ROYAUME DU MAROC

OFFICE MAROCAIN DE LA PROPRIETE INDUSTRIELLE ET COMMERCIALE
---

(19)

المملكة المغربية
المكتب المغربي للملكية الصناعية و التجارية

(12) FASCICULE DE BREVET

(11) N° de publication :
MA 33252 B1

(51) Cl. internationale :
H01L 31/00

(43) Date de publication :
02.05.2012

(21) N° Dépôt :
34320

(22) Date de Dépôt :
01.11.2011

(30) Données de Priorité :
07.04.2009 US 61/167,349

(86) Données relatives à l'entrée en phase nationale selon le PCT :
PCT/US2010/030199 07.04.2010

(71) Demandeur(s) :
- **AGC FLAT GLASS NORTH AMERICA, INC, 11175 CICERO DRIVE, SUITE 400 ALPHARETTA GEORGIA 30022 (US)**
- **ASAHI GLASS CO., LTD, 1-12-1 YURAKUCHO CHIYODA-KU TOKYO 100-8405 (JP)**

(72) Inventeur(s) :
CORDING, Christopher, R. ; SPENCER, Matthew ; MASUMO, Kunio

(74) Mandataire :
ABU-GHAZALEH INTELLECTUAL PROPERTY (TMP AGENTS)

(54) Titre : **DEPOT DE FILM MINCE AU SILICIUM AMELIORE POUR APPLICATIONS A DES DISPOSITIFS PHOTOVOLTAIQUES**

(57) Abrégé : LA PRÉSENTE INVENTION PORTE SUR DES PROCÉDÉS RENTABLES DE DÉPÔT EN LIGNE DE COUCHES MÉTALLIQUES SEMI-CONDUCTRICES. PLUS SPÉCIFIQUEMENT, LA PRÉSENTE INVENTION PORTE SUR DES PROCÉDÉS DE DÉPÔT PYROLYTIQUE EN LIGNE POUR LE DÉPÔT DE COUCHES MÉTALLIQUES SEMI-CONDUCTRICES DE TYPE P, DE TYPE N ET DE TYPE I DANS LES PROCESSUS DE PRODUCTION DE VERRE FLOTTÉ. EN OUTRE, LA PRÉSENTE INVENTION PORTE SUR DES PROCÉDÉS DE DÉPÔT PYROLYTIQUE EN LIGNE POUR LA PRODUCTION DE COUCHES MÉTALLIQUES SEMI-CONDUCTRICES DE TYPE P-(I-)N ET N-(I-)P À JONCTION SIMPLE, DOUBLE, TRIPLE ET MULTIPLE. CES COUCHES MÉTALLIQUES SEMI-CONDUCTRICES DE TYPE P, DE TYPE N ET DE TYPE I SONT UTILES DANS L'INDUSTRIE PHOTOVOLTAÏQUE ET INTÉRESSANTES POUR DES FABRICANTS DE MODULES PHOTOVOLTAÏQUES EN TANT QUE PRODUITS « À VALEUR AJOUTÉE. »

(ترسيب محسن لطبقة رقيقة من السيليكون

لتطبيقات جهاز فلطائي ضوئي)

الملخـــــــص

يقدم الاختراع الحالي طرقاً فعالة من الناحية الاقتصادية للترسيب على خط التشغيل لطبقات فلزية شبه موصلة. وبشكل أكثر تحديداً، يقدم الاختراع الحالي طرقاً للترسيب الحراري على خط التشغيل لترسيب طبقات فلزية شبه موصلة من النوع p، من النوع n ومن النوع i في عملية إنتاج الزجاج بالتعويم. وعلاوة على هذا، يقدم الاختراع الحالي طرقاً للترسيب الحراري على خط التشغيل لإنتاج طبقات فلزية شبه موصلة أحادية الوصلة، مزدوجة، ثلاثية، ومتعددة الوصلات من النوع p-(i-)n و n-(i-)p. حيث تكون هذه الطبقات الفلزية شبه الموصلة من النوع p، من النوع n ومن النوع i مفيدة في الصناعة الفلطائية الضوئية ومثيرة لاهتمام جهات تصنيع الجزيئات الفلطائية الضوئية كمنتجات "عالية القيمة".

(ترسيب محسن لطبقة رقيقة من السيليكون

لتطبيقات جهاز فلطائي ضوئي)

الوصف الكامل

الاسناد المرجعي إلى الطلبات ذات الصلة

[0001] يستند هذا الطلب أسبقية الطلب الأمريكي المؤقت رقم 61/167,349، الذي تم إيداعه في 7 أبريل عام 2009، حيث تم تضمينه بالكامل في الطلب الحالي كمرجع.

المجال التقني

[0002] يتعلق الاختراع الحالي بصفة عامة بترسيب طبقة رقيقة أساسها السيليكون للاستخدام في الأجهزة الفلطائية الضوئية(PV) وطرق لتصنيعها. وبشكل أكثر تحديداً، يتعلق الاختراع بطرق محسنة لزيادة كفاءة ترسيب طبقات رقيقة أساسها السيليكون على ركائز فلطائية ضوئية.

الخلفية التقنية

[0003] تم تضمين جميع طلبات براءات الاختراع الأمريكية وبراءات الاختراع الأجنبية وبراءات الاختراع المنشورة المشار إليها في هذا الطلب كاملة هنا كمرجع. وفي حالة وجود تعارض، فإن المواصفة الحالية، بما في ذلك التعريفات، هي التي تسود.

[0004] من بين المصادر البديلة، تعتبر الشمس المصدر الطبيعي الأكثر توفراً، حيث هي مصدر لانهائي للامداد بالطاقة التي تغطي الأرض يومياً. وتوجد العديد من التقنيات التي تم توجيهها لاحتجاز طاقة ضوء الشمس وتحويلها إلى كهرباء. وتمثل وحدة نمطية فلطائية ضوئية

(PV) تقنية كهذه و، إلى يومنا هذا، تم اكتشاف الكثير من التطبيقات في المجالات مثل أنظمة القدرة البعيدة، مركبات الفضاء والمنتجات الاستهلاكية، مثل الأجهزة اللاسلكية.

[0005] تعمل وحدة نمطية فلطائية ضوئية، أو جهاز فلطائي ضوئي، وتؤدي وظيفتها بسبب التأثير الكهربي الضوئي. يمكن تحقيق التأثير الكهربي الضوئي للأجهزة PV باستخدام مواد شبه موصلة مثل السيليكون (Si)، أرسينيد جاليوم (GaAs)، كبريتيد الكالسيوم (CdS)، تيلوريد الكادميوم (CdTe)، داي سيلينيد نحاس إنديوم ($CuInSe_2$، يشار إليه أيضاً باسم CIS) و داي سيلينيد نحاس إنديوم جاليوم ($CuInGaSe_2$، يشار إليه أيضاً باسم CIGS). ومن بين هذه المواد، يستخدم السيليكون كثيراً جداً في الأجهزة الفلطائية الضوئية بسبب: 1) توفره؛ و 2) انخفاض تكلفته مقارنة بالمواد GaAs، CdS، CdTe، CIS وCIGS. ومع ذلك، إلى يومنا هذا، وجد أن الأجهزة PV التي أساسها السيليكون أقل كفاءة من تلك التي أساسها GaAs، CdS، CdTe، CIS وCIGS .

[0006] من المعروف أن الوحدات PV النمطية تتضمن ركائز PV، مثل الزجاج، المغلف بطبقات رقيقة. الأجهزة الفلطائية الضوئية المغلفة بطبقات رقيقة تتضمن أيضاً موصل أمامي منفذ، يكون عادة أيضاً عبارة عن طبقة رقيقة. الطبقات الرقيقة الموصلة المستخدمة الأكثر شيوعاً هي الأكاسيد الموصلة المنفذة (TCO) مثل أكسيد القصدير، أكسيد القصدير المشاب بالفلور (FTO) ، أكسيد الزنك المشاب بالألومينيوم (AZO) و أكسيد الإنديوم والقصدير (ITO) . وتتمثل الوظيفة الأساسية لـــ TCO في أمرين. أولاً، تسمح الأكاسيد TCO بمرور الضوء خلالها إلى مادة فعالة ماصة للضوء موجودة تحتها. ثانياً، تعمل الأكاسيد TCO كتلامس أومي لنقل الشحنات التي تولدت بالضوء بعيداً عن المادة الماصة للضوء. وتكون الأكاسيد TCO هذه مرغوباً فيها لجميع أنواع الوحدات النمطية الفلطائية الضوئية والشمسية، وتكون مرغوباً فيها بصفة خاصة للجزيئات الفلطائية الضوئية التي أساسها السيليكون.

[0007] وتكون الطبقات الرقيقة الفلطائية الضوئية على الزجاج مرغوبة للعديد من الأسباب. ويتواجد الزجاج بشكل لا حصري و، في هذه الحالة، يوفر بنية تحتية موجودة بالفعل لتطوير طبقات PV رقيقة. أضف إلى ذلك، أن طرق إنتاج الزجاج معروفة جيداً. وتتمثل إحدى هذه الطرق المعروفة جيداً إنتاج الزجاج في طريقة خط التعويم لانتاج زجاج عائم أو مسطح. ونتيجة لهذه الرغبة في وجود طبقات رقيقة على الزجاج، توجد الكثير من الطرق لانتاج طلاءات على هيئة طبقات رقيقة على الزجاج. وتعرف إحدى هذه الطرق الموجودة باسم الترسيب "على خط التشغيل"، حيث يتم وضع جهاز طلاء إما في حمام قصدير على خط تعويم أو بعد حمام قصدير على خط تعويم.

[0008] نمطياً، تقوم الجهات المصنعة للوحدة PV النمطية بشراء ركائز PV التي تشمل، على سبيل المثال، البنية العامة: الركيزة الزجاجية / طبقة الطلاء التحتية (UC)/ TCO. وبشكل أكثر تحديداً، ركيزة زجاجية مزودة بطبقة الطلاء التحتية من أوكسي كربيد السيليكون وطبقة TCO من أكسيد القصدير المشاب بالفلور، حيث يتم ترسيب كل من طبقة الطلاء التحتية وطبقة الـــ TCO حرارياً في عملية تتم على خط التشغيل.

[0009] وبعد الحصول على ركائز الوحدة PV النمطية مثل تلك التي تم الكشف عنها في الفقرة السابقة، فإنه لابد من القيام بعدد ضخم من خطوات المعالجة للحصول على الوحدة PV النمطية النهائية. خطوات العملية المطلوبة لترسيب الطبقات الرقيقة شبه الموصلة تشمل، لكن لا تقتصر على: أ) تنظيف وغسل ركيزة الوحدة PV النمطية قبل ترسيب الطبقات الرقيقة شبه الموصلة؛ ب) إعادة تسخين وإعادة تبريد ركيزة الوحدة PV النمطية قبل ترسيب الطبقات الرقيقة شبه الموصلة؛ و ج) ترسيب الطبقات الرقيقة شبه الموصلة. وبعد ترسيب الطبقات الرقيقة شبه الموصلة، تكون خطوات المعالجة الإضافية مطلوبة للوصول إلى الوحدة PV النمطية النهائية. وهذه الخطوات تشمل، لكن لا تقتصر على: د) الخدش بالليزر لطبقات السيليكون

لتكوين خلايا PV مستقلة؛ هـ) تكوين تلامس خلفي؛ و) إضاءة الوحدة PV النمطية؛ ز) توصيل الوحدة PV النمطية بالأسلاك؛ ح) إيعاء (تبييتها في شريحة لدائنية حافظة) الوحدة PV النمطية؛ و ط) إختبار الوحدة PV النمطية.

[0010] خطوات العملية الذي تم وصفها أعلاه بالنسبة لترسيب الطبقات الرقيقة شبه الموصلة تُضفي مقادير كبيرة من زمن وتكلفة الإنتاج عند إنتاج الوحدات PV النمطية. ويعد مقدار الزمن والتكلفة المطلوبين لخطوات ترسيب الطبقة الرقيقة شبه الموصلة أحد المعوقات الكبرى التي تعوق الكهرباء التي يتم توليدها من الوحدات PV النمطية من أن تكون تنافسية من الناحية الاقتصادية مع الكهرباء التي يتم توليدها من أنواع الوقود الحفري. وإلى يومنا هذا، فإن التكلفة تصل إلى ما يزيد كثيراً عن 3 دولار/ وات عند الذروة (pW) للكهرباء التي يتم توليدها من الوحدات PV النمطية التي أساسها طبقة رقيقة من السيليكون.

[0011] وفي حين أن الأجهزة الفلطائية الضوئية قد وجدت الكثير من الاستخدامات، يظل هناك عدد من المعوقات التي يجب التغلب عليها قبل أن يمكن أن تكون الكهرباء التي يتم توليدها من الوحدات PV النمطية تنافسية مع الكهرباء التي يتم توليدها من أنواع الوقود الحفري التقليدية. وبموازاة هذه الخطوط، فإن تكاليف تصنيع الوحدة PV النمطية تمثل العائق الأكبر الذي يمنع الكهرباء التي يتم توليدها من الوحدات PV النمطية من أن تكون تنافسية مع الكهرباء التي يتم توليدها من أنواع الوقود الحفري التقليدية.

[0012] ومن ثم، وتظل هناك حاجة في المجال لطرق لإنتاج الوحدة PV النمطية تمكن من التغلب على المشكلات المشار إليها أعلاه عند تصنيع الوحدات PV النمطية. وتحديداً، هناك حاجة في المجال لوحدات PV نمطية يمكن تصنيعها بطريقة أكثر فعالية من الناحية الاقتصادية.

