

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 05.07.22.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la demande : 04.08.23 Bulletin 23/31.

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) : GAYA Caroline et LESNE Didier.

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

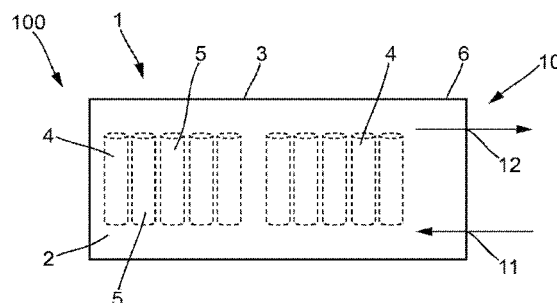
74 Mandataire(s) : Ernest GUTMANN - Yves PLASSE-RAUD SAS.

54 Système d'alimentation électrique embarqué.

57 Système d'alimentation électrique embarqué (100) comportant une batterie (1), notamment batterie lithium-ion, comportant :

un boîtier (3) comportant au moins une paroi (6) et définissant une enceinte (2), ladite enceinte (2) logeant au moins un module (4) contenant au moins une cellule (5) électrochimique, et un système de refroidissement (10) de la batterie (1) par écoulement de gaz, ledit système de refroidissement (10) comportant au moins une entrée (11) permettant d'injecter un gaz dans l'enceinte (2) de la batterie (1), ledit gaz étant un gaz inerte.

Figure de l'abrégé : Figure 3



## **Description**

### **Titre de l'invention : Système d'alimentation électrique embarqué**

#### **Domaine technique**

[0001] La présente divulgation relève du domaine des systèmes d'alimentation électrique embarqués comportant une batterie, dans le secteur aéronautique, notamment une batterie propulsive ou une batterie tampon. L'invention concerne en particulier un système d'alimentation électrique embarqué, par exemple dans un avion, dans un hélicoptère ou dans un drone ainsi qu'un procédé de refroidissement d'un tel système d'alimentation électrique.

#### **Technique antérieure**

[0002] Une batterie, notamment de type Lithium-ion (Li-ion), contient au moins une, généralement plusieurs cellules électrochimiques, telles que des cellules Li-ion, chaque cellule pouvant être l'objet d'un emballage thermique. En effet, l'électrolyte que les cellules contiennent se présente sous la forme de sels de lithium dans un solvant organique hautement inflammable. Une surchauffe de la batterie peut être une des causes du déclenchement d'un emballement thermique.

[0003] Par « emballement thermique d'une batterie », on entend une élévation anormale de la température d'au moins une cellule, une surpression avec dégazage puis réaction de combustion avec éventuellement des fumées et flammes.

[0004] Ce phénomène d'emballement thermique peut être déclenché par trois types d'initiation : une initiation thermique, par exemple une augmentation de température, une initiation électrique, par exemple une surcharge, ou une initiation mécanique, par exemple une déformation. Ce phénomène peut encore être dû à un défaut interne (court-circuit) d'une cellule Li-ion.

[0005] L'emballement thermique induit par exemple des flammes, des dégazages, des explosions et/ou des projections de matière au sein de la batterie.

[0006] Dans le cas de systèmes d'alimentation électrique comportant des batteries Li-ion, et embarqués, par exemple disposés dans un avion, un hélicoptère ou un drone, du fait de leur proximité avec la zone de carburant et/ou la présence de personnel navigant et éventuellement de passagers, tout emballement thermique de batterie constitue potentiellement un danger pour le matériel et les personnes.

[0007] Des solutions sont connues pour éviter au maximum le phénomène d'emballement thermique, par protection sur court-circuit électrique avec contacteurs et fusibles, par équilibrage des cellules (« balancing »), par surveillance des tensions et de la température avec une électronique dédiée, par système de refroidissement de la batterie par écoulement d'air ou de liquide avec échangeur, par gestion de la charge et décharge

électrique, ou encore par amortissement mécanique de la batterie. Toutefois, le phénomène de court-circuit interne dû à un défaut de la cellule ne pourra pas être supprimé et devient d'autant plus critique sur des batteries contenant un large nombre de cellules. Ainsi, le risque d'emballement thermique ne peut pas être complètement supprimé et il est nécessaire de pouvoir contenir ce phénomène lorsqu'il advient, par exemple de stopper le feu qu'il peut induire.

[0008] D'autres solutions sont connues pour permettre de contenir les flammes et débris au sein de la batterie et empêcher une élévation de la température de se répercuter sur l'ensemble de l'équipement. On connaît ainsi une solution de confinement basée sur l'utilisation d'un tissu haute technologie pour protéger le boîtier de la batterie ainsi que pour contenir les flammes et débris à l'intérieur de celle-ci, divulguée dans FR 1 904 729.

[0009] Alors que le boîtier de batterie est protégé ou directement développé dans des matériaux capables de supporter les contraintes de flammes, des lacunes existent sur l'inhibition du feu déclenché au sein de la batterie lors d'un emballement thermique. Les solutions proposées reposent sur des systèmes d'immersion de la batterie dans de l'eau salée ou de développement de systèmes de projection d'eau en plus des systèmes pour l'usage fonctionnel de la batterie.

[0010] Il existe un besoin pour bénéficier, dans le domaine aéronautique, d'un système d'alimentation électrique embarqué, comportant une batterie, notamment une batterie Lithium-ion, et comportant des moyens permettant d'éteindre un feu déclenché lors d'un emballement thermique au sein de la batterie sans pour autant ajouter un système impactant significativement la masse.

### **Résumé**

[0011] La présente divulgation vient améliorer la situation.

[0012] Il est proposé un système d'alimentation électrique embarqué comportant une batterie, notamment batterie lithium-ion, comportant :

- a. un boîtier comportant au moins une paroi et définissant une enceinte, ladite enceinte logeant au moins un module contenant au moins une cellule électro-chimique, et
- b. un système de refroidissement de la batterie par écoulement de gaz, ledit système de refroidissement comportant au moins une entrée permettant d'injecter un gaz dans l'enceinte de la batterie, ledit gaz étant un gaz inerte.

[0013] Grâce à l'invention, on permet de faire pénétrer dans l'enceinte un gaz inerte, lequel va contribuer à étouffer un feu en cas d'emballement thermique d'une ou plusieurs cellules, au contraire de l'air chargé en oxygène qui alimente le feu. Un tel système permet de limiter fortement le phénomène de l'emballement thermique. De plus, ce système permet de ne pas ajouter de masse significative à la batterie.

