

⑤④ Module de batterie pour véhicule automobile.

②② Date de dépôt : 22.04.22.

③③ Priorité :

⑥⑥ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

☐ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : *PLASTIC OMNIUM CLEAN
ENERGY SYSTEMS RESEARCH Société par actions
simplifiée (SAS) — FR.*

④③ Date de mise à la disposition du public
de la demande : 27.10.23 Bulletin 23/43.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 21.03.25 Bulletin 25/12.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑦② Inventeur(s) : LASSON Rémi, DERANGERE
Nicolas et BARSAN Cosmin.

⑦③ Titulaire(s) : *PLASTIC OMNIUM CLEAN ENERGY
SYSTEMS RESEARCH Société par actions simplifiée
(SAS).*

⑦④ Mandataire(s) : LLR.



Description

Titre de l'invention : Module de batterie pour véhicule automobile

Domaine technique de l'invention

[0001] L'invention concerne le domaine des batteries et, plus précisément, de modules de batterie pour un véhicule automobile.

Arrière-plan technique

[0002] Les véhicules automobiles ont de plus en plus besoin de capacité de stockage en énergie électrique notamment à cause des normes antipollution imposées par les législations locales. Si l'utilisation d'une batterie permet effectivement de substituer par un moteur électrique tout ou partie un moteur thermique et la pollution afférente à sa combustion, elle ne permet pas de le remplacer selon les mêmes conditions d'utilisation.

[0003] Un inconvénient majeur réside dans le risque d'emballement thermique des cellules d'accumulation d'énergie électrique notamment pour les batteries du type lithium-ion. Concrètement, si la température augmente trop, une réaction en chaîne à l'intérieur de la cellule d'accumulation d'énergie électrique finit par vaporiser l'électrolyte ce qui conduit à une surpression interne de la cellule d'accumulation d'énergie électrique. Dans les cas les plus sévères, plusieurs voire toutes les cellules d'accumulation d'énergie électrique sont soumises à un emballement thermique ce qui peut entraîner un incendie de la batterie et, incidemment, des organes entourant la batterie, c'est-à-dire notamment tout ou partie du véhicule automobile dans lequel est montée la batterie.

[0004] De manière aggravante, plus le courant consommé de la batterie est élevé, plus la puissance déchargée par la batterie est importante (l'effet Joule augmentant selon le carré du courant de décharge) et plus l'utilisateur est incité à utiliser une borne de charge rapide (l'effet Joule augmentant selon le carré du courant de charge) ce qui rend encore plus fréquent le risque d'emballement thermique.

[0005] Il ressort donc que la régulation thermique de la batterie devient donc un enjeu majeur pour les véhicules automobiles destinés à respecter les normes de pollution toujours plus drastiques.

Résumé de l'invention

[0006] L'invention a notamment pour but de proposer un module de batterie capable de détecter au plus tôt le risque d'emballement thermique des cellules d'accumulation d'énergie électrique contenues dans le module de batterie.

[0007] À cet effet, l'invention se rapporte à un module de batterie pour véhicule automobile comportant un boîtier enfermant des cellules d'accumulation d'énergie électrique, **ca-**

caractérisé en ce que le module de batterie comporte un dispositif de surveillance d'une caractéristique du fluide contenu dans le boîtier du module différente de la température afin de diagnostiquer la détérioration d'au moins une des cellules d'accumulation d'énergie électrique enfermées dans le boîtier du module.

- [0008] Selon l'invention, il est prévu que la batterie soit formée de plusieurs modules connectés électriquement en parallèle ou en série ce qui présente plusieurs avantages. Il est tout d'abord plus simple de réguler thermiquement plusieurs modules de batterie qu'un unique volume comportant le même nombre de cellules d'accumulation d'énergie électrique. Il est également plus simple d'implanter dans le véhicule automobile plusieurs modules de batterie qu'un unique volume comportant le même nombre de cellules d'accumulation d'énergie électrique. Enfin, il est plus simple de pouvoir changer un module comportant des cellules d'accumulation d'énergie électrique défaillantes plutôt que de changer la batterie entière pour seulement une faible partie de cellules d'accumulation d'énergie électrique défaillantes. On comprend ainsi que le diagnostic du dispositif de surveillance permettra de rapidement faire vérifier d'éventuelles cellules d'accumulation d'énergie électrique défaillantes en connaissant déjà le module de batterie à vérifier.
- [0009] En outre, de manière avantageuse, chaque module peut, selon l'invention, détecter la détérioration d'au moins une de ses cellules d'accumulation d'énergie électrique afin de gérer au plus tôt l'arrêt de l'emballement thermique de la batterie. La solution évidente pour résoudre un problème d'emballement thermique serait de surveiller la température des cellules d'accumulation d'énergie électrique. Toutefois, ce n'est pas la solution suivie par l'invention car, de manière effective, l'augmentation de température a lieu très peu de temps avant l'incendie.
- [0010] Ainsi, il a été constaté que pour éviter les déformations de chaque cellule d'accumulation d'énergie électrique et donc la détérioration des organes entourant la cellule d'accumulation d'énergie électrique, il est généralement prévu une soupape d'échappement, formée souvent par une partie frangible destinée à se briser à partir d'une pression interne prédéterminée, pour laisser communiquer la surpression à l'extérieur de la cellule d'accumulation d'énergie électrique. Une fois la soupape d'échappement ouverte, la cellule d'accumulation d'énergie électrique n'est donc plus fonctionnelle.
- [0011] L'invention tire donc partie de cette observation pour, non pas suivre la température de chaque cellule d'accumulation d'énergie électrique, mais surveiller au moins une autre caractéristique que la température du fluide présent dans le module de batterie telle que la composition, la pression, la transparence ou la conductivité pour déterminer si un fluide de pollution tel qu'un gaz s'est échappé d'au moins une des cellules d'accumulation d'énergie électrique du module afin de diagnostiquer un emballement

