

⑤④ DISPOSITIF DE REGULATION THERMIQUE DE CELLULES DE STOCKAGE D'ENERGIE ELECTRIQUE D'UN PACK-BATTERIE DE GRANDE SURFACE.

②② Date de dépôt : 07.06.18.

③③ Priorité :

⑥⑥ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

☐ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : VALEO SYSTEMES THERMIQUES
Société par actions simplifiée — FR.

④③ Date de mise à la disposition du public
de la demande : 13.12.19 Bulletin 19/50.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 15.05.20 Bulletin 20/20.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑦② Inventeur(s) : MULLER JEAN DAMIEN, IBRAHIMI
MOHAMED, PERRIN THIBAUT et PAYEN BRUNO.

⑦③ Titulaire(s) : VALEO SYSTEMES THERMIQUES
Société par actions simplifiée.

⑦④ Mandataire(s) : VALEO SYSTEMES THERMIQUES.



DISPOSITIF DE REGULATION THERMIQUE DE CELLULES DE STOCKAGE D'ENERGIE ELECTRIQUE D'UN PACK-BATTERIE DE GRANDE SURFACE

1. Domaine de l'invention

5 L'invention se rapporte au domaine de la régulation thermique des batteries, et plus particulièrement des batteries équipant un véhicule automobile dont la propulsion est fournie en tout ou partie par une motorisation électrique.

Plus précisément, l'invention se rapporte au domaine des dispositifs de régulation thermique pour batteries comprenant plusieurs cellules de stockage d'énergie électrique reliées entre elles de façon à créer un générateur électrique de tension et de capacité désirée.

2. Art antérieur

15 Dans le domaine des véhicules électriques et hybrides, les cellules de stockage d'énergie électrique (appelées « cellules électriques » dans ce qui suit) sont positionnées dans un boîtier de protection formant ce que l'on appelle un pack-batterie (« battery-pack » en anglais).

Lors du fonctionnement du véhicule, les cellules électriques – généralement disposées au niveau du plancher du véhicule – peuvent être soumises à des variations de température pouvant provoquer dans certains cas leur endommagement, voire leur destruction.

Par conséquent, la régulation thermique des cellules électriques est essentielle afin, d'une part, de les maintenir en bon état et, d'autre part, d'assurer la fiabilité, l'autonomie, et la performance du véhicule.

25 Les constructeurs automobiles cherchent, par ailleurs, aujourd'hui à fournir des véhicules électriques ou hybrides plus puissants et dont l'autonomie électrique est augmentée.

Pour cela, un nombre de plus en plus important de cellules électriques est embarqué dans les véhicules.

30 Ainsi, le pack-batterie couvre une surface de plus en plus conséquente du plancher du véhicule et il forme même parfois le fond de caisse du véhicule.

A titre d'exemple, les pack-batteries peuvent présenter des dimensions allant jusqu'à 2,5m de long sur 1,5m de large.

Les dispositifs destinés à réguler la température de ces cellules électriques doivent donc s'étendre sur des surfaces équivalentes pour optimiser le fonctionnement
5 des cellules électriques.

Un dispositif de régulation thermique est classiquement positionné directement au contact des cellules électriques, au fond du boîtier de protection, ou indirectement au contact des cellules électriques dans le cas d'un échangeur placé à l'extérieur du pack batterie.

10 Un tel dispositif de régulation thermique est parcouru par un fluide caloporteur et assure les fonctions de chauffage et/ou de refroidissement des cellules électriques.

Le fluide caloporteur peut ainsi absorber la chaleur émise par chaque cellule électrique afin de la refroidir ou, selon les besoins, il peut lui apporter de la chaleur si la température de la cellule électrique est insuffisante pour son bon fonctionnement.

15 Deux technologies de dispositifs de régulation thermique des cellules électriques d'une batterie d'un véhicule sont connues, à savoir la technologie à tubes et la technologie à plaques.

Dans la première technologie, le dispositif de régulation thermique est constitué d'une pluralité de tubes comprenant des canaux de circulation du fluide dont les
20 extrémités sont reliées par des collecteurs de sorte à former un circuit de circulation d'un fluide caloporteur.

Cette technologie de dispositif de régulation à tubes est simple à réaliser mais présente un inconvénient majeur en ce qu'elle ne permet pas de créer des circuits de circulation du fluide complexes adaptés aux nouvelles contraintes de dimension des
25 pack-batteries.

Dans la seconde technologie, le dispositif de régulation thermique est constitué d'une plaque plane (appelée « base plate » en anglais) sur laquelle est sertie ou rivetée une plaque qui a été emboutie (appelée « channel plate » en anglais) afin de former une empreinte en creux avec une entrée et une sortie de fluide.

30 Une fois les plaques assemblées l'une sur l'autre, l'empreinte en creux forme un conduit ou circuit dans lequel peut circuler un fluide caloporteur depuis une entrée de fluide vers une sortie de fluide.

Cette deuxième technologie permet de créer, par la mise en œuvre de plaques embouties, des circuits de circulation du fluide caloporteur complexes.

Néanmoins, un inconvénient de cette technologie à plaques réside dans le fait que la fabrication de plaques embouties de grandes dimensions est complexe et coûteuse du fait qu'elle nécessite l'utilisation de presses de grande taille.

Pour résoudre ce problème, il a été proposé d'associer un dispositif de régulation thermique à plaques à chaque cellule électrique de la batterie.

Un inconvénient de cette solution réside dans le fait que les multiples dispositifs de régulation thermique doivent être reliés entre eux pour permettre la distribution du fluide caloporteur, ce qui complexifie l'assemblage et augmente les risques de fuite du fluide caloporteur.

Cette solution ne donne donc pas non plus entièrement satisfaction.

3. Résumé de l'invention

La présente invention a pour objet de résoudre ces problèmes de l'état de l'art et propose un dispositif de régulation thermique, notamment de refroidissement, d'au moins un élément de stockage d'énergie électrique (appelé "cellule électrique" dans la description détaillée qui suit) qui, selon l'invention, comprend deux demi-coques assemblées l'une à l'autre, les demi-coques comprenant chacune au moins deux plaques embouties juxtaposées dans un même plan et assemblées l'une à l'autre, lesdites demi-coques délimitant un circuit de circulation d'un fluide caloporteur au sein du dispositif de régulation thermique, au moins une desdites demi-coques étant destinée à venir en contact thermique avec ledit au moins un élément de stockage d'énergie électrique.

L'invention propose un dispositif de régulation thermique des cellules électriques du pack-batterie d'un véhicule hybride ou électrique, qui met en œuvre deux demi-coques solidarisées entre elles, chaque demi-coque comprenant une pluralité de plaques embouties juxtaposées.

Chaque plaque emboutie est conformée de sorte à former une empreinte en creux avec au moins une entrée et au moins une sortie de fluide.

Une fois les plaques embouties assemblées entre elles, d'une part pour former les demi-coques, et d'autre part pour solidariser les deux demi-coques, l'ensemble

délimite un conduit ou circuit intérieur dans lequel peut circuler un fluide caloporteur depuis une entrée de fluide vers une sortie de fluide.

Cette solution permet de fabriquer aisément et à un coût relativement faible des dispositifs de régulation thermique de grande taille et de forme complexe, qui sont
5 particulièrement adaptés aux pack-batteries présentant des grandes surfaces.

Le dispositif de régulation thermique ainsi obtenu peut présenter des dimensions égales à celles du pack-batterie tandis que chaque plaque métallique emboutie du dispositif peut présenter des dimensions égales à celles d'une cellule ou d'un groupement de cellules électriques (il peut ainsi être prévu une plaque emboutie
10 par cellule ou groupement de cellules électriques à réguler thermiquement).

La solution de l'invention ne nécessite donc pas de presse de grande taille pour emboutir les plaques, ce qui réduit les coûts de fabrication du dispositif de l'invention.

Du fait qu'il soit réalisé par assemblage d'une pluralité de plaques embouties, le dispositif de régulation thermique de l'invention est modulable et peut être adapté à la
15 taille et la dimension des cellules électriques du pack-batterie à refroidir.

Selon un aspect particulier de l'invention, les surfaces extérieures des demi-coques et les surfaces périphériques bordant lesdites surfaces extérieures sont sensiblement planes.

Ainsi, les demi-coques présentent des surfaces extérieures orientées vers
20 l'extérieur du dispositif sensiblement planes et des bords périphériques plats pour, d'une part, faciliter la solidarisation des demi-coques entre elles (sur leurs bords), et d'autre part, assurer un contact optimal des plaques embouties avec les cellules électriques du pack-batterie (par le biais des surfaces extérieures).

La surface extérieure de chaque demi-coque peut être en contact thermique,
25 direct ou indirect, avec les éléments de stockage d'énergie électrique à réguler thermiquement.

Selon un autre aspect particulier de l'invention, lesdites au moins deux plaques embouties juxtaposées formant au moins une desdites demi-coques sont solidarisées par brasage.

30 Selon encore un autre aspect particulier de l'invention, lesdites demi-coques sont solidarisées entre elles par brasage.

Les plaques embouties constituant chaque demi-coque sont donc brasées entre elles avant que les demi-coques ne soient ensuite brasées entre elles.

Cette technique de solidarisation peu coûteuse permet d'assurer au dispositif de l'invention une forte résistance mécanique.

5 Selon encore un autre aspect particulier de l'invention, lesdites au moins deux plaques embouties juxtaposées d'une ou des deux demi-coques se chevauchent partiellement.

