

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织  
国际局

(43) 国际公布日  
2024年5月2日 (02.05.2024)



(10) 国际公布号  
**WO 2024/087838 A1**

- (51) 国际专利分类号:  
*H01L 31/0216* (2014.01) *H01L 31/18* (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2023/114589
- (22) 国际申请日: 2023年8月24日 (24.08.2023)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:  
202211326548.6 2022年10月27日 (27.10.2022) CN
- (71) 申请人: 通威太阳能(眉山)有限公司(TONGWEI SOLAR (MEISHAN) CO., LTD.) [CN/CN]; 中国四川省眉山市东坡区修文镇进修路8号附1号, Sichuan 620041 (CN)。
- (72) 发明人: 徐文州(XU, Wenzhou); 中国四川省眉山市东坡区修文镇进修路8号附1号, Sichuan 620041 (CN)。 邢国强(XING, Guoqiang); 中国四川省眉山市东坡区修文镇进修路8号附1号, Sichuan 620041 (CN)。
- (74) 代理人: 华进联合专利商标代理有限公司(ADVANCE CHINA IP LAW OFFICE); 中国广东省广州市天河区珠江东路6号4501房(部位: 自编01-03和08-12单元)(仅限办公用途), Guangdong 510623 (CN)。
- (81) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ,

(54) Title: SOLAR CELL, AND MANUFACTURING METHOD THEREFOR

(54) 发明名称: 一种太阳能电池及其制备方法

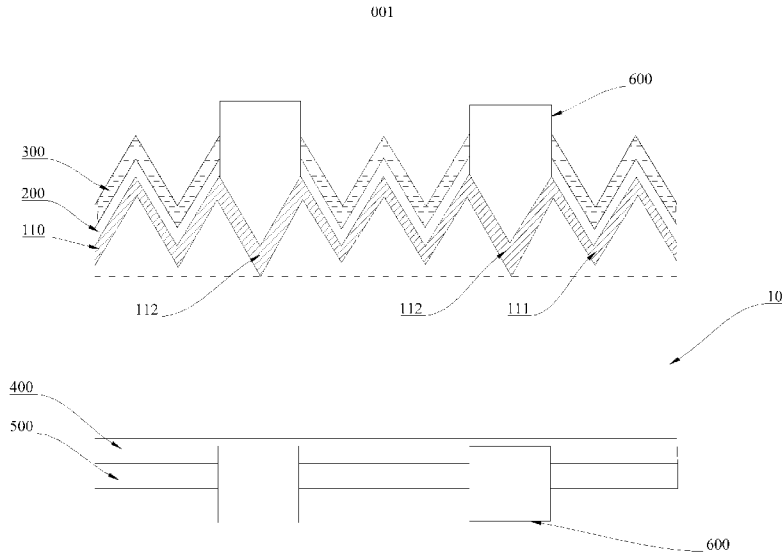


图 1

(57) Abstract: The embodiments of the present application relate to the field of photovoltaic cell manufacturing. Provided are a solar cell, and a manufacturing method therefor. The solar cell comprises an N-type silicon wafer. Doped regions are provided on the front surface of the N-type silicon wafer, contain boron and are divided into lightly doped regions and heavily doped regions, the boron concentration in each lightly doped region being smaller than that of each heavily doped region, and the junction depth of each lightly doped region being smaller than that of each heavily doped region. A passivation layer and a first antireflection layer are successively stacked on the front surface of the N-type silicon wafer; regions of the first antireflection layer corresponding to the heavily doped regions are provided with electrodes; and the electrodes penetrate through the first antireflection layer and the passivation

IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

layer to form ohmic contact with the heavily doped regions. The solar cell in the embodiments of the present application can well reduce the contact resistance of the electrodes and the N-type silicon wafer, thereby improving the cell efficiency.

(57) 摘要: 本申请实施例提供一种太阳能电池及其制备方法, 涉及光伏电池制备领域。太阳能电池包括N型硅片, N型硅片的正面设置有掺杂区, 掺杂区中含有硼, 掺杂区分为轻掺杂区和重掺杂区, 轻掺杂区中的硼浓度小于重掺杂区的硼浓度, 轻掺杂区的结深小于重掺杂区的结深; N型硅片的正面还依次叠加设置有钝化层、第一减反射层; 第一减反射层的表面对应重掺杂区的区域设置有电极, 且电极穿透第一减反射层和钝化层与重掺杂区形成欧姆接触。本申请实施例的太阳能电池能很好地降低电极与N型硅片的接触电阻, 从而提升电池效率。

## 一种太阳能电池及其制备方法

本申请要求于 2022 年 10 月 27 日提交中国专利局、申请号为 202211326548.6、发明名称为“一种太阳能电池及其制备方法”的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本申请中。

### 技术领域

本申请涉及光伏电池制备领域，具体而言，涉及一种太阳能电池及其制备方法。

### 背景技术

太阳能电池（又称“太阳能电池”）能将光能转化为电能，能起到节能减排的效果。太阳能电池可以分为多个种类，例如 TOPCon 电池（Tunnel Oxide Passivated Contact solar cell，隧穿氧化层钝化接触太阳能电池），其一般是以 N 型硅片为基底，在 N 型硅片的正面和背面均设置有良好的界面钝化层，而且在钝化层的表面还设置有与 N 型硅片形成良好的电性连接的电极。

