

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 17.05.23.

30 Priorité :

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

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

60 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

71 Demandeur(s) : TotalEnergies OneTech Société par
actions simplifiée — FR.

72 Inventeur(s) : Champagne Nicolas, Edappady
Niranjan, Quoirin Gérard, Raisin Jonathan et Meunier
Alexandre.

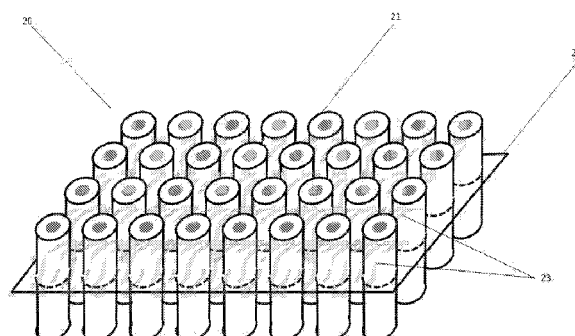
73 Titulaire(s) : TotalEnergies OneTech Société par
actions simplifiée.

74 Mandataire(s) : AUGUST DEBOUZY.

54 Système de refroidissement batterie intégrant un fluide diélectrique sans convection forcée.

57 La présente invention concerne une batterie élec-
trique comprenant un boîtier, une pluralité de cellules (21) et
un fluide de refroidissement, dans laquelle :
- le fluide de refroidissement (23) et la pluralité de cel-
lules (21) sont positionnés dans le boîtier ;
- le fluide de refroidissement est en contact direct avec
les cellules de la pluralité de cellules (21) ;
- le fluide de refroidissement (23) a un coefficient de va-
riation de densité fonction de la température supérieur à un
seuil prédéterminé.

Figure pour l'abrégé : Fig. 2



Description

Titre de l'invention : Système de refroidissement batterie intégrant un fluide diélectrique sans convection forcée.

Domaine technique

[0001] La présente invention concerne le domaine des systèmes de refroidissement pour les batteries afin d'éviter notamment l'emballement thermique d'une cellule et éventuellement sa propagation aux autres cellules de la batterie. La batterie peut être mise en œuvre dans des applications mobiles ou stationnaires.

Etat de la technique

[0002] Une batterie électrique est un dispositif permettant de stocker de l'énergie sous forme d'énergie chimique puis de convertir cette énergie chimique en énergie électrique.

[0003] Les batteries électriques sont couramment utilisées dans des applications mobiles ou stationnaires. Parmi les applications stationnaires, on peut citer les batteries de stockage d'énergie, par exemple les batteries de stockage solaire. Parmi les applications mobiles, on peut citer les applications automobiles, tels que les véhicules électriques, ou l'aviation.

[0004] L'énergie chimique stockée dans une batterie est constituée par des composés électrochimiquement actifs qui sont déposés sur au moins une face d'électrodes disposées dans un générateur électrochimique. L'énergie électrique est produite par des réactions électrochimiques au cours d'une décharge d'une cellule électrochimique.

[0005] En général, une batterie comprend plusieurs cellules électrochimiques. Une cellule électrochimique de type lithium-ion est fondée sur le principe de l'insertion réversible de lithium dans une structure hôte d'une manière électrochimiquement active.

[0006] Dans le domaine des cellules électrochimiques tel que les cellules lithium-ion, la température des cellules doit être gérée afin d'être maintenue à l'intérieur d'une plage adéquate de fonctionnement de la cellule. Ainsi, les batteries lithium-ion sont généralement mises en œuvre à des températures allant de -40°C à +70°C.

[0007] Divers systèmes sont utilisés pour maintenir la température des batteries dans la plage adéquate. Par exemple, un flux d'air le long de la batterie peut permettre de réduire sa température. D'autres systèmes plus complexes offrent plus d'efficacité, par exemple en faisant circuler, à l'aide d'une pompe, un fluide de refroidissement dans un circuit autour de la batterie pour abaisser ou maintenir la température de la batterie.

[0008] Toutefois, la réaction électrochimique d'une cellule peut s'emballer entraînant, dans un court laps de temps, une augmentation très importante de sa température et éventuellement la production de gaz chauds. Par exemple, certaines cellules peuvent atteindre des températures de l'ordre de 400 à 800°C. Un tel emballement de la tem-

pérature d'une cellule peut être dû à un court-circuit au sein d'une cellule, une perte d'intégrité de la cellule lors d'un accident ou encore lorsque la cellule est confrontée à de fortes températures (par exemple $>150^{\circ}\text{C}$).

- [0009] Dans ce cas une quantité importante d'énergie thermique doit être évacuée rapidement. En effet, si l'énergie thermique n'est pas évacuée suffisamment rapidement la température des cellules proches risque d'augmenter au-dessus d'un seuil qui entraînerait également leur emballement thermique. Il est nécessaire d'empêcher une telle propagation de l'emballement thermique aux cellules voisines.
- [0010] Les solutions de refroidissement mentionnées ci-dessus s'avèrent bien souvent coûteuses, complexes et parfois insuffisantes pour empêcher la propagation de l'emballement thermique aux cellules voisines.
- [0011] C'est donc un objet de la présente invention que de proposer un nouveau système simple à mettre en œuvre, de refroidissement de batteries visant à empêcher la propagation de l'emballement thermique d'une cellule en défaut.

Résumé de l'invention

- [0012] Plus précisément, la présente invention concerne une batterie électrique comprenant un boîtier, une pluralité de cellules et un fluide de refroidissement, dans laquelle :
- le fluide de refroidissement et la pluralité de cellules sont positionnés dans le boîtier ;
 - le fluide de refroidissement est en contact direct avec au moins une cellule de la pluralité de cellules ;
 - le fluide de refroidissement a un coefficient de variation de densité avec la température supérieur à un seuil prédéterminé.
- [0013] Par boîtier il est ici entendu l'enveloppe dans laquelle est logée la pluralité de cellules. Le boîtier peut être formé en partie ou complètement par des éléments appartenant au système pour lequel la batterie est employée. Par exemple, le boîtier peut être formé par des éléments d'un véhicule. Le boîtier de la batterie peut être hermétique au fluide de refroidissement sans pour autant empêcher la présence de valves ou autre dispositif permettant par exemple de changer le fluide de refroidissement.
- [0014] Par fluide de refroidissement, également appelé liquide de refroidissement, il est entendu un fluide caloporteur utilisé pour refroidir la cellule ou la pluralité de cellules. C'est-à-dire un fluide qui absorbe l'énergie thermique produite par la cellule ou la pluralité de cellules.
- [0015] Le fluide de refroidissement selon l'invention comprend une ou plusieurs huiles de base, de préférence en une teneur totale d'au moins 70% en poids, de préférence allant de 70 à 100% en poids, de préférence encore de 80 à 98% en poids, préférentiellement

de 85 à 95% en poids, par rapport au poids total du fluide de refroidissement.

[0016] Ces huiles de base peuvent être choisies parmi les huiles de base conventionnellement utilisées dans le domaine des huiles lubrifiantes, telles que les huiles minérales, synthétiques ou naturelles, animales ou végétales ou leurs mélanges.

[0017] Il peut s'agir d'un mélange de plusieurs huiles de base, par exemple un mélange de deux, trois, ou quatre huiles de base.

[0018] Les huiles de base du fluide de refroidissement considérées selon l'invention peuvent être en particulier des huiles d'origines minérales ou synthétiques appartenant aux groupes I à V selon les classes définies dans la classification API (ou leurs équivalents selon la classification ATIEL) et présentées dans le tableau 1 ci-dessous ou leurs mélanges. Le fluide de refroidissement peut être constitué de 100% d'huile de base d'origine minérale, synthétique, biosourcée ou recyclée.

