

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
COURBEVOIE

11 N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

3 155 113

21 N° d'enregistrement national : 23 12095

51 Int Cl⁸ : H 02 S 40/44 (2024.01)

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 07.11.23.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 09.05.25 Bulletin 25/19.

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

60 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

71 Demandeur(s) : DUALSUN SAS — FR.

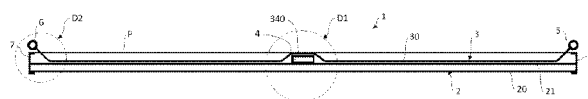
72 Inventeur(s) : Brottier Laetitia et Mouterde Jérôme.

73 Titulaire(s) : DUALSUN SAS.

74 Mandataire(s) : SPE ROMAN ANDRE.

54 Panneau solaire hybride.

57 L'invention concerne un panneau solaire hybride destiné à la génération simultanée d'électricité et de chaleur, comprenant :- au moins un module photovoltaïque comportant une face avant destinée à recevoir le rayonnement solaire et une face arrière opposée à ladite face avant, - un échangeur thermique adjacent à la face arrière du module photovoltaïque pour la circulation d'un fluide caloporteur, - un collecteur d'entrée et un collecteur de sortie du fluide caloporteur en communication fluide avec l'échangeur, - au moins un boîtier de jonction électrique associé au module photovoltaïque, et dans lequel :- le boîtier de jonction est disposé entre le module photovoltaïque et l'échangeur, contre la face arrière dudit module, - l'échangeur thermique comporte au moins un profilé pourvu de canaux internes pour la circulation du fluide caloporteur, lesquels canaux débouchent au niveau d'extrémités terminales dudit profilé, - le profilé est conformé de manière à inclure au moins une partie proéminente passant au-dessus du boîtier de jonction, les parties dudit profilé adjacentes à ladite partie proéminente étant planes et en contact avec la face arrière du module photovoltaïque.



FR 3 155 113 - A1



Description

Titre de l'invention : Panneau solaire hybride.

Domaine technique.

- [0001] La présente invention a pour objet un panneau solaire hybride, ainsi qu'un procédé de fabrication d'un tel panneau.
- [0002] Elle concerne le domaine technique des panneaux solaires intégrant à la fois un module photovoltaïque (pour produire de l'électricité) et un échangeur thermique (pour produire de la chaleur). Elle concerne plus particulièrement la conception d'un tel échangeur thermique.

État de la technique.

- [0003] Un panneau solaire hybride comprend habituellement : - au moins un module photovoltaïque comportant une face avant destinée à recevoir la lumière solaire et une face arrière opposée à la face avant ; - un échangeur thermique adjacent à la face arrière du module photovoltaïque pour la circulation d'un fluide caloporteur ; - un collecteur d'entrée et un collecteur de sortie du fluide caloporteur en communication fluidique avec l'échangeur ; et - au moins un boîtier de jonction électrique associé au module photovoltaïque.
- [0004] Pour que l'échangeur thermique ait un rendement maximal, il est important qu'il recouvre la plus grande surface possible de la face arrière du module photovoltaïque.
- [0005] Le module photovoltaïque comprend une pluralité de cellules photovoltaïques adaptées pour transformer les rayonnements lumineux provenant du soleil en énergie électrique. Ces cellules photovoltaïques sont connectées entre elles afin de collecter l'énergie électrique produite par chacune des cellules. Pour cela, un système d'interconnexion permet de relier plusieurs cellules entre elles pour former une chaîne et de relier ces chaînes entre elles. Le courant électrique circule ainsi d'une cellule à l'autre et d'une chaîne à l'autre via des connectiques implantées dans un ou plusieurs boîtiers de jonction. Le boîtier de jonction fait ainsi transiter le flux de courant électrique généré par les cellules, notamment vers l'extérieur du panneau. Le boîtier de jonction est généralement équipé à cet effet de bornes ou de connecteurs qui permettent une connexion facile à des dispositifs externes tels que des onduleurs. Le boîtier de jonction permet également de connecter plusieurs modules photovoltaïques ensemble via des câbles d'interconnexion.
- [0006] Différentes technologies de modules photovoltaïques existent : amorphe, couches minces, multi-jonction, mono-jonction cristalline. En particulier pour les cellules cristallines qui sont les plus fréquentes, on connaît notamment des modules de technologie dite « cellules photovoltaïques entières » ou « Full-Cell » en anglais, et des modules de technologie dite « Shingle », où les cellules standards sont coupées en bandes étroites

et sont ensuite superposées en les chevauchant (d'où le terme anglais « Shingle »). Dans des modules de technologie dite « demi-cellules » ou « Half-Cut Cell » en anglais, chaque cellule photovoltaïque standard est divisée en deux demi-cellules, typiquement par découpe laser. Les demi-cellules sont interconnectées en série ou en parallèle, selon les besoins.

[0007] L'implémentation d'échangeurs thermiques dans des panneaux solaires hybrides utilisant des modules de technologie « Half-Cut Cell » présente des contraintes particulières.

[0008] En effet, avec des modules « Full-Cell » ou « Shingle », les boîtiers de jonction sont généralement installés en périphérie du panneau, par exemple dans ou sur le cadre dudit panneau, de sorte qu'ils laissent totalement libre la face arrière du module. L'échangeur thermique peut alors s'étendre sur toute cette face arrière et être installé relativement simplement.

[0009] Par contre, avec des modules « Half-Cut Cell », les boîtiers de jonction sont directement positionnés contre la face arrière du module, souvent au milieu de celui-ci. Cette configuration limite donc la surface disponible pour l'échangeur thermique, réduisant ainsi son rendement potentiel. De plus, la présence de ces boîtiers au centre du module rend difficilement réalisable l'installation de l'échangeur ou à tout le moins complexifie sa conception, augmentant de fait les coûts associés.

[0010] L'invention vise à remédier aux inconvénients précités. L'invention vise notamment à atteindre tout ou partie des objectifs suivants : faciliter l'association de l'échangeur thermique avec un module photovoltaïque dont le boîtier de jonction est disposé contre la face arrière dudit module, notamment avec un module « Half-Cut Cell » ; maximiser la surface de contact entre l'échangeur thermique et la face arrière du module photovoltaïque ; simplifier la conception et l'installation de l'échangeur thermique en présence de boîtiers de jonction situés contre la face arrière du module ; améliorer le rendement du panneau en termes de transfert de chaleur, notamment en minimisant l'impact des boîtiers de jonction ; réduire les coûts et temps de fabrication du panneau solaire hybride.

Présentation de l'invention.

[0011] La solution proposée par l'invention est un panneau solaire hybride destiné à la génération simultanée d'électricité et de chaleur, comprenant :

- au moins un module photovoltaïque comportant une face avant destinée à recevoir le rayonnement solaire et une face arrière opposée à ladite face avant,
- un échangeur thermique adjacent à la face arrière du module photovoltaïque pour la circulation d'un fluide caloporteur,
- un collecteur d'entrée et un collecteur de sortie du fluide caloporteur en communication fluidique avec l'échangeur,

- au moins un boîtier de jonction électrique associé au module photovoltaïque, et dans lequel :

- le boîtier de jonction est disposé entre le module photovoltaïque et l'échangeur, contre la face arrière dudit module,

- l'échangeur thermique comporte au moins un profilé pourvu de canaux internes pour la circulation du fluide caloporteur, lesquels canaux débouchent au niveau d'extrémités terminales dudit profilé,

- le profilé est conformé de manière à inclure au moins une partie proéminente passant au-dessus du boîtier de jonction, les parties dudit profilé adjacentes à ladite partie proéminente étant planes et en contact avec la face arrière du module photovoltaïque.

[0012] La conformation spécifique du profilé de l'échangeur thermique permet de l'associer aisément à un module photovoltaïque dont le boîtier de jonction est placé contre sa face arrière, et notamment à un module de type « Half-Cut Cell ».

[0013] La partie proéminente permet de contourner le boîtier de jonction sans avoir à découper ou modifier le profilé. En effet, cette partie proéminente enjambe simplement le boîtier, ce qui élimine la nécessité de créer des ajustements ou découpes complexes qui seraient nécessaires pour accommoder le boîtier de jonction placé contre la face arrière. En outre, ces découpes créeraient des zones de non-circulation du fluide caloporteur, et donc des zones sans échanges thermiques.

[0014] De plus, grâce à cette conception, le profilé peut rester en contact étroit avec la totalité ou la majeure partie de la face arrière du module. Les parties planes du profilé assurent un contact maximal pour un transfert thermique efficace. La surface de contact entre l'échangeur et le module est donc maximisée, tout en minimisant l'impact négatif du boîtier de jonction sur la performance thermique du panneau.

[0015] Également, la partie proéminente peut servir de guide et/ou de détrompeur pour l'installation, aidant à positionner correctement l'échangeur par rapport au module. Les erreurs et ajustements supplémentaires sont ainsi limités, accélérant de fait le processus d'installation.

[0016] D'autres caractéristiques avantageuses de l'invention sont listées ci-dessous. Chacune de ces caractéristiques peut être considérée seule ou en combinaison avec les caractéristiques remarquables définies ci-dessus. Chacune de ces caractéristiques contribue, le cas échéant, à la résolution de problèmes techniques spécifiques définis plus avant dans la description et auxquels ne participent pas nécessairement les autres caractéristiques définies ci-dessus. Les caractéristiques suivantes peuvent ainsi faire l'objet, le cas échéant, d'une ou plusieurs demandes de brevet divisionnaires :

[0017] Selon un mode de réalisation, la partie proéminente est espacée du boîtier de jonction de manière à laisser une lame d'air entre ledit boîtier et le profilé.

[0018] Selon un mode de réalisation, les jonctions entre la partie proéminente et les parties

adjacentes planes du profilé sont coudées, lesquels coudes présentent un rayon de courbure.

