

(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
2023年7月6日 (06.07.2023)



(10) 国际公布号
WO 2023/123809 A1

- (51) 国际专利分类号:
H01L 31/0747 (2012.01) *H01L 31/18* (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2022/092291
- (22) 国际申请日: 2022年5月11日 (11.05.2022)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
202111644240.1 2021年12月29日 (29.12.2021) CN
- (71) 申请人: 泰州隆基乐叶光伏科技有限公司 (LONGI SOLAR TECHNOLOGY (TAIZHOU) CO., LTD.) [CN/CN]; 中国江苏省泰州市海陵区兴泰南路268号, Jiangsu 225300 (CN)。
- (72) 发明人: 李中兰 (LI, Zhonglan); 中国江苏省泰州市海陵区兴泰南路268号, Jiangsu 225300 (CN)。

鲁伟明 (LU, Weiming); 中国江苏省泰州市海陵区兴泰南路268号, Jiangsu 225300 (CN)。李华 (LI, Hua); 中国江苏省泰州市海陵区兴泰南路268号, Jiangsu 225300 (CN)。靳玉鹏 (JIN, Yupeng); 中国江苏省泰州市海陵区兴泰南路268号, Jiangsu 225300 (CN)。

(74) 代理人: 北京润泽恒知识产权代理有限公司 (BEIJING RUN ZEHENG INTELLECTUAL PROPERTY LAW FIRM); 中国北京市海淀区中关村南大街甲18号北京国际C座6层606, Beijing 100081 (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, 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, IR, IS,

(54) Title: SOLAR CELL AND PREPARATION METHOD THEREFOR

(54) 发明名称: 一种太阳能电池及其制备方法

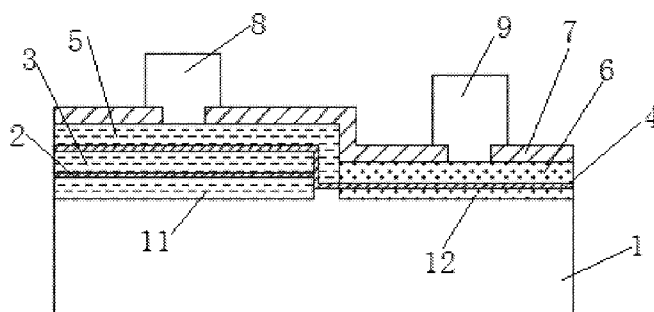


图1

(57) Abstract: Disclosed in the invention is a solar cell, comprising a semiconductor substrate. A first doped layer and a second doped layer are provided on the surface of one side of the semiconductor substrate, a third doped layer is provided on the surface of the side of the first doped layer away from the semiconductor substrate. A first dopant and a second dopant are provided in the first doped layer. The second dopant is provided in the second doped layer. The first dopant and the second dopant are provided in the third doped layer. The conductivity type of at least a partial region in the third doped layer is the same as the conductivity type of the first doped layer, and the conductivity types of the first doped layer and the second doped layer are opposite. Further provided in the present invention is a preparation method for a solar cell. In the solar cell of the present invention, patterning need only be performed once to complete preparation of doped semiconductors in two regions.

(57) 摘要: 本公开公开了一种太阳能电池, 包括半导体基底, 在半导体基底的一侧表面具有第一掺杂层和第二掺杂层, 在第一掺杂层背离半导体基底的一侧表面具有第三掺杂层, 第一掺杂层中具有第一掺杂剂和第二掺杂剂; 第二掺杂层中具有第二掺杂剂; 第三掺杂层中具有第一掺杂剂和第二掺杂剂; 第三掺杂层中至少部分区域的导电类型与第一掺杂层的导电类型相同; 第一掺杂层与第二掺杂层的导电类型相反。本公开还提供一种太阳能电池的制备方法。本公开的太阳能电池, 仅需要一次图形化, 即可以完成两个区域的掺杂半导体的制备。

WO 2023/123809 A1

IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, 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, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, 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, 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))。

一种太阳能电池及其制备方法

本申请要求在 2021 年 12 月 29 日提交中国专利局、申请号为 202111644240.1、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公开中。

技术领域

本公开涉及太阳能电池技术领域，具体涉及一种太阳能电池及其制备方法。

背景技术

目前现有的太阳电池结构中，背接触太阳电池由于正面没有电极遮挡，因此光电转换效率会更高。背接触电池的背面不同的区域上设置有 p 型区域和 n 型区域，然后在其上分别设置正极和负极。并且这种正面无遮挡的电池不仅转换效率高，而且看上去更美观，同时，全背电极的组件更易于装配。IBC 电池是目前实现高效晶体硅电池的技术方向之一。

但由于 IBC 电池结构较为复杂，制备方法也较为复杂。通常需要至少两次图形化，才能完成 p 型区域和 n 型区域的图形化，因此成本较高。

概述

针对上述问题，本公开提出了一种太阳能电池及其制备方法，仅需要一次图形化，即可以完成两个区域的掺杂半导体的制备。并且该方法制备的掺杂区，两极均为钝化接触结构，钝化效果好，金属区复合速率大幅降低，从而提升了电池的效率。

本公开提供一种太阳能电池的制备方法，包括如下步骤：

提供半导体基底；

在所述半导体基底的第一表面形成第一掺杂层；

将所述第一掺杂层进行图形化，从而保留部分第一掺杂层；

在所述第一掺杂层背离所述半导体基底的一侧表面通过加热处理形成

第三掺杂层，在未覆盖所述第一掺杂层的半导体基底的第一表面形成第二掺杂层；

所述第一掺杂层中具有第一掺杂剂和第二掺杂剂；

所述第二掺杂层中具有第二掺杂剂；

所述第三掺杂层中具有第一掺杂剂和第二掺杂剂；

所述第一掺杂层与所述第二掺杂层的导电类型相反；

所述第三掺杂层中至少部分区域的导电类型与第一掺杂层的导电类型相同。

进一步地，在所述半导体基底的第一表面形成第一半导体层，然后将第一掺杂剂扩散到所述第一半导体层内，从而形成第一掺杂层，或在所述半导体基底的第一表面上，采用原位掺杂形成第一掺杂层；

在所述第一掺杂层背离所述半导体基底的一侧表面上形成第一辅助层，然后将部分第一辅助层以及第一掺杂层刻蚀掉，从而完成图形化，留下部分第一掺杂层。

进一步地，在所述第一掺杂层背离所述半导体基底的一侧表面以及未覆盖所述第一掺杂层的半导体基底的第一表面，采用原位掺杂形成第二掺杂层；

对位于所述第一掺杂层上方的第二掺杂层进行加热处理，从而使得第一掺杂层中的第一掺杂剂扩散到其上的第二掺杂层中，所述第二掺杂层中的第二掺杂剂也会扩散到第一掺杂层中，从而使得所述第一掺杂层上方的第二掺杂层转变为第三掺杂层。

进一步地，所述加热处理为激光处理或热处理，

当采用所述激光处理，在所述第三掺杂层中，被所述激光直接照射到的区域，其导电类型与第一掺杂层的导电类型相同。

进一步地，在所述第三掺杂层中，与所述第一掺杂层导电类型相同的区域沿厚度方向贯穿所述第三掺杂层。

进一步地，在所述第一掺杂层背离所述半导体基底的一侧表面以及未覆盖所述第一掺杂层的半导体基底的第一表面形成第二半导体层，

在加热处理条件下，将第二掺杂剂扩散到所述第二半导体层中，由于温度较高，所述第一掺杂层中的第一掺杂剂也会扩散到位于其上方的所述第二

半导体层中，从而使得位于所述第一掺杂层上方的第二半导体层为第三掺杂层，位于所述半导体基底第一表面上的第二半导体层为第二掺杂层。

进一步地，在所述第三掺杂层中，靠近所述第一掺杂层的区域，至少部分区域的导电性与所述第一掺杂层的导电类型相同。

进一步地，在形成第三掺杂层之前，所述第一掺杂层内的第一掺杂剂的峰值掺杂浓度为 $1 \times 10^{19} \sim 5 \times 10^{21} \text{ atoms/cm}^3$ 。