thermique. En effet, il est coûteux et complexe de monter un capteur de température sur chaque cellule d'accumulation d'énergie électrique et la prise de température unique dans le boîtier ne permet pas de détecter à coup sûr et suffisamment tôt un emballement thermique d'une des cellules d'accumulation d'énergie électrique. De manière différente selon l'invention, il est détecté une anomalie après la destruction d'au moins une des cellules d'accumulation d'énergie électrique. Ainsi, l'emballement thermique est localisé immédiatement parmi les modules de la batterie et suffisamment tôt (notamment plus tôt que par une surveillance de température) pour éviter qu'il ne se propage aux autres cellules d'accumulation d'énergie électrique du module de batterie et/ou aux autres modules de batterie. Enfin, avantageusement selon l'invention, le dispositif de surveillance est compatible à une grande variété de types de systèmes de régulation thermique.

- [0012] L'invention peut également comporter l'une ou plusieurs des caractéristiques optionnelles suivantes, prises seules ou en combinaison.
- [0013] Le dispositif de surveillance peut comporter au moins un élément de détection monté sur le boîtier du module et destiné à déterminer la présence d'un fluide de pollution échappé d'au moins une des cellules d'accumulation d'énergie électrique différent du fluide contenu dans le boîtier du module. Avantageusement selon l'invention, l'élément de détection peut aussi bien être monté à l'intérieur qu'à l'extérieur du boîtier de chaque module suivant l'implantation ou le type de la batterie. Bien entendu, plusieurs éléments de détection identiques (même caractéristique détectée du fluide présent dans le module de batterie) et/ou différents (plusieurs caractéristiques différentes détectées du fluide présent dans le module de batterie) peuvent être présents sur un même module afin d'améliorer le diagnostic.
- [0014] L'élément de détection peut comporter un capteur de concentration afin de mesurer la concentration en fluide de pollution échappé d'au moins une des cellules d'accumulation d'énergie électrique dans le fluide contenu dans le boîtier du module. On comprend donc que dès qu'une infime proportion de fluide de pollution est présente, le dispositif de surveillance pourra diagnostiquer un emballement thermique.
- [0015] L'élément de détection peut comporter un capteur de pression afin de mesurer une variation de pression dans le fluide contenu dans le boîtier de chaque module générée par le fluide de pollution échappé d'au moins une des cellules d'accumulation d'énergie électrique. Avantageusement selon l'invention, dès qu'une variation de la pression du fluide dans le module est au-dessus d'un seuil prédéterminé (tel que la pression moyenne des autres modules de batterie, un écart par rapport à une pression normale à une température donnée ou un écart par rapport à une pression prédéterminée), le dispositif de surveillance pourra diagnostiquer un emballement thermique.

- [0016] L'élément de détection peut comporter un capteur de conductivité afin de mesurer une variation de conductivité dans le fluide contenu dans le boîtier de chaque module générée par le fluide de pollution échappé d'au moins une des cellules d'accumulation d'énergie électrique. Avantageusement selon l'invention, dès qu'une variation de la conductivité (ou inversement la résistivité) du fluide dans le module est en dehors de seuils prédéterminés (tel que la conductivité moyenne des autres modules de batterie, un écart par rapport à une conductivité normale à une température donnée ou un écart par rapport à une conductivité prédéterminée), le dispositif de surveillance pourra diagnostiquer un emballement thermique.
- [0017] L'élément de détection comporte un capteur optique afin de mesurer une variation de transmission lumineuse dans le fluide contenu dans le boîtier de chaque module générée par le fluide de pollution échappé d'au moins une des cellules d'accumulation d'énergie électrique. Avantageusement selon l'invention, dès qu'une variation de luminosité du fluide dans le module est en dehors de seuils prédéterminés (tel que la luminosité moyenne des autres modules de batterie ou un écart par rapport à une luminosité prédéterminée), le dispositif de surveillance pourra diagnostiquer un emballement thermique. On remarque que ce dernier type de capteur autorise d'autres détectations supplémentaires. Ainsi, si un début d'incendie est présent dans le module, le dispositif de surveillance pourra détecter des fumées par la baisse de luminosité ou, au contraire, des flammes par l'augmentation de luminosité. En outre, en cas de fluide liquide dans le module, le dispositif de surveillance pourra détecter des bulles du gaz échappées de cellules d'accumulation d'énergie électrique par la variation de luminosité.
- [0018] Le dispositif de surveillance peut comporter au moins un élément de guidage monté sur le boîtier du module et destiné à dévier le fluide de pollution échappé d'au moins une des cellules d'accumulation d'énergie électrique vers l'élément de détection afin de rendre plus fiable la détection et limiter le nombre d'élément de détection. On comprend que l'élément de guidage peut former une partie du couvercle supérieur du boîtier de chaque module pour imposer un passage du fluide de pollution devant chaque élément de détection.
- [0019] Le fluide contenu dans le boîtier du module peut être de l'air sous phase gazeuse ou un fluide caloporteur diélectrique en phase liquide destiné à réguler thermiquement au moins une partie des cellules d'accumulation d'énergie électrique comprises dans le module de batterie.
- [0020] L'invention se rapporte également à un système de régulation thermique d'un module de batterie pour véhicule automobile tel que présenté plus haut, **caractérisé en ce que** le système de régulation comporte une unité de contrôle reliée électriquement au dispositif de surveillance du fluide contenu dans le boîtier du module afin de sélec-

tivement piloter le fonctionnement du système de régulation thermique en fonction de la détérioration diagnostiquée d'au moins une des cellules d'accumulation d'énergie électrique enfermées dans le boîtier du module.

