

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication :

(A n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction).

**2 484 709**

A1

**DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION**

(21) **N° 80 13321**

(54) Perfectionnement à la réalisation d'une cellule solaire en vue de neutraliser les risques de mauvais  
isolation à l'endroit des bords.

(51) Classification internationale (Int. Cl. 3). H 01 L 31/18.

(22) Date de dépôt ..... 16 juin 1980.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du  
public de la demande ..... B.O.P.I. — « Listes » n° 51 du 18-12-1981.

(71) Déposant : RTC LA RADIOTECHNIQUE-COMPELEC, société anonyme, résidant en France.

(72) Invention de : Gérard Robert David et Daniel Pinçon.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : André Labaloue, société civile SPID,  
209, rue de l'Université, 75007 Paris.

PERFECTIONNEMENT A LA REALISATION D'UNE CELLULE SOLAIRE EN VUE  
DE NEUTRALISER LES RISQUES DE MAUVAIS ISOLEMENT  
A L'ENDROIT DES BORDS

La présente invention concerne un procédé de réalisation d'une cellule solaire, construite à partir d'une plaquette plane en un matériau semiconducteur d'un premier type de conductivité, laquelle plaquette présente notamment, 5 du côté d'une première face, ou face antérieure, destinée à recevoir le rayonnement solaire, une couche superficielle du deuxième type de conductivité à la base de laquelle est située la jonction motrice de la cellule et, du côté de la face opposée à la précédente, ou face postérieure, une 10 autre couche superficielle du premier type de conductivité plus dopée que le matériau de ladite plaquette, cette dernière couche superficielle ayant été créée suivant un processus opératoire incluant, entre autres, le premier dépôt, sur ladite face postérieure, d'une substance vitreuse renfermant au moins un élément dopant du premier type de 15 conductivité et le second dépôt, sur le premier dépôt, d'une substance vitreuse dépourvue d'élément dopant.

On sait que la présence d'une couche très dopée sur la face postérieure d'une plaquette de cellule solaire, couche de même type de conductivité que le matériau de base de ladite plaquette, permet d'améliorer très sensiblement les performances de cette cellule.

Mais former ladite couche très dopée présente, par contre, les inconvénients d'une complication du processus 25 de réalisation de la cellule liés, d'une part à l'élaboration même de cette couche, d'autre part à la nécessité de nettoyer la plaquette sur son épaisseur, autrement dit sur la face latérale, afin d'éliminer tout risque de fuite électrique entre les deux couches de types de conductivité opposés créées sur chacune des faces antérieure et postérieure 30 de ladite plaquette.

Un procédé connu de nettoyage de la face latérale d'une plaquette semiconductrice consiste à utiliser le décapage au plasma. Un exemple de mise en oeuvre de cette technique sur une plaquette de cellule solaire est exposé 5 dans la demande française de brevet n° 2 424 635. Suivant cet exemple, les plaquettes ou "tranches", qui présentent une jonction P-N parasite sur leur face latérale, sont empilées et introduites dans la chambre de traitement d'un réacteur plasma à fluorure de carbone où elles sont laissées 10 durant quelques minutes.

Un tel traitement, bien que relativement bref, nécessite une mise en oeuvre soignée et constitue une opération importante qui alourdit le processus de fabrication de la cellule et augmente le prix de revient de cette cellule. On 15 pourrait recourir à d'autres méthodes, mécaniques ou mécano-chimiques, connues elles aussi, pour effectuer le même travail. Mais, quelle que serait la méthode retenue, celle-ci exigerait toujours une séquence opératoire spéciale.

La présente invention a pour but un perfectionnement 20 à introduire dans la fabrication d'une cellule solaire, qui permette d'éviter d'avoir recours à un traitement spécifique des bords de la plaquette.

L'invention est basée sur l'idée que la meilleure 25 façon d'éviter d'avoir à décapier la face latérale de la cellule est de faire que cette face ne soit pas "contaminée" par des jonctions parasites.

Selon l'invention, un procédé de réalisation d'une cellule solaire tel que défini dans le préambule du présent mémoire, est notamment remarquable en ce que ledit premier 30 dépôt est localisé à distance du bord de la plaquette et en ce que ledit second dépôt recouvre la bande marginale de la face postérieure laissée à découvert par le premier dépôt ainsi que la face latérale de ladite plaquette.

La localisation du premier dépôt permet d'obtenir que 35 ledit élément dopant du premier type de conductivité ne puisse atteindre la face latérale durant le/s traitement/s de diffusion ultérieur/s. D'autre part, le masque de sub-

stance vitreuse non dopée formé par le second dépôt oppose une barrière à la diffusion, par la face latérale, du dopant utilisé pour créer la couche superficielle du deuxième type de conductivité ; ce dopant ne peut atteindre la face latérale que par migration interne à partir de la face antérieure, et ceci, seulement sur une faible part de l'épaisseur de la plaquette. Grâce aux deux dispositions conjuguées que prévoit l'invention toute interaction entre les couches diffusées P et N sur les bords de la plaquette est évitée.

