

19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

11) N° de publication :

2 917 899

(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

21) N° d'enregistrement national :

07 04443

51) Int Cl<sup>8</sup> : H 01 L 31/048 (2006.01), H 01 L 31/18

12)

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22) Date de dépôt : 21.06.07.

30) Priorité :

43) Date de mise à la disposition du public de la demande : 26.12.08 Bulletin 08/52.

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

60) Références à d'autres documents nationaux apparentés :

71) Demandeur(s) : APOLLON SOLAR Société par actions simplifiée — FR.

72) Inventeur(s) : LAUVRAY HUBERT et BAMBERG KLAUS.

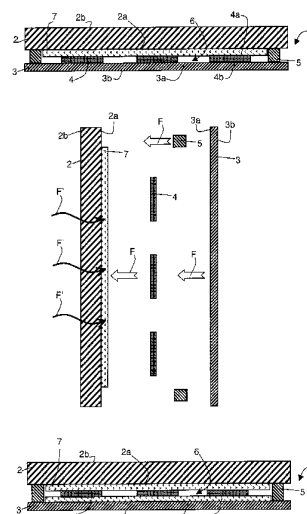
73) Titulaire(s) :

74) Mandataire(s) : CABINET HECKE.

54) MODULE PHOTOVOLTAÏQUE COMPRENANT UN FILM POLYMERE ET PROCEDE DE FABRICATION D'UN TEL MODULE.

57) Un module photovoltaïque comportant:  
- des plaques avant (2) et arrière (3), comportant chacune des faces interne (2a) et externe (3a),  
- une pluralité de cellules photovoltaïques (4), disposées côte à côte entre les plaques avant (2) et arrière (3) et comportant chacune une couche antireflet,  
- et un joint de scellement (5) périphérique disposé entre les plaques avant (2) et arrière (3), autour des cellules photovoltaïques (4).

La partie de la face interne (2a) de la plaque avant (2), délimitée par le joint de scellement (5) est revêtue d'un film polymère (7) présentant un indice de réfraction compris entre celui de la plaque avant (2) et celui des couches antireflets des cellules photovoltaïques (4), ledit film (7) étant en contact avec les cellules photovoltaïques (4).



FR 2 917 899 - A1



**Module photovoltaïque comprenant un film polymère et procédé de fabrication d'un tel module.**

**5      Domaine technique de l'invention**

L'invention concerne un module photovoltaïque comportant :

- des plaques avant et arrière, comportant chacune une face interne et une face externe,
- 10 - une pluralité de cellules photovoltaïques disposées côte à côte entre les plaques avant et arrière et comportant chacune une couche antireflet et,
- et un joint de scellement périphérique disposé entre les plaques avant et arrière, autour des cellules photovoltaïques.

15 L'invention concerne également un procédé de fabrication d'un tel module.

**État de la technique**

20 Une cellule photovoltaïque est classiquement formée sur un substrat en silicium massif découpé sous forme de tranches de quelques centaines de microns d'épaisseur. Le substrat peut être constitué de silicium monocristallin, de silicium polycristallin ou d'un autre matériau semi-conducteur. Elle possède à sa surface un réseau d'électrodes étroites,

25 généralement en argent ou en aluminium, destinées à drainer le courant vers une ou plusieurs électrodes principales de un à quelques millimètres de largeur, également en argent ou en aluminium.

Chaque cellule fournit un courant dépendant de l'éclairement sous une

30 tension électrique qui dépend de la nature du semiconducteur et qui est habituellement de l'ordre de 0,45V à 0,65V pour le silicium cristallin. Des

- tensions de 6V à plusieurs dizaines de volts étant habituellement nécessaires pour faire fonctionner des appareils électriques, un module photovoltaïque est généralement constitué par une pluralité de cellules électriquement connectées en série. Un module de 40 cellules fournit par
- 5 exemple près de 24 volts. Selon les courants demandés, plusieurs cellules peuvent également être placées en parallèle. Un générateur peut ensuite être réalisé en y adjoignant éventuellement des accumulateurs, un régulateur de tension, etc ...
- 10 Pour fabriquer un module photovoltaïque, la demande de brevet WO2004/095586 propose d'assembler les cellules photovoltaïques entre des plaques avant et arrière, par exemple en verre et de sceller lesdites plaques avec un joint de scellement organique périphérique. Le joint de scellement organique périphérique délimite, ainsi, un volume intérieur étanche, dans
- 15 lequel sont disposées côte à côte les cellules photovoltaïques. L'ensemble est ensuite comprimé et le volume intérieur est amené à une pression inférieure à la pression atmosphérique. Un tel module photovoltaïque présente une bonne étanchéité à long terme et il est plus simple et moins coûteux à fabriquer que les modules photovoltaïques antérieurs utilisant une
- 20 pâte de soudure à base d'étain, de plomb et de zinc. Cependant, cette configuration de module photovoltaïque nécessite de déposer une ou plusieurs couches antireflets sur les deux faces de la plaque avant, de manière à remédier à la discontinuité optique existant entre la plaque avant et la couche antireflet de chaque cellule photovoltaïque recevant la lumière
- 25 de l'extérieur de la cellule. De plus, un tel module, scellé à l'aide d'un joint de scellement organique périphérique, n'est pas suffisamment résistant aux chocs.

