(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) **N° de publication :** **2 932 009**

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

(21) **N° d'enregistrement national :** **08 53601**

(51) Int Cl[8] : ***H 01 L 31/0392*** *(2006.01), H 01 L 31/0256, 31/04*

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) **Date de dépôt :** 02.06.08.

(30) **Priorité :**

(43) **Date de mise à la disposition du public de la demande :** 04.12.09 Bulletin 09/49.

(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) :** *SAINT-GOBAIN GLASS FRANCE Société anonyme* — FR.

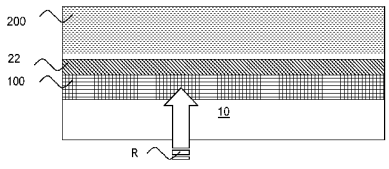
(72) **Inventeur(s) :** PETER EMMANUELLE.

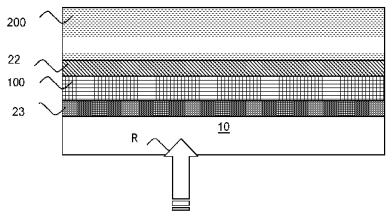
(73) **Titulaire(s) :** SAINT-GOBAIN GLASS FRANCE Société anonyme.

(74) **Mandataire(s) :** SAINT-GOBAIN GLASS FRANCE.

(54) CELLULE PHOTOVOLTAIQUE ET SUBSTRAT DE CELLULE PHOTOVOLTAIQUE.

(57) L'invention se rapporte à une cellule photovoltaïque (1) à matériau photovoltaïque absorbant, notamment à base de Cadmium, ladite cellule comportant un substrat (10) de face avant, notamment un substrat verrier transparent, comportant sur une surface principale, un revêtement électrode (100) transparent constitué d'un empilement de couches minces comportant au moins une couche conductrice transparente, notamment à base d'oxyde de zinc éventuellement dopée, caractérisée en ce que l'électrode (100) comporte au moins une couche de lissage (22)





FR 2 932 009 - A1

CELLULE PHOTOVOLTAÏQUE ET SUBSTRAT DE CELLULE PHOTOVOLTAÏQUE

L'invention se rapporte à un substrat de face avant de cellule photovoltaïque, notamment un substrat verrier transparent, ainsi qu'à une cellule photovoltaïque incorporant un tel substrat.

Dans une cellule photovoltaïque, un système photovoltaïque à matériau photovoltaïque qui produit de l'énergie électrique sous l'effet d'un rayonnement incident est positionné entre un substrat de face arrière et un substrat de face avant, ce substrat de face avant étant le premier substrat qui est traversé par le rayonnement incident avant qu'il n'atteigne le matériau photovoltaïque.

Dans la cellule photovoltaïque, le substrat de face avant comporte d'une manière habituelle en dessous d'une surface principale tournée vers le matériau photovoltaïque un revêtement électrode transparent en contact électrique avec le matériau photovoltaïque disposé dessous lorsque l'on considère que la direction principale d'arrivée du rayonnement incident est par le dessus.

Ce revêtement électrode de face avant constitue ainsi, en général, la borne négative de la cellule solaire.

Bien sûr, la cellule solaire comporte aussi sur le substrat de face arrière un revêtement électrode qui constitue alors la borne positive de la cellule solaire, mais en général, le revêtement électrode du substrat de face arrière n'est pas transparent.

Le matériau utilisé habituellement pour le revêtement électrode transparent du substrat de face avant est en général un matériau à base d'oxyde transparent conducteur (« TCO » en anglais), comme par exemple un matériau à base d'oxyde d'indium et d'étain (ITO), ou à base d'oxyde de zinc dopé à l'aluminium (ZnO:Al) ou dopé au bore (ZnO:B), ou encore à base d'oxyde d'étain dopé au fluor (SnO_2:F).

Ces matériaux sont déposés par voie chimique, comme par exemple par dépôt de vapeur chimique (« CVD »), éventuellement améliorée par plasma (« PECVD ») ou par voie physique, comme par

exemple par dépôt sous vide par pulvérisation cathodique, éventuellement assistée par champ magnétique (« Magnétron »).

Toutefois, pour obtenir la conduction électrique souhaitée, ou plutôt la faible résistance souhaitée, le revêtement électrode à base de TCO doit être déposé à une épaisseur physique relativement importante, de l'ordre de 500 à 1 000 nm et même parfois plus, ce qui coûte cher eu égard au prix de ces matériaux lorsqu'ils sont déposés en couches minces.

Lorsque le procédé de dépôt nécessite un apport de chaleur, cela augmente encore le coût de fabrication.

Il n'est donc pas possible avec les revêtements électrode à base de TCO d'optimiser indépendamment la conductivité du revêtement électrode et sa transparence.

L'art antérieur connaît de la demande internationale de brevet WO 2007092120 un procédé de fabrication de cellule solaire dans lequel le revêtement électrode transparent est constitué d'un empilement de couches minces déposé sur une face principale du substrat de face avant, ce revêtement comportant au moins une couche de type TC0 à base de oxyde de zinc dopé aluminium (ZnO :Al) ou d'oxyde d'oxyde d'étain dopé à l'antimoine (SnO2 : Sb).

