

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
—
**INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE**
—
COURBEVOIE
—

①1 N° de publication : **3 040 207**

(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

②1 N° d'enregistrement national : **15 57830**

⑤1 Int Cl⁸ : **F 28 D 20/00 (2015.01), F 01 M 3/00**

⑫

BREVET D'INVENTION

B1

⑤4 BLOC MODULAIRE ET UNITE DE STOCKAGE D'UNE ENERGIE THERMIQUE.

②2 Date de dépôt : 20.08.15.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public
de la demande : 24.02.17 Bulletin 17/08.

④5 Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 30.10.20 Bulletin 20/44.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑥0 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

Demande(s) d'extension :

⑦1 Demandeur(s) : HUTCHINSON Société anonyme —
FR.

⑦2 Inventeur(s) : CHOPARD FABRICE, BLINE PAUL,
CHAUVET BORIS et DOMINIAK CHRISTOPHE.

⑦3 Titulaire(s) : HUTCHINSON Société anonyme.

⑦4 Mandataire(s) : ERNEST GUTMANN-YVES
PLASSERAUD SAS.

FR 3 040 207 - B1



BLOC MODULAIRE ET UNITE DE STOCKAGE D'UNE ENERGIE THERMIQUE

La présente invention concerne :

- 5 - un bloc modulaire pour une unité d'(au moins) un stockage d'une énergie thermique,
- et une unité de stockage et de restitution de cette énergie.

Sont ainsi concernés le domaine du stockage et la gestion thermique d'une boucle de circulation fluide, où circule un fluide frigorigène ou
10 caloporteur.

Des dispositifs ont déjà été proposés pour assurer des fonctions de stockage d'énergie thermique, cette énergie étant apportée par le fluide frigorigène ou caloporteur considéré. Ces dispositifs présentent toutefois un volume unique contenant des éléments de stockage de l'énergie. Cette
15 énergie thermique est stockée pendant une phase dite de charge, au moment où l'énergie est disponible, et est restituée ou libérée ou déstockée ensuite, pendant une phase dite de décharge. Les conditions opératoires du stockage et du déstockage sont liées aux caractéristiques des dispositifs concernés : hydrodynamique, surface d'échange, temps de séjour du
20 fluide ...

L'industrie est invitée à accélérer la mise sur le marché de nouvelles technologies pouvant réduire les émissions de polluants, lisser d'éventuelles augmentations ponctuelles de charges par rapport à un fonctionnement nominal dimensionnant, mais aussi proposer des solutions
25 pour décaler dans le temps la restitution d'une énergie disponible à un autre moment.

Sur un moteur, ou dans un véhicule, la performance et la réduction substantielle des dimensions et/ou poids tant d'un système propre à contenir un fluide chaud que d'un système de refroidissement de ce moteur
30 et/ou de certains composants du véhicule, sont ici apparues comme des passages majeurs pour favoriser l'atteinte des objectifs actuellement

affichés, en liaison avec la consommation de carburant et la réduction des émissions de gaz polluants.

Par ailleurs, par exemple dans le domaine automobile, la tendance actuelle à intégrer dans les véhicules d'autres systèmes devant assurer
5 une augmentation de la performance (turbo, super-capacités, ...) alourdit et tend à augmenter le besoin en capacité des systèmes de gestion thermique de ces mêmes véhicules. Et c'est de surcroît dans un contexte toujours plus contraignant en terme de consommation et de pollution (engagement des constructeurs européens, japonais et coréens sur la réduction des
10 émissions de CO₂ à 95 grammes par kilomètre ; soit une consommation de carburant d'environ 3,7l/100km d'ici à 2020) que la gestion du comportement thermique des moteurs en régime transitoire devient donc une priorité pour les constructeurs et équipementiers.

Or, plus particulièrement dans le secteur automobile, la majorité des
15 trajets est effectuée en zone urbaine, à faibles vitesses et sur des durées trop courtes pour atteindre un régime moteur stabilisé. Les performances des moteurs sont alors réduites: ils consomment et polluent exagérément, d'autant plus en hiver où l'énergie extraite pour le chauffage ralentit encore la montée en température.

20 C'est dans ce contexte, et pour répondre à une partie au moins de ces problèmes, qu'est ici proposé un bloc modulaire pour le stockage et la restitution d'énergie, le bloc comprenant :

- une chambre de réception d'éléments de stockage et de restitution de ladite énergie thermique, la chambre de réception étant définie à l'intérieur
25 de parois extérieures du bloc réunies par un fond fermant d'un côté la chambre, laquelle est ouverte sur un autre côté pour y placer ou en retirer lesdits éléments de stockage et de restitution de ladite énergie thermique,
- au moins un passage de communication entre l'extérieur et la chambre, pour laisser entrer et sortir de ladite chambre un fluide frigorigène ou
30 caloporteur à placer dans la chambre en échange thermique avec lesdits éléments,

- des éléments de gestion thermique de la chambre, dont certains au moins comprennent un matériau isolant thermique (de préférence poreux pour une super-isolation) et d'autres un matériau MCP (matériau à changement de phase), et qui sont disposés autour de la chambre.

5 Ainsi, on associera une conception modulaire avec une possible réalisation en série et une performance énergétique que des résultats de tests ont montrées.

Il est précisé qu'un matériau à changement de phase - ou MCP- désignera tout matériau capable de changer d'état physique. Le stockage
10 thermique peut s'opérer par utilisation de sa Chaleur Sensible (CS) : le matériau peut céder ou stoker de l'énergie en voyant varier sa propre température, sans pour autant changer d'état, et/ou de sa Chaleur Latente (CL) : le matériau peut alors stocker ou céder de l'énergie par simple
15 sensiblement constante, celle du changement d'état.

Pour favoriser encore davantage la possible réalisation en série, le montage de l'unité complète (formée d'une série de ces blocs modulaires) et sa maintenance, il est conseillé que le bloc :

- présente une surface de joint entourant entièrement la chambre sur son
20 côté ouvert, pour y assurer une étanchéité audit fluide, quand deux blocs modulaires, placés en contact et en regard l'un de l'autre, sont fixés de façon serrée ensemble,

- et comprenne, pour cette fixation relative, des moyens pour fixer serré
25 ensemble de façon étanche au fluide deux dits blocs modulaires disposés en regard.

Des tirants ou des collages ou soudages peuvent convenir pour lier ensemble axialement les blocs modulaires.

Une considération a aussi été de favoriser la circulation du fluide ainsi que les échanges thermiques dans chaque bloc.

30 Aussi est-il proposé que plusieurs blocs modulaires soient empilés suivant un axe, et que chaque bloc comprenne un passage de

communication traversant le fond de sa chambre, pour laisser le fluide circuler d'une chambre à une autre, deux passages successifs étant décalés d'un passage au suivant parallèlement audit axe, pour définir des chicanes.

5 Concernant maintenant l'unité de stockage et de restitution en elle-même, on y recommande la présence, pour les raisons précitées :

- un ou plusieurs blocs modulaires, chacun comprenant :

-- des éléments de stockage et de restitution de ladite énergie thermique comprenant au moins un matériau MCP,

10 -- un corps comportant :

--- une chambre de réception des éléments de stockage et de restitution de ladite énergie thermique, la chambre de réception étant définie à l'intérieur de parois extérieures du corps réunies par un fond fermant d'un côté la chambre, laquelle est ouverte sur un autre côté pour y placer ou en retirer lesdits éléments de stockage et de restitution de ladite énergie thermique,

15

--- au moins un passage de communication entre l'extérieur du corps et la chambre, pour laisser entrer et sortir de ladite chambre un fluide frigorigène ou caloporteur à y placer dans la chambre en échange thermique avec lesdits éléments,

20

--- et de préférence une surface de joint entourant le côté ouvert de la chambre, pour assurer une étanchéité vis-à-vis du fluide (un collage ou soudage permettrait de s'en dispenser),

25

- des moyens de fixation adaptés pour fixer ensemble les blocs (s'ils sont plusieurs), de façon que ledit fluide puisse circuler entre eux via les passages de communication,

- et des éléments de gestion thermique des chambres disposés autour

30 desdites chambres et dont certains au moins comprennent un matériau

isolant thermique (de préférence poreux et intégré à un panneau isolant sous vide ; PIV) et d'autres un matériau MCP.

Un avantage de la solution modulaire ici présentée est de pouvoir adapter les positions relatives des blocs afin de satisfaire au mieux au 5 contexte. Il est ainsi possible que l'on ait nécessité de disposer deux modules adjacents avec leurs chambres face à face ou dos à dos, par exemple.

On attend aussi de la solution une modularité permettant de s'adapter aux exigences de chaque cas d'implantation, une performance 10 énergétique élevée, une fabrication possible en série, et un coût de revient compatible avec une telle fabrication adaptée au domaine automobile.

A ce sujet, on conseille que le corps de chaque bloc modulaire soit monobloc.

Et pour favoriser la circulation du fluide en situation opérationnelle, il 15 est prévu que l'unité comprenne en outre des moyens de mise en circulation du fluide pour qu'il circule (de façon forcée) dans les chambres et dans un circuit extérieur auxdits blocs.