- [0021] Enfin, l'invention se rapporte à un véhicule automobile **caractérisé en ce qu'il** comprend un système de régulation thermique tel que présenté plus haut.

Brève description des figures

- [0022] D'autres particularités et avantages de l'invention ressortiront clairement de la description qui en est faite ci-après, à titre indicatif et nullement limitatif, en référence aux dessins annexés, dans lesquels :

- [0023] [Fig.1] est une vue schématique de dessus d'un véhicule dans lequel un système de régulation thermique d'un module de batterie selon l'invention est monté ;

- [0024] [Fig.2] est une vue schématique en perspective de modules de batterie selon un premier mode de l'invention ;

- [0025] [Fig.3] est une vue schématique en coupe d'un module de batterie selon un deuxième mode de l'invention.

Description détaillée

- [0026] Dans tout ce qui suit, les orientations sont les orientations des figures. En particulier, les termes « supérieur », « inférieur », « gauche », « droit », « au-dessus », « en-dessous », « vers l'avant » et « vers l'arrière » s'entendent généralement par rapport au sens de représentation des figures.

- [0027] L'invention s'applique à tout type de système 1 de régulation thermique de batterie 3, notamment ceux destinés à équiper un véhicule 4 automobile de type tourisme, SUV (« Sport Utility Vehicles »), deux roues (notamment motos), avions, véhicules industriels choisis parmi camionnettes, « Poids - lourds » - c'est-à-dire métro, bus, engins de transport routier (camions, tracteurs, remorques), véhicules hors-la-route tels qu'engins agricoles ou de génie civil -, ou autres véhicules de transport ou de maintenance.

- [0028] Le véhicule 4 automobile peut être du type électrique, c'est-à-dire à au moins un moteur électrique alimenté par au moins une batterie, du type hybride, c'est-à-dire à au moins un moteur à explosion alimenté par au moins un carburant (essence, gaz de pétrole liquéfié, diesel, gaz naturel pour véhicule, bio-carburant comme par exemple de l'éthanol obtenu à base de matière végétale, etc.) et assisté par au moins un moteur électrique alimenté par au moins une batterie et/ou le réseau de bord du véhicule 4 automobile, du type pile à combustible, c'est-à-dire à au moins un moteur électrique alimenté par au moins une batterie et/ou par une pile à combustible alimentée par du dihydrogène (tel que celui provenant d'un réservoir sous pression) et du dioxygène (tel que celui provenant de l'air ambiant), ou encore du type hybride rechargeable,

c'est-à-dire à au moins un moteur à explosion alimenté par au moins un carburant (essence, gaz de pétrole liquéfié, diesel, gaz naturel pour véhicule, bio-carburant comme par exemple de l'éthanol obtenu à base de matière végétale, etc.) et au moins un moteur électrique alimenté par au moins une batterie et/ou le réseau de bord du véhicule 4 automobile. Bien entendu, l'invention ne se limite aux exemples ci-dessus de véhicules 4 automobiles mais s'applique à tout type de véhicule 4 automobile comportant au moins une batterie sans sortir du cadre de l'invention.

- [0029] Par « système 1 de régulation thermique », on entend tous les types de systèmes 1 permettant de gérer le flux, la température et la pression d'un fluide caloporteur destiné, par déplacement dudit fluide caloporteur autour d'une partie des cellules 9 d'accumulation d'énergie électrique d'une batterie 3 (échange par immersion dans un fluide caloporteur diélectrique, échange par air pulsé, échange par air - échangeur), à échanger thermiquement avec tout ou partie des cellules 9 d'accumulation d'énergie électrique afin de contrôler sa température, c'est-à-dire typiquement réchauffer et/ou refroidir, suivant un pilotage prédéterminé, tout ou partie des cellules 9 d'accumulation d'énergie électrique présentes dans au moins un module 7 de batterie 3.
- [0030] Par « fluide caloporteur », on entend un fluide du système 1 de régulation thermique permettant d'échanger par contact le froid et/ou la chaleur d'au moins une partie des cellules 9 d'accumulation d'énergie électrique d'une batterie 3. Typiquement, le fluide caloporteur peut circuler autour de tout ou partie des cellules 9 d'accumulation d'énergie électrique par remplissage au moins partiel d'un module 7 de batterie 3.
- [0031] Par « fluide caloporteur diélectrique », on entend un fluide destiné à rester sous forme liquide dans le module 7 de batterie 3 du système 1 de régulation thermique afin d'échanger par contact le froid et/ou la chaleur d'au moins une partie des cellules 9 d'accumulation d'énergie électrique d'une batterie 3. Typiquement, le fluide caloporteur diélectrique est monophasique, c'est-à-dire qu'il ne changera pas de phase (restera liquide) dans la plage de températures considérée en fonctionnement normal comme, par exemple, entre -40°C et 60°C . Selon l'invention, le fluide caloporteur est diélectrique, c'est-à-dire présente préférentiellement une résistivité électrique ρ au moins égale à $1 \bullet 10^9$ ohms mètres ($1 \text{ G}\Omega \bullet \text{m}$) à une température de 300 kelvins (300 K) ou, inversement, une conductivité électrique σ au plus égale à $1 \bullet 10^{-9}$ siemens par mètre ($1 \text{ nS} \bullet \text{m}^{-1}$) à une température de 300 kelvins (300 K), afin de ne pas perturber les connexions électriques entre notamment les cellules 9 présentes dans un même module 7 de batterie 3. Ce type de fluide caloporteur diélectrique peut être semblable à ceux utilisés pour les transformateurs électriques. Il ne sera donc pas davantage décrit dans la présente description car connu en soi. À titre d'exemple nullement limitatif, le fluide caloporteur diélectrique peut par exemple être un produit du type Novec® 7500 vendu par la société 3M®, du type F18 ou F20 vendus par la société Total® ou du type

DF7 ou DFK vendus par la société MiVolt®.