- [0019] Selon un mode de réalisation, le rapport entre le rayon de courbure et la hauteur des canaux est compris entre 10 et 30.
- [0020] Selon un mode de réalisation, la partie proéminente comprend une portion supérieure reliée aux parties adjacentes par des portions en pente, l'angle formé entre lesdites portions en pente et lesdites parties adjacentes étant compris entre 20° et 90°, préférentiellement entre 30° et 50°.
- [0021] Selon un mode de réalisation les collecteurs sont décalés en hauteur du plan défini par la face arrière du module photovoltaïque ; et les parties d'extrémité du profilé sont coudées de façon à ce que les extrémités terminales dudit profilé puissent se connecter auxdits collecteurs.
- [0022] Selon un mode de réalisation, le profilé est un profilé extrudé.
- [0023] Selon un mode de réalisation, une pluralité d'ailettes font saillie depuis le profilé.
- [0024] Selon un mode de réalisation, l'échangeur thermique est formé d'une pluralité de profilés adjacents et mis côte à côte au niveau de leurs bords longitudinaux.
- [0025] Selon un mode de réalisation : - un cadre rigide encadre le module photovoltaïque et l'échangeur thermique ; - des éléments d'appui sont fixés sur ledit cadre ; - des éléments élastiques prennent appui contre lesdits éléments d'appui et contre le profilé de manière à exercer une force de compression plaquant ledit profilé contre la face arrière du module photovoltaïque.
- [0026] Selon un mode de réalisation, le module photovoltaïque est composé de cellules photovoltaïques coupées en demi-cellules.
- [0027] Selon un mode de réalisation, le profilé est un profilé monobloc issu d'extrusion.
- [0028] Un autre aspect de l'invention concerne un procédé de fabrication d'un panneau solaire hybride destiné à la génération simultanée d'électricité et de chaleur, ledit panneau comprenant un module photovoltaïque comportant une face avant destinée à recevoir la lumière solaire et une face arrière opposée à la face avant, ledit procédé comprenant les étapes suivantes :
 - installer un échangeur thermique de manière adjacente à la face arrière du module photovoltaïque, pour la circulation d'un fluide caloporteur, - installer un collecteur d'entrée et un collecteur de sortie en communication fluidique avec l'échangeur,
 - associer au moins un boîtier de jonction électrique au module photovoltaïque, ledit procédé comprenant en outre les étapes suivantes :
 - disposer le boîtier de jonction entre le module photovoltaïque et l'échangeur, contre la face arrière dudit module,
 - réaliser l'échangeur thermique de manière à ce qu'il comporte au moins un profilé pourvu de canaux internes pour la circulation du fluide caloporteur, lesquels canaux

débouchent au niveau d'extrémités terminales dudit profilé,

- conformer le profilé de manière à ce qu'il inclue au moins une partie proéminente passant au-dessus du boîtier de jonction, les parties dudit profilé adjacentes à ladite partie proéminente étant planes et en contact avec la face arrière du module photovoltaïque.

[0029] Selon un mode de réalisation, le profilé est issu de la technologie d'extrusion multipores.

[0030] Selon un mode de réalisation, la partie proéminente est conformée par formage ou estampage du profilé.

Brève description des figures.

[0031] D'autres avantages et caractéristiques de l'invention apparaîtront mieux à la lecture de la description d'un mode de réalisation préféré qui va suivre, en référence aux dessins annexés, réalisés à titre d'exemples indicatifs et non limitatifs et sur lesquels :

[Fig.1] est une vue arrière d'un panneau solaire selon l'invention.

[Fig.2] est une vue schématique en coupe d'un panneau solaire selon l'invention.

[Fig.3A] est une vue en coupe transversale d'un exemple de profilé formant l'échangeur thermique.

[Fig.3B] est une vue en coupe transversale d'un autre exemple de profilé formant l'échangeur thermique.

[Fig.4] est une vue schématique en perspective d'un échangeur thermique adapté à un panneau solaire selon l'invention.

[Fig.5] est une vue de face de l'échangeur de la [Fig.4].

[Fig.6] montre l'échangeur de la [Fig.5], et sur lequel sont schématisés des cellules photovoltaïques et des boîtiers de jonction.

[Fig.7] est une vue schématique agrandie du détail D1 de la [Fig.2].

[Fig.8] est une vue schématique agrandie du détail D2 de la [Fig.2].

[Fig.9] illustre l'agencement d'un élément d'appui et d'un élément élastique permettant de contraindre l'échangeur thermique contre le module photovoltaïque.

[Fig.10] montre un raccord pour le raccordement des collecteurs à d'autres échangeurs et/ou à un circuit externe.

[Fig.11A] schématise un collecteur coudé.

[Fig.11B] schématise un raccord coudé utilisé pour relier les collecteurs à l'échangeur.

[Fig.12] est une vue schématique en perspective d'un échangeur thermique selon une variante de réalisation.

Description des modes de réalisation.

[0032] Pour éventuellement compléter leur définition courante, les précisions suivantes sont apportées à certains termes utilisés dans les revendications et la description :

- Tel qu'utilisé ici, sauf indication contraire, l'éventuelle utilisation des adjectifs ordinaux « premier », « deuxième », etc., pour décrire un objet indique simplement que différentes occurrences d'objets similaires sont mentionnées et n'implique pas que les objets ainsi décrits doivent être dans une séquence donnée, que ce soit dans le temps, dans l'espace, dans un classement ou de toute autre manière.
- De même, l'utilisation des adjectifs « droite/gauche », « avant/arrière », « haut/bas », « inférieure/supérieure », etc., permet de décrire simplement la position d'un objet dans la configuration des figures annexées, mais n'implique pas nécessairement qu'en pratique, des objets similaires soient dans la même position.
- « X et/ou Y » signifie : X seul ou Y seul ou X+Y.
- D'une manière générale, on appréciera que sur les différents dessins annexés, les objets puissent être arbitrairement dessinés pour faciliter leur lecture.

- [0033] Le panneau solaire objet de l'invention est un panneau hybride, c'est-à-dire qu'il est capable de produire simultanément une énergie électrique et une énergie thermique. Il est destiné à être utilisé seul ou en combinaison avec d'autres panneaux similaires, de façon à ce que l'énergie électrique et thermique qu'il produit soient exploitables, notamment par une habitation ou un système énergétique.
- [0034] En se rapportant en particulier aux figures 1 et 2, le panneau solaire 1 comporte un ou plusieurs modules photovoltaïques 2 présentant une face avant 20 et une face arrière 21 opposée à ladite face avant. La face avant 20 est laissée libre de façon à ce qu'elle puisse recevoir le rayonnement solaire. Elle peut être recouverte d'une plaque transparente, comme par exemple une plaque de verre.
- [0035] Le ou les modules 2 sont installés à l'intérieur d'un cadre 7 bordant le panneau 1. Ce cadre 7 est rigide et peut par exemple être réalisé en aluminium ou en polymère, et formé de profilés en U assemblés entre eux par soudage ou par vissage.
- [0036] Le module 2 comporte plusieurs cellules photovoltaïques 200 placées dans un le même plan. Ces cellules sont reliées électriquement entre elles, en série ou en parallèle, et sont connectées à un ou plusieurs boîtiers de jonction électrique 4.
- [0037] Le module 2 est préférentiellement un module de type « Half-Cut Cell ». Comme illustré sur la [Fig.6], les chaînes de cellules 200 sont connectées par leur centre aux boîtiers de jonction 4 disposés au milieu du panneau 1. Cette technologie « Half-Cut Cell » présente en effet plusieurs avantages : la division des cellules entières en demi-cellules réduit la résistance électrique et diminue les pertes par effet Joule dans le module 2, ce qui améliore l'efficacité du panneau 1 ; les demi-cellules permettent une meilleure performance du panneau 1 lorsque certaines parties sont ombragées ; les demi-cellules sont plus robustes que des cellules entières.
- [0038] Toutefois, l'invention n'est pas limitée à un module 2 de type « Half-Cut Cell ». Elle peut tout à fait trouver à s'appliquer avec un ou plusieurs modules « Full-Cell » ou

« Shingle », voire même avec des modules en couches minces, amorphes, ou multicouches photovoltaïques, agencés de manière à ce que les boîtiers de jonction soient disposés contre la face arrière 21 desdits modules.

[0039] En pratique, environ 80% de l'énergie solaire reçue est dissipée dans le panneau 1. La présence d'un échangeur thermique 3 permet de récupérer la chaleur accumulée ou dissipée dans ledit module.

[0040] L'échangeur 3 est adjacent à la face arrière 21 du module 2, c'est-à-dire situé sous ledit module, de manière à ne pas faire obstacle au rayonnement solaire. À l'instar du module 2, l'échangeur 3 est également encadré par le cadre 7.

[0041] Une couche de matériau isolant électrique appelée « backsheet » (par exemple un film de fluorure de polyvinyle ou une plaque de verre) ou une couche de verre (par exemple dans le cas d'un module photovoltaïque dit « bi-verre » ou « glass-glass » en anglais) peut constituer la face arrière 21 et former une isolation électrique et une étanchéité entre le module 2 et l'échangeur 3.

[0042] Un fluide caloporteur (ex : eau, eau glycolée, l'eau, fluide halogéné, gaz de type dioxyde de carbone, ...), circule dans l'échangeur 3 afin de récupérer les calories issues du module 2. Le fluide est acheminé par l'intermédiaire d'un circuit d'alimentation et circule dans l'échangeur 3, depuis un collecteur d'entrée 5 jusqu'à un collecteur de sortie 6 avec lesquels ledit échangeur est en communication fluidique. La zone de l'échangeur 3 comprise entre ces deux collecteurs correspond à la zone d'échange thermique. Cette zone d'échange peut par exemple représenter de 70% à 100%, préférentiellement au moins 85% voire au moins 95%, de la surface du module 2.