A nouveau pour parfaire l'isolation thermique et favoriser encore la fabrication en série, il est par ailleurs conseillé :

- 20 - que certains au moins des éléments de gestion thermique comprenant un matériau MCP soient disposés dans une enveloppe commune avec le matériau isolant thermique ; ceci permettant de prévoir une réalisation sous forme d'un panneau PIV et/ou un conditionnement pratique, y compris si cette enveloppe devait être intégrée dans le matériau de constitution
- 25 desdites parois extérieures des corps,
- et/ou que certains au moins des éléments de gestion thermique comprenant un matériau isolant thermique soient à constitution PIV et disposés autour desdites parois extérieures des blocs, en étant de préférence maintenus par une enveloppe périphérique qui les enserre,

- et/ou que le corps de chaque bloc modulaire intègre dans lesdites parois extérieures au moins une cavité qui reçoit certains au moins des éléments d'isolation thermique comprenant un matériau MCP.

La solution d'intégration permet de prévoir une fabrication par moulage, avec des corps en polymère, une standardisation accrue et une facilité et sécurité de mise en œuvre. Une disposition à l'extérieur, en périphérie, permet une adaptation à certaines dimensions, voire aux champs de mise en place.

La référence à une paroi ou un corps en matériau moulable couvre tant les résines thermoplastiques chargées de fibres et injectées que les résines thermodurcissables imprégnant un tissu ou un mat, tel un tissé ou un non tissé.

En liaison avec ce dernier point, il est en outre proposé que les corps soient empilés ensemble, de façon qu'extérieurement lesdites parois extérieures définissent des appuis contre lesquels seront alors appliqués les panneaux PIV, lesquels seront bloqués latéralement par des excroissances qui maintiendront un espace ayant sensiblement l'épaisseur desdits panneaux PIV, entre les parois extérieures des corps et l'enveloppe extérieure (qui pourra être amovible).

Ceci alliera modularité / performance énergétique élevée / adaptabilité / facilité de maintenance.

Et pour protéger les blocs isolés, compléter encore cette isolation, et favoriser l'intégration dans le véhicule, tout en visant toujours une fabrication en grande série, il est encore proposé que, les blocs étant formés en pile pour réaliser l'unité visée, les premier et/ou dernier blocs de cette pile reçoivent au moins un couvercle qui, face à une dite ouverture de chambre, ferme celle-ci, chaque couvercle étant pourvu d'un dit élément d'isolation thermique comprenant un matériau thermiquement isolant et d'une connectique pour le raccordement de ladite unité de stockage à un circuit extérieur de fluide frigorigène ou caloporteur.

La réalisation des éléments de stockage et de restitution de l'énergie thermique concernée a également été travaillée. Une facilité de mise en place et une optimisation des surfaces d'échange sont également visées.

C'est ainsi qu'il est proposé que ces éléments se présentent comme
5 des billes disposées, a priori en vrac, dans les chambres, en réservant entre elles des espaces de circulation pour le fluide.

Appliquer la solution à module(s) fonctionnel(s) présentée ci-avant aura tout sens sur un circuit de lubrification d'un moteur définissant un chemin de circulation d'un lubrifiant (typiquement de l'huile) sur lequel sont
10 disposés, en communication fluide, des organes fonctionnels du moteur à lubrifier, un carter de lubrifiant (même si le réservoir est ailleurs, comme dans un carter sec) et ce(s) module(s) fonctionnel(s).

Dans ce cadre, il est même prévu une application privilégiée (car intégrée) où :

- 15 - les organes fonctionnels du moteur seront situés dans un bloc moteur,
- le carter de lubrifiant, sera vissé au bloc moteur, sous lui, et contiendra un bain de lubrifiant, et
- au moins un dit bloc modulaire sera disposé dans le carter de lubrifiant, pour envoyer vers le bloc moteur du lubrifiant après qu'il ait circulé dans
20 le(s) bloc(s) modulaire(s).

Si nécessaire, l'invention sera encore mieux comprise et d'autres caractéristiques, détails et avantages de celle-ci apparaîtront encore à la lecture de la description qui suit, faite à titre d'exemple non limitatif et en référence aux dessins annexés, dans lesquels :

- 25 - la figure 1 schématise une unité stockeur/échangeur,
- les figures 2,3 montrent un module de l'unité, dans deux réalisations possibles, en éclaté,
- les figures 4 à 10 et 11 schématisent différents exemples de réalisation de poches PIV, ou mixtes MCP/PIV, en coupe ; on doit imaginer que la bande
30 continue latéralement figures 6-8, ainsi que figure 10 avec la paroi latérale (5 ci-après), et que ces poches (avec leurs zones de liaison 21 si elles

existent) sont fermées sur tous leurs côtés (tels qu'en zones 49a,49b ci-après) pour permettre le vide interne partiel,

- la figure 10 schématise aussi une intégration de telles poches et zones de liaison 21 dans l'épaisseur d'une dite paroi latérale 5,

- 5 - la figure 11 schématise aussi un corps de module à chicanes internes,
- et les figures 12,13 schématisent deux montages, sur un circuit d'huile.

Il doit être considéré que les exemples de solutions opérationnelles présentées ci-après et les versions illustrées peuvent se combiner entre elles. Des mélanges de solutions peuvent ainsi en être aisément déduites,

- 10 comme par exemple figure 2 une absence d'excroissance 22a sur un corps 330, ou une absence de liaisons 21 entre les poches 19.

Les schémas des figures (notamment figure 1) représentent donc tout ou partie d'une unité 1 de stockage, et favorablement de restitution ultérieure, d'une énergie thermique apportée par un fluide 9 frigorigène ou caloporteur.

De construction modulaire, l'unité 1 comprend :

- plusieurs structures ou modules 3, chacun pourvu d'un corps 330 ayant une paroi périphérique 5 et un fond 29 entourant un volume intérieur (ou chambre) 7 où sont présents le fluide 9 frigorigène ou caloporteur, à faire circuler dans lesdits volumes sous l'action de moyens 11 de circulation, et des éléments 13 de stockage et de restitution (ultérieure) d'une énergie thermique,
- 20 circuler dans lesdits volumes sous l'action de moyens 11 de circulation, et des éléments 13 de stockage et de restitution (ultérieure) d'une énergie thermique,

- au moins une couche ou élément 15 contenant un matériau MCP qui peut être disposée dans la paroi périphérique 5 (par exemple dans au moins une cavité périphérique 17 de cette paroi, comme montré figure) ou autour de ladite paroi périphérique, en particulier dans la ou les enveloppes 37 des figures 8,9 notamment,
- 25 cavité périphérique 17 de cette paroi, comme montré figure) ou autour de ladite paroi périphérique, en particulier dans la ou les enveloppes 37 des figures 8,9 notamment,

- des éléments 19 à matériau thermiquement isolant 23 et de préférence à constitution PIV disposés latéralement autour de chaque volume 7, individuellement (figure 2) ou par groupe (figure 1) .
- 30 individuellement (figure 2) ou par groupe (figure 1) .

Les modules 3 sont disposés suivant un axe d'empilement 27. Et chaque fond 29 est transversal à la paroi périphérique 5 (en en réunissant les côtés) et ici opposé, suivant l'axe 27, à une ouverture 31 par laquelle on peut placer ou retirer du volume 7 correspondant les éléments 13 qui 5 peuvent être des billes ou des sphères.

Par « constitution PIV », on entend une structure sous vide d'air partiel contenant au moins un matériau isolant thermique a priori poreux.

Et « Poreux » désigne un matériau possédant des interstices permettant le passage de l'air. Les matériaux poreux, à cellules ouvertes, 10 incluent donc les mousses mais également les matériaux fibreux (tels que la laine de verre ou de roche). Les interstices de passage que l'on peut qualifier de pores ont des tailles inférieures à 1 ou 2mm de façon à pouvoir garantir une bonne isolation thermique, et de préférence à 1micron, et préférentiellement encore à 10^{-9} m, pour des questions en particulier de 15 tenue au vieillissement et donc de possible dépression moins forte dans l'enveloppe PIV.

Comme montré figure 3, des excroissances 22 de maintien fixées avec la/les parois périphériques 5 peuvent être prévues, notamment dans les angles des parois extérieures formant la paroi périphérique 5, deux 20 excroissances délimitant entre elles, latéralement et autour de la paroi périphérique, un espace 24 ouvert où est disposé l'un au moins des éléments 19 isolants thermiques à constitution PIV.

A ce sujet, le mode de réalisation de la figure 2 prévoit une alternative où les poches 19 sont toujours individuelles mais ne sont plus 25 indépendantes les unes des autres. Il s'agit d'une série de telles poches 19 à constitution PIV réunies par des portions intermédiaires 21 où deux poches successives peuvent s'articuler l'une par rapport à l'autre.

Chaque poche contiendra au moins un matériau isolant thermique 23, et s'étendra latéralement (transversalement à l'axe 27) autour d'un 30 volume 7 (de préférence tout autour), pour l'isoler thermiquement de

l'extérieur (EXT) avec son contenu, les couches 15/23 définissant des éléments de gestion thermique de la température dans les volumes 7.

La, ou chaque, couche 15 contenant un matériau MCP peut être disposée dans la ou les cavités quasi périmétriques 17 de la paroi 5 ou tout
5 autour de cette paroi, en particulier à l'intérieur des poches 19.

Dans cette solution à poches 19 disposées latéralement autour de la paroi 5, un manchon ou fourreau 38 de protection mécanique ouvert aux deux extrémités, par exemple en plastique dur, enveloppe les modules 3, les pièces 32,34,36 et les poches 19, lesquelles sont donc interposées
10 entre les parois 5 et ce fourreau. S'étendant autour des excroissances 22 et des éléments isolants thermiques à constitution PIV 19, le manchon 38 participe au maintien des éléments 19 dans les espaces 24, comme montré figure 3.