目前的 TOPCon 电池方阻较高，能很好地减少俄歇复合的现象发生，可以提升电池开压及电流；但由于方阻较高，电极与 N 型硅片的接触电阻也很大，这会影响到电池的填充因子，不利于提升电池的光电转化效率。

### 发明内容

本申请实施例的目的在于提供一种太阳能电池及其制备方法，该太阳能电池能很好地降低电极与 N 型硅片的接触电阻，从而提升电池效率。

第一方面，本申请实施例提供了一种太阳能电池，其包括 N 型硅片，N 型硅

片的正面设置有掺杂区，掺杂区中含有硼，掺杂区分为轻掺杂区和重掺杂区，轻掺杂区中的硼浓度小于重掺杂区的硼浓度，轻掺杂区的结深小于重掺杂区的结深；N型硅片的正面还依次叠加设置有钝化层、第一减反射层；第一减反射层的表面对应重掺杂区的区域设置有电极，且电极穿透第一减反射层和钝化层与重掺杂区形成欧姆接触。

在上述技术方案中，掺杂区中含有硼，因此掺杂区和N型硅片的其它区域之间形成了PN结，在经过太阳光照射后，PN结能产生载流子，与掺杂区形成欧姆接触的电极能收集掺杂区内的载流子，从而对外输出电流。掺杂区分为重掺杂区和轻掺杂区，其中电极位于重掺杂区，而且重掺杂区的硼浓度大于轻掺杂区的浓度，结深大于轻掺杂区的结深，这样有利于降低N型硅片与电极的接触电阻，可以提升电池效率。

钝化层能起到保护N型硅片以及其表面的掺杂区的作用，保证N型硅片的正面和掺杂区不容易被氧化；第一减反射层能降低太阳电池的光反射率，从而提升太阳电池的吸光效率，有利于提升电池效率。

在一种可能的实现方式中，轻掺杂区的硼浓度为 $10^{18}\text{cm}^{-3}\sim 10^{19}\text{cm}^{-3}$ ，重掺杂区的硼浓度为 $10^{19}\text{cm}^{-3}\sim 10^{20}\text{cm}^{-3}$ 。

在一种可能的实现方式中，轻掺杂区的结深为 $0.4\sim 0.8\mu\text{m}$ ，重掺杂区的结深为 $1.0\sim 1.4\mu\text{m}$ 。

在一种可能的实现方式中，N型硅片的背面依次叠加设置有多晶硅层、第二减反射层。

在上述技术方案中，N型硅片背面的多晶硅层具有良好的钝化作用，能降低金属接触复合电流，第二减反射层不仅能降低太阳电池的光反射率，同时还能保护N型硅片的背面不容易发生氧化。

第二方面，本申请实施例提供了第一方面的太阳能电池的制备方法，其包括以下步骤：使用气相硼源在 N 型硅片的正面进行第一次硼扩散，以在 N 型硅片的正面形成轻掺杂区和厚度不大于 10nm 的硼硅玻璃层；然后将硼浆涂覆在硼硅玻璃层的表面，并使用硼浆进行第二次硼扩散，以形成重掺杂区；之后除去硼硅玻璃层，并在 N 型硅片的正面依次形成钝化层、第一减反射层，并在第一减反射层的表面对应重掺杂区的区域印刷电极，且电极穿透第一减反射层和钝化层与重掺杂区形成欧姆接触。

现有的制备方法中，在硼扩散形成轻掺杂区的过程中，还会不可避免地产生 BSG (Borosilicate glass, 硼硅玻璃) 层，BSG 层能保护轻掺杂区和 N 型硅片形成的 PN 结不被氧化；但是 BSG 层同样也会导致后续很难形成重掺杂区，这也是电极与 N 型硅片的接触电阻很难降低的原因。

在上述技术方案中，申请人发现，若在形成轻掺杂区的过程中（即第一次硼扩散的过程），控制 BSG 层的厚度不大于 10nm，然后再在不大于 10nm 的 BSG 层的表面涂覆硼浆，再进行第二次硼扩散就能很好地在 N 型硅片的表面形成重掺杂区；而且形成的 BSG 层仍然可以起到保护 PN 结的效果，保证 PN 结不容易被氧化。而且在第一硼扩散的过程中，使用气相硼源有利于形成厚度不大于 10nm 的 BSG 层；在第二硼扩散的过程中，使用硼浆有利于形成重掺杂区。

在一种可能的实现方式中，在第一次硼扩散的步骤中，温度为 850~1000°C。

在一种可能的实现方式中，在第一次硼扩散的步骤中，气相硼源为  $\text{BCl}_3$ 、 $\text{BBr}_3$ 、 $\text{BH}_3$  中的至少一种。

在一种可能的实现方式中，在第二次硼扩散的步骤时，先通入氧气并在 700~800°C 下处理 30~60min 以除去硼浆中的杂质；之后停止通入氧气，在无氧条件下于 900~1100°C 处理 10~60min。

