

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

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international



WIPO | PCT



(10) Numéro de publication internationale
WO 2016/087724 A1

(51) Classification internationale des brevets :
H01L 31/0352 (2006.01) H01L 31/046 (2014.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2015/000217

(22) Date de dépôt international :
1 décembre 2015 (01.12.2015)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
14 02736 2 décembre 2014 (02.12.2014) FR

(71) Déposants : COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE ET AUX ENERGIES ALTERNATIVES (CEA) [FR/FR]; Bâtiment Le Ponant D, 25 rue Leblanc, F-75015 Paris (FR). SUNPARTNER TECHNOLOGIES [FR/FR]; Château de Galice, 1940 Route de Loqui, 13090 Aix en Provence (FR).

(72) Inventeurs : DUCROS, Eric; c/o Commissariat à l'Energie Atomique et aux Energies Alternatives (CEA), Bâtiment le Ponant D, 25 rue Leblanc, 75015 Paris (FR). PERAUD, Simon; c/o Commissariat à l'Energie Atomique et aux Energies Alternatives (CEA), Bâtiment le Ponant D, 25 rue Leblanc, 75015 Paris (FR). REYNES, Mathias; c/o Sunpartner Technologies, Château de Galice, 1940 Route de Loqui, 13090 Aix en Provence (FR).

(74) Mandataire : NONNENMACHER, Bernard; GLOBAL INVENTIONS, Les Portes de Rousset. Bâtiment B, 1er étage, 1200 avenue Olivier Perroy, 13790 Rousset (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).

Déclarations en vertu de la règle 4.17 :

- relative au droit du déposant de demander et d'obtenir un brevet (règle 4.17.ii))
- relative au droit du déposant de revendiquer la priorité de la demande antérieure (règle 4.17.iii))

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : PHOTOVOLTAIC TEXTILE THREAD

(54) Titre : FIL TEXTILE PHOTOVOLTAÏQUE

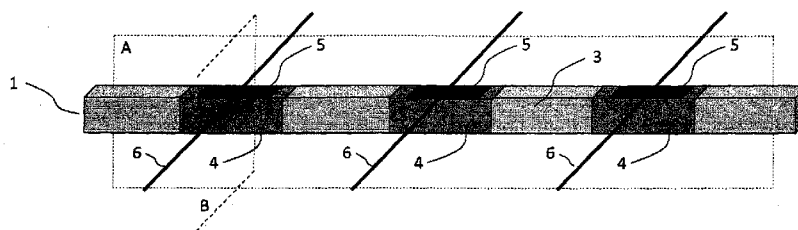


Figure 4a

(57) Abstract : The invention relates to a photovoltaic thread (1, 11) comprising at least: (a) a central core (2, 12) which ensures the mechanical strength of said photovoltaic thread (1, 11) and acts directly or indirectly as a first electrode; (b) a semi-conductive thin film (3) deposited on the central core (2, 12) and acting as the absorber; and (c) a conductive and transparent thin film (4) deposited on the absorber (3) and forming the second electrode (4). Said photovoltaic thread (1, 11) is characterised in that said second electrode (4) is segmented along the longitudinal axis of the thread, whereas the first electrode and the absorber are continuous.

(57) Abrégé : L'invention décrit un fil photovoltaïque (1,11) comportant au moins : (a) une âme centrale (2,12) qui assure la tenue mécanique dudit fil photovoltaïque (1,11) et qui assure directement ou indirectement le rôle d'une première électrode; (b) une couche mince semi-conductrice (3) déposée sur l'âme centrale (2,12), et qui joue le rôle d'absorbeur; (c) une couche mince conductrice et transparente (4) déposée sur l'absorbeur (3) et qui forme la seconde électrode (4); Ce fil photovoltaïque (1,11) est caractérisé en ce que ladite seconde électrode (4) est segmentée selon l'axe longitudinal du fil, alors que la première électrode et l'absorbeur sont continus.



WO 2016/087724 A1

WO 2016/087724 A1



Publiée :

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

Fil textile photovoltaïque

Domaine technique de l'invention

La présente invention concerne une architecture de fil textile photovoltaïque, ainsi
5 que son procédé de fabrication.

Etat de la technique

Il est connu que les produits textiles photovoltaïques peuvent être utilisés pour
alimenter en électricité des fonctions de proximité, notamment dans les domaines applicatifs
10 tels que les équipements de protection solaire (alimentation électrique de l'enrouleur d'un
store banne photovoltaïque), les serres agricoles (alimentation électrique de la motorisation
de voiles d'ombrage photovoltaïques), ou encore les sports et loisirs (chargeur d'un
téléphone portable sur un sac à dos photovoltaïque).

15 Une solution technique particulièrement avantageuse pour obtenir une surface textile
photovoltaïque consiste à intégrer la fonction photovoltaïque à l'échelle du fil textile. Le
principe est de fabriquer des fils textiles photovoltaïques par dépôt de couches minces
(absorbeur et électrodes), puis d'utiliser ces fils photovoltaïques pour produire une nappe
textile par tissage ou tricotage.

20 On connaît à travers le brevet US4913744 plusieurs architectures de fils
photovoltaïques. Un fil photovoltaïque connu est constitué d'un empilement de couches
disposées de manière concentrique autour d'une électrode centrale. Ces couches
concentriques comprennent au moins une couche semi-conductrice (matériau absorbeur) et
25 une couche métallique opaque (contre-électrode). Avantageusement, la contre-électrode
n'occupe qu'une portion de la circonférence du fil photovoltaïque (c'est-à-dire la portion
opposée à la portion illuminée par la lumière ambiante), afin de limiter les effets d'ombrage
et de maximiser la puissance électrique générée par le fil photovoltaïque (voir figure 3 du
document US4913744). De manière alternative, cette contre-électrode peut être constituée
30 d'un fil métallique autour duquel est enroulé en spirale un fil photovoltaïque (voir figure 7 du
document US4913744), ce qui constitue une structure guipée.

Cependant, dans l'art antérieur, le fil photovoltaïque n'est constitué que d'une seule
cellule photovoltaïque couvrant pratiquement toute la longueur du fil. Une telle architecture
35 pose deux problèmes majeurs.

Premièrement, cette architecture de fil photovoltaïque est très sensible aux défauts

dans l'absorbeur. En effet, du fait des techniques de fabrication mises en œuvre pour obtenir le fil photovoltaïque (typiquement, des dépôts de couches minces sur un substrat filaire), une certaine densité linéique de défauts dans l'absorbeur est inévitable (par exemple, 1 défaut tous les 10 cm). Or, dans l'industrie textile, la longueur du fil est typiquement de l'ordre de plusieurs kilomètres. On voit donc que le fil photovoltaïque va probablement contenir un certain nombre de défauts dans l'absorbeur. S'il s'agit de défauts entraînant un court-circuit, du type dit « pin hole », alors un seul défaut sur le fil photovoltaïque peut provoquer la défaillance de l'ensemble du fil. La manière classique de contourner ce problème dans le domaine des dispositifs photovoltaïques en couches minces conventionnels (sur substrats en verre plans) consiste à réaliser une interconnexion monolithique, c'est-à-dire une mise en série d'un certain nombre de cellules sur un même substrat. Cependant, le procédé d'interconnexion monolithique, qui requiert trois gravures distinctes P1, P2, P3 de l'empilement de couches minces par cellule photovoltaïque, est très complexe à maîtriser à l'échelle industrielle sur un substrat filaire.

Deuxièmement, cette architecture de fil photovoltaïque rend problématique la découpe à façon du fil photovoltaïque ou de la nappe textile fabriquée à partir de fils photovoltaïques. En effet, avec cette architecture, la découpe se fait nécessairement au niveau de la zone active de la cellule photovoltaïque. Les défauts créés lors de la découpe, notamment les défauts entraînant un court-circuit, peuvent provoquer la défaillance de l'ensemble du fil photovoltaïque.

Objets de l'invention

La présente invention vise donc à remédier à ces inconvénients, en proposant une nouvelle architecture de fil photovoltaïque qui permette de l'intégrer plus aisément dans une nappe textile, et qui soit compatible avec les procédés industriels utilisés pour tisser ou tricoter lesdits fils textiles.