[0043] En se rapportant aux figures 3A et 3B, l'échangeur thermique 3 comporte au moins un profilé 30 pourvu de canaux internes 300 pour la circulation du fluide caloporteur. Ces canaux débouchent au niveau des extrémités terminales du profilé 30.

[0044] Dans le mode de réalisation de la [Fig.3A], le profilé 30 a une section transversale creuse sensiblement rectangulaire. Il présente une paroi supérieure 301 et une paroi inférieure 302 parallèles. L'une ou l'autre de ces parois est destinée à être en contact avec la face arrière 21 du module 2. Des parois internes de séparation 303 situées entre les deux parois inférieure et supérieure permettent de délimiter les canaux 300, de sorte que lesdits canaux soient adjacents et parallèles. Les canaux 300 peuvent avoir une section carrée, rectangulaire, circulaire, ovale, trapézoïdale et sont préférentiellement rectilignes. Ce type de profilé est particulièrement léger, tout en conférant une bonne résistance mécanique à l'échangeur 3 et une certaine élasticité.

[0045] L'épaisseur des parois 301 et 302 est préférentiellement comprise entre 0,2 mm et 1 mm. Cette faible épaisseur permet au fluide caloporteur de circuler à proximité immédiate de la face arrière 21 du module 2 pour optimiser les échanges thermiques.

- [0046] La [Fig.3B] illustre une variante de réalisation où les canaux 300 sont solidaires de la seule paroi 302, laquelle paroi est destinée à être en contact avec la face arrière 21 du module 2. Pour les mêmes raisons que celles évoquées précédemment, l'épaisseur de la paroi 302 est avantageusement comprise entre 0,2 mm et 1 mm.
- [0047] Le profilé 30 est préférentiellement un profilé extrudé de manière à obtenir des dimensions et des caractéristiques mécaniques et thermiques homogènes sur toute sa longueur. La résistance et la rigidité du profilé 30 sont ainsi uniformes, garantissant qu'il puisse supporter les contraintes mécaniques auxquelles il est soumis, ce qui rend l'échangeur 3 particulièrement robuste. En outre, l'homogénéité obtenue induit que le profilé 30 a une conductivité thermique constante sur toute sa longueur. Le transfert de chaleur est ainsi homogène sur toute la surface du profilé 30, de sorte que le rendement de l'échangeur thermique est fiable, optimisé et stable dans le temps.
- [0048] Le matériau utilisé pour réaliser le profilé 30 est un matériau conducteur thermique tel que l'aluminium, le cuivre, ou un acier inoxydable. Il peut également être réalisé dans un matériau plastique tel qu'en polypropylène, polyéthylène, polyméthacrylate de méthyle, polysulfure de phénylène, polyphénylène oxyde, polyphénylène éther, acrylonitrile butadiène styrène, ou encore toute autre matière convenant à la personne du métier. Ces matériaux permettent de résister de manière pérenne à la corrosion générée par le fluide caloporteur, ainsi qu'à des températures pouvant aller jusqu'à 90°C.
- [0049] Selon un mode préféré de réalisation, le profilé 30 est en aluminium et issu de la technique d'extrusion dite extrusion multi-pores ou MPE (pour l'acronyme anglais de « Multi Pore Extrusion »). D'autres techniques d'extrusion sont toutefois envisageables. Outre la conductivité thermique élevée de l'aluminium, ce matériau est non seulement rigide, mais également léger, ce qui simplifie le montage et l'installation de l'échangeur 3. L'aluminium étant en outre recyclable, l'impact environnemental du panneau 1 sur l'ensemble de son cycle de vie ce peut être réduit.
- [0050] L'extrusion MPE permet d'obtenir des géométries de canaux 300 optimisés qui peuvent être adaptées pour maximiser la surface d'échange (en maximisant le nombre de canaux) et la performance thermique de l'échangeur 3 et/ou pour s'adapter à des contraintes d'espace.
- [0051] Le profilé 30 peut avoir des dimensions en longueur et largeur correspondant à celles du module 2. L'échangeur 3 est dans ce cas constitué d'un seul profilé monobloc en forme de plaque, dont la longueur peut par exemple être comprise entre 150 cm et 400 cm, la largeur comprise entre 50 cm à 700 cm, et l'épaisseur comprise entre 1 mm et 50 mm.
- [0052] Toutefois, selon un mode préféré de réalisation illustré sur les figures 4 et 5, l'échangeur 3 est formé d'une pluralité de profilés 30 adjacents, mis côte à côte au niveau de leurs bords longitudinaux. Les profilés 30 s'étendent avantageusement dans

la longueur du panneau 1, mais pourraient s'étendre dans sa largeur. Les profilés 30 peuvent ensuite être fixés entre eux et/ou fixés au panneau 1, par soudage, collage, ou par des éléments de visserie. Ce mode de réalisation offre une modularité dans la conception de l'échangeur 3 en permettant une adaptation aisée à différentes tailles et géométries du module 2 et/ou du panneau 1. À titre d'exemple, l'échangeur 3 peut être constitué de cinq à trente profilés 30 dont la largeur varie de 5 cm à 50 cm et dont la longueur est comprise entre 150 cm et 400 cm.

- [0053] Quel que soit le mode de réalisation, les canaux 300 ont avantageusement une longueur correspondant à celle du profilé 30, une largeur comprise entre 1 mm et 10 mm et une hauteur comprise entre 1 mm et 10 mm. Pour des débits de fluide caloporteur de 100 L/h à 200 L/h et pouvant atteindre 400 L/h, les pertes de charge générées dans de tels canaux 30 restent faibles.
- [0054] Comme évoqué précédemment, le panneau 1 comprend un échangeur 3 formé d'un ou plusieurs profilés 30, et un ou plusieurs boîtiers de jonction 4 associés à un ou plusieurs modules 2. Pour des raisons de concision et de clarté, mais sans que cela soit limitatif, la suite de la description fait uniquement référence à un profilé 30, et à un boîtier de jonction électrique 4 associé à un module 2. En se rapportant aux figures 2 et 7, le boîtier de jonction 4 est disposé entre le module 2 et l'échangeur 3, contre la face arrière 21 dudit module.
- [0055] Pour contourner le boîtier 4, le profilé 30 est conformé de manière à inclure au moins une partie proéminente 340 passant au-dessus dudit boîtier. Les parties 320 du profilé 30 qui sont adjacentes à la partie proéminente 340 sont planes et en contact avec la face arrière 21 du module 2 de manière à conserver un transfert de chaleur optimal entre ledit module et ledit profilé. L'échangeur 3 présente ainsi une sorte de « vague », « d'ondulation » ou de « bosse » au niveau du boîtier 4, comme cela est visible par exemple sur les figures 1 et 4.
- [0056] La partie proéminente 340 peut présenter différentes géométries d'élévation, y compris, mais sans s'y limiter, une forme sinusoïdale, trapézoïdale, rectangulaire, triangulaire, en arc de cercle, etc. En pratique, la géométrie retenue est adaptée à celle du boîtier 4. Elle peut s'étendre dans toute la largeur du panneau 1 ou être uniquement localisée au niveau du boîtier 4.
- [0057] Sur les figures annexées, la partie proéminente 340 a une forme générale trapézoïdale, et comprend une portion supérieure 3400 reliée aux parties adjacentes 320 par des portions en pente 3410. La portion supérieure 3400 et les portions en pente 3410 sont préférentiellement planes, mais pourraient être courbes. Pour que la partie proéminente 340 soit la plus compacte possible, la longueur de la portion supérieure 3400 correspond avantageusement à la largeur du boîtier 4 à $\pm 40\%$ près.
- [0058] La partie proéminente 340 peut être formée séparément et ensuite être soudée aux

parties adjacentes 320. Cette solution présente toutefois l'inconvénient de nécessiter d'effectuer des soudures, augmentant de fait les risques de fuite et les coûts et temps de fabrication de l'échangeur. Pour cette raison, la partie proéminente 340 est préférentiellement conformée par formage ou estampage du profilé 30, notamment par une technique de pliage utilisant un équipement de presse-plieuse, lequel profilé restant monobloc et d'un seul tenant.

- [0059] Selon un mode de réalisation, la partie proéminente 340 est espacée du boîtier 4 de manière à laisser une lame d'air entre le boîtier 4 et le profilé 30. Cette lame d'air améliore l'isolation électrique entre les deux composants, de manière à limiter les courants de fuite entre ledit boîtier et ledit profilé. Cette lame d'air permet également une circulation d'air limitant les risques de surchauffe du boîtier 4. La distance eSP séparant le haut du boîtier 4 et la portion supérieure 3400 peut par exemple être comprise entre 1 mm et 10 mm. Cette distance est préférentiellement choisie de manière à ce que la portion supérieure 3400 ne dépasse toutefois pas le cadre 7, la partie proéminente 340 restant ainsi confinée dans le volume interne définie par ledit cadre. En d'autres termes, la partie proéminente 340 ne dépasse pas le plan P défini par les limites latérales du cadre 7. Cette conception permet de protéger la partie proéminente 340 contre des impacts mécaniques externes intempestifs susceptibles de compromettre l'intégrité physique de l'échangeur 3. Le transport, le stockage et l'installation du panneau 1 sont également facilités dans la mesure où ses dimensions globales, notamment en épaisseur, restent constantes.
- [0060] Les jonctions entre la partie proéminente 340 et les parties adjacentes 320 du sont avantageusement coudées, lesquels coudes présentent un rayon de courbure R_c . Sur la [Fig.7], ces coudes sont situés à la jonction entre les parties adjacentes 320 et les portions en pente 3410 de la partie proéminente 340. Ces rayons de courbure R_c limitent les contraintes mécaniques sur le profilé 30 et évitent toute rupture ou pincement des canaux 300 susceptibles de s'opposer à l'écoulement du fluide caloporteur, limitant ainsi les pertes de charge. Les meilleurs résultats en termes de réduction des pertes de charge sont obtenus lorsque le rapport entre le rayon de courbure R_c et la hauteur des canaux 300 est compris entre 10 et 30. Pour les mêmes raisons, ces rayons de courbure se retrouvent également au niveau de la jonction entre la portion supérieure 3400 et les portions en pente 3410.
- [0061] Pour réduire encore davantage les pertes de charge dans les canaux 300, l'angle α formé entre les portions en pente 3410 et la face arrière 21 du module 2 (ou les parties planes 320), est compris entre 20° et 90° , préférentiellement entre 30° et 50° .
- [0062] Dans cette configuration, on constate que les portions en pente 3410 sont espacées du boîtier 4, la lame d'air entre ces éléments améliorant la circulation d'air autour dudit boîtier de manière à limiter les risques de surchauffe dudit boîtier.