在一种可能的实现方式中，采用气相沉积的方式形成钝化层或第一减反射层。

在上述技术方案中，采用气相沉积的方式能精确地控制钝化层和第一减反射层的厚度。

在一种可能的实现方式中，在形成重掺杂区之后，其还包括以下步骤：在 N 型硅片的背面依次形成多晶硅层、第二减反射层。

## 附图说明

为了更清楚地说明本申请实施例的技术方案，下面将对本申请实施例中所需要使用的附图作简单地介绍，应当理解，以下附图仅示出了本申请的某些实施例，因此不应被看作是对范围的限定，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据这些附图获得其他相关的附图。

图 1 为本申请实施例提供的一种太阳能电池的结构示意图。

图标：001-太阳能电池；100-N 型硅片；110-掺杂区；111-轻掺杂区；112-重掺杂区；200-钝化层；300-第一减反射层；400-多晶硅层；500-第二减反射层；600-电极。

## 具体实施方式

为使本申请实施例的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将对本申请实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述。实施例中未注明具体条件者，按照常规条件或制造商建议的条件进行。所用试剂或仪器未注明生产厂商者，均为可以通过市售购买获得的常规产品。

下面对本申请实施例的太阳能电池 001 及其制备方法进行具体说明。

请参看图 1，本实施例的太阳电池 001 的结构如下：

本申请实施例中的太阳电池 001 的结构是以 N 型硅片 100 为基底，在 N 型硅片 100 的正面设置有含有硼的掺杂区 110，掺杂区 110 为 P 型，能和 N 型硅片 100 的其它区域形成 PN 结，PN 结在经过太阳光照射后能产生载流子，以便后续能对外输出电流。掺杂区 110 分为轻掺杂区 111 和重掺杂区 112，其中轻掺杂区 111 中的硼浓度小于重掺杂区 112 的硼的浓度。

在 N 型硅片 100 的正面依次叠加设置有钝化层 200、第一减反射层 300，钝化层 200 能起到保护 N 型硅片 100 以及其表面的掺杂区 110 的作用，保证 N 型硅片 100 的正面和掺杂区 110 不容易被氧化，钝化层 200 的材质可以是氧化铝 ( $\text{AlO}_x$ )、氧化硅等氧化物，作为示例性地，本实施例中的钝化层 200 是氧化铝。第一减反射层 300 能降低太阳电池 001 的光反射率，从而提升太阳电池 001 的吸光效率，有利于提升电池效率。作为示例性的，本实施例中的第一减反射层 300 的材质为氮化硅 ( $\text{SiN}_x$ )。

在第一减反射层 300 的表面对应重掺杂区 112 的区域设置有电极 600，电极 600 的材质通常为银；由于第一减反射层 300 和钝化层 200 不导电，因此电极 600 会穿透第一减反射层 300 和钝化层 200 与重掺杂区 112 形成欧姆接触，这样电极 600 才能收集到 PN 结产生的载流子。轻掺杂区 111 的硼浓度小于重掺杂区 112 的浓度，结深也小于重掺杂区 112 的浓度，因此重掺杂区 112 在与电极 600 形成欧姆接触时，接触电阻会明显降低，这有利于提升电池效率，而且还不会明显增加俄歇复合的现象发生。作为示例性的，本实施例中轻掺杂区 111 中的硼浓度为  $10^{18}\text{cm}^{-3}\sim 10^{19}\text{cm}^{-3}$ ，结深为  $0.4\sim 0.8\mu\text{m}$ ；重掺杂区 112 的硼浓度为  $10^{19}\text{cm}^{-3}\sim 10^{20}\text{cm}^{-3}$ ，结深为  $1.0\sim 1.4\mu\text{m}$ 。

在 N 型硅片 100 的背面依次叠加设置有多晶硅层 400、第二减反射层 500。

多晶硅层 400 具有良好的钝化作用，能降低金属接触复合电流。第二减反射层 500 不仅能降低太阳电池 001 的光反射率，同时还能保护 N 型硅片 100 的背面不容易发生氧化；作为示例性的，本实施例中的第二减反射层 500 的材质和第一减反射层 300 的材质相同，都是氮化硅。另外，本实施例在第二减反射层 500 的表面也设置有电极 600，材质也为银。第二减反射层 500 表面的电极 600 会穿透第二减反射层 500 与多晶硅层 400 接触，并利用量子隧穿效应收集 PN 结产生的载流子。

上述的电池一般被称为 TOPcon (Tunnel Oxide Passivated Contact solar cell, 隧穿氧化层钝化接触太阳能电池)。目前在制备该类电池时，都会直接使用硼源在 N 型硅片 100 的正面进行硼扩散，以形成掺杂区 110，会不可避免地形成厚的 BSG 层，BSG 层虽然能保护掺杂区 110 不会被氧化，但是会阻止硼进一步扩散，无法形成硼浓度不同的轻掺杂区 111 和重掺杂区 112。