- [0014] Les caractéristiques exposées dans les paragraphes suivants peuvent, optionnellement, être mises en œuvre, indépendamment les unes des autres ou en combinaison les unes avec les autres :
- [0015] Le gaz inerte est de préférence choisi dans le groupe constitué par l'argon, l'azote, l'hélium, le néon, le krypton, le xénon, le radon et un mélange de ceux-ci.
- [0016] Ladite au moins une entrée est de préférence configurée pour permettre l'injection dudit gaz inerte lorsque la température et/ou la pression dans l'enceinte est supérieure à un seuil prédéterminé. Dans ce cas, l'injection de gaz inerte est automatiquement enclenchée dès franchissement de ce seuil. L'injection de gaz inerte a alors lieu de manière passive.
- [0017] En variante, le système d'alimentation électrique comporte un dispositif de détection de la température et/ou de la pression, et/ou éventuellement d'une autre caractéristique telle que le bruit, la présence de fumée et/ou de gaz, à l'intérieur de l'enceinte et un dispositif de commande agencé pour, lorsque le dispositif de détection détecte une température et/ou une pression, et/ou le cas échéant une autre caractéristique, supérieure ou égale à un seuil prédéterminé, ce qui correspond à la détection d'un emballement thermique, provoquer l'injection de gaz inerte au travers de ladite au moins une entrée. Dans ce cas, l'injection de gaz inerte est provoquée lors du franchissement de ce seuil. L'injection de gaz inerte a alors lieu de manière active.
- [0018] Ledit seuil prédéterminé pour la température est de préférence égal à 100°C environ. Ledit seuil prédéterminé pour la température peut encore être égal à 130°C environ.
- [0019] Ledit seuil prédéterminé pour la pression peut consister en une augmentation de la pression de 0,6 bar. La pression de service peut être comprise entre 1 et 5 bar, avec une pression maximale pouvant être égale à 5 bar.
- [0020] Ladite au moins une entrée est de préférence unique. On peut aussi prévoir plusieurs entrées, notamment deux entrées permettant d'injecter un gaz inerte dans l'enceinte. La ou les entrées de gaz inerte peut ou peuvent être positionnées à tout endroit du boîtier sans impact sur les fonctions de la batterie.
- [0021] Le système de refroidissement comporte avantageusement, outre ladite au moins une entrée, une entrée d'air et une sortie de gaz réalisées dans au moins une paroi du boîtier.
- [0022] L'invention peut permettre de détourner le management thermique par écoulement de gaz réfrigérant qui est généralement présent au sein de la batterie pour assurer le fonctionnement normal de la batterie aux fins de traiter un emballement thermique dans la batterie.
- [0023] Deux cas de figures peuvent être utilisés pour un management thermique à écoulement de gaz.
- [0024] Le premier consiste à réaliser une entrée et une sortie sur la paroi de la batterie

permettant de générer l'écoulement de gaz avec parfois ajout de canaux pour diriger les écoulements aux points clefs nécessitant davantage de refroidissement, le gaz utilisé étant généralement de l'air.

- [0025] Le second consiste en un système de tubulure dirigeant l'écoulement de gaz sans échange entre le gaz et les cellules. Dans ce cas, les gaz les plus classiquement utilisés proviennent des familles suivantes : les chlorofluorocarbures, les hydrochlorofluorocarbures R32, les hydrofluorocarbures, les perfluorocarbures, et plus généralement la classe des hydrocarbures ou composés organiques, et les composés inorganiques tels que l'ammoniac, le dioxyde de carbone R744, l'azote R728 et le propane R290.
- [0026] La batterie devant être étanche pour respecter les normes en vigueur (DO-311A relative aux normes de performances opérationnelles minimales pour les batteries au lithium rechargeables et les systèmes de batteries), le remplacement de l'air par un gaz inerte n'est pas significativement impactant et assure une protection tout au long de l'utilisation de la batterie.
- [0027] Ladite au moins une entrée permettant d'injecter un gaz inerte dans l'enceinte peut être réalisée dans une paroi dudit boîtier.
- [0028] Dans ce cas, ladite au moins une entrée peut être soit dans un état fermé par un obturateur, soit dans un état ouvert en cas de déplacement et/ou de fusion au moins partielle dudit obturateur, notamment lorsque la température et/ou la pression, et/ou éventuellement une autre caractéristique, dans l'enceinte est supérieure à un seuil prédéterminé.
- [0029] L'ouverture présente avantageusement une surface au moins égale à 1 cm<sup>2</sup>.
- [0030] Dans ce cas, l'entrée d'air et la sortie de gaz du système de refroidissement peuvent être distinctes de ladite au moins une entrée permettant d'injecter le gaz inerte. L'obturateur peut être réalisé dans un matériau ayant une température de fusion choisie de manière à ce que, lorsqu'un seuil prédéterminé est franchi pour la température à l'intérieur de l'enceinte, l'obturateur fonde pour mettre ladite au moins une entrée dans l'état ouvert et permettre l'injection de gaz inerte à l'intérieur de l'enceinte. En particulier, l'obturateur peut être réalisé dans un matériau dont la température de fusion est inférieure ou égale à 130°C. Un tel matériau peut être choisi dans le groupe constitué par les alliages type métal de Newton Bismuth-Plomb-Etain, qui ont une température de fusion d'environ 100°C, et les matériaux polymères, tels qu'un polychlorure de vinyle (PVC) qui a une température de fusion d'environ 100°C ou un acrylonitrile butadiène styrène qui a une température de fusion d'environ 130°C.
- [0031] En variante, le déplacement de l'obturateur pour faire passer ladite au moins une entrée de l'état fermé à l'état ouvert peut être commandé par le dispositif de commande.
- [0032] Le déplacement de l'obturateur peut encore être déclenché par la pression à

l'intérieur de l'enceinte.

- [0033] L'épaisseur de l'obturateur peut être comprise entre 1 et 2 mm.
- [0034] Un raccord pour permettre l'injection de gaz inerte dans l'enceinte de la batterie peut être fixé à ladite au moins une entrée.
- [0035] Selon un mode de réalisation particulier, ladite au moins une entrée peut être munie, notamment à l'extérieur de l'enceinte, d'un tuyau de liaison, notamment d'un raccord en T, permettant d'injecter soit du gaz inerte soit de l'air en fonction de la température et/ou de la pression détectée à l'intérieur de l'enceinte par le dispositif de détection.
- [0036] Cela permet d'injecter par l'entrée soit de l'air si les conditions sont normales, avec une température et/ou une pression, et éventuellement une autre caractéristique, inférieure audit seuil prédéterminé, soit un gaz inerte en cas d'emballement thermique, détecté grâce à la détection par le dispositif de détection du franchissement du seuil prédéterminé pour la température et/ou la pression, et/ou le cas échéant ladite autre caractéristique, telle que bruit, présence de fumée ou d'un gaz.
- [0037] Dans ce cas, le tuyau de liaison, notamment le raccord en T, est avantageusement muni d'un clapet, notamment d'un clapet anti-retour. Le tuyau de liaison est de préférence relié d'une part à une arrivée d'air et d'autre part à une arrivée de gaz inerte commandée par une électrovanne dont l'ouverture est commandée par le dispositif de commande.
- [0038] Le dispositif de détection comporte de préférence au moins un capteur présent dans l'enceinte de la batterie, notamment un capteur de détection de l'emballement thermique. Un tel capteur peut être choisi dans le groupe constitué par les capteurs de bruit, de fumée, de température, de pression ou de gaz. Les capteurs de détection de l'emballement thermique, « thermal runaway » en anglais, permettent de mesurer des grandeurs physiques, telles que bruit, gaz, température, pression et fumée. De tels capteurs peuvent apporter une information aux dispositifs de commande, notamment aux calculateurs avion, hélicoptère ou drone, sur le déclenchement d'un emballement thermique, en particulier afin d'agir sur les systèmes et d'enclencher la protection mais aussi pour fournir une information aux pilotes.
- [0039] L'arrivée de gaz inerte comporte par exemple un raccord relié à une bonbonne de gaz inerte, le tuyau de liaison, notamment le raccord en T, étant séparé de la bonbonne de gaz inerte par l'électrovanne.
- [0040] Selon un autre mode de réalisation particulier, le système de refroidissement comporte, dans l'enceinte de la batterie, une tubulure pour la circulation d'un gaz. Dans ce cas, ladite au moins une entrée est avantageusement formée dans ladite tubulure.
- [0041] Toujours dans ce cas, ladite au moins une entrée est de préférence configurée pour être dans un état fermé lorsque la température et/ou la pression est inférieure à un seuil

prédéterminé. Dans un tel cas, il n'y a pas de contact entre le gaz et les cellules. Avantageusement, ladite au moins une entrée est configurée pour être dans un état ouvert lorsque ledit seuil prédéterminé est franchi. Dans ce cas, le gaz inerte vient en contact avec les cellules et l'espace intérieur de l'enceinte, hors de la tubulure.