الكشف عن الاختراع

[0013] الاختراع الحالي يقدم طرقاً لترسيب طبقات رقيقة من السيليكون على ركائز الوحدة PV النمطية.

[0014] في إحدى سمات الاختراع، تم تقديم طرق للترسيب الحراري لطبقات رقيقة من السيليكون على ركائز الوحدة PV النمطية.

[0015] في إحدى سمات الاختراع، تم تقديم طرق للترسيب الحراري على خط التشغيل لطبقات رقيقة من السيليكون على ركائز الوحدة PV النمطية.

[0016] في إحدى سمات الاختراع، تم تقديم طرق للترسيب الحراري على خط التشغيل لطبقات رقيقة غير متبلرة من السيليكون على ركائز الوحدة PV النمطية.

[0017] وفي سمة أخرى للاختراع، تم تقديم طرق للترسيب الحراري على خط التشغيل لطبقات رقيقة متبلرة من السيليكون على ركائز الوحدة PV النمطية.

[0018] وفي سمة أخرى للاختراع، تم تقديم طرق للترسيب الحراري على خط التشغيل لطبقات رقيقة من السليكون من النوع الموجب (p-Si) على ركائز الوحدة PV النمطية.

[0019] وفي سمة أخرى للاختراع، تم تقديم طرق للترسيب الحراري على خط التشغيل لطبقات رقيقة من السيليكون من النوع الأصلي، أو غير المشاب (i-Si)، على ركائز الوحدة PV النمطية.

[0020] وفي سمة أخرى للاختراع، تم تقديم طرق للترسيب الحراري على خط التشغيل لطبقات رقيقة من السيليكون من النوع السالب (n-Si) على ركائز الوحدة PV النمطية.

[0021] وفي سمة أخرى للاختراع، تم تقديم طرق للترسيب الحراري على خط التشغيل

طبقات رقيقة من السيليكون المشتمل على وصلة p-n واحدة على ركائز الوحدة PV النمطية.

[0022] وفي سمة أخرى للاختراع، تم تقديم طرق للترسيب الحراري على خط التشغيل لطبقات رقيقة من السيليكون المشتمل على وصلة n-p واحدة على ركائز الوحدة PV النمطية.

[0023] وفي سمة أخرى للاختراع، تم تقديم طرق للترسيب الحراري على خط التشغيل لطبقات رقيقة من السيليكون المشتمل على وصلة *p-i-n* واحدة على ركائز الوحدة PV النمطية.

[0024] وفي سمة أخرى للاختراع، تم تقديم طرق للترسيب الحراري على خط التشغيل لطبقات رقيقة من السيليكون المشتمل على وصلة *n-i-p* واحدة على ركائز الوحدة PV النمطية.

[0025] وفي سمة أخرى أيضاً للاختراع، تم تقديم طرق للترسيب الحراري على خط التشغيل لطبقات رقيقة من السيليكون المشتمل على عدة وصلات *p-n* على ركائز الوحدة PV النمطية.

[0026] وفي سمة أخرى أيضاً للاختراع، تم تقديم طرق للترسيب الحراري على خط التشغيل لطبقات رقيقة من السيليكون المشتمل على عدة وصلات *n-p* على ركائز الوحدة PV النمطية.

[0027] وفي سمة أخرى أيضاً للاختراع، تم تقديم طرق للترسيب الحراري على خط التشغيل لطبقات رقيقة من السيليكون المشتمل على عدة وصلات *p-i-n* على ركائز الوحدة PV النمطية.

[0028] وفي سمة أخرى أيضاً للاختراع، تم تقديم طرق للترسيب الحراري على خط

التشغيل لطبقات رقيقة من السيليكون المشتمل على عدة وصلات *n-i-p* على ركائز الوحدة PV النمطية.

[0029] وفي سمة أخرى أيضاً للاختراع، تم تقديم منتج ركيزة وحدة PV نمطية ذي "قيمة مضافة" يتم تصنيعه بواسطة طرق الترسيب على خط التشغيل التي تم وصفها في هذا الطلب.

وصف مختصر للأشكال

[0030] شكل 1 يُظهر بنية الطلاء لركيزة PV من الفن السابق: الزجاج / TCO /UC.

[0031] شكل 2 يُظهر بنية طبقات من السيليكون من النوع المشتمل على وصلة p-i-n واحدة موضوعة على ركيزة PV وفقاً للاختراع الحالي.

[0032] شكل 3 يُظهر بنية طبقات من السيليكون من النوع المشمل على وصلتين *p-i-n* موضوعة على ركيزة PV وفقاً للاختراع الحالي.

[0033] شكل 4 يُظهر بنية طبقات من السيليكون من النوع المشمل على ثلاث وصلات *p-i-n* موضوعة على ركيزة PV وفقاً للاختراع الحالي.

[0034] شكل 5 يُظهر بنية طبقات من السيليكون من النوع المشمل على وصلة *n-i-p* موضوعة على ركيزة PV وفقاً للاختراع الحالي.

[0035] شكل 6 يُظهر بنية طبقات من السيليكون من النوع المشمل على وصلتين *n-i-p* موضوعة على ركيزة PV وفقاً للاختراع الحالي.

[0036] شكل 7 يُظهر بنية طبقات من السيليكون من النوع المشمل على ثلاث

وصلات *n-i-p* موضوعة على ركيزة PV وفقاً للاختراع الحالي.

الوصف التفصيلي للاختراع

[0037] بينما يمكن تجسيد الاختراع الحالي بصور عديدة مختلفة، تم وصف عدد من النماذج التوضيحية في هذا الطلب مع إدراك أنه يجب اعتبار أن الكشف الحالي يوفر أمثلة لمبادىء الاختراع ولا يقصد من هذه الأمثلة تقييد الاختراع على النماذج المفضلة التي تم وصفها و/أو تم توضيحها في هذا الطلب. تم الكشف عن النماذج المختلفة بالتفصيل الكافي الذي يمكن أولئك المتمرسين في المجال من ممارسة الاختراع. ويجب أن يُفهم أنه يمكن توظيف نماذج أخرى، وأنه يمكن إدخال تغييرات بنائية ومنطقية بدون البعد عن فحوى ومجال الاختراع الحالي.

[0038] توفر الطرق وفقاً للاختراع الحالي ركائز لوحدة PV نمطية، تتضمن تلك التي لها الصيغة العامة: ركيزة زجاجية / طبقة طلاء تحتية/ TCO/ فلز من النوع p/ فلز من النوع n أو ركيزة زجاجية / طبقة طلاء تحتية/ TCO/ فلز من النوع p/ فلز من النوع i/ فلز من النوع n. سوف يدرك أولئك أصحاب المهارة في المجال ترتيب فلز من النوع p/ فلز من النوع n وفلز من النوع p/ فلز من النوع i/ فلز من النوع n في صورة وصلة أحادية من النوع p-n و وصلة أحادية من النوع p-i-n، على الترتيب. ولقد تمت تهيئة وتصميم الطرق وفقاً للاختراع الحالي بسهولة لإنتاج وصلات ثنائية، ثلاثية ومتعددة من النوع p-(i-)n. وسوف يمكن إدراك وقبول مثل هذه المواءمات والتصميمات بواسطة أولئك أصحاب المهارة في المجال. ولقد تمت تهيئة وتصميم الطرق وفقاً للاختراع الحالي بسهولة أيضاً لإنتاج وصلات ثنائية، ثلاثية ومتعددة من النوع n-(i-)p.

[0039] ويمكن تهيئة الطرق وفقاً للاختراع الحالي أيضاً لإدخال طبقة، أو طبقات، رقيقة

إضافية، في بنية الطلاء الذي تم وصفها أعلاه. ويمكن وضع مثل هذه الطبقة (الطبقات) الاضافية فوق أو تحت الطبقات الفلزية. وكمثال غير حصري، يمكن وضع طبقة طلاء تحتية رقيقة أخرى فوق الركيزة الزجاجية وتحت الطبقات الفلزية (تحت طبقة الـ TCO) لتكوين ركيزة وحدة PV نمطية لها الصيغة العامة: ركيزة زجاجية / طبقة طلاء تحتية 1/ طبقة طلاء تحتية 2/ TCO/ فلز من النوع p/ فلز من النوع i/ فلز من النوع n. سوف يمكن إدراك ومعرفة كيفية اختيار عدد طبقات الطلاء التحتية بواسطة أولئك أصحاب المهارة في المجال. وكمثال آخر غير حصري، يمكن وضع طبقة TCO رقيقة أخرى فوق أو تحت طبقة TCO الرقيقة الأولى لتكوين ركيزة وحدة PV نمطية لها الصيغة العامة: ركيزة زجاجية / طبقة طلاء تحتية/ TCOالطبقة 1/ TCO الطبقة 2/ فلز من النوع p/ فلز من النوع i/ / فلز من النوع n. سوف يمكن إدراك ومعرفة كيفية اختيار عدد طبقات TCO الرقيقة بواسطة أولئك أصحاب المهارة في المجال. وكمثال آخر أيضاً غير حصري، يمكن وضع طبقة أو طبقات إضافية بين طبقة الـ TCO والطبقات الفلزية. هذه الطبقة (الطبقات) الإضافية الموضوعة بين طبقة الـ TCO والطبقات الفلزية تعرف باسم طبقة بينية (IFL) و، عند تضمينها في ركائز PV وفقاً للطرق الخاصة بالاختراع الحالي، يمكن أن تشكل ركيزة وحدة PV نمطية لها الصيغة العامة: ركيزة زجاجية / طبقة طلاء تحتية/ TCO/ IFL/ فلز من النوع p/ فلز من النوع i/ فلز من النوع n. مثل هذه الطبقة (طبقات) IFL يمكن أن تُضفي قوة تحمل ميكانيكي وكيميائي على ركائز PV ويمكن أيضاً أن تعزز الخواص البصرية للركيزة PV. وطبقات IFLs المعروفة هي التي أساسها أكاسيد تيتانيوم، أكاسيد زنك وتوليفة من أكاسيد تيتانيوم وزنك.

[0040] "طبقة الطلاء التحتية،" أو UC، عبارة عن طبقة رقيقة توفر المعامل الضروري للانكسار لمعادلة اللون وبالتالي تساعد في تحسين إنفاذية وحدة PVTCO نمطية.

[0041] " الأكسيد الموصل المنفذ،" أو TCO، عبارة عن طبقة رقيقة مصنعة من فلز

وأكسيد. وفيما يتعلق بالوحدات PV النمطية، تعمل الأكاسيد TCO على السماح للضوء بالمرور خلالها إلى مادة فعالة ماصة للضوء موجودة تحتها وتعمل كتلامس أومي لنقل الشحنات التي تولدت بالضوء بعيداً عن المادة الماصة للضوء.

[0042] "الطبقة N،" أو طبقة مشحونة بشحنة سالبة من مادة شبه موصلة، عبارة عن طبقة تم دمجها كيميائياً (أي، مادة مشابة) عند ترسيبها مع مادة بدء من الفوسفور، أو عنصر آخر من المجموعة V، لجعلها موصلة. وتجدر الاشارة إلى أن الطبقة N يمكن جعلها سالبة بالهيدروجين. على سبيل المثال، السيليكون من النوع n، أو n-Si، عبارة عن طبقة من السيليكون الفلزي تمت إشابتها بعنصر من المجموعة V.

[0043] "الطبقة P،" أو طبقة مشحونة بشحنة موجبة من مادة شبه موصلة، عبارة عن طبقة تم دمجها كيميائياً (أي، مادة مشابة) عند ترسيبها مع مادة بدء من البورون، أو عنصر آخر من المجموعة III، حيث تحولها إلى مادة موصلة تستقبل الالكترونات بسهولة. وتجدر الاشارة إلى أن السيليكون من النوع p يمكن جعله سالباً بالهيدروجين. على سبيل المثال، السيليكون من النوع p، أو p-Si، عبارة عن طبقة من السيليكون الفلزي تمت إشابتها بعنصر من المجموعة III.

[0044] "السيليكون من النوع i،" أو i-Si، عبارة عن سيليكون، أو طبقة من السيليكون، تم ترسيبها بدون دمجها مع مادة كيميائية أخرى. وبعبارة أخرى، i-Si عبارة عن السيليكون، أو طبقة من السيليكون، الغير المشاب. i -Si يشار إليه أيضاً باسم السيليكون من النوع الأصلي. وتجدر الاشارة إلى أن السيليكون من النوع i يمكن جعله سالبة بالهيدروجين.

[0045] " السيليكون الغير متبلر،" أو a-Si، عبارة صورة تآصلية (مختلفة الشكل متماثلة التركيب الكيميائي) غير متبلرة من السيليكون. في a-Si، لا يوجد ترتيب متبلر طويل المدى

وتكوّن الذرات شبكة عشوائية متصلة. وعند الرغبة، يمكن جعل المادة سالبة بالهيدروجين، وهذا يقلل الانتشار داخل الطبقة.

[0046] وتوجد أنواع عديدة من " السيليكون المتبلر،" أو c-Si. حيث تتميز كل منها بواسطة حجم البلورة مثل السيليكون غير المتبلر (nc-Si)، السيليكون دقيق البلورات (μc-Si)، أو عديد البلورات.

[0047] يشير تعبير " الوصلة P-N،" أو الوصلة p-n، إلى وصلة، أو تلامس، تتكون عن طريق دمج طبقات رقيقة من شبة موصل من النوع p و من النوع n معاً في تلامس وثيق جداً. ويشير تعبير وصلة إلى المنطقة التي تلتقي عندها منطقتي الطبقات الرقيقة شبه الموصلة.

