

⑤④ COUVERCLE D'ELEMENT ELECTROCHIMIQUE A CONDUCTION THERMIQUE RENFOR-
CEE.

②② Date de dépôt : 27.12.17.

③③ Priorité :

⑥⑥ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

☐ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : *SAFT Société par actions simplifiée*
— FR.

④③ Date de mise à la disposition du public
de la demande : 28.06.19 Bulletin 19/26.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 04.03.22 Bulletin 22/09.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑦② Inventeur(s) : NARBONNE ALEXANDRE,
RIGOBERT GERARD, BERLUREAU THIERRY et
LEYKO MATTHIEU.

⑦③ Titulaire(s) : SAFT Société par actions simplifiée.

⑦④ Mandataire(s) : HIRSCH & ASSOCIES.



COUVERCLE D'ELEMENT ELECTROCHIMIQUE A CONDUCTION THERMIQUE RENFORCEE

DOMAINE TECHNIQUE

5 Le domaine technique de l'invention est celui des composants utilisés dans la fabrication d'un élément électrochimique, et en particulier celui des couvercles utilisés pour fermer le conteneur d'un élément électrochimique.

ETAT DE LA TECHNIQUE

10 Les termes « élément électrochimique » et « élément » seront utilisés dans ce qui suit de manière interchangeable.

 Le fonctionnement d'un élément électrochimique conduit à une élévation de sa température et à un dégagement de chaleur dans l'air ambiant. Si cette chaleur n'est pas suffisamment dissipée par l'air ambiant, on peut observer un échauffement de l'élément qui va
15 dégrader sa durée de vie. De nombreux dispositifs d'échanges de chaleur distincts de l'élément et placés à son contact ont été proposés afin d'évacuer la chaleur émise par celui-ci. Des dispositifs utilisant un fluide caloporteur circulant au contact de la paroi du conteneur de l'élément sont par exemple décrits dans les documents EP-A-1 261 065 et EP-A-1 746 672.

 Le document EP-A-1 261 065 décrit un dispositif de régulation thermique utilisé pour
20 contrôler la température d'éléments électrochimiques disposés dans un module batterie. Ce dispositif est constitué d'un tube à paroi mince fabriqué à partir d'un matériau souple ou rigide (plastique, etc.) qui est enroulé d'une manière telle qu'au moins une paroi du tube est en contact avec chaque élément. Le tube est rempli d'un fluide caloporteur qui agit comme un dissipateur thermique absorbant la chaleur des éléments pour les refroidir, ou à l'inverse comme source de
25 chaleur pour réchauffer les éléments, si nécessaire. Chaque tube possède un port d'entrée et un port de sortie pour permettre au fluide de le traverser. Une pompe permet de régler le débit et la pression du fluide caloporteur à l'intérieur du tube.

 Le document EP-A-1 746 672 décrit une poche souple comprenant plusieurs cloisons délimitant un chemin pour la circulation d'un fluide caloporteur. La poche est disposée au
30 contact des parois des éléments d'un module batterie. La présence de zones d'interruption des cloisons permet un changement du sens de circulation du fluide caloporteur. Le fluide caloporteur effectue ainsi plusieurs passages au contact de tous les éléments. Ceci a pour avantage d'améliorer la dissipation de la chaleur.

L'utilisation de tels dispositifs, distincts des éléments, a pour inconvénient d'augmenter l'encombrement des éléments et donc du module les contenant. Il est en effet nécessaire de réserver un espace autour des éléments pour y faire passer le tube ou la poche contenant le fluide caloporteur. On cherche donc un dispositif d'évacuation de la chaleur de l'élément qui
 5 n'augmente pas l'encombrement de l'élément ou du module.

RESUME DE L'INVENTION

A cet effet, l'invention a pour objet un élément électrochimique comprenant :

a) un conteneur comportant une ouverture permettant l'introduction d'au moins un
 10 faisceau électrochimique ;

b) une pièce de fermeture du conteneur présentant :

i) au moins une surface plane interne orientée vers l'intérieur du conteneur et pouvant être connectée électriquement directement à un collecteur de courant,

ii) au moins une surface plane externe orientée vers l'extérieur du conteneur et
 15 pouvant servir de borne de l'élément électrochimique,

iii) au moins une cloison raccordant ladite au moins une surface plane interne à ladite au moins une surface plane externe, ladite cloison formant un angle allant de 70 à 120°, par rapport à l'une des deux surfaces planes.

L'élément électrochimique objet de l'invention est caractérisé par la présence de la pièce
 20 de fermeture qui améliore la dissipation de la chaleur dans le sens de l'axe longitudinal du conteneur de l'élément. La pièce de fermeture est disposée sur l'extrémité du conteneur de l'élément et permet d'obtenir une très forte conductivité thermique. L'extrémité du conteneur de l'élément est utilisée comme surface de dissipation de la chaleur pour refroidir l'élément.

L'utilisation de la pièce de fermeture permet d'utiliser des échangeurs de chaleurs à très
 25 forte capacité d'échange par unité de surface. L'invention permet l'assemblage en module d'éléments de forte puissance ou de forte capacité de cyclage. Elle permet également la réalisation d'assemblages compacts d'éléments électrochimiques.

Selon un mode de réalisation, la pièce de fermeture comprend d'une à vingt, de préférence de quatre à dix surfaces planes internes.

30 Selon un mode de réalisation, la pièce de fermeture comprend plusieurs surfaces planes internes, lesquelles sont régulièrement réparties sur la surface de la pièce de fermeture.

Selon un mode de réalisation, ladite au moins une surface plane interne a une forme de secteur circulaire lorsqu'elle est vue selon une direction normale à la surface plane interne.

Selon un mode de réalisation, ladite au moins une surface plane interne a une forme de portion de couronne circulaire lorsqu'elle est vue selon une direction normale à la surface plane interne.

5 Selon un mode de réalisation, ladite au moins une cloison présente une épaisseur et cette épaisseur est adaptée à la circulation d'un fluide caloporteur à travers celle-ci.

Selon un mode de réalisation, l'épaisseur de la cloison est subdivisée en plusieurs compartiments et chaque compartiment est adapté à la circulation d'un fluide caloporteur à travers celui-ci.

10 Selon un mode de réalisation, ladite au moins une surface externe présente une forme de secteur circulaire ou de portion de couronne circulaire lorsqu'elle est vue selon une direction normale à la surface plane externe.

15 Selon un mode de réalisation, la pièce de fermeture comprend une partie centrale et une partie périphérique, la partie périphérique et la partie centrale comprenant chacune une surface externe ayant une forme de secteur circulaire ou de portion de couronne circulaire lorsqu'elle est vue selon une direction normale à la surface plane externe, la partie périphérique et la partie centrale étant séparées par une surface plane interne.

Selon un mode de réalisation, la pièce de fermeture comprend en outre un canal pour la circulation d'un fluide caloporteur de la partie périphérique à la partie centrale ou inversement.

Selon un mode de réalisation, l'élément électrochimique est de type lithium-ion.

20 Selon un mode de réalisation, la zone de contact entre la pièce de fermeture du conteneur et le conteneur définit un plan de fermeture, lequel plan de fermeture est perpendiculaire à la direction définie par la dimension la plus grande du conteneur.

25 Selon un mode de réalisation, une ou plusieurs surfaces planes internes sont connectées électriquement directement à un collecteur de courant des électrodes d'une polarité donnée du faisceau électrochimique.

