



(51) Classification internationale des brevets :
HOIL 31/042 (2006.01) **E04D 13/18** (2006.01)
F24J2/S2 (2006.01) **E04H S/02** (2006.01)
HOIB 17/14 (2006.01) **F16B 2/20** (2006.01)
F01B i7/60 (2006.01)

52066 Aachen (DE). **VAN DER BURGT, Jaap**
[NITNL]; De Bosch 22, NL-721 3 Th Gorssel (NL).

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR20 10/05 1772

(74) Mandataire : **SAINT-GOBAIN RECHERCHE**; 39
Quai Lucien Lefranc, F-93300 Aubervilliers (FR).

(22) Date de dépôt international :
25 août 2010 (25.08.2010)

(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, BR, BW, BY, 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, RO, RS, RU, 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.

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
0955785 25 août 2009 (25.08.2009) FR
1052764 12 avril 2010 (12.04.2010) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) :
SAINT-GOBAIN GLASS FRANCE [FR/FR]; 18
avenue d'Alsace, F-92400 Courbevoie (FR).

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

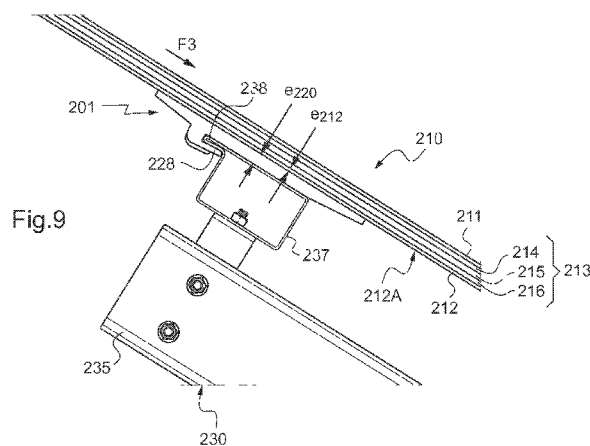
(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : **KARG, Franz** [DE/DE]; Junkerstrasse 20, 80689 Munchen (DE).
KUSTER, Hans-Werner [DE/DE]; Schervierstrasse 20,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : SYSTEM FOR MOUNTING PHOTOVOLTAIC MODULES

(54) Titre : SYSTEME DE MONTAGE DE MODULES PHOTOVOLTAIQUES



(57) Abstract : The invention relates to a System (201) for mounting a photovoltaic module (210) onto an at least partially metallic structure (230), the photovoltaic module comprising at least one photovoltaic cell (213) having electrically conductive elements (214, 216). At each region wherein the photovoltaic cell (213) is close to a metallic part (237) grounded to the structure (230) in a mounted configuration, the mounting System (201) comprises at least one electrically insulating element (212, 220) positioned between the metallic part (237) and the closest part (216) of the electroconductive elements of the photovoltaic cell (213), the total thickness ($e_{212}+e_{220}$) of the electrically insulating material between the metallic part (237) and the closest part (216) of the electroconductive elements of the photovoltaic cell being at least 7 mm, preferably at least 10 mm, even more preferably at least 12 mm.

(57) Abrégé :

[Suite sur la page suivante]



Publiée :

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

L'invention a trait à un système de montage (201) d'un module photovoltaïque (210) sur une structure (230) au moins partiellement métallique, où le module photovoltaïque comprend au moins une cellule photovoltaïque (213) comportant des éléments électriquement conducteurs (214, 216). Le système de montage (201) comprend, au niveau de chaque région dans laquelle la cellule photovoltaïque (213) est proche d'une partie métallique (237) mise à la terre de la structure (230) en configuration montée, au moins un élément électriquement isolant (212, 220) positionné entre la partie métallique (237) et la partie la plus proche (216) des éléments électriquement conducteurs de la cellule photovoltaïque (213), l'épaisseur totale ($e_{212+220}$) de matériau électriquement isolant entre la partie métallique (237) et la partie la plus proche (216) des éléments électriquement conducteurs de la cellule photovoltaïque étant d'au moins 7 mm, de préférence d'au moins 10 mm, encore de préférence d'au moins 12 mm.

SYSTEME DE MONTAGE DE MODULES PHOTOVOLTAIQUES

La présente invention a trait à un système de montage d'un module
5 photovoltaïque sur une structure au moins partiellement métallique, telle qu'une
structure de toit, une structure de façade ou une structure porteuse en plein
champ.

Au sens de l'invention, un module photovoltaïque est un module apte à
convertir l'énergie issue d'un rayonnement, en particulier du rayonnement
10 solaire, en énergie électrique, cette définition incluant les modules mixtes
photovoltaïques/thermiques.

De manière classique, un module solaire photovoltaïque se présente
sous la forme d'un vitrage feuilleté comprenant des cellules photovoltaïques
intercalées entre un substrat avant transparent, destiné à être disposé du côté
15 d'incidence du rayonnement solaire sur le module, et un substrat arrière
transparent ou opaque, destiné à être agencé en regard d'une structure de
montage du module. Les substrats avant et arrière peuvent notamment être
formés par des plaques de verre ou de polymère thermoplastique. Afin de
permettre le montage du module photovoltaïque sur une structure, telle qu'une
20 structure de toit, une façade de bâtiment ou une structure porteuse en plein
champ, le module est classiquement équipé d'un cadre métallique, notamment
constitué en aluminium, qui recouvre sa périphérie. La fixation du module sur la
structure de montage est alors obtenue par solidarisation du cadre avec la
structure et/ou avec le cadre d'un autre module, dans le cas du montage de
25 plusieurs modules juxtaposés.

Lorsque la structure de montage est métallique, ce système de montage
classique au moyen d'un cadre métallique a l'inconvénient de créer un
environnement électriquement conducteur à un potentiel flottant ou au potentiel
de la terre autour des modules photovoltaïques. Ainsi, pour de hautes tensions
30 de système, en particulier supérieures à plusieurs centaines de volts, les
modules peuvent être exposés à une forte intensité du champ électrique, ce qui
induit un risque de détérioration des modules. La présence du cadre métallique
sur la périphérie de chaque module et la fixation du module sur la structure au

niveau de ce cadre entraînent également l'apparition de contraintes mécaniques sur la périphérie du module, ce qui nuit à la résistance mécanique du module. De plus, le cadre métallique de chaque module recouvre des parties de surface active à la périphérie du module qui, si elles n'étaient pas recouvertes, participeraient à la conversion d'énergie, ce qui limite le rendement de conversion énergétique du module.

C'est à ces inconvénients qu'entend plus particulièrement remédier l'invention en proposant un système de montage permettant un montage fiable de modules photovoltaïques sur une structure au moins partiellement métallique, tout en réduisant l'intensité du champ électrique à laquelle les modules sont exposés.

A cet effet, l'invention a pour objet un système de montage d'un module photovoltaïque sur une structure au moins partiellement métallique, le module photovoltaïque comprenant au moins une cellule photovoltaïque qui comporte des éléments électriquement conducteurs, caractérisé en ce qu'il comprend, au niveau de chaque région dans laquelle la cellule photovoltaïque est proche d'une partie métallique mise à la terre de la structure en configuration montée, au moins un élément électriquement isolant positionné entre la partie métallique et la partie la plus proche des éléments électriquement conducteurs de la cellule photovoltaïque, l'épaisseur totale de matériau électriquement isolant entre la partie métallique et la partie la plus proche des éléments électriquement conducteurs de la cellule photovoltaïque étant d'au moins 7 mm, de préférence d'au moins 10 mm, encore de préférence d'au moins 12 mm.

Ainsi, les éléments électriquement conducteurs de la cellule photovoltaïque sont maintenus à une distance d'au moins 7 mm, de préférence d'au moins 10 mm, encore de préférence d'au moins 12 mm, de toute partie métallique au potentiel de la terre. Au sens de l'invention, les éléments électriquement conducteurs de la cellule photovoltaïque comprennent les électrodes et les bus bars de la cellule photovoltaïque.

Selon un mode de réalisation de l'invention, ledit au moins un élément électriquement isolant comprend un substrat arrière du module photovoltaïque constitué en un matériau électriquement isolant, notamment en verre ou en un matériau polymère. De manière classique, le module photovoltaïque peut

comprendre à la fois un substrat avant et un substrat arrière, la ou chaque cellule photovoltaïque étant intercalée entre les substrats avant et arrière.

De préférence, le module photovoltaïque est dépourvu d'un cadre métallique. Ainsi, les éléments électriquement conducteurs de la cellule photovoltaïque sont maintenus, dans la configuration montée, à une distance
5 d'au moins 7 mm, de préférence d'au moins 10 mm, encore de préférence d'au moins 12 mm, de toute partie métallique.

Selon une caractéristique avantageuse de l'invention, au moins une région dans laquelle la cellule photovoltaïque est proche d'une partie métallique
10 mise à la terre de la structure en configuration montée est une région de fixation du module sur la structure, et ledit au moins un élément électriquement isolant comprend une attache solidaire d'une face arrière du substrat arrière.

Selon une caractéristique avantageuse de l'invention, l'attache est constituée en un matériau polymère ou en un matériau composite comprenant
15 une matrice polymère et des fibres électriquement isolantes.

Selon un mode de réalisation de l'invention, l'attache est apte à être couplée directement avec la partie métallique de la structure pour la fixation du module sur la structure.

Selon un autre mode de réalisation de l'invention, ledit au moins un
20 élément électriquement isolant au niveau de cette région de fixation comprend en outre une partie d'un support, ledit support étant solidaire de la partie métallique de la structure et l'attache étant apte à être couplée avec la partie du support pour la fixation du module sur la structure.

