



(43) Date de la publication internationale
7 février 2013 (07.02.2013)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2013/017677 A2

(51) Classification internationale des brevets :
H01L 31/058 (2006.01) H01L 31/052 (2006.01)
F24J 2/04 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2012/065212

(22) Date de dépôt international :
3 août 2012 (03.08.2012)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
11/02437 4 août 2011 (04.08.2011) FR

(72) Inventeur; et

(71) Déposant : NICAISE, Noël [FR/FR]; Les boissons, 16,
rond point du bohios, F-16730 Linars (FR).

(74) Mandataire : MAUPILIER, Didier; 111 Cours du Mé-
doc, CS 40009, F-33070 Bordeaux Cedex (FR).

BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,
NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW,
SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM,
ZW.

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre
de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH,
GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ,
UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ,
TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK,
EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV,
MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM,
TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW,
ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

— sans rapport de recherche internationale, sera republiée
dès réception de ce rapport (règle 48.2.g))

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre
de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM,
AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY,

(54) Title : PHOTOVOLTAIC MODULE WITH HEAT EXCHANGER

(54) Titre : MODULE PHOTOVOLTAÏQUE AVEC ÉCHANGEUR THERMIQUE

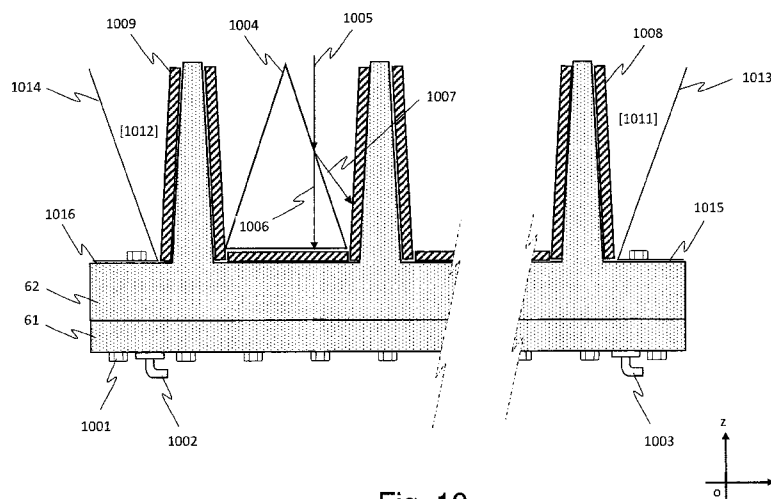


Fig. 10

(57) Abstract : The device according to the invention is a photovoltaic module with a heat exchanger, comprising: a plurality of pa-
nels consisting of photovoltaic cells; a bearing structure itself comprising a non-planar external surface forming an exposure face de-
fining a channel with a flat central base bounded by two side walls, said structure being intended to be exposed to solar radiation and
bearing the photovoltaic cell panels; and a heat transfer region defining a cavity having an internal surface intended to make contact
with a heat-transfer fluid flowing in the cavity. The module converts solar radiation received into electricity and transfers the heat
stored and produced to a heat-transfer fluid, which after its passage through the module flows through a fluid circuit comprising a
heat exchanger. The non-planar nature of the exposure face allows the area available for capturing solar radiation and the electrical
power produced to be increased for photovoltaic panels of a given footprint.

(57) Abrégé :

[Suite sur la page suivante]



Le dispositif selon l'invention est un module photovoltaïque à échangeur thermique, comportant une pluralité de panneaux constitués de cellules photovoltaïques, ainsi qu'une structure portante comportant elle-même une surface externe non plane formant une face d'exposition définissant un chenal avec une base centrale plane limitée par deux parois latérales, destinée à être exposée au rayonnement solaire et portant les panneaux de cellules photovoltaïques, et une zone de transfert thermique définissant une cavité présentant une surface interne destinée à entrer en contact avec un fluide caloporteur circulant dans la cavité. Le module transforme le rayonnement solaire reçu en électricité et transfère l'énergie calorifique emmagasinée et produite à un fluide caloporteur, qui après son passage dans le module est dans un circuit de circulation comportant un échangeur de chaleur. Le caractère non plan de la face d'exposition permet d'accroître la surface de capture du rayonnement solaire et la puissance électrique produite pour une même surface de pose des panneaux photovoltaïques.

Module photovoltaïque avec échangeur thermique

Domaine de l'invention

La présente Invention concerne le domaine des panneaux photovoltaïques avec échangeur thermique.

Elle se rapporte plus particulièrement à un dispositif comportant des modules de capture solaire comprenant des cellules photovoltaïques et des échangeurs thermiques, l'ensemble étant disposé de façon à optimiser le rendement des cellules photovoltaïques et à transporter l'énergie calorifique captée de façon optimisée

Contexte de l'invention – Art antérieur

Traditionnellement, les modules de capture du rayonnement solaires constituant les panneaux solaires sont destinés à un usage photovoltaïque ou bien thermique. Autrement dit, les panneaux solaires couramment mis en œuvre comportent généralement soit des cellules photovoltaïques destinées à produire de l'électricité, soit des capteurs thermiques conçus pour récupérer la chaleur produite par absorption du rayonnement solaire. Il est pourtant évident que la combinaison des deux fonctions dans une même surface de panneaux permettrait de multiplier les possibilités d'installation de ce type de dispositifs sur les toits des habitations qui sont toujours limités en termes de surface notamment si l'on prend en considération l'orientation par rapport au soleil.

Par ailleurs, lorsque des modules comportent des cellules photovoltaïques et des moyens d'échange thermique, ces derniers ne sont pas destinés à transmettre l'énergie thermique captée, par effet Caloporteur, vers un chauffe eau par exemple, mais à participer au refroidissement des cellules photovoltaïques afin d'augmenter le rendement de ces dernières. Autrement dit, la présence de moyens de capture de chaleur n'a pour seul objet que de faciliter le refroidissement des cellules photovoltaïques, l'énergie calorifique produite lors de la capture du rayonnement solaire n'étant donc pas valorisée.

De plus, la plupart des panneaux utilisant des ensembles constitués de cellules photovoltaïques et d'échangeurs thermiques sont en général

positionnés par couches planes. Par exemple, un module plan constitué de cellules photovoltaïques constitue une couche du dispositif et se superpose à un réseau tubulaire dans lequel circule dans un Parallélépipède rectangle sous le plan de cellules photovoltaïques. On obtient ainsi des structures mixtes planes comportant un plan de cellules photovoltaïques sous lequel est placé, en contact avec ce plan, un dispositif de refroidissement qui capture l'énergie thermique dissipée par les cellules ; ce dispositif pouvant consister en une circulation de fluide de refroidissement, gaz ou liquide.

Le brevet FR 2 924 664 (PROISY e.), par exemple décrit un dispositif présentant un ensemble de cellules photovoltaïques sur une première face destinée à être exposée au rayonnement solaire, un échangeur thermique sur une seconde face destiné au passage d'un fluide refroidissement constitué notamment de moyens de passage d'air pulsé.

Des modules solaires que l'on pourra qualifier d'hybrides commencent à apparaître dans l'art antérieur et notamment à être commercialisés. Parmi la littérature, certains brevets décrivent des dispositifs qui tentent de répondre à cette problématique.

Le brevet FR. 2 779 275 (GARABEDIAN G.) décrit un dispositif formé de modules comprenant des cellules photovoltaïques couvrant les échangeurs thermiques transportant le fluide caloporteur. Dans ce cas, il s'agit encore d'une plaque de cellules photovoltaïques recouvrant une gaine renfermant un fluide Caloporteur et disposée en serpent.

Un des dispositifs vendus dans le commerce reprend cette approche en proposant des modules, composés de cellules photovoltaïques, sous la face desquels se trouve une plaque en aluminium couvrant un échangeur thermique, avec fluide caloporteur. L'ensemble peut répondre à des besoins en énergie électrique et en liquide à chauffer.

Il en est de même avec les dispositifs décrits dans les brevets WO 01/99203 (LUTZ P.), WO 2007/129985 (TOH P. S.), WO 2008/044250 (AGUGLIA J.) ou encore WO 2008/125264 (VINCENZ M.).

Le brevet EP 1693 901 (BIUCCHI S., MANTONVANI M.) décrit un dispositif hybride constitué de cellules photovoltaïques comprises dans une chambre circulaire fermée au centre de laquelle est disposé un dispositif Conique réflecteur de lumière, destinée à enfermer la plus grande quantité possible de photons afin de les répercuter sur les cellules qui recouvrent les

parois de la pièce. Sur une partie des parois de la chambre peut également être disposé un échangeur thermique sans pour autant que celui-ci soit utilisé pour un refroidissement des cellules photovoltaïques ou pour optimiser la surface de liquide caloporteur en contact avec les rayons du soleil.

5 Toutefois, si ces derniers dispositifs répondent à une problématique hybride, ils ne permettent pas d'obtenir une surface d'échange optimisée que ce soit au niveau des cellules photovoltaïques ou des serpentins transportant les fluides caloporteurs. Autrement dit, les systèmes hybrides existants sont loin d'être optimisés que ce soit en termes de production d'électricité ou en
10 termes d'exploitation de l'énergie calorifique produite et exploitée.

Ainsi, la plupart des capteurs solaires vendus actuellement dans le commerce, pour deux mètres carrés de surface, comprennent des serpentins caloporteurs de douze millimètres de diamètre pour une longueur de vingt mètres. En moyenne, la surface d'échange thermique utile entre le soleil et le
15 liquide caloporteur est donc d'environ soixante quinze décimètres carrés. Or, Il est plus qu'envisageable d'augmenter au moins de moitié cette surface de contact au soleil de façon à augmenter la rentabilité de tels dispositifs ou en diminuant la surface totale ou en augmentant la surface de serpentin en Contact avec la chaleur du soleil, le tout dépendant d'une disposition
20 nouvelle des éléments les uns par rapport aux autres. Autrement dit, il est possible d'optimiser les agencements relatifs des différents éléments, capteurs photovoltaïques et capteurs thermiques de façon à augmenter le rendement d'ensemble pour une surface de capture donnée, que ce soit en termes de production d'électricité qu'en termes d'utilisation de l'énergie
25 calorifique produite.

L'art antérieur ne permet donc pas de résoudre de manière satisfaisante le problème de l'optimisation des modules destinés à produire de l'énergie électrique et calorifique à partir de l'ensoleillement naturel.

30 **Sommaire de l'invention**

La présente invention a pour but de remédier à ces inconvénients, en proposant un dispositif comportant des modules de capture solaire comprenant des cellules photovoltaïques et des échangeurs thermiques, ou plus généralement des moyens d'échange thermique, l'ensemble étant

disposé de façon à optimiser le rendement des cellules photovoltaïques et à transporter l'énergie calorifique produite de façon optimisée.

A cet effet, l'invention a pour objet un module photovoltaïque à échangeur thermique, comportant une pluralité de panneaux constitués de cellules photovoltaïques, caractérisé en ce qu'il comporte en outre une structure portante comportant elle-même une surface externe non plane formant une face d'exposition définissant un chenal avec une base centrale plane limitée par deux parois latérales, destinée à être exposée au rayonnement solaire et portant les panneaux de cellules photovoltaïques, et une zone de transfert thermique présentant une surface destinée à entrer en contact avec un fluide caloporteur circulant à sa surface.

