

(86) **Date de dépôt PCT/PCT Filing Date:** 2015/07/01
(87) **Date publication PCT/PCT Publication Date:** 2016/01/07
(45) **Date de délivrance/Issue Date:** 2019/09/10
(85) **Entrée phase nationale/National Entry:** 2017/01/03
(86) **N° demande PCT/PCT Application No.:** IB 2015/001092
(87) **N° publication PCT/PCT Publication No.:** 2016/001738
(30) **Priorité/Priority:** 2014/07/01 (IB PCT/IB2014/001240)

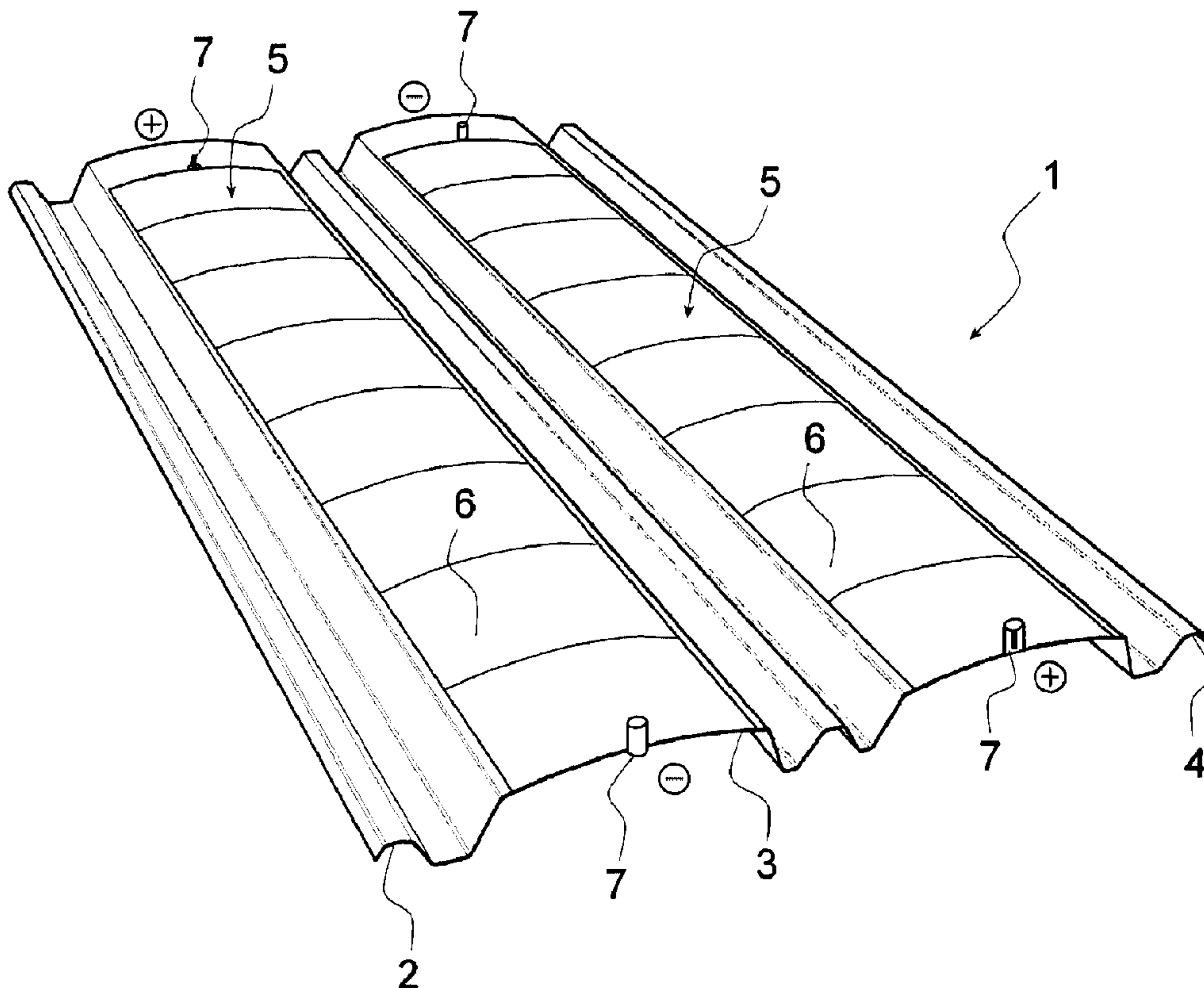
(51) **Cl.Int./Int.Cl.** **H02S 40/36** (2014.01),
E04D 13/18 (2018.01), **H02S 20/23** (2014.01),
H02S 40/34 (2014.01)

(72) **Inventeurs/Inventors:**
VIGNAL, RENAUD, FR;
GERON, LAURENT, BE

(73) **Propriétaire/Owner:**
ARCELORMITTAL, LU

(74) **Agent:** SMART & BIGGAR

(54) Titre : PANNEAU MUNI D'UN DISPOSITIF PHOTOVOLTAIQUE
(54) Title: PANEL EQUIPPED WITH A PHOTOVOLTAIC DEVICE



(57) Abrégé/Abstract:

L'invention concerne un panneau muni d'un dispositif photovoltaïque constitué d'un nombre pair de colonnes de modules photovoltaïques, les colonnes étant alignées sensiblement parallèlement à un bord longitudinal du panneau, chaque colonne

(57) Abrégé(suite)/Abstract(continued):

comprenant un pôle électrique à chacune de ses extrémités, la polarité d'un pôle électrique d'une extrémité étant inverse de celle du pôle électrique de l'autre extrémité, les pôles de deux colonnes adjacentes étant de polarité inversée, le pôle électrique se présentant sous la forme d'un connecteur mâle lorsqu'il est d'une polarité et sous la forme d'un connecteur femelle lorsqu'il est de polarité inverse et les connecteurs mâles et femelles étant agencés de sorte qu'ils s'emboîtent les uns dans les autres lorsque le bord transversal inférieur d'un panneau supérieur vient recouvrir le bord transversal supérieur d'un panneau inférieur. L'invention porte aussi sur un assemblage de panneaux selon l'invention, sur un dispositif électrique apte à être raccordé à un convertisseur comprenant un assemblage selon l'invention et sur un procédé de raccordement électrique, à un convertisseur, des panneaux constitutifs d'un assemblage selon l'invention.

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international(43) Date de la publication internationale
7 janvier 2016 (07.01.2016)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2016/001738 A1(51) Classification internationale des brevets :
H02S 20/23 (2014.01) *H02S 40/34* (2014.01)(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/IB2015/001092(22) Date de dépôt international :
1 juillet 2015 (01.07.2015)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
PCT/IB2014/001240
1 juillet 2014 (01.07.2014) IB(71) Déposant : **ARCELORMITTAL** [LU/LU]; 24-26 Boulevard d'Avranches, L-1160 Luxembourg (LU).(72) Inventeurs : **VIGNAL, Renaud**; 177, ancienne route d'Annecy, F-74320 Sévrier (FR). **GERON, Laurent**; Rue du Fort 63, B-4632 - CEREXHE-HEUSEUX (BE).(74) Mandataire : **JOURDIER, Martin**; ArcelorMittal France, Research & Development Intellectual Property, 6, rue André Campra - Immeuble le Cézanne, 93200 Saint-Denis (FR).