进一步地，在形成第三掺杂层之后，在所述第一掺杂层中，所述第一掺杂剂的掺杂浓度大于所述第二掺杂剂的掺杂浓度；

在所述第三掺杂层中，至少部分区域的第一掺杂剂的掺杂浓度大于第二掺杂剂的掺杂浓度。

进一步地，所述第一掺杂层内的第一掺杂剂的峰值掺杂浓度为 $1 \times 10^{19} \sim 3 \times 10^{21} \text{ atoms/cm}^3$ ；

在所述第二掺杂层中，所述第二掺杂剂的峰值掺杂浓度为 $1 \times 10^{19} \sim 3 \times 10^{19} \text{ atoms/cm}^3$ ；

所述第三掺杂层内至少部分区域中的第一掺杂剂的峰值掺杂浓度为 $1 \times 10^{20} \sim 5 \times 10^{20} \text{ atoms/cm}^3$ 。

进一步地，所述加热处理的加热峰值温度为 850°C 以上，优选为 900°C 以上，更优选为 1000°C ；在峰值温度下，加热时间为 10min 以上。

进一步地，在形成第三掺杂层时，由于温度较高，位于所述第一掺杂层以及第三掺杂层中的第一掺杂剂以及第二掺杂剂扩散进入所述半导体基底内，从而形成第三掺杂区；

和/或，位于所述第二掺杂层中的第二掺杂剂扩散进入所述半导体基底内，从而形成第四掺杂区；

优选地，在所述第三掺杂区内，所述第一掺杂剂的峰值掺杂浓度为 $1 \times 10^{18} \sim 3 \times 10^{21} \text{ atoms/cm}^3$ ，所述第二掺杂剂的峰值掺杂浓度为 $1 \times 10^{17} \sim 3 \times 10^{19} \text{ atoms/cm}^3$ ；

优选地，所述第四掺杂区内，所述第二掺杂剂的峰值掺杂浓度为 $1 \times 10^{18} \sim 3 \times 10^{19} \text{ atoms/cm}^3$ 。

进一步地，所述第一掺杂剂为第 VA 族元素或第 IIIA 族元素，所述第二掺杂剂为第 VA 族元素或第 IIIA 族元素，优选地，所述第一掺杂剂为第 VA

族元素，所述第二掺杂剂为第 IIIA 族元素。

进一步地，在形成第三掺杂层之前还包括如下步骤：

将位于所述半导体基底第一表面上的所述第二掺杂层与所述第一掺杂层交界处的第一掺杂层以及第二掺杂层刻蚀掉，露出所述半导体基底的第一表面，从而使得所述第一掺杂层与所述第二掺杂层之间具有隔离区。

进一步地，在形成第三掺杂层之后还包括如下步骤：

将位于所述半导体基底第一表面上的所述第二掺杂层与所述第一掺杂层的交界处的第一掺杂层、第二掺杂层以及第三掺杂层刻蚀掉，露出所述半导体基底的第一表面，从而使得所述第一掺杂层与所述第二掺杂层之间具有隔离区。

进一步地，所述第一掺杂层、第二掺杂层以及第三掺杂层均为掺杂的多晶硅层、微晶硅层或非晶硅层中的一种。

本公开提供一种太阳能电池，包括半导体基底，在所述半导体基底的第一表面具有第一掺杂层和第二掺杂层，在所述第一掺杂层背离所述半导体基底的一侧表面具有第三掺杂层，

所述第一掺杂层中具有第一掺杂剂和第二掺杂剂；

所述第二掺杂层中具有第二掺杂剂；

所述第三掺杂层中具有第一掺杂剂和第二掺杂剂；

所述第三掺杂层中至少部分区域导电类型与第一掺杂层的导电类型相同；

所述第一掺杂层与所述第二掺杂层的导电类型相反。

进一步地，所述第一掺杂层的厚度为 50~300nm；

所述第三掺杂层和所述第二掺杂层厚度相同，均为小于等于 150nm。

进一步地，当所述第三掺杂层的厚度 d 为小于等于 30nm 时，所述第三掺杂层中所有区域导电类型与第一掺杂层的导电类型相同。

进一步地，当所述第三掺杂层的厚度 $30\text{nm} < d \leq 150\text{nm}$ 时，在所述第三掺杂层中，靠近所述第一掺杂层的区域，至少部分区域的导电性与所述第一掺杂层的导电类型相同。

进一步地，当所述第三掺杂层的厚度 $30\text{nm} < d \leq 150\text{nm}$ 时，在所述第三

掺杂层中，与所述第一掺杂层导电类型相同的区域沿厚度方向贯穿所述第三掺杂层。

进一步地，在所述第一掺杂层内，所述第一掺杂剂的掺杂浓度从远离所述半导体基底的一侧表面到靠近所述半导体基底的一侧表面的掺杂浓度先增大后减小；第二掺杂剂的掺杂浓度逐渐减小。

进一步地，在所述第二掺杂层内，第二掺杂剂的掺杂浓度从远离所述半导体基底的一侧表面到靠近所述半导体基底的一侧表面的掺杂浓度相同。

进一步地，在所述第三掺杂层内，所述第一掺杂剂的掺杂浓度从远离所述半导体基底的一侧表面到靠近所述半导体基底的一侧表面的掺杂浓度逐渐增大；

所述第二掺杂剂的掺杂浓度从远离所述半导体基底的一侧表面到靠近所述半导体基底的一侧表面的掺杂浓度相同。

进一步地，所述第三掺杂层不仅覆盖所述第一掺杂层背离所述半导体基底的一侧表面，还覆盖靠近所述第二掺杂层的第一掺杂层的侧面，且覆盖所述第一掺杂层侧面的所述第三掺杂层与所述第二掺杂层接触。

进一步地，所述太阳能电池还包括第一界面层，所述第一界面层位于所述半导体基底与所述第一掺杂层之间；

和/或，还包括第二界面层，所述第二界面层从所述第一掺杂层背离所述第一界面层的表面延伸至其侧面，并继续延伸覆盖所述半导体基底未覆盖第一掺杂层的部分，且所述第二掺杂层以及第三掺杂层分别设置于所述第二界面层的一侧表面上；

和/或，还包括背面钝化层，所述背面钝化层覆盖第三掺杂层以及第二掺杂层。

进一步地，所述第一掺杂层与所述第三掺杂层的宽度相同，所述第一掺杂层以及第三掺杂层与所述第二掺杂层之间具有隔离区。

进一步地，还包括第一界面层、所述第一界面层位于所述半导体基底与所述第一掺杂层之间；

和/或，还包括第二界面层，所述第二界面层位于第一掺杂层和第三掺杂层之间以及第二掺杂层与所述半导体基底之间；

和/或，还包括背面钝化层，所述背面钝化层覆盖第三掺杂层、隔离区以及第二掺杂层。

进一步地，还包括第一电极和第二电极，所述第一电极穿过背面钝化层与所述第三掺杂层中的与第一掺杂层导电类型相同的区域接触；所述第二电极穿过所述背面钝化层与所述第二掺杂层接触。

进一步地，所述太阳能电池为前述方法制备得到。

本公开提供的太阳能电池，仅需要一次图形化，即可以完成两个区域的掺杂半导体的制备。并且该方法制备的掺杂区，两极均为钝化接触结构，钝化效果好，金属区复合速率大幅降低，从而提升了电池的效率。并且这种背接触制备方法仅需要一次高温热处理，减少了高温热处理带来的热损伤。

附图简述

附图用于更好地理解本公开，不构成对本公开的不当限定。其中：

图 1 为本公开提供的太阳能电池的结构示意图。

图 2 为本公开提供的太阳能电池的结构示意图。

附图标记说明

1-半导体基底，2-第一界面层，3-第一掺杂层，4-第二界面层，5-第三掺杂层，6-第二掺杂层，7-背面钝化层，8-第一电极，9-第二电极，10-隔离区，11-第三掺杂区，12-第四掺杂区。