10 Aussi, un traitement ultérieur de décapage de la face latérale de cette plaquette n'est-il pas nécessaire et c'est là l'avantage du procédé que préconise l'invention, de permettre de former une couche surdopée du côté de la face postérieure de la cellule sans que cette adjonction oblige à la mise en oeuvre de dispositions opératoires supplémentaires.

15

Avantageusement, il est prévu que le premier dépôt ne s'étende que jusqu'à une limite située, au plus près, entre 1 et 2 mm du bord de la plaquette.

20 Suivant une première forme de réalisation d'une cellule solaire mettant en jeu le procédé de l'invention, la couche superficielle du deuxième type de conductivité à la base de laquelle est située la jonction est obtenue, de façon habituelle, par diffusion en phase gazeuse. Dans ce cas donc, on constitue, sur la face postérieure de la plaquette, lesdits premier et second dépôts, puis on dispose cette plaquette dans un four dans lequel, simultanément, on crée la couche superficielle du premier type de conductivité par diffusion de l'élément dopant inclus dans le premier dépôt et la couche superficielle du deuxième type de conductivité par diffusion d'un élément dopant approprié contenu dans l'atmosphère du four.

25

30

35 Selon une autre forme de réalisation mettant également en jeu le procédé selon l'invention, les deux couches superficielles sont créées par diffusion d'éléments dopants inclus dans des dépôts d'une substance vitreuse. Le processus opératoire comporte alors, notamment, les séquences suivantes : formation desdits premier et second dépôts,

puis, formation d'un troisième dépôt, sur la face antérieure de la plaquette, d'une substance vitreuse renfermant au moins un élément dopant du deuxième type de conductivité et, ensuite, formation d'un quatrième dépôt, sur ledit troisième dépôt, d'une substance vitreuse dépourvue d'élément dopant. Après quoi, la plaquette, qui a reçu successivement les quatre dépôts, est soumise à un unique traitement thermique de diffusion au cours duquel se créent simultanément les couches  $N^+$  et  $P^+$  de surface. Un tel moyen de former des couches de type de conductivité opposé, respectivement sur les faces antérieure et postérieure d'un substrat semiconducteur, est déjà connu. On peut se référer, par exemple, au brevet français 1 405 805. Mais il est à noter que la mise en oeuvre de ce moyen avec le souci d'éviter la contamination des faces latérales du substrat, en vue de l'application spécifique aux cellules solaires pour lesquelles le problème de l'isolement latéral est capital, ne paraît pas avoir été étudiée et mise à profit jusqu'alors.

La description qui va suivre accompagnée de dessins permettra de bien comprendre en quoi consiste l'invention.

Les figures 1 à 5 illustrent, selon des vues schématiques en coupe, cinq étapes de la fabrication d'une cellule solaire suivant un processus mettant à contribution le procédé de l'invention.

La cellule est construite sur une plaquette de matériau semiconducteur 10 d'un premier type de conductivité. Pour se placer dès maintenant dans des conditions réalistes, posons que la plaquette 10 est en silicium et qu'elle est dopée de type P, initialement sur toute son épaisseur.

Dans un premier temps du processus opératoire correspondant à la partie de fabrication englobée par l'invention, la plaquette 10, convenablement préparée en ce qui concerne les traitements de surface habituels et disposée sur une platine 11, est pourvue d'un cache 12 qui est placé manuellement ou mécaniquement. Ce cache 12, qui repose également sur la platine 11, couvre étroitement, tout au long du bord de la plaquette 10, une bande marginale 100 de la face 101,

ou face postérieure, de ladite plaquette ; il couvre également la face latérale 102 de cette plaquette.

Sur la partie découverte de la face 101, il est formé un dépôt, à basse température, d'oxyde de silicium, désigné 5 couramment sous l'abréviation de "SILOX". Ce dépôt, ou premier dépôt 1, est obtenu par une technique bien connue de l'homme de l'art qui consiste à envoyer, par le chemin d'une tête d'injection disposée au-dessus de la plaquette 10 chauffée entre 420 et 450° C, un mélange de silane  $\text{SiH}_4$  10 et d'oxygène, avec en plus un élément dopant, (ou composé gazeux comportant un tel élément dopant), si nécessaire. 15 Dans le cas du dépôt 1, il y a effectivement un dopant, du premier type de conductivité, en l'occurrence de l'hydrure de bore  $\text{B}_2\text{H}_6$ . L'épaisseur du dépôt 1 se situe entre 0,2 et 15 0,5  $\mu\text{m}$ . La plaquette 10 pourvue du dépôt 1 sur sa face 101 est représentée sur la figure 1.