Le principal inconvénient de cet art antérieur réside dans le fait que les matériaux sont déposés à température ambiante et par une technique de pulvérisation magnétron et les couches ainsi obtenues sont de nature amorphe ou moins cristallisées que les couches obtenues par dépôt à chaud, et donc faiblement ou moyennement conductrices électriquement. Il est donc nécessaire de leur faire subir un traitement thermique, par exemple de type trempe, pour augmenter la cristallinité de la couche, ce qui améliore également la transmission lumineuse.

Toutefois, cette solution peut encore être améliorée.

L'art antérieur connaît aussi le brevet américain US 6 169 246 qui porte sur une cellule photovoltaïque à matériau photovoltaïque absorbant à base de Cadmium, ladite cellule comportant un substrat de face avant verrier transparent comportant sur une surface principale un

revêtement électrode transparent constitué d'un oxyde conducteur transparent TCO.

Selon ce document, au-dessus du revêtement électrode en TCO et en dessous du matériau photovoltaïque est interposée une couche tampon en stannate de zinc qui ne fait donc partie ni du revêtement électrode en TCO, ni du matériau photovoltaïque. Cette couche possède en outre l'inconvénient d'être très difficile à déposer par des techniques de pulvérisation magnétron, la cible incorporant ce matériau étant de nature peu conductrice. L'emploi de ce type de cible isolante dans un « coater » magnétron génère lors de la pulvérisation beaucoup d'arcs, provoquant de nombreux défauts dans la couche déposée.

Un but important de l'invention est de permettre que le transport de charge entre le revêtement électrode et le matériau photovoltaïque, en particulier à base de Cadmium, soit facilement contrôlé et que l'efficacité de la cellule puisse être en conséquence améliorée.

Un autre but important est aussi de réaliser un revêtement électrode transparent à base de couches minces qui soit simple à réaliser et le moins cher possible à fabriquer industriellement.

L'invention a ainsi pour objet, dans son acception la plus large, une cellule photovoltaïque à matériau photovoltaïque absorbant notamment à base de Cadmium, ladite cellule comportant un substrat de face avant, notamment un substrat verrier transparent, comportant sur une surface principale un revêtement électrode transparent constitué d'un empilement de couches minces comportant au moins une couche conductrice transparente, notamment à base d'oxyde de zinc éventuellement dopée, et au moins une couche de lissage conductrice électriquement.

Dans une variante préférée de l'invention, la couche conductrice transparente est à base d'oxyde de zinc, éventuellement dopée.

Son épaisseur physique est de préférence comprise entre 400 et 700 nm. La couche conductrice transparente est déposée sur une couche d'ancrage, destinée à favoriser l'orientation cristalline adéquate de la couche conductrice déposée dessus), cette couche d'ancrage est

notamment à base d'oxyde mixte de zinc et d'étain ou à base d'oxyde mixte d'indium et d'étain (ITO).

Dans une autre variante préférée de l'invention, la couche conductrice transparente est déposée sur une couche présentant une fonction de barrière chimique à la diffusion, et à particulier à la diffusion du sodium provenant du substrat, protégeant alors le revêtement formant l'électrode, et plus particulièrement la couche conductrice, notamment lors d'un éventuel traitement thermique, notamment de trempe, l'épaisseur physique de cette couche barrière est comprise entre 30 et 50 nm.

La couche de lissage (entre le TCO et le matériau photovoltaïque) est, de préférence, à base :

- d'oxyde d'étain SnO_2 éventuellement dopé, comme par exemple SnO_2:Sb ou Al,
- ou à base d'un oxyde mixte d'indium et d'étain ITO,
- ou à base d'oxyde d'indium InOxd'un oxyde mixte de zinc, d'étain, d'antimoine $SnZnSbO_x$,

cet oxyde étant éventuellement non stœchiométrique.

Le dopage s'entend ici de la présence d'au moins un autre élément métallique dans la couche, dans une proportion atomique de métaux (or élément oxygène) allant de 0,5 à 10 %.

Un oxyde mixte est ici un oxyde d'éléments métalliques dont chaque élément métallique est présent dans une proportion atomique de métaux (hors élément oxygène) de plus de 10 %.

Ainsi, le revêtement électrode doit être transparent. Il doit ainsi présenter, déposé sur le substrat, dans la plage de longueur d'onde entre 300 et 1200 nm, une transmission lumineuse moyenne minimum de 65 %, voire de 75 % et de préférence encore de 85 % ou plus encore notamment d'au moins 90 %.

Si le substrat de face avant doit subir un traitement thermique, notamment de trempe, après le dépôt des couches minces et avant son intégration dans la cellule photovoltaïque, il est tout à fait possible qu'avant le traitement thermique le substrat revêtu de l'empilement agissant en tant que revêtement électrode soit peu transparent. Il peut par exemple avoir, avant ce traitement thermique une transmission lumineuse dans le visible inférieure à 65 %, voire même inférieure à 50 %.

