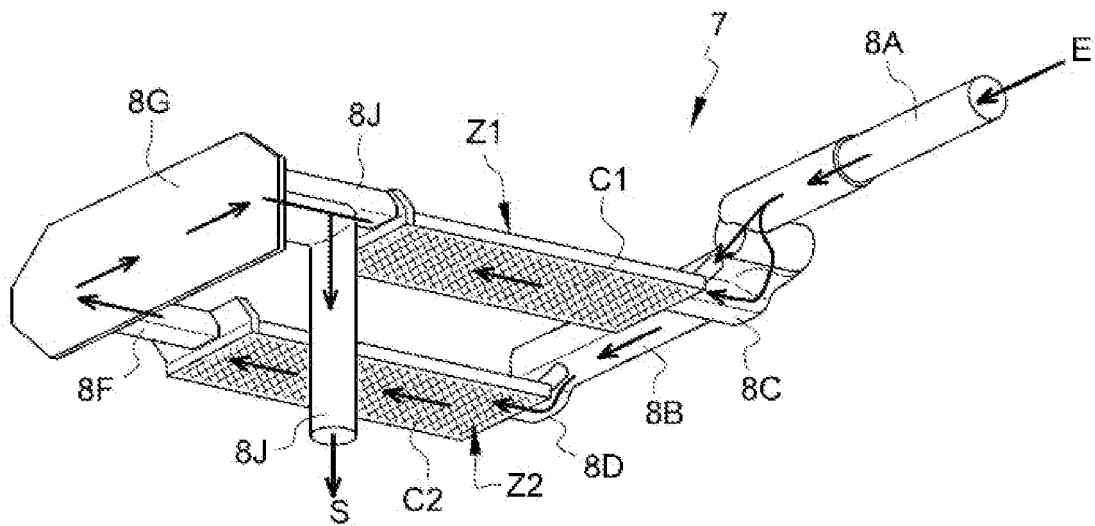
[Fig. 2]



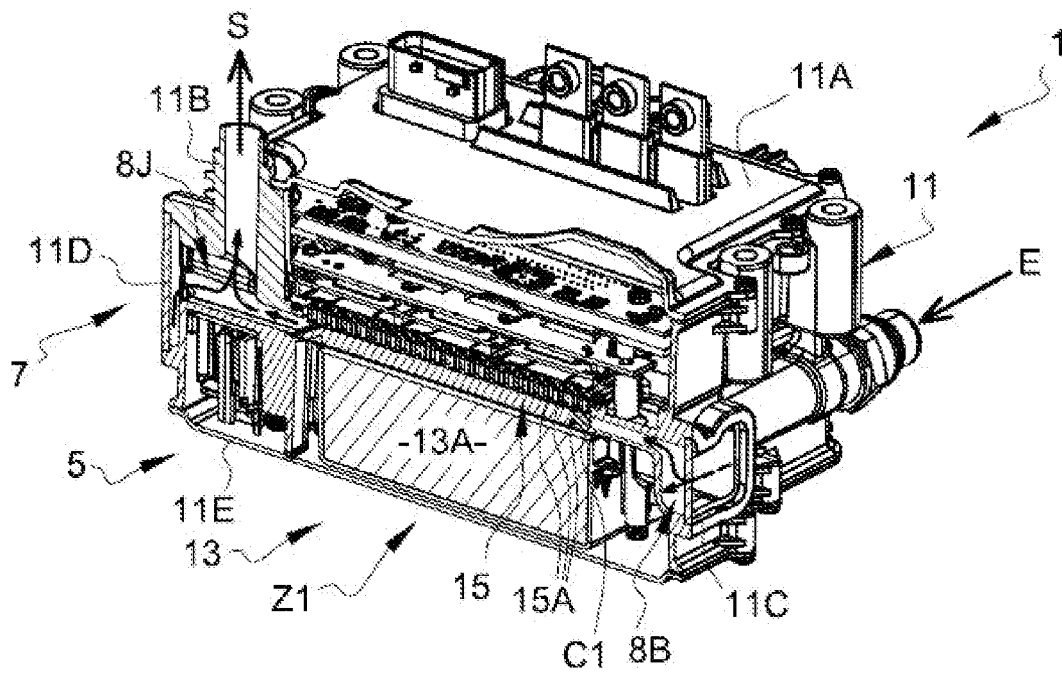
[Fig. 3]



