

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 22.10.21.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 28.04.23 Bulletin 23/17.

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

60 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

71 Demandeur(s) : SAFT Société par actions simplifiée à
associé unique — FR et PSA Automobiles SA Société
anonyme — FR.

72 Inventeur(s) : CHAURIS Nicolas, GALVAING
Mathieu, TATRIE Guillaume et PERQUIA Maximilien.

73 Titulaire(s) : SAFT Société par actions simplifiée à
associé unique, PSA Automobiles SA Société anonyme.

74 Mandataire(s) : PSA AUTOMOBILES.

54 Module de batterie présentant des pièces intercalaires, batterie et véhicule associés.

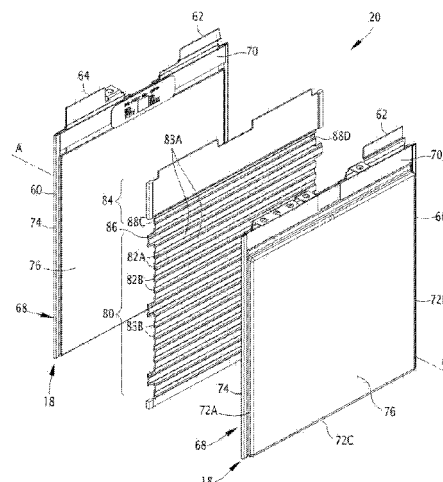
57 Module de batterie présentant des pièces intercalaires, batterie et véhicule associés

Ce module comprend un empilement comportant :
* une pluralité de cellules électrochimiques (18) ;
* au moins une pièce intercalaire (20) interposée entre
chaque paire de cellules (18) adjacentes ;
* un mécanisme de maintien de l'empilement enserrant
les cellules (18) et les pièces intercalaires (20) les unes
contre les autres ;

Le module comporte au moins un liquide diélectrique de
refroidissement de l'empilement.

La pièce intercalaire (20) définit au moins un canal ouvert (82A, 82B) de circulation du liquide diélectrique. Le canal (82A, 82B) s'ouvre à la périphérie de l'empilement pour permettre la circulation du liquide diélectrique dans l'empilement et s'ouvre en regard d'une face principale (74, 76) d'au moins une cellule (18) appliquée sur la pièce intercalaire (20), pour mettre en contact la face principale (74, 76) avec le liquide diélectrique.

Figure pour l'abrégé : figure 2



Description

Titre de l'invention : Module de batterie présentant des pièces intercalaires, batterie et véhicule associés

- [0001] La présente invention concerne un module de batterie comprenant :
- [0002] - un boîtier définissant un volume intérieur ;
- [0003] - un empilement comportant ;
- [0004] * une pluralité de cellules électrochimiques empilées dans le volume intérieur ;
- [0005] * au moins une pièce intercalaire interposée entre chaque paire de cellules électrochimiques adjacentes ;
- [0006] * un mécanisme de maintien de l'empilement propre à enserrer les cellules électrochimiques et les pièces intercalaires les unes contre les autres ; l'empilement étant contenu dans le volume intérieur ;
- [0007] - au moins un liquide diélectrique de refroidissement de l'empilement.
- [0008] Un tel module est destiné à être utilisé notamment dans des applications de fourniture de puissance électrique dans le domaine automobile, spatial, ou/et pour du stockage d'énergie. Un tel module est particulièrement adapté aux applications de hautes puissances électriques.
- [0009] La transition écologique impose de disposer de batteries dans lesquelles les puissances électriques impliquées sont de plus en plus élevées, à la fois lors de la fourniture d'un courant et d'une tension à un système consommateur, ou lors de la recharge du module de batterie.
- [0010] Dans ce cadre, un module de batterie du type précité subit généralement des échauffements importants qui nécessitent une évacuation efficace des calories produites par effet Joule.
- [0011] De plus, lorsque le module de batterie comporte des cellules, notamment des cellules lithium-ion, constituées d'enveloppes souples (dénommées poches ou pochettes, « pouch » en anglais) ou d'enveloppes rigides de format prismatique, celles-ci ont tendance à gonfler, notamment lors de la recharge du module de batterie. Il est donc nécessaire d'assurer une tenue mécanique adéquate du module de batterie et des cellules électrochimiques lors de son utilisation.
- [0012] Pour résoudre les problèmes précités, US 2016/0164061 propose une solution dans laquelle des cellules électrochimiques sont empilées les unes sur les autres avec l'interposition, entre chaque paire de cellules adjacentes, d'une plaque de dissipation de la chaleur.
- [0013] La plaque présente des ailettes latérales, qui dépassent transversalement de l'empilement. Elle transfère par conduction thermique la chaleur produite dans les

cellules vers les ailettes. En outre, les ailettes sont traversées par un conduit dans lequel circule un liquide de refroidissement. Ainsi, les calories présentes dans les ailettes sont transférées à l'extérieur du module de batterie via le liquide de refroidissement.

[0014] Un tel module de batterie ne donne cependant pas entière satisfaction.

[0015] En premier lieu, l'échange thermique par conduction ne permet qu'une évacuation limitée des calories, ce qui peut causer des problèmes dans certaines applications haute puissance.

[0016] Par ailleurs, le module muni des plaques de dissipation est lourd et encombrant, notamment du fait de la présence des ailettes, ce qui est un inconvénient majeur pour des applications embarquées comme dans le secteur automobile, spatial ou aéronautique.

[0017] Un but de l'invention est donc de fournir un module de batterie dans lequel les calories générées lors de la délivrance d'une puissance électrique, ou lors du rechargement du module, sont évacuées de manière très efficace, le module restant compact et intègre mécaniquement, et adaptable à diverses connectiques.

[0018] À cet effet, l'invention a pour objet un module de batterie du type précité, caractérisé en ce que le liquide diélectrique remplit le volume intérieur, l'empilement étant totalement immergé dans le liquide diélectrique,

[0019] la ou chaque pièce intercalaire définissant au moins un canal ouvert de circulation du liquide diélectrique, le canal ouvert de circulation du liquide diélectrique s'ouvrant à la périphérie de l'empilement pour permettre la circulation du liquide diélectrique dans l'empilement et s'ouvrant en regard d'une face principale d'au moins une cellule électrochimique appliquée sur la pièce intercalaire, pour mettre en contact la face principale de la cellule électrochimique avec le liquide diélectrique.

[0020] Le module de batterie selon l'invention peut comprendre l'une ou plusieurs des caractéristiques suivantes, prises isolément ou suivant toute(s) combinaison(s) techniquement possible(s) :

[0021] - l'au moins une pièce intercalaire définit une pluralité de canaux ouverts de circulation du liquide diélectrique séparés les uns des autres ;

[0022] - la ou chaque pièce intercalaire définit au moins un premier canal ouvert de circulation du liquide diélectrique s'ouvrant vers une première face principale d'une première cellule électrochimique adjacente à la pièce intercalaire, et fermé vers une deuxième face principale d'une deuxième cellule électrochimique adjacente à la pièce intercalaire, située à l'opposé de la première cellule électrochimique par rapport à la pièce intercalaire, la pièce intercalaire comportant au moins un deuxième canal ouvert de circulation du liquide diélectrique s'ouvrant vers la deuxième face principale de la deuxième cellule électrochimique, et fermé vers la première face principale de la première cellule électrochimique ;

- [0023] - un fond du premier canal ouvert de circulation du liquide diélectrique est appliqué sur la deuxième face principale de la deuxième cellule électrochimique, un fond du deuxième canal ouvert de circulation du liquide diélectrique étant appliqué sur la première face principale de la première cellule électrochimique ;
- [0024] - le canal ouvert de circulation du liquide diélectrique débouche à la périphérie de l'empilement par au moins deux ouvertures distinctes ;
- [0025] - les deux ouvertures distinctes débouchent dans deux faces distinctes de l'empilement, avantageusement dans deux faces opposées ou adjacentes de l'empilement, ou les deux ouvertures distinctes débouchent dans la même face de l'empilement ;
- [0026] - l'aire de la section transversale de chaque canal ouvert de circulation du liquide diélectrique est inférieure à 2 mm^2 , et notamment comprise entre 0.5 mm^2 et 2 mm^2 ;
- [0027] - le boîtier définit une entrée d'amenée de liquide diélectrique dans le volume intérieur et une sortie d'évacuation de liquide diélectrique à l'extérieur du volume intérieur, l'entrée d'amenée et la sortie d'évacuation étant destinées à être raccordées à un circuit de refroidissement du liquide diélectrique comportant avantageusement une pompe ;
- [0028] - le mécanisme de maintien comporte deux flasques d'extrémités, disposés de part et d'autre de l'empilement, et au moins un tirant raccordant les deux flasques d'extrémités ;
- [0029] - au moins un des flasques d'extrémités comporte une face interne destinée à être placée en regard d'une cellule électrochimique de l'empilement, la face interne étant incurvée avant enserrement de l'empilement à l'aide du tirant et s'aplanissant sur une face principale d'une cellule électrochimique après enserrement de l'empilement à l'aide du tirant ;
- [0030] - le boîtier comporte une ouverture latérale d'accès et une face interne opposée située en regard de l'ouverture latérale d'accès, le mécanisme de maintien comportant au moins une trappe de fermeture de l'ouverture latérale d'accès propre à comprimer l'empilement entre la trappe et la face opposée ;
- [0031] - chaque cellule électrochimique définit au moins une languette de connexion électrique faisant saillie par rapport à l'empilement, les languettes de connexion électrique étant immergées dans le liquide diélectrique ;
- [0032] - le module de batterie comporte au moins un système de raccordement et/ou au moins un système électronique de gestion du module de batterie raccordés à chaque languette de connexion électrique, le système de raccordement et/ou le système électronique de gestion étant immergés dans le liquide diélectrique ;
- [0033] - chaque cellule électrochimique comporte une poche, notamment est une cellule électrochimique lithium ion de format pochette ou dans lequel chaque cellule électro-

chimique comporte un élément de forme prismatique, le liquide diélectrique présent dans le ou chaque canal ouvert de circulation du liquide diélectrique étant au contact de la poche ou de l'élément prismatique.