[0048] ويشير تعبير "وصلة P-I-N،" أو وصلة p-i-n، إلى السيناريو الأساسي كما يلي: يتم خلق منطقة مقحمة من ثلاث طبقات، مع وجود طبقة أصلية وسطى (من النوع i أو مادة غير مشابة) بين طبقة من النوع n و طبقة من النوع .p وبالمثل، يشير تعبير " وصلة N-I-P،" أو وصلة n-i-p، إلى السيناريو الأساسي كما يلي: يتم خلق منطقة مقحمة من ثلاث طبقات، مع وجود طبقة أصلية وسطى (من النوع i أو مادة غير مشابة) بين طبقة من النوع p وطبقة من النوع n. ولأي من السيناريوهين، فإن هذا الترتيب الهندسي يولد تيار كهربي بين المنطقتين من النوع p والنوع .n على سبيل المثال، في خلية من السيليكون p-i-n الغير متبلر (a-Si)، تكون الطبقة العليا هي a-Si من النوع p، الطبقة الوسطى هي السيليكون الأصلي، والطبقة السفلى هي a-Si من النوع .n

[0049] يشير تعبير "وصلة أحادية" إلى وحدة PV نمطية بها منطقة واحدة من للانتقال بين طبقات شبه الموصل، مثل وصلة p-n، حيث تبدأ من منطقة بها تركيز كبير من مستقبلات الالكترونات (من النوع p) إلى منطقة بها تركيز كبير من مانحات الالكترونات (من النوع n).

[0050] ويشير تعبير "وصلة متعددة" إلى جهازPV يحتوي على وصلتين أو أكثر في الخلية، حيث تم تحسين كل منها لجزء محدد من الطيف الشمسي، لتحقيق كفاءة إجمالية أكبر. يشار إلى هذا النوع من التركيب أيضاً باسم خلية ترادُفية، حيث يمكنها تحقيق كفاءة تحويل إجمالية أكبر عن طريق احتجاز جزء أكبر من الطيف الشمسي .

[0051] ويشير تعبير "الزجاج العائم" أو "الزجاج المسطح" إلى الزجاج الذي يتم إنتاجه خط تعويم عن طريق تعويم تيار متصل من الزجاج المصهور على حمام من القصدير المصهور. وينتشر الزجاج المصهور على سطح الفلز ويُنتج لوح من الزجاج عالي الجودة المسطح بثبات.

[0052] ويشير تعبير "الزجاج المصبوب" أو "الزجاج المشكل بنمط تكراري" إلى الزجاج الذي يتم إنتاجه عن طريق صب تيار متصل من الزجاج المصهور خلال أسطوانات صب أو عن طريق السماح بتصلب الزجاج المصهور في قالب.

[0053] وتعبير "طرق على خط التشغيل" أو "على خط التشغيل" هو تعبير معروف جيداً ومفهوم لأولئك العاملين في مجالات تغليف الزجاج و، لأغراض هذا الطلب، يشير إلى طلاء زجاج أثناء إنتاج الزجاج على خط تصنيع زجاج. وهذا يشمل ولكن لا يقتصر على الزجاج العائم و الزجاج المصبوب.

[0054] وتعبير "طرق بعيدة عن خط التشغيل" أو "بعيدة عن خط التشغيل " هو أيضاً تعبير معروف جيداً ومفهوم لأولئك العاملين في مجالات تغليف الزجاج و، لأغراض هذا الطلب، يشير إلى طلاء الزجاج بعد أن يتم إنتاج الزجاج وإزالته من خط تصنيع زجاج.

[0055] وتعبير "تم ترسيبه على" يعني أنه يتم وضع الزكيزة بطريقة أو غير مباشرة فوق الطبقة المشار إليها. وإذا تم وضعها بطريقة غير مباشرة، فإنه يمكن أن تتداخل طبقة واحد أو أكثر. وعلاوة على هذا، إذا لم تتم الاشارة إلى خلاف ذلك، عند وصف الطلاءات وفقاً

للاختراع الحالي باستخدام التنسيق [الركيزة 1] / [الركيزة 2] / [الركيزة 3] /...@ أو التنسيق طبقة أولى [الركيزة 1]؛ طبقة أولى [الركيزة 2]؛ طبقة ثانية [الركيزة 1]؛ طبقة ثانية [الركيزة 2]؛...@، أو ما شابه ذلك، فإن ذلك يعني أن كل من الركائز المتعاقبة يتم ترسيبها بطريقة مباشرة أو بطريقة غير مباشرة على الركيزة السابقة.

[0056] "القدرة بالوات عند الذروة،" أو pW، عبارة عن قياس خرج القدرة، ويستخدم في أغلب الأحيان فيما يتعلق بالأجهزة الفلطائية الضوئية التي تعمل بالطاقة الشمسية.وبالنسبة جهاز PV مولد للكهرباء، يتم تعريف قدرته بالوات عند الذروة بأنها الخرج عند الذروة للجهاز، مقاساً بالوات. ولهذا فإن نظام قدرته 1 وات عند الذرة (1 pW) سوف يُنتج قدرة تبلغ 1 وات في الظروف المثالية. وبشكل محدد، فإن pWs لخلية هي خرج القدرة DC بالوات عند قياس عند اختبارها في الصناعة في اختبار ضوء قياسي قبل أن تغادر الوحدة PV النمطية منشأة التصنيع. ويقوم اختبار الضوء القياسي باختبار قدرة الخرج عن الإضاءة في ظروف قياسية تبلغ 1000 وات من شدة الضوء لكل متر مربع، 25 °م لدرجة حرارة الجو وطيف مشابه لضوء الشمس تم إمراره خلال الغلاف الجوي.

[0057] ولقد اكتشف مخترعو الموضوع الذي تم الكشف عنه في هذا الطلب على نحو مثير للاهتمام أنه يمكن إخضاع ركائز PV المعروفة لمزيد من عمليات الترسيب الحراري على خط التشغيل لإنتاج طبقات رقيقة أساسها السيليكون. وعلاوة على هذا، فإن هذا الاكتشاف المثير للاهتمام يسمح بإنتاج ركيزة PV يمكن اعتبارها منتج ذي "قيمة مضافة" للشراء بواسطة الجهات المصنعة للوحدة PV النمطية. ويوضح شكل 1 ركيزة PV معروفة كهذه، حيث يتم وضع طبقة TCO (30) فوق طبقة طلاء تحتية (20) تم وضعها فوق ركيزة زجاجية (10).

[0058] يمكن أن يحدث عدد من السلبيات التي تعاني منها الجهات المصنعة للوحدة PV

النمطية والتي تشتري ركائز PV عند ترسيب الطبقات الرقيقة الضرورية شبه الموصلة. وتتمثل اثنتين من تلك السلبيات في طول الزمن اللازم لترسيب الطبقات شبه الموصلة وتكلفة ترسيب الطبقات شبه الموصلة. وفيما يتعلق بـــ طول الزمن اللازم، فإن الجهات المصنعة للوحدة PV النمطية يستغرقون نمطياً من حوالي ساعتين إلى حوالي أربع ساعات (من البداية للنهاية) لترسيب الطبقات شبه الموصلة. ويتضمن زمن الانتاج الذي يتراوح من حوالي ساعتين إلى حوالي أربع ساعات، ولكن لا يقتصر على، خطوات العملية الآتية: تحميل ركيزة PV المشتراة على سير ناقل؛ غسل وتنظيف الركيزة PV أثناء وجودها على السير الناقل؛ إعادة تسخين وإعادة تبريد الركيزة PV أثناء وجودها على السير الناقل لخلق الظروف المثالية لترسيب الطبقة الرقيقة شبه الموصلة؛ و ترسيب الطبقات الرقيقة شبه الموصلة.

[0059] ولقد اكتشف مخترعو الموضوع الذي تم الكشف عنه في هذا الطلب على نحو مثير للاهتمام أنه يمكن ترسيب الطبقة الرقيقة شبه الموصلة أثناء عملية تتم على خط التشغيل. لا يقتصر اختيار المادة شبه الموصلة على نوع معين طالما أمكن ترسيب المادة على خط التشغيل. وفي نماذج الاختراع الحالي، يفضل استخدام السيليكون الفلزي لتصنيع الطبقات الرقيقة شبه الموصلة الضرورية .

[0060] ويمكن أن توفر الطرق وفقاً للاختراع الحالي ركائز الوحدة PV النمطية التي يتم إنتاجها على خط التشغيل والتي لها الصيغة العامة: أ) الركيزة الزجاجية/ UC/ TCO/ p-Si/ i-n-Si/ Si (وصلة *p-i-n* واحدة)؛ ب) الركيزة الزجاجية/ UC/ TCO/ p-Si/ i-Si/ n-Si/ p-Si/ i-n-Si/ Si (وصلة *p-i-n* ثنائية)؛ و ج) الركيزة الزجاجية/ UC/ TCO/ p-Si/ i-Si/ n-Si/ p-i-n-Si/ Si (وصلة *p-i-n* ثلاثية). وتجدر الاشارة إلى أن طبقات وصلة p-i-n الأحادية، الثنائية والثلاثية التي تمت مناقشتها في هذا الطلب تعتبر توضيحية للاختراع الحالي. ويعرف أولئك أصحاب المهارة في المجال جيداً كيفية تهيئة الطرق التي تم وصفها في هذا

الطلب لإنتاج ركائز الوحدة PV النمطية التي تشتمل على أكثر من ثلاث وصلات *p-i-n.*

[0061] ويمكن أيضاً أن توفر الطرق وفقاً للاختراع الحالي ركائز الوحدة PV النمطية التي يتم إنتاجها على خط التشغيل والتي لها الصيغة العامة: أ) الركيزة الزجاجية/ UC/ TCO/ n-Si/ i-Si/ p-Si (وصلة *n-i-p* واحدة)؛ ب) الركيزة الزجاجية/ UC/ TCO/ n-Si/ i-Si/ p-Si/ n-Si/ i-Si/ p-Si (وصلة *n-i-p* ثنائية)؛ و ج) الركيزة الزجاجية/ UC/ TCO/ n-Si/ i-Si/ p-Si/ n-Si/ i-Si/ p-Si/ n-Si/ i-Si/ p-Si (وصلة *n-i-p* ثلاثية). وتجدر الاشارة إلى أن طبقات وصلة *n-i-p* الأحادية، الثنائية والثلاثية التي تمت مناقشتها في هذا الطلب تعتبر توضيحية للاختراع الحالي. ويعرف أولئك أصحاب المهارة في المجال جيداً كيفية تهيئة الطرق التي تم وصفها في هذا الطلب لإنتاج ركائز الوحدة PV النمطية التي تشتمل على أكثر من ثلاث وصلات *n-i-p.*

[0062] وبالنسبة للركائز PV التي تم وصفها بواسطة الطرق وفقاً للاختراع الحالي، في حين أن هذا غير ضروري، يفضل أن يتم وضع طبقة الطلاء التحتية أسفل طبقة الأكسيد الموصلة المنفذة الرقيقة بحيث تتواجد طبقة الطلاء التحتية بين الركيزة وطبقة الأكسيد الموصلة المنفذة الرقيقة.

[0063] وبخصوص طبقة الطلاء التحتية وفقاً للاختراع الحالي، مع عدم التقيد تحديداً بهذا، يفضل أن يتم استخدام أكسيد السيليكون، ثاني أكسيد السيليكون، نيتريد السيليكون، أوكسي نيتريد السيليكون، كربيد السيليكون، أوكسي كربيد السيليكون وتوليفات مما سبق. وبخصوص طبقة الطلاء التحتية وفقاً للاختراع الحالي، الأكثر تفضيلاً استخدام طبقة رقيقة من أوكسي كربيد السيليكون لتكون هي طبقة الطلاء التحتية.

[0064] وبخصوص طبقة الـ TCO وفقاً للاختراع الحالي، مع التقيد تحديداً بهذا،

يفضل استخدام أكسيد القصدير، أكسيد القصدير المشاب بالفلور(FTO) ، أكسيد الزنك المشاب بالألومينيوم (AZO) وأكسيد القصدير الإنديوم (ITO) . وبخصوص طبقة الـ TCO وفقاً للاختراع الحالي، الأكثر تفضيلاً استخدام أكسيد القصدير المشاب بالفلور.

[0065] وبخصوص الطبقات شبه الموصلة وفقاً للاختراع الحالي، لا يقتصر اختيار المادة شبه الموصلة على نوع بعينه طالما أمكن ترسيب المادة حرارياً. الفلزات شبه الموصلة المعروف أنه يمكن ترسيبها حرارياً هي السيليكون، الكادميوم، التيلوريوم، الإنديوم، الجاليوم، الزرنيخ، الأنتيمون، الألومينيوم، الزنك وتوليفات منها.

[0066] وفي نماذج الاختراع الحالي، يفضل أن استخدام السيليكون. يمكن ترسيب السيليكون حرارياً من مادة البدء السيلان عند درجات حرارة مرتفعة. وبخصوص طبقات السيليكون من النوع p، يؤدئ دمج مادة بدء تحتوي على بورون مع السيلان إلى الحصول على طبقة من السيليكون من النوع p مشحونة بشحنة موجبة. وبخصوص طبقات السيليكون من النوع n، يؤدي دمج مادة بدء تحتوي على فوسفور مع السيلان إلى الحصول على طبقة من السيليكون من النوع n مشحونة بشحنة سالبة. وبخصوص السيليكون من النوع i، ليست هناك ضرورة لاستخدام مادة بدء كيميائية أخرى خلاف السيلان، حيث أنها طبقة من السيليكون غير المشاب. واختيارياً، وعند الرغبة، يمكن جعل طبقة السيليكون i-Si سالبة بالهيدروجين. ويمكن تحقيق هذا عن طريق دمج السيلان مع غاز الهيدروجين.

