

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 24.05.22.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la demande : 01.12.23 Bulletin 23/48.

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

60 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

71 Demandeur(s) : SAFT SAS — FR.

72 Inventeur(s) : PHILIPPE Sébastien, AUGUIN Florian, BERTIN Matthieu, POUYAU Laurent et DOS REIS Christophe.

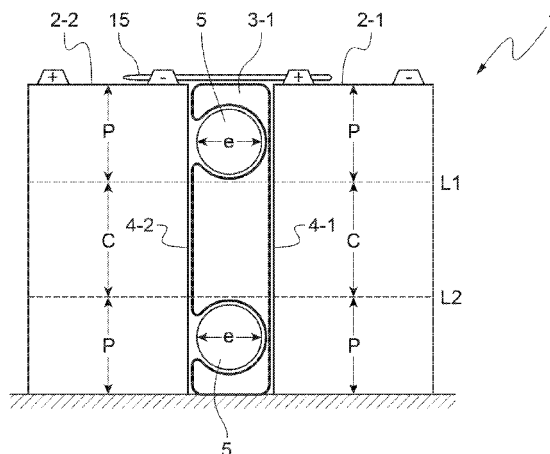
73 Titulaire(s) : SAFT SAS.

74 Mandataire(s) : Hirsch et Associés.

54 Dispositif de protection contre la propagation d'un emballement thermique dans une batterie.

57 Une batterie (1) comprenant :- au moins deux éléments électrochimiques (2-1, 2-2) de format parallélépipédique, - une première couche (3-1) d'un matériau réfractaire résistant à une température allant jusqu'à 1200°C disposée au contact de la totalité d'une première face qui est l'une des faces (4) de plus grande aire de l'un (2-1) des éléments électrochimiques, ladite première couche comportant une région centrale (C) ayant pour centre le centre de la première couche et ayant une aire représentant de 30 à 60% de l'aire de ladite première face; - une cale rigide (5) présentant une dureté supérieure ou égale à 90 Shore A selon la norme ASTM D 2240-15(2021), disposée entre ladite première couche et le second élément électrochimique (2-2), la cale rigide étant située hors de la région centrale de ladite première couche.

Figure d'abrégé : Figure 1



Description

Titre de l'invention : Dispositif de protection contre la propagation d'un emballement thermique dans une batterie

Domaine technique de l'invention

[0001] L'invention se rapporte au domaine technique des dispositifs de protection contre la propagation d'un emballement thermique dans une batterie d'éléments électrochimiques.

Contexte de l'invention

[0002] Une batterie d'éléments électrochimiques comprend une pluralité d'éléments électrochimiques, encore désignés dans ce qui suit par le terme « élément(s) », qui sont assemblés côte à côte dans un coffre de groupement commun. Ce coffre est destiné à maintenir en position fixe les éléments lors du transport ou de l'utilisation de la batterie.

[0003] On observe au cours de la charge d'un élément hermétique de type lithium-ion un gonflement du conteneur de l'élément. Dans le cas d'un élément de format parallélépipédique (synonyme de format prismatique), le gonflement se produit essentiellement sur les deux faces planes latérales opposées les plus grandes du conteneur. Ce gonflement s'amplifie au fur et à mesure que l'état de charge de l'élément se rapproche de l'état complètement chargé. Comme les éléments sont accolés les uns derrière les autres dans le coffre de groupement et que chaque élément subit une augmentation de son épaisseur, on observe une augmentation notable de la longueur totale de la batterie qui résulte de la somme des augmentations des épaisseurs des éléments. Or, comme le coffre de groupement est généralement constitué d'un matériau rigide et que l'espace libre entre les éléments et les parois du coffre est limité, le gonflement des éléments soumet les parois du coffre à des forces de pression qui peuvent conduire à sa déformation irréversible, voire à son endommagement. Par conséquent, on a souvent recours à un dispositif qui empêche le coffre de se déformer sous l'effet du gonflement des éléments au cours de leur charge.

[0004] Par ailleurs, une anomalie dans le fonctionnement de la batterie peut être causée par le dysfonctionnement de l'un des éléments (court-circuit, surcharge,...) ou par une perturbation extérieure (choc, élévation de la température, etc.) ou encore par une défaillance du système électronique gérant l'état de charge ou d'autres paramètres des éléments de la batterie.

[0005] Par exemple, lorsqu'un élément au lithium est soumis à une surcharge, sa température augmente. L'augmentation de température entraîne une augmentation du courant de charge qui favorise encore l'augmentation de température. Si l'élément ne

dispose pas d'un système de refroidissement suffisant pour évacuer la chaleur émise, celui-ci se retrouve en situation d'emballlement thermique : l'augmentation de température est alimentée par l'élément lui-même. L'augmentation incontrôlée de la température de l'élément entraîne la génération de gaz qui peut entraîner une augmentation de la pression interne de l'élément, qui va ouvrir un système de sécurité d'évacuation des gaz. En cas de libération de gaz chauds, dont la température peut atteindre 650°C, ces gaz viennent au contact des autres éléments de la batterie. Il existe alors un risque que le phénomène d'emballlement thermique se propage à l'ensemble des éléments de la batterie, ce qui conduit à la destruction totale de la batterie.

[0006] On cherche donc un dispositif qui empêche le coffre de se déformer sous l'effet du gonflement des éléments au cours de leur charge et qui de plus empêche la propagation d'un emballlement thermique entre les éléments de la batterie.