 Cet aspect permet d'une part de faciliter le brasage de l'ensemble des plaques entre elles et d'autre part d'assurer l'étanchéité du circuit de circulation du fluide caloporteur dans le dispositif.

10 Cela permet en outre de s'affranchir de l'utilisation de conduits de raccordement des plaques embouties entre elles.

 Ainsi, l'assemblage est simplifié et les risques de fuite du fluide caloporteur sont diminués.

15 Selon un aspect particulier de l'invention, chacune desdites demi-coques du dispositif comprend une première rangée de plaques embouties assurant l'alimentation et la distribution du fluide dans le dispositif et une deuxième rangée de plaques embouties assurant la collecte et l'évacuation du fluide hors du dispositif, et optionnellement au moins une rangée intermédiaire de plaques embouties.

20 Les demi-coques formant le dispositif de régulation thermique se présentent donc chacune sous la forme d'une matrice constituée de plaques embouties juxtaposées et agencées selon des rangées et des colonnes.

 Cette structure modulaire permet de simplifier l'assemblage du dispositif tout en adaptant sa forme à celle du pack-batterie et ses dimensions au nombre de cellules électriques constituant le pack-batterie.

25 Il peut être prévu qu'un ou plusieurs emplacements d'une rangée ou d'une colonne de la matrice soient traversant pour recevoir des équipements électroniques dont la température doit être régulée par le dispositif de l'invention. Pour ces emplacements, chaque demi-coque présente une ouverture correspondante.

30 Selon un autre aspect particulier de l'invention, chacune des première et deuxième rangées comprend au moins deux types de plaques embouties, à savoir :

- au moins une plaque de distribution communiquant fluidiquement d'une part avec une ou deux plaques embouties adjacentes de ladite rangée et d'autre part avec une plaque de distribution de la deuxième rangée ou une plaque intermédiaire d'une rangée intermédiaire ;

- 5 - une plaque d'extrémité communiquant fluidiquement, d'une part, avec une plaque emboutie adjacente de ladite rangée et, d'autre part, avec une plaque de distribution ou d'extrémité de l'autre rangée parmi les première et deuxième rangées ou bien une plaque intermédiaire d'une rangée intermédiaire.

10 Ainsi, le dispositif de régulation thermique de l'invention est constitué de trois types de plaques embouties (les plaques de distribution, les plaques d'extrémité et les plaques intermédiaires) qui sont standardisées lors de leur fabrication et qui permettent, par assemblage, de fabriquer un dispositif de régulation thermique de forme complexe et de grande dimension.

15 A partir de ces trois types de plaques embouties, il est donc possible de répondre à une majorité des besoins des constructeurs.

 Selon un aspect particulier de l'invention, la plaque intermédiaire est configurée pour permettre le passage du fluide entre deux rangées de plaques embouties.

 De telles plaques sont mises en œuvre lorsque le dispositif de régulation thermique comprend plus de deux rangées de plaques embouties.

20 Selon un aspect de l'invention, au moins une rangée de plaques embouties du dispositif comprend au moins une plaque de retournement destinée à former une circulation du fluide en "U" au sein de ladite au moins une rangée.

25 De telles plaques de retournement sont mises en œuvre lorsque le dispositif présente une ouverture permettant de recevoir des équipements électroniques dont la température doit être régulée par le dispositif.

 Selon un autre aspect de l'invention, les plaques embouties présentent des plots de répartition du fluide caloporteur.

 Ces plots permettent de répartir et de distribuer le fluide caloporteur au sein et entre les plaques embouties du dispositif.

30 En outre, les plots permettent de rigidifier le dispositif de sorte qu'il puisse résister aux contraintes mécaniques subies lors du brasage et aux contraintes de pression du fluide lors du fonctionnement du dispositif.

Selon un aspect de l'invention, chaque plaque emboutie est destinée à réguler la température d'une cellule ou d'un groupement de cellules électriques.

Selon un autre aspect particulier de l'invention, les plaques embouties comprennent un canal principal d'alimentation en fluide caloporteur et un canal dit de
5 refroidissement d'une ou plusieurs cellules électriques.

Selon un autre aspect particulier de l'invention, des circuits de circulation du fluide caloporteur différents peuvent être configurés dans chaque plaque emboutie.

Selon un autre aspect particulier de l'invention, le dispositif de régulation thermique présente une forme correspondante à la forme du pack-batterie contenant
10 les éléments de stockage d'énergie électrique.

4. Figures

D'autres caractéristiques et avantages apparaîtront plus clairement à la lecture de la description détaillée suivante de modes de réalisation particuliers de l'invention,
15 donnés à titres de simples exemples illustratifs et non limitatifs, et des dessins annexés, parmi lesquels :

- la figure 1 est une vue éclatée d'un dispositif de régulation thermique conforme à l'invention ;
- les figures 2a à 2d sont des vues de face de différents types de plaque emboutie destinées à être mises en œuvre dans le dispositif de régulation de la
20 figure 1 ;
- la figure 3 est une vue de détail de la connexion entre deux plaques embouties juxtaposées d'une demi-coque d'un dispositif de régulation thermique conforme à l'invention ;
- la figure 4 illustre de façon schématique le sens de circulation du fluide caloporteur au sein du dispositif de régulation thermique de la figure 1 ;
- la figure 5 détaille la température du fluide caloporteur au sein du dispositif de régulation thermique, lorsque le fluide circule dans le sens de circulation illustré sur la figure 4 ;
- les figures 6 à 11 illustrent schématiquement différents exemples de circuits de circulation du fluide caloporteur pouvant être mis en œuvre dans un
30 dispositif de régulation thermique conforme à l'invention.

5. Description détaillée de modes de réalisation

Sur les différentes figures, sauf indication contraire, les éléments identiques portent les mêmes numéros de référence et présentent les mêmes caractéristiques techniques et modes de fonctionnement.

La **figure 1** est une vue éclatée d'un dispositif de régulation thermique, selon un premier mode de réalisation de l'invention, des cellules électriques (non illustrés) du pack-batterie d'un véhicule hybride ou électrique.

Le dispositif 1 de régulation thermique comprend deux demi-coques 10a, 10b, de préférence symétriquement identiques, situées en vis-à-vis, chaque demi-coque 10a, 10b étant constituée d'une pluralité de plaques embouties 11 juxtaposées.

Le dispositif 1 de régulation thermique comprend donc :

- une demi-coque 10a supérieure formée par assemblage d'une pluralité de plaques embouties 11 juxtaposées dans un même plan (en l'occurrence vingt-cinq plaques embouties 11 dans l'exemple de la figure 1) ; et
- une demi-coque 10b inférieure, symétriquement identique à la demi-coque 10a supérieure, formée par assemblage d'un nombre identique de plaques embouties 11 juxtaposées dans un même plan.

Les demi-coques 10a, 10b sont destinées à être solidarisées l'une à l'autre, préférentiellement par brasage, de sorte à former un dispositif 1 de régulation thermique conforme à l'invention.

Les demi-coques 10a, 10b présentent de préférence une surface extérieure (orientée vers l'extérieur du dispositif 1) sensiblement plane bordée par une surface périphérique 100a, 100b respectivement sensiblement plane pour, d'une part, faciliter la solidarisation des demi-coques entre elles (par le biais de leurs surfaces périphériques 100a, 100b), et d'autre part, assurer un contact optimal des demi-coques 10a, 10b avec les cellules électriques du pack-batterie (la surface extérieure d'une ou des deux demi-coques 10a, 10b venant au contact thermique d'une ou de plusieurs cellules).

Les demi-coques 10a, 10b présentent, de préférence, une forme et des dimensions sensiblement correspondantes à celles du pack batterie devant être régulé thermiquement.

Dans cet exemple, le dispositif 1 de régulation thermique est rectangulaire et présente une lumière 101 parallélépipédique en son centre.

Cette lumière 101 permet, par exemple, de recevoir des composants électroniques dont la température doit également être régulée par le dispositif 1.

5 Les plaques embouties 11 sont juxtaposées et solidarisées de sorte à ce que les demi-coques 10a, 10b présentent chacune une telle lumière 101 en leur centre.

Les plaques embouties 11, de préférence fabriquées en aluminium, sont "cladées" afin d'une part, d'être solidarisées entre elles par brasage pour former les demi-coques 10a, 10b, et d'autre part, de permettre la solidarisation des demi-coques 10a, 10b entre elles par brasage.

Les plaques 11 sont embouties de sorte à former sur leur surface intérieure des plots 117, et dans certains cas des parois internes, pour définir des circuits de circulation d'un fluide caloporteur au sein du dispositif 1, lorsque les demi-coques 10a, 10b sont assemblées en vis-à-vis.

15 Ainsi, il est possible de configurer le circuit de circulation du fluide caloporteur de deux plaques embouties 11 situées en vis-à-vis par le biais des plots 117 et de parois internes.

Les liaisons entre les plaques embouties 11 des deux demi-coques 10a, 10b sont étanches, de même que la liaison des plaques embouties 11 d'une même demi-coque 10a, 10b.

