

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 25.04.23.

30 Priorité : 09.05.22 DE 10 2022 111 473.2.

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 10.11.23 Bulletin 23/45.

56 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Ce dernier n'a pas été
établi à la date de publication de la demande.*

60 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

71 Demandeur(s) : Dr. Ing. h.c. F. Porsche Aktiengesell-
schaft / — DE.

72 Inventeur(s) : WUCHNER Markus, WARBECK
Thomas, SCHMIDT Tim, GROß Manuel et PEHNERT
Björn.

73 Titulaire(s) : Dr. Ing. h.c. F. Porsche Aktiengesell-
schaft /.

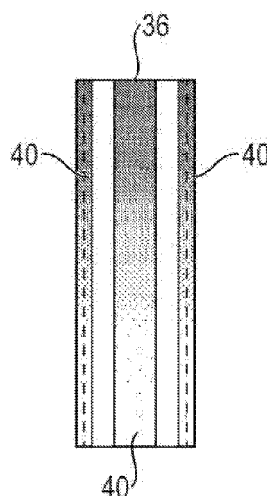
74 Mandataire(s) : CABINET NUSS.

54 Ensemble batterie.

57 Ensemble batterie

L'invention concerne un ensemble batterie comprenant au moins un module de batterie présentant un boîtier de module de batterie qui définit un espace intérieur de module de batterie et dans lequel sont disposés au moins une cellule de batterie (36) et un agent réfrigérant. Au moins un dispositif à capillarité (40) est appliqué sur l'extérieur d'au moins une des au moins une cellule de batterie (36) de façon à remonter obliquement en partant d'une première extrémité de la cellule de batterie (36) jusqu'à une deuxième extrémité de la cellule de batterie (36). Le dispositif à capillarité est conçu pour absorber de l'agent réfrigérant liquide issu d'un réservoir de réfrigérant situé à une première extrémité de la cellule de batterie (36) et pour libérer de l'agent réfrigérant gazeux, au moins au niveau de la deuxième extrémité de la cellule de batterie (36), dans l'espace intérieur de module de batterie.

Figure à publier avec l'abrégé : Fig. 1



Description

Titre de l'invention : Ensemble batterie

- [0001] La présente invention concerne un ensemble batterie, comportant notamment un dispositif de refroidissement et un véhicule équipé d'un tel ensemble batterie.
- [0002] Les accumulateurs d'énergie électrochimiques, ci-après « batteries », peuvent présenter des puissances différentes en fonction de la température, c.-à-d. notamment que la quantité d'énergie exploitable par unité ainsi que la quantité d'énergie exploitable dans l'absolu peuvent être fortement dépendantes de la température de la batterie.
- [0003] Les batteries mises en œuvre notamment pour l'alimentation du moteur de propulsion des véhicules électriques ou hybrides doivent non seulement accumuler une grande quantité d'énergie pour offrir une grande autonomie, mais aussi produire de fortes puissances pour satisfaire les exigences de puissance du moteur. Elles doivent de surcroît pouvoir être chargées avec une puissance suffisante pour permettre une réutilisation rapide après un déchargement.
- [0004] Lors du déchargement et du chargement, il se produit des courants élevés susceptibles de conduire à une élévation de température non négligeable au niveau des inévitables résistances internes ou lors des réactions chimiques qui accompagnent le chargement et le déchargement. Non seulement cette élévation de température peut avoir une forte influence sur les caractéristiques de charge-décharge et sur la vie utile de la batterie mais une forte montée en température peut également conduire à une détérioration de la batterie ou des composants couplés thermiquement à celle-ci, jusqu'à déclencher les dispositifs de protection, voire jusqu'à provoquer une réaction exothermique non contrôlée qui se traduit par une impossibilité d'utiliser la batterie et, éventuellement, le dispositif qu'elle alimente.
- [0005] Les batteries à haute performance comprennent habituellement une pluralité de cellules de batterie connectées en série et/ou en parallèle pour pouvoir fournir une tension et une intensité nominales voulues. Les cellules de batterie sont généralement agencées dans un boîtier qui offre une protection contre les dommages mécaniques et qui abrite par ailleurs des capteurs et circuits électroniques connexes. Le boîtier peut encore être conçu pour chauffer et/ou refroidir la batterie afin de produire une température optimale pour la charge ou la décharge de ladite batterie. Le boîtier est également désigné ci-après par l'appellation « module de batterie ».
- [0006] Les cellules de batterie peuvent exister entre autres sous la forme de cellules rondes avec un boîtier cylindrique rigide, de cellules prismatiques avec un boîtier rigide parallélépipédique ou sous la forme de cellules dites « poches », c.-à-d. des cellules plates sans boîtier rigide. Les cellules dotées d'un boîtier rigide propre offrent des avantages

de manipulation lors de la conception et de la fabrication des modules de batterie. Les exigences mécaniques pour le boîtier sont également moindres que pour les cellules de poche. De surcroît, les cellules à boîtier rigide propre sont disponibles dans une multiplicité de variantes auprès d'un grand nombre de fabricants, permettant également la production à moindres frais de séries plus petites de modules de batterie.

- [0007] Le refroidissement des cellules de batterie est fréquemment mis en œuvre au moyen de plaques de refroidissement ou par circulation d'un fluide autour des cellules de batterie, lequel fluide est refroidi dans un dispositif réfrigérant avant d'être renvoyé en circuit vers les cellules de batterie. Cette circulation de fluide liquide autour des cellules de batterie est onéreuse, du point de vue de la construction, notamment du fait que les modules de batterie doivent être en contact étanche avec un circuit de refroidissement. Une circulation de fluide gazeux, par exemple un refroidissement par air, demande un apport d'air extérieur passant par un filtre afin d'éliminer au moins la saleté grossière et la poussière de l'air. Un refroidissement à l'aide de plaques de refroidissement demande qu'il y ait un bon contact thermique durable entre les cellules de batterie et leur plaque de refroidissement respective, ce qui entraîne des frais supplémentaires lors de la fabrication des modules de batterie.
- [0008] Il faut par conséquent rechercher un refroidissement de cellules de batterie d'un module de batterie qui s'effectue à l'intérieur du module de batterie en circuit fermé et qui offre toutefois une forte capacité de refroidissement concernant chacune des cellules de batterie.
- [0009] Cet objectif est atteint par l'invention grâce à un ensemble batterie comportant au moins un module de batterie, ledit au moins un module de batterie présentant un boîtier de module de batterie qui définit un espace intérieur de module de batterie et dans lequel sont disposés au moins une cellule de batterie et un agent réfrigérant, caractérisé en ce qu'au moins un dispositif à capillarité est appliqué sur l'extérieur d'au moins une des au moins une cellule de batterie et les propriétés de ce dispositif, qui influent sur l'intensité de l'effet de capillarité, varient entre une première extrémité et une deuxième extrémité de l'au moins une cellule de batterie le long de la hauteur d'ascension capillaire de l'agent réfrigérant remontant dans le dispositif à capillarité.
- [0010] Ainsi, un ensemble batterie selon l'invention présente au moins un module de batterie. Ledit au moins un module de batterie comprend un boîtier de module de batterie déterminant un espace intérieur de module de batterie et dans lequel sont disposés au moins une cellule de batterie et un agent réfrigérant. Conformément à l'invention, au moins un dispositif à capillarité est appliqué sur l'extérieur d'au moins une des au moins une cellule de batterie, dont les propriétés influençant l'intensité de l'effet capillaire varient entre une première et une deuxième extrémité de la au moins une cellule de batterie le long de la hauteur de montée du réfrigérant croissant dans

l'agencement capillaire.

