

(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
1 avril 2010 (01.04.2010)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2010/034730 A2

- (51) Classification internationale des brevets :
H01L 31/042 (2006.01) H01L 31/052 (2006.01)
- (21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2009/062296
- (22) Date de dépôt international :
23 septembre 2009 (23.09.2009)
- (25) Langue de dépôt : français
- (26) Langue de publication : français
- (30) Données relatives à la priorité :
0805308 26 septembre 2008 (26.09.2008) FR
- (71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) :
THALES [FR/FR]; 45 rue de Villiers, F-92200 Neuilly Sur Seine (FR).
- (72) Inventeur; et
- (75) Inventeur/Déposant (pour US seulement) :
D'ABRIGEON, Laurent [FR/FR]; 6 avenue du Trayas, F-06590 Theoule (FR).
- (74) Mandataires : CHAVERNEFF, Vladimir et al.; MARKS & CLERK France, Conseils en Propriété Industrielle, Immeuble VISIUM, 22, avenue Aristide Briand, F-94117 ARCUEIL Cedex (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, 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, 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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasiatique (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (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).
- Publiée :
— sans rapport de recherche internationale, sera republiée dès réception de ce rapport (règle 48.2.g)

(54) Title : PHOTOVOLTAIC CELL ARRAY WITH MECHANICAL UNCOUPLING OF THE CELLS FROM THE CARRIER THEREOF

(54) Titre : RESEAU DE CELLULES PHOTOVOLTAIQUES AVEC DECOUPLAGE MECANIQUE DES CELLULES PAR RAPPORT A LEUR SUPPORT

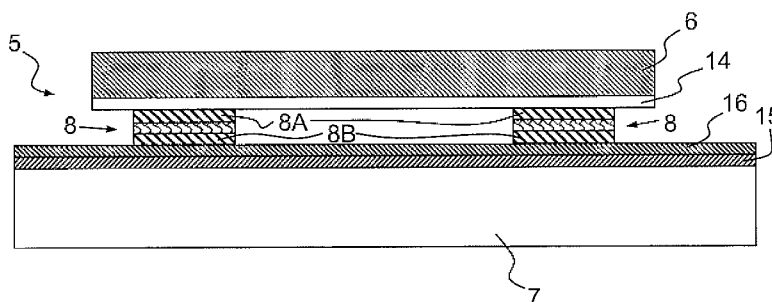


FIG. 4

(57) Abstract : The invention proposes a solution for reducing the mechanical coupling of the photovoltaic array of a solar generator relative to the bearing substrate thereof. A photovoltaic cell is very thin (some tens of microns) and very fragile. When the photovoltaic cell is bonded to a substrate, the cell is subjected to all the geometrical deformations caused by vibrations, and in particular to thermo-elastic effects that can lead to the breakage of the cell. The invention comprises securing the cell via a flexible system (8) that enables the uncoupling of the cell (6) from the substrate (7) deformations while maintaining a sufficient radiating coupling of the cell to the substrate in order to avoid the heating thereof in an aerial condition and any loss of efficiency. The solution comprises using photovoltaic cells with a back surface having a high emissivity (using, at the rear, a metallisation or kapton application on the Ge or Ag substrate) that is placed on the substrate using Velcro.

(57) Abrégé : L'invention

[Suite sur la page suivante]



WO 2010/034730 A2



propose une solution pour réduire le couplage mécanique du réseau photovoltaïque du générateur solaire vis à vis du substrat de support de celui-ci. En effet, la cellule photovoltaïque est d'une grande finesse (quelques dizaines de microns) et d'une grande fragilité. Lorsque celle-ci est collée sur un substrat, elle subit toutes les déformations géométriques dues aux vibrations mais surtout aux effets thermo-élastiques pouvant aller jusqu'à la casse des cellules. L'invention consiste à fixer la cellule via un système souple (8) permettant de découpler la cellule (6) des déformations du substrat (7) tout en assurant un couplage radiatif suffisant de la cellule vers le substrat pour éviter son échauffement en vol et sa perte d'efficacité. La solution consiste à utiliser des cellules photovoltaïques à face arrière à forte émissivité (utilisation arrière d'une métallisation ou kaptonage du substrat Ge ou Ag) que l'on pose à l'aide de velcro sur le substrat.