详细描述

以下对本公开的示范性实施例做出说明，其中包括本公开实施例的各种细节以助于理解，应当将它们认为仅仅是示范性的。因此，本领域普通技术人员应当认识到，可以对这里描述的实施例做出各种改变和修改，而不会背离本公开的范围和精神。同样，为了清楚和简明，以下的描述中省略了对公知功能和结构的描述。在本公开中上下位置依据光线入射方向而定，光线入射处为上。

本公开提供两种太阳能电池，具体如下：

如图 1 所示，第一种太阳能电池，包括半导体基底 1，在所述半导体基底 1 的一侧表面划分为第一区域和第二区域，在所述第一区域内的半导体基底 1 的一侧表面依次设置有第一界面层 2、第一掺杂层 3、第二界面层 4 以及第三掺杂层 5，在所述第二区域内的半导体基底 1 的同一侧表面依次设置有第二界面层 4、第二掺杂层 6，所述第二界面层 4 从所述第一掺杂层 3 的一侧表面延伸至其侧面，并覆盖所述第二区域的半导体基底 1，所述第三掺杂层 5 不仅覆盖位于所述第一掺杂层 3 背离所述半导体基底 1 的一侧的第二界面层 4，还覆盖其靠近所述第二掺杂层 6 的侧面，延伸至该侧面的第三掺杂层 5 与所述第二掺杂层 6 接触。在所述第三掺杂层 5 背离所述第二界面层 4 的一侧表面还设置有覆盖第三掺杂层 5 以及第二掺杂层 6 的背面钝化层 7，位于所述第三掺杂层 5 上方的背面钝化层 7 上还设置有穿过所述背面钝化层 7 与所述第三掺杂层 5 接触的第一电极 8。所述第一掺杂层 3 与所述第二掺杂层 6 的导电类型相反。所述第三掺杂层 5 中至少部分区域中的导电性与所述第一掺杂层 3 相同，在所述第三掺杂层 5 中，与所述第一掺杂层 3 导电类型相同的区域为第一导电类型区，与所述第二掺杂层导电类型相同的区域为第二导电类型区。所述第一电极 8 与所述第三掺杂层 5 中第一导电类型区接触，且所述第一电极通过所述第一导电类型区与所述第一掺杂层 3 导通，位于所述第二掺杂层 6 上方的背面钝化层 7 上还设置有穿过所述背面钝化层 7 与所述第二掺杂层 6 接触的第二电极 9。

所述第一电极 8 以及第二电极 9 可以为金、银或铝。

所述半导体基底 1 为硅基底或锗基底。

所述半导体基底 1 可以为 p 型或者 n 型。

在本公开中，导电类型可以使用 ECV 等的测试，也可以使用 pn 笔测试得到。

掺杂浓度可以使用 ECV 方法测试。

所述第一掺杂层、第二掺杂层、第三掺杂区以及第四掺杂区内的掺杂元素可以通过 STEM 表征出来，也可以通过 SIMS 表征出来。

在本公开中，所述第一界面层 2 可以为氧化物层、氮化物层、碳化物层、氢化非晶硅层中的一种或多种，所述氧化物层包括：氧化硅、氮氧化硅、氧化铝、氧化钛、 HfO_2 、 Ga_2O_3 、 Ta_2O_5 、 Nb_2O_5 中的一种或多种的混合物，所

述氮化物层包括：氮化硅、氮化铝、TiN、TiCN中的一种或多种，所述碳化物包括：SiC、SiCN等。具体地，所述第一界面层2可以为隧穿氧化层，其厚度为0.5~5nm，例如可以为0.5nm、1nm、1.5nm、2nm、2.5nm、3nm、3.5nm、4nm、4.5nm或5nm。

在本公开中，所述第二界面层4可以为氧化物层、氮化物层、碳化物层、氢化非晶硅层中的一种或多种，所述氧化物层包括：氧化硅、氮氧化硅、氧化铝、氧化钛、HfO₂、Ga₂O₃、Ta₂O₅、Nb₂O₅中的一种或多种的混合物，所述氮化物层包括：氮化硅、氮化铝、TiN、TiCN中的一种或多种，所述碳化物包括：SiC、SiCN等。优选为氧化硅，其厚度为0.5-5nm，例如可以为0.5nm、1nm、1.5nm、2nm、2.5nm、3nm、3.5nm、4nm、4.5nm或5nm。

在本公开中，在所述半导体基底1背离所述第一界面层2的一侧表面还依次设置有正面钝化层和减反射层，所述正面钝化层可以为氮化硅、氧化硅、氮氧化硅、氧化铝、碳化硅、非晶硅中的一种或多种组成。

在本公开中，所述第一掺杂层3可以为掺杂的非晶硅层、微晶硅层、多晶硅层、纳米硅或者以上的一种或多种混合物，优选为掺杂的非晶硅层，因为非晶硅的制备温度更低，非晶硅不需要单独退火，在后续的各种掺杂或者加热的过程中均可以退火，相对来说工艺时间也会更节省。所述第一掺杂层3的厚度为50-300nm，例如可以为50nm、60nm、70nm、80nm、90nm、100nm、110nm、120nm、130nm、140nm、150nm、160nm、170nm、180nm、190nm、200nm、210nm、220nm、230nm、240nm、250nm、260nm、270nm、280nm、290nm或300nm。

具体地，第二掺杂层6可以为掺杂的非晶硅层、掺杂的微晶硅层、多晶硅层、纳米硅或者以上的一种或多种混合物，优选为掺杂的非晶硅层，因为非晶硅的制备温度更低，相对来说工艺时间也会更节省，第二掺杂层6的厚度小于等于150nm，例如可以为15nm、20nm、30nm、40nm、50nm、60nm、70nm、80nm、90nm、100nm、110nm、120nm、130nm、140nm或150nm。

具体地，所述第三掺杂层5可以为掺杂的非晶硅层、微晶硅层、多晶硅层、纳米硅或者以上的一种或多种混合物，优选地，所述第三掺杂层5与第二掺杂层6为同一种物质，所述第三掺杂层5的厚度小于等于150nm。例如可以为15nm、20nm、30nm、40nm、50nm、60nm、70nm、80nm、90nm、

100nm、110nm、120nm、130nm、140nm 或 150nm。

具体地，所述第三掺杂层 5 和所述第二掺杂层 6 厚度相同。

在本公开中，所述第一掺杂层 3 中具有第一掺杂剂和第二掺杂剂，所述第一掺杂剂的峰值掺杂浓度大于所述第二掺杂剂的峰值掺杂浓度；

所述第二掺杂层 6 中具有第二掺杂剂；

所述第三掺杂层 5 中具有第一掺杂剂和第二掺杂剂；

所述第三掺杂层 5 中至少部分区域中的第一掺杂剂的峰值掺杂浓度大于所述第二掺杂剂的峰值掺杂浓度，因此所述第三掺杂层 5 中至少部分区域中的导电性与所述第一掺杂层 3 相同。

当所述第一掺杂层 3 为 p 型时，则第二掺杂层 6 为 n 型。反之，当第一掺杂层 3 为 n 型时，则第二掺杂层 6 为 p 型，以硅为例，p 型的导电掺杂剂一般为 IIIA 族元素，譬如镓 Ga，或者硼 B。n 型的掺杂剂一般为 VA 元素，譬如磷 P 元素。