[0019] [Tableaux1]

	Teneur en saturés	Teneur en soufre	Indice de viscosité (VI)
Groupement I Huiles minérales	< 90 %	> 0,03 %	$80 \leq VI < 120$
Groupement II Huiles hydrocraquées	≥ 90 %	$\leq 0,03$ %	$80 \leq VI < 120$
Groupement III Huiles hydrocraquées ou hydro-isomérisées	≥ 90 %	$\leq 0,03$ %	≥ 120
Groupement IV	Polyalphaoléfines (PAO)		
Groupement V	Esters et autres bases non incluses dans les groupes I à IV		

[0020] Les huiles de base minérales incluent tous types d'huiles de base obtenues par distillation atmosphérique et sous vide du pétrole brut, suivies d'opérations de raffinage telles qu'extraction au solvant, désalphaltage, déparaffinage au solvant, hydro-traitement, hydrocraquage, hydroisomérisation et hydrofinition.

[0021] Des mélanges d'huiles synthétiques et minérales, pouvant être biosourcées, peuvent également être employés.

[0022] Par exemple, le fluide de refroidissement mis en œuvre selon l'invention peut comprendre au moins 80% en poids ou au moins 90% en poids ou 100% en poids d'une coupe hydrocarbonée biosourcée isoparaffinique, ladite coupe hydrocarbonée biosourcée isoparaffinique comprenant une teneur en poids d'isoparaffines allant de 90 à 100%, une teneur en poids de paraffines normales allant de 0 à 10% et une teneur en

carbone d'origine biologique supérieure ou égale à 90 % par rapport au poids total de l'huile hydrocarbonée. La coupe hydrocarbonée biosourcée isoparaffinique peut être préparée selon le procédé décrit dans le document WO2018078024. La teneur en carbone d'origine biologique peut être mesurée selon la norme ASTM D6866.

- [0023] Ainsi, selon un mode de réalisation avantageux, le fluide de refroidissement mis en œuvre selon l'invention présente une biodégradabilité à 28 jours d'au moins 60%, de préférence d'au moins 70%, préférentiellement d'au moins 75% et encore plus préférentiellement d'au moins 80% mesurée selon la norme OCDE 301B.
- [0024] Le fluide de refroidissement peut être issu en totalité ou en partie du recyclage d'une ou plusieurs huiles lubrifiantes. En particulier, le fluide de refroidissement peut être une huile recyclée ou rerafinée ou peut comprendre au moins une huile recyclée ou rerafinée. Par exemple, l'huile recyclée ou rerafinée peut être une huile ayant été soumise à une ou plusieurs étapes préalables choisies parmi les étapes de déshydratation, de distillation, de filtration, d'hydrogénation, d'extraction liquide/liquide, de décantation et/ou de passage du lubrifiant usagé sur un matériau adsorbant.
- [0025] Il n'existe généralement aucune limitation quant à l'emploi d'huiles de base différentes pour réaliser les fluides de refroidissement mis en œuvre selon l'invention, si ce n'est qu'ils doivent avoir des propriétés, notamment en termes de viscosité, d'indice de viscosité, ou de résistance à l'oxydation, adaptées à une utilisation pour des systèmes de propulsion d'un véhicule électrique ou hybride.
- [0026] Les huiles de bases des fluides de refroidissement selon l'invention peuvent également être choisies parmi les huiles synthétiques, telles certains esters d'acides carboxyliques et d'alcools, les polyalphaoléfines (PAO), et les polyalkylène glycol (PAG) obtenus par polymérisation ou copolymérisation d'oxydes d'alkylène comprenant de 2 à 8 atomes de carbone, en particulier de 2 à 4 atomes de carbone.
- [0027] Les PAO utilisées comme huiles de base sont par exemple obtenues à partir de monomères comprenant de 4 à 32 atomes de carbone, par exemple à partir d'octène ou de décène. La masse moléculaire moyenne en poids de la PAO peut varier assez largement. De manière préférée, la masse moléculaire moyenne en poids de la PAO est inférieure à 600 Da. La masse moléculaire moyenne en poids de la PAO peut également aller de 100 à 600 Da, de 150 à 600 Da, ou encore de 200 à 600 Da.
- [0028] Selon un mode de réalisation préféré, l'huile ou les huiles de base du fluide de refroidissement mis en œuvre selon l'invention sont choisies parmi les coupes hydrocarbonées biosourcées isoparaffiniques, les huiles recyclées ou rerafinées, les polyalphaoléfines (PAO), les polyalkylène glycol (PAG) et les esters d'acides carboxyliques et d'alcools, silicone, éther.
- [0029] Des additifs complémentaires peuvent être mis en œuvre dans le fluide de refroidissement de l'invention. Parmi ces additifs, on peut citer les antioxydants, les additifs

anti-corrosion, les additifs anti-mousse et les abaisseurs de point d'écoulement.

[0030] Selon un mode de réalisation particulièrement préféré, le fluide de refroidissement selon l'invention comprend au moins un additif antioxydant.

[0031] L'additif antioxydant permet généralement de retarder la dégradation du fluide en service. Cette dégradation peut notamment se traduire par la formation de dépôts, par la présence de boues ou par une augmentation de la viscosité du fluide.

[0032] Les additifs antioxydants agissent notamment comme inhibiteurs radicalaires ou destructeurs d'hydroperoxydes. Parmi les additifs antioxydants couramment employés, on peut citer les additifs antioxydants de type phénolique, les additifs antioxydants de type aminé, les additifs antioxydants phosphosoufrés. Certains de ces additifs antioxydants, par exemple les additifs antioxydants phosphosoufrés, peuvent être générateurs de cendres. Les additifs antioxydants phénoliques peuvent être exempt de cendres ou bien être sous forme de sels métalliques neutres ou basiques. Les additifs antioxydants peuvent notamment être choisis parmi les phénols stériquement encombrés, les esters de phénol stériquement encombrés et les phénols stériquement encombrés comprenant un pont thioéther, les diphenylamines, les diphenylamines substituées par au moins un groupement alkyle en C1-C12, les N,N'-dialkyle-aryle-diamines et leurs mélanges.

[0033] De préférence selon l'invention, les phénols stériquement encombrés sont choisis parmi les composés comprenant un groupement phénol dont au moins un carbone vicinal du carbone portant la fonction alcool est substitué par au moins un groupement alkyle en C1- C10, de préférence un groupement alkyle en C1-C6, de préférence un groupement alkyle en C4, de préférence par le groupement tert-butyle.

[0034] Les composés aminés sont une autre classe d'additifs antioxydants pouvant être utilisés, éventuellement en combinaison avec les additifs antioxydants phénoliques. Des exemples de composés aminés sont les amines aromatiques, par exemple les amines aromatiques de formule $NR_4R_5R_6$ dans laquelle R_4 représente un groupement aliphatique ou un groupement aromatique, éventuellement substitué, R_5 représente un groupement aromatique, éventuellement substitué, R_6 représente un atome d'hydrogène, un groupement alkyle, un groupement aryle ou un groupement de formule $R_7S(O)_zR_8$ dans laquelle R_7 représente un groupement alkylène ou un groupement alkenylène, R_8 représente un groupement alkyle, un groupement alcényle ou un groupement aryle et z représente 0, 1 ou 2.

[0035] Des alkyl phénols sulfurisés ou leurs sels de métaux alcalins et alcalino-terreux peuvent également être utilisés comme additifs antioxydants.