Le traitement thermique peut résulter non pas d'une trempe, mais être la conséquence d'une étape de fabrication de la cellule photovoltaïque.

Ainsi, dans le cadre de la fabrication de cellule photovoltaïque dont la couche fonctionnelle, celle qui assure la conversion énergétique entre les rayons lumineux et l'énergie électrique, est à base de Cadmium, son processus de fabrication nécessite une phase de dépôt à chaud, dans une gamme de température comprise entre 500 à 700°C. Cet apport thermique lors du dépôt de la couche fonctionnelle sur l'empilement formant électrode est suffisant pour induire, au sein de cet empilement, des transformations physico-chimiques conduisant à une modification de la structure cristalline et par voie de conséquence à une amélioration de la transmission lumineuse et de la conductivité électrique de l'électrode.

L'important est que le revêtement électrode soit transparent avant traitement thermique tel qu'il présente après le traitement thermique, dans la plage de longueur d'onde entre 300 et 1200 nm, une transmission lumineuse moyenne minimum de 65 %, voire de 75 % et de préférence encore de 85 % ou plus encore notamment d'au moins 90 %.

Par ailleurs, dans le cadre de l'invention, l'empilement ne présente pas dans l'absolu la meilleure transmission lumineuse possible, mais présente la meilleure transmission lumineuse possible dans le contexte de la cellule photovoltaïque selon l'invention, c'est-à-dire dans la gamme d'efficacité quantique QE du matériau photovoltaïque considérée.

Il est rappelé ici que l'efficacité quantique QE est d'une manière connue l'expression de la probabilité (entre 0 et 1) qu'un photon incident avec une longueur d'onde selon l'abscisse soit transformé en paire électron-trou.

La longueur d'onde maximum d'absorption λ_m, c'est-à-dire la longueur d'onde à laquelle l'efficacité quantique est maximum est de l'ordre de 600 nm pour du Tellure de Cadmium.

La couche conductrice transparente est, de préférence, déposée sous une forme cristallisée ou sous une forme amorphe mais qui devient cristallisée après traitement thermique, sur une couche diélectrique mince qui (appelée alors « couche d'ancrage » car favorisant l'orientation cristalline adéquate de la couche métallique déposée dessus).

La couche conductrice transparente est ainsi, de préférence, déposée au-dessus d'une, voire directement sur une, couche d'ancrage à base d'oxyde, notamment à base d'oxyde de zinc ou à base d'oxyde mixte de zinc et d'étain, éventuellement dopé, éventuellement à l'aluminium (le dopage s'entend d'une manière habituelle comme exposant une présence de l'élément dans une quantité de 0,1 à 10 % en masse molaire d'élément métallique dans la couche et l'expression « à base de » s'entend d'une manière habituelle d'une couche contenant majoritairement le matériau ; l'expression « à base de » couvre ainsi le dopage de ce matériau par un autre), ou à base d'oxyde de zinc et d'oxyde d'étain, éventuellement dopé l'un et/ou l'autre.

L'épaisseur physique (ou réelle) de la couche d'ancrage est de préférence comprise entre 2 et 30 nm et de préférence encore comprise entre 3 et 20 nm.

Cette couche d'ancrage est un matériau qui présente, de préférence, une résistivité ρ (définie par le produit de la résistance par carré de la couche par son épaisseur) telle que 5 mΩ.cm $<\rho <$ 200 Ω.cm.

L'empilement est généralement obtenu par une succession de dépôts effectués par une technique utilisant le vide comme la pulvérisation cathodique éventuellement assistée par champ magnétique.

La couche de lissage au dessus de la couche conductrice transparente comporte, de préférence une couche à base d'oxyde mixte, en particulier à base d'oxyde d'étain, ou d'oxyde d'Indium (In_2O_3) ou d'oxyde mixte, en particulier à base d'oxyde mixte de zinc, d'étain, d'antimoine. L'épaisseur physique de cette couche de lissage est comprise entre 2 et 50 nm. Outre ses propriétés de lissage, surfaçage de la couche conductrice transparente par comblement des espaces résultant de la cristallisation de la couche conductrice transparente, cette dernière permet d'adapter également le travail de sortie de l'électrode.

Cette couche de lissage a également un rôle d'isolation électrique entre l'électrode avant et la couche fonctionnelle, et prévient des courts-circuits entre ces 2 couches et est un matériau qui présente, de préférence, une résistivité ρ d'un ordre de grandeur plus grande que la couche conductrice telle que $5\ m\Omega.cm < \rho < 200\ \Omega.cm$.

Le substrat peut comporter un revêtement à base de matériau photovoltaïque, notamment à base de Cadmium, au-dessus du revêtement électrode à l'opposé du substrat de face avant.

Une structure préférée de substrat de face avant selon l'invention est ainsi du type : substrat / revêtement électrode / couche de lissage/matériau photovoltaïque.