Selon une caractéristique avantageuse de l'invention, le support est
25 entièrement constitué en un matériau électriquement isolant, en particulier en un matériau polymère ou en un matériau composite comprenant une matrice polymère et des fibres électriquement isolantes.

Selon une caractéristique avantageuse de l'invention, l'attache comporte un motif, en saillie ou en creux, propre à venir en prise avec un motif
30 complémentaire, en creux ou en saillie, de la partie du support, l'attache et le support étant aptes à être couplés l'un par rapport à l'autre par mise en prise de leurs motifs respectifs.

Selon une caractéristique avantageuse de l'invention, le support est solidarisé avec la partie métallique de la structure par encliquetage.

Selon une caractéristique avantageuse de l'invention, le système de montage comprend au moins deux attaches solidaires de la face arrière du substrat arrière, qui sont régulièrement réparties sur ladite face et décalées intérieurement par rapport aux bords périphériques du module.

Selon une caractéristique avantageuse de l'invention, chaque région dans laquelle la cellule photovoltaïque est proche d'une partie métallique mise à la terre de la structure en configuration montée est une région de fixation du module sur la structure.

L'invention a également pour objet un ensemble comprenant une structure au moins partiellement métallique, telle qu'une structure de toit, une structure de façade ou une structure porteuse en plein champ, et au moins un module photovoltaïque monté sur la structure, dans lequel le module est monté sur la structure au moyen d'un système de montage tel que décrit ci-dessus. Un tel ensemble peut être un système de production d'énergie électrique à haute tension, dans lequel des tensions de l'ordre de plusieurs centaines de volts par rapport au potentiel de terre peuvent être atteintes.

Les caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront dans la description qui va suivre de plusieurs modes de réalisation d'un système de montage selon l'invention, donnée uniquement à titre d'exemple et faite en se référant aux dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 est une vue en perspective de modules solaires photovoltaïques montés sur une structure au moyen d'un système de montage conforme à un premier mode de réalisation de l'invention ;

- la figure 2 est une vue en perspective à plus grande échelle selon la flèche II de la figure 1 ;

- la figure 3 est une vue à plus grande échelle et en éclaté du détail III de la figure 2 ;

- la figure 4 est une vue en perspective selon la flèche IV de la figure 3, sur laquelle le module photovoltaïque a été omis ;

- la figure 5 est une vue en perspective de dessous d'un module photovoltaïque de la figure 1 muni d'attaches du système de montage ;

- la figure 6 est une vue en élévation de modules solaires photovoltaïques montés sur une structure au moyen d'un système de montage conforme à un deuxième mode de réalisation de l'invention ;

5 - la figure 7 est une vue en perspective à plus grande échelle d'un support du système de montage de la figure 6 ;

- la figure 8 est une vue analogue à la figure 2 de modules solaires photovoltaïques montés sur une structure au moyen d'un système de montage conforme à un troisième mode de réalisation de l'invention ;

- la figure 9 est une coupe selon le plan IX de la figure 8 ; et

10 - la figure 10 est une vue en élévation de modules solaires photovoltaïques montés, au moyen d'un système de montage conforme au premier mode de réalisation de l'invention, sur une structure qui diffère des structures montrées sur les figures précédentes.

15 Sur les figures, les épaisseurs des éléments constitutifs des modules photovoltaïques et des systèmes de montage ont été exagérées dans un souci de visibilité, sans respecter les dimensions relatives réelles de ces éléments. En particulier, les couches actives de la cellule photovoltaïque de chaque module ont été représentées avec une épaisseur similaire à celle des substrats du module, alors qu'en réalité ce sont de fines couches ayant une épaisseur
20 très inférieure.

Dans le premier mode de réalisation représenté sur la figure 1, des modules solaires photovoltaïques 10 sont montés sur une structure métallique 30, de type structure porteuse en plein champ, au moyen d'un système de montage 1. La structure 30 est adaptée pour recevoir les modules 10 avec une
25 inclinaison par rapport à l'horizontale, cette inclinaison étant prévue pour maximiser le rayonnement solaire incident sur le module. On note π le plan moyen de fixation des modules 10 sur la structure 30, qui est incliné selon un angle α par rapport à l'horizontale. Tel que représenté sur la figure 1, l'angle α d'inclinaison du plan π par rapport à l'horizontale est de l'ordre de 45° . De
30 manière plus générale, l'angle α peut être compris entre 0° et 90° .

Dans ce mode de réalisation, la structure 30 est une structure en acier inoxydable comprenant une pluralité de poutrelles 31, 33, 35 agencées entre elles de manière à former une charpente triangulée, sur laquelle sont fixées des

traverses 37 à section transversale quadrilatère. Les traverses 37, dont on note X37 un axe longitudinal, sont parallèles entre elles et destinées à recevoir une pluralité de modules photovoltaïques 10 juxtaposés.

Comme montré sur la figure 5, chaque module 10 est un module photovoltaïque parallélépipédique dépourvu de cadre, qui comprend un substrat avant ou « superstrat » 11, un substrat arrière 12 et une ou plusieurs cellules photovoltaïques 13 intercalées entre les substrats avant 11 et arrière 12. Le substrat avant 11, destiné à être agencé du côté d'incidence du rayonnement solaire sur le module, est transparent, par exemple constitué en un verre transparent extra-clair ou en un polymère thermoplastique transparent tel que le polycarbonate, le polyuréthane ou le polyméthacrylate de méthyle. Le substrat arrière 12, destiné à être agencé en regard de la structure 30, est constitué en tout matériau électriquement isolant approprié, transparent ou non. On note $t/2$ l'épaisseur du substrat arrière 12.

En variante, le substrat arrière peut inclure partiellement des parties métalliques, à condition qu'un revêtement ou un couvercle constitué en un matériau électriquement isolant empêche toute liaison électrique entre ces parties métalliques et le potentiel de la terre.

La ou chaque cellule photovoltaïque 13 positionnée entre les substrats 11 et 12 est formée par un empilement de couches minces comprenant successivement, à partir du substrat avant 11, une couche 14 transparente électriquement conductrice, notamment à base d'oxyde conducteur transparent (Transparent Conductive Oxide), qui forme une électrode avant de la cellule ; une couche 15 d'absorbeur, propre à absorber l'énergie issue du rayonnement solaire incident sur la cellule, notamment une couche mince à base de silicium, amorphe ou microcristallin, ou à base de tellurure de cadmium ; et une couche 16 électriquement conductrice qui forme une électrode arrière de la cellule. Un intercalaire de feuilletage polymère, non représenté, est utilisé pour connecter cet empilement de couches minces au substrat arrière 12 ou à un film formant couvercle arrière.

En variante, la couche 15 d'absorbeur de la ou chaque cellule 13 peut être une couche mince de composé chalcopyrite comprenant du cuivre, de l'indium et du sélénium, dite couche d'absorbeur CIS, éventuellement

additionnée de gallium (couche d'absorbeur CIGS), d'aluminium ou de soufre. Dans ce cas, la ou chaque cellule 13 à couches minces comprend un empilement analogue à celui décrit ci-dessus, un intercalaire de feuilletage polymère non représenté étant également positionné entre l'électrode avant 14 de la cellule et le substrat avant 11, afin de garantir une bonne cohésion du module 10 lors de son assemblage.

Dans les deux cas, l'intercalaire de feuilletage peut notamment être constitué en polybutyral de vinyle (PVB) ou en éthylène vinylacétate (EVA).

Selon encore une autre variante, la ou chaque cellule 13 peut être constituée à partir de « wafers » ou galettes de silicium polycristallin formant une jonction p/n.

Chaque module 10 est équipé de deux boîtes de connexion 50, solidaires de la face arrière 12A du substrat arrière 12 destinée à être en regard de la structure 30, qui est la face du substrat arrière 12 opposée à la ou chaque cellule photovoltaïque 13. Les boîtes de connexion 50 sont solidarisées avec la face 12A par tout moyen approprié, notamment par collage, et sont positionnées de manière symétrique l'une de l'autre par rapport à un axe médian longitudinal X10 du module, au niveau d'une portion médiane du module par rapport à la direction de l'axe X10. Les boîtes de connexion 50 sont reliées entre elles et avec l'extérieur au moyen de câbles 52, ce qui permet le raccordement électrique du module 10, une fois monté sur la structure 30, avec des modules 10 adjacents et des dispositifs non représentés de mise à disposition de courant électrique.

Chaque module photovoltaïque 10 est monté sur la structure 30 au moyen de quatre attaches 20, solidaires du module, et de quatre supports 40, solidaires de traverses 37 de la structure. Dans ce mode de réalisation, pour chaque module photovoltaïque 10, il existe uniquement quatre régions dans lesquelles la cellule photovoltaïque 13 du module est proche de la structure métallique en configuration montée, ces régions correspondant aux régions de fixation du module sur la structure au moyen des attaches 20 et des supports 40.

Chaque attache 20 et chaque support 40 du système de montage 1 sont constitués en un matériau électriquement isolant, notamment en un matériau

polymère ou en un matériau composite comprenant une matrice polymère et des fibres électriquement isolantes. Des exemples de matériaux électriquement isolants appropriés comprennent des polymères tels que le polypropylène, le polyéthylène, le polyamide, le polycarbonate, qui peuvent être renforcés par des fibres électriquement isolantes, telles que des fibres de verre ou des fibres polymères. Dans le cas où les attaches 20 et les supports 40 du système de montage 1 sont constitués en un matériau polymère ou en un matériau comprenant une matrice polymère, chaque attache 20 et chaque support 40 est avantageusement mis en forme par moulage, notamment par moulage par injection.

