

⑫

BREVET D'INVENTION

B1

⑤④ **MODULE AVEC UN CAISSON DE CONFINEMENT DESTINE A UNE BATTERIE ELECTRIQUE MODULAIRE POUR AERONEF ET BATTERIE ELECTRIQUE MODULAIRE POUR AERONEF.**

②② **Date de dépôt** : 03.09.18.

③③ **Priorité** :

⑥⑥ **Références à d'autres documents nationaux apparentés** :

☐ **Demande(s) d'extension** :

⑦① **Demandeur(s)** : AIRBUS HELICOPTERS Société par actions simplifiée — FR.

④③ **Date de mise à la disposition du public de la demande** : 06.03.20 Bulletin 20/10.

④⑤ **Date de la mise à disposition du public du brevet d'invention** : 23.05.25 Bulletin 25/21.

⑤⑥ **Liste des documents cités dans le rapport de recherche** :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑦② **Inventeur(s)** : MOUTON CHRISTOPHE et GAZZINO MARC.

⑦③ **Titulaire(s)** : AIRBUS HELICOPTERS Société par actions simplifiée.

⑦④ **Mandataire(s)** : GPI BREVETS.



Description

Titre de l'invention : Module avec un caisson de confinement destiné à une batterie électrique modulaire pour aéronef et batterie électrique modulaire pour aéronef

- [0001] La présente invention est du domaine des dispositifs de stockage et de fourniture d'énergie électrique destinés en particulier à équiper les aéronefs.
- [0002] La présente invention concerne un module de stockage et de fourniture d'énergie électrique comportant un caisson de confinement et destiné à être agencé dans une batterie électrique modulaire pour aéronef ainsi qu'une telle batterie électrique modulaire pour aéronef.
- [0003] Un système de stockage et de fourniture d'énergie électrique est par exemple composé de plusieurs cellules électrochimiques, généralement identiques, organisées en série et en parallèle afin de pouvoir délivrer la tension électrique, la puissance électrique maximale et la quantité d'énergie électrique requises. Un tel système de stockage et de fourniture d'énergie électrique peut d'une part fournir une énergie électrique sous une tension électrique nominale et d'autre part recevoir une énergie électrique permettant alors une charge électrique de ce système de stockage et de fourniture d'énergie électrique. On utilise traditionnellement le terme « batterie électrique rechargeable » ou plus simplement « batterie » pour désigner un tel système de stockage et de fourniture d'énergie électrique.
- [0004] La tension électrique nominale d'une batterie est définie par le produit de la tension électrique nominale d'une cellule et du nombre de cellules agencées en série alors que la quantité d'énergie électrique disponible dans la batterie est caractérisée par la capacité électrique de la batterie qui est égale au produit de la capacité électrique nominale d'une cellule et du nombre de cellules agencées en parallèle.
- [0005] Les systèmes de stockage et de fourniture d'énergie électrique sont utilisés dans le domaine aéronautique notamment pour l'alimentation des équipements électriques de bord d'un aéronef au sol, avant le démarrage des moteurs, pour l'alimentation des moyens électriques en particulier de démarrage de ses moteurs ainsi que pour l'alimentation des équipements nécessaires au vol de l'aéronef et à son atterrissage en cas de perte de la génération électrique normale de bord. L'augmentation des systèmes électroniques d'assistance au vol des aéronefs ces dernières années a contribué à augmenter le besoin en énergie électrique et, par suite, les capacités des systèmes de stockage et de fourniture d'énergie électrique équipant ces aéronefs.
- [0006] De plus, le développement de motorisations hybrides, voire entièrement électriques, visant à équiper certains aéronefs, contribue également à l'augmentation de ce besoin

en énergie électrique et, par suite, des capacités des systèmes de stockage et de fourniture d'énergie électrique équipant ces aéronefs.

- [0007] En conséquence, les technologies nickel-cadmium ou plomb utilisées aujourd'hui dans le domaine aéronautique pour les batteries électriques commencent à être remplacées par la technologie lithium qui présente plusieurs avantages. Tout d'abord, la densité énergétique d'une batterie utilisant la technologie lithium est nettement plus élevée que celle d'une batterie selon les autres technologies citées. De fait, la masse d'une telle batterie utilisant la technologie lithium est plus faible que celle d'une batterie selon les autres technologies citées, la masse étant un critère essentiel dans le domaine aéronautique.
- [0008] De plus, une batterie utilisant la technologie lithium permet de déterminer plus facilement l'état de charge de la batterie ainsi que son état de vieillissement.
- [0009] Par contre, une batterie selon la technologie lithium est beaucoup plus sensible aux conditions d'utilisation, en particulier aux conditions d'utilisations abusives par exemple en surcharge, au-dessus de sa température de fonctionnement normale, en court-circuit électrique, avec une sous-décharge électrique ou bien avec une surtension électrique. Ces conditions d'utilisation exigeantes peuvent avoir des conséquences importantes sur le comportement d'une ou de plusieurs cellules électrochimiques composant la batterie, telle que l'apparition de défauts internes, voire la destruction de ces cellules électrochimiques.
- [0010] En particulier, un phénomène de dégazage de fluides à hautes températures de l'ordre de 200 à 1000 degrés Celsius (200 à 1000°C) et inflammables peut avoir lieu au sein d'une cellule électrochimique. Un phénomène d'emballement thermique d'une cellule électrochimique peut également se produire, accompagné d'étincelles, voire de flammes, apparaissant dans cette cellule électrochimique. Ces phénomènes peuvent ensuite se propager d'une part aux autres cellules électrochimiques composant la batterie et d'autre part à l'extérieur de la batterie, engendrant la destruction de la batterie ainsi que des risques importants pour les systèmes situés à proximité de la batterie et pour les personnes à bord de l'aéronef. Ces phénomènes de dégazage et d'emballement thermique restent généralement transitoires, pendant une durée de quelques minutes à une quinzaine de minutes.
- [0011] Pour pallier ou limiter les effets de ces phénomènes qui peuvent être destructeurs, plusieurs solutions ont été mises en place sur les batteries utilisant la technologie lithium.
- [0012] Par exemple, la propagation de ces phénomènes de dégazage et d'emballement thermique d'une cellule électrochimique sur les autres cellules électrochimiques d'une même batterie peut être limitée selon l'organisation interne de ces cellules électrochimiques, et notamment par l'utilisation de matériaux d'isolation résistant à des

hautes températures et aux flammes, ou tout au moins limitant leurs propagations. Une telle isolation thermique entre les cellules électrochimiques peut se faire par exemple par des matériaux métalliques ou non métalliques à base de silice ou liège. Le document US 9806310 décrit par exemple une solution d'isolation thermique de cellules électrochimiques.