具体地，在所述第一掺杂层 3 中，所述第一掺杂剂的峰值掺杂浓度为 $1 \times 10^{19} \sim 3 \times 10^{21} \text{atoms/cm}^3$ ，例如可以为 $1 \times 10^{19} \text{atoms/cm}^3$ 、 $2 \times 10^{19} \text{atoms/cm}^3$ 、 $3 \times 10^{19} \text{atoms/cm}^3$ 、 $4 \times 10^{19} \text{atoms/cm}^3$ 、 $5 \times 10^{19} \text{atoms/cm}^3$ 、 $6 \times 10^{19} \text{atoms/cm}^3$ 、 $7 \times 10^{19} \text{atoms/cm}^3$ 、 $8 \times 10^{19} \text{atoms/cm}^3$ 、 $9 \times 10^{19} \text{atoms/cm}^3$ 、 $1 \times 10^{20} \text{atoms/cm}^3$ 、 $2 \times 10^{20} \text{atoms/cm}^3$ 、 $3 \times 10^{20} \text{atoms/cm}^3$ 、 $4 \times 10^{20} \text{atoms/cm}^3$ 、 $5 \times 10^{20} \text{atoms/cm}^3$ 、 $6 \times 10^{20} \text{atoms/cm}^3$ 、 $7 \times 10^{20} \text{atoms/cm}^3$ 、 $8 \times 10^{20} \text{atoms/cm}^3$ 、 $9 \times 10^{20} \text{atoms/cm}^3$ 、 $1 \times 10^{21} \text{atoms/cm}^3$ 、 $2 \times 10^{21} \text{atoms/cm}^3$ 或 $3 \times 10^{21} \text{atoms/cm}^3$ 。

在所述第二掺杂层 6 中，所述第二掺杂剂的峰值掺杂浓度为 $1 \times 10^{19} \sim 3 \times 10^{19} \text{atoms/cm}^3$ ，例如可以为 $1 \times 10^{19} \text{atoms/cm}^3$ 、 $2 \times 10^{19} \text{atoms/cm}^3$ 或 $3 \times 10^{19} \text{atoms/cm}^3$ 。

在所述第三掺杂层 5 中，至少部分区域所述第一掺杂剂的峰值掺杂浓度为 $1 \times 10^{20} \sim 5 \times 10^{20} \text{atoms/cm}^3$ ，例如可以为 $1 \times 10^{20} \text{atoms/cm}^3$ 、 $2 \times 10^{20} \text{atoms/cm}^3$ 、 $3 \times 10^{20} \text{atoms/cm}^3$ 、 $4 \times 10^{20} \text{atoms/cm}^3$ 或 $5 \times 10^{20} \text{atoms/cm}^3$ 。

在本公开中，所述第一掺杂剂为第 VA 族元素或第 IIIA 族元素，优选为第 VA 族元素，所述第二掺杂剂为第 VA 族元素或第 IIIA 族元素，优选为第 IIIA 族元素。

具体地，所述第一掺杂剂为磷、镓或硼，优选为磷，所述第二掺杂剂为

磷、镓或硼，优选为硼。

掺杂剂是通过掺杂物掺杂进去的物质，例如掺杂物为 POCl_3 时，掺杂剂为磷。

含磷掺杂物一般包括： POCl_3 （一般在热扩散时使用）、 PH_3 （磷烷，会在离子注入，或者原位掺杂等的时候使用）、含磷氧化硅（APCVD 法掺杂）等。含硼的掺杂物一般包括： BBr_3 、 BCl_3 （ BBr_3 和 BCl_3 均为热扩散时使用）， B_2H_6 （乙硼烷一般在原位掺杂，或者离子注入时使用）。

在本公开中，在所述第一掺杂层 3 内，所述第一掺杂剂的掺杂浓度从远离所述半导体基底 1 的一侧表面到靠近所述半导体基底 1 的一侧表面的掺杂浓度先增大后减小；第二掺杂剂的掺杂浓度逐渐减小。

在所述第二掺杂层 6 内，第二掺杂剂的掺杂浓度从远离所述半导体基底 1 的一侧表面到靠近所述半导体基底 1 的一侧表面的掺杂浓度相等；

在所述第三掺杂层 5 内，所述第一掺杂剂的掺杂浓度从远离所述第一掺杂层 3 的一侧表面到靠近所述第一掺杂层 3 的一侧表面的掺杂浓度逐渐增大；第二掺杂剂的掺杂浓度从远离所述半导体基底 1 的一侧表面到靠近所述半导体基底 1 的一侧表面的掺杂浓度相同。

进一步地，当所述第三掺杂层 5 的厚度小于 30nm 时，在所述第三掺杂层 5 中，第一掺杂剂的浓度大于第二掺杂剂的浓度，整个所述第三掺杂层 5 的导电类型与第一掺杂层 3 的导电类型相同。当所述第三掺杂层 5 的厚度 d 在 30nm-150nm 之间时，部分第一掺杂剂的浓度大于第二掺杂剂的浓度，该部分的所述第三掺杂层 5 中部分导电类型与所述第一掺杂层 3 相同，部分第一掺杂剂的浓度小于第二掺杂剂的浓度，该部分导电类型与所述第一掺杂层 3 相反。

具体地，当所述第三掺杂层 5 的厚度 d 在 30nm-150nm 之间时，在所述第三掺杂层 5 中，靠近所述第一掺杂层 3 的区域，至少部分区域的导电性与所述第一掺杂层 3 的导电类型相同，所述第一电极穿过背面钝化层 7 进入所述第三掺杂层中与第一导电类型区接触。

具体地，当所述第三掺杂层 5 的厚度 $30\text{nm} < d \leq 150\text{nm}$ 时，在所述第三掺杂层 5 中，与所述第一掺杂层 3 导电类型相同的区域沿厚度方向贯穿所述第三掺杂层 5，所述第一电极穿过背面钝化层直接与所述第一导电类型区域

接触。

在本公开中，在所述半导体基底 1 靠近所述第一掺杂层 3 的一侧内，所述第一掺杂剂或第一掺杂剂与第二掺杂剂穿过所述第一界面层 2 进入所述半导体基底 1 内形成第三掺杂区 11，即所述第三掺杂区 11 内含有第一掺杂剂或第一掺杂剂和第二掺杂剂。

在所述半导体基底 1 靠近所述第二掺杂层 6 的一侧内，所述第二掺杂剂穿过所述第二界面层 4 进入所述半导体基底 1 内形成第四掺杂区 12，即所述第四掺杂区 12 内含有第二掺杂剂。

在一个具体实施方式中，所述半导体基底 1 内只具有第三掺杂区 11。

在一个具体实施方式中，所述半导体基底 1 内中具有第四掺杂区 12。

在一个具体实施方式中，所述半导体基底 1 内既含有第三掺杂区 11，又含有第四掺杂区 12。

所述第一种太阳能电池的制备方法，包括如下步骤：

步骤一：提供半导体基底 1；

步骤二：在所述半导体基底 1 的第一表面形成第一掺杂层 3；

步骤三：将所述第一掺杂层 3 进行图形化，从而保留部分第一掺杂层 3；

步骤四：在所述第一掺杂层 3 背离所述半导体基底 1 的一侧表面通过加热处理形成第三掺杂层 5，在未覆盖所述第一掺杂层 3 的半导体基底 1 的第一表面，形成第二掺杂层 6，

所述第一掺杂层 3 中具有第一掺杂剂和第二掺杂剂；

所述第二掺杂层 6 中具有第二掺杂剂；

所述第三掺杂层 5 中具有第一掺杂剂和第二掺杂剂；

所述第一掺杂层 3 与所述第二掺杂层 6 的导电类型相反；

所述第三掺杂层 5 中至少部分区域的导电类型与所述第一掺杂层 3 的导电类型相同。

在步骤二中，使用 LPCVD 在所述半导体基底 1 的一侧表面形成第一界面层 2，使用温度为 400-700℃，在所述第一界面层 2 背离所述半导体基底 1 的一侧表面采用原位掺杂 LPCVD 形成第一掺杂层 3。

或在步骤二中，使用 LPCVD 在所述半导体基底 1 的一侧表面形成第一

界面层 2，使用温度为 400-700°C，在所述第一界面层 2 背离所述半导体基底 1 的一侧表面形成第一半导体层，采用扩散将所述第一掺杂剂掺杂到所述第一半导体层内，从而形成第一掺杂层 3。

所述第一半导体层可以为多晶硅层、微晶硅层或非晶硅层。

所述第一掺杂层 3 内的第一掺杂剂的峰值掺杂浓度为 $1 \times 10^{19} \sim 5 \times 10^{21}$ atoms/cm³。

在步骤三中，在所述第一掺杂层 3 背离所述半导体基底 1 的一侧表面上形成第一辅助层，然后将第二区域上方的第一辅助层以及第一掺杂层 3 刻蚀掉，从而完成图形化，只留下第一区域的第一掺杂层 3。