- [0032] Par « cellule 9 d'accumulation d'énergie électrique », on entend tous les types d'accumulateurs électrochimiques capables de stocker de l'énergie électrique et, de manière réversible, de restituer l'énergie électrique stockée.
- [0033] Par « module 7 de batterie 3 », on entend un boîtier 8 regroupant au moins deux cellules 9 d'accumulation d'énergie électrique connectées électriquement en série ou en parallèle. Dans le cadre de l'invention, il est prévu une circulation de fluide caloporteur dans au moins un module 7 de batterie 3 afin de réguler thermiquement au moins une partie des cellules 9 d'accumulation d'énergie électrique reçue dans le module 7 de batterie 3.
- [0034] Par « batterie 3 », on entend l'ensemble des modules 7 connectés électriquement en série ou en parallèle et, incidemment, l'ensemble des cellules 9 d'accumulation d'énergie électrique comprises dans les modules 7.
- [0035] Par « groupe motopropulseur 2 », on entend l'ensemble comportant le (ou les) moteur(s) destiné(s) à entraîner directement ou indirectement des roues du véhicule 4 automobile ainsi que les accessoires de chaque moteur tels que, par exemple, l'alternateur, le système de refroidissement, la boîte de vitesses ou le système de lubrification.
- [0036] Dans l'exemple illustré à la [Fig.1], un système 1 de régulation thermique d'une batterie 3 est monté dans un véhicule 4 automobile. Dans cet exemple, un élément 5 de connexion électrique est prévu sur la carrosserie du véhicule 4 automobile pour permettre le rechargement de la batterie 3. Comme cela sera expliqué ci-dessus, le système 1 de régulation thermique et/ou la batterie 3 peut être relié fluidiquement et/ou électriquement au groupe motopropulseur 2. Avantagement selon l'invention, toutes les caractéristiques et effets techniques du système 1 de régulation thermique permettent de garantir un fonctionnement optimal des échanges d'énergie électrique entre la batterie 3 et les organes du véhicule 4 automobile comme, par exemple, pendant le roulage du véhicule automobile ou pendant un rechargement en énergie électrique pendant un stationnement du véhicule automobile.
- [0037] Le système 1 de régulation thermique peut être, avantagement selon l'invention, de plusieurs types. Le fluide caloporteur contenu dans le boîtier 8 du module 7 peut être de l'air sous phase gazeuse ou un fluide caloporteur diélectrique en phase liquide destiné à réguler thermiquement au moins une partie des cellules 9 d'accumulation d'énergie électrique comprises dans le module 7 de batterie 3. Les modules 7 de batterie 3 permettent également la connexion électrique des cellules 9 d'accumulation d'énergie électrique au reste du véhicule 4 automobile afin de garantir son approvisionnement en énergie électrique. Ces connexions électriques sont faites par des connecteurs étanches. Les modules 7 de batterie 3 comportent chacun un boîtier 8

formé d'une base 8b en creux inférieur (recevant les cellules 9 d'accumulation d'énergie électrique) fermée par un couvercle 8a supérieur de manière étanche afin d'offrir une protection des cellules 9 d'accumulation d'énergie électrique contre les incidents mécaniques (crash, chocs mécaniques, etc.) ainsi qu'une protection en cas d'incendie (limite la progression des flammes extérieures à chaque module 7 de batterie 3 pour que ces dernières n'atteignent pas les cellules 9 d'accumulation d'énergie électrique).

[0038] Selon l'invention, le système 1 de régulation comporte une unité 11 de contrôle reliée électriquement à un dispositif 19 de surveillance du fluide contenu dans le boîtier 8 du module 7 de batterie 3 afin de sélectivement piloter le fonctionnement du système 1 de régulation thermique en fonction de la détérioration diagnostiquée d'au moins une des cellules 9 d'accumulation d'énergie électrique enfermées dans le boîtier 8.

[0039] Dans l'exemple illustré à la [Fig.2], le système 1 de régulation peut être du type à immersion des cellules 9 d'accumulation d'énergie électrique, c'est-à-dire que chaque module 7 de batterie 3 comporte un boîtier 8 enfermant des cellules 9 d'accumulation d'énergie électrique dans du fluide caloporteur diélectrique. Préférentiellement, les cellules 9 d'accumulation d'énergie électrique de chaque module 7 de batterie 3 sont totalement immergées dans du fluide caloporteur diélectrique formant une partie d'un réseau 6 fluide. Préférentiellement, plusieurs modules 7 de batterie 3 sont connectés fluidiquement au reste du réseau 6 fluide par des connections hydrauliques à une rampe 10 d'entrée commune et à une rampe 12 de sortie commune. Dans l'exemple illustré à la [Fig.2], trois modules 7 de batterie 3 sont placés en parallèle dans le réseau 6 fluide afin de permettre un approvisionnement équitable et homogène en fluide caloporteur diélectrique pour chacun des modules 7 de batterie 3, garantissant ainsi une régulation thermique homogène des cellules 9 d'accumulation d'énergie électrique. Cette disposition en parallèle permet également la réduction des pertes de charge dans le réseau 6 fluide. Afin d'homogénéiser les pertes de charge dans chacune des connexions des modules 7 de batterie 3 (et donc afin d'avoir des débits similaires dans chaque module), la section de connexion fluide entre la rampe 10 d'entrée commune et son module 7 de batterie 3 associé est de taille différente suivant sa distance par rapport à son raccordement au réseau 6 fluide afin d'obtenir un débit de fluide caloporteur diélectrique équivalent entre les modules 7 de batterie 3.