(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, 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, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, 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, ST, 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, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

— avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))

(54) Title : PANEL EQUIPPED WITH A PHOTOVOLTAIC DEVICE

(54) Titre : PANNEAU MUNI D'UN DISPOSITIF PHOTOVOLTAIQUE

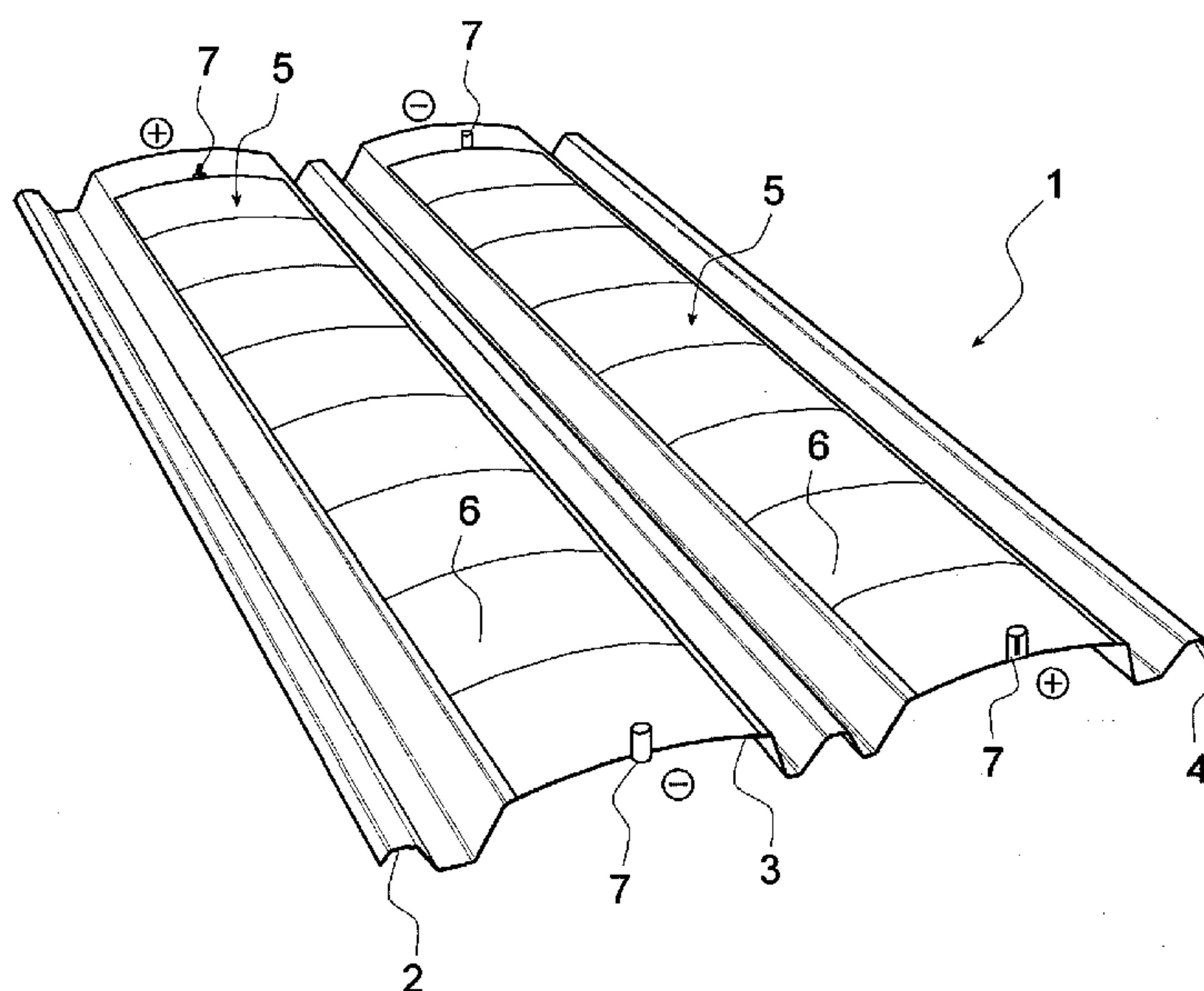


Figure 2

(57) Abstract : The invention relates to a panel equipped with a photovoltaic device made up of an even number of columns of photovoltaic modules, the columns being aligned substantially parallel to a longitudinal edge of the panel, each column comprising an electrical pole at each of its ends, the polarity of an electrical pole of one end being the inverse of that of the electrical pole of the other end, the poles of two adjacent columns being of inverted polarity, the electrical pole taking the form of a male connector when it is of one polarity and the form of a female connector when it is of inverse polarity and the male and female connectors being arranged so that they fit into one another when the lower transverse edge of an upper panel covers the upper transverse edge of a lower panel. The invention also relates to an array of panels according to the invention, to an electrical device able to be connected to a converter comprising an array according to the invention and to an electrical connection method, to a converter, and to the constituent panels of an array according to the invention.

(57) Abrégé :

[Suite sur la page suivante]

WO 2016/001738 A1

L'invention concerne un panneau muni d'un dispositif photovoltaïque constitué d'un nombre pair de colonnes de modules photovoltaïques, les colonnes étant alignées sensiblement parallèlement à un bord longitudinal du panneau, chaque colonne comprenant un pôle électrique à chacune de ses extrémités, la polarité d'un pôle électrique d'une extrémité étant inverse de celle du pôle électrique de l'autre extrémité, les pôles de deux colonnes adjacentes étant de polarité inversée, le pôle électrique se présentant sous la forme d'un connecteur mâle lorsqu'il est d'une polarité et sous la forme d'un connecteur femelle lorsqu'il est de polarité inverse et les connecteurs mâles et femelles étant agencés de sorte qu'ils s'emboîtent les uns dans les autres lorsque le bord transversal inférieur d'un panneau supérieur vient recouvrir le bord transversal supérieur d'un panneau inférieur. L'invention porte aussi sur un assemblage de panneaux selon l'invention, sur un dispositif électrique apte à être raccordé à un convertisseur comprenant un assemblage selon l'invention et sur un procédé de raccordement électrique, à un convertisseur, des panneaux constitutifs d'un assemblage selon l'invention.

Panneau muni d'un dispositif photovoltaïque

La présente invention concerne un panneau de parement extérieur de
bâtiment muni d'un dispositif photovoltaïque. Un tel panneau est destiné
principalement à la réalisation de toitures photovoltaïques sans toutefois y être
limité.

Il est connu d'équiper les toitures des bâtiments au moyen d'un ensemble
de modules photovoltaïques reliés électriquement entre eux de sorte à permettre
la production d'énergie électrique.

Les modules photovoltaïques sont formés d'un ensemble de cellules
photovoltaïques reliées en série. Plus précisément, les cellules sont rangées en
colonnes, les colonnes étant reliées les unes aux autres de sorte à former une
sorte de ruban plié. Chaque module présente en périphérie deux pôles électriques
situés à proximité l'un de l'autre sous la forme d'une sortie + et une sortie –.

Lors de l'assemblage des modules en toiture, on cherche d'une part à
minimiser le métrage de câble et d'autre part à éviter que le câblage ne forme des
boucles d'induction qui perturberaient la production d'énergie.

Pour ce faire, il est connu notamment de CN103151409 de câbler les
modules « à l'horizontale » comme illustré à la figure 1. Dans une première
rangée, les modules, dont les pôles électriques sont situés en partie supérieure,
sont reliés en série. Cette rangée est connectée à la rangée supérieure faite de
modules reliés entre eux en série et dont les pôles électriques sont situés en
partie inférieure. Ce type de câblage permet d'avoir une boucle d'induction de
taille réduite mais présente plusieurs inconvénients :

- le raccordement de deux modules successifs se fait en face arrière, ce
qui peut nécessiter d'avoir accès à la sous-toiture,
- Si l'on souhaite mettre en toiture un nombre impair de rangées de
modules, le câblage devient plus compliqué et nécessite beaucoup de
câble,
- La sortie des câbles se fait sur le côté de la toiture, ce qui nécessite
également un accès en sous-toiture pour relier les câbles au réseau
électrique.

Il est également connu de WO2011/144546 de câbler les modules par l'intermédiaire d'un système de connexion permettant le raccordement aux convertisseurs électronique de puissance de l'installation photovoltaïque au niveau du faitage de la toiture. Ce système de connexion rend cependant
5 complexe la connexion électrique de deux éléments de toiture adjacents. Lors de la mise en place de la toiture photovoltaïque, il est en effet nécessaire de réaliser manuellement plusieurs étapes postérieurement à l'assemblage de deux panneaux adjacents longitudinalement avant que les deux panneaux ne soient électriquement connectés. Il est en effet nécessaire de positionner un boîtier à
10 cheval entre les deux panneaux adjacents, de monter des conducteurs électriques sur des supports, d'injecter un gel de silicone,...

La présente invention a pour but de pallier aux problèmes précités en proposant un panneau de parement extérieur de bâtiment muni d'un dispositif
15 photovoltaïque facilitant la mise en place d'une toiture photovoltaïque en minimisant les opérations à réaliser sur chantier et en simplifiant les opérations restantes.