### Objet de l'invention

L'invention a pour but de remédier à ces inconvénients et, en particulier, de proposer un module photovoltaïque présentant une résistance aux chocs  
5 améliorée et assurant une continuité optique depuis la plaque avant jusqu'aux cellules photovoltaïques et plus particulièrement jusqu'aux couches antireflets desdites cellules.

Selon l'invention, ce but est atteint par le fait que la partie de la face interne  
10 de la plaque avant délimitée par le joint de scellement est revêtue d'un film polymère présentant un indice de réfraction compris entre celui de la plaque avant et celui des couches antireflets des cellules photovoltaïques, ledit film étant en contact avec les cellules photovoltaïques.

L'invention a également pour but un procédé de fabrication d'un tel module  
15 photovoltaïque, facile à mettre en œuvre et ne générant pas de coûts supplémentaires.

Selon l'invention, ce but est atteint par le fait que le film polymère est déposé  
20 sur ladite partie de la face interne de la plaque avant, avant l'assemblage des cellules photovoltaïques et du joint de scellement périphérique entre les plaques avant et arrière, ledit film polymère étant dans un état dans lequel il présente des propriétés adhésives pour maintenir, pendant l'assemblage, les cellules photovoltaïques contre la plaque avant.

25

### Description sommaire des dessins

D'autres avantages et caractéristiques ressortiront plus clairement de la  
30 description qui va suivre de modes particuliers de réalisation de l'invention donnés à titre d'exemples non limitatifs et représentés aux dessins annexés, dans lesquels :

- la figure 1 représente, schématiquement et en coupe, un mode particulier d'un module photovoltaïque selon l'invention.
- la figure 2 illustre un mode particulier de fabrication du module selon la figure 1.
- la figure 3 représente, schématiquement et en coupe, une variante de réalisation du module photovoltaïque selon la figure 1.

## 10 Description de modes particuliers de réalisation

Selon un mode particulier représenté sur la figure 1, un module photovoltaïque 1 comporte des plaques avant 2 et arrière 3, munies chacune d'une face interne 2a, 3a et d'une face externe 2b, 3b. La plaque avant 2 est avantagement en verre et la plaque arrière 3 peut être en verre ou bien une feuille métallique.

Une pluralité de cellules photovoltaïques 4 est disposée côte à côte, entre les plaques avant 2 et arrière 3. De plus, elles comportent chacune une couche antireflet (non représentée sur la figure 1), avec un indice de réfraction prédéterminé. Ainsi, trois cellules photovoltaïques 4 sont représentées sur la figure 1. De manière classique, le module 1 comporte, en outre, des conducteurs correspondants d'interconnexion électrique, associés auxdites cellules (non représentés sur la figure 1). Lesdits conducteurs sont, en général, disposés, en saillie, sur l'une des deux faces, avant 4a ou arrière 4b, des cellules photovoltaïques 4.

De plus, un joint de scellement périphérique 5, de préférence organique, est disposé entre les plaques avant 2 et arrière 3, autour de l'ensemble formé par la pluralité de cellules photovoltaïques 4. Ledit joint de scellement 5 délimite, ainsi, un volume intérieur étanche 6 dans lequel sont disposées les cellules photovoltaïques 4. Par ailleurs, comme dans la demande de brevet

WO2004/095586, la pression dans le volume intérieur 6 peut être, avantageusement, maintenue à une pression inférieure à la pression atmosphérique.