Les excroissances de maintien 22 pourront être en plusieurs parties.
15 Ainsi voit-on notamment figure 3 une solution où elles sont en deux parties 22a,22b. La partie 22b est amovible et peut se fixer, par des coopérations de formes entre elles, avec la partie 22a qui est monobloc avec la paroi périphérique 5, en périphérie extérieure de celle-ci. Les parties amovibles 22b peuvent chacune se présenter comme un clip ou un embout à engager
20 par déformation élastique forcée, ou par coulissement latéral, autour de la partie fixe 22a. Ces parties de maintien 22b peuvent être thermiquement isolantes et renfermer pour cela une couche 23 en matériau isolant thermique (qui peut donc être à constitution PIV, comme une poche 19).

Typiquement, les corps 330 des modules 3 présenteront des angles
25 et les excroissances de maintien 22 se présenteront comme des baguettes s'étendant dans les angles, comme illustré.

A l'inverse de ce qui précède, plutôt que d'être donc creuse comme un clip, la partie amovible 22b pourrait présenter une saillie vers un creux extérieur de la partie fixe 22a pour coopérer avec. Autre possibilité : les
30 deux parties 22a,22b n'en formerait qu'une pour définir une excroissance monobloc avec la paroi 5.

Les parois périphériques 5 et fonds 29 des modules ou structures 3, qui peuvent être monoblocs, pourront notamment être en polyamide, en autre polymère rigide (polyéthylène moyenne ou haute densité, par exemple), ou en composite (chargée de fibres), voire en métal.

5 Des passages 30 communiquant au moins deux à deux, dans les fonds 29, permettent au fluide 9 (qui peut être de l'eau ou de l'huile, voire un gaz, tel de l'air), de circuler, depuis une entrée 33 jusqu'à une sortie 35, entre les modules ou structures 3. Ce fluide 9 va globalement circuler suivant l'axe 27.

10 Là où cela est nécessaire, dès lors que les structures ouvertes 3 peuvent être disposées notamment dos à dos (figure 1) ou au contraire face à face, un ou plusieurs couvercles 32, ici deux doubles, ferment les ouvertures 31 des modules extrêmes, de façon à étancher chaque volume 7. Extérieurement, chaque couvercle 32 peut être doublé par une poche
15 unique 34 à constitution PIV. Et une plaque 36 de protection mécanique peut fermer le tout, suivant l'axe 27, comme illustré.

Les entrée 33 et sortie 35, qui traversent les pièces 32,34,36 si elles existent, pour déboucher dans les volumes 7 respectifs, définissent des éléments de connectique comme montré figure 1.

20 Encore pour l'étanchéité vis-à-vis du fluide 9, une première surface de joint 39 entoure l'ouverture 31 de chaque chambre 3, laquelle ouverture est alors située transversalement à l'axe 27, à l'opposé du fond 29.

Des moyens de fixation 40, tels des tirants axiaux, seront par ailleurs de préférence prévus pour venir en prise avec les corps des modules 3 afin
25 d'assurer une fixation entre ces corps placés en contact et en regard. Après cela, le manchon 38 sera extérieurement mise en place.

Les corps 330 étant fixés ensemble, suivant l'axe 27 dans la disposition empilée considérée, la première surface de joint 39 sera donc plaquée soit contre une seconde surface de joint définie extérieurement à
30 l'endroit du fond 29 d'un corps adjacent, dans une disposition relative des corps dos à dos, soit contre la première surface de joint d'un tel corps

adjacent, dans une disposition relative des corps face à face. Au moins un joint (non représenté) sera disposé d'un côté et/ou de l'autre.

En place des tirants et joints, on peut prévoir une solution soudée ou collée des modules entre eux, suivant l'axe 27.

5 On aura compris que l'ensemble 1 sera thermiquement performant grâce à son complexe MCP/isolant thermique qui permet d'associer :

- une isolation thermique des modules vis-à-vis de l'extérieur (EXT),
- à un effet retardateur lié aux changements d'états du/des matériaux MCP.

Le matériau thermiquement isolant 23 pourra être une laine de verre,
10 une mousse de polyuréthane ou de polyisocyanurate, ou encore plus favorablement un matériau poreux, voire nano-poreux, tel qu'une silice ou un aérogel organique ou son pyrolat imprégné dans un réseau poreux et disposé dans une enceinte sous vide, pour définir donc au moins le panneau isolant sous vide PIV déjà évoqué.

15 En tant que matériau 15, ou constitution des éléments 13 contenus dans chaque volume intérieur 7 et avec lesquels le fluide 9 vient en échange thermique, on pourra prévoir une composition de caoutchouc telle que décrite dans EP2690141, à savoir une composition réticulée à base d'au moins un élastomère silicone « RTV » vulcanisé à température
20 ambiante et comprenant au moins un matériau à changement de phase (MCP), ledit au moins un élastomère silicone présentant une viscosité mesurée à 25°C selon la norme ISO 3219 qui est inférieure ou égale à 5000 mPa.s. Dans cette composition, la matrice élastomère sera majoritairement constituée (i.e. selon une quantité supérieure à 50 pce, de
25 préférence supérieure à 75 pce) d'un ou de plusieurs élastomères silicones « RTV ». Ainsi, cette composition pourra avoir sa matrice élastomère comprenant un ou plusieurs élastomères silicones selon une quantité totale supérieure à 50 pce et optionnellement un ou plusieurs autres élastomères (i.e. autres que des silicones « RTV ») selon une quantité totale inférieure à
30 50 pce.

Notamment un matériau à base de paraffine, d'acide gras eutectique (myristique-caprique) ou de sel hydraté eutectique (chlorure de calcium + potassium) pourrait aussi être utilisé en tant que matériau constitutif, seul ou non, des éléments précités. En autre alternative, le matériau MCP des 5 éléments cités pourrait être à base d'acide gras, de paraffine, ou de sel eutectique ou hydraté. De fait, le choix du matériau et son conditionnement dans chaque élément concerné, en particulier sa dispersion au sein d'une matrice polymère, dépendra de l'application prévue et des résultats attendus.

10 A priori les éléments 13, ici individualisés, telles les sphères évoquées, seront disposés en vrac dans les volumes 7. Le rapport taille des structures individualisées / dimensions de chaque sous-volume sera alors défini en conséquence, afin de préférence d'optimiser les surfaces d'échange éléments 13 / fluide 9.

15 Si les poches isolantes périphériques 19 se succèdent de façon continue autour d'une paroi 5, et bien que ceci ne soit pas strictement imposé (une forme fermée sur elle-même, comme un manchon étant possible), il sera a priori préféré que les éléments 19-21 définissent ensemble un panneau articulable 50 (comme figures 4-6) pouvant :

20 - typiquement dans un état opérationnel, être fermé sur lui-même (figure 4, où la structure 50 est à imaginer à disposer ainsi autour d'une paroi 5 à isoler),

- et être déployé sensiblement à plat, par exemple pour être stocké et dans un état qui peut être non opérationnel (figure 5 ou 6).

25 Indépendamment d'une réalisation discontinue ou non des poches 19, ce qui suit présente, en référence notamment aux figures 3 et 5-8 une réalisation favorable de ces poches et des portions intermédiaires 21 si elles existent. Ainsi, même si seule une poche 19 est montrée, il suffit de reproduire le modèle ensuite de part et d'autre pour continuer la structure,
30 si souhaité.

On peut ainsi constater qu'en solution tant continue que discontinue, chaque poche 19 à constitution PIV pourra comprendre alors (comme on le retrouve en vue éclaté figure 3) :

- au moins un premier élément, ou une première couche, 15 contenant le matériau MCP, à côté (opérationnellement à l'extérieur) duquel est disposé un second élément constitué dudit matériau isolant thermique 23, et
- au moins une enveloppe extérieure 37 fermée qui contient les premier et second éléments et est constituée d'au moins une feuille 49 flexible étanche au matériau MCP, avec :

10 -- a) soit ladite feuille flexible 49 qui est en outre scellable (thermiquement/chimiquement, en 49a,49b autour de la poche) et étanche au matériau poreux 23 et à l'air (voire aussi à l'eau), de sorte qu'un vide d'air régnant dans l'enveloppe 37, un dit panneau isolant sous vide (PIV) est ainsi défini, comme montré figure 8,

15 -- b) soit le second élément isolant thermique 23 contenu à l'intérieur d'une seconde enveloppe fermée 51 à feuille flexible 53 scellable et étanche au matériau poreux et à l'air (voire aussi à l'eau), de sorte qu'un vide d'air régnant dans la seconde enveloppe, un dit panneau isolant sous vide (PIV) est ainsi défini, comme montré figure 9.

20 A noter que deux couches 15 contenant un ou plusieurs matériaux MCP pourraient (comme figure 6) être disposées de part et d'autre de la couche de matériau poreux 23, voire aucune telle couche, si elle prévue uniquement dans la paroi 5, comme figure 2.

L'isolant thermique poreux 23 qui pourra donc être à nanostructure, sera donc confiné dans une feuille flexible 49 ou 53 qui ne laissera passer ni les vapeurs d'eau ni les gaz. Le PIV obtenu sera vidé de son air pour obtenir par exemple une pression de quelques millibars, puis pourra être scellé. Typiquement, la conductivité thermique λ d'un tel PIV sera de 0.004/0,008 W/m.K. L'utilisation de panneaux isolants sous vide devrait
 25
 30 permettre d'atteindre une résistance thermique $R = 5 \text{ m}^2.\text{K/W}$ avec seulement 20 mm d'isolant.