RESEAU DE CELLULES PHOTOVOLTAIQUES AVEC DECOUPLAGE MECANIQUE DES CELLULES PAR RAPPORT A LEUR SUPPORT

La présente invention se rapporte à un réseau de cellules photovoltaïques à
5 substrat de support avec découplage mécanique des cellules du réseau par rapport à
leur substrat rigide de support, de tels réseaux servant généralement à réaliser des
panneaux de générateurs solaires pour assurer l'alimentation en énergie électrique
d'engins spatiaux, et en particulier de satellites.

On a schématisé en figure 1 un exemple de réalisation d'un élément
10 photovoltaïque 1 (dit aussi "Covered Interconnected Cell" ou "Solar Cell Assembly")
de l'art antérieur, cet élément faisant partie d'un réseau comportant de quelques
centaines à plusieurs dizaines de milliers de tels éléments suivant les puissances
requises en orbite. Cet élément 1 comporte une cellule photovoltaïque 2 fixée par
l'intermédiaire d'une couche 3 d'adhésif sur un substrat rigide 4 commun à plusieurs
15 cellules.

Dans un réseau de ce type, les cellules photovoltaïques sont très fragiles en
raison de leur faible épaisseur et très sensibles aux déformations qui leur sont
imposées actuellement par leur collage sur un substrat rigide. En effet, le substrat est
généralement un sandwich à peaux de carbone dont la stabilité thermo-élastique est
20 limitée : les zones renforcées unidirectionnellement peuvent froncer (phénomène dit
de "Wrinkles") ou bien les peaux peuvent se déformer en cuvettes au-dessus des
mailles du nid d'abeille (phénomène dit de "Telegraphing").

De plus, une pose par collage soulève le problème de l'éventuelle réparation
des cellules, qui est alors laborieuse, car il faut gratter avec beaucoup de délicatesse
25 l'isolant, qui est par exemple du Kapton™, et qui est appliqué sur le substrat. On peut
estimer l'opération de retrait d'une cellule de son substrat à environ une journée de
travail.

Le collage des cellules sur le substrat a tendance à déformer les cellules. Une
manière de découpler mécaniquement la cellule du substrat consiste à épaissir la
30 couche de colle, mais cela augmente de façon importante la masse totale et introduit

un risque de dégazage anarchique de la colle pouvant même conduire à l'explosion de la cellule (phénomène dit de "Pop-off").

Les systèmes de fixation de cellules souples (de type « filet », « thin film »,...) posent un problème de forte rupture technologique de l'architecture des générateurs solaires mais aussi l'introduction de problèmes affectant le système
5 AOCS (« Attitude on Orbit Control System ») de pilotage du satellite porteur lorsque la fixation des cellules est faite sur des ailes souples.

L'idée de fixer la cellule sur son substrat de support de manière découplée mécaniquement sans se soucier de l'aspect thermique ne convient pas, car le
10 découplage mécanique fait perdre le couplage conducteur et doit impérativement être remplacé par un couplage radiatif. Dans le cas de perte de couplage thermique cellule-substrat, la cellule va monter en température et perdre la majorité de son efficacité.

La présente invention a pour objet un réseau d'éléments à cellules
15 photovoltaïques et à substrat rigide de support, présentant un découplage mécanique entre chaque cellule de ce réseau et le substrat de support, tout en assurant une bonne conduction thermique entre eux, ce réseau étant utilisé en particulier en tant que générateur solaire d'alimentation en énergie électrique de satellites.

Le réseau photovoltaïque conforme à l'invention est caractérisé en ce que
20 chaque élément photovoltaïque du réseau est fixé au substrat par l'intermédiaire d'un dispositif de fixation souple auto-adhésif et facilement résoluble, la face postérieure de chaque cellule et la face antérieure du substrat comportant une couche améliorant leurs qualités de radiation thermique.