Avantageusement, l'énergie calorifique emmagasinée et produite par les panneaux de cellules photovoltaïques est ainsi transmise par la structure portante au fluide caloporteur, ladite structure faisant office de caloduc.

Selon un premier mode de réalisation du dispositif selon l'invention la structure portante est constituée de canalisations aplaties sur sensiblement toute leur longueur, disposées selon la longueur du chenal et dans lesquelles circule un fluide caloporteur, lesdites canalisations formant un moyen de transport dudit fluide caloporteur à l'intérieur de la structure, lesdites canalisations formant la base centrale ainsi que les parois du chenal, les panneaux de cellules photovoltaïques étant fixés sur les parois desdites canalisations exposées au rayonnement solaire qui forment la face d'exposition de la structure, les parois internes des canalisations formant la zone de transfert thermique.

Avantageusement, l'élément central et les éléments latéraux formant lesdits moyens de transport du fluide caloporteur constituent des moyens de refroidissement desdits panneaux de cellules photovoltaïques.

30

Selon une caractéristique de ce mode de réalisation, les canalisations formant la structure portante sont agencées de façon à former un chenal ayant sensiblement une forme de U en coupe transversale.

Selon une autre caractéristique, le dispositif selon l'invention comportant un élément d'arrivée, ou moyen de transport d'arrivée, du fluide caloporteur et un élément de départ, ou moyen de transport de départ, dudit fluide, lesdites canalisations conduisent le fluide caloporteur depuis le moyen de transport de fluide caloporteur d'arrivée vers le moyen de transport de fluide caloporteur de départ.

Selon une autre caractéristique, lesdits moyens d'arrivée et de départ de fluide caloporteur sont configurés pour pouvoir être reliés entre eux par un échangeur thermique de refroidissement du fluide caloporteur après son passage dans la structure portante. Autrement dit, selon une autre caractéristique, les éléments d'arrivée et de départ de fluide caloporteur sont configurés pour pouvoir être reliés entre eux, extérieurement, par un échangeur thermique qui réalise le refroidissement du fluide caloporteur après son passage dans le dispositif.

Selon un second mode de réalisation du dispositif selon l'invention la structure portante est constituée par un bloc de matériau bon conducteur thermique comportant une face d'exposition non plane formant une chenal sur les parois duquel sont fixés les panneaux de cellules photovoltaïques, et une face de transfert thermique formant une cavité ouverte et par une plaque en matériau conducteur formant un couvercle pour cette cavité.

Ladite cavité comporte une pluralité de cannelures longitudinales les extrémités des dites cannelures débouchant sur deux cannelures transversales. Ladite face de transfert thermique est configurée de telle façon que lorsque la cavité formée est recouverte par la plaque formant couvercle, les cannelures longitudinales et transversales forment des canalisations séparées dans lesquelles circule le fluide caloporteur, les canalisations transversales communiquant avec les deux canalisations transversales par leurs extrémités. Le couvercle est muni de deux orifices diamétralement opposés disposés de façon à déboucher aux extrémités opposées des deux canalisations formées par les cannelures transversales.

Selon une caractéristique de ce mode de réalisation, les cannelures transversales sont configurées pour former une canalisation de distribution

du fluide caloporteur à l'entrée des canalisations longitudinales et un collecteur du fluide caloporteur en sortie des canalisations longitudinales. Lesdites canalisations transversales présentent chacune une section qui varie de manière continue sur leur longueur, les orifices d'entrée et de sortie du fluide caloporteur étant agencés de façon à déboucher sur les extrémités
5 les plus larges desdites canalisations.

Selon une autre caractéristique, le couvercle comporte au niveau de chacun des orifices des moyens pour fixer un élément de connexion
10 permettant le raccord du dispositif avec un système externe de circulation et de conditionnement du fluide caloporteur.

Selon un mode avantageux de réalisation, chaque module comporte un moyen de réfraction et de réflexion des rayons du soleil logé dans
15 l'espace délimité par la les parois de la face d'exposition qui portent les panneaux de cellules photovoltaïques.

Selon une caractéristique de ce mode de réalisation, un dispositif optique passif est logé dans la cavité intérieure du chenal, ledit dispositif
20 comportant deux lames semi-transparentes arrangées de façon à former les faces adjacentes d'un prisme triangulaire l'arête joignant ces deux faces étant dirigée vers l'extérieur du chenal; lesdites lames semi réfléchissantes étant dimensionnées de façon on réfléchir une partie du rayonnement direct
reçu par la face d'exposition sur l'une ou l'autre des parois du chenal.

25

L'invention a également pour objet un panneau photovoltaïque à échangeur thermique, comportant une pluralité de modules photovoltaïques à échangeurs thermiques selon l'invention, juxtaposés les uns aux autres, les structures portantes des différents modules étant mécaniquement associées
30 pour former une structure portante commune comportant une face d'exposition formant une pluralité de chenaux sur les parois desquels sont montés les panneaux de cellules photovoltaïques constituant les différents modules et une surface de transfert thermique couvrant la totalité des modules, la structure portante unique permettant d'optimiser la place
35 occupée par le panneau ainsi formé.

Selon une caractéristique, ledit panneau comporte un système réalisant circulation du fluide caloporteur et de conditionnement du fluide caloporteur, ce système comportant lui-même un échangeur thermique permettant de refroidir le fluide caloporteur ayant traversé la cavité formant la zone d'échange thermique du panneau, avant son renvoi vers le panneau.

Selon une autre caractéristique, ledit panneau comporte en outre, fixés sur les parois latérales les plus périphériques de la structure portante, deux panneaux photovoltaïques additionnels et deux réflecteurs additionnels, un desdits réflecteurs étant fixé sur chacun des bords latéraux de la structure portante, ces réflecteurs additionnels étant agencés de façon à réfléchir le rayonnement solaire vers le panneau auquel il est associé.

L'invention a également pour objet un système global de production d'énergie, caractérisé en ce qu'il comporte une pluralité de panneaux photovoltaïques selon l'invention et des moyens pour utiliser la chaleur produit dans l'échangeur de chaleur pour chauffer une réserve d'eau.

Brève description des dessins

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention seront mieux compris à la lecture de la description qui va suivre, d'un exemple de réalisation en se référant aux figures annexés sur lesquels :

- La figure 1 représente une vue en coupe transversale de deux modules de capture solaire selon un premier mode de réalisation de l'invention ;

- La figure 2 représente une vue en coupe longitudinale partielle, dans un plan parallèle au plan de pose du module, d'une des extrémités de deux modules de capture solaire selon le premier mode de réalisation, ces modules étant reliées au moyen de transport de fluide caloporteur « froid » ;

- La figure 3 représente une vue en coupe transversale d'un module selon le premier mode de réalisation entouré de deux moyens de refroidissement latéraux et d'un moyen de refroidissement central ;

- La figure 4 représente une coupe longitudinale en vue de dessus, d'un panneau photovoltaïque à échangeur thermique selon le premier mode de réalisation de l'invention ;
- La figure 5 représente une vue en coupe transversale d'un module
5 selon une variante du premier mode de réalisation de l'invention entouré de deux moyens de refroidissement latéraux et d'un moyen de refroidissement central ;
- la figure 6, une vue d'ensemble d'une structure portante du dispositif selon l'invention dans un second mode de réalisation, la structure étant
10 commune à deux modules ;
- la figure 7, une vue en coupe transversale du dispositif selon l'invention dans ce second mode de réalisation ;
- la figure 8, une vue de dessous de la face d'échange thermique de la structure portante du dispositif selon l'invention dans un second mode de
15 réalisation ;
- la figure 9, une vue de la face externe de l'élément formant le couvercle de la zone d'échange thermique de la structure portante du dispositif selon l'invention dans un second mode de réalisation ;
- la figure 10, une vue schématique de face d'un panneau
20 photovoltaïque à échangeur thermique selon l'invention.

Description détaillée des modes préférés de réalisation.

Pour optimiser le rendement d'un dispositif modulaire classique de capture solaire hybride, il est donc nécessaire d'obtenir une surface
25 d'échange supérieure à la surface d'ensoleillement reçue selon le plan sur lequel repose le dispositif. A ce titre l'invention a pour effet de permettre, connaissant la surface au sol disponible pour implanter des capteurs solaires, de disposer d'une surface exposée plus importante que la surface au sol en jouant sur l'effet de volume dont bénéficie la surface d'exposition
30 des modules du dispositif selon l'invention, surface non plane par principe.

Toutefois, si la quantité de lumière absorbée dans la matière des cellules photovoltaïques sous forme de Photons, autrement dit la quantité d'énergie absorbée par les cellules photovoltaïques sous l'action du rayonnement solaire, augmente, la température des cellules augmente

également. Or pour être efficaces, les cellules photovoltaïques doivent être maintenues à une certaine température et ne pas dépasser une température maximum limite. C'est une des raisons pour lesquelles le dispositif selon l'invention comprend un moyen de refroidissement thermodynamique des cellules photovoltaïques dont les performances en production d'électricité se trouvent ainsi améliorées.

A cet effet, le dispositif selon l'invention consiste en un module photovoltaïque comportant une structure portante présentant une face d'exposition aux rayons solaires, non plane, formant une paroi de base limitée par des parois latérales. Cette surface définit un chenal, une gorge, dont la paroi de base plane représente le fond. Selon l'invention, les parois latérales sont plus ou moins inclinées, l'angle d'inclinaison par rapport au plan défini par la paroi de base, ainsi que la largeur de la paroi de base et la hauteur des parois latérales étant fonction de l'éclairement désiré.

Selon l'invention chacune des parois, aussi bien la paroi de base que les parois latérales, est couverte d'un panneau de cellules photovoltaïques.

Par ailleurs, la structure portante du module photovoltaïque présente une face d'échange thermique définissant une zone de transfert thermique dans laquelle circule un fluide caloporteur. La zone de transfert thermique de la structure est configurée de façon à maximiser le contact et les échanges thermiques avec le fluide caloporteur.

Selon l'invention, la zone de transfert thermique est configurée et dimensionnée de telle façon que pendant sa circulation à l'intérieur de cette zone, le fluide caloporteur reste en contact avec la face d'échange thermique de la structure durant un temps suffisamment long pour qu'il récupère suffisamment de l'énergie calorifique transmise par la structure portante pour que les cellules photovoltaïques restent en deçà de leur température maximale d'utilisation, compte tenu de l'ensoleillement attendu, et de préférence au voisinage de la température optimale.

La zone de transfert thermique comporte en outre un chemin d'entrée du fluide terminé par un orifice d'entrée ainsi qu'un chemin de sortie du fluide terminé par un orifice de sortie. Ces deux chemins sont dimensionnés et agencés à l'intérieur de la structure portante de façons à ce qu'entre l'entrée et la sortie, le fluide caloporteur parcourt la totalité de la zone d'échange thermique avec un débit de préférence constant.