- [0042] Ladite au moins une entrée est par exemple réalisée dans une zone de fragilité fermée en deçà dudit seuil prédéterminé et apte à laisser passer dans l'enceinte de la batterie le gaz inerte contenu dans la tubulure lorsque ledit seuil prédéterminé est franchi.
- [0043] La tubulure peut comporter au moins une portion de tubulure réalisée dans un matériau différent du reste de la tubulure, ladite au moins une portion de tubulure comportant ladite zone de fragilité.
- [0044] Le matériau de la portion de tubulure comporte par exemple un silicone haute température. La portion de tubulure est alors souple et peut résister à des températures allant par exemple jusqu'à 250°C, voire jusqu'à 300°C.
- [0045] La zone de fragilité peut être réalisée en un matériau présentant une température de fusion inférieure ou égale à 130°C environ, notamment égale à environ 100°C. Un tel matériau est par exemple choisi dans le groupe constitué par les alliages type métal de Newton Bismuth-Plomb-Etain et les matériaux polymères, tels qu'un polychlorure de vinyle (PVC) ou un acrylonitrile butadiène styrène.
- [0046] La zone de fragilité peut alternativement être réalisée en un matériau présentant une porosité telle que, lorsque la pression est inférieure au seuil prédéterminé, ladite au moins une entrée soit dans l'état fermé, et, lorsque la pression franchit ledit seuil, ladite au moins une entrée soit dans l'état ouvert, laissant passer le gaz inerte présent dans la tubulure.
- [0047] L'invention concerne encore un procédé de refroidissement d'un système d'alimentation électrique tel que défini plus haut, comportant l'étape consistant à injecter un gaz inerte à l'intérieur d'une enceinte de la batterie.
- [0048] Un tel procédé permet d'agir efficacement pour lutter contre le feu en cas d'emballement thermique d'une ou plusieurs cellules au sein de la batterie, tout en évitant l'ajout de masse significative.
- [0049] Ladite étape peut être mise en œuvre de manière passive, le système étant configuré pour permettre automatiquement l'injection de gaz inerte lorsqu'un seuil prédéterminé de température et/ou de pression est franchi.
- [0050] En variante ou de manière additionnelle, ladite étape est mise en œuvre de manière active, le système étant alors configuré pour commander l'injection de gaz inerte après détection d'une température et/ou pression et/ou éventuellement d'une autre caractéristique telle qu'un bruit, une présence de fumée ou de gaz, supérieure ou égale à un seuil prédéterminé.

## **Brève description des dessins**

- [0051] D'autres caractéristiques, détails et avantages apparaîtront à la lecture de la description détaillée ci-après, et à l'analyse des dessins annexés, sur lesquels :
- [0052] [Fig.1] montre un exemple d'intégration d'un système d'alimentation électrique embarqué comportant une batterie selon l'invention.
- [0053] [Fig.2] montre un autre exemple d'intégration d'un système d'alimentation électrique selon l'invention.
- [0054] [Fig.3] montre schématiquement un système d'alimentation électrique selon un mode de réalisation.
- [0055] [Fig.4] montre schématiquement un système d'alimentation électrique selon un autre mode de réalisation.
- [0056] [Fig.5] montre schématiquement un système d'alimentation électrique selon un autre mode de réalisation.
- [0057] [Fig.6] montre schématiquement un système d'alimentation électrique selon un autre mode de réalisation.
- [0058] [Fig.7] montre schématiquement un système d'alimentation électrique selon un autre mode de réalisation.
- [0059] [Fig.8] montre schématiquement un système d'alimentation électrique selon un autre mode de réalisation.
- [0060] [Fig.9] montre isolément le détail selon IX de la [Fig.8].

## **Description des modes de réalisation**

- [0061] Il est maintenant fait référence à la [Fig.1]. La [Fig.1] illustre l'intégration d'un système d'alimentation électrique 100 comportant une batterie 1 selon l'invention, embarqué dans un avion, un hélicoptère ou un drone, la batterie jouant un rôle de batterie propulsive. Dans ce cas, le rôle principal de la batterie 1 est de fournir l'énergie électrique au moteur M électrique propulsif pour la propulsion commandant dans cet exemple la rotation d'une hélice H. La batterie 1 peut également avoir également un rôle secondaire d'alimenter les équipements de l'avion, de l'hélicoptère ou du drone. La batterie 1 est reliée à une barre de distribution électrique D avec des commutations et des protections, laquelle est reliée au moteur électrique propulsif M avec, interposé, un contacteur de puissance C de type GLC, c'est-à-dire « generator line contactor » en anglais, c'est-à-dire contacteur en ligne de générateur. Plusieurs lignes de ce type peuvent être prévues afin que la défaillance de l'une n'entraîne pas de perte de poussée.
- [0062] Dans le schéma de la [Fig.2], on visualise l'intégration du système d'alimentation électrique 100 comportant une batterie 1, embarqué dans un avion, un hélicoptère ou un drone à moteur thermique avion A avec générateur, la batterie jouant un rôle de

batterie tampon. Dans ce cas, la batterie 1 joue le rôle de fournir l'énergie électrique pour le démarrage du moteur, celui de réservoir de courant dans les modes dégradés et celui de fournir l'alimentation des équipements de l'avion, de l'hélicoptère ou du drone. Comme dans l'exemple de la [Fig.1], la batterie 1 est reliée à une barre de distribution électrique D avec des commutations et des protections, laquelle est reliée au moteur thermique avion A avec générateur avec un contacteur de puissance C de type GLC interposé.