[0036] Une autre classe d'additifs antioxydants est celle des composés cuivrés, par exemples les thio- ou dithio-phosphates de cuivre, les sels de cuivre et d'acides carboxyliques, les dithiocarbamates, les sulphonates, les phénates, les acétylacétonates de cuivre. Les sels de cuivre I et II, les sels d'acide ou d'anhydride succiniques peuvent également

être utilisés.

- [0037] Le fluide de refroidissement selon l'invention peut contenir tous types d'additifs anti-oxydants connus de l'homme du métier.
- [0038] Le fluide de refroidissement selon l'invention peut comprendre de 0,1 à 2 % en poids d'au moins un additif antioxydant, par rapport au poids total du fluide de refroidissement.
- [0039] Selon un mode de réalisation particulier, le fluide de refroidissement selon l'invention est exempt d'additif antioxydant de type amine aromatique ou de type phénol stériquement encombré.
- [0040] Le fluide de refroidissement selon l'invention peut comprendre au moins un additif anticorrosion.
- [0041] L'additif anti-corrosion permet avantageusement de retarder ou empêcher la corrosion des pièces métalliques de la batterie.
- [0042] Un fluide de refroidissement selon l'invention peut comprendre de 0,01 à 2 % en poids ou de 0,01 à 5 % en poids, préférentiellement de 0,1 à 1,5 % en poids ou de 0,1 à 2 % en poids d'agent anticorrosion, par rapport au poids total du fluide.
- [0043] Le fluide de refroidissement selon l'invention peut comprendre en outre au moins un agent antimousse.
- [0044] L'agent antimousse peut être choisi parmi les polyacrylates ou encore les cires.
- [0045] Le fluide de refroidissement selon l'invention peut comprendre de 0,01 à 2 % en poids ou de 0,01 à 5 % en poids, préférentiellement de 0,1 à 1,5 % en poids ou de 0,1 à 2 % en poids d'agent antimousse, par rapport au poids total du fluide.
- [0046] Le fluide de refroidissement selon l'invention peut également comprendre au moins un additif abaisseur du point d'écoulement, (dits encore agents « PPD » pour « Pour Point Depressant » en langue anglaise).
- [0047] En ralentissant la formation de cristaux de paraffine, les additifs abaisseurs de point d'écoulement améliorent généralement le comportement à froid du fluide. Comme exemple d'additifs abaisseurs de point d'écoulement, on peut citer les polyméthacrylates d'alkyle, les polyacrylates, les polyarylamides, les polyalkylphénols, les polyalkylnaphtalènes, les polystyrènes alkylés.
- [0048] Par cellule de batterie (ci-après également appelée cellule) il est entendu un ensemble homogène transformant de l'énergie chimique en énergie électrique à une tension donnée. La pluralité de cellules peut former un module de la batterie. Le fluide de refroidissement peut être dédié au refroidissement d'un tel module de batterie ou de plusieurs modules de batterie.
- [0049] La batterie peut être une batterie lithium-ion.
- [0050] Par contact direct du fluide de refroidissement avec une cellule, il est entendu que le fluide est en contact avec la cellule sans intermédiaire, par exemple sans la paroi d'un

tube dans lequel le fluide de refroidissement circulerait. Il n'y a donc rien entre le fluide de refroidissement et le ou les cellules.

[0051] Le volume du fluide de refroidissement et le nombre de cellules en contact avec le fluide de refroidissement sont suffisants pour que l'énergie thermique produite par une cellule (par exemple l'au moins une cellule) puisse être absorbée sans que la température du fluide et des cellules autres que ladite cellule (à savoir dans l'exemple l'au moins une cellule) ne dépasse un seuil de température. Cette énergie thermique peut correspondre à l'énergie chimique maximum que cette cellule peut restituer lors d'un emballement thermique.

[0052] Ce seuil de température peut correspondre à la température à partir de laquelle l'emballement thermique d'une cellule se déclenche.

[0053] Le coefficient de variation de densité fonction de la température (ou également appelé variation de densité fonction de la température) est un coefficient qui définit la variation de densité ou de volume du fluide de refroidissement en fonction de la température. Ainsi, en connaissant le coefficient de variation de densité il est possible de déduire la variation de volume et/ou de densité du fluide entre deux températures. Plus le coefficient de variation de densité fonction de la température est élevé et plus la densité du fluide diminue fortement avec une même élévation de température. Par exemple, l'inverse du coefficient de variation de densité fonction de la température multiplié par une différence entre deux températures est égale à une différence de densité du fluide entre ces deux températures.

[0054] Ce coefficient de variation de densité du fluide de refroidissement est supérieur à un seuil prédéterminé. Cela permet d'augmenter l'intensité des mouvements de convection du fluide de refroidissement aux abords d'une cellule qui rentre en emballement thermique. En effet, plus le fluide a un coefficient de variation de densité important et plus sa densité diminuera ou son volume augmentera avec une même variation de température, or plus la densité diminue ou le volume augmente et plus le mouvement de convection est important.

[0055] Par exemple le coefficient de variation de densité du fluide de refroidissement est supérieur ou égal à 0.6 kg/m³/K ou encore supérieur ou égal à 0.7 kg/m³/K.

[0056] La température de la cellule qui rentre en emballement thermique est très élevée, de l'ordre de 400 à 800°C. Ainsi, le fluide de refroidissement en contact avec la surface de la cellule en emballement thermique monte rapidement à une température élevée. Le gradient de température important entre le fluide de refroidissement en contact avec la surface de la cellule et le reste du fluide de refroidissement crée des mouvements de convection thermique naturelle d'autant plus fort que le coefficient de variation de densité est élevé. Plus les mouvements de convection sont intenses et plus le fluide de refroidissement en contact avec la surface de la cellule est remplacé rapidement par du

fluide de plus faible température. Ces mouvements de convection permettent de répartir l'énergie thermique dans le fluide de refroidissement et sur le plus grand nombre de cellules de la pluralité de cellules, assurant que le fluide de refroidissement et les cellules voisines de la cellule qui rentre en emballement thermique reste à une température relativement basse, et en tout cas en dessous d'une température à partir de laquelle les cellules de la batterie électrique rentrent en emballement thermique. Ainsi, sans dispositif complexe et notamment sans employer de circuit de refroidissement ni de pompe et de gestion du fluide qui va avec, le dispositif permet de refroidir une cellule en emballement thermique en toute sécurité et ainsi de protéger la batterie contre la propagation de l'emballement thermique.

- [0057] Du fait de l'absence de pompe, le dispositif est à la fois moins complexe et moins coûteux à produire, mais surtout moins sensible aux pannes et donc plus fiable.
- [0058] Il n'est pas nécessaire de prévoir une circulation forcée du fluide de refroidissement par exemple au moyen d'une pompe pour faire circuler le fluide de refroidissement dans le boîtier. Ainsi, le fluide de refroidissement n'a donc pas besoin d'être en circulation forcée dans un circuit de refroidissement.
- [0059] La batterie peut être employée dans tous les dispositifs nécessitant des batteries comprenant plusieurs cellules, par exemple dans un véhicule électrique (voiture, moto, trottinette, vélo, bus...), un dispositif électrique nomade (téléphone portable, ordinateur portable...), un système de stockage d'électricité (par exemple dans un data center, ou encore pour fournir de l'électricité en cas de coupure d'électricité).
- [0060] Ces caractéristiques permettent également de simplifier l'extraction des gaz produits par les cellules notamment lors de l'emballement thermique. Ces gaz peuvent être inflammables et entraînent l'augmentation de la pression au sein de la batterie, il est donc nécessaire de les extraire de la batterie. Or dans les batteries disposant de circuit de refroidissement complexe, les gaz peuvent se retrouver à plusieurs endroits du circuit de refroidissement empêchant leur extraction et réduisant l'efficacité du pompage du fluide de refroidissement. Dans le cadre de l'invention, le fluide ne circule pas dans un circuit de refroidissement, les gaz produits par les cellules sont donc moins susceptibles d'être dispersés à plusieurs endroits de la batterie et de son système de refroidissement.
- [0061] Selon un mode de réalisation, le fluide de refroidissement a :
- [0062] - une viscosité cinématique inférieure à un seuil de viscosité cinématique maximum ;
et/ou
- [0063] - une conductivité thermique inférieure à un seuil de conductivité thermique maximum ; et/ou
- [0064] - une capacité thermique massique inférieure à un seuil de capacité thermique massique maximum.