- [0013] Une batterie peut également comporter des dispositifs de dissipation de chaleur permettant de dissiper la chaleur générée par une ou plusieurs cellules électrochimiques afin de limiter l'augmentation de leurs températures lors de leur fonctionnement. Ces dispositifs de dissipation de chaleur peuvent être actifs, par exemple un système de ventilation forcée, ou bien passifs, à savoir sans consommation d'énergie. On connaît le document FR 3026565 qui décrit une batterie électrique modulaire comprenant un dispositif passif de protection et de régulation thermique.
- [0014] Une batterie peut aussi comporter plusieurs capteurs de surveillance de la tension électrique et du courant électrique fournis par une cellule électrochimique ainsi que de sa température, et un système de surveillance et de protection utilisant les informations fournis par ces capteurs de surveillance afin de surveiller le fonctionnement des cellules électrochimiques de la batterie et d'assurer autant que possible leurs protections.
- [0015] Une batterie peut également comporter un système d'équilibrage permettant d'équilibrer les tensions électriques des cellules électrochimiques de la batterie afin d'éviter qu'une ou plusieurs d'entre elles soient plus sollicitées, ce qui pourrait entraîner une augmentation de sa température et, par suite un phénomène de dégazage et d'emballement thermique.
- [0016] Une batterie comporte enfin un boîtier comportant au moins les cellules électrochimiques et permettant de limiter la propagation des phénomènes de dégazage et d'emballement thermique à l'intérieur de ce boîtier et d'empêcher leur propagation à l'extérieur du boîtier. Le boîtier assure de la sorte le confinement des cellules électrochimiques, étant dans ce but étanche et possédant des tenues mécaniques et thermiques adaptées.
- [0017] Ce boîtier peut aussi comporter un système d'évacuation des gaz en cas d'apparition d'un phénomène de dégazage ou d'emballement thermique afin d'évacuer les gaz chauds présents à l'intérieur du boîtier vers l'extérieur de la batterie. Lorsque la batterie équipe un aéronef, cette évacuation des gaz doit être faite vers l'extérieur de l'aéronef en suivant les recommandations de la norme « DO311A ». Ce système d'évacuation des gaz peut comporter une paroi étanche se déchirant suite à l'augmentation de la pression à l'intérieur du boîtier, comme décrit dans le document US 9806310.
- [0018] Les exigences réglementaires dans le domaine aéronautique prennent en compte ces

différents risques au travers d'exigences particulières et des normes ont récemment été mises à jour dans le respect de ces exigences réglementaires. Ces normes demandent notamment que l'apparition de défauts internes sur une ou plusieurs cellules électrochimiques n'aie pas de conséquence néfaste à l'extérieur de la batterie quelles que soient les précautions prises au niveau des systèmes de surveillance et de protection de la batterie.

- [0019] Ces exigences réglementaires impliquent que les risques liés à l'utilisation de la technologie lithium doivent être considérés dans la conception de la batterie et dans son installation dans l'aéronef. En particulier, le boîtier de la batterie qui assure le confinement des défauts internes susceptibles d'affecter une ou plusieurs cellules électrochimiques de la batterie et de leurs conséquences est conçu et développé spécifiquement pour chaque nouvelle définition de batterie.
- [0020] De fait, les conséquences de l'apparition d'un défaut interne sur une ou plusieurs cellules électrochimiques d'une nouvelle batterie doivent être analysées et testées afin de valider la conformité dans le cadre de la qualification et de la certification de cette batterie selon les exigences réglementaires du domaine aéronautique. Cela a pour conséquence de rendre la conception et la certification de batteries utilisant la technologie lithium complexes et coûteuses.
- [0021] La présente invention a alors pour objet une batterie électrique modulaire permettant de s'affranchir des limitations mentionnées ci-dessus, en limitant en particulier la propagation d'un défaut interne d'une cellule électrochimique vers un nombre limité de cellules électrochimiques de cette batterie électrique modulaire tout en évitant toute propagation à l'extérieur de cette batterie électrique modulaire et en maintenant la fourniture d'une énergie électrique.
- [0022] La présente invention vise également des modules de stockage et de fourniture d'énergie électrique comportant un caisson de confinement contenant une pluralité de cellules électrochimiques et destinés à être assemblés pour former une telle batterie électrique modulaire. De la sorte, un défaut interne d'une cellule électrochimique d'un module peut se propager aux autres cellules électrochimiques de ce module, mais pas aux autres modules de la batterie modulaire, la batterie modulaire restant opérationnelle et capable de fournir une énergie électrique, la capacité électrique de la batterie modulaire étant alors réduite par rapport à sa capacité électrique nominale.
- [0023] Un objet selon la présente invention est un module de stockage et de fourniture d'énergie électrique destiné à une batterie électrique modulaire, le module comportant :
- un caisson de confinement,
 - une pluralité de cellules électrochimiques reliées électriquement entre elles et agencées à l'intérieur du caisson de confinement,
 - au moins deux bornes électriques reliées aux cellules électrochimiques et

- sortant du caisson de confinement,
 - des capteurs de surveillance des cellules électrochimiques, et
 - un dispositif de dégazage.
- [0024] Le module de stockage et de fourniture d'énergie électrique selon l'invention est remarquable en ce que le dispositif de dégazage comporte un orifice de dégazage agencé dans le caisson de confinement et configuré de sorte à permettre une sortie de gaz ou d'air du caisson de confinement par l'orifice de dégazage, le caisson de confinement étant configuré de sorte que des flammes à l'intérieur du caisson de confinement ne se propagent pas à l'extérieur du caisson de confinement. Le dispositif de dégazage permet de la sorte l'évacuation des gaz se trouvant dans le caisson de confinement.
- [0025] Les cellules électrochimiques sont reliées électriquement entre elles et agencées en série et/ou en parallèle à l'intérieur du caisson de confinement de sorte que le module de stockage et de fourniture d'énergie électrique soit capable de délivrer la tension électrique et la capacité électrique requises.
- [0026] De préférence, le dispositif de dégazage du module de stockage et de fourniture d'énergie électrique selon l'invention comporte un premier dispositif anti-retour positionné au niveau de l'orifice de dégazage et configuré de sorte à permettre une sortie de gaz ou d'air du caisson de confinement par l'orifice de dégazage et à éviter une entrée d'air ou de gaz dans le caisson de confinement par l'orifice de dégazage.
- [0027] De la sorte, le dispositif de dégazage assure avantageusement l'évacuation des gaz se trouvant dans le caisson de confinement et exerçant une pression suffisante pour agir sur le premier dispositif anti-retour formé par exemple par un clapet anti-retour positionné dans l'orifice de dégazage. La force de tarage de ce premier dispositif anti-retour ne nécessite pas d'être importante, la fonction de ce premier dispositif anti-retour étant uniquement d'empêcher un fluide extérieur au caisson de confinement du module de rentrer dans ce caisson de confinement.
- [0028] Ce module de stockage et de fourniture d'énergie électrique est destiné à être associé avec d'autres modules de stockage et de fourniture d'énergie électrique selon l'invention afin de former une batterie électrique modulaire destinée à équiper un aéronef.
- [0029] Une telle batterie électrique modulaire pour aéronef comporte :
- un boîtier,
 - au moins un module de stockage et de fourniture d'énergie électrique agencé à l'intérieur du boîtier,
 - au moins deux bornes électriques reliées à cet au moins un module de stockage et de fourniture d'énergie électrique et sortant du boîtier, et
 - un système de dégazage.
- [0030] Le système de dégazage comporte au moins un orifice de sortie agencé dans le

boîtier et au moins une conduite de dégazage reliant un orifice de sortie du système de dégazage à l'orifice de dégazage d'au moins un module de stockage et de fourniture d'énergie électrique. De la sorte, le système de dégazage de la batterie modulaire assure l'évacuation des gaz susceptibles de sortir du caisson de confinement de cet au moins un module par l'intermédiaire de son orifice de dégazage hors du boîtier de la batterie modulaire. En outre, lorsque la batterie modulaire équipe un aéronef, l'orifice de sortie du système de dégazage est relié par une conduite d'évacuation de l'aéronef à l'extérieur du fuselage de l'aéronef afin que les gaz provenant d'un module soient évacués à l'extérieur de l'aéronef.