- [0011] Les propriétés de la structure capillaire qui influent sur l'intensité de l'effet de capillarité comprennent entre autres le rayon du capillaire, c.-à-d. la largeur disponible du capillaire pour le cheminement du fluide, la porosité à l'intérieur de la structure capillaire, la mouillabilité des parois des capillaires, l'orientation spatiale des capillaires par rapport à une cellule de batterie donnée et à la gravitation dans la position d'installation, etc.
- [0012] La hauteur d'ascension capillaire peut se concevoir par exemple comme la distance séparant un réservoir de réfrigérant agencé au niveau d'une extrémité de la cellule de batterie.
- [0013] Les propriétés variables qui influent sur l'intensité de l'effet de capillarité peuvent être établies de manière avantageuse pour que l'on puisse exploiter de façon optimale le rapport entre la force de capillarité et la perte de pression fonction de la hauteur d'ascension capillaire. Ainsi, les capillaires pourront par exemple présenter un plus grand rayon au niveau de leur extrémité dite inférieure (dans le sens de la gravitation), lequel ira en diminuant en s'éloignant de l'extrémité inférieure. En variante, ou en complément, la porosité du dispositif à capillarité pourra être plus importante au niveau de l'extrémité inférieure (dans le sens de la gravitation) qu'elle ne l'est en s'en éloignant.
- [0014] Les propriétés variables qui influent sur l'intensité de l'effet de capillarité peuvent varier de manière continue ou par paliers, ou bien par paliers avec des transitions continues. Dans le cas d'une variation continue, celle-ci peut s'effectuer de façon linéaire dans la distance séparant les deux extrémités de la cellule de batterie ou bien encore de façon non linéaire.
- [0015] Lorsque, pour un certain type de cellules de batterie, il existe des profils de température irréguliers connus entre les extrémités de la cellule de batterie, il est également possible d'adapter la structure capillaire dans les diverses zones où se produisent fréquemment les températures les plus élevées, de manière à y provoquer un plus grand débit volumique d'agent réfrigérant par unité de temps, et/ou à faciliter une sortie d'agent réfrigérant vaporisé, par exemple par le biais d'une plus grande porosité que dans d'autres endroits.
- [0016] Dans une ou plusieurs configurations, la variation des propriétés influençant l'intensité de l'effet capillaire dépend dynamiquement de la température. Cette dépendance dynamique peut par exemple s'obtenir par un couplage de la structure capillaire à une structure de variation réalisée dans un matériau doté d'un fort coefficient de dilatation thermique. La structure de variation s'exerce par un couplage approprié, par exemple une force de traction ou une force de compression sur la structure capillaire ou des parties de celle-ci, de sorte que les rayons capillaires sont modifiés par

la traction ou la pression en fonction de la température.

- [0017] Le dispositif à capillarité peut être agencé sur chaque cellule de batterie de manière à s'élever à la verticale ou en oblique à partir d'une première extrémité de la cellule de batterie jusqu'à une deuxième extrémité de la cellule de batterie. Une mise en œuvre avec montée oblique, par exemple en spirale, du dispositif à capillarité sur les diverses cellules de batterie permet de disposer avantageusement le matériau allongé de la structure capillaire en créant au besoin des écarts réglables entre ses zones latérales. De plus, une structure enroulée autour d'un objet présente une retenue inhérente à cet objet, ce qui facilite le montage des diverses cellules de batterie dans le module de batterie. Ainsi qu'il ressort des figures 1 à 3, les structures capillaires de cellules de batterie voisines peuvent être agencées les unes par rapport aux autres de manière à ne pas se toucher. D'une part, la distance entre les cellules de la batterie peut être réduite et, d'autre part, le réfrigérant provenant de la structure capillaire d'une cellule de batterie peut être chauffé en des points individuels ou dans des zones individuelles par la surface d'une cellule de batterie voisine.
- [0018] Le dispositif capillaire d'une ou plusieurs configurations est de préférence conçu pour recevoir un réfrigérant liquide à partir d'une réserve de réfrigérant disposée à la première extrémité de la cellule de batterie, et de réfrigérant gazeux au moins à la deuxième extrémité de l'élément de batterie dans l'intérieur du module de batterie.
- [0019] Le dispositif à capillarité appliqué sur l'extérieur de la cellule de batterie est en contact thermique avec la cellule de batterie, de sorte que le réfrigérant liquide ascendant à partir de l'action capillaire dans l'ensemble capillaire est chauffé par la batterie et se transforme finalement en état gazeux. Le réfrigérant gazeux peut sortir de l'ensemble capillaire dans l'espace intérieur du module de batterie au moins à la deuxième extrémité de l'élément de batterie, mais il est également possible qu'il parvienne auparavant de l'ensemble capillaire dans l'espace intérieur du module de batterie.
- [0020] Dans une ou plusieurs formes d'exécution, l'au moins un dispositif à capillarité présente une longueur supérieure à sa largeur. Des zones latérales de l'au moins un dispositif à capillarité s'étendant dans la longueur du dispositif à capillarité ne se touchent pas, si bien qu'il demeure un espace latéral à proximité de l'au moins un dispositif à capillarité. Cet espace permet à l'agent réfrigérant liquide condensé de retourner au réservoir de réfrigérant en longeant l'au moins une cellule de batterie.
- [0021] Dans une ou plusieurs configurations, deux ou plusieurs configurations capillaires sont agencées sur au moins un élément de batterie, dont les zones latérales ne se touchent pas. Le réfrigérant évaporé après réception de l'énergie thermique peut ainsi s'échapper rapidement de l'ensemble capillaire et de la zone des éléments de batterie, ce qui augmente également l'action capillaire des ensembles capillaires, car l'effet ca-

pillaire agit principalement à l'état liquide du réfrigérant.