Les quatre attaches 20 sont solidarisées avec la face arrière 12A du substrat arrière 12 par collage au moyen d'un matériau adhésif. Comme visible sur la figure 5, les quatre attaches 20 sont identiques les unes aux autres et régulièrement réparties sur la face arrière 12A du module, en étant décalées intérieurement par rapport aux bords périphériques longitudinaux 18 et transversaux 19 du module. Plus précisément, si l'on divise la face arrière 12A en quatre cadrans de mêmes dimensions, les attaches 20 sont positionnées chacune au niveau d'une portion centrale de l'un des cadrans. Un tel agencement des attaches 20 réparties sur la face arrière 12A permet de renforcer la structure du module 10 et d'améliorer sa résistance mécanique.

Comme bien visible sur la figure 4, chaque support 40 comprend une première partie 42 d'encliquetage sur la structure 30 et une deuxième partie 44 de couplage par rapport avec une attache 20. Dans ce mode de réalisation, la partie d'encliquetage 42 présente globalement une forme de U, où l'ouverture du U est partiellement refermée par un rebord 43. L'une des branches latérales de la partie d'encliquetage 42 en U est formée par la partie de couplage 44, tandis que l'autre branche latérale 41 de la partie d'encliquetage 42 en U se prolonge par le rebord 43, incurvé en direction de la partie de couplage 44. Ainsi, la partie d'encliquetage 42 présente une section transversale quadrilatère, ouverte entre le rebord 43 et la partie 44, qui est complémentaire de la section transversale de chaque traverse 37.

De manière avantageuse, chaque support 40 du système de montage 1 est constitué en un matériau déformable élastiquement, de sorte que les

branches latérales 41 et 44 de la partie d'encliquetage 42 sont aptes à être écartées élastiquement l'une de l'autre. Il est ainsi possible d'agrandir l'ouverture délimitée entre le rebord 43 et la partie de couplage 44, afin d'obtenir l'encliquetage de la partie 42 sur une traverse 37 de la structure 30. En configuration encliquetée de la partie 42 sur une traverse 37, la traverse 37 est reçue et enserrée dans le volume intérieur 47 défini par la partie 42, de sorte que le support 40 est solidarisé avec la traverse 37. Dans cette configuration encliquetée, il est possible de prévoir un ajustement peu serré, c'est-à-dire avec un certain jeu, de la partie 42 sur la traverse 37, le support 40 étant alors apte à être déplacé en coulissement selon la direction de l'axe longitudinal x_{37} de la traverse.

Comme montré sur la figure 4, la partie de couplage 44, qui, dans ce mode de réalisation, constitue une branche latérale de la partie d'encliquetage 42 de chaque support 40, comporte un motif en saillie 45. Ce motif en saillie 45 est prévu pour venir en prise avec un motif en creux 25 complémentaire que comporte chaque attache 20 du système de montage 1 sur une face 20A. Le motif en creux 25 de chaque attache 20 et le motif en saillie 45 de chaque support 40 présentent des profils trapézoïdaux complémentaires, la section transversale S_{25} , S_{45} de chaque motif 25, 45 diminuant selon une direction longitudinale x_{25} , x_{45} du motif. Les motifs 25 et 45 d'une attache 20 et d'un support 40 du système de montage 1 sont ainsi aptes à venir en prise mutuelle par un mouvement de coulissement de l'un par rapport à l'autre selon la direction longitudinale x_{25} , x_{45} des motifs, comme montré par la flèche F_1 de la figure 2. Lorsque le motif 25 d'une attache 20 est en prise avec le motif 45 d'un support 40, l'attache et le support sont couplés l'un par rapport à l'autre.

Ce couplage de l'attache 20 et du support 40 est réversible, dans la mesure où, lorsque les motifs 25 et 45 sont en prise mutuelle, il subsiste un degré de liberté de translation de l'attache 20 par rapport au support 40, dans le sens de la flèche F_2 de la figure 2 opposée à la flèche F_1 . Autrement dit, lorsque les motifs 25 et 45 sont en prise mutuelle, l'attache 20 et le support 40 sont immobilisés l'un par rapport à l'autre sauf dans le sens de la flèche F_2 .

Comme visible sur la figure 5, chaque attache 20 est fixée sur la face arrière 12A du module 10 de telle sorte que l'axe x_{25} de son motif en creux 25

est parallèle à l'axe longitudinal x_{10} du module. Les quatre supports 40 de réception d'un module 10 sont répartis par paires sur deux traverses 37 voisines, l'une de ces traverses, dite traverse supérieure, étant disposée au-dessus de l'autre, dite traverse inférieure, du fait de l'angle d'inclinaison α du plan π de fixation des modules sur la structure 30. En configuration encliquetée de chacun des supports 40 sur une traverse 37, l'axe X_{45} du motif en saillie 45 du support est orienté transversalement par rapport à l'axe X_{37} de la traverse. Ainsi, lorsque les quatre attaches 20 du module sont en prise avec quatre supports 40 correspondants, le module 10 est fixé sur la structure 30 avec son axe longitudinal x_{10} orienté transversalement par rapport à l'axe X_{37} des traverses 37.

On note θ_{20} l'épaisseur de chaque attache 20 en dehors du motif 25 et e_{44} l'épaisseur de la partie de couplage 44 de chaque support 40 en dehors du motif 45. Au niveau de chaque région de fixation du module sur une traverse 37, dans la configuration couplée de l'attache 20 avec le support 40, l'épaisseur totale $\theta_{12} + \theta_{20} + \theta_{44}$ de matériau électriquement isolant positionné entre la traverse métallique 37 et l'électrode arrière 16, qui est l'élément conducteur de la cellule photovoltaïque 13 qui est le plus proche de la traverse 37, dans une direction perpendiculaire au plan du module 10, est d'au moins 7 mm, de préférence d'au moins 10 mm, encore de préférence d'au moins 12 mm. Dans la configuration montée, la cellule photovoltaïque du module 10 est ainsi isolée électriquement par rapport à la structure métallique 30. De manière avantageuse, l'épaisseur e_{20} de chaque attache 20 est choisie égale à l'épaisseur e_{50} de chacune des deux boîtes de connexion 50 du module. Ainsi, le module 10 muni de ses deux boîtes de connexion 50 et de ses quatre attaches 20 présente une compacité optimale, ce qui facilite son emballage, son stockage et son transport.

Un procédé de montage de modules photovoltaïques 10 sur la structure 30, pour laquelle le plan moyen π de fixation des modules est incliné par rapport à l'horizontale selon l'angle α compris entre 0° et 90° , au moyen du système de montage 1 conforme à l'invention, comprend des étapes telles que décrites ci-après.

Tout d'abord, on fixe quatre attaches 20 sur chaque module 10, selon l'agencement montré sur la figure 5, par collage entre la face 20B de chaque attache, opposée à la face 20A, et la face arrière 12A du module.

5 On solidarise également des supports 40 avec la structure 30, par encliquetage de la partie 42 de chaque support sur des traverses 37 de la structure. Plus précisément, pour chaque module 10, on encliquette quatre supports 40 sur deux traverses 37 voisines, supérieure et inférieure du fait de l'angle d'inclinaison α du plan π , à savoir deux supports sur la traverse 37 supérieure et deux supports sur la traverse 37 inférieure, en disposant les supports sur les traverses avec un espacement approprié correspondant à l'espacement entre les attaches 20 des modules 10. Chaque support 40 est encliqueté sur la traverse 37 correspondante de telle sorte que la section transversale S_{45} de son motif 45 diminue en direction du sol.

15 Dans le cas où la partie d'encliquetage 42 de chaque support 40 est montée peu serrée ou avec un certain jeu sur la traverse 37 correspondante en configuration encliquetée, c'est-à-dire avec possibilité de coulissement du support 40 par rapport à la traverse 37, il est possible d'ajuster le positionnement des supports 40 sur la structure 30 préalablement au montage des modules 10 ou en cours de montage. Ce positionnement est ensuite bloqué par collage des supports 40 par rapport à la structure 30, au moyen d'un matériau adhésif qui comble le jeu entre la partie 42 et la traverse 37. Le positionnement des modules sur la structure est aisé, grâce à l'ajustement possible de la position des supports encliquetés sur la structure de montage.

25 Une fois les modules munis de leurs attaches 20 et la structure équipée de supports 40, on fixe chaque module 10 par rapport à la structure 30 en mettant les motifs 25 des quatre attaches 20 du module en prise avec les motifs 45 des quatre supports 40 encliquetés sur la structure 30 à cet effet. Cette mise en prise mutuelle des motifs 25 et 45 est obtenue par un mouvement de coulissement descendant, dans le sens de la flèche F_i de la figure 2, en direction du sol, du module 10 par rapport à la structure 30.

30 De manière avantageuse, l'étape de solidarisation des attaches 20 avec la face arrière 12A de chaque module est réalisée sur le site de fabrication des

modules 10, de manière intégrée sur la ligne de fabrication des modules, alors que les étapes suivantes sont réalisées sur le site de montage des modules 10.

Dans le cas où il est nécessaire de retirer ou de remplacer un module 10 monté sur la structure 30, par exemple en cas de panne de ce module, le
5 démontage du module 10 s'opère de manière particulièrement simple, par un mouvement de coulissement ascendant, dans le sens de la flèche F_2 de la figure 2, du module 10 par rapport à la structure 30.