- [0034] L'invention a également pour objet une batterie comprenant au moins un module de batterie tel que défini plus haut, notamment plusieurs modules de batterie tels que définis plus haut.
- [0035] La batterie comporte avantageusement un circuit de refroidissement du liquide diélectrique, raccordé au module de batterie, alimentant le ou chaque canal ouvert de circulation du liquide diélectrique.
- [0036] L'invention a aussi pour objet un véhicule, notamment un véhicule automobile, spatial ou un aéronef, comportant une batterie telle que définie ci-dessus.
- [0037] L'invention a également pour objet un procédé de génération de puissance électrique à partir d'un module de batterie ou de recharge d'un module de batterie, comportant les étapes suivantes :
 - [0038] - fourniture d'un module de batterie tel que défini plus haut ;
 - [0039] - génération de puissance électrique à partir des cellules électrochimiques du module de batterie, ou recharge des cellules électrochimiques à partir d'une puissance électrique extérieure ;
 - [0040] - lors de la génération de puissance électrique ou de la recharge, mise en circulation du liquide diélectrique à travers le ou chaque canal ouvert de circulation du liquide diélectrique pour évacuer par convection sur au moins une face principale des calories produites par les cellules électrochimiques.
- [0041] L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui va suivre, donnée uniquement à titre d'exemple, et faite en se référant aux dessins annexés, sur lesquels :
- [0042] - [Fig.1] La [Fig.1] est une vue en perspective éclatée d'un premier module de batterie selon l'invention ;
- [0043] - [Fig.2] La [Fig.2] est une vue en perspective éclatée d'un empilement du module de batterie de la [Fig.1], comprenant deux cellules électrochimiques, séparées par une pièce intercalaire définissant des canaux ouverts ;
- [0044] - [Fig.3] La [Fig.3] est une vue en coupe, prise suivant un plan axial longitudinal, d'un détail de l'empilement contenu dans le module de la [Fig.1] ;
- [0045] - [Fig.4] La [Fig.4] est une vue en perspective éclatée de l'empilement contenu dans le module de batterie de la [Fig.1] ;
- [0046] - [Fig.5] La [Fig.5] est une vue prise en coupe suivant un plan horizontal des flasques d'extrémités de l'empilement de la [Fig.4], (a) avant serrage du mécanisme de serrage et (b) après serrage du mécanisme de maintien ;
- [0047] - [Fig.6] La [Fig.6] est une vue illustrant une pièce intercalaire d'un deuxième module de batterie selon l'invention, et à côté de la pièce intercalaire, la représentation

schématique du flux de liquide circulant à travers la pièce intercalaire ;

[0048] - [Fig.7] La [Fig.7] est une vue analogue à la [Fig.6], pour un troisième module de batterie selon l'invention ;

[0049] - [Fig.8] La [Fig.8] est une vue analogue à la [Fig.6] pour un quatrième module de batterie selon l'invention ;

[0050] - [Fig.9] La [Fig.9] est une vue schématique de côté d'un cinquième module de batterie selon l'invention.

[0051] Un premier module de batterie 10 selon l'invention est illustré schématiquement sur les figures 1 à 5. Le module de batterie 10 est destiné à être intégré dans un système de batterie (non représenté) comportant un ou plusieurs modules de batterie 10 identiques.

[0052] Le module de batterie 10 comporte un boîtier 12, définissant un volume intérieur 14. Il comporte en outre un empilement 16 reçu dans le volume intérieur 14, l'empilement 16 comprenant une pluralité de cellules électrochimiques 18, des pièces intercalaires 20 séparant chaque paire de cellules électrochimiques 18 adjacentes, et un mécanisme de maintien 22 des cellules électrochimiques 18 et des pièces intercalaires 20.

[0053] Le module de batterie 10 comporte en outre un système de raccordement 24 destiné à raccorder les cellules électrochimiques 18 à des bornes 26 et un système électronique 28 de gestion de la batterie, le système de raccordement 24 et le système électronique de gestion 28 étant aussi disposés dans le volume intérieur 14.

[0054] Le volume intérieur 14 du boîtier 12 est en outre rempli d'un liquide diélectrique 30, dans lequel sont plongés l'empilement 16, le système de raccordement 24, les bornes 26, et le système électronique de gestion 28.

[0055] Le module de batterie 10 est raccordé à un circuit de refroidissement 32 assurant la mise en circulation du liquide diélectrique dans le volume intérieur 14 et l'évacuation des calories qu'il contient, à l'extérieur du module de batterie 10.

[0056] En référence à la [Fig.1], le boîtier 12 comporte un fond 40, et des parois latérales 42 faisant saillie par rapport au fond 40.

[0057] Dans cet exemple, le boîtier 12 comporte quatre parois latérales 42 perpendiculaires deux à deux définissant entre elles et avec le fond 40, le volume intérieur 14.

[0058] Les parois latérales 42 définissent en outre une ouverture supérieure 44 d'accès au volume intérieur 14.

[0059] Le boîtier 12 comporte en outre un couvercle 46 propre à obturer l'ouverture d'accès 44 de manière amovible afin de permettre le chargement de l'empilement 16 dans le volume intérieur 14 et son déchargement éventuel.

[0060] Le boîtier 12 délimite en outre une entrée 48 d'amenée de liquide diélectrique dans le volume d'intérieur 14 et une sortie 50 d'évacuation du liquide diélectrique hors du volume intérieur 14. L'entrée d'amenée 48 et la sortie d'évacuation 50 sont raccordées chacune au circuit de refroidissement 32.

- [0061] Dans l'exemple représenté sur la [Fig.1], l'entrée d'amenée 48 est située au voisinage du fond 40, sur une paroi latérale 42. La sortie d'évacuation 50 est située au voisinage de l'ouverture d'accès 44, sur une paroi latérale 42 opposée à celle où se trouve l'entrée d'amenée 48.
- [0062] Dans cet exemple, l'empilement 16 s'étend suivant un axe A-A' parallèle au fond 40 du volume intérieur 14 du boîtier 12 lorsque l'empilement 16 est reçu dans le volume intérieur 14.
- [0063] L'empilement 16 comporte plus de cinq cellules électrochimiques 18, de préférence entre 5 et 20 cellules électrochimiques 18 empilées les unes contre les autres avec interposition d'une pièce intercalaire 20 entre chaque paire de cellules électrochimiques 18 adjacentes.
- [0064] Dans cet exemple, chaque cellule électrochimique 18 comporte une enveloppe extérieure ou poche 60 contenant une pluralité d'électrodes (non représentées) de polarités opposées, disposées dans la poche 60 et séparées entre elles par un séparateur interne (non représenté).
- [0065] L'enveloppe ou poche 60 souple est avantageusement constituée après soudure des bords de deux films multi-couches, chaque film multi-couches comprenant une couche métallique, généralement en aluminium, prise en sandwich entre deux couches de matière plastique. L'enveloppe ainsi constituée est remplie des électrodes de polarités opposées séparées par un séparateur interne, d'un électrolyte, puis est fermée de manière étanche.
- [0066] La poche 60 est avantageusement déformable au toucher.
- [0067] En variante, la cellule électrochimique 18 comporte une enveloppe de format prismatique qui contient les électrodes de polarités opposées. L'élément prismatique est indéformable au toucher.
- [0068] Dans un exemple non limitatif, la cellule électrochimique 18 est une cellule électrochimique lithium-ion.
- [0069] Chaque cellule électrochimique 18 comporte en outre au moins une languette 62 de connexion électrique aux électrodes de polarité positive, et au moins une languette 64 de connexion électrique aux électrodes de polarité négative. Dans l'exemple représenté sur la [Fig.2], la cellule électrochimique 18 comporte en outre un cadre de support 68 définissant des plaques 70 de connexion électrique situées entre la poche 60 et les languettes 62, 64.
- [0070] Le cadre 68 comporte en outre des montants latéraux définissant des bords latéraux 72A, 72B de la cellule électrochimique 18.
- [0071] Chaque poche extérieure souple 60 présente une première face principale 74, et une deuxième face principale 76 située à l'opposé de la face 74. Les faces principales 74, 76 s'étendent perpendiculairement à l'axe A-A', et perpendiculairement au fond 40 du

boîtier 12, lorsque l'empilement 16 est reçu dans le volume intérieur.