- [0022] Ledit au moins un ensemble capillaire peut être guidé une ou plusieurs fois autour de la périphérie de la cellule de batterie de manière à former un ensemble hélicoïdal, bien qu'un ensemble capillaire ne s'étendant que sur une partie de la périphérie de la cellule de batterie puisse également être envisagé. Si au moins deux dispositifs à capillarité sont agencés sur une cellule de batterie, ceux-ci peuvent être parallèles sans se toucher, comme deux escaliers en colimaçons imbriqués.
- [0023] Il est formé, dans une ou plusieurs formes d'exécution, au moins un conduit de fluide entre les cellules de batterie et le boîtier de module de batterie grâce auquel l'espace intérieur de module de batterie est en liaison fluide entre la première paroi et la deuxième paroi, permettant ainsi un flux de réfrigérant. Cela permet notamment à l'agent réfrigérant condensé au niveau d'un élément de refroidissement agencé sur le dessus de bien pouvoir retourner, de la partie haute, vers la partie basse de l'ensemble, d'où il pourra de nouveau être convoyé par les dispositifs à capillarité pour finir par s'évaporer. L'au moins un conduit de fluide peut être constitué entre les zones latérales des dispositifs à capillarité qui ne se touchent pas ou dans un autre espace au sein du boîtier de module de batterie.
- [0024] Dans une ou plusieurs formes d'exécution, une cavité est prévue, au moins par endroits, entre les cellules de batterie et la première paroi, permettant de recueillir l'agent réfrigérant liquide et de constituer une cuve de réfrigérant. Cela permet d'une part un bon refroidissement y compris dans la partie basse et, d'autre part, l'agent réfrigérant peut être absorbé par les dispositifs à capillarité plongés dans la cuve de réfrigérant.
- [0025] Il est prévu, dans une ou plusieurs formes d'exécution, au moins un élément de refroidissement agencé dans une première et/ou une deuxième paroi du boîtier de module de batterie ou relié par conduction thermique avec l'extérieur d'une première et/ou d'une deuxième paroi du boîtier de module de batterie. L'élément de refroidissement est conçu pour refroidir la première et/ou la deuxième paroi, au moins par sections, pour permettre une condensation de l'agent réfrigérant. Les première et/ou deuxième parois ont ainsi fonction de surfaces de condensation efficaces. Lorsqu'il n'est prévu qu'un seul élément de refroidissement, celui-ci est de préférence agencé dans la deuxième paroi au-dessus des cellules de batterie, la notion de « dessus » devant être perçue eu égard à la gravitation dans la position d'installation du boîtier de module de batterie. Le refroidissement offert par la deuxième paroi est avantageux car l'agent réfrigérant évaporé est convoyé vers le haut du fait de sa moindre densité et finit par retomber à la suite de la condensation. Les cellules de batterie peuvent ainsi être refroidies directement dans la partie haute, par exemple lorsque l'agent réfrigérant condensé parvient sur le dessus d'une cellule de batterie, ainsi également que dans la

partie basse, lorsque l'agent réfrigérant revient jusque sur l'extrémité inférieure d'une cellule de batterie.

- [0026] Dans une ou plusieurs formes d'exécution, la deuxième paroi est tout du moins espacée de la deuxième extrémité de l'au moins une cellule de batterie, de façon à ce qu'il n'existe aucun contact direct entre le dispositif à capillarité et la deuxième paroi. L'agent réfrigérant gazeux sortant du dispositif à capillarité est libre de s'élever en direction de la deuxième paroi, où il se condense.
- [0027] Dans une ou plusieurs formes d'exécution, la surface de la deuxième paroi, tournée vers l'espace intérieur de module de batterie, est structurée de telle façon à ce que l'agent réfrigérant condensé est conduit vers une position située au-dessus d'une deuxième extrémité d'une cellule de batterie, avant de se détacher, sous l'effet de la gravité, de ladite surface de la deuxième paroi tournée vers l'espace intérieur de module de batterie. Ce faisant, certaines quantités au moins de l'agent réfrigérant tombent sur la deuxième extrémité des cellules de batterie, où elles s'évaporent à nouveau immédiatement, au moins partiellement, au contact de la surface chaude des cellules de batterie, accroissant encore l'effet de refroidissement.
- [0028] Dans une ou plusieurs formes d'exécution, un profil de température peut être établi le long de l'élément de refroidissement sur ou dans la deuxième paroi, par ex. à l'aide de serpentins de refroidissement disposés de manière appropriée, d'épaisseurs de matériau ajustées de manière appropriée, ou autres, de manière à créer une température minimale locale au-dessus d'une cellule de batterie.
- [0029] Dans une ou plusieurs formes d'exécution, le matériau constituant le dispositif à capillarité est, au moins par endroits, à pores ouverts ou poreux. Cette conception à pores ouverts ou poreuse permet un bon cheminement de l'agent réfrigérant à l'intérieur du dispositif à capillarité et éventuellement un passage de l'agent réfrigérant vers l'espace intérieur de module de batterie ou l'espace présent entre des zones latérales voisines des dispositifs à capillarité.
- [0030] Les mousses métalliques poreuses peuvent par exemple être produites par infiltration à l'état fondu de modèles perdus. Les modèles perdus sont éliminés après solidification du métal fondu. On utilise par exemple pour les modèles perdus du sel aggloméré, des polymères ou du sable aggloméré. Les mousses métalliques peuvent aussi être réalisées, en variante, selon un processus de frittage.
- [0031] Dans une ou plusieurs formes d'exécution, le matériau constituant le dispositif à capillarité comprend une mousse métallique. La mousse métallique est facile à produire à l'échelle industrielle et permet une bonne conduction capillaire. La mousse métallique peut notamment contenir du nickel, du cuivre ou du fer, en particulier de l'acier inoxydable. Ces matériaux permettent d'obtenir une structure stable et une bonne fabrication de la mousse métallique.