Le fil photovoltaïque objet de l'invention comprend au moins :

- (a) une âme centrale qui assure la tenue mécanique dudit fil photovoltaïque et qui assure directement ou indirectement le rôle d'une première électrode ;
- (b) une couche mince semi-conductrice déposée sur tout ou partie de l'âme centrale et qui joue le rôle d'absorbeur ;
- (c) une couche mince conductrice et transparente déposée sur l'absorbeur et qui forme la seconde électrode.

Le fil photovoltaïque est caractérisé en ce que la seconde électrode est segmentée selon l'axe longitudinal du fil photovoltaïque, alors que la première électrode et l'absorbeur

sont continus.

La segmentation de la seconde électrode permet d'obtenir différentes cellules photovoltaïques sur le même fil photovoltaïque. Lesdites cellules photovoltaïques ont en commun la première électrode, mais possèdent chacune leur propre segment de seconde électrode isolé électriquement des autres segments. Etant donné que la résistivité de la couche mince d'absorbeur est élevée (notamment s'il s'agit d'un absorbeur en silicium amorphe hydrogéné), chaque cellule photovoltaïque est découplée des autres cellules photovoltaïques du fil photovoltaïque, ainsi que des zones inter-segments.

Cette segmentation de la seconde électrode selon l'axe du fil photovoltaïque permet de résoudre le problème de l'extrême sensibilité aux défauts dans l'absorbeur. En effet, un défaut présent dans l'absorbeur au niveau d'une cellule photovoltaïque donnée (par exemple, un défaut entraînant un court-circuit) n'affecte pas les autres cellules photovoltaïques du fil photovoltaïque, car la cellule photovoltaïque défectueuse est découplée des autres cellules photovoltaïques du fait de la forte résistivité de la couche mince d'absorbeur.

Cette segmentation de la seconde électrode selon l'axe du fil photovoltaïque permet également de résoudre le problème de la découpe à façon du fil photovoltaïque ou de la nappe textile. En effet, si la découpe est effectuée au niveau d'une cellule photovoltaïque donnée, alors les défauts créés dans l'absorbeur au niveau de cette cellule photovoltaïque du fait de la découpe n'affectent pas les autres cellules photovoltaïques du fil photovoltaïque, du fait de la forte résistivité de la couche mince d'absorbeur. Alternativement, si la découpe est effectuée au niveau d'une zone inter-segment, alors les défauts créés dans l'absorbeur au niveau de cette zone inter-segments suite à la découpe n'affectent aucune cellule photovoltaïque du fil photovoltaïque, du fait de la forte résistivité de la couche mince d'absorbeur.

Suivant différents modes de réalisation du dispositif, l'absorbeur est composé d'une couche mince de matériaux semi-conducteurs inorganiques ou organiques, cristallins ou amorphes, opaques ou semi-transparents. Il peut s'agir avantageusement de couches minces à base de silicium amorphe hydrogéné ou microcristallin, d'arséniure de gallium, de tellure de cadmium, d'un alliage de cuivre-indium-gallium-sélénium, d'un alliage de cuivre-zinc-étain-sélénium ou encore de polymères. Il peut s'agir de simples jonctions de type p-i-n ou p-n, ou de jonctions multiples dont les matériaux absorbent préférentiellement une partie

différente du spectre lumineux. Elles peuvent être conçues pour convertir la lumière visible et/ou la lumière ultra-violette et/ou la lumière infrarouge en électricité.

Selon une variante de réalisation, la couche mince conductrice et transparente peut être recouverte, au moins en partie, d'une couche mince métallique afin de diminuer les pertes ohmiques dans la seconde électrode du fil photovoltaïque. La couche mince métallique est également segmentée selon l'axe du fil photovoltaïque. De plus, afin de réduire les effets d'ombrage, la couche mince métallique peut n'occuper qu'une portion de la circonférence du fil photovoltaïque, c'est-à-dire la portion opposée à la portion illuminée.

Selon les modes de réalisation retenus, la section de l'âme centrale peut être polygonale, rectangulaire, circulaire, elliptique, ou de toute autre forme.

Suivant différents modes de réalisation, l'âme centrale peut être intégralement constituée d'un matériau conducteur assurant à la fois la tenue mécanique et le rôle de première électrode. Dans ce cas, il n'est pas nécessaire que l'âme centrale soit recouverte d'une couche mince conductrice puisque ladite âme centrale joue directement le rôle de la première électrode.

Alternativement, l'âme centrale peut être constituée d'un matériau isolant assurant la tenue mécanique du fil photovoltaïque et sur lequel est déposée, au moins en partie, une couche mince conductrice métallique formant alors une première électrode. Avantagusement, lorsque l'âme centrale est constituée d'un matériau isolant dont la section est polygonale, alors la couche mince conductrice n'occupe qu'une portion d'une des faces du prisme issu dudit polygone sans recouvrir les arêtes dudit prisme. Dans cette configuration, les défauts présents dans l'absorbeur au niveau des arêtes du prisme qui correspondent à des ruptures de pente, et donc à des zones de défauts dus à un dépôt non conforme des couches minces, n'affectent pas la cellule photovoltaïque du fait de la forte résistivité de la couche mince d'absorbeur.

Alternativement, les pertes ohmiques dans la seconde électrode du fil photovoltaïque peuvent être diminuées en adjoignant à la couche mince conductrice et transparente un élément métallique présent sur un ou plusieurs fils annexes. Le fil photovoltaïque et les fils annexes peuvent par exemple être assemblés dans une structure stratifiée ou guipée. L'élément métallique présent sur le ou les fils annexes est segmenté, selon un axe parallèle à l'axe du fil photovoltaïque.

Un autre objet de l'invention est une nappe textile comportant une pluralité desdits fils photovoltaïques dans laquelle une cellule photovoltaïque donnée définie sur un fil photovoltaïque donné peut être adressée individuellement, par exemple en établissant un contact électrique entre un fil métallique et le segment de seconde électrode propre à cette cellule photovoltaïque. Les cellules photovoltaïques de plusieurs fils photovoltaïques sont interconnectées électriquement en parallèle pour former un module photovoltaïque.

Suivant un mode de réalisation particulier, les premières électrodes de chacun desdits fils photovoltaïques peuvent être connectées électriquement au moyen d'un fil d'interconnexion.

Suivant un autre mode de réalisation particulier, chaque segment de seconde électrode de chacun des fils photovoltaïques est relié via un fil de connexion à un interrupteur électronique qui pilote l'interconnexion de l'ensemble des segments de seconde électrode à un même fil.

Encore un autre objet de l'invention est un procédé de fabrication dudit fil photovoltaïque, dans lequel procédé :

- (a) on approvisionne une âme centrale en matériau conducteur, ou en matériau isolant revêtu d'une couche conductrice ;
- (b) lorsque l'âme centrale est isolante, on dépose dessus une couche mince conductrice faisant office de première électrode ;
- (c) on dépose une couche mince d'absorbeur ;
- (d) on masque certaines parties de l'absorbeur correspondant aux zones inter-segments ;
- (e) on dépose à travers le masque une couche mince conductrice et transparente ;
- (f) on ôte le masque mécaniquement ou par dissolution de matière.

Pour l'étape (d), il peut s'agir par exemple d'un procédé de sérigraphie ou de spray. L'étape (e) correspond typiquement à un procédé dit de « lift-off ».

Un procédé alternatif de fabrication dudit fil photovoltaïque consiste à :

- (a) approvisionner une âme centrale en matériau conducteur ou en matériau isolant revêtu d'une couche conductrice ;
- (b) lorsque l'âme centrale est isolante, on dépose dessus une couche mince conductrice faisant office de première électrode ;
- (c) déposer une couche mince d'absorbeur ;
- (d) déposer une couche mince conductrice et transparente ;

- (e) graver ladite couche mince conductrice et transparente par gravure chimique en voie humide, par laser ou par plasma.

Il est important de noter que la segmentation de la seconde électrode selon l'axe du fil photovoltaïque, en conservant une première électrode et un absorbeur continu, est un procédé beaucoup plus simple à mettre en œuvre qu'une interconnexion monolithique classique, pour deux raisons principales. La première raison est que la segmentation de la seconde électrode ne requiert qu'une seule étape de structuration par cellule photovoltaïque, contre trois étapes de structuration par cellule photovoltaïque dans le cas de l'interconnexion monolithique classique (P1, P2, P3). La seconde raison vient du fait que la segmentation de la seconde électrode ne requiert qu'une résolution spatiale typiquement supérieure à 1 mm, contre une résolution spatiale inférieure à 100 μm dans le cas de l'interconnexion monolithique classique.