[0040] Dans l'exemple illustré à la [Fig.3], le système 1 de régulation peut être du type à échangeur thermique 18 avec le fluide caloporteur compris autour des cellules 9 d'accumulation d'énergie électrique, c'est-à-dire que chaque module 7 de batterie 3 comporte un boîtier 8 enfermant des cellules 9 d'accumulation d'énergie électrique et un échangeur thermique 18. Préférentiellement, les cellules 9 d'accumulation d'énergie électrique de chaque module 7 de batterie 3 sont donc réchauffées ou refroidies par

l'échangeur thermique 18 formant une partie d'un réseau 6 fluide du système 1 de régulation thermique via le fluide caloporteur présent dans le boîtier 8. Préférentiellement, plusieurs modules 7 de batterie 3 sont connectés fluidiquement au reste du réseau 6 fluide par des connections hydrauliques à une rampe 10 d'entrée commune et à une rampe 12 de sortie commune. Dans l'exemple illustré à la [Fig.3], les modules 7 de batterie 3 (un seul à la [Fig.3]) sont placés en parallèle dans le réseau 6 fluide afin de permettre un approvisionnement équitable et homogène en fluide caloporteur pour chacun des échangeurs thermique 18 des modules 7 de batterie 3, garantissant ainsi une régulation thermique homogène des cellules 9 d'accumulation d'énergie électrique. Cette disposition en parallèle permet également la réduction des pertes de charge dans le réseau 6 fluide entre l'entrée 10' et la sortie 12' de l'échangeur thermique 18 dans le boîtier 8.

[0041] On comprend donc que le système 1 de régulation thermique selon l'invention permet de maintenir les cellules 9 d'accumulation d'énergie électrique à leur température optimale afin de garantir un fonctionnement optimisé (maintien au meilleur rendement énergétique) et robuste (charge et décharge optimales pour une durée de vie plus longue) de la batterie 3 quelles que soient les conditions extérieures dans lesquelles évolue le véhicule 4 automobile, c'est-à-dire même s'il fait très froid ou très chaud.

[0042] Il est également envisageable dans une solution plus simple qu'aucun échangeur thermique 18 ne soit utilisé et que le fluide caloporteur, qui peut être de l'air à pression ambiante, soit aspiré dans le boîtier 8 puis refoulé en dehors du boîtier 8 par un ventilateur (non représenté). On comprend que dans ce dernier cas, le potentiel de réchauffement et de refroidissement du système 1 de régulation thermique est beaucoup plus limité que les deux premiers cas.

[0043] Typiquement, l'exemple par l'immersion est plus efficace pour les échanges thermiques car la surface spécifique d'échange est plus grande et l'évacuation en dehors de chaque module 7 de batterie 3 par circulation du fluide caloporteur diélectrique est rapide ce qui permet des grandes efficacité et réactivité de régulation propres à satisfaire aussi bien la charge (en borne de charge rapide) que la décharge (consommation électrique du véhicule 4 automobile à forte charge) de grande puissance électrique de la batterie. En outre, l'échange thermique est très efficace car il se fait directement par convection du fluide caloporteur sur l'enveloppe de chaque cellule 9 d'accumulation d'énergie électrique. De manière connexe, la régulation par immersion est également plus sûre contre la propagation du feu éventuel de la batterie 3 dans le véhicule 4 automobile.

[0044] Avantageusement selon l'invention, chaque module 7 de batterie 3 comporte un dispositif 19 de surveillance d'une caractéristique du fluide contenu dans le boîtier 8 du module 7 différente de la température afin de diagnostiquer la détérioration d'au

moins une des cellules 9 d'accumulation d'énergie électrique enfermées dans le boîtier 8.

[0045] Selon l'invention, il est prévu que la batterie 3 soit formée de plusieurs modules 7 connectés électriquement en parallèle ou en série ce qui présente plusieurs avantages. Il est tout d'abord plus simple de réguler thermiquement plusieurs modules 7 de batterie 3 qu'un unique volume comportant le même nombre de cellules 9 d'accumulation d'énergie électrique. Il est également plus simple d'implanter dans le véhicule 4 automobile plusieurs modules 7 de batterie 3 qu'un unique volume comportant le même nombre de cellules 9 d'accumulation d'énergie électrique. Enfin, il est plus simple de pouvoir changer un module 7 de batterie 3 comportant des cellules 9 d'accumulation d'énergie électrique défaillantes plutôt que de changer la batterie 3 entière pour seulement une faible partie de cellules 9 d'accumulation d'énergie électrique défaillantes. On comprend ainsi que le diagnostic du dispositif 19 de surveillance permettra de rapidement faire vérifier d'éventuelles cellules 9 d'accumulation d'énergie électrique défaillantes en connaissant déjà le module 7 de batterie 3 à vérifier.