Les orifices d'entrée et de sortie sont par ailleurs pourvu de terminaisons permettant de raccorder l'orifice de sortie sur l'orifice d'entrée par l'intermédiaire d'un échangeur thermique externe, de façon à évacuer et éventuellement à récupérer l'énergie calorifique transportée par le fluide caloporteur après son passage dans la zone d'échange thermique de la structure portante.

Selon l'invention, la structure portante qui réalise le transfert thermique est réalisée dans un matériau bon conducteur thermique, du laiton, du cuivre ou de l'aluminium par exemple.

Le contact thermique entre la structure portante et les moyens de capture solaire, les panneaux de cellules photovoltaïques, peut par ailleurs, selon le mode de réalisation, être renforcé en interposant une couche d'interface en matériau bon conducteur thermique, ou une pâte conductrice thermique entre les deux éléments.

Les figures 1 à 5 présentent, à titre d'exemple de mise en œuvre, un premier mode de réalisation de l'invention.

Selon ce premier mode de réalisation pris comme exemple non limitatif, un panneau photovoltaïque avec échangeur thermique comprend, comme l'illustre la figure 1, un ensemble de modules 2 photovoltaïques selon l'invention, comprenant des moyens de transformation photovoltaïque, 3, 3' et 4, et des moyens de transformation calorifique 5, 11, ou plus précisément d'échanges thermiques. Les moyens d'échanges thermiques 5, 11 sont constitués de moyens de circulation d'un fluide caloporteur le long de la face d'échange thermique de chaque module. Ces moyens présentent pour chaque module un élément central (11) en contact avec la base (4) de chaque moyen de transformation photovoltaïques, et des éléments latéraux (6) en contact avec les parois latérales (3) de chacun de ces moyens. Ils forment ainsi un support pour les moyens de transformation photovoltaïques, 3, 3' et 4.

Les moyens de transformation photovoltaïque 3, 3' et 4, des cellules photovoltaïques de préférence, dissipent, lorsqu'ils sont éclairés, de l'énergie thermique qui est récupérée par les moyens de transformation calorifique 5,

11 qui sont chargés de la capture et du transfert de l'énergie calorifique produite par les moyens de transformation photovoltaïques 3, 3' et 4.

Dans ce mode de réalisation, chaque module photovoltaïque comprend trois parties longitudinales et planes. Ces trois parties sont reliées
5 entre elles sur leurs côtés les plus longs. L'ensemble formant un chenal en « U » fermé à chaque extrémité comportant une face de base, ou partie centrale 4a et deux faces, ou parties, latérales 3a et 3a'. La partie centrale 4 est liée sur chacune de ses longueurs à une partie latérale 3 et 3'. L'ensemble ainsi constitué présente une face concave 3a, 3a' et 4a
10 délimitant le chenal 14 ou face d'exposition destinée à être éclairée par le rayonnement solaire, et une face convexe 3b, 3b' et 4b formant une face externe destinée au transfert d'énergie calorifique.

La base plane que constitue la partie centrale du «U» est recouverte
15 sur une face 4a d'un film photovoltaïque chargé de recevoir les rayonnements solaires afin de les transformer en énergie électrique. Le film photovoltaïque est de préférence constitué d'un ensemble de cellules photovoltaïques couvrant la surface de la base 4a.

20 En continuité de ce film photovoltaïque, les deux parties, ou parois, latérales 3 et 3' sont recouvertes également sur toute leur surface de la face située du même côté 3a, 3a' que la face photovoltaïque 4a de la partie centrale, d'un film photovoltaïque. La partie intérieure du « U », autrement dit du chenal 14, constitue ainsi un piège à rayonnement solaire dédié à la
25 transformation de cette énergie solaire en électricité. La surface de captation du rayonnement solaire est ainsi augmentée par rapport à celle obtenue avec une surface plane qui serait l'équivalent de la surface occupée par la partie centrale 4 du « U ».

30 Selon l'invention, comme l'illustre la figure 2, chaque extrémité des « U » formés par les modules 2 est fermée par une paroi dont la face intérieure est recouverte d'un panneau de cellules photovoltaïques 12.

Dans ce mode de réalisation, les modules 2 constituant un panneau
35 photovoltaïque avec échangeur thermique, six modules par exemple, les

moyens de transformation calorifiques latéraux 5 et centraux 11 constituent le châssis en forme de « U » de chacun des modules 2. Autrement dit les moyens de transfert thermique, qui portent les cellules photovoltaïques sur leur surface, constituent la structure portante de chaque module photovoltaïque.

Pour un panneau de six modules, par exemple, on utilise ainsi six moyens de transformation calorifique, six éléments, centraux 11 constituant le fond des « U » et sept moyens de transformation calorifique, sept éléments, Latéraux 5 supportant les cotés de chaque « U ».

Selon ce premier mode de réalisation, les moyens de transformation Calorifique 5, 11 sont des tuyaux de cuivre aplatis creux à l'intérieur desquels circule un liquide caloporteur 6. Ces tuyaux forment ainsi également la zone d'échange thermique de la structure portante, zone qui occupe ici, de ce fait, la totalité du volume de la structure portante constituée par les tuyaux eux-mêmes.

Lesdits moyens de transformation calorifique, dans lesquels circule le fluide caloporteur, sont constitués, par exemple, de tuyaux de cuivre de trente à trente deux millimètres de diamètre, aplatis et disposés longitudinalement, comme l'illustre la figure 1 notamment.

Une fois aplatis, les tuyaux font une largeur de huit centimètres environ, ce qui correspond sensiblement à la hauteur de passage du fluide caloporteur. L'épaisseur de se passage est alors d'environ deux millimètres. Il est parfaitement envisageable d'utiliser des tuyaux de hauteur différente tant qu'ils sont plats et permettent de remplir deux fonctions, celle de transport de fluide caloporteur et celle du châssis.

La longueur de chacun des tuyaux (5, 11) étant fixée, le panneau photovoltaïque réalisé présente une surface de base donnée La surface thermique exploitable en revanche s'avère avantageusement bien supérieure.

Ainsi, par exemple, pour des tuyaux présentant une longueur d'environ trente trois centimètres, la surface au sol occupée par le panneau est environ égale à trente trois centimètres sur trente trois centimètres, soit

environ onze décimètres carrés. Tandis que la surface exploitable est d'environ quarante huit décimètres carrés.

Un tel panneau permet le montage de cent vingt cellules solaires de 0,5 V pour 400 mA, de 76 mm sur 46 mm.

5

Sur chacune des faces des tuyaux aplatis constituant le châssis sont collées les cellules photovoltaïques. La colle utilisée est de préférence une colle électriquement isolante.

10 Dans ce premier mode de réalisation, comme l'illustre les figures 1 à 5, les modules photovoltaïques forment des cavités en forme de U de sorte que les parois latérales intérieures 3a et 3a' des modules sont sensiblement perpendiculaires à la base 4a. Compte tenu du caractère réfléchissant de la surface des cellules photovoltaïques utilisées ces modules remplissent
15 autant un rôle d'absorption et transformation de photons en électricité que de réflexion de ces photons vers la partie centrale 4a, permettant ainsi de concentrer une plus grande quantité de photons dans le module de transformation du rayonnement lumineux en énergie électrique (module photovoltaïques).

20

Dans une forme préférée de ce mode de réalisation, La largeur de chaque paroi Latérale 3 et 3', autrement dit la hauteur des parois du chenal, est identique et une fois et demi supérieure à la largeur de la partie centrale 4. La surface de chaque paroi est donc égale à une fois et demie la surface
25 de la partie centrale. Il en résulte que la surface totale des panneaux de cellules photovoltaïques est 4 fois supérieure à la surface nécessaire pour positionner le module complet composé par ces panneaux de cellules photovoltaïques. La surface d'échange est donc supérieure à la surface d'ensoleillement reçue. Autrement dit, la surface de capture du rayonnement
30 solaire est sensiblement supérieure à la surface occupée au sol par un module photovoltaïque 2 selon l'invention. Pour un mètre carré d'ensoleillement reçu, c'est à dire d'emprise au sol, surface prise par un panneau photovoltaïque plan, le dispositif permet de disposer de quatre mètres carrés de surface d'échange.

35 Les tuyaux de transport du fluide caloporteur sont reliés d'un coté du

panneau, par une de leurs extrémités, à un moyen de transport du fluide caloporteur froid 7, qui alimente les différents tuyaux 6 en fluide caloporteur, alors qu'ils sont reliés, par leur autre extrémité, au moyen de transport du fluide caloporteur réchauffé 8, ou collecteur, qui récupère le fluide caloporteur après son passage au sein de la zone d'échange thermique du dispositif.

Lesdits moyens de transport de fluide sont, par exemple, des collecteurs constitués de tuyaux de cuivre de trente à trente deux millimètres de diamètre, soudés à un élément de cuivre creux assurant l'étanchéité et le transport du fluide caloporteur vers les entrées et sorties de chacun des moyens de transport (5, 11) dudit fluide, autrement dit les tuyaux aplatis dans lequel circule le fluide caloporteur à l'intérieur du dispositif.

Selon une forme particulière de ce mode de réalisation, à l'intérieur de chacun des « U » des modules photovoltaïques 2 sont positionnés des moyens de réflexion et de réfraction des rayons du soleil. Ceci afin d'emprisonner la plus grande quantité possible des rayons solaires captés transformables par les cellules photovoltaïques.

Dans une première variante de cette forme de réalisation, illustrée par la figure 3, un réflecteur 9 en plastique rigide ou en verre ou tout autre matériau répondant à des propriétés connues de réflexion et/ou de réfraction du soleil et sensiblement transparent et convexe est posé au fond de chaque « U ». Alternativement, selon une autre variante illustrée sur la figure 3, une lame plane semi-réfléchissante 10 est positionnée de biais entre deux longueurs opposées d'une même diagonale du parallépipède rectangle formé par le « U ». Dans une autre variante encore, non illustrée sur les figures, le réflecteur peut consister en deux plaques rectangulaires reliées sur une de leur longueur et formant un V inversé 13 à l'intérieur du « U ».

Les figures 6 à 10 présentent, à titre d'exemple de mise en œuvre également, un second mode de réalisation de l'invention.

Selon ce second mode de réalisation pris également comme exemple non limitatif, chaque panneau photovoltaïque avec échangeur thermique, comprend, comme l'illustre les figures 6 et 7, un ensemble de modules (2) comprenant des moyens de transformation photovoltaïques 3, 3' et 4 et une

structure portante 62 comportant une zone de transfert thermique permettant d'évacuer l'énergie calorifique produite par les moyens de transformation photovoltaïques. Selon ce mode de réalisation, les moyens de transfert thermique comportent deux éléments 61 et 62, l'élément 62 constituant la structure portante des moyens de transformation photovoltaïques 3, 3' et 4.

Dans ce mode de réalisation la structure portante 62 est, de préférence mais non nécessairement, commune à un ensemble de modules photovoltaïques avec échangeur thermique selon l'invention. Cependant, une structure portante commune permet avantageusement de juxtaposer un ensemble de dispositifs sur une surface minimale.

La structure 62 comporte une face d'exposition 63, destinée à recevoir le rayonnement solaire et une face d'échange thermique 64 qui constitue la zone de transfert thermique.

