

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
COURBEVOIE

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

3 148 868

21 N° d'enregistrement national : 23 04845

51 Int Cl⁸ : H 01 M 6/42 (2023.01), H 01 M 50/514, 10/04, 50/289

12 DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 16.05.23.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 22.11.24 Bulletin 24/47.

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) : SAFRAN ELECTRICAL & POWER
Société par actions simplifiée (SAS) — FR.

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

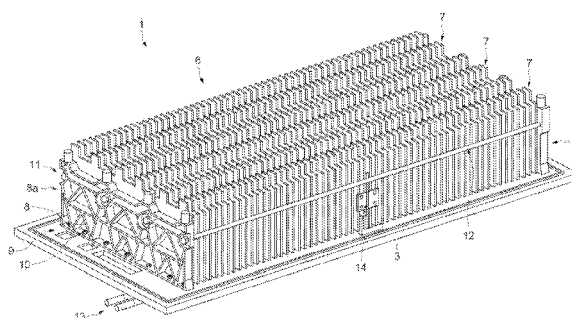
73 Titulaire(s) : SAFRAN ELECTRICAL & POWER
Société par actions simplifiée (SAS).

74 Mandataire(s) : Casalonga.

54 Batterie comprenant au moins un empilement de cellules électriques et procédé de montage associé.

57 L'invention concerne une batterie (1) de stockage
d'énergie électrique comprenant au moins un empilement
(7) de cellules (6) électriques, un boîtier comportant un
socle (3) sur lequel est fixé ledit empilement (7) de la batte-
rie (1) et une cloche coiffant le socle (3). La batterie (1) com-
prend au moins deux plaques (8) de compression disposées
de part et d'autre dudit empilement (7), des moyens de fixa-
tion (10) desdites plaques (8) au socle (3), et au moins un
tirant (12) apte à comprimer les plaques de compression
contre les cellules dudit empilement (7). Le socle (3) com-
prend des moyens de gestion thermique (13) des cellules
(6) électriques.

Figure pour l'abrégé : Figure 2



FR 3 148 868 - A1



Description

Titre de l'invention : Batterie comprenant au moins un empilement de cellules électriques et procédé de montage associé

Domaine technique

[0001] La présente invention concerne le stockage de l'énergie électrique, en particulier dans le domaine de l'aéronautique. Elle se rapporte de manière générale au stockage de l'énergie électrique, pour des applications dans lesquelles la masse est un enjeu important.

Techniques antérieures

[0002] Classiquement, dans le domaine de l'aéronautique, le stockage de l'énergie électrique s'effectue au moyen de batteries Lithium-Ion à basse tension, typiquement une tension inférieure à 120V.

[0003] Le terme batterie signifie un ensemble de modules individuels comprenant chacun des éléments de puissance agencés en série et/ou en parallèle afin d'atteindre la tension électrique et la capacité électrique voulues.

[0004] Les aéronefs modernes présentent des besoins croissants en énergie électrique, ce qui nécessite de configurer les batteries en conséquence. En effet, le changement climatique est une préoccupation majeure pour de nombreux organes législatifs et de régulation à travers le monde. Diverses restrictions sur les émissions de carbone ont été, sont ou seront adoptées par divers Etats.

[0005] L'aviation civile se mobilise depuis maintenant plusieurs années pour apporter une contribution à la lutte contre le changement climatique.

[0006] Les efforts de recherche technologique ont déjà permis d'améliorer de manière très significative les performances environnementales des avions. Par voie de conséquence, la Déposante travaille en permanence à la réduction de son impact climatique par l'emploi de méthodes et l'exploitation de procédés de développement et de fabrication vertueux et minimisant les émissions de gaz à effet de serre au minimum possible, pour réduire l'empreinte environnementale de son activité.

[0007] Ces travaux de recherche et de développement soutenus portent à la fois sur les nouvelles générations de moteurs d'avion, l'allègement des appareils, notamment par les matériaux employés et les équipements embarqués allégés, le développement de l'emploi des technologies électriques pour assurer la propulsion, et enfin les bio-carburants aéronautiques.

[0008] Afin de fournir la puissance électrique demandée tout en minimisant le poids des équipements électriques, il est intéressant d'élever la tension des batteries, par exemple à 800 V.

- [0009] A l'intérieur des batteries à haute tension, les éléments de puissance ou cellules électriques de la batterie sont généralement regroupés en modules, qui contiennent chacun un certain nombre de cellules, y compris des dispositifs de fixation mécanique, de raccordement électrique et éventuellement de thermorégulation.
- [0010] Afin d'améliorer l'intégration de la batterie en termes de volume et de masse, il est possible d'empiler les cellules.
- [0011] Le document FR 3 067 859 A1 décrit à cet égard une batterie comprenant un empilement d'une pluralité de cellules assemblées au moyen de dispositifs de fixation mécanique comprenant des cadres ou des coques dans lesquels sont insérées les cellules. Ce montage multiplie les interfaces mécaniques et ne permet pas d'optimiser l'intégration en termes de volume et de masse. En outre, la présence de cadres ou de coques plutôt isolants thermiquement perturbe l'échange de chaleur au sein de la batterie rendant plus difficile la gestion thermique de la batterie.
- [0012] Il existe par ailleurs des modules batterie comprenant des assemblages de cellules empilées, maintenues en compression à l'aide de quatre tirants. La présence d'un nombre aussi important de tirants affecte négativement le bilan de l'intégration en termes de volume et de masse. Par ailleurs, la gestion thermique de tels assemblages n'est pas considérée.