L'invention trouve ses principales applications dans les équipements de protection solaire, comme les bâches et les stores, les serres agricoles, les vêtements ou encore les matériels de sports et loisirs, comme les sacs à dos.

Figures

L'invention sera mieux comprise à l'aide de sa description détaillée, en relation avec les figures, dans lesquelles :

- les figures 1a, 1b et 1c représentent schématiquement et respectivement, une vue en perspective, une vue en coupe longitudinale et une vue en coupe transversale du fil photovoltaïque selon l'invention, avant dépôt de la seconde électrode ;
- les figures 2a, 2b, 2c et 2d représentent schématiquement et respectivement, une vue en perspective, une vue en coupe longitudinale et une vue en coupe transversale du fil photovoltaïque selon l'invention, après dépôt de la seconde électrode ;
- les figures 3a, 3b et 3c représentent schématiquement et respectivement, une vue en perspective, une vue en coupe longitudinale et une vue en coupe transversale du fil photovoltaïque selon l'invention, après dépôt d'une couche mince métallique sur la seconde électrode ;
- les figures 4a, 4b et 4c représentent schématiquement et respectivement, une vue en perspective, une vue en coupe longitudinale et une vue en coupe transversale de la structure d'un des fils photovoltaïques d'une nappe textile selon l'invention ;
- la figure 5 est un schéma électrique d'un fil photovoltaïque selon l'invention et d'une partie de l'électronique de gestion de l'énergie ;

- les figures 6a, 6b et 6c représentent schématiquement et respectivement, une vue en perspective, une vue en coupe longitudinale et une vue en coupe transversale d'une variante de la structure d'un fil photovoltaïque selon l'invention ;

- les figures 7a et 7b représentent schématiquement et respectivement une vue en perspective et une vue en coupe transversale du fil photovoltaïque auquel est adjoint un fil annexe ;

- la figure 8 représente schématiquement une vue en perspective du fil photovoltaïque auquel est adjoint un fil annexe segmenté avec une période spatiale plus faible que celle du fil photovoltaïque ;

- les figures 9a et 9b montrent schématiquement l'interconnexion de plusieurs fils photovoltaïques dans une nappe textile, associés à un système électronique de gestion de l'énergie.

Les figures ne sont pas à l'échelle, les épaisseurs relatives des composants du fil photovoltaïque étant volontairement exagérées pour mieux faire apparaître sa structure.

Description détaillée

On se réfère aux figures 1a, 1b et 1c, qui représentent schématiquement une partie du fil photovoltaïque **1** avant dépôt de la seconde électrode. Ladite partie du fil photovoltaïque **1** est vue en perspective (figure 1a), en coupe longitudinale selon le plan **A** qui contient l'axe central dudit fil **1** (figure 1b), et en coupe transversale selon le plan **B** orthogonal à l'axe longitudinal dudit fil **1** (figure 1c). A ce stade du procédé de fabrication, le fil photovoltaïque **1** est constitué d'une âme centrale conductrice **2** et d'un absorbeur **3**. L'absorbeur **3** est une couche mince semi-conductrice déposée sur l'âme centrale **2**. L'âme centrale **2** peut être entièrement métallique, par exemple en argent ou en aluminium, et assure alors directement à la fois le rôle de support mécanique et de première électrode du fil photovoltaïque **1**. Alternativement, l'âme centrale peut comporter un matériau isolant pour assurer sa tenue mécanique, et être recouverte d'une couche mince métallique pour assurer indirectement le rôle de première électrode du fil photovoltaïque **1**. La section de l'âme centrale **2** peut être rectangulaire, comme représenté sur les figures 1a, 1b et 1c, mais également circulaire, elliptique, ou de toute autre forme. Les dimensions de la section de l'âme centrale **2** sont typiquement comprises entre 1 μm et 10 mm, et de préférence entre 10 μm et 5 mm. L'absorbeur **3** est préférentiellement une couche mince en silicium amorphe hydrogéné, d'épaisseur typiquement comprise entre 100 nm et 500 nm.

Les figures 2a, 2b et 2c représentent schématiquement le fil photovoltaïque **1** objet

de l'invention, après dépôt de la seconde électrode 4. Le fil photovoltaïque 1 est vu en perspective (figure 2a), en coupe longitudinale selon le plan A qui contient l'axe central dudit fil 1 (figure 2b), et en coupe transversale selon le plan B orthogonal à l'axe dudit fil 1 (figure 2c). A ce stade du procédé de fabrication, le fil photovoltaïque 1 comprend une seconde

5 électrode 4 qui est une couche mince électriquement conductrice et transparente déposée sur l'absorbeur 3. La seconde électrode 4 peut être une couche mince d'oxyde transparent conducteur, par exemple une couche mince d'oxyde d'indium dopé à l'étain, ou une couche mince d'oxyde de zinc dopé à l'aluminium, d'épaisseur typiquement comprise entre 100 nm et 1 µm.

10 Selon l'invention, la seconde électrode 4 est segmentée selon l'axe du fil photovoltaïque 1, alors que la première électrode 2 et l'absorbeur 3 sont continus. La longueur des segments de seconde électrode 4 peut être comprise entre 1 mm et 1 m, de préférence entre 10 cm et 50 cm, et la longueur des zones inter-segments peut être comprise entre 10 µm et 10 cm, de préférence entre 1 mm et 1 cm. Cette segmentation de la

15 seconde électrode 4 permet d'obtenir différentes cellules photovoltaïques sur le fil photovoltaïque 1, lesdites cellules photovoltaïques ayant en commun la première électrode 2, mais possédant chacune leur propre segment de seconde électrode 4 isolé électriquement des autres segments. Etant donné que la résistivité de la couche mince d'absorbeur 3 est élevée, notamment lorsqu'il s'agit d'un absorbeur en silicium amorphe

20 hydrogéné, chaque cellule photovoltaïque est découplée des autres cellules photovoltaïques du fil photovoltaïque 1, ainsi que des zones inter-segments. Ainsi, un défaut présent dans l'absorbeur au niveau d'une cellule photovoltaïque donnée (par exemple, un défaut entraînant un court-circuit) n'affecte pas les autres cellules photovoltaïques du fil photovoltaïque 1, car la cellule photovoltaïque défectueuse est découplée des autres cellules

25 photovoltaïques du fait de la forte résistivité de la couche mince d'absorbeur 3.

Les figures 3a, 3b et 3c représentent schématiquement le fil photovoltaïque 1 après dépôt d'une couche mince métallique 5 sur la couche mince conductrice et transparente 4. Il s'agit d'une étape optionnelle, permettant de diminuer les pertes ohmiques dans la seconde

30 électrode 4. Le fil photovoltaïque 1 est vu en perspective (figure 3a), en coupe longitudinale selon le plan A qui contient l'axe central dudit fil 1 (figure 3b), et en coupe transversale selon le plan B orthogonal à l'axe dudit fil 1 (figure 3c). A ce stade du procédé de fabrication, le fil photovoltaïque comprend une couche mince métallique 5 déposée sur la couche mince conductrice et transparente 4. La couche mince métallique 5 peut être une couche mince en

35 argent ou en aluminium, d'épaisseur typiquement comprise entre 100 nm et 1 µm. La couche mince métallique 5 est segmentée selon l'axe longitudinal du fil photovoltaïque 1, pour

conserver les effets de la segmentation de la couche mince conductrice et transparente 4. De plus, afin de réduire les effets d'ombrage, la couche mince métallique 5 peut n'occuper qu'une portion de la circonférence du fil photovoltaïque 1, c'est-à-dire la portion opposée à la portion illuminée (comme représenté sur les figures 3a, 3b et 3c).

Les figures 4a, 4b et 4c représentent schématiquement un des fils photovoltaïques 1 d'une nappe textile. Le fil photovoltaïque 1 est vu en perspective (figure 4a), en coupe longitudinale selon le plan A qui contient l'axe central dudit fil 1 (figure 4b), et en coupe transversale selon le plan B orthogonal à l'axe dudit fil 1 (figure 4c). Dans la nappe textile, chaque cellule photovoltaïque définie sur le fil photovoltaïque 1 est adressée individuellement, en établissant un contact électrique entre un fil métallique 6 et le segment de couche mince métallique 5 propre à la cellule photovoltaïque. Ainsi, les segments métalliques sont en contact électrique avec les segments de la seconde électrode 4 du fil photovoltaïque.