[0067] الوصف التالي يقدم طريقة عامة لتوفير ركيزة PV وفقاً للاختراع الحالي. ومن المفترض أن يكون الوصف التالي غير مقيد لمجال الاختراع ويمكن إدخال تعديلات وتغييرات مختلفة على الطريقة التي تم وصفها بشكل عام وتغييرها للحصول على ركيزة PV نهائية مرغوب فيها بواسطة أولئك أصحاب الخبرة العادية في مجالات طلاء طبقة رقيقة، وتبقى مثل

هذه التغييرات واقعة ضمن مجال الاختراع الحالي.

[0068] يمكن تصنيع زجاج من جير الصودا والسيليكا من تركيبات الزجاج الدُفَعية المعروفة جيداً. تركيبة الزجاج الدُفَعية يمكن صهر بالتسخين في فرن لصهر زجاج ثم يتم توجيهها إلى حمام قصدير على تجهيزة خط تعويم. وفي حالة الزجاج المصبوب، يتم توجيه الزجاج المصهور إما إلى أسطوانة (أسطوانات) صب أو إلى قالب (قوالب) صب. ومن وحدة طلاء أولى موضوعة في حمام القصدير على خط تعويم، يمكن ترسيب طبقة الطلاء التحتية. وفي حالة الزجاج المصبوب، تكون وحدة الطلاء موضوعة إما بعد أسطوانة (أسطوانات) الصب أو قالب (قوالب) الصب. ومن وحدة طلاء ثانية موضوعة بعد وحدة الطلاء الأولى، يمكن ترسيب طبقة الأكسيد الموصلة المنفذة الرقيقة.

[0069] ومن وحدة طلاء ثالثة موضوعة بعد وحدة الطلاء الثانية، يمكن ترسيب طبقة n-Si أو p-Si حرارياً على الركيزة PV التي تحتوي على طبقة الطلاء التحتية و طبقة أكسيد موصلة منفذة.

[0070] وإذا كان من المرغوب فيه إنتاج طبقة n-Si من وحدة الطلاء الثالثة، يمكن توجيه تيار غازي مختلط يحتوي على السيلان (SiH_4) ومادة إشابة إلى سطح مسخن لشريط الزجاج لخلق وترسيب طبقة n-Si رقيقة. وتكون مادة الإشابة التي تستخدم في معظم الأحيان لتصنيع طبقات n-Si عبارة عن عنصر من المجموعة V، مثل الفوسفور. اختيار مواد البدء التي تحتوي على فوسفور لإشابة طبقات n-Si يشمل، ولكن لا يقتصر على، تراي ميثيل فوسفات، تراي إيثيل فوسفات، تراي بروبيل فوسفات، تراي بيوتيل فوسفات، تراي-t-بيوتيل فوسفات وفوسفين. ويفضل استخدام فوسفين لإشابة طبقات n-Si وفقاً للاختراع الحالي. ويمكن الامداد بالغازات الموجودة في التيار الغازي المختلط والتي تم تضمينها من كل من مواد البدء السابق

ذكرها بالمعدلات التالية: 1) السيلان (SiH_4) 0.0 - 50.0 جم/دقيقة؛ و2) الفوسفين (PH_3) 0.0 - 25.0 جم/دقيقة. المعدلات المفضلة لتوصيل مادة البدء هي: 1) السيلان (SiH_4) 0.5 - 30.0 جم/دقيقة؛ و2) الفوسفين (PH_3) 0.5 - 15.0 جم/دقيقة. وعند الرغبة، يمكن جعل طبقات n-Si وفقاً للاختراع الحالي هذه سالبة بالهيدروجين عن طريق إدخال غاز الهيدروجين في التيار الغازي المختلط من مواد البدء. ويمكن الامداد بغاز الهيدروجين بمعدل في المدى من 0.0 - 20.0 جم/دقيقة. ويمكن الامداد بغاز الهيدروجين بمعدل في مدى مفضل من 0.5 - 10 جم/دقيقة.

[0071] وإذا كان من المرغوب فيه إنتاج طبقة p-Si من وحدة الطلاء الثالثة، يمكن توجيه تيار غازي مختلط يحتوي على السيلان (SiH_4) ومادة إشابة إلى سطح مسخن لشريط الزجاج لخلق وترسيب طبقة p-Si رقيقة. وتكون مادة الإشابة التي تستخدم في معظم الأحيان لتصنيع طبقات p-Si عبارة عن عنصر من المجموعة III، مثل البورون. اختيار مواد البدء التي تحتوي على البورون لإشابة طبقات p-Si يشمل، ولكن لا يقتصر على، داي بوران، تراي بروميد البورون، تراي كلوريد البورون، تراي فلوريد البورون وتراي يوديد البورون. ويفضل استخدام داي بوران لإشابة طبقات p-Si وفقاً للاختراع الحالي. ويمكن الامداد بالغازات الموجودة في التيار الغازي المختلط والتي تم تضمينها من كل من مواد البدء السابق ذكرها بالمعدلات التالية: 1) السيلان (SiH_4) 0.0 - 50.0 جم/دقيقة؛ و2) داي بوران (B_2H_6) 0.0 - 25.0 جم/دقيقة. المعدلات المفضلة لتوصيل مادة البدء هي: 1) السيلان (SiH_4) 0.5 - 30.0 جم/دقيقة؛ و2) داي بوران (B_2H_6) 0.5 - 15.0 جم/دقيقة. وعند الرغبة، يمكن جعل طبقات p-Si وفقاً للاختراع الحالي هذه سالبة بالهيدروجين عن طريق إدخال غاز الهيدروجين في n التيار الغازي المختلط من مواد البدء. ويمكن الامداد بغاز الهيدروجين بمعدل في المدى من 0.0 - 20.0 جم/دقيقة. ويمكن الامداد بغاز الهيدروجين بمعدل في مدى مفضل من 0.5 -

10 جم/دقيقة .

[0072] ومن وحدة طلاء رابعة موضوعة بعد وحدة الطلاء الثالثة، يمكن ترسيب طبقة n-Si أو p-Siحرارياً على الركيزة PV. سوف يعتمد اختيار إما طبقة n-Si أو p-Si التي يتم إنتاجها من وحدة الطلاء الرابعة على نوع طبقة السيليكون التي تم ترسيبها على الركيزة PV من وحدة الطلاء الثالثة. وإذا تم إنتاج طبقة n-Si عند وحدة الطلاء الثالثة، فإنه يمكن إنتاج طبقة p-Si من وحدة الطلاء الرابعة حسبما تم وصفه أعلاه. وإذا تم إنتاج طبقةp-Si عند وحدة الطلاء الثالثة، فإنه يمكن إنتاج طبقةn-Si من وحدة الطلاء الرابعة حسبما تم وصفها أعلاه.

[0073] وعندما يكون من الضروري إدخال الطبقات i-Si الرقيقة شبه الموصلة بين الطبقات n-Si وp-Si ، كما في حالة الوحدات PV النمطية التي أساسها سيليكون غير متبلر ومتبلر، يمكن وضع وحدة طلاء أخرى في ما بين وحدتي الطلاء الثالثة والرابعة للترسيب لانتاج طبقات .i-Si وإذا كان من المرغوب فيه إنتاج طبقة i-Si، يمكن توجيه تيار غازي يحتوي على السيلان (SiH_4) إلى سطح مسخن لشريط الزجاج لخلق وترسيب طبقة i-Si رقيقة. ويمكن الامداد بغاز السيلان بمعدل في المدى من 0.0 - 50.0 جم/دقيقة. ويمكن الامداد بغاز السيلان بمعدل في مدى مفضل من 0.5 - 30.0 جم/دقيقة. وعند الرغبة، يمكن جعل الطبقة i-Si سالبة بالهيدروجين. ولتحقيق هذا، يمكن دمج غاز الهيدروجين مع مادة البدء من السيلان بمعدل في المدى التالي: 0.0 - 20.0 جم/دقيقة. ويمكن الامداد بغاز السيلان بمعدل في مدى مفضل من 0.5 - 10 جم/دقيقة .

[0074] وبصفة عامة، لا يوجد قيد على عدد وحدات الطلاء التي يمكن وضعها على خط التعويم بعد حمام تعويم، طالما يتواجد حيز كافٍ على خط التعويم لوضع وحدات الطلاء هذه. وبالمثل، لا يوجد قيد على عدد وحدات الطلاء التي يمكن على خط الزجاج المصبوب

بعد أسطوانة (أسطوانات) الصب أو قالب (قوالب) صب، طالما يتواجد حيز كافٍ لوضع وحدات الطلاء هذه. ومع ذلك، فإن عدد وحدات الطلاء التي يمكن وضعها بعد ذلك سوف يكون مقيداً بطول الخط المستخدم لانتاج شريط الزجاج المصهور. وسوف يدرك أولئك أصحاب المهارة في المجال كيفية بناء وتضمين جهاز ومعدة الطلاء إما داخل حمام القصدير أو بعد حمام القصدير أو بعد أسطوانة (أسطوانات) الصب أو قالب (قوالب) الصب. وفي حين أن النموذج وفقاً للاختراع الحالي الموضح في الوصف السابق يتضمن بنية الطلاء لركيزة PV ذات وصلة أحادية من النوع p-(i-)n، فإن أولئك أصحاب المهارة في المجال سوف يدركون أيضاً كيفية بناء وتضمين وحدات الطلاء الاضافية التي قد تكون مطلوبة لإنتاج ركائز PV التي بها وصلة ثنائية، ثلاثية ومتعددة من النوعp-(i-)n . وبالمثل، سوف يدرك أولئك أصحاب المهارة في المجال المواءمات المطلوبة لإنتاج ركائز PV ذات الوصلة الأحادية، المزدوجة، الثلاثية، والمتعددة من النوع n-(i-)p.

[0075] ولقد اكتشف مقدمو الاختراع الحالي على نحو مثير للاهتمام أن من الممكن ترسيب الطبقات شبه الموصلة في فترات زمنية قصيرة جداً عند مقارنتاه بأزمنة الترسيب في الجهات المصنعة للوحدة PV النمطية. ويرجع هذا إلى إجراء خطوة الترسيب على خط التشغيل. نمطياً، يمكن أن تستغرق الجهات المصنعة للوحدة PV النمطية في أي مكان من ساعتين إلى أربع ساعات لإنتاج الطبقات شبه الموصلة. تضمين تقنيات الترسيب للإنتاج على خط التشغيل لطبقات فلزية شبه موصلة يمكن الجهات المصنعة للوحدة PV النمطية من الاستغناء عن الحاجة لإنتاج هذه الطبقات. ومن ثم، يمكن أن تنخفض التكاليف التي تتحملها الجهات المصنعة للوحدة PV النمطية بدرجة كبيرة. وعلاوة على هذا، اكتشف المخترعون أن من الممكن ترسيب الطبقات شبه الموصلة في بضع دقائق، إن لم يكن ثواني. يفضل أن تكون خطوات الترسيب التي تم وصفها في هذا الطلب خطوات ترسيب حراري.

[0076] وعلاوة على هذا، اكتشف مقدمو الاختراع الحالي أن الترسيب على خط التشغيل للطبقات شبه الموصلة يوفر ميزة تتمثل في ترسيب الطبقات على شريط متصل من الزجاج. وهذا، بدوره، يؤدي إلى الحصول على طبقة رقيقة عالية الجودة لأن الطبقات شبه الموصلة لا تعاني من التأثيرات الحافية. وتسمح الطرق وفقاً للاختراع الحالي أيضاً بخفض تكلفة مواد البدء وكفاءة طلاء محسنة عند مقارنتها بعمليات الرشرشة بعيداً عن خط التشغيل التي تستخدمها غالباً الجهات المصنعة للوحدة PV النمطية.

[0077] وتُضفي الطرق وفقاً للاختراع الحالي ملامح جذابة للجهات المصنعة للوحدة PV النمطية التي ترغب في شراء ركائز PV المصنعة بواسطة الطرق المبتكرة التي تم وصفها في هذا الطلب. وهذه الملامح تجعل الطبقات PV شبه الموصلة مرغوبة كمنتج ذي "قيمة مضافة" وتشمل: 1) استغناء الجهات المصنعة للوحدة PV النمطية عن الحاجة لغسل وتنظيف الركيزة PV قبل ترسيب طبقة السيليكون؛ 2) استغناء الجهات المصنعة للوحدة PV النمطية عن الحاجة لإعادة تسخين وإعادة تبريد الركيزة PV لترسيب الطبقة شبه الموصلة؛ و3) استغناء الجهات المصنعة للوحدة PV النمطية عن الحاجة لترسيب، أو الطلاء بالرشرشة الكاثودية، للطبقات شبه الموصلة. ويُترجم الاستغناء عن خطوات العملية هذه إلى انخفاض كبير جداً في التكاليف للجهات المصنعة للوحدة PV النمطية.

مثال 1

[0078] يصف المثال الآتي طريقة تتم على خط التشغيل لتصنيع ركيزة PV عليها طلاء من نوع p-i-n وفقاً للاختراع الحالي وكما تم تجسيده بواسطة شكل **2**، الذي يوضح ركيزة PV ذات وصلة أحادية من السيليكون من نوع p-i-n.

[0079] من وحدة طلاء أولى موضوعة داخل حمام تعويم، يتم توجيه تيار غازي مختلط

إلى سطح مسخن لشريط الركيزة الزجاجية 10 لتكوين طبقة الطلاء التحتية 20.