A cet effet, l'invention a pour premier objet un panneau muni d'un dispositif
20 photovoltaïque constitué d'un nombre pair de colonnes de modules photovoltaïques, les colonnes étant alignées sensiblement parallèlement à un bord longitudinal du panneau, chaque colonne comprenant un pôle électrique à chacune de ses extrémités, la polarité d'un pôle électrique d'une extrémité étant inverse de celle du pôle électrique de l'autre extrémité, les pôles de deux colonnes
25 adjacentes étant de polarité inversée, le pôle électrique se présentant sous la forme d'un connecteur mâle lorsqu'il est d'une polarité et sous la forme d'un connecteur femelle lorsqu'il est de polarité inverse et les connecteurs mâles et femelles étant agencés de sorte qu'ils s'emboîtent les uns dans les autres lorsque
30 le bord transversal inférieur d'un panneau supérieur vient recouvrir le bord transversal supérieur d'un panneau inférieur.

Le panneau selon l'invention peut également comprendre les caractéristiques optionnelles suivantes, prises isolément ou en combinaison :

- le panneau est fait d'une tôle métallique mise en forme,
- les modules photovoltaïques sont des rubans souples collés sur le panneau,
- les modules photovoltaïques ont été réalisés directement sur le panneau par dépôts successifs de couches de natures appropriées par des procédés de dépôt sous vide,
- les colonnes ne sont pas reliées électriquement entre elles,
- les colonnes sont de longueur identique et leurs extrémités sont alignées sensiblement parallèlement à un bord transversal du panneau,

10

Un second objet de l'invention est constitué par un assemblage de panneaux selon l'invention juxtaposés par recouvrement marginal de leurs bords longitudinaux et/ou de leurs bords transversaux de sorte à former dans le sens longitudinal des rangées de modules photovoltaïques.

15

Un troisième objet de l'invention est constitué par un dispositif électrique apte à être raccordé à un convertisseur comprenant un assemblage selon l'invention incliné selon une pente donnée pour lequel :

- en bas de pente de l'assemblage, le pôle électrique de l'extrémité inférieure de la première rangée est connecté électriquement au pôle électrique de l'extrémité inférieure de la deuxième rangée, et ainsi de suite,
- au niveau du recouvrement marginal de deux panneaux adjacents d'une même rangée, le pôle électrique de l'extrémité inférieure de chaque colonne du panneau supérieur est connecté au pôle électrique de polarité inverse en regard sur le panneau inférieur,
- au faitage, les pôles électriques des extrémités supérieures des rangées sont raccordés au convertisseur ou entre eux de façon similaire à ce qui est fait en bas de pente.

20

25

30

Un quatrième objet de l'invention est constitué par un procédé de raccordement électrique, à un convertisseur, des panneaux constitutifs d'un

assemblage selon l'invention incliné selon une pente, comprenant les étapes selon lesquelles :

- 5 – en bas de pente de l'assemblage, le pôle électrique de l'extrémité inférieure de la première rangée est connecté électriquement au pôle électrique de l'extrémité inférieure de la deuxième rangée, et ainsi de suite,
- Au niveau du recouvrement marginal de deux panneaux adjacents d'une même rangée, le pôle électrique de l'extrémité inférieure de chaque colonne du panneau supérieur est connecté au pôle électrique de polarité inverse en regard sur le panneau inférieur,
- 10 – Au faitage, les pôles électriques des extrémités supérieures des rangées sont raccordés au convertisseur ou entre eux de façon similaire à ce qui est fait en bas de pente.

15 Selon un autre aspect de l'invention, le panneau peut également comprendre une partie centrale muni d'un dispositif photovoltaïque et une partie périphérique, le panneau étant configuré de telle sorte à permettre un assemblage avec des
 20 panneaux correspondants pour former un revêtement multi-panneaux étanche visant à protéger une structure sous-jacente contre les intempéries, le panneau incluant *i)* une première pluralité de pôles électriques de polarités différentes adjacents à une première partie périphérique du panneau; et *ii)* une seconde
 25 pluralité de pôles électriques de polarités différentes adjacents à une seconde partie périphérique du panneau; la première pluralité de pôles électriques et la seconde pluralité de pôles électriques étant électriquement reliés au dispositif photovoltaïque; le panneau étant configuré de telle sorte à permettre un
 30 assemblage avec un panneau adjacent selon au moins l'une de deux orientations différentes du panneau, dans la première orientation la première partie périphérique étant liée au panneau adjacent et dans la deuxième orientation la seconde partie périphérique étant liée au panneau adjacent,

- 30 – dans la première orientation, la première pluralité de pôles électriques établissant une connexion électrique avec des pôles respectifs sur le panneau adjacent; et
- dans la deuxième orientation, la seconde pluralité de pôles électriques établissant une connexion électrique avec les pôles respectifs sur le panneau adjacent; et
- 35 – les pôles électriques du panneau étant configurés de manière à réaliser un raccordement électrique entre le dispositif photovoltaïque du panneau et celui du panneau adjacent pour la production conjointe d'énergie électrique, dans la première orientation et (ou) dans la deuxième orientation.

Selon un autre aspect de l'invention, le panneau peut également comprendre une partie centrale muni d'un dispositif photovoltaïque et une partie périphérique, où i) le panneau est configuré de telle sorte à permettre un assemblage avec des panneaux correspondants pour former un revêtement multi-panneaux étanche
 5 visant à protéger une structure sous-jacente contre les intempéries, où l'assemblage s'effectue par recouvrement marginal des parties périphériques entre les panneaux adjacents permettant d'établir un joint étanche avec le panneau adjacent ; et ii) le dispositif photovoltaïque comprend un nombre pair de colonnes de modules photovoltaïques, chaque colonne comprenant un pôle
 10 électrique à chacune de ses extrémités, la polarité d'un pôle électrique d'une extrémité étant inverse de celle du pôle électrique de l'autre extrémité et les pôles de deux colonnes adjacentes sur un même bord du panneau sont de polarité inversée.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la
 15 description qui va suivre.

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui suit, donnée à titre explicatif mais non limitatif, en référence aux figures annexées qui représentent :

- 20 - La figure 1 est une représentation schématique d'un assemblage de panneaux selon l'art antérieur,
- La figure 2 est une représentation schématique en perspective d'un panneau selon une variante de l'invention,
- La figure 3 est une représentation schématique d'un assemblage de panneaux selon une variante de l'invention,
- 25 - La figure 4 est une représentation schématique d'un assemblage de panneaux selon une variante de l'invention.

Les mêmes numéros de référence représentent les mêmes éléments dans chacune des figures.

Dans l'ensemble du texte, on entendra par panneau un élément de forme
 30 plate, c'est-à-dire de faible épaisseur comparée à ses autres dimensions. Le

panneau peut se présenter sous la forme d'une plaque ou d'une feuille constituée d'un matériau unique ou d'un assemblage composite. Dans ce dernier cas, le panneau est une superposition de plusieurs couches du même matériau ou de matériaux différents. Le matériau en question peut être, entre autre, un matériau
5 métallique, un polymère ou encore une céramique. On pourra citer à titre d'exemple non limitatif de matériaux métalliques l'acier, l'aluminium, le cuivre, le zinc. De préférence le panneau est une tôle métallique. De préférence, il s'agit d'acier préalablement galvanisé et prélaqué afin de le protéger de la corrosion. Le panneau peut optionnellement être moussé en face inférieure et ainsi constituer le
10 parement extérieur d'un panneau sandwich.

Dans le cadre de l'invention, le panneau aura été de préférence préalablement mis en forme au moyen de tout procédé connu de mise en forme parmi lesquels on citera à titre d'exemple non limitatif le pliage, le profilage, l'emboutissage, le moulage.

15 Cette mise en forme conduit notamment à la formation de nervures à la surface du panneau. Dans l'ensemble du texte on entendra par nervure une saillie formée à la surface du panneau. La nervure peut être de forme trapézoïdale, comme dans le cas des exemples de réalisation présentés ci-après, ou de forme rectangulaire, ondulée, sinusoïdale ou encore en oméga, par exemple. Elle
20 comprend une partie centrale supérieure et deux ailes latérales.

Pour former une toiture ou une façade, les panneaux sont assemblés par recouvrement marginal de leurs bords longitudinaux et de leurs bords transversaux et fixés à la structure porteuse du bâtiment par l'intermédiaire de moyens de fixation tels que des vis, des clous ou encore des rivets.