La figure 5 est un schéma électrique du fil photovoltaïque 1 dans la nappe textile et d'une partie de l'électronique de gestion de l'énergie. Les cellules photovoltaïques 7 définies sur le fil photovoltaïque 1 ont en commun la première électrode 2, mais possèdent chacune leur propre segment de seconde électrode 4, leur propre segment de couche métallique 5, et leur propre fil métallique 6.

Ainsi, chaque segment de seconde électrode 4 de chacun des fils photovoltaïques 1,11 est relié via un fil de connexion 6 à un interrupteur électronique 8 qui pilote l'interconnexion de l'ensemble des segments de seconde électrode 4 à un même fil 9.

Une électronique de gestion adaptée permet de sélectionner les cellules photovoltaïques 7 fonctionnelles. Les cellules photovoltaïques 7 fonctionnelles sont interconnectées en parallèle, c'est-à-dire que leurs segments de seconde électrode 4 sont connectés à un même fil de connexion 9 grâce à la fermeture d'interrupteurs électroniques 8 tels que des transistors connectés à chacun des fils 6. Les cellules photovoltaïques 7 en court-circuit, c'est-à-dire présentant une tension en circuit ouvert inférieure à un certain seuil, sont exclues grâce à l'ouverture d'interrupteurs électroniques 8 tels que des transistors.

Alternativement, l'électronique de gestion est remplacée par des fusibles en contact avec les fils 6 reliant chacune des cellules photovoltaïques 7 au fil 9. Ainsi, chaque segment de seconde électrode 4 de chacun des fils photovoltaïques 1,11 est en contact électrique avec un fusible.

Ceux-ci permettent d'isoler les cellules en court-circuit. En effet, l'augmentation de

l'intensité du courant électrique traversant une cellule photovoltaïque en court-circuit fait fondre le fusible et déconnecte donc la cellule concernée du circuit électrique. Par exemple, ces fusibles peuvent être réalisés par le dépôt d'une couche mince sur les segments de seconde électrode 4.

5

Les figures 6a, 6b et 6c représentent schématiquement un fil photovoltaïque 11. Le fil photovoltaïque 11 est vu en perspective (figure 6a), en coupe longitudinale selon le plan C qui contient l'axe central dudit fil 11 (figure 6b), et en coupe transversale selon le plan D orthogonal à l'axe dudit fil 11 (figure 6c). A la différence du fil photovoltaïque 1 représenté à la figure 3a, l'âme centrale du fil photovoltaïque 11 est constituée d'un matériau isolant 12 (par exemple un ruban en polymère) sur lequel est déposée une couche mince métallique 121 qui joue le rôle de la première électrode du fil photovoltaïque 11. La couche mince métallique 121 peut être une couche mince en argent ou en aluminium. L'âme 12 est de section rectangulaire. La couche mince métallique 121 n'occupe qu'une zone s'inscrivant dans un seul des côtés du rectangle et excluant les sommets du rectangle. Dans cette configuration, les défauts présents dans l'absorbeur 3 au niveau des sommets du rectangle (les sommets correspondent à des ruptures de pente, et donc à des zones de défauts dus à un dépôt non conforme des couches minces) n'affectent pas la cellule photovoltaïque, du fait de la forte résistivité de la couche mince d'absorbeur 3.

20

Les figures 7a (vue en perspective) et 7b (vue en coupe transversale selon le plan E) représentent schématiquement le fil photovoltaïque 1 auquel est adjoit un fil annexe 21, afin de diminuer les pertes ohmiques dans la seconde électrode 4. Le fil annexe 21 est constitué d'un matériau électriquement isolant 22 et d'une couche mince métallique 23 déposée sur ledit matériau isolant 22. Le fil photovoltaïque 1 et le fil annexe 21 sont assemblés dans une structure stratifiée (le fil annexe 21 est contrecollé sur le fil photovoltaïque 1). La couche mince métallique 23 est segmentée dans le sens longitudinal, pour conserver les effets de la segmentation de la couche mince conductrice et transparente 4. Le fil annexe 21 peut également remplir une fonction mécanique, en limitant les contraintes exercées sur le fil photovoltaïque 1. Pour cela, le fil photovoltaïque 1 peut être plus court que le fil annexe 21, comme représenté à la figure 7a.

30

Si le fil annexe 41 est segmenté avec une période spatiale plus faible que celle du fil photovoltaïque 11 (voir figure 8), c'est-à-dire que la période spatiale des segments métalliques (23) est plus faible que la période spatiale des segments de la seconde électrode (4), alors un alignement du fil annexe par rapport au fil photovoltaïque n'est pas

35

nécessaire. Ceci est particulièrement avantageux dans le cas d'une structure guipée (non représentée), où un alignement est difficile à effectuer.

5 La figure 9a représente schématiquement plusieurs fils photovoltaïques (**1A**, **1B**, ..., **1J**) dans une nappe textile. Dans l'exemple présenté à la figure 9a, chaque fil photovoltaïque est composé de deux cellules photovoltaïques (deux segments **4Aa** et **4Ab** de seconde électrode sur le fil photovoltaïque **1A**, deux segments **4Ba** et **4Bb** de seconde électrode sur le fil photovoltaïque **1B**, ...). Chaque cellule photovoltaïque est adressée individuellement, en
10 établissant un contact électrique **102** entre un fil métallique (**6Aa**, **6Ba**, ..., **6Jb**) et le segment (**4Aa**, **4Ba**, ..., **4Jb**) de seconde électrode correspondant. Un contact électrique **101** est établi entre un fil métallique **90** et la première électrode (**2A**, **2B**, ..., **2J**) de chaque fil photovoltaïque.

La figure 9b est le schéma électrique correspondant à la figure 9a, sur lequel les
15 cellules photovoltaïques (**7Aa**, **7Ba**, ..., **7Jb**) sont interconnectées en parallèle à l'aide du fil **9** et pilotées de manière indépendante grâce à l'ouverture ou à la fermeture d'interrupteurs électroniques (**8Aa**, **8Ba**, ..., **8Jb**) tels que des transistors.

Alternativement, un seul et même fil métallique **6a** est en contact électrique avec les segments de seconde électrode (**4Aa**, **4Ba**, ..., **4Ja**), alors qu'un autre fil métallique **6b** est
20 en contact électrique avec les segments de seconde électrode (**4Ab**, **4Bb**, ..., **4Jb**). Le nombre de fils métalliques est ainsi réduit de façon considérable. Les cellules photovoltaïques (**7Aa**, **7Ba**, ..., **7Jb**) peuvent alors être adressées individuellement par des fusibles (non représentés), comme décrit dans le dernier paragraphe correspondant à la figure 5.

25

Avantages de l'invention

Il résulte de ce qui précède que l'invention atteint les buts fixés. Elle décrit un fil photovoltaïque comportant une âme centrale, une couche mince d'absorbeur et une électrode transparente segmentée selon l'axe du fil photovoltaïque. Par rapport à l'état de
30 l'art, le fil photovoltaïque objet de l'invention a l'avantage de résoudre le problème de l'extrême sensibilité aux défauts dans l'absorbeur. Il permet en outre de résoudre le problème de la découpe à façon du fil photovoltaïque ou de la nappe textile.

Liste des repères utilisés sur les figures :

35

1	Fil photovoltaïque	11	Fil photovoltaïque
---	--------------------	----	--------------------

2	Ame centrale conductrice	12	Ame centrale isolante
3	Absorbeur	21	Fil annexe
4	Seconde électrode	22	Matériau isolant
5	Couche mince métallique	23	Couche mince métallique
6	Fil métallique	41	Fil annexe segmenté
7	Cellule photovoltaïque	90	Fil d'interconnexion
8	Interrupteur électronique	102	Contact électrique
9	Fil de connexion	121	Couche mince métallique

REVENDICATIONS

1 - Fil photovoltaïque (1,11) comportant au moins :

(a) une âme centrale (2,12) qui assure la tenue mécanique dudit fil photovoltaïque et
5 qui assure directement ou indirectement le rôle d'une première électrode ;

(b) une couche mince semi-conductrice (3) déposée sur l'âme centrale (2,12), et qui
joue le rôle d'absorbeur ;

(c) une couche mince conductrice et transparente (4) déposée sur l'absorbeur (3) et
qui forme la seconde électrode (4) ;

10 ledit fil photovoltaïque (1,11) étant caractérisé en ce que ladite seconde électrode (4)
est segmentée selon l'axe longitudinal du fil photovoltaïque, alors que la première électrode
(2,12) et l'absorbeur (3) sont continus.