Il est ainsi particulier intéressant, lorsque le matériau photovoltaïque est à base de Cadmium, de choisir un vitrage architectural pour des applications véhicules ou bâtiments et résistant au traitement thermique de trempe, appelé « trempable » ou « à tremper ».

Toutes les couches du revêtement électrode sont, de préférence, déposées par une technique de dépôt sous vide, mais il n'est toutefois pas exclu que la première ou les premières couches de l'empilement puisse(nt) être déposée(s) par une autre technique, par exemple par une technique de décomposition thermique de type pyrolyse ou par CVD, éventuellement sous vide.

Avantageusement en outre, le revêtement électrode selon l'invention peut tout à fait être utilisée en tant que revêtement électrode de face arrière, en particulier lorsqu'il est souhaité qu'au moins une petite partie du rayonnement incident traverse complètement la cellule photovoltaïque.

Les détails et caractéristiques avantageuses de l'invention ressortent des exemples non limitatifs suivants, illustrés à l'aide des figures ci-jointes :

- La figure 1 illustre un substrat de face avant de cellule solaire l'invention selon un premier mode de réalisation de l'invention, revêtu d'un revêtement électrode en oxyde transparent conducteur ;
- La figure 2 illustre un substrat de face avant de cellule solaire selon un deuxième mode de réalisation de l'invention, revêtu d'un revêtement électrode en oxyde transparent conducteur et incorporant une couche d'ancrage ;
- La figure 3 illustre un substrat de face avant de cellule solaire selon un troisième mode de réalisation de l'invention, revêtu d'un revêtement électrode en oxyde transparent conducteur et incorporant une couche barrière aux alcalins,
- La figure 4 illustre un substrat de face avant de cellule solaire selon l'invention selon un quatrième mode de réalisation de l'invention, revêtu d'un revêtement électrode en oxyde transparent conducteur et incorporant à la fois une couche d'ancrage et une couche barrière aux alcalins,
- La figure 5 illustre un schéma en coupe d'une cellule photovoltaïque.

Dans les figures 1, 2, 3, 4 et 5, les proportions entre les épaisseurs des différents revêtements, couches, matériaux ne sont pas rigoureusement respectées afin de faciliter leur lecture.

La figure 1 illustre un substrat 10 de face avant de cellule photovoltaïque selon l'invention à matériau photovoltaïque 200 absorbant, ledit substrat 10 comportant sur une surface principale un

revêtement électrode 100 transparent constitué d'un TCO, autrement appelée couche conductrice transparente.

Le substrat 10 de face avant est disposé dans la cellule photovoltaïque de telle manière que le substrat 10 de face avant est le premier substrat traversé par le rayonnement incident R, avant d'atteindre le matériau photovoltaïque 200.

Le substrat 10 comporte par ailleurs entre la couche conductrice transparente 100 et le matériau photovoltaïque 200, une couche de lissage 22.

La figure 2 diffère de la figure 1 par le fait que l'on interpose entre la couche conductrice 100 et le substrat 10, une couche d'ancrage 23.

La figure 3 diffère de la figure 1 par le fait que l'on interpose entre la couche conductrice 100 et le substrat 10, une couche de barrière aux alcalins 24.

La figure 4 incorpore les dispositions des solutions présentées au niveau des figures 2 et 3, à savoir que la couche conductrice transparente est déposée sur une couche d'ancrage 23, elle-même déposée sur une couche barrière aux alcalins 24.

La couche conductrice 100, d'une épaisseur comprise entre 500 et 700 nm est à base d'oxyde de zinc dopé aluminium (ZnO :Al), cette couche est déposée sur une couche d'ancrage à base de d'oxyde mixte de zinc et d'étain, selon une épaisseur entre 2 et 30 nm et de préférence encore comprise entre 3 et 20 nm, par exemple 7 nm, elle-même déposée sur une couche barrière aux alcalins 24, par exemple à base d'un matériau diélectrique, notamment de nitrures, d'oxydes ou d'oxynitrures de silicium, ou de nitrures, d'oxydes ou d'oxynitrures d'aluminium, utilisés seuls ou en mélange, son épaisseur est comprise entre 30 et 50 nm.

La couche conductrice transparente 100 est revêtue d'une couche de lissage 22 par exemple à base d'oxyde d'étain SnO_2 éventuellement dopé, comme par exemple SnO_2:Sb ou Al, ou à base d'un oxyde mixte d'indium et d'étain ITO, à base d'oxyde d'indium InO_x ou encore à base d'un oxyde mixte de zinc, d'étain, d'antimoine $SnZnSbO_x$, selon une épaisseur comprise entre 5 et 50 nm.

La couche fonctionnelle ou photovoltaïque 200 est à base de Tellure de Cadmium.