Une possible composition du matériau 23 est la suivante : 80-85 % de dioxyde de silice (SiO₂), 15-20 % de carbure de silicium (SiC) et possiblement 5 % d'autres produits (liant/charges). Une épaisseur de 0.4 à 3 cm est possible. Des exemples, pouvant ici s'appliquer, de panneau PIV et de matériau super-isolant sont en outre fournis dans PCT/FR2014/050267 et dans WO2014060906 (matériau poreux), respectivement.

Les solutions présentées ci-avant doivent permettre, dans un volume et poids acceptables notamment par des constructeurs aéronautiques ou automobiles, un stockage rapide d'une énergie thermique disponible au bout d'environ 6-10 minutes, le maintien de cette énergie pendant 12 à 15 heures, avant sa restitution rapide, typiquement quelques minutes (en particulier moins de 2-3mns), par exemple à un moteur lors d'une phase de démarrage à froid.

Les feuilles flexibles 49,53 du panneau PIV pourront typiquement être réalisées sous la forme d'un film multicouche comportant des films polymère (PE et PET) et de l'aluminium sous forme par exemple laminée (feuille d'épaisseur de l'ordre d'une dizaine de micromètre) ou métallisée (dépôt sous vide d'un film de quelques dizaines de nanomètre). La métallisation peut être effectuée sur une face ou sur les deux faces d'un film PE et plusieurs films PE métallisés peuvent être complexés pour former un film unique. Exemple de conception du film : - Scellement intérieur PE, environ 40 µm - Métallisation sous vide Al, env. 0.04 µm - Couche extérieure PET, environ 60 µm.

Dans le cas b) ci-avant où il y a une double feuille : intérieure 53 et extérieure 49, la feuille 49 pourra par contre n'être donc qu'un simple film polymère, tel un PE de 0.05 à 0.2 mm d'épaisseur, l'objet de cette feuille extérieure 49 pouvant alors n'être que de créer un simple sac pour contenir/réunir ensemble les éléments ou matelas 15 et 23.

A noter aussi que la/chaque enveloppe 37,51 pourra être typiquement formée de deux feuilles disposées de part et d'autre du/desdits

éléments à matériau 15 et 23 et réunies ensemble, comme en 49a,49b figures 2,7 ou 10 (seules figures où ces repères sont marqués).

Quoi qu'il en soit, un avantage de ces feuilles, directement en contact l'une avec l'autre à l'endroit des portions intermédiaires 21, comme 5 illustré, si elles sont plusieurs, (ou de cette feuille si elle est unique) est qu'on pourra tirer parti de leur continuation physique à l'endroit de ces portions 21 pour y créer une zone d'articulation (toutefois figée s'il y a intégration dans l'épaisseur de la paroi 5, comme figures 9 ou 10, sans rupture du vide créé par la constitution PIV.

10 Toutefois, l'utilisation simple de cette ou ces feuilles flexibles créera une discontinuité d'isolation thermique entre les deux poches consécutives 19 ainsi réunies.

Dans certains cas, les portions intermédiaires 21 pourraient présenter des surfaces non négligeables d'autant plus gênantes en termes 15 de ponts thermiques ; mais on peut aussi avoir à placer un panneau 50 ou un manchon 47 en appui, par exemple pour le positionner correctement par rapport à son environnement.

D'autant plus dans ces cas, on pourra trouver un intérêt à ce qu'une portion renflée 59 soit définie entre deux zones d'articulation 21 (chacune 20 formée par la ou les feuilles flexibles précitées appliquées l'une contre l'autre), chaque zone étant elle-même réunie latéralement d'un côté à la poche 19 concernée, ceci de façon régulière ou non dans la chaîne, comme montré figures 6 ou 10.

Chaque portion renflée 59 pourra contenir un isolant thermique 23, 25 par exemple en rouleau (blanket en anglais). Il peut par exemple s'agir du produit souple, en rouleau, dénommé Spaceloft®, un isolant SIPA (Super Isolant à Pression Atmosphérique) proposé par la société ISOLProducts avec une conductivité thermique: $\lambda = 0,01$ à $0,02$ W/m.K. Une couche MCP 15 (figure 10) pourra aussi être contenue, chacune de ces portions 59 étant 30 donc favorablement enveloppé dans la/les feuilles flexibles précitées (pour maintenir une constitution PIV). Ces portions renflées 59 présenteront

favorablement une surface extérieure convexe, permettant notamment un appui contre des surfaces extérieures complémentaires concaves.

Malgré tout, dans cette solution à portion(s) renflée(s) 59, les portions intermédiaires 21 ne sont pas totalement thermiquement isolantes.

5 Aussi, propose t'on (comme schématisé figure 5) que les portions intermédiaires 21 soient définies par au moins une structure 79 à matériau isolant thermique 23 (de préférence poreux pour être donc intégrée à la structure PIV globale), assurant une continuité d'isolation thermique entre lesdites deux poches. Le matériau isolant pourra être identique au matériau
10 isolant thermique poreux des poches ; idem pour celui des zones 59.

Dans l'exemple de la figure 5, le matériau poreux (ici en forme de plaque) de chaque structure flexible 79 qui s'étend suivant l'épaisseur entre la(les) feuille(s) flexible(s) 49 de l'enveloppe 37, s'interrompt dans le matériau isolant thermique poreux 23 qui remplit les poches 19. Il pourrait
15 toutefois y avoir continuité.

Plus épaisses que les tissus imprégnés, par exemple plus de 2.5 à 3 fois plus épaisses, et par exemple formées en bloc, comme schématisé, les poches 19 à matériau isolant thermique 23 seront typiquement plus rigides que les structures flexibles d'articulation 79.

20 Pour que le panneau 50 ainsi formé acquière sa constitution PIV, sous vide partiel, on procédera bien sûr à une telle mise sous vide, avec scellement, après que les couches ou plaques de matériaux poreux 23,81 aient été toutes enveloppées par la ou les feuilles étanches flexibles 49.

Pour réaliser les structures 79, on pourra en particulier utiliser un
25 support flexible en maillage polymère (par exemple un tissé, non tissé organique ou inorganique, ou une nappe) tel un polyester ou un polyamide de quelques mm d'épaisseur imprégné d'un aérogel 81, par exemple de silice, ou son pyrolat (aérogel pyrolysé, étant précisé que cette alternative de pyrolat s'applique à chaque cas de la présente description où un
30 matériau poreux thermiquement isolant est concerné).

Pour information, une structure d'isolation présentée ci-avant à poches PIV 19 avec pour matériau cœur un aérogel nano-poreux ou son pyrolat pourra présenter une conductivité thermique inférieure à $10\text{mW.m}^{-1}\text{.K}^{-1}$ pour une pression interne de 2 à 5 à 10^{-3} Pa. La dépression dans les 5 poches, voire les portions 21, pourra être celle habituelle des PIV : 10^{-3} à 10^3 Pa.

En liaison avec notamment les figures 6,8,10, on notera encore, comme déjà mentionné, qu'il pourra être avantageux que certaines au moins des poches à constitution PIV et/ou des zones de portions 10 intermédiaires contiennent au moins un matériau MCP, ce matériau 15 étant identique à ou différent de celui des éléments 13 à matériau MCP.

S'il y a deux couches de ce matériau, la seconde couche sera, là où les deux couches existent, disposée autour de la première couche, avec interposition entre elles du matériau 23. La première température de 15 changement d'état de la première couche sera a priori supérieure à la seconde température, différente, de changement d'état de la seconde couche, de façon à isoler au mieux l'intérieur, en combinaison avec les poches à constitution PIV 19 interposées entre ces couches.

S'il n'y a qu'une seule couche de ce matériau 15, elle sera donc 20 favorablement entourée par la couche de matériau 23, à l'endroit des poches 19, et par le matériau 81 si les portions intermédiaires flexibles 21 en sont pourvues. Sur plusieurs figures, on a d'ailleurs marqué INT le côté du volume 7 et EXT l'(environnement) extérieur.

Figure 4, on pourra encore remarquer en 89a,89b, des moyens de 25 maintien sur elle-même de la bande 50, une fois pliée sur elle-même. On peut imaginer une solution par clip, par bande auto-agrippante, type Velcro (TM), ou autre.

Il est aussi à noter que les poches 19 ne seront pas nécessairement strictement planes. Ainsi, une forme courbe est possible, comme dans 30 l'exemple de la figure 3, Cette forme peut être réalisée en raccourcissant la longueur de la feuille de l'enveloppe 37 d'un côté par rapport à la longueur

de la feuille de l'autre côté. Une fois scellée, la poche se cintrera naturellement sous la tension mécanique exercée.

Comme schématisé figures 9,11, on notera encore que, pour favoriser les échanges thermiques dans les chambres 7, et donc le rendement de l'unité 1, on préférera que des chicanes 12 soient créées dans l'unité 1, de sorte que le fluide 9 y circulant y suive un chemin qui serpentera.

La figure 9 permet de comprendre que de telles chicanes 12 puissent être formées par le fait que chaque paroi transversale 29 et son passage traversant 30 forment un ralentisseur à la libre circulation du fluide entre son entrée 33 et sa sortie 35.