Dans le deuxième mode de réalisation représenté sur les figures 6 et 7, les éléments analogues à ceux du premier mode de réalisation portent des
10 références identiques augmentées de 100. Le système de montage 100 conforme à ce deuxième mode de réalisation diffère du système de montage du premier mode de réalisation uniquement par la structure des supports. Plus précisément, dans ce deuxième mode de réalisation, la partie d'encliquetage
142 et la partie de couplage 144 de chaque support 140 sont distantes l'une de
15 l'autre et reliées l'une à l'autre par une partie de jonction 146. En d'autres termes, la partie de couplage 144 ne forme plus une branche latérale de la partie d'encliquetage 142, mais est reliée à une branche latérale 148 de la partie 142 par la partie de jonction 146. Comme montré sur la figure 7, pour
chaque support 140, on note α la distance entre la face arrière de la branche
20 latérale 148 et la face avant de la partie de couplage 144, en dehors du motif 145.

Comme précédemment, chaque attache 120 et chaque support 140 du système de montage 101 sont constitués en un matériau électriquement isolant, notamment en un matériau polymère ou en un matériau composite comprenant
25 une matrice polymère. En particulier, chaque support 140 est avantageusement moulé par injection en une seule pièce en un matériau composite comprenant une matrice polymère renforcée par des fibres électriquement isolantes. La structure de chaque support 140, représentée sur les figures 6 et 7, est très schématique. Notamment, des éléments de renfort au niveau de la partie de
30 jonction 146, qui sont nécessaires pour assurer une résistance mécanique satisfaisante du support 140, n'ont pas été représentés sur ces figures.

Les supports 140 associés à chaque module 110 sont choisis de telle sorte que la distance α est différente entre la première paire de supports du

module, encliquetés sur la traverse 137 supérieure de la structure 130, et la deuxième paire de supports du module, encliquetés sur la traverse 137 inférieure. Comme montré sur la figure 6, la distance d_1 de la première paire de supports 140, encliquetés sur la traverse 137 supérieure, est inférieure à la distance d_2 de la deuxième paire de supports 140, encliquetés sur la traverse 137 inférieure, de telle sorte qu'en configuration fixée de chaque module sur la structure, le module est incliné selon un angle β de l'ordre de 10° par rapport au plan π de fixation de modules sur la structure. Il en résulte un agencement étage des modules 110 sur la structure 130, à la manière de tuiles. Un tel agencement étage des modules 110 évite le stationnement de salissures, ou encore de neige, entre deux modules adjacents et limite ainsi l'encrassement des modules.

Dans ce mode de réalisation, au niveau de chaque région de fixation du module sur une traverse 137, dans la configuration couplée de l'attache 120 avec le support 140, l'épaisseur totale $e_{112+e_{120+c}}$ de matériau électriquement isolant positionné entre la traverse 137 et l'électrode arrière 116, qui est l'élément conducteur de la cellule photovoltaïque 113 qui est le plus proche de la traverse métallique 137, dans une direction perpendiculaire au plan du module 110, est d'au moins 7 mm, de préférence d'au moins 10 mm, encore de préférence d'au moins 12 mm. Dans ce cas, le matériau intercalaire électriquement isolant comprend à la fois de l'air et les matériaux constitutifs du substrat arrière 112, de l'attache 120 et du support 140. De manière avantageuse, comme un espace est prévu entre la partie d'encliquetage et la partie de couplage de chaque support du système de montage, les mouvements de convection d'air à l'arrière des modules, et donc le refroidissement des modules, sont améliorés.

Les supports 140 du système de montage 101 conforme à ce deuxième mode de réalisation peuvent être fabriqués en deux séries distinctes, l'une présentant l'écartement d_1 entre les parties 142 et 144 et l'autre présentant l'écartement d_2 entre les parties 142 et 144. En variante, les supports 140 peuvent être fabriqués selon un modèle unique comportant des moyens de modulation de la distance d entre les parties 142 et 144, par exemple un système à crans. Dans ce cas, des renforts spécifiques de la zone de jonction

entre les parties 142 et 144 sont à prévoir, afin de garder une résistance mécanique satisfaisante du support.

Dans le troisième mode de réalisation représenté sur les figures 8 et 9, les éléments analogues à ceux du premier mode de réalisation portent des références identiques augmentées de 200. Le système de montage 201 conforme à ce troisième mode de réalisation diffère du système de montage du premier mode de réalisation en ce que les attaches 220 sont aptes à être couplées directement avec les traverses 237 de la structure 230. Plus précisément, chaque traverse 237 comporte un épaulement 238 qui, du fait de l'inclinaison du plan π de fixation des modules 210 sur la structure 230, est dirigé vers le haut, à l'opposé du sol. Pour la fixation d'un module photovoltaïque 210 sur la structure métallique 230, chacune des quatre attaches 220 du module comporte un crochet 228 prévu pour coopérer avec l'épaulement 238 de la traverse 237. Le crochet 228 d'une attache 220 est apte à venir en prise avec l'épaulement 238 d'une traverse 237 par un mouvement de coulissement du crochet par rapport à l'épaulement dans le sens de la flèche F_3 de la figure 9.

Lorsque le crochet 228 d'une attache 220 est en prise avec l'épaulement 238 d'une traverse 237, l'attache est couplée à la traverse et ce couplage est réversible. Le module 210 est fixé sur la structure 230 lorsque ses quatre attaches 220 sont en prise par paires sur deux traverses 237 voisines, l'une des traverses étant disposée au-dessus de l'autre. Dans ce mode de réalisation, chaque attache 220 est constituée en un matériau électriquement isolant, notamment en un matériau polymère ou en un matériau composite comprenant une matrice polymère et des fibres électriquement isolantes. Au niveau de chaque région de fixation du module 210 sur une traverse 237, l'épaisseur totale de matériau électriquement isolant positionné entre la traverse métallique 237 et l'électrode arrière 216, qui est l'élément conducteur de la cellule photovoltaïque 213 qui est le plus proche de la traverse 237, dans une direction perpendiculaire au plan du module 210, est d'au moins 7 mm, de préférence d'au moins 10 mm, encore de préférence d'au moins 12 mm. Ainsi, les éléments conducteurs du module photovoltaïque 210 sont isolés électriquement par rapport à la structure métallique 230 au niveau de chaque

région de fixation du module sur la structure, qui correspondent aux seules régions dans lesquelles la cellule photovoltaïque du module est proche de la structure.

Comme il ressort des modes de réalisation décrits précédemment, un système de montage conforme à l'invention garantit que, au niveau de chaque région dans laquelle la ou chaque cellule photovoltaïque d'un module photovoltaïque est proche d'une partie métallique mise à la terre de sa structure de montage, une certaine épaisseur de matériau électriquement isolant est intercalée entre la partie métallique et la partie la plus proche des éléments conducteurs de la cellule photovoltaïque, c'est-à-dire l'électrode arrière dans les exemples précédents. De manière avantageuse, au niveau de chaque région dans laquelle la ou chaque cellule photovoltaïque du module est proche d'une partie métallique mise à la terre de sa structure de montage, l'épaisseur de matériau électriquement isolant positionné entre la partie métallique de la structure et la partie la plus proche des éléments conducteurs de la cellule photovoltaïque, dans une direction perpendiculaire au plan du module, est d'au moins 7 mm, de préférence d'au moins 10 mm, encore de préférence d'au moins 12 mm.

Grâce à cet agencement, chaque élément conducteur du module est isolé électriquement et maintenu à une distance par rapport à toute partie métallique mise à la terre de la structure de montage, ce qui permet de réduire l'intensité du champ électrique à laquelle le module est exposé. Ainsi, un système de montage selon l'invention permet d'éviter le risque de détérioration des modules à haute tension dans les systèmes de production d'énergie électrique, en particulier pour des tensions supérieures à plusieurs centaines de volts, ce qui augmente la durée de vie des modules. Un exemple de mécanisme de détérioration susceptible d'intervenir à haute tension pour des modules photovoltaïques à couches minces est la délamination. Un système de montage conforme à l'invention peut aussi permettre d'atteindre des tensions de système plus importantes, au-dessus de 500V, voire même au-dessus de 1000V.

De plus, un système de montage conforme à l'invention permet un montage rapide et aisé de modules photovoltaïques sur une structure, par mise

en prise des motifs des attaches directement avec la structure ou avec des supports rapportés sur la structure, sans nécessiter d'outillage particulier. Cette mise en prise s'opère par un mouvement simple de coulissement de chaque module par rapport à la structure, jusqu'au blocage qui résulte de la forme relative des motifs. La fixation obtenue des modules sur la structure est fiable et robuste. En particulier, la tenue à la charge des modules est satisfaisante grâce à la répartition régulière des attaches sur la face arrière de chaque module. En outre, l'assemblage des modules avec la structure obtenu selon l'invention est réversible, ce qui permet un démontage individuel d'un module par rapport à la structure, en cas de panne de ce module.

Les éléments constitutifs d'un système de montage conforme à l'invention, à savoir les attaches et éventuellement les supports, ont l'avantage de pouvoir être fabriqués de manière simple et économique, notamment par injection d'un matériau polymère. Des attaches et supports comprenant une matrice polymère sont également aptes à absorber, par déformation élastique, des mouvements de vibration des modules par rapport à leur structure de montage, susceptibles d'intervenir par exemple sous l'effet du vent. Il en résulte un amortissement des bruits associés à de tels mouvements de vibration.

Enfin, grâce à la mise en place d'un système de montage conforme à l'invention, il n'est plus nécessaire d'avoir un cadre mis à la terre autour de la périphérie du module pour obtenir sa fixation sur une structure. Dès lors, toute la surface active du module est exposée au rayonnement solaire, ce qui garantit un rendement optimal du module.