Exposé de l'invention

- [0013] Le but de l'invention est donc de proposer une batterie de stockage d'énergie électrique, notamment pour un aéronef, dont l'intégration en termes de volume et de masse est améliorée, et dont la gestion thermique est facilitée.
- [0014] L'invention a pour objet, selon un premier aspect, une batterie de stockage d'énergie électrique comprenant au moins un empilement de cellules électriques, un boîtier comportant un socle sur lequel est fixé ledit empilement de la batterie et une cloche coiffant le socle.
- [0015] La batterie comprend au moins deux plaques de compression disposées de part et d'autre dudit empilement, des moyens de fixation desdites plaques au socle, et au moins un tirant apte à comprimer les plaques de compression contre les cellules dudit empilement.
- [0016] En outre, le socle comprend des moyens de gestion thermique des cellules électriques.
- [0017] L'utilisation de cellules électriques empilées dans une telle batterie permet d'améliorer l'intégration en termes de volume et de masse. La gestion thermique des cellules électriques est facilitée par l'échange thermique avec le socle. L'utilisation de plaques de compression de part et d'autre de l'empilement permet notamment de réduire le besoin d'inclure d'autres éléments mécaniques de compression, tels que des

tirants additionnels.

- [0018] Avantageusement, le nombre de tirants est supérieur exactement d'une unité au nombre d'empilements. Selon une caractéristique préférentielle de l'invention, les tirants sont prévus uniquement en partie supérieure des plaques de compression. Cette configuration permet de réduire le nombre de tirants, et se traduit par des gains de masse significatifs.
- [0019] Ainsi, avantageusement, un empilement de cellules peut être maintenu par uniquement deux tirants associés aux plaques de compression.
- [0020] De préférence, chaque empilement de cellules comprend à chacune de ses extrémités une couche de mousse d'extrémité, de manière que les plaques de compression soient en contact avec lesdites couches de mousse d'extrémité des empilements.
- [0021] Par exemple, la batterie comprend au moins un drain thermique disposé sur une première surface externe d'au moins une cellule de chaque empilement et/ou comprend au moins une couche intermédiaire de mousse disposée sur une deuxième surface externe d'au moins une cellule de chaque empilement, la deuxième surface externe étant opposée à la première.
- [0022] Selon une caractéristique, le drain thermique comprend au moins une couche de graphite et au moins une couche de colle.
- [0023] De préférence, le drain thermique est plié sous la cellule avec laquelle il est en contact, de manière à constituer une surface de contact du drain avec le socle.
- [0024] Une telle configuration permet d'accroître les transferts thermiques entre le socle et les cellules.
- [0025] Selon une autre caractéristique, la batterie comprend une couche de colle recouvrant la surface de contact du drain avec le socle.
- [0026] Par exemple, les moyens de fixation comprennent des premiers et deuxièmes éléments de fixation, lesdits premiers éléments étant fixés sur le socle et destinés à traverser des trous ménagés sur une embase de chaque plaque de compression, et lesdits deuxièmes éléments de fixation coopérant avec les premiers éléments de fixation pour fixer les plaques de compression au socle.
- [0027] De préférence, les premiers éléments de fixation fixés sur le socle comprennent au moins un goujon.
- [0028] De préférence, ledit goujon traverse un trou ménagé au niveau de l'embase de la plaque de compression, et orienté dans la direction du déplacement latéral de la plaque de compression.
- [0029] De préférence, les deuxièmes éléments de fixation comprennent au moins un écrou.
- [0030] Avantageusement, le socle comprend des moyens de réglage aptes à imposer un déplacement latéral à une plaque de compression de manière à rapprocher ou à éloigner ladite plaque de compression du milieu du socle, lorsque ledit déplacement latéral est

respectivement augmenté ou réduit.

- [0031] De tels moyens de réglage permettent une maîtrise parfaite de la distance relative entre les plaques de compression.
- [0032] De préférence, les moyens de réglage comprennent au moins une came apte à coopérer avec une embase de la plaque de compression.
- [0033] Avantageusement, la batterie comprend une paroi de protection fixée sur les parois de compression et disposée entre les cellules et la cloche, de manière à protéger la cloche en cas d'emballement thermique des cellules.
- [0034] Par exemple, la batterie comprend au moins une paroi intermédiaire fixée au socle, orientée parallèlement aux cellules électriques et disposée à l'intérieur de chaque empilement.
- [0035] Selon un autre aspect, l'invention a pour objet un procédé de montage d'une batterie telle que décrit ci-dessus, comprenant les étapes suivantes :
- mise en place d'une première plaque de compression,
 - mise en place d'au moins un empilement de cellules électriques contre la première plaque,
 - mise en place d'une deuxième plaque de compression opposée à la première plaque, et disposée en contact avec les empilements de cellules,
 - mise en pression des deux plaques de compression contre les empilements,
 - rapprochement progressif des deux plaques de compression,
 - à l'issue du rapprochement des plaques, fixation des plaques de compression au socle et installation des tirants, et
 - mise en tension des tirants.
- [0036] Selon un autre aspect, l'invention se rapporte à un aéronef comportant au moins une batterie de stockage d'énergie électrique comprenant au moins un empilement de cellules électriques, la batterie étant telle que définie ci-avant selon le premier aspect.

Brève description des dessins

- [0037] D'autres buts, caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description suivante, donnée uniquement à titre d'exemple non limitatif, et faite en référence aux dessins annexés sur lesquels :
- [0038] [Fig.1] est une vue schématique en perspective d'une batterie de stockage d'énergie électrique selon un mode de réalisation de l'invention ;
- [0039] [Fig.2] est une vue en perspective de la batterie de la [Fig.1], dans laquelle la cloche du boîtier a été ôtée ;
- [0040] [Fig.3] est une vue latérale de la batterie de la [Fig.2] ;
- [0041] [Fig.4] est une vue en perspective d'un détail de la liaison entre une plaque de compression et le socle de la batterie de la [Fig.2] ;

[0042] [Fig.5] est une vue partielle en perspective d'une batterie selon un mode de l'invention ; et

[0043] [Fig.6] est un organigramme d'un procédé de montage d'une batterie selon un mode de l'invention.

Exposé détaillé d'au moins un mode de réalisation

[0044] Les figures 1 et 2 illustrent un exemple de réalisation d'une batterie de stockage d'énergie électrique conforme à l'invention, désignée par la référence numérique générale 1.

[0045] La batterie 1 comprend un boîtier 2 comportant un socle 3 et une cloche 4. Le boîtier 2 est destiné à assurer le montage, la connectique et la protection des éléments de puissance de la batterie 1, visibles sur la [Fig.2] sur laquelle la cloche n'a pas été représentée.