Selon un mode de réalisation, l'une des bornes de l'élément électrochimique est constituée par la ou les surfaces planes externes de la pièce de fermeture.

Selon un mode de réalisation, le conteneur est de format cylindrique ou prismatique.

30 L'invention a également pour objet un procédé de réalisation d'une connexion électrique entre des électrodes d'un élément électrochimique et une borne de sortie de courant de l'élément, ledit procédé comprenant les étapes de :

- mise à disposition d'un conteneur,
- introduction d'un faisceau électrochimique dans le conteneur,
- mise en place sur le conteneur d'une pièce de fermeture présentant :

i) au moins une surface plane interne orientée vers l'intérieur du conteneur et pouvant être connectée électriquement directement à un collecteur de courant de l'élément électrochimique et

ii) au moins une surface plane externe orientée vers l'extérieur du conteneur et pouvant servir de borne de l'élément électrochimique,

iii) au moins une cloison raccordant ladite au moins une surface plane interne à ladite au moins une surface plane externe, ladite cloison formant un angle allant de 70 à 120°, par rapport à l'une des deux surfaces planes,

- réalisation d'une connexion électrique entre la ou les surfaces planes internes de la pièce de fermeture et un collecteur de courant des électrodes d'une polarité donnée du faisceau électrochimique.

Selon un mode de réalisation, la connexion électrique est effectuée par soudage laser.

DESCRIPTION DES FIGURES

La figure 1a représente une vue en coupe longitudinale d'une extrémité du conteneur d'un élément obturée par la pièce de fermeture selon un premier mode de réalisation. La coupe longitudinale passe par deux surfaces planes internes situées sur un diamètre de la pièce de fermeture.

La figure 1b représente une vue en coupe longitudinale d'une extrémité du conteneur d'un élément obturée par la pièce de fermeture selon le premier mode de réalisation. La coupe longitudinale passe par deux surfaces planes externes situées sur un diamètre de la pièce de fermeture.

La figure 2a représente une vue en coupe longitudinale d'une extrémité du conteneur d'un élément obturée par la pièce de fermeture selon un second mode de réalisation. La coupe passe par deux surfaces planes internes situées sur un diamètre de la pièce de fermeture. Un échangeur de chaleur est disposé sur une pièce de connexion électrique externe à l'élément, celle-ci reposant sur la pièce de fermeture.

La figure 2b représente une vue de la pièce de fermeture dans le second mode de réalisation selon un plan de coupe horizontal passant par l'épaisseur de la pièce.

La figure 3a représente une vue de dessus d'une pièce de fermeture dans un troisième mode de réalisation de l'invention.

La figure 3b représente une vue de la pièce de fermeture dans le troisième mode de réalisation selon le plan de coupe défini par la direction A-A' de la figure 3a.

La figure 4a est une représentation d'une extrémité du conteneur d'un élément obturée par la pièce de fermeture dans un quatrième mode de réalisation.

La figure 4b est une vue interne de la pièce de fermeture de la figure 4a.

La figure 5 est une représentation schématique d'une connexion électrique entre deux
5 éléments électrochimiques de l'art antérieur.

La figure 6 est une représentation schématique d'une connexion électrique entre deux éléments électrochimiques selon l'invention.

EXPOSE DE MODES DE REALISATION

10 L'élément électrochimique objet de l'invention est caractérisé par la présence d'une pièce de fermeture présentant une géométrie particulière.

La pièce de fermeture comprend une ou plusieurs surfaces planes internes orientées vers l'intérieur du conteneur. Chaque surface plane interne sert de surface de soudure entre la pièce de fermeture et un collecteur de courant. La partie plane de chaque surface plane interne permet
15 la réalisation d'une soudure directement entre la pièce de fermeture et un collecteur de courant, c'est-à-dire sans avoir à utiliser une pièce de connexion électrique interne intermédiaire. Cette soudure est de préférence réalisée par laser. Le nombre de surfaces planes internes n'est pas particulièrement limité et peut aller de 1 à 20, de 2 à 10 ou de 4 à 6. Selon l'invention, les seules surfaces de soudure entre la pièce de fermeture et le collecteur de courant sont constituées par
20 la ou les surfaces planes internes.

La pièce de fermeture comprend une ou plusieurs surfaces planes externes orientées vers l'extérieur du conteneur. La ou les surfaces planes externes ne sont pas en contact physique avec un collecteur de courant. L'ensemble des surfaces planes externes constitue l'une des deux bornes de l'élément électrochimique et agit comme surface de refroidissement de l'élément.
25 L'ensemble des surfaces planes externes peut servir de support à un échangeur de chaleur optionnel qui améliore davantage le refroidissement de l'élément.

Une surface plane interne est raccordée à une surface plane externe par une cloison. Celle-ci forme un angle allant de 70 à 120°, de préférence allant de 80 à 100°, de préférence voisin de 90° par rapport à l'une des deux surfaces planes.

30 La géométrie spécifique de la pièce de fermeture permet à la fois de collecter le courant venant des électrodes et de conduire efficacement la chaleur vers l'extérieur, par exemple vers un échangeur de chaleur. L'efficacité de la dissipation de la chaleur par la pièce de fermeture est proportionnelle à la surface traversée par le flux de chaleur. La somme des aires des surfaces perpendiculaires à la direction du flux de chaleur constitue un indicateur de l'efficacité de la

dissipation de la chaleur. La somme de ces aires est dénommée dans ce qui suit « aire de la surface de conduction thermique ». Cette aire peut être augmentée, par exemple en augmentant l'épaisseur des cloisons, leur nombre ou leur longueur. De plus, les cloisons peuvent présenter une épaisseur suffisamment importante pour y intégrer un échangeur de chaleur.

5 La pièce de fermeture peut être fabriquée par emboutissage ou par frappe à froid d'une feuille métallique plane, par moulage ou par impression en trois dimensions. La pièce de fermeture est généralement le couvercle d'un élément électrochimique mais on peut envisager qu'elle soit constituée par le fond du conteneur, et ne serait dans ce cas pas détachable du conteneur, comme l'est un couvercle.

10 Le format du conteneur de l'élément n'est pas particulièrement limité. Il est généralement de format cylindrique ou parallélépipédique. Néanmoins, d'autres formats sont envisageables. La pièce de fermeture sera généralement disposée dans un plan perpendiculaire à la direction définie par la dimension la plus grande du conteneur. Le conteneur peut être fait d'un matériau métallique ou d'un matériau isolant électrique, tel que le plastique, ou d'un
15 matériau métallique recouvert d'une feuille d'un matériau isolant électrique.

La pièce de fermeture est bien adaptée à la dissipation de la chaleur émise par des éléments étanches, tels que des éléments lithium-ion. Ceux-ci génèrent une grande quantité d'énergie lorsqu'ils fonctionnent en charge ou en décharge sous fort courant, comme cela est le cas dans des véhicules à propulsion hybride par moteur thermique et moteur électrique.