- [0072] Les faces principales 74, 76 s'étendent jusqu'aux bords latéraux 72A, 72B de la cellule électrochimique 18. Elles s'étendent entre un bord inférieur 72C de la cellule électrochimique 18 et les plaques de rigidification 70 sous les languettes 62, 64.
- [0073] Chaque pièce intercalaire 20 est interposée entre une paire de cellules électrochimiques 18 adjacentes. Chaque pièce intercalaire 20 comprend dans cet exemple une région inférieure 80 munie de canaux ouverts 82A, 82B et, entre les canaux 82A, 82B, des zones 83A, 83B d'appui de la pièce intercalaire 20 sur une face 74, 76 respective d'une cellule électrochimique 18.
- [0074] Chaque pièce intercalaire 20 comporte ici en outre une région supérieure 84 de séparation des languettes 62, 64 des cellules successives 18.
- [0075] Chaque pièce intercalaire 20 comprend en outre avantageusement des pattes latérales 86, faisant saillie latéralement de part et d'autre de la pièce intercalaire 20, au-delà des bords latéraux 72A, 72B des cellules électrochimiques 18 pour le guidage du mécanisme de maintien 22.
- [0076] Les pièces intercalaires 20 sont de préférence réalisées en plastique, par exemple en polyamide (notamment PA66, PA12, PA12GF30).
- [0077] Dans l'exemple représenté sur les figures 2 et 3, les canaux 82A, 82B et les zones d'appui 83A, 83B sont définis par une pluralité de nervures creuses adjacentes. Chaque nervure creuse délimite intérieurement un canal ouvert 82A s'ouvrant vers une première face principale 74 d'une première cellule électrochimique 18 de batterie. Les nervures adjacentes délimitent entre elles des deuxièmes canaux 82B s'ouvrant en regard d'une deuxième face 76 d'une deuxième cellule électrochimique 18 adjacente à la première cellule électrochimique 18.
- [0078] En référence à la [Fig.3], chaque canal 82A s'ouvrant en regard d'une première face principale 74 est délimité latéralement (ici horizontalement vers le haut et vers le bas) par deux cloisons latérales 90C, 90D qui sont communes avec des canaux 82B adjacents.
- [0079] Chaque canal 82A est en outre délimité par un fond 92A qui définit une zone d'appui 83A sur la deuxième face principale 76. Dans cet exemple, le fond 92A du canal 82A raccorde les cloisons latérales 90C, 90D.
- [0080] De même, chaque canal 82B s'ouvrant en regard d'une deuxième face principale 76 est délimité latéralement (ici horizontalement vers le haut et vers le bas) par deux cloisons latérales 90C, 90D qui sont communes avec des canaux 82A adjacents.
- [0081] Chaque canal 82B est en outre délimité par un fond 92B qui définit une zone d'appui 83B sur la première face principale 74. Dans cet exemple, le fond 92B du canal 82B raccorde les cloisons latérales 90C, 90D.
- [0082] Chaque canal 82A, 82B s'ouvre respectivement en regard d'une face respective 74,

76 d'une cellule respective 18 par une ouverture longitudinale 87A, 87B s'étendant sur toute la longueur du canal 82A, 82B.

- [0083] Comme visible sur la [Fig.2], chaque canal 82A, 82B s'ouvre en outre à ses extrémités par au moins une première ouverture latérale 88C et par une deuxième ouverture latérale 88D qui débouchent dans cet exemple dans des faces latérales opposées de l'empilement 16, de part et d'autre de l'axe A-A'.
- [0084] Chaque ouverture longitudinale 87A, 87B d'un canal 82A, 82B est située à l'opposé du fond respectif 92A, 92B du canal 82A, 82B en regard d'une face principale 74, 76 respective d'une cellule électrochimique 18.
- [0085] Avantagement, les canaux 82A, 82B sont tous disjoints. Ainsi, aucun canal 82A, 82B ne débouche dans un autre canal 82A, 82B, ou ne communique avec un autre canal 82A, 82B. Les canaux 82A, 82B définissent ainsi des chemins séparés pour la circulation du liquide diélectrique.
- [0086] Dans cet exemple, les canaux 82A, 82B sont tous parallèles les uns aux autres, et parallèles au fond 40 du boîtier 12. D'autres exemples de configuration des canaux 82A, 82B seront décrites plus bas
- [0087] Chaque canal 82A, 82B présente de préférence une section transversale destinée à la circulation du liquide diélectrique 30, d'aire supérieure à $0,5 \text{ mm}^2$, et de préférence inférieure à 5 mm^2 . Cette section est notamment comprise entre 1 mm^2 et 2 mm^2 .
- [0088] La profondeur de chaque canal 82A, 82B, prise le long de l'axe A-A' entre le fond 92A, 92B et l'ouverture longitudinale 87A, 87B est de préférence comprise entre 0,5 et 2 fois l'épaisseur du fond 92A, 92B.
- [0089] Le nombre de canaux 82A, 82B sur chaque face de la pièce intercalaire 20 est par exemple supérieur à 5, notamment supérieur à 10. Il dépend de la taille de la cellule électrochimique 18.
- [0090] Les cloisons latérales 90C, 90D présentent une épaisseur généralement comprise entre 0,5 mm et 1 mm.
- [0091] L'épaisseur de la pièce intercalaire 20, prise le long de l'axe A-A', reste inférieure à l'épaisseur de chaque cellule électrochimique 18 adjacente.
- [0092] De préférence, le rapport de l'aire totale des zones d'appui 83A, 83B à l'aire totale des ouvertures longitudinales 87A, 87B des canaux 82A, 82B sur chaque face 74, 76 est généralement compris entre 20% et 80%, notamment entre 40% et 60%. Ceci garantit à la fois une large exposition des faces principales 74, 76 au contact direct avec le liquide diélectrique 30 et une robustesse structurelle de la pièce intercalaire 20 à s'opposer à la déformation, notamment au gonflement des cellules électrochimiques 18.
- [0093] La région supérieure 84 est dépourvue de canaux 82A, 82B. Elle s'étend en regard des languettes de connexion 62, 64, et des plaques de rigidification 70.

- [0094] La longueur de chaque canal 82A, 82B prise linéairement entre les ouvertures latérales 88C, 88D est supérieure à sa largeur, notamment à 10 fois sa largeur, la largeur étant prise au niveau de l'ouverture longitudinale 87A, 87B,
- [0095] En référence aux figures 4 et 5, le mécanisme de maintien 22 comporte deux flasques d'extrémités 100A, 100B disposées de part et d'autre de l'empilement 16 de cellules électrochimiques 18 et de pièces intercalaires 20.
- [0096] Le mécanisme de maintien 22 comporte en outre des tirants 102, destinés à enserrer l'empilement 16 de cellules électrochimiques 18 et de pièces intercalaires 20 entre les flasques d'extrémités 100A, 100B.
- [0097] Les flasques 100A, 100B sont disposés en regard de deux cellules électrochimiques 18 situées aux extrémités axiales de l'empilement 16 de cellules électrochimiques 18 et de pièces intercalaires 20 le long de l'axe A-A'.
- [0098] Chaque flasque 100A, 100B présente une face intérieure 104 destinée à être placée en regard d'une face principale 74, 76 d'une cellule électrochimique 18A, 18B et une face extérieure 106, destinée à coopérer avec les tirants 102. Il comporte en outre des pattes de guidage 108 des tirants 102, qui font saillie latéralement par rapport à la face extérieure 106.
- [0099] Comme illustré par la [Fig.4], la face intérieure 104 de chaque flasque d'extrémité 100A, 100B définit des canaux 82A, 82B ouverts destinés à s'ouvrir en regard de la face principale 74, 76 en regard duquel le flasque 100A, 100B est placé.
- [0100] Les canaux 82A, 82B présentent chacun une structure identique à ceux décrit plus haut pour chaque pièce intercalaire 20.
- [0101] Comme illustré par la [Fig.5](a), en coupe dans un plan horizontal parallèle au fond 40 du boîtier 12, la face intérieure 104 de chaque flasque d'extrémité 100A, 100B présente au repos un contour intérieur incurvé vers la face principale 74, 76, avant la mise en place des tirants 102.
- [0102] Une fois les tirants 102 montés pour enserrer les cellules électrochimiques 18 et les pièces intercalaires 20 interposées entre les flasques 100A, 100B, les flasques 100A, 100B sont déformables, pour qu'en section dans le plan horizontal parallèle au fond 40 du boîtier 12, la face intérieure 104 soit plate et s'applique contre la face principale 74, 76 de la cellule électrochimique 18A, 18B. Ceci assure un contact homogène entre chaque flasque d'extrémité 100A, 100B et la cellule électrochimique 18A, 18B en regard duquel il est placé.
- [0103] Pour assurer une telle déformation, les flasques 100A, 100B sont réalisés de préférence en plastique, notamment en polysulfure de phénylène (PPS), ou en variante, en métal, notamment en aluminium.
- [0104] La face extérieure 106 de chaque flasque 100A, 100B est munie de rainures 110 de blocage horizontales, dans lesquelles chaque tirant 102 est inséré.