- [0031] Le système de dégazage peut comporter autant d'orifice(s) de sortie que la batterie électrique modulaire comporte de module(s) de stockage et de fourniture d'énergie électrique et au moins un troisième dispositif anti-retour positionné au niveau de chaque orifice de sortie. Un orifice de dégazage d'un module est alors relié à un seul orifice de sortie du système de dégazage. Le système de dégazage comporte également autant de troisième(s) dispositif(s) anti-retour que d'orifice(s) de sortie, chaque troisième dispositif anti-retour étant configuré de sorte à permettre une sortie de gaz ou d'air du caisson de confinement d'un module par l'orifice de dégazage et l'orifice de sortie et à éviter une entrée d'air ou de gaz dans le caisson de confinement de ce module par l'orifice de sortie et l'orifice de dégazage.
- [0032] Lorsque le dispositif de dégazage de cet au moins un module de stockage et de fourniture d'énergie électrique que comporte la batterie électrique modulaire est muni d'un premier dispositif anti-retour positionné au niveau de l'orifice de dégazage, le système de dégazage comporte un seul orifice commun de sortie agencé dans le boîtier et au moins une conduite de dégazage reliant l'orifice commun de sortie à l'orifice de dégazage du au moins un module de stockage et de fourniture d'énergie électrique. De la sorte, le système de dégazage de la batterie modulaire assure l'évacuation des gaz susceptibles de sortir du caisson de confinement du au moins un module par l'intermédiaire de son orifice de dégazage hors du boîtier de la batterie modulaire.
- [0033] De plus, la présence du premier dispositif anti-retour au niveau de l'orifice de dégazage du caisson de confinement du au moins un module évite avantageusement qu'un gaz chaud évacué d'un module pénètre dans un autre module de la batterie modulaire et provoque des dégradations ou bien entraîne un emballement thermique d'une ou de plusieurs cellules électrochimique de ce module. En outre, lorsque la batterie modulaire équipe un aéronef, l'orifice commun de sortie du système de dégazage est relié par une conduite d'évacuation de l'aéronef à l'extérieur du fuselage de l'aéronef afin que les gaz provenant d'un module soient évacués à l'extérieur de l'aéronef.
- [0034] Le caisson de confinement du au moins un module assure le confinement des cellules

électrochimiques évitant de la sorte que des étincelles ou bien des flammes ne se propagent à l'extérieur de ce caisson de confinement et en particulier à un autre module que peut contenir la batterie ainsi qu'aux autres composants de la batterie. Dans ce but, le caisson de confinement du au moins un module est étanche, à l'exception de l'orifice de dégazage, et possède des tenues mécaniques et thermiques adaptées à la réalisation de ce confinement. Par ailleurs, le module peut comporter au moins un dispositif d'isolation thermique agencé dans le caisson de confinement afin de limiter l'échauffement généré à l'extérieur du module lors d'un dégazage ou bien d'un emballement thermique d'une ou de plusieurs cellules électrochimiques du module. Un dispositif d'isolation thermique est par exemple formé par un film composé de fibres de verres et/ou de composites de fibres de carbone et de céramique.

- [0035] De la sorte, un dégazage ou bien un emballement thermique d'une ou de plusieurs cellules électrochimiques d'un module d'une telle batterie modulaire ne se propage avantageusement pas à un ou plusieurs autres modules de la batterie modulaire. Tout échauffement est ainsi confiné à l'intérieur du caisson de confinement d'un module permettant à l'environnement immédiat de ce module d'être insensible aux défauts internes de ce module. La au moins une conduite de dégazage du système de dégazage de la batterie modulaire doit être adaptée pour résister aux hautes températures des gaz susceptibles d'être évacués d'un module.
- [0036] De plus, lorsque la batterie modulaire comporte au moins deux modules, son architecture permet d'isoler un module en défaut et de garder avantageusement opérationnelle la batterie modulaire pour fournir une énergie électrique par l'intermédiaire d'au moins un autre module.
- [0037] Une telle batterie modulaire composée d'au moins un module de stockage et de fourniture d'énergie électrique tel que précédemment décrit permet de plus de limiter ses coûts de développement et de certification. En effet, chaque nouvelle batterie modulaire peut être composée par un nombre de modules correspondant à la tension électrique, la puissance électrique et la capacité électrique requises de cette nouvelle batterie modulaire. Dès lors, une fois qu'un module est développé et validé, une batterie comportant un ou plusieurs de ces modules peut être développée rapidement et avec un coût limité.
- [0038] De même, la conformité et la certification d'un module de stockage et de fourniture d'énergie électrique vis-à-vis des exigences réglementaires dans le domaine aéronautique sont suffisantes pour garantir la conformité et la certification vis-à-vis de ces exigences réglementaires d'une batterie modulaire comportant un ou plusieurs modules. En effet, c'est le module en lui-même qui garantit la non propagation de l'emballement thermique et du dégazage d'une cellule électrochimique à l'extérieur d'un module conformément aux exigences réglementaires et non la batterie modulaire.

En conséquence, la conformité et la certification vis-à-vis des exigences réglementaires dans le domaine aéronautique d'une batterie modulaire comportant un ou plusieurs modules de stockage et de fourniture d'énergie électrique sont acquises par la conformité et la certification du module de stockage et de fourniture d'énergie électrique et ne nécessitent donc pas d'essais complémentaires, ni de dépenses supplémentaires.

[0039] Par ailleurs, un module comporte différents capteurs de surveillance afin de surveiller le fonctionnement des cellules électrochimiques et éventuellement anticiper l'apparition d'un défaut, tel qu'un dégazage ou bien un emballement thermique. Ces capteurs de surveillance mesurent en particulier la tension électrique et le courant électrique fournis par chaque cellule électrochimique du module ainsi que sa température.

[0040] Le module de stockage et de fourniture d'énergie électrique selon l'invention peut comporter un dispositif de surveillance et de gestion des cellules électrochimiques agencé dans le caisson de confinement et relié aux capteurs de surveillance. Ce dispositif de surveillance et de gestion utilise alors les informations fournies par ces capteurs de surveillance afin notamment de surveiller le fonctionnement des cellules électrochimiques de ce module et d'assurer leurs protections. En effet, ce dispositif de surveillance et de gestion peut couper la fourniture d'une énergie électrique par ce module de sorte à limiter, voire éviter, le risque d'emballement thermique ou bien de dégazage d'une ou de plusieurs cellules électrochimiques. Ce dispositif de surveillance et de gestion peut également permettre d'équilibrer les tensions électriques des cellules électrochimiques de ce module. De la sorte, le module est avantageusement autonome pour la gestion et la surveillance du fonctionnement de ses cellules électrochimiques.

[0041] Une batterie modulaire peut aussi comporter un système de surveillance et de gestion du au moins un module qu'elle comporte et/ou des cellules électrochimiques de cet au moins un module. Dans ce cas, cet au moins un module peut ne pas comporter de dispositif de surveillance et de gestion, le système de surveillance et de gestion de la batterie modulaire utilisant les informations fournies par les capteurs de surveillance de cet au moins un module afin de surveiller le fonctionnement des cellules électrochimiques et d'assurer leurs protections. Ce système de surveillance et de gestion peut alors couper la fourniture d'une énergie électrique par un module de sorte à limiter, voire éviter, le risque d'emballement thermique ou bien de dégazage d'une ou de plusieurs de ses cellules électrochimiques de ce module et également équilibrer les tensions électriques des cellules électrochimiques de cet au moins un module.

[0042] Par ailleurs, un module de stockage et de fourniture d'énergie électrique selon l'invention peut comporter un dispositif de charge et de décharge agencé dans le caisson de confinement et relié aux cellules électrochimiques. Ce dispositif de charge

et de décharge permet d'une part de gérer la décharge électrique des cellules électrochimiques de ce module lors de la fourniture d'une énergie électrique et d'autre part de gérer la charge électrique de ses cellules électrochimiques lorsque le module reçoit une énergie électrique.

[0043] Toutefois, une batterie modulaire peut également comporter un système de charge et de décharge agencé dans le boîtier de la batterie modulaire et relié à chaque module que comporte la batterie modulaire. Ce système de charge et de décharge permet, en lieu et place du dispositif de charge et de décharge de chaque module de gérer la décharge et la charge électriques de ses cellules électrochimiques.