[0007] Le document EP-A-3 208 866 décrit un système de compensation du gonflement d'éléments dans une batterie. Ce système comprend une cale rigide et une cale souple intercalées entre deux éléments voisins. La cale rigide peut être disposée à la périphérie de la face la plus grande des éléments. Elle a pour fonction de maintenir constante la distance entre les deux éléments voisins. La cale souple peut être disposée au voisinage du centre de la face la plus grande des éléments. Elle a pour fonction d'absorber l'augmentation des épaisseurs des deux éléments au cours de la charge de ceux-ci. Comme le montre la figure 2b de ce document, ce système permet de conserver une longueur constante de la batterie en cas de gonflement des éléments. Dans un mode de réalisation préféré, la cale souple est constituée d'un matériau présentant une faible conductivité thermique. Ceci a pour avantage d'éviter que la chaleur générée par cet élément ne se propage aux éléments voisins. Pour améliorer la sécurité, il existe un besoin pour que la cale inter-éléments résiste à de très fortes températures.

[0008] Le document EP-A-2 994 947 décrit une batterie comprenant un premier et un second élément prismatique entre lesquels est disposée une couche d'un matériau résistant à une température de 300°C. Ce matériau n'est pas en contact avec toute la surface de paroi externe du conteneur des deux éléments. En effet, deux entretoises placées entre les conteneurs des deux éléments dans leur partie haute et basse maintiennent le matériau résistant à une température de 300°C à une certaine distance de la paroi du conteneur des éléments. L'association de la couche de matériau résistant à une température de 300°C et des deux entretoises est présentée comme constituant une barrière thermique contre la propagation d'un emballlement thermique. Cette solution n'est cependant pas totalement satisfaisante car on note que la couche de matériau résistant à une température de 300°C n'est pas en contact avec la paroi du conteneur des éléments. Il existe deux couches d'air de part et d'autre de la couche de matériau résistant à une température de 300°C. D'une part, ces couches d'air peuvent faciliter la

propagation de la chaleur aux éléments voisins. D'autre part, elles augmentent la longueur de la batterie. Le fait que le matériau résistant à une température de 300°C ne soit pas en contact avec toute la surface des éléments ne permet pas d'exploiter complètement la propriété de barrière thermique de ce matériau. De plus, lorsque les éléments gonflent, la couche du matériau résistant à une température de 300°C a tendance à s'écraser sous l'effet de la force de compression exercée par les éléments. Elle remplit donc moins bien son rôle d'isolant. Enfin, il est préconisé d'utiliser des entretoises présentant une certaine flexibilité afin d'épouser la forme de la surface des éléments. Comme la couche du matériau résistant à une température de 300°C et les entretoises ont tendance à s'écraser sous l'effet de la compression des éléments, l'écartement entre les bornes des deux éléments voisins diminue. La connexion électrique entre deux éléments voisins doit donc être souple afin d'absorber la variation de la distance inter-éléments. Or, de telles connexions souples sont de conception plus complexe que des connexions rigides sous forme de simples barrettes métalliques.

[0009] Le document US 9,324,982 décrit un système permettant de compenser le gonflement des éléments dans une batterie et d'assurer leur refroidissement. Une barrière est disposée entre deux éléments. Elle est constituée d'une partie extérieure au contact de la périphérie de la face de plus grande aire des éléments et d'une partie intérieure au contact du centre de la face de plus grande aire des éléments. La partie extérieure est rigide et maintient un espacement constant entre deux éléments voisins. La partie interne est souple et absorbe l'augmentation de volume des deux éléments voisins. Les faces opposées de la partie extérieure et de la partie intérieure sont recouvertes de picots ayant la forme d'une pyramide tronquée. Le refroidissement des éléments est assuré par la circulation d'air entre les picots. L'inconvénient des picots est qu'ils augmentent la longueur de la batterie. La présence de couloirs de circulation d'air n'est pas non plus souhaitable car ils peuvent contribuer à la propagation de l'emballement thermique. De plus, le coffre de la batterie doit être muni d'ouvertures pour permettre l'entrée et la sortie de l'air. Enfin, la surface de contact entre un élément et la barrière est relativement réduite puisqu'elle se limite à la surface supérieure tronquée des picots. Comme pour le document précédent, ce système de compensation du gonflement d'éléments permet de réduire la propagation de la chaleur dans la batterie lorsque celle-ci est utilisée dans des conditions de fonctionnement nominal. Il n'est cependant pas conçu pour empêcher la propagation d'un emballement thermique d'un élément à un élément voisin.

[0010] Il subsiste donc un besoin d'un système de compensation du gonflement des éléments qui permette également d'éviter la propagation de l'emballement thermique entre les éléments.