- [0065] Cela permet de renforcer la convection thermique naturelle. En effet, avec une conductivité thermique faible, l'énergie thermique ne sera que peu évacuée par transfert thermique, ainsi, la partie du fluide de refroidissement qui est en contact avec la cellule en emballage thermique monte plus vite en température ce qui impacte d'autant la variation de volume de cette partie du fluide. L'augmentation de volume du fluide étant le moteur de la convection thermique naturelle, celle-ci sera plus intense.
- [0066] De même, avec une capacité thermique faible, la température de la partie du fluide de refroidissement qui est en contact avec la cellule en emballage thermique monte également plus vite en température ce qui impacte d'autant la variation de volume de cette partie du fluide. La convection thermique naturelle est donc également plus intense.
- [0067] Enfin, avec une viscosité cinématique faible, la partie du fluide de refroidissement en contact avec la cellule en emballage thermique est plus mobile au sein du fluide de refroidissement. La convection thermique naturelle est donc également facilitée.
- [0068] Ainsi, le seuil de viscosité cinématique à 25°C selon la norme ASTM D445 est de préférence de 100 cSt ou encore de 15 cSt.
- [0069] Ainsi, avantageusement, le fluide de refroidissement selon l'invention présente une viscosité cinématique, mesurée à 25°C selon la norme ASTM D445 allant de 2 à 100cSt et avantageusement de 3 à 15 cSt.
- [0070] Ainsi, le seuil de conductivité thermique à 25°C est de préférence de 180 mW/(m.K), ou 160 mW/(m.K) ou encore 140 mW/(m.K).
- [0071] Ainsi, avantageusement, le fluide de refroidissement selon l'invention présente une conductivité thermique à 25°C allant de 100 à 180 mW/(m.K), ou de 100 à 160 mW/(m.K), ou encore de 100 à 140 mW/(m.K).
- [0072] Ainsi, le seuil de capacité thermique massique est de préférence de 2500 J/(kg.K), ou de 2200 J/(kg.K), ou encore de 2000 J/(kg.K).
- [0073] Ainsi, avantageusement, le fluide de refroidissement selon l'invention présente une capacité thermique massique allant de 1500 à 2500 J/(kg.K), ou de 1800 à 2200 J/(kg.K), ou encore de 1400 à 2000 J/(kg.K).
- [0074] Selon un mode de réalisation, le volume de fluide de refroidissement utilisé est déterminé de sorte que la capacité thermique du fluide de refroidissement soit suffisamment élevée pour absorber une quantité d'énergie thermique correspondant à l'énergie chimique stockée dans la cellule en emballage sans que la température du fluide de refroidissement ne s'élève au-dessus d'un seuil, c'est-à-dire d'une température à partir de laquelle les cellules voisines sont susceptibles de rentrer en emballage thermique.
- [0075] Par exemple, si les cellules de la batterie rentrent en emballage thermique à partir de 150°C alors il faudra employer un volume suffisant d'un type de fluide de refroidissement.

dissement pour que la capacité thermique globale du fluide de refroidissement soit suffisante pour que, si l'une des cellules rentre en emballement thermique, l'énergie thermique produite par la cellule soit absorbée par le fluide et que celui-ci reste à une température inférieure à 150°C à proximité des cellules voisines.

- [0076] La capacité thermique globale (ou totale) du fluide de refroidissement, c'est-à-dire la capacité thermique massique du fluide multiplié par la masse totale du fluide correspondant au volume de fluide employé, requise dépend directement de la quantité d'énergie chimique stockée dans chaque cellule de la batterie.
- [0077] Selon un mode de réalisation, le fluide de refroidissement représente un volume connexe ou un ensemble de sous volumes connexes tous en contact direct avec les cellules de la pluralité de cellules.
- [0078] Par fluide de refroidissement représentant un volume connexe il est entendu que le fluide forme un seul ensemble.
- [0079] Cela permet la circulation du fluide de refroidissement dans le boîtier de sorte que la partie du fluide de refroidissement directement en contact avec la cellule soit remplacée, du fait des mouvements de convection du fluide, avec une partie du fluide du même volume connexe qui n'est pas en contact direct avec la cellule afin d'homogénéiser la température du fluide de refroidissement et ainsi éviter de créer des points chauds dans le fluide de refroidissement qui pourraient entraîner l'emballement thermique des autres cellules.
- [0080] Selon un mode de réalisation, le boîtier comprend un moyen permettant à un gaz de sortir.
- [0081] Ces caractéristiques permettent l'extraction d'un surplus de gaz produits par les cellules notamment lors d'un emballement thermique. Cela permet notamment d'éviter les surpressions dans le boîtier.
- [0082] Par moyen permettant à un gaz de sortir, il est entendu tout type d'évent permettant la sortie du gaz aussi bien de manière automatique, par exemple au moyen d'une soupape ou de manière contrôlée, par exemple au moyen d'une valve.
- [0083] Selon un mode de réalisation, le moyen permettant à un gaz de sortir est positionné dans une partie haute du boîtier selon la direction de la gravité, lorsque la batterie est en position de fonctionnement.
- [0084] Ces caractéristiques permettent de simplifier l'extraction des gaz présents dans le boîtier. En effet, les gaz vont se positionner au-dessus du fluide de refroidissement, dans la partie haute du boîtier selon l'axe vertical, c'est-à-dire selon la direction de la gravité.
- [0085] Par batterie en position de fonctionnement, il est entendu la position dans laquelle la batterie sera utilisée par exemple lorsqu'elle sera reliée au vélo ou à la voiture électrique. Dans une telle position, il est alors possible de déterminer un haut et un bas

de la batterie.