Chaque demi-coque 10a, 10b du dispositif 1 présente, dans cet exemple, quatre types distincts de plaques embouties 11 définissant trois rangées de plaques embouties 11, à savoir :

- des plaques de distribution 11a du fluide caloporteur qui sont disposées le long des bords supérieur 102 et inférieur 103 du dispositif 1 de la figure 1 ;

- des plaques d'extrémités 11b qui sont situées dans les deux coins opposés aux connecteurs d'entrée 21 et de sortie 22 du fluide caloporteur dans le dispositif 1 ;

- des plaques intermédiaires 11c qui sont situées entre les plaques de distribution 11a ou les plaques d'extrémités 11b disposées le long du bord supérieur 102 et les plaques de distribution 11a ou les plaques d'extrémités 11b disposées le long du bord inférieur 103 du dispositif 1 ; et

- des plaques de retournement 11d qui sont disposées entre la lumière centrale 101 et chacun des bords supérieur et inférieur du dispositif 1.

Ces quatre types de plaques embouties 11 permettent d'obtenir un dispositif 1 de régulation thermique qui peut présenter une forme complexe et des dimensions
5 relativement importantes.

En effet, la mise en œuvre de deux demi-coques 10a, 10b, chacune constituée de plaques embouties 11 de différents types, permet une grande modularité du dispositif 1 de sorte que ce dernier puisse être aisément adapté à de multiples configurations, plus ou moins complexes, d'un pack batterie.

10 Ainsi, pour ce mode de réalisation, seulement quatre matrices pour presse à emboutir sont nécessaires pour fabriquer le dispositif 1 de régulation thermique.

On comprend bien évidemment que d'autres types de plaques embouties, présentant des formes et/ou des circuits de circulation de fluide différents, peuvent être mis en œuvre selon la configuration du pack-batterie embarqué dans le véhicule
15 automobile.

Dans tous les cas, l'invention permet de se libérer des contraintes relatives à la taille des presses fabricant les plaques embouties de grande taille puisque le dispositif de l'invention ne met plus en œuvre une unique plaque emboutie de grande dimension mais une pluralité de plaques embouties dont les dimensions sont réduites et
20 sensiblement identiques à celles d'une cellule électrique ou d'un groupe de cellules électriques.

L'invention permet donc de réduire les coûts de fabrication des dispositifs de régulation thermique des cellules électriques, ou éléments de stockage d'énergie électrique.

25 Il permet, en outre, de fournir un dispositif de régulation thermique modulaire, aisément adaptable à toutes formes et dimensions de pack-batterie.

La **figure 2a** illustre un premier type de plaque emboutie 11, prenant la forme d'une plaque de distribution 11a de forme rectangulaire.

30 Cette plaque de distribution 11a emboutie est disposée dans la rangée supérieure, dite première rangée, 300 ou dans la rangée inférieure, dite deuxième

rangée, 400 placées en regard des bords supérieur et inférieur du dispositif 1 de la figure 1.

Il est à noter que la structure générale de chacune des plaques de distribution 11a du dispositif 1 est identique. Toutefois, les plaques de distribution 11a de la deuxième rangée 400 sont inversées par rapport à celles de la première rangée 300.

Ainsi, chaque plaque de distribution 11a comprend un canal principal 110 et un canal de refroidissement 113. Ces derniers présentent plusieurs plots (appelées « *dimples* » en anglais) 117 définissant plusieurs passages de circulation du fluide caloporteur.

Le canal principal 110, situé sur un bord de la plaque de distribution 11a, est destiné à l'alimentation et à la distribution du fluide caloporteur dans la plaque de distribution 11a selon le sens de la flèche F1.

Le canal principal 110 présente une ouverture d'entrée 111 de fluide caloporteur et une ouverture de sortie 112 de fluide caloporteur qui sont coaxiales.

L'ouverture d'entrée 111 forme ou est en communication fluidique avec le connecteur d'entrée 21 d'alimentation en fluide caloporteur du dispositif 1 dans le cas de la plaque emboutie 11 du circuit située en haut à gauche de la figure 4, sur la première rangée.

Pour les autres plaques embouties, l'ouverture d'entrée 111 communique avec l'ouverture de sortie 112 de la plaque emboutie 11 adjacente.

L'ouverture de sortie 112 du canal principal 110 est reliée fluidiquement (ou est en communication fluidique) soit à l'ouverture d'entrée 111 de la plaque emboutie 11 adjacente, soit au connecteur de sortie 22 du fluide caloporteur du dispositif 1 pour la plaque emboutie 11 du circuit située en bas à gauche de la figure 4, en l'occurrence.

Les canaux principaux 110 de chaque plaque de distribution 11a définissent un conduit de distribution/alimentation du fluide caloporteur pour la rangée supérieure 300 du dispositif 1, et un conduit de collecte du fluide caloporteur pour la rangée inférieure 400 du dispositif 1.

Le canal de refroidissement 113 permet la circulation du fluide caloporteur sur toute sa largeur, et entre les plots 117, de sorte à favoriser les échanges thermiques avec la ou les cellules électriques situées en vis-à-vis du dispositif 1.

Plus précisément, une première extrémité du canal de refroidissement 113 est en communication fluidique avec le canal principal 110 tandis que la seconde extrémité du canal de refroidissement 113 présente une ouverture de distribution 114 qui permet de distribuer le fluide caloporteur (selon la flèche F2) vers une plaque emboutie 11
 5 adjacente (une plaque de distribution 11a ou une plaque d'extrémité 11b ou une plaque intermédiaire 11c dans le dispositif de la figure 4 décrit ci-après).

On comprend bien évidemment que le sens de circulation F2 du fluide caloporteur dans les plaques de distribution 11a de la rangée inférieure 400 sont inversées par rapport à celles de la rangée supérieure 300.

10

La **figure 2b** illustre un second type de plaque emboutie 11, prenant la forme d'une plaque d'extrémité 11b de forme rectangulaire.

Dans le dispositif de la figure 4, deux plaques d'extrémité 11b embouties sont situées dans les angles opposés aux connecteurs d'entrée 21 et de sortie 22 du fluide
 15 caloporteur dans le dispositif 1.

La plaque d'extrémité 11b comprend un canal principal 110 et un canal de refroidissement 113.

La plaque d'extrémité 11b se différencie de la plaque de distribution 11a en ce qu'elle ne présente pas d'ouverture de sortie puisqu'elle est disposée dans un angle du
 20 dispositif 1.

En effet, le fluide caloporteur circule (selon la direction de la flèche F3) uniquement depuis l'ouverture d'entrée 111 à travers le canal de refroidissement 113 pour ressortir par l'ouverture de distribution 114 située au niveau de l'extrémité opposée à celle de l'ouverture d'entrée 111.

25 On comprend bien évidemment que le fluide circule dans le sens opposé à F3 pour la plaque d'extrémité 11b du dispositif située dans la rangée inférieure 400 du dispositif 1 de la figure 4.

La **figure 2c** illustre un troisième type de plaque emboutie 11, prenant la forme
 30 d'une plaque intermédiaire 11c.

De telles plaques intermédiaires 11c embouties sont situées dans la rangée intermédiaire 500 qui s'étend entre la rangée supérieure 300 et la rangée inférieure 400 du dispositif 1 de la figure 4.

Contrairement aux plaques de distribution 11a et d'extrémité 11b, les plaques
5 intermédiaires 11c ne comprennent pas de canal principal 110.

En effet, les plaques intermédiaires 11c comprennent uniquement un canal de refroidissement 113 dont chacune des extrémités présente une ouverture de distribution 118 pour le passage du fluide caloporteur.

Ces ouvertures de distribution 118 sont reliées à une ouverture de distribution
10 114 ou 118 soit d'une autre plaque intermédiaire 11c, soit d'une plaque de distribution 11a, soit d'une plaque d'extrémité 11b.

Le fluide caloporteur traverse donc la plaque intermédiaire 11c d'une ouverture de distribution 118 à l'autre (selon la direction de la flèche F4).

15 La **figure 2d** illustre un quatrième type de plaque emboutie 11, prenant la forme d'une plaque de retournement 11d.

De telles plaques de retournement 11d embouties sont situées entre la lumière 101 centrale et chacun des bords supérieur et inférieur du dispositif 1 de la figure 4.

Ces plaques sont dites de retournement dans la mesure où elles définissent un
20 circuit de circulation en "U" en leur sein, le fluide caloporteur ne pouvant pas traverser le dispositif 1 de la rangée supérieure 300 jusqu'à la rangée inférieure 400 du fait de la présence de la lumière 101 centrale ménagée dans le dispositif 1.

Pour ce faire, la plaque de retournement 11d présente une paroi interne 119 qui définit le circuit de circulation en U.

25 Les plaques de retournements 11d présentent un canal de refroidissement 113 comprenant une ouverture d'entrée 111 et une ouverture de sortie 112.

Ainsi, le fluide caloporteur entre par l'ouverture d'entrée 111 puis parcourt le canal de refroidissement 113 en contournant la paroi interne 119 pour ressortir par l'ouverture de sortie 112 (selon le circuit illustré par la flèche F5).

Comme indiqué précédemment, le dispositif 1 est constitué de deux demi-coques 10a, 10b symétriquement identiques, chacune constituée de plusieurs plaques embouties 11 juxtaposées dans un même plan.

Les plaques embouties 11, quelles que soient leurs types, sont brasées entre
5 elles pour former les demi-coques 10a, 10b.

Les demi-coques 10a 10b sont également solidarisées entre elles par brasage pour former le dispositif 1.

Afin de garantir l'étanchéité du circuit de circulation du fluide caloporteur formé au sein du dispositif 1 après brasage, les plaques embouties 11 adjacentes d'une même
10 demi-coque 10a, 10b peuvent se chevaucher partiellement.

La **figure 3** illustre un tel chevauchement entre deux plaques embouties 11 adjacentes.