Résumé de l'invention

- [0011] A cet effet, l'invention propose une batterie comprenant :
- au moins deux éléments électrochimiques de format parallélépipédique,
 - une première couche d'un matériau réfractaire résistant à une température allant jusqu'à 1200°C disposée au contact de la totalité d'une première face qui est l'une des faces de plus grande aire de l'un des éléments électrochimiques, ladite première couche comportant une région centrale ayant pour centre le centre de la première couche et ayant une aire représentant de 30 à 60% de l'aire de ladite première face ;
 - une cale rigide présentant une dureté supérieure ou égale à 90 Shore A selon la norme ASTM D 2240-15(2021), disposée entre ladite première couche et le second élément électrochimique, la cale rigide étant située hors de la région centrale de ladite première couche.
- [0012] D'une part, la mise en place d'une couche d'un matériau réfractaire au contact de la totalité de la face de plus grande aire de l'un des éléments permet de créer une barrière thermique empêchant la propagation d'un emballement thermique depuis cet élément vers les éléments voisins.
- [0013] D'autre part, le fait de disposer une cale rigide hors de la région centrale de la couche de matériau réfractaire permet de s'assurer que cette région centrale n'est pas comprimée par les éléments lors de leur gonflement et donc qu'elle conserve sa fonction de barrière thermique.
- [0014] Selon un mode de réalisation, la batterie comprend une seconde couche d'un matériau réfractaire résistant à une température allant jusqu'à 1200°C, cette seconde couche étant disposée entre la cale rigide et le second élément électrochimique et étant au contact de la totalité d'une seconde face qui est l'une des faces de plus grande aire du second élément électrochimique, ladite seconde couche comportant une région centrale ayant pour centre le centre de ladite seconde couche et ayant une aire représentant de 30 à 60% de l'aire de ladite seconde face.
- [0015] Selon un mode de réalisation, le matériau réfractaire de la première couche et/ou de la seconde couche est compressible de sorte que son épaisseur peut être réduite d'au moins 50% ou d'au moins 70 % ou d'au moins 80 % sous l'effet d'une compression exercée par les deux éléments électrochimiques.
- [0016] Selon un mode de réalisation, le matériau réfractaire de la première couche et/ou de la seconde couche est compressible de sorte que son épaisseur peut être réduite jusqu'à 95 % sous l'effet d'une compression exercée par les deux éléments électrochimiques.
- [0017] Selon un mode de réalisation, le matériau réfractaire de la première couche et/ou de la seconde couche est une feuille comprenant des fibres de céramique.
- [0018] Selon un mode de réalisation, le matériau réfractaire de la première couche et/ou de

la seconde couche présente une conductivité thermique à 20°C inférieure ou égale à 0,5 W/(m.K).

- [0019] Selon un mode de réalisation, la cale rigide est constituée d'une matière plastique stable chimiquement jusqu'à une température de 200°C.
- [0020] Selon un mode de réalisation, la cale rigide est faite d'un matériau choisi dans le groupe consistant en le polytétrafluoroéthylène (PTFE), le polyimide (PI) et le polyépoxyde (PE).
- [0021] Selon un mode de réalisation, la cale rigide comprend quatre montants formant un premier cadre rectangulaire.
- [0022] Selon un mode de réalisation, la cale rigide comprend en outre quatre autres montants formant un second cadre rectangulaire de hauteur et de largeur supérieures à celles du premier cadre rectangulaire.
- [0023] Selon un mode de réalisation,
 - la première couche et/ou la seconde couche présente une hauteur et une largeur, et
 - la hauteur et la largeur du second cadre correspondent à la hauteur et à la largeur de la première couche et/ou de la seconde couche.
- [0024] Selon un mode de réalisation, le premier et le second cadre rectangulaire sont solidaires grâce à au moins deux éléments de liaison.
- [0025] Selon un mode de réalisation, la batterie comprend six éléments de liaison, deux éléments de liaison reliant chacun un montant horizontal du premier cadre à un montant horizontal du second cadre, quatre éléments de liaison reliant chacun un coin du premier cadre à un coin du second cadre.
- [0026] Selon un mode de réalisation, les deux extrémités des éléments de liaison comportent des renforts permettant de rigidifier la liaison du premier cadre au second cadre.
- [0027] Selon un mode de réalisation, l'épaisseur d'un montant va de 0,5 à 1,5 mm, de préférence de 0,7 à 1 mm.
- [0028] Selon un mode de réalisation, un moyen d'assemblage permet de rendre solidaire la première couche de matériau réfractaire avec la cale rigide.
- [0029] Selon un mode de réalisation, un moyen d'assemblage permet de rendre solidaire la première couche de matériau réfractaire avec la cale rigide et avec la seconde couche de matériau réfractaire.
- [0030] L'invention a également pour objet un procédé d'assemblage de la batterie telle que décrite ci-avant. Ledit procédé comprend les étapes de :
 - a) mise à disposition d'un premier élément électrochimique de format parallélépipédique,
 - b) mise en place d'une première couche d'un matériau réfractaire résistant à une température allant jusqu'à 1200°C au contact de la totalité d'une première face qui est l'une des faces de plus grande aire de l'un des éléments électrochimiques, ladite

première couche comportant une région centrale ayant pour centre le centre de la première couche et une aire représentant de 30 à 60% de l'aire de la première face ;
 c) mise en place d'une cale rigide présentant une dureté supérieure ou égale à 90 Shore A selon la norme ASTM D 2240-15(2021), contre la première couche, la cale rigide étant située hors de la région centrale de ladite première couche ;
 d) accolement contre la cale rigide d'une seconde face qui est l'une des faces de plus grande aire du second élément électrochimique de format parallélépipédique.

[0031] Selon un mode de réalisation, le procédé comprend entre l'étape c) et l'étape d) la mise en place d'une seconde couche d'un matériau réfractaire résistant à une température allant jusqu'à 1200°C, ladite seconde couche comportant une région centrale ayant pour centre le centre de la seconde couche et une aire représentant de 30 à 60% de l'aire de la seconde face, la seconde couche étant au contact de la totalité de la seconde face.

[0032] Selon un mode de réalisation, le procédé comprend après l'étape d), une étape de mise en compression desdits au moins deux éléments électrochimiques au moyen d'une ceinture ou d'une armature ou d'une sangle ou d'un châssis autour des éléments.

Brève description des dessins

[0033] Des modes de réalisation de l'invention sont décrits ci-dessous plus en détail avec référence aux dessins joints.