具体地，所述第一辅助层可以为氧化硅、氮化硅等介质膜。优选地，可以使用前述磷掺杂时形成的氧化硅膜作为第一辅助层。然后将第一辅助层进行图形化，例如，使用刻蚀浆料印刷图形去除第一区域之外的第一辅助层、第一掺杂层 3 以及第一界面层 2，或者使用短脉冲激光去除第一区域以外的第一辅助层、第一掺杂层 3 以及第一界面层 2。

优选方案中使用碱溶液去除位于第一区域之外的第一掺杂层 3 和第一界面层 2，并使用同一所述碱溶液使得所述第二区域中的半导体基底 1 表面上形成绒面结构。使用碱液在第一区域完成图形化第一掺杂层 3，也同时完成了第二区域的绒面制备。使得 IBC 制备流程过程大大简化，可以免去目前常用的单面制绒的工艺。

现有技术中的单面制绒有两种方法：方法 1、先将硅片双面抛光，然后单面制备第一辅助层，然后去制绒，制绒完成后去除第一辅助层。

方法 2、先将硅片双面抛光，然后单面制备第一辅助层，然后单面抛光，然后去除第一辅助层。

现有的两种单面制绒方法都比较复杂，并且在电池制备工艺的最开始就要完成单面制绒工序。需要起码四个工序才能完成。并且，绒面在后续的正常制备电池过程中可能还会被损坏，降低电池的绒面减反射效果。

在步骤四中，在形成第二掺杂层以及第三掺杂层之前还可以先形成第二界面层 4，所述第二界面层 4 不仅覆盖所述第一掺杂层背离所述半导体基底的一侧表面以及侧面，而且还覆盖未被所述第一掺杂层覆盖的半导体基底的第一表面。

在一个具体实施方式中，在所述第二界面层 4 背离所述半导体基底 1 以及第一掺杂层 3 的一侧表面形成采用原位掺杂 LPCVD 形成第二掺杂层 6，原位掺杂指的是沉积非晶硅掺杂同时完成。然后对位于所述第一掺杂层 3 上方的第二掺杂层 6 进行加热处理，从而使得第一掺杂层 3 中的第一掺杂剂扩散到其上的第二掺杂层 6 中，位于第一掺杂层上方的第二掺杂层 6 中的第二掺杂剂也会扩散到第一掺杂层 3 中，从而使得所述第一掺杂层 3 上方的第二掺杂层 6 转变为第三掺杂层 5；未覆盖所述第一掺杂层 3 的第一表面上方的第二掺杂层 6 依然为第二掺杂层 6。

具体地，所述加热处理为激光处理或热处理，当采用所述激光处理时，在所述第三掺杂层 5 中，被所述激光直接照射到的区域为第一导电类型区（所述第一导电类型区沿厚度方向贯穿所述第三掺杂层 5），其导电类型与第一掺杂层 3 的导电类型相同，且所述第一掺杂剂的掺杂浓度大于第二掺杂剂的掺杂浓度。

激光处理的功率大于 5W，优选为 5W-30W，加热效果更好些。波长长于 500nm，可以采用绿光激光器：波长 532nm；黄光激光器：波长 589nm；红光激光器：波长 635nm、波长 660nm、波长 660nm、波长 670nm、波长 671nm；红外激光：波长 808nm、波长 914nm、波长 946nm、波长 980nm、波长 1047nm、波长 1053nm、波长 1064nm、波长 1320nm、波长 1342nm。

在另一个具体实施方式中，在所述第二界面层 4 背离所述半导体基底 1 以及第一掺杂层 3 的一侧表面形成第二半导体层，在加热处理条件下，将第二掺杂剂扩散到所述第二半导体层中，由于温度较高，所述第一掺杂层 3 中的第一掺杂剂也会扩散到位于其上方的所述第二半导体层中，从而使得位于所述第一掺杂层 3 上方的第二半导体层为第三掺杂层 5，位于所述半导体基底 1 第一表面上的第二半导体层为第二掺杂层 6。

具体地，在所述第三掺杂层 5 中，靠近所述第一掺杂层 3 的区域，至少部分区域的导电性与所述第一掺杂层 3 的导电类型相同。

所述第一掺杂层 3 内的第一掺杂剂的峰值掺杂浓度为 $1 \times 10^{19} \sim 3 \times 10^{21} \text{ atoms/cm}^3$ ，第二掺杂剂的峰值掺杂浓度为 $1 \times 10^{19} \sim 3 \times 10^{19} \text{ atoms/cm}^3$ 。

所述第三掺杂层 5 内部分区域的第一掺杂剂的峰值掺杂浓度为 $1 \times 10^{20} \sim 5 \times 10^{20} \text{ atoms/cm}^3$ ，第二掺杂剂的峰值掺杂浓度为 $1 \times 10^{19} \sim 3 \times$

10^{19} atoms/cm³。

所述第二掺杂层 6 内的第二掺杂剂的峰值掺杂浓度为 $1 \times 10^{19} \sim 3 \times 10^{19}$ atoms/cm³。

具体地，所述加热处理的加热的峰值温度为 850°C 以上，优选为 900°C 以上，更优选为 1000°C，例如可以为 850°C、900°C、1000°C、1100°C、1200°C 等；在峰值温度下，加热时间为 10min 以上，优选为 30min 以上，例如可以为 10min、20min、30min、40min、50min、60min 等。

所述第二半导体层可以为多晶硅层、微晶硅层或非晶硅层。由于加热处理峰值温度较高，所述第二半导体层中的非晶硅或微晶硅会转化为多晶硅，从而可以提高第二半导体层的电导率。

可选地，在加热处理后，可以设置有去除在加热过程中可能形成的氧化膜，去除所述氧化膜层使用的溶液中包含氟元素，具体可以使用含 HF 或者 NH₄F 等的溶液等去除所述的氧化膜层。

所述方法还包括如下步骤：

步骤五：在所述第三掺杂层 5 以及第二掺杂层 6 背离所述第二界面层 4 的一侧表面形成背面钝化层 7，同时在所述半导体基底 1 背离所述第一界面层 2 的一侧表面形成正面钝化层。

步骤六：在所述第三掺杂层 5 的上方形成贯穿所述背面钝化层 7 的第一电极 8，同时，在所述第二掺杂层 6 的上方形成贯穿所述背面钝化层 7 的第二电极 9。

具体地，形成电极的方法包括多种，可以直接使用烧穿型浆料涂覆在背面钝化层 7 上，然后经过热处理使得电极浆料穿过背面钝化层 7 与第三掺杂层 5 以及第二掺杂层 6 形成接触。也可以先在背面钝化层 7 上开孔，然后使用电极浆料、激光转印法、电镀、化学镀、光诱导电镀等方法，或者蒸发、溅射等物理气相沉积等方法形成电极。显然地，也可以使用以上方法中的一种或者多种方法的结合来形成电极。

所述第一种太阳能电池的制备方法，包括如下步骤：

步骤一：提供半导体基底 1；

步骤二：在所述半导体基底 1 的第一表面形成第一掺杂层 3；

具体地，使用 LPCVD 在所述半导体基底 1 的一侧表面形成第一界面层 2，使用温度为 400-700°C，在所述第一界面层 2 背离所述半导体基底 1 的一侧表面采用原位掺杂 LPCVD 形成第一掺杂层 3。

或在步骤二中，使用 LPCVD 在所述半导体基底 1 的一侧表面形成第一界面层 2，使用温度为 400-700°C，在所述第一界面层 2 背离所述半导体基底 1 的一侧表面形成第一半导体层，采用扩散将所述第一掺杂剂掺杂到所述第一半导体层内，从而形成第一掺杂层 3。