- [0063] On a représenté sur la [Fig.3] un premier exemple selon l'invention de système d'alimentation électrique 100 embarqué comportant une batterie 1, la batterie 1 étant de type propulsif ou tampon, utilisé dans le domaine aéronautique, à bord notamment d'un avion, d'un hélicoptère ou d'un drone. La batterie 1 comporte une enceinte 2 délimitée par un boîtier 3. L'enceinte 2 loge au moins un module 4, dans l'exemple illustré deux modules 4, comportant chacun au moins une, notamment une pluralité de cellules 5 électrochimiques. Chaque module 4 comporte cinq cellules 5 dans cet exemple. Dans cet exemple, les modules 4 sont disposés côte-à-côte mais ils pourraient être disposés autrement sans sortir du cadre de l'invention. Le nombre de modules 4 et de cellules 5 peut être différent sans sortir du cadre de l'invention.
- [0064] La batterie 1 comporte également un système de refroidissement 10 de la batterie 1 par écoulement de gaz. Le système de refroidissement 10 comporte au moins une entrée 11 permettant d'injecter un gaz inerte dans l'enceinte 2 de la batterie. Il y a une seule entrée 11 dans l'exemple illustré. Le gaz inerte est dans cet exemple de l'argon, mais il pourrait être de l'azote, de l'hélium, du néon, du krypton, du xénon, du radon ou un mélange de ceux-ci sans sortir du cadre de l'invention.
- [0065] Le boîtier 3 comporte une paroi 6 dans laquelle est réalisée l'entrée 11. Le système de refroidissement 10 comporte également une sortie 12 réalisée dans la paroi 6 permettant d'évacuer le gaz. L'écoulement de gaz inerte entrant est illustré par une flèche dirigée vers l'enceinte 2 au niveau de l'entrée 11, tandis que l'écoulement sortant de gaz est illustré par une flèche dirigée vers l'extérieur de la batterie 1 au niveau de la sortie 12.
- [0066] Ce mode de réalisation, dit passif, permet d'avoir une atmosphère de gaz inerte à l'intérieur de l'enceinte 2 remplaçant l'air, permettant de limiter fortement le phénomène de l'emballement thermique.
- [0067] Un autre mode de réalisation a été illustré sur la [Fig.4]. Dans ce mode de réalisation, le système de refroidissement 10 comporte une entrée d'air 13 et la sortie de gaz 12, l'écoulement d'air entrant étant illustré par une flèche dirigée vers l'enceinte 2 au niveau de l'entrée d'air 13 et l'écoulement de gaz sortant étant illustré par une flèche dirigée vers l'extérieur de la batterie 1 au niveau de la sortie de gaz 12. Le système de refroidissement 10 comporte en outre l'entrée 11 pour le gaz inerte. L'entrée 11 est

fermée par un obturateur 15, comme illustré sur la [Fig.4]. Ainsi, dans cet état, le gaz inerte ne pénètre pas à l'intérieur de l'enceinte. En revanche, lorsqu'un emballement thermique a lieu, c'est-à-dire par exemple lorsque la température et/ou la pression dans l'enceinte 2 est supérieure à un seuil prédéterminé, alors l'obturateur 15 est détruit au moins partiellement, par exemple par fusion, de manière à ouvrir l'entrée 11 et permettre d'injecter le gaz inerte à l'intérieur de l'enceinte 2, afin de remplacer l'air et de lutter efficacement contre l'emballement thermique.

[0068] Un raccord non illustré dans un souci de clarté du dessin est fixé à l'entrée 11 de manière à permettre au gaz inerte de pénétrer dans l'enceinte 2 selon la flèche dirigée vers l'entrée 11 qui est illustrée sur la [Fig.4]. La sortie 12 sert à évacuer de l'air et également à évacuer du gaz inerte lorsqu'il y en a, et éventuellement d'autres gaz présents dans l'enceinte 2.

[0069] L'entrée 11 définit une ouverture ayant une surface d'au moins 1 cm<sup>2</sup> dans cet exemple. L'obturateur 15 est réalisé dans l'exemple illustré dans un matériau dont la température de fusion est inférieure à 130°C, notamment autour de 100°C. Ce matériau est un PVC qui a une température de fusion d'environ 100°C dans cet exemple. Ainsi, lorsque la température est supérieure à la température de fusion du matériau de l'obturateur 15, l'obturateur 15 fond, l'entrée 11 est ouverte et le gaz inerte pénètre au travers de l'ouverture à l'intérieur de l'enceinte 2. Ce mode de réalisation est également passif, puisque l'injection de gaz inerte à l'intérieur de l'enceinte est automatiquement provoquée, dans ce cas par l'emballement thermique.

[0070] Dans le mode de réalisation illustré sur la [Fig.5], on provoque le déplacement de l'obturateur 15 en cas de détection d'une température et/ou d'une pression et/ou éventuellement d'une autre caractéristique telle qu'un bruit, une détection de fumée ou de gaz, supérieure à un seuil prédéterminé à l'intérieur de l'enceinte 2. Dans ce cas, l'obturateur 15 est de préférence non réalisé dans un matériau tel que décrit plus haut mais réalisé dans un matériau ayant une température de fusion supérieure. Ce mode de réalisation devient alors actif.

[0071] Pour la détection du franchissement du seuil prédéterminé, on dispose un dispositif de détection 19 dans l'enceinte 2 de la batterie 1. Un dispositif de commande 18 est prévu pour recevoir une information du dispositif de détection 19 lorsque le seuil prédéterminé est atteint et donc franchi et provoquer le déplacement de l'obturateur 15 comme illustré sur la [Fig.5] en pointillés et donc l'ouverture de l'entrée 11 afin de permettre l'injection de gaz inerte dans l'enceinte 2.

[0072] Un autre mode de réalisation a été illustré sur la [Fig.6]. Dans celui-ci, un tuyau de liaison 16, en l'espèce un raccord en T, est relié à une arrivée d'air 32 d'une part et à une arrivée de gaz inerte 33 d'autre part. Dans ce cas, l'entrée 11 réalisée dans la paroi 6 permet l'injection soit d'air soit de gaz inerte. Une électrovanne 17 commande

l'arrivée de gaz inerte. L'ouverture de l'électrovanne 17 est activée par une détection d'une température et/ou d'une pression supérieure à un seuil prédéterminé. Un dispositif de commande 18 pour commander l'ouverture de l'électrovanne 17 est prévu dans ce mode de réalisation illustré, relié au dispositif de détection 19, apte à détecter un emballement thermique, par exemple par détection de température ou de pression ou d'une autre caractéristique telle que bruit, fumée ou gaz, le dispositif de détection 19 étant situé dans l'enceinte de la batterie 1, comme illustré en pointillés. Une réserve de gaz inerte 20 reliée à l'arrivée de gaz inerte 33 est également prévue, séparée du raccord en T par l'électrovanne 17. Lorsque le dispositif de détection 19, comportant en l'espèce au moins un capteur de température, détecte une température supérieure ou égale à 100°C, il envoie une information en ce sens au dispositif de commande 18, lequel commande l'ouverture de l'électrovanne 17 et du gaz inerte est injecté dans l'enceinte 2 depuis la réserve de gaz inerte 20.