[0034] [Fig.1] est une vue en coupe schématisée d'une batterie comprenant deux éléments électrochimiques séparés par une couche d'un matériau réfractaire et une cale rigide.

[0035] [Fig.2] est une vue en coupe schématisée d'une batterie comprenant deux éléments électrochimiques séparés par deux couches d'un matériau réfractaire et une cale rigide, la cale rigide étant intercalée entre les deux couches de matériau réfractaire.

[0036] [Fig.3] montre une vue de dessus d'un ensemble constitué d'une couche de matériau réfractaire sur laquelle est déposée une cale rigide.

Description des modes de réalisation de l'invention

[0037] Le conteneur des éléments est de format parallélépipédique. Il présente six faces : une face supérieure, une face inférieure et quatre faces latérales. La face inférieure est celle qui est en contact avec le support sur lequel l'élément repose. Deux des six faces sont parallèles et sont les faces qui présentent l'aire la plus grande. Les deux faces présentant l'aire la plus grande sont généralement celles qui sont le plus sujettes au gonflement. De préférence, les deux faces présentant l'aire la plus grande sont orientées perpendiculairement au support sur lequel l'élément repose.

[0038] On définit pour les deux faces du conteneur présentant l'aire la plus grande une région centrale et une région périphérique. La région centrale subit davantage le gonflement que la région périphérique. La région centrale a pour centre le centre de la

face considérée et s'étend sur une aire qui représente de 30 à 60 % ou de 40 à 50 % de l'aire de la face du conteneur. La région périphérique est la région s'étendant au-delà de la région centrale.

[0039] La première couche de matériau réfractaire est disposée au contact de l'une des faces du conteneur présentant l'aire la plus grande. Généralement, la hauteur et la largeur de la première couche de matériau réfractaire correspondent à la hauteur et à la largeur de la face de plus grande aire du conteneur. On définit pour cette première couche de matériau réfractaire une région centrale et une région périphérique. La région centrale a pour centre le centre de la première couche et s'étend sur une aire représentant de 30 à 60% ou de 40 à 50 % de l'aire de la face du conteneur présentant l'aire la plus grande. Il est important que la région centrale de la couche de matériau réfractaire ne soit pas écrasée sous l'effet de la compression des éléments. A cette fin, on dispose la cale rigide hors de la région centrale de la couche de matériau réfractaire. La cale rigide permet de s'assurer de n'avoir aucune compression de la couche de matériau réfractaire dans la région centrale. Elle permet de garantir que l'épaisseur de la couche de matériau réfractaire soit au moins égale à une épaisseur donnée qui est égale à l'épaisseur de la cale rigide.

[0040] Il est possible d'utiliser une, deux voire davantage de couches de matériau réfractaire entre les éléments. Le matériau réfractaire peut être un matériau très compressible, c'est-à-dire que sous l'effet de la compression, son épaisseur peut être réduite d'au moins 50% ou d'au moins 70 % ou d'au moins 80%. Son épaisseur peut être réduite jusqu'à environ 95%.

[0041] Le matériau réfractaire résiste à une température allant au moins jusqu'à 1200 °C. Ce peut être une feuille comprenant des fibres de céramique, c'est-à-dire des fibres (de silicates) vitreuses artificielles à orientation aléatoire et dont le pourcentage pondéral d'oxydes alcalins et d'oxydes alcalino-terreux : $[\text{Na}_2\text{O}] + [\text{K}_2\text{O}] + [\text{CaO}] + [\text{MgO}] + [\text{BaO}]$ est inférieur à 18 %. Ces fibres sont élaborées à partir de mélanges silice/alumine ou à partir de kaolinite. D'autres oxydes comme la zircone, les oxydes de bore ou de titane peuvent être ajoutés. Les fibres de céramique sont très compressibles. Elles agissent alors comme un ressort. L'épaisseur de la feuille comprenant des fibres de céramique s'adapte donc à la distance entre deux éléments. La feuille comprenant des fibres de céramique compense les légères variations des dimensions des éléments qui pourraient se produire lors de leur fabrication. Cela permet d'utiliser une seule taille de coffre de groupement pour la batterie.

[0042] Outre sa propriété de résister à de fortes températures, le matériau réfractaire peut aussi présenter la propriété d'être un bon isolant thermique et d'éviter que la chaleur générée par un élément fonctionnant de manière anormale ne se propage aux éléments voisins. Le matériau réfractaire peut présenter une conductivité thermique à 20°C in-

férieure à 0,5 W/(m.K), de préférence allant de 0,02 à 0,2 W/(m.K).

[0043] La cale rigide est constituée d'un matériau présentant une dureté supérieure ou égale à 90 Shore A selon la norme ASTM D 2240-15(2021). Sa rigidité permet de maintenir un écartement constant entre deux éléments voisins. En l'absence de cale rigide, le gonflement de deux éléments voisins conduirait à un écrasement quasiment total de la couche de matériau réfractaire sur toute sa hauteur. L'épaisseur de la couche de matériau réfractaire pourrait en effet ne représenter plus que 5% de son épaisseur avant compression. A une si faible épaisseur, la couche de matériau réfractaire ne remplirait quasiment plus sa fonction de barrière thermique. Grâce à l'invention, la couche de matériau réfractaire n'est réduite qu'à l'emplacement de la cale rigide, c'est à-dire uniquement dans la région périphérique. Comme la couche de matériau réfractaire est en contact avec pratiquement la totalité de la hauteur de l'élément, il est possible d'obtenir une barrière thermique très efficace.