[0046] En outre, de manière avantageuse, chaque module 7 de batterie 3 peut, selon l'invention, détecter la détérioration d'au moins une de ses cellules 9 d'accumulation d'énergie électrique afin de gérer au plus tôt l'arrêt de l'emballlement thermique de la batterie 3. La solution évidente pour résoudre un problème d'emballlement thermique serait de surveiller la température des cellules 9 d'accumulation d'énergie électrique. Toutefois, ce n'est pas la solution suivie par l'invention.

[0047] Ainsi, il a été constaté que pour éviter les déformations de chaque cellule 9 d'accumulation d'énergie électrique et donc la détérioration des organes entourant chaque cellule 9 d'accumulation d'énergie électrique, il est généralement prévu une soupape d'échappement 21, formée souvent par une partie frangible destinée à se briser à partir d'une pression interne prédéterminée, pour laisser communiquer la surpression à l'extérieur de la cellule 9 d'accumulation d'énergie électrique. Une fois la soupape d'échappement 21 ouverte, la cellule 9 d'accumulation d'énergie électrique n'est donc plus fonctionnelle.

[0048] L'invention tire donc partie de cette observation pour, non pas suivre la température de chaque cellule 9 d'accumulation d'énergie électrique, mais surveiller au moins une autre caractéristique que la température du fluide présent dans le module 7 de batterie 3 telle que la composition, la pression, la transparence ou la conductivité pour déterminer si un fluide tel qu'un gaz s'est échappé d'au moins une des cellules 9 d'accumulation d'énergie électrique du module 7 de batterie 3 afin de diagnostiquer un emballlement thermique. En effet, il est coûteux et complexe de monter un capteur de température sur chaque cellule 9 d'accumulation d'énergie électrique et la prise de température

unique dans le boîtier 8 ne permet pas de détecter à coup sûr et suffisamment tôt un emballement thermique d'une des cellules 9 d'accumulation d'énergie électrique. De manière différente selon l'invention, il est détecté une anomalie après la destruction d'au moins une des cellules 9 d'accumulation d'énergie électrique. Ainsi, l'emballement thermique est localisé immédiatement parmi les modules 7 de la batterie 3 et suffisamment tôt pour éviter qu'il ne se propage aux autres cellules 9 d'accumulation d'énergie électrique du module 7 de batterie 3 et/ou aux autres modules 7 de batterie 3. Enfin, avantageusement selon l'invention, le dispositif 19 de surveillance est compatible à une grande variété de types de systèmes 1 de régulation thermique comme expliqué ci-dessus.

- [0049] Le dispositif 19 de surveillance peut comporter au moins un élément 13 de détection monté sur le boîtier 8 du module 7 et destiné à déterminer la présence d'un fluide de pollution échappé d'au moins une des cellules 9 d'accumulation d'énergie électrique différent du fluide contenu dans le boîtier 8 du module 7 de batterie. Avantageusement selon l'invention, l'élément 13 de détection peut aussi bien être monté à l'intérieur qu'à l'extérieur du boîtier 8 suivant l'implantation ou le type de la batterie 3. Bien entendu, plusieurs éléments 13 de détection identiques (même caractéristique détectée du fluide présent dans le module 7 de batterie 3) et/ou différents (plusieurs caractéristiques différentes détectées du fluide présent dans le module 7 de batterie 3) peuvent être présents sur un même module 7 afin d'améliorer le diagnostic de l'unité 11 de contrôle.
- [0050] Selon une première variante, l'élément 13 de détection peut comporter un capteur de concentration afin de mesurer la concentration en fluide de pollution échappé d'au moins une des cellules 9 d'accumulation d'énergie électrique dans le fluide contenu dans le boîtier 8. On comprend donc que dès qu'une infime proportion est présente, le dispositif 19 de surveillance pourra diagnostiquer un emballement thermique.
- [0051] Selon une deuxième variante, l'élément 13 de détection peut comporter un capteur de pression afin de mesurer une variation de pression dans le fluide contenu dans le boîtier 8 générée par le fluide de pollution échappé d'au moins une des cellules 9 d'accumulation d'énergie électrique. Avantageusement selon l'invention, dès qu'une variation de la pression du fluide dans le module 7 de batterie 3 est au-dessus d'un seuil prédéterminé (tel que la pression moyenne des autres modules 7 de batterie 3, un écart par rapport à une pression normale à une température donnée ou un écart par rapport à une pression prédéterminée telle que la pression ambiante en dehors du boîtier 8), le dispositif 19 de surveillance pourra diagnostiquer un emballement thermique.
- [0052] Selon une troisième variante, l'élément 13 de détection peut comporter un capteur de conductivité afin de mesurer une variation de conductivité dans le fluide contenu dans

le boîtier 8 générée par le fluide de pollution échappé d'au moins une des cellules 9 d'accumulation d'énergie électrique. Avantageusement selon l'invention, dès qu'une variation de la conductivité (ou inversement la résistivité) du fluide dans le module 7 de batterie 3 est en dehors de seuils prédéterminés (tel que la conductivité moyenne des autres modules 7 de batterie 3, un écart par rapport à une conductivité normale à une température donnée ou un écart par rapport à une conductivité prédéterminée), le dispositif 19 de surveillance pourra diagnostiquer un emballement thermique.