2 - Fil photovoltaïque (1,11) selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'âme
15 centrale (2,12) est soit intégralement composée d'un matériau électriquement conducteur (2)
assurant à la fois la tenue mécanique et le rôle de première électrode, soit composée d'un
matériau électriquement isolant (12) assurant la tenue mécanique du fil photovoltaïque et
d'une couche mince métallique (121) disposée sur ledit matériau isolant (12) et formant une
première électrode.

20 3 - Fil photovoltaïque (1,11) selon l'une quelconque des revendications précédentes,
caractérisé en ce que la seconde électrode (4) ait des segments d'une longueur comprise
entre 1 mm et 1 m, et des zones inter-segments d'une longueur comprise entre 10 μ m et 10
cm.

25 4 - Fil photovoltaïque (1,11) selon l'une quelconque des revendications précédentes,
caractérisé en ce que la section de l'âme centrale (2,12) est soit polygonale, rectangulaire,
circulaire, ou elliptique.

30 5 - Fil photovoltaïque (1,11) selon l'une quelconque des revendications précédentes,
caractérisé en ce que la section de l'âme centrale (2,12) a des dimensions comprises entre 1
 μ m et 10 mm.

35 6 - Fil photovoltaïque (1,11) selon l'une quelconque des revendications 1 à 5,
caractérisé en ce que l'âme centrale (2) est métallique, notamment en argent ou en
aluminium.

7 - Fil photovoltaïque (1,11) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'absorbeur (3) est constitué de matériaux semi-conducteurs inorganiques ou organiques, cristallins ou amorphes, opaques ou semi-transparents.

5

8 - Fil photovoltaïque (1,11) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la couche d'absorbeur (3) a une épaisseur comprise entre 100 nm et 500 nm.

10 9 - Fil photovoltaïque (1,11) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la seconde électrode (4) est constituée d'une couche mince d'oxyde transparent conducteur, par exemple une couche mince d'oxyde d'indium dopé à l'étain, ou une couche mince d'oxyde de zinc dopé à l'aluminium, et d'épaisseur comprise entre 100 nm et 1 µm.

15

10 - Fil photovoltaïque (1,11) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la seconde électrode (4) est recouverte, d'une couche mince métallique (5), notamment en argent ou en aluminium, et d'épaisseur comprise entre 100 nm et 1 µm.

20

11 - Fil photovoltaïque (1,11) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend en outre un fil annexe (21) constitué d'un matériau isolant (22) et d'une couche mince métallique (23) déposée sur ledit matériau isolant (22), ladite couche mince métallique (23) étant segmentée de sorte que les segments métalliques soient en contact électrique avec les segments de la seconde électrode (4) dudit fil photovoltaïque (1).

25

12 - Fil photovoltaïque (1,11) selon la revendication 11, caractérisé en ce que la période spatiale des segments métalliques (23) est plus faible que la période spatiale des segments de la seconde électrode (4).

30

13 - Nappe textile constituée d'une pluralité de fils photovoltaïques (1,11) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que les premières électrodes (2) de chacun desdits fils photovoltaïques (1,11) sont connectées électriquement au moyen d'un fil d'interconnexion (90).

35

14 - Nappe textile constituée d'une pluralité de fils photovoltaïques (1,11) selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, caractérisée en ce que chaque segment de seconde électrode (4) de chacun des fils photovoltaïques (1,11) est relié via un fil de connexion (6) à un interrupteur électronique (8) qui pilote l'interconnexion de l'ensemble des segments de seconde électrode (4) à un même fil (9).

15 - Nappe textile constituée d'une pluralité de fils photovoltaïques (1,11) selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, caractérisée en ce que chaque segment de seconde électrode (4) de chacun des fils photovoltaïques (1,11) est en contact électrique avec un fusible.

16 - Procédé de fabrication du fil photovoltaïque (1,11) selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, caractérisé en ce qu'il comporte successivement des étapes consistant à :

- (a) approvisionner une âme centrale (2) en matériau conducteur formant une première électrode, ou une âme centrale (12) en matériau isolant revêtue d'une couche mince métallique (121) formant une première électrode;
- (b) déposer une couche mince d'absorbeur (3) sur l'âme centrale (2,12) ;
- (c) masquer certaines parties de l'absorbeur (3) correspondant aux zones inter-segments ;
- (d) déposer à travers le masque une couche mince conductrice et transparente (4) ;
- (e) ôter le masque mécaniquement ou par dissolution de matière.

17 - Procédé de fabrication du fil photovoltaïque (1,11) selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, caractérisé en ce qu'il comporte successivement des étapes consistant à :

- (a) approvisionner une âme centrale (2,12) en matériau conducteur formant une première électrode, ou une âme centrale (12) en matériau isolant revêtue d'une couche mince métallique (121) formant une première électrode ;
- (b) déposer une couche mince d'absorbeur (3) sur l'âme centrale (2,12) ;
- (c) déposer une couche mince conductrice et transparente (4) ;
- (d) graver ladite couche mince conductrice et transparente (4) par gravure chimique en voie humide, par laser ou par plasma.

18 - Equipements de protection solaire, serres agricoles, vêtements ou matériels de sports et loisirs, caractérisés en ce qu'ils comprennent une pluralité de fils photovoltaïques (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 12.