25 Dans l'ensemble du texte, on entendra par module photovoltaïque un ensemble apte à convertir l'énergie solaire en électricité et délimité par une barrière protectrice qui isole de l'extérieur des cellules photovoltaïques toutes reliées électriquement entre elles.

30 En référence à la figure 2, le panneau 1 est principalement constitué d'un premier bord longitudinal 2, d'une partie centrale 3 au moins partiellement recouverte d'un dispositif photovoltaïque et d'un second bord longitudinal 4.

Le dispositif photovoltaïque est constitué d'un nombre pair de colonnes 5 de modules photovoltaïques disposées sur la face supérieure du panneau. Chacune des colonnes comprend au moins un module photovoltaïque formé d'un ensemble de cellules photovoltaïques 6. Il peut s'agir à titre d'exemple non limitatif d'un module sous forme de ruban souple collé sur la partie centrale du panneau ou d'un module réalisé directement sur la partie centrale du panneau par dépôts successifs de couches de natures appropriées par des procédés de dépôt sous vide.

Au sein de chaque module photovoltaïque, la disposition et l'organisation 10 des cellules photovoltaïques n'est pas limitative. A titre d'exemple non limitatif, les cellules peuvent être disposées les unes sous les autres en une unique rangée ou peuvent être disposées en plusieurs rangées, les rangées étant reliées les unes aux autres de sorte à former une sorte de ruban plié. De préférence, et afin de faciliter la réalisation, directement sur le panneau, de modules photovoltaïques par 15 des procédés de dépôt sous vide, les cellules sont disposées en une unique rangée.

Une colonne 5 de modules photovoltaïques peut ainsi être monolithique, autrement dit être faite d'une seule pièce, ou être constituée d'une pluralité de modules photovoltaïques mis bout à bout en un alignement. La mise bout à bout 20 de deux modules photovoltaïques successifs s'effectue par la mise en contact électrique de la dernière cellule photovoltaïque d'un module et de la première cellule photovoltaïque de l'autre module de sorte que les deux cellules soient reliées en série.

Les colonnes sont alignées sensiblement parallèlement à un bord 25 longitudinal du panneau. De préférence, les colonnes sont de longueur identique et leurs extrémités sont alignées sensiblement parallèlement à un bord transversal du panneau, de sorte à faciliter la connexion des colonnes de deux panneaux adjacents.

Afin de faciliter le câblage d'un assemblage de panneaux, comme cela sera 30 décrit ultérieurement, le dispositif photovoltaïque présente par ailleurs les caractéristiques suivantes :

- Un nombre pair de colonnes,

- chaque colonne comprend un pôle électrique 7 à chacune de ses extrémités, la polarité d'un pôle électrique d'une extrémité étant inverse de celle du pôle électrique de l'autre extrémité,
- les pôles de deux colonnes adjacentes sont de polarité inversée.

5

La présence des pôles électriques en face supérieure du panneau facilite la connexion des modules entre eux lorsque le panneau est mis en place sur le bâtiment. Il n'est plus nécessaire d'avoir accès à la sous-toiture pour câbler.

De préférence, les colonnes d'un panneau ne sont pas reliées électriquement entre elles. La connexion électrique entre les colonnes ne sera alors réalisée qu'après assemblage des panneaux comme cela sera décrit ultérieurement. Cela simplifie la fabrication du panneau en usine et permet sur chantier d'ajuster le câblage aux spécificités de l'assemblage.

Chaque colonne comprend à l'une de ses extrémités un connecteur mâle faisant office de premier pôle électrique et à son autre extrémité un connecteur femelle faisant office de deuxième pôle électrique, les deux connecteurs étant agencés de sorte qu'ils s'emboîtent l'un dans l'autre lorsque le bord transversal inférieur d'un panneau supérieur vient recouvrir le bord transversal supérieur d'un panneau inférieur. On entend par emboîtement le fait qu'une partie du connecteur mâle se fiche dans une partie du connecteur femelle lors du rapprochement de deux panneaux adjacents de sorte que les deux panneaux soient reliés électriquement, concomitamment à leur assemblage en toiture, sans qu'il soit nécessaire de procéder à d'autres étapes, telles que, par exemple, le raccordement manuel de deux câbles électriques. A cet effet, une partie du connecteur mâle présente une forme complémentaire d'une partie du connecteur femelle. De préférence, l'axe des connecteurs mâle et femelle est ajusté de sorte à permettre un rapprochement aisé des deux panneaux. De préférence, l'axe est orienté perpendiculairement au panneau. Une telle connexion facilite l'assemblage des panneaux sur un bâtiment et simplifie le câblage de l'installation photovoltaïque.

30

Le connecteur femelle peut par exemple consister en un boîtier situé au niveau du bord transversal inférieur du panneau et comprenant une prise femelle d'axe orienté perpendiculairement au panneau. Le connecteur mâle

correspondant consiste, dans ce cas, en une prise mâle, d'axe orienté perpendiculairement au panneau, située au niveau du bord transversal supérieur. Lors de la mise en place du panneau supérieur par translation selon un axe orienté perpendiculairement au panneau inférieur, le connecteur mâle et le connecteur femelle s'emboîtent.

Les panneaux selon l'invention sont de préférence fabriqués en usine puis transportés sur site avant d'être assemblés comme indiqué ci-dessous et à l'appui de la figure 3. D'une part la fabrication en usine de l'intégralité du panneau permet de garantir sa qualité et son bon fonctionnement et d'autre part les opérations d'assemblage sur site sont minimisées grâce à la mise en place en une seule étape du parement extérieur du bâtiment et de l'ensemble photovoltaïque.

De préférence, les panneaux destinés à un assemblage donné présentent chacun une première colonne 5 dont chacun des pôles 7 est de même polarité que le pôle correspondant de la première colonne d'un autre panneau. Les dimensions des panneaux et le nombre de colonnes de modules photovoltaïques des panneaux peuvent cependant varier.

Sur la structure 8 du bâtiment à recouvrir, on fixe un premier panneau 1 par l'intermédiaire de moyens de fixation tels que des vis, des clous ou encore des rivets. De préférence, le panneau est orienté de sorte que ses bords longitudinaux soient dans le sens de la pente. Cette orientation facilite l'écoulement des eaux de pluie sur l'assemblage et préserve l'étanchéité de ce dernier.

Puis un ou plusieurs panneaux sont disposés autour du premier panneau et assemblés entre eux :

- par recouvrement marginal des bords transversaux de panneaux adjacents pour former des rangées de modules photovoltaïques, de sorte que chaque pôle électrique d'une extrémité inférieure d'une colonne de modules photovoltaïques du panneau supérieur soit en regard d'un pôle électrique, de polarité inversée, d'une extrémité supérieure d'une colonne du panneau inférieur.
- et/ou par recouvrement marginal des bords longitudinaux de panneaux adjacents pour multiplier le nombre de rangées,

Une rangée de modules photovoltaïques se définit donc comme une juxtaposition dans le sens longitudinal de colonnes de modules photovoltaïques. En fonction de la forme de la structure à recouvrir et des contraintes locales, telles que par exemple une fenêtre, une porte ou encore une cheminée, les rangées de
5 panneaux pourront être de longueurs variables.

On obtient ainsi un assemblage de panneaux formant une pluralité de rangées 9 de modules photovoltaïques. Chaque panneau étant muni d'un nombre pair de colonnes de modules photovoltaïques, le nombre de rangées est pair. Le nombre de modules photovoltaïques par rangée dépend du nombre de panneaux
10 juxtaposés dans une rangée donnée et est donc susceptible de varier d'une rangée à une autre. Dans le cas d'un panneau ne présentant aucun recouvrement marginal de ses bords transversaux, la rangée de modules photovoltaïque se confond avec la colonne de modules photovoltaïques.