L'exemple 1 correspond à une structure d'électrode connue de l'art antérieur, il s'agit V(extra clair de 3 mm)/Si_3N_4 (50 nm)/ZnO :Al (600 nm) dans une cellule photovoltaïque à base de Cadmium

On obtient les paramètres de fonctionnement de la cellule suivants :

Quantum efficiency	FF(filling factor)	J_{SC} (mA/cm2)	V_{OC} (mV)
8.40%	60%	19.7	700

L'exemple 2 correspond à une structure d'électrode selon l'invention, il s'agit V(extra clair de 3 mm)/Si_3N_4 (50 nm)/SnZnOx :Sb (7 nm)/ZnO :Al (600 nm)/SnZnOx :Sb (7nm) dans une cellule photovoltaïque à base de Cadmium

On obtient les paramètres de fonctionnement de la cellule suivants :

Quantum efficiency	FF(filling factor)	J_{SC} (mA/cm2)	V_{OC} (mV)
9.90%	62%	21	762

Comme on peut le voir tous les paramètres de fonctionnement de la cellule sont améliorés par rapport à ceux de l'art antérieur

La figure 5 illustre une cellule photovoltaïque 1 en coupe pourvue d'un substrat 10 de face avant selon l'invention, par lequel pénètre un rayonnement incident R et d'un substrat de face arrière 20.

Le matériau photovoltaïque 200, par exemple en silicium amorphe ou en silicium cristallin ou microcristallin ou encore en Tellure de Cadmium ou en Diselenure de Cuivre Indium ($CuInSe_2$ – CIS) ou en Cuivre-Indium-Gallium-Sélénium, est situé entre ces deux substrats. Il est constitué d'une couche de matériau semi-conducteur dopé n 220 et

une couche de matériau semi-conducteur dopé p 240, qui vont produire le courant électrique. Les revêtements électrodes 100, 300 intercalés respectivement entre d'une part le substrat 10 de face avant et la couche de matériau semi-conducteur dopé n 220 et d'autre part entre la couche de matériau semi-conducteur dopé p 240 et le substrat de face arrière 20 complètent la structure électrique.

Le revêtement électrode 300 peut être à base d'argent ou d'aluminium, ou peut aussi être constitué d'un empilement de couches minces comportant au moins une couche fonctionnelle métallique et conforme à la présente invention.

La présente invention est décrite dans ce qui précède à titre d'exemple. Il est entendu que l'homme du métier est à même de réaliser différentes variantes de l'invention sans pour autant sortir du cadre du brevet tel que défini par les revendications.

REVENDICATIONS

1. Cellule photovoltaïque (1) à matériau photovoltaïque absorbant, notamment à base de Cadmium, ladite cellule comportant un substrat (10) de face avant, notamment un substrat verrier transparent, comportant sur une surface principale un revêtement électrode (100) transparent constitué d'un empilement de couches minces comportant au moins une couche conductrice transparente, notamment à base d'oxyde de zinc dopée, ***caractérisée en ce que*** l'électrode (100) comporte au moins une couche de lissage conductrice électriquement (22).

2. Cellule photovoltaïque (1) selon la revendication 1, ***caractérisée en ce que*** la couche de lissage (22) est à base d'oxyde d'étain SnO_2 éventuellement dopé, comme par exemple SnO_2:Sb ou Al, ou à base d'un oxyde mixte d'indium In_2O_3, d'un oxyde mixte de zinc, d'étain, d'antimoine $SnZnSbO_x$, éventuellement non stœchiométrique.

3. Cellule photovoltaïque (1) selon la revendication 1, **caractérisée en ce qu'**elle comporte entre le substrat (10) et la couche conductrice transparente (100) au moins une couche d'ancrage (23).

4. Cellule photovoltaïque (1) selon la revendication 3, **caractérisée en ce que** la couche d'ancrage (23) est à base d'oxyde zinc ou à base d'oxyde mixte de zinc et d'étain ou à base d'oxyde mixte d'indium et d'étain (ITO).

5. Cellule photovoltaïque (1) selon la revendication 1, **caractérisée en ce qu'**elle comporte entre le substrat (10) et la couche conductrice transparente (100) au moins une couche barrière aux alcalins (24).

6. Cellule photovoltaïque (1) selon la revendication 5, **caractérisée en ce que** la couche barrière aux alcalins (24) est à base d'un matériau diélectrique, notamment de nitrures, d'oxydes ou

d'oxynitrures de silicium, ou de nitrures, d'oxydes ou d'oxynitrures d'aluminium, utilisés seuls ou en mélange d'oxyde zinc ou à base d'oxyde mixte de zinc et d'étain.

7. Cellule photovoltaïque (1) selon la revendication 1 ou la revendication 2, ***caractérisée en ce que*** la couche de lissage (22) présente une résistivité ρ comprise entre 5 mΩ.cm et 200 Ω.cm.

8. Cellule photovoltaïque (1) selon la revendication 3 ou la revendication 4, ***caractérisée en ce que*** la couche d'ancrage (23) présente une résistivité ρ comprise entre 5 mΩ.cm et 200 Ω.cm.

9. Cellule photovoltaïque (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, ***caractérisée en ce qu'***elle comporte un revêtement à base de matériau photovoltaïque (200), notamment à base de Cadmium, au-dessus du revêtement électrode (100), à l'opposé du substrat (10).