[0080] ومن وحدة طلاء ثانية موضوعة بعد وحدة طلاء أولى، يتم توجيه تيار غازي مختلط إلى أحد أسطح طبقة الطلاء التحتية 20 لتكوين طبقة TCO **30**.

[0081] ومن وحدة طلاء ثالثة موضوعة بعد وحدة الطلاء الثانية، يتم توجيه تيار غازي مختلط إلى أحد أسطح طبقة TCO **30** لتكوين طبقة n-Si **40**.

[0082] ومن وحدة طلاء رابعة موضوعة بعد وحدة الطلاء الثالثة، يتم توجيه تيار غازي مختلط إلى أحد أسطح طبقة n-Si **40** لتكوين طبقة i-Si **50**.

[0083] ومن وحدة طلاء خامسة موضوعة بعد وحدة الطلاء الرابعة، يتم توجيه تيار غازي مختلط إلى أحد أسطح طبقة i-Si **50** لتكوين طبقة p-Si **60**.

مثال 2

[0084] يصف المثال الآتي طريقة تتم على خط التشغيل لتصنيع ركيزة PV وفقاً للاختراع الحالي وكما تم تجسيده بواسطة شكل **3**، الذي يوضح ركيزة PV ذات وصلة ثنائية من السيليكون من نوع p-i-n.

[0085] من وحدة طلاء أولى موضوعة داخل حمام تعويم، يتم توجيه تيار غازي مختلط إلى سطح مسخن لشريط الركيزة الزجاجية 10 لتكوين طبقة الطلاء التحتية 20.

[0086] ومن وحدة طلاء ثانية موضوعة بعد وحدة طلاء أولى، يتم توجيه تيار غازي مختلط إلى أحد أسطح طبقة الطلاء التحتية 20 لتكوين طبقة TCO **30**.

[0087] ومن وحدة طلاء ثالثة موضوعة بعد وحدة الطلاء الثانية، يتم توجيه تيار

غازي مختلط إلى أحد أسطح طبقة TCO **30** لتكوين طبقة n-Si **40**.

[0088] ومن وحدة طلاء رابعة موضوعة بعد وحدة الطلاء الثالثة، يتم توجيه تيار غازي مختلط إلى أحد أسطح طبقة n-Si **40** لتكوين طبقة i-Si **50**.

[0089] ومن وحدة طلاء خامسة موضوعة بعد وحدة الطلاء الرابعة، يتم توجيه تيار غازي مختلط إلى أحد أسطح طبقة i-Si **50** لتكوين طبقة p-Si **60**.

[0090] ومن وحدة طلاء سادسة موضوعة بعد وحدة الطلاء الخامسة، يتم توجيه تيار غازي مختلط إلى أحد أسطح طبقة p-Si **60** لتكوين طبقة n-Si **40'**.

[0091] ومن وحدة طلاء سابعة موضوعة بعد وحدة الطلاء السادسة، تم توجيه تيار غازي مختلط إلى أحد أسطح طبقة n-Si **40'** لتكوين طبقة i-Si **50'**.

[0092] ومن وحدة طلاء ثامنة موضوعة بعد وحدة الطلاء السابعة، يتم توجيه تيار غازي مختلط إلى أحد أسطح طبقة i-Si **50'** لتكوين طبقة p-Si **60'**.

مثال3

[0093] يصف المثال الآتي طريقة تتم على خط التشغيل لتصنيع ركيزة PV وفقاً للاختراع الحالي وكما تم تجسيده بواسطة شكل **4**، الذي يوضح ركيزة PV ذات وصلة ثنائية من السيليكون من نوع p-i-n.

[0094] من وحدة طلاء أولى موضوعة داخل حمام تعويم، يتم توجيه تيار غازي مختلط إلى سطح مسخن لشريط الركيزة الزجاجية 10 لتكوين طبقة الطلاء التحتية 20.

[0095] ومن وحدة طلاء ثانية موضوعة بعد وحدة طلاء أولى، يتم توجيه تيار غازي

مختلط إلى أحد أسطح طبقة الطلاء التحتية 20 لتكوين طبقة TCO **30**.

[0096] ومن وحدة طلاء ثالثة موضوعة بعد وحدة الطلاء الثانية، يتم توجيه تيار غازي مختلط إلى أحد أسطح طبقة TCO **30** لتكوين طبقة n-Si **40**.

[0097] ومن وحدة طلاء رابعة موضوعة بعد وحدة الطلاء الثالثة، يتم توجيه تيار غازي مختلط إلى أحد أسطح طبقة n-Si **40** لتكوين طبقة i-Si **50**.

[0098] ومن وحدة طلاء خامسة موضوعة بعد وحدة الطلاء الرابعة، يتم توجيه تيار غازي مختلط إلى أحد أسطح طبقة i-Si **50** لتكوين طبقة p-Si **60**.

[0099] ومن وحدة طلاء سادسة موضوعة بعد وحدة الطلاء الخامسة، يتم توجيه تيار غازي مختلط إلى أحد أسطح طبقة p-Si **60** لتكوين طبقة n-Si **40'**.

[0100] ومن وحدة طلاء سابعة موضوعة بعد وحدة الطلاء السادسة، يتم توجيه تيار غازي مختلط إلى أحد أسطح طبقة n-Si **40'** لتكوين طبقة i-Si **50'**.

[0101] ومن وحدة طلاء ثامنة موضوعة بعد وحدة الطلاء السابعة، يتم توجيه تيار غازي مختلط إلى أحد أسطح طبقة i-Si **50'** لتكوين طبقة p-Si **60'**.

[0102] ومن وحدة طلاء تاسعة موضوعة بعد وحدة الطلاء الثامنة، يتم توجيه تيار غازي مختلط إلى أحد أسطح طبقة p-Si **60'** لتكوين طبقة n-Si **40"**.

[0103] ومن وحدة طلاء عاشرة موضوعة بعد وحدة الطلاء التاسعة، يتم توجيه تيار غازي مختلط إلى أحد أسطح طبقة n-Si **40"** لتكوين طبقة i-Si **50"**.

[0104] ومن وحدة طلاء حادية عشرة موضوعة بعد وحدة الطلاء العاشرة، يتم توجيه

تيار غازي مختلط إلى أحد أسطح طبقة i-Si **50**" لتكوين طبقة p-Si **60**".

مثال 4

[0105] يصف المثال الآتي طريقة تتم على خط التشغيل لتصنيع ركيزة PV وفقاً للاختراع الحالي وكما تم تجسيده بواسطة شكل **5**، الذي يوضح ركيزة PV ذات وصلة أحادية من السيليكون من نوع.p-i-n

[0106] من وحدة طلاء أولى موضوعة داخل حمام تعويم، يتم توجيه تيار غازي مختلط إلى سطح مسخن لشريط الركيزة الزجاجية 10 لتكوين طبقة الطلاء التحتية 20.

[0107] ومن وحدة طلاء ثانية موضوعة بعد وحدة طلاء أولى، يتم توجيه تيار غازي مختلط إلى أحد أسطح طبقة الطلاء التحتية 20 لتكوين طبقة TCO **30**.

[0108] ومن وحدة طلاء ثالثة موضوعة بعد وحدة الطلاء الثانية، يتم توجيه تيار غازي مختلط إلى أحد أسطح طبقة TCO **30** لتكوين طبقة p-Si **60**.

[0109] ومن وحدة طلاء رابعة موضوعة بعد وحدة الطلاء الثالثة، يتم توجيه تيار غازي مختلط إلى أحد أسطح طبقة p-Si **60** لتكوين طبقة i-Si **50**.

[0110] ومن وحدة طلاء خامسة موضوعة بعد وحدة الطلاء الرابعة، يتم توجيه تيار غازي مختلط إلى أحد أسطح طبقة i-Si **50** لتكوين طبقة n-Si **40**.

مثال 5

[0111] يصف المثال الآتي طريقة تتم على خط التشغيل لتصنيع ركيزة PV وفقاً للاختراع الحالي وكما تم تجسيده بواسطة شكل **6**، الذي يوضح ركيزة PV ذات وصلة ثنائية

من السيليكون من نوع p-i-n.

[0112] من وحدة طلاء أولى موضوعة داخل حمام تعويم، يتم توجيه تيار غازي مختلط إلى سطح مسخن لشريط الركيزة الزجاجية 10 لتكوين طبقة الطلاء التحتية 20.

[0113] ومن وحدة طلاء ثانية موضوعة بعد وحدة طلاء أولى، يتم توجيه تيار غازي مختلط إلى أحد أسطح طبقة الطلاء التحتية 20 لتكوين طبقة TCO **30**.

[0114] ومن وحدة طلاء ثالثة موضوعة بعد وحدة الطلاء الثانية، يتم توجيه تيار غازي مختلط إلى أحد أسطح طبقة TCO **30** لتكوين طبقة p-Si **60**.

[0115] ومن وحدة طلاء رابعة موضوعة بعد وحدة الطلاء الثالثة، يتم توجيه تيار غازي مختلط إلى أحد أسطح طبقة p-Si **60** لتكوين طبقة i-Si **50**.

[0116] ومن وحدة طلاء خامسة موضوعة بعد وحدة الطلاء الرابعة، يتم توجيه تيار غازي مختلط إلى أحد أسطح طبقة i-Si **50** لتكوين طبقة n-Si **40**.

[0117] ومن وحدة طلاء سادسة موضوعة بعد وحدة الطلاء الخامسة، يتم توجيه تيار غازي مختلط إلى أحد أسطح طبقة n-Si **40** لتكوين طبقة p-Si **60'**.

[0118] ومن وحدة طلاء سابعة موضوعة بعد وحدة الطلاء السادسة، يتم توجيه تيار غازي مختلط إلى أحد أسطح طبقة p-Si **60'** لتكوين طبقة i-Si **50'**.

[0119] ومن وحدة طلاء ثامنة موضوعة بعد وحدة الطلاء السابعة، يتم توجيه تيار غازي مختلط إلى أحد أسطح طبقة i-Si **50'** لتكوين طبقة n-Si **40'**.

مثال 6

[0120] يصف المثال الآتي طريقة تتم على خط التشغيل لتصنيع ركيزة PV وفقاً للاختراع الحالي وكما تم تجسيده بواسطة شكل 7، الذي يوضح ركيزة PV ذات وصلة ثلاثية من السيليكون من نوع p-i-n. من وحدة طلاء أولى موضوعة داخل حمام تعويم، يتم توجيه تيار غازي مختلط إلى سطح مسخن لشريط الركيزة الزجاجية 10 لتكوين طبقة الطلاء التحتية 20.

[0121] ومن وحدة طلاء ثانية موضوعة بعد وحدة طلاء أولى، يتم توجيه تيار غازي مختلط إلى أحد أسطح طبقة الطلاء التحتية 20 لتكوين طبقة TCO **30**.

[0122] ومن وحدة طلاء ثالثة موضوعة بعد وحدة الطلاء الثانية، يتم توجيه تيار غازي مختلط إلى أحد أسطح طبقة TCO **30** لتكوين طبقة p-Si **60**.

[0123] ومن وحدة طلاء رابعة موضوعة بعد وحدة الطلاء الثالثة، يتم توجيه تيار غازي مختلط إلى أحد أسطح طبقة p-Si **60** لتكوين طبقة i-Si **50**.

[0124] ومن وحدة طلاء خامسة موضوعة بعد وحدة الطلاء الرابعة، يتم توجيه تيار غازي مختلط إلى أحد أسطح طبقة i-Si **50** لتكوين طبقة n-Si **40**.

[0125] ومن وحدة طلاء سادسة موضوعة بعد وحدة الطلاء الخامسة، تيار غازي ofمختلط يتم توجيه إلى أحد أسطح طبقة n-Si **40** لتكوين طبقة p-Si **60'**.

[0126] ومن وحدة طلاء سابعة موضوعة بعد وحدة الطلاء السادسة، يتم توجيه تيار غازي مختلط إلى أحد أسطح طبقة p-Si **60'** لتكوين طبقة i-Si **50'**.

[0127] ومن وحدة طلاء ثامنة موضوعة بعد وحدة الطلاء السابعة، يتم توجيه تيار غازي مختلط إلى أحد أسطح طبقة i-Si **50'** لتكوين طبقة n-Si **40'**.

[0128] ومن وحدة طلاء تاسعة موضوعة بعد وحدة الطلاء الثامنة، يتم توجيه تيار غازي مختلط إلى أحد أسطح طبقة n-Si **40'** لتكوين طبقة p-Si **60"**.

[0129] ومن وحدة طلاء عاشرة موضوعة بعد وحدة الطلاء التاسعة، يتم توجيه تيار غازي مختلط إلى أحد أسطح طبقة p-Si **60"** لتكوين طبقة i-Si **50"**.

[0130] ومن وحدة طلاء حادية عشرة موضوعة بعد وحدة الطلاء العاشرة، يتم توجيه تيار غازي مختلط إلى أحد أسطح طبقة i-Si **50"** لتكوين طبقة n-Si **40"**.

[0131] في حين قد تم وصف الاختراع الحالي فيما يتعلق بنماذج محددة، فإنه لايقتصر على التفاصيل المحددة التي وردت من قبل، ولكنه يشمل مختلف التغييرات والتعديلات التي يمكن أن تفرض نفسها على أولئك المتمرسين في المجال، وتقع ضمن مجال الاختراع كما تم تحديده بواسطة عناصر الحماية التالية.