Pour ce faire, l'ouverture d'entrée 111 de chaque plaque emboutie 11 présente un élément mâle 115 de connexion à une plaque emboutie 11 adjacente.

L'ouverture de sortie 112 de chaque plaque emboutie 11 présente, de façon
15 correspondante, un élément femelle 116 de connexion apte à coopérer avec l'élément mâle 115 de connexion d'une plaque emboutie 11 adjacente.

On comprend bien évidemment que les ouvertures de distributions 114, 118 des différentes plaques embouties 11 présentent des éléments 115, 116 de connexion
20 équivalents permettant de raccorder les plaques embouties 11 entre elles par chevauchement.

Ce chevauchement des plaques embouties 11 adjacentes permet, lors du brasage, de garantir l'étanchéité du circuit de circulation du fluide caloporteur au sein du dispositif 1.

En outre, un tel chevauchement entre les plaques embouties 11 adjacentes d'une même demi-coque 10a, 10b permet d'obtenir des demi-coques 10a, 10b
25 présentant une surface inférieure (c'est-à-dire la surface de la demi-coque orientée vers l'autre demi-coque, ou la surface orientée vers l'intérieur du dispositif) plane, facilitant ensuite le brasage des demi-coques 10a, 10b entre elles.

Cette technique permet de s'affranchir de la mise en œuvre de conduits de
30 raccordement additionnels et de joints d'étanchéité entre les plaques embouties, qui, de façon connue, augmentent les risques de fuite du fluide caloporteur.

Cette technique selon laquelle les plaques embouties 11 sont brasées entre elles permet, en outre, de supprimer, ou tout le moins de limiter, le risque de fuite du fluide caloporteur hors du dispositif 1.

5 Comme illustré sur les **figures 2a à 4**, les plaques embouties 11 présentent des plots, ou alvéoles, 117 en saillie (appelées « *dimples* » en anglais) qui s'étendent vers la plaque emboutie 11 située en vis-à-vis et qui sont en contact avec cette dernière, par exemple avec un plot de cette dernière disposé en vis-à-vis, après assemblage du dispositif 1.

10 Ces plots 117 visent, d'une part, à améliorer la résistance mécanique du dispositif 1 à la pression du fluide caloporteur et, d'autre part, à favoriser la répartition du fluide caloporteur dans le circuit de circulation au sein du dispositif 1 (mais également au sein de chaque plaque emboutie 11, quelle que soit son type).

15 Le débit de fluide dans chaque plaque emboutie 11 est fonction du nombre (ou densité) et des dimensions des plots 117 mis en œuvre.

Les plots 117 situés dans le canal de refroidissement 113 des plaques embouties permettent de répartir le fluide dans la totalité de ce dernier de sorte à optimiser la surface d'échange thermique du dispositif 1 avec les cellules électriques.

20 La **figure 4** illustre, en vue de dessus, un exemple de circuit de circulation global d'un dispositif 1 de régulation thermique selon l'invention.

25 Bien que seule la demi-coque 10a soit visible sur la figure 4, on comprend aisément qu'une demi-coque 10b, symétriquement identique à la demi-coque supérieure 10a, est mise en œuvre afin de former le dispositif 1 de régulation thermique.

Dans cet exemple, le circuit de circulation global du fluide caloporteur est un circuit en U, les connecteurs d'entrée 21 et de sortie 22 du fluide étant disposés sur un même bord latéral du dispositif 1.

30 Le dispositif 1 présente, comme sur la figure 1, une lumière centrale 101 pouvant recevoir un ou plusieurs équipements électroniques à refroidir.

Le dispositif 1 comprend deux demi-coques 10a, 10b, comprenant chacune :

- douze plaques de distribution 11a réparties sur deux rangées supérieure et inférieure 300, 400 s'étendant respectivement le long des bords supérieur et inférieur du dispositif 1 de la figure 4 ;

- deux plaques d'extrémités 11b situées dans les angles opposés aux connecteurs d'entrée 21 et de sortie 22 du fluide caloporteur du dispositif 1 ;

- quatre plaques de retournement 11d situées entre la lumière centrale 101 et les bords supérieur et inférieur du dispositif 1 et ;

- sept plaques intermédiaires 11c s'étendant dans la rangée intermédiaire 500 située entre la rangée supérieure 300 et la rangée inférieure 400 du dispositif 1.

10 Ainsi, le fluide caloporteur entrant par le connecteur d'entrée 21 dans le dispositif 1 est distribué sur l'ensemble de la longueur du dispositif 1 (selon la flèche F11) par le biais des canaux principaux 110 des plaques de distribution 11a et d'extrémité 11b de la rangée supérieure 300.

15 Le fluide circule ensuite dans les canaux de refroidissement 113 de l'ensemble des plaques embouties 11 du dispositif 1 vers la rangée inférieure 400, via la rangée intermédiaire 500 (selon les flèches F12).

Il est ensuite dirigé vers le connecteur de sortie 22 par le biais des canaux principaux 110 des plaques de distribution 11a et d'extrémité 11d de la rangée inférieure 400 (selon la flèche F13).

20 Les plaques de retournement 11d ont un fonctionnement particulier puisqu'elles présentent un circuit interne en "U" qui permet de faire circuler le fluide caloporteur (selon la flèche F5) depuis l'ouverture d'entrée 111 vers l'ouverture de sortie 112 via le canal de refroidissement 113 (comme illustré sur la **figure 2d**).

25 Cette circulation particulière au sein des plaques de retournement 11d est imposée par la configuration du dispositif 1 présentant une lumière centrale 101.

Un exemple de dispositif 1 ne présentant pas une telle lumière centrale 101 est décrit plus en détail dans la suite de la description (cf. figure 9, par exemple).

30 La **figure 5** détaille la température moyenne du fluide caloporteur circulant au sein du dispositif 1 selon le circuit de circulation du fluide caloporteur décrit sur la figure 4, dans chacune des zones définies par les plaques embouties 11.

La différence de température entre la température minimale (ici en entrée du dispositif 1) qui est de 25°C et la température maximale (ici dans la plaque de retournement située dans la rangée inférieure) qui de 28,9°C est donc relativement faible.

- 5 Ceci démontre que le dispositif 1 de régulation thermique conforme à l'invention est performant en ce sens qu'il permet une régulation thermique quasi-homogène des cellules électriques de la batterie.

- 10 Les **figures 6 à 11** illustrent schématiquement différents exemples de circuits de circulation du fluide caloporteur pouvant être mis en œuvre dans un dispositif de régulation thermique conforme à l'invention.

Ici encore, seule la demi-coque 10a est visible.

On comprend bien évidemment que le dispositif 1 de régulation comprend une autre demi-coque 10b, symétriquement identique à la demi-coque 10a.

- 15 La **figure 6** montre un exemple d'un dispositif 1 de régulation thermique présentant un circuit de circulation en U dans lequel le fluide caloporteur parcourt l'espace intérieur délimité par les demi-coques 10a et 10b, ces dernières comprenant chacune deux rangées supérieure et inférieure 300, 400 de cinq plaques embouties 11.

Ici encore, seule la demi-coque 10a est visible.

- 20 Plus précisément, chaque rangée comprend quatre plaques de distribution 11a et une plaque d'extrémité 11b.

Les connecteurs d'entrée 21 et de sortie 22 du fluide caloporteur dans le dispositif 1 se font sur un même bord latéral (à gauche en l'occurrence).

- 25 De façon similaire au dispositif 1 de la figure 4, le fluide caloporteur entre par le connecteur d'entrée 21 dans le dispositif 1 et est distribué sur l'ensemble de la longueur du dispositif 1 (selon la flèche F11) par le biais des canaux principaux 110 des plaques de distribution 11a et d'extrémité 11b de la rangée supérieure 300.

- 30 Le fluide circule ensuite dans les canaux de refroidissement 113 de l'ensemble des plaques embouties 11 du dispositif 1 vers la rangée inférieure 400 (selon les flèches F12), puis est dirigé vers le connecteur de sortie 22 par le biais des canaux principaux 110 des plaques de distribution 11a et d'extrémité 11d de la rangée inférieure 400 (selon la flèche F13).

La **figure 7** illustre un exemple d'un dispositif 1 de régulation thermique présentant un circuit de circulation en "I" dans lequel le fluide caloporteur parcourt l'espace intérieur délimité par les demi-coques 10a et 10b, ces dernières comprenant chacune deux rangées de cinq plaques embouties 11.

5 Ici encore, seule la demi-coque 10a est visible.

Plus précisément, chaque rangée comprend quatre plaques de distribution 11a et une plaque d'extrémité 11b.

Le fonctionnement de ce dispositif 1 est sensiblement identique à ceux précédemment décrits si ce n'est que le connecteur de sortie 22 du fluide caloporteur
10 est située sur un bord latéral opposé au connecteur d'entrée 21.

La **figure 8** illustre un exemple d'un dispositif 1 de régulation thermique présentant un circuit de circulation en "U" dans lequel le fluide caloporteur parcourt l'espace intérieur délimité par les demi-coques 10a et 10b, ces dernières comprenant chacune deux rangées de dix plaques embouties 11.

15 Ici encore, seule la demi-coque 10a est visible.

La circulation du fluide caloporteur au sein de ce dispositif est identique à celle du dispositif de la **figure 6**, le nombre de plaques embouties 11 par rangée étant ici doublé.