- [0086] Selon un mode de réalisation, le boîtier présente des moyens d'échange de chaleur sur une surface intérieure et/ou extérieure du boîtier.
- [0087] Ces caractéristiques permettent d'améliorer l'évacuation de l'énergie thermique du fluide de refroidissement vers l'environnement extérieur de la batterie. Ainsi, les moyens d'échange de chaleur entre le fluide et le boîtier (moyens d'échange de chaleur sur la surface intérieure du boîtier) permettent d'augmenter le transfert thermique entre le fluide de refroidissement et le boîtier. Les moyens d'échange de chaleur entre le boîtier et l'environnement extérieur (moyens d'échange de chaleur sur la surface extérieure du boîtier) permettent d'augmenter le transfert thermique entre le boîtier et son environnement extérieur.
- [0088] Par moyen d'échange de chaleur, il est entendu tout moyen permettant d'augmenter le transfert thermique entre deux milieux, par exemple des ailettes, des sillons, ou tout autre moyen permettant d'augmenter la surface d'échange.
- [0089] Selon un mode de réalisation, le boîtier est réalisé dans un matériau avec une conductivité thermique supérieure à un seuil de conductivité de boîtier.
- [0090] Ces caractéristiques permettent d'améliorer l'évacuation de l'énergie thermique du fluide de refroidissement vers l'environnement extérieur de la batterie.
- [0091] Le seuil de conductivité de boîtier est avantageusement de $100 \text{ mW} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ ou encore de $120 \text{ mW} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$. Par exemple, le boîtier peut être en tout matériau métallique et notamment en fer, en aluminium, en acier inoxydable ou encore le boîtier peut comprendre des éléments de cuivre.
- [0092] Selon un mode de réalisation, la batterie est une batterie lithium-ion.
- [0093] L'invention a également pour objet un véhicule électrique comprenant une batterie selon l'invention pour alimenter un moteur électrique permettant la propulsion du véhicule électrique.
- [0094] L'invention a également pour objet un procédé de gestion de l'emballlement thermique d'une cellule de batterie électrique, la batterie électrique comprenant un boîtier, une pluralité de cellules et un fluide de refroidissement, le fluide de refroidissement et la pluralité de cellules étant positionnés dans le boîtier, le fluide de refroidissement étant en contact direct avec les cellules de la pluralité de cellules et le fluide de refroidissement a un coefficient de variation de densité fonction de la température supérieur à un seuil prédéterminé, dans lequel le procédé comprend :
 - augmentation de la température d'une cellule de la pluralité de cellule au-dessus d'un seuil d'emballlement thermique ;
 - transfert d'une quantité d'énergie thermique produite par la cellule vers le fluide de refroidissement ;
 - évacuation de la quantité d'énergie thermique par convection naturelle du

fluide de refroidissement.

[0095] Le transfert de la quantité d'énergie thermique produite par la cellule vers le fluide de refroidissement s'effectue du fait du contact direct du fluide de refroidissement avec la cellule en emballage thermique. Par exemple, la température du fluide de refroidissement situé dans une zone à proximité de la cellule en emballage thermique augmente.

[0096] Par évacuation de la quantité d'énergie thermique, il est entendu que l'énergie thermique est déplacée à distance de la cellule en emballage thermique. Par exemple, le fluide de refroidissement situé dans la zone à proximité de la cellule et dont la température a augmenté se déplace en dehors de la zone à proximité de la cellule.

[0097] Du fait que le coefficient de variation de densité fonction de la température est supérieur au seuil prédéterminé, la convection naturelle est suffisamment intense pour évacuer une quantité importante d'énergie thermique produite par la cellule en emballage thermique. Ainsi, l'énergie thermique ne reste pas concentrée à proximité de la cellule en emballage thermique, mais se répartit au sein du boîtier et éventuellement est absorbée en partie par l'ensemble des autres cellules de la pluralité de cellule (dont la température n'augmente donc pas au-dessus de leur seuil d'emballage thermique) et non seulement par les cellules voisines de la cellule en emballage thermique (ce qui aurait pour effet d'augmenter beaucoup plus la température des cellules voisines).

[0098] Selon un mode de réalisation, le procédé comprend la sélection d'un fluide de refroidissement de sorte à avoir un coefficient de variation de densité fonction de la température qui est supérieur à un seuil prédéterminé.

Brève description des figures

[0099] [Fig.1] représente une batterie selon un mode de réalisation de l'invention.

[0100] [Fig.2] représente une pluralité de cellules formant la batterie selon un mode de l'invention.

[0101] [Fig.3] représente une cellule en emballage thermique au sein d'une pluralité de cellules formant la batterie selon un mode de l'invention.

[0102] [Fig.4] représente des pluralités de cellules formant 4 modules de batterie selon un mode de l'invention.

[0103] [Fig.5] procédé de gestion de l'emballage thermique d'une cellule de batterie selon un mode de l'invention.

Description détaillée

[0104] La [Fig.1] représente une batterie 10 formée d'un boîtier 11. Le boîtier 11 peut être fait d'un matériau thermiquement conducteur, par exemple, en acier ou en aluminium.

De plus, le boîtier 11 peut comprendre un moyen d'échange de chaleur 12 entre l'air et le boîtier 11. Par exemple, le boîtier peut comprendre des ailettes 12 comme représentées sur la [Fig.1].

- [0105] A l'intérieur du boîtier 11, la batterie comprend un fluide de refroidissement et des cellules permettant de stocker l'énergie électrique sous forme d'énergie chimique. Ce fluide de refroidissement et ces cellules ne sont pas visibles sur la [Fig.1] et seront détaillés dans les figures suivantes.
- [0106] La batterie 10 comprend des bornes électriques 13 permettant de raccorder la batterie et de fournir du courant, par exemple à un moteur électrique.
- [0107] La batterie 10 comprend également un moyen 14 permettant au gaz emprisonné dans le boîtier de sortir, par exemple, une soupape qui s'ouvre lorsque la pression atteint un certain niveau.
- [0108] La batterie 10 ne contient en revanche pas une entrée et une sortie permettant de faire circuler le fluide de refroidissement de manière forcée, par exemple, en connectant la batterie 10 à un circuit de refroidissement extérieur. Toutefois, la batterie 10 peut disposer d'une ouverture permettant de remplacer ou ajouter du fluide de refroidissement.
- [0109] Une telle batterie 10 peut servir dans le cas d'application mobile ou stationnaire. Par exemple, pour stocker de l'énergie produite par un champ de panneaux solaires ou pour alimenter un véhicule électrique. La soupape 14 étant positionnée sur le dessus de la batterie 10, celle-ci est conçue pour être disposée à l'horizontal lors de son utilisation.
- [0110] La [Fig.2] représente une pluralité de cellules 20 formant la batterie 10 décrite à la [Fig.1].
- [0111] Cette pluralité de cellules ou module de cellules 20 est un ensemble de cellules 21 reliées électriquement aux bornes électriques 13. Les connexions électriques entre les cellules et les bornes électriques 13 ne sont pas représentées. Les connexions électriques classiquement utilisées dans les batteries comprenant des cellules peuvent être appliquées au cas de la batterie 10 de l'invention.
- [0112] Les cellules 21 sont maintenues entre elles par un support 22, par exemple, une plaque percée 22 dans laquelle sont insérées les cellules 21.
- [0113] Les cellules 21 sont représentées sous la forme de cellules cylindriques, mais toutes formes sont utilisables à condition de permettre la circulation du fluide de refroidissement entre les cellules 21. Ainsi, les cellules peuvent être de forme prismatique ou encore de type pouch.
- [0114] Chaque cellule 21 permet de stocker sous la forme d'énergie chimique l'énergie électrique reçue. Chaque cellule 21 dispose classiquement d'une anode et d'une cathode, ainsi, que d'un électrolyte, ces éléments ne sont pas représentés. Les cellules

21 peuvent être des cellules de batterie de la famille lithium-ion, c'est-à-dire, dont l'électrolyte est composé de lithium.