所述第一半导体层可以为多晶硅层、微晶硅层或非晶硅层。

所述第一掺杂层 3 内的第一掺杂剂的峰值掺杂浓度为 $1 \times 10^{19} \sim 5 \times 10^{21}$ atoms/cm³。

步骤三：将所述第一掺杂层 3 进行图形化，从而保留部分第一掺杂层 3；

具体地，在所述第一掺杂层 3 背离所述半导体基底 1 的一侧表面上形成第一辅助层，然后将第二区域上方的第一辅助层以及第一掺杂层 3 刻蚀掉，从而完成图形化，只留下第一区域的第一掺杂层 3。

具体地，所述第一辅助层可以为氧化硅、氮化硅等介质膜。优选地，可以使用前述磷掺杂时形成的氧化硅膜作为第一辅助层。然后将第一辅助层进行图形化，例如，使用刻蚀浆料印刷图形去除第一区域之外的第一辅助层、第一掺杂层 3 以及第一界面层 2，或者使用短脉冲激光去除第一区域以外的第一辅助层、第一掺杂层 3 以及第一界面层 2。

优选方案中使用碱溶液去除位于第一区域之外的第一掺杂层 3 和第一界面层 2，并使用同一所述碱溶液使得所述第二区域中的半导体基底 1 表面上形成绒面结构。使用碱液在第一区域完成图形化第一掺杂层 3，也同时完成了第二区域的绒面制备。使得 IBC 制备流程过程大大简化，可以免去目前常用的单面制绒的工艺。

现有技术中的单面制绒有两种方法：方法 1、先将硅片双面抛光，然后单面制备第一辅助层，然后去制绒，制绒完成后去除第一辅助层。

方法 2、先将硅片双面抛光，然后单面制备第一辅助层，然后单面抛光，然后去除第一辅助层。

现有的两种单面制绒方法都比较复杂，并且在电池制备工艺的最开始就要完成单面制绒工序。需要起码四个工序才能完成。并且，绒面在后续的正

常制备电池过程中可能还会被损坏，降低电池的绒面减反射效果。

步骤四：在所述第一掺杂层 3 背离所述半导体基底 1 的一侧表面通过加热处理形成第三掺杂层 5，在未覆盖所述第一掺杂层 3 的半导体基底 1 的第一表面，形成第二掺杂层 6。

所述第一掺杂层 3 中具有第一掺杂剂和第二掺杂剂；

所述第二掺杂层 6 中具有第二掺杂剂；

所述第三掺杂层 5 中具有第一掺杂剂和第二掺杂剂；

所述第一掺杂层 3 与所述第二掺杂层 6 的导电类型相反；

所述第三掺杂层 5 中至少部分区域的导电类型与所述第一掺杂层 3 的导电类型相同。

具体地，在形成第二掺杂层以及第三掺杂层之前还可以先形成第二界面层 4，所述第二界面层 4 不仅覆盖所述第一掺杂层背离所述半导体基底的一侧表面以及侧面，而且还覆盖未被所述第一掺杂层覆盖的半导体基底的第一表面。

在一个具体实施方式中，在所述第二界面层 4 背离所述半导体基底 1 以及第一掺杂层 3 的一侧表面采用原位掺杂 LPCVD 形成第二掺杂层 6。然后对位于所述第一掺杂层 3 上方的第二掺杂层 6 进行加热处理，从而使得第一掺杂层 3 中的第一掺杂剂扩散到其上的第二掺杂层 6 中，位于第一掺杂层上方的第二掺杂层 6 中的第二掺杂剂也会扩散到第一掺杂层 3 中，从而使得从而使得所述第一掺杂层 3 上方的第二掺杂层 6 转变为第三掺杂层 5；未覆盖所述第一掺杂层 3 的第一表面上方的第二掺杂层 6 依然为第二掺杂层 6。

具体地，所述加热处理为激光处理或热处理，当采用所述激光处理时，在所述第三掺杂层 5 中，被所述激光直接照射到的区域为第一导电类型区（所述第一导电类型区沿厚度方向贯穿所述第三掺杂层 5），其导电类型与第一掺杂层 3 的导电类型相同，且所述第一掺杂剂的掺杂浓度大于第二掺杂剂的掺杂浓度。激光处理的功率大于 5W，优选为 5W-30W，加热效果更好些。波长长于 500nm，可以采用绿光激光器：波长 532nm；黄光激光器：波长 589nm；红光激光器：波长 635nm、波长 660nm、波长 660nm、波长 670nm、波长 671nm；红外激光：波长 808nm、波长 914nm、波长 946nm、波长 980nm、波长 1047nm、波长 1053nm、波长 1064nm、波长 1320nm、波长 1342nm。

在另一个具体实施方式中，在所述第二界面层 4 背离所述半导体基底 1 以及第一掺杂层 3 的一侧表面形成第二半导体层，在加热处理的条件下，将第二掺杂剂扩散到所述第二半导体层中，由于温度较高，所述第一掺杂层 3 中的第一掺杂剂也会扩散到位于其上方的所述第二半导体层中，从而使得位于所述第一掺杂层 3 上方的第二半导体层为第三掺杂层 5，位于所述半导体基底 1 第一表面上的第二半导体层为第二掺杂层 6。

具体地，在所述第三掺杂层 5 中，靠近所述第一掺杂层 3 的区域，至少部分区域的导电性与所述第一掺杂层 3 的导电类型相同。

所述第一掺杂层 3 内的第一掺杂剂的峰值掺杂浓度为 $1 \times 10^{19} \sim 3 \times 10^{21} \text{ atoms/cm}^3$ ，第二掺杂剂的峰值掺杂浓度为 $1 \times 10^{19} \sim 3 \times 10^{19} \text{ atoms/cm}^3$ 。

所述第三掺杂层 5 内部分区域的第一掺杂剂的峰值掺杂浓度为 $1 \times 10^{20} \sim 5 \times 10^{20} \text{ atoms/cm}^3$ ，第二掺杂剂的峰值掺杂浓度为 $1 \times 10^{19} \sim 3 \times 10^{19} \text{ atoms/cm}^3$ 。

所述第二掺杂层 6 内的第二掺杂剂的峰值掺杂浓度为 $1 \times 10^{19} \sim 3 \times 10^{19} \text{ atoms/cm}^3$ 。

具体地，所述加热处理或加热条件的下的加热的峰值温度为 850°C 以上，优选为 900°C 以上，更优选为 1000°C ，例如可以为 850°C 、 900°C 、 1000°C 、 1100°C 、 1200°C 等；在峰值温度下，加热时间为 10min 以上，优选为 30min 以上，例如可以为 10min、20min、30min、40min、50min、60min 等。

所述第二半导体层可以为多晶硅层、微晶硅层或非晶硅层。由于加热处理峰值温度较高，所述第二半导体层中的非晶硅或微晶硅会转化为多晶硅，从而可以提高第二半导体层的电导率。

可选地，在加热处理后，可以设置有去除在加热过程中可能形成的氧化膜，去除所述氧化膜层使用的溶液中包含氟元素，具体可以使用含 HF 或者 NH_4F 等的溶液等去除所述的氧化膜层。

步骤五：在所述第三掺杂层 5 以及第二掺杂层 6 背离所述第二界面层 4 的一侧表面形成背面钝化层 7，同时在所述半导体基底 1 背离所述第一界面层 2 的一侧表面形成正面钝化层。

步骤六：在所述第三掺杂层 5 的上方形成贯穿所述背面钝化层 7 的第一电极 8，同时，在所述第二掺杂层 6 的上方形成贯穿所述背面钝化层 7 的第

二电极 9。

具体地，形成电极的方法包括多种，可以直接使用烧穿型浆料涂覆在背面钝化层 7 上，然后经过热处理使得电极浆料穿过背面钝化层 7 与第三掺杂层 5 以及第二掺杂层 6 形成接触。也可以先在背面钝化层 7 上开孔，然后使用电极浆料、激光转印法、电镀、化学镀、光诱导电镀等方法，或者蒸发、溅射等物理气相沉积等方法形成电极。显然地，也可以使用以上方法中的一种或者多种方法的结合来形成电极。