5 Enfin, le module photovoltaïque comporte un film polymère 7 venant en contact à la fois avec les cellules photovoltaïques 4 et avec la plaque avant 2. Par film polymère, on entend un film comportant au moins un ou plusieurs polymères. Plus particulièrement, le film polymère 7 est disposé sur la partie de la face interne de la plaque avant, correspondant à la partie délimitée par  
10 le joint de scellement 5, c'est-à-dire la partie de la face interne 2a de la plaque avant 2 formant le volume intérieur étanche 6 avec le joint de scellement 5 et la partie correspondante de la face interne 3a de la plaque arrière 3. Sur la figure 1, le joint de scellement 5 est en contact direct avec la  
15 face interne 2a de la plaque avant 2 et avec la face interne 3a de la plaque arrière 3.

Les épaisseurs respectives des plaques avant 2 et arrière 3 sont généralement comprises entre 3mm et 4mm pour la plaque avant 2 et entre 0,1mm à 4mm pour la plaque arrière 3. L'épaisseur du joint de scellement 5  
20 dépend de l'épaisseur des cellules photovoltaïques 4, mais elle est généralement comprise entre 0,2mm et 1mm et plus typiquement de 0,7mm. Le film polymère 7 a, de préférence, une épaisseur de l'ordre de 10µm si les conducteurs d'interconnexion électrique sont disposés sur les faces arrières 4b des cellules photovoltaïques 4 et de l'ordre de l'épaisseur desdits  
25 conducteurs, typiquement 200µm, si ceux-ci sont disposés sur les faces avants 4a et arrières 4b des cellules 4.

Le film polymère 7 peut être constitué d'une ou de plusieurs couches minces comprenant une matrice polymère. La matrice polymère est, par exemple,  
30 formée par au moins un polymère polyacrylique ou par au moins un polymère polyuréthane et, avantageusement, elle ne comporte pas de solvant. À titre d'exemple, la matrice polymère peut être un mélange de

polymères ou de copolymères polyacrylates contenant au moins 50% d'un monomère acrylique de formule générale  $CR_1R_2$ , dans laquelle le radical  $R_1$  est l'hydrogène ou un groupement méthyle et le radical  $R_2$  est l'hydrogène ou une chaîne hydrocarbonée saturée comportant entre 1 et 30 atomes de carbone. La chaîne hydrocarbonée saturée peut être ramifiée ou non.

5

Le film polymère 7 présente, par ailleurs, un indice de réfraction compris entre celui de la plaque avant 2 et celui des couches antireflets des cellules photovoltaïques 4. En effet, la structure et/ou la composition du film polymère 7 est avantageusement choisie, de manière à ce que le film polymère présente un indice de réfraction intermédiaire, permettant d'assurer une continuité optique dans le module photovoltaïque 1, entre la plaque avant 2 et les cellules photovoltaïques 4, limitant, ainsi, les pertes optiques. De plus, le film polymère 7 est, avantageusement, au moins partiellement réticulé.

10

15

À titre d'exemple, les cellules photovoltaïques 4 peuvent comporter une couche antireflet en nitrure de silicium, ayant un indice de réfraction de l'ordre de 2,3, tandis qu'une plaque en verre présente un indice de réfraction de l'ordre de 1,5. Dans ce cas, l'indice de réfraction du film polymère 7 sera compris entre ces deux valeurs et il sera, avantageusement, de l'ordre de 1,9. Dans un autre mode de réalisation, pour des cellules photovoltaïques 4 comportant une couche supérieure en oxyde de silicium (indice de réfraction  $< 2$ ), le film polymère 7 aura, avantageusement, un indice de réfraction de l'ordre de 1,76.

20

25

Or, en général, l'indice de réfraction des polymères ne dépasse pas la valeur de 1,7 ou de 1,8. Dans le cas d'un module comportant une plaque avant 2 en verre et des cellules photovoltaïques 4 avec des couches supérieures en oxyde de silicium, de telles valeurs d'indice de réfraction pour le film polymère 7 suffisent à assurer la continuité optique dans ledit module. Dans ce cas, le film polymère peut, par exemple, être formé par une matrice

30

polymère présentant un indice de réfraction de l'ordre de 1,7 ou de 1,8, par exemple une matrice polymère polyacrylique ou polyuréthane.

5 Par contre, pour des cellules photovoltaïques 4 comportant des couches antireflets en nitrure de silicium et de manière plus générale, l'indice de réfraction de la matrice polymère peut être ajusté afin que le film polymère 7 présente une valeur d'indice de réfraction intermédiaire entre celle de la plaque avant 2 et celle des cellules photovoltaïques 4. À titre d'exemple, l'indice de réfraction du film polymère 7 peut atteindre la valeur de 1,9, en 10 dispersant, dans la matrice polymère de la couche mince ou d'au moins une des couches minces dans le cas d'un film polymère sous forme de multicouche, une quantité prédéterminée de nanoparticules d'au moins un oxyde métallique. Lesdites nanoparticules d'oxyde métallique sont, de plus, transparentes à la lumière et elles présentent, avantageusement, un 15 diamètre inférieur ou égal à 10nm. L'oxyde métallique est, par exemple, de l'oxyde de titane ou de l'oxyde de zirconium.