La **figure 9** illustre un exemple d'un dispositif 1 de régulation thermique
20 présentant un circuit de circulation en "U" dans lequel le fluide caloporteur parcourt l'espace intérieur délimité par les demi-coques 10a et 10b, ces dernières comprenant chacune trois rangées de dix plaques embouties 11.

Ici encore, seule la demi-coque 10a est visible.

La circulation du fluide caloporteur au sein de ce dispositif est identique à celle
25 du dispositif de la **figure 8**. On constate toutefois qu'une rangée 500 de plaques intermédiaires 11c est intercalée entre les rangées de plaques embouties 11 supérieure 300 et inférieure 400.

Le fonctionnement de ce dispositif 1 se rapproche de celui décrit en relation avec la figure 4 si ce n'est que ce dispositif 1 ne présente pas de lumière centrale
30 destinée à recevoir des équipements électroniques à réguler thermiquement.

La **figure 10** illustre une variante du dispositif de régulation thermique de la **figure 4** dans laquelle le circuit de circulation global est un circuit en "U" et les paires de

plaques numérotées 7, 9 et 8, 10 sont configurées de sorte à définir une circulation en "U" en parallèle des conduits de distribution et de collecte du dispositif 1.

Ce type de plaque n'a pas été décrit en détail auparavant mais on comprendra aisément sa structure.

5 La **figure 11** illustre schématiquement le circuit de circulation du fluide caloporteur au sein du dispositif 1 de régulation thermique précédemment décrit en relation avec la figure 4.

Ces différentes variantes sont données à titre de simples exemples illustratifs et non limitatifs.

10 On comprend aisément que le nombre de plaques embouties 11, leur type et leur disposition (nombre de rangées et de colonnes) peut varier sans s'écarter du principe général de l'invention.

 Le dispositif 1 de régulation thermique de l'invention consiste ainsi en un assemblage de deux demi-coques 10a, 10b constituées chacune de plaques embouties
15 11 de différents types, dont la forme et les dimensions sont adaptées à celles du pack-batterie.

Afin de faciliter les opérations de brasage, il est prévu que toutes les plaques embouties 11 soient cladées.

 Dans une variante, seule les plaques embouties 11 de l'une des demi-coques
20 10a, 10b sont cladées.

Dans ce cas de figure, la solidarisation entre elles et sur la première demi-coque des plaques embouties 11 de la deuxième demi-coque est mis en œuvre par un apport de matière extérieur, au moyen d'un feuillard de clade, par exemple.

Dans un mode de réalisation particulier, aucune des plaques n'est cladée.

25 La solidarisation des plaques entre elles est alors réalisée par un procédé de collage.

Le procédé de collage n'est pas limité au type de colle (époxy, silicone, polyuréthane, mono/bi composants), ni à un procédé de durcissement (appelé "curing" en anglais) à température ambiante ou à une température prédéterminée.

30 Les connecteurs d'entrée 21 et de sortie 22 du fluide caloporteur dans le dispositif 1 sont, de préférence non cladés afin de garantir un état de surface optimal au niveau de la connectique.

Dans une variante, ces connecteurs sont cladés et une reprise en usinage peut être effectuée afin de garantir un état de surface optimal.

L'emplacement des connecteurs d'entrée 21 et de sortie 22 du fluide caloporteur dans le dispositif 1 n'est pas limité aux exemples décrits précédemment.

5 Les connecteurs 21, 22 peuvent, sans limitation, se trouver :

- dans le plan de joint entre les deux demi-coques 10a, 10b ;
- perpendiculairement aux plaques embouties 11 ;
- selon un angle quelconque aux plaques embouties.

10 Les dimensions des plaques embouties sont de préférence équivalentes aux dimensions des cellules électriques de sorte que la température de chaque cellule électrique est régulée par une seule plaque emboutie.

A titre d'exemple, les cellules électriques présentent généralement une taille de 350mm de long sur 150mm de large.

15 Dans une variante, les dimensions des plaques embouties sont égales aux dimensions d'un groupement de cellules électriques.

Les plaques embouties sont, en outre, adaptées :

- aux contraintes de régulation thermique des cellules électriques (densité de plots, dimensions des conduits de circulation du fluide caloporteur,) ;
 - aux contraintes mécaniques (épaisseur de matière, densités de conduits internes et de plots pour répondre aux spécifications d'éclatement et de pression cyclée).
- 20

25 Afin de distribuer de manière optimale le fluide caloporteur dans l'ensemble des plaques embouties du dispositif de régulation thermique de l'invention, il est possible, en complément des plots 117, d'adapter les sections des ouvertures d'entrée et de sortie du fluide caloporteur des plaques embouties.

Le dispositif de régulation thermique de l'invention permet de refroidir et, le cas échéant, de réchauffer les cellules électriques.

30 Comme indiqué dans l'ensemble de la description ci-dessus, le dispositif 1 de régulation thermique de l'invention comprend deux demi-coques, symétriquement identiques, comprenant chacune une pluralité de plaques embouties juxtaposées dans un même plan.

Il est à noter que l'on peut également considérer que le dispositif de régulation thermique conforme à l'invention est obtenu par assemblage d'une pluralité de coques, chaque coque étant constituée d'une paire de plaques embouties.

5 Dans ce cas de figure, les coques comprennent chacune deux plaques embouties, symétriquement identiques, solidarisées en vis-à-vis.

Les coques (c'est-à-dire les paires de plaques embouties) sont ensuite solidarisées entre elles dans un même plan afin d'obtenir un dispositif 1 de régulation thermique de forme et de dimensions souhaitées.

REVENDEICATIONS

1. Dispositif de régulation thermique (1), notamment de refroidissement, d'au moins un élément de stockage d'énergie électrique,
- 5 caractérisé en ce qu'il comprend deux demi-coques (10a, 10b) assemblées l'une à l'autre, les demi-coques (10a, 10b) comprenant chacune au moins deux plaques embouties (11) juxtaposées dans un même plan et assemblées l'une à l'autre, lesdites demi-coques (10a, 10b) délimitant un circuit de circulation d'un fluide caloporteur au sein du dispositif de régulation thermique (1), au moins une desdites
- 10 demi-coques (10a, 10b) étant destinée à venir en contact thermique avec ledit au moins un élément de stockage d'énergie électrique.
2. Dispositif de régulation thermique (1) selon la revendication 1, caractérisé en ce que les surfaces extérieures des demi-coques (10a, 10b) et les surfaces périphériques
- 15 (100a, 100b) bordant lesdites surfaces extérieures sont sensiblement planes.
3. Dispositif de régulation thermique (1) selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que lesdites au moins deux plaques embouties (11) juxtaposées d'au moins une desdites demi-coques (10a, 10b) sont solidarisées par brasage.
- 20
4. Dispositif de régulation thermique (1) selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que lesdites au moins deux plaques embouties (11) juxtaposées d'au moins une desdites demi-coques (10a, 10b) se chevauchent partiellement.
- 25
5. Dispositif de régulation thermique (1) selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que lesdites demi-coques (10a, 10b) sont solidarisées entre elles par brasage.
- 30
6. Dispositif de régulation thermique (1) selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que chacune desdites demi-coques (10a, 10b) comprend une première rangée (300) de plaques embouties (11) assurant l'alimentation et la distribution du fluide dans le dispositif (1) et une deuxième rangée (400) de plaques embouties (11)

assurant la collecte et l'évacuation du fluide hors du dispositif (1), et optionnellement au moins une rangée intermédiaire (500) de plaques embouties (11).

- 5 **7.** Dispositif de régulation thermique (1) selon la revendication 6, caractérisé en ce que chacune des première (300) et deuxième (400) rangées comprend au moins deux types de plaques embouties (11), à savoir :
- au moins une plaque de distribution (11a) communiquant fluidiquement d'une part avec une ou deux plaques embouties (11) adjacentes de ladite première rangée (300) et d'autre part avec une plaque de distribution (11a) de la deuxième rangée (400) ou une plaque intermédiaire (11c) d'une rangée intermédiaire (500) ;
 - une plaque d'extrémité (11b) communiquant fluidiquement d'une part avec une plaque emboutie (11) adjacente de ladite rangée (300, 400) et d'autre part avec une plaque de distribution (11a) ou d'extrémité (11b) de l'autre rangée parmi les première et deuxième rangées (300, 400) ou une plaque intermédiaire (11c) d'une rangée intermédiaire (500).
- 10 15

- 8.** Dispositif de régulation thermique (1) selon la revendication 7, caractérisé en ce que ladite plaque intermédiaire (11c) est configurée pour permettre le passage du fluide entre deux rangées de plaques embouties (11).
- 20

- 9.** Dispositif de régulation thermique (1) selon l'une des revendications 6 à 8, caractérisé en ce qu'au moins une desdites rangées (300, 400, 500) comprend au moins une plaque de retournement (11d) destinée à former une circulation du fluide en "U" au sein de ladite au moins une rangée (300, 400, 500).
- 25

- 10.** Dispositif de régulation thermique (1) selon l'une des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que lesdites plaques embouties (11) présentent des plots (117) de répartition du fluide caloporteur.