Chaque rangée comprend, un pôle électrique à chacune de ses extrémités,
15 la polarité d'un pôle électrique d'une extrémité étant inverse de celle du pôle électrique de l'autre extrémité et les pôles de deux rangées adjacentes étant de polarité inversée. Autrement dit, chaque rangée comprend, à son extrémité inférieure, un pôle électrique, qui se confond avec le pôle électrique de l'extrémité inférieure de la première colonne de cette rangée, et à son extrémité supérieure,
20 un pôle électrique de polarité inverse, qui se confond avec le pôle électrique de l'extrémité supérieure de la dernière colonne de cette rangée. Deux colonnes adjacentes d'un panneau étant de polarité inverse, on retrouve par ailleurs cette inversion des polarités au niveau de deux rangées adjacentes.

Les colonnes 5 de modules photovoltaïques de chaque panneau sont ensuite raccordées électriquement comme indiqué ci-dessous.

En bas de pente 10 de l'assemblage, le pôle électrique 7 de l'extrémité inférieure de la première rangée 9 est connecté électriquement au pôle électrique de l'extrémité inférieure de la deuxième rangée, le pôle électrique de l'extrémité inférieure de la troisième rangée est connecté électriquement au pôle électrique
30 de l'extrémité inférieure de la quatrième rangée, et ainsi de suite.

En pratique, cette connexion électrique est faite au moyen de connecteurs transversaux 11 tels que, à titre d'exemples non limitatifs, un câble électrique souple ou une barrette électrique rigide. Dans le cas où les pôles électriques des

extrémités des rangées sont équipés de connecteurs mâles et femelles, le câble ou la barrette sont prolongés de connecteurs mâles et femelles équivalents, permettant de relier le connecteur de l'extrémité de la rangée au câble ou à la barrette.

5 Les connecteurs transversaux 11 peuvent par ailleurs comprendre une diode orientée de façon à bloquer le passage du courant du pôle électrique positif vers le pôle électrique négatif et à permettre le passage du courant en sens inverse. Cette diode permet, lorsque cela est nécessaire, de court-circuiter une colonne défectueuse.

10 Au niveau du recouvrement marginal 12 de deux panneaux adjacents d'une même rangée, le pôle électrique de l'extrémité inférieure de chaque colonne du panneau supérieur est connecté au pôle électrique de polarité inverse en regard sur le panneau inférieur, autrement dit le pôle électrique de l'extrémité supérieure de la colonne correspondante du panneau inférieur.

15 En pratique, cette connexion électrique est faite par simple emboîtement des connecteurs mâle et femelle si les colonnes de modules photovoltaïques en sont munies à leurs extrémités, et cela simultanément à la pose des panneaux. Alternativement, la connexion peut être faite au moyen de connecteurs verticaux 13 similaires aux connecteurs transversaux décrits plus haut.

20 Au faitage 14, les pôles électriques des extrémités supérieures des rangées sont raccordés au convertisseur ou entre eux de façon similaire à ce qui est fait en bas de pente en fonction de la tension d'entrée acceptable par le convertisseur. Cette tension d'entrée est ajustée en jouant sur le nombre de colonnes connectées entre elles en série. L'homme du métier saura adapter ce principe de connexion au cas par cas. La figure 3 illustre un type de connexion possible au faitage. Le pôle électrique supérieur de la première rangée y est relié au convertisseur. Le pôle électrique supérieur de la deuxième rangée est relié au pôle électrique supérieur de la troisième rangée au moyen d'un connecteur transversal 15 similaire à ceux employés en bas de pente. Le pôle électrique supérieur de la quatrième rangée est relié au pôle électrique supérieur de la cinquième rangée de la même façon. Enfin le pôle électrique supérieur de la sixième rangée est relié au circuit convertisseur. Les n modules photovoltaïques

des six premières rangées sont ainsi reliés en série et délivrent au convertisseur une tension égale à n fois leur tension nominale.

Les colonnes suivantes sont ensuite connectées selon le même schéma.

5 Ainsi la sortie des câbles en direction du convertisseur se fait au faitage, qui est d'accès facile, ce qui facilite leur mise en place ou leur accès en cas de réparation.

Comme le montre le principe de connexion illustré à la figure 3, le nombre pair de colonnes 5, et donc de rangées 9, garantit que le raccordement électrique au convertisseur pourra se faire au faitage sans recourir à aucun long câble électrique courant le long de la toiture. En effet, un nombre impair de colonnes conduirait à une dernière rangée dont le pôle électrique inférieur ne pourrait être relié au faitage au convertisseur qu'au prix du recours à un câble courant sur toute la hauteur de la toiture.

15 Le recours aux panneaux selon l'invention offre une grande souplesse dans la réalisation du schéma de câblage. Il est ainsi possible d'ajuster le schéma de câblage de l'installation photovoltaïque en cas d'accidents de toiture, tels que, par exemple, une souche de cheminée, une douille de ventilation, une chatière, une lucarne, une trappe d'accès. Comme illustré à la figure 4, un accident de toiture 16 a obligé à découper longitudinalement deux panneaux, chacun de ces deux
20 panneaux ne présentant alors qu'une seule colonne de modules photovoltaïques. En termes de câblage, l'accident de toiture peut aisément être contourné par la simple mise en place d'un connecteur transversal 11 sous l'accident de toiture.

Selon un second mode de réalisation de l'assemblage des panneaux, on peut inverser la façon de connecter les modules en bas de pente et au faitage, de sorte que la sortie des câbles se fasse en bas de pente.
25

Ainsi, grâce à l'approvisionnement sur chantier de panneaux selon l'invention, il est très facile de mettre les panneaux en position et de connecter simultanément ou après coup les modules photovoltaïques.

REVENDEICATIONS

1. Panneau comprenant une partie centrale muni d'un dispositif photovoltaïque et une partie périphérique, le panneau étant configuré de telle sorte à permettre un assemblage avec des panneaux correspondants pour former un revêtement multi-panneaux étanche visant à protéger une structure sous-jacente contre les intempéries, le panneau incluant :

- a. une première pluralité de pôles électriques de polarités différentes adjacents à une première partie périphérique du panneau; et
- b. une seconde pluralité de pôles électriques de polarités différentes adjacents à une seconde partie périphérique du panneau;

la première pluralité de pôles électriques et la seconde pluralité de pôles électriques étant électriquement reliés au dispositif photovoltaïque;

le panneau étant configuré de telle sorte à permettre un assemblage avec un panneau adjacent selon au moins l'une de deux orientations différentes du panneau, dans la première orientation la première partie périphérique étant liée au panneau adjacent et dans la deuxième orientation la seconde partie périphérique étant liée au panneau adjacent,

- dans la première orientation, la première pluralité de pôles électriques établissant une connexion électrique avec des pôles respectifs sur le panneau adjacent; et
- dans la deuxième orientation, la seconde pluralité de pôles électriques établissant une connexion électrique avec les pôles respectifs sur le panneau adjacent; et

les pôles électriques du panneau étant configurés de manière à réaliser un raccordement électrique entre le dispositif photovoltaïque du panneau et celui du panneau adjacent pour la production conjointe d'énergie électrique, dans la première orientation et (ou) dans la deuxième orientation.

2. Panneau conformément à la revendication 1, où la connexion électrique entre la première pluralité de pôles électriques et les pôles respectifs sur le panneau adjacent est établie lorsqu'il y a un recouvrement marginal entre la première partie périphérique du panneau et une partie périphérique du panneau adjacent, de telle sorte qu'un premier pôle de la première pluralité de

pôles électriques se superpose à un pôle correspondant sur le panneau adjacent de manière à produire un contact électrique entre le premier pôle et le pôle correspondant.

3. Panneau conformément à la revendication 2, où le premier pôle électrique comprend un connecteur du type mâle et il est configuré à s'emboîter avec le pôle correspondant qui comporte un connecteur du type femelle.
4. Panneau conformément à l'une quelconque des revendications 1 à 3, où le dispositif photovoltaïque est constitué d'un nombre pair de colonnes de modules photovoltaïques, les colonnes étant alignées sensiblement parallèlement à au moins un bord latéral du panneau.
5. Panneau conformément à l'une quelconque des revendications 1 à 4, où le dispositif photovoltaïque est constitué d'un nombre pair de colonnes de modules photovoltaïques, les extrémités des colonnes étant alignées sensiblement parallèlement à un bord désigné supérieur et (ou) à un bord désigné inférieur du panneau.
6. Panneau conformément à la revendication 4 ou 5, où chaque colonne comprend un pôle électrique de ladite pluralité de pôles électriques à chacune de ses extrémités, et où la polarité d'un pôle électrique d'une extrémité est inverse de celle du pôle électrique de l'autre extrémité.
7. Panneau conformément à la revendication 6, où les pôles de deux colonnes adjacentes sur un même bord du panneau sont de polarité inversée.
8. Panneau conformément à l'une quelconque des revendications 4 à 7, où les modules photovoltaïques sont des rubans souples collés sur le panneau.
9. Panneau conformément à l'une quelconque des revendications 4 à 7, où les modules photovoltaïques sont réalisés directement sur le panneau par dépôt sous vide.
10. Panneau conformément à l'une quelconque des revendications 4 à 9, où les colonnes sont de longueur identique.
11. Panneau conformément à l'une quelconque des revendications 1 à 10, où le panneau est sous la forme d'une plaque constituée d'un matériau unique.