À titre d'exemple, les nanoparticules d'oxyde de titane sont, plus particulièrement, obtenues à partir d'oxyde de titane chélaté dans un 20 composé organique, tel qu'un alkoxy-organosilane, un alcool, un dérivé du polyéthylène glycol ou un acide carboxylique, de manière à faire passer le titane de son état de valence +4 à son état de valence +6 (état plus stable). Un dispersant est éventuellement utilisé pour éviter l'agglomération desdites nanoparticules. Par ailleurs, la proportion des nanoparticules d'oxyde 25 métallique dans la matrice polymère est, avantageusement, choisie de manière à trouver un compromis entre l'indice de réfraction désiré, variant linéairement avec la quantité de nanoparticules, et l'atténuation de la transmission de la lumière dans ledit film polymère, nécessairement provoquée par la présence desdites particules. À titre d'exemple, la 30 proportion de nanoparticules d'oxyde de titane dans la matrice polymère peut être, avantageusement, comprise entre 10% et 50% en poids et préférentiellement entre 25% et 30% en poids.

De plus, des particules d'au moins une terre rare, par exemple un métal de la série des lanthanides, peuvent être dispersées dans la matrice polymère de la couche mince ou de l'une des couches minces dans le cas d'un revêtement multicouche. L'ajout de telles particules adapte ou module le spectre de la lumière incidente à la réponse spectrale de la cellule. Bien entendu, un film polymère 7 peut comporter à la fois des particules de terre rare et des nanoparticules d'oxyde métallique.

Ainsi, la présence d'un tel film polymère 7 dans un module photovoltaïque 1 permet d'assurer une continuité optique depuis la plaque avant 2 jusqu'aux cellules photovoltaïques 4. Il n'est, alors, plus nécessaire de déposer des couches antireflets sur la face interne 2a de la plaque avant 2. De plus, le film polymère 7 améliore la résistance aux chocs du module photovoltaïque 1. En effet, sous un choc mécanique, une plaque avant 2 en verre se brise. Le film polymère 7 sert alors d'amortisseur, en évitant la propagation de fissures importantes fragmentant la plaque avant en verre. Le verre est alors maintenu par le film polymère 7. De plus, des tests ont montré que la présence d'un tel film polymère 7 ne provoquait pas un dégazage supplémentaire qui pourrait être néfaste à l'étanchéité du volume intérieur 6.

Un module photovoltaïque 1 tel que celui représenté sur la figure 1 présente, également, l'avantage d'être plus facile et moins coûteux à fabriquer que les modules nécessitant la présence de couches antireflets. Le film polymère 7 est, en effet, déposé sur la partie de la face interne 2a de la plaque avant 2, avant l'assemblage des cellules photovoltaïques et du joint de scellement périphérique. De plus, le film polymère 7, déposé sur la plaque avant 2, est, avantageusement, dans un état lui permettant de présenter des propriétés adhésives suffisantes pour maintenir provisoirement, pendant, l'assemblage, les cellules photovoltaïques contre la plaque avant 2.

La figure 2 illustre, à titre d'exemple, un mode particulier de réalisation du module photovoltaïque 1 tel que représenté sur la figure 1. En premier lieu et comme représenté sur la figure 2, un film polymère 7 est déposé sur une partie de la face interne 2a de la plaque avant 2, à une température de l'ordre de 40°C. Ledit film polymère 7 présente, de plus, une viscosité dynamique, à 40°C, comprise entre environ  $10^3$  PI (Poiseuille), soit  $10^4$  Po ou P (Poise) et environ  $5.10^3$  PI, soit  $5.10^4$  Po ou P. Une telle gamme de viscosité permet, en effet, de déposer le film 7 sur une plaque avant 2, avantageusement disposée en position verticale, sans que le polymère ne s'écoule le long de la face interne 2a de la plaque avant 2. Puis, la viscosité dynamique dudit film 7 atteint, après refroidissement à température ambiante, c'est-à-dire à une température de l'ordre de 20°C, une viscosité dynamique comprise entre environ  $2.10^3$  PI (soit  $2.10^4$  Po) et environ  $1.10^4$  PI (soit  $1.10^5$  Po). Ceci confère audit film 7 des propriétés adhésives permettant de maintenir, pendant l'assemblage, les cellules photovoltaïques 4 contre la plaque avant 2. Plus particulièrement, lorsque la plaque avant 2 est en position verticale, une telle gamme de viscosité dynamique permet de maintenir les cellules photovoltaïques 4 contre la plaque avant 2, pendant au moins 10 minutes, sans qu'il n'y ait déplacement desdites cellules photovoltaïques 4.