- [0063] Cette inclinaison implique toutefois que les parties adjacentes 320 sont écartées du boîtier 4 d'une distance notée w_c sur la [Fig.7]. Cette distance correspond à une surface de la face arrière 21 qui n'est pas couverte par le profilé 30, est donc qui n'est pas soumise aux échanges thermiques avec le fluide caloporteur, réduisant de fait le rendement de l'échangeur 3.
- [0064] Il est donc apparu avantageux de trouver le meilleur compromis entre : i) réduire les pertes de charge au niveau de la partie proéminente 340, ii) limiter l'échauffement du boîtier 4, et iii) maximiser la surface d'échange au niveau des parties adjacentes 320.
- [0065] Pour ce faire, l'angle α est préférentiellement déterminé selon la formule suivante :

$$\tan \alpha = [e_B + e_P + e_{SP}] / w_c$$
 où :
 - e_B = hauteur du boîtier 4 ;
 - e_P = épaisseur du profilé 30 ;
 - e_{SP} = distance entre la portion supérieure 3400 (ou de manière plus générale, le point haut de partie proéminente 340) et le boîtier 4, ou en d'autres termes l'épaisseur de la lame d'air entre ladite portion supérieure et ledit boîtier ;
 - w_c = distance entre la partie adjacente 320 et le boîtier 4, telle que :

$$0.5 \times w_B \leq w_c \leq 1.5 \times w_B$$
, avec w_B la largeur du boîtier 4.
- [0066] Sur les figures 1 et 10, les collecteurs 5, 6 sont connectés à des raccords 50, 60 permettant une circulation du fluide caloporteur entre plusieurs échangeurs thermiques de différents panneaux et/ou vers un circuit externe de circulation fluide (par exemple le circuit primaire d'une pompe à chaleur eau-eau ou un réseau d'eau d'une habitation). Pour faciliter les connexions inter-panneaux et/ou la connexion à un circuit externe, les raccords 50, 60 sont généralement placés sur le bord supérieur du cadre 7. Aussi, en se rapportant aux figures 2 et 8, les collecteurs 5, 6 sont avantageusement décalés en hauteur du plan défini par la face arrière 21 du module 2. Et selon un mode préféré de réalisation, les collecteurs 5 et 6 sont situés au-delà du plan P, c'est-à-dire qu'ils ne sont pas inclus dans le volume interne définie par le cadre 7. Cette disposition permet en outre de disposer les collecteurs 5, 6 de manière coaxiale aux raccords 50, 60, ce qui réduit les pertes de charge.
- [0067] On peut également prévoir que les collecteurs 5, 6 ne dépassent pas du plan P, c'est-à-dire qu'ils soient inclus dans le volume interne définie par le cadre 7. Ce mode de réalisation est visible sur la [Fig.11A].
- [0068] Plusieurs solutions constructives permettent de connecter les collecteurs 5, 6 au profilé 30. Dans le mode de réalisation de la [Fig.11A], les extrémités 500, 600 de chaque collecteur 5, 6 sont coudées (ou comporte un embout coudé) de manière à raccorder lesdites extrémités au raccord 50, 60. Cette conformation empêche le profilé 30 d'être connecté au niveau des extrémités 500, 600, de sorte qu'il y a un espace vide

de profilé au niveau desdites extrémités. Cet espace vide correspond à une surface de la face arrière 21 qui n'est pas couverte par le profilé 30, et donc qui n'est pas soumise aux échanges thermiques avec le fluide caloporteur, réduisant de fait le rendement de l'échangeur 3.

- [0069] Lorsque les collecteurs 5, 6 sont décalés en hauteur de la face arrière 21, une solution illustrée par la [Fig.11B] consiste à utiliser des raccords coudés 56 faisant la liaison entre les extrémités terminales 304 du profilé 30 et les collecteurs 5, 6. Une extrémité du raccord 56 est soudée au niveau de l'extrémité terminale 304 correspondante et, l'autre extrémité dudit raccord est soudée au niveau du collecteur 5, 6 correspondant. Cette solution nécessite toutefois d'utiliser une pièce supplémentaire (le raccord 56) pouvant complexifier le montage du panneau 1 et nécessite d'effectuer plusieurs soudures, augmentant les risques de fuite et les coûts et temps de fabrication dudit panneau.
- [0070] On préfère donc une autre solution illustrée notamment par la [Fig.8], consistant à couder les parties d'extrémité 330 du profilé 30 de façon à ce que les extrémités terminales 304 dudit profilé puissent se connecter aux collecteurs 5, 6. C'est donc maintenant la conformation du profilé 30 qui permet de le connecter aux collecteurs 5, 6 et non plus une pièce rapportée. Il suffit en outre de prévoir une soudure entre l'extrémité terminale 304 et le collecteur 5, 6 respectif, ce qui réduit non seulement les risques de fuite, mais également les coûts et temps de fabrication du panneau 1 en comparaison de la première solution précitée. Les parties d'extrémité 330 sont préférentiellement conformées par formage ou estampage du profilé 30, notamment par une technique de pliage utilisant un équipement de presse-plieuse.
- [0071] Pour limiter les contraintes mécaniques sur le profilé 30 et éviter toute rupture ou pincement des canaux 300 susceptibles d'augmenter les pertes de charge, la jonction entre les parties d'extrémité 330 et les parties planes 320 présente un rayon de courbure tel que le rapport entre ledit rayon de courbure et la hauteur des canaux 300 soit compris entre 10 et 30. Pour réduire encore davantage les pertes de charge dans les canaux 300, l'angle β formé entre les parties d'extrémité 330 et les parties planes 320, est compris entre 20° et 90° , préférentiellement entre 30° et 50° .
- [0072] Le diamètre hydraulique des collecteurs 5, 6 est avantageusement supérieur à celui des canaux 300 de sorte que la répartition du fluide caloporteur dans les canaux 300 soit la plus homogène possible. En effet, lorsque le fluide caloporteur arrive dans le collecteur d'entrée 5, il va d'abord remplir ledit collecteur avant de pénétrer dans les canaux. De même, le fluide va pouvoir s'évacuer sans contrainte dans le collecteur de sortie 6. Le fluide va ainsi circuler dans l'ensemble des canaux 300 et dans la totalité de la zone d'échange thermique.
- [0073] Selon un mode de réalisation illustré sur la [Fig.9], un dispositif permet de

contraindre l'échangeur 3 contre la face arrière 21 du module 2 de manière à assurer un contact surfacique efficace et homogène entre ledit échangeur et ladite face arrière. Ce dispositif est du type décrit dans la demande de brevet WO 2017/162993 et comporte un ou plusieurs éléments d'appui 8 fixés sur le cadre 7. Des éléments élastiques 9 (ex : ressorts hélicoïdaux, ressorts à lame, ...) viennent en appui contre les éléments d'appui 8 et contre le profilé 30 de manière à exercer une force de compression plaquant ledit profilé contre la face arrière 21 du module 2.

- [0074] Dans le mode de réalisation illustrée sur la [Fig.12], une pluralité d'ailettes 305 font saillie depuis le profilé 30. Ces ailettes 305 forment un dissipateur thermique par conduction particulièrement efficace permettant d'augmenter le refroidissement du panneau 1. Selon un mode de réalisation, les ailettes 305 s'étendent perpendiculairement ($90^\circ \pm 15^\circ$) ou sensiblement perpendiculairement à partir des parties planes 320. Les ailettes 305 peuvent être obtenues directement lors de l'extrusion du profilé 30 et formées avec celui-ci une pièce monobloc. Elles peuvent également être rapportées et fixées sur le profilé 30 par brasage, soudage, collage, assemblage mécanique (vissage, rivetage, ...) ou par toute autre technique convenant à la personne du métier.
- [0075] L'agencement des différents éléments et/ou moyens et/ou étapes de l'invention, dans les modes de réalisation décrits ci-dessus, ne doit pas être compris comme exigeant un tel agencement dans toutes les implémentations. En tout état de cause, on comprendra que diverses modifications peuvent être apportées à ces éléments et/ou moyens et/ou étapes, sans s'écarter de l'esprit et de la portée de l'invention. En particulier :
- le profilé 30 peut être obtenu par d'autres procédés que l'extrusion, comme par exemple l'usinage ou le moulage.
- [0076] En outre, une ou plusieurs caractéristiques exposées seulement dans un mode de réalisation peuvent être combinées avec une ou plusieurs autres caractéristiques exposées seulement dans un autre mode de réalisation. De même, une ou plusieurs caractéristiques exposées seulement dans un mode de réalisation peuvent être généralisées aux autres modes de réalisation, même si ce ou ces caractéristiques sont décrites seulement en combinaison avec d'autres caractéristiques.
- [0077] L'usage du verbe « comporter », « comprendre » ou « inclure » et de ses formes conjuguées n'exclut pas la présence d'autres éléments ou d'autres étapes que ceux énoncés dans une revendication.
- [0078] Dans les revendications, tout signe de référence entre parenthèses ne saurait être interprété comme une limitation de la revendication.