12. Panneau conformément à la revendication 11, où le matériau est métallique, un polymère ou une céramique.
13. Panneau conformément à la revendication 12, où le matériau métallique est choisi parmi le groupe comprenant l'acier, l'aluminium, le cuivre, et le zinc.
14. Panneau conformément à la revendication 13, où l'acier est galvanisé et prélaqué.
15. Panneau conformément à l'une quelconque des revendications 1 à 10, où le panneau est sous la forme d'une plaque constituée d'un assemblage composite.
16. Panneau conformément à la revendication 15, où le panneau est constitué d'une superposition d'une pluralité de couches du même matériau ou de matériaux différents.
17. Panneau conformément à la revendication 16, où le matériau est métallique, un polymère ou une céramique.
18. Panneau conformément à la revendication 17, où le matériau métallique est choisi parmi le groupe comprenant l'acier, l'aluminium, le cuivre, et le zinc.
19. Panneau conformément à la revendication 18, où l'acier est galvanisé et prélaqué.
20. Panneau conformément à l'une quelconque des revendications 1 à 19, où le panneau est fait d'une tôle métallique comprenant des nervures à sa surface.
21. Panneau conformément à la revendication 20, où les nervures sont de forme trapézoïdale, rectangulaire, ondulée, sinusoïdale, ou en oméga.
22. Panneau conformément à l'une quelconque des revendications 1 à 21, où la structure sous-jacente est un bâtiment.
23. Panneau conformément à la revendication 22, où le revêtement multi-panneaux est destiné à former au moins une partie de la toiture ou une façade du bâtiment.
24. Panneau conformément à la revendication 23, le panneau étant configuré de telle sorte à permettre une fixation sur la structure porteuse du bâtiment par des moyens de fixation.

25. Panneau conformément à la revendication 24, où les moyens de fixation comprennent des vis, des clous ou des rivets.
26. Panneau conformément à l'une quelconque des revendications 1 à 25, le panneau étant configuré de telle sorte à permettre un assemblage avec des panneaux correspondants par recouvrement marginal des bords adjacents entre les panneaux pour former un revêtement multi-panneaux comprenant une pluralité de rangées dudit panneau.
27. Panneau comprenant une partie centrale muni d'un dispositif photovoltaïque et une partie périphérique, où :
 - a) le panneau est configuré de telle sorte à permettre un assemblage avec des panneaux correspondants pour former un revêtement multi-panneaux étanche visant à protéger une structure sous-jacente contre les intempéries, où l'assemblage s'effectue par recouvrement marginal des parties périphériques entre les panneaux adjacents permettant d'établir un joint étanche avec le panneau adjacent ; et
 - b) le dispositif photovoltaïque comprend un nombre pair de colonnes de modules photovoltaïques, chaque colonne comprenant un pôle électrique à chacune de ses extrémités, la polarité d'un pôle électrique d'une extrémité étant inverse de celle du pôle électrique de l'autre extrémité et les pôles de deux colonnes adjacentes sur un même bord du panneau sont de polarité inversée.
28. Panneau selon la revendication 27 fait d'une tôle métallique mise en forme.
29. Panneau selon la revendication 27 ou 28 pour lequel les modules photovoltaïques sont des rubans souples collés sur le panneau.
30. Panneau selon la revendication 27 ou 28, où les modules photovoltaïques ont été réalisés directement sur le panneau par dépôt sous vide.
31. Panneau selon l'une quelconque des revendications 27 à 30, où les colonnes ne sont pas reliées électriquement entre elles.

32. Panneau selon l'une quelconque des revendications 27 à 31, où les colonnes sont de longueur identique.
33. Panneau selon l'une quelconque des revendications 27 à 32, où le pôle électrique se présente sous la forme d'un connecteur mâle lorsqu'il est d'une polarité et sous la forme d'un connecteur femelle lorsqu'il est de polarité inverse.
34. Panneau selon l'une quelconque des revendications 27 à 33, où les pôles de deux colonnes adjacentes sont disposés de manière à permettre à un premier pôle électrique sur une portion inférieure de la partie périphérique du panneau d'être superposé à un pôle correspondant sur la portion supérieure de la partie périphérique du panneau adjacent de manière à produire un contact électrique entre le premier pôle et le pôle correspondant lorsque le joint étanche est réalisé.
35. Panneau selon la revendication 34, où le premier pôle se présente sous la forme d'un connecteur mâle et il est configuré à s'emboîter avec le pôle correspondant du panneau adjacent qui comporte un connecteur du type femelle.
36. Panneau selon la revendication 34, où le premier pôle se présente sous la forme d'un connecteur du type femelle et il est configuré à s'emboîter avec le pôle correspondant du panneau adjacent qui comporte un connecteur du type mâle.
37. Panneau conformément à l'une quelconque des revendications 27 à 36, où le panneau est sous la forme d'une plaque constituée d'un matériau unique.
38. Panneau conformément selon la revendication 37, où le matériau est métallique, un polymère ou une céramique.
39. Panneau conformément à la revendication 38, où le matériau métallique est choisi parmi le groupe comprenant l'acier, l'aluminium, le cuivre, et le zinc.
40. Panneau conformément à la revendication 39, où l'acier est galvanisé et prélaqué.
41. Panneau conformément à l'une quelconque des revendications 27 à 36, où le panneau est sous la forme d'une plaque constituée d'un assemblage composite.

42. Panneau conformément à la revendication 41, où le panneau est constitué d'une superposition d'une pluralité de couches du même matériau ou de matériaux différents.
43. Panneau conformément à la revendication 42, où le matériau est métallique, un polymère ou une céramique.
44. Panneau conformément à la revendication 43, où le matériau métallique est choisi parmi le groupe comprenant l'acier, l'aluminium, le cuivre, et le zinc.
45. Panneau conformément à la revendication 44, où l'acier est galvanisé et prélaqué.
46. Panneau conformément à l'une quelconque des revendications 37 à 45, où le panneau est fait d'une tôle métallique comprenant des nervures à sa surface.
47. Panneau conformément à la revendication 46, où les nervures sont de forme trapézoïdale, rectangulaire, ondulée, sinusoïdale, ou en oméga.
48. Panneau conformément à l'une quelconque des revendications 27 à 47, où la structure sous-jacente est un bâtiment.
49. Panneau conformément à la revendication 48, où le revêtement multi-panneaux est destiné à former au moins une partie de la toiture ou une façade du bâtiment.
50. Panneau conformément à la revendication 49, le panneau étant configuré de telle sorte à permettre une fixation sur la structure porteuse du bâtiment par des moyens de fixation.
51. Panneau conformément à la revendication 50, où les moyens de fixation comprennent des vis, des clous ou des rivets.
52. Panneau conformément à l'une quelconque des revendications 27 à 51, le panneau étant configuré de telle sorte à permettre un assemblage avec des panneaux correspondants par recouvrement marginal des bords adjacents entre les panneaux pour former un revêtement multi-panneaux comprenant une pluralité de rangées dudit panneau.
53. Assemblage comprenant une pluralité du panneau selon l'une quelconque des revendications 1 à 52, où l'assemblage forme un revêtement multi-panneaux par une juxtaposition par

recouvrement marginal des parties périphériques entre panneaux adjacents, le revêtement multi-panneaux comprenant une pluralité de rangées dudit panneau.