20

Un **premier** mode de réalisation est décrit dans ce qui suit en référence aux figures 1a et 1b. La figure 1a représente une vue en coupe longitudinale d'une extrémité du conteneur cylindrique (2) d'un élément électrochimique (1) obturée par une pièce de fermeture cylindrique (3). La pièce de fermeture (3) comprend quatre surfaces planes internes, dont trois sont
25 représentées (4a, 4b, 4c), et cinq surfaces planes externes, dont trois sont représentées (5a, 5b, 5c). Les quatre surfaces planes internes sont régulièrement réparties sur la pièce de fermeture et forment une croix. Chaque surface plane interne constitue une surface de soudure avec un collecteur de courant (6) disposé sous la pièce de fermeture. Le collecteur de courant est connecté électriquement aux électrodes d'une même polarité du faisceau électrochimique (7).
30 L'ensemble formé par les surfaces planes externes forme une borne de sortie de courant. Les surfaces planes internes (4a, 4b) sont raccordées aux surfaces planes externes (5a, 5b) par des cloisons (8a, 8b). L'alternance de surfaces planes internes et de surfaces planes externes raccordées par des cloisons confère à la pièce de fermeture un aspect de tôle ondulée. La partie

périphérique (9) de la pièce de fermeture est sertie sur l'extrémité recourbée de la paroi du conteneur (10) rendant ainsi le conteneur de l'élément étanche.

La figure 1b représente une vue en coupe longitudinale de l'extrémité du conteneur (2) de l'élément (1) obturée par la pièce de fermeture (3). La coupe longitudinale passe par deux surfaces planes externes (5a, 5b) situées sur un diamètre de la pièce de fermeture. Cette figure montre que le collecteur de courant (6) a une forme de croix qui suit la direction dans laquelle s'étendent les surfaces planes internes (4a, 4b). La surface plane externe (5c) située au centre de la pièce de fermeture peut être évidée et l'ouverture ainsi créée peut servir de logement à un dispositif de sécurité tel qu'une soupape (12) permettant l'évacuation de gaz en cas de surpression à l'intérieur du conteneur.

Un **second** mode de réalisation est décrit dans ce qui suit en référence aux figures 2a et 2b. La figure 2a représente une vue en coupe longitudinale d'une extrémité du conteneur cylindrique (2) d'un élément électrochimique (1) obturée par une pièce de fermeture cylindrique (3). Les surfaces planes internes sont au nombre de six et sont en forme de triangle. Elles sont régulièrement réparties sur la surface de la pièce de fermeture. Seules deux surfaces planes internes (4a, 4b) sont visibles. Chaque surface plane interne sert de surface de soudure de la pièce de fermeture au collecteur de courant (6). Chaque surface plane interne est directement soudée au collecteur de courant. Des surfaces planes externes (5a, 5b, 5c) se situent entre les surfaces planes internes et au centre de la pièce de fermeture (5d). Elles ne sont pas en contact physique avec le collecteur de courant. Elles servent de support à une pièce de connexion électrique externe (13). Cette pièce sert de support à un échangeur de chaleur (14). Les surfaces planes externes (5a, 5b, 5c, 5d) sont raccordées aux surfaces planes internes (4a, 4b) par des cloisons (8a, 8b, 8c) de direction sensiblement verticale.

La figure 2b représente une vue d'une pièce de fermeture (3) selon un plan de coupe horizontal passant par l'épaisseur de la pièce. Cette figure montre six ensembles (8a-8f) de cloisons disposées en triangle. Chaque ensemble de cloisons raccorde une surface plane externe, non visible sur la figure 2b, à une surface plane interne (4a-4f). Les limites de chaque surface plane interne sont représentées en pointillés. Comme expliqué ci-avant, une amélioration de la dissipation de la chaleur est obtenue en augmentant le nombre des cloisons, leur épaisseur ou leur longueur. Sur la figure 2b, l'aire de la surface de conduction thermique est représentée par des hachures.

Un **troisième** mode de réalisation est décrit dans ce qui suit en référence aux figures 3a à 3b. La figure 3a montre une vue de dessus d'une pièce de fermeture (3) de forme circulaire. Celle-ci comprend une première surface externe (5a) située sur la partie périphérique de la pièce de fermeture et une seconde surface externe (5b) située sur la partie centrale de la pièce de fermeture. Les deux surfaces externes présentent une forme de portion de couronne circulaire. Elles sont séparées par une surface interne (4a) présentant également une forme de portion de couronne circulaire. La première surface externe (5a) est raccordée à la surface interne (4a) par une cloison (8a). L'épaisseur de la cloison (8a) s'étend sur toute la largeur de la première surface externe (5a). De même, la seconde surface externe (5b) est raccordée à la surface interne (4a) par une cloison (8b). L'épaisseur de la cloison (8b) s'étend sur toute la largeur de la seconde surface externe (5b). L'épaisseur des cloisons (8a, 8b) est suffisante pour permettre la circulation d'un fluide caloporteur à travers celles-ci. Deux conduits (16a, 16b) assurent l'entrée et la sortie du fluide caloporteur. Un canal (18) permet au fluide caloporteur de circuler de la partie périphérique à la partie centrale ou inversement. La pièce de fermeture est munie en son centre d'un dispositif de sécurité (12).

La figure 3b est une vue de la pièce de fermeture (3) selon un plan de coupe passant par l'axe A-A' de la figure 3a. Elle montre que chaque cloison (8) est subdivisée en plusieurs compartiments (20a, 20b). Chaque compartiment est adapté à la circulation d'un fluide caloporteur à travers celui-ci.

Un **quatrième** mode de réalisation est décrit dans ce qui suit en référence aux figures 4a à 4b. Dans ce mode de réalisation, la dissipation de la chaleur est encore améliorée par une augmentation de l'aire de la surface de conduction thermique et un échangeur de chaleur est intégré dans la pièce de fermeture. La figure 4a représente une vue en coupe longitudinale d'une extrémité du conteneur cylindrique (2) d'un élément électrochimique (1) obturée par une pièce de fermeture (3). Le nombre de surfaces planes internes est de deux (4a, 4b). Celles-ci sont en forme de portion de couronne circulaire. Chaque surface plane interne constitue une surface de soudure avec un collecteur de courant (6) disposé sous la pièce de fermeture. Le collecteur de courant est connecté électriquement aux électrodes d'une même polarité du faisceau électrochimique (7). La figure 4a montre trois surfaces planes externes (5a, 5b, 5c) dont l'ensemble sert de borne de l'élément. La surface externe (5a) est raccordée à la surface interne (4a) par une cloison (8a). L'épaisseur de la cloison (8a) s'étend sur toute la largeur de la surface externe (5a). De même, la surface externe (5b) est raccordée à la surface interne (4b) par une

cloison (8b). L'épaisseur de la cloison (8b) s'étend sur toute la largeur de la surface externe (5b). Un conduit (16) permet l'introduction d'un fluide caloporteur.

L'épaisseur des cloisons (8a) et (8b) est suffisamment importante pour y intégrer un échangeur de chaleur. Cet échangeur est intégré à la partie inférieure de la pièce de fermeture, comme le montre la figure 4b. Chaque cloison est subdivisée en plusieurs compartiments (20) permettant la circulation d'un fluide caloporteur. Un couvercle formant la partie supérieure de la pièce de fermeture se superpose sur la partie inférieure pour former la pièce de fermeture telle que représentée à la figure 4a.

10 EXEMPLES

1) Résistance thermique de la chaîne des pièces mécaniques reliant un faisceau électrochimique à un échangeur de chaleur dans le cas d'éléments électrochimiques de l'art antérieur :

La résistance thermique de la chaîne des pièces mécaniques reliant un faisceau électrochimique à un échangeur de chaleur dans le cas d'éléments électrochimiques de l'art antérieur a été calculée. Le calcul est basé sur la connexion de deux éléments électrochimiques de l'art antérieur selon une configuration telle que schématisée à la figure 5. Chaque élément (1) comprend un faisceau électrochimique (7) inséré dans un conteneur (2). Les extrémités des feuillets des électrodes dépassant du haut du faisceau électrochimique sont connectées à un collecteur de courant (6). Le collecteur de courant est connecté à une pièce de connexion interne (22). La pièce de connexion interne relie électriquement le collecteur de courant à une borne de sortie de courant (24, 26). Une barrette métallique (28), encore dénommée « busbar » en anglais, sert à la connexion en série des deux éléments. La barrette métallique est en contact avec un échangeur de chaleur (30). Le tableau 1 ci-dessous indique les paramètres utilisés pour le calcul.