De préférence, pour accentuer cet effet « chicanes », les passages 30 entre les corps seront favorablement décalés d'un passage au suivant, parallèlement à l'axe 27, comme schématisé figure .

Dans la variante de la figure 11, on a imaginé un module 3 unique à corps 330 unique, avec par exemple une entrée latérale 33 à travers une zone de sa paroi périphérique 5. Les chicanes 12 sont (essentiellement) créées ici par les cloisons internes 29 qui, à l'intérieur de l'espace 7 délimité par la paroi périphérique 5 et le fond percé 290, scindent cet espace en sous-volumes 7a,...7c.

Chaque cloison 29 s'interrompt à l'une de ses extrémités latérales avant d'atteindre la paroi 5, c'est là qu'est créé chaque passage 30 qui, en liaison avec la cloison concernée et de préférence une alternance dans l'extrémité latérale ainsi ouverte, forme une chicane. Arrivé au dernier sous-volume, le fluide sort du corps par le fond percé. Chaque sous-volume contient des éléments 13.

Dans les deux cas (figures 9 et 11), la circulation du fluide est donc sensiblement suivant une succession de S (voir flèche figure 11).

La figure 9 permet également de conforter le fait que certains au moins des éléments de gestion thermique pourront, placés dans les poches 19, être intégrés dans le matériau de constitution des parois extérieures 5

des corps, même si les poches ne sont pas représentées sur la figure ; seules le sont les couches 15 et 23, étant aussi précisé qu'une ou plusieurs telles poches pourront ou non être disposés dans le fond 29.

Les figures 12,13 montrent quant à elles l'utilisation opérationnelle d'au moins un bloc modulaire 3 ou d'une unité 1 à plusieurs blocs sur le circuit d'huile 70 d'un moteur 72, étant précisé que l'utilisation de ces blocs ou de l'unité sur un circuit d'eau (ou autre liquide que l'huile) sera intéressante, par exemple sur un circuit de refroidissement de moteur, en couplage avec un échangeur gaz(air par ex.)/liquide (eau par ex.) ou liquide (eau douce par ex.)/liquide (eau de mer par ex.).

Le circuit 70 définit ici un chemin de circulation d'huile sur lequel sont disposés, en communication fluide entre eux, un carter d'huile 74 et des organes fonctionnels du moteur à huiler, tel les paliers de bielles et de vilebrequin, mais aussi de l'arbre à cames et son dispositif d'entraînement, 76. Le carter 74, dont la cuve (a priori métallique) est vissée sous le bloc moteur 720, avec un joint d'étanchéité, contient l'huile nécessaire à la lubrification des éléments mobiles du bas moteur et du haut moteur. L'huile y est puisée par la crépine de la pompe à huile 78 qui la distribue sous pression, de préférence via un filtre à huile, aux différents organes (vilebrequin, bielles, arbre à cames...). L'huile peut redescendre ensuite par simple gravité ; flèches 80. Le carter est équipé en son point le plus bas d'une vis de purge avec rondelle d'étanchéité, dédiée à la vidange périodique du moteur.

Deux montages sont plus particulièrement présentés, à titre d'exemples non limitatifs.

Dans le premier, schématisé figure 12, une unité 1, comme celle de la figure 1, assemblée, est raccordée via la connectique 33,35 à la branche 300 du circuit d'huile 70 qui communique avec le bain d'huile 82 du carter 74. La pompe 11 assure la circulation d'huile dans l'unité et la branche 300. Ainsi, le bain d'huile 82 va pouvoir bénéficier d'une huile à température appropriée, en évitant en particulier une température trop basse en hiver

(favorable à un démarrage à froid). Une autre pompe 78 prélève de l'huile dans le bain pour la distribuer vers les organes concernés du moteur, via la branche 301 du circuit 70. Cette solution peut être adaptée à une lubrification "par carter sec". L'huile ne sera alors plus contenue dans le carter, mais dans un réservoir indépendant où elle sera directement puisée, avant de passer dans l'unité 1, pour être ensuite acheminée vers les zones à lubrifier, le retour se faisant directement dans le réservoir.

Dans le second montage, schématisé figure 13, une unité 1 (qui pourrait toujours ne comprendre qu'un bloc, comme celui de la figure 11, avec sa connectique), est placée via la connectique d'entrée/sortie de fluide 33,35 directement sur le circuit fermé d'huile 300 qui passe par les organes précités concernés du moteur 72 et le carter 74. La pompe 11 assure la circulation d'huile dans l'unité 1 et tout le circuit 300. L'unité 1 est disposée dans le carter d'huile 74. L'huile passe ainsi du bain 82 dans l'unité 1 d'où elle est prélevée pour circuler vers lesdits organes à huiler. Une telle intégration permet des gains de place, voire de poids et de rendements (potentiellement moins de perte de charge et protection thermique qui peut encore être accrue en isolant la paroi du carter 74).

On aura compris que ci-avant le terme « huile » est à comprendre au sens large, comme « un fluide lubrifiant pour le moteur ». Et on aura aussi noté l'intérêt à ce que le circuit de lubrification du moteur 70 définisse donc un chemin de circulation pour le liquide lubrifiant sur lequel seront disposés les moyens (11 ou 78) de mise en circulation du liquide lubrifiant, le carter 74, les organes fonctionnels (tel 76) du moteur à lubrifier, à placer en échange thermique avec le liquide 9 provenant de l'unité 1, et l'unité 1 contenant au moins le volume 7:

- lequel renferme les éléments 13 de stockage et de restitution ultérieure d'énergie thermique, à matériau MCP, placés en échange thermique avec ledit liquide lubrifiant 9,
- et autour duquel sont donc disposés au moins les première et seconde couches 15,23.

REVENDEICATIONS

1. Bloc modulaire pour une unité (1) de stockage d'une énergie thermique, le bloc comprenant :
 - 5 - des éléments (13) de stockage et de restitution d'une énergie thermique,
 - une chambre (7) de réception desdits éléments (13), la chambre de réception étant définie à l'intérieur de parois (5) extérieures du bloc réunies par un fond (29) fermant d'un côté la chambre, laquelle est ouverte sur un autre côté pour y placer ou en retirer lesdits éléments,
 - 10 - au moins un passage (30) de communication entre l'extérieur et la chambre, pour laisser entrer et sortir de ladite chambre un fluide frigorigène ou caloporteur à placer dans la chambre en échange thermique avec lesdits éléments,
 - des éléments (15,19,23) de gestion thermique de la chambre, dont
 - 15 certains au moins comprennent au moins une couche d'un matériau isolant thermique (23) et d'autres au moins une couche d'un matériau à changement de phase -MCP- (15), et qui sont disposés autour de la chambre, et où :
 - 20 -- ladite au moins une couche de matériau isolant thermique (23) est disposée dans des poches (19) à constitution PIV et à feuilles flexibles (49,53), et,
 - certaines au moins des poches (19) à constitution PIV contenant au moins une dite couche de matériau isolant thermique (23) sont disposées autour desdites parois extérieures (5), en étant de
 - 25 préférence maintenues par une enveloppe périphérique (38) qui les enserre, ou sont intégrées dans le matériau de constitution des parois extérieures (5).
2. Bloc modulaire selon la revendication 1, qui comprend en outre une surface (39) de joint entourant le côté ouvert de la chambre, pour assurer
- 30 une étanchéité vis-à-vis du fluide.

3. Bloc modulaire selon la revendication 1 ou 2, où le matériau MCP (15) est reçu dans au moins une cavité (17) intégrée dans lesdites parois extérieures (5), et/ou, le matériau MCP est disposé dans lesdites poches (19), avec le matériau isolant thermique (23).

5 4. Bloc modulaire selon l'une des revendications précédentes, qui comprend une série de dites poches (19) à constitution PIV réunies par des portions (21,79) flexibles, intermédiaires entre deux poches successives où celles-ci peuvent s'articuler l'une par rapport à l'autre.

10 5. Bloc modulaire selon la revendication 4, où les poches (19) définissent avec les portions intermédiaires (21,79) un panneau articulable (50) pouvant être déployé sensiblement à plat et, dans un état opérationnel, être fermé sur lui-même.

6. Bloc modulaire selon l'une des revendications précédentes, où les feuilles flexibles (49,53) sont sous forme d'un film multicouche comportant
15 des films polymère et de l'aluminium.

7. Unité de stockage et de restitution d'une énergie thermique comprenant :

- plusieurs blocs modulaires (3) empilés, chacun comprenant :

20 -- des éléments (13) de stockage et de restitution de ladite énergie thermique comprenant au moins un matériau MCP,

-- un corps (330) comportant :

25 --- une chambre (7) de réception des éléments (13) de stockage et de restitution de ladite énergie thermique, la chambre de réception étant définie à l'intérieur de parois extérieures (5) du corps réunies par un fond (29) fermant d'un côté la chambre, laquelle est ouverte sur un autre côté (31) pour y placer ou en retirer lesdits éléments de stockage et de restitution de ladite énergie thermique,

30 --- au moins un passage (30) de communication entre l'extérieur du corps et la chambre (7), pour laisser entrer et sortir de ladite chambre un fluide frigorigène ou caloporteur à

placer dans la chambre en échange thermique avec lesdits éléments,

--- de préférence une surface (39) de joint entourant le côté ouvert de la chambre, pour assurer une étanchéité vis-à-vis du fluide,

- 5
- des moyens (40) de fixation adaptés pour fixer ensemble les blocs (3), de façon que ledit fluide puisse circuler entre eux via les passages de communication,
 - et des éléments (15,19,23) de gestion thermique des chambres disposés
- 10 autour desdites chambres et dont certains au moins comprennent au moins une couche d'un matériau isolant thermique (23) et d'autres au moins une couche d'un matériau MCP (15) et où :
- ladite au moins une couche de matériau isolant thermique (23) est disposée dans des poches (19) à constitution PIV et à feuilles flexibles
 - 15 (49,53) s'étendant chacune autour des blocs modulaires (3) empilés, ou autour d'un seul dit bloc (3), et,
 - certaines au moins des poches (19) à constitution PIV contenant au moins une dite couche de matériau isolant thermique (23) sont disposées autour desdites parois extérieures (5), en étant de
 - 20 préférence maintenues par une enveloppe périphérique (38) qui les enserme, ou sont intégrées dans le matériau de constitution des parois extérieures (5).

