

DESCRIPTION**Fabrication de cellules solaires**

La présente demande revendique les priorités des demandes de brevet français numéro 2007382 du 13 juillet 2020 ayant pour titre "procédé de fabrication de contacts passivés pour cellules solaires IBC" et numéro 2011026 du 28 octobre 2020 ayant pour titre "fabrication de cellules solaires", dont les contenus sont incorporés par référence dans les limites autorisées par la loi.

Domaine technique

[0001] La présente description concerne de façon générale les cellules solaires et, plus particulièrement, les structures de cellules solaires à contacts par la face arrière et leur procédé de fabrication.

Technique antérieure

[0002] Les cellules solaires sont des dispositifs destinés à convertir la lumière du soleil en énergie électrique. Généralement, une structure de cellules solaires est basée sur la présence d'une région de type p et d'une région de type n sur le même substrat semiconducteur. Dans une cellule solaire à contacts par face arrière, chaque région est couplée à des contacts métalliques sur la face arrière des cellules solaires pour permettre à un circuit ou à un dispositif électrique externe à coupler à et à alimenter par la cellule solaire comme cela est décrit dans US2016/0351737 et dans US7468485.

Résumé de l'invention

[0003] Il existe un besoin pour améliorer les cellules solaires actuelles et leur procédé de fabrication, en particulier pour diminuer la durée du procédé.

[0004] Un mode de réalisation pallie tout ou partie des inconvénients des cellules solaires connues et de leur procédé de fabrication.

[0005] Un mode de réalisation prévoit un procédé de fabrication d'une cellule solaire, le procédé comprenant, dans l'ordre :

la formation d'un oxyde tunnel sur, au moins, une surface d'un substrat semiconducteur ;

la formation d'une première couche dopée avec un dopant d'un premier type de conductivité sur l'oxyde tunnel ;

la formation d'un masque sur la première couche dopée ;

la formation d'une deuxième couche dopée avec un dopant d'un deuxième type de conductivité sur le masque ; et

le dopage d'au moins une première région de la première couche dopée en utilisant un laser, à travers la deuxième couche dopée avec le dopant du deuxième type de conductivité.

[0006] Selon un mode de réalisation, le procédé comprend la formation de tranchées s'étendant dans la deuxième couche, dans le masque, dans la première couche dopée et dans l'oxyde tunnel après la formation de la deuxième couche.

[0007] Selon un mode de réalisation, des tranchées séparent la première région de la première couche dopée des deuxièmes régions de la première couche dopée.

[0008] Selon un mode de réalisation, le procédé comprend la texturation du substrat semiconducteur sur une autre surface.

[0009] Selon un mode de réalisation, le procédé comprend la formation d'un film de passivation sur la première couche dopée, la couche de passivation recouvrant l'intérieur des tranchées.

[0010] Un mode de réalisation prévoit une cellule solaire à contacts arrières interdigités ou IBC obtenue par le procédé décrit précédemment.

[0011] Un mode de réalisation prévoit un panneau solaire comprenant des cellules solaires IBC.

Brève description des dessins

[0012] Ces caractéristiques et avantages, ainsi que d'autres, seront exposés en détail dans la description suivante de modes de réalisation particuliers faite à titre non limitatif en relation avec les figures jointes parmi lesquelles :

[0013] la figure 1 illustre une vue en coupe illustrant un exemple d'une cellule solaire ;

[0014] la figure 2 illustre une vue en coupe illustrant une étape d'un exemple de procédé de fabrication de la cellule solaire illustrée en figure 1 ;

[0015] la figure 3 illustre une autre étape du procédé de fabrication de la figure 2 ;

[0016] la figure 4 illustre une autre étape du procédé de fabrication de la figure 2 ;

[0017] la figure 5 illustre une autre étape du procédé de fabrication de la figure 2 ;

[0018] la figure 6 illustre une autre étape du procédé de fabrication de la figure 2 ;

[0019] la figure 7 illustre une autre étape du procédé de fabrication de la figure 2 ;

[0020] la figure 8 illustre une autre étape du procédé de fabrication de la figure 2 ;