Caractéristique	Unité	Conteneur en aluminium	Borne positive en aluminium	Barrette métallique en cuivre	Borne négative en cuivre	Pièce de connexion interne en cuivre
Conductivité thermique (λ)	W/(m.K)	204	204	384	387	384
Longueur (L)	mm	15	7,8	33	14,6	60
Aire de la surface de conduction thermique (A)	mm ²	119	134,3	54,0	75,4	14,4
Résistance thermique (R)*	K.W ⁻¹	0,62	0,28	1,59	0,50	10,85

*Résistance thermique $R=L/(\lambda \times A)$

Tableau 1

La résistance thermique moyenne est $(0,62+0,28+1,59+0,5+10,85)/2$ soit **6,93 K.W⁻¹**.

5 2) Résistance thermique de la chaîne des pièces mécaniques reliant un faisceau électrochimique à un échangeur de chaleur dans le cas d'éléments électrochimiques selon l'invention :

La résistance thermique de la chaîne des pièces mécaniques reliant un faisceau électrochimique à un échangeur de chaleur dans le cas d'éléments électrochimiques selon l'invention a été calculée. Le calcul est basé sur la connexion de deux éléments électrochimiques selon une configuration telle que schématisée à la figure 6. Chaque élément (1) comprend un faisceau électrochimique (7) inséré dans un conteneur (2). Les extrémités des feuillets des électrodes dépassant du haut du faisceau électrochimique sont connectées à un collecteur de courant (6). Le collecteur de courant est soudé directement à un couvercle (3) qui est la pièce de fermeture et dont les surfaces planes externes constituent l'une des deux bornes de sortie de courant de l'élément. Les deux éléments ne comprennent pas de pièce de connexion interne (22), contrairement à la configuration de la figure 5. Là où les surfaces internes de la pièce de fermeture remplacent cette pièce de connexion interne. Une barrette métallique (28)

sert à la connexion en série des deux éléments. La barrette métallique est en contact avec un échangeur de chaleur (30). Le tableau 2 ci-dessous indique les paramètres utilisés pour le calcul.

Caractéristique	Unité	Borne positive en aluminium	Barrette métallique en cuivre	Borne négative en aluminium	Borne négative en cuivre
Conductivité thermique (λ)	W/(m.K)	204	384	204	384
Longueur (L)	mm	6	33	6	6
Aire de la surface de conduction thermique (A)	mm ²	555	54,0	555	555
Résistance thermique (R)	K.W ⁻¹	0,05	1,59	0,05	0,028

Tableau 2

- 5 La résistance thermique moyenne est $(0,05+1,59+0,05)/2$ soit **0,85 K.W⁻¹** dans le cas d'une borne négative en aluminium. Elle est de **0,84 K.W⁻¹** dans le cas d'une borne négative en cuivre. Ces deux valeurs sont environ 8 fois plus faibles que la valeur obtenue pour le montage des éléments selon l'art antérieur. L'élément selon l'invention évacue donc nettement mieux la chaleur qu'un élément selon l'art antérieur.

10

3) Résistance thermique d'un élément électrochimique selon le mode de réalisation illustré aux figures 4a et 4b:

- La résistance thermique d'un élément électrochimique comprenant une pièce de fermeture selon le mode de réalisation illustré aux figures 4a et 4b et dont l'aire de la surface de conduction thermique est de 1490 mm² a été estimée à 0,033 K.W⁻¹. Le tableau 3 ci-dessous indique les paramètres utilisés pour cette évaluation.

15

Caractéristique	Unité	Borne positive en aluminium
Conductivité thermique (λ)	W/(m.K)	204
Longueur (L)	mm	1
Aire de la surface de conduction thermique (A)	mm ²	1490
Résistance thermique (R)	K.W ⁻¹	0,0033

Tableau 3

La résistance thermique obtenue est de 0,0033 K.W⁻¹, ce qui est nettement inférieur à la valeur de 6,96 K.W⁻¹ de l'exemple de l'art antérieur. Ce mode de réalisation permet donc de réduire

5

davantage la résistance thermique entre le faisceau électrochimique et l'échangeur de chaleur.

REVENDEICATIONS

1. Elément électrochimique (1) comprenant :
 - 5 a) un conteneur (2) comportant une ouverture permettant l'introduction d'au moins un faisceau électrochimique (7) ;
 - b) une pièce de fermeture (3) du conteneur présentant :
 - 10 i) au moins une surface plane interne (4a, 4b, 4c) orientée vers l'intérieur du conteneur et pouvant être connectée électriquement directement à un collecteur de courant (6),
 - ii) au moins une surface plane externe (5a, 5b, 5c) orientée vers l'extérieur du conteneur et pouvant servir de borne de l'élément électrochimique,
 - 15 iii) au moins une cloison (8a, 8b, 8c) raccordant ladite au moins une surface plane interne à ladite au moins une surface plane externe, ladite cloison formant un angle allant de 70 à 120°, par rapport à l'une des deux surfaces planes, ladite au moins une cloison présentant une épaisseur et cette épaisseur est suffisante pour permettre la circulation d'un fluide caloporteur dans l'épaisseur.
2. Elément électrochimique selon la revendication 1, dans lequel la pièce de fermeture
 - 20 comprend d'une à vingt, de préférence de quatre à dix surfaces planes internes.
3. Elément électrochimique selon la revendication 1 ou 2, dans lequel la pièce de fermeture comprend plusieurs surfaces planes internes, lesquelles sont régulièrement réparties sur la surface de la pièce de fermeture.
 - 25
4. Elément électrochimique selon l'une des revendications précédentes, dans lequel ladite au moins une surface plane interne a une forme de secteur circulaire lorsqu'elle est vue selon une direction normale à la surface plane interne.
5. Elément électrochimique selon l'une des revendications 1 à 3, dans lequel ladite au moins une surface plane interne a une forme de portion de couronne circulaire lorsqu'elle est vue selon une direction normale à la surface plane interne.
 - 30

6. Elément électrochimique selon la revendication 5, dans lequel l'épaisseur de la cloison est subdivisée en plusieurs compartiments (20a, 20b) et chaque compartiment est adapté à la circulation d'un fluide caloporteur à travers celui-ci.

7. Elément électrochimique selon l'une des revendications précédentes, dans lequel ladite au moins une surface externe présente une forme de secteur circulaire ou de portion de couronne circulaire lorsqu'elle est vue selon une direction normale à la surface plane externe.

8. Elément électrochimique selon la revendication 7, dans lequel la pièce de fermeture comprend une partie centrale et une partie périphérique, la partie périphérique et la partie centrale comprenant chacune une surface externe ayant une forme de secteur circulaire ou de portion de couronne circulaire lorsqu'elle est vue selon une direction normale à la surface plane externe, la partie périphérique et la partie centrale étant séparées par une surface plane interne.