Revendications

- [Revendication 1] Panneau solaire hybride destiné à la génération simultanée d'électricité et de chaleur, comprenant :
- au moins un module photovoltaïque (2) comportant une face avant (20) destinée à recevoir le rayonnement solaire et une face arrière (21) opposée à ladite face avant,
 - un échangeur thermique (3) adjacent à la face arrière (21) du module photovoltaïque (2) pour la circulation d'un fluide caloporteur,
 - un collecteur d'entrée (5) et un collecteur de sortie (6) du fluide caloporteur en communication fluidique avec l'échangeur (3),
 - au moins un boîtier de jonction électrique (4) associé au module photovoltaïque (2),
- caractérisé en ce que :**
- le boîtier de jonction (4) est disposé entre le module photovoltaïque (2) et l'échangeur, contre la face arrière (21) dudit module,
 - l'échangeur thermique (3) comporte au moins un profilé (30) pourvu de canaux internes (300) pour la circulation du fluide caloporteur, lesquels canaux débouchent au niveau d'extrémités terminales (304) dudit profilé,
 - le profilé (30) est conformé de manière à inclure au moins une partie proéminente (340) passant au-dessus du boîtier de jonction (4), les parties (320) dudit profilé adjacentes à ladite partie proéminente étant planes et en contact avec la face arrière (21) du module photovoltaïque (2).
- [Revendication 2] Panneau selon la revendication 1, dans lequel la partie proéminente (340) est espacée du boîtier de jonction (4) de manière à laisser une lame d'air entre ledit boîtier et le profilé (30).
- [Revendication 3] Panneau selon l'une des revendications précédentes, dans lequel les jonctions entre la partie proéminente (340) et les parties adjacentes planes (320) du profilé (30) sont coudées, lesquels coudes présentent un rayon de courbure (R_c).
- [Revendication 4] Panneau selon la revendication 3, dans lequel le rapport entre le rayon de courbure (R_c) et la hauteur des canaux (300) est compris entre 10 et 30.
- [Revendication 5] Panneau selon l'une des revendications précédentes, dans lequel la partie proéminente (340) comprend une portion supérieure (3400) reliée aux parties adjacentes (320) par des portions en pente (3410), l'angle

- (α) formé entre lesdites portions en pente et lesdites parties adjacentes étant compris entre 20° et 90°, préférentiellement entre 30° et 50°.
- [Revendication 6] Panneau selon l'une des revendications précédentes, dans lequel :
- les collecteurs (5, 6) sont décalés en hauteur du plan défini par la face arrière (21) du module photovoltaïque (2),
 - les parties d'extrémité (330) du profilé (30) sont coudées de façon à ce que les extrémités terminales (304) dudit profilé puissent se connecter auxdits collecteurs.
- [Revendication 7] Panneau selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le profilé (30) est un profilé extrudé.
- [Revendication 8] Panneau selon l'une des revendications précédentes, dans lequel une pluralité d'ailettes (305) font saillie depuis le profilé (30).
- [Revendication 9] Panneau selon l'une des revendications précédentes, dans lequel l'échangeur thermique (3) est formé d'une pluralité de profilés (30) adjacents et mis côte à côte au niveau de leurs bords longitudinaux.
- [Revendication 10] Panneau selon l'une des revendications précédentes, dans lequel, dans lequel :
- un cadre rigide (7) encadre le module photovoltaïque (2) et l'échangeur thermique (3),
 - des éléments d'appui (8) sont fixés sur ledit cadre,
 - des éléments élastiques (9) prennent appui contre lesdits éléments d'appui et contre le profilé (30) de manière à exercer une force de compression plaquant ledit profilé contre la face arrière (21) du module photovoltaïque (2).
- [Revendication 11] Panneau selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le module photovoltaïque (2) est composé de cellules photovoltaïques (200) coupées en demi-cellules.
- [Revendication 12] Panneau selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le profilé (30) est un profilé monobloc issu d'extrusion.
- [Revendication 13] Procédé de fabrication d'un panneau solaire hybride (1) destiné à la génération simultanée d'électricité et de chaleur, ledit panneau comprenant un module photovoltaïque (2) comportant une face avant (20) destinée à recevoir la lumière solaire et une face arrière (21) opposée à la face avant, ledit procédé comprenant les étapes suivantes :
- installer un échangeur thermique (3) de manière adjacente à la face arrière (21) du module photovoltaïque (2), pour la circulation d'un fluide caloporteur, - installer un collecteur d'entrée (5) et un collecteur de sortie (6) en communication fluide avec l'échangeur (3),

- associer au moins un boîtier de jonction électrique (4) au module photovoltaïque (2),

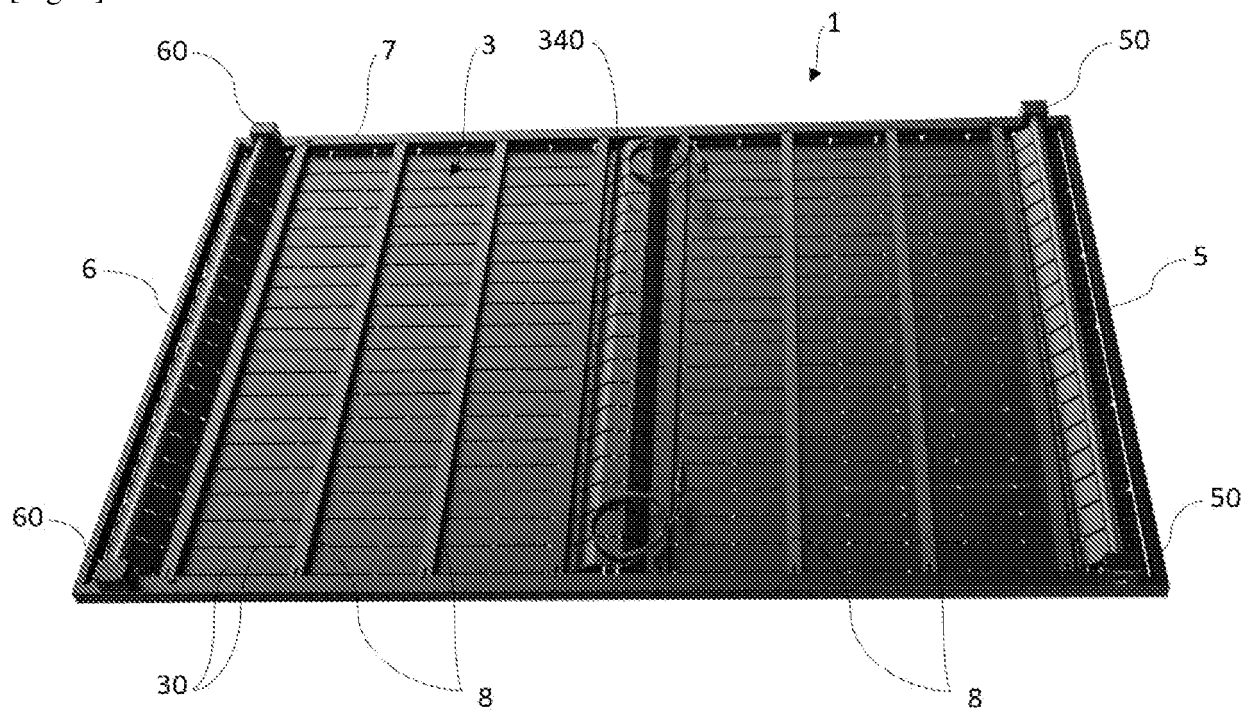
caractérisé en ce que ledit procédé comprend en outre les étapes suivantes :

- disposer le boîtier de jonction (4) entre le module photovoltaïque (2) et l'échangeur, contre la face arrière (21) dudit module,
- réaliser l'échangeur thermique (3) de manière à ce qu'il comporte au moins un profilé (30) pourvu de canaux internes (300) pour la circulation du fluide caloporteur, lesquels canaux débouchent au niveau d'extrémités terminales (304) dudit profilé,
- conformer le profilé (30) de manière à ce qu'il inclue au moins une partie proéminente (340) passant au-dessus du boîtier de jonction (4), les parties (320) dudit profilé adjacentes à ladite partie proéminente étant planes et en contact avec la face arrière (21) du module photovoltaïque (2).

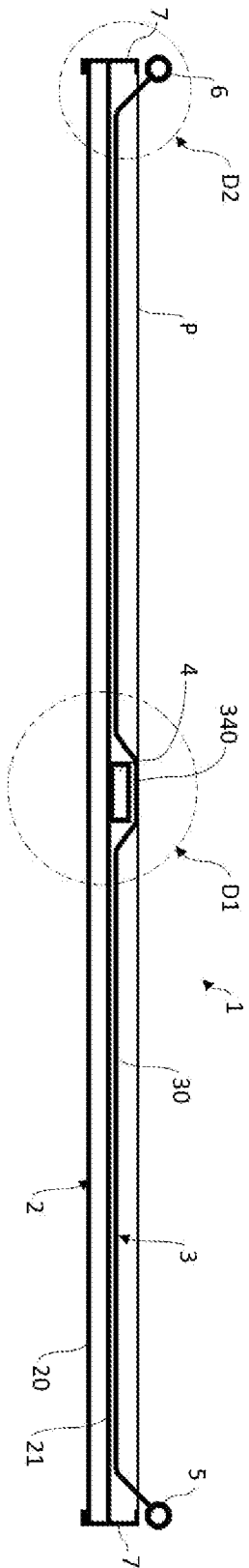
[Revendication 14] Procédé selon la revendication 13, dans lequel le profilé (30) est issu de la technologie d'extrusion multi-pores.