1/7

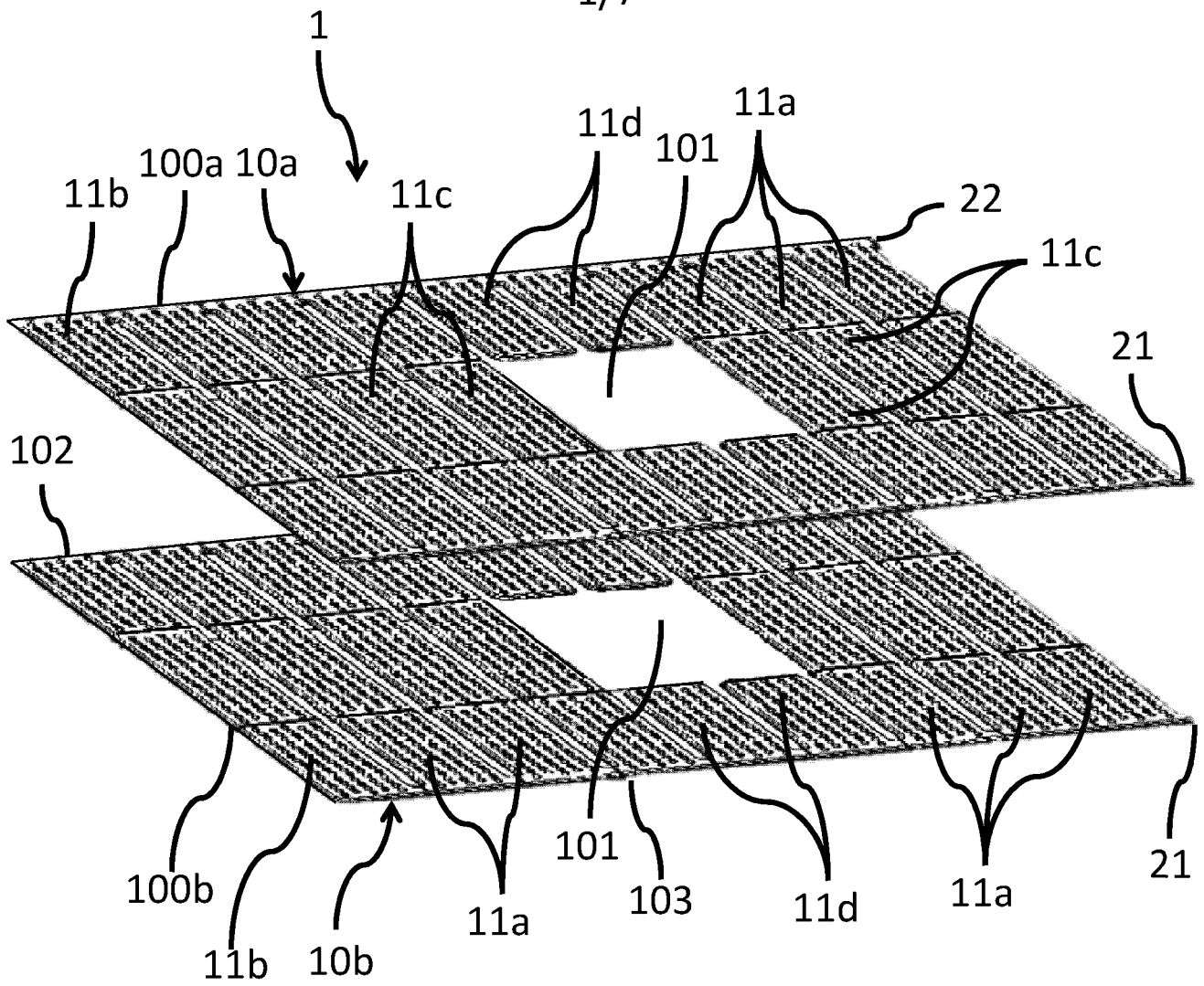
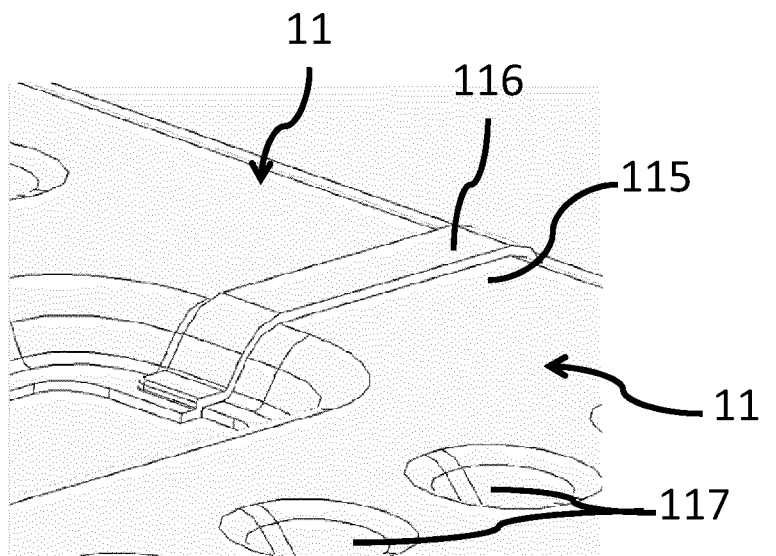