8. Unité selon la revendication 7, où le matériau MCP (15) est reçu dans au moins une cavité (17) intégrée dans lesdites parois extérieures (5),

25 et/ou le matériau MCP est disposé dans lesdites poches (19), avec le matériau isolant thermique (23).

9. Unité selon l'une des revendications 7, 8 où :

- les blocs modulaires sont empilés suivant un axe (27), et
- les passages de communication (30) traversent les fonds (29) des
- 30 chambres (7) pour laisser le fluide circuler d'une chambre à une autre,

lesdits passages étant décalés d'un passage au suivant parallèlement audit axe, pour définir des chicanes (12).

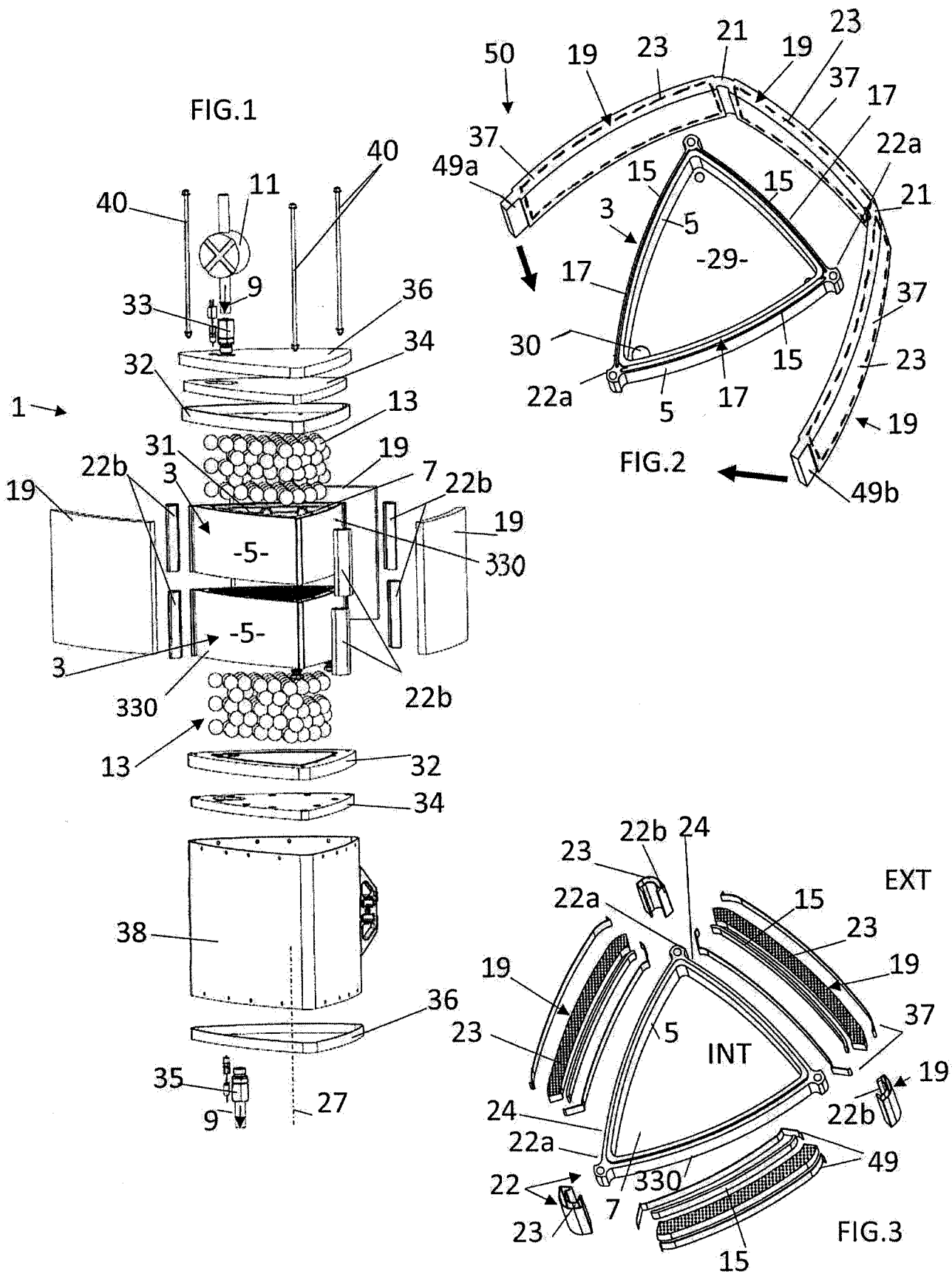
10. Unité selon l'une des revendications 7 à 9, où les corps (330) sont empilés ensemble de façon qu'extérieurement lesdites parois extérieures
5 (5) définissent des appuis contre lesquels sont appliqués les poches (19) à constitution PIV, lesquelles sont bloquées latéralement par des excroissances (22) qui maintiennent un espace (24) ayant sensiblement l'épaisseur desdites poches (19) à constitution PIV, entre les parois extérieures des corps et l'enveloppe extérieure (38).

10 11. Unité selon l'une des revendications 7 à 10, où les éléments (13) de stockage et de restitution de ladite énergie thermique se présentent comme des sphères disposées en vrac dans les chambres (7).

12. Circuit de lubrification d'un moteur définissant un chemin de circulation d'un lubrifiant sur lequel sont disposés, en communication fluide,
15 des organes fonctionnels (76) du moteur à lubrifier, un carter de lubrifiant (74) définissant ou contenant une unité (1) selon la revendication 7, seule ou en combinaison avec l'une des revendications 8 à 13, ou au moins un bloc modulaire (3) selon l'une des revendications 1 à 6.

13. Circuit selon la revendication 12, où :

- 20 - les organes fonctionnels du moteur sont situés dans un bloc moteur (720),
- le carter de lubrifiant (74) est vissé au bloc moteur, sous lui, et contient un bain de lubrifiant (82), et
- au moins un dit bloc modulaire (3) est disposé dans le carter de lubrifiant, pour envoyer vers le bloc moteur du lubrifiant après qu'il ait circulé dans
25 ledit bloc modulaire (3).