- [0105] Comme illustré par la [Fig.4], chaque tirant 102 comporte ici un premier étrier 112A destiné à être placé d'un côté de l'empilement 16, en regard du premier flasque 100A, et un deuxième étrier 112B destiné à être placé d'un autre côté de l'empilement 16, en regard du deuxième flasque 100B.
- [0106] Les étriers 112A, 112B présentent chacun une forme de C avec des extrémités libres 114A, 114B. Ils sont munis d'un moyen de fixation des extrémités 114A, 114B entre elles, par exemple un mécanisme à vis qui permet de régler la distance entre les flasques 100A, 100B, et donc l'enserrement de l'empilement 16.
- [0107] En variante (non représentée), les tirants 102 sont droits et non en forme de U.
- [0108] En référence à la [Fig.1], le système de raccordement 24 est destinée à raccorder électriquement les languettes 62, 64 aux bornes 26, à travers le système électronique de gestion 28, lorsque ce dernier est présent. Le système de raccordement 24 et le système électronique de gestion 28, sont placés au-dessus de l'empilement 16 sous le couvercle 46, dans le volume intérieur 14.
- [0109] Le système de raccordement 24 comporte des connexions électriques. Dans l'exemple représenté sur la [Fig.1], il comporte une pièce isolante qui chapeaute les connexions électriques et intègre une partie connectique pour la mesure des tensions individuelles de chaque cellule électrochimique.
- [0110] Le système électronique de gestion 28 comporte des composants électroniques destinés à contrôler la tension et/ou le courant délivrés par le module de batterie 10 lors de sa décharge, et la tension et/ou le courant reçus par le module de batterie 10 lors de sa recharge.
- [0111] La totalité de l'empilement 16, incluant les cellules électrochimiques 18, les pièces intercalaires 20 et le mécanisme de maintien 22 est plongée dans le liquide diélectrique 30. Le système de raccordement 24 et le système électronique de gestion 28 sont également avantageusement totalement plongés dans le liquide diélectrique 30.
- [0112] Le liquide diélectrique 30 remplit en particulier les canaux 82A, 82B situés entre les cellules électrochimiques 18, et entre en contact direct avec les faces principales 74, 76 des cellules électrochimiques 18 à travers les ouvertures longitudinales 87A, 87B.
- [0113] Ainsi, un échange thermique par convection se produit directement au niveau de chaque face principale 74, 76 de chaque cellule électrochimique 18, entre le liquide diélectrique 30 et la cellule électrochimique 18, permettant l'évacuation très efficace des calories engendrées dans la cellule électrochimique 18.
- [0114] De préférence, le liquide diélectrique 30 est mis en circulation dans le volume intérieur 14 par l'intermédiaire d'une pompe du circuit de refroidissement 32.
- [0115] Du liquide diélectrique 30 destiné à être réchauffé est convoyé dans le volume intérieur 14 à travers l'entrée d'amenée 48, pour circuler de bas en haut et latéralement depuis l'entrée d'amenée 48 vers la sortie d'évacuation 50 à travers les canaux 82A,

82B.

- [0116] Le liquide diélectrique 30 entre ainsi dans chaque canal 82A, 82B par une première ouverture d'extrémité 88C, balaye une face principale 74, 76 le long de l'ouverture longitudinale 87A, 87B où il se réchauffe, et ressort hors de l'empilement 16 par une deuxième ouverture d'extrémité 88D, avant de rejoindre la sortie d'évacuation 50.
- [0117] Le liquide diélectrique 30 présente avantageusement une résistivité supérieure à 50 GΩ et une tension de rupture supérieure à 40 kV pour un entrefer de 2,5 mm, de préférence comprise entre 45 kV et 55 kV pour un entrefer de 2,5 mm.
- [0118] Le liquide diélectrique 30 présente en outre une densité inférieure à 1, par exemple comprise entre 0,7 et 0,9, et une viscosité faible par exemple inférieure à 3,3 mPa.s à 25°C, tel que mesuré par la Norme ASTM D7042.
- [0119] Le montage du module de batterie 10 est particulièrement simple à réaliser.
- [0120] Les cellules électrochimiques 18 et les pièces intercalaires 20 sont fournies, et sont montées en alternance les unes contre les autres, chaque pièce intercalaire 20 étant insérée entre deux cellules électrochimiques 18 adjacentes. Puis, des flasques d'extrémités 100A, 100B sont placés aux extrémités de l'empilement 16. Les étriers 112A, 112B sont alors insérés dans les rainures 110 au contact de la face extérieure 106 de chaque flasque d'extrémité 100A, 100B.
- [0121] Les étriers 112A, 112B sont insérés dans les pattes 86, 108 de part et d'autre des pièces intercalaires 20 et des flasques 100A, 100B.
- [0122] Les extrémités libres 114A, 114B des étriers 112 sont alors jointes les unes avec les autres, et un serrage est appliqué pour que les tirants 102 maintiennent l'empilement 16 en compression.
- [0123] Le système de raccordement 24 et le système électronique de gestion 28 sont alors montés sur l'empilement 16.
- [0124] Puis, l'empilement 16 est introduit dans le volume intérieur 14 du boîtier 12 à travers l'ouverture supérieure 44. Le couvercle 46 est alors mis en place pour fermer l'ouverture supérieure 44.
- [0125] Le volume intérieur 14 du module de batterie 10 est ensuite rempli de liquide de refroidissement 30 et est raccordé au circuit de refroidissement 32.
- [0126] En fonctionnement, lors d'une phase de décharge du module de batterie 10, un courant et une tension sont délivrés par les bornes 26 du module de batterie 10. Au contraire, lors d'une phase de recharge, un courant et une tension sont appliqués aux bornes 26 du module de batterie 10.
- [0127] La chaleur engendrée dans les cellules électrochimiques 18 est évacuée par la mise en circulation du liquide diélectrique 30 depuis l'entrée d'amenée 48, dans le volume intérieur 14 autour de l'empilement 16, à travers les premières ouvertures d'extrémité 88C des canaux 82A, 82B puis le long des canaux 82A, 82B en contact avec les faces

principales 74, 76 des cellules électrochimiques 18.

- [0128] Le liquide diélectrique 30 se réchauffe alors par convection, et est évacué à travers les deuxièmes ouvertures d'extrémité 88D, puis à travers la sortie d'évacuation de liquide avant d'être refroidi dans le circuit 32.
- [0129] La forme des canaux 82A, 82B délimités par les pièces intercalaires 20 assure un écoulement approprié de liquide diélectrique 30 au contact des faces 74, 76 des cellules électrochimiques 18, tout en laissant les pièces intercalaires 20 conserver un excellent contact mécanique avec les cellules électrochimiques 18.
- [0130] La présence des zones d'appui 83A, 83B empêche le gonflement des cellules électrochimiques 18 et maintient l'intégrité de l'empilement 16, même si la puissance délivrée est élevée, ou/et lors d'une recharge. Les dimensions réduites des canaux 82A, 82B par rapport au volume présent à l'extérieur des canaux 82A, 82B assure en outre un effet d'accélération du flux de liquide diélectrique 30 au sein des canaux 82A, 82B, ce qui augmente la chaleur échangée au niveau des canaux 82A, 82B et donc la capacité de refroidissement au sein du module de batterie 10.
- [0131] La circulation d'un liquide diélectrique 30 tel que défini plus haut garantit en outre que le module de batterie 10 est fiable et sûr, tout en offrant une performance élevée en terme de refroidissement. Cette performance est due en particulier à la convection directe depuis les cellules électrochimiques 18 vers le liquide diélectrique 30.
- [0132] En outre, le liquide diélectrique 30 remplissant la totalité du volume intérieur 14, il refroidit les différentes languettes 62 et 64 de connexions de chaque cellule électrochimique 18 et le système électronique de gestion 28 qui sont immergés.
- [0133] Les propriétés avantageuses énoncées ci-dessus en terme de refroidissement, de robustesse mécanique, de fiabilité et de sécurité sont obtenues tout en conservant une compacité maximale du module de batterie 10, en particulier par rapport à des solutions existantes.
- [0134] Ceci est le cas par rapport à des échangeurs classiques, qui sont interposés entre des cellules électrochimiques, mais dans lesquels l'échange thermique entre le liquide de refroidissement et la paroi des cellules s'effectue uniquement par conduction thermique sans contact.
- [0135] En outre, l'empilement 16 étant totalement immergé dans le volume intérieur 14, il n'est pas nécessaire de fournir une capacité de stockage de liquide diélectrique 30, le volume intérieur 14 constituant cette capacité de stockage.
- [0136] Le gain de masse et de volume par rapport à un module de batterie classique peut donc être de l'ordre de 30% à 50%, notamment lorsque les pièces intercalaires 20 sont réalisés en plastique.
- [0137] De plus, la configuration des canaux 82A, 82B est modifiable pour s'adapter à diverses positions des entrées d'amenées 48 et des sorties d'évacuation 50.