L'invention n'est pas limitée aux exemples décrits et représentés. En particulier, dans les exemples précédents, des modules photovoltaïques sont des modules sans cadre. En variante, les modules peuvent comprendre un cadre, de préférence un cadre non métallique de telle sorte que les éléments électriquement conducteurs de chaque cellule photovoltaïque du module sont maintenus à distance de toute partie métallique mise à la terre dans la configuration montée. Comme évoqué précédemment, les éléments conducteurs de chaque cellule photovoltaïque comprennent les électrodes avant et arrière de la cellule, mais peuvent également comprendre des bus bars, ou barres de connexion, non représentées sur les figures.

Un système de montage conforme à l'invention peut aussi mettre en jeu des attaches et des supports ayant des formes ou des modes de répartition, sur les modules et la structure de réception, différents de ceux décrits précédemment, ou encore un nombre différent d'attaches et de supports. Ces paramètres peuvent notamment être adaptés en fonction du chargement prévisible sur les modules, une fois qu'ils sont fixés sur la structure, par exemple un chargement de vent ou de neige. Comme mentionné précédemment, les attaches sont avantageusement réparties de manière régulière sur la face arrière du module, de façon à renforcer la structure du module. Ainsi, dans le cas où chaque module doit résister à un chargement particulièrement important, il est par exemple possible de prévoir, en plus des attaches réparties dans chaque cadran de la face arrière 12A du module comme montré sur la figure 5, une cinquième attache disposée de manière centrale par rapport au module et de relier les traverses supérieure et inférieure de réception des supports avec une poutre centrale sur laquelle la cinquième attache peut être accrochée, directement ou par l'intermédiaire d'un cinquième support encliqueté sur la structure.

Lorsque les attaches d'un module sont aptes à être couplées avec des supports solidaires de la structure de montage comme dans les premier et deuxième modes de réalisation, les supports peuvent être constitués en un matériau métallique au lieu d'un matériau isolant électrique. Dans ce cas, l'épaisseur totale $e_{i_2} + e_{2o}$, $e_{n_2} + e_{i2o}$ du substrat arrière et des attaches constitués en matériau électriquement isolant est avantageusement d'au moins 7 mm, de préférence d'au moins 10 mm, encore de préférence d'au moins 12 mm, afin de garantir une distance suffisante entre, d'une part, les éléments conducteurs de la ou chaque cellule photovoltaïque des modules et, d'autre part, les supports métalliques, ces derniers étant, du fait de leur conductivité électrique, susceptibles d'induire une détérioration des modules à haute tension s'ils sont trop proches des modules.

Un agencement étage, à la manière de tuiles, des modules sur la structure, qui est un agencement avantageux pour limiter l'encrassement, peut être obtenu par d'autres biais qu'une adaptation de la structure des supports du système de montage, telle qu'illustrée dans le deuxième mode de réalisation,

dans lequel une distance différente entre les parties d'encliquetage et de couplage est prévue d'un support à l'autre. Notamment, un tel agencement étage des modules peut être obtenu en modifiant la structure des attaches ou encore la structure de réception des modules, plutôt que la structure des supports. La modification de la structure de réception en vue d'obtenir un agencement étage des modules est illustrée sur la figure 10.

Sur cette figure, le système de montage est celui du premier mode de réalisation, mais les traverses 37, au lieu d'être rapportées directement sur les poutrelles 35 de la structure 30, sont fixées sur des tiges 39 en saillie par rapport aux poutrelles 35. Plus précisément, comme montré sur la figure 10, pour chaque module 10 à fixer sur la structure 30, la traverse 37 supérieure de réception du module est fixée sur des tiges en saillie 39 ayant une longueur d_1 , alors que la traverse 37 inférieure de réception du module est fixée sur des tiges en saillie 39 ayant une longueur d_2 supérieure à d_1 . Ainsi, dans la configuration où les supports 40 sont encliquetés sur les traverses 37, elles-mêmes fixées sur les tiges en saillie 39, et où les attaches 20 sont couplées aux supports 40, chaque module est incliné selon un angle β de l'ordre de 10° par rapport au plan π .

Enfin, un système de montage conforme à l'invention peut être utilisé pour le montage de modules photovoltaïques sur une structure de réception de tout type, en particulier une structure porteuse en plein champ, un toit ou une façade.

REVENDEICATIONS

1. Système de montage (1 ; 101 ; 201) d'un module photovoltaïque (10 ;
5 110 ; 210) sur une structure (30 ; 130 ; 230) au moins partiellement métallique,
le module photovoltaïque comprenant au moins une cellule photovoltaïque (13 ;
113 ; 213) comportant des éléments électriquement conducteurs (14, 16 ; 114,
116 ; 214, 216), caractérisé en ce qu'il comprend, au niveau de chaque région
10 dans laquelle la cellule photovoltaïque (13 ; 113 ; 213) est proche d'une partie
métallique (37 ; 137 ; 237) mise à la terre de la structure (30 ; 130 ; 230) en
configuration montée, au moins un élément électriquement isolant (12, 20, 44 ;
112, 120, 144, 146, 148 ; 212, 220) positionné entre la partie métallique (37 ;
137 ; 237) et la partie la plus proche (16 ; 116 ; 216) des éléments
électriquement conducteurs de la cellule photovoltaïque, l'épaisseur totale
15 $(\theta_{12} + \theta_{20} + \theta_{44} ; e_{112} + \theta_{120} + d ; \theta_{212} + \theta_{220})$ de matériau électriquement isolant entre la
partie métallique (37 ; 137 ; 237) et la partie la plus proche (16 ; 116 ; 216) des
éléments électriquement conducteurs de la cellule photovoltaïque étant d'au
moins 7 mm, de préférence d'au moins 10 mm, encore de préférence d'au
moins 12 mm.

20 2. Système de montage selon la revendication 1, caractérisé en ce que
ledit au moins un élément électriquement isolant comprend un substrat arrière
(12 ; 112 ; 212) du module photovoltaïque (10 ; 110 ; 210) constitué en un
matériau électriquement isolant.

25 3. Système de montage selon la revendication 2, caractérisé en ce qu'au
moins une région dans laquelle la cellule photovoltaïque (13 ; 113 ; 213) est
proche d'une partie métallique (37 ; 137 ; 237) mise à la terre de la structure
(30 ; 130 ; 230) en configuration montée est une région de fixation du module
(10 ; 110 ; 210) sur la structure, et ledit au moins un élément électriquement
isolant comprend une attache (20 ; 120 ; 220) solidaire d'une face arrière (12A ;
30 112A ; 212A) du substrat arrière (12 ; 112 ; 212).

4. Système de montage selon la revendication 3, caractérisé en ce que
l'attache (20 ; 120 ; 220) est constituée en un matériau polymère ou en un

matériau composite comprenant une matrice polymère et des fibres électriquement isolantes.

5 5. Système de montage selon l'une quelconque des revendications 3 ou 4, caractérisé en ce que l'attache (220) est apte à être couplée directement avec la partie métallique (237) de la structure pour la fixation du module (210) sur la structure.

10 6. Système de montage selon l'une quelconque des revendications 3 ou 4, caractérisé en ce que ledit au moins un élément électriquement isolant au niveau de cette région de fixation comprend en outre au moins une partie (44 ; 144, 146, 148) d'un support (40 ; 140), ledit support (40 ; 140) étant solidaire de la partie métallique (37 ; 137) de la structure (30 ; 130) et l'attache (20 ; 120) étant apte à être couplée avec la partie (44 ; 144, 146, 148) du support (40 ; 140) pour la fixation du module (10 ; 110) sur la structure.

15 7. Système de montage selon la revendication 6, caractérisé en ce que le support (40 ; 140) est entièrement constitué en un matériau électriquement isolant, notamment en un matériau polymère ou en un matériau composite comprenant une matrice polymère et des fibres électriquement isolantes.

20 8. Système de montage selon l'une quelconque des revendications 6 ou 7, caractérisé en ce que l'attache (20 ; 120) comporte un motif (25 ; 125), en saillie ou en creux, propre à venir en prise avec un motif complémentaire (45 ; 145), en creux ou en saillie, de la partie (44 ; 144) du support (40 ; 140), l'attache et le support étant apte à être couplés l'un par rapport à l'autre par mise en prise de leurs motifs respectifs.

25 9. Système de montage selon l'une quelconque des revendications 6 à 8, caractérisé en ce que le support (40 ; 140) est solidarisé avec la partie métallique (37 ; 137) de la structure (30 ; 130) par encliquetage.

30 10. Système de montage selon l'une quelconque des revendications 3 à 9, caractérisé en ce qu'il comprend au moins deux attaches (20 ; 120 ; 220) solidaires de la face arrière (12A ; 112A ; 212A) du substrat arrière (12 ; 112 ; 212), qui sont régulièrement réparties sur ladite face (12A ; 112A ; 212A) et décalées intérieurement par rapport aux bords périphériques (18, 19) du module.

11. Système de montage selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que chaque région dans laquelle la cellule photovoltaïque (13 ; 113 ; 213) est proche d'une partie métallique (37 ; 137 ; 237) mise à la terre de la structure (30 ; 130 ; 230) en configuration montée est une région de fixation du module (10 ; 110 ; 210) sur la structure.

12. Système de montage selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le module photovoltaïque est dépourvu de cadre métallique.