[0044] Le module de stockage et de fourniture d'énergie électrique selon l'invention peut également comporter un réchauffeur agencé dans le caisson de confinement. Ce réchauffeur permet, lorsque la température intérieure du module est basse de chauffer le module et en particulier les cellules électrochimiques pour améliorer leur fonctionnement et leur efficacité. De plus, lorsque le module comporte un dispositif d'isolation thermique agencé dans le caisson de confinement comme évoqué précédemment, la montée en température des cellules électrochimiques est avantageusement très rapide.

[0045] Le module peut aussi comporter un dispositif de ventilation permettant de refroidir l'intérieur du caisson de confinement et en particulier les cellules électrochimiques de ce module. Ce dispositif de ventilation est muni d'un orifice d'entrée d'air agencé dans le caisson de confinement et d'un deuxième dispositif anti-retour positionné au niveau de l'orifice d'entrée d'air et configuré de sorte à permettre une entrée d'air dans le caisson de confinement par l'orifice d'entrée d'air et à éviter une sortie d'air ou de gaz du caisson de confinement par l'orifice d'entrée d'air.

[0046] Le dispositif de ventilation peut permettre de la sorte une circulation d'air dans le caisson de confinement et, par suite, un refroidissement des cellules électrochimiques de ce module afin de limiter ou retarder avantageusement un emballement thermique ou un dégazage d'une ou de plusieurs cellules électrochimiques et, par suite, d'améliorer la durée de vie des cellules électrochimiques. De l'air extérieur peut en effet entrer dans le caisson de confinement en exerçant une pression suffisante sur le deuxième dispositif anti-retour, formé par exemple par un clapet anti-retour positionné dans l'orifice d'entrée d'air, puis cet air peut, après avoir refroidi les cellules électrochimiques, sortir du caisson de confinement par l'orifice de dégazage.

[0047] La force de tarage de ce deuxième dispositif anti-retour ne nécessite pas d'être importante, la fonction de ce deuxième dispositif anti-retour étant uniquement d'empêcher un fluide intérieur au caisson de confinement du module de sortir du caisson de confinement par l'orifice d'entrée d'air.

[0048] Ce dispositif de ventilation d'un module coopère de préférence avec un système de

ventilation que comporte la batterie modulaire. Ce système de ventilation est muni d'un orifice commun d'entrée agencé dans le boîtier et d'une conduite de ventilation reliant l'orifice commun d'entrée à l'orifice d'entrée d'air de chaque module de la batterie modulaire. De la sorte, l'air circulant dans un module est puisé à l'extérieur de la batterie modulaire.

- [0049] De plus, le système de ventilation peut comporter au moins un dispositif d'entraînement de l'air, tel un ventilateur, permettant de forcer une circulation d'air dans la au moins une conduite de ventilation, la circulation d'air allant de l'orifice commun d'entrée vers l'orifice d'entrée d'air du au moins un module. Ce dispositif d'entraînement de l'air permet avantageusement d'assurer une ventilation forcée dans le caisson de confinement de chaque module de la batterie modulaire.
- [0050] Ce dispositif de ventilation d'un module peut être remplacé ou bien complété par tout autre dispositif, passif ou actif, de refroidissement des cellules électrochimiques.
- [0051] Par ailleurs, la batterie électrique modulaire peut comporter au moins une barrière de protection agencée entre le système de dégazage et le au moins un module. Cette barrière de protection assure essentiellement une protection thermique afin de limiter l'échauffement du au moins un module lors d'un dégazage d'un module de la batterie, des gaz chauds circulant alors dans le système de dégazage de la batterie. Une barrière de protection est par exemple formée par des parois métalliques ou bien des parois composées de fibres de verres et/ou de composites de fibres de carbone et de céramique.
- [0052] En outre, lorsque la batterie électrique modulaire comporte au moins deux modules, la batterie électrique modulaire peut également comporter au moins une barrière d'isolation thermique agencée entre deux modules afin d'assurer une protection thermique entre ces deux modules de sorte qu'un échauffement d'un module ne se propage pas, ou tout au moins de façon limitée, à un autre module. Une telle barrière d'isolation thermique est par exemple formée par des parois métalliques ou bien des parois composées de fibres de verres et/ou de composites de fibres de carbone et de céramique.
- [0053] L'invention et ses avantages apparaîtront avec plus de détails dans le cadre de la description qui suit avec des exemples donnés à titre illustratif en référence aux figures annexées qui représentent :
 - les figures 1 à 3, trois modes de réalisation d'une batterie électrique modulaire.
- [0054] Les éléments présents dans plusieurs figures distinctes sont affectés d'une seule et même référence.
- [0055] Les trois modes de réalisation d'une batterie électrique modulaire 20 représentés sur les figures 1 à 3 sont destinés à équiper un aéronef et comportent de façon commune

un boîtier 21, une unité de commande 22, deux bornes électriques 25 sortant du boîtier 21, au moins deux modules 10 de stockage et de fourniture d'énergie électrique et un système de dégazage 24. L'unité de commande 22, les au moins deux modules 10 et le système de dégazage 24 sont agencés à l'intérieur du boîtier 21. Des liaisons électriques filaires 26 permettent de relier électriquement d'une part l'unité de commande 22 aux bornes électriques 25 de la batterie électrique modulaire 20 et d'autre part l'unité de commande 22 à des bornes électriques 15 de chaque module 10.

- [0056] Un premier mode de réalisation d'une batterie modulaire 20 représenté sur la [Fig.1] comporte deux modules 10 identiques alors qu'un deuxième mode de réalisation et un troisième mode de réalisation d'une batterie modulaire 20 représentés respectivement sur la [Fig.2] et la [Fig.3] comportent trois modules 10 identiques. Cependant selon un autre mode de réalisation, une batterie modulaire 20 peut comporter un seul module 10 ou bien plus de trois modules 10, en fonction des caractéristiques électriques, à savoir la tension électrique nominale, la puissance électrique maximale et la capacité électrique, que chaque module 10 doit fournir et des caractéristiques électriques requises pour la batterie modulaire 20.
- [0057] Par exemple, chaque module 10 peut délivrer une tension électrique nominale de 28 Volts (28V) et une capacité électrique de 15 Ampères-heures (15Ah). En conséquence, la batterie modulaire 20 selon le premier mode de réalisation peut délivrer une tension électrique nominale de 28V et une capacité électrique de 30Ah alors que la batterie modulaire 20 selon le deuxième ou bien le troisième mode de réalisation peut délivrer une tension électrique nominale de 28V et une capacité électrique de 45Ah.
- [0058] Le système de dégazage 24 de la batterie modulaire 20 comporte, pour le premier et le deuxième modes de réalisation, un orifice commun de sortie 45 agencé dans le boîtier 21 et des conduites de dégazage 46 reliant respectivement l'orifice commun de sortie 45 à un orifice de dégazage 41 d'un module 10. Lorsque la batterie modulaire 20 est installée dans un aéronef, l'orifice commun de sortie 45 est relié par l'intermédiaire d'une conduite d'évacuation à l'extérieur de l'aéronef.
- [0059] Pour le troisième mode de réalisation, le système de dégazage 24 de la batterie modulaire 20 comporte autant d'orifices de sortie 43 que la batterie électrique modulaire 20 comporte de module 10, à savoir trois orifices de sortie 43, ainsi que trois conduites de dégazage 46 reliant respectivement un orifice de sortie 43 à un orifice de dégazage 41 d'un module 10. Lorsque la batterie modulaire 20 est installée dans un aéronef, les orifices de sortie 43 sont reliés par l'intermédiaire d'une conduite d'évacuation à l'extérieur de l'aéronef.
- [0060] Pour le premier mode de réalisation de la batterie modulaire 20, chaque module 10 comporte un caisson de confinement 12, une pluralité de cellules électrochimiques 11 reliées électriquement entre elles et agencées à l'intérieur du caisson de confinement

12, deux bornes électriques 15 reliées aux cellules électrochimiques 11 et sortant du caisson de confinement 12, des capteurs de surveillance 19 des cellules électrochimiques 11 et un dispositif de dégazage 14.