[0044] Le matériau constituant la cale rigide résiste de préférence à une température d'au moins 200°C. De préférence, il s'agit d'un matériau non conducteur électrique (comme par exemple du plastique). De préférence encore, il s'agit de polytétrafluoroéthylène (PTFE), ou de polyimide (PI) ou de polyépoxyde (PE). L'épaisseur de la cale rigide n'est pas limitée. Elle est choisie par un opérateur en fonction de l'écartement recherché entre les éléments et de l'épaisseur minimale souhaitée de la couche de matériau réfractaire. Elle peut aller de 0,5 à 1,5 mm, de préférence de 0,7 à 1 mm. L'utilisation de cale rigide permet de maintenir le matériau réfractaire non comprimé et maintenir constant l'écartement entre deux éléments. Ainsi, la longueur de la batterie ne varie pas au cours de son fonctionnement. L'invention permet donc de répondre à la double exigence de disposer d'une part d'une batterie conservant une longueur constante au cours de son fonctionnement, et d'autre part qui empêche la propagation d'un emballement thermique entre les éléments de la batterie.

[0045] La [Fig.1] représente schématiquement un premier mode de réalisation dans lequel une seule couche de matériau réfractaire est utilisée. Elle montre une batterie (1) comprenant deux éléments électrochimiques (2-1, 2-2) de format parallélépipédique. Le conteneur de ces éléments présente une face supérieure comportant les bornes positive et négative et une face inférieure opposée à la face supérieure en contact avec un support. Les éléments sont connectés électriquement par une pièce de connexion (15). Une couche de matériau réfractaire (3-1) est disposée entre les éléments. La hauteur de la couche de matériau réfractaire est dans cet exemple identique à la hauteur des éléments. Une face de la couche de matériau réfractaire est au contact de l'une des faces d'aire la plus grande (4-1) de l'un des éléments (2-1). Le contact s'effectue sur toute la hauteur de la couche de matériau réfractaire. La face opposée de la couche de matériau réfractaire n'est pas complètement au contact de l'une des faces d'aire la plus

grande (4-2) de l'élément voisin (2-2). En effet, la présence de la cale rigide (5) d'épaisseur « e » ne permet pas à la face opposée de la couche de matériau réfractaire (3-1) d'être complètement au contact de la face d'aire la plus grande (4-2) de l'élément voisin (2-2). La région centrale et la région périphérique sont schématisées par les lettres C et P respectivement. Les deux limites L1 et L2 entre la région centrale C et la région périphérique P des conteneurs des deux éléments coïncident avec les limites entre la région centrale et la région périphérique de la couche de matériau réfractaire. On note que la cale rigide est placée hors de la région centrale. La couche de matériau réfractaire n'est donc comprimée que dans sa région périphérique qui est la moins sujette au gonflement. La couche de matériau réfractaire dans sa région centrale n'est pas déformée.

- [0046] La [Fig.2] représente schématiquement un second mode de réalisation dans lequel deux couches (3-1, 3-2) de matériau réfractaire sont disposées entre deux éléments (2-1, 2-2). Ce second mode de réalisation est préférable au premier car les deux faces (4-1, 4-2) des deux éléments qui se trouvent en vis-à-vis sont toutes les deux complètement en contact avec une couche de matériau réfractaire. L'effet de barrière thermique est donc amélioré.
- [0047] La cale rigide présente de préférence la forme d'un cadre comprenant deux montants verticaux de hauteur H1 et deux montants horizontaux de longueur L1. La hauteur H1 et la longueur L1 sont déterminées de sorte que l'aire du cadre soit supérieure à l'aire de la région centrale de la couche de matériau réfractaire et donc qu'une fois en place entre les éléments, la cale rigide se situe hors de la région centrale de la couche de matériau réfractaire.
- [0048] Pour une mise en place facile de la cale entre les éléments lors de la fabrication de la batterie, on peut rendre le cadre solidaire d'un second cadre de dimensions H2 et L2 supérieures à H1 et L1. De préférence, le second cadre, la ou les couches de matériau réfractaire et la face du conteneur au contact avec une couche de matériau réfractaire ont les mêmes hauteur et largeur.
- [0049] Le premier cadre est rendu solidaire du second cadre grâce à des éléments de liaison. Lorsque le second cadre est placé entre deux éléments électrochimiques, il est aligné avec le bord des éléments électrochimiques. Le premier cadre est automatiquement correctement placé hors de la région centrale de la couche de matériau réfractaire.
- [0050] Les éléments de liaison reliant le premier cadre au second cadre peuvent être au nombre de six, deux éléments de liaison reliant chacun un montant horizontal du premier cadre à un montant horizontal du second cadre, quatre éléments de liaison reliant chacun un coin du premier cadre à un coin du second cadre.
- [0051] La zone de jonction entre un élément de liaison et un montant du premier ou du second cadre peut être renforcée en élargissant localement la zone de jonction. Cet

élargissement peut avoir une forme circulaire ou rectangulaire.

[0052] L'ensemble formé par le premier cadre, le second cadre, les éléments de liaison et éventuellement les renforts peut être fabriqué par moulage d'une pièce plastique. On obtient une seule pièce aisément manipulable et facile à positionner.

[0053] La cale rigide peut être intégrée dans une couche de matériau réfractaire. Elle peut aussi être prise en sandwich entre deux couches de matériau réfractaire. Dans les deux cas, cela permet de n'avoir qu'une seule pièce à manipuler lors du montage des éléments.