- [0032] La mousse métallique présente de petites structures et par conséquent un bon effet capillaire. Les structures peuvent par exemple présenter des largeurs situées dans la plage de 10 nm à quelques millimètres. Mais des structures microporeuses d'une largeur de moins de 2 nm sont également possibles. Ces structures métalliques offrent l'avantage d'être relativement stables et de permettre une bonne conduction thermique grâce au métal. La stabilité est par exemple avantageuse lorsque les cellules de batterie sont pressées les unes contre les autres, tel qu'il est par exemple habituel dans le cas des cellules de batterie poches.
- [0033] Dans une ou plusieurs formes d'exécution, la mousse métallique est conçue sous la forme d'une mousse métallique anisotrope dont les pores, au moins par endroits, présentent une dimension plus grande au moins dans une première direction, par exemple parallèlement aux cellules de batterie, que dans une deuxième direction, par exemple perpendiculairement à la surface des cellules de batterie. Cela permet un bon écoulement de l'agent réfrigérant entre la première et la deuxième paroi du boîtier de module de batterie. Une mousse métallique anisotrope permet, avec une bonne orientation des pores, d'accroître la capacité de refroidissement en favorisant un débit massique plus important de l'agent réfrigérant pour un encombrement identique.
- [0034] Les mousses métalliques présentent un bon effet capillaire et peuvent par exemple être mises en œuvre pour les cellules de batterie poches, rondes ou prismatiques. Il est toutefois possible d'utiliser de la laine métallique au lieu de la mousse métallique. La laine métallique est utilisée de manières diverses et variées dans l'état de la technique. Elle présente également une bonne structure capillaire et offre une haute capacité de refroidissement en transportant le réfrigérant entre les cellules de batterie. On peut par exemple utiliser de la laine métallique pour les cellules de batterie poches, rondes ou prismatiques et, grâce à sa bonne déformabilité, elle s'adapte également aux surfaces de formes irrégulières ou courbes, telles que celles des cellules de batterie rondes horizontales ou verticales.
- [0035] Dans une ou plusieurs formes d'exécution, le matériau constituant le dispositif à capillarité comprend une éponge de titane. L'éponge de titane est une structure comportant du titane ou un alliage de titane. Le titane est certes un matériau relativement onéreux mais il est facile de se le procurer à peu de frais sous la forme de produit de rebut issu de divers processus de fabrication pour de la poudre pour éponge de titane. De plus, le titane offre une robustesse élevée pour son poids. Selon un mode de réalisation, l'éponge de titane est par conséquent frittée à partir de poudre pour éponge de titane, donnant lieu à une structure poreuse avantageuse. Comme mousse métallique anisotrope, l'éponge de titane permet un haut débit massique de réfrigérant. L'éponge de titane peut par exemple être mise en œuvre pour les cellules de batterie poches, rondes ou prismatiques.

- [0036] Dans une ou plusieurs formes d'exécution, la pression absolue régnant dans le boîtier de module de batterie à 20 °C est inférieure à 1,0 bar, afin d'abaisser la température d'évaporation de l'agent réfrigérant par rapport à une pression absolue de 1,0 bar. Une pression absolue de 1,0 bar correspond à peu près à une pression normale extérieure. L'agent réfrigérant fonctionne de manière particulièrement efficace lorsqu'il passe et repasse de l'état liquide à l'état gazeux, ce qui est favorisé par la faible pression. Selon un mode de réalisation préférentiel, la pression absolue régnant dans le boîtier de module de batterie à 20 °C est comprise entre 0,1 bar et 0,8 bar, de préférence entre 0,2 bar et 0,6 bar et tout particulièrement entre 0,3 bar et 0,5 bar. Cela permet un changement de l'état d'agrégat de l'agent réfrigérant y compris à des températures relativement basses.
- [0037] Un véhicule présente un tel ensemble batterie et un moteur électrique. Ce type de véhicule permet un bon refroidissement de l'ensemble batterie et ainsi une haute performance et grande autonomie.
- [0038] Le dispositif à capillarité permet de se passer d'interfaces thermiques (*gap fillers*), dont l'emploi est nécessaire dans les modules de batterie conventionnels pour assurer un bon transfert de la chaleur issue des cellules de batterie vers le boîtier de module de batterie.
- [0039] Une dépression dans le boîtier de module de batterie permet de se passer de plaquettes de compression (*compression pads*) nécessaires dans les cellules poches.
- [0040] D'autres particularités et perfectionnements avantageux de l'invention ressortiront à la lecture des exemples de réalisation décrits ci-après et représentés dans les figures. Elles ne sont nullement destinées à limiter la portée de l'invention. Il va de soi que les caractéristiques citées ci-dessus et celles explicitées ci-après ne s'appliquent pas que selon les combinaisons indiquées, mais aussi selon d'autres combinaisons ou bien seules, sans sortir du cadre de la présente invention. Parmi les figures :
- [0041] [Fig.1] est une représentation schématique d'une première structure capillaire conforme à l'invention agencée sur une cellule de batterie,
- [0042] [Fig.2] est une représentation schématique d'une deuxième structure capillaire conforme à l'invention agencée sur une cellule de batterie,
- [0043] [Fig.3] est une représentation schématique d'un premier exemple d'ensemble batterie,
- [0044] [Fig.4] est une représentation schématique d'un deuxième exemple d'ensemble batterie,
- [0045] [Fig.5] est une représentation schématique d'un troisième exemple d'ensemble batterie, et
- [0046] [Fig.6] représente un véhicule doté de l'ensemble batterie conforme à l'invention.
- [0047] Ci-après, des éléments identiques, ou aux fonctions identiques, sont désignés par des

caractères identiques et seront généralement décrits une seule fois. La description s'applique à l'ensemble des figures et s'appuie sur celle de la figure précédente, avec omission des répétitions inutiles.

- [0048] La [Fig.1] est une représentation schématique d'un premier mode de réalisation d'une structure capillaire 40 conforme à l'invention agencée sur une cellule de batterie 36. Dans cette représentation, la cellule de batterie 36 n'est reconnaissable que partiellement, par les zones blanches ; les contours de la cellule de batterie sont suggérés par les lignes en pointillés. Dans ce mode de réalisation, plusieurs éléments rectilignes de la structure capillaire 40 sont agencés sur le pourtour de la cellule de batterie 36, les interstices entre ceux-ci formant un conduit de fluide le long de l'extérieur de la cellule de batterie 36. Les propriétés variables qui influent sur l'intensité de l'effet de capillarité sont indiquées dans cette figure et les suivantes à l'aide d'un dégradé de couleur de fond et d'une densité de points différenciée.
- [0049] La [Fig.2] est une représentation schématique d'un deuxième mode de réalisation d'une structure capillaire 40 conforme à l'invention agencée sur une cellule de batterie 36. Dans cette représentation, les contours de la cellule de batterie 36 sont davantage visibles que dans la [Fig.1]. Dans ce mode de réalisation, deux éléments séparés de la structure capillaire 40, parallèles entre eux, sont appliqués autour de la cellule de batterie 36 sans se toucher en aucun point. Là encore, les interstices entre ceux-ci forment un conduit de fluide le long de l'extérieur de la cellule de batterie 36.
- [0050] La [Fig.3] illustre un ensemble batterie 20 présentant un module de batterie 30 doté d'un boîtier de module de batterie 70, de cellules de batterie 36, d'un agent réfrigérant 60 et de dispositifs à capillarité 40.
- [0051] Le boîtier de module de batterie 70 définit un espace intérieur de module de batterie 34 dans lequel espace intérieur 34 les cellules de batterie 36, l'agent réfrigérant 60 et les dispositifs à capillarité 40 sont agencés.
- [0052] Les dispositifs à capillarité 40 sont appliqués sur l'extérieur des cellules de batterie 36 en étant enroulés en spirale autour de celles-ci et sont conçus pour absorber de l'agent réfrigérant liquide 60 issu d'un réservoir de réfrigérant situé à une première extrémité de la cellule de batterie 36, ici une extrémité inférieure, et pour libérer de l'agent réfrigérant gazeux 60 au moins au niveau d'une deuxième extrémité de la cellule de batterie 36, ici une extrémité supérieure, dans l'espace intérieur de module de batterie 34.
- [0053] Le boîtier de module de batterie 70 présente une première paroi inférieure 71 et une deuxième paroi supérieure 72. La deuxième paroi 71 est agencée au moins par sections au-dessus des cellules de batterie 36, et la première paroi 71 est agencée au moins par sections au-dessous des cellules de batterie 36.
- [0054] L'ensemble batterie 20 présente un élément de refroidissement supérieur 52 conçu