La présente invention sera mieux comprise à la lecture de la description
25 détaillée d'un mode de réalisation, pris à titre d'exemple non limitatif et illustré par le dessin annexé, sur lequel :

- la figure 1, déjà mentionnée ci-dessus, est une vue schématique en coupe d'un élément de réseau photovoltaïque de panneau solaire de l'art antérieur,
- 30 - la figure 2 est une vue schématique en coupe d'un élément réseau photovoltaïque de panneau solaire conforme à l'invention,

- la figure 3 est une vue en plan de quatre cellules adjacentes d'un réseau photovoltaïque de panneau solaire conforme à l'invention, et
- la figure 4 est une vue schématique en coupe d'un élément de réseau photovoltaïque de panneau solaire conforme à l'invention plus détaillée que celle de la figure 2.

5

L'invention propose une solution pour réduire le couplage mécanique du réseau photovoltaïque du générateur solaire vis-à-vis du substrat de support de celui-ci. En effet la cellule photovoltaïque est d'une grande finesse (quelques dizaines de microns d'épaisseur) et d'une grande fragilité. Lorsque celle-ci est collée au substrat, elle subit toutes les déformations géométriques dues aux vibrations, mais surtout aux effets thermo-élastiques pouvant aller jusqu'à la casse des cellules. L'idée consiste à fixer la cellule via un système souple permettant de découpler la cellule par rapport aux parties déformées du substrat tout en assurant un couplage radiatif suffisant de la cellule vers le substrat pour éviter son échauffement en vol et sa perte d'efficacité. La solution consiste à utiliser des cellules photovoltaïques à face arrière à forte émissivité (utilisation arrière d'une grille ou kaptonage du substrat Ge ou Ag) que l'on pose à l'aide de velcro sur le substrat.

10

L'élément photovoltaïque 5 schématisé en figure 2 comporte une cellule photovoltaïque 6 fixée sur une zone correspondante d'un substrat 7 (commun à plusieurs cellules) par l'intermédiaire de plots de liaison 8 en Velcro™, ou dispositifs de fixation souples auto-adhésifs et facilement résolubles similaires. Les détails de réalisation de ces différents éléments sont décrits ci-dessous en référence aux figures 3 et 4. La face postérieure 7A du substrat 7 est traitée de façon connue en soi, et sa face avant reste recouverte d'un film isolant de type Kapton d'une nuance dotée d'une forte émissivité, afin d'assurer une bonne conduction radiative thermique vers le support (non représenté) sur lequel est fixé ce substrat. Le coefficient ϵ d'émissivité thermique obtenu grâce à ce film est par exemple d'environ 0,6 à 0,9.

15

Sur la vue en plan de la figure 3, on a représenté quatre cellules rectangulaires adjacentes 9 à 12 faisant partie d'un panneau solaire photovoltaïque (dont les autres cellules ne sont pas représentées). Chacune des cellules 9 à 12 est fixée sur le

20

25

30

substrat de support, de la façon détaillée ci-dessous, à l'aide de quatre plots 8 en Velcro disposés chacun sous un coin de la cellule. Les cellules d'une même colonne sont reliées entre elles par des interconnexions électriques 13.

On a détaillé en figure 4 les différents constituants de l'élément photovoltaïque 5 de la figure 2. La cellule photovoltaïque 6 proprement dite est par exemple du type classique Si ou AsGa. Elle est revêtue sur sa face postérieure (celle en vis-à-vis de son support) d'une pellicule 14 de Kapton™ autoadhésif, ayant par exemple une épaisseur d'environ 50µm. En variante, ce revêtement peut être une couche de métallisation, par exemple une couche d'argent. Le coefficient ε d'émissivité thermique du Kapton est d'environ 0,61 alors que celui de l'argent est d'environ 0,05. On utilise avantageusement le Kapton parce qu'il est moins cher qu'une métallisation, bien qu'il soit moins bon thermiquement, ce qui permet en outre de ne pas changer le processus de fabrication des cellules existantes du marché.

La face substrat 7 en vis-à-vis de la cellule 6 est une peau de carbone 15, elle-même recouverte d'une couche de Kapton 16, le substrat 7 étant en général du type en « nid d'abeille » avec un objectif de conductivité thermique élevée entre sa face avant et sa face arrière.