- [0061] Les cellules électrochimiques 11 sont identiques et reliées électriquement entre elles en parallèle et en série afin que le module 10 puisse délivrer la tension électrique nominale, la puissance électrique maximale et la capacité électrique requises. Chaque module 10 comporte trois séries agencées en parallèle de quatre cellules électrochimiques 11 reliées en série.
- [0062] En cas de fonctionnement dans des conditions exigeantes, voire abusives, telles qu'une surcharge, une surtension électrique ou bien un fonctionnement à des températures importantes ou encore en cas de court-circuit électrique, des dégradations internes d'une ou de plusieurs cellules électrochimiques 11 peuvent apparaître, avec comme conséquences possibles sur ces cellules électrochimiques 11, des phénomènes de dégazage ou d'emballement thermique accompagné éventuellement d'étincelles ou de flammes.
- [0063] Le module 10 est conçu pour résister à de telles dégradations d'une ou de plusieurs cellules électrochimiques 11 et pour éviter toute propagation de ces dégradations aux éléments externes à ce module 10, à savoir notamment l'autre module 10 et l'unité de commande 22 de la batterie modulaire 20, ainsi qu'à tout élément ou équipements externes à la batterie modulaire 20.
- [0064] Tout d'abord, le caisson de confinement 12 est configuré de sorte que des flammes apparaissant à l'intérieur du caisson de confinement 12, suite notamment à un emballement thermique d'une ou de plusieurs cellules électrochimiques 11, ne se propagent pas à l'extérieur du caisson de confinement 12. Dans ce but, le caisson de confinement 12 est étanche, à l'exception de l'orifice de dégazage 41, et possède des tenues mécaniques et thermiques adaptées à la réalisation de ce confinement. En conséquence, ces flammes sont sans effet sur les autres éléments de la batterie modulaire 20.
- [0065] Ensuite, le dispositif de dégazage 14 comporte un orifice de dégazage 41 et un premier dispositif anti-retour 42. L'orifice de dégazage 41 est agencé dans le caisson de confinement 12 et le premier dispositif anti-retour 42 est par exemple un clapet anti-retour, positionné au niveau de l'orifice de dégazage 41.
- [0066] L'orifice de dégazage 41 de chaque module 10 est relié à une conduite de dégazage 46 du système de dégazage 24 de la batterie modulaire 20 de sorte qu'en cas d'augmentation de la pression à l'intérieur du caisson de confinement 12, suite en particulier à un phénomène de dégazage ou un emballement thermique d'une ou de plusieurs cellules électrochimiques 11, les gaz sont évacués par l'orifice de dégazage 41 en dehors du caisson de confinement 12, puis en dehors de la batterie modulaire 20

- par l'intermédiaire d'une conduite de dégazage 46 et de l'orifice commun de sortie 45.
- [0067] De plus, le premier dispositif anti-retour 42 permet d'éviter une entrée d'air ou de gaz par l'orifice de dégazage 41 dans le caisson de confinement 12 d'un module 10, notamment en cas d'un dégagement de gaz par l'autre module 10 de la batterie modulaire 20.
- [0068] Les présences combinées du caisson de confinement 12 et du dispositif de dégazage 14 de chaque module 10 et du système de dégazage 24 de la batterie modulaire 20 permettent avantageusement de rendre insensible tout élément de la batterie modulaire 20 externe à un module 10 à toute dégradation de ce module 10. De plus, la conduite d'évacuation de l'aéronef reliée à l'orifice commun de sortie 45 de la batterie modulaire 20 permet également que tout élément ou équipement de l'aéronef externe de la batterie modulaire 20 soit insensible à une telle dégradation de ce module 10.
- [0069] Par ailleurs, les capteurs de surveillance 19 de chaque module 10 permettent de mesurer en particulier la tension électrique et le courant électrique fournis par chaque cellule électrochimique 11 du module 10 ainsi que sa température afin de surveiller le fonctionnement des cellules électrochimiques 11 et éventuellement d'anticiper l'apparition d'un défaut ou d'une dégradation.
- [0070] Afin d'utiliser les informations fournies par ces capteurs de surveillance 19, l'unité de commande 22 de la batterie modulaire 20 comporte un système de surveillance et de gestion 28 capable de surveiller le fonctionnement des cellules électrochimiques 11 de chaque module 10 et d'assurer leurs protections. Ce système de surveillance et de gestion 28 peut notamment couper la fourniture d'une énergie électrique par un module 10 de sorte à limiter, voire éviter, le risque d'apparition de dégradations sur une ou plusieurs de ses cellules électrochimiques 11. En outre, ce système de surveillance et de gestion 28 permet également d'équilibrer les tensions électriques des cellules électrochimiques 11 de chaque module 10.
- [0071] De plus, l'unité de commande 22 de la batterie modulaire comporte également un système de charge et de décharge 23. Ce système de charge et de décharge 23 est relié à chaque module 10 et permet de gérer la décharge et la charge électriques des cellules électrochimiques 11 de chaque module 10.
- [0072] Pour le deuxième mode de réalisation de la batterie modulaire 20, chaque module 10 comporte, comme pour le premier mode de réalisation, un caisson de confinement 12, une pluralité de cellules électrochimiques 11 reliées électriquement entre elles et agencées à l'intérieur du caisson de confinement 12, deux bornes électriques 15 reliées aux cellules électrochimiques 11 et sortant du caisson de confinement 12, des capteurs de surveillance 19 des cellules électrochimiques 11 et un dispositif de dégazage 14. Chaque module 10 comporte également un dispositif de charge et de décharge 13, deux bornes électriques supplémentaires 15', un réchauffeur 16, un dispositif de ventilation

17, un dispositif d'isolation thermique 1 et un dispositif de surveillance et de gestion 18 des cellules électrochimiques 11.

[0073] Le dispositif de dégazage 14 de ce deuxième mode de réalisation est similaire au dispositif de dégazage 14 du premier mode de réalisation. Ce dispositif de dégazage 14 permet avantageusement avec le caisson de confinement 12 de rendre insensible tout élément de la batterie modulaire 20 externe à un module 10 à toute dégradation de ce module 10 et d'une ou plusieurs de ses cellules électrochimiques 11 en confinant d'une part un emballement thermique ou des flammes à l'intérieur du caisson de confinement 12 et en évacuant d'autre part les gaz pouvant être générés à l'intérieur du caisson de confinement 12 à l'extérieur de la batterie modulaire 20. De plus, la conduite d'évacuation de l'aéronef reliée à l'orifice commun de sortie 45 de la batterie modulaire 20 permet également d'évacuer ces gaz à l'extérieur de l'aéronef.

[0074] Le dispositif de surveillance et de gestion 18 de chaque module 10 est agencé dans le caisson de confinement 12 de ce module 10 et est relié aux capteurs de surveillance 19 de ce module 10. Ce dispositif de surveillance et de gestion 18 utilise les informations fournies par ces capteurs de surveillance 19 et surveille le fonctionnement des cellules électrochimiques 11 de ce module 10 afin d'assurer leurs protections. Dans ce but, ce dispositif de surveillance et de gestion 18 peut couper la fourniture d'une énergie électrique par ce module 10 si un risque d'emballement thermique ou de dégazage est identifié grâce à ces informations. Ce dispositif de surveillance et de gestion 18 permet également d'équilibrer les tensions électriques des cellules électrochimiques 11 de ce module 10.