因此，本申请还提供了上述的太阳电池 001 的制备方法，其具体步骤如下：  
S100、制绒。

取 N 型硅片 100，使用碱液对 N 型硅片 100 的正面和背面进行制绒，以使得 N 型硅片 100 的表面形成金字塔型的绒面，有利于增加 N 型硅片 100 的吸光率，制绒时碱液一般为 KOH 或 NaOH 溶液，浓度一般为 1%。制绒完成之后再使用双氧水和碱液清洗硅片。

S200、第一次硼扩散。

使用气相硼源在 N 型硅片 100 的正面进行第一次硼扩散，以在 N 型硅片 100 的正面形成轻掺杂区 111 和厚度不大于 10nm 的 BSG 层，厚度不大于 10nm 的 BSG 层既能够起到保护轻掺杂区 111 的作用，保证其在生产过程中不会被氧化，还不会阻碍后续的第二次硼扩散，能保证后续在 N 型硅片 100 的正面形成重掺

杂区 112。

作为示例性地，本步骤中的气相硼源可以是  $\text{BCl}_3$ 、 $\text{BBr}_3$ 、 $\text{BH}_3$  中的至少一种，而且本步骤的处理温度一般为  $850\sim 1000^\circ\text{C}$ ，时间一般为  $10\sim 60\text{min}$ 。

S300、第二次硼扩散。

本步骤是将硼浆涂覆在 BSG 层的表面并进行第二次硼扩散，使用硼浆有利于硼元素穿过 BSG 层并渗透在 N 型硅片 100 的正面，从而形成重掺杂区 112 的形成，而且在第二次硼扩散的过程中，BSG 层的厚度会增加到  $100\text{nm}$  以上，这样能防止后续清洗（清洗过程详见后续说明）绕镀时造成正面过刻。

具体的，本步骤中，会先在  $150\sim 300^\circ\text{C}$  的温度下烘干浆料，烘干时间一般持续  $30\sim 90\text{s}$ 。之后再通入氧气在  $700\sim 800^\circ\text{C}$  下处理  $30\sim 60\text{min}$ ，这样能除去硼浆中的碳之类的杂质，使其转化成二氧化碳排出，解决了杂质残留问题；之后停止通入氧气，在无氧条件下于  $900\sim 1100^\circ\text{C}$  处理  $10\sim 60\text{min}$ ，这样有利于硼浆更好地推结，形成更深的结深。

S400、清理 N 型硅片 100 的背面。

在对 N 型硅片 100 的正面进行硼扩散的同时，不仅会在正面形成 BSG 层，还会在背面形成 BSG 层和掺杂区 110。BSG 层是后续形成太阳能电池 001 不需要的层结构，因此需要除去。本步骤一般都是采用链式 HF 机去除背面硼扩散绕镀的 BSG 层，再采用槽式碱抛机去除背面和边缘 p-n 结。

S500、形成多晶硅层 400。

本步骤一般是采用气相沉积的方式在 N 型硅片 100 的背面沉积非晶硅薄膜，然后再通过退火的方式，在氮气或氧气的氛围下使得非晶硅薄膜转化形成多晶硅层 400。

采用气相沉积的方式有利于控制薄膜的厚度，气相沉积的方式有 PEALD

(Plasma Enhanced Atomic Layer Deposition, 等离子体增强原子层沉积) 和 PECVD (Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition, 等离子体增强化学气相沉积法) 等方式, 作为示例性地, 本实施例中是通过 PECVD 的方式沉积非晶硅薄膜。

S600、清理 N 型硅片 100 的正面。

正如步骤 S400 中的, BSG 层是后续形成太阳能电池 001 不需要的层结构, 因此需要除去。该步骤是将 N 型硅片 100 的正面的 BSG 层除去。具体为: 先使用 RCA 标准清洗法进行清洗 (RCA 标准清洗法为现有常用的技术, 本申请在此不再赘述); 然后再用链式 HF 机去除正面的 BSG 层, 再采用槽式碱抛机去除正面印刷残余的硼浆。

在该步骤才将 BSG 层除去, 目的是为了防止制备过程中对掺杂层造成污染。

S700、形成钝化层 200 和第一减反射层 300。

本步骤一般也是采用气相沉积的方式分别沉积钝化层 200 和第一减反射层 300, 其中钝化层 200 的材质一般为氧化铝, 第一减反射层 300 的材质为氮化硅。

S800、形成第二减反射层 500。

本步骤一般也是采用气相沉积的方式分别沉积钝化层 200 和第一减反射层 300, 而且在本实施例中, 第二减反射层 500 的材质和第一减反射层 300 的材质相同, 都是氮化硅。

S900、形成电极 600。

该步骤一般使用丝网印刷的方式, 分别在第一减反射层 300 和第二减反射层 500 的表面印刷银浆, 然后经过烘干烧结形成电极 600。其中在第一减反射层 300 表面的电极 600 是位于重掺杂区 112 所在的区域, 而且第一减反射层 300 表面的电极 600 穿透了第一减反射层 300 和钝化层 200, 并与重掺杂区 112 形成欧

姆接触。

以下结合实施例对本申请的特征和性能作进一步的详细描述。

### 实施例 1

本实施例提供了一种太阳能电池 001，其制备工艺包括如下步骤：

(1) 制绒：采用 N 型硅片 100，采用 1% 的 NaOH 溶液对 N 型硅片 100 进行制绒，之后分别使用双氧水和碱液清洗制绒后的 N 型硅片 100。