54. Dispositif électrique apte à être raccordé à un convertisseur comprenant un assemblage selon la revendication 53 incliné selon une pente donnée pour lequel :

- en bas de pente de l'assemblage, le pôle électrique de l'extrémité inférieure de la première rangée est connecté électriquement au pôle électrique de l'extrémité inférieure de la deuxième rangée, et ainsi de suite,
- au niveau du recouvrement marginal de deux panneaux adjacents d'une même rangée, le pôle électrique de l'extrémité inférieure de chaque colonne du panneau supérieur est connecté au pôle électrique de polarité inverse en regard sur le panneau inférieur,
- au faitage, les pôles électriques des extrémités supérieures des rangées sont raccordés au convertisseur ou entre eux de façon similaire à ce qui est fait en bas de pente.

55. Procédé de raccordement électrique, à un convertisseur, des panneaux constitutifs de l'assemblage selon la revendication 53 incliné selon une pente, comprenant les étapes selon lesquelles :

- en bas de pente de l'assemblage, le pôle électrique de l'extrémité inférieure de la première rangée est connecté électriquement au pôle électrique de l'extrémité inférieure de la deuxième rangée, et ainsi de suite,
- au niveau du recouvrement marginal de deux panneaux adjacents d'une même rangée, le pôle électrique de l'extrémité inférieure de chaque colonne du panneau supérieur est connecté au pôle électrique de polarité inverse en regard sur le panneau inférieur,
- au faitage, les pôles électriques des extrémités supérieures des rangées sont raccordés au convertisseur ou entre eux de façon similaire à ce qui est fait en bas de pente.

56. Panneau muni d'un dispositif photovoltaïque constitué d'un nombre pair de colonnes de modules photovoltaïques, les colonnes étant alignées sensiblement parallèlement à un bord longitudinal du panneau, chaque colonne comprenant un pôle électrique à chacune de ses extrémités, la polarité d'un pôle électrique d'une extrémité étant inverse de celle du pôle électrique de l'autre extrémité, les pôles de deux colonnes adjacentes étant de polarité inversée, le pôle électrique se présentant sous la forme d'un connecteur mâle lorsqu'il est d'une polarité et sous la forme d'un connecteur femelle lorsqu'il est de polarité inverse et les connecteurs mâles et femelles étant agencés de sorte qu'ils s'emboîtent les uns dans les autres lorsque le bord transversal inférieur d'un panneau supérieur vient recouvrir le bord transversal supérieur d'un panneau inférieur.
57. Panneau selon la revendication 56 fait d'une tôle métallique mise en forme.
58. Panneau selon l'une quelconque des revendications 56 et 57 pour lequel les modules photovoltaïques sont des rubans souples collés sur le panneau.
59. Panneau selon l'une quelconque des revendications 56 et 57 pour lequel les modules photovoltaïques ont été réalisés directement sur le panneau par dépôts successifs de couches de natures appropriées par des procédés de dépôt sous vide.
60. Panneau selon l'une quelconque des revendications 56 à 59 pour lequel les colonnes ne sont pas reliées électriquement entre elles.
61. Panneau selon l'une quelconque des revendications 56 à 60 pour lequel les colonnes sont de longueur identique et leurs extrémités sont alignées sensiblement parallèlement à un bord transversal du panneau.
62. Assemblage de panneaux selon l'une quelconque des revendications 56 à 61 juxtaposés par recouvrement marginal de leurs bords longitudinaux et/ou de leurs bords transversaux de sorte à former dans le sens longitudinal des rangées de modules photovoltaïques.
63. Dispositif électrique apte à être raccordé à un convertisseur comprenant un assemblage selon la revendication 62 incliné selon une pente donnée pour lequel :

- en bas de pente de l'assemblage, le pôle électrique de l'extrémité inférieure de la première rangée est connecté électriquement au pôle électrique de l'extrémité inférieure de la deuxième rangée, et ainsi de suite,
- au niveau du recouvrement marginal de deux panneaux adjacents d'une même rangée, le pôle électrique de l'extrémité inférieure de chaque colonne du panneau supérieur est connecté au pôle électrique de polarité inverse en regard sur le panneau inférieur,
- au faitage, les pôles électriques des extrémités supérieures des rangées sont raccordés au convertisseur ou entre eux de façon similaire à ce qui est fait en bas de pente.

64. Procédé de raccordement électrique, à un convertisseur, des panneaux constitutifs d'un assemblage selon la revendication 62 incline selon une pente, comprenant les étapes selon lesquelles :

- en bas de pente de l'assemblage, le pôle électrique de l'extrémité inférieure de la première rangée est connecté électriquement au pôle électrique de l'extrémité inférieure de la deuxième rangée, et ainsi de suite
- au niveau du recouvrement marginal de deux panneaux adjacents d'une même rangée, le pôle électrique de l'extrémité inférieure de chaque colonne du panneau supérieur est connecte au pôle électrique de polarité inverse en regard sur le panneau inférieur
- au faitage, les pôles électriques des extrémités supérieures des rangées sont raccordés au convertisseur ou entre eux de façon similaire à ce qui est fait en bas de pente.

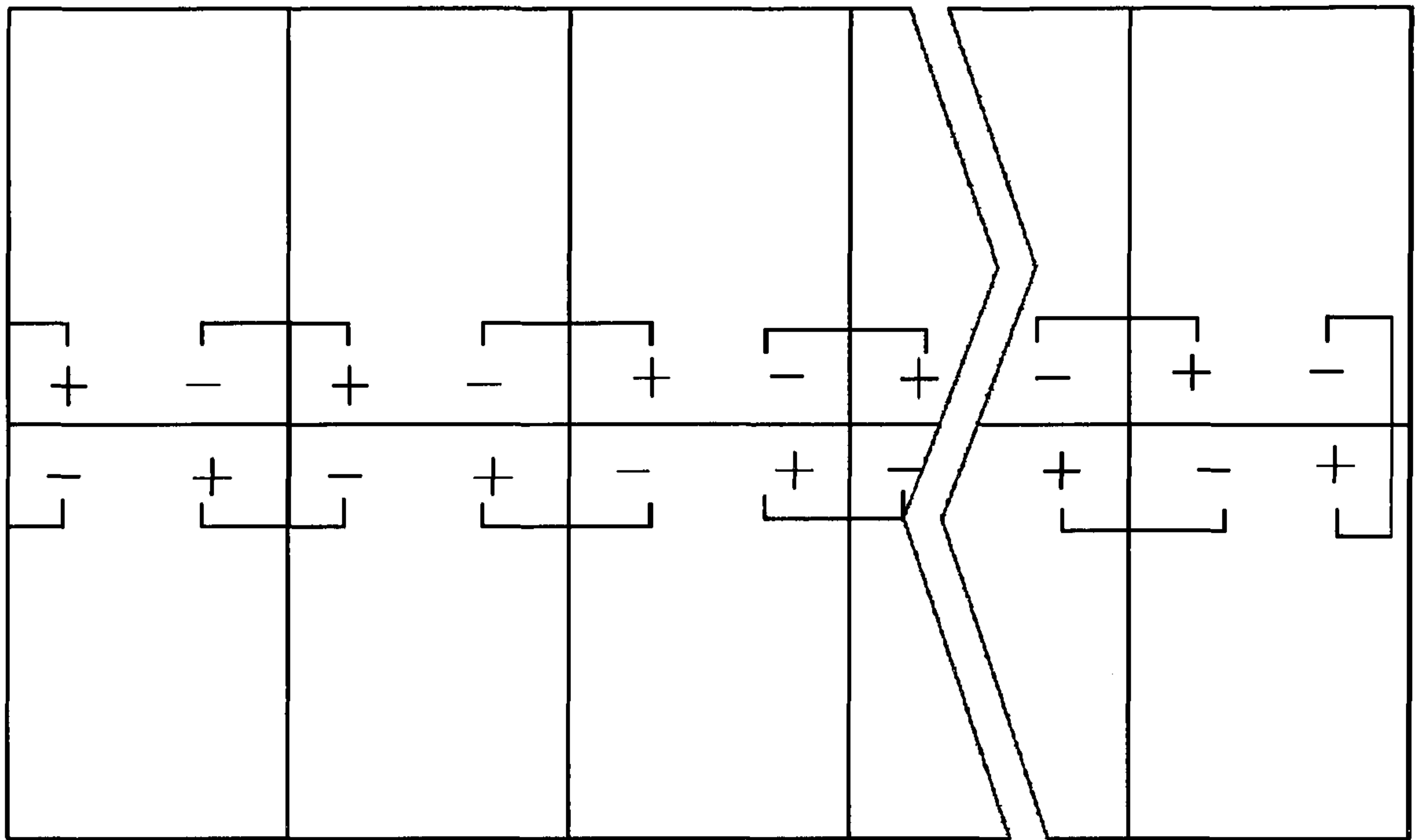


Figure 1 (art antérieur)