[0075] Le dispositif d'isolation thermique 1 de chaque module 10 est agencé dans le caisson de confinement 12 de ce module 10 afin d'isoler thermiquement le caisson de confinement et de limiter ainsi l'échauffement généré à l'extérieur du module 10 lors d'un dégazage ou bien d'un emballement thermique d'une ou de plusieurs cellules électrochimiques 11 de ce module 10.

[0076] Le dispositif de charge et de décharge 13 de chaque module 10 est agencé dans le caisson de confinement 12 de ce module 10 et est relié d'une part aux cellules électrochimiques 11 et d'autre part aux deux bornes électriques supplémentaires 15' de ce module 10. Ces deux bornes électriques supplémentaires 15' sont également reliées à l'unité de commande 22 de la batterie modulaire 20 afin que le dispositif de charge et de décharge 13 puisse gérer en particulier la charge électrique des cellules électrochimiques 11 lorsque la batterie modulaire 20 reçoit une énergie électrique.

[0077] La décharge électrique des cellules électrochimiques 11 de ce module 10 est effectuée par les deux bornes électriques 15 du module 10 lors de la fourniture d'une énergie électrique. L'unité de commande 22 de la batterie modulaire 20 permet de relier électriquement d'une part les deux bornes électriques 15 de chaque module 10

aux bornes électriques 25 de la batterie modulaire 20 lorsque la batterie modulaire 20 fournit une énergie électrique et d'autre part les deux bornes électriques supplémentaires 15' de chaque module 10 aux bornes électriques 25 de la batterie modulaire 20 lorsque la batterie modulaire 20 reçoit une énergie électrique.

- [0078] Le réchauffeur 16 de chaque module 10 est agencé dans le caisson de confinement 12 de ce module 10 et est relié aux bornes électriques 15 du module 10. Ce réchauffeur 16 permet ainsi de chauffer l'intérieur du caisson de confinement 12 de ce module 10 et en particulier les cellules électrochimiques 11 lorsque cela s'avère nécessaire.
- [0079] Le dispositif de ventilation 17 de chaque module 10 comporte un orifice d'entrée d'air 71 agencé dans le caisson de confinement 12 de ce module 10 et un deuxième dispositif anti-retour 72, par exemple un clapet anti-retour, positionné au niveau de l'orifice d'entrée d'air 71. Ce dispositif de ventilation 17 de chaque module 10 coopère avec un système de ventilation 27 que comporte la batterie modulaire 20 selon ce deuxième mode de réalisation. Ce système de ventilation 27 comporte un orifice commun d'entrée 75 agencé dans le boîtier 21 de la batterie modulaire 20, des conduites de ventilation 76 reliant l'orifice commun d'entrée 75 à l'orifice d'entrée d'air 71 de chaque module 10 et un dispositif d'entraînement 77 de l'air, par exemple un ventilateur.
- [0080] Ce dispositif d'entraînement 77 de l'air permet une circulation d'air entre l'orifice commun d'entrée 75 et l'orifice d'entrée d'air 71 de chaque module 10 par l'intermédiaire des conduites de ventilation 76. De la sorte, l'air venant de l'extérieur de la batterie modulaire 20 peut entrer dans le caisson de confinement 12 de chaque module 10, refroidir l'intérieur du caisson de confinement 12 et en particulier des cellules électrochimiques 11 s'y trouvant, puis sortir du module 10 par l'orifice de dégazage 41 afin d'être évacué en dehors de la batterie modulaire 20 par le système de dégazage 24.
- [0081] Par ailleurs, le deuxième dispositif anti-retour 72 évite que des gaz soient évacués du caisson de confinement 12 par l'orifice d'entrée d'air 71.
- [0082] La batterie modulaire 20 selon ce deuxième mode de réalisation comporte également une barrière de protection 29 agencée entre le système de dégazage 24 et chaque module 10. Cette barrière de protection 29 est par exemple formée par une plaque et permet de limiter l'échauffement de chaque module 10 lors d'un dégazage d'un module 10, des gaz chauds circulant alors dans les conduites de dégazage 46 de ce système de dégazage 24.
- [0083] La batterie modulaire 20 selon le troisième mode de réalisation est proche de la batterie modulaire 20 selon le deuxième mode de réalisation, les différences entre elles se situant d'une part au niveau du dispositif de dégazage 14 de chaque module 10 et du système de dégazage 24 de la batterie modulaire 20 et d'autre part au niveau de

l'isolation thermique entre les modules 10.

- [0084] Le dispositif de dégazage 14 de chaque module 10 de la batterie modulaire 20 selon le troisième mode de réalisation comporte uniquement un orifice de dégazage 41 agencé dans le caisson de confinement 12, mais pas de premier dispositif anti-retour 42. Le système de dégazage 24 de la batterie modulaire 20 comporte, comme précédemment évoqué, trois orifices de sortie 43 agencés dans le boîtier 21 et trois conduites de dégazage 46 reliant respectivement un orifice de sortie 43 à un orifice de dégazage 41 d'un module 10 ainsi que trois troisièmes dispositifs anti-retour 44 positionnés respectivement au niveau d'un orifice de sortie 43. Chaque dispositif anti-retour 44 est configuré de sorte à permettre une sortie de gaz ou d'air du caisson de confinement 12 d'un module 10 par l'orifice de dégazage 41 de ce module 10 et par un orifice de sortie 43 de la batterie modulaire 20 et à éviter une entrée d'air ou de gaz dans le caisson de confinement 12 de ce module 10 par cet orifice de sortie 43 et cet orifice de dégazage 41.
- [0085] Cette batterie modulaire 20 selon le troisième mode de réalisation comporte enfin deux barrières d'isolation thermique 30 positionnées respectivement entre deux modules 10 et remplaçant le dispositif d'isolation thermique 1 que comporte chaque module 10 afin de limiter, voire d'éviter, qu'un échauffement d'un module 10 ne se propage pas à un autre module 10.
- [0086] Toutefois, une telle barrière d'isolation thermique 30 peut être utilisée au sein d'une batterie électrique modulaire 20 simultanément et en complément d'un dispositif d'isolation thermique 1 présent dans chaque module 10 de cette batterie électrique modulaire 20.
- [0087] Naturellement, la présente invention est sujette à de nombreuses variations quant à sa mise en œuvre. Bien que plusieurs modes de réalisation aient été décrits, on comprend bien qu'il n'est pas concevable d'identifier de manière exhaustive tous les modes possibles. Il est bien sûr envisageable de remplacer un moyen décrit par un moyen équivalent sans sortir du cadre de la présente invention.

Revendications

[Revendication 1]

Batterie électrique modulaire (20) pour aéronef comportant :

- un boîtier (21),
- au moins un module (10) de stockage et de fourniture d'énergie électrique agencé à l'intérieur dudit boîtier (21), ledit au moins un module (10) comportant :
 - un caisson de confinement (12) configuré de sorte que des flammes à l'intérieur dudit caisson de confinement (12) ne se propagent pas à l'extérieur dudit caisson de confinement (12),
 - une pluralité de cellules électrochimiques (11) reliées électriquement entre elles et agencées à l'intérieur dudit caisson de confinement (12),
 - au moins deux bornes électriques (15) reliées auxdites cellules électrochimiques (11) et sortant dudit caisson de confinement (12),
 - des capteurs de surveillance (19) desdites cellules électrochimiques (11), et
 - un dispositif de dégazage (14) comportant un orifice de dégazage (41) agencé dans ledit caisson de confinement (12) et configuré de sorte à permettre une sortie de gaz ou d'air dudit caisson de confinement (12) par ledit orifice de dégazage (41),
- au moins deux bornes électriques (25) reliées audit au moins un module (10) et sortant dudit boîtier (21), et
- un système de dégazage (24),

caractérisée en ce que ledit système de dégazage (24) comporte au moins un orifice de sortie (43) agencé dans ledit boîtier (21), au moins un troisième dispositif anti-retour (44) positionné au niveau dudit au moins un orifice de sortie (43) et au moins une conduite de dégazage (46) reliant un orifice de sortie (43) audit orifice de dégazage (41) dudit au moins un module (10), un orifice de dégazage (41) d'un module (10) étant relié à un seul orifice de sortie (43), ledit au moins un troisième dispositif anti-retour (44) étant configuré de sorte à permettre une sortie de gaz ou d'air dudit caisson de confinement (12) d'au moins un module

(10) par ledit orifice de dégazage (41) et ledit orifice de sortie (43) et à éviter une entrée d'air ou de gaz dans ledit caisson de confinement (12) d'au moins un module (10) par ledit orifice de sortie (43) et ledit orifice de dégazage (41).