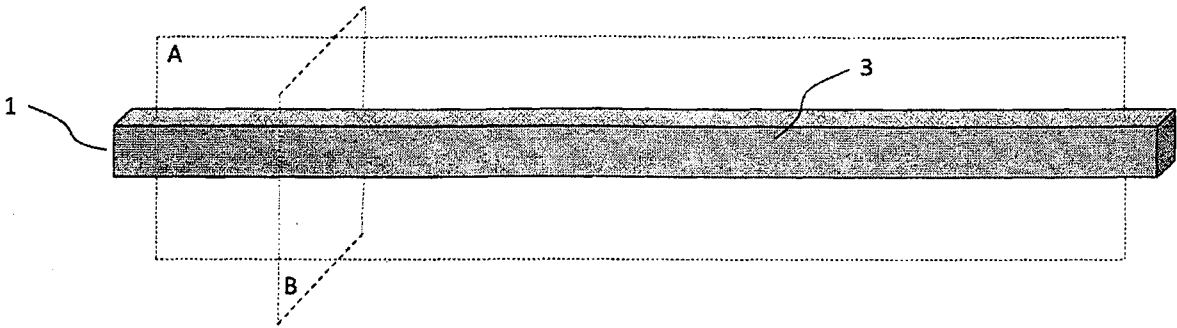


Figure 1a



Figure 1b

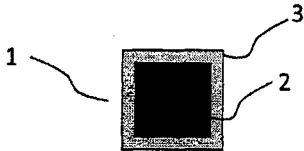


Figure 1c

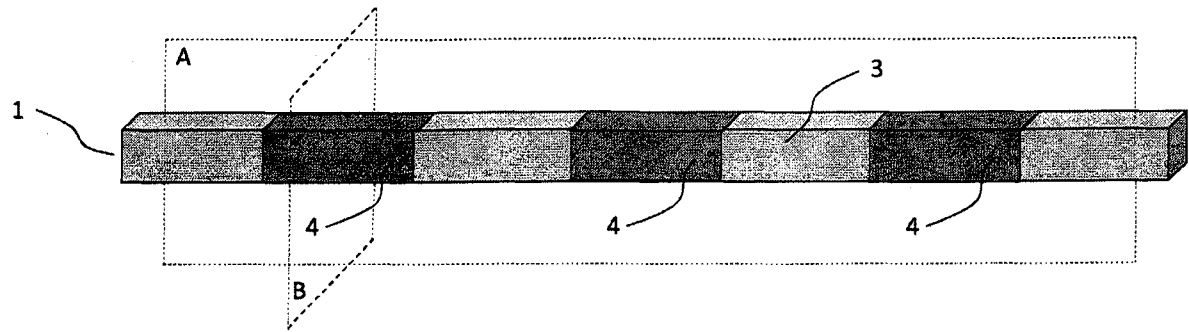


Figure 2a

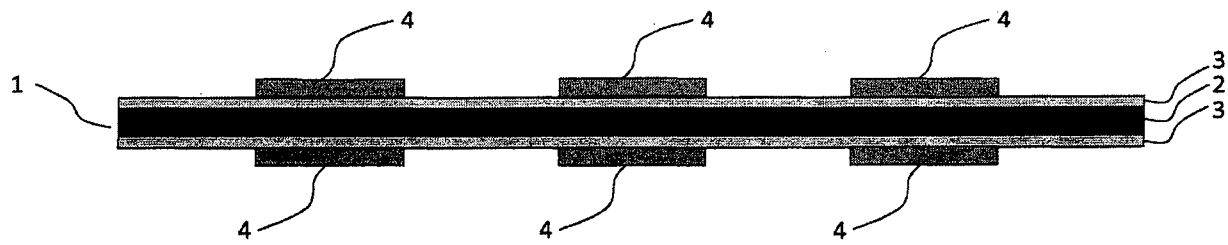


Figure 2b

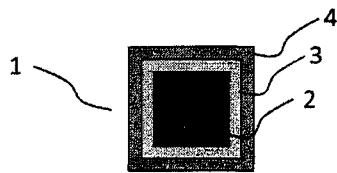


Figure 2c

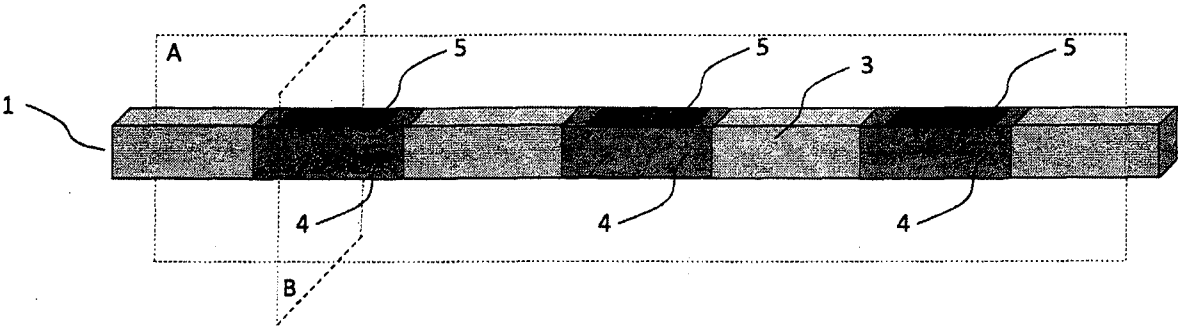


Figure 3a

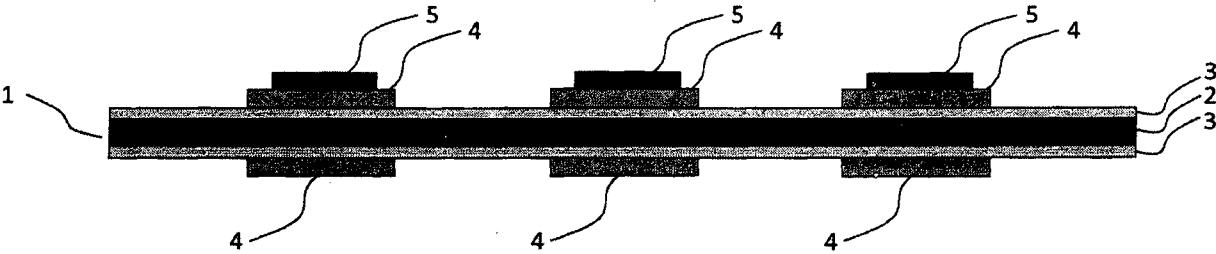


Figure 3b

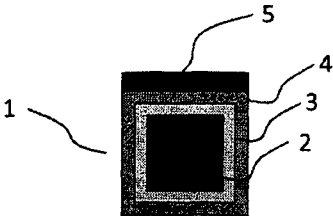


Figure 3c

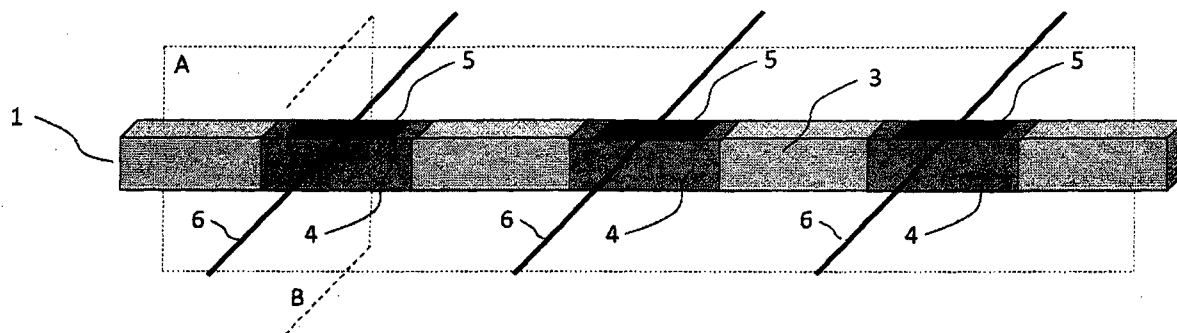


Figure 4a

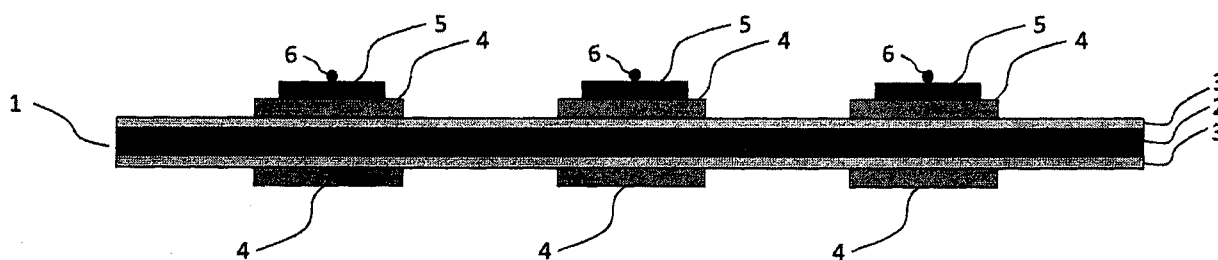


Figure 4b

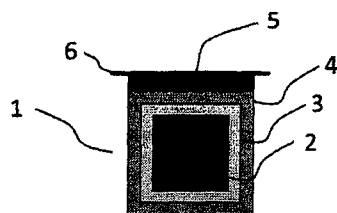


Figure 4c

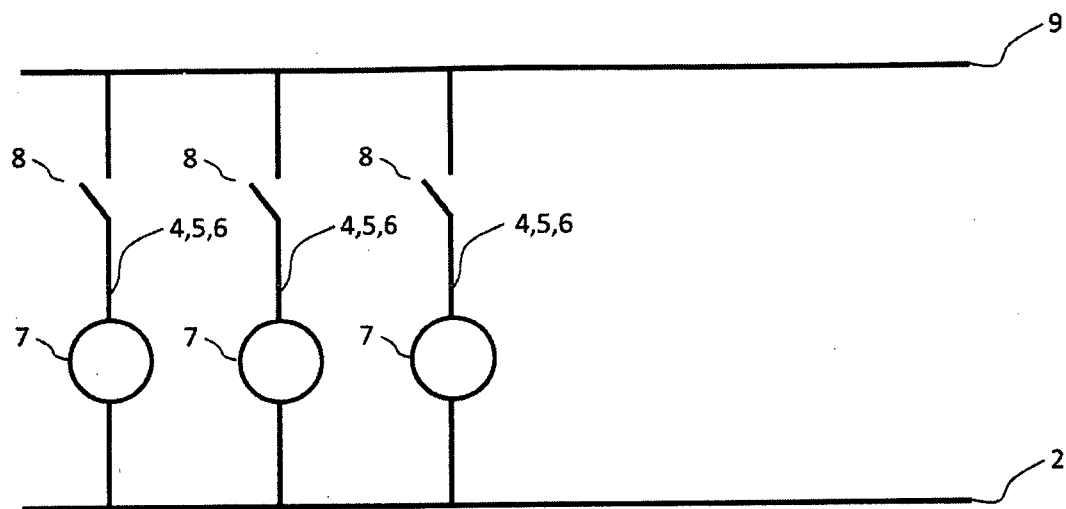


Figure 5

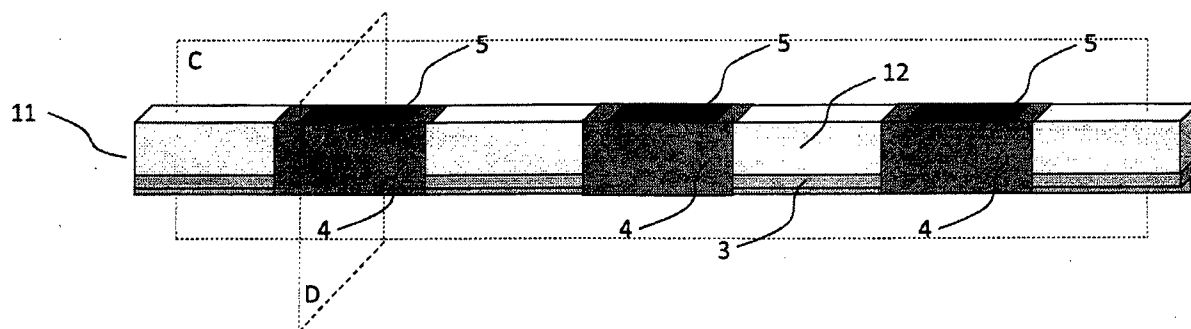


Figure 6a

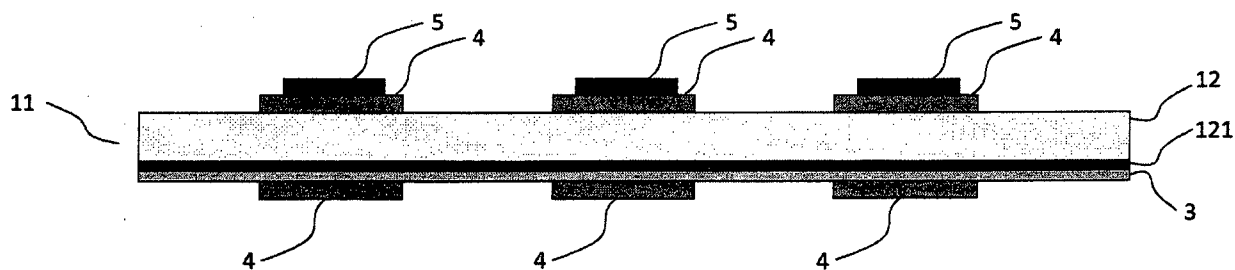


Figure 6b

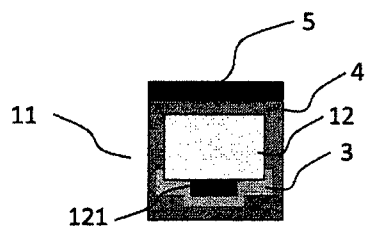


Figure 6c

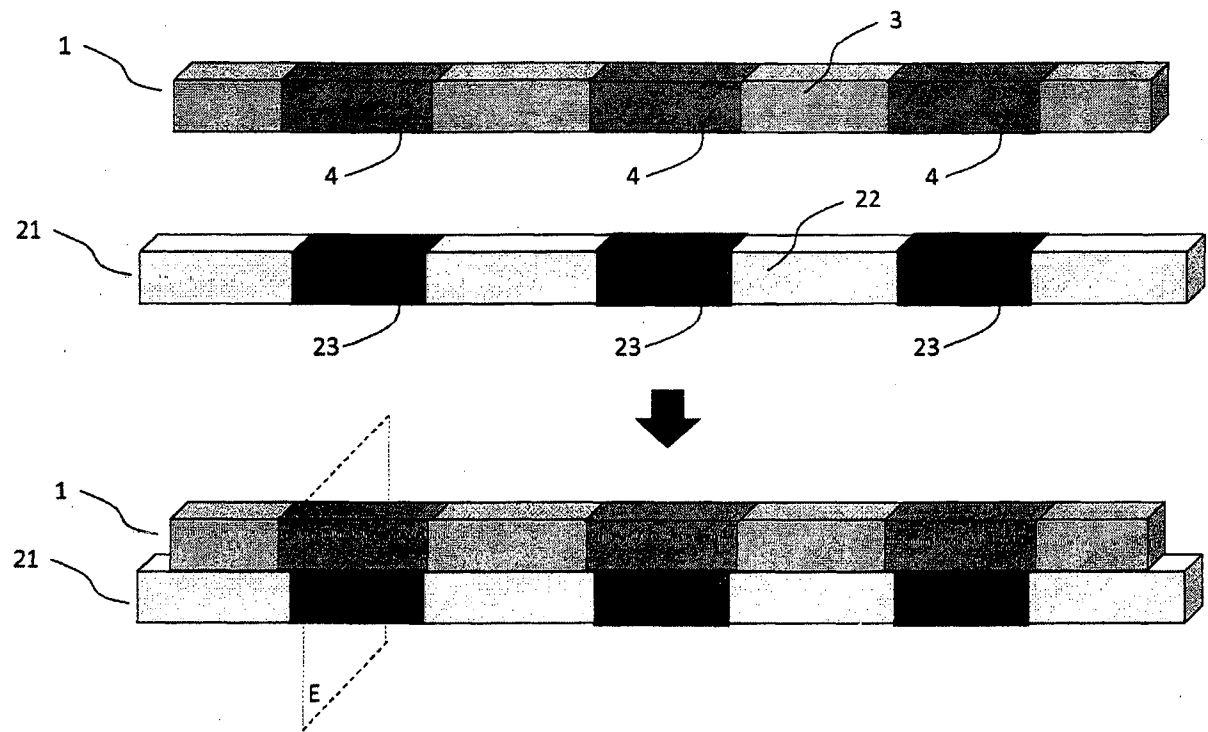


Figure 7a

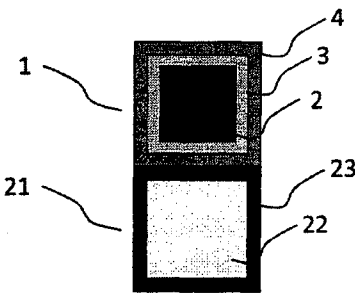


Figure 7b

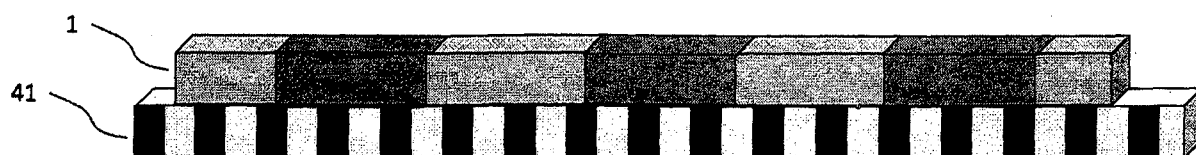


Figure 8

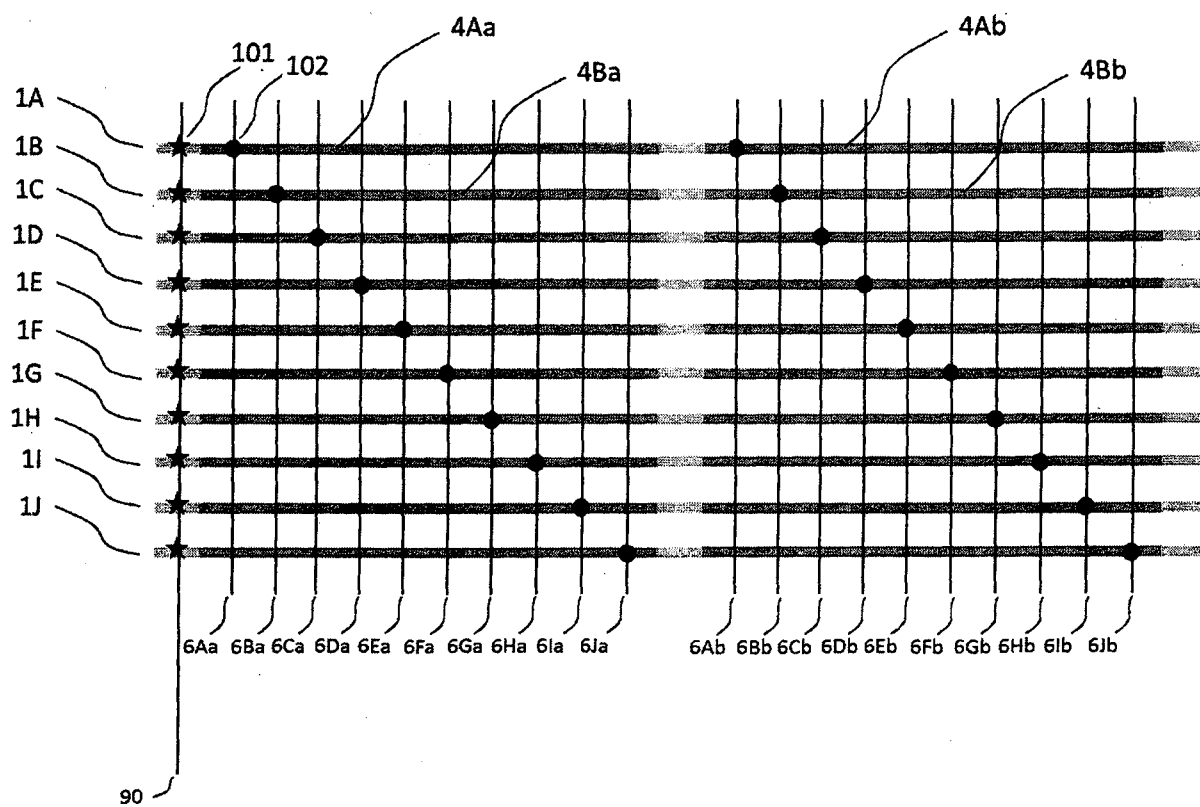


Figure 9a

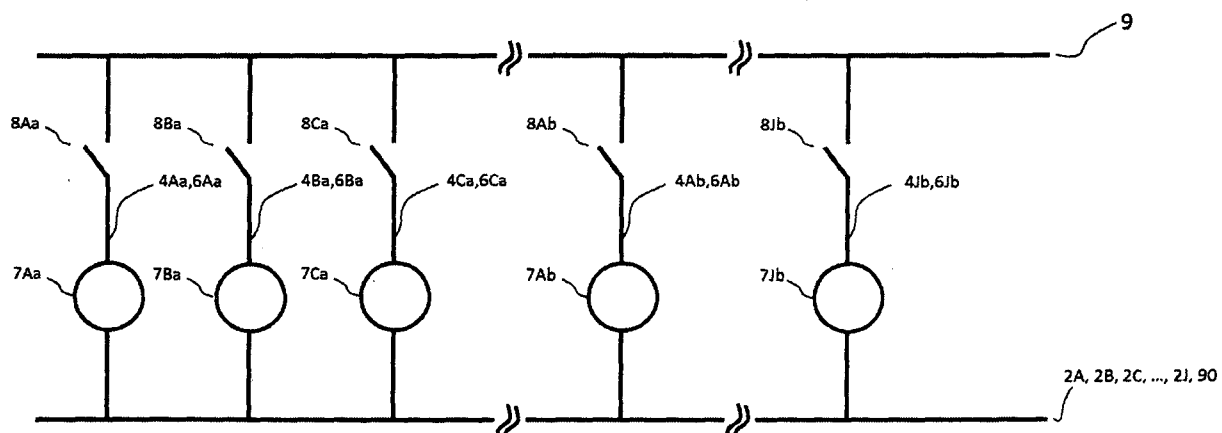


Figure 9b

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/FR2015/000217

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 INV. H01L31/0352 H01L31/046
 ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
 H01L H02S

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2010/012167 A1 (MILSHEIN EREL [US] ET AL) 21 January 2010 (2010-01-21) paragraphs [0029] - [0098]; figures 1-3 -----	1-10, 13-18
Y	FR 2 961 022 A1 (CENTRE NAT RECH SCIENT [FR]) 9 December 2011 (2011-12-09) pages 8-9; figure 1A -----	1-10, 13-18
Y	US 2008/264472 A1 (CUMPSTON BRIAN H [US] ET AL) 30 October 2008 (2008-10-30) paragraph [0063]; figure 2 -----	10
Y	US 4 913 744 A (HOEGL HELMUT [DE] ET AL) 3 April 1990 (1990-04-03) cited in the application -----	13
A	column 13, line 58 - column 14, line 2; figures 1,8 -----	11,12