La face d'exposition 63 est constituée par une surface non plane (i.e. non inscrite dans un plan) formant, selon que l'on réalise une structure comportant un ou plusieurs dispositifs selon l'invention, un ou plusieurs chenaux 65, chaque chenal étant constitué d'une base plane 66 et des parois obliques 67 et 68, sur lesquelles sont montées les cellules photovoltaïques qui constituent les moyens de transformation photovoltaïque 3, 3' et 4 d'un module, ou panneaux photovoltaïques.

La face d'échange thermique 64, quant à elle, est une surface qui comporte un ensemble de cannelures longitudinales, suivant l'axe oy mentionné sur la figure 6, logées dans l'épaisseur du matériau, qui couvrent sensiblement l'ensemble d'une partie centrale de la face d'échange thermique 64, la périphérie de la face d'échange constituant un bord plat 72, comme illustré sur la figure 8. Ces cannelures longitudinales, d'un diamètre défini, forment des canaux ouverts 71.

Elle présente également deux cannelures transversales 81 et 82 de placées au niveau des deux extrémités 69 et 611 correspondant aux faces avant et arrière de la structure et qui constituent deux canaux sur lesquels débouchent les cannelures longitudinales 71.

Ces cannelures transversales 81 et 82, également réalisées dans l'épaisseur du matériau, présentent une section qui varie continument sur leur longueur, et donc deux extrémités de sections différentes. Préférentiellement, ces deux cannelures ont des formes sensiblement

identiques et présentent chacune un bord externe sensiblement parallèle à la paroi avant ou arrière de la structure 62, comme illustré sur la figure 8.

Les deux cannelures transversales 81 et 82 sont en outre agencées de telle sorte que l'extrémité la plus étroite 83 de la cannelure transversale 81 est positionnée en regard de l'extrémité la plus large 86 de la cannelure 82.

Selon l'invention, les cannelures 71, 81 et 82 peuvent présenter une section de forme variable, comme par exemple une section triangulaire, comme illustré par la figure 7, ou encore une section circulaire ou rectangulaire.

Du point de vue de la réalisation pratique, la structure portante 62 est réalisée dans un matériau choisi pour ses qualités de conduction thermique, un matériau métallique tel que le cuivre ou l'aluminium par exemple.

La structure portante 62 est associée à un élément plan 61 formant couvercle qui est destiné à être monté sur la structure portante, contre la face d'échange thermique 64 de manière à fermer les cannelures longitudinales 71 et transversales 81 et 82 et à former une structure creuse étanche constituée d'une pluralité de canaux séparés dont les extrémités débouchent dans les deux cavités formées par les cannelures 81 et 82 également fermées par l'élément 61.

Ces canaux ont pour fonction de faire circuler le fluide caloporteur à l'intérieur de la zone d'échange thermique de façon à ce que ce dernier entre en contact avec la surface 64. A cet effet les dimensions des cannelures longitudinales sont définies préférentiellement de façon à maximiser la surface d'échange thermique.

Du point de vue de la réalisation pratique, l'élément 61 est préférentiellement réalisé dans le même matériau que la structure portante 62.

Il est à noter par ailleurs que les cannelures longitudinales 71 et transversales, 81 et 82, sont réalisées de telle façon que la fixation de l'élément 61 sur la structure portante 62 amène la face interne de l'élément 61 en contact avec les bord de chacune des cannelures, de sorte que

chaque cannelure ainsi recouverte forme un canal séparé des autres canaux constitué par les autres cannelures.

Selon un mode de réalisation avantageux, le couvercle 61 est fixé sur
5 la face d'échange thermique 64 par des vis 101, comme illustré par la figure 10. A cet effet il comporte alors des trous 73 à travers lesquels passent les vis pour venir se loger dans les filetages 74 prévus à cet effet sur la structure 62. Pour renforcer l'étanchéité de l'assemblage il est par ailleurs possible d'interposer un joint entre ces deux pièces. Alternativement, cependant, cet
10 assemblage peut être réalisé par tout moyen d'assemblage étanche connu, par soudage ou brasage du couvercle sur la face 64 par exemple.

Dans ce second mode de réalisation, le couvercle 61 comporte, comme l'illustre la figure 9, deux orifices 91 et 92 qui le traversent de part en
15 part. Ces deux orifices sont positionnés de façon à déboucher dans l'une ou l'autre des cavités constituées par les cannelures transversales 81 et 82 lorsque le couvercle est monté sur la structure portante 62, au niveau de l'extrémité la plus large de la cavité considérée. Ces cannelures sont artificiellement matérialisées par des traits pointillés 93 et 94 sur la figure 9.

20 Préférentiellement, ces orifices sont entourés de points de fixation, des trous filetés 95 par exemple, agencés de façon à permettre la fixation, à l'aide d'une bride par exemple, d'une buse ou plus généralement d'une interface, permettant de raccorder un tuyau au dispositif.

25 Les modules photovoltaïques sont constitués de panneaux, eux-mêmes constitués de cellules photovoltaïques. Chaque module est ainsi logé dans un chenal 65, les panneaux constituant ce module étant disposés sur la base 66 et les parois 67 et 68 du chenal correspondant. Ces panneaux sont fixés sur les parois 66, 67 et 68 par tout moyen susceptible d'assurer un bon
30 contact thermique avec ces parois et, par suite, avec l'ensemble de la structure portante 62. Ainsi, l'énergie calorifique dissipée par les panneaux photovoltaïques peut être transmise à l'ensemble de la structure portante et, par suite, à la zone d'échange thermique.

Ainsi, comme dans le premier mode de réalisation décrit, le dispositif selon l'invention comporte une structure portante qui constitue également les moyens de transfert d'énergie thermique à un fluide caloporteur qui circule à l'intérieur de cette structure au travers de canalisations, les modules photovoltaïques étant fixés directement sur cette structure portante.

En fonctionnement, le dispositif selon l'invention est conçu, dans ce second mode de réalisation comme dans le premier, pour être associé à un circuit de circulation de fluide qui fait circuler un fluide caloporteur, un fluide rafraîchi de préférence, à travers les canalisations logées dans la structure portante.

Dans le cas de ce second mode de réalisation plus précisément, le fluide caloporteur circule dans la structure creuse délimitée par la face 64 de la structure portante 62 et par la face interne du couvercle 61. A cet effet les orifices 91 et 92 sont équipés de moyens permettant le raccordement de canalisations au dispositif, des buses de raccordement 1002 et 1003, comme illustré sur la figure 10, par exemple.

Le fluide caloporteur est ainsi introduit dans la structure creuse par l'orifice d'entrée 91 et débouche dans la canalisation de distribution formée par la cannelure transversale 81 où il est distribué dans les canalisations formées par les cannelures longitudinales 71. Après son passage dans les différentes canalisations longitudinales, le fluide débouche dans le collecteur constitué par la canalisation formée par la cannelure transversale 82 et ressort du dispositif par l'orifice de sortie 92 et est réintroduit dans le circuit de circulation.

Il est à noter que la structure particulière des cannelures 81 et 82 permet avantageusement de former une canalisation de distribution et un collecteur qui assurent que le fluide est distribué dans les différentes canalisations longitudinales avec une pression sensiblement constante.

Durant son passage dans les canalisations formant la structure creuse, le fluide caloporteur entre ainsi largement en contact avec la face de transfert thermique 64 de la structure portante 62, de sorte qu'il se produit un transfert de chaleur entre la structure portante et le fluide caloporteur, la première transmettant au second l'énergie thermique qui lui est transmise par les panneaux photovoltaïques.

Cet échange assure le refroidissement de la structure portante et par voie de conséquence celui des panneaux photovoltaïques. Par suite la température du liquide caloporteur en sortie est plus élevée que sa température en entrée.

5

Le circuit de circulation du fluide caloporteur est généralement conçu pour assurer l'injection dans le dispositif d'un fluide caloporteur dont la température est inférieure à la température du dispositif en fonctionnement. Il peut par exemple consister en un jeu de canalisations de distribution reliée à l'entrée du dispositif selon l'invention et un jeu de canalisations de collection relié à la sortie du même dispositif, ces jeux de canalisations étant montés respectivement sur la sortie et l'entrée d'une système de refroidissement.

On constitue ainsi un circuit fermé de circulation de fluide dans lequel le fluide caloporteur refroidi par le système de refroidissement est envoyé dans le dispositif, tandis que le fluide caloporteur réchauffé par son passage dans le dispositif est renvoyé au système de refroidissement.

Dans ce second mode de réalisation, de manière analogue à ce qui est réalisé dans le premier, le dispositif selon l'invention comporte des moyens permettant d'augmenter l'éclairement des cellules photovoltaïques constituant les panneaux disposés sur les parois latérales de la surface d'exposition. Ces moyens sont constitués ici pour chaque module d'un élément semi-réfléchissant 1004 creux, de section triangulaire dont la longueur est sensiblement égale à celle du chenal 65 sur les parois duquel les panneaux 3, 3' et 4 sont disposés. Comme l'illustre la figure 10, les rayons lumineux directs éclairant perpendiculairement la surface d'exposition du dispositif, représentés par la flèche 1005, sont ainsi partiellement transmis au panneau photovoltaïque placé sur la base 66 du chenal 65, comme l'indique la flèche 1006, et partiellement réfléchis sur les panneaux placés sur les parois latérales 67 et 68, comme l'indique la flèche 1007. Plus généralement, en fonction de l'incidence de l'éclairement solaire, un panneau fixé sur une paroi donnée reçoit avantageusement à la fois un rayonnement direct sous une incidence donnée et un rayonnement réfléchi par l'une ou l'autre des parois de l'élément 1004. Les proportions d'éclairement direct et d'éclairement par réflexion sont fonction principalement de l'indice de

réflexion du matériau et de la géométrie du dispositif et de l'angle d'incidence de l'éclairement solaire sur la paroi considérée.

Afin d'accroître encore la puissance électrique produite, le dispositif selon l'invention, dans une variante de mise en œuvre du second mode de réalisation, peut avantageusement comporter sur les parois latérales les plus 5 périphériques de la structure portante 62, parois qui ne définissent pas de chenal, deux panneaux photovoltaïques additionnels 1008 et 1009. Dans une telle configuration, un réflecteur additionnel, 1013, 1014 est fixé sur chacun des bords latéraux 1015 et 1016 de la structure portante. Ces réflecteurs 10 additionnels sont agencés, comme l'illustre la figure 10, de façon à réfléchir le rayonnement solaire vers le panneau (1008, 1009) auquel il est associé.

Il est à noter que, du point de vue de l'utilisation, et quel que soit le mode de réalisation considéré, le système de refroidissement du circuit de 15 circulation du fluide caloporteur peut consister, comme cela a été dit précédemment, en un simple système de refroidissement. Le dispositif joue alors simplement le rôle de générateur photovoltaïque. Cependant, de manière alternative, il peut consister en un système d'échange de chaleur intégré par exemple à un système de production d'eau chaude. Ainsi, couplé 20 à un tel système, le dispositif selon l'invention joue avantageusement à la fois un rôle de générateur d'énergie électrique et de système de production d'eau chaude solaire, de sorte que l'énergie thermique dissipée par les panneaux photovoltaïques n'est pas évacuée en pure perte. Le rendement énergétique d'ensemble est ainsi sensiblement amélioré. Par ailleurs le 25 système de production d'eau chaude solaire peut être relié un ballon d'eau utilisé classiquement dans la mise en œuvre de chauffe-eau solaire, tandis que les cellules photovoltaïques peuvent être, quant à elles, reliées à un moyen d'accumulation de l'énergie électrique. De la sorte il est avantageusement possible de disposer d'un système complet de production 30 d'énergie électrique et d'énergie thermique et de stockage de ces énergies.