[0021] la figure 9 illustre une autre étape du procédé de fabrication de la figure 2 ;

- [0022] la figure 10 illustre une autre étape du procédé de fabrication de la figure 2 ;
- [0023] la figure 11 illustre une autre étape du procédé de fabrication de la figure 2 ;
- [0024] la figure 12 illustre une autre étape du procédé de fabrication de la figure 2 ;
- [0025] la figure 13 illustre une autre étape du procédé de fabrication de la figure 2 ;
- [0026] la figure 14 illustre une autre étape du procédé de fabrication de la figure 2 ;
- [0027] la figure 15 illustre une autre étape du procédé de fabrication de la figure 2 ;
- [0028] la figure 16 illustre une autre étape du procédé de fabrication de la figure 2 ;
- [0029] la figure 17 illustre une vue en coupe illustrant une cellule solaire selon un mode de réalisation de la présente description ;
- [0030] la figure 18 illustre une vue en coupe illustrant une étape d'un procédé de fabrication d'une cellule solaire selon le mode de réalisation de la présente description ;
- [0031] la figure 19 illustre une autre étape du procédé de fabrication de la figure 18 ;
- [0032] la figure 20 illustre une autre étape du procédé de fabrication de la figure 18 ;
- [0033] la figure 21 illustre une autre étape du procédé de fabrication de la figure 18 ;
- [0034] la figure 22 illustre une autre étape du procédé de fabrication de la figure 18 ;
- [0035] la figure 23 illustre une autre étape du procédé de fabrication de la figure 18 ;

[0036] la figure 24 illustre une autre étape du procédé de fabrication de la figure 18 ;

[0037] la figure 25 illustre une autre étape du procédé de fabrication de la figure 18 ;

[0038] la figure 26 illustre une autre étape du procédé de fabrication de la figure 18 ; et

[0039] la figure 27 illustre une autre étape du procédé de fabrication de la figure 18.

Description des modes de réalisation

[0040] De mêmes éléments ont été désignés par de mêmes références dans les différentes figures. En particulier, les éléments structurels et/ou fonctionnels communs aux différents modes de réalisation peuvent présenter les mêmes références et peuvent disposer de propriétés structurelles, dimensionnelles et matérielles identiques.

[0041] Par souci de clarté, seuls les étapes et éléments utiles à la compréhension des modes de réalisation décrits ont été représentés et sont détaillés.

[0042] Sauf précision contraire, lorsque l'on fait référence à deux éléments connectés entre eux, cela signifie directement connectés sans éléments intermédiaires autres que des conducteurs, et lorsque l'on fait référence à deux éléments reliés (en anglais "coupled") entre eux, cela signifie que ces deux éléments peuvent être connectés ou être reliés par l'intermédiaire d'un ou plusieurs autres éléments.

[0043] Dans la description qui suit, lorsque l'on fait référence à des qualificatifs de position absolue, tels que les termes "avant", "arrière", "haut", "bas", "gauche", "droite", etc., ou relative, tels que les termes "dessus", "dessous", "supérieur", "inférieur", etc., ou à des qualificatifs d'orientation, tels que les termes "horizontal",

"vertical", etc., il est fait référence sauf précision contraire à l'orientation des figures.

[0044] Sauf précision contraire, les expressions "environ", "approximativement", "sensiblement", et "de l'ordre de" signifient à 10 % près, de préférence à 5 % près.

[0045] La figure 1 est une vue en coupe illustrant un exemple d'une cellule solaire.

[0046] La cellule solaire représentée en figure 1 est constituée d'un substrat semiconducteur 10 ayant une partie de face avant destinée à recevoir un rayonnement solaire pendant un fonctionnement normal et une partie de face arrière où des contacts métalliques de la cellule solaire sont formés. La cellule solaire a une face avant texturée recouverte d'une couche dopée 37.