- [0138] Dans l'exemple de la [Fig.6], l'entrée d'amenée de liquide 48 est située au fond du boîtier 12. La sortie d'évacuation de liquide 50 est située dans le couvercle 46.
- [0139] Dans ce cas, les canaux 82A, 82B s'étendent verticalement, perpendiculairement à l'axe A-A' et au fond 40. Les premières ouvertures 88C s'ouvrent dans une face inférieure de l'empilement 16, alors que les deuxièmes ouvertures 88D débouchent dans une face supérieure de l'empilement 16. Les pièces intercalaires 20 de la [Fig.6] diffèrent en outre de ceux de la [Fig.2] en ce que la région supérieure 84 est également munie de canaux 82A, 82B.
- [0140] Dans la variante représentée sur la [Fig.7], l'entrée d'amenée de liquide 48 et la sortie d'évacuation de liquide 50 sont situées sur la même paroi 42 latérale, du même côté du boîtier 12.
- [0141] Dans ce cas, les premières ouvertures 88C et les ouvertures 88D débouchent dans la même face latérale de l'empilement 16. Chaque canal présente alors une forme de U avec un demi-tour à l'opposé des ouvertures 88C, 88D.
- [0142] Dans l'exemple représenté sur la [Fig.7], les canaux 82A, 82B adoptent en outre une configuration en gigogne avec un canal 82A, 82B le plus à l'extérieur présentant des ouvertures 88C, 88D les plus éloignées et une forme de U de largeur maximale. Le canal 82A, 82B le plus à l'extérieur contient l'ensemble des canaux 82A, 82B ayant une forme de U de largeur inférieure, chaque canal 82A, 82B ayant une forme de U de largeur inférieure étant imbriqué dans un canal 82A, 82B ayant une forme de U de largeur supérieure.
- [0143] La variante de la [Fig.8] diffère de celle de la [Fig.7] en ce que l'entrée d'amenée 48 et la sortie d'évacuation 50 débouchent dans le fond 40.
- [0144] Les ouvertures d'extrémités 88C, 88D de chaque canal 82A, 82B débouchent toutes dans une face inférieure de l'empilement 16.
- [0145] Chaque canal 82A, 82B présente également une forme de U, les canaux 82A, 82B étant avantageusement dans une configuration gigogne, comme décrit précédemment.
- [0146] Dans une autre variante représentée sur la [Fig.9], le boîtier 12 est muni d'une paroi supérieure 42A fixe par rapport aux parois latérales 42.
- [0147] Les parois latérales 42 définissent une ouverture latérale d'accès 44 au volume intérieur dans une face latérale du boîtier 12.
- [0148] Dans cet exemple, le mécanisme de maintien 22 est dépourvu de tirant 102. Le premier flasque 100A est formé par la face intérieure d'une paroi latérale 42. Le deuxième flasque 100B est formé par une trappe 120, propre à fermer l'ouverture d'accès 44, en comprimant les cellules électrochimiques 18 et les pièces intercalaires 20 les uns contre les autres pour les maintenir en appui sur le flasque 100A.
- [0149] Cette variante réduit encore le nombre de pièces nécessaires pour réaliser l'empilement 16, augmente la compacité, tout en conservant les propriétés avan-

tageuses décrites plus haut.

Revendications

- [Revendication 1] Module de batterie (10) comprenant :
- un boîtier (12) définissant un volume intérieur (14) ;
 - un empilement (16) comportant :
 - * une pluralité de cellules électrochimiques (18) empilées dans le volume intérieur (14) ;
 - * au moins une pièce intercalaire (20) interposée entre chaque paire de cellules électrochimiques (18) adjacentes ;
 - * un mécanisme de maintien (22) de l'empilement (16) propre à enserrer les cellules électrochimiques (18) et les pièces intercalaires (20) les unes contre les autres ; l'empilement (16) étant contenu dans le volume intérieur (14) ;
 - au moins un liquide diélectrique (30) de refroidissement de l'empilement (16),
- caractérisé en ce que le liquide diélectrique (30) remplit le volume intérieur (14), l'empilement (16) étant totalement immergé dans le liquide diélectrique (30),
- la ou chaque pièce intercalaire (20) définissant au moins un canal ouvert (82A, 82B) de circulation du liquide diélectrique, le canal ouvert (82A, 82B) de circulation du liquide diélectrique s'ouvrant à la périphérie de l'empilement (16) pour permettre la circulation du liquide diélectrique (30) dans l'empilement (16) et s'ouvrant en regard d'une face principale (74, 76) d'au moins une cellule électrochimique (18) appliquée sur la pièce intercalaire (20), pour mettre en contact la face principale (74, 76) de la cellule électrochimique (18) avec le liquide diélectrique (30).
- [Revendication 2] Module de batterie (10) selon la revendication 1, dans lequel l'au moins une pièce intercalaire (20) définit une pluralité de canaux ouverts (82A, 82B) de circulation du liquide diélectrique séparés les uns des autres.
- [Revendication 3] Module de batterie (10) selon la revendication 2, dans lequel la ou chaque pièce intercalaire (20) définit au moins un premier canal ouvert (82A) de circulation du liquide diélectrique s'ouvrant vers une première face principale (74) d'une première cellule électrochimique (18) adjacente à la pièce intercalaire (20), et fermé vers une deuxième face principale (76) d'une deuxième cellule électrochimique (18) adjacente à la pièce intercalaire (20), située à l'opposé de la première cellule électrochimique (18) par rapport à la pièce intercalaire (20), la pièce intercalaire (20) comportant au moins un deuxième canal ouvert (82B) de

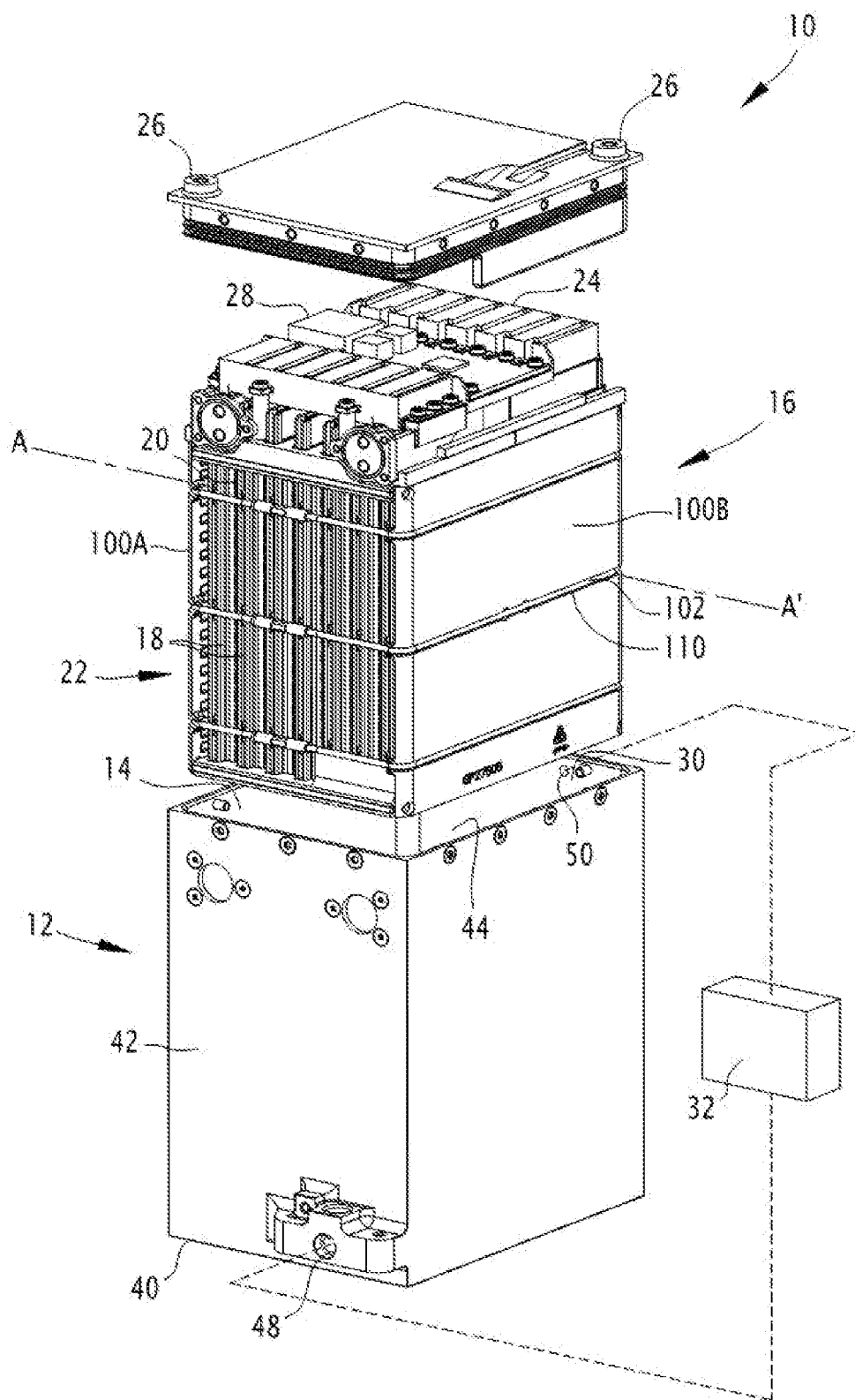
circulation du liquide diélectrique s'ouvrant vers la deuxième face principale (76) de la deuxième cellule électrochimique (18), et fermé vers la première face principale (74) de la première cellule électrochimique (18).

- [Revendication 4] Module de batterie (10) selon la revendication 3, dans lequel un fond (92A) du premier canal ouvert (82A) de circulation du liquide diélectrique est appliqué sur la deuxième face principale (76) de la deuxième cellule électrochimique (18), un fond (92B) du deuxième canal ouvert (82B) de circulation du liquide diélectrique étant appliqué sur la première face principale (74) de la première cellule électrochimique (18).
- [Revendication 5] Module de batterie (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le canal ouvert (82A, 82B) de circulation du liquide diélectrique débouche à la périphérie de l'empilement (16) par au moins deux ouvertures distinctes (88C, 88D).
- [Revendication 6] Module de batterie (10) selon la revendication 5, dans lequel les deux ouvertures distinctes (88C, 88D) débouchent dans deux faces distinctes de l'empilement (16), avantageusement dans deux faces opposées ou adjacentes de l'empilement (16), ou dans lequel les deux ouvertures distinctes (88C, 88D) débouchent dans la même face de l'empilement (16).
- [Revendication 7] Module de batterie (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel l'aire de la section transversale de chaque canal ouvert (82A, 82B) de circulation du liquide diélectrique est inférieure à 2 mm^2 , et notamment comprise entre 0.5 mm^2 et 2 mm^2 .
- [Revendication 8] Module de batterie (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le boîtier (12) définit une entrée (48) d'amenée de liquide diélectrique (30) dans le volume intérieur (14) et une sortie (50) d'évacuation de liquide diélectrique (30) à l'extérieur du volume intérieur (14), l'entrée d'amenée (48) et la sortie d'évacuation (50) étant destinées à être raccordées à un circuit de refroidissement (32) du liquide diélectrique (30) comportant avantageusement une pompe.
- [Revendication 9] Module de batterie (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le mécanisme de maintien (22) comporte deux flasques d'extrémités (100A, 100B), disposés de part et d'autre de l'empilement (16), et au moins un tirant (102) raccordant les deux flasques d'extrémités (100A, 100B).
- [Revendication 10] Module de batterie (10) selon la revendication 9, dans lequel au moins