Comme le montre la description précédente, le module photovoltaïque avec échangeur thermique selon l'invention, est un dispositif qui peut 35 avantageusement se présenter sous forme unitaire comportant une structure portante présentant une face d'exposition formant un chenal avec une base

et des parois latérales apte à recevoir des panneau photovoltaïques, ceux-ci étant fixés sur la base et sur les parois latérales, et comportant une zone de transfert thermique dans laquelle un fluide caloporteur est destiné à circuler. La structure portante sert ainsi avantageusement à la fois de support aux
5 moyens de transformation photovoltaïques et de structure d'échange thermique.

Cependant le module selon l'invention est généralement destiné à être associé à d'autres modules identiques pour constituer des structures de plus grande dimension, qu'il est convenu d'appeler panneaux solaires, par simple
10 juxtaposition de modules. Dans ce cas cependant, afin d'optimiser l'encombrement d'ensemble, les modules formant la structure sont réalisés de manière indissociable. La structure porteuse est alors une structure continue dont la face d'exposition présente une juxtaposition de chenaux 65 comme illustré par la figure 1 ou la figure 10 par exemple.

15

Les modifications non substantielles qui découleraient de façon évidente, pour l'homme de l'art, de l'utilisation ou de la fabrication du dispositif selon l'invention dont le brevet est ici requis, sans en altérer les dispositions originales, n'en seraient que de simples équivalents techniques
20 et entrent également dans le cadre de la présente invention.

REVENDICATIONS

1) Module photovoltaïque à échangeur thermique, comportant une pluralité de panneaux constitués de cellules photovoltaïques, caractérisé en ce qu'il comporte en outre une structure portante comportant elle-même une surface externe non plane formant une face d'exposition définissant un chenal avec une base centrale plane limitée par deux parois latérales, destinée à être exposée au rayonnement solaire et portant les panneaux de cellules photovoltaïques, et une zone de transfert thermique présentant une surface destinée à entrer en contact avec un fluide caloporteur circulant à sa surface.

2) Module photovoltaïque à échangeur thermique selon la revendication 1, caractérisé en ce que la structure portante est constituée de canalisations aplaties sur sensiblement toute leur longueur, disposées selon la longueur du chenal et dans lesquelles circule un fluide caloporteur, lesdites canalisations formant un moyen de transport dudit fluide caloporteur à l'intérieur de la structure, lesdites canalisations formant la base centrale ainsi que les parois du chenal, les panneaux de cellules photovoltaïques étant fixés sur les parois desdites canalisations exposées au rayonnement solaire qui forment la face d'exposition de la structure, les parois internes des canalisations formant la zone de transfert thermique.

3) Module photovoltaïque à échangeur thermique selon la revendication 2, caractérisé en ce que les canalisations formant la structure portante sont agencées de façon à former un chenal ayant sensiblement une forme de U en coupe transversale.

4) Module photovoltaïque à échangeur thermique selon l'une des revendications 2 ou 3, caractérisé en ce que lesdites canalisations (5, 11) conduisent un fluide caloporteur depuis un moyen de transport de fluide caloporteur d'arrivée (7) vers un moyen de transport du fluide caloporteur de départ (8) dudit dispositif (1).

5) Module photovoltaïque à échangeur thermique selon la revendication 4, caractérisé en ce que lesdits moyens d'arrivée (7) et de départ (8) de fluide caloporteur sont configurés pour pouvoir être reliés entre eux par un échangeur thermique de refroidissement du fluide caloporteur après son passage dans la structure portante.

6) Module photovoltaïque à échangeur thermique selon la revendication 1, caractérisé en ce que la structure portante est constituée par un bloc de matériau bon conducteur thermique comportant une face d'exposition non plane formant une chenal sur les parois duquel sont fixés les panneaux de cellules photovoltaïques, et une face de transfert thermique formant une cavité ouverte et par une plaque en matériau conducteur formant un couvercle pour cette cavité, ladite cavité comportant une pluralité de cannelures longitudinales les extrémités des dites cannelures débouchant sur deux cannelures transversales, ladite face de transfert thermique étant configurée de telle façon que lorsque la cavité formée est recouverte par la plaque formant couvercle, les cannelures longitudinales et transversales forment des canalisations séparées dans lesquelles circule le fluide caloporteur, les canalisations transversales communiquant avec les deux canalisations transversales par leurs extrémités ; le couvercle étant muni de deux orifices diamétralement opposés disposés de façon à déboucher aux extrémités opposées des deux canalisations formées par les cannelures transversales.

7) Module photovoltaïque à échangeur thermique selon la revendication 6, caractérisé en ce que, les cannelures transversales étant configurées pour former une canalisation de distribution du fluide caloporteur à l'entrée des canalisations longitudinales et un collecteur du fluide caloporteur en sortie des canalisations longitudinales, lesdites canalisations transversales présentent chacune une section qui varie de manière continue sur leur longueur, les orifices d'entrée et de sortie du fluide caloporteur étant agencés

de façon à déboucher sur les extrémités les plus larges desdites canalisations.

5 8) Module photovoltaïque à échangeur thermique selon l'une des revendications 6 ou 7, caractérisé en ce que le couvercle comporte au niveau de chacun des orifices des moyens pour fixer un élément de connexion permettant le raccord du dispositif avec un système externe de circulation et de conditionnement du fluide caloporteur.

10 9) Module photovoltaïque à échangeur thermique selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'intérieur en forme de U de la structure portante comprend un moyen de réfraction et de réflexion des rayons du soleil.

15 10) Module photovoltaïque à échangeur thermique selon la revendication 9, caractérisé en ce qu'un dispositif optique passif est logé dans la cavité intérieure du chenal, ledit dispositif comportant deux lames semi-transparentes arrangées de façon à former les faces adjacentes d'un prisme triangulaire l'arête joignant ces deux
20 faces étant dirigée vers l'extérieur du chenal; lesdites lames semi réfléchissantes étant dimensionnées de façon à réfléchir une partie du rayonnement direct reçu par la face d'exposition sur l'une ou l'autre des parois du chenal.

25 11) Panneau photovoltaïque à échangeur thermique caractérisé en ce qu'il comporte une pluralité de modules photovoltaïques à échangeurs thermiques selon l'une quelconque des revendications précédentes, juxtaposés les uns aux autres, les structures portantes des différents modules étant mécaniquement associées pour former
30 une structure portante commune comportant une face d'exposition formant une pluralité de chenaux sur les parois desquels sont montés les panneaux de cellules photovoltaïques constituant les différents modules et une surface de transfert thermique couvrant la totalité des modules, la structure portante unique permettant d'optimiser la place
35 occupée par le panneau ainsi formé.

5 12)Panneau photovoltaïque à échangeur thermique selon la revendication 11, caractérisé en ce qu'il comporte en outre un système réalisant la circulation du fluide caloporteur et de conditionnement du fluide caloporteur, ce système comportant lui-même un échangeur thermique permettant de refroidir le fluide caloporteur ayant traversé la cavité formant la zone d'échange thermique du panneau, avant son renvoi vers le panneau.

10 13)Panneau photovoltaïque à échangeur thermique selon l'une des revendications 11 ou 12, caractérisé en ce qu'il comporte en outre, fixés sur les parois latérales les plus périphériques de la structure portante (62), deux panneaux photovoltaïques additionnels (1008, 1009) et deux réflecteurs additionnels (1013, 1014), un
15 desdits réflecteurs étant fixé sur chacun des bords latéraux (1015, 1016) de la structure portante (62), ces réflecteurs additionnels étant agencés de façon à réfléchir le rayonnement solaire vers le panneau (1008, 1009) auquel il est associé.

20 14)Système global de production d'énergie, caractérisé en ce qu'il comporte des panneaux photovoltaïques selon l'une des revendications 11 à 13 et des moyens pour utiliser la chaleur produit dans l'échangeur de chaleur pour chauffer une réserve d'eau.

1/10

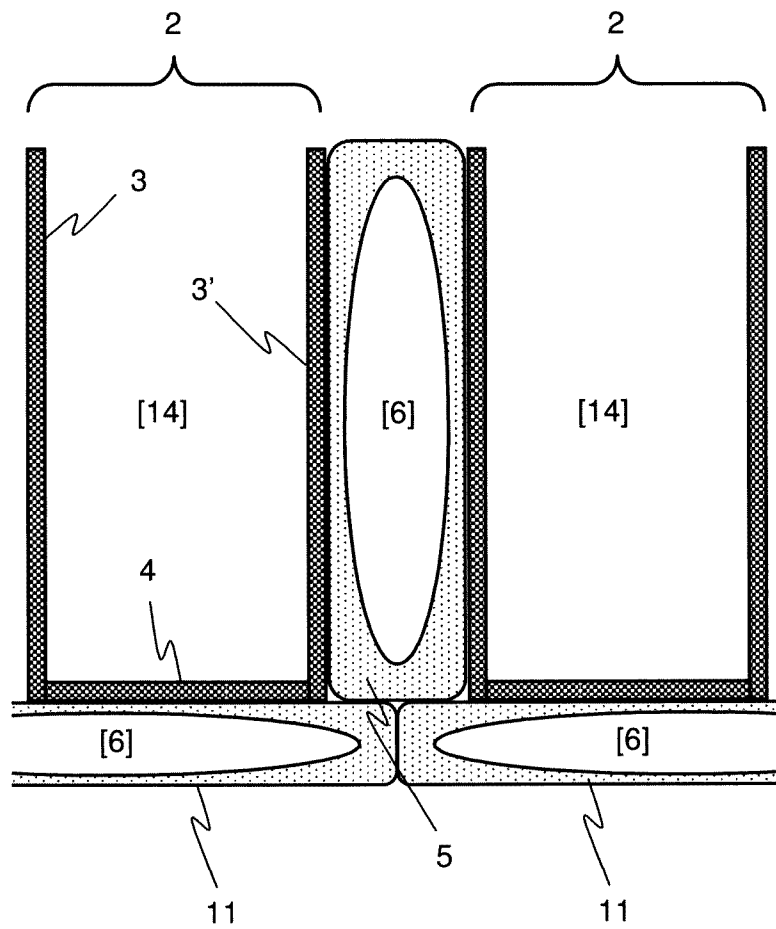
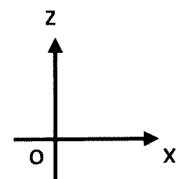