[0047] La cellule solaire de la figure 1 comporte des premières régions 32 d'un premier type de conductivité, telles que des régions de type p, et des deuxièmes régions 36 d'un deuxième type de conductivité, telles que des régions de type n, formées dans une couche non dopée 30B sur la face arrière du substrat 10. Une couche d'oxyde tunnel 20B peut être formée sur la face arrière du substrat 10, plus précisément, entre le substrat 10 et la couche non dopée 30B. La couche 37 est du deuxième type de conductivité.

[0048] Des contacts métalliques 41 sont connectés aux régions 32 et 36 pour permettre aux circuits et dispositifs externes de recevoir une alimentation électrique provenant de la cellule solaire.

[0049] La cellule solaire de la figure 1 peut comporter des couches de passivation 38, 39, 40 pour protéger la structure de dégâts électriques externes.

[0050] Les figures 2 à 16 sont des vues en coupe illustrant des étapes d'un exemple de procédé de fabrication de la cellule solaire illustrée en figure 1.

[0051] Le procédé de fabrication de la cellule solaire représentée en figure 1 peut comprendre :

- la préparation (figure 2) du substrat semiconducteur 10 ;
- la formation (figure 3) d'une couche d'oxyde tunnel 20F sur une face avant 101 du substrat 10 et d'une autre couche d'oxyde tunnel 20B sur une face arrière 103 du substrat 10 ;
- la formation d'une couche semiconductrice 30F sur la face avant de la couche 20F et d'une autre couche semiconductrice 30B sur la face arrière de la couche 20B ;
- la formation (figure 4) d'une couche 31 sur la face arrière de la couche 30B constituée d'une couche dopée, qui est formée sur toute la couche 30B et d'une couche non dopée formée sur toute la couche dopée. La couche dopée comporte un dopant d'un premier type de conductivité (p ou n) ;
- la formation (figure 5) d'ouvertures 310 dans la couche 31 en utilisant, par exemple, un procédé de gravure humide ;
- la formation (figure 6) de zones 32 dans la couche 30B par la diffusion thermique de dopants de la couche 31 dans la couche 30B en utilisant un laser ;
- le dépôt (figure 7) d'une couche de masquage 33 tout autour de la structure ;
- le retrait (figure 8) de la couche de masquage 33 de la face avant de la structure et plus précisément de la

face avant de la couche 30F et des côtés latéraux de la couche 30F, de la couche 20F et d'une partie du substrat 10 ;

- le retrait (figure 9) de la couche 20F et de la couche 30F et un procédé de texturation de la face avant de la couche 30F ;
- la formation (figure 10) d'ouvertures 34 dans la couche de masquage 33 ;
- le traitement (figure 11) sous une atmosphère gazeuse 35 contenant un dopant d'un deuxième type de conductivité afin de former une zone 36 dans la couche 30B et une couche 37 sur la face avant du substrat 10 ;
- le retrait (figure 12) de la couche de masquage 33 ;
- le traitement thermique (figure 13) afin de diffuser le dopant de la zone 36 dans toute la profondeur de la couche 30B ;
- la formation (figure 14) d'un film de passivation et anti-réfléchissant 38 dans la face avant de la couche 37 ;
- la formation (figure 15) d'un film de passivation 39 dans la face arrière de la structure et d'un film de passivation 40 dans des côtés latéraux de la structure ;
et
- la formation (figure 16) d'électrodes 41 sur la face arrière de la structure par une étape de gravure humide de la couche 39 et par une étape de dépôt de métal.

[0052] La figure 17 est une vue en coupe illustrant une cellule solaire selon un mode de réalisation de la présente description.

[0053] La cellule solaire illustrée en figure 17 est constituée d'un substrat semiconducteur 50 ayant une partie

de face avant destinée à recevoir un rayonnement solaire pendant un fonctionnement normal et une partie de face arrière où des contacts métalliques avec la cellule solaire sont formés. La cellule solaire a une face avant texturée couverte par une couche dopée 64.

[0054] La cellule solaire de la figure 17 comporte une ou plusieurs régions 541 d'un premier type de conductivité, telles que des régions de type p, et une ou plusieurs régions 66 d'un deuxième type de conductivité, telles que des régions de type n, formées sur la face arrière du substrat 50. Une couche d'oxyde tunnel 52 peut être formée sur la face arrière du substrat 50, plus précisément, entre le substrat 50 et les régions 541, 66.