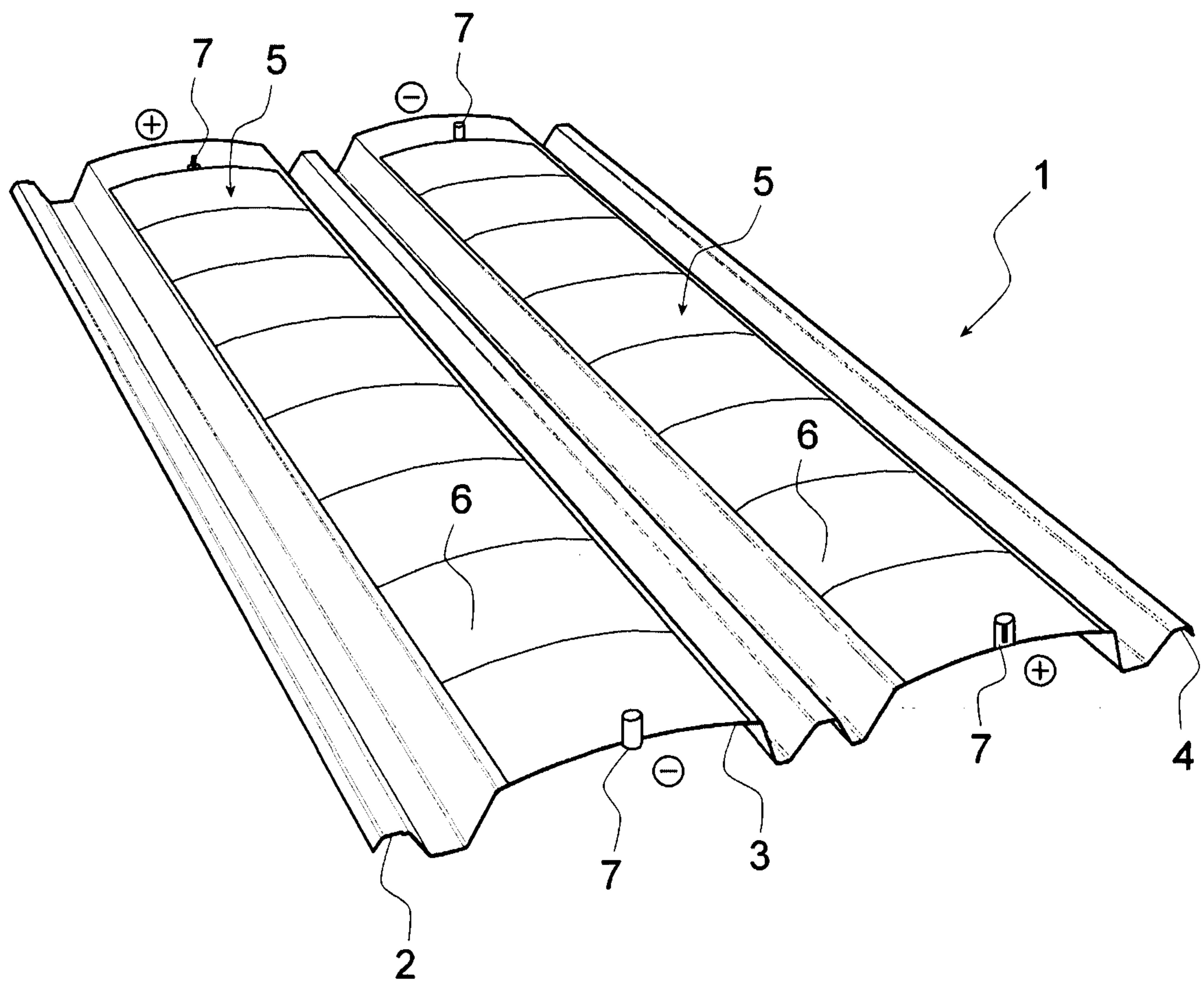


Figure 2

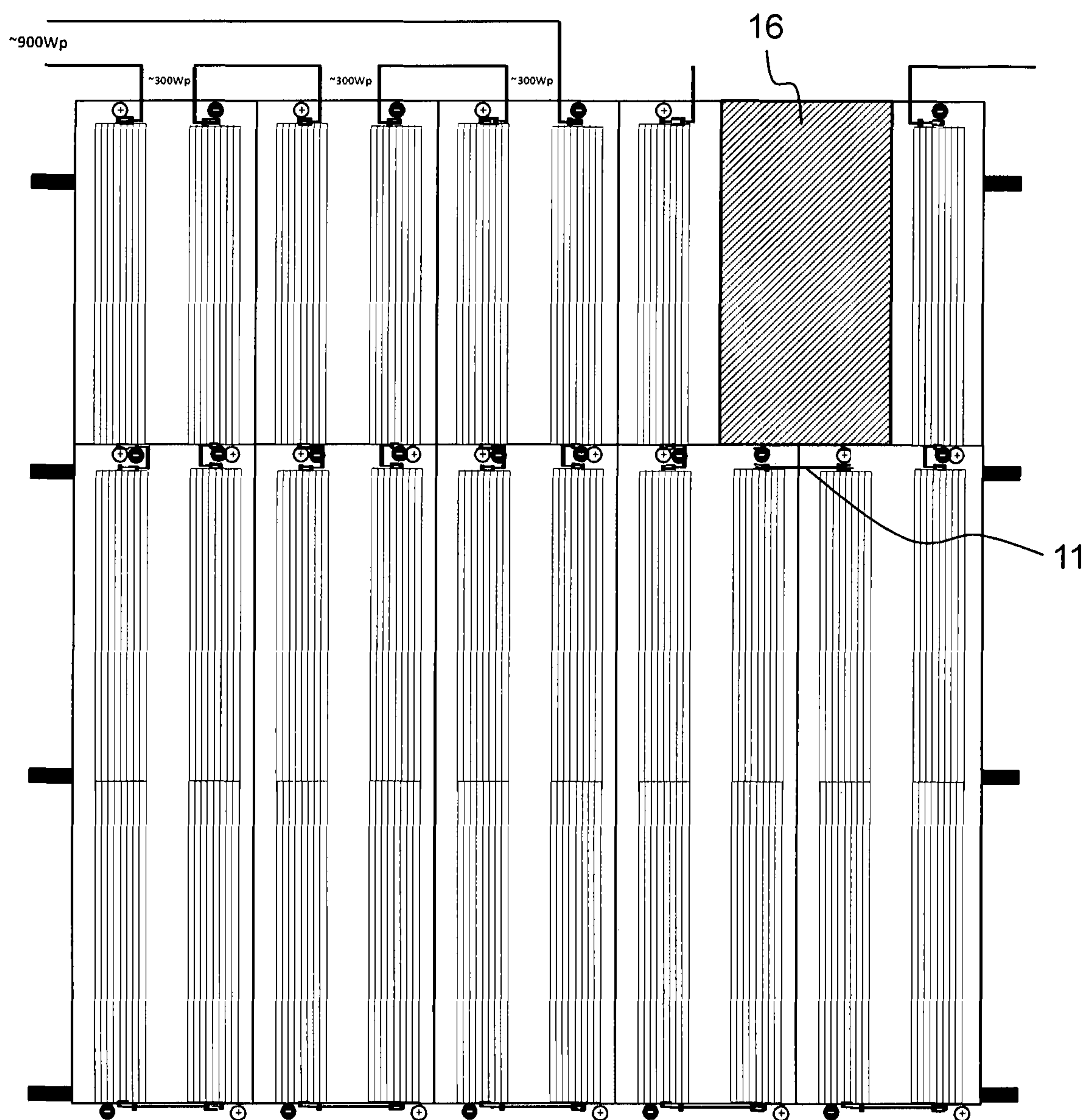


Figure 4