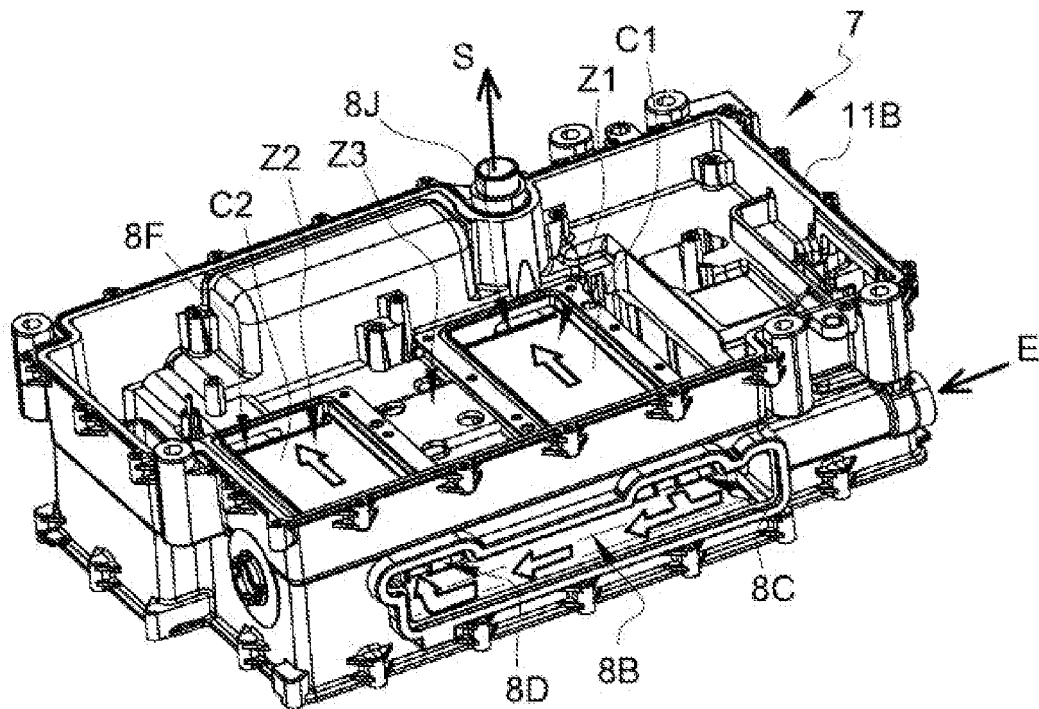
[Fig. 4]



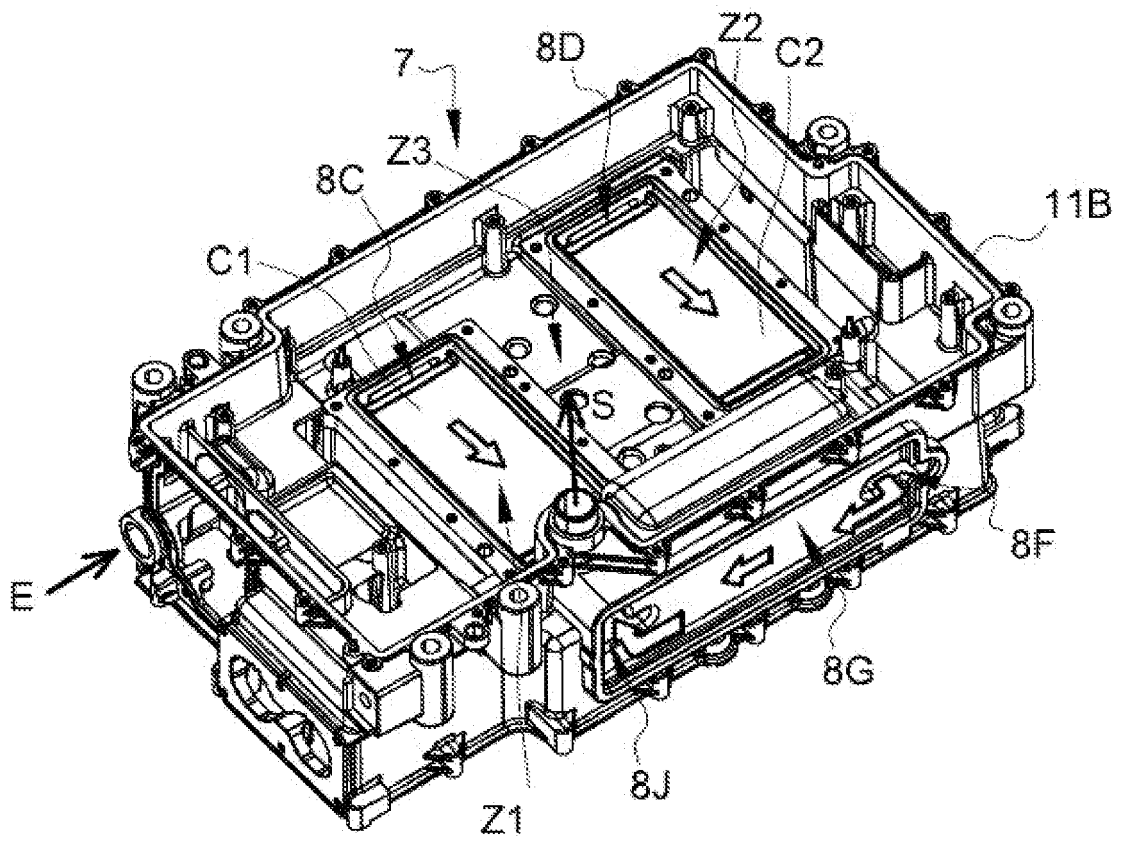
[Fig. 5]