Les parties 8A de plots de Velcro solidaires de la cellule 6 sont fixées sur la couche 14 de celle-ci par collage, et les parties 8B correspondantes de plots de Velcro solidaires du substrat 7 sont fixées par collage sur la couche 16 du substrat, le Velcro étant avantageusement du type auto-adhésif.

Ainsi, grâce à l'invention, le couplage thermique radiatif entre les cellules photovoltaïques et le substrat est assuré en utilisant des cellules photovoltaïques actuelles et en déposant un film Kapton autoadhésif en face arrière. De plus, l'utilisation de cellules avec une zone de collage localisée à l'arrière au lieu d'un collage sur toute la surface permet d'avoir en face arrière de la cellule la même (bonne) émissivité que pour la face avant de la cellule.

REVENDICATIONS

1. Réseau de cellules photovoltaïques à substrat rigide de support, caractérisé en ce que chaque élément photovoltaïque (5) du réseau est fixé au substrat (7) par l'intermédiaire d'un dispositif de fixation souple auto-adhésif et facilement résoluble (8), la face postérieure de chaque cellule et la face antérieure du substrat comportant une couche améliorant leurs qualités de radiation thermique (14, 16).
2. Réseau selon la revendication 1, caractérisé en ce que le dispositif de fixation souple est constitué de plots de Velcro™ dont une partie (8A) est solidaire de la cellule, et l'autre (8B) est solidaire du substrat.
3. Réseau selon la revendication 2, caractérisé en ce que chaque cellule est fixée au substrat par quatre plots disposés chacun sous un coin de la surface.
4. Réseau selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que ladite couche améliorant les qualités de radiation thermique est du Kapton™ ou une métallisation.
5. Réseau selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il fait partie d'un générateur solaire d'engin spatial.