- [0115] L'espace entre les cellules 21 est rempli par un fluide de refroidissement 23 permettant de lisser sur l'ensemble des cellules de la batterie 10 une éventuelle augmentation de température d'une des cellules et d'améliorer l'évacuation de l'énergie thermique vers l'extérieur de la batterie 10. Dans le mode de réalisation de la [Fig.2], le fluide de refroidissement 23 est en contact direct avec toutes les cellules 21 de la batterie 10.
- [0116] Ce fluide de refroidissement peut comprendre une ou plusieurs huiles de base et des additifs comme détaillé précédemment. Le fluide de refroidissement 23 comprend un ou plusieurs composés de sorte que le coefficient de variation de densité fonction de la température du fluide de refroidissement est supérieur ou égal à $0.6 \text{ kg/m}^3/\text{K}$ ou même supérieur ou égal à $0.7 \text{ kg/m}^3/\text{K}$. Ce coefficient définit la variation de densité et/ou de volume que subit le fluide lors d'une variation de température. Dans le cas de l'invention, la composition du fluide de refroidissement est choisie de sorte à avoir un coefficient de variation de densité fonction de la température du fluide de refroidissement 23 élevé, c'est-à-dire un fluide dont le volume augmente fortement avec l'augmentation de la température ou encore un fluide dont la densité se réduit fortement avec l'augmentation de la température. Un tel fluide de refroidissement subit une convection thermique naturelle plus intense.
- [0117] De même, l'intensité de la convection thermique naturelle dépend de la viscosité cinématique du fluide de refroidissement 23, de la conductivité thermique du fluide de refroidissement 23 et/ou de la capacité thermique massique du fluide de refroidissement 23. Ainsi, les composants du fluide de refroidissement seront choisis de sorte à avoir :
- [0118] - une viscosité cinématique du fluide inférieure à un seuil de viscosité cinématique maximum ; et/ou
- [0119] - une conductivité thermique du fluide inférieure à un seuil de conductivité thermique maximum ; et/ou
- [0120] - une capacité thermique massique du fluide inférieure à un seuil de capacité thermique massique maximum.
- [0121] Par exemple, le seuil de viscosité cinématique à 25°C selon la norme ASTM D445 peut être de 100cSt ou encore de 15 cSt . Le seuil de conductivité thermique à 25°C peut être de $180 \text{ mW}/(\text{m.K})$, ou $160 \text{ mW}/(\text{m.K})$ ou encore $140 \text{ mW}/(\text{m.K})$. Le seuil de capacité thermique massique peut être de $2500 \text{ J}/(\text{kg.K})$, ou de $2200 \text{ J}/(\text{kg.K})$, ou encore de $2000 \text{ J}/(\text{kg.K})$.
- [0122] Un fluide 23 avec un tel coefficient de variation de densité fonction de la température, une telle viscosité cinématique, une telle conductivité thermique et une telle

capacité thermique massique permet de produire une convection thermique naturelle intense au sein du fluide de refroidissement, en particulier lorsque la température d'une cellule augmente fortement lors d'un emballement thermique.

[0123] La [Fig.3] représente la même pluralité de cellules 20 que celle décrite à la [Fig.2], mais dans un cas d'emballement thermique d'une des cellules 30.

[0124] L'emballement thermique d'une cellule 30 se produit lorsque l'énergie chimique de celle-ci est rapidement transformée en énergie thermique. Cela se produit notamment lorsque la cellule est soumise à une température élevée, lorsque la cellule est physiquement endommagée (par exemple si la cellule est percée) ou encore lorsque la cellule est surchargée. Dans ce cas la température de la cellule 30 augmente très rapidement à des températures élevées, de l'ordre de 400 à 800°C.

[0125] Le fluide de refroidissement 23 en contact avec la surface de la cellule 30 ou dans la zone de proximité de la cellule 30 en emballement thermique monte rapidement à une température élevée. Du fait du coefficient de variation de densité élevé du fluide de refroidissement 23, le fluide 23 ainsi chauffé va voir son volume augmenter rapidement, créant un phénomène de poussée d'Archimède entraînant le déplacement du fluide 23 chauffé. Un tel mouvement du fluide de refroidissement 23 est un mouvement de convection thermique naturelle (représenté par les flèches 31 sur la [Fig.3]). Plus le gradient de température entre le fluide de refroidissement 23 en contact avec la surface de la cellule 30 et le reste du fluide de refroidissement 23 est important et plus les mouvements de convection thermique naturelle seront forts. Plus les mouvements de convection 31 sont intenses et plus le fluide de refroidissement en contact avec la surface de la cellule 30 est remplacé rapidement par du fluide de plus faible température. Ainsi, le fluide de refroidissement 23 qui est en contact ou dans la zone de proximité de la cellule 30 est évacué à distance de celle-ci, transférant ainsi l'énergie thermique transmise par la cellule 30 loin de celle-ci.

[0126] L'énergie thermique est alors répartie dans un plus grand volume de fluide de refroidissement 23 et sur un plus grand nombre de cellules, assurant que le fluide de refroidissement 23 et les cellules voisines de la cellule 30 qui rentrent en emballement thermique restent à une température relativement basse, et en tout cas en dessous d'une température à partir de laquelle les cellules de la batterie électrique rentrent en emballement thermique. De plus, l'énergie thermique peut être transférée au boîtier pour être évacuée vers l'extérieur, évacuation vers l'extérieur qui est ici améliorée par les ailettes 12 et éventuellement par des moyens permettant d'augmenter l'échange thermique entre le fluide et le boîtier, par exemple des ailettes disposées à l'intérieur du boîtier. Ainsi, sans employer de circuit de refroidissement, de pompe et de gestion du fluide qui va avec, le dispositif permet de refroidir une cellule en emballement thermique en toute sécurité et ainsi de protéger la batterie contre la propagation de

l'emballlement thermique.

- [0127] Un dégagement de gaz 32 peut être produit par la réaction chimique qui a lieu dans la cellule 30 lors de son emballlement thermique. Ce gaz peut être évacué par la soupape 14 qui est placée sur le dessus de la batterie 10 lorsque celle-ci est en fonctionnement.
- [0128] La [Fig.4] représente des pluralités de cellules formant chacune l'un des 4 modules de batterie selon un mode de l'invention.
- [0129] Dans le mode de réalisation de la [Fig.4], la batterie 10 comprend un ensemble de cellules 40 repartit sous forme de quatre modules 42. L'invention n'est pas limitée au nombre de modules et pourra être appliquée avec plus ou moins de modules.
- [0130] Chaque module 42 comprend une pluralité de cellules 41 et son propre fluide de refroidissement 44. Ainsi, chaque module 42 est isolé des autres modules relativement au fluide de refroidissement 44. Chaque module 42 est séparé des autres par les parois 43 étanches aux fluides de refroidissement 23. Ainsi, si une cellule 41 d'un des modules rentre en emballlement thermique alors les cellules 41 des autres modules 42 ne sont pas, ou peu affectées.
- [0131] Lors de l'emballlement thermique d'une cellule 41 d'un module, le fluide de refroidissement 23 présent dans le module 42 correspondant à la cellule 41 en emballlement thermique absorbe l'énergie thermique produite par la cellule 41. Le fluide de refroidissement répartit ensuite l'énergie thermique sur les autres cellules du module 42 concerné selon le même fonctionnement que celui décrit à la [Fig.3].
- [0132] La [Fig.5] représente le procédé de gestion de l'emballlement thermique d'une cellule de batterie au sein d'un module 42 ou 20.
- [0133] A l'étape 51, la composition du fluide de refroidissement est déterminée pour obtenir un fluide de refroidissement avec un coefficient de variation de densité fonction de la température supérieur ou égal à 0.6 kg/m³/K ou même supérieur ou égal à 0.7 kg/m³/K.
- [0134] En outre, la composition pourra en plus être définie en fonction des paramètres de viscosité cinématique du fluide, de conductivité thermique du fluide et/ou de capacité thermique massique du fluide. Ainsi, les composants du fluide de refroidissement seront choisis de sorte à avoir :
 - [0135] - une viscosité cinématique inférieure à un seuil de viscosité cinématique maximum ; et/ou
 - [0136] - une conductivité thermique inférieure à un seuil de conductivité thermique maximum ; et/ou
 - [0137] - une capacité thermique massique inférieure à un seuil de capacité thermique massique maximum.
- [0138] Par exemple, les composants du fluide 23 pourront avoir une viscosité cinématique, mesurée à 25°C selon la norme ASTM D445 allant de 2 à 100cSt, une conductivité

thermique à 25°C allant de 100 à 180 mW/(m.K) et une capacité thermique massique allant de 1500 à 2500 J/(kg.K).