- [0073] A la place du capteur de température, il pourrait y avoir un capteur de pression, auquel cas le seuil prédéterminé consiste en une augmentation de la pression par exemple de 0,6 bar, pour une pression de service de 5 bar, à l'intérieur de l'enceinte 2 de manière à déclencher l'ouverture de l'électrovanne 17 et l'injection de gaz inerte dans l'enceinte 2.
- [0074] Le seuil prédéterminé pour la température ou pour la pression correspond à un signal indiquant un début d'emballement thermique dans l'enceinte 2. On peut bien entendu surveiller à la fois la température et la pression à l'aide d'un ou plusieurs dispositifs de détection 19, comportant notamment un ou plusieurs capteurs, présents dans l'enceinte 2.
- [0075] Dans les modes de réalisation illustrés sur les figures 7 à 9, le système de refroidissement 10 comporte une tubulure 21 pour la circulation d'un gaz réfrigérant, l'entrée 11 étant alors formée dans la tubulure 21. Il peut, comme dans le cas d'espèce, y avoir plusieurs entrées 11 présentes dans la tubulure 21, dans ces exemples trois entrées 11. En fonctionnement normal de la batterie 1, le gaz circulant à l'intérieur de la tubulure 21 n'a aucun contact avec l'intérieur de l'enceinte 2 et donc avec les modules 4, et reste emprisonné dans la tubulure 21 lorsque traversant l'enceinte 2. Il arrive selon la flèche illustrée sur les figures 7 et 8 dirigée vers l'enceinte 2 et repart selon l'autre flèche illustrée dirigée en éloignement de la batterie 1.
- [0076] Dans le mode de réalisation de la [Fig.7], les trois entrées 11 sont fermées par une zone de fragilité 23 qui est fermée à pression dite normale du gaz dans la tubulure 21 mais devient poreuse au gaz lorsque la pression dans la tubulure 21 est augmentée au-delà d'une certaine pression de passage. Lorsque le dispositif de détection 19 présent à l'intérieur de l'enceinte 2 détecte une température ou une pression ou une autre caractéristique supérieure ou égale au seuil prédéterminé, par exemple une température su-

périeure ou égale à 100°C ou une pression qui augmente de 0,6 bar, cette information est communiquée au dispositif de commande 18. Ce dernier provoque alors une augmentation de la pression à l'intérieur de la tubulure 21 telle que la pression de passage soit dépassée et que le gaz inerte pénètre dans l'enceinte 2 de la batterie 1. Le matériau constitutif de la zone de fragilité 23 fermant chaque entrée 11 est par exemple une mousse poreuse. Ce mode de réalisation est actif.

- [0077] Dans le mode de réalisation des figures 8 et 9, les trois entrées 11 sont configurées pour être fermées lorsque la température et/ou la pression est inférieure à un seuil prédéterminé. Lorsque ce seuil est franchi par la température et/ou la pression, chaque entrée 11 est configurée pour être automatiquement ouverte. Le gaz inerte contenu dans la tubulure 21 peut alors se répandre dans l'enceinte. Les entrées 11 sont, toujours dans cet exemple, réalisées dans des zones de fragilité 23, visibles davantage sur la [Fig.9], fermées en deçà dudit seuil prédéterminé et aptes à laisser passer dans l'enceinte 2 de la batterie 1 le gaz inerte contenu dans la tubulure 21 lorsque le seuil prédéterminé est franchi.
- [0078] La tubulure 21 comporte au moins une portion 22, dans cet exemple trois portions 22, dont une est illustrée sur la [Fig.9], isolément, réalisées dans un matériau différent du reste de la tubulure 21, étant par exemple réalisé en un silicone haute température formant un conduit souple. La zone de fragilité 23 est réalisée en un matériau présentant une température de fusion inférieure ou égale à 130°C, par exemple un acrylonitrile butadiène styrène ayant une température d'environ 130°C. Lorsque la température à l'intérieur de l'enceinte 2 dépasse cette température de fusion, la zone de fragilité 23 fond et libère l'ouverture de l'entrée 11 de telle sorte que le gaz inerte pénètre dans l'enceinte 2 au contact des modules 4. Ce mode de réalisation est passif.
- [0079] Dans les exemples illustrés sur les figures 7 à 9, les modules 4 et cellules 5 n'ont pas été représentés dans un souci de clarté du dessin. Dans ces exemples, une soupape de sécurité 24 est prévue en cas de pression trop importante à l'intérieur de l'enceinte 2.
- [0080] Dans tous les modes de réalisation illustrés et décrits de l'invention, la réactivité du feu induit par l'emballement thermique sera réduite par réduction de la matière combustible disponible au sein de la batterie. L'apport d'oxygène nécessaire à la combustion observée lors de l'emballement thermique ne pourra ainsi provenir que des cellules 5 elles-mêmes. Les oxydes lamellaires composant les électrodes des cellules sont notamment des sources d'apport en oxygène.
- [0081] L'invention n'est bien entendu pas limitée aux exemples qui viennent d'être décrits. La batterie peut être de type Li-ion ou post Li-ion.

## Revendications

- [Revendication 1]      Système d'alimentation électrique (100) embarqué comportant une batterie (1), notamment batterie lithium-ion, comportant :
- a.            un boîtier (3) comportant au moins une paroi (6) et définissant une enceinte (2), ladite enceinte (2) logeant au moins un module (4) contenant au moins une cellule (5) électro-chimique, et
  - b.            un système de refroidissement (10) de la batterie (1) par écoulement de gaz, ledit système de refroidissement (10) comportant au moins une entrée (11) permettant d'injecter un gaz dans l'enceinte (2) de la batterie (1), ledit gaz étant un gaz inerte.
- [Revendication 2]      Système selon la revendication 1, dans lequel le gaz inerte est choisi dans le groupe constitué par l'argon, l'azote, l'hélium, le néon, le krypton, le xénon, le radon et un mélange de ceux-ci.
- [Revendication 3]      Système selon l'une des revendications 1 et 2, dans lequel ladite au moins une entrée est configurée pour permettre l'injection dudit gaz inerte lorsque la température et/ou la pression dans l'enceinte est supérieure à un seuil prédéterminé.
- [Revendication 4]      Système selon l'une des revendications 1 et 2, comportant un dispositif de détection (19) de la température et/ou de la pression à l'intérieur de l'enceinte (2) et un dispositif de commande (18) agencé pour, lorsque le dispositif de détection (19) détecte une température et/ou une pression supérieure ou égale à un seuil prédéterminé, provoquer l'injection de gaz inerte au travers de ladite au moins une entrée (11).
- [Revendication 5]      Système selon la revendication 3 ou 4, dans lequel ledit seuil prédéterminé pour la température est égal à 100°C environ et/ou ledit seuil prédéterminé pour la pression consiste en une augmentation de la pression de 0,6 bar.
- [Revendication 6]      Système selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le système de refroidissement (10) comporte une entrée d'air (13) et une sortie de gaz (12) réalisées dans au moins une paroi (6) du boîtier (3).
- [Revendication 7]      Système selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle ladite au moins une entrée (11) est réalisée dans une paroi (6)