[0046] Le boîtier 2 est doté de moyens de fixation mécanique de la cloche sur le socle, réalisés par exemple sous la forme de vis, boulons ou tout autre moyen de fixation approprié pour l'utilisation envisagée.

[0047] Dans le mode de réalisation décrit, la batterie 1 est destinée à être embarquée à bord d'un aéronef. On notera toutefois que l'invention s'applique également, de manière générale, à d'autres domaines et environnements dans lesquels des problématiques de gestion de masse et d'intégration se posent.

[0048] Le socle 3 est par ailleurs équipé de plusieurs éléments de fixation 5 qui permettent son installation à bord d'un aéronef. On notera toutefois que le socle 3 peut être constitué, en variante, par un élément structural de support de l'aéronef prévu pour l'intégration de la batterie.

[0049] En ce qui concerne la cloche 4, celle-ci couvre l'ensemble des éléments situés à l'intérieur du boîtier 2 et représente une barrière physique qui sépare et protège l'intérieur du boîtier 2 et son environnement extérieur.

[0050] La cloche 4 est notamment destinée à diminuer le risque de fuites de gaz. De préférence, un joint d'étanchéité est mis en œuvre entre le socle 3 et la cloche 4 pour contenir les gaz.

[0051] Par ailleurs, dans l'éventualité d'un événement de type emballement thermique de la batterie 1, la cloche 4 assure une fonction de protection de l'environnement extérieur du boîtier 2 en limitant l'impact de cet événement sur l'environnement extérieur du boîtier 2.

[0052] Les éléments de puissance de la batterie 1 comprennent des cellules électriques 6. Les cellules 6 sont préférentiellement de format prismatique à emballage souple, usuellement désignées par le terme anglo-saxon « pouch ».

[0053] Les cellules électriques 6 sont groupées en au moins un empilement 7. Autrement dit, les cellules d'un empilement sont disposées les unes à côté des autres le long d'un axe

longitudinal X de l'empilement ([Fig.3]). De préférence, l'axe longitudinal X de l'empilement est parallèle au socle 3.

- [0054] La batterie 1 comprend au moins deux plaques de compression 8 opposées, disposées de part et d'autre des empilements 7 de cellules 6. Les plaques de compression 8 sont ici placées à des positions latérales, aux extrémités de l'au moins un empilement 7. De préférence, on limite le nombre de plaques de compression à deux, soit une par côté, mais il reste possible de prévoir un nombre de plaques 8 plus grand.
- [0055] Les plaques de compression 8 ont une rigidité permettant de respecter des critères de déformation maximale admissible le long de l'axe longitudinal X de l'empilement, sous la pression maximale exercée par les cellules 6. Par exemple, la rigidité des plaques 8 est telle que la déformation maximale est inférieure à 0.1 mm.
- [0056] Afin de respecter les critères de déformation maximale tout en réduisant la masse, les plaques de compression 8 comportent des raidisseurs 8a.
- [0057] Les plaques de compression 8 sont de préférence sensiblement planes et s'étendent orthogonalement à l'axe longitudinal X de l'empilement de cellules.
- [0058] Les plaques de compression 8 sont reliées par leur partie inférieure 9 au socle 3 par des moyens de fixation 10.
- [0059] Dans le présent exemple, les plaques de compression 8 sont reliées l'une à l'autre par leur partie supérieure 11 par au moins un tirant, de préférence par des tirants 12.
- [0060] De préférence, les tirants 12 sont installés selon une direction parallèle aux axes longitudinaux X des empilements 7 et parallèle au socle 3.
- [0061] Avantageusement, le nombre de tirants 12 est réduit par rapport à des solutions utilisées classiquement dans lesquelles les tirants sont présents à la fois en partie inférieure et en partie supérieure des plaques de compression. Les tirants 12 sont ici de préférence uniquement disposés dans la partie supérieure 11 des plaques de compression 8. Ainsi, un unique empilement de cellules pourrait être maintenu par uniquement deux tirants. En variante, un seul tirant 12 pourrait être disposé uniquement dans la partie supérieure 11 des plaques de compression 8 pour diminuer encore plus le nombre de tirants.
- [0062] Il en résulte ici un nombre total de tirants 12 supérieur d'une unité au nombre d'empilements 7. Dans l'exemple illustré sur la [Fig.2], quatre tirants 12 sont présents pour trois empilements 7, soit un de plus que le nombre d'empilements. Cette réduction du nombre de tirants permet une meilleure intégration en termes de masse et de volume.
- [0063] Le socle 3 est apte à assurer une fonctionnalité de gestion thermique et est associé à cet effet à des moyens de gestion thermique. Les moyens de gestion thermique peuvent notamment comprendre au moins un échangeur de chaleur 13, muni de tuyaux, à l'intérieur desquels circule un fluide caloporteur. Le fluide caloporteur est par exemple

un liquide de refroidissement. L'échangeur de chaleur 13 présente par exemple une forme en serpentin. Le socle 3 est avantageusement réalisé en matériau thermiquement conducteur, notamment en matériau métallique.