如图 2 所示，第二种太阳能电池，包括半导体基底 1，在所述半导体基底 1 的一侧表面划分为具有间隔的第一区域和第二区域，在所述第一区域内的半导体基底 1 的一侧表面依次设置有第一界面层 2、第一掺杂层 3、第二界面层 4 以及第三掺杂层 5，在所述第二区域内的半导体基底 1 的同一侧表面依次设置有第二界面层 4 以及第二掺杂层 6。所述第三掺杂层 5、第二界面层 4、第一掺杂层 3 以及第一界面层 2 靠近所述第二掺杂层 6 的侧面、未覆盖第一掺杂层 3 以及第二掺杂层 6 的半导体基底 1 表面以及第二界面层 4、第二掺杂层 6 靠近所述第一掺杂层 3 的侧面形成一个凹槽，所述凹槽为隔离区 10，在所述第三掺杂层 5 背离所述第二界面层 4 的一侧表面还设置有覆盖第三掺杂层 5、隔离区 10 以及第二掺杂层 6 的背面钝化层 7。位于所述第三掺杂层 5 上方的背面钝化层 7 上还设置有穿过所述背面钝化层 7 与所述第三掺杂层 5 接触的第一电极 8，位于所述第二掺杂层 6 上方的背面钝化层 7 上还设置有穿过所述背面钝化层 7 与所述第二掺杂层 6 接触的第二电极 9。

所述第二种太阳能电池和第一种太阳能电池的区别仅在于第二种太阳能电池中的第一区域和第二区域之间具有隔离区 10，且在隔离区 10 内仅具有背面钝化层 7（第三掺杂层 5 没有与第二掺杂层 6 接触），因此第二种太阳能电池中的半导体基底 1、第一界面层 2、第二界面层 4、第一掺杂层 3、第二掺杂层 6、第三掺杂层 5、背面钝化层 7 以及第一电极 8 和第二电极 9 均可以参考第一种太阳能电池，

所述隔离区 10 的深度为 h 为 300nm-1 μ m，例如可以为 300nm、400nm、500nm、600nm、700nm、800nm、900nm 或 1 μ m。所述隔离区 10 的宽度为 w 为 10-200 μ m，优选 30-100 μ m。例如可以为 10 μ m、20 μ m、30 μ m、40 μ m、

50 μm 、60 μm 、70 μm 、80 μm 、90 μm 、100 μm 、110 μm 、120 μm 、130 μm 、140 μm 、150 μm 、160 μm 、170 μm 、180 μm 、190 μm 或 200 μm 。

位于所述隔离区 10 处的所述背面钝化层 7 与所述隔离区 10 共形。

所述隔离区 10 用于隔离 p 型和 n 型半导体区域，以防止漏电，也防止击穿侧向 pn 结导致发热等现象的出现。在本公开的方案中，由于所述第一掺杂区中既有 p 型掺杂，又有 n 型掺杂，因此，隔离区 10 的存在更为重要。

所述背面钝化层 7 在所述第一掺杂层 3、隔离区 10 以及第二掺杂层 6 上的厚度相等。

第二种太阳能电池的制备方法，包括如下步骤：

步骤一：提供半导体基底 1；

步骤二：在所述半导体基底 1 的一侧表面形成第一掺杂层 3；

步骤三：将所述第一掺杂层 3 进行图形化，从而保留部分第一掺杂层 3；

步骤四：在所述第一掺杂层 3 背离所述半导体基底 1 的一侧表面通过加热处理形成第三掺杂层 5，在未覆盖所述第一掺杂层 3 的半导体基底 1 的第一表面，形成第二掺杂层 6；

步骤五：在所述第三掺杂层 5 以及第二掺杂层 6 背离所述第二界面层 4 的一侧表面分别形成第二辅助层，靠近第三掺杂层 5 与所述第二掺杂层 6 的交界处未覆盖第二辅助层。

步骤六：将未覆盖所述第二辅助层的第三掺杂层 5 以及第二掺杂层 6 刻蚀掉，从而露出半导体基底 1（露出的半导体基底 1 称为隔离区 10），所述第三掺杂层 5、第二界面层 4、第一掺杂层 3 以及第一界面层 2 靠近所述隔离区 10 的侧面、隔离区 10 的半导体基底 1 表面以及第二界面层 4、第二掺杂层 6 靠近所述隔离区 10 的侧面形成一个隔离区 10。

所述第一掺杂层 3 中具有第一掺杂剂和第二掺杂剂；

所述第二掺杂层 6 中具有第二掺杂剂；

所述第三掺杂层 5 中具有第一掺杂剂和第二掺杂剂；

所述第一掺杂层 3 与所述第二掺杂层 6 的导电类型相反；

所述第三掺杂层 5 中至少部分区域中的导电类型与所述第一掺杂层的导电类型相同。

在步骤二中使用 LPCVD 在所述半导体基底 1 的一侧表面形成第一界面层 2，使用温度为 400-700°C。

一个具体实施方式中，在所述第一界面层 2 背离所述半导体基底 1 的一侧表面采用原位掺杂 LPCVD 形成第一掺杂层 3。

在另一个具体实施方式中，在所述第一界面层 2 背离所述半导体基底 1 的一侧表面形成第一半导体层，将所述第一掺杂剂掺杂到所述第一半导体层内，从而形成第一掺杂层 3。

所述第一半导体层可以为多晶硅层、微晶硅层或非晶硅层。

所述第一掺杂层 3 内的第一掺杂剂的峰值掺杂浓度为 $1 \times 10^{19} \sim 5 \times 10^{21}$ atoms/cm³。

在步骤三中，在所述第一掺杂层 3 背离所述半导体基底 1 的一侧表面上形成第一辅助层，然后将第二区域上方的第一辅助层以及第一掺杂层 3 刻蚀掉，从而完成图形化，只留下第一区域的第一掺杂层 3。

具体地，所述第一辅助层可以为氧化硅、氮化硅等介质膜。优选地，可以使用前述磷掺杂时形成的氧化硅膜作为第一辅助层。然后将第一辅助层进行图形化，例如，使用刻蚀浆料印刷图形去除第一区域之外的第一辅助层、第一掺杂层 3 以及第一界面层 2，或者使用短脉冲激光去除第一区域以外的第一辅助层、第一掺杂层 3 以及第一界面层 2。

优选方案中使用碱溶液去除位于第一区域之外的第一掺杂层 3 和第一界面层 2，并使用同一所述碱溶液使得所述第二区域中的半导体基底 1 表面上形成绒面结构。使用碱液在第一区域完成图形化第一掺杂层 3，也同时完成了第二区域的绒面制备。使得 IBC 制备流程过程大大简化，可以免去目前常用的单面制绒的工艺。

现有技术中的单面制绒有两种方法：方法 1、先将硅片双面抛光，然后单面制备第一辅助层，然后去制绒，制绒完成后去除第一辅助层。

方法 2、先将硅片双面抛光，然后单面制备第一辅助层，然后单面抛光，然后去除第一辅助层。

现有的两种单面制绒方法都比较复杂，并且在电池制备工艺的最开始就要完成单面制绒工序。需要起码四个工序才能完成。并且，绒面在后续的正常制备电池过程中可能还会被损坏，降低电池的绒面减反射效果。

在步骤四中，在形成第二掺杂层以及第三掺杂层之前还可以先形成第二界面层 4，所述第二界面层 4 不仅覆盖所述第一掺杂层背离所述半导体基底的一侧表面以及侧面，而且还覆盖未被所述第一掺杂层覆盖的半导体基底的第一表面。

在一个具体实施方式中，在所述第二界面层 4 背离所述半导体基底 1 以及第一掺杂层 3 的一侧表面形成采用原位掺杂 LPCVD 形成第二掺杂层 6，原位掺杂指的是沉积非晶硅掺杂同时完成。然后对位于所述第一掺杂层 3 上方的第二掺杂层 6 进行加热处理，从而使得第一掺杂层 3 中的第一掺杂剂扩散到其上的第二掺杂层 6 中，位于第一掺杂层上方的第二掺杂层 6 中的第二掺杂剂也会扩散到第一掺杂层 3 中，从而使得所述第一掺杂层 3 上方的第二掺杂层 6 转变为第三掺杂层 5；未覆盖所述第一掺杂层 3 的第一表面上方的第二掺杂层 6 依然为第二掺杂层 6。