- dudit boîtier (3).
- [Revendication 8] Système selon la revendication précédente, ladite au moins une entrée (11) étant soit dans un état fermé par un obturateur (15), soit dans un état ouvert en cas de déplacement et/ou de fusion au moins partielle dudit obturateur (15).
- [Revendication 9] Système selon la revendication précédente, dans laquelle l'obturateur (15) est réalisé dans un matériau ayant une température de fusion choisie de manière à ce que, lorsqu'un seuil prédéterminé est franchi pour la température à l'intérieur de l'enceinte (2), l'obturateur (15) fonde pour mettre ladite au moins une entrée (11) dans l'état ouvert et permettre l'injection de gaz inerte à l'intérieur de l'enceinte (2).
- [Revendication 10] Système selon les revendications 4 et 8, dans lequel le déplacement de l'obturateur (15) pour faire passer ladite au moins une entrée (11) de l'état fermé à l'état ouvert est commandé par le dispositif de commande (18).
- [Revendication 11] Système selon les revendications 4, 6 et 7, ladite au moins une entrée (11) étant munie d'un tuyau de liaison (16), notamment d'un raccord en T, permettant d'injecter soit du gaz inerte soit de l'air en fonction de la température et/ou de la pression détectée à l'intérieur de l'enceinte par le dispositif de détection (19).
- [Revendication 12] Système selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, le système de refroidissement (10) comportant, dans l'enceinte (2) de la batterie (1), une tubulure (21) pour la circulation d'un gaz, dans lequel ladite au moins une entrée (11) est formée dans ladite tubulure (21).
- [Revendication 13] Système selon la revendication précédente, dans lequel ladite au moins une entrée (11) est configurée pour être dans un état fermé lorsque la température et/ou la pression est inférieure à un seuil prédéterminé, ladite au moins une entrée (11) étant configurée pour être dans un état ouvert lorsque ledit seuil prédéterminé est franchi.
- [Revendication 14] Système selon la revendication précédente, dans laquelle ladite au moins une entrée (11) est réalisée dans une zone de fragilité (23) fermée en deçà dudit seuil prédéterminé et apte à laisser passer dans l'enceinte (2) de la batterie (1) le gaz inerte contenu dans la tubulure (21) lorsque ledit seuil prédéterminé est franchi.
- [Revendication 15] Système selon la revendication précédente, dans laquelle la tubulure (21) comporte au moins une portion (22) de tubulure réalisée dans un matériau différent du reste de la tubulure, ladite au moins une portion de tubulure (22) comportant ladite zone de fragilité (23).

- [Revendication 16]      Système selon la revendication 14 ou 15, dans lequel la zone de fragilité est réalisée en un matériau présentant une température de fusion inférieure ou égale à 130°C environ, notamment égale à environ 100°C, étant choisi dans le groupe constitué par les alliages type métal de Newton Bismuth-Plomb-Etain et les matériaux polymères, tels qu'un polychlorure de vinyle (PVC) ou un acrylonitrile butadiène styrène.

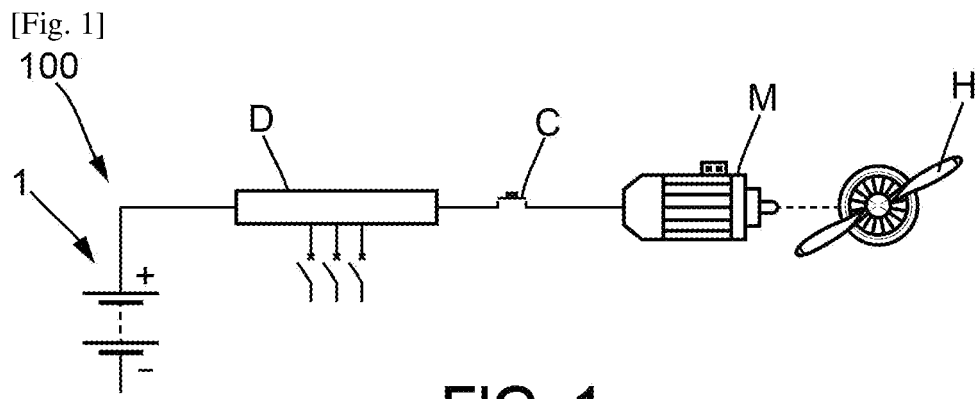


FIG. 1

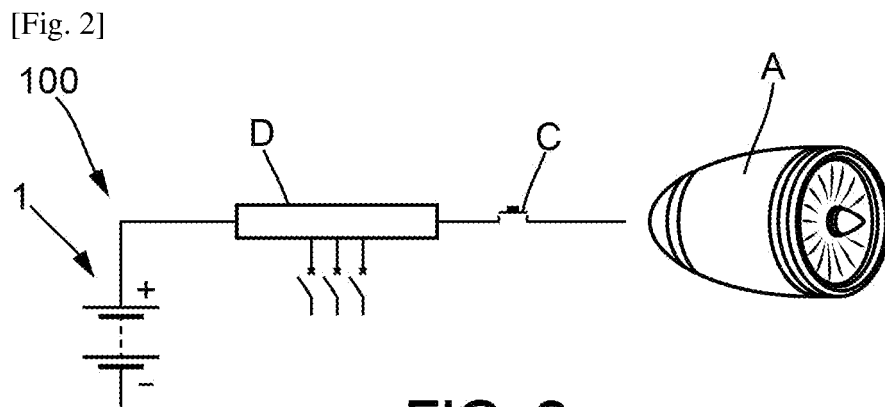


FIG. 2

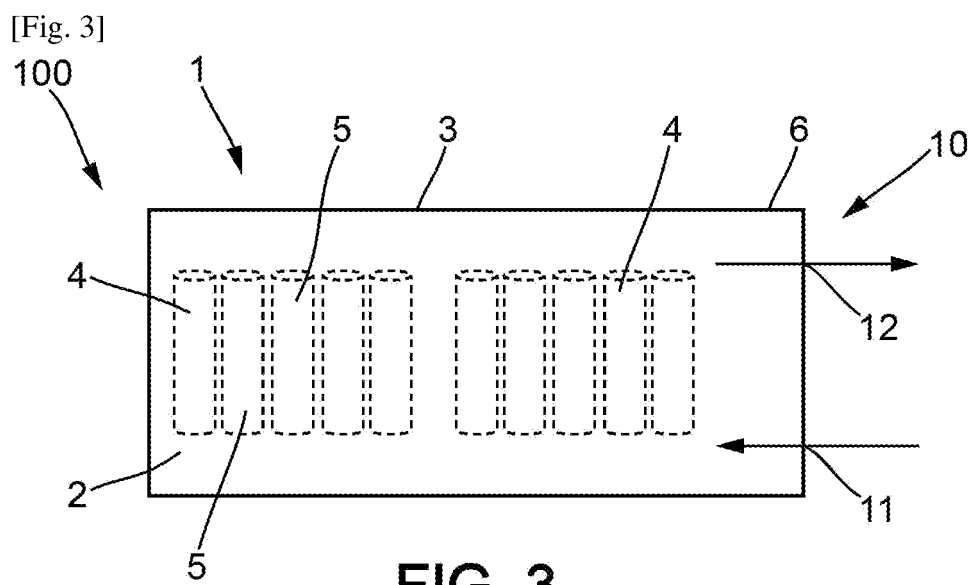


FIG. 3

[Fig. 4]