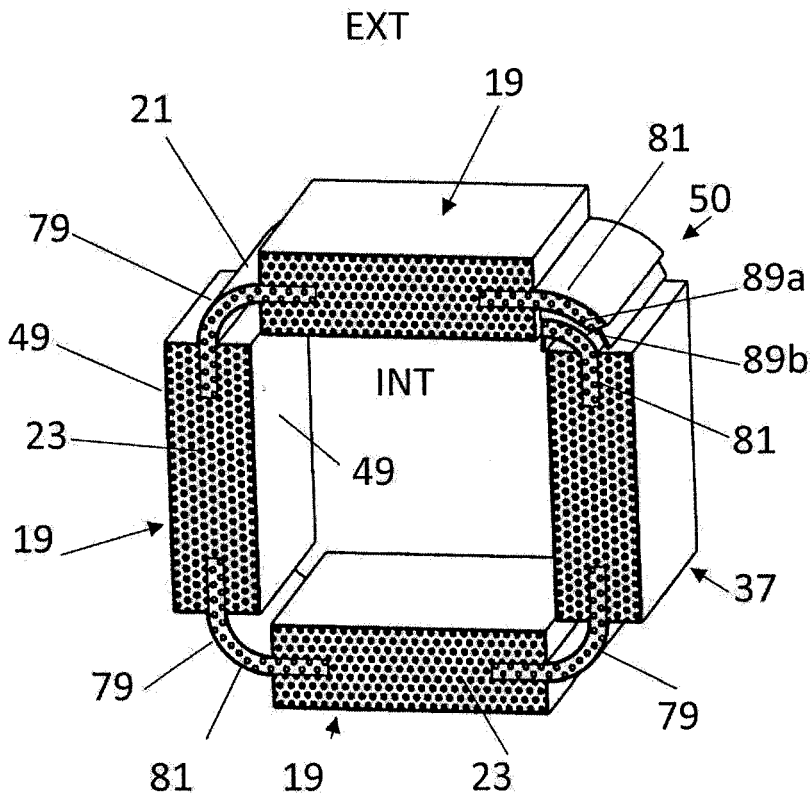


FIG. 4

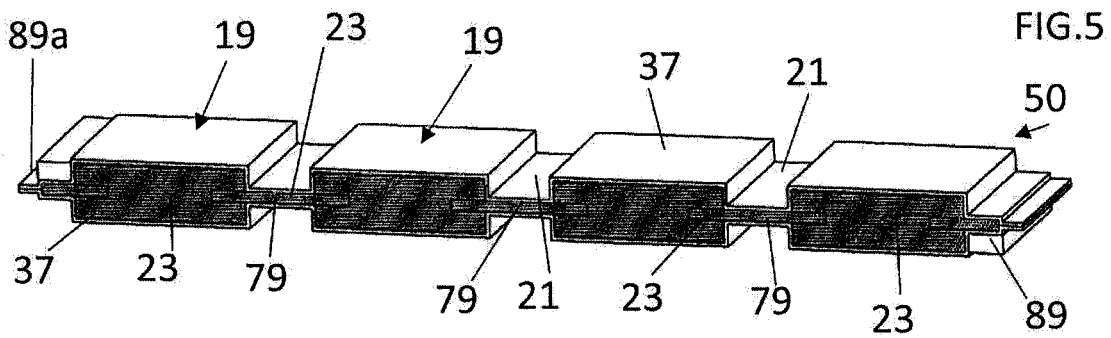


FIG. 5

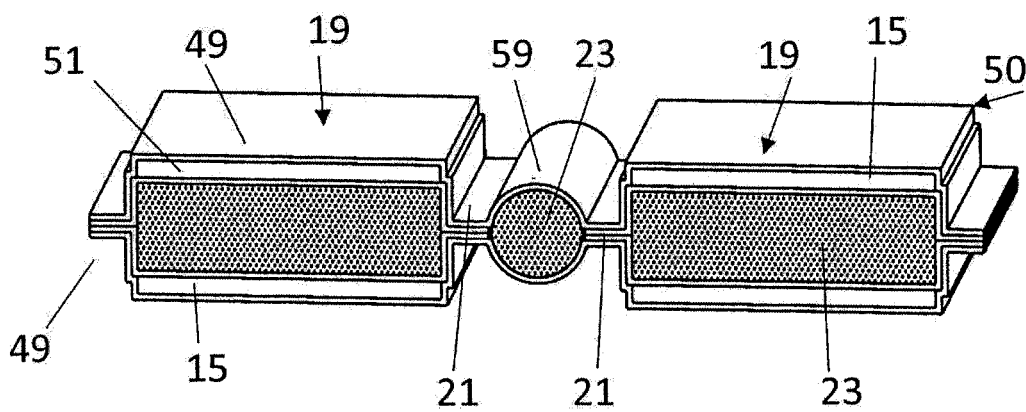


FIG. 6

FIG.7

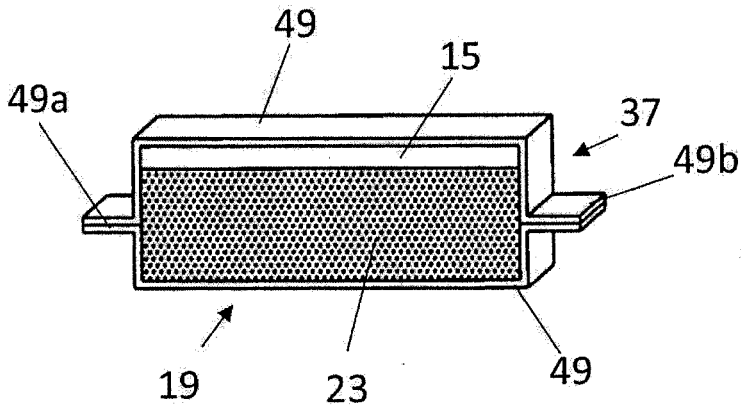


FIG.8

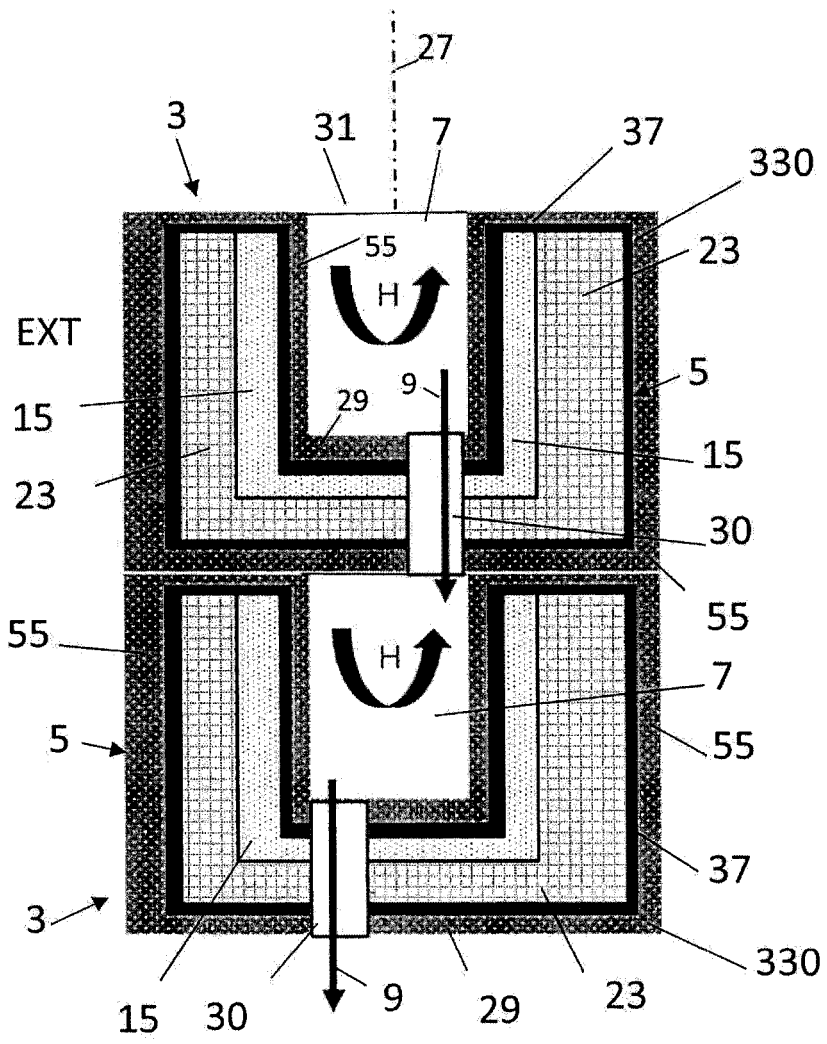
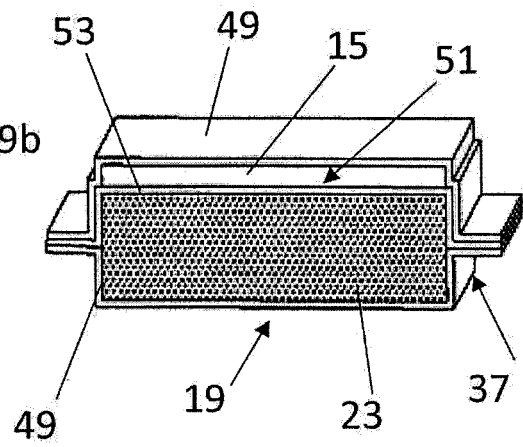