pour refroidir la deuxième paroi 72 au moins par section, pour y permettre une condensation de l'agent réfrigérant 60. En variante ou en complément, il est également possible de prévoir un élément de refroidissement 51 sur ou dans la première paroi 71, ou bien d'occasionner un refroidissement direct dans les zones froides à travers le boîtier de module de batterie 70. Les éléments de refroidissement 51, 52 présentent, dans l'exemple de réalisation, des conduits 54 permettant un écoulement interne d'un réfrigérant visant à un transfert de chaleur. Les éléments de refroidissement 51, 52 sont conçus sous la forme de plaques de refroidissement dans cet exemple de réalisation.

[0055] Entre les cellules de batterie 36 et le boîtier de module de batterie 70, il se trouve de préférence au moins un premier conduit de fluide 43 grâce auquel l'espace intérieur du module de batterie 34 est en liaison fluide entre la première paroi 71 et la deuxième paroi 72. Cela permet la réalisation d'un flux d'agent réfrigérant dans cet au moins un premier conduit de fluide 43.

[0056] Il demeure, entre les zones latérales du dispositif à capillarité 40 agencé sur une cellule de batterie 36, un espace qui assure un conduit de fluide supplémentaire entre la première paroi 71 et la deuxième paroi 72, grâce auquel l'agent réfrigérant 60 à l'état gazeux peut s'échapper rapidement du dispositif à capillarité 40. Les écarts entre les zones latérales du dispositif à capillarité 40 peuvent varier de ceux représentés dans les figures, ceux-ci n'étant qu'illustratifs. Ces conduits de fluide permettent également à l'agent réfrigérant 60 condensé sur la deuxième paroi 72 de retourner à la première paroi 71 et, par là même, de refroidir la surface d'une cellule de batterie 36 pendant qu'il s'écoule sur celle-ci.

[0057] L'agent réfrigérant 60 est donc transporté, vers le haut, à l'état liquide par le matériau à propriétés capillaires constituant le dispositif à capillarité 40 et, après absorption de chaleur et passage à l'état gazeux, le réfrigérant 60 peut s'échapper rapidement vers le haut ou vers le bas sans grande résistance fluide par les conduits de fluide.

[0058] Il est prévu une cavité 75 dans la partie basse, de préférence au moins par endroits, entre les cellules de batterie 36 et la première paroi 71, permettant de recueillir l'agent réfrigérant 60 liquide et de constituer une cuve de réfrigérant.

[0059] L'agent réfrigérant 60 fluide peut se trouver sous forme liquide aussi bien que gazeuse et peut, par absorption d'énergie thermique, passer de l'état liquide à l'état gazeux. Une quantité relativement importante d'énergie thermique peut ainsi être absorbée et transportée. Dans l'exemple de réalisation, le boîtier de module de batterie 70 est parallélépipédique et présente, outre la première paroi 71 et la deuxième paroi 72, une troisième paroi droite et une quatrième paroi gauche non représentées dans la figure. Les parois avant et arrière du boîtier de module de batterie 70 ne sont pas non plus représentées dans la figure. D'autres formes de base du boîtier de module de batterie 70 sont également possibles, par exemple une forme cylindrique ou sphérique.

- [0060] Le boîtier de module de batterie 70 est de préférence clos, empêchant l'agent réfrigérant 60 de s'échapper boîtier de module de batterie 70, en fonctionnement normal, ou uniquement dans une faible mesure. À l'usage, il se produit de la chaleur au niveau des cellules de batterie 36 et l'agent réfrigérant 60 liquide peut absorber cette chaleur et ainsi s'évaporer. Une grande quantité d'énergie thermique peut ainsi être absorbée par l'agent réfrigérant 60. L'agent réfrigérant 60 évaporé remonte par exemple en direction de la deuxième paroi 72, où il est refroidi. Sous l'effet de ce refroidissement, l'agent réfrigérant se condense et peut s'écouler vers le bas par le biais des conduits de fluide 43. Dans la partie basse du boîtier de module de batterie 70, l'agent réfrigérant 60 peut être recueilli et constituer une cuve de réfrigérant et, à une température de 20 °C, les cellules de batterie 36 se trouveront, de préférence au moins partiellement, plongées dans la cuve de réfrigérant. L'au moins un dispositif à capillarité 40 agencé au niveau d'une cellule de batterie 36 permet, par effet capillaire, la remontée de l'agent réfrigérant 60 le long de l'extérieur de cellule de batterie 36 concernée. L'agent réfrigérant liquide 60 peut ainsi être présent sur une grande superficie de l'extérieur de la cellule de batterie 36 concernée et y absorber de l'énergie thermique. Cela vient accroître la capacité de refroidissement de l'ensemble batterie 20.
- [0061] La [Fig.4] est une représentation schématique d'un deuxième exemple d'ensemble batterie 20. L'ensemble batterie de cette figure correspond sensiblement à celui de la [Fig.1], avec toutefois l'ajout d'un élément de refroidissement 51, sur ou dans la première paroi 71, destiné à refroidir l'agent réfrigérant 60 présent dans la cuve de réfrigérant. Dans cette figure, l'élément de refroidissement 51 correspond à l'élément de refroidissement 52 présent sur ou dans la deuxième paroi 72 et les divers éléments de l'élément de refroidissement 51 ne sont donc pas particulièrement représentés.
- [0062] La [Fig.5] est une représentation schématique d'un deuxième exemple d'ensemble batterie 20. L'ensemble batterie de cette figure correspond sensiblement à celui de la [Fig.1], mais ici la surface de la deuxième paroi 72 qui est tournée vers l'espace intérieur de module de batterie 34 est structurée de telle façon que l'agent réfrigérant 60 qui s'y est condensé est conduit vers une position située au-dessus d'une deuxième extrémité d'une cellule de batterie 36 avant de se détacher, sous l'effet de la gravité, de ladite surface de la deuxième paroi 72 tournée vers l'espace intérieur de module de batterie 34, et qu'au moins une certaine partie en tombe sur ladite deuxième extrémité des cellules de batterie 36. Cette structuration peut par exemple prendre la forme de nervures. Ces nervures peuvent être de forme pointue, comme il est illustré dans la figure, pour améliorer le détachement visé des gouttes de condensat. Des structures de forme congruente en deux dimensions se terminant en pointe peuvent également être prévues au lieu de ces nervures.
- [0063] Un agencement rectiligne est également possible, bien que les figures 3 à 5 montrent

des structures capillaires en spirale sur l'extérieur des cellules de batterie. Plusieurs structures capillaires rectilignes à la manière de bandelettes pourront éventuellement être réparties sur le pourtour de la cellule de batterie concerne, comme l'illustre la [Fig.1], en étant de préférence espacées les unes des autres de manière à ménager un conduit de fluide entre deux structures capillaires voisines.