Comme représenté sur la figure 2, le dépôt du film polymère 7 est suivi de l'assemblage du module photovoltaïque et notamment de la plaque avant 2 revêtue du film polymère 7, des cellules photovoltaïques 4, du joint de scellement périphérique 5 et de la plaque arrière 3. Les différents éléments du module photovoltaïque sont, de préférence, assemblés, selon le procédé décrit dans la demande de brevet WO2004/09586. Ainsi, sur la figure 2, les plaques avant 2 et arrière 3 sont placées en position verticale, parallèlement l'une à l'autre, le film polymère 7 étant disposé en regard de la face interne 3a de la plaque arrière 3. De plus, les cellules photovoltaïques 4 et le joint de scellement périphérique 5 sont disposés entre les deux plaques 2 et 3. Les cellules 4 sont, plus particulièrement, disposées côté à côté, tandis que le

joint de scellement 5 est disposé à la périphérie desdites cellules. Les cellules photovoltaïques 4, le joint de scellement 5 et la plaque arrière 3 sont ensuite dirigés vers la plaque avant 2 (flèches F), jusqu'à ce que :

- les cellules photovoltaïques 4 entrent en contact avec le film polymère 7,
- 5 - le joint de scellement 5 entre en contact avec la face interne 2a de la plaque avant 2
- et la plaque arrière 3 entre en contact avec les cellules photovoltaïques 4 et le joint de scellement périphérique 5.

10 L'ensemble est, ensuite comprimé en appliquant une pression entre les deux plaques 2 et 3. Le joint de scellement 5 délimite, alors, un volume intérieur étanche 6 à l'intérieur duquel sont disposées les cellules photovoltaïques 4. Une dépression est, ensuite, avantageusement réalisée à l'intérieur dudit volume 6, de préférence, par aspiration, afin d'assurer une pression de  
15 contact suffisante pour permettre la conduction électrique nécessaire au bon fonctionnement du module.

Le film polymère 7 déposé sur la face interne 2a de la plaque avant peut être avantageusement un film polymère réticulable. Par film polymère réticulable,  
20 on entend un film polymère apte à être réticulé, c'est-à-dire un film polymère se trouvant dans un état désordonné et apte à passer dans un état plus ordonné. Ainsi, après l'étape d'assemblage, le film polymère peut être réticulé de manière à éviter les phénomènes de dégazage. La méthode de réticulation d'un polymère dépend dudit polymère employé. Cependant, un  
25 grand nombre de polymères peut être réticulé en les exposant à des rayonnements ultraviolets. Ainsi, le film polymère 7 peut être, avantageusement, exposé auxdits rayonnements, à travers la plaque avant 2 (flèches F' sur la figure 2), une fois le module photovoltaïque assemblé.

30 Dans une variante de réalisation, l'exposition du film polymère 7 aux rayonnements ultraviolets peut être réalisée, pendant l'assemblage. Dans ce cas, les cellules photovoltaïques 4 sont mises en contact avec le film

polymère 7, puis les parties du film polymère 7 non recouvertes par les cellules photovoltaïques 4 sont directement exposées aux rayonnements ultraviolets. Ainsi, le film polymère 7, muni des cellules photovoltaïques 4, est directement exposé aux rayonnements ultraviolets, du côté de la face interne 5 2a de la plaque avant 2 et non plus à travers ladite plaque 2, de sorte que seules les parties du film polymère 7 non recouvertes par les cellules photovoltaïques 4 sont réticulées. Ensuite, le joint de scellement périphérique 5 et la plaque arrière 3 sont successivement mis en contact avec la face interne 2a de la plaque avant 2, avant que l'ensemble ne soit 10 comprimé. Une telle variante de réalisation améliore le maintien des cellules photovoltaïques 4 contre la plaque avant 2. Une réticulation ultérieure peut, si nécessaire, être réalisée à l'aide de rayonnements ultraviolets, à travers la plaque avant 2. Cette réticulation ultérieure peut être réalisée de manière volontaire ou bien elle peut se dérouler progressivement lors de l'usage du 15 module photovoltaïque.