عناصر الحماية

1 - طريقة لإنتاج ركيزة زجاجية مغلفة إما على خط تعويم أو خط للزجاج المصبوب باستخدام واحدة أو أكثر من وحدات الطلاء الموضوعة على خط التشغيل، داخل أو بعد بعد حمام تعويم، أسطوانات صب أو قوالب صب على خط الزجاج، تتضمن:	1
أ) صهر مواد دفعة الإنتاج في فرن لتكوين الزجاج المصهور؛	2
ب) اختيار واحد من: 1) تعويم تيار متصل من الزجاج المصهور على حمام من القصدير المصهور على خط تعويم لتكوين لوح زجاج أو 2) صب تيار متصل من الزجاج المصهور خلال أسطوانات صب أو قوالب صب على خط لصب الزجاج لتكوين لوح من الزجاج؛	3
ج) ترسيب، من إحدى وحدات الطلاء الموضوعة على خط التشغيل، طبقة فلزية شبه موصلة على جزء من اللوح الزجاجي.	4
2 - الطريقة وفقاً لعنصر الحماية رقم 1، حيث تُختار الطبقة الفلزية شبه الموصلة من المجموعة المكونة من السيليكون، الكادميوم، التيلوريوم، الإنديوم، الجاليوم، الزرنيخ، الأنتيمون، الألومينيوم، زنك وتوليفات مما سبق.	1
3- الطريقة وفقاً لعنصر الحماية رقم 1، حيث تكون الطبقة الفلزية شبه الموصلة هي السيليكون.	1
4- الطريقة وفقاً لعنصر الحماية رقم 3، حيث يكون السيليكون هو السيليكون من النوع p.	1
5- الطريقة وفقاً لعنصر الحماية رقم 4، حيث السيليكون من النوع p يكون مشاباً بعنصر من المجموعة III و، اختيارياً، يتم جعله سالباً بالهيدروجين .	1
6- الطريقة وفقاً لعنصر الحماية رقم 5، حيث يكون عنصر المجموعة III هو البورون.	1

1	7- الطريقة وفقاً لعنصر الحماية رقم 3، حيث يكون السيليكون هو السيليكون من النوع n.
1 2	8- الطريقة وفقاً لعنصر الحماية رقم 7، حيث السيليكون من النوع n يكون مشاباً بعنصر من المجموعة V و، اختيارياً، يتم جعله سالباً بالهيدروجين .
1	9- الطريقة وفقاً لعنصر الحماية رقم 8، حيث يكون عنصر المجموعة V هو الفوسفور .
1 2	10- الطريقة وفقاً لعنصر الحماية رقم 3، حيث يكون السيليكون هو السيليكون من النوع i حيث، اختيارياً يتم جعله سالباً بالهيدروجين.
1 2	11- الطريقة وفقاً لعنصر الحماية رقم 1، حيث تكون الركيزة الزجاجية عند درجة حرارة تتراوح بين حوالي 200 ْم وحوالي 800 ْم أثناء ترسيب الطبقة الفلزية شبه الموصلة.
1 2	12- الطريقة وفقاً لعنصر الحماية رقم 11، حيث تكون الركيزة الزجاجية عند درجة حرارة تتراوح بين حوالي 400 ْم وحوالي 780 ْم.
1 2	13- الطريقة وفقاً لعنصر الحماية رقم 1، حيث تتضمن الطريقة أيضاً ترسيب، على خط التشغيل، طبقة طلاء تحتية بين الركيزة الزجاجية والطبقة الفلزية شبه الموصلة.
1 2	14- الطريقة وفقاً لعنصر الحماية رقم 1، حيث تتضمن الطريقة أيضاً ترسيب، على خط التشغيل، طبقة أكسيد موصلة منفذة بين الركيزة الزجاجية والطبقة الفلزية شبه الموصلة.
1 2	15- الطريقة وفقاً لعنصر الحماية رقم 3، حيث تتركب الطبقة الفلزية شبه الموصلة من السيليكون الغير متبلرأو السيليكون المتبلر.
1 2 3	16- الطريقة وفقاً لعنصر الحماية رقم 15، حيث يُختار السيليكون المتبلر من المجموعة المكونة من السيليكون المتبلر بحجم النانو، السيليكون المتبلر بحجم الميكرو، السيليكون عديد التبلر، السيليكون أحادي التبلر وتوليفات مما سبق.

17- الطريقة وفقاً لعنصر الحماية رقم 1، حيث ترسيب الطبقة الفلزية شبه الموصلة الواحدة على الأقل على الركيزة الزجاجية يتضمن ترسيب الطبقة الفلزية شبه الموصلة الواحدة على الأقل حرارياً على الركيزة الزجاجية.

18- الطريقة وفقاً لعنصر الحماية رقم 13، حيث تُختار طبقة الطلاء التحتية من المجموعة المكونة من أكسيد السيليكون، ثاني أكسيد السيليكون، نيتريد السيليكون، أوكسي نيتريد السيليكون، كربيد السيليكون، أوكسي كربيد السيليكون وتوليفات مما سبق.

19- الطريقة وفقاً لعنصر الحماية رقم 14، حيث تُختار طبقة الأكسيد الموصلة المنفذة من المجموعة المكونة من أكسيد القصدير، أكسيد القصدير المشاب بالفلور ، أكسيد الزنك المشاب بالألومينيوم و أكسيد الإنديوم القصدير .

20 - طريقة لإنتاج ركيزة زجاجية مغلفة إما على خط تعويم أو خط للزجاج المصبوب باستخدام واحدة أو أكثر من وحدات الطلاء الموضوعة على خط التشغيل، داخل أو بعد بعد حمام تعويم، أسطوانات صب أو قوالب صب على خط الزجاج تتضمن:

أ) صهر مواد دفعة الإنتاج في فرن لتكوين الزجاج المصهور؛

ب) اختيار واحد من: 1) تعويم تيار متصل من الزجاج المصهور على حمام من القصدير المصهور على خط تعويم لتكوين لوح من الزجاج أو 2) صب تيار متصل من الزجاج المصهور خلال أسطوانات صب أو قوالب صب على خط لصب الزجاج لتكوين لوح من الزجاج؛

ج) ترسيب، من إحدى وحدات الطلاء الموضوعة على خط التشغيل، طبقة فلزية شبه موصلة على جزء من اللوح الزجاجي، حيث تُختار الطبقة الفلزية شبه الموصلة من المجموعة المكونة من السيليكون من النوع n والسيليكون من النوع p؛

د) واختيارياً، ترسيب، من وحدة طلاء موضوعة على خط التشغيل وبعد وحدة

13 14 15 16 17 18 19 20	الطلاء المذكورة في الخطوة ج)، طبقة فلزية شبه موصلة تتضمن سيليكون من النوع i على الطبقة الفلزية المذكورة في الخطوة ج)؛ هـــ) ترسيب، من وحدة طلاء موضوعة على خط التشغيل وبعد وحدة الطلاء المذكورة في الخطوة ج) و/أو د)، طبقة فلزية شبه موصلة على الطبقة الفلزية المذكورة في الخطوة ج) و/أو د)، حيث تُختار الطبقة الفلزية التي تتضمن السيليكون من المجموعة المكونة من السيليكون من النوع n والسيليكون من النوع p؛ و و) واختيارياً، تكرار الخطوات ج) - هـــ) لتكوين طبقات إضافية من السيليكون p-(i-)n أو n-(i-)p على الركيزة الزجاجية .
1 2	21 - الطريقة وفقاً لعنصر الحماية رقم 20، حيث السيليكون من النوع p يكون مشاباً بعنصر من المجموعة III و، اختيارياً، يتم جعله سالباً بالهيدروجين .
1	22 - الطريقة وفقاً لعنصر الحماية رقم 21، حيث يكون عنصر المجموعة III هو البورون.
1 2	23 - الطريقة وفقاً لعنصر الحماية رقم 20، حيث السيليكون من النوع n يكون مشاباً بعنصر من المجموعة V و، اختيارياً، يتم جعله سالباً بالهيدروجين .
1	24 - الطريقة وفقاً لعنصر الحماية رقم 23، حيث يكون عنصر المجموعة V هو الفوسفور .
1 2	25 - الطريقة وفقاً لعنصر الحماية رقم 20، حيث السيليكون من النوع i يتم جعله اختيارياً سالباً بالهيدروجين.
1 2	26 - الطريقة وفقاً لعنصر الحماية رقم 20، حيث تكون الركيزة الزجاجية عند درجة حرارة تتراوح بين حوالي 200°م وحوالي 800°م أثناء ترسيب الخطوات ج) - هـــ).
1 2	27 - الطريقة وفقاً لعنصر الحماية رقم 26، حيث تكون الركيزة الزجاجية عند درجة حرارة تتراوح بين حوالي 400°م وحوالي 780°م أثناء ترسيب الخطوات ج) - هـــ).
1	28 - الطريقة وفقاً لعنصر الحماية رقم 20، حيث تتضمن الطريقة أيضاً ترسيب، على

2	خط التشغيل، طبقة طلاء تحتية بين الركيزة الزجاجية والطبقة الفلزية المذكورة في الخطوة ج) .
1 2 3	29 - الطريقة وفقاً لعنصر الحماية رقم 20، حيث تتضمن الطريقة أيضاً ترسيب، على خط التشغيل، طبقة أكسيد موصلة منفذة بين الركيزة الزجاجية والطبقة الفلزية المذكورة في الخطوة ج).
1 2 3	30 - الطريقة وفقاً لعنصر الحماية رقم 28، حيث تُختار طبقة الطلاء التحتية من المجموعة المكونة من أكسيد السيليكون، ثاني أكسيد السيليكون، نيتريد السيليكون، أوكسي نيتريد السيليكون، كربيد السيليكون، أوكسي كربيد السيليكون وتوليفات مما سبق.
1 2 3	31 - الطريقة وفقاً لعنصر الحماية رقم 28، حيث تُختار طبقة الأكسيد الموصلة المنفذة من المجموعة المكونة من أكسيد القصدير، أكسيد القصدير المشاب بالفلور ، أكسيد الزنك المشاب بالألومينيوم و أكسيد الإنديوم القصدير .
1 2	32 - الطريقة وفقاً لعنصر الحماية رقم 20، حيث يتم تكرار الخطوة و) مرة واحدة لإنتاج ركيزة فلطائية ضوئية بها وصلة ثنائية من السيليكون من النوع p-(i-)n أو n-(i-)p.
1 2	33 - الطريقة وفقاً لعنصر الحماية رقم 20، حيث يتم تكرار الخطوة و) مرتين لإنتاج ركيزة فلطائية ضوئية بها وصلة ثلاثية من السيليكون من النوع p-(i-)n أو n-(i-)p.
1 2	34 - الطريقة وفقاً لعنصر الحماية رقم 20، حيث يتم تكرار الخطوة و) عدة مرات لإنتاج ركيزة فلطائية ضوئية بها وصلة متعددة من السيليكون من النوع p-(i-)n أو n-(i-)p.
1 2	35 - الطريقة وفقاً لعنصر الحماية رقم 20، حيث الخطوات ج) - و) تتضمن حرارياً ترسيب الطبقات التي يتم إنتاجها بواسطة الخطوات ج) - و).
1 2	36 - الطريقة وفقاً لعنصر الحماية رقم 20، حيث تتركب طبقات السيليكون من النوع p-(i-)n أو n-(i-)p من السيليكون الغير متبلرأو السيليكون المتبلر.

37 - الطريقة وفقاً لعنصر الحماية رقم 36، حيث يُختار السيليكون المتبلر من المجموعة المكونة من السيليكون المتبلر بحجم النانو، السيليكون المتبلر بحجم الميكرو، السيليكون عديد التبلر، السيليكون أحادي التبلر وتوليفات مما سبق.

38 - طريقة لإنتاج ركيزة زجاجية مغلفة إما على خط تعويم أو خط للزجاج المصبوب باستخدام واحدة أو أكثر من وحدات الطلاء الموضوعة على خط التشغيل، داخل أو بعد بعد حمام تعويم، أسطوانات صب أو قوالب صب على خط الزجاج، تتضمن:

أ) صهر مواد دفعة الإنتاج في فرن لتكوين الزجاج المصهور؛

ب) اختيار واحد من: 1) تعويم تيار متصل من الزجاج المصهور على حمام من القصدير المصهور لتكوين لوح من الزجاج أو 2) صب تيار متصل من الزجاج المصهور خلال أسطوانات صب أو قوالب صب على خط لصب الزجاج لتكوين لوح من الزجاج؛

ج) ترسيب، من وحدة طلاء موضوعة على خط التشغيل أو داخل حمام تعويم، طبقة طلاء تحتية موضوعة على الركيزة الزجاجية؛

د) ترسيب، من وحدة طلاء موضوعة على خط التشغيل أو داخل حمام تعويم وبعد وحدة الطلاء المذكورة في الخطوة ج)، طبقة أكسيد موصلة منفذة موضوعة على طبقة الطلاء التحتية؛

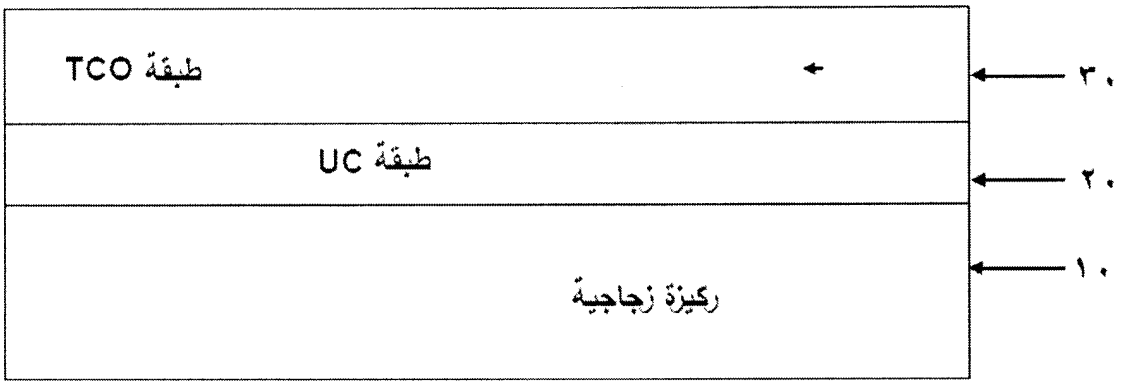
هـ) ترسيب، من وحدة طلاء موضوعة على خط التشغيل وبعد وحدة الطلاء المذكورة في الخطوة د)، طبقة فلزية شبه موصلة على طبقة الأكسيد الموصلة المنفذة، حيث تُختار الطبقة الفلزية شبه الموصلة من المجموعة المكونة من السيليكون من النوع n والسيليكون من النوع p؛