La deuxième séquence opératoire consiste, après avoir ôté le cache 12 et laissé la plaquette telle, à former un second dépôt 2 de "SILOX" dépourvu d'élément dopant, selon 20 la technique mise en jeu précédemment. Ce dépôt 2, tel que le prévoit l'invention, recouvre, en plus du dépôt 1, la bande marginale 100 laissée à découvert par le premier dépôt 1 ainsi que la face latérale 102 de la plaquette 10 ; son 25 épaisseur se situe entre 0,3 et 1  $\mu\text{m}$ . La plaquette, à ce stade de la fabrication de la cellule, est montrée sur la figure 2.

La séquence opératoire suivante consiste, comme il apparaît sur la figure 3, à retourner la plaquette 10 sur la platine 11 afin que soit présentée la face antérieure 103 30 sur laquelle on constitue un dépôt 3, le troisième dépôt de "SILOX", qui est cette fois dopé à l'hydrure de phosphore  $\text{PH}_3$ . Ce dépôt s'étend sur toute la face 103 et il déborde jusqu' 35 sur le second dépôt 2, ce qui est sans importance. Son épaisseur se situe entre 0,2 et 0,5  $\mu\text{m}$ .

Le dépôt 3 est ensuite revêtu d'un dépôt 4, le quatrième dépôt de "SILOX", qui s'étend marginalement jusque 35 sur le dépôt 2 et qui ne renferme aucun dopant, dépôt 4 dont

l'épaisseur est ajustée entre 0,3 et 1  $\mu\text{m}$ . La plaquette, pourvue des quatre dépôts de substance vitreuse prévus dans l'une des deux formes de mise en oeuvre du procédé selon l'invention, est représentée sur la figure 4.

5 La plaquette ainsi préparée est soumise à un traitement thermique, à une température comprise entre 850 et 950°C durant 30 à 90 minutes, au cours duquel et simultanément le bore du premier dépôt et le phosphore du troisième dépôt diffusent dans le silicium. On forme ainsi, d'une part la couche superficielle 13 de type de conductivité  $\text{N}^+$  du côté de la face antérieure 103, couche 13 à la base de laquelle se situe la jonction P-N 14, d'autre part la couche superficielle 15 du côté de la face postérieure 101, de type de conductivité  $\text{P}^+$  et qui est localisée à distance du bord de la plaquette.

15 Le traitement de diffusion étant achevé, on dissout les dépôts 1, 2, 3 et 4, par trempé dans une solution d'acide fluorhydrique FH.

20 La plaquette se présente alors comme il est montré sur la figure 5 où il apparaît que la face latérale 102 ayant été protégée par le dépôt 2 de "SILOX" pur, aucune diffusion parasite n'a pu se produire à partir de sa surface. Par ailleurs, afin d'éviter tout risque d'interférence entre les couches 13 et 15 au voisinage de la face 102 et éviter ainsi d'avoir à pratiquer un traitement de décapage de la-  
25 dite face, on fait en sorte, avantageusement, que la lar-geur de la bande marginale 100 (voir figure 1) soit comprise entre 1 et 2 mm ; cette largeur tient compte de la profon-deur de diffusion latérale du dopant P.

30 A partir d'une plaquette selon la figure 5 la réalisatiion de la cellule peut être poursuivie, notamment par le dépôt des plages de contact et d'une couche anti-reflet, comme il est connu de le faire.

35 Il est clair que le procédé selon l'invention, appliqué, dans l'exemple ci-dessus, à une plaquette de type de conductivité initial P, peut être étendu sans modifica-tion autre que celle de l'ordre des dépôts dopés, au tra-i-tement d'une plaquette de type de conductivité initial N.

- REVENDICATIONS -

1.- Procédé de réalisation d'une cellule solaire construite à partir d'une plaquette plane (10) en un matériau semi-conducteur d'un premier type de conductivité, laquelle plaquette présente notamment, du côté d'une première face, 5 ou face antérieure (103), destinée à recevoir le rayonnement solaire, une couche superficielle (13) du deuxième type de conductivité à la base de laquelle est située la jonction motrice (14) de la cellule et, du côté de la face opposée à la précédente, ou face postérieure (101), une 10 autre couche superficielle (15) du premier type de conductivité plus dopée que le matériau de ladite plaquette, cette dernière couche superficielle ayant été créée suivant un processus opératoire incluant, entre autres, le premier dépôt (1), sur ladite face postérieure, d'une substance 15 vitreuse renfermant au moins un élément dopant du premier type de conductivité et le second dépôt (2), sur le premier dépôt, d'une substance vitreuse dépourvue d'élément dopant, caractérisé en ce que ledit premier dépôt est localisé à distance du bord de la plaquette et en ce que ledit second dépôt recouvre la bande marginale (100) de la face 20 postérieure (101) laissée à découvert par le premier dépôt, ainsi que la face latérale (102) de ladite plaquette.