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

29 February 2016

Date of mailing of the international search report

21/03/2016

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Persat, Nathalie

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/FR2015/000217

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2010012167	A1	21-01-2010	US 2010012167 A1 21-01-2010
			US 2013284240 A1 31-10-2013
			WO 2010008603 A2 21-01-2010
FR 2961022	A1	09-12-2011	AU 2011260301 A1 10-01-2013
			CA 2801261 A1 08-12-2011
			CN 103038885 A 10-04-2013
			EP 2577737 A2 10-04-2013
			FR 2961022 A1 09-12-2011
			JP 2013527623 A 27-06-2013
			JP 2016026395 A 12-02-2016
			KR 20130132249 A 04-12-2013
			US 2013152999 A1 20-06-2013
			WO 2011151338 A2 08-12-2011
US 2008264472	A1	30-10-2008	CA 2685518 A1 13-11-2008
			CN 101689579 A 31-03-2010
			DE 202008017616 U1 29-04-2010
			EP 2150988 A1 10-02-2010
			JP 5275339 B2 28-08-2013
			JP 2010526439 A 29-07-2010
			KR 20100017495 A 16-02-2010
			US 2008264472 A1 30-10-2008
			WO 2008136972 A1 13-11-2008
US 4913744	A	03-04-1990	DE 3700792 A1 21-07-1988
			DE 3745132 C2 19-03-1998
			DE 8700578 U1 10-11-1988
			EP 0275006 A2 20-07-1988
			JP 2683772 B2 03-12-1997
			JP S63232467 A 28-09-1988
			US 4913744 A 03-04-1990

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2015/000217

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
INV. H01L31/0352 H01L31/046
ADD.

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)
H01L H02S

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
Y	US 2010/012167 A1 (MILSHTEIN EREL [US] ET AL) 21 janvier 2010 (2010-01-21) alinéas [0029] - [0098]; figures 1-3 -----	1-10, 13-18
Y	FR 2 961 022 A1 (CENTRE NAT RECH SCIENT [FR]) 9 décembre 2011 (2011-12-09) pages 8-9; figure 1A -----	1-10, 13-18