[Revendication 2]

Batterie électrique modulaire (20) pour aéronef comportant :

- un boîtier (21),
- au moins un module (10) de stockage et de fourniture d'énergie électrique agencé à l'intérieur dudit boîtier (21), ledit module (10) comportant :
 - un caisson de confinement (12) configuré de sorte que des flammes à l'intérieur dudit caisson de confinement (12) ne se propagent pas à l'extérieur dudit caisson de confinement (12),
 - une pluralité de cellules électrochimiques (11) reliées électriquement entre elles et agencées à l'intérieur dudit caisson de confinement (12),
 - au moins deux bornes électriques (15) reliées auxdites cellules électrochimiques (11) et sortant dudit caisson de confinement (12),
 - des capteurs de surveillance (19) desdites cellules électrochimiques (11), et
 - un dispositif de dégazage (14) comportant un orifice de dégazage (41) agencé dans ledit caisson de confinement (12) et configuré de sorte à permettre une sortie de gaz ou d'air dudit caisson de confinement (12) par ledit orifice de dégazage (41),
- au moins deux bornes électriques (25) reliées audit au moins un module (10) et sortant dudit boîtier (21), et
- un système de dégazage (24),

caractérisée en ce que ledit système de dégazage (24) comporte un orifice commun de sortie (45) agencé dans ledit boîtier (21) et au moins une conduite de dégazage (46) reliant ledit orifice commun de sortie (45) audit orifice de dégazage (41) dudit au moins un module (10) et ledit dispositif de dégazage (14) dudit au moins un module (10) comporte un premier dispositif anti-retour (42) positionné au niveau dudit orifice de dégazage (41) dudit au moins un module (10), ledit

premier dispositif anti-retour (42) étant configuré de sorte à permettre une sortie de gaz ou d'air dudit caisson de confinement (12) dudit au moins un module (10) par ledit orifice de dégazage (41) et à éviter une entrée d'air ou de gaz dans ledit caisson de confinement (12) dudit au moins un module (10) par ledit orifice de dégazage (41).

[Revendication 3] Batterie électrique modulaire (20) selon l'une quelconque des revendications 1 à 2,

caractérisé en ce que ledit au moins un module (10) comporte un dispositif de charge et de décharge (13) agencé dans ledit caisson de confinement (12) et relié auxdites cellules électrochimiques (11).

[Revendication 4] Batterie électrique modulaire (20) selon l'une quelconque des revendications 1 à 3,

caractérisé en ce que ledit au moins un module (10) comporte un réchauffeur (16) agencé dans ledit caisson de confinement (12).

[Revendication 5] Batterie électrique modulaire (20) selon l'une quelconque des revendications 1 à 4,

caractérisé en ce que ledit au moins un module (10) comporte un dispositif de ventilation (17) muni d'un orifice d'entrée d'air (71) agencé dans ledit caisson de confinement (12) et d'un deuxième dispositif anti-retour (72) positionné au niveau dudit orifice d'entrée d'air (71) et configuré de sorte à permettre une entrée d'air dans ledit caisson de confinement (12) par ledit orifice d'entrée d'air (71) et à éviter une sortie d'air ou de gaz dudit caisson de confinement (12) par ledit orifice d'entrée d'air (71).

[Revendication 6] Batterie électrique modulaire (20) selon l'une quelconque des revendications 1 à 5,

caractérisé en ce que ledit au moins un module (10) comporte un dispositif de surveillance et de gestion (18) desdites cellules électrochimiques (11) agencé dans ledit caisson de confinement (12) et relié auxdits capteurs de surveillance (19).

[Revendication 7] Batterie électrique modulaire (20) selon l'une quelconque des revendications 1 à 6,

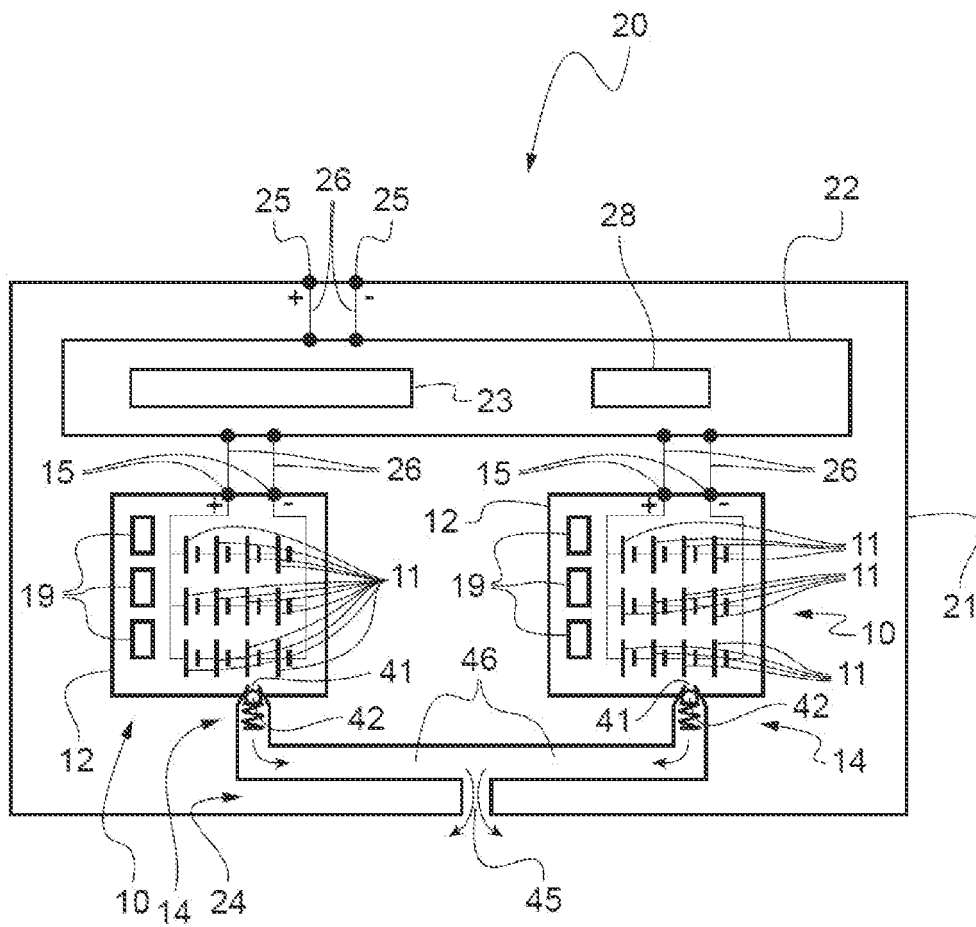
caractérisé en ce que ledit au moins un module (10) comporte au moins un dispositif d'isolation thermique (1) agencé dans ledit caisson de confinement (12).