9. Elément électrochimique selon la revendication 8, dans lequel la pièce de fermeture comprend en outre un canal (18) pour la circulation d'un fluide caloporteur de la partie périphérique à la partie centrale ou inversement.

10. Elément électrochimique selon l'une quelconque des revendications précédentes, de type lithium-ion.

11. Elément électrochimique selon l'une des revendications précédentes, dans lequel la zone de contact entre la pièce de fermeture du conteneur et le conteneur définit un plan de fermeture, lequel plan de fermeture est perpendiculaire à la direction définie par la dimension la plus grande du conteneur.

12. Elément électrochimique selon l'une des revendications précédentes, dans lequel une ou plusieurs surfaces planes internes sont connectées électriquement directement à un collecteur de courant des électrodes d'une polarité donnée du faisceau électrochimique.

13. Elément électrochimique selon l'une des revendications précédentes, dans lequel l'une des bornes de l'élément électrochimique est constituée par la ou les surfaces planes externes de la pièce de fermeture.

5 14. Elément électrochimique selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le conteneur est de format cylindrique ou prismatique.

15. Procédé de réalisation d'une connexion électrique entre des électrodes d'un élément électrochimique (1) et une borne de sortie de courant de l'élément, ledit procédé comprenant
10 les étapes de :

- mise à disposition d'un conteneur (2),
- introduction d'un faisceau électrochimique (7) dans le conteneur,
- mise en place sur le conteneur d'une pièce de fermeture (3) présentant :

15 i) au moins une surface plane interne (4a, 4b, 4c) orientée vers l'intérieur du conteneur et pouvant être connectée électriquement directement à un collecteur de courant (6) de l'élément électrochimique et

ii) au moins une surface plane externe (5a, 5b, 5c) orientée vers l'extérieur du conteneur et pouvant servir de borne de l'élément électrochimique,

20 iii) au moins une cloison (8a, 8b, 8c) raccordant ladite au moins une surface plane interne à ladite au moins une surface plane externe, ladite cloison formant un angle allant de 70 à 120°, par rapport à l'une des deux surfaces planes, ladite au moins une cloison présentant une épaisseur et cette épaisseur est suffisante pour permettre la circulation d'un fluide caloporteur dans l'épaisseur,

25 - réalisation d'une connexion électrique entre la ou les surfaces planes internes de la pièce de fermeture et un collecteur de courant des électrodes d'une polarité donnée du faisceau électrochimique.