13. Ensemble comprenant une structure (30 ; 130 ; 230) au moins partiellement métallique et au moins un module photovoltaïque (10 ; 110 ; 210) monté sur la structure, caractérisé en ce que le module (10 ; 110 ; 210) est monté sur la structure (30 ; 130 ; 230) au moyen d'un système de montage (1 ; 101 ; 201) selon l'une quelconque des revendications précédentes.

14. Ensemble selon la revendication 13, caractérisé en ce qu'il s'agit d'un système de production d'énergie électrique à haute tension.

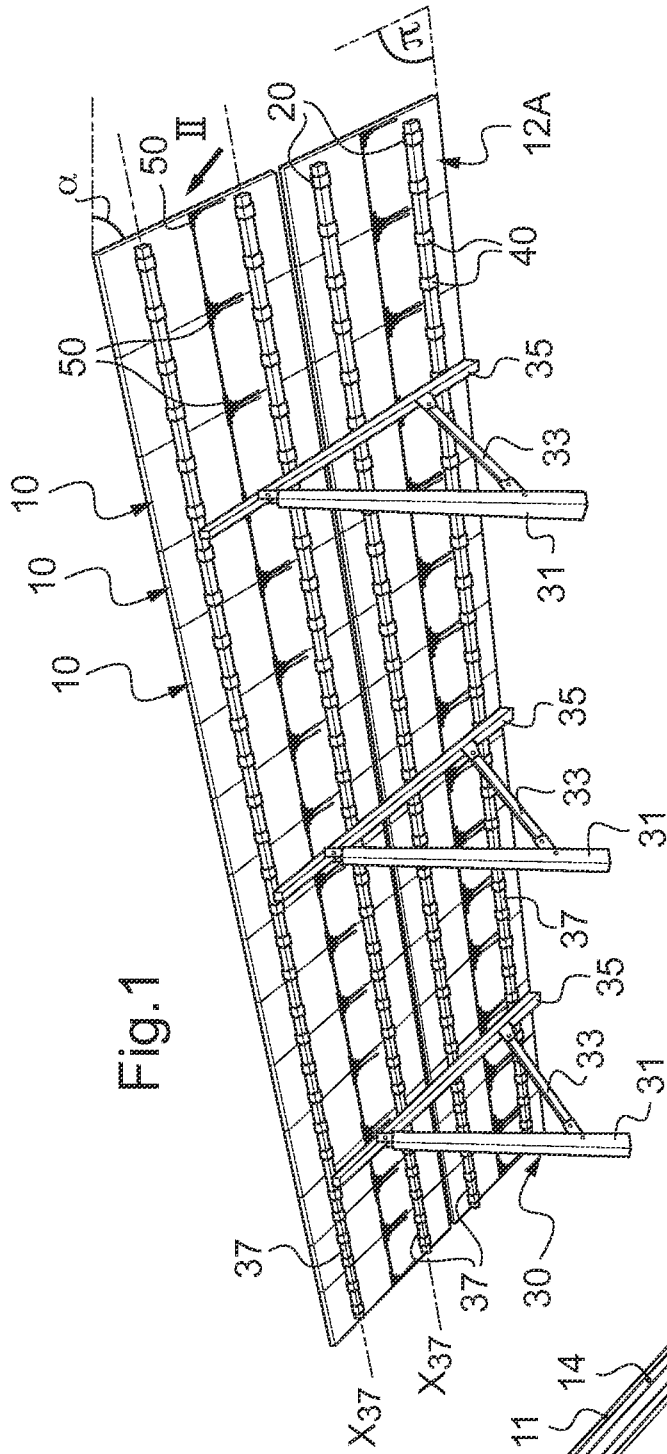


Fig.1

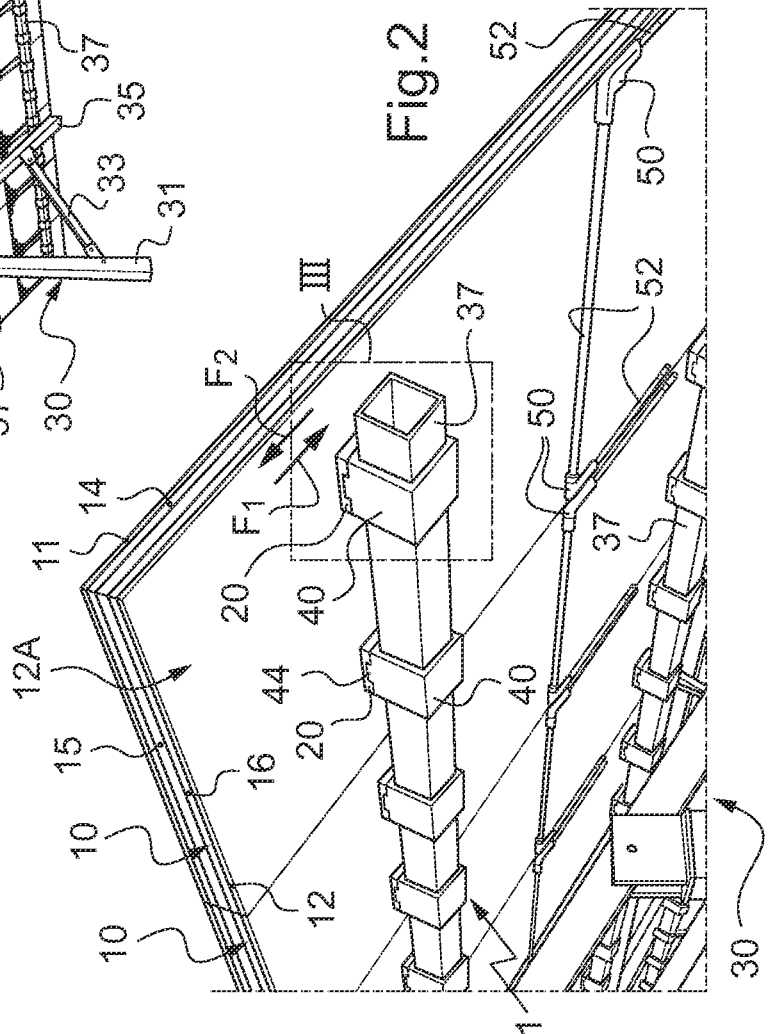


Fig.2

Fig.3

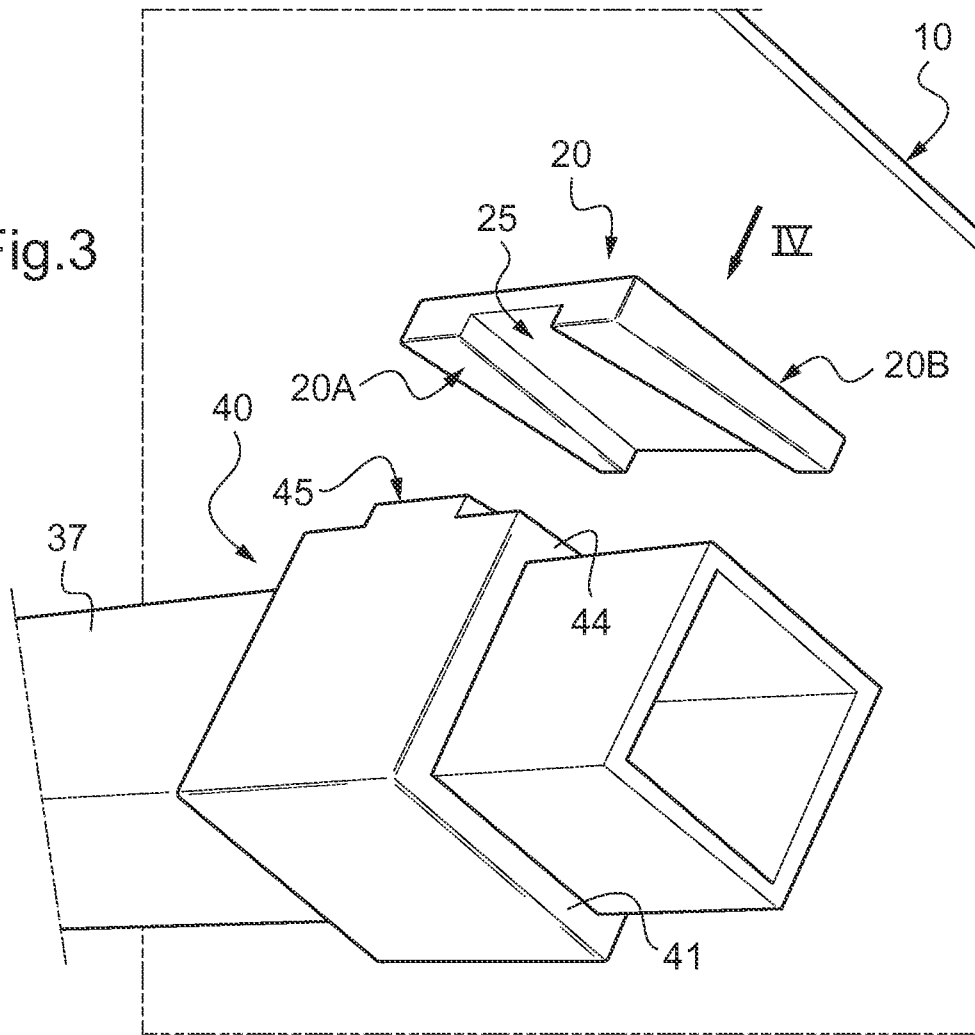
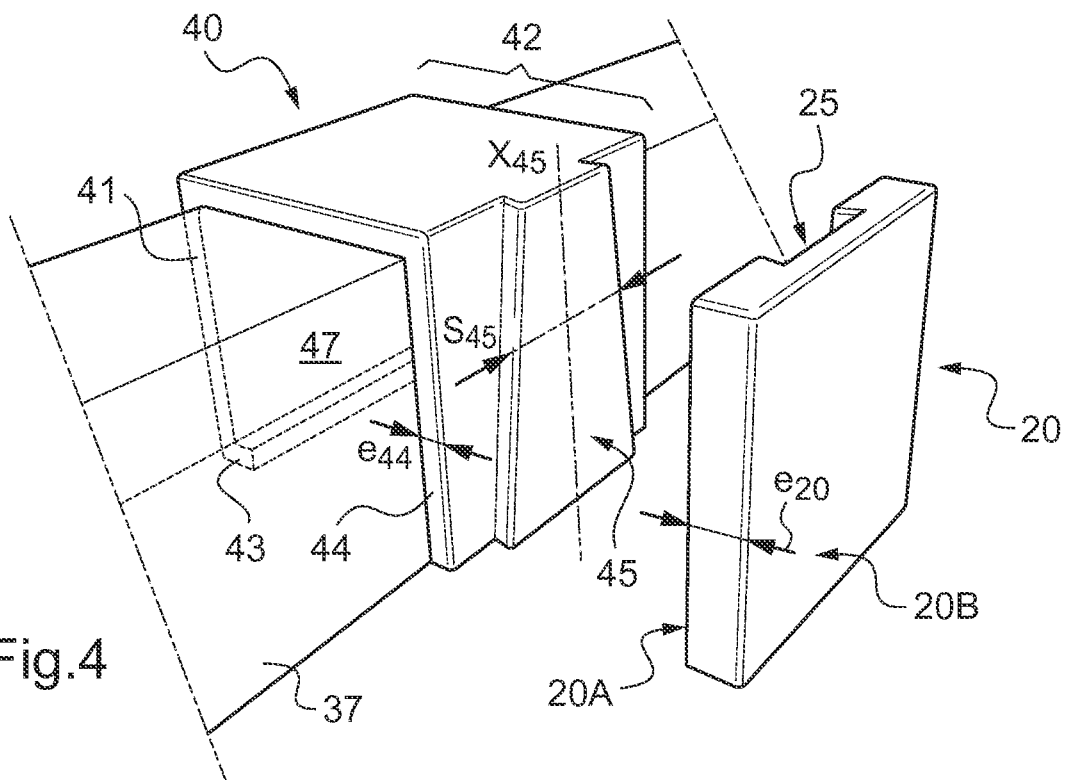
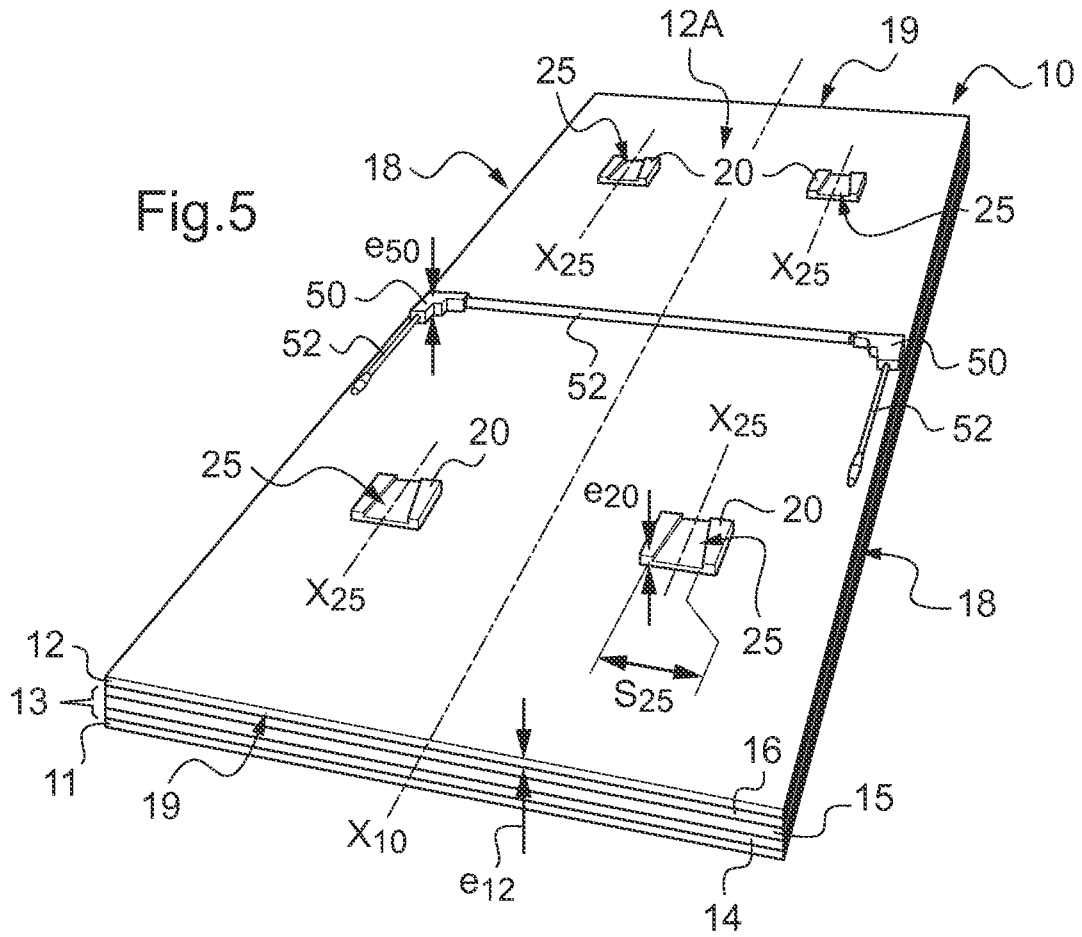