La réalisation du film polymère 7 s'intègre parfaitement au procédé de réalisation du module photovoltaïque tel que celui décrit dans la demande de brevet WO2004/09586, sans générer des coûts de fabrication 20 supplémentaires, remplaçant une étape ultérieure délicate et coûteuse, de dépôt de couches antireflets.

Dans une variante de réalisation et comme représenté sur la figure 3, le module photovoltaïque 1 peut également comporter un film polymère supplémentaire 8 recouvrant au moins une partie de la face interne 3a de la plaque arrière 3. Dans le cas d'une plaque arrière 3 en verre, un tel film polymère supplémentaire 8, déposé sur ladite plaque arrière 3 permet, en effet, d'améliorer la résistance aux chocs dudit module. Le ou les matériaux constituant ledit film 8 peuvent être identiques ou différents du ou des matériaux déposés pour former le film polymère 7. Il doit, cependant, être réticulé, avant l'assemblage du module.

Contrairement à l'art antérieur dans lequel il a été proposé d'employer des films polymères comme joint de scellement d'un module, il est à noter que le film polymère selon l'invention n'a pas pour fonction d'effectuer le scellement entre les plaques avant et arrière. Cette fonction est, en effet, réalisée par le joint de scellement périphérique 5 qui délimite un volume intérieur étanche 6 dans lequel sont disposées les cellules photovoltaïques 4. Le film polymère 7 assure le maintien des cellules photovoltaïques 4 contre la plaque avant, lors de l'assemblage desdites cellules et du joint de scellement entre les plaques avant et arrière. Il permet, également, d'assurer une continuité optique entre la plaque avant 2 et les cellules photovoltaïques 4 et d'obtenir une bonne résistance aux chocs.

## Revendications

1. Module photovoltaïque (1) comportant :

- 5 - des plaques avant (2) et arrière (3), comportant chacune une face interne (2a, 3a) et une face externe (2b, 3b),  
- une pluralité de cellules photovoltaïques (4) disposées côte à côte entre les plaques avant (2) et arrière (3) et comportant chacune une couche antireflet et,  
10 - et un joint de scellement (5) périphérique disposé entre les plaques avant (2) et arrière (3), autour des cellules photovoltaïques (4),  
module (1) caractérisé en ce que la partie de la face interne (2a) de la plaque avant (2) délimitée par le joint de scellement (5) est revêtue d'un film polymère (7) présentant un indice de réfraction compris entre celui de la  
15 plaque avant (2) et celui des couches antireflets des cellules photovoltaïques (4), ledit film (7) étant en contact avec les cellules photovoltaïques (4).

2. Module selon la revendication 1, caractérisé en ce que le film polymère (7) est au moins partiellement réticulé.

20

3. Module selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que le joint de scellement périphérique (5) délimite un volume intérieur étanche (6), dans lequel sont disposées les cellules photovoltaïques (4) et maintenu à une pression inférieure à la pression atmosphérique.

25

4. Module selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que le film polymère (7) est constitué d'au moins une couche mince comprenant une matrice polymère.

30 5. Module selon la revendication 4, caractérisé en ce que des nanoparticules d'au moins un oxyde métallique sont dispersées dans ladite matrice.

6. Module selon la revendication 5, caractérisé en ce que l'oxyde métallique est choisi parmi l'oxyde de titane et l'oxyde de zirconium.
- 5 7. Module selon l'une quelconque des revendications 4 à 6, caractérisé en ce que des particules d'au moins une terre rare sont dispersées dans ladite matrice.
8. Module selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que la matrice polymère est constituée par au moins un polymère polyacrylique ou par au moins un polymère polyuréthane.
- 10 9. Module selon la revendication 8, caractérisé en ce que la matrice polymère est un mélange de polymères ou de copolymères polyacrylates contenant au moins 50% d'un monomère acrylique de formule générale  $CR_1R_2$  dans laquelle le radical  $R_1$  est l'hydrogène ou un groupement méthyle et le radical  $R_2$  est l'hydrogène ou une chaîne hydrocarbonée saturée comportant entre 1 et 30 atomes de carbone.
- 15 10. Module selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisé en ce qu'au moins une partie de la face interne (3a) de la plaque arrière (3) est revêtue par un film polymère supplémentaire (8).
- 20 11. Procédé de fabrication d'un module (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, caractérisé en ce que le film polymère (7) est déposé sur ladite partie de la face interne (2a) de la plaque avant (2), avant l'assemblage des cellules photovoltaïques (4) et du joint de scellement périphérique (5) entre les plaques avant (2) et arrière (2), ledit film polymère (7) étant dans un état dans lequel il présente des propriétés adhésives pour
- 25 30 maintenir, pendant l'assemblage, les cellules photovoltaïques (4) contre la plaque avant (2).