16. Procédé selon la revendication 15, dans lequel, la connexion électrique est effectuée par soudage laser.

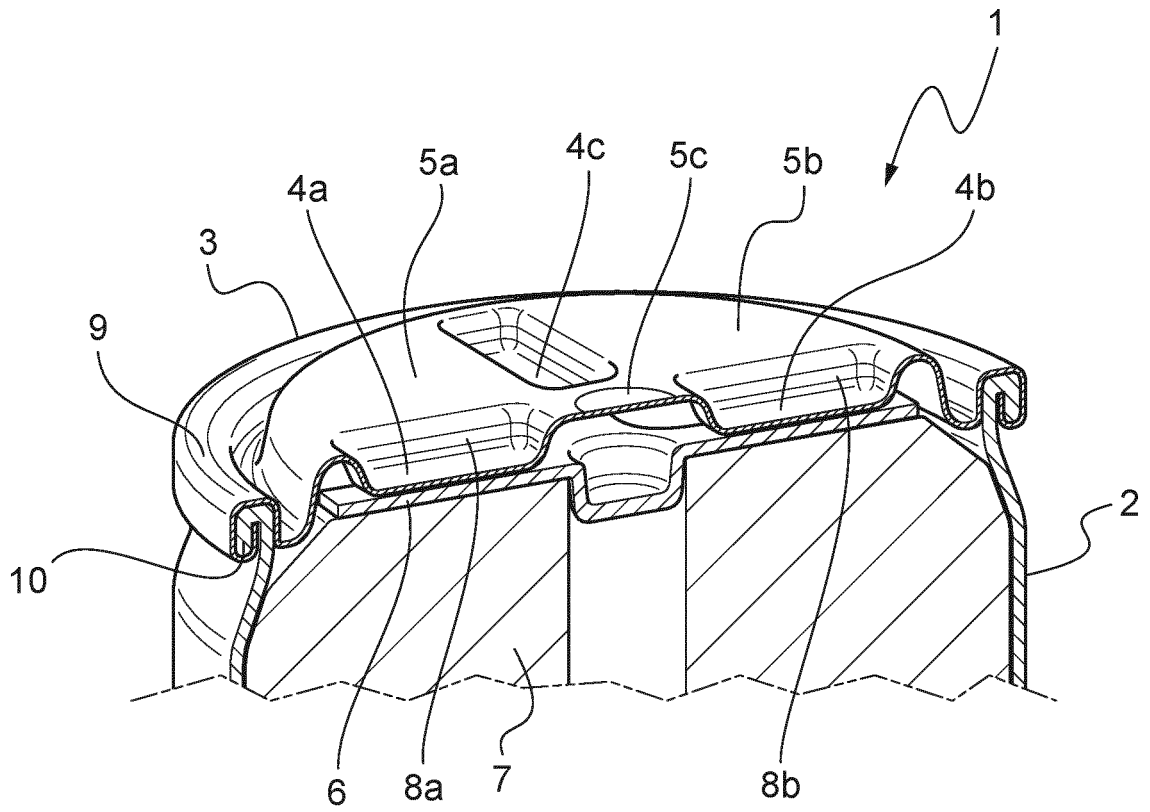


Fig.1a

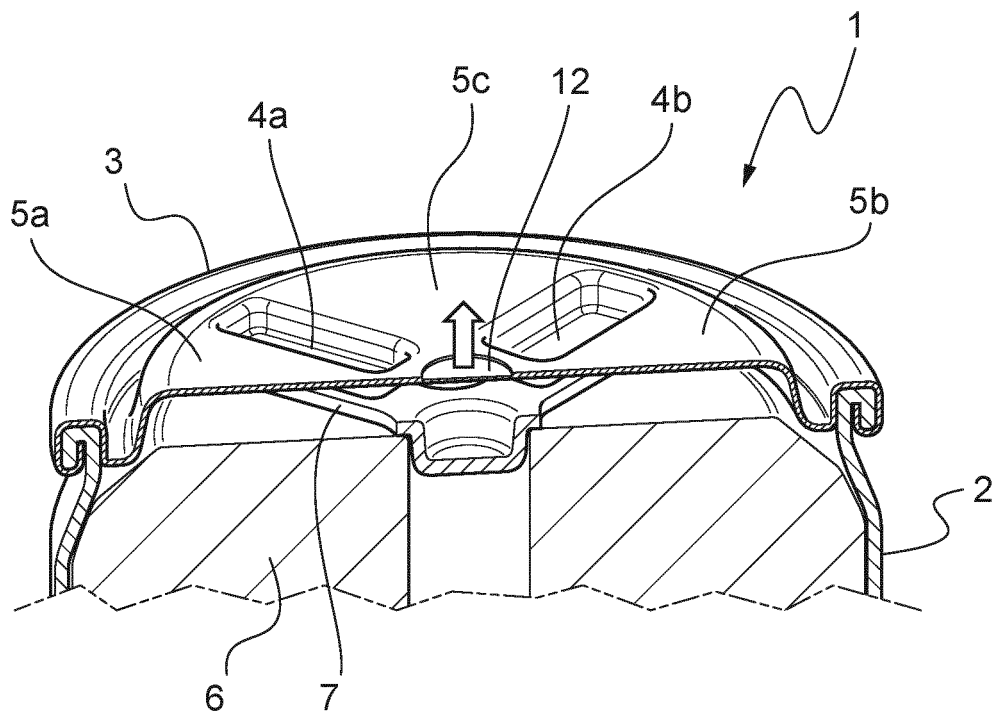


Fig.1b

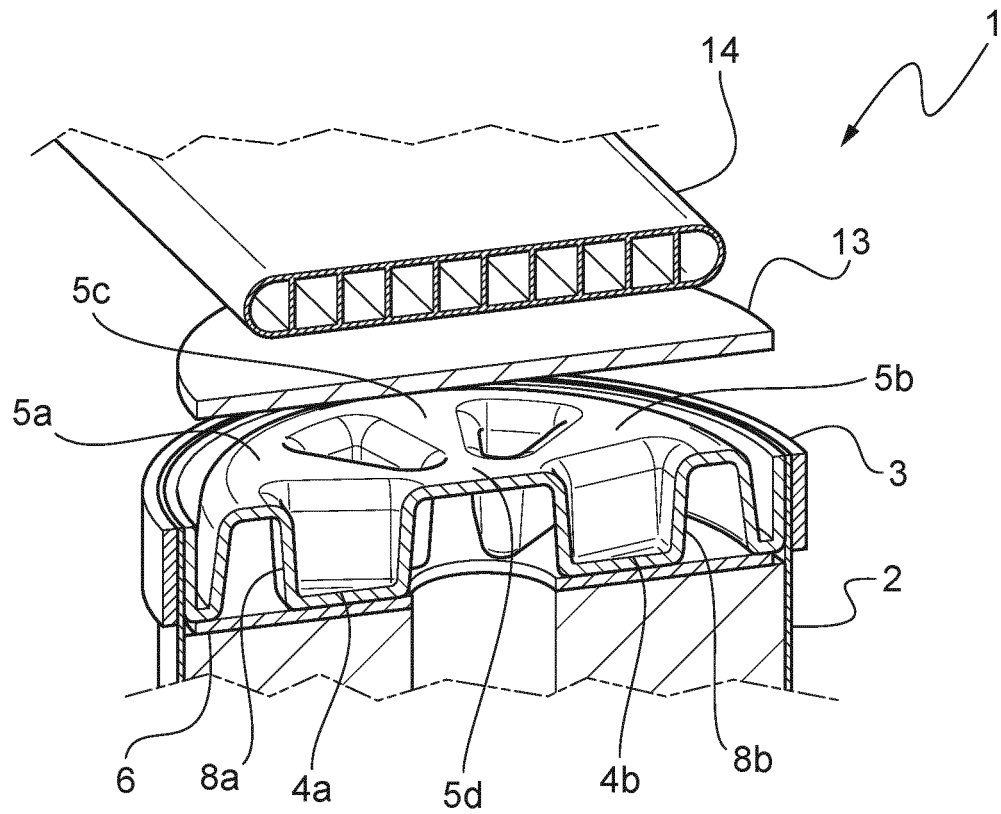