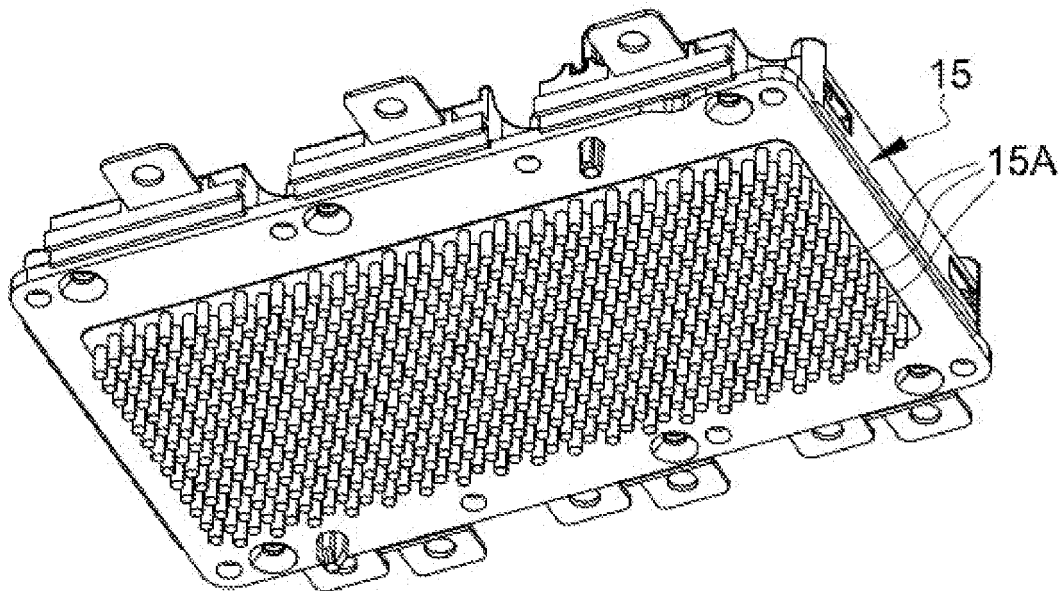
[Fig. 6]



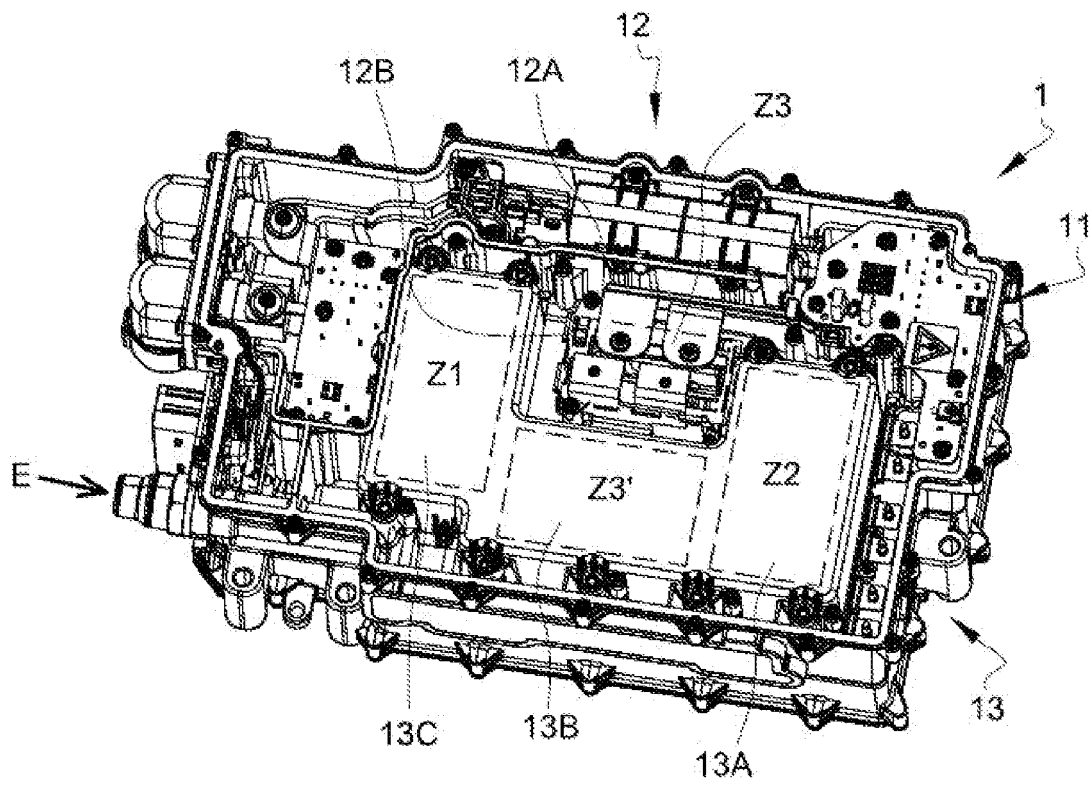
[Fig. 7]