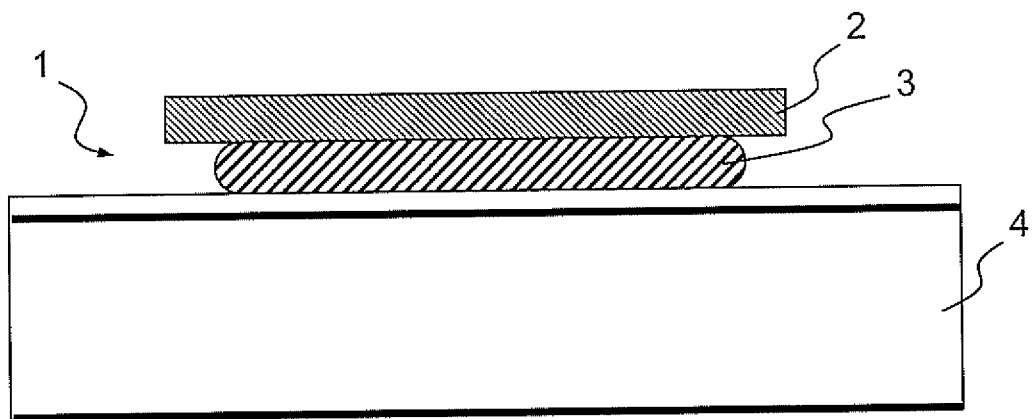


FIG.1

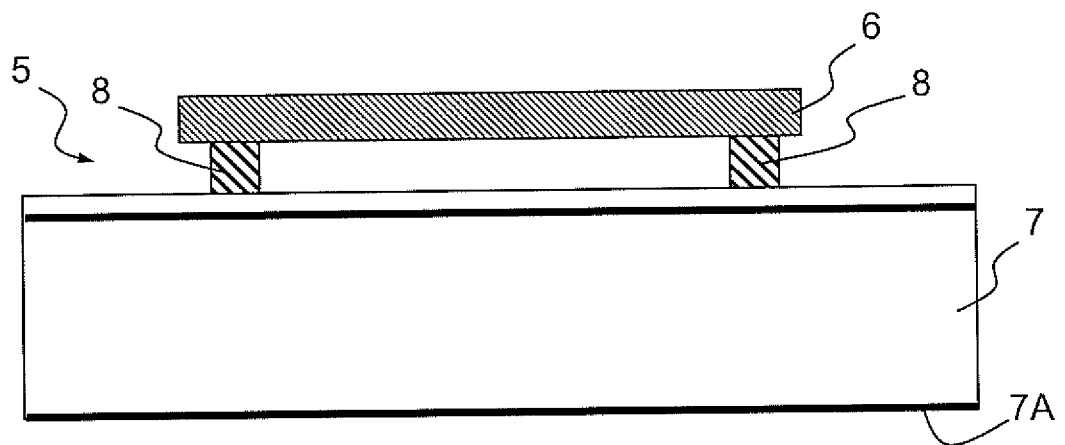


FIG.2

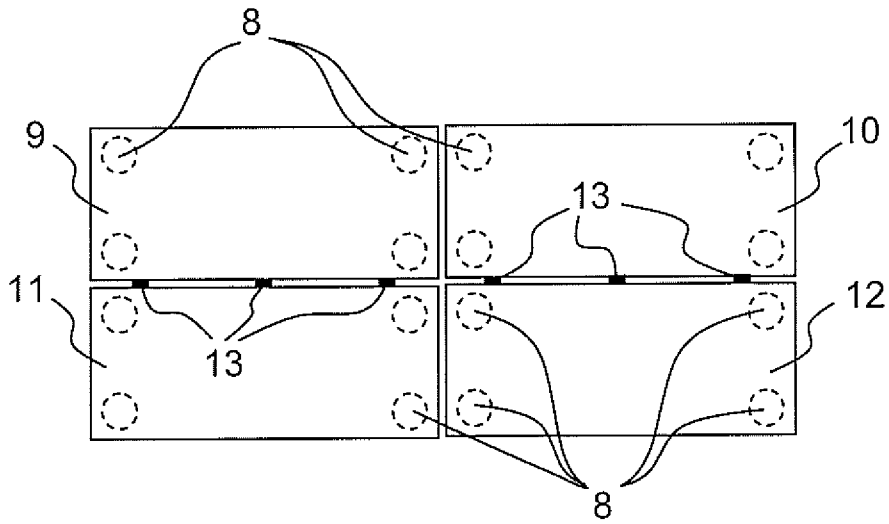


FIG.3

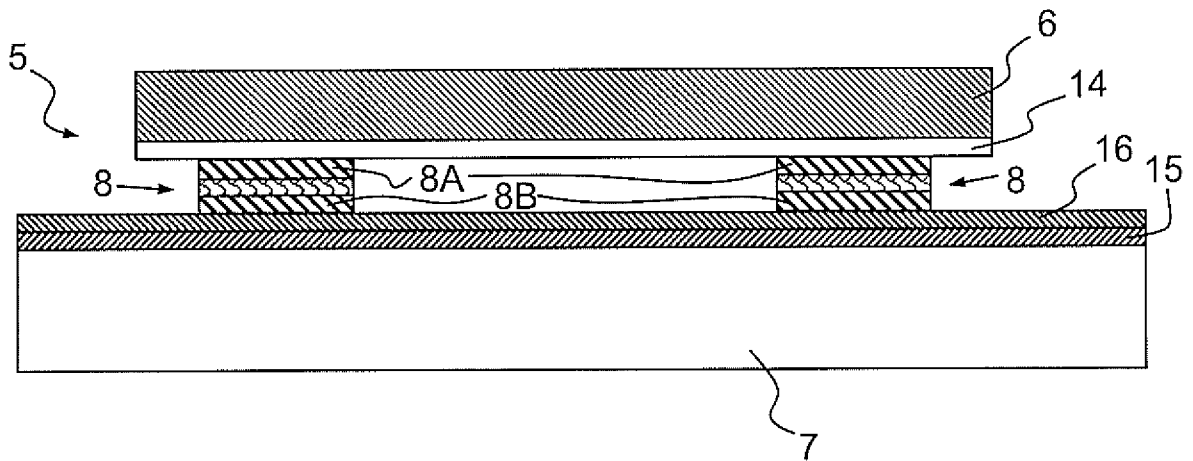


FIG.4