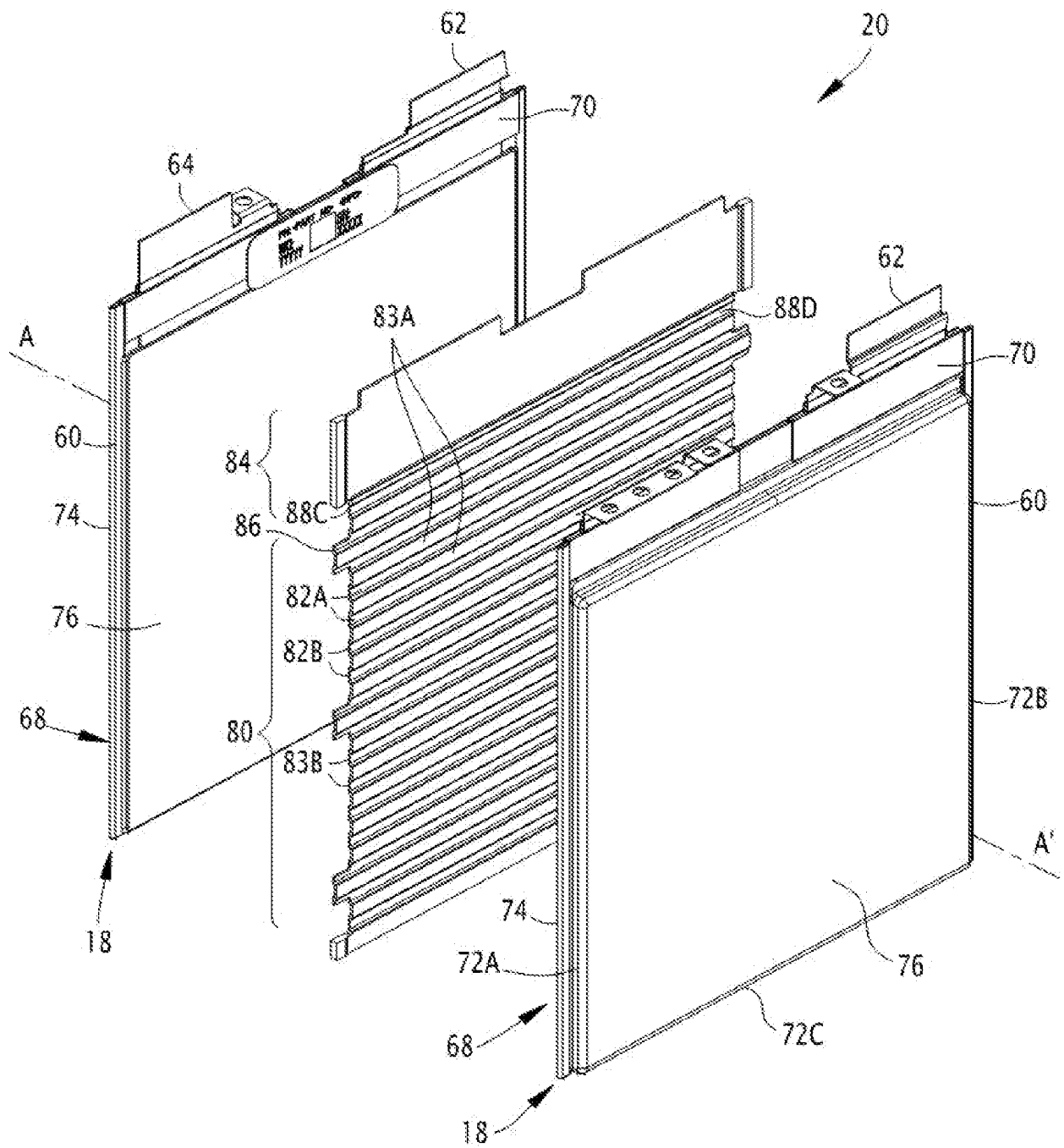
un des flasques d'extrémités (100A, 100B) comporte une face interne (104) destinée à être placée en regard d'une cellule électrochimique (18) de l'empilement (16), la face interne (104) étant incurvée avant enserrement de l'empilement (16) à l'aide du tirant (102) et s'aplanissant sur une face principale (74, 76) d'une cellule électrochimique (18) après enserrement de l'empilement (16) à l'aide du tirant (102).

- [Revendication 11] Module de batterie (10) selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, dans lequel le boîtier (12) comporte une ouverture latérale d'accès (44) et une face interne opposée située en regard de l'ouverture latérale d'accès (44), le mécanisme de maintien (22) comportant au moins une trappe (120) de fermeture de l'ouverture latérale d'accès (44) propre à comprimer l'empilement (16) entre la trappe (120) et la face opposée.
- [Revendication 12] Module de batterie (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel chaque cellule électrochimique (18) définit au moins une languette de connexion électrique (62, 64) faisant saillie par rapport à l'empilement (16), les languettes de connexion électrique (62, 64) étant immergées dans le liquide diélectrique (30).
- [Revendication 13] Module de batterie (10) selon la revendication 12, comportant au moins un système de raccordement (24) et/ou au moins un système électronique de gestion (28) du module de batterie (10) raccordés à chaque languette de connexion électrique (62, 64), le système de raccordement (24) et/ou le système électronique de gestion (28) étant immergés dans le liquide diélectrique (30).
- [Revendication 14] Module de batterie (10) selon une quelconque des revendications précédentes, dans lequel chaque cellule électrochimique (18) comporte une poche (60), notamment est une cellule électrochimique lithium ion de format pochette ou dans lequel chaque cellule électrochimique comporte un élément de forme prismatique, le liquide diélectrique présent dans le ou chaque canal ouvert (82A, 82B) de circulation du liquide diélectrique étant au contact de la poche (60) ou de l'élément prismatique.
- [Revendication 15] Batterie, comportant au moins un module de batterie (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes.
- [Revendication 16] Véhicule, notamment véhicule automobile, spatial ou aéronef, comportant au moins une batterie selon la revendication 15.

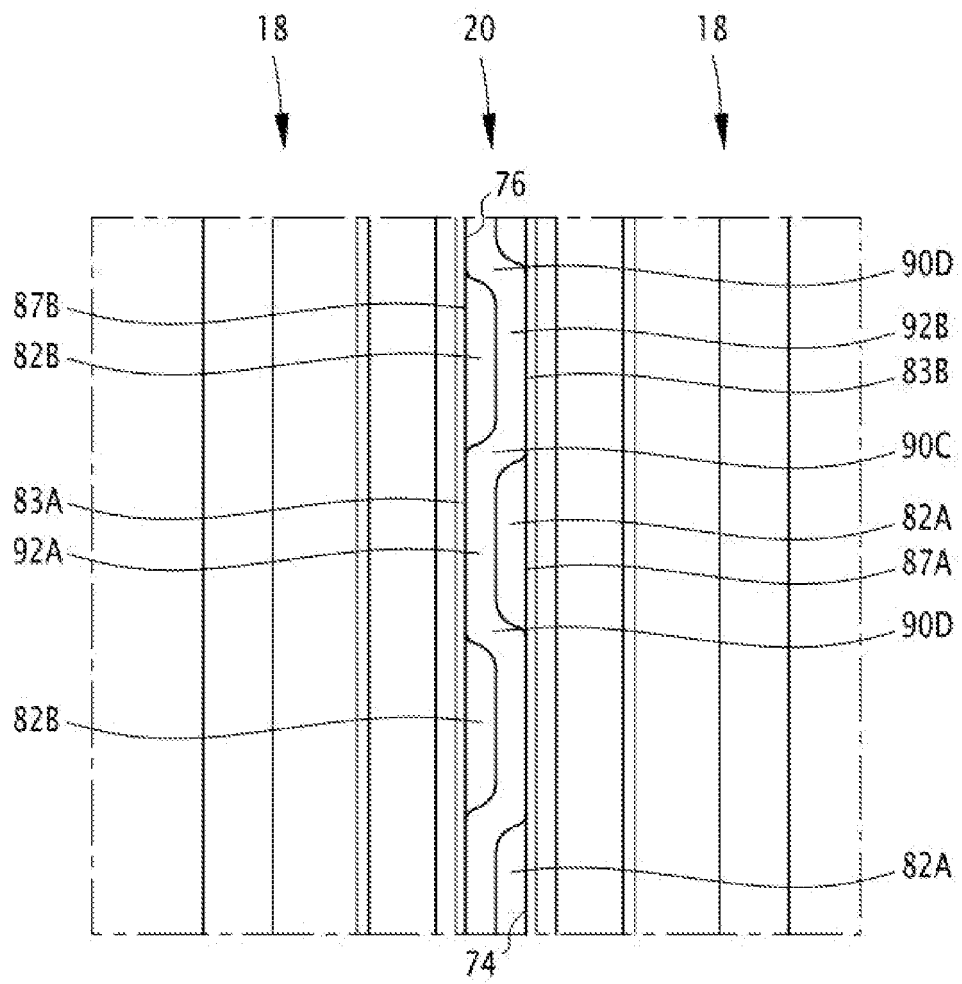
[Fig. 1]