[Revendication 15] Procédé selon l'une des revendications 13 ou 14, dans lequel la partie proéminente (340) est conformée par formage ou estampage du profilé (30).

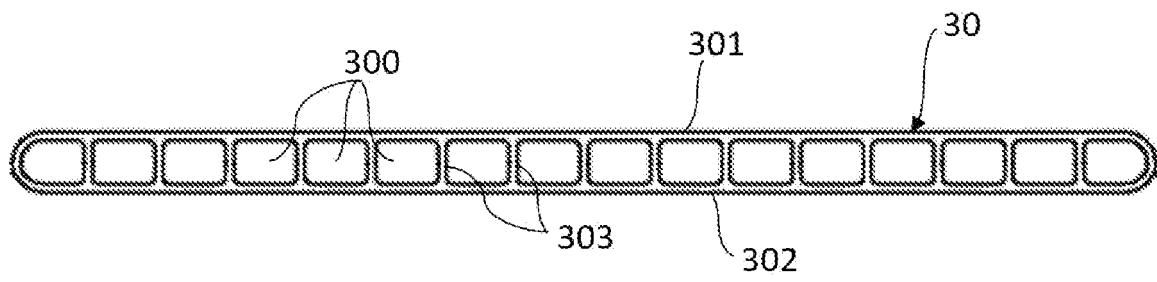
[Fig. 1]



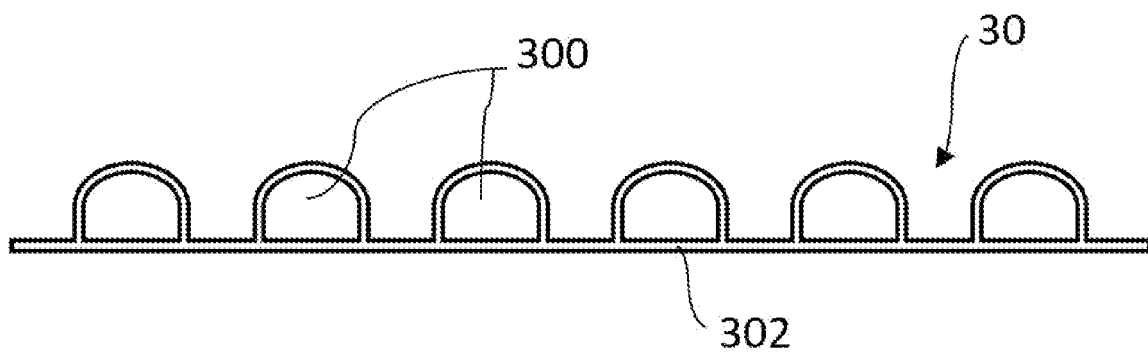
[Fig. 2]



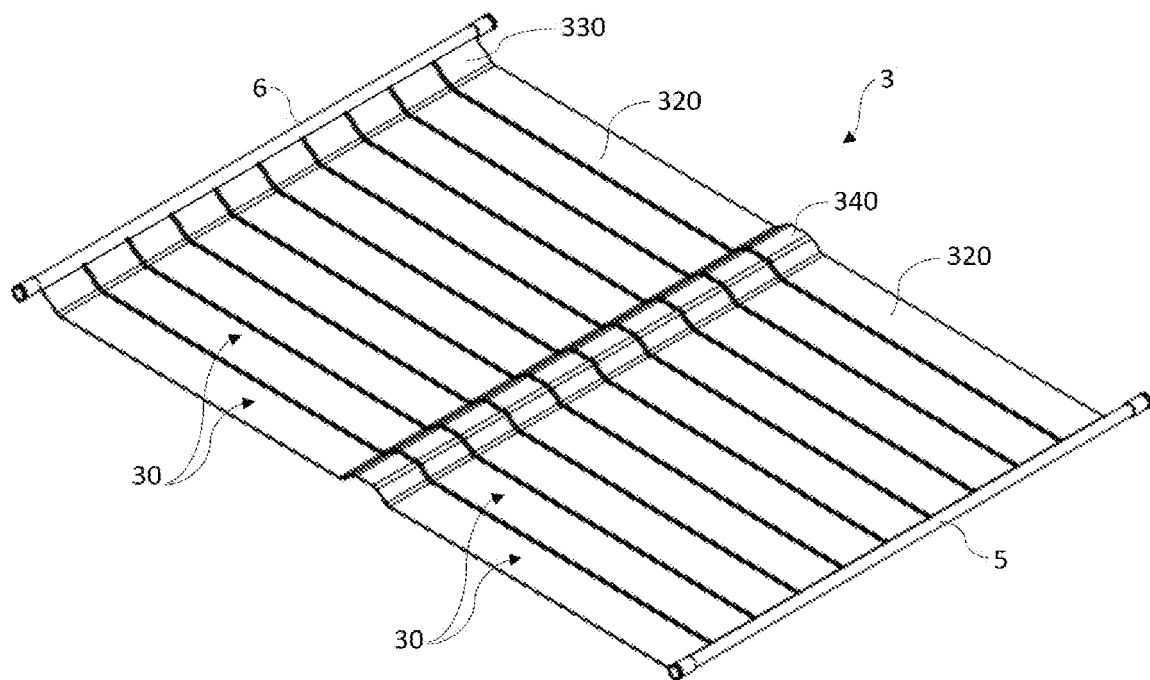
[Fig. 3A]



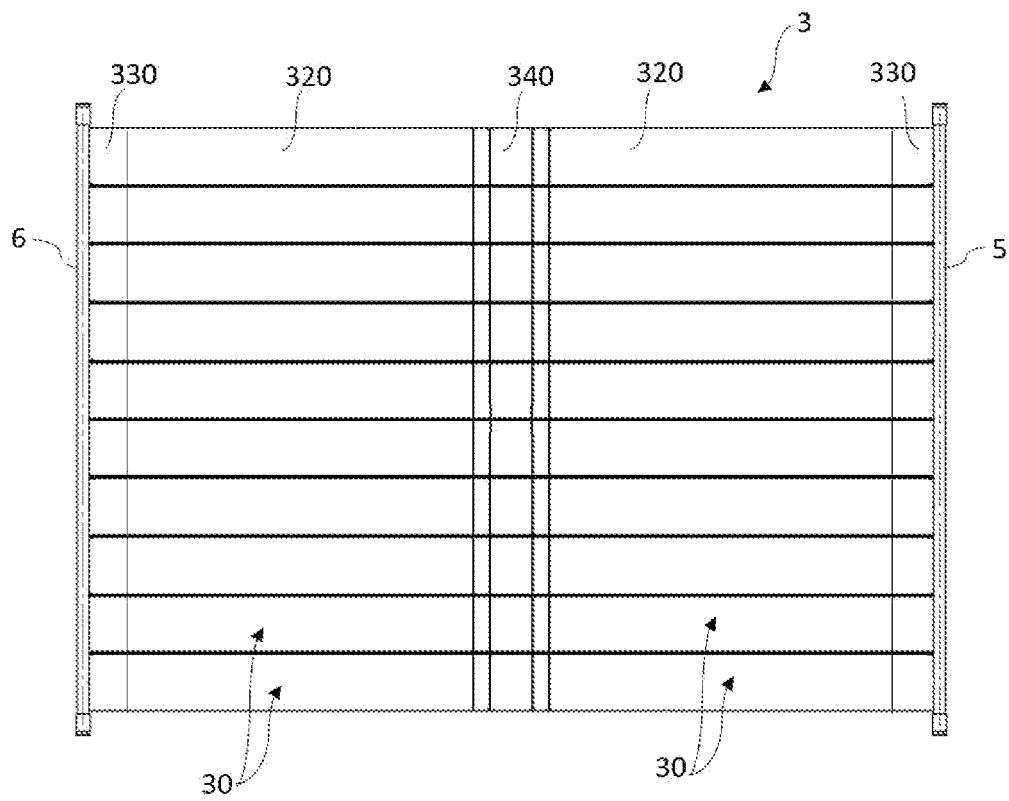
[Fig. 3B]



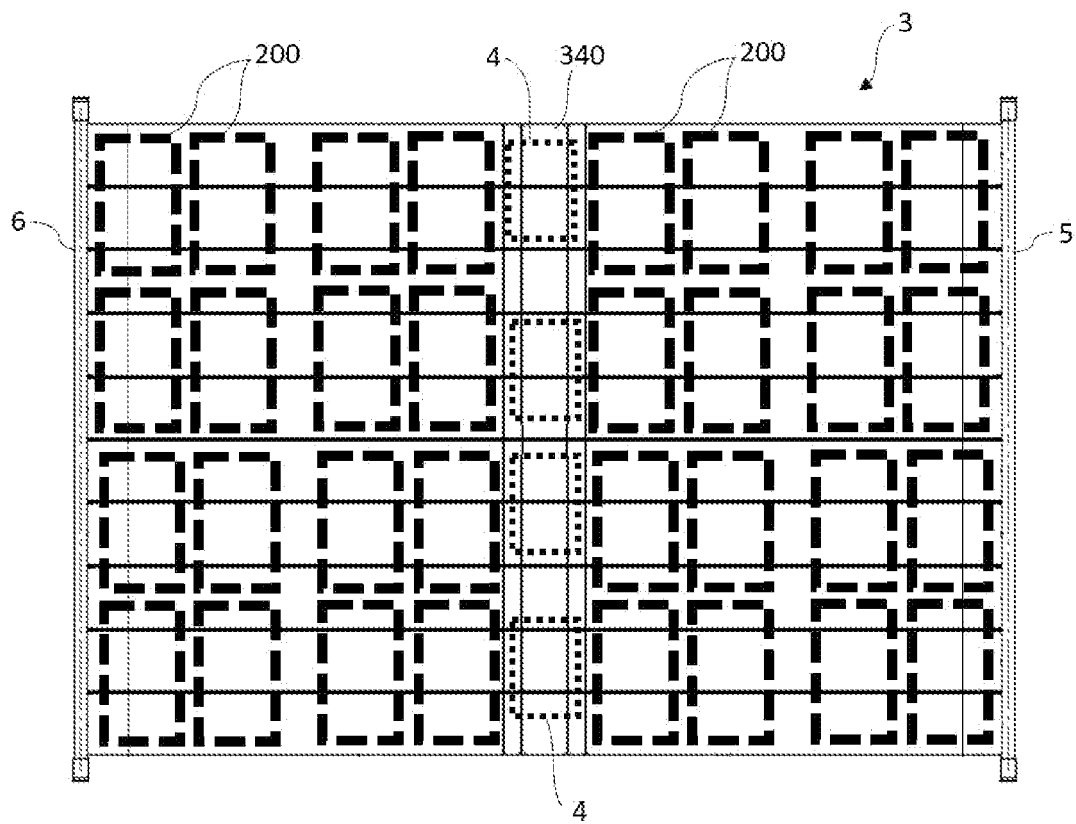
[Fig. 4]