- [0139] Par exemple, le seuil de viscosité cinématique à 25°C selon la norme ASTM D445 peut être de 100 cSt ou encore de 15 cSt. Le seuil de conductivité thermique à 25°C peut être de 180 mW/(m.K), ou 160 mW/(m.K) ou encore 140 mW/(m.K). Le seuil de capacité thermique massique peut être de 2500 J/(kg.K), ou de 2200 J/(kg.K), ou encore de 2000 J/(kg.K).
- [0140] Certains des composants du fluide 23 peuvent toutefois ne pas respecter ces seuils. En effet, l'objectif est que les paramètres du fluide de refroidissement respectent ces différents seuils et que le coefficient de variation de densité fonction de la température du fluide 23 respecte le seuil précédemment indiqué. Ainsi, des composants présents en petite quantité peuvent ne pas respecter les seuils précédents sans impacter fortement la valeur du coefficient du fluide.
- [0141] A l'étape 52, le volume de fluide est déterminé. Pour adapter le volume du fluide, le volume du boîtier peut être modifié ou encore la taille des modules 42 décrits à la [Fig.4]. Plus le module 42 et le nombre de cellules 41 qu'il contient sont grands et plus le volume de fluide de refroidissement 23 est important. Le volume de fluide peut être choisi afin que le fluide puisse absorber à lui seul l'énergie thermique équivalent à l'énergie électrique que peut stocker une cellule 41, 21 sans que la température du fluide ne dépasse un seuil à partir duquel les autres cellules rentreraient en emballement thermique. Il s'agit d'une sécurité supplémentaire, car l'énergie thermique est redistribuée sur les autres cellules, il n'est donc pas nécessaire que le fluide de refroidissement puisse absorber à lui seul toute l'énergie thermique sans dépasser ledit seuil.
- [0142] A l'étape 53, le boîtier, les cellules 21, 41 et le fluide de refroidissement 23 sont assemblés pour produire la batterie 10.
- [0143] A l'étape 54, une des cellules de la batterie 10, par exemple la cellule 30 rentre en emballement thermique. La température de celle-ci atteint des températures de l'ordre de 400 à 800°C.
- [0144] A l'étape 55, l'énergie thermique dégagée par la cellule 30 est transférée au fluide de refroidissement en contact avec la cellule 30.
- [0145] A l'étape 56, la partie du fluide 23 en contact de la cellule 30 est évacuée à distance de la cellule 30 et remplacée par une partie du fluide 23 plus froide.
- [0146] A l'étape 57, l'énergie thermique transportée dans la partie du fluide de refroidissement 23 évacuée est transmise en partie aux autres cellules de la batterie 10 ou du module 42.
- [0147] Les étapes 55 à 57 sont répétées en boucle tant que la cellule 30 produit de l'énergie thermique.

Revendications

- [Revendication 1] Batterie électrique (10) comprenant un boîtier, une pluralité de cellules (21, 41) et un fluide de refroidissement (23, 44), dans laquelle :
- le fluide de refroidissement (23, 44) et la pluralité de cellules (21, 41) sont positionnés dans le boîtier ;
 - le fluide de refroidissement (23, 44) est en contact direct avec les cellules de la pluralité de cellules (21, 41);
 - le fluide de refroidissement (23, 44) a un coefficient de variation de densité fonction de la température supérieur ou égal à un seuil prédéterminé.
- [Revendication 2] Batterie (10) selon la revendication 1 dans laquelle le seuil prédéterminé est de 0.6 kg/m³/K.
- [Revendication 3] Batterie (10) selon l'une des revendications précédentes dans laquelle le fluide de refroidissement a :
- une viscosité inférieure ou égal à un seuil de viscosité maximum ; et/ou
 - une conductivité thermique inférieure ou égal à un seuil de conductivité maximum ; et/ou
 - une capacité thermique massique inférieure ou égal à un seuil de capacité massique maximum.
- [Revendication 4] Batterie (10) selon l'une des revendications précédentes dans laquelle un volume du fluide de refroidissement (23, 44) est déterminé de sorte à avoir une capacité thermique globale du fluide permettant d'absorber une quantité d'énergie thermique correspondant à l'énergie chimique stockée dans une cellule de la pluralité de cellules (21, 41) sans que la température du fluide de refroidissement (23, 44) ne s'élève au-dessus d'un seuil de température.
- [Revendication 5] Batterie (10) selon l'une des revendications précédentes dans laquelle le fluide de refroidissement (23, 44) représente un volume connexe ou un ensemble de sous volumes connexes tous en contact direct avec les cellules de la pluralité de cellules (21, 41).
- [Revendication 6] Batterie (10) selon l'une des revendications précédentes dans laquelle le boîtier comprend un moyen permettant à un gaz de sortir.
- [Revendication 7] Batterie (10) selon la revendication 6 dans laquelle le moyen permettant à un gaz de sortir est positionné dans une partie haute du boîtier selon la direction de la gravité, lorsque la batterie est en position de fonctionnement.

- [Revendication 8] Batterie (10) selon l'une des revendications précédentes dans laquelle le boîtier présente des moyens d'échange de chaleur sur la surface intérieure et/ou extérieure du boîtier.
- [Revendication 9] Batterie (10) selon l'une des revendications précédentes dans laquelle le boîtier est réalisé dans un matériau avec une conductivité thermique supérieure à un seuil de conductivité de boîtier.
- [Revendication 10] Batterie (10) selon l'une des revendications précédentes dans laquelle la batterie est une batterie lithium-ion.
- [Revendication 11] Véhicule électrique comprenant une batterie selon l'une quelconque des revendications précédentes pour alimenter un moteur électrique permettant la propulsion du véhicule électrique.
- [Revendication 12] Procédé de gestion de l'emballlement thermique d'une cellule de batterie électrique, la batterie électrique comprenant un boîtier, une pluralité de cellules (21, 41) et un fluide de refroidissement, le fluide de refroidissement (23, 44) et la pluralité de cellules (21, 41) étant positionnés dans le boîtier, le fluide de refroidissement (23, 44) étant en contact direct avec les cellules de la pluralité de cellules (21, 41) et le fluide de refroidissement (23, 44) a un coefficient de variation de densité fonction de la température supérieur à un seuil prédéterminé, dans lequel le procédé comprend :
- transfert d'une quantité d'énergie thermique produite par une cellule de la pluralité de cellule (21, 41) vers le fluide de refroidissement (23, 44), ladite cellule ayant une température au-dessus d'un seuil d'emballlement thermique ;
 - évacuation de la quantité d'énergie thermique par convection naturelle du fluide de refroidissement (23, 44).