و) واختيارياً، ترسيب، من وحدة طلاء موضوعة على خط التشغيل وبعد وحدة الطلاء المذكورة في الخطوة هـ)، طبقة فلزية شبه موصلة تتضمن سيليكون من النوع i

19 20 21 22 23 24	على الطبقة الفلزية المذكورة في الخطوة ج)؛ ز) ترسيب، من وحدة طلاء موضوعة على خط التشغيل وبعد وحدة الطلاء المذكورة في الخطوة هـ) و/أو و)، طبقة فلزية شبه موصلة على الطبقة الفلزية المذكورة في الخطوة هـ) و/أو (f، حيث تُختار الطبقة الفلزية شبه الموصلة من المجموعة المكونة من السيليكون من النوع n والسيليكون من النوع p؛ و ح) واختيارياً، تكرار الخطوات هـ) – ز) لتكوين طبقات إضافية من السيليكون p-(i-)n أو n-(i-)p على الركيزة الزجاجية .
1 2	39 – الطريقة وفقاً لعنصر الحماية رقم 38، حيث السيليكون من النوع p يكون مشاباً بعنصر من المجموعة III و، اختيارياً، يتم جعله سالباً بالهيدروجين .
1	40 – الطريقة وفقاً لعنصر الحماية رقم 39، حيث يكون عنصر المجموعة III هو البورون.
1 2	41 – الطريقة وفقاً لعنصر الحماية رقم 38، حيث السيليكون من النوع n يكون مشاباً بعنصر من المجموعة V و، اختيارياً، يتم جعله سالباً بالهيدروجين .
1	42 – الطريقة وفقاً لعنصر الحماية رقم 41، حيث يكون عنصر المجموعة V هو الفوسفور .
1 2	43 – الطريقة وفقاً لعنصر الحماية رقم 38، حيث السيليكون من النوع i يتم اختيارياً جعله سالباً بالهيدروجين.
1 2	44 – الطريقة وفقاً لعنصر الحماية رقم 38، حيث تكون الركيزة الزجاجية عند درجة حرارة تتراوح بين حوالي 200°م وحوالي 800°م أثناء ترسيب الخطوات ج) – ح).
1 2	45 – الطريقة وفقاً لعنصر الحماية رقم 44، حيث تكون الركيزة الزجاجية عند درجة حرارة تتراوح بين حوالي 400°م وحوالي 780°م أثناء ترسيب الخطوات ج) – ح).
1 2	46 – الطريقة وفقاً لعنصر الحماية رقم 38، حيث تُختار طبقة الطلاء التحتية من المجموعة المكونة من أكسيد السيليكون، ثاني أكسيد السيليكون، نيتريد السيليكون، أوكسي نيتريد

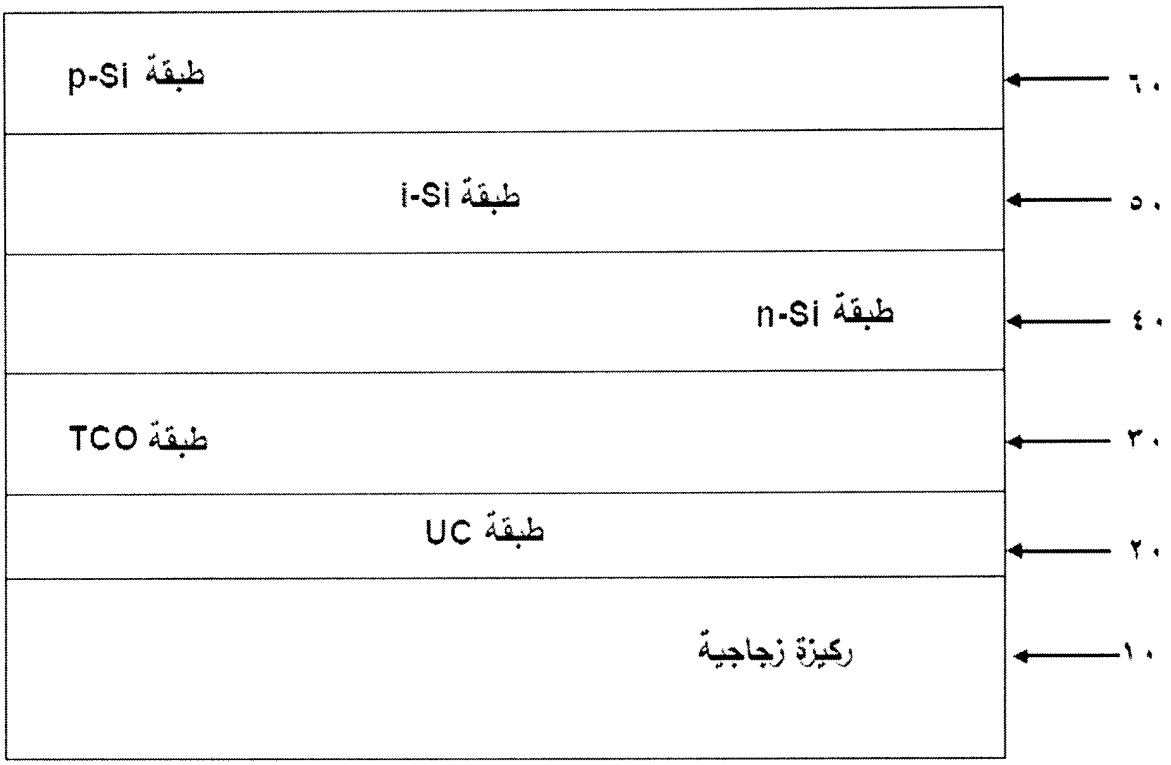
3	السيليكون، كربيد السيليكون، أوكسي كربيد السيليكون وتوليفات مما سبق.
1 2 3	47 - الطريقة وفقاً لعنصر الحماية رقم 38، حيث تُختار طبقة الأكسيد الموصلة المنفذة من المجموعة المكونة من أكسيد القصدير، أكسيد القصدير المشاب بالفلور ، أكسيد الزنك المشاب بالألومينيوم و أكسيد الإنديوم القصدير .
1 2	48 - الطريقة وفقاً لعنصر الحماية رقم 38، حيث يتم تكرار الخطوة و) مرة واحدة لإنتاج ركيزة فلطائية ضوئية بها وصلة ثنائية من السيليكون من النوع p-(i-)n أو n-(i-)p.
1 2	49 - الطريقة وفقاً لعنصر الحماية رقم 38، حيث يتم تكرار الخطوة و) مرتين لإنتاج ركيزة فلطائية ضوئية بها وصلة ثلاثية من السيليكون من النوع p-(i-)n أو n-(i-)p.
1 2	50 - الطريقة وفقاً لعنصر الحماية رقم 38، حيث يتم تكرار الخطوة و) عدة مرات لإنتاج ركيزة فلطائية ضوئية بها وصلة متعددة من السيليكون من النوع p-(i-)n أو n-(i-)p.
1 2	51 - الطريقة وفقاً لعنصر الحماية رقم 38، حيث الترسيب المذكور في الخطوات ج) - ح) يتضمن ترسيب الطبقات التي يتم إنتاجها بواسطة الخطوات ج) - ح) حرارياً .
1 2	52 - الطريقة وفقاً لعنصر الحماية رقم 38، حيث تتركب طبقات السيليكونp-(i-)n أو n-(i-)p من السيليكون الغير متبلر أو السيليكون المتبلر.
1 2 3	53 - الطريقة وفقاً لعنصر الحماية رقم 52، حيث يُختار السيليكون المتبلر من المجموعة المكونة من السيليكون المتبلر بحجم النانو، السيليكون المتبلر بحجم الميكرو، السيليكون عديد التبلر، السيليكون أحادي التبلر وتوليفات مما سبق.

MA 33252B1



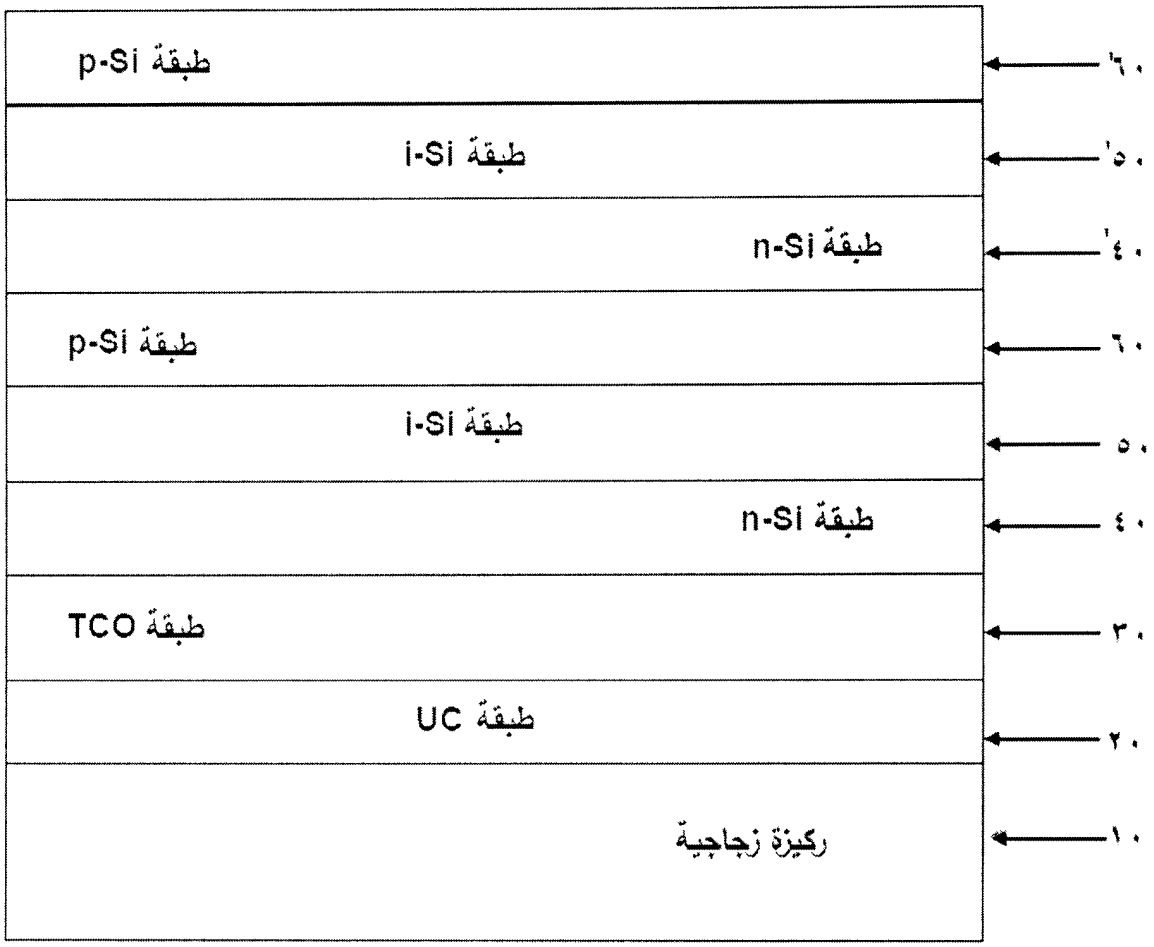
شكل ١

أصل			
اسم الطالب			
عدد اللوحات	7	رقم اللوحة	1
رقم الطلب/التاريخ/الساعة			
توقيع الوكيل / الطالب			