[0055] Des contacts métalliques 76 et 78 sont connectés, respectivement, aux régions 541, 66 pour permettre à des circuits et dispositifs externes de recevoir une alimentation électrique provenant de la cellule solaire.

[0056] La cellule solaire de la figure 17 peut comporter des couches de passivation 70, 72, 74 pour protéger la structure de dégâts électriques externes.

[0057] De plus, la cellule solaire représentée en figure 17 peut comporter, entre la région 541 et la région 66, des tranchées 60 et, dans le substrat 50, une faible profondeur 68 du substrat dopée avec les dopants du deuxième type de conductivité.

[0058] La figure 18 illustre une étape de fabrication d'une cellule solaire à contacts selon le mode de réalisation de la présente description.

[0059] Dans le présent mode de réalisation, le substrat 50 est un substrat semiconducteur, par exemple une tranche de silicium, de préférence dopée avec un dopant de type n tel

que du phosphore (P) ou un dopant de type p tel que du gallium (Ga) et du bore (B).

[0060] Le substrat 50 a une face avant 501 et une face arrière 503. La face avant 501 est la face de la cellule solaire destinée à recevoir des rayonnements solaires. Le substrat 50 est aminci jusqu'à une épaisseur de, par exemple, environ 240 μm en utilisant un procédé qui élimine également par gravure des dégâts des surfaces de la tranche (gravure de défauts de sciage - SDE).

[0061] La figure 19 illustre une autre étape de fabrication d'une cellule solaire à contacts selon le mode de réalisation de la présente description.

[0062] En figure 19, une couche dopée 54, par exemple une couche de silicium polycristallin dopée p, est formée sur une couche d'oxyde tunnel 52.

[0063] La couche d'oxyde tunnel 52 est formée sur la face arrière 503 et, par exemple, sur la face avant du substrat 50. La couche d'oxyde tunnel 52 est formée afin d'être suffisamment mince pour augmenter la probabilité de passage d'électrons par effet tunnel directement à travers la couche d'oxyde tunnel 52. La couche d'oxyde tunnel 52 peut avoir une épaisseur d'environ 7 Angströms à environ 20 Angströms. Selon un mode de réalisation, la couche d'oxyde tunnel 52 a une épaisseur d'environ 10 Angströms. La couche d'oxyde tunnel 52 peut être formée, par exemple, par croissance thermique ou par dépôt chimique (par exemple, dépôt chimique en phase vapeur activé par plasma (PECVD) ou dépôt chimique en phase vapeur basse pression (LPCVD)). La couche d'oxyde tunnel 52 peut être formée en utilisant un procédé d'oxydation à l'ozone, qui implique de creuser le substrat 50 dans un bain comprenant de l'ozone suspendu dans de l'eau déionisée. Par exemple, le substrat 50 peut subir tout d'abord une gravure humide utilisant de l'hydroxyde de potassium pour amincir le substrat

50, puis un cycle de rinçage-nettoyage, puis le procédé d'oxydation à l'ozone pour former une couche d'oxyde tunnel 52 entièrement dans le même équipement. Pendant le procédé d'oxydation à l'ozone, un oxyde tunnel croît sur les deux faces du substrat 50.

[0064] Selon une variante de mode de réalisation, une couche d'oxyde tunnel 52 peut également être formée en utilisant d'autres procédés sans diminuer les avantages de la présente description.

[0065] La couche de silicium polycristallin 54 peut avoir une épaisseur d'environ 2000 Angströms. La couche de silicium polycristallin peut être déposée sur l'oxyde tunnel 52 par PECVD ou LPCVD en utilisant du trichlorure de bore (BCl_3) ou du diborane (B_2H_6) avec du silane (SiH_4).

[0066] En figure 19, après le dépôt de la couche 54, une couche de masquage 56 est formée sur et sous la couche 54 afin d'envelopper complètement la structure. La couche de masquage 56 sera utilisée dans un procédé ultérieur de gravure et laser (figures 23 à 25) exposant des parties de la couche 54.