Fig.4





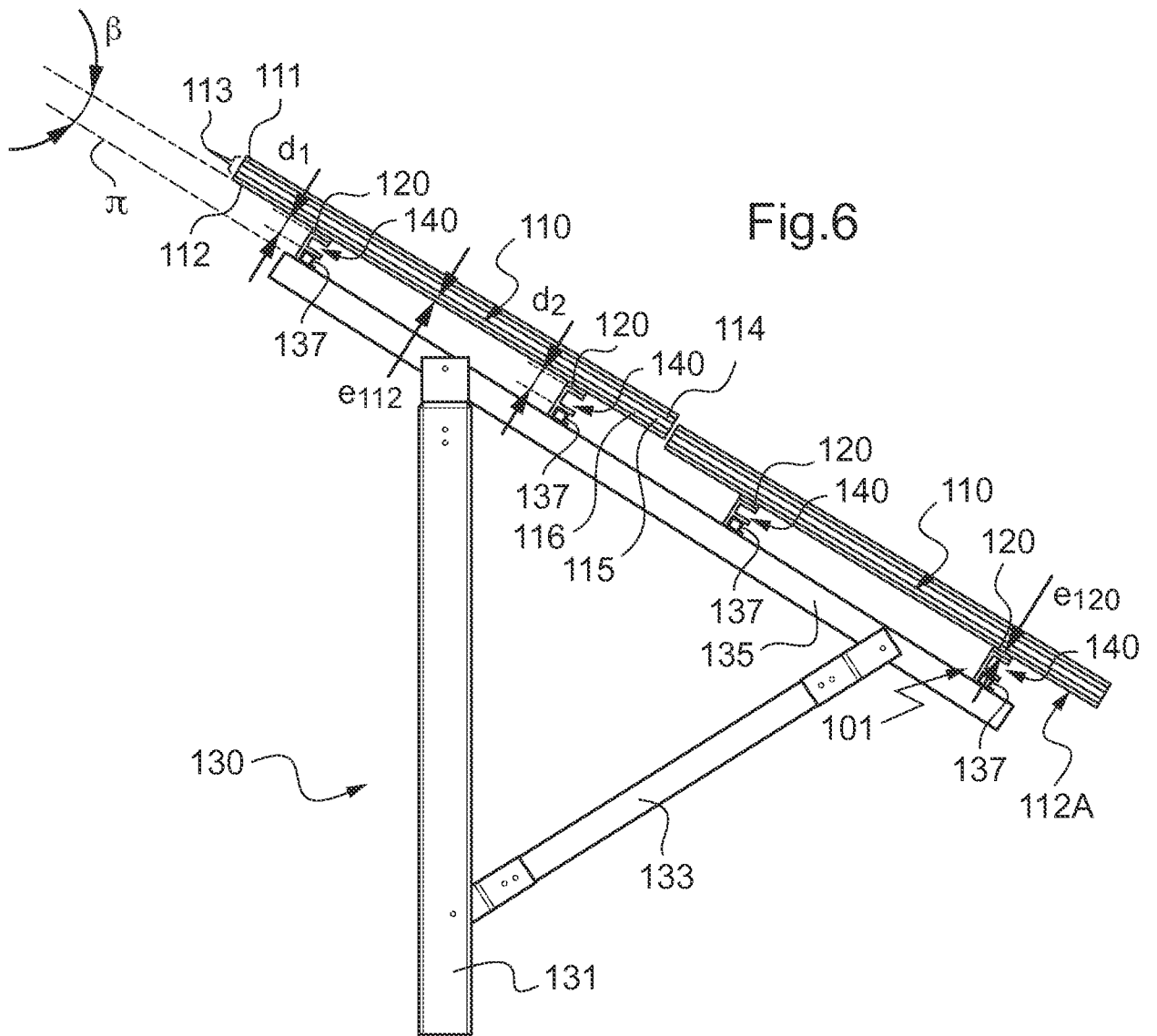


Fig.6

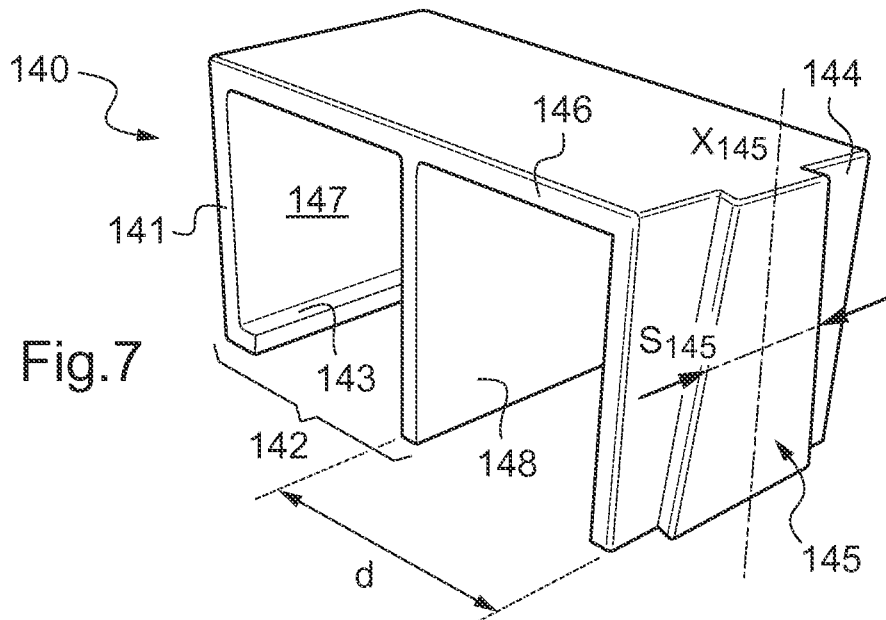
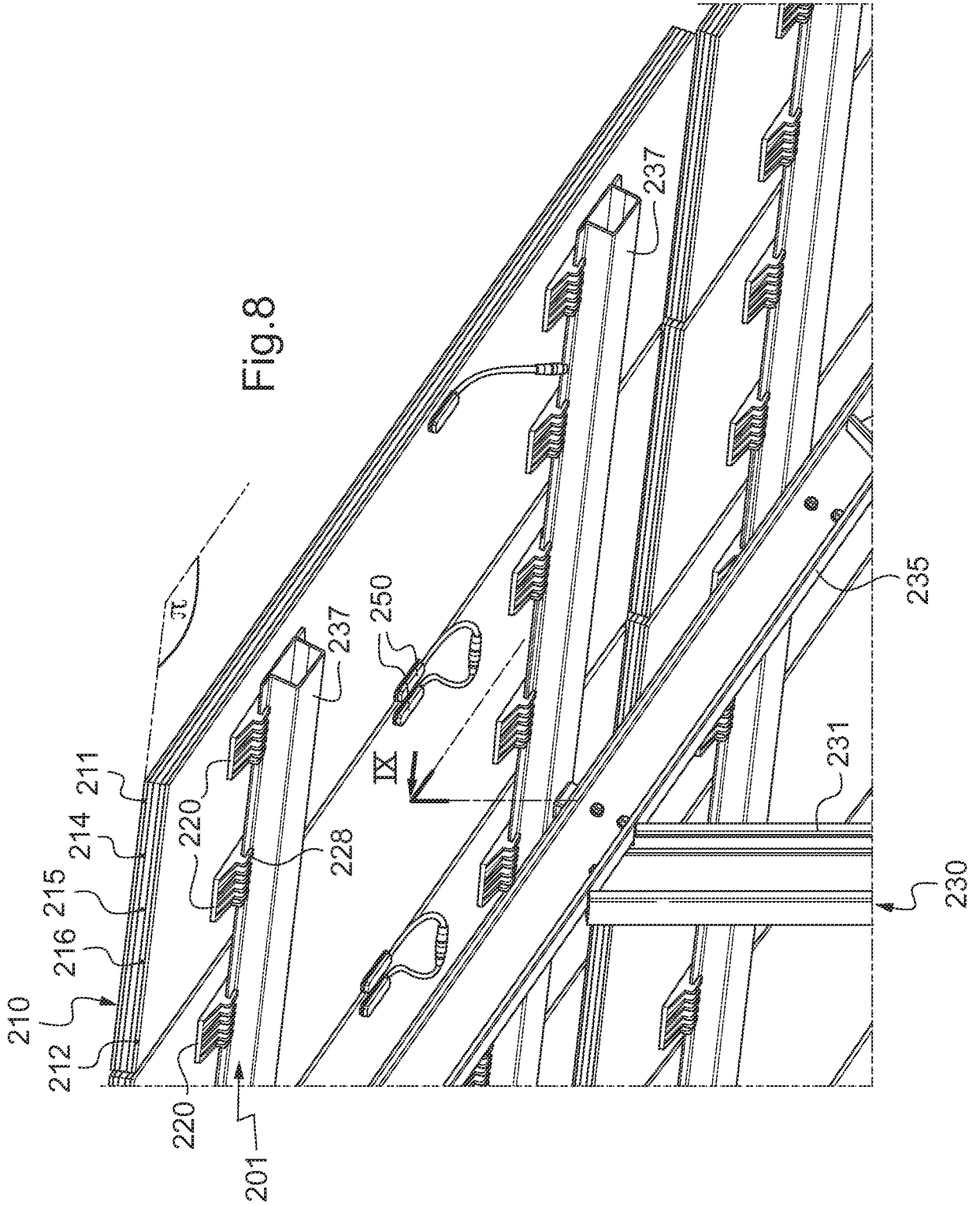


Fig.7



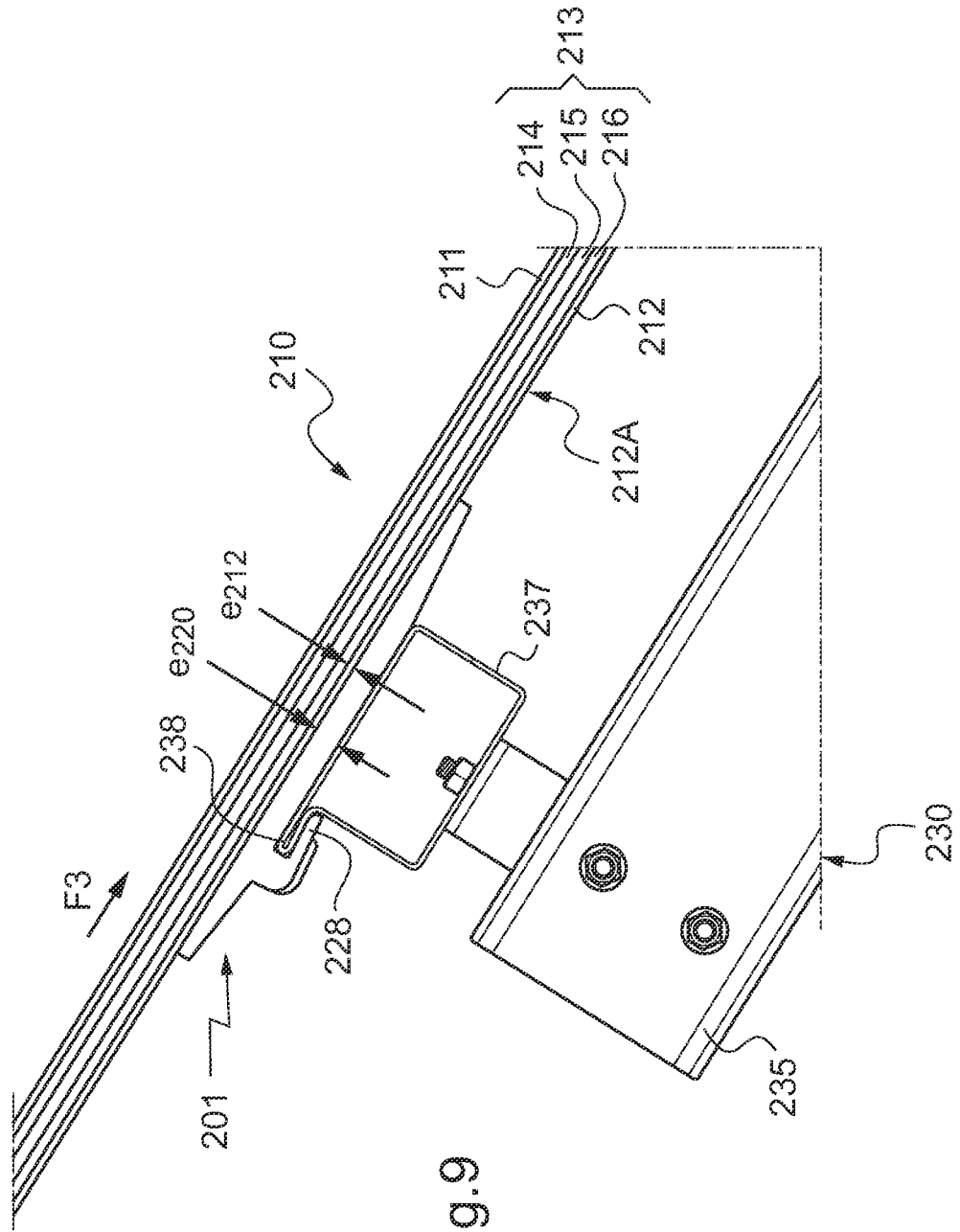


Fig.9