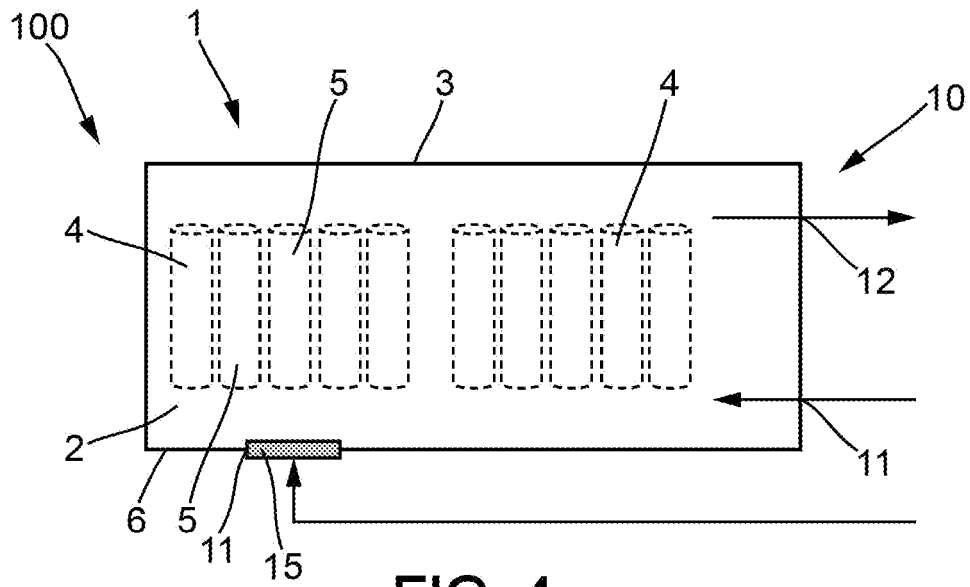


FIG. 4

[Fig. 5]

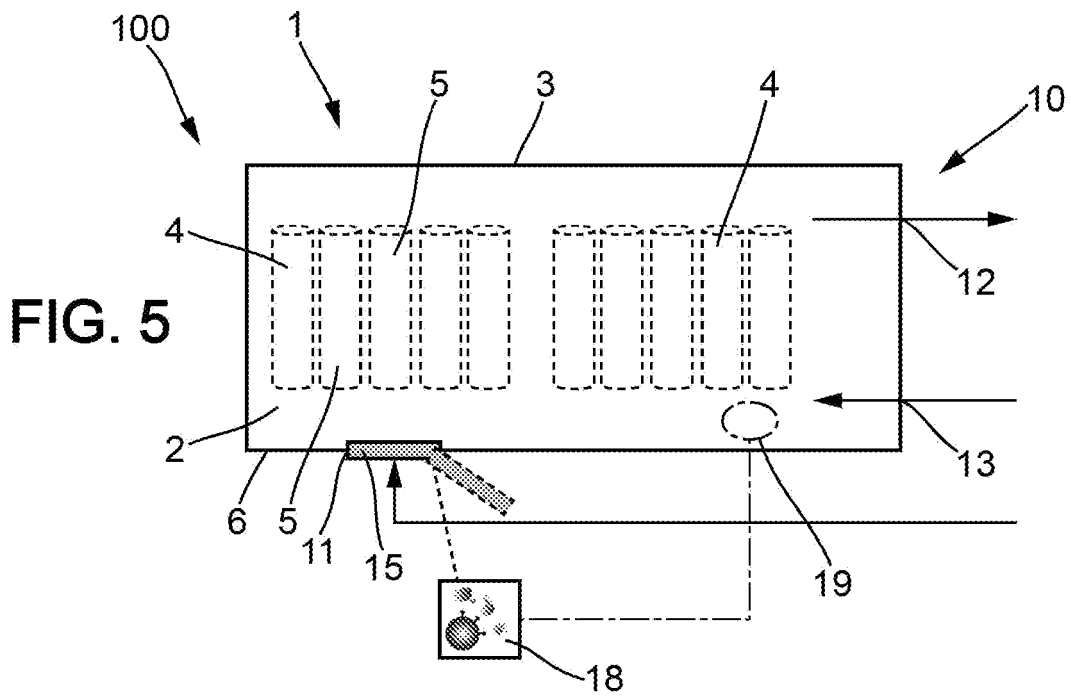


FIG. 5

[Fig. 6]

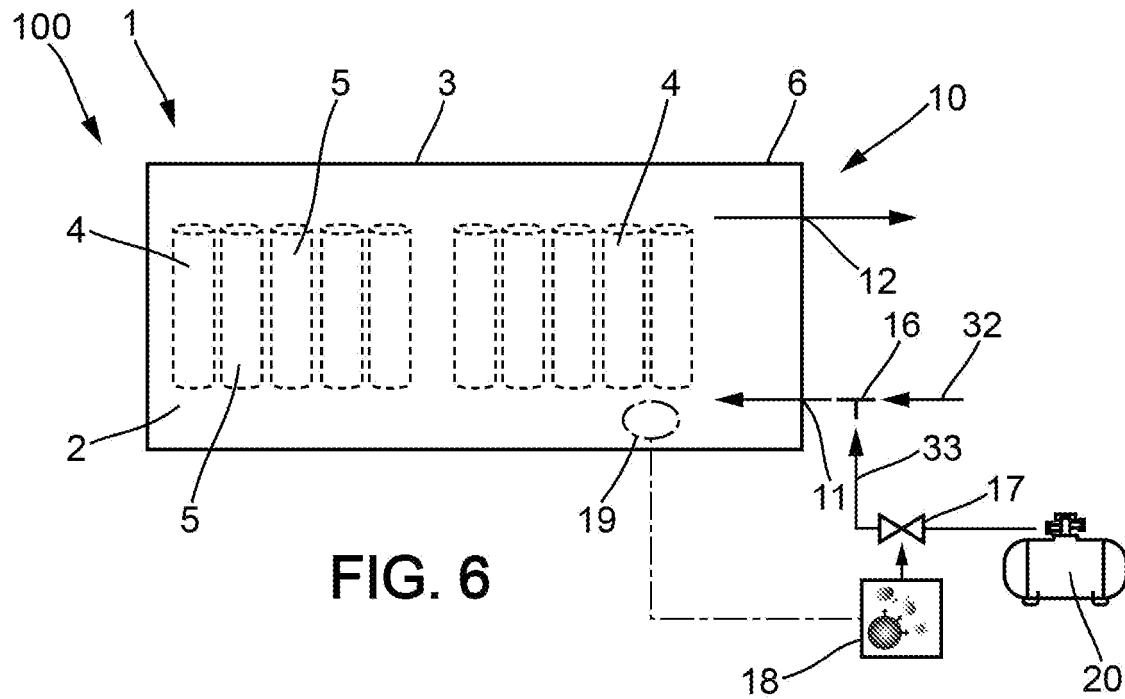


FIG. 6

[Fig. 7]