[0054] La [Fig.3] est une vue de dessus d'un ensemble constitué d'une couche de matériau réfractaire (3-1) sur laquelle est déposée une cale rigide. La cale rigide comprend un premier cadre comprenant deux montants horizontaux (6-1, 6-3) de longueur L1 et deux montants verticaux (6-2, 6-4) de hauteur H1. Ce premier cadre s'inscrit dans un second cadre de plus grandes dimensions comportant deux montants horizontaux (6-5, 6-7) de longueur L2 et deux montants verticaux (6-6, 6-8) de hauteur H2. Les dimensions du second cadre correspondent aux dimensions de la couche de matériau réfractaire qui peut elle-même être découpée aux dimensions de la face de l'élément avec laquelle elle est en contact. Les dimensions H1 et L1 du premier cadre sont calculées de sorte qu'il se situe hors de la région centrale de la couche de matériau réfractaire. Le premier cadre est rendu solidaire du second cadre à l'aide d'éléments de liaison. Deux éléments de liaison (8-1, 8-2) relient chacun un montant horizontal du premier cadre à un montant horizontal du second cadre. Quatre éléments de liaison (9-1, 9-2, 9-3, 9-4) relient chacun un coin du premier cadre à un coin du second cadre. Les extrémités des éléments de liaison sont munies de renforts (10) qui sont constitués par un élargissement de la zone de jonction entre les montants du premier ou du second cadre et les éléments de liaison.

[0055] Un procédé pour l'assemblage d'une batterie comprenant au moins deux éléments électrochimiques comprend les étapes de :

a) mise à disposition d'un premier élément électrochimique de format parallélépipédique,

b) mise en place d'une première couche d'un matériau réfractaire résistant à une température allant jusqu'à 1200°C au contact de la totalité d'une première face qui est l'une des faces de plus grande aire de l'un des éléments électrochimiques, ladite première couche comportant une région centrale ayant pour centre le centre de la première couche et une aire représentant de 30 à 60% de l'aire de la première face ;

c) mise en place d'une cale rigide présentant une dureté supérieure ou égale à 90 Shore A selon la norme ASTM D 2240-15(2021) contre la première couche, la cale rigide étant située hors de la région centrale de ladite première couche ;

d) accollement contre la cale rigide d'une seconde face qui est l'une des faces de plus

grande aire du second élément électrochimique de format parallélépipédique.

[0056] De préférence, avant d'accoler le second élément électrochimique, on accole une seconde couche de matériau réfractaire résistant à une température allant jusqu'à 1200°C contre la cale rigide, ladite seconde couche comportant une région centrale ayant pour centre le centre de la seconde couche et une aire représentant de 30 à 60% de l'aire de la seconde face au contact de la totalité de la seconde face du second élément électrochimique.

[0057] Afin de faciliter la mise en place de la cale rigide, on peut utiliser une cale rigide constituée par deux cadres de dimensions différentes solidaires l'un de l'autre, le cadre de plus grande dimension ayant une hauteur et une largeur identiques à celles de la couche de matériau réfractaire et à celles de la face du conteneur de l'élément, comme représenté à la [Fig.3]. Ceci permet de positionner automatiquement la cale rigide correctement entre les deux éléments.

[0058] Enfin, la cale rigide peut être solidaire de la ou des couches de matériau réfractaire pour former un ensemble placé en une seule étape entre les deux éléments. Une face de la couche ou des couches de matériau réfractaire peut comporter un adhésif. Une face de la cale rigide peut aussi comporter un adhésif. Un autre moyen consiste à prévoir une pince ou un clip disposé sur le cadre extérieur de la cale rigide et qui maintient la ou les couches de matériau réfractaire.