**12.** Procédé selon la revendication 11, caractérisé en ce que le dépôt dudit film polymère (7) est réalisé à une température de l'ordre de 40°C et la viscosité dynamique dudit film est comprise entre environ  $10^3$  PI et environ  $5 \cdot 10^3$  PI, à 40°C.

5

**13.** Procédé selon l'une des revendications 11 et 12, caractérisé en ce que l'assemblage des cellules photovoltaïques (4) et du joint de scellement (5) est réalisé à température ambiante, la viscosité dynamique du film polymère (7) étant comprise entre environ  $2 \cdot 10^3$  PI et environ  $10^4$  PI à température ambiante.

10

**14.** Procédé selon l'une quelconque des revendications 11 à 13, caractérisé en ce que le film polymère (7) déposé sur ladite partie de la face interne (2a) de la plaque avant (2) est réticulable.

15

**15.** Procédé selon la revendication 14, caractérisé en ce que le film polymère (7) est réticulé, après l'assemblage des cellules photovoltaïques (4) et du joint de scellement (5), en exposant, à travers ladite plaque avant (2), ledit film (7) à des rayonnements ultraviolets.

20

**16.** Procédé selon l'une des revendications 14 et 15, caractérisé en ce que, pendant l'assemblage des cellules photovoltaïques (4) et du joint de scellement (5) entre les plaques avant (2) et arrière (3), le film polymère (7) est réticulé après la mise en contact des cellules photovoltaïques (4) avec le film polymère (7), en exposant directement les parties dudit film (7) non recouvertes par les cellules photovoltaïques à des rayonnements ultraviolets.

25

**17.** Procédé selon l'une quelconque des revendications 11 à 16, caractérisé en ce qu'un film polymère supplémentaire (8) est déposé sur au moins une partie de la face interne (3a) de la plaque arrière (3) et réticulé, avant l'assemblage.