[0067] En figure 19, une couche 57 est formée sur et sous la couche de masquage 56 afin d'envelopper complètement la structure. Dans un exemple, la couche 57 peut être dopée avec un dopant de type n. Selon un mode de réalisation, la couche 57 est constituée d'un verre de phosphosilicate (PSG), par exemple, par une réaction atmosphérique de phosphine (PH_3) et d'orthosilicate de tétraéthyle (TEOS).

[0068] En figure 19, une autre couche de masquage 58 est formée sur la couche 57 afin de recouvrir complètement la structure.

[0069] Les couches de masquage 56 et 58 et la couche 57 peuvent être formées, par exemple, par croissance thermique

ou par dépôt chimique (PECVD ou LPCVD). Toutefois, différents autres procédés peuvent être appliqués pour former les couches de masquage 56, 58 et la couche 57.

[0070] Les couches de masquage 56, 58 peuvent être constituées d'un matériau, qui est choisi pour être un matériau non dopé n'ayant aucun dopant conducteur et pour sa capacité à empêcher la diffusion du dopant de conductivité n. Dans un exemple, les couches de masquage 56, 58 peuvent être une seule couche comportant un oxyde de silicium (SiO_x), un nitrure de silicium (SiH_x), un oxynitrure de silicium (SiO_xN_y), du silicium amorphe intrinsèque, ou du carbure de silicium (SiC), ou une combinaison de ces matériaux. En particulier, lorsque les couches de masquage 56, 58 sont une seule couche constituée de carbure de silicium, les couches de masquage 56, 58 peuvent empêcher efficacement la diffusion du dopant.

[0071] La figure 20 illustre une autre étape de fabrication d'une cellule solaire à contacts selon le mode de réalisation de la présente description.

[0072] En figure 20, les couches de masquage 56, 58 et la couche 57 sont retirées de la face avant (du côté de la face avant 501 du substrat 50). Si les couches de masquage 56, 58 et la couche 57 sont formées dans l'étape précédente par PECVD, la présente étape de retrait peut être ignorée.

[0073] La figure 21 illustre une autre étape de fabrication d'une cellule solaire selon le mode de réalisation de la présente description.

[0074] Selon un mode de réalisation, les couches de masquage 56, 58, la couche 57, la couche 52, la couche 54 et une partie du substrat 50 sont retirées de la face arrière (du côté de la face arrière 503 du substrat 50) dans certaines zones afin de créer des tranchées 60. Les tranchées 60 sont, par exemple, réalisées en utilisant un laser.

[0075] Selon un autre mode de réalisation, les couches de masquage 56, 58 et la couche 57 sont retirées de la face arrière (du côté de la face arrière 503 du substrat 50) dans certaines zones afin de créer des ouvertures en une étape. Les ouvertures sont, par exemple, réalisées en utilisant un laser. Dans une autre étape, les couches de masquage 56, 58 et la couche 57 sont utilisées pendant la gravure d'une couche de dopant de type p 54 et de la couche d'oxyde tunnel 52. Dans le même mode de réalisation, la couche 54, la couche 52 et le substrat 50 sont configurées en utilisant un procédé de gravure humide comprenant de l'acide fluorhydrique, de l'hydroxyde de potassium et de l'alcool isopropylique ou une solution de TMAH (hydroxyde de tétraméthylammonium). Le procédé de gravure humide grave des parties de la couche 54, de la couche d'oxyde tunnel 52 et du substrat 50 non recouvertes par les couches de masquage 56, 58 et la couche 57. Le procédé de gravure humide grave afin de créer des tranchées 60 qui s'étendent depuis les ouvertures dans la couche 54, dans la couche d'oxyde tunnel 52 et dans le substrat 50. Des régions 541 et 542 sont formées dans la couche 54.

[0076] En figure 21, deux tranchées 60 sont formées dans les couches de masquage 56, 58, dans la couche 57, dans la couche 54, dans la couche d'oxyde tunnel 52 et dans le substrat 50, toutefois le nombre de tranchées 60 peut être différent de deux. Chaque tranchée 60 a une largeur comprise entre 30 nm et 200 μm .