[Fig. 8]



[Fig. 9]



**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement
national

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

FA 914807
FR 2214624

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	JP 2010 119300 A (HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS LTD) 27 mai 2010 (2010-05-27)	1, 2, 10	H05K7/20 H02M7/00
Y	* abrégé * * figures 1-2, 7-12, 25-26 * -----	3-5, 8, 9	H02M1/00
Y	JP 2010 104204 A (DENSO CORP) 6 mai 2010 (2010-05-06) * figures 1, 5-8, 10-12, 14-16, 18-19 * -----	3-5	
Y	US 10 512 198 B2 (CALSONIC KANSEI CORP [JP]) 17 décembre 2019 (2019-12-17) * figures 11-13 * * colonne 13, lignes 7-64 * -----	8	
Y	JP 2011 109740 A (HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS LTD) 2 juin 2011 (2011-06-02) * figures 1-4, 9-14, 16-21 * -----	9	
A	US 2022/039297 A1 (SMAL PIERRE [FR] ET AL) 3 février 2022 (2022-02-03) * alinéas [0034], [0065] - [0066], [0073] - [0077] * * figures 3, 4, 6 * -----	1-10	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) H05K
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
20 juin 2023		Beudet, J	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention	
X : particulièrement pertinent à lui seul		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.	
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie		D : cité dans la demande	
A : arrière-plan technologique		L : cité pour d'autres raisons	
O : divulgation non-écrite		
P : document intercalaire		& : membre de la même famille, document correspondant	

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2214624 FA 914807**

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 **20-06-2023**
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
JP 2010119300 A	27-05-2010	CN 101534069 A	16-09-2009
		CN 102291034 A	21-12-2011
		CN 104506050 A	08-04-2015
		EP 2101402 A2	16-09-2009
		EP 2579439 A2	10-04-2013
		EP 3188352 A1	05-07-2017
		JP 4580997 B2	17-11-2010
		JP 5247745 B2	24-07-2013
		JP 5248542 B2	31-07-2013
		JP 2009219270 A	24-09-2009
		JP 2010119299 A	27-05-2010
		JP 2010119300 A	27-05-2010
		US 2009231811 A1	17-09-2009
		US 2011228479 A1	22-09-2011
		US 2013194853 A1	01-08-2013
		US 2015070955 A1	12-03-2015
		US 2015222196 A1	06-08-2015
		US 2015349656 A1	03-12-2015
		US 2017215304 A1	27-07-2017
		US 2020093039 A1	19-03-2020
JP 2010104204 A	06-05-2010	JP 5407275 B2	05-02-2014
		JP 2010104204 A	06-05-2010
US 10512198 B2	17-12-2019	US 2018168075 A1	14-06-2018
		WO 2016186102 A1	24-11-2016
JP 2011109740 A	02-06-2011	JP 5241688 B2	17-07-2013
		JP 2011109740 A	02-06-2011
US 2022039297 A1	03-02-2022	CN 112806110 A	14-05-2021
		EP 3868187 A1	25-08-2021
		FR 3087617 A1	24-04-2020
		US 2022039297 A1	03-02-2022
		WO 2020078748 A1	23-04-2020