- [0064] L'échangeur de chaleur 13 est par exemple intégré au socle 3, ce qui optimise le chemin thermique entre les cellules et le fluide, en réduisant les résistances thermiques liées aux passages entre composants. Alternativement, l'échangeur de chaleur peut être installé en relation d'échange thermique avec le socle 3, de préférence avec une face externe du socle 3, c'est-à-dire avec la face opposée à une face interne qui accueille les cellules 6.
- [0065] Le socle 3 est en relation d'échange thermique avec les cellules électriques 6 et peut en conséquence amener et maintenir les cellules 6 à des températures de fonctionnement optimales.
- [0066] La batterie 1 comprend de préférence au moins une paroi intermédiaire 14 fixée au socle 3, orientée parallèlement aux cellules électriques 6 et disposée à l'intérieur de chaque empilement 7. La [Fig.2] illustre une unique paroi intermédiaire 14 disposée dans une zone centrale du socle 3, correspondant approximativement au milieu du socle 3. En variante, il reste possible de prévoir plusieurs parois intermédiaires, disposées à des intervalles réguliers de chaque empilement. De préférence, les parois intermédiaires 14 s'étendent sur la majeure partie de la largeur du socle 3.
- [0067] La présence de parois intermédiaires 14 participe à rigidifier les empilements 7 et a pour effet de limiter les déformations dans une direction normale au socle 3. La présence de parois intermédiaires 14 participe à la bonne tenue aux vibrations de la batterie 1.
- [0068] En référence à la [Fig.3], chaque empilement 7 comprend à chacune de ses extrémités 7a, 7b une couche de mousse d'extrémité 15.
- [0069] Chaque cellule 6 comprend une première surface S1 externe et une deuxième surface S2 externe opposée à la première.
- [0070] Dans le mode de réalisation illustré sur la [Fig.3], la première surface S1 externe de chaque cellule 6 est en contact avec un drain thermique 16 et la deuxième surface S2 externe est en contact avec une couche 17, 15 en mousse. En variante, il reste possible que seules certaines cellules 6 d'un empilement donné soient en contact avec un drain thermique et/ou une couche 17, 15 en mousse, voire que les cellules 6 ne soient en contact ni avec un drain, ni avec une couche 17 en mousse. Ici, l'empilement comprend deux couches de mousse d'extrémité 15 et une pluralité de couches intermédiaires de mousse 17. Les couches de mousse 15, 17 assurent une fonction d'isolation thermique et présentent une élasticité apte à compenser les variations dimensionnelles des cellules 6 lors de leur fonctionnement, tout en renvoyant une pression compatible avec les limites admissibles des cellules 6.

- [0071] Les couches de mousse 15, 17 peuvent notamment comprendre des fibres de renfort, un aérogel, un néoprène, et/ou un thermoplastique.
- [0072] Le nombre des couches 17 en mousse nécessaires pour compenser la variation dimensionnelle des cellules 6 dépend du type de cellules utilisé. Ainsi, en fonction de la chimie des cellules 6, il est possible de réduire drastiquement le nombre de couches 17 en mousse, voire de les supprimer.
- [0073] Le drain thermique 16 comprend au moins une couche de graphite et au moins une couche de colle. La couche de graphite du drain thermique 16 est placée en contact avec la surface S1 externe de la cellule 6 associée afin de maximiser la capacité de transfert thermique entre le drain et la cellule associée.
- [0074] Dans un mode de réalisation particulier, le drain thermique 16 comprend une couche métallique, par exemple constituée par de l'aluminium ou par du cuivre, associée à une couche de colle et une couche de graphite.
- [0075] Chaque drain thermique 16 comprend une partie principale 16a et une partie terminale 16b. La partie principale 16a est orientée selon une direction perpendiculaire à un axe longitudinal X de l'empilement qui est normal aux surfaces S1, S2 des cellules 6. Autrement dit, les parties principales 16a des drains thermiques 16 sont parallèles aux surfaces S1, S2. La partie principale 16a est en contact avec la surface S1 de la cellule 6 associée et la partie terminale 16b est pliée sous la cellule 6 associée de manière à constituer une surface de contact 16c du drain 16 avec le socle 3.
- [0076] De préférence, une couche de colle recouvre la surface de contact 16c du drain 16 avec le socle 3, afin de réduire le risque de déplacement relatif entre les drains et le socle.
- [0077] Les moyens de fixation 10 des plaques de compression 8 comprennent des premiers éléments de fixation 18 et des deuxièmes éléments de fixation 19. Les premiers éléments de fixation 18 sont fixés sur le socle 3. Ils sont destinés à traverser des trous ménagés sur une embase 20 de chaque plaque de compression 8 et coopèrent avec les deuxièmes éléments de fixation 19 pour fixer les plaques de compression 8 au socle 3. Les premiers éléments de fixation 18 peuvent notamment être des goujons, des tiges filetées ou des boulons. Les deuxièmes éléments de fixation 19 peuvent être des écrous.
- [0078] Dans le mode de réalisation illustré sur la [Fig.4], le socle 3 est muni de moyens de réglage 21 aptes à imposer un déplacement latéral D à au moins une plaque de compression 8. Le déplacement latéral est imposé ici par une rotation R d'une came 22 dont le profil est en contact avec la plaque 8 et qui appuie sur celle-ci. Le profil de la came 22 peut par exemple appuyer sur le bord de l'embase 20. La position de la plaque 8 peut être ajustée en fonction de la rotation R de la came, de manière à rapprocher ou à éloigner la plaque de compression 8 du milieu du socle 3 lorsque le déplacement

latéral D imposé par la rotation R est respectivement augmenté ou réduit.