(2) 第一次硼扩散：以  $\text{BCl}_3$  作为硼源，在管式硼扩散炉中对 N 型硅片 100 的正面进行第一次硼扩散，处理温度为  $950^\circ\text{C}$ ，处理时间为 1800s，形成轻掺杂区 111 和 5nm 的 BSG 层。

(3) 第二次硼扩散：采用丝网印刷机在 BSG 层表面印刷浓度 7%、栅线高度为  $2\mu\text{m}$  的硼浆，并将硼浆在  $200^\circ\text{C}$  温度下烘 60s；之后在  $800^\circ\text{C}$  条件下通入氧气 30min，去除有机物中的碳，再在无氧条件下升温至  $1000^\circ\text{C}$  并维持 1800s 进行无氧推结，在 N 型硅片 100 的正面形成重掺杂区 112，并在硅片正面形成 120nm 的 BSG 层。

(4) 清理 N 型硅片 100 的背面：采用链式 HF 机去除背面硼扩散绕镀 BSG，再采用槽式碱抛机去除背面和边缘 p-n 结。

(5) 形成多晶硅层 400：采用管式 PECVD 设备在硅片背面沉积非晶硅薄膜，然后采用管式炉退火，利用氮气使沉积的非晶硅薄膜转化成多晶硅层 400。

(6) 清理 N 型硅片 100 的正面：使用 RCA 标注清洗法清洗 N 型硅片 100 的正面，然后采用链式 HF 机去除正面的 BSG 层，再采用槽式碱抛机去除正面印刷残余的硼浆。

(7) 形成钝化层 200 和第一减反射层 300：采用 PECVD 的方式，先在 N 型硅片 100 的正面沉积一层氧化作为钝化层 200，然后在钝化层 200 的表面沉积

一层氮化硅作为第一减反射层 300。

(8) 形成第二减反射层 500: 采用 PECVD 的方式沉积氮化硅, 在多晶硅层 400 的表面沉积一层的氮化硅层作为第二减反射层 500。

(9) 形成电极 600: 使用丝网印刷的方式, 分别在第一减反射层 300 和第二减反射层 500 的表面印刷银浆, 然后经过烘干烧结形成电极 600。其中第一减反射层 300 表面的电极 600 位于重掺杂区 112 所在的区域, 且穿透了第一减反射层 300 和钝化层 200 与重掺杂区 112 形成欧姆接触。第二减反射层 500 的表面的电极 600 穿透第二减反射层 500 与多晶硅层 400 形成电性接触。

#### 实施例 2

本实施例提供了一种太阳电池 001, 其制备工艺相比于实施例 1, 主要区别为:

步骤 (3) 中, 在 700°C 条件下通入氧气 30min, 去除有机物中的碳。

#### 实施例 3

本实施例提供了一种太阳电池 001, 其制备工艺相比于实施例 1, 主要具有如下区别:

步骤 (3) 中, 在减压 (700pa) 条件下升温至 980°C 进行无氧推结, 在 N 型硅片 100 的正面形成重掺杂区 112, 并在硅片正面形成 120nm 的 BSG 层。

#### 实施例 4

本实施例提供了一种太阳电池 001, 其制备工艺相比于实施例 1, 主要区别如下:

步骤 (3) 中, 在 1040°C 的常压无氧条件下进行无氧推结, 在 N 型硅片 100 的正面形成重掺杂区 112, 并在硅片正面形成 120nm 的 BSG 层。

#### 实施例 5

本实施例提供了一种太阳电池 001，其制备工艺相比于实施例 1，主要区别有：

步骤（3）中，通入 1000sccm 的氧在 N 型硅片 100 的正面形成 150nm 的 BSG 层。

#### 实施例 6

本实施例提供了一种太阳电池 001，其制备工艺相比于实施例 1，主要具有以下区别：

步骤（2）中，以  $\text{BBr}_3$  作为硼源，处理温度为  $950^\circ\text{C}$ ，处理时间为 2400s，形成轻掺杂区 111 和 9nm 的 BSG 层。