Fig. 1



2/10

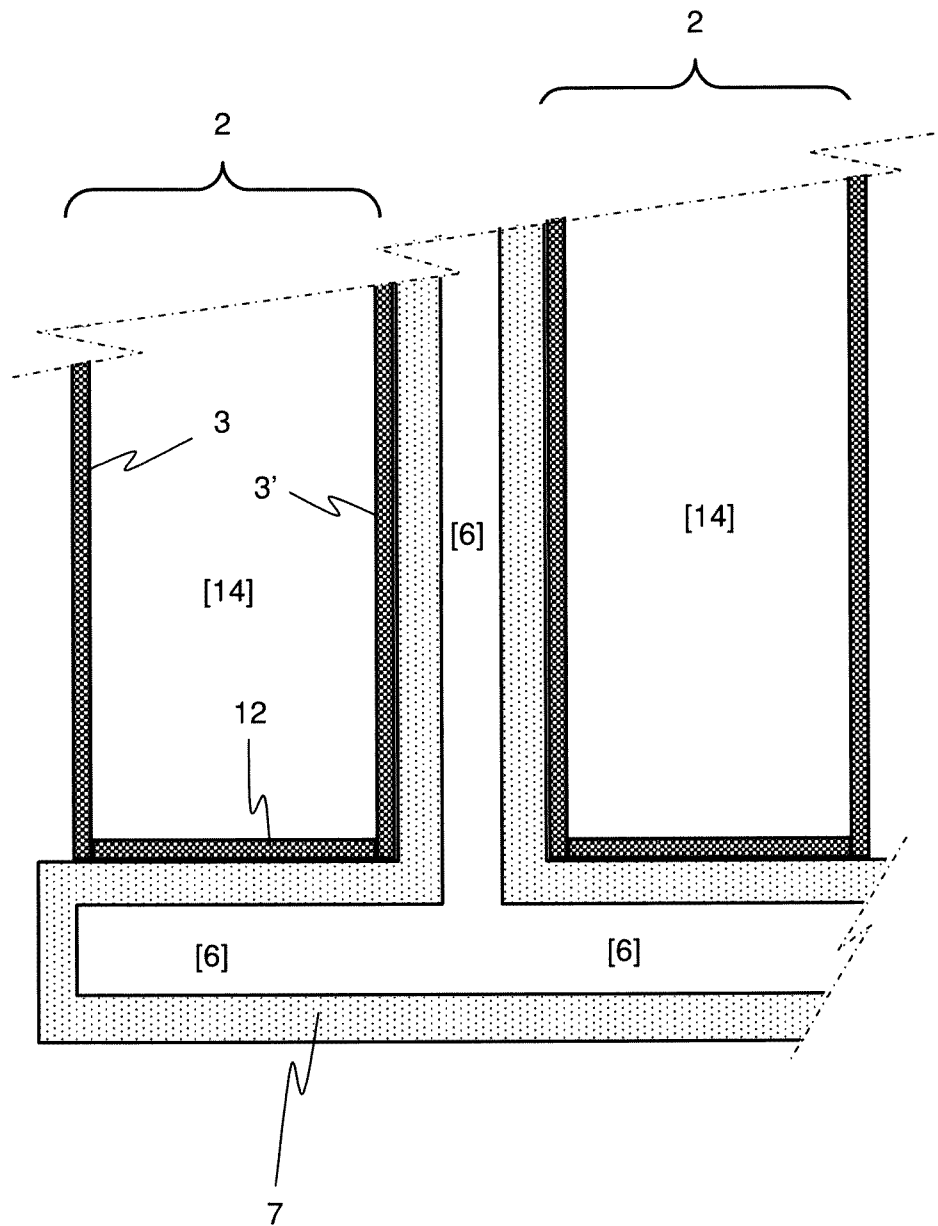
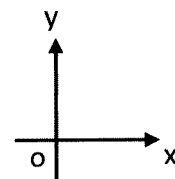