[Revendication 8] Batterie électrique modulaire (20) selon l'une quelconque des revendications 1 à 7,

caractérisée en ce que ladite batterie électrique modulaire (20) comporte

- au moins une barrière de protection (29) agencée entre ledit système de dégazage (24) et ledit au moins un module (10).
- [Revendication 9] Batterie électrique modulaire (20) selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisée en ce que, lorsque ladite batterie électrique modulaire (20) comporte au moins deux modules (10), ladite batterie électrique modulaire (20) comporte au moins une barrière d'isolation thermique (30) agencée entre deux modules (10).
- [Revendication 10] Batterie électrique modulaire (20) selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisée en ce que, lorsque ledit au moins un module (10) comporte un dispositif de ventilation (17), ladite batterie électrique modulaire (20) comporte un système de ventilation (27) muni d'un orifice commun d'entrée (75) agencé dans ledit boîtier (21) et d'une conduite de ventilation (76) reliant ledit orifice commun d'entrée (75) audit orifice d'entrée d'air (71) dudit au moins un module (10).
- [Revendication 11] Batterie électrique modulaire (20) selon la revendication 10, caractérisée en ce que ledit système de ventilation (27) comporte au moins un dispositif d'entraînement de l'air (77) permettant de forcer une circulation d'air dans ladite au moins une conduite de ventilation (76), ladite circulation d'air allant dudit orifice commun d'entrée (75) vers ledit orifice d'entrée d'air (71) dudit au moins un module (10).
- [Revendication 12] Batterie électrique modulaire (20) selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, caractérisée en ce que ladite batterie électrique modulaire (20) comporte un système de surveillance et de gestion (28) dudit au moins un module (10) et/ou desdites cellules électrochimiques (11) dudit au moins un module (10).
- « Module avec un caisson de confinement destiné à une batterie électrique modulaire pour aéronef et batterie électrique modulaire pour aéronef »

[Fig. 1]



[Fig. 2]

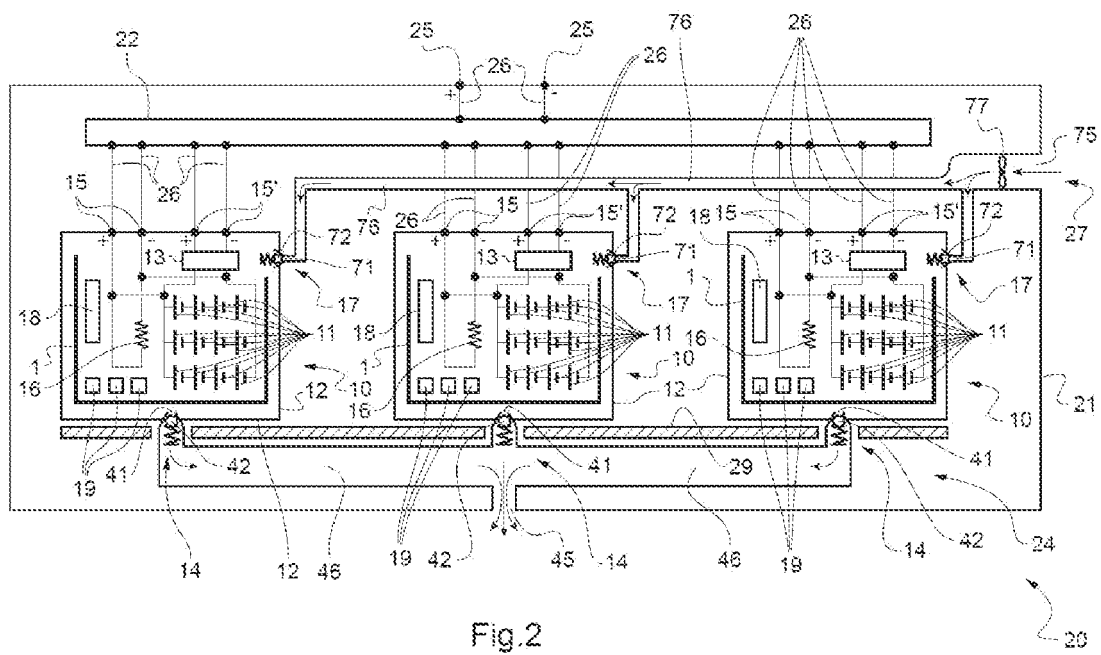


Fig. 2

[Fig. 3]

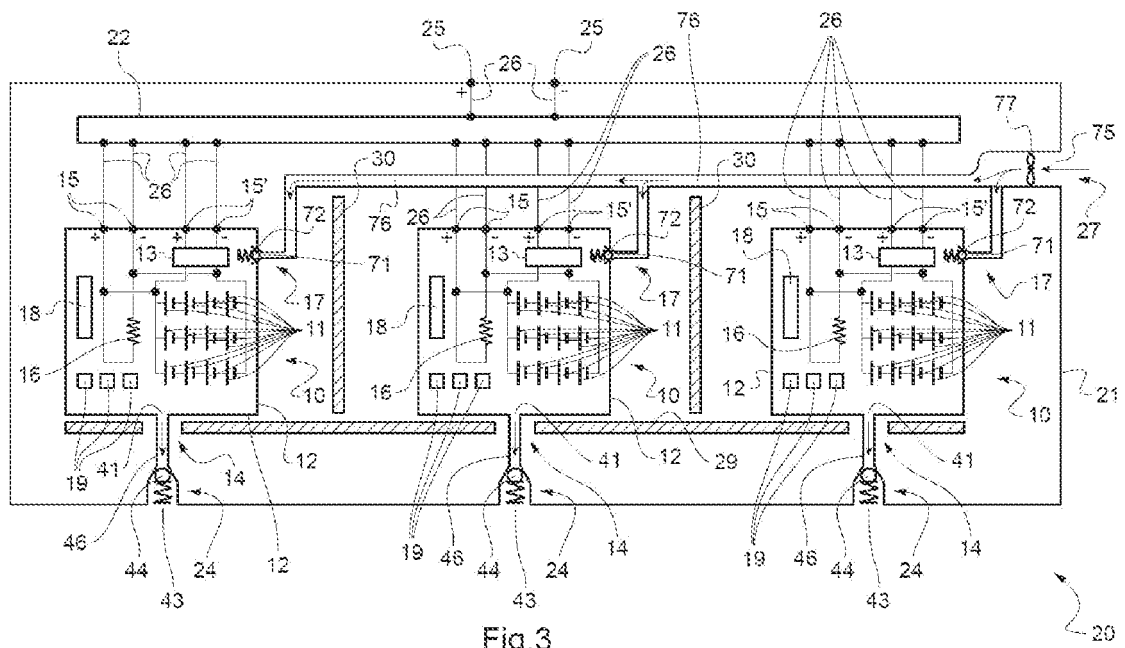


Fig.3

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

US 2013/164567 A1 (OLSSON MARK S [US] ET AL) 27 juin 2013 (2013-06-27)

US 2011/174556 A1 (HERMANN WESTON ARTHUR [US] ET AL) 21 juillet 2011 (2011-07-21)

WO 2005/043650 A2 (JOHNSON CONTROLS TECH CO [US]; DOUGHERTY THOMAS J [US] ET AL.) 12 mai 2005 (2005-05-12)

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

WO 2004/066418 A2 (PHILADELPHIA SCIENT [US]; JONES WILLIAM [BS]) 5 août 2004 (2004-08-05)

WO 2015/097281 A1 (COMMISSARIAT L ÉNERGIE ATOMIQUE ET AUX ÉNERGIES ALTERNATIVES [FR]) 2 juillet 2015 (2015-07-02)

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

NEANT