[0077] La figure 21 illustre également le dopage de zones 542 afin de créer des régions 66. Le procédé de dopage des zones 52 est mis en œuvre en utilisant un laser.

[0078] Le laser peut avoir une longueur d'onde de 1064 nm ou moins. Cela est dû au fait qu'il est difficile de produire un laser ayant une longueur d'onde dépassant 1064 nm. Autrement

dit, n'importe quelle longueur d'onde parmi la lumière infra-rouge, la lumière ultra-violette et la lumière visible peut être utilisée en tant que laser. A ce jour, dans un exemple, le laser peut être un laser ayant une longueur d'onde dans une plage allant de 500 nm à 650 nm, c'est-à-dire un laser vert.

[0079] La figure 22 illustre une autre étape de fabrication d'une cellule solaire à contacts selon le mode de réalisation de la présente description.

[0080] En figure 22, la face avant 501 du substrat 50 est texturée. La face avant 501 peut être texturée en utilisant un procédé de gravure humide ou un autre procédé de gravure chimique comprenant, par exemple, de l'hydroxyde de potassium et de l'alcool isopropylique ou une solution de TMAH (hydroxyde de tétraméthylammonium). Le procédé de gravure humide texture la face avant 501 avec des pyramides aléatoires, améliorant ainsi avantageusement l'efficacité de collecte du rayonnement solaire.

[0081] Le présent mode de réalisation illustre que la surface avant 501 du substrat semiconducteur 50 est texturée à cette étape. Toutefois, le mode de réalisation de la présente description n'est pas limité à cela.

[0082] La figure 23 illustre une autre étape de fabrication d'une cellule solaire à contacts selon le mode de réalisation de la présente description.

[0083] La structure représentée en figure 22 est, en figure 23, placée dans une atmosphère gazeuse 62 contenant un dopant de conductivité de type n. L'atmosphère gazeuse 62 peut être créée en utilisant divers gaz contenant le dopant de conductivité de type n. Dans un exemple, lorsque le dopant conducteur est du phosphore (P), l'atmosphère gazeuse 62 peut comporter du trichlorure de phosphore (POCl_3).

[0084] A ce stade, la surface avant 501 du substrat semiconducteur 50 peut être dopée avec le dopant de conductivité de type n. Ainsi, une zone de champ de surface avant 64 peut également être formée pendant le procédé de dopage. Toutefois, le mode de réalisation de la présente description n'est pas limité à cela. Ainsi, pendant le procédé de dopage, un film anti-diffusion peut être formé sur la surface avant 501 du substrat semiconducteur 50 de sorte qu'aucune zone de champ de surface avant 64 ne soit formée pendant le procédé de dopage. En pareil cas, la zone de champ de surface avant 64 peut être formée dans un procédé séparé choisi parmi différents procédés comportant, par exemple, une implantation ionique, une diffusion thermique, et un dopage au laser.

[0085] Pendant les étapes illustrées par la figure 23, les zones de champ de 64 et les régions 68 sont réalisées pendant le même procédé de dopage sous POCl_3 .

[0086] Après cette étape, la structure est, par exemple, chauffée.

[0087] La figure 24 illustre une autre étape de fabrication d'une cellule solaire à contacts selon le mode de réalisation de la présente description.

[0088] A ce stade, les masques 56, 58, et la couche 57 sont retirées et la structure est sortie de l'atmosphère gazeuse 62.

[0089] La figure 25 illustre une autre étape de fabrication d'une cellule solaire à contacts selon le mode de réalisation de la présente description.