[0064] La [Fig.6] illustre un véhicule 10 doté d'un tel ensemble batterie 20, branché schématiquement par une ligne électrique 12 à un moteur électrique 14. Un véhicule 10 sera équipé de l'ensemble batterie 20 de manière particulièrement avantageuse car celle-ci offre un bon effet de refroidissement et par là même, une bonne autonomie au véhicule 10.

[0065] Naturellement, de nombreuses variations et modifications sont possibles dans le cadre de la présente invention.

[0066] Les éléments, objets, indications et informations illustrés sur les figures sont référencés comme suit :

- [0067] 20 : Ensemble batterie
- [0068] 30 : Module de batterie
- [0069] 34 : Espace intérieur de module de batterie
- [0070] 36 : Cellules de batterie
- [0071] 40 : Dispositif à capillarité
- [0072] 43 : Conduit de fluide
- [0073] 51, 52 : Élément de refroidissement
- [0074] 54 : Conduit
- [0075] 60 : Agent réfrigérant
- [0076] 70 : Boîtier de module de batterie
- [0077] 71 : Première paroi
- [0078] 72 : Deuxième paroi
- [0079] 75 : Cavité

[0080] Bien entendu, l'invention n'est pas limitée aux modes de réalisation décrits et représentés aux dessins annexés. Des modifications restent possibles, notamment du point de vue de la constitution des divers éléments ou par substitution d'équivalents techniques, sans sortir pour autant du domaine de protection de l'invention.

Revendications

- [Revendication 1] Ensemble batterie (20) comportant au moins un module de batterie (30), ledit au moins un module de batterie (30) présentant un boîtier de module de batterie (70) qui définit un espace intérieur de module de batterie (34) et dans lequel sont disposés au moins une cellule de batterie (36) et un agent réfrigérant (60), caractérisé en ce qu'au moins un dispositif à capillarité (40) est appliqué sur l'extérieur d'au moins une des au moins une cellule de batterie (36) et les propriétés de ce dispositif, qui influent sur l'intensité de l'effet de capillarité, varient entre une première extrémité et une deuxième extrémité de l'au moins une cellule de batterie le long de la hauteur d'ascension capillaire de l'agent réfrigérant (60) remontant dans le dispositif à capillarité (40).
- [Revendication 2] Ensemble batterie (20) selon la revendication 1, dans lequel la variation des propriétés qui influent sur l'intensité de l'effet de capillarité dépend dynamiquement de la température.
- [Revendication 3] Ensemble batterie (20) selon la revendication 1 ou 2, dans lequel le dispositif à capillarité (40) est conçu pour absorber de l'agent réfrigérant (60) liquide issu d'un réservoir de réfrigérant situé à une première extrémité de la cellule de batterie (36) et pour libérer de l'agent réfrigérant (60) gazeux, au moins au niveau de la deuxième extrémité de la cellule de batterie (36), dans l'espace intérieur de module de batterie (34).
- [Revendication 4] Ensemble batterie (20) selon l'une des revendications précédentes, dans lequel l'au moins un dispositif à capillarité (40) présente une longueur supérieure à sa largeur, et dans lequel des zones latérales de l'au moins un dispositif à capillarité (40) s'étendant dans la longueur du dispositif à capillarité (40) ne se touchent pas, si bien qu'il demeure un espace latéral à proximité de l'au moins un dispositif à capillarité (40), lequel permet à l'agent réfrigérant condensé de retourner au réservoir de réfrigérant en longeant l'au moins une cellule de batterie (36).
- [Revendication 5] Ensemble batterie (20) selon l'une des revendications précédentes, dans lequel au moins deux dispositifs à capillarité (40) dont les zones latérales ne se touchent pas sont agencés au niveau de l'au moins une cellule de batterie (36).
- [Revendication 6] Ensemble batterie (20) selon l'une des revendications précédentes, dans lequel au moins un conduit de fluide (43) est formé entre les cellules de batterie et le boîtier de module de batterie, grâce auquel l'espace