Fig. 1

Fig. 3



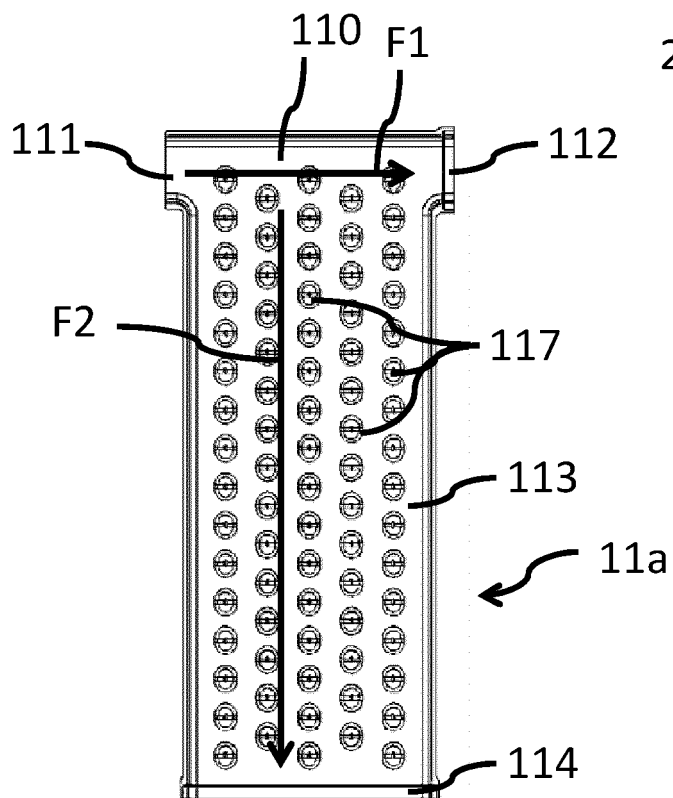


Fig. 2a

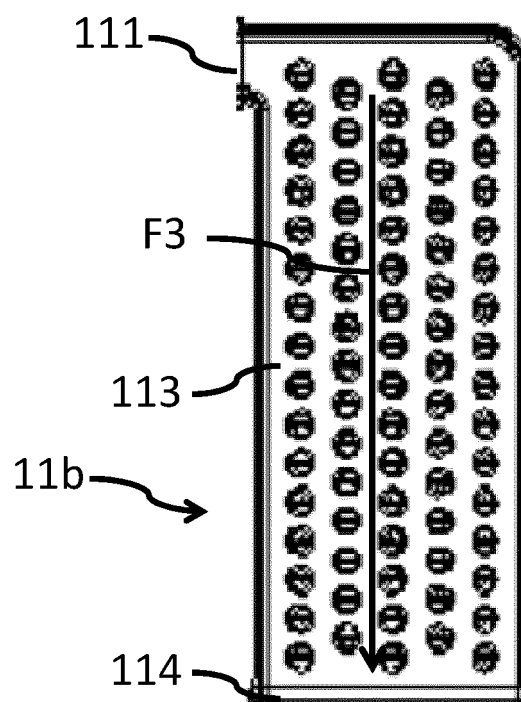


Fig. 2b

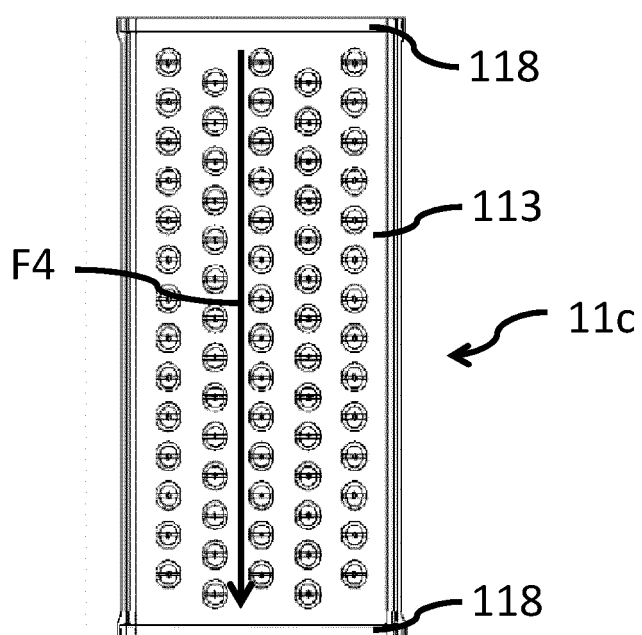


Fig. 2c

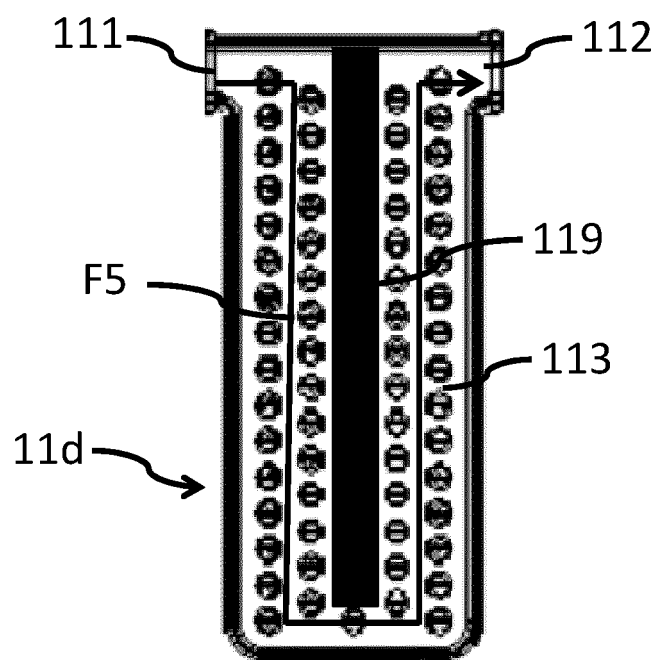


Fig. 2d

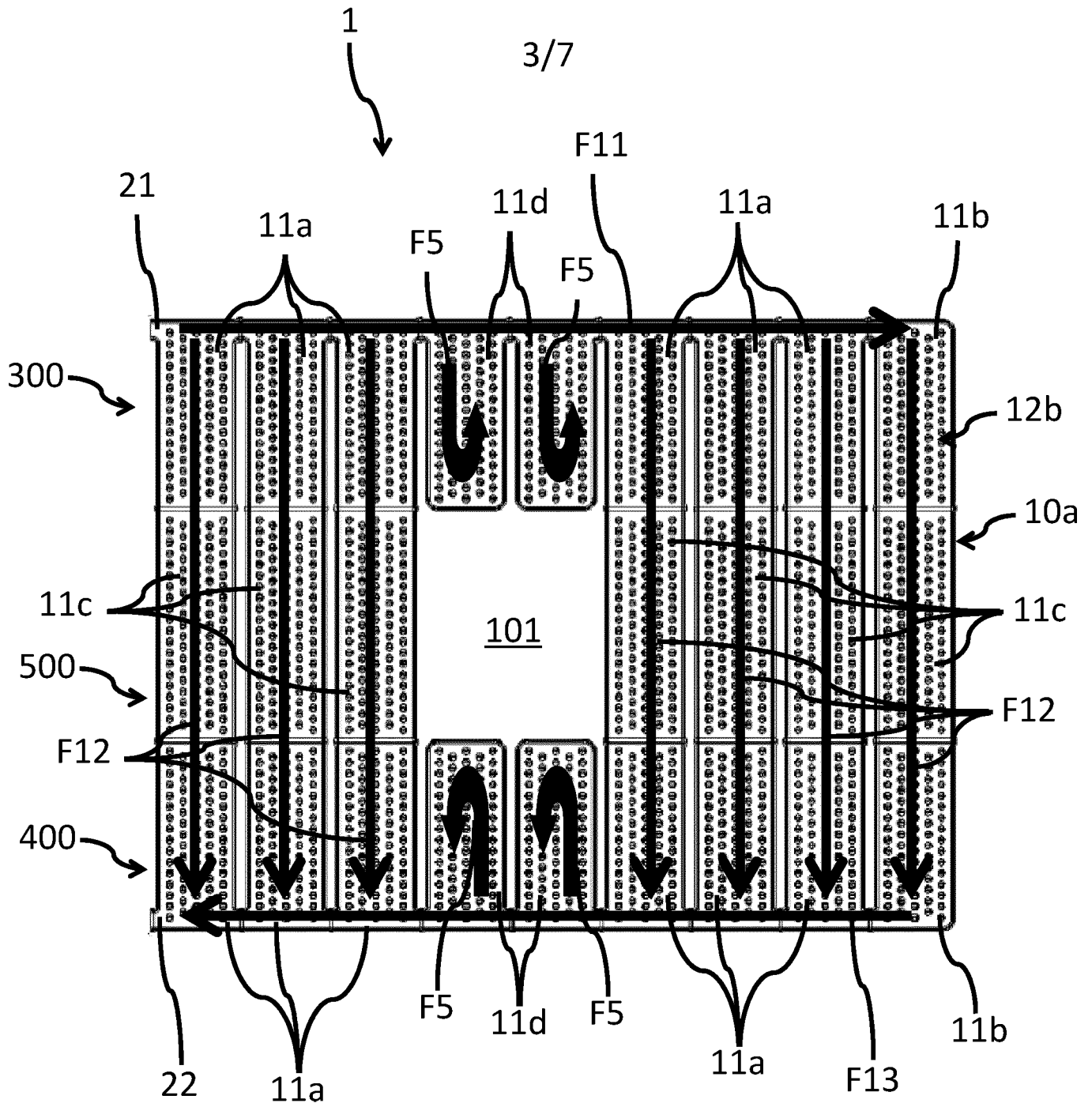
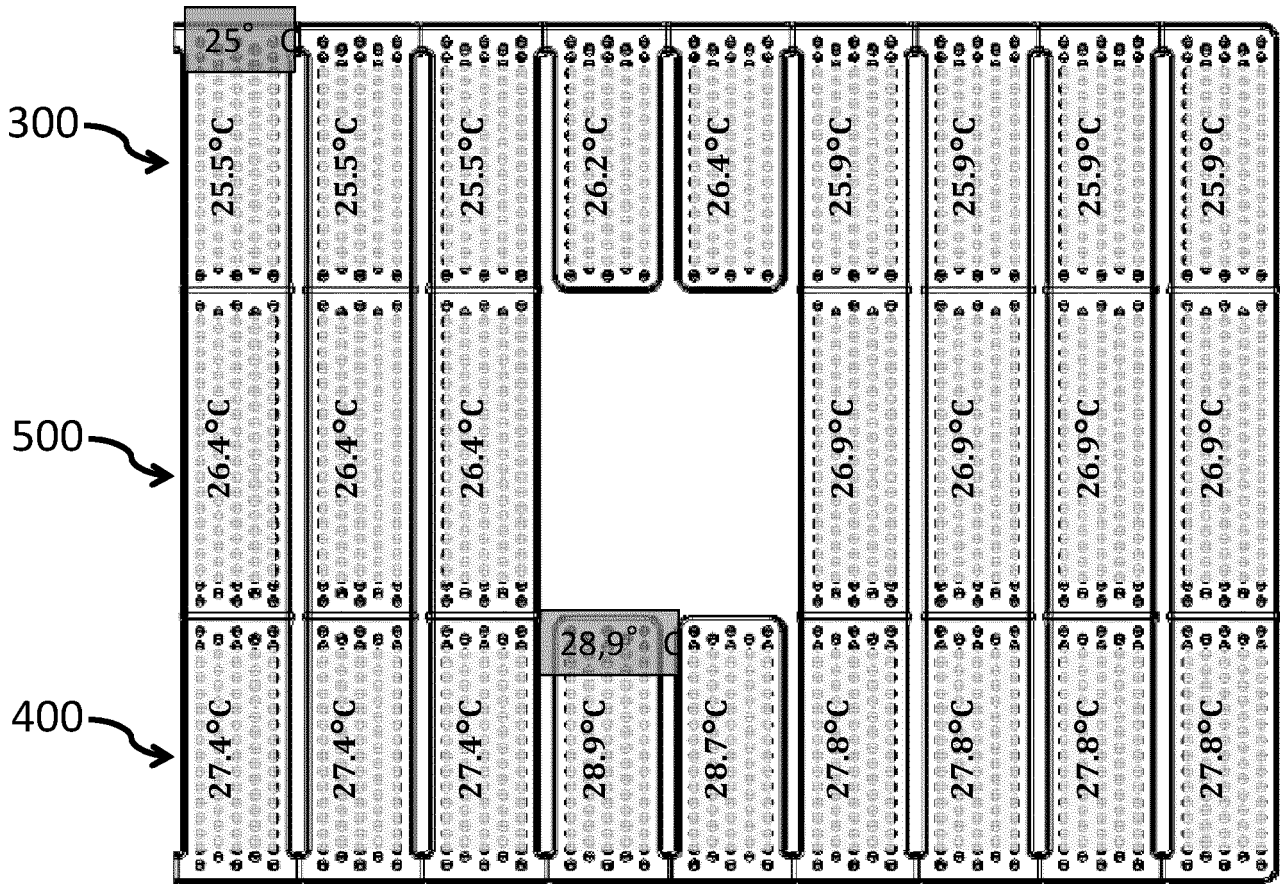
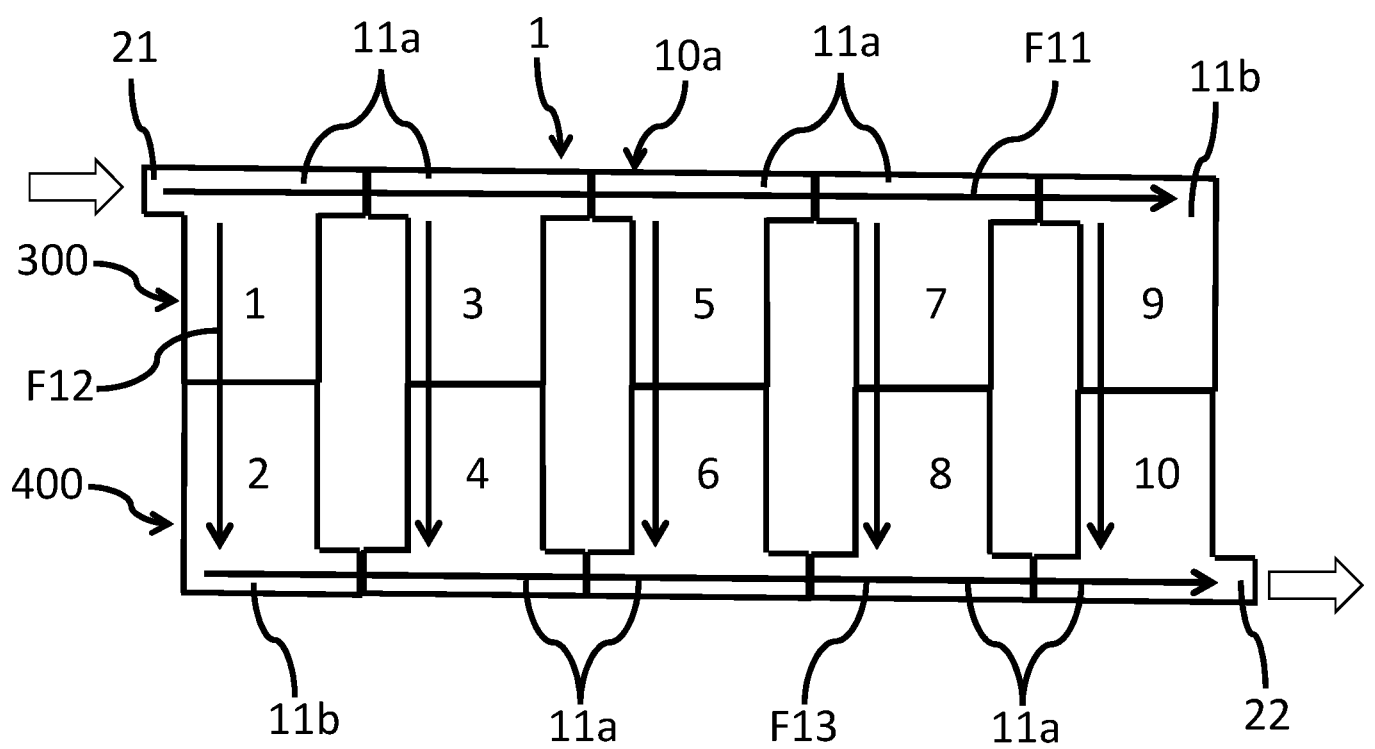