[0090] En figure 25, un film isolant 70 est formé sur la surface avant du substrat semiconducteur 50. Le film isolant 70 comporte un film de passivation de surface avant et un film anti-réfléchissant qui sont formés sur la surface avant

de la couche 64. Par exemple, le film de passivation de surface avant et le film anti-réfléchissant sont formés sur toute la surface avant de la couche 64. Le film de passivation de surface avant et le film anti-réfléchissant peuvent être formés en utilisant divers procédés tels que, par exemple, le dépôt sous vide, le dépôt chimique en phase vapeur, le revêtement par centrifugation, la sérigraphie, ou le revêtement par pulvérisation. La séquence de formation du film de passivation de surface avant et du film anti-réfléchissant n'est pas définie.

[0091] La figure 26 illustre une autre étape de fabrication d'une cellule solaire à contacts selon le mode de réalisation de la présente description.

[0092] En figure 26, les films isolants 72 et 74 sont formés respectivement sur la surface arrière et sur la surface latérale de la structure.

[0093] Par exemple, le film de passivation de surface arrière 72 est formé sur toute la surface arrière de la structure. Le film de passivation de surface arrière 72 peut être formé en utilisant divers procédés tels que, par exemple, le dépôt sous vide, le dépôt chimique en phase vapeur, le revêtement par centrifugation, la sérigraphie, ou le revêtement par pulvérisation.

[0094] La figure 27 illustre une autre étape de fabrication d'une cellule solaire à contacts selon le mode de réalisation de la présente description.

[0095] La figure 27 illustre la formation de première et deuxième électrodes 76 et 78, qui sont connectées respectivement aux régions conductrices 541 et 66.

[0096] Les première et deuxième électrodes 76 et 78 peuvent être formées en appliquant une pâte, sur la surface arrière, par exemple, par sérigraphie, puis en réalisant, par exemple,

un contact par diffusion thermique ou par illumination laser. La surface arrière est gravée, par exemple, le film de passivation 72 est gravé avant le dépôt d'un métal, afin de créer des métallisations.

[0097] Un avantage des deuxièmes modes de réalisation et de mise en œuvre est que le dépôt de l'oxyde tunnel, de la couche dopée et du masque est réalisé en une étape au contraire du premier mode de réalisation.

[0098] Un avantage des deuxièmes modes de réalisation et de mise en œuvre est que le procédé de fabrication des cellules solaires est plus court et moins cher que le premier mode de réalisation.

[0099] Divers modes de réalisation et variantes ont été décrits. La personne du métier comprendra que certaines caractéristiques de ces divers modes de réalisation et variantes pourraient être combinées, et d'autres variantes apparaîtront à la personne du métier.

[0100] Enfin, la mise en œuvre pratique des modes de réalisation et variantes décrits est à la portée de la personne du métier à partir des indications fonctionnelles données ci-dessus.

REVENDICATIONS

1. Procédé de fabrication d'une cellule solaire, le procédé comprenant, dans l'ordre :
 - la formation d'un oxyde tunnel (52) sur, au moins, une surface (503) d'un substrat semiconducteur (50) ;
 - la formation d'une première couche (54) dopée avec un dopant d'un premier type de conductivité sur l'oxyde tunnel ;
 - la formation d'un masque (56) sur la première couche dopée ;
 - la formation d'une deuxième couche (57) dopée avec un dopant d'un deuxième type de conductivité sur le masque ;
 - et
 - le dopage d'au moins une première région (542, 66) de la première couche dopée en utilisant un laser, à travers la deuxième couche dopée avec le dopant du deuxième type de conductivité.
2. Procédé selon la revendication 1, comprenant la formation de tranchées (60) s'étendant dans la deuxième couche (57), dans le masque (56), dans la première couche dopée (54) et dans l'oxyde tunnel (50) après la formation de la deuxième couche.
3. Procédé selon la revendication 2, dans lequel des tranchées (60) séparent la première région (542, 66) de la première couche dopée des deuxième régions (541) de la première couche dopée.
4. Procédé selon la revendication 2 ou 3, comprenant la formation d'un film de passivation (72) sur la première couche dopée, la couche de passivation recouvrant l'intérieur des tranchées.

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, comprenant la texturation du substrat semiconducteur (50) sur une autre surface (501).
6. Cellule solaire IBC obtenue par le procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5.
7. Panneau solaire comprenant des cellules solaires IBC selon la revendication 6.