2.- Procédé selon la revendication 1 dans lequel lesdites couches superficielles sont obtenues par diffusion, 25 caractérisé en ce que lesdits premier et second dépôts ayant été constitués, la plaquette est soumise à un traitement thermique au cours duquel, simultanément, se forment la couche superficielle du deuxième type de conductivité par diffusion gazeuse étendue à toute l'aire de la face antérieure et la couche superficielle du premier type de conductivité par diffusion dudit élément dopant inclus dans le 30 premier dépôt.

3.- Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que, les premier et second dépôts ayant été constitués, 35 on procède à un troisième dépôt (3), sur toute l'étendue

de ladite face antérieure au moins, d'une substance vitreuse renfermant au moins un élément dopant du deuxième type de conductivité et, ensuite, à un quatrième dépôt (4), sur au moins le troisième dépôt, et à ce qu'il est procédé 5 alors à un traitement simultané de diffusion des éléments dopants.

4.- Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que ledit premier dépôt ne s'étend que jusqu'à une limite située, au plus près, entre 1 et 2 mm 10 du bord de la plaquette.

1/1

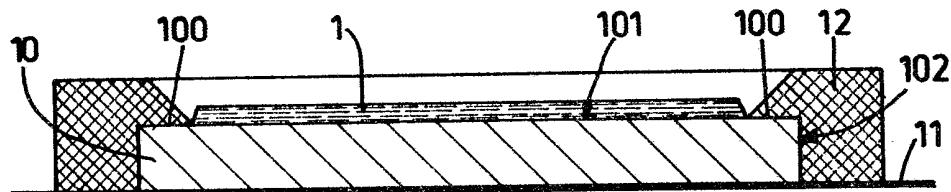


FIG.1

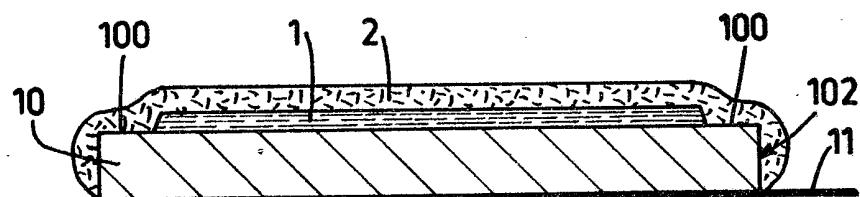


FIG.2

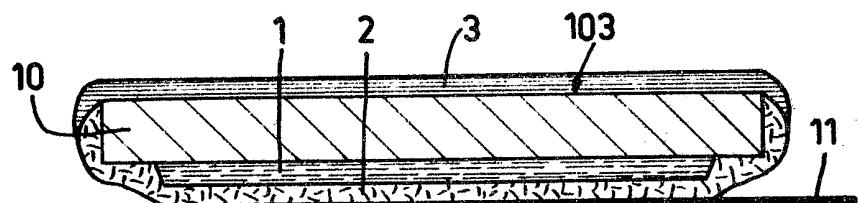


FIG.3

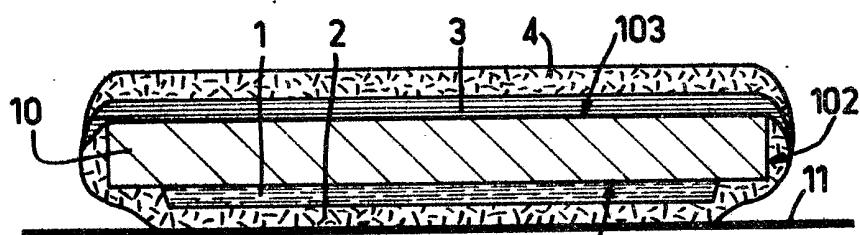


FIG.4

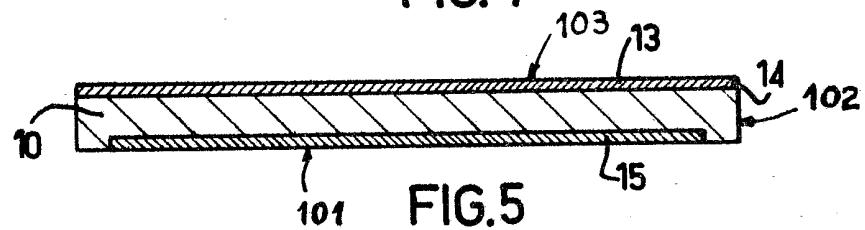


FIG.5