#### 对比例 1

本对比例提供了一种太阳电池 001，其制备工艺相比于实施例 1，主要区别为：

步骤（2）中，以硼浆作为硼源，处理温度为  $950^\circ\text{C}$ ，处理时间为 2400s，形成掺杂区 110 和 20nm 的 BSG 层。

#### 对比例 2

本对比例提供了一种太阳电池 001，其制备工艺相比于实施例 1，主要区别是：

步骤（2）中，处理温度为  $980^\circ\text{C}$ ，处理时间为 3600s，形成掺杂区 110 和 30nm 的 BSG 层。

#### 对比例 3

本对比例提供了一种太阳电池 001，其制备工艺相比于实施例 1，主要区别如下：

不含有步骤（3），且在步骤（9）中，第一减反射层 300 表面的电极 600 穿

透第一减反射层 300 和钝化层 200 与轻掺杂区 111 形成欧姆接触。

### 应用例

使用 Halm 测试机对实施例 1~实施例 6 和对比例 1~对比例 3 中的太阳能电池 001 的性能进行测试，具体结果如下表所示：

表 1 实施例 1~6 和对比例 1~3 的太阳能电池性能

组别	转化效率 (%)	开路电压 (V)	短路电流 (mA/cm <sup>2</sup> )	填充因子 (%)
实施例 1	24.91	0.7134	13.89	83.02
实施例 2	24.90	0.7130	13.89	83.03
实施例 3	24.87	0.7115	13.90	83.04
实施例 4	24.95	0.7139	13.88	83.15
实施例 5	24.93	0.7134	13.90	83.03
实施例 6	24.91	0.7132	13.89	83.04
对比例 1	24.65	0.7087	13.85	82.93
对比例 2	24.86	0.7098	13.92	83.09
对比例 3	24.82	0.7096	13.91	83.03

以上仅为本申请的实施例而已，并不用于限制本申请的保护范围，对于本领域的技术人员来说，本申请可以有各种更改和变化。凡在本申请的精神和原则之内，所作的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本申请的保护范围之内。

## 权利要求书

1.一种太阳电池，其特征在于，其包括 N 型硅片，所述 N 型硅片的正面设置有含有硼的掺杂区，所述掺杂区分为轻掺杂区和重掺杂区，所述轻掺杂区中的硼浓度小于所述重掺杂区的硼浓度，所述轻掺杂区的结深小于所述重掺杂区的结深；

所述 N 型硅片的正面还依次叠加设置有钝化层、第一减反射层；所述第一减反射层的表面对应所述重掺杂区的区域设置有电极，且所述电极穿透所述第一减反射层和所述钝化层与所述重掺杂区形成欧姆接触。

2.根据权利要求 1 所述的太阳电池，其特征在于，所述轻掺杂区的硼浓度为  $10^{18}\text{cm}^{-3}\sim 10^{19}\text{cm}^{-3}$ ，所述重掺杂区的硼浓度为  $10^{19}\text{cm}^{-3}\sim 10^{20}\text{cm}^{-3}$ 。

3.根据权利要求 1~2 任一项所述的太阳电池，其特征在于，所述轻掺杂区的结深为  $0.4\sim 0.8\mu\text{m}$ ，所述重掺杂区的结深为  $1.0\sim 1.4\mu\text{m}$ 。

4.根据权利要求 1~3 任一项所述的太阳电池，其特征在于，所述 N 型硅片的背面依次叠加设置有多晶硅层、第二减反射层。

5.一种权利要求 1~4 任一项所述的太阳电池的制备方法，其特征在于，其包括以下步骤：

使用气相硼源在 N 型硅片的正面进行第一次硼扩散，以在所述 N 型硅片的正面形成轻掺杂区和厚度不大于  $10\text{nm}$  的硼硅玻璃层；

将硼浆涂覆在所述硼硅玻璃层的表面，并使用所述硼浆进行第二次硼扩散，以形成重掺杂区；

除去所述硼硅玻璃层，并在所述 N 型硅片的正面依次形成钝化层、第一减反射层，并在所述第一减反射层的表面对应所述重掺杂区的区域印刷电极，且所述电极穿透所述第一减反射层和所述钝化层与所述重掺杂区形成欧姆接触。

6.根据权利要求 5 所述的太阳电池的制备方法，其特征在于，在所述第一次硼扩散的步骤中，温度为 850~1000°C。

7.根据权利要求 5~6 任一项所述的太阳电池的制备方法，其特征在于，在所述第一次硼扩散的步骤中，所述气相硼源为  $\text{BCl}_3$ 、 $\text{BBr}_3$ 、 $\text{BH}_3$  中的至少一种。

8.根据权利要求 5~7 任一项所述的太阳电池的制备方法，其特征在于，在所述第二次硼扩散的步骤时，先通入氧气并在 700~800°C 下处理 30~60min 以除去所述硼浆中的杂质；之后停止通入氧气，在无氧条件下于 900~1100°C 处理 10~60min。