Fig.2a

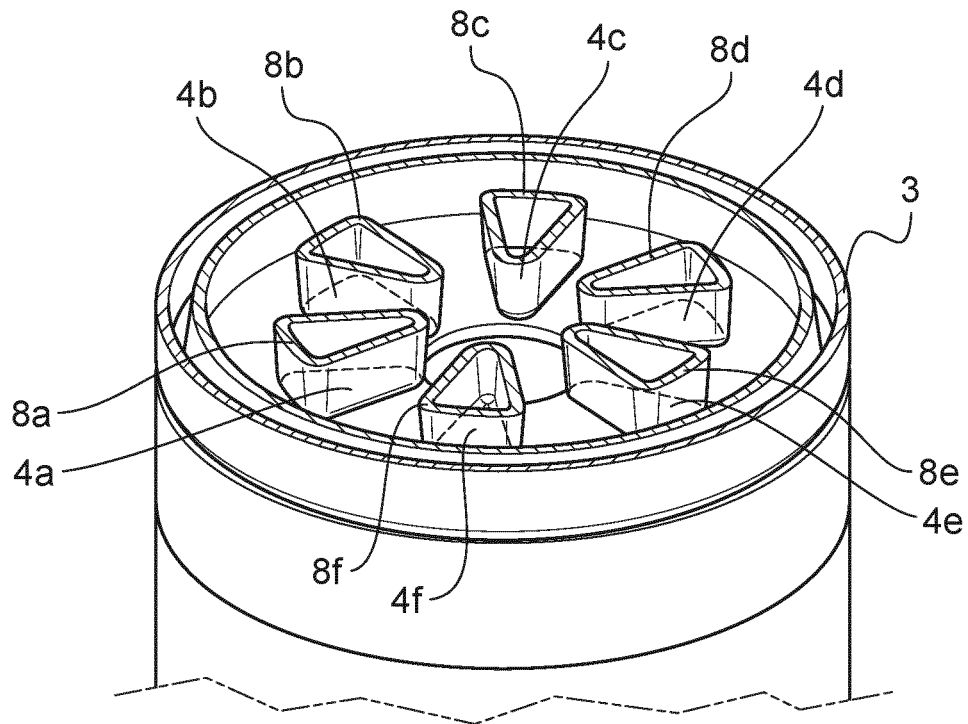


Fig.2b

3/5

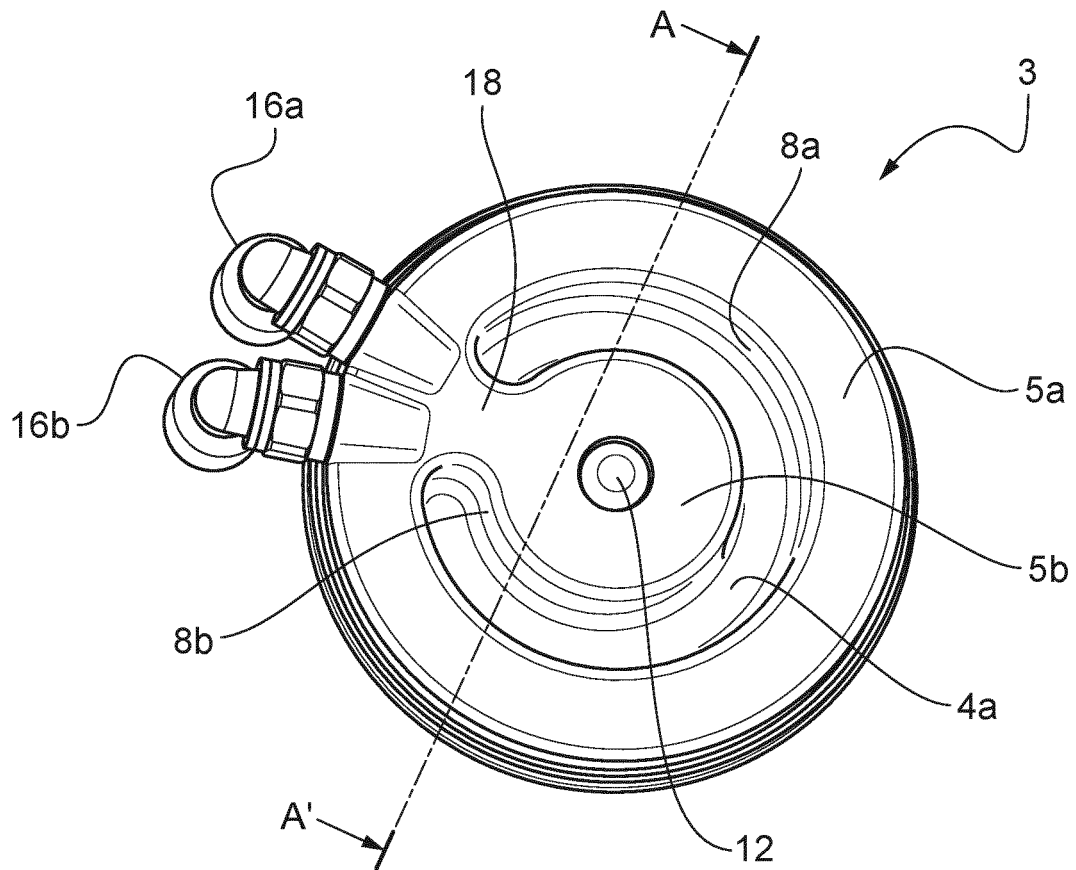


Fig.3a

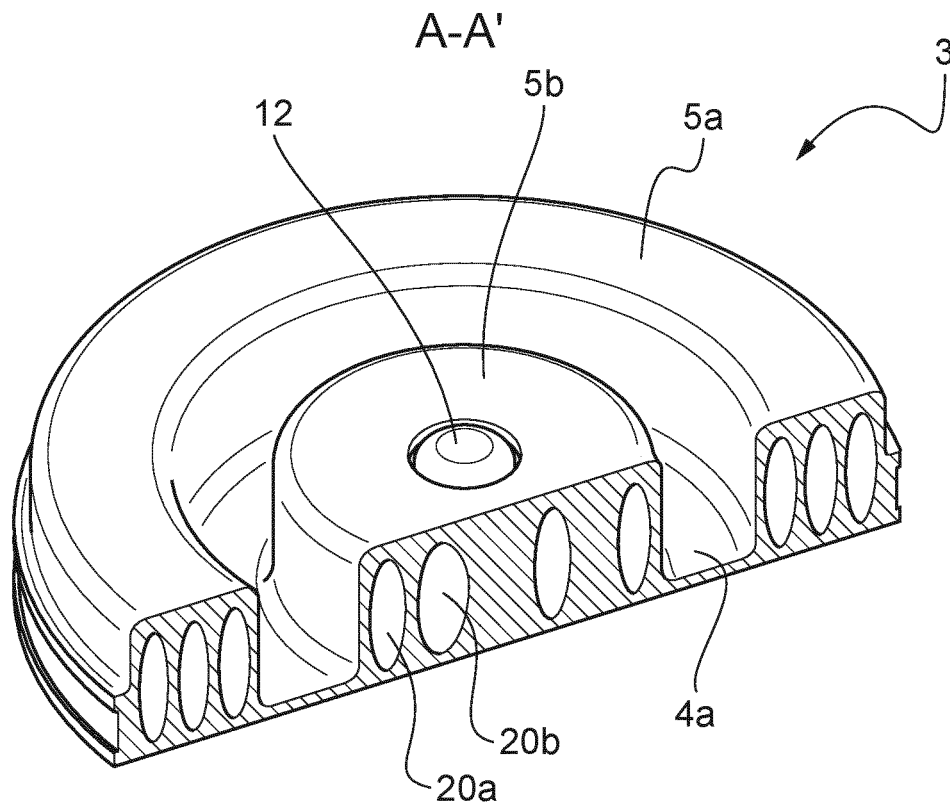
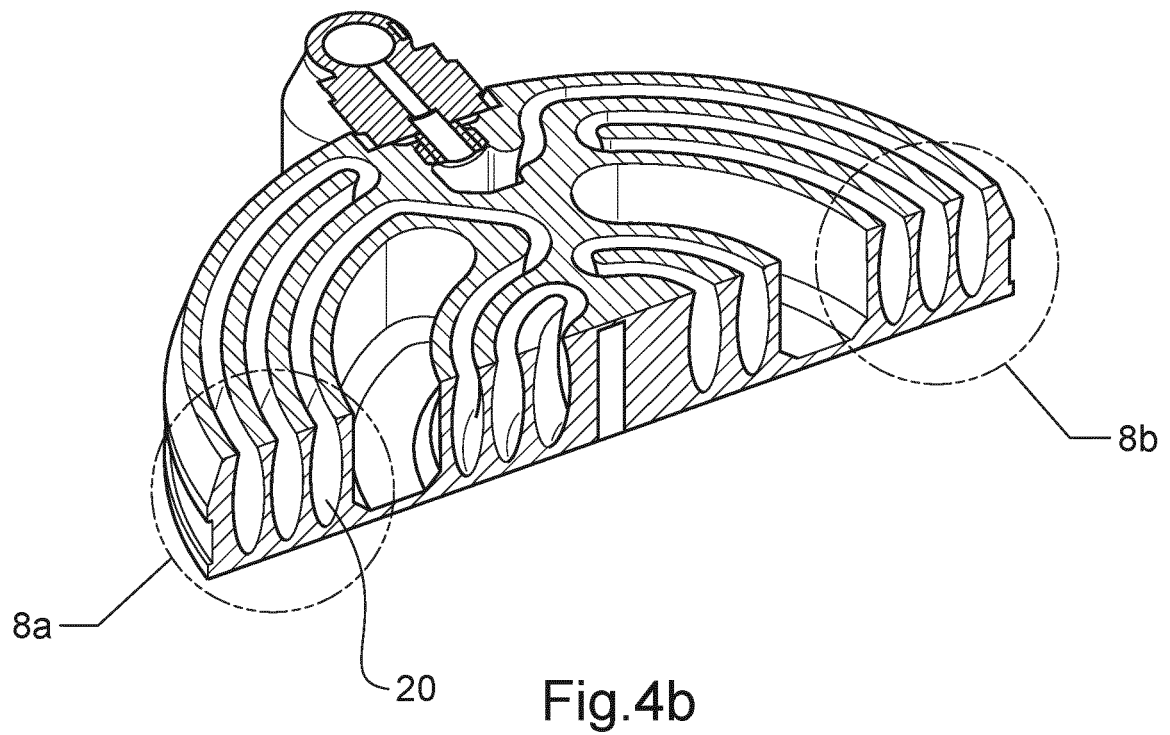
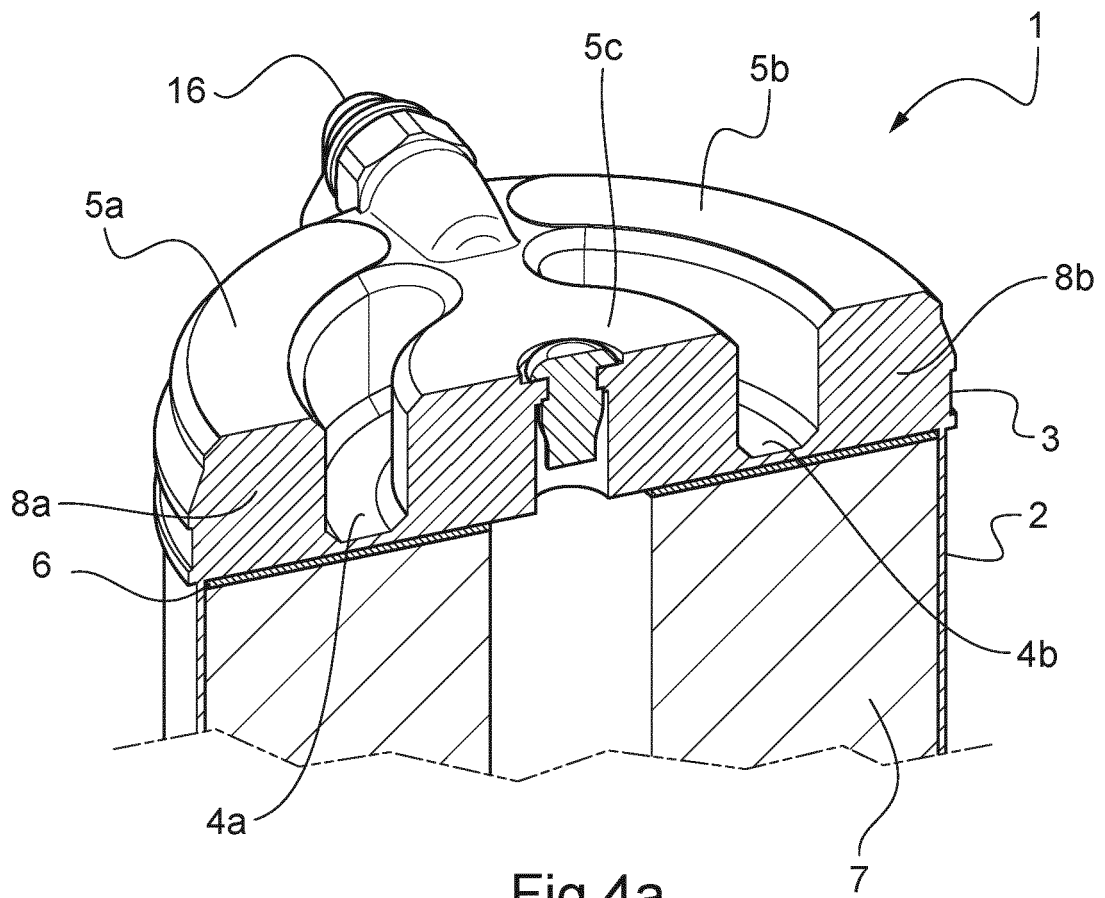