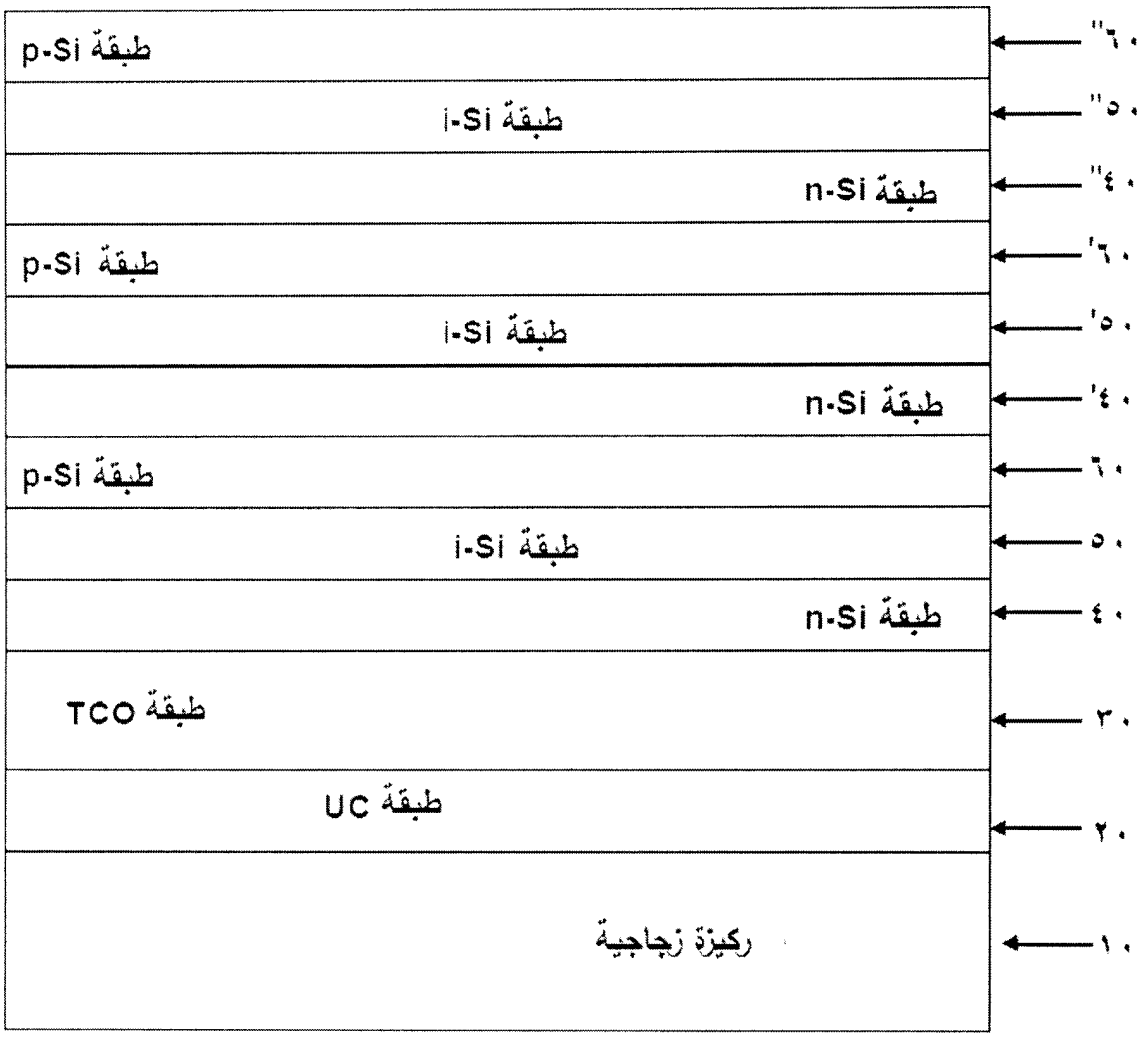
شكل ٢

أصل			
اسم الطالب			
عدد اللوحات	7	رقم اللوحة	2
رقم الطلب/التاريخ/الساعة			
توقيع الوكيل / الطالب			



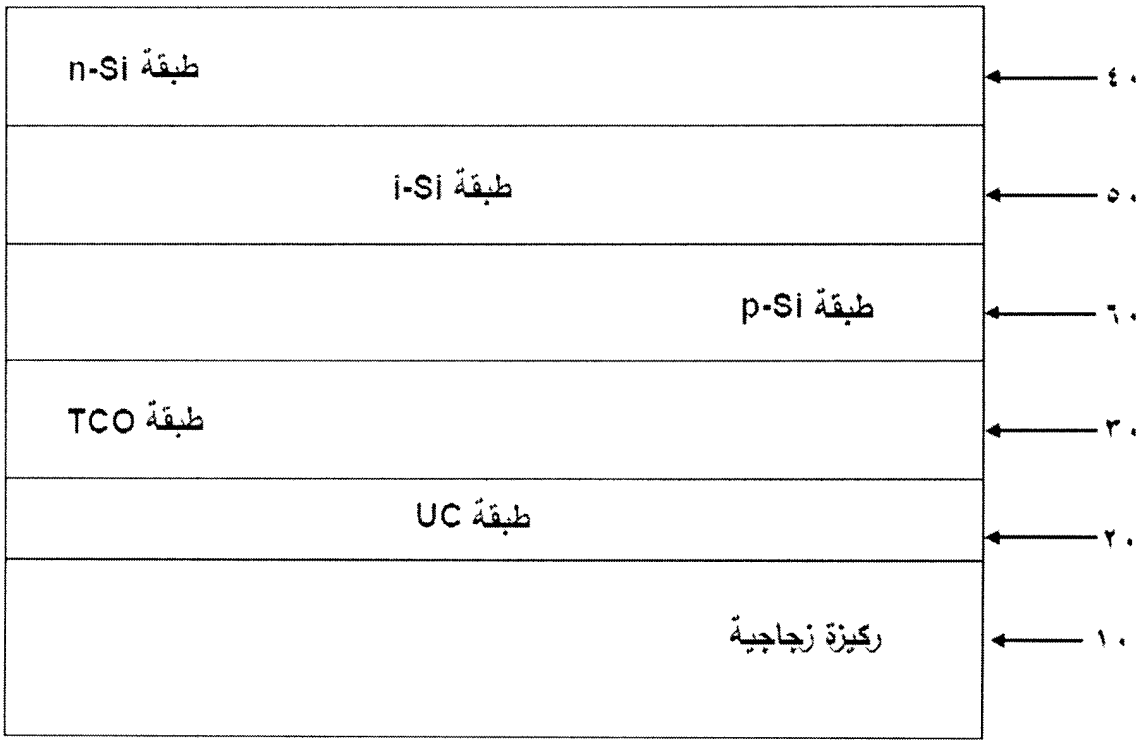
شكل ٣

أصل			
اسم الطالب			
عدد اللوحات	7	رقم اللوحة	3
رقم الطلب/التاريخ/الساعة			
توقيع الوكيل / الطالب			



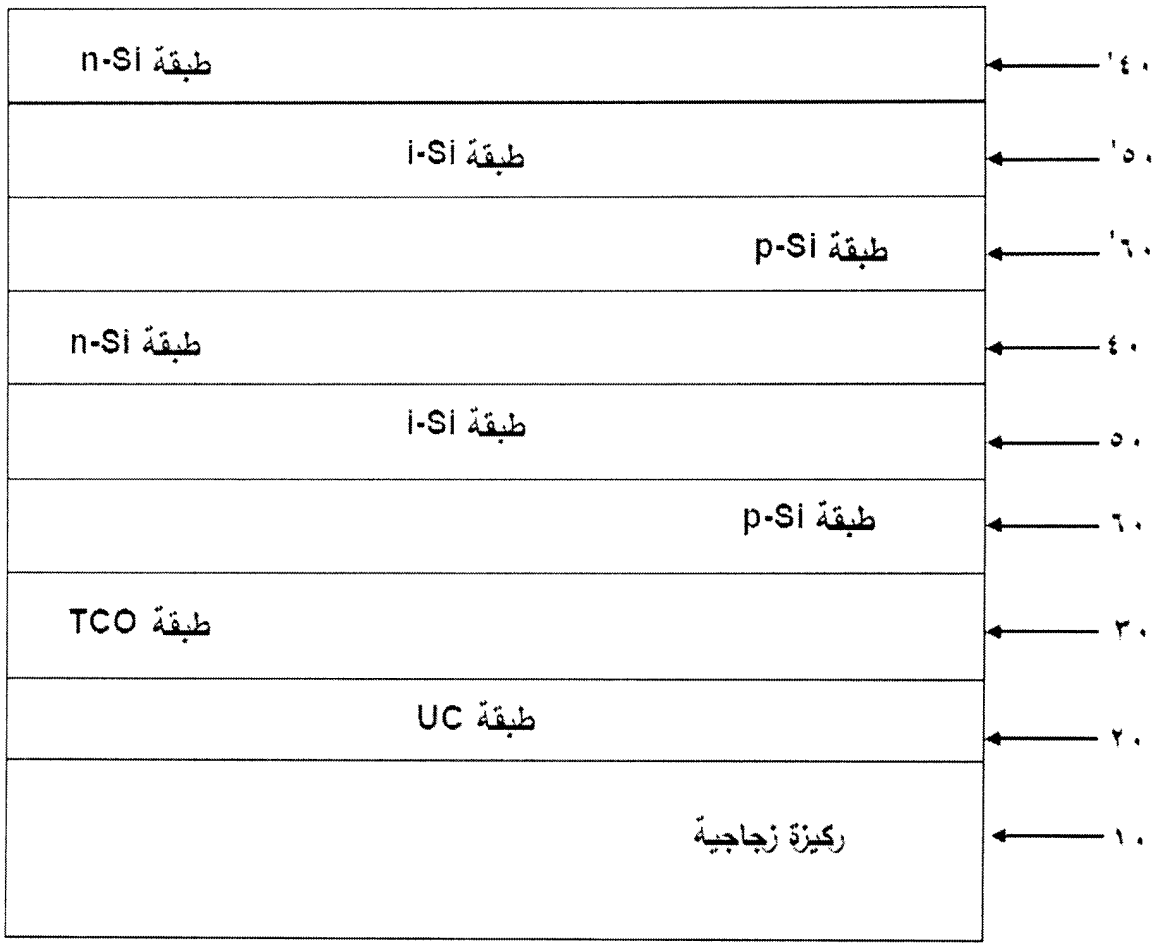
شكل ٤

أصل			
اسم الطالب			
عدد اللوحات	7	رقم اللوحة	4
رقم الطلب/التاريخ/الساعة			
توقيع الوكيل / الطالب			



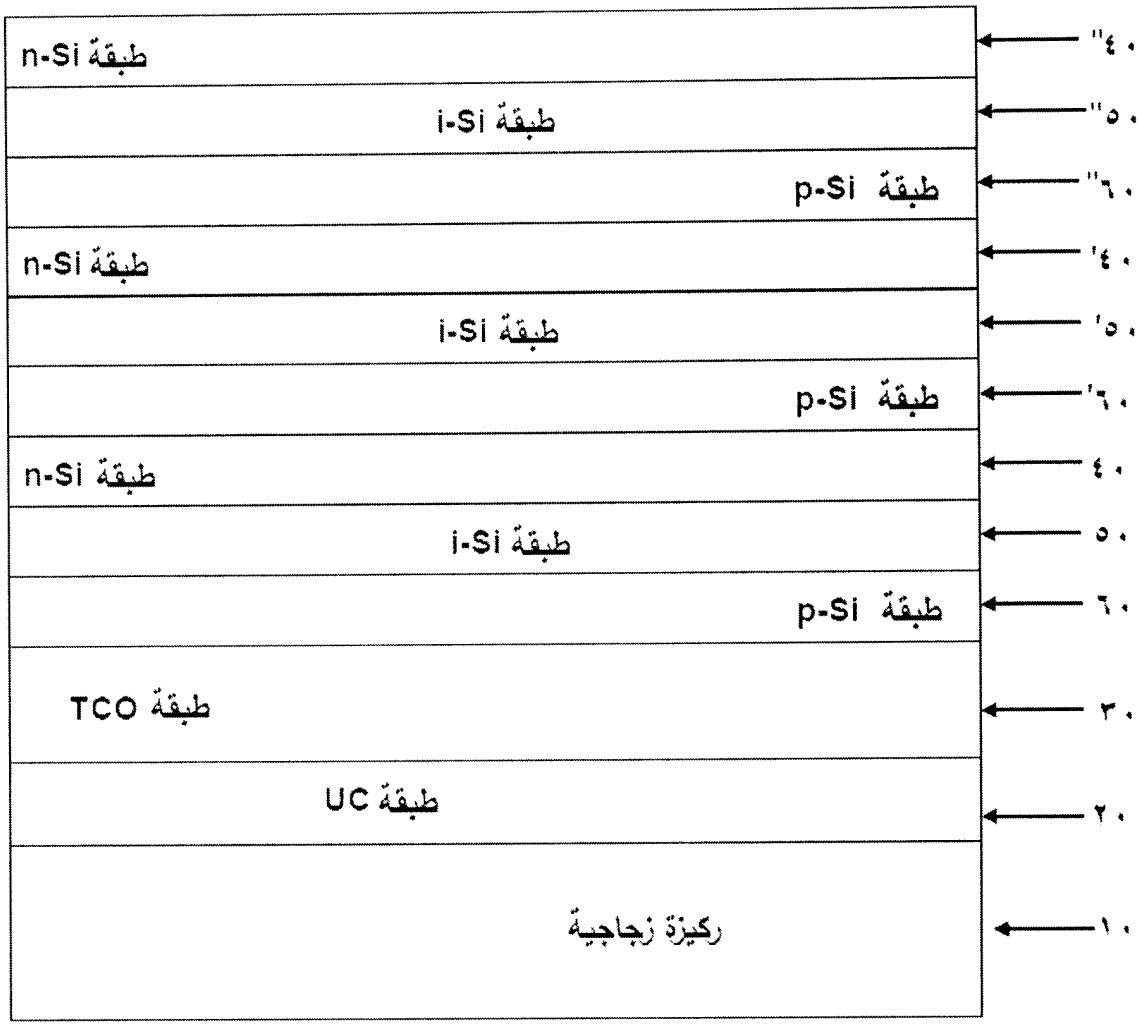
شكل ٥

أصل			
اسم الطالب			
عدد اللوحات	7	رقم اللوحة	5
رقم الطلب/التاريخ/الساعة			
توقيع الوكيل / الطالب			



شكل ٦

أصل			
اسم الطالب			
عدد اللوحات	7	رقم اللوحة	6
رقم الطلب/التاريخ/الساعة			
توقيع الوكيل / الطالب			



شكل ٧

أصل			
اسم الطالب			
عدد اللوحات	7	رقم اللوحة	7
رقم الطلب/التاريخ/الساعة			
توقيع الوكيل / الطالب			