10. Substrat (10) revêtu d'un empilement de couches minces pour une cellule photovoltaïque (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, notamment substrat pour vitrage architectural, notamment substrat pour vitrage architectural « trempable » ou « à tremper ».

11. Utilisation d'un substrat revêtu d'un empilement de couches minces pour réaliser un substrat (10) de face avant de cellule photovoltaïque (1), en particulier une cellule photovoltaïque (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, ledit substrat comportant un revêtement électrode (100) transparent constitué d'un empilement de couches minces comportant au une couche conductrice transparente, notamment à base d'oxyde de zinc, et au moins une couche de lissage.

12. Utilisation selon la revendication précédente dans laquelle le substrat (10) comportant le revêtement électrode (100) est un substrat pour vitrage architectural, notamment un substrat pour vitrage architectural « trempable » ou « à tremper ».

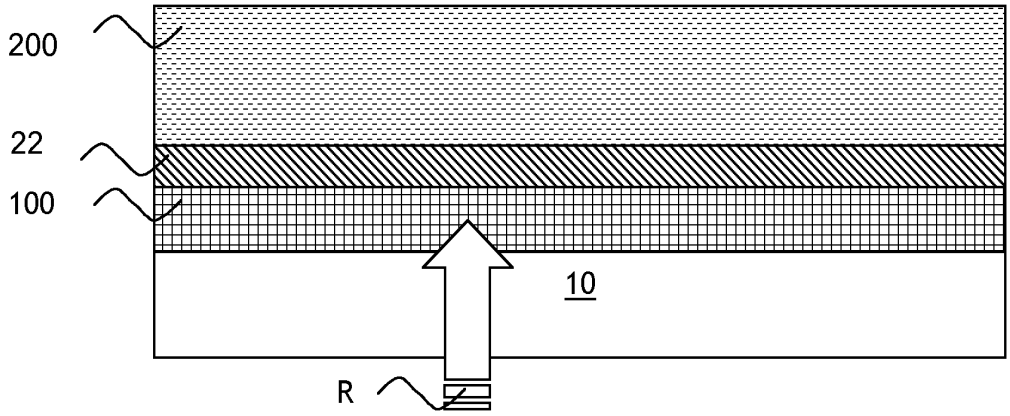


Fig. 1

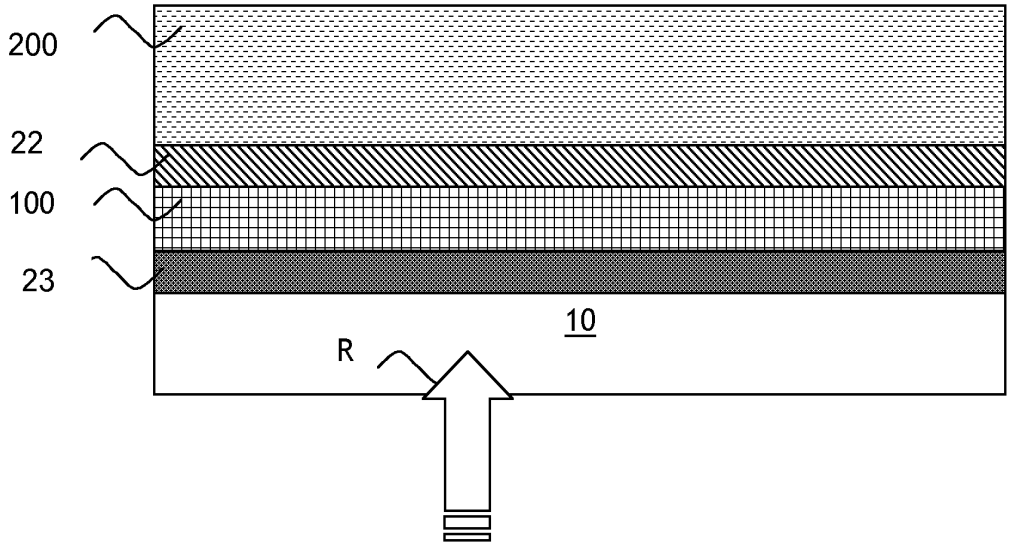


Fig. 2

Fig. 3

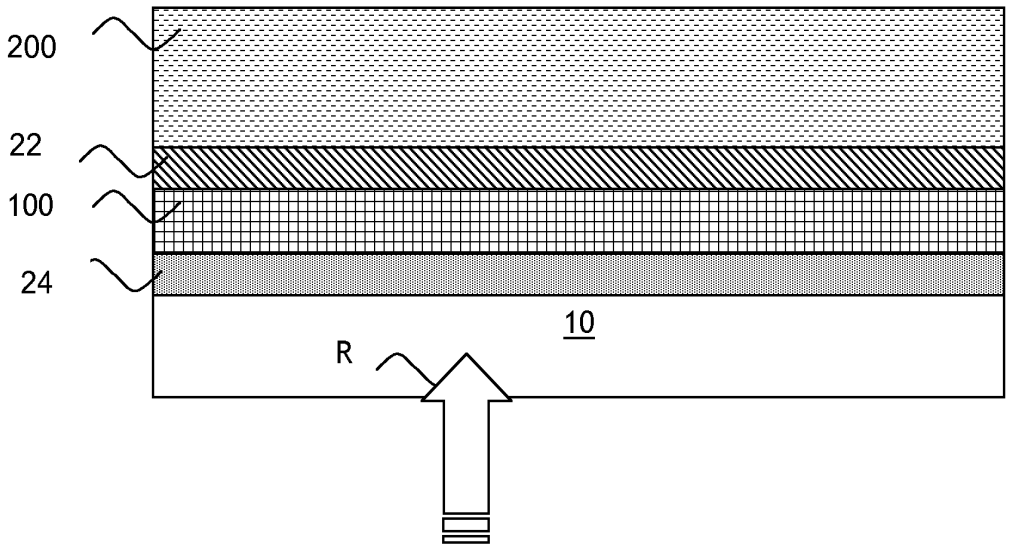


Fig. 4

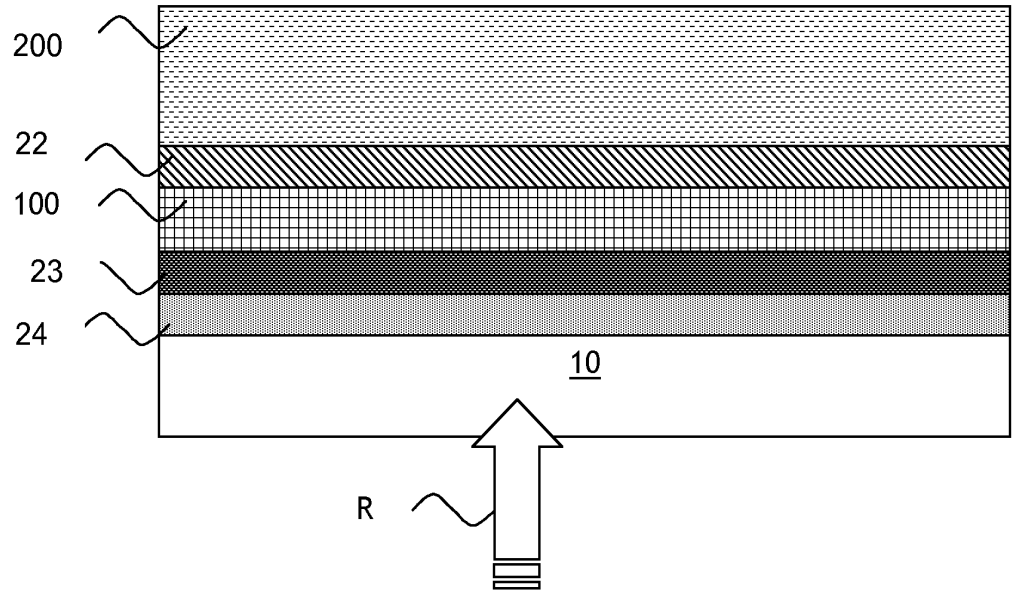
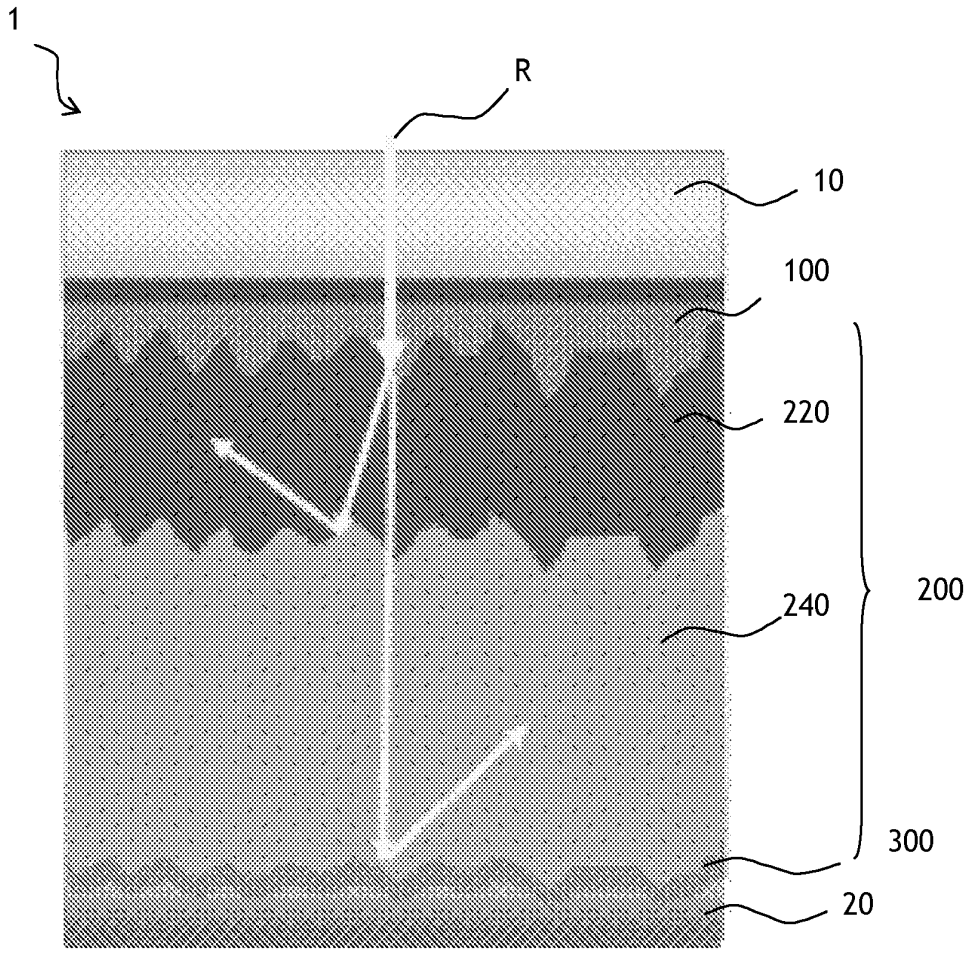