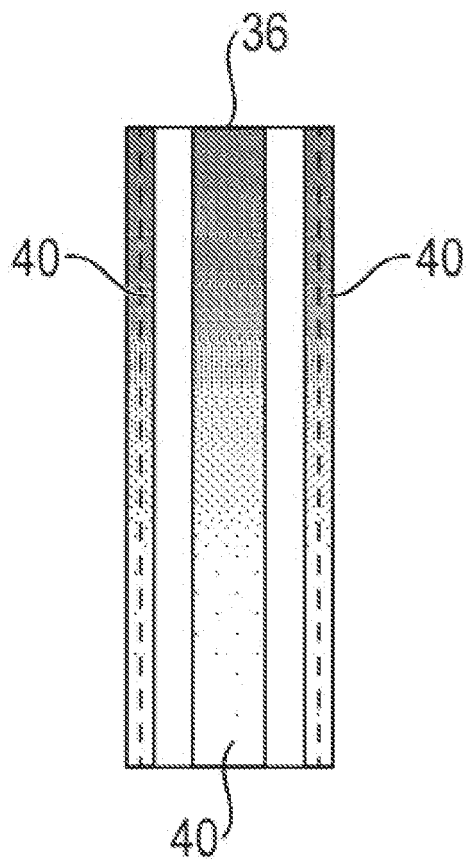
- intérieur de module de batterie est en liaison fluïdique entre la première paroi et la deuxième paroi, permettant ainsi un flux de réfrigérant.
- [Revendication 7] Ensemble batterie (20) selon l'une des revendications précédentes, dans lequel une cavité (75) est prévue, au moins par endroits, entre les cellules de batterie (36) et la première paroi (71), permettant de recueillir l'agent réfrigérant (60) liquide et de constituer une cuve de réfrigérant.
- [Revendication 8] Ensemble batterie (20) selon l'une des revendications précédentes, dans lequel il est prévu au moins un élément de refroidissement (51, 52) agencé dans une première et/ou une deuxième paroi (71, 72) du boîtier de module de batterie (70) ou relié par conduction thermique avec l'extérieur de la première et/ou d'une deuxième paroi (71, 72) du boîtier de module de batterie (70) et conçu pour refroidir la première et/ou la deuxième paroi (71, 72), au moins par sections, pour permettre une condensation de l'agent réfrigérant (60).
- [Revendication 9] Ensemble batterie (20) selon l'une des revendications précédentes, dans lequel au moins la deuxième paroi (72) est espacée de la deuxième extrémité de la cellule de batterie (36), de façon qu'il n'existe aucun contact direct entre le dispositif à capillarité (40) et la deuxième paroi (72).
- [Revendication 10] Ensemble batterie (20) selon la revendication 9, dans lequel la surface de la deuxième paroi (72) qui est tournée vers l'espace intérieur de module de batterie (34) est structurée de telle façon que l'agent réfrigérant (60) qui s'y est condensé est conduit vers une position située au-dessus d'une deuxième extrémité d'une cellule de batterie (36) avant de se détacher, sous l'effet de la gravité, de ladite surface de la deuxième paroi (72) tournée vers l'espace intérieur de module de batterie (34) et qu'au moins une certaine partie en tombe sur ladite deuxième extrémité des cellules de batterie (36).
- [Revendication 11] Ensemble batterie (20) selon l'une des revendications précédentes, dans lequel un profil de température présentant une température minimale locale au-dessus de chaque cellule de batterie (36) est établi le long de l'élément de refroidissement (52) sur ou dans la deuxième paroi (72).
- [Revendication 12] Ensemble batterie (20) selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le matériau constituant le dispositif à capillarité (40) est, au moins par endroits, à pores ouverts ou poreux.
- [Revendication 13] Ensemble batterie (20) selon l'une des revendications précédentes, dans lequel la pression absolue régnant dans le boîtier de batterie (70) à 20 °C

est inférieure à 1,0 bar, afin d'abaisser la température d'évaporation de l'agent réfrigérant (60) par rapport à une pression absolue de 1,0 bar.

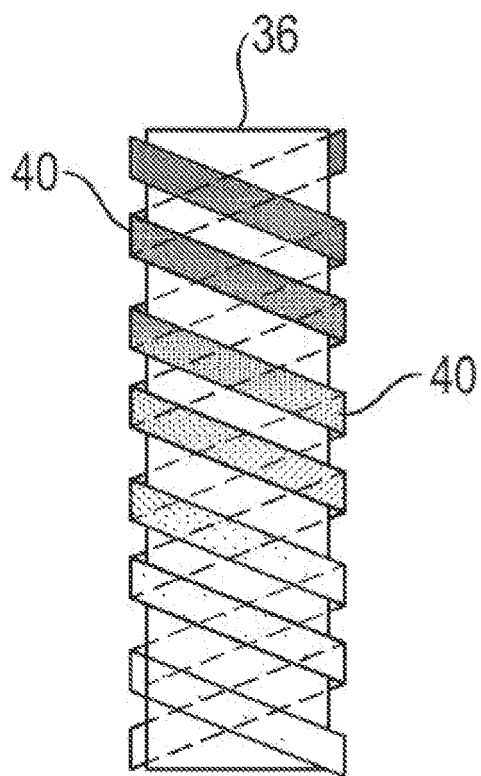
[Revendication 14] Ensemble batterie (20) selon la revendication 13, dans lequel la pression absolue régnant dans le boîtier de module de batterie (70) à 20 °C est comprise entre 0,1 bar et 0,8 bar, de préférence entre 0,2 bar et 0,6 bar, et de préférence entre 0,3 bar et 0,5 bar.

[Revendication 15] Véhicule (10) présentant un ensemble batterie (20) selon l'une des revendications précédentes, ainsi qu'un moteur électrique (14).

[Fig. 1]

**Fig. 1**

[Fig. 2]

**Fig. 2**

[Fig. 3]

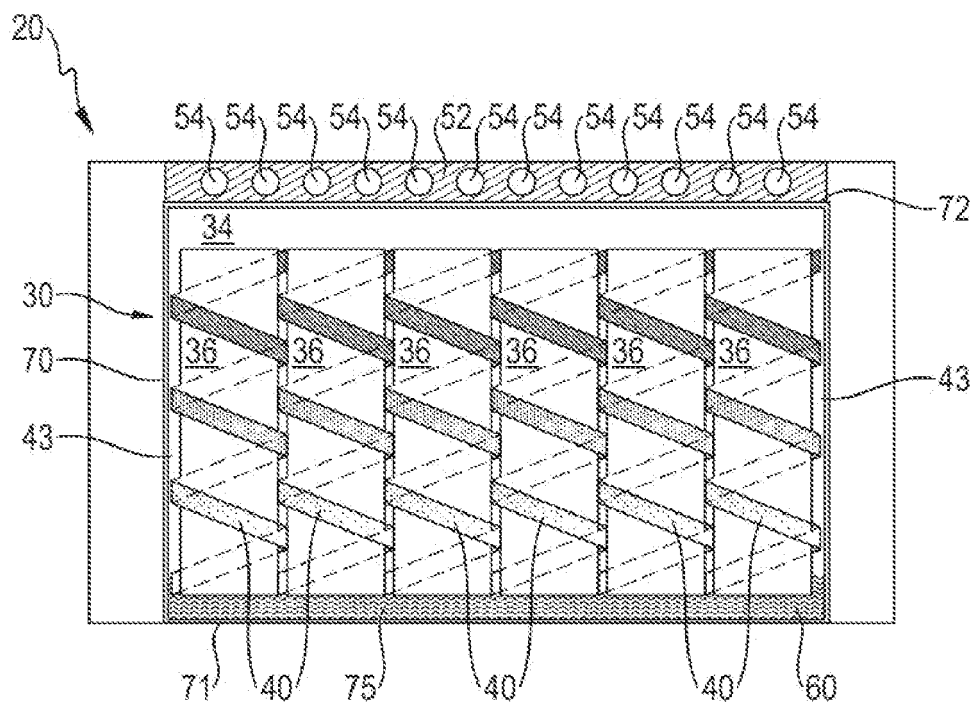


Fig. 3

[Fig. 4]