[0053] Selon une quatrième variante, l'élément 13 de détection comporte un capteur optique afin de mesurer une variation de transmission lumineuse dans le fluide contenu dans le boîtier 8 générée par le fluide de pollution échappé d'au moins une des cellules 9 d'accumulation d'énergie électrique. Avantageusement selon l'invention, dès qu'une variation de luminosité du fluide dans le module 7 de batterie 3 est en dehors de seuils prédéterminés (tel que la luminosité moyenne des autres modules 7 de batterie 3 ou un écart par rapport à une luminosité prédéterminée), le dispositif 19 de surveillance pourra diagnostiquer un emballement thermique. On remarque que ce dernier type de capteur autorise d'autres détections supplémentaires. Ainsi, si un début d'incendie est présent dans le module 7 de batterie, le dispositif 19 de surveillance pourra détecter des fumées par la baisse de luminosité ou, au contraire, des flammes par l'augmentation de luminosité. En outre, en cas de fluide caloporteur diélectrique en phase liquide dans le module 7 de batterie 3, le dispositif 19 de surveillance pourra détecter des bulles du gaz échappées de cellules 9 d'accumulation d'énergie électrique par la variation de luminosité.

[0054] Avantageusement selon l'invention, le dispositif 19 de surveillance peut comporter au moins un élément 17 de guidage monté sur le boîtier 8 et destiné à dévier le fluide de pollution échappé d'au moins une des cellules 9 d'accumulation d'énergie électrique vers l'élément 13 de détection afin de rendre plus fiable la détection et limiter le nombre d'élément 13 de détection. On comprend que l'élément 17 de guidage peut former une partie du couvercle 8a supérieur du boîtier 8 pour imposer un passage du fluide de pollution devant chaque élément 13 de détection.

[0055] Dans l'exemple illustré à la [Fig.3], on peut voir que l'élément 17 de guidage peut ainsi comporter un déflecteur 16 au-dessus d'une partie des cellules 9 d'accumulation d'énergie électrique afin d'obliger tout fluide de pollution générées par une des cellules 9 d'accumulation d'énergie électrique à passer dans la zone 14 de détection de l'élément 13 de détection avant de s'échapper vers la sortie 15.

[0056] Bien entendu, l'élément 17 de guidage peut également uniquement d'obliger tout fluide de pollution générées par une des cellules 9 d'accumulation d'énergie électrique à s'échapper vers la sortie 15 afin de passer dans une zone 14 de détection de l'élément 13 de détection positionnée en dehors du boîtier 8 du module 7, préférentiellement à

proximité de la sortie 15.

[0057] L'invention n'est pas limitée aux modes de réalisation et variantes présentés et d'autres modes de réalisation et variantes apparaîtront clairement à l'homme du métier. Ainsi, les modes de réalisation et variantes sont combinables entre eux sans sortir du cadre de l'invention. À titre nullement limitatif, il est possible qu'un autre type d'élément 13 de détection soit utilisé pour permettre la détection d'un fluide de pollution d'une des cellules 9 d'accumulation d'énergie électrique sans sortir du cadre de l'invention. Par ailleurs, un élément T02 de détection de température peut être utilisé pour, par exemple, pondérer thermiquement un capteur tel qu'un capteur de pression et/ou un capteur de conductivité.

[0058] **Liste de références**

- [0059] 1 - système de régulation thermique
- [0060] 2 - groupe motopropulseur
- [0061] 3 - batterie
- [0062] 4 - véhicule automobile
- [0063] 5 - élément de connexion électrique
- [0064] 6 - réseau fluidique
- [0065] 7 - module de batterie
- [0066] 8 - boîtier du module de batterie
- [0067] 8a - couvercle supérieur du boîtier
- [0068] 8b - base en creux inférieure du boîtier
- [0069] 9 - cellules d'accumulation d'énergie électrique
- [0070] 10 - rampe commune d'entrée
- [0071] 10' - entrée
- [0072] 11 - unité de contrôle
- [0073] 12 - rampe commune de sortie
- [0074] 12' - sortie
- [0075] 13 - élément de détection
- [0076] 14 - zone de détection
- [0077] 15 - sortie de fluide de pollution
- [0078] 16 - déflecteur
- [0079] 17 - élément de guidage
- [0080] 18 - échangeur thermique
- [0081] 19 - dispositif de surveillance
- [0082] 21 - soupape d'échappement
- [0083] T02 - élément de détection de la température du module

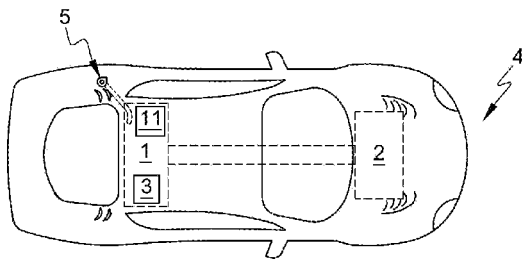
Revendications

- [Revendication 1] Module (7) de batterie (3) pour véhicule (4) automobile comportant un boîtier (8) enfermant des cellules (9) d'accumulation d'énergie électrique, le module (7) de batterie (3) comportant un dispositif (19) de surveillance d'une caractéristique du fluide contenu dans le boîtier (8) du module (7) différente de la température afin de diagnostiquer la détérioration d'au moins une des cellules (9) d'accumulation d'énergie électrique enfermées dans le boîtier (8) du module (7), **caractérisé en ce que** le dispositif (19) de surveillance comporte au moins un élément (13) de détection monté sur le boîtier (8) du module (7) et destiné à déterminer la présence d'un fluide de pollution échappé d'au moins une des cellules (9) d'accumulation d'énergie électrique différent du fluide contenu dans le boîtier (8) du module (7) et, **en ce que** l'élément (13) de détection comporte un capteur de conductivité afin de mesurer une variation de conductivité dans le fluide contenu dans le boîtier (8) du module (7) générée par le fluide de pollution échappé d'au moins une des cellules (9) d'accumulation d'énergie électrique.
- [Revendication 2] Module (7) de batterie (3) selon la revendication précédente, dans lequel l'élément (13) de détection comporte un capteur de concentration afin de mesurer la concentration en fluide de pollution échappé d'au moins une des cellules (9) d'accumulation d'énergie électrique dans le fluide contenu dans le boîtier (8) du module (7).
- [Revendication 3] Module (7) de batterie (3) selon la revendication 1 ou 2, dans lequel l'élément (13) de détection comporte un capteur de pression afin de mesurer une variation de pression dans le fluide contenu dans le boîtier (8) du module (7) générée par le fluide de pollution échappé d'au moins une des cellules (9) d'accumulation d'énergie électrique.
- [Revendication 4] Module (7) de batterie (3) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel l'élément (13) de détection comporte un capteur optique afin de mesurer une variation de transmission lumineuse dans le fluide contenu dans le boîtier (8) du module (7) générée par le fluide de pollution échappé d'au moins une des cellules (9) d'accumulation d'énergie électrique.
- [Revendication 5] Module (7) de batterie (3) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le dispositif (19) de surveillance comporte au moins un élément (17) de guidage monté sur le boîtier (8) du module (7) et destiné à dévier le fluide de pollution échappé d'au moins une des