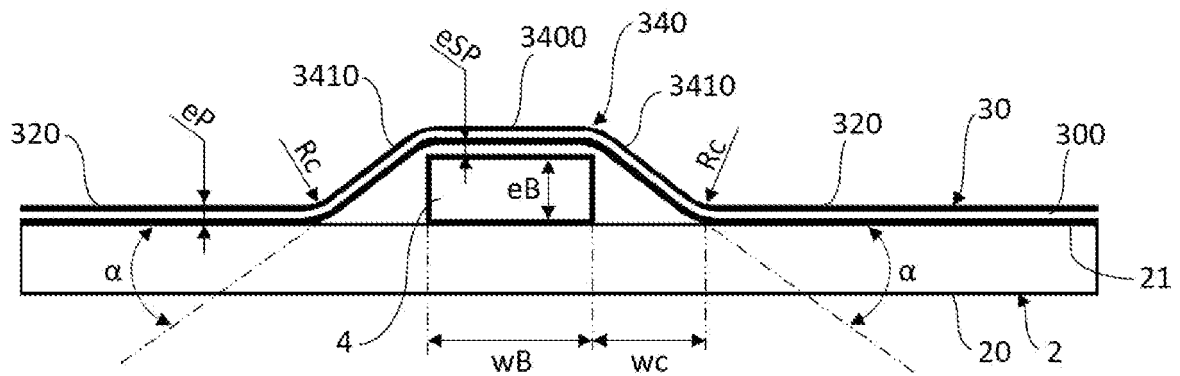
[Fig. 5]



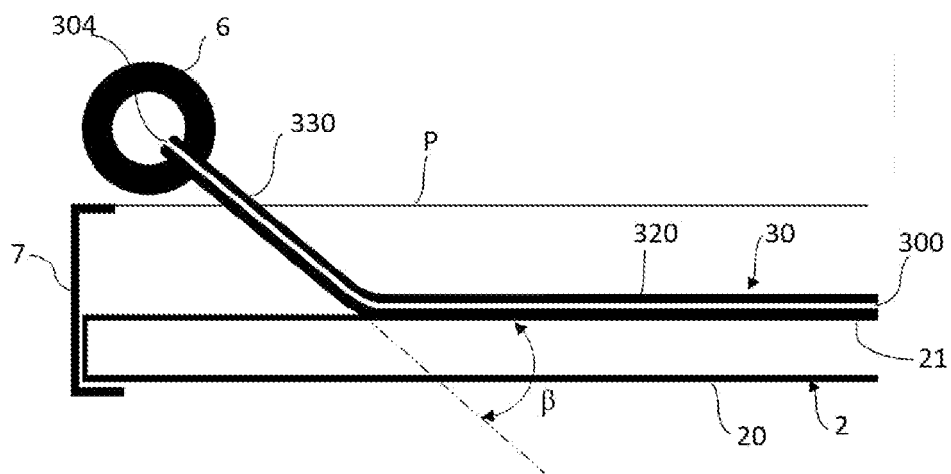
[Fig. 6]



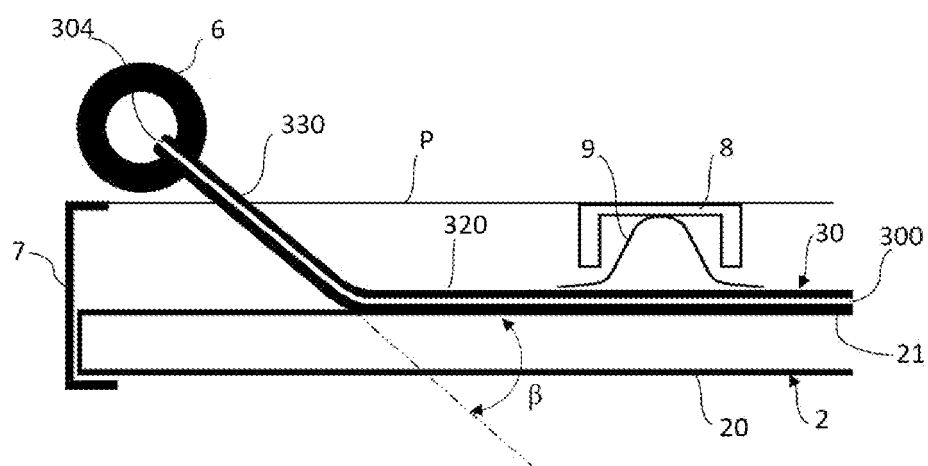
[Fig. 7]



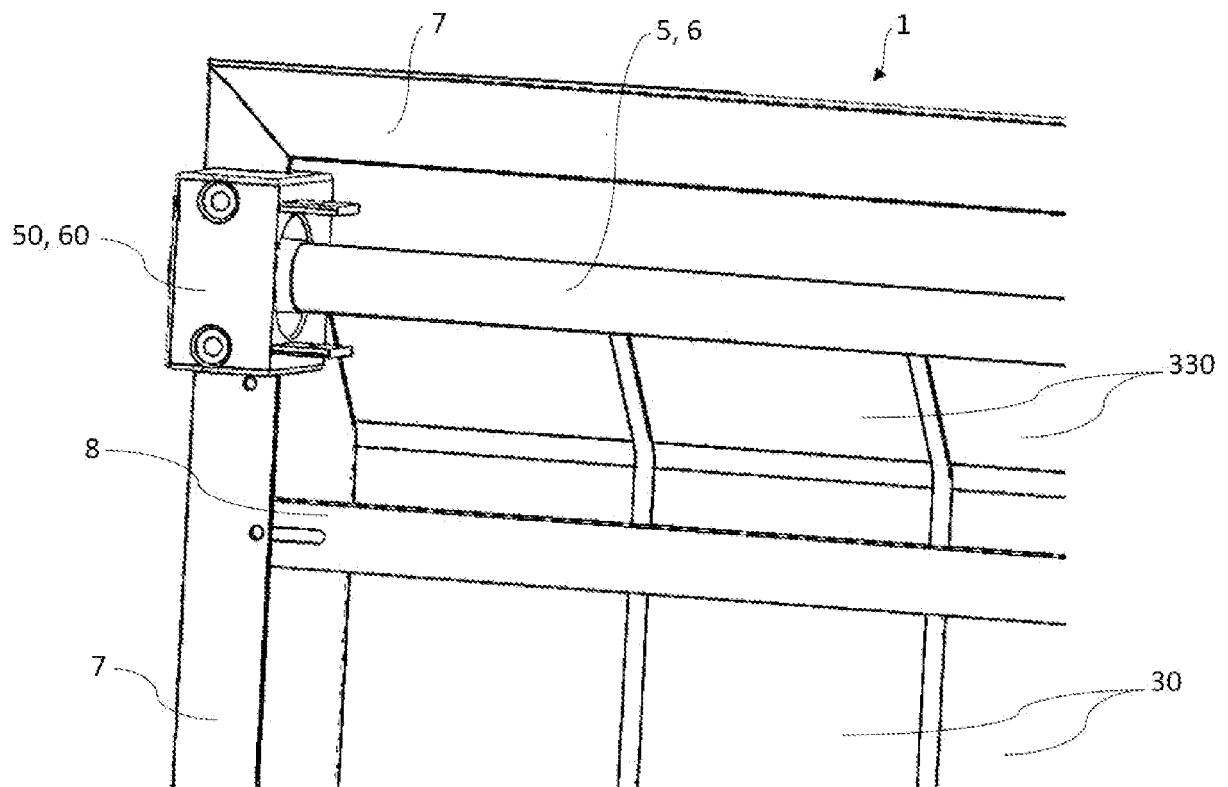
[Fig. 8]