9.根据权利要求 5~8 任一项所述的太阳电池的制备方法，其特征在于，采用气相沉积的方式形成所述钝化层或所述第一减反射层。

10.根据权利要求 5~9 任一项所述的太阳电池的制备方法，其特征在于，在形成所述重掺杂区之后，其还包括以下步骤：

在所述 N 型硅片的背面依次形成多晶硅层、第二减反射层。

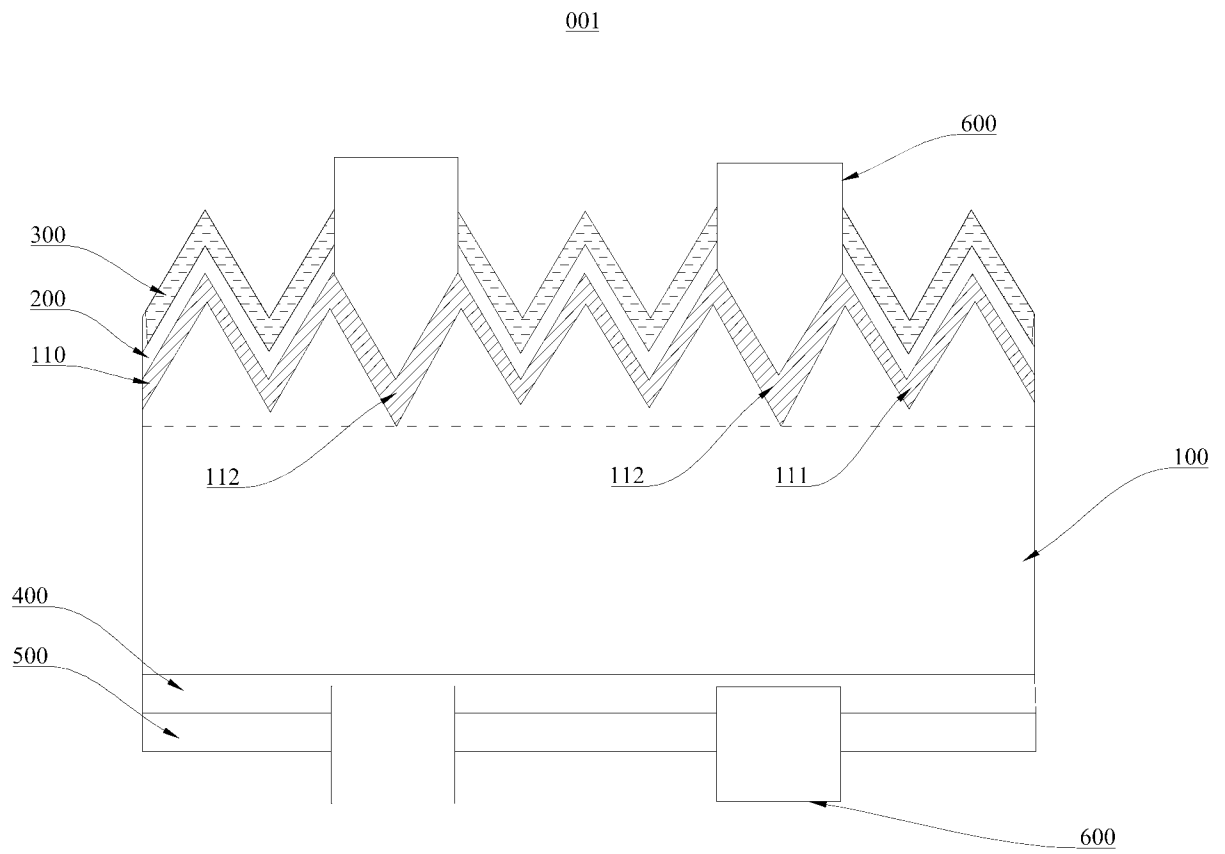


图 1

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2023/114589

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
H01L31/0216(2014.01)i; H01L31/18(2006.01)i		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)		
IPC: H01L		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
CNABS; CNTXT; VEN; USTXT; EPTXT; WOTXT; CNKI: 太阳能电池, 光伏, 选择性, 发射极, 硼硅玻璃, 厚度, solar cell, photovoltaic, selective, emitter, boron silicate glass, BSG, thickness		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 115458612 A (TONGWEI SOLAR (MEISHAN) CO., LTD.) 09 December 2022 (2022-12-09) description, paragraphs 4-94, and figure 1	1-10
X	CN 112670353 A (ASTRONERGY SOLAR CO., LTD. et al.) 16 April 2021 (2021-04-16) description, paragraphs 6-42, and figures 1-2	1-4
Y	CN 112670353 A (ASTRONERGY SOLAR CO., LTD. et al.) 16 April 2021 (2021-04-16) description, paragraphs 6-42, and figures 1-2	5-10
X	CN 115020544 A (CECEP SOLAR ENERGY TECHNOLOGY (ZHENJIANG) CO., LTD.) 06 September 2022 (2022-09-06) description, paragraphs 5-50, and figures 1-2	1-4
Y	CN 115020544 A (CECEP SOLAR ENERGY TECHNOLOGY (ZHENJIANG) CO., LTD.) 06 September 2022 (2022-09-06) description, paragraphs 5-50, and figures 1-2	5-10
Y	CN 115020513 A (HENGDIAN GROUP DMEGC MAGNETICS CO., LTD.) 06 September 2022 (2022-09-06) description, paragraphs 22, 85-88 and 108-118, and figures 3-4	5-10
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "D" document cited by the applicant in the international application "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search		Date of mailing of the international search report
15 November 2023		10 December 2023
Name and mailing address of the ISA/CN		Authorized officer
China National Intellectual Property Administration (ISA/CN) China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing 100088		
		Telephone No.