30

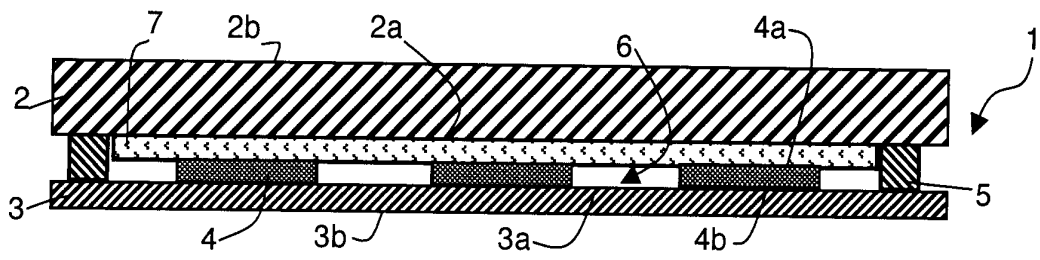


Figure 1

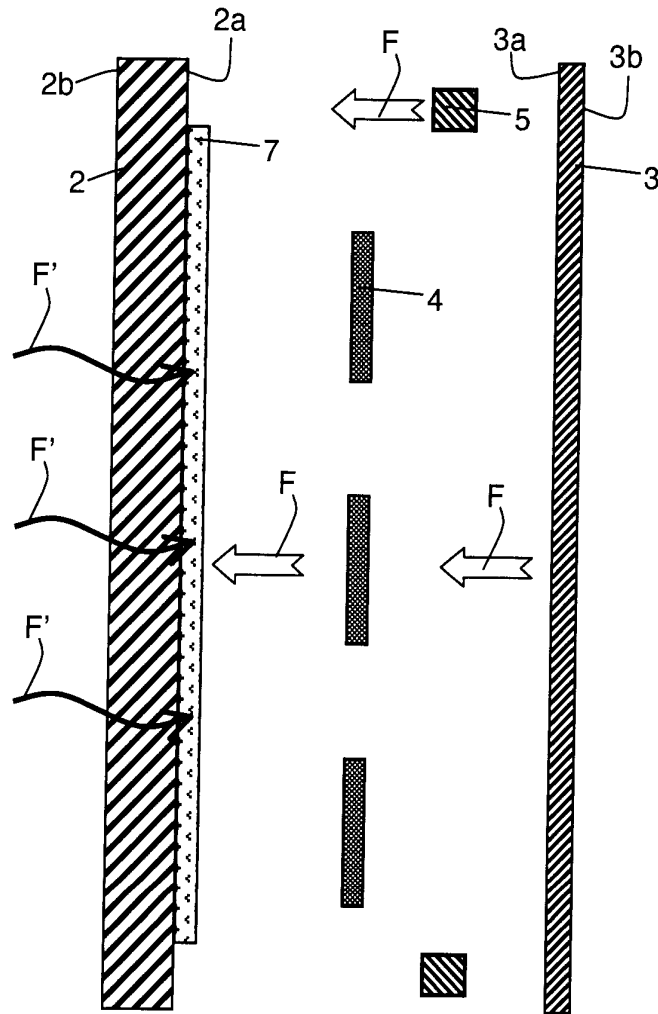


Figure 2

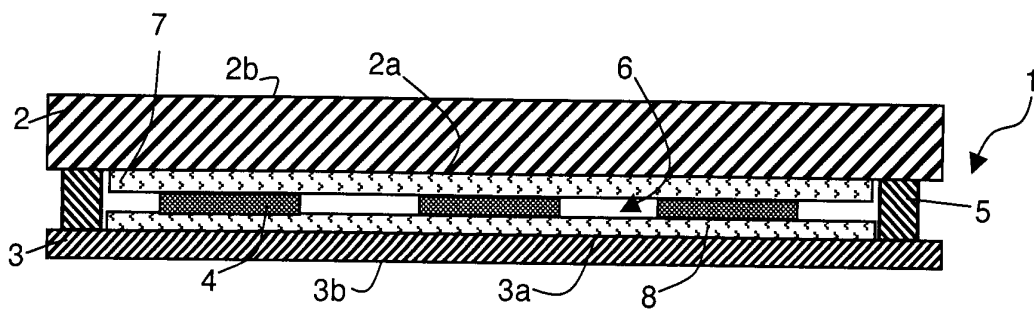


Figure 3

**RAPPORT DE RECHERCHE  
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement  
national

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

FA 695822  
FR 0704443

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	US 6 414 236 B1 (KATAOKA ICHIRO [JP] ET AL) 2 juillet 2002 (2002-07-02)	1-4,8-10	H01L31/048 H01L31/18
Y	* colonne 3, ligne 59 - colonne 17, ligne 2; figures 1,3-5 *	5-7, 11-17	
X	WO 2004/038462 A (SUNRAY TECHNOLOGIES INC [US]; KARDAUSKAS MICHAEL J [US]; PIWCZYK BERNH) 6 mai 2004 (2004-05-06) * page 13, ligne 13 - page 17, ligne 25; figure 8 *	1,2,4	
Y	US 2003/051751 A1 (YAMADA HIROSHI [JP] ET AL) 20 mars 2003 (2003-03-20) * alinéas [1001] - [1067]; figures 30-33 *	5-7	
Y	EP 1 722 619 A (BRIDGESTONE CORP [JP]) 15 novembre 2006 (2006-11-15) * alinéas [0087] - [0116]; revendications 13-18; figures 5,6 *	11-17	
D,A	US 2006/272699 A1 (LAUVRAY HUBERT [FR] ET AL) 7 décembre 2006 (2006-12-07) * le document en entier *	1-17	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) H01L
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
11 janvier 2008		Boero, Mauro	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention	
X : particulièrement pertinent à lui seul		E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.	
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie		D : cité dans la demande	
A : arrière-plan technologique		L : cité pour d'autres raisons	
O : divulgation non-écrite		.....	
P : document intercalaire		& : membre de la même famille, document correspondant	

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0704443 FA 695822**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 11-01-2008

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 6414236 B1	02-07-2002	CN 1280393 A EP 1065731 A2	17-01-2001 03-01-2001
WO 2004038462 A	06-05-2004	AU 2003282956 A1	13-05-2004
US 2003051751 A1	20-03-2003	AUCUN	
EP 1722619 A	15-11-2006	WO 2005086557 A1 KR 20070004673 A US 2007011863 A1	15-09-2005 09-01-2007 18-01-2007
US 2006272699 A1	07-12-2006	AU 2004231893 A1 CA 2522405 A1 EP 1614165 A2 WO 2004095586 A2 JP 2006523946 T	04-11-2004 04-11-2004 11-01-2006 04-11-2004 19-10-2006