FIG.9

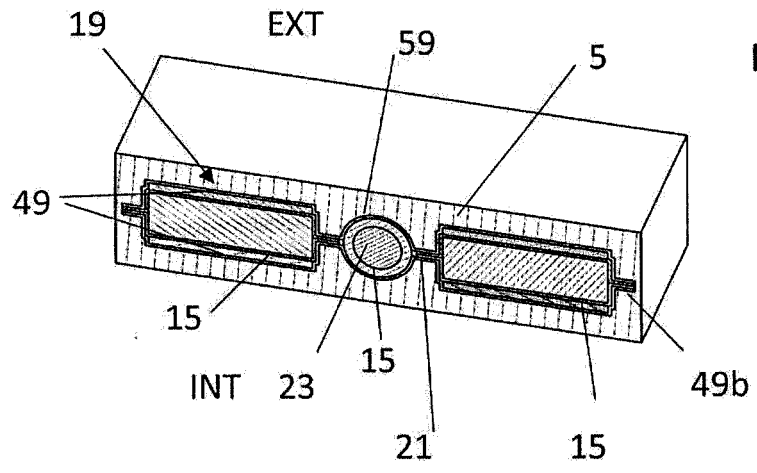


FIG. 10

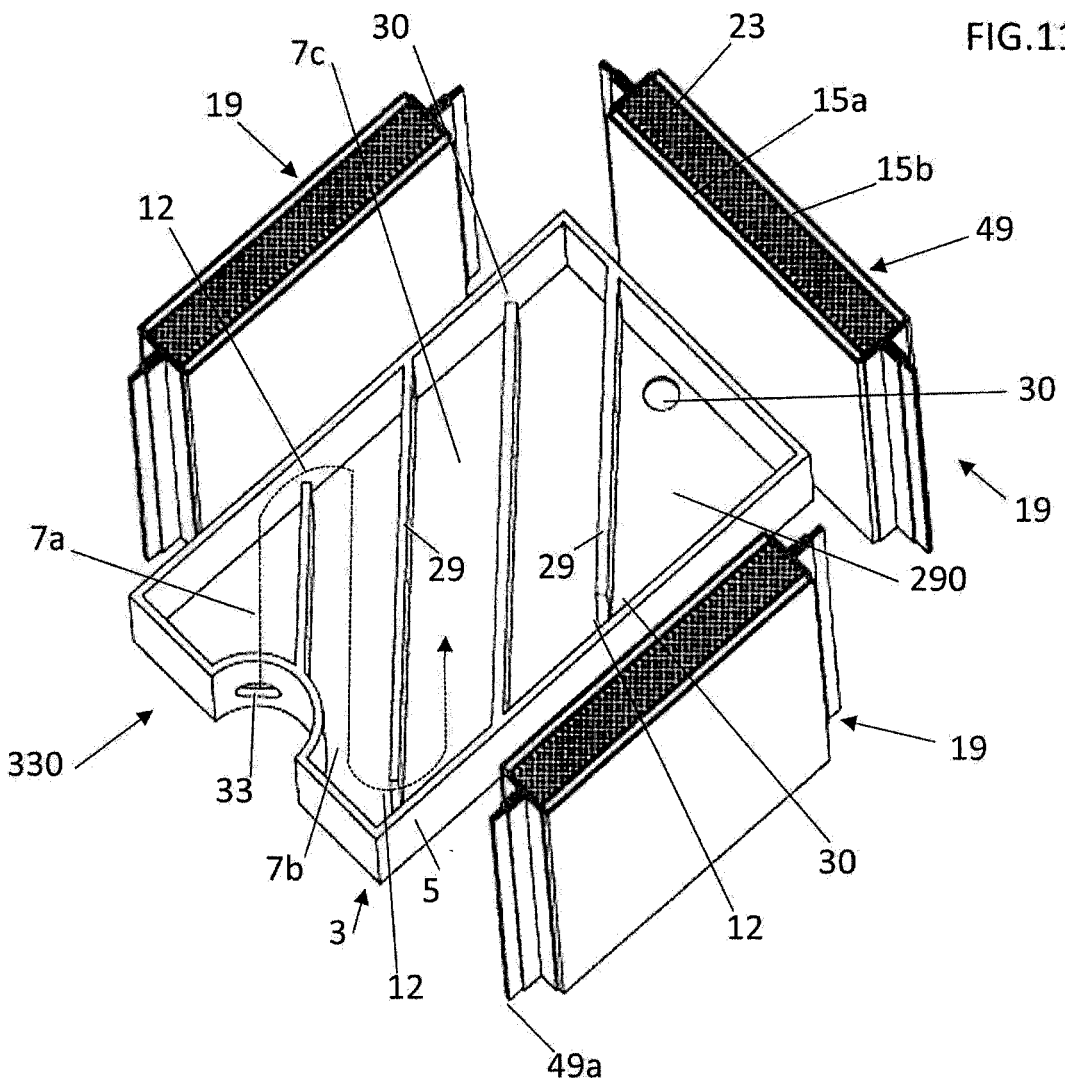


FIG. 11

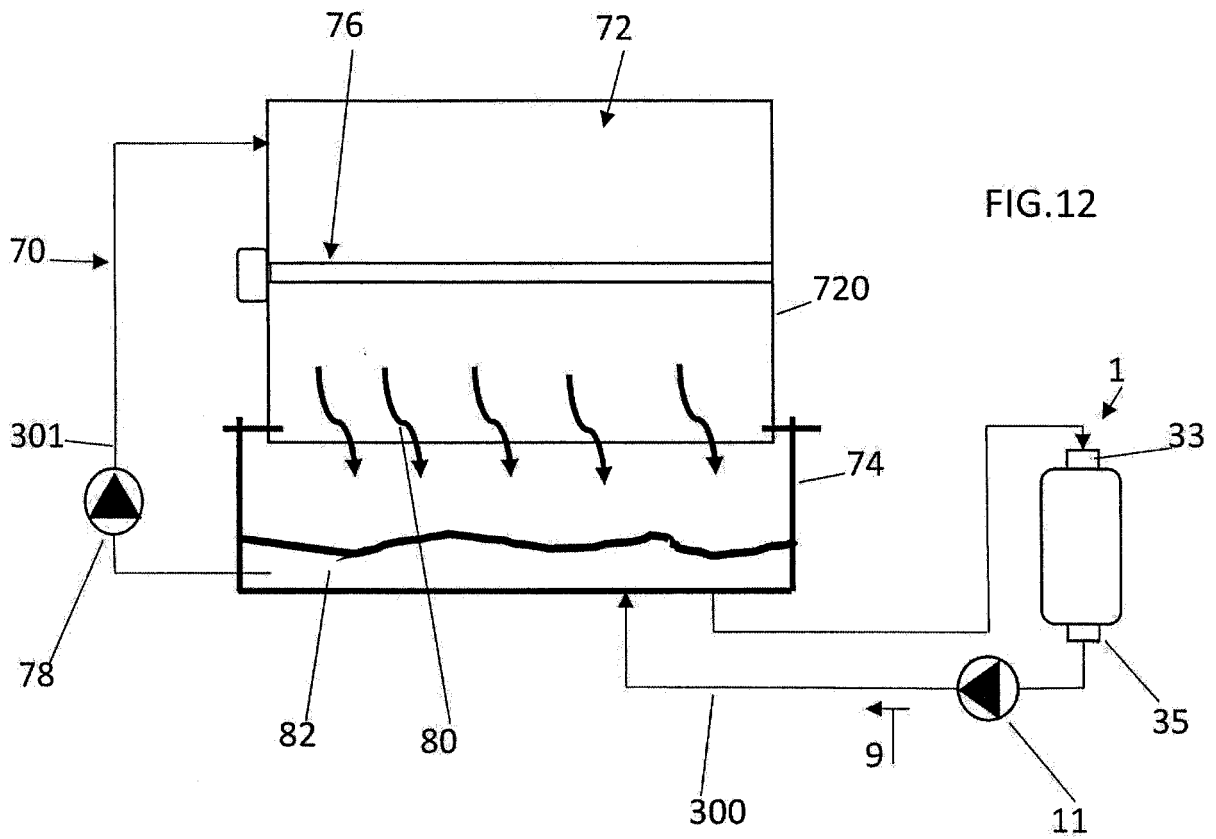


FIG. 12

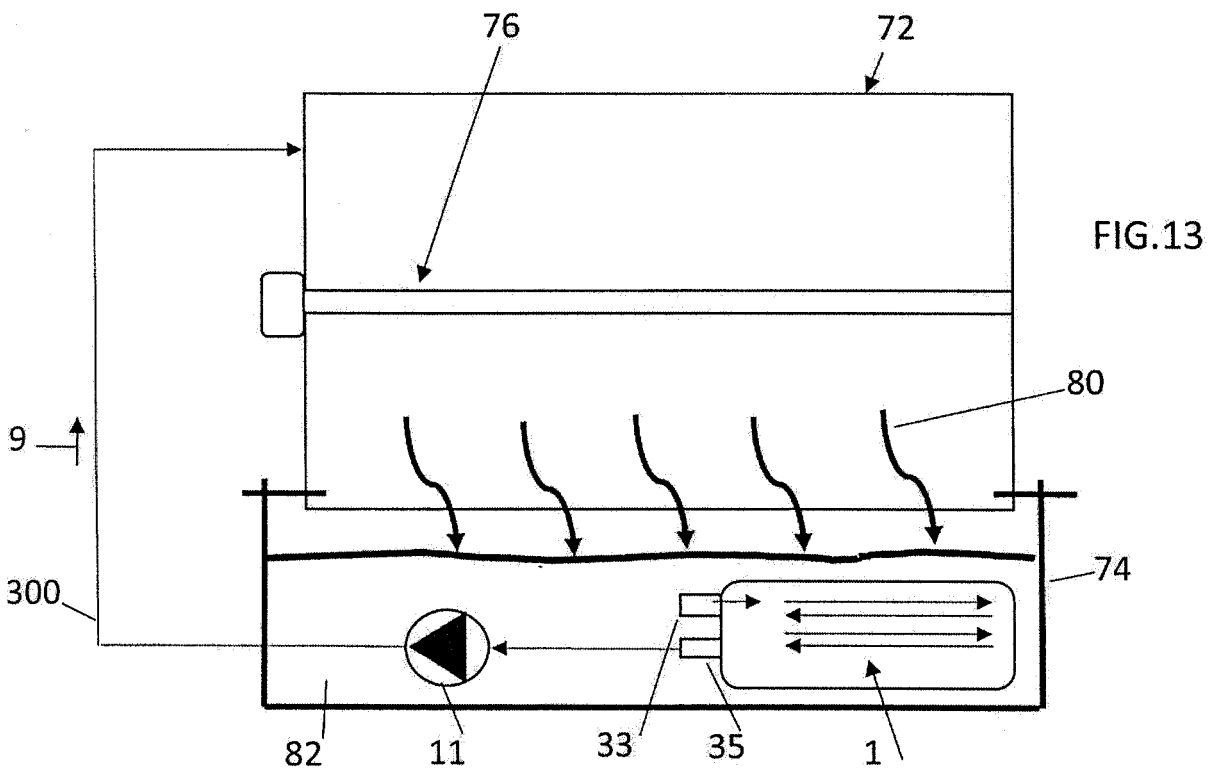


FIG. 13

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 2011/030915 A1 (BEST FREDERICK GEORGE [GB]) 10 février 2011 (2011-02-10)

JP H07 229690 A (MATSUSHITA ELECTRIC WORKS) 29 août 1995 (1995-08-29)

DE 299 14 113 U1 (RAPIDO WAERMETECHNIK GMBH [DE]) 14 octobre 1999 (1999-10-14)

**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