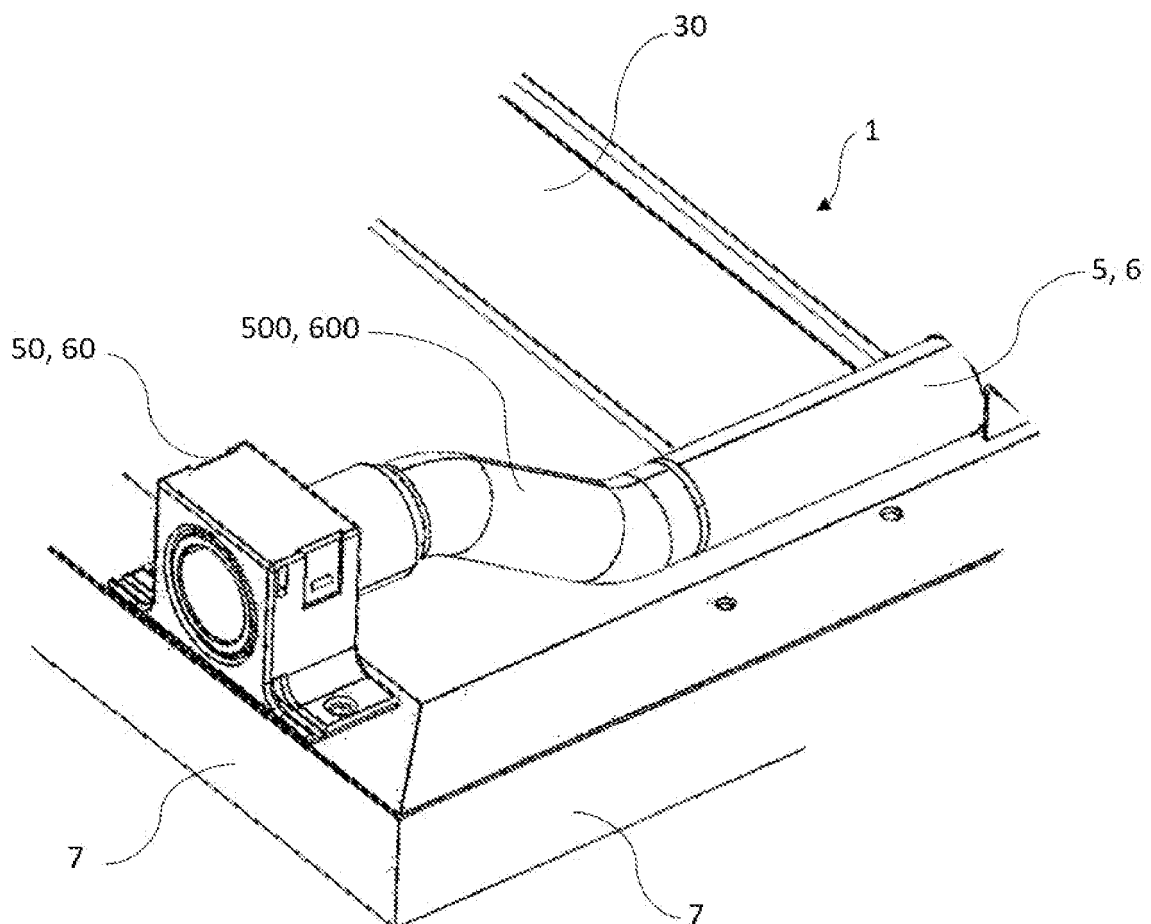
[Fig. 9]



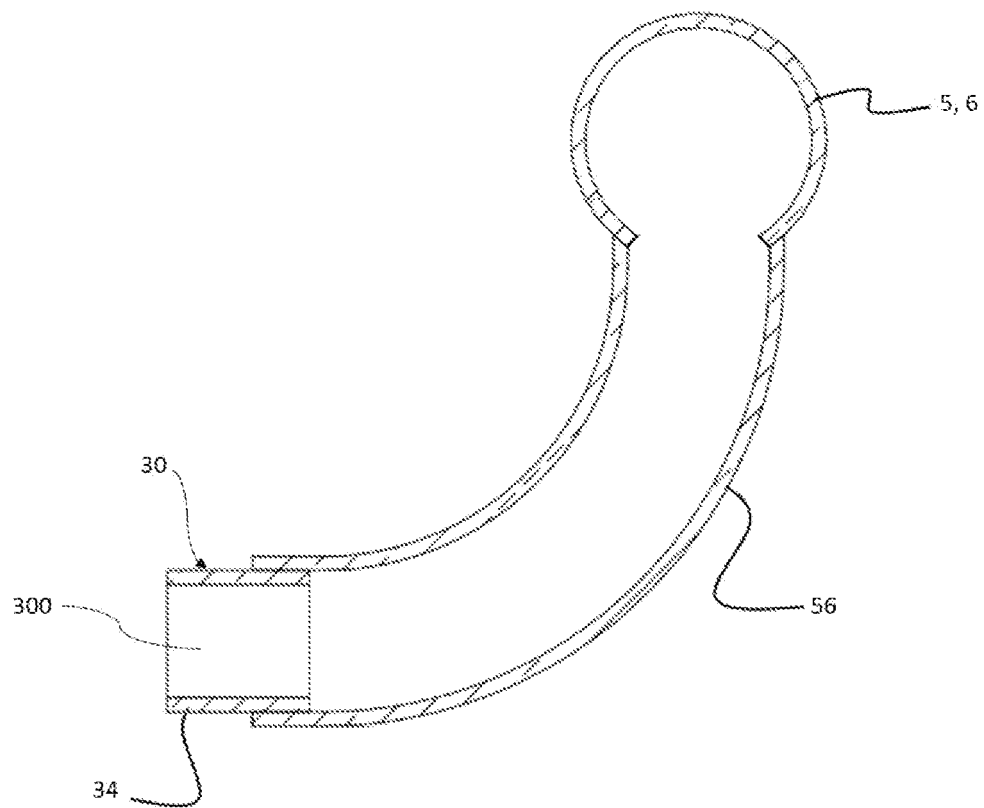
[Fig. 10]



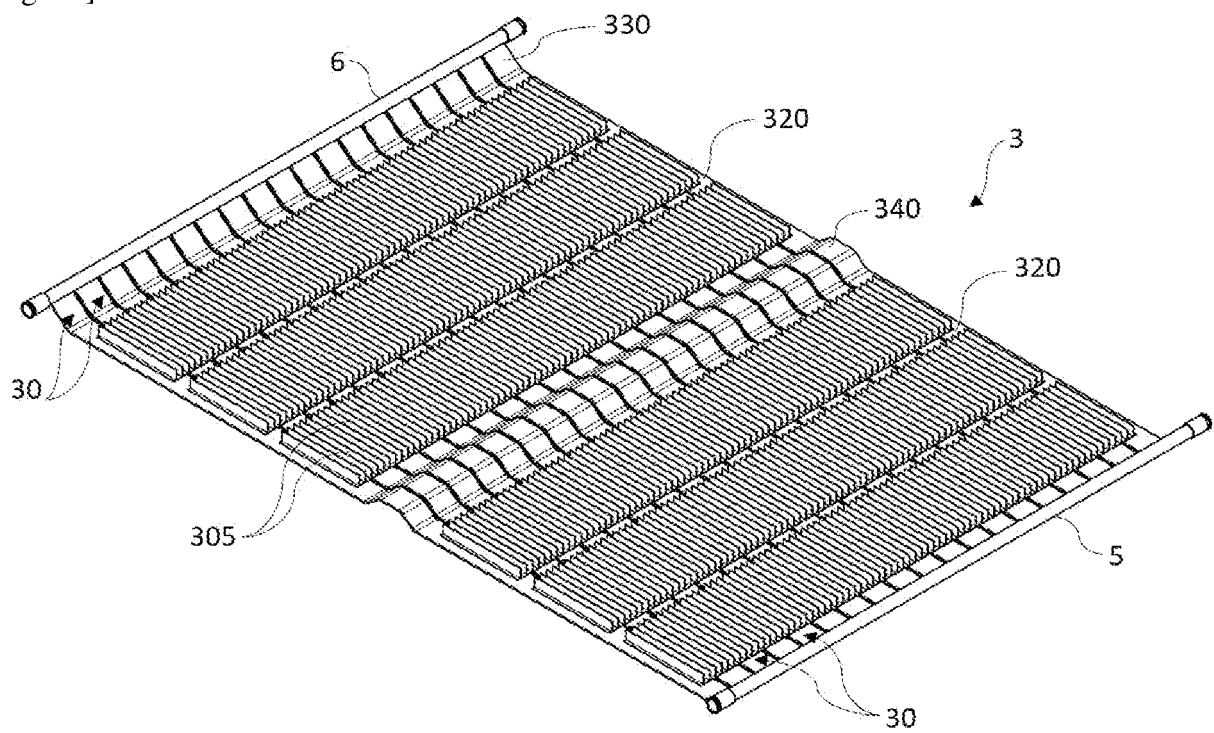
[Fig. 11A]



[Fig. 11B]



[Fig. 12]



RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FA 924932
FR 2312095

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	CN 104 158 477 A (UNIV XINYANG NORMAL) 19 novembre 2014 (2014-11-19) * le document en entier *	1-15	H02S 40/44
A	EP 4 024 701 A1 (RYU WON DAE [KR]) 6 juillet 2022 (2022-07-06) * alinéas [0025] - [0080]; figures 1-13 *	1-15	
A	EP 2 885 822 B1 (INDEA S R L [IT]) 21 septembre 2016 (2016-09-21) * alinéas [0009] - [0048]; figures 1-31 *	1-15	
A	EP 3 497 381 B1 (CONSOLAR SOLARE ENERGIESYSTEME GMBH [DE]; TRIPLE SOLAR BV [NL]) 25 novembre 2020 (2020-11-25) * alinéas [0024] - [0037]; figures 1-8 *	1-15	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			H02S
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
22 mai 2024		Stirn, Jean-Pierre	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE **RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2312095 FA 924932**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.
 Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **22 - 05 - 2024**
 Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
CN 104158477 A	19-11-2014	AUCUN	
EP 4024701 A1	06-07-2022	EP 4024701 A1 WO 2021040204 A1	06-07-2022 04-03-2021
EP 2885822 B1	21-09-2016	EP 2885822 A1 WO 2014030045 A1	24-06-2015 27-02-2014
EP 3497381 B1	25-11-2020	CN 109791000 A DE 202016004934 U1 EP 3497381 A1 US 2020259454 A1 WO 2018033409 A1	21-05-2019 14-11-2017 19-06-2019 13-08-2020 22-02-2018