Fig. 2



3/10

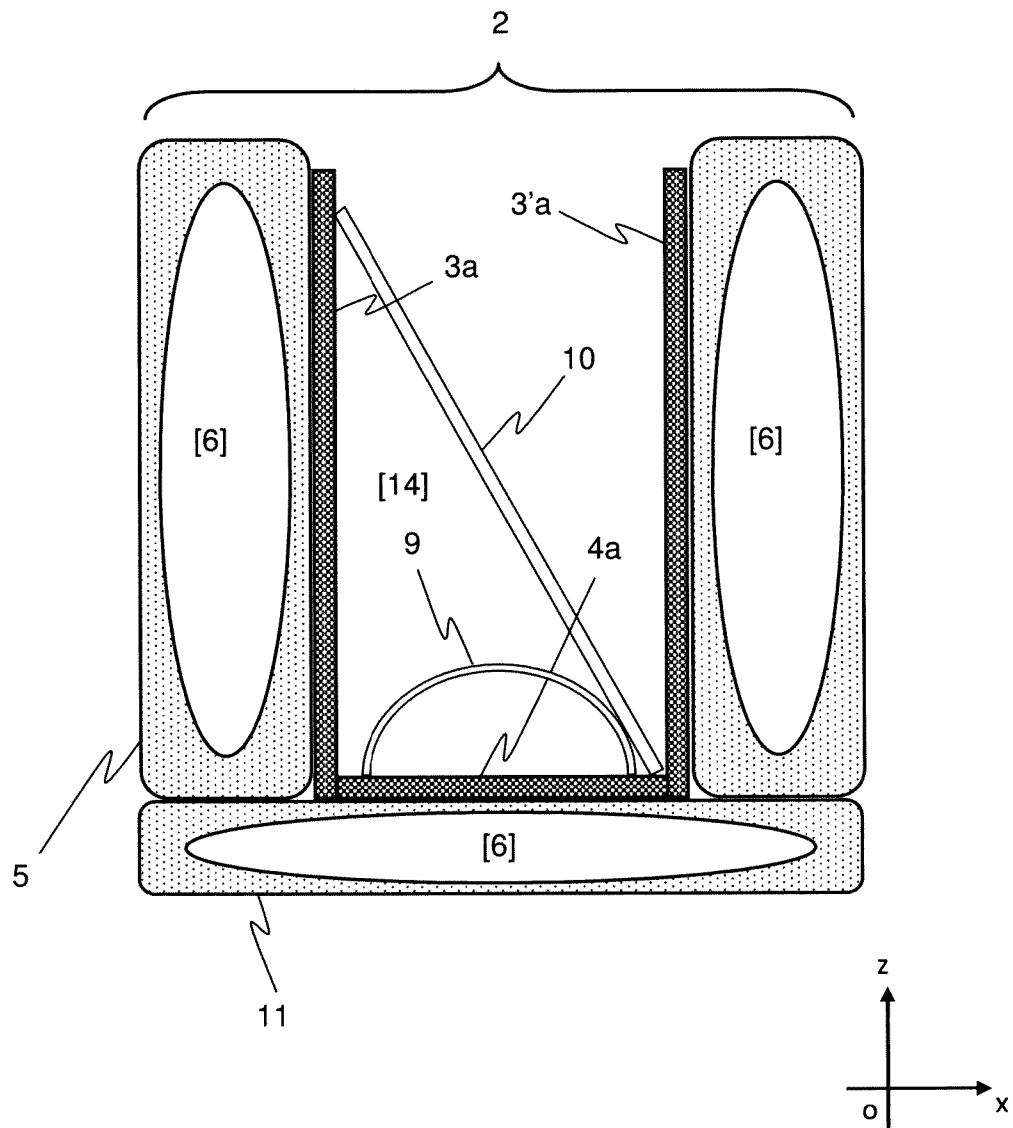


Fig. 3

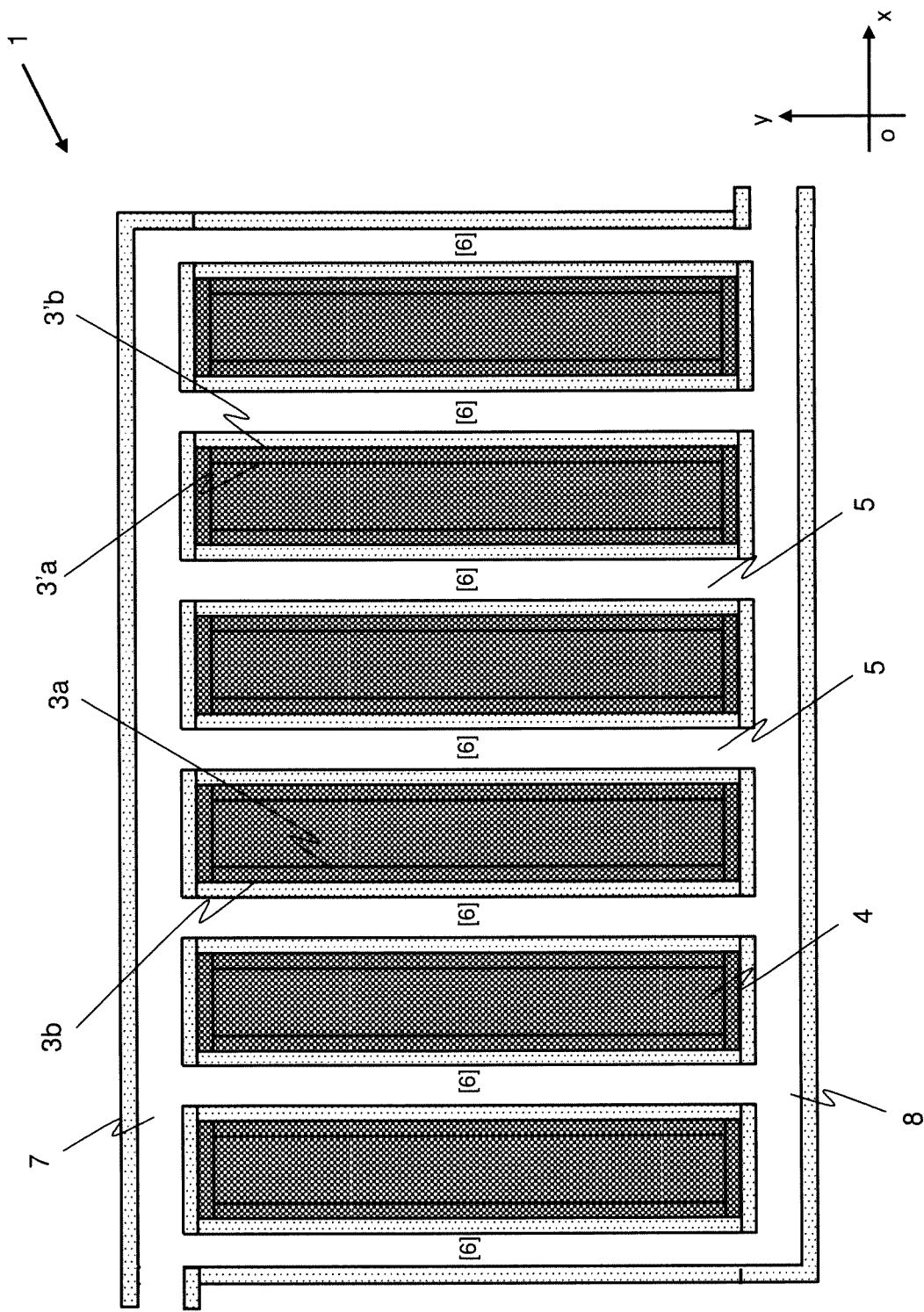


Fig. 4

5/10

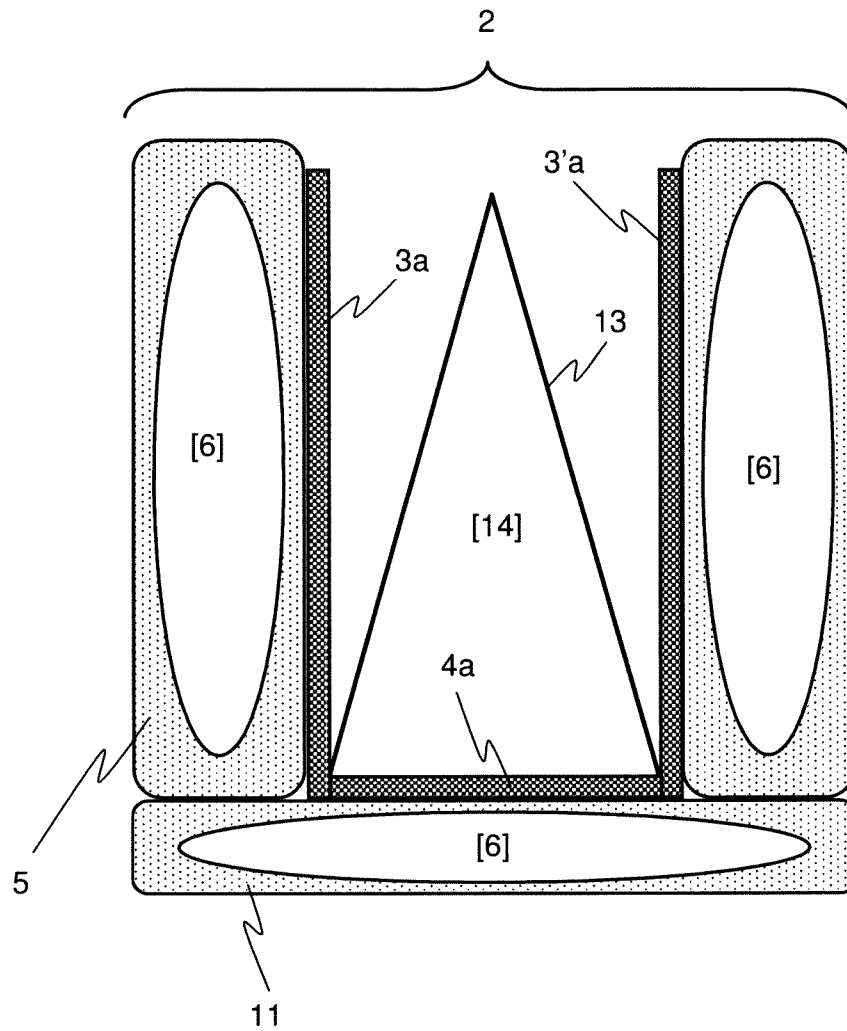
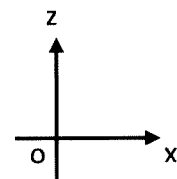