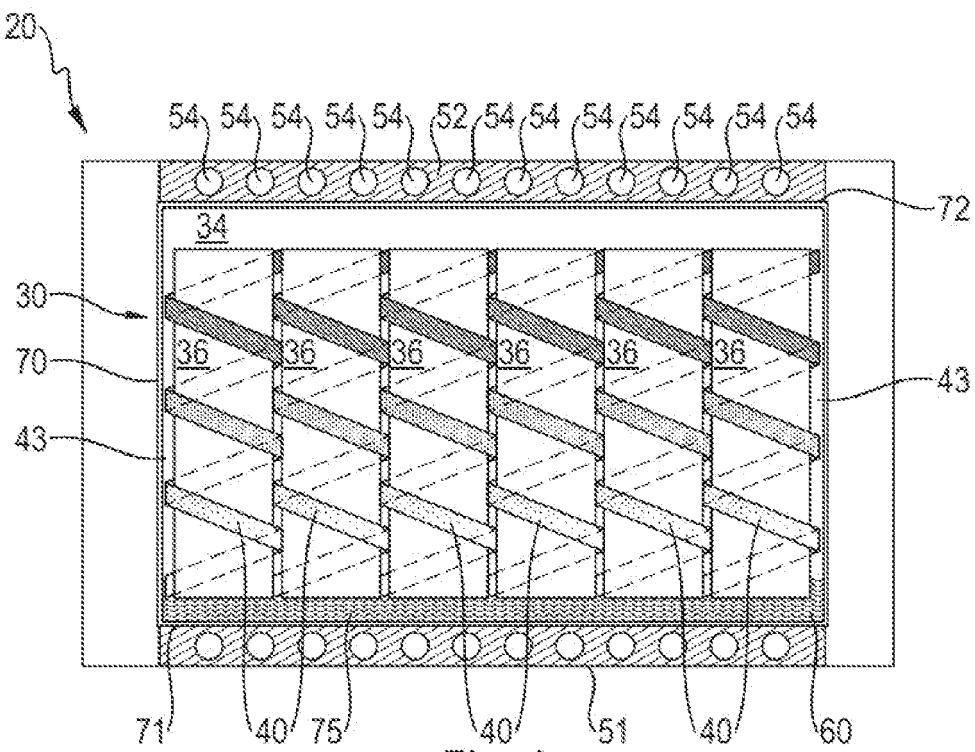
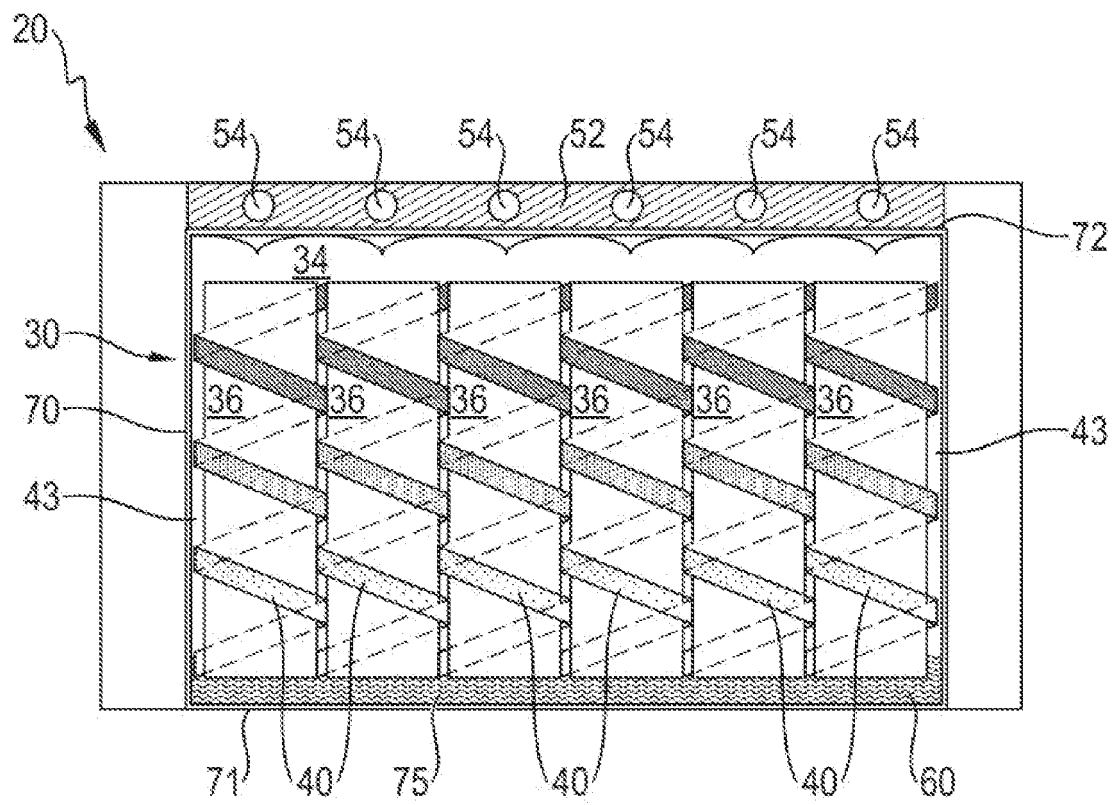
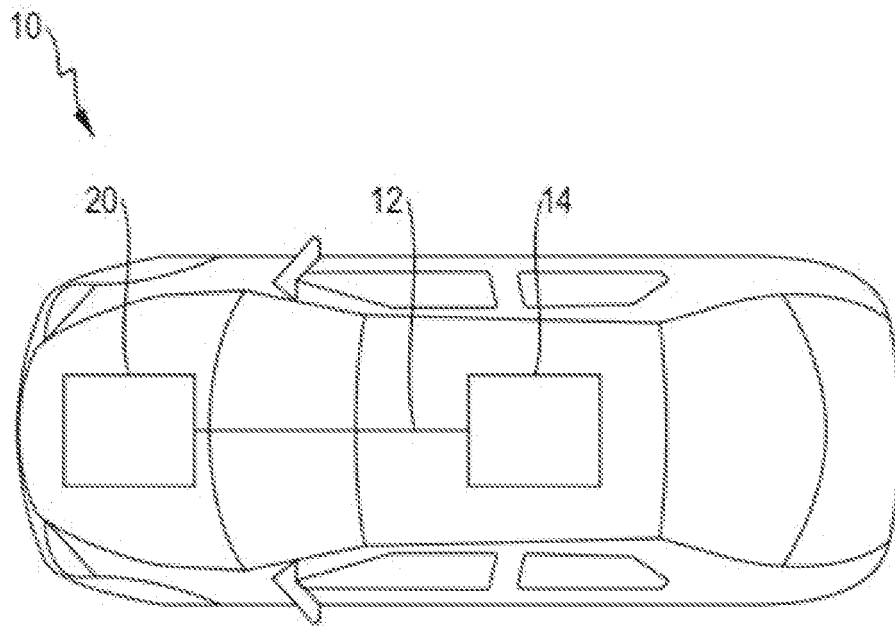


Fig. 4

[Fig. 5]

**Fig. 5**

[Fig. 6]

**Fig. 6**