Fig. 5



RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

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

N° d'enregistrement national

FA 707585
FR 0853601

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 2005/257824 A1 (MALTBY MICHAEL G [US] ET AL) 24 novembre 2005 (2005-11-24) * abrégé; figure 1 * * alinéa [0012] - alinéa [0023] * -----	1-12	H01L31/0392 H01L31/0256 H01L31/04
X	US 2003/011047 A1 (CUNNINGHAM DANIEL W [US] ET AL) 16 janvier 2003 (2003-01-16) * abrégé; figure 1 * * alinéa [0024] - alinéa [0027] * -----	1-12	
X	US 2008/047602 A1 (KRASNOV ALEXEY [US]) 28 février 2008 (2008-02-28) * abrégé; figure 1 * * alinéa [0014] - alinéa [0019] * -----	1-12	
X	WO 2008/036769 A (ITN ENERGY SYSTEMS INC [US]; WOODS LAWRENCE M [US]; RIBELIN ROSINE M []) 27 mars 2008 (2008-03-27) * abrégé; figure 1 * * alinéa [0029] * -----	12	
X	NAKADA T ET AL: "Novel device structure for Cu(In,Ga)Se2 thin film solar cells using transparent conducting oxide back and front contacts" SOLAR ENERGY, PERGAMON PRESS. OXFORD, GB, vol. 77, no. 6, 1 décembre 2004 (2004-12-01), pages 739-747, XP004661814 ISSN: 0038-092X * le document en entier * -----	1-12	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) H01L
X	US 2008/115821 A1 (XU LI [US] ET AL) 22 mai 2008 (2008-05-22) * abrégé; figure 1 * * alinéa [0022] * ----- -/--	1-12	

Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
11 février 2009	Favre, Pierre

CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS

X : particulièrement pertinent à lui seul
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie
A : arrière-plan technologique
O : divulgation non-écrite
P : document intercalaire

T : théorie ou principe à la base de l'invention
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.
D : cité dans la demande
L : cité pour d'autres raisons

.....

& : membre de la même famille, document correspondant

2

EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

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

N° d'enregistrement national

FA 707585
FR 0853601

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		
A	US 6 498 380 B1 (OTANI TSUYOSHI [JP] ET AL) 24 décembre 2002 (2002-12-24) * abrégé; figure 3 * * colonne 3, ligne 17 - ligne 30 * * colonne 5, ligne 49 - ligne 55 * -----	1,3-6	
E	WO 2008/112056 A (GUARDIAN INDUSTRIES [US]; KRASNOV ALEXEY [US]; LU YIWEI [US]) 18 septembre 2008 (2008-09-18) * le document en entier * -----	1-12	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)

Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
11 février 2009	Favre, Pierre

CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS

X : particulièrement pertinent à lui seul
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie
A : arrière-plan technologique
O : divulgation non-écrite
P : document intercalaire

T : théorie ou principe à la base de l'invention
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.
D : cité dans la demande
L : cité pour d'autres raisons

.....

& : membre de la même famille, document correspondant

2

EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0853601 FA 707585

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 11-02-2009
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 2005257824 A1	24-11-2005	AU 2005330568 A1	30-11-2006
		EP 1756871 A1	28-02-2007
		WO 2005117139 A1	08-12-2005
US 2003011047 A1	16-01-2003	US 2005224111 A1	13-10-2005
US 2008047602 A1	28-02-2008	WO 2008024205 A2	28-02-2008
WO 2008036769 A	27-03-2008	AUCUN	
US 2008115821 A1	22-05-2008	AUCUN	
US 6498380 B1	24-12-2002	EP 1061585 A2	20-12-2000
		JP 2001060702 A	06-03-2001
WO 2008112056 A	18-09-2008	US 2008223430 A1	18-09-2008

EPO FORM P0465