Fig.3b



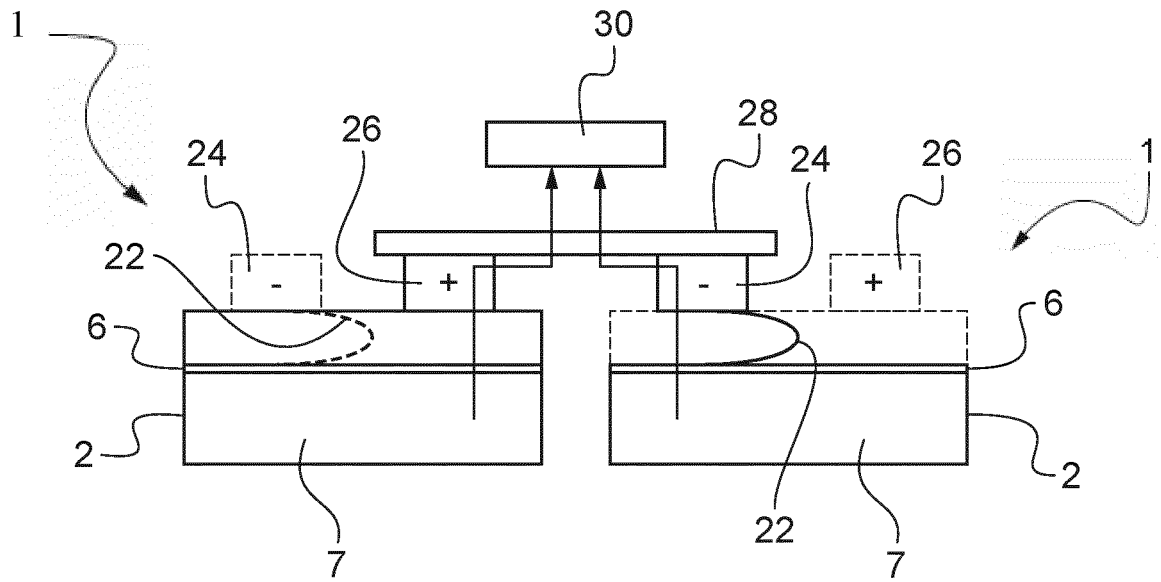


Fig. 5

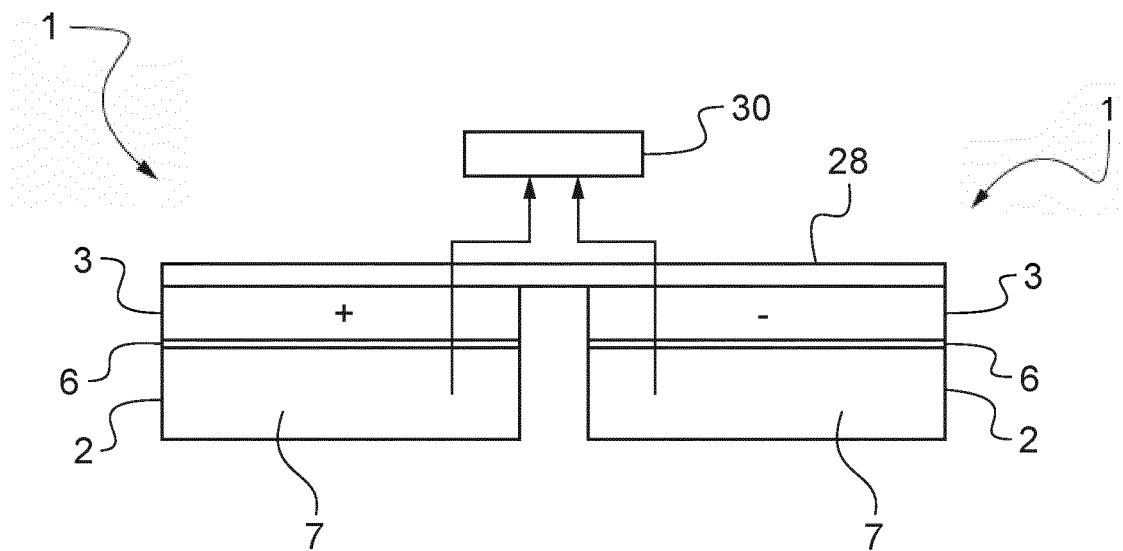


Fig. 6

RAPPORT DE RECHERCHE

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

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

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

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

CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

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

☐ Le demandeur a maintenu les revendications.

☒ Le demandeur a modifié les revendications.

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

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

☐ Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

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

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

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

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

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

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

US 2004/131932 A1 (HAMADA SHINJI [JP] ET AL) 8 juillet 2004 (2004-07-08)

US 6 013 388 A (STADNICK STEVEN J [US] ET AL) 11 janvier 2000 (2000-01-11)

US 2006/203429 A1 (THRAP GUY C [US] ET AL) 14 septembre 2006 (2006-09-14)

CN 102 867 936 A (ZHUHAI YINTONG ENERGY CO LTD) 9 janvier 2013 (2013-01-09)

EP 2 101 336 A1 (PEUGEOT CITROEN AUTOMOBILES SA [FR]) 16 septembre 2009 (2009-09-16)

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

NEANT

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

NEANT