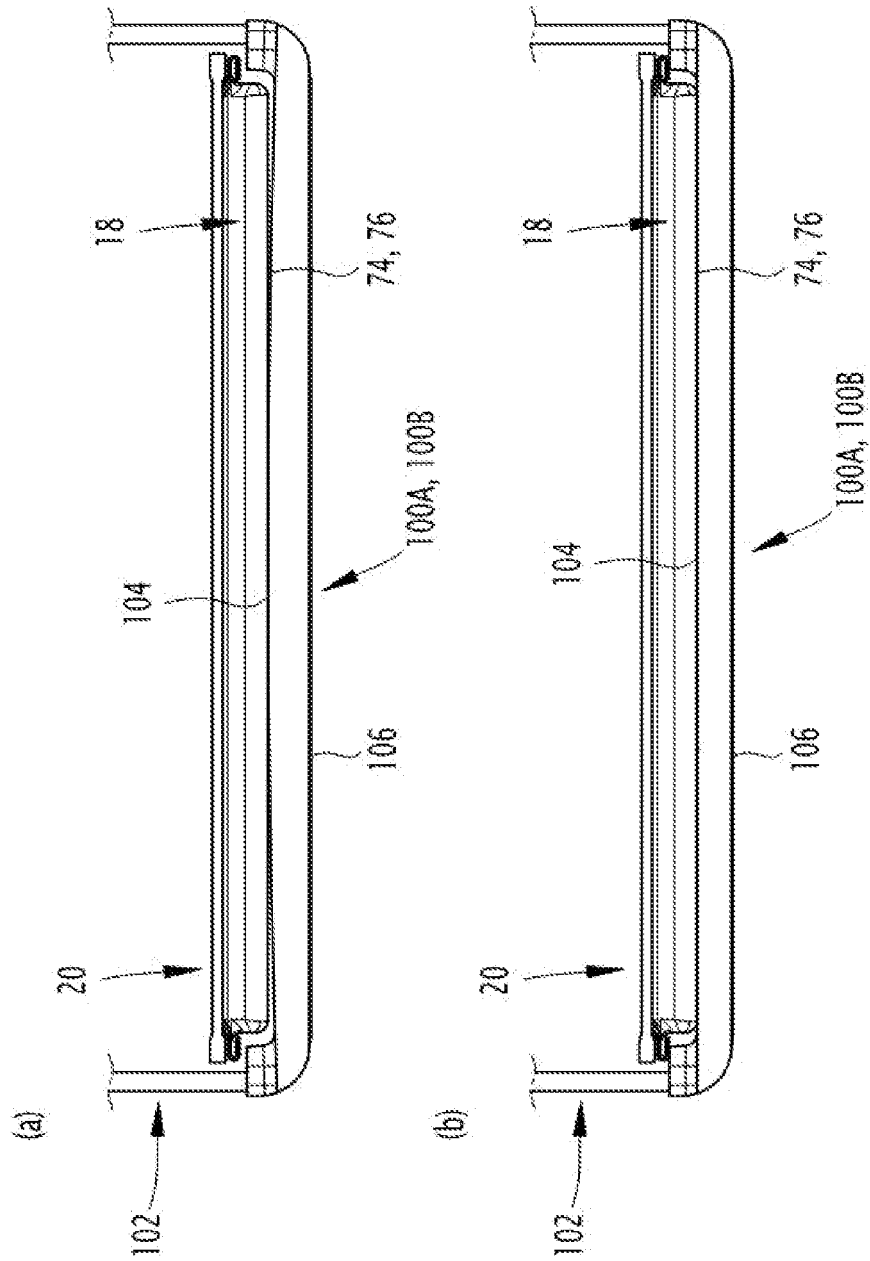
[Fig. 2]



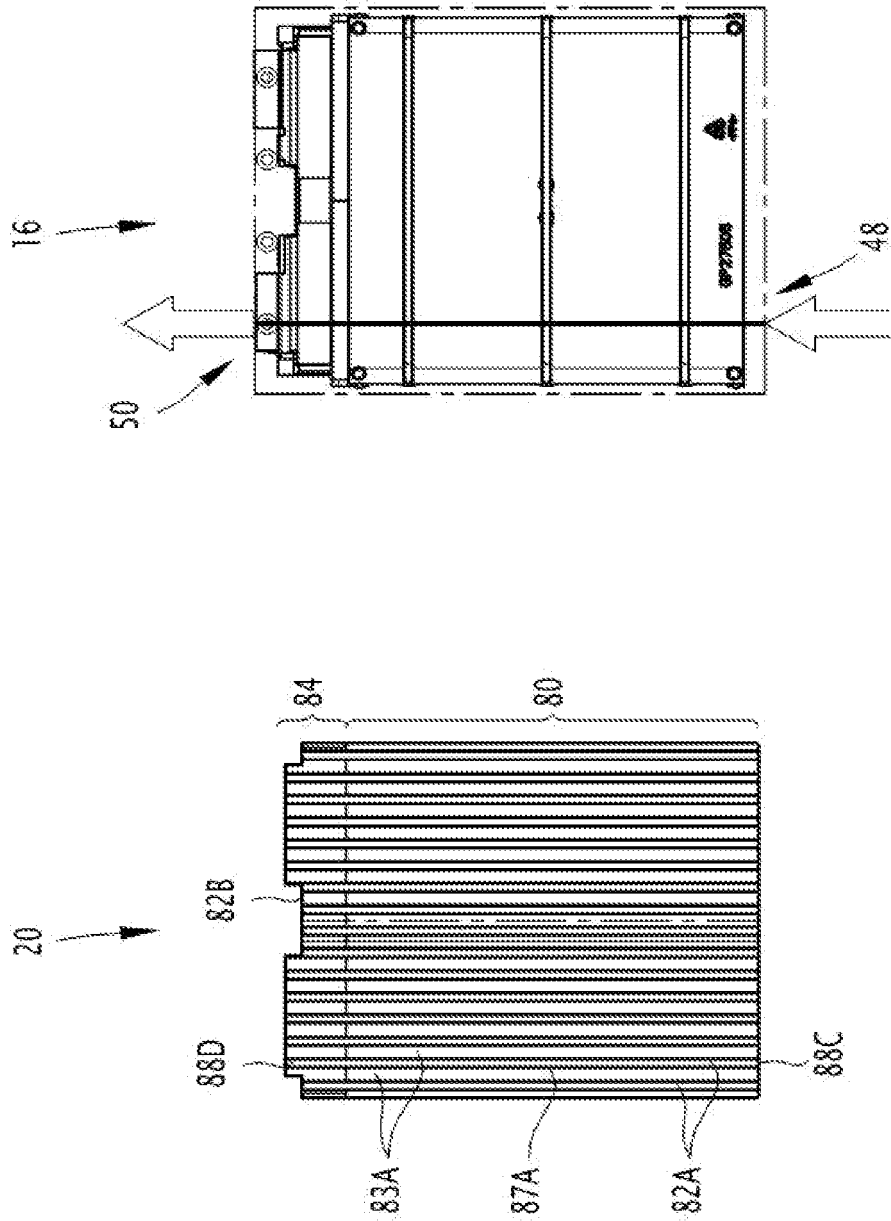
[Fig. 3]



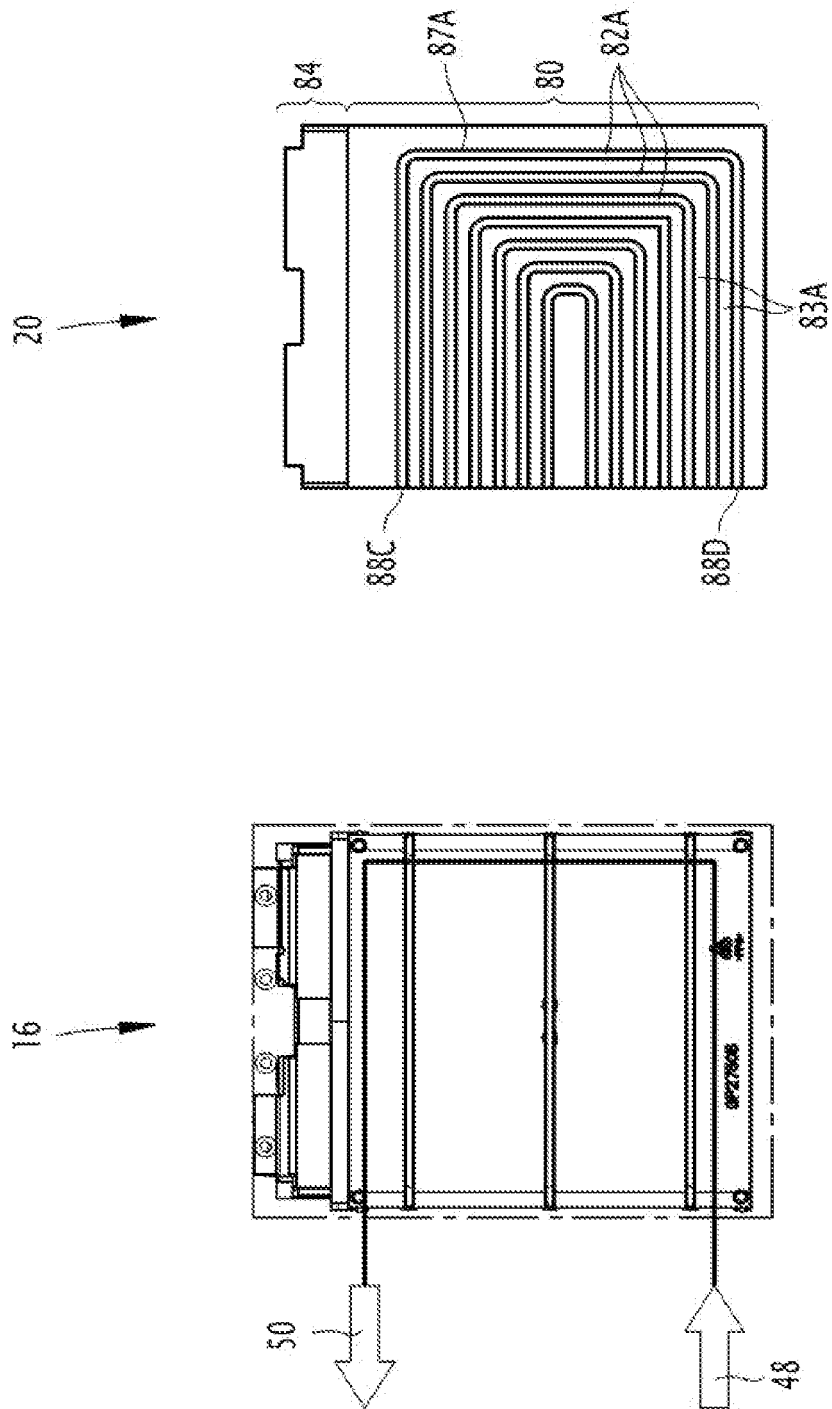
[Fig. 5]