[Fig. 1]

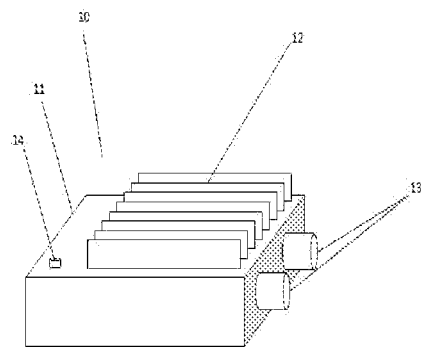


Fig.1

[Fig. 2]

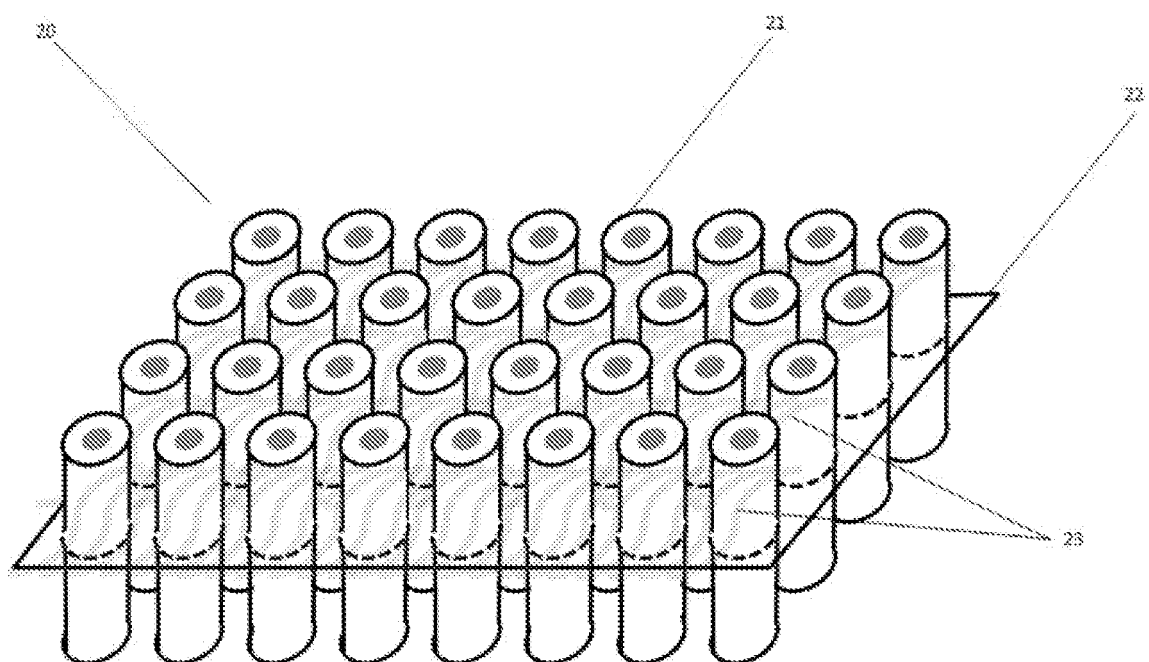


Fig.2

[Fig. 3]

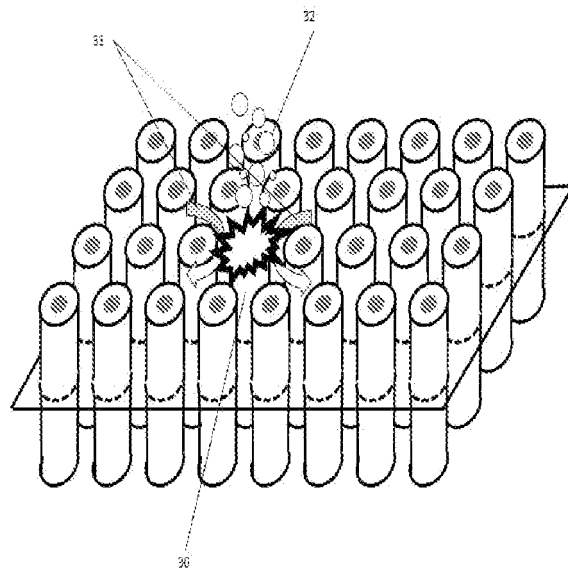


Fig.3

[Fig. 4]

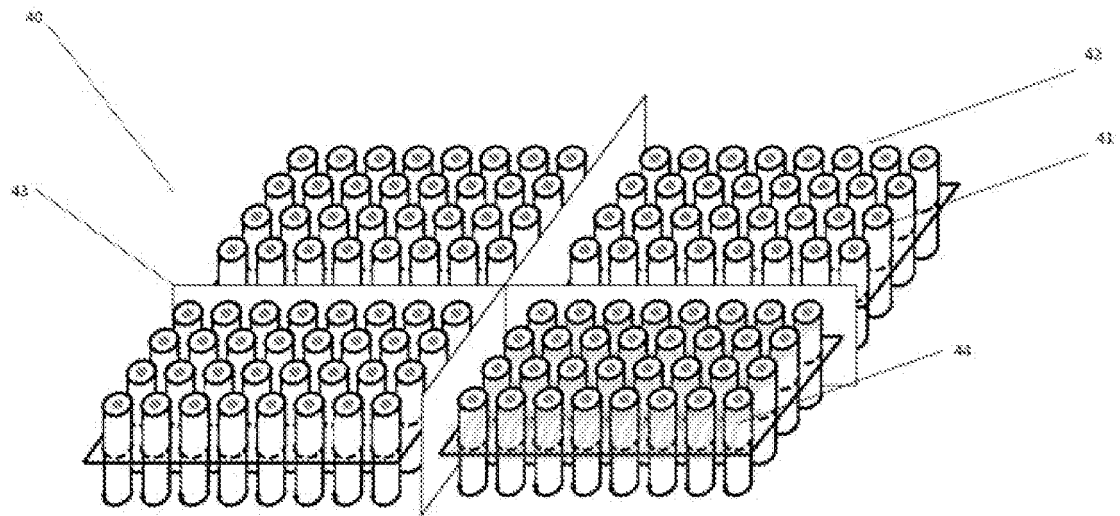


Fig.4

[Fig. 5]

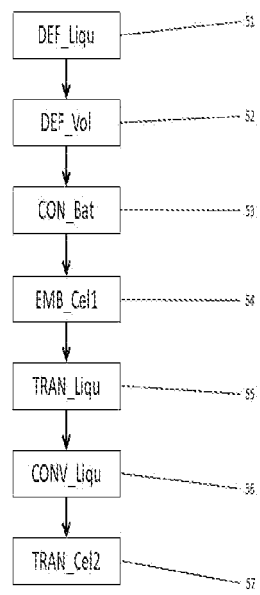


Fig.5

**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la rechercheN° d'enregistrement
national**FA 923154**
FR 2304942

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	US 2020/251795 A1 (MAKOWSKA AGNIESZKA [DE] ET AL) 6 août 2020 (2020-08-06) * le document en entier * -----	1-12	H01M 10/613 H01M 10/625 H01M 50/204 H02K 9/19
X	FR 3 123 763 A1 (TOTAL MARKETING SERVICES [FR]) 9 décembre 2022 (2022-12-09) * le document en entier * -----	1-5, 8-11	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			H01M
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
13 mars 2024		Brisson, Olivier	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2304942 FA 923154

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 **13-03-2024**
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication		Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2020251795 A1		06-08-2020	CN	111247688 A	05-06-2020
			DE	102017217583 A1	04-04-2019
			US	2020251795 A1	06-08-2020
			WO	2019068549 A1	11-04-2019

FR 3123763 A1		09-12-2022	CN	117461188 A	26-01-2024
			EP	4348757 A1	10-04-2024
			FR	3123763 A1	09-12-2022
			KR	20240018442 A	13-02-2024
			WO	2022253992 A1	08-12-2022