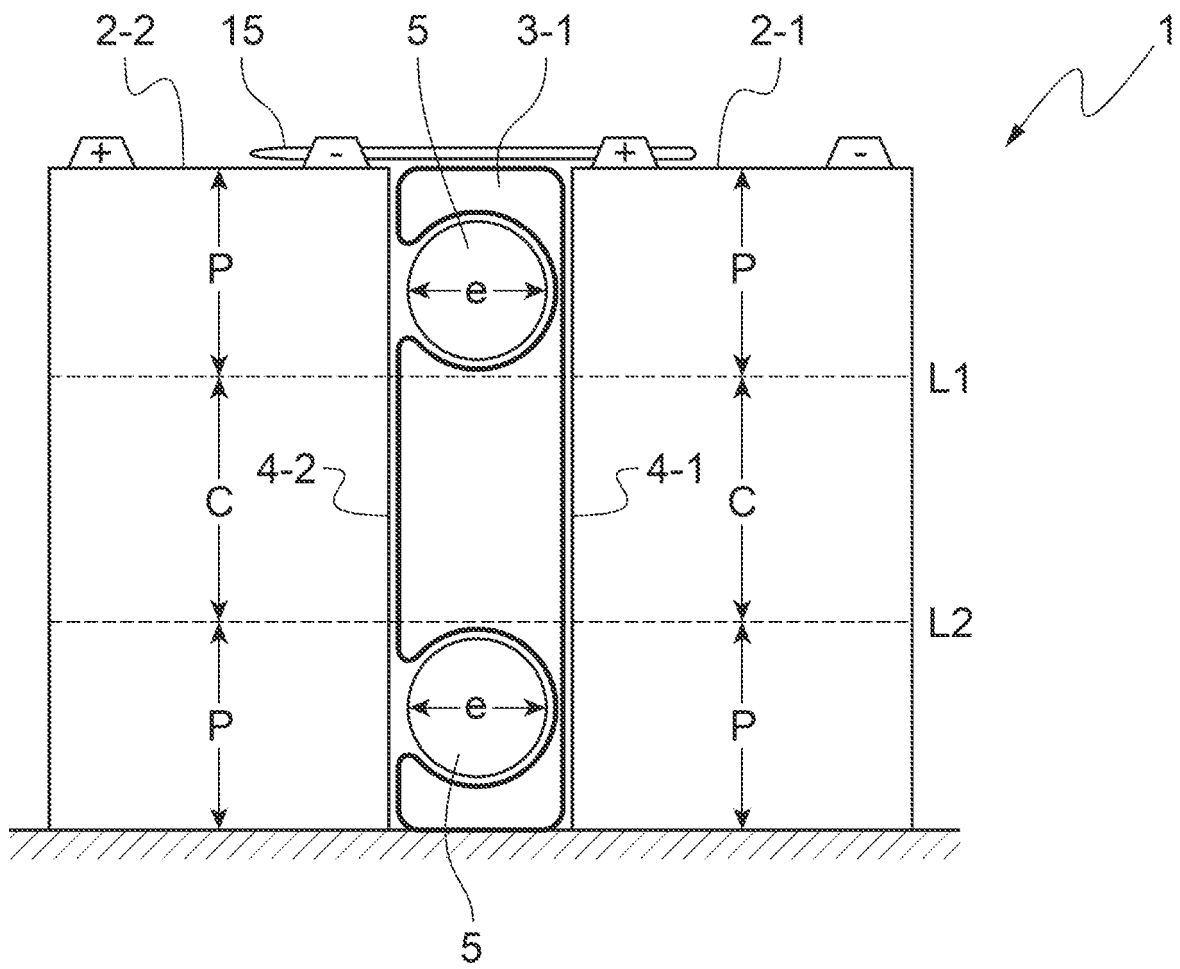
Revendications

- [Revendication 1] Batterie (1) comprenant :
- au moins deux éléments électrochimiques (2-1, 2-2) de format parallélépipédique,
 - une première couche (3-1) d'un matériau réfractaire résistant à une température allant jusqu'à 1200°C disposée au contact de la totalité d'une première face qui est l'une des faces (4) de plus grande aire de l'un (2-1) des éléments électrochimiques, ladite première couche comportant une région centrale (C) ayant pour centre le centre de la première couche et ayant une aire représentant de 30 à 60% de l'aire de ladite première face ;
 - une cale rigide (5) présentant une dureté supérieure ou égale à 90 Shore A selon la norme ASTM D 2240-15(2021), disposée entre ladite première couche et le second élément électrochimique (2-2), la cale rigide étant située hors de la région centrale de ladite première couche.
- [Revendication 2] Batterie (1) selon la revendication 1, comprenant une seconde couche (3-2) d'un matériau réfractaire résistant à une température allant jusqu'à 1200°C, cette seconde couche étant disposée entre la cale rigide (5) et le second élément électrochimique (2-2) et étant au contact de la totalité d'une seconde face qui est l'une des faces de plus grande aire du second élément électrochimique, ladite seconde couche comportant une région centrale (C) ayant pour centre le centre de ladite seconde couche et ayant une aire représentant de 30 à 60% de l'aire de ladite seconde face.
- [Revendication 3] Batterie (1) selon l'une des revendications 1 et 2, dans laquelle le matériau réfractaire de la première couche (3-1) et/ou de la seconde couche (3-2) est compressible de sorte que son épaisseur peut être réduite d'au moins 50% ou d'au moins 70 % ou d'au moins 80 % sous l'effet d'une compression exercée par les deux éléments électrochimiques.
- [Revendication 4] Batterie (1) selon l'une des revendications 1 à 3, dans laquelle le matériau réfractaire de la première couche (3-1) et/ou de la seconde couche (3-2) est compressible de sorte que son épaisseur peut être réduite jusqu'à 95 % sous l'effet d'une compression exercée par les deux éléments électrochimiques.
- [Revendication 5] Batterie (1) selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle le matériau réfractaire de la première couche (3-1) et/ou de la seconde couche (3-2) est une feuille comprenant des fibres de céramique.

- [Revendication 6] Batterie (1) selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le matériau réfractaire de la première couche (3-1) et/ou de la seconde couche (3-2) présente une conductivité thermique à 20°C inférieure ou égale à 0,5 W/(m.K).
- [Revendication 7] Batterie (1) selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle la cale rigide (5) est constituée d'une matière plastique stable chimiquement jusqu'à une température de 200°C.
- [Revendication 8] Batterie (1) selon la revendication 7, dans laquelle la cale rigide (5) est faite d'un matériau choisi dans le groupe consistant en le polytétrafluoroéthylène (PTFE), le polyimide (PI) et le polyépoxyde (PE).
- [Revendication 9] Batterie (1) selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle la cale rigide (5) comprend quatre montants (6-1, 6-2, 6-3, 6-4) formant un premier cadre rectangulaire.
- [Revendication 10] Batterie (1) selon la revendication 9, dans laquelle la cale rigide (5) comprend en outre quatre autres montants (6-5, 6-6, 6-7, 6-8) formant un second cadre rectangulaire de hauteur et de largeur supérieures à celles du premier cadre rectangulaire.
- [Revendication 11] Batterie (1) selon la revendication 10, dans laquelle :
- la première couche (3-1) et/ou la seconde couche (3-2) présente une hauteur (H) et une largeur (L), et
 - la hauteur et la largeur du second cadre correspondent à la hauteur et à la largeur de la première couche et/ou de la seconde couche.
- [Revendication 12] Batterie (1) selon l'une des revendications 10 et 11, dans laquelle le premier et le second cadre rectangulaire sont solidaires grâce à au moins deux éléments de liaison (8-1, 8-2).
- [Revendication 13] Batterie (1) selon la revendication 12, comprenant six éléments de liaison, deux éléments de liaison (8-1, 8-2) reliant chacun un montant horizontal du premier cadre à un montant horizontal du second cadre, quatre éléments de liaison (9-1, 9-2, 9-3, 9-4) reliant chacun un coin du premier cadre à un coin du second cadre.
- [Revendication 14] Batterie (1) selon l'une des revendications 12 à 13, dans laquelle les deux extrémités des éléments de liaison comportent des renforts (10) permettant de rigidifier la liaison du premier cadre au second cadre.
- [Revendication 15] Batterie (1) selon l'une des revendications 9 à 14, dans laquelle l'épaisseur (e) d'un montant va de 0,5 à 1,5 mm, de préférence de 0,7 à 1 mm.
- [Revendication 16] Batterie (1) selon l'une des revendications 9 à 15, dans laquelle un moyen d'assemblage permet de rendre solidaire la première couche