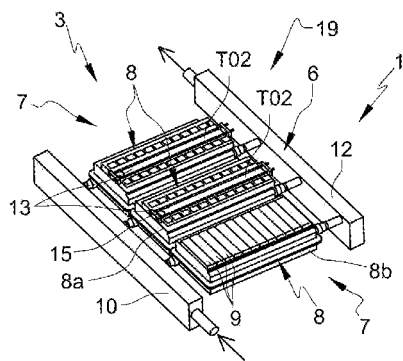
cellules (9) d'accumulation d'énergie électrique vers l'élément (13) de détection afin de rendre plus fiable la détection et limiter le nombre d'élément (13) de détection.

- [Revendication 6] Module (7) de batterie (3) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel l'élément (13) de détection est monté à l'intérieur du boîtier (8) du module (7).
- [Revendication 7] Module (7) de batterie (3) selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans lequel l'élément (13) de détection est monté à l'extérieur du boîtier (8) du module (7).
- [Revendication 8] Module (7) de batterie (3) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le fluide contenu dans le boîtier (8) du module (7) est de l'air.
- [Revendication 9] Module (7) de batterie (3) selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, dans lequel le fluide contenu dans le boîtier (8) du module (7) est un fluide caloporteur diélectrique en phase liquide destiné à réguler thermiquement au moins une partie des cellules (9) d'accumulation d'énergie électrique comprises dans le module (7) de batterie (3).
- [Revendication 10] Système (1) de régulation thermique d'un module (7) de batterie (3) pour véhicule (4) automobile selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le système (1) de régulation comporte une unité (11) de contrôle reliée électriquement au dispositif (19) de surveillance du fluide contenu dans le boîtier (8) du module (7) afin de sélectivement piloter le fonctionnement du système (1) de régulation thermique en fonction de la détérioration diagnostiquée d'au moins une des cellules (9) d'accumulation d'énergie électrique enfermées dans le boîtier (8) du module (7).
- [Revendication 11] Véhicule (4) automobile **caractérisé en ce qu'il** comprend un système (1) de régulation thermique selon la revendication précédente.

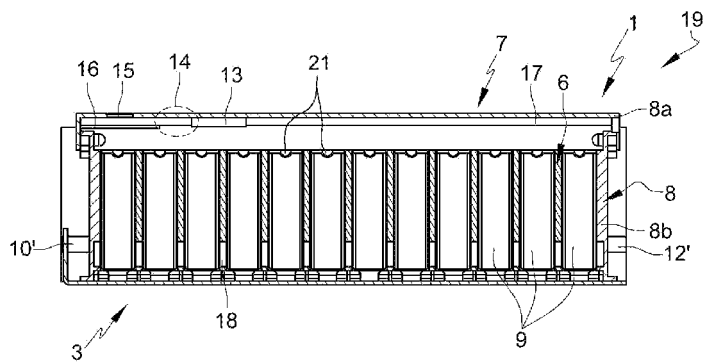
[Fig. 1]



[Fig. 2]



[Fig. 3]



RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveau) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

☐ Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.

☐ Le demandeur a maintenu les revendications.

☒ Le demandeur a modifié les revendications.

☐ Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.

☐ Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.

☐ Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

☐ Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.

☒ Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.

☐ Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.

☐ Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION

NEANT

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

LIAO ZHENGHAI ET AL: "A survey of methods for monitoring and detecting thermal runaway of lithium-ion batteries", JOURNAL OF POWER SOURCES, ELSEVIER, AMSTERDAM, NL, vol. 436, 20 juillet 2019 (2019-07-20), XP085761281, ISSN: 0378-7753, DOI:10.1016/J.JPOWSOUR.2019.226879 [extrait le 2019-07-20]

WO 2021/001108 A1 (IEE SA [LU])
7 janvier 2021 (2021-01-07)

EP 3 910 349 A1 (LG CHEMICAL LTD [KR])
17 novembre 2021 (2021-11-17)

DE 10 2020 109269 A1 (ELRINGKLINGER AG [DE])
7 octobre 2021 (2021-10-07)

FR 3 112 028 A1 (VALEO SYSTEMES THERMIQUES [FR])
31 décembre 2021 (2021-12-31)

US 2012/003515 A1 (EISENHOUR RONALD S [US])
5 janvier 2012 (2012-01-05)

EP 3 166 175 A1 (COMMISSARIAT À L'ÉNERGIE ATOMIQUE ET AUX ÉNERGIES ALTERNATIVES [FR])
10 mai 2017 (2017-05-10)

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

NEANT