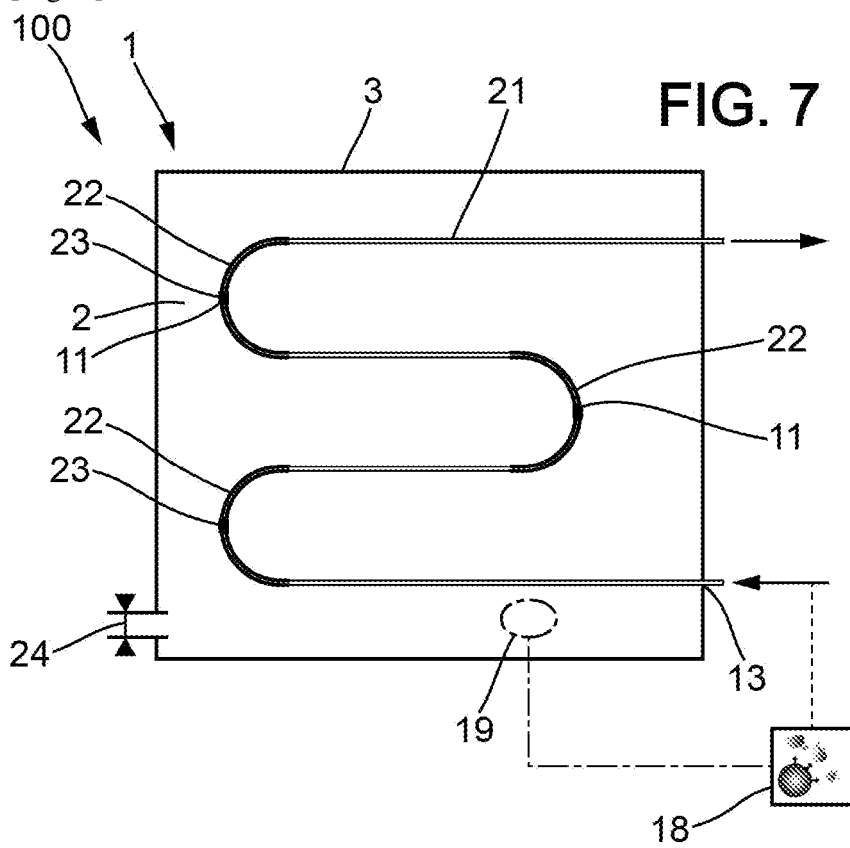
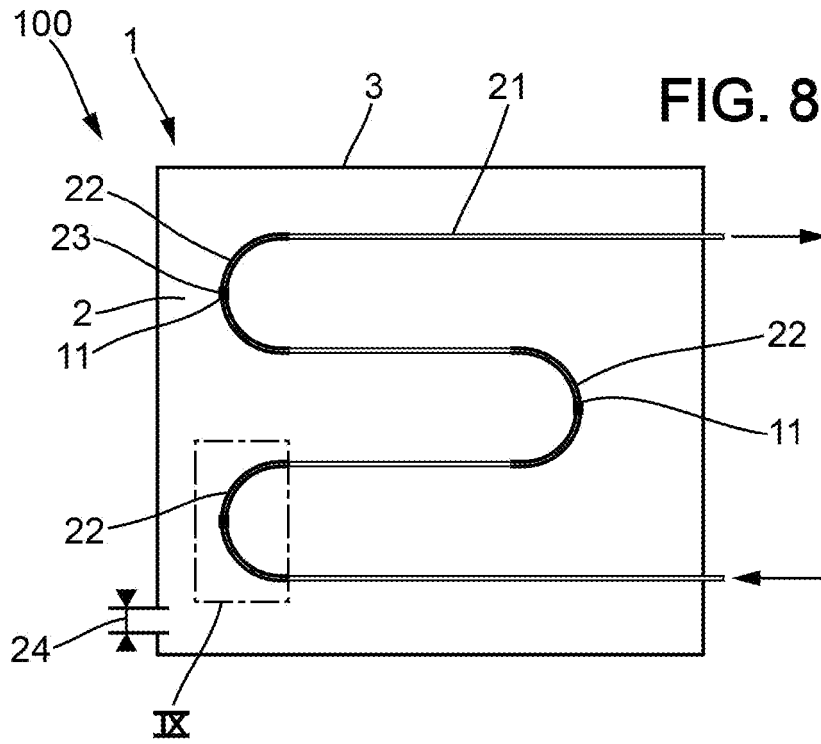
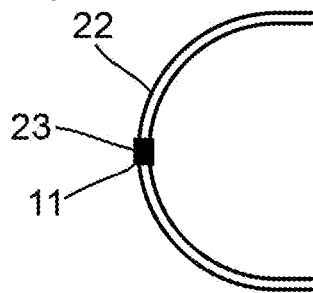


FIG. 7

[Fig. 8]



[Fig. 9]

**FIG. 9**

## RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

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

N° d'enregistrement  
national

**FA 909597**  
**FR 2206851**

| DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                    | Revendication(s)<br>concernée(s) | Classement attribué<br>à l'invention par l'INPI |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------------------|
| Catégorie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Citation du document avec indication, en cas de besoin,<br>des parties pertinentes |                                  |                                                 |
| <b>X</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <b>CN 213 936 352 U (NANJING INST TECH)</b>                                        | <b>1-7,</b>                      | <b>H01M10/613</b>                               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <b>10 août 2021 (2021-08-10)</b>                                                   | <b>10-13</b>                     | <b>H01M10/627</b>                               |
| <b>Y</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <b>* le document en entier *</b>                                                   | <b>14-16</b>                     | <b>H01M10/6561</b>                              |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | -----                                                                              |                                  | <b>H01M10/63</b>                                |
| <b>X</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <b>CN 104 466 276 A (BEIJING SINOHYTEC CO LTD) 25 mars 2015 (2015-03-25)</b>       | <b>1-4, 7-9</b>                  | <b>H01M10/6556</b>                              |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <b>* le document en entier *</b>                                                   | <b>14-16</b>                     | <b>H01M50/249</b>                               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | -----                                                                              |                                  | <b>H01M50/204</b>                               |
| <b>X</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <b>CN 113 488 716 A (UNIV TONGJI)</b>                                              | <b>1-4</b>                       | <b>B64D33/08</b>                                |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <b>8 octobre 2021 (2021-10-08)</b>                                                 |                                  |                                                 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <b>* page 2 - page 3; revendications 1-10; figures 3,4 *</b>                       |                                  |                                                 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | -----                                                                              |                                  |                                                 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                    |                                  | <b>DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)</b>     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                    |                                  | <b>H01M</b>                                     |
| Date d'achèvement de la recherche                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                    | Examineur                        |                                                 |
| <b>24 janvier 2023</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                    | <b>Mugnaini, Veronica</b>        |                                                 |
| <p style="text-align: center;">CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul</p> <p>Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie</p> <p>A : arrière-plan technologique</p> <p>O : divulgation non-écrite</p> <p>P : document intercalaire</p> </div> <div style="width: 50%;"> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention</p> <p>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.</p> <p>D : cité dans la demande</p> <p>L : cité pour d'autres raisons</p> <p>.....</p> <p>&amp; : membre de la même famille, document correspondant</p> </div> </div> |                                                                                    |                                  |                                                 |

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2206851 FA 909597**

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 **24-01-2023**  
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<br>au rapport de recherche |   | Date de<br>publication | Membre(s) de la<br>famille de brevet(s) | Date de<br>publication |
|-------------------------------------------------|---|------------------------|-----------------------------------------|------------------------|
| CN 213936352                                    | U | 10-08-2021             | AUCUN                                   |                        |
| -----                                           |   |                        |                                         |                        |
| CN 104466276                                    | A | 25-03-2015             | AUCUN                                   |                        |
| -----                                           |   |                        |                                         |                        |
| CN 113488716                                    | A | 08-10-2021             | AUCUN                                   |                        |
| -----                                           |   |                        |                                         |                        |