Fig. 5



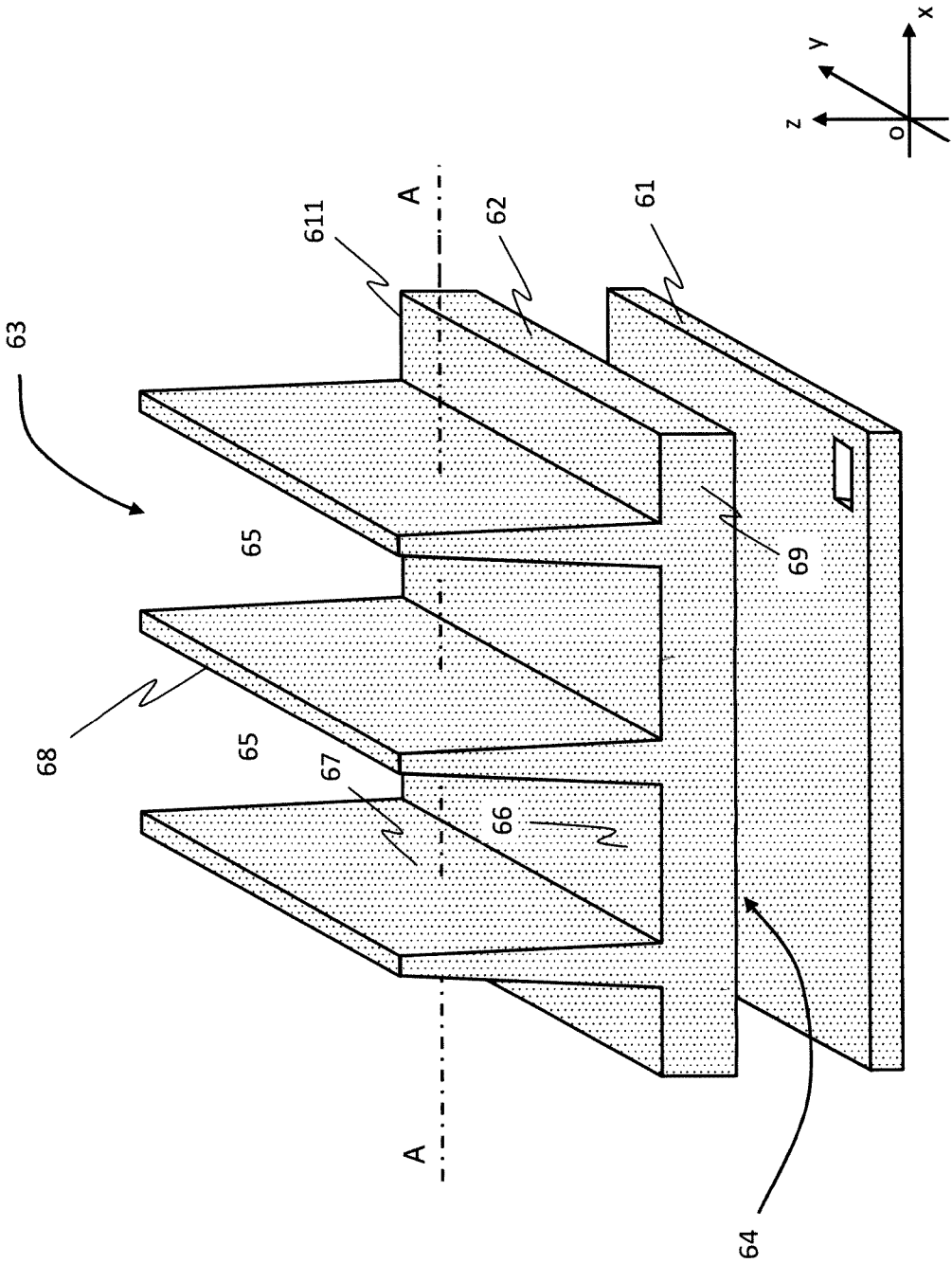


Fig. 6

7/10

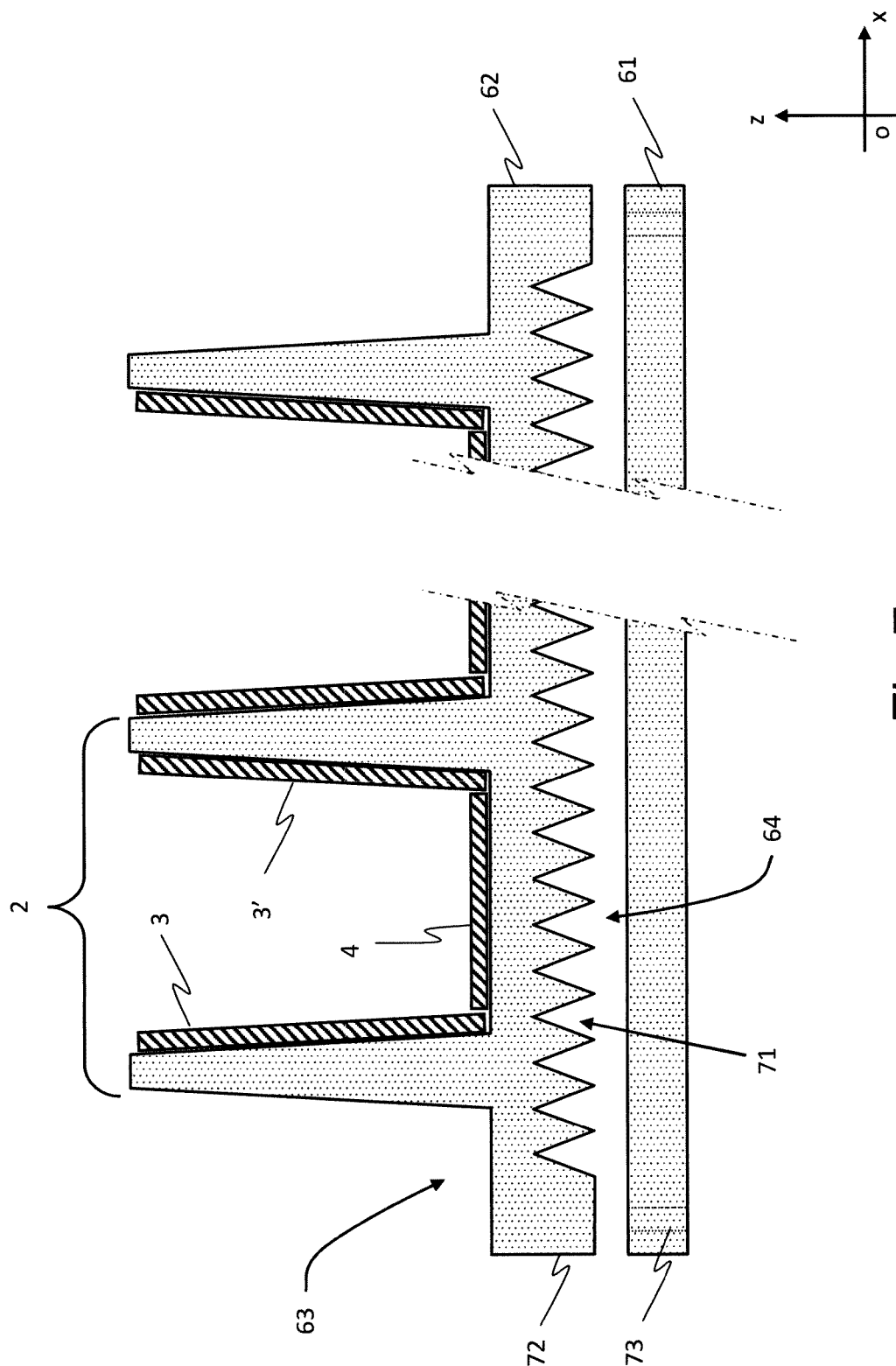


Fig. 7

8/10

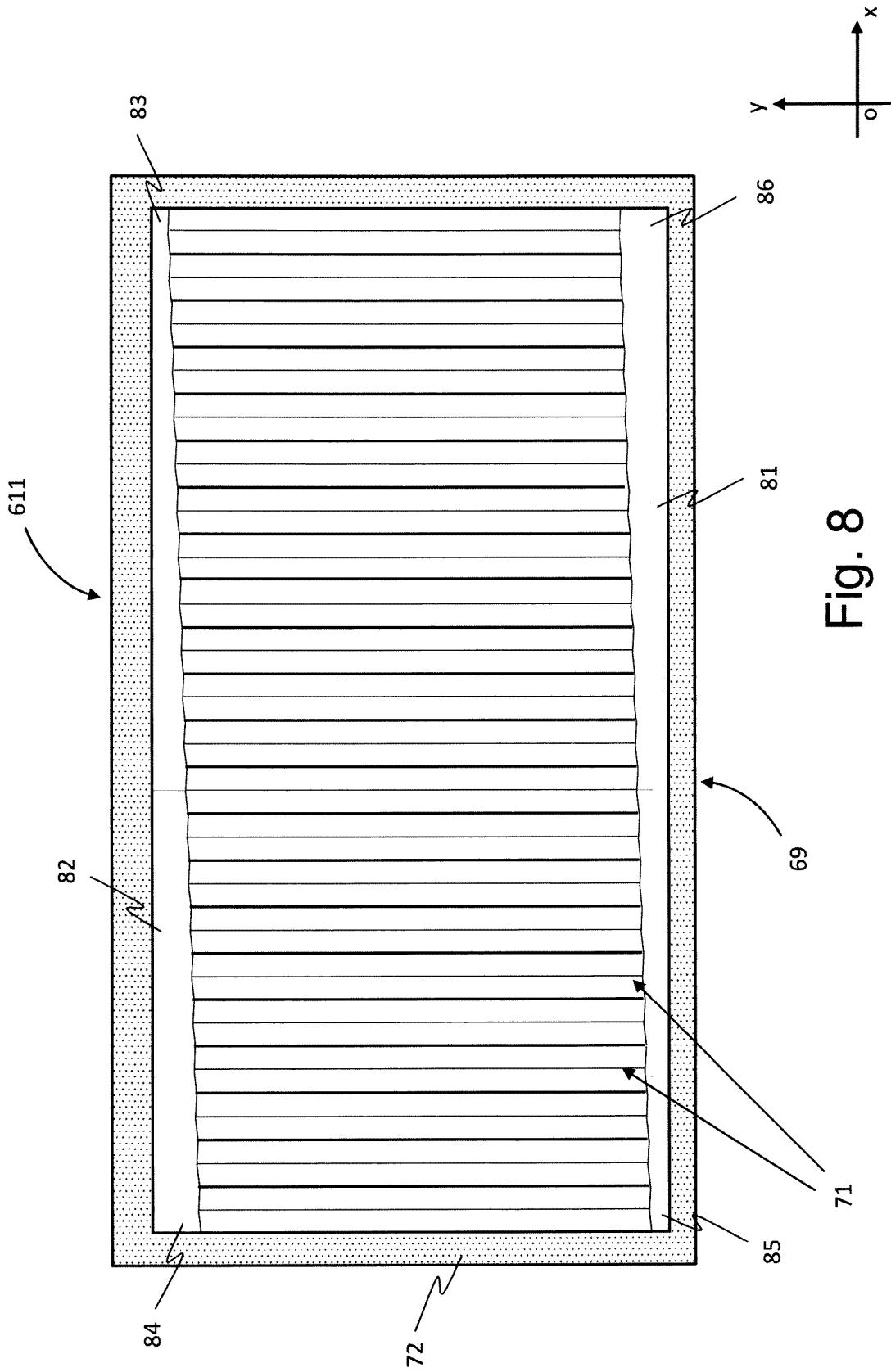


Fig. 8

9/10

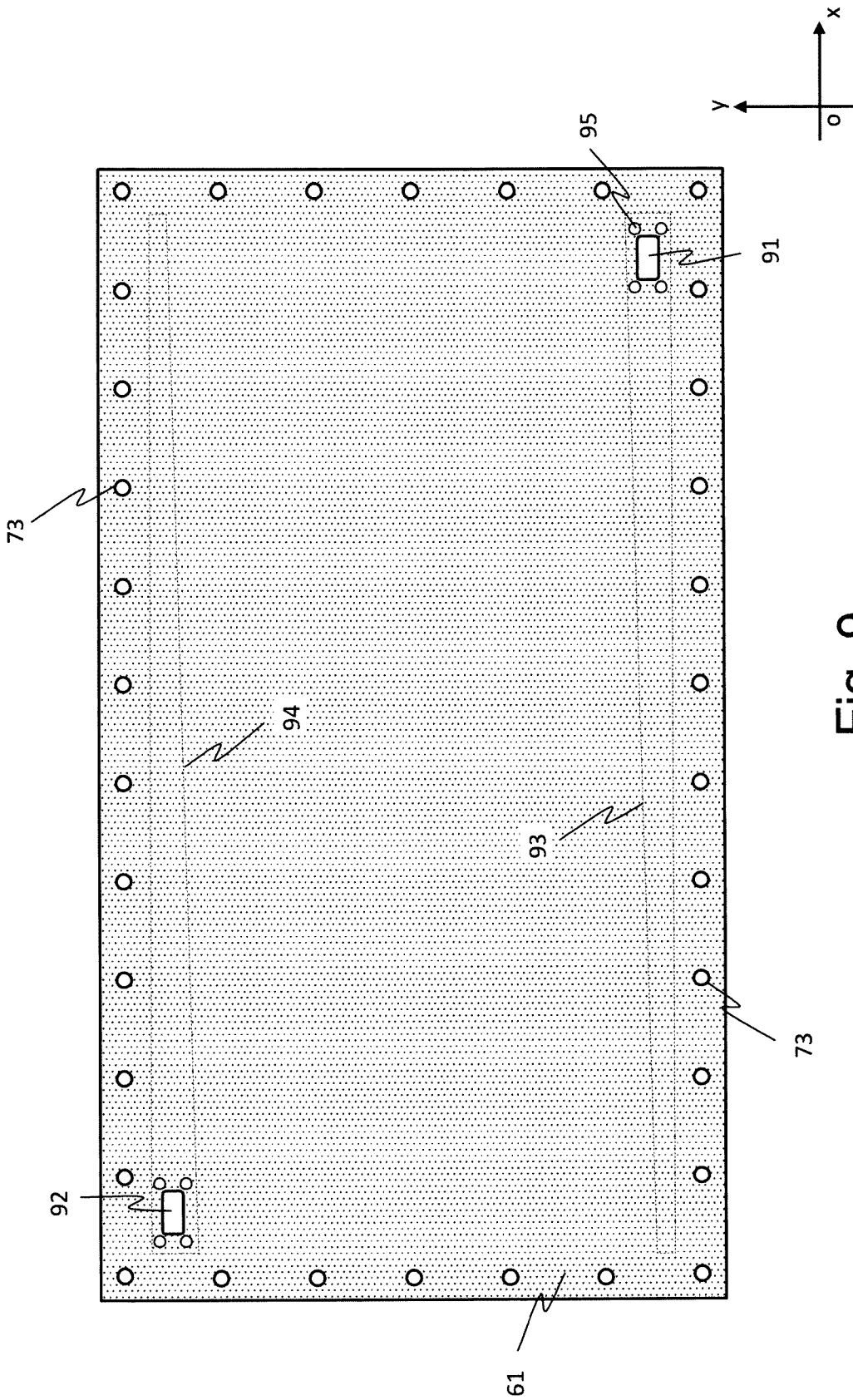


Fig. 9

10/10

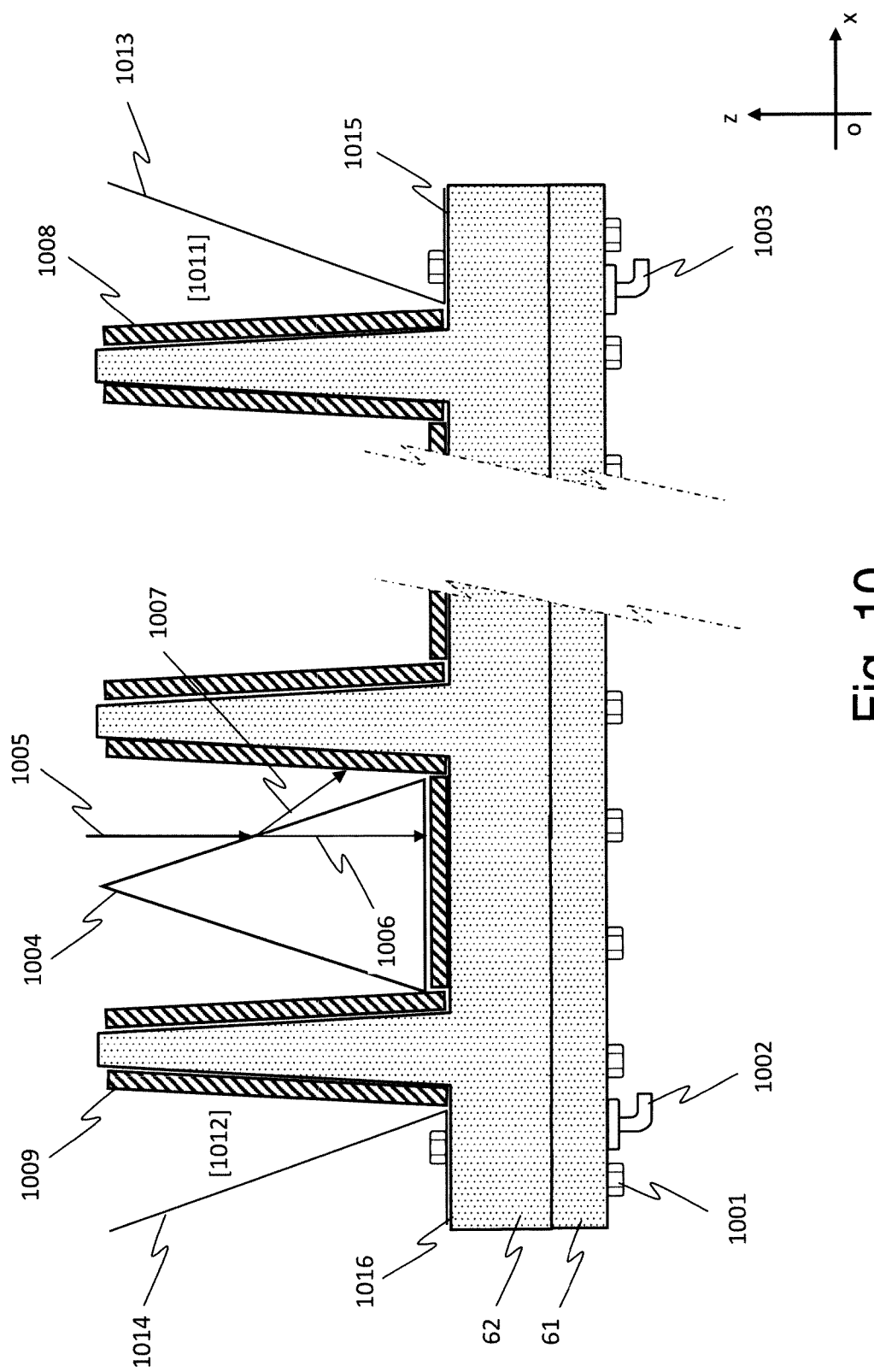


Fig. 10