- [0079] Dans ce mode de réalisation, chaque premier élément de fixation 18 traverse un trou oblong 23 ménagé sur l'embase 20 et orienté dans la direction du déplacement latéral D pour autoriser ce déplacement.
- [0080] L'utilisation de tels moyens de réglage 22 permet de se prémunir contre d'éventuelles conséquences négatives des tolérances de fabrication. Il devient ainsi possible d'ajuster avec précision la distance longitudinale entre les plaques de compression 8, et de permettre une meilleure maîtrise de la pression exercée sur les empilements 7 des cellules 6.
- [0081] Ainsi, grâce d'une part à la présence des deux plaques de compression 8 sur les côtés, et grâce d'autre part à la fixation mécanique précise des plaques de compression 8 sur le socle 3 à l'aide des moyens de fixation 10 (comprenant par exemple des goujons tel que décrit ci-avant), le socle 3 participe à la compression des cellules 6 et à leur maintien dans l'empilement 7.
- [0082] En référence à la [Fig.5], selon une variante possible, la batterie est munie d'une paroi de protection 24 fixée sur les parois de compression 8 et disposée entre les cellules électriques de la batterie et la cloche 4, de manière à protéger la cloche 4 en cas d'emballement thermique des cellules.
- [0083] La paroi de protection 24 est supportée verticalement par le socle 3 et prend appui latéralement sur des bossages 25 prévus sur le socle 3.
- [0084] La paroi de protection 24 peut en outre être fixée aux parois intermédiaires 14.
- [0085] La [Fig.6] est un organigramme d'un procédé de montage d'une batterie 1 selon un exemple possible de réalisation de l'invention.
- [0086] Le procédé commence par une étape 26 de mise en place d'une première paroi de compression 8 à une première cote prédéterminée.
- [0087] Lors de l'étape 27 suivante, on procède à la mise en place d'au moins un empilement 7 de cellules électriques 6 contre la première plaque 8. Chaque empilement 7 est installé de préférence à une deuxième cote prédéterminée, différente de la première, de manière que le bord destiné à être en contact avec le socle 3 soit plus éloigné du centre de l'empilement que le bord de l'embase 20 destiné lui aussi à être en contact avec le socle 3. Cet écart entre la première cote et la deuxième cote est appelé « jeu négatif ». En variante, on peut prévoir un joint souple sous chaque cellule 6 en créant également un jeu négatif.
- [0088] Une deuxième plaque de compression 8 opposée à la première et disposée en contact avec les empilements 7 de cellules 6 est ensuite mise en place (étape 28). La deuxième plaque de compression est mise en place à la même première cote que la première plaque de compression 8.
- [0089] Le procédé se poursuit par une étape 29 de mise en pression des deux plaques 8 de

compression contre les empilements de cellules, à l'aide de moyens de mise en pression. Les moyens de mise en pression peuvent notamment être des vérins hydrauliques, de préférence pilotables en déplacement.

- [0090] Lors de l'étape 30 de rapprochement suivante, on rapproche progressivement les deux parois de compression 8 en pilotant les moyens de mise en pression. Le pilotage est réalisé de préférence en déplacement pour assurer la parfaite maîtrise de la position relative des plaques de compression 8.
- [0091] Lorsque les deux plaques de compression 8 ont été rapprochées, le procédé se poursuit par une étape 31 de fixation des plaques de compression au socle 3, suivie par une étape 32 d'installation des tirants 12. En variante, l'étape 32 d'installation des tirants 12 peut être réalisée avant l'étape 31 de fixation des plaques 8 au socle 3.
- [0092] Il est à noter que, lors de l'assemblage du socle 3 et des plaques de compression 8, le jeu négatif entre les empilements 7 et les plaques de compression 8 se traduit par une pression supplémentaire entre les empilements 7 et le socle 3. Cette pression supplémentaire améliore le coefficient d'échange thermique entre les empilements 7 et le socle 3.
- [0093] Lorsque la batterie est équipée de drains thermiques 16, le procédé peut comprendre une étape optionnelle de mise en place d'une couche de colle sur les surfaces de contact 16b des drains thermiques 16 avec le socle 3. La couche de colle et la pression supplémentaire entre les empilements 7 et le socle 3 engendrée par le jeu négatif décrit précédemment participent au maintien du contact entre les drains thermiques 16 et le socle 3.
- [0094] Le procédé prend fin par une mise en tension des tirants 12 (étape 33). La mise en tension des tirants peut être réalisée en enlevant ou en désactivant les moyens de mise en pression utilisés lors des étapes de mise en pression et de rapprochement précédentes. En complément, la tension des tirants 12 pourrait être augmentée, par exemple à l'aide d'ancrages actifs. Les forces de tension des tirants 12 sont équilibrées par les forces de compression agissant sur les plaques de compression 8.

Revendications

- [Revendication 1] Batterie (1) de stockage d'énergie électrique comprenant au moins un empilement (7) de cellules (6) électriques, un boîtier (2) comportant un socle (3) sur lequel est fixé ledit empilement (7) de la batterie (1) et une cloche (4) coiffant le socle (3),
la batterie étant caractérisée en ce qu'elle comprend au moins deux plaques (8) de compression disposées de part et d'autre dudit empilement, des moyens de fixation (10) desdites plaques (8) de compression au socle (3), et au moins un tirant (12) apte à comprimer les plaques de compression (8) contre les cellules (6) dudit empilement (7), le socle (3) comprenant des moyens de gestion thermique des cellules (6) électriques.
- [Revendication 2] Batterie selon la revendication 1, dans laquelle le nombre de tirants (12) est supérieur exactement d'une unité au nombre d'empilements (7).
- [Revendication 3] Batterie selon la revendication 1 ou 2, dans laquelle chaque empilement (7) de cellules comprend à chacune de ses extrémités (7a, 7b) une couche (15) de mousse d'extrémité, de manière que les plaques (8) de compression soient en contact avec lesdites couches (15) de mousse d'extrémité des empilements.
- [Revendication 4] Batterie selon l'une quelconque des revendications précédentes 1 à 3, comprenant au moins un drain thermique (16) disposé sur une première surface externe (S1) d'au moins une cellule (6) de chaque empilement (7) et/ou comprenant au moins une couche intermédiaire (17) de mousse disposée sur une deuxième surface externe (S2) d'au moins une cellule (6) de chaque empilement (7), la deuxième surface externe (S2) étant opposée à la première (S1).
- [Revendication 5] Batterie selon la revendication 4, dans laquelle ledit drain thermique (16) comprend au moins une couche de graphite et au moins une couche de colle.
- [Revendication 6] Batterie selon la revendication 4 ou 5, dans laquelle ledit drain thermique (16) est plié sous la cellule (6) avec laquelle il est en contact, de manière à constituer une surface de contact (16c) du drain (16) avec le socle (3).
- [Revendication 7] Batterie selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans laquelle les moyens de fixation (10) comprennent des premiers (18) et deuxièmes (19) éléments de fixation, lesdits premiers éléments étant fixés sur le socle (3) et destinés à traverser des trous ménagés sur une

embase (20) de chaque plaque de compression (8), lesdits deuxièmes (19) éléments de fixation coopérant avec les premiers (18) éléments de fixation pour fixer les plaques de compression (8) au socle (3).