Fig. 4

**Fig. 5**



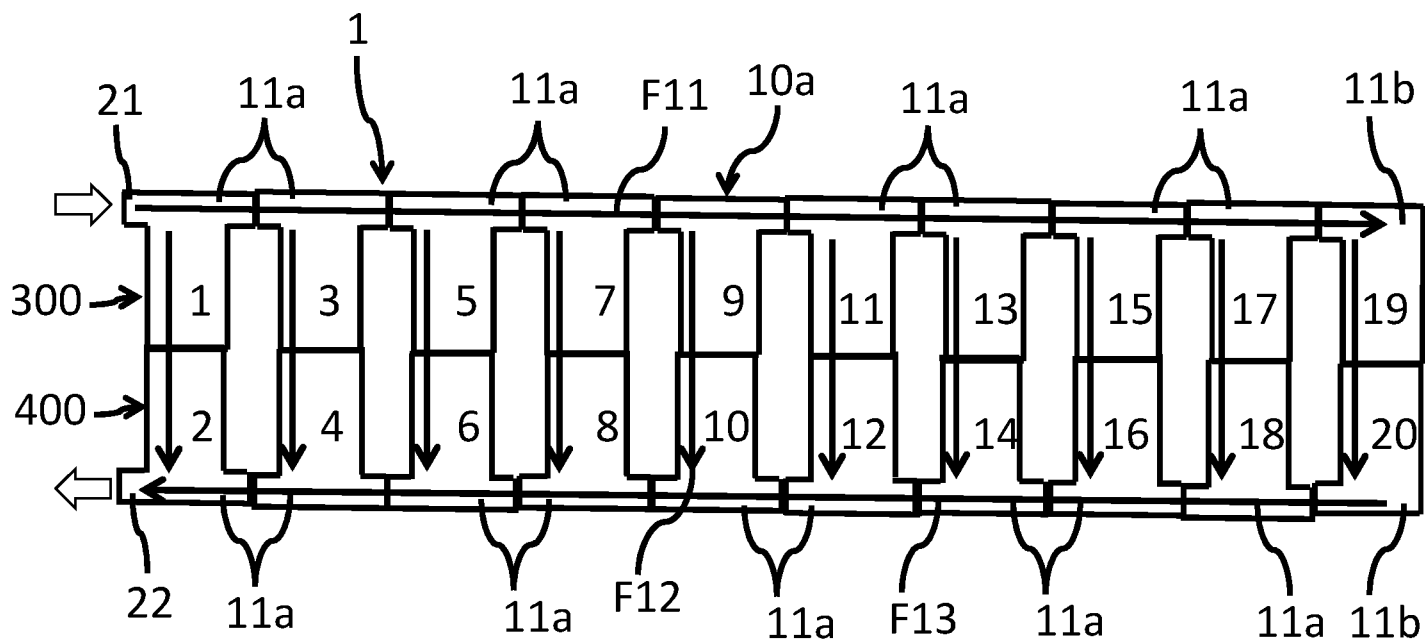


Fig. 8

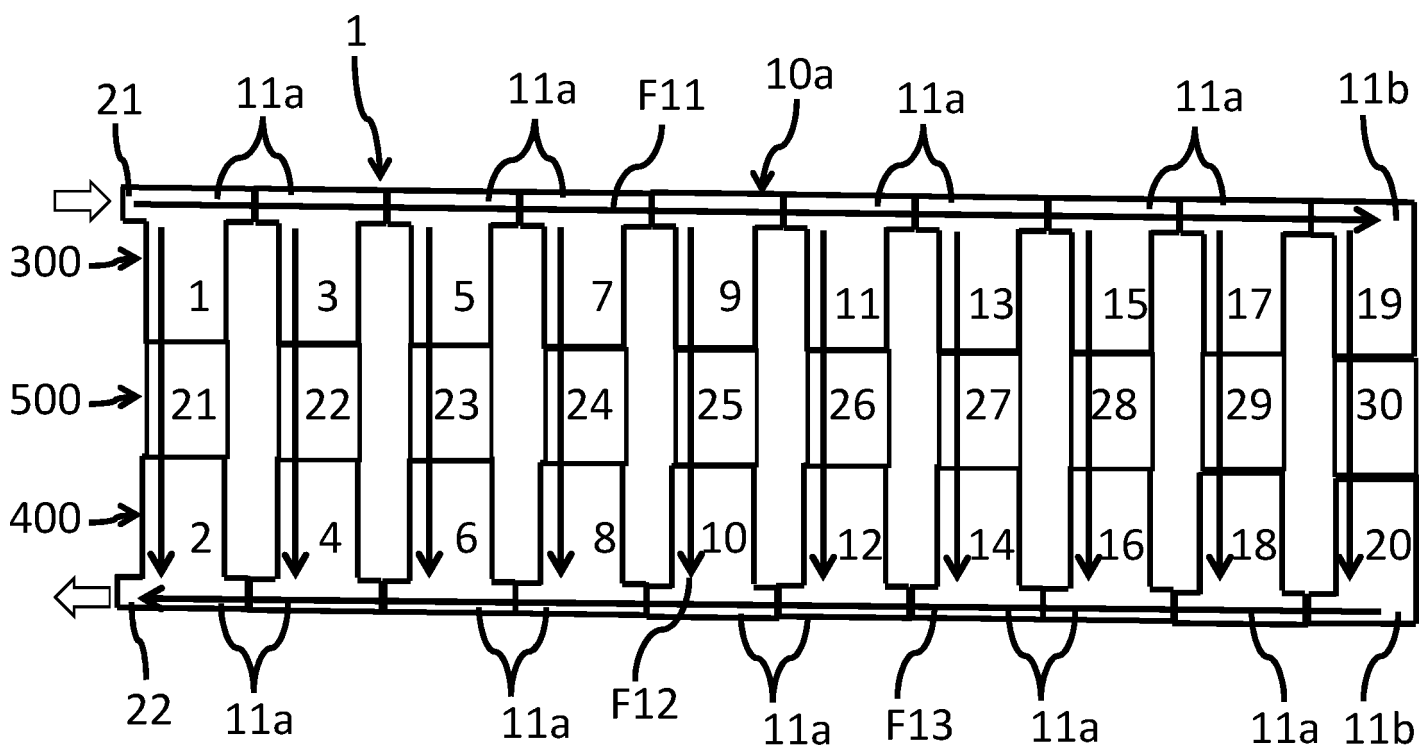


Fig. 9

Fig. 11

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**

WO 2016/109881 A1 (DANA CANADA CORP [CA])
14 juillet 2016 (2016-07-14)

EP 2 993 435 A1 (VALEO SYSTEMES THERMIQUES
[FR]) 9 mars 2016 (2016-03-09)

FR 3 022 994 A1 (VALEO SYSTEMES THERMIQUES
[FR]) 1 janvier 2016 (2016-01-01)

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

NEANT

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

NEANT