Y	US 2008/264472 A1 (CUMPSTON BRIAN H [US] ET AL) 30 octobre 2008 (2008-10-30) alinéa [0063]; figure 2 -----	10
Y	US 4 913 744 A (HOEGL HELMUT [DE] ET AL) 3 avril 1990 (1990-04-03) cité dans la demande -----	13
A	colonne 13, ligne 58 - colonne 14, ligne 2; figures 1,8 -----	11,12



Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents



Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent

"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date

"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)

"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens

"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

"&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

29 février 2016

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

21/03/2016

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Persat, Nathalie

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2015/000217

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2010012167 A1	21-01-2010	US 2010012167 A1	21-01-2010
		US 2013284240 A1	31-10-2013
		WO 2010008603 A2	21-01-2010

FR 2961022 A1	09-12-2011	AU 2011260301 A1	10-01-2013
		CA 2801261 A1	08-12-2011
		CN 103038885 A	10-04-2013
		EP 2577737 A2	10-04-2013
		FR 2961022 A1	09-12-2011
		JP 2013527623 A	27-06-2013
		JP 2016026395 A	12-02-2016
		KR 20130132249 A	04-12-2013
		US 2013152999 A1	20-06-2013
		WO 2011151338 A2	08-12-2011

US 2008264472 A1	30-10-2008	CA 2685518 A1	13-11-2008
		CN 101689579 A	31-03-2010
		DE 202008017616 U1	29-04-2010
		EP 2150988 A1	10-02-2010
		JP 5275339 B2	28-08-2013
		JP 2010526439 A	29-07-2010
		KR 20100017495 A	16-02-2010
		US 2008264472 A1	30-10-2008
		WO 2008136972 A1	13-11-2008

US 4913744 A	03-04-1990	DE 3700792 A1	21-07-1988
		DE 3745132 C2	19-03-1998
		DE 8700578 U1	10-11-1988
		EP 0275006 A2	20-07-1988
		JP 2683772 B2	03-12-1997
		JP S63232467 A	28-09-1988
		US 4913744 A	03-04-1990