[Revendication 8]

Batterie selon la revendication 7, dans laquelle le socle (3) comprend des moyens de réglage (22) aptes à imposer un déplacement latéral (D) à au moins une plaque de compression (8), de manière à rapprocher ou à éloigner ladite plaque de compression (8) du milieu du socle (3), lorsque ledit déplacement latéral (D) est respectivement augmenté ou réduit.

[Revendication 9]

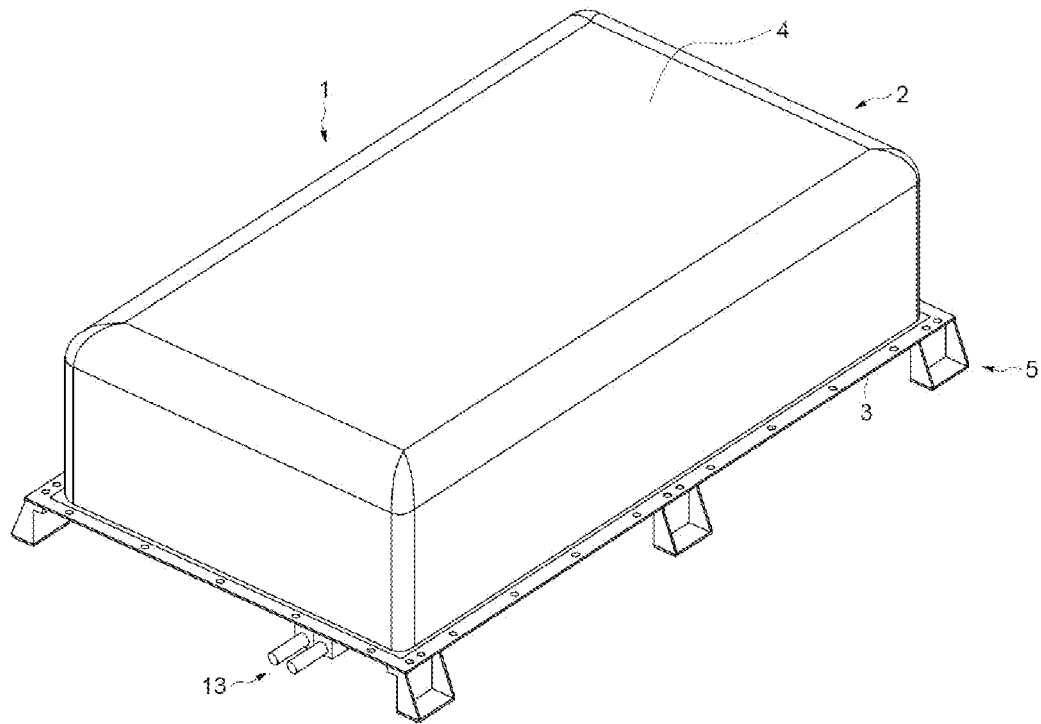
Batterie selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, comprenant une paroi de protection (24) fixée sur les plaques de compression (8) et disposée entre les cellules et la cloche, de manière à protéger la cloche en cas d'emballement thermique des cellules.

[Revendication 10]

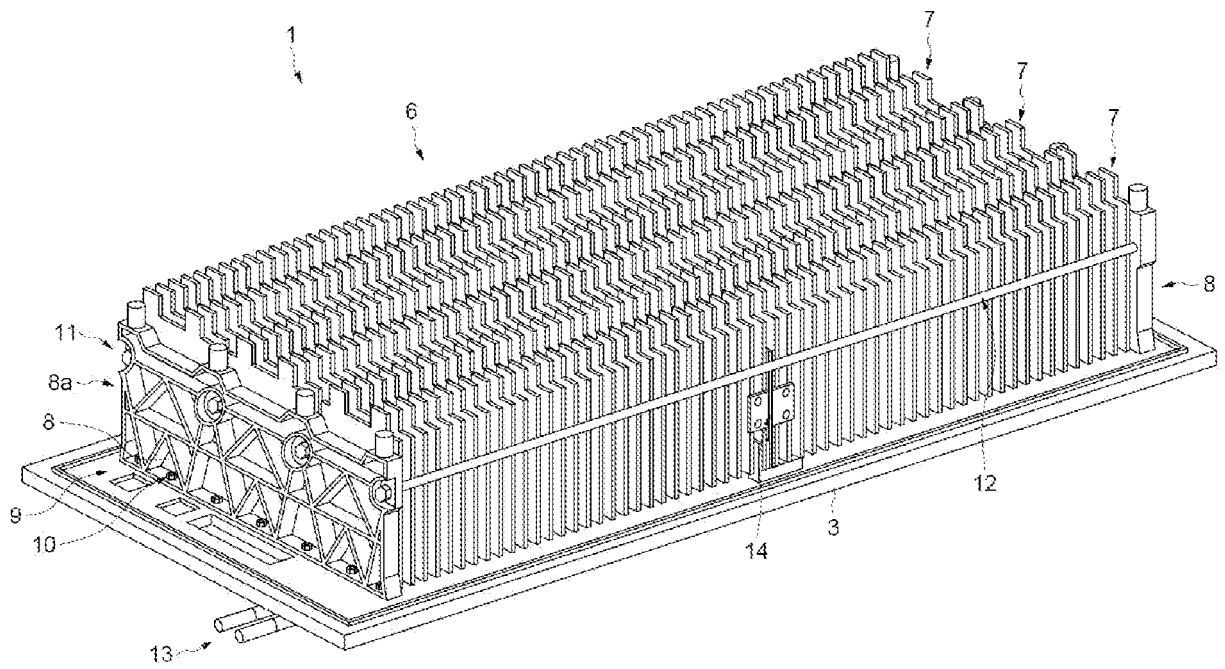
Procédé de montage d'une batterie selon l'une quelconque des revendications 1 à 9 comprenant les étapes suivantes :

- mise en place d'une première plaque (8) de compression,
- mise en place d'au moins un empilement (7) de cellules électriques (6) contre la première plaque (8),
- mise en place d'une deuxième plaque (8) de compression opposée à la première plaque, et disposée en contact avec les empilements (7) de cellules (6),
- mise en pression des deux plaques (8) de compression contre les empilements (7),
- rapprochement progressif des deux plaques (8) de compression,
- à l'issue du rapprochement des plaques (8), fixation des plaques (8) de compression au socle (3) et installation des tirants (12), et
- mise en tension des tirants (12).