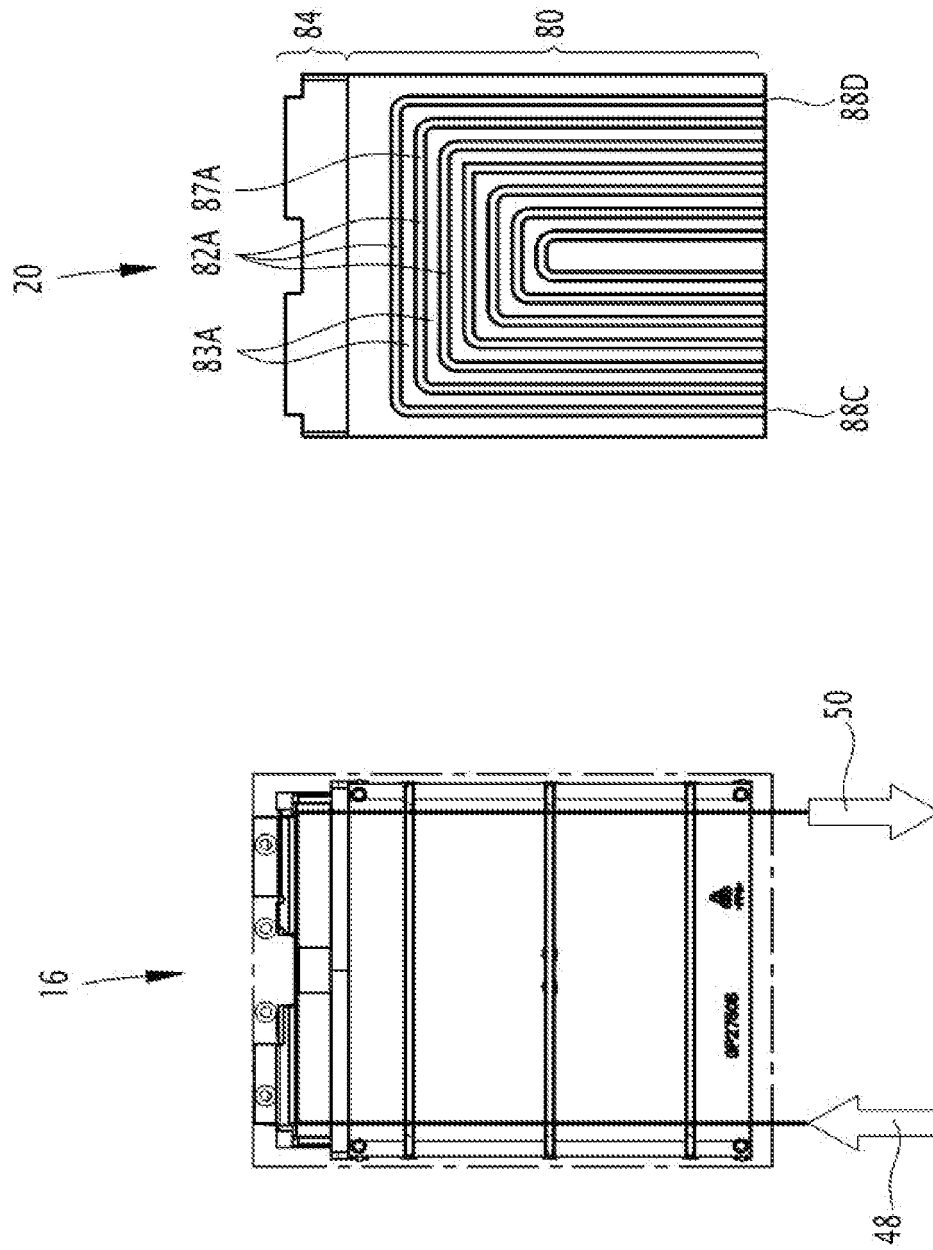
[Fig. 6]



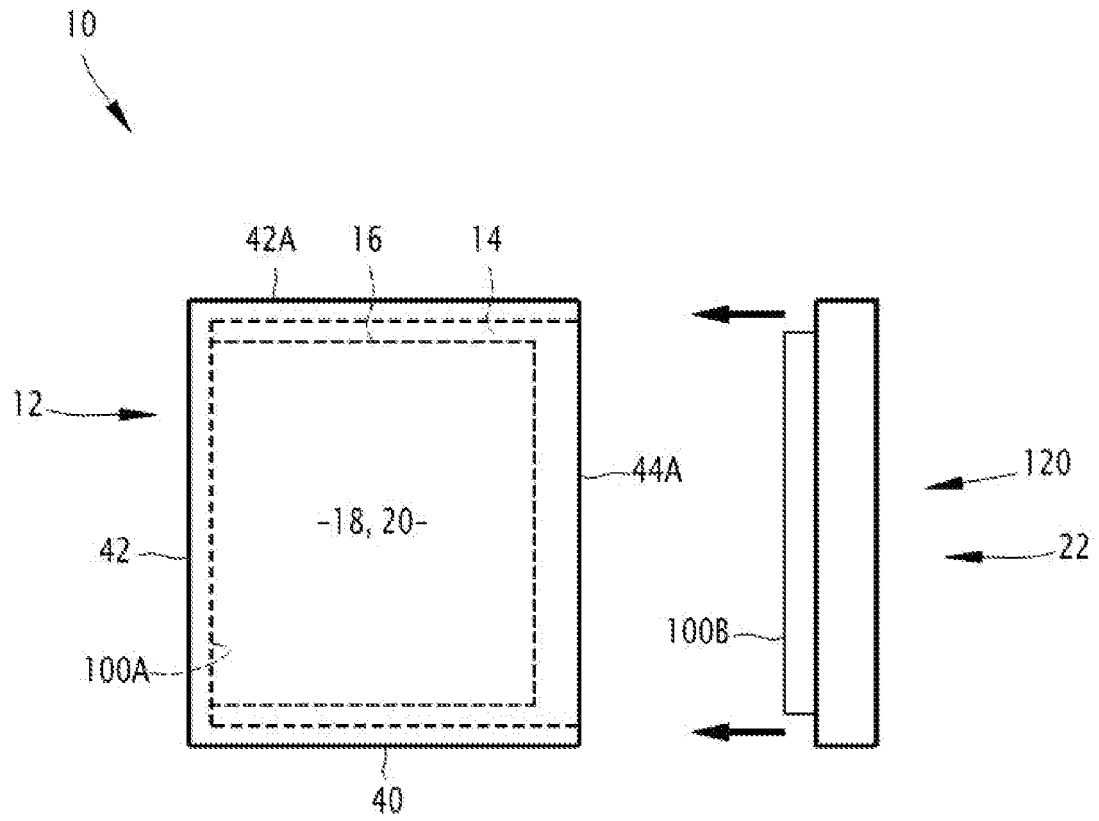
[Fig. 7]



[Fig. 8]



[Fig. 9]



RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

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

N° d'enregistrement
national

FA 900565
FR 2111243

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	FR 3 107 613 A1 (PSA AUTOMOBILES SA [FR]) 27 août 2021 (2021-08-27) * alinéas [0001], [0034] - [0037], [0042], [0049], [0052], [0054] - [0057]; figures 1-3 * -----	1-16	H01M50/264 H01M10/613 H01M10/625
X	IT AN20 110 085 A1 (FAAM S P A) 29 décembre 2012 (2012-12-29) * page 3, lignes 1-3; figures 1-2, 4 * * page 4, ligne 2 - ligne 15 * * page 5, ligne 10 - page 6, ligne 13 * * page 7, ligne 23 - page 8, ligne 16 * -----	1-6, 9, 10, 12, 14, 15	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			H01M
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
5 juin 2022		Monti, Adriano	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2111243 FA 900565

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

FR 3107613	A1	27-08-2021	AUCUN

IT AN20110085	A1	29-12-2012	-----