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No. <b>PCT/CN2023/114589</b>
---

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN	115458612	A	09 December 2022	None	
CN	112670353	A	16 April 2021	None	
CN	115020544	A	06 September 2022	None	
CN	115020513	A	06 September 2022	CN 115020513	B 28 July 2023
US	2010243042	A1	30 September 2010	None	

<p>A. 主题的分类</p> <p>H01L31/0216(2014.01)i; H01L31/18(2006.01)i</p> <p>按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类</p>																										
<p>B. 检索领域</p> <p>检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)</p> <p>IPC: H01L</p> <p>包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献</p> <p>在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))</p> <p>CNABS;CNTXT;VEN;USTXT;EPTXT;WOTXT;CNKI: 太阳能电池, 光伏, 选择性, 发射极, 硼硅玻璃, 厚度, solar cell, photovoltaic, selective, emitter, boron silicate glass, BSG, thickness</p>																										
<p>C. 相关文件</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>类型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PX</td> <td>CN 115458612 A (通威太阳能(眉山)有限公司) 2022年12月9日 (2022 - 12 - 09) 说明书第4-94段, 图1</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>CN 112670353 A (浙江正泰太阳能科技有限公司等) 2021年4月16日 (2021 - 04 - 16) 说明书第6-42段, 图1-2</td> <td>1-4</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 112670353 A (浙江正泰太阳能科技有限公司等) 2021年4月16日 (2021 - 04 - 16) 说明书第6-42段, 图1-2</td> <td>5-10</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>CN 115020544 A (中节能太阳能科技(镇江)有限公司) 2022年9月6日 (2022 - 09 - 06) 说明书第5-50段, 图1-2</td> <td>1-4</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 115020544 A (中节能太阳能科技(镇江)有限公司) 2022年9月6日 (2022 - 09 - 06) 说明书第5-50段, 图1-2</td> <td>5-10</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 115020513 A (横店集团东磁股份有限公司) 2022年9月6日 (2022 - 09 - 06) 说明书第22、85-88、108-118段, 图3-4</td> <td>5-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2010243042 A1 (JA DEV CO LTD) 2010年9月30日 (2010 - 09 - 30) 全文</td> <td>1-10</td> </tr> </tbody> </table> <p><input type="checkbox"/> 其余文件在C栏的续页中列出。 <input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。</p> <p>* 引用文件的具体类型:          “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件          “D” 申请人在国际申请中引证的文件          “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利          “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)          “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件          “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件          “T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件          “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性          “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性          “&amp;” 同族专利的文件</p>			类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	PX	CN 115458612 A (通威太阳能(眉山)有限公司) 2022年12月9日 (2022 - 12 - 09) 说明书第4-94段, 图1	1-10	X	CN 112670353 A (浙江正泰太阳能科技有限公司等) 2021年4月16日 (2021 - 04 - 16) 说明书第6-42段, 图1-2	1-4	Y	CN 112670353 A (浙江正泰太阳能科技有限公司等) 2021年4月16日 (2021 - 04 - 16) 说明书第6-42段, 图1-2	5-10	X	CN 115020544 A (中节能太阳能科技(镇江)有限公司) 2022年9月6日 (2022 - 09 - 06) 说明书第5-50段, 图1-2	1-4	Y	CN 115020544 A (中节能太阳能科技(镇江)有限公司) 2022年9月6日 (2022 - 09 - 06) 说明书第5-50段, 图1-2	5-10	Y	CN 115020513 A (横店集团东磁股份有限公司) 2022年9月6日 (2022 - 09 - 06) 说明书第22、85-88、108-118段, 图3-4	5-10	A	US 2010243042 A1 (JA DEV CO LTD) 2010年9月30日 (2010 - 09 - 30) 全文	1-10
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																								
PX	CN 115458612 A (通威太阳能(眉山)有限公司) 2022年12月9日 (2022 - 12 - 09) 说明书第4-94段, 图1	1-10																								
X	CN 112670353 A (浙江正泰太阳能科技有限公司等) 2021年4月16日 (2021 - 04 - 16) 说明书第6-42段, 图1-2	1-4																								
Y	CN 112670353 A (浙江正泰太阳能科技有限公司等) 2021年4月16日 (2021 - 04 - 16) 说明书第6-42段, 图1-2	5-10																								
X	CN 115020544 A (中节能太阳能科技(镇江)有限公司) 2022年9月6日 (2022 - 09 - 06) 说明书第5-50段, 图1-2	1-4																								
Y	CN 115020544 A (中节能太阳能科技(镇江)有限公司) 2022年9月6日 (2022 - 09 - 06) 说明书第5-50段, 图1-2	5-10																								
Y	CN 115020513 A (横店集团东磁股份有限公司) 2022年9月6日 (2022 - 09 - 06) 说明书第22、85-88、108-118段, 图3-4	5-10																								
A	US 2010243042 A1 (JA DEV CO LTD) 2010年9月30日 (2010 - 09 - 30) 全文	1-10																								
<p>国际检索实际完成的日期</p> <p>2023年11月15日</p>	<p>国际检索报告邮寄日期</p> <p>2023年12月10日</p>																									
<p>ISA/CN的名称和邮寄地址</p> <p>中国国家知识产权局 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088</p>	<p>授权官员</p> <p>陈树华</p> <p>电话号码 (+86) 020-28958391</p>																									

国际检索报告  
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2023/114589

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利	公布日 (年/月/日)
CN	115458612	A	2022年12月9日	无	
CN	112670353	A	2021年4月16日	无	
CN	115020544	A	2022年9月6日	无	
CN	115020513	A	2022年9月6日	CN	115020513 B 2023年7月28日
US	2010243042	A1	2010年9月30日	无	