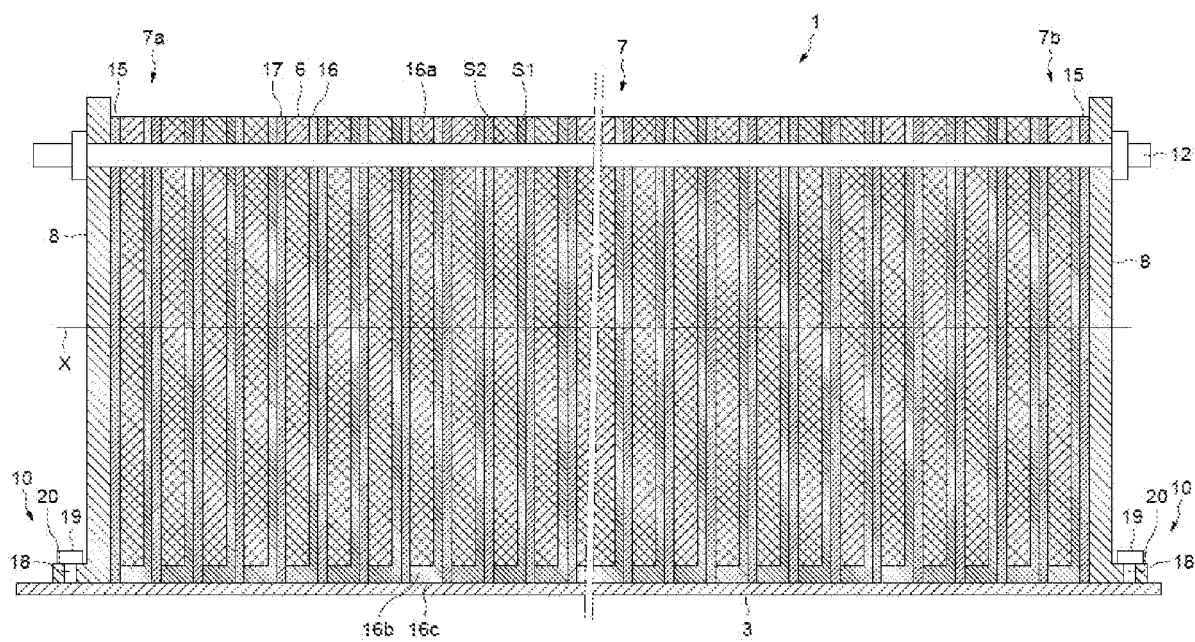
[Fig. 1]



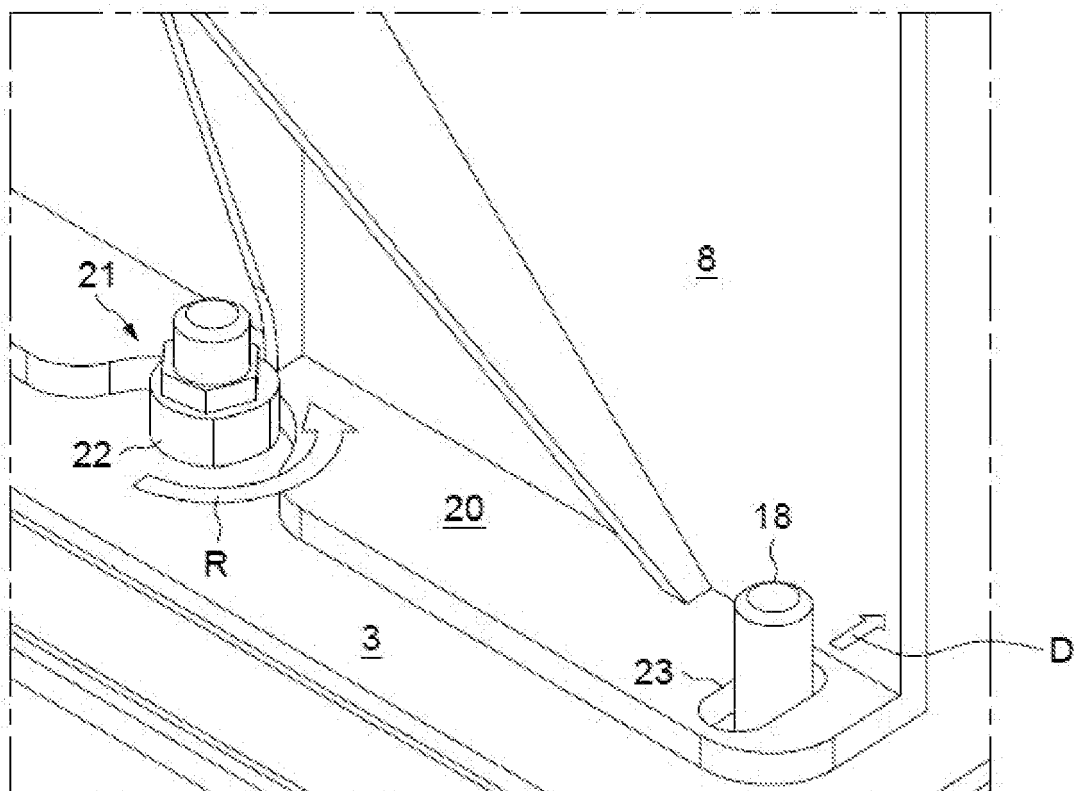
[Fig. 2]