- (3-1) de matériau réfractaire avec la cale rigide (5).
- [Revendication 17] Batterie (1) selon l'une des revendications 2 à 15, dans laquelle un moyen d'assemblage permet de rendre solidaire la première couche (3-1) de matériau réfractaire avec la cale rigide (5) et avec la seconde couche (3-2) de matériau réfractaire.
- [Revendication 18] Procédé d'assemblage d'une batterie (1) comprenant au moins deux éléments électrochimiques (2-1, 2-2), ledit procédé comprenant les étapes de :
- a) mise à disposition d'un premier élément électrochimique (2-1) de format parallélépipédique,
 - b) mise en place d'une première couche (3-1) d'un matériau réfractaire résistant à une température allant jusqu'à 1200°C au contact de la totalité d'une première face qui est l'une des faces (4) de plus grande aire de l'un des éléments électrochimiques (2-1), ladite première couche comportant une région centrale (C) ayant pour centre le centre de la première couche et une aire représentant de 30 à 60% de l'aire de la première face ;
 - c) mise en place d'une cale rigide (5) présentant une dureté supérieure ou égale à 90 Shore A selon la norme ASTM D 2240-15(2021), contre la première couche (3-1), la cale rigide étant située hors de la région centrale de ladite première couche ;
 - d) accollement contre la cale rigide d'une seconde face qui est l'une des faces de plus grande aire du second élément électrochimique (2-2) de format parallélépipédique.
- [Revendication 19] Procédé selon la revendication 18 comprenant entre l'étape c) et l'étape d) la mise en place d'une seconde couche (3-2) d'un matériau réfractaire résistant à une température allant jusqu'à 1200°C, ladite seconde couche comportant une région centrale (C) ayant pour centre le centre de la seconde couche et une aire représentant de 30 à 60% de l'aire de la seconde face (3-2), la seconde couche étant au contact de la totalité de la seconde face.
- [Revendication 20] Procédé selon l'une des revendications 18 ou 19, comprenant après l'étape d), une étape de mise en compression desdits au moins deux éléments électrochimiques (2-1, 2-2) au moyen d'une ceinture ou d'une armature ou d'une sangle ou d'un châssis autour des éléments.

[Fig. 1]



RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

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

N° d'enregistrement
national

FA 908730
FR 2204993

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
Y	EP 3 952 009 A1 (SANYO ELECTRIC CO [JP]) 9 février 2022 (2022-02-09)	1, 2, 6-9, 18-20	H01M10/42 H01M10/658
A	* alinéas [0007], [0025], [0036], [0039]; figures 1, 2-4, 6 * -----	3-5, 10-17	H01M10/647 H01M10/0525
Y, D	EP 3 208 866 A1 (ACCUMULATEURS FIXES [FR]) 23 août 2017 (2017-08-23) * alinéa [0025] * -----	1, 2, 6-9, 18-20	
Y	US 2010/136396 A1 (HERMANN WESTON ARTHUR [US] ET AL) 3 juin 2010 (2010-06-03)	8	
A	* alinéa [0043] * -----	5	
A	US 2014/335398 A1 (PARTIN PHILLIP E [US] ET AL) 13 novembre 2014 (2014-11-13) * alinéa [0020] * -----	5	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			H01M
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
20 décembre 2022		Letilly, Marika	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE **RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2204993 FA 908730**

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 **20-12-2022**
 Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 3952009 A1	09-02-2022	CN 113614983 A	05-11-2021	
		EP 3952009 A1	09-02-2022	
		JP WO2020194938 A1	01-10-2020	
		US 2022166086 A1	26-05-2022	
		WO 2020194938 A1	01-10-2020	

EP 3208866 A1	23-08-2017	EP 3208866 A1	23-08-2017	
		FR 3048129 A1	25-08-2017	
		US 2017244088 A1	24-08-2017	

US 2010136396 A1	03-06-2010	US 2010136396 A1	03-06-2010	
		US 2013078494 A1	28-03-2013	

US 2014335398 A1	13-11-2014	CN 105229819 A	06-01-2016	
		EP 2994947 A1	16-03-2016	
		TW 201508972 A	01-03-2015	
		US 2014335398 A1	13-11-2014	
		WO 2014182759 A1	13-11-2014	