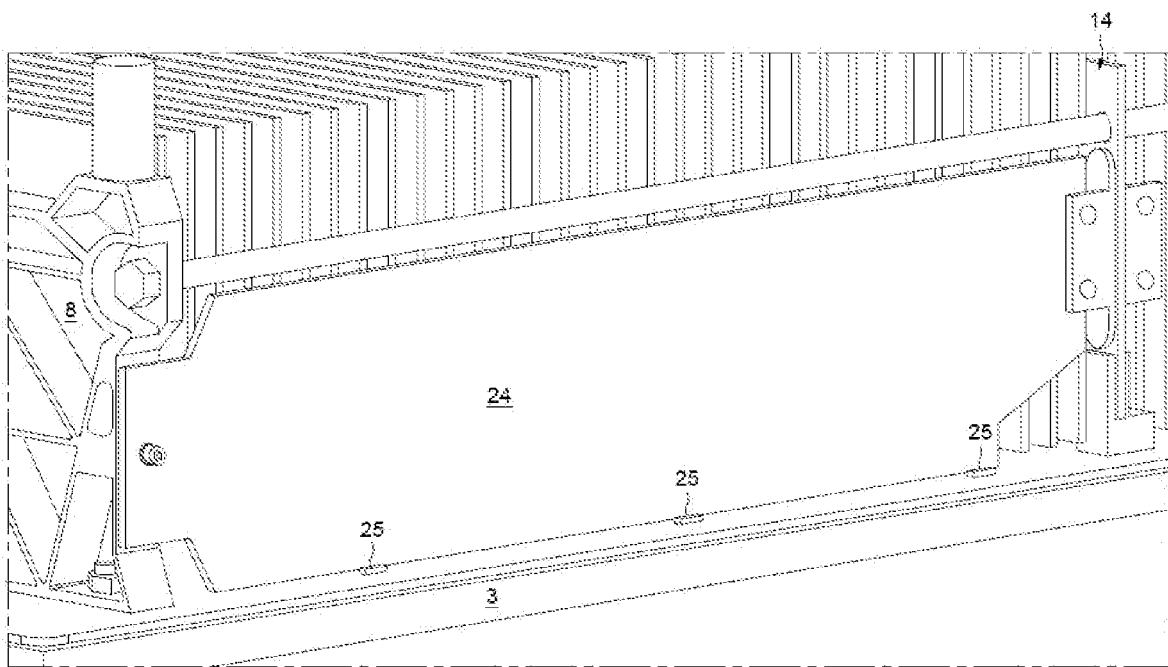
[Fig. 3]



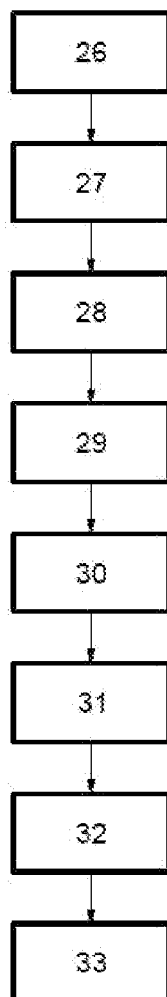
[Fig. 4]



[Fig. 5]



[Fig. 6]



RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

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

N° d'enregistrement
national

FA 920609
FR 2304845

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	US 11 011 790 B2 (FORD GLOBAL TECH LLC [US]) 18 mai 2021 (2021-05-18)	1-7, 9, 10	H01M 10/04
A	* colonnes 4,6; figures 2,3,4 * -----	8	H01M 50/289
X	US 2017/141366 A1 (INAKAWA TETSUO [JP] ET AL) 18 mai 2017 (2017-05-18)	1, 2, 7, 9, 10	H01M 50/514
	* alinéas [0031] - [0047]; figure 1 * -----		H01M 6/42
X	SE 530 733 C2 (EFFPOWER AB [SE])	1-5, 7, 9, 10	
A	26 août 2008 (2008-08-26)	8	
	* pages 12,13; figure 4 * -----		
X	US 2022/037630 A1 (SYED SHAMSUDDIN A [US] ET AL) 3 février 2022 (2022-02-03)	1, 2, 9, 10	
	* alinéas [0043] - [0053]; figures 2,3 * -----		
X	AU 2011 284 656 A1 (E4V [FR])	1-6, 9, 10	
	21 février 2013 (2013-02-21)		
	* alinéas [0011], [0012]; figures 2,4,7 * -----		
A	CN 205 609 622 U (CONTEMPORARY AMPEREX TECHNOLOGY LTD)	1-10	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
	28 septembre 2016 (2016-09-28)		H01M
	* alinéa [0002]; figures 4,5 * -----		
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
27 novembre 2023		Blanc, Sébastien	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		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	
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			

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2304845 FA 920609**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.
Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **27-11-2023**
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 11011790	B2	18-05-2021	CN 109367378 A	22-02-2019
			DE 102018105805 A1	20-09-2018
			US 2018269441 A1	20-09-2018
US 2017141366	A1	18-05-2017	CA 2951202 A1	17-12-2015
			CN 106463671 A	22-02-2017
			EP 3154105 A1	12-04-2017
			JP 2015230892 A	21-12-2015
			KR 20170016831 A	14-02-2017
			US 2017141366 A1	18-05-2017
			WO 2015190018 A1	17-12-2015
SE 530733	C2	26-08-2008	AU 2006327296 A1	28-06-2007
			CA 2631012 A1	28-06-2007
			CN 101341611 A	07-01-2009
			EP 1964194 A1	03-09-2008
			JP 2009521779 A	04-06-2009
			KR 20080081315 A	09-09-2008
			US 2008292967 A1	27-11-2008
			WO 2007073279 A1	28-06-2007
US 2022037630	A1	03-02-2022	CN 114069125 A	18-02-2022
			DE 102021119807 A1	03-02-2022
			US 2022037630 A1	03-02-2022
AU 2011284656	A1	21-02-2013	AU 2011284656 A1	21-02-2013
			CN 103168387 A	19-06-2013
			DK 2599154 T3	13-03-2017
			EP 2599154 A1	05-06-2013
			ES 2621135 T3	03-07-2017
			KR 20140007063 A	16-01-2014
			PL 2599154 T3	30-06-2017
			PT 2599154 T	07-03-2017
			RU 2013103441 A	27-10-2014
			SG 187634 A1	28-03-2013
			WO 2012013789 A1	02-02-2012
CN 205609622	U	28-09-2016	AUCUN	