具体地，所述加热处理为激光处理或热处理，当采用所述激光处理时，在所述第三掺杂层 5 中，被所述激光直接照射到的区域为第一导电类型区（所述第一导电类型区沿厚度方向贯穿所述第三掺杂层 5），其导电类型与第一掺杂层 3 的导电类型相同，且所述第一掺杂剂的掺杂浓度大于第二掺杂剂的掺杂浓度。激光处理的功率大于 5W，优选为 5W-30W，加热效果更好些。波长长于 500nm，可以采用绿光激光器：波长 532nm；黄光激光器：波长 589nm；红光激光器：波长 635nm、波长 660nm、波长 660nm、波长 670nm、波长 671nm；红外激光：波长 808nm、波长 914nm、波长 946nm、波长 980nm、波长 1047nm、波长 1053nm、波长 1064nm、波长 1320nm、波长 1342nm。

在另一个具体实施方式中，在所述第二界面层 4 背离所述半导体基底 1 以及第一掺杂层 3 的一侧表面形成第二半导体层，在加热处理条件下，将第二掺杂剂扩散到所述第二半导体层中，由于温度较高，所述第一掺杂层 3 中的第一掺杂剂也会扩散到位于其上方的所述第二半导体层中，从而使得位于所述第一掺杂层 3 上方的第二半导体层为第三掺杂层 5，位于所述半导体基底 1 第一表面上的第二半导体层为第二掺杂层 6。

具体地，在所述第三掺杂层 5 中，靠近所述第一掺杂层 3 的区域，至少部分区域的导电性与所述第一掺杂层 3 的导电类型相同。

所述第一掺杂层 3 内的第一掺杂剂的峰值掺杂浓度为 $1 \times 10^{19} \sim 3 \times$

10^{21} atoms/cm³，第二掺杂剂的峰值掺杂浓度为 $1 \times 10^{19} \sim 3 \times 10^{19}$ atoms/cm³。

所述第三掺杂层 5 内部分区域的第一掺杂剂的峰值掺杂浓度为 $1 \times 10^{20} \sim 5 \times 10^{20}$ atoms/cm³，第二掺杂剂的峰值掺杂浓度为 $1 \times 10^{19} \sim 3 \times 10^{19}$ atoms/cm³。

所述第二掺杂层 6 内的第二掺杂剂的峰值掺杂浓度为 $1 \times 10^{19} \sim 3 \times 10^{19}$ atoms/cm³。

具体地，所述加热处理或加热条件的下的加热的峰值温度为 850°C 以上，优选为 900°C 以上，更优选为 1000°C，例如可以为 850°C、900°C、1000°C、1100°C、1200°C 等；在峰值温度下，加热时间为 10min 以上，优选为 30min 以上，例如可以为 10min、20min、30min、40min、50min、60min 等。

所述第二半导体层可以为多晶硅层、微晶硅层或非晶硅层。由于加热处理峰值温度较高，所述第二半导体层中的非晶硅或微晶硅会转化为多晶硅，从而可以提高第二半导体层的电导率。

可选地，在加热处理后，可以设置有去除在加热过程中可能形成的氧化膜，去除所述氧化膜层使用的溶液中包含氟元素，具体可以使用含 HF 或者 NH₄F 等的溶液等去除所述的氧化膜层。

在步骤五中，所述第二辅助层可以为氧化硅、氮化硅等介质膜。

在步骤六中，采用刻蚀浆料或激光去除第三掺杂层 5、第二掺杂层 6 以及其下方的第二界面层 4。

优选地，在去除第三掺杂层 5 第二掺杂层 6 以及其下方的第二界面层 4 时，还可以进一步去掉该第二界面层 4 下方的部分半导体基底 1，从而加深隔离区 10 的深度，隔离区 10 越深，隔离效果越好。因为一般情况下，第一半导体层或第二半导体层中的掺杂剂都会有一定的量穿过界面层而来到半导体基底中，因此半导体基底 1 中的掺杂也如前面描述，会有漏电或者击穿发热的危险，因此隔离区 10 伸入半导体基底 1 内，可以减小漏电或者击穿发热的危险。

进一步地，刻蚀步骤完成后，去除第二辅助层。

所述方法还包括如下步骤：

步骤七：在所述第三掺杂层 5 以及第二掺杂层 6 背离所述第二界面层 4 的一侧表面形成背面钝化层 7，同时在所述半导体基底 1 背离所述第一界面

层 2 的一侧表面形成正面钝化层。

步骤八：在所述第三掺杂层 5 的上方形形成贯穿所述背面钝化层 7 的第一电极 8，同时，在所述第二掺杂层 6 的上方形形成贯穿所述背面钝化层 7 的第二电极 9。

具体地，形成电极的方法包括多种，可以直接使用烧穿型浆料涂覆在背面钝化层 7 上，然后经过热处理使得电极浆料穿过背面钝化层 7 与第三掺杂层 5 以及第二掺杂层 6 形成接触。也可以先在背面钝化层 7 上开孔，然后使用电极浆料、激光转印法、电镀、化学镀、光诱导电镀等方法，或者蒸发、溅射等物理气相沉积等方法形成电极。显然地，也可以使用以上方法中的一种或者多种方法的结合来形成电极。

第二种太阳能电池的制备方法，包括如下步骤：

步骤一：提供半导体基底 1；

步骤二：在所述半导体基底 1 的一侧表面形成第一掺杂层 3；

具体地，使用 LPCVD 在所述半导体基底 1 的一侧表面形成第一界面层 2，使用温度为 400-700°C。

在一个具体实施方式中，在所述第一界面层 2 背离所述半导体基底 1 的一侧表面采用原位掺杂 LPCVD 形成第一掺杂层 3。

在另一个具体实施方式中，在所述第一界面层 2 背离所述半导体基底 1 的一侧表面形成第一半导体层，将所述第一掺杂剂掺杂到所述第一半导体层内，从而形成第一掺杂层 3。

所述第一半导体层可以为多晶硅层、微晶硅层或非晶硅层。

所述第一掺杂层 3 内的第一掺杂剂的峰值掺杂浓度为 $1 \times 10^{19} \sim 5 \times 10^{21} \text{ atoms/cm}^3$ 。

步骤三：将所述第一掺杂层 3 进行图形化，从而保留部分第一掺杂层 3；

具体地，在所述第一掺杂层 3 背离所述半导体基底 1 的一侧表面上形成第一辅助层，然后将第二区域上方的第一辅助层以及第一掺杂层 3 刻蚀掉，从而完成图形化，只留下第一区域的第一掺杂层 3。

具体地，所述第一辅助层可以为氧化硅、氮化硅等介质膜。优选地，可以使用前述磷掺杂时形成的氧化硅膜作为第一辅助层。然后将第一辅助层进

行图形化，例如，使用刻蚀浆料印刷图形去除第一区域之外的第一辅助层、第一掺杂层 3 以及第一界面层 2，或者使用短脉冲激光去除第一区域以外的第一辅助层、第一掺杂层 3 以及第一界面层 2。

优选方案中使用碱溶液去除位于第一区域之外的第一掺杂层 3 和第一界面层 2，并使用同一所述碱溶液使得所述第二区域中的半导体基底 1 表面上形成绒面结构。使用碱液在第一区域完成图形化第一掺杂层 3，也同时完成了第二区域的绒面制备。使得 IBC 制备流程过程大大简化，可以免去目前常用的单面制绒的工艺。

现有技术中的单面制绒有两种方法：方法 1、先将硅片双面抛光，然后单面制备第一辅助层，然后去制绒，制绒完成后去除第一辅助层。

方法 2、先将硅片双面抛光，然后单面制备第一辅助层，然后单面抛光，然后去除第一辅助层。

现有的两种单面制绒方法都比较复杂，并且在电池制备工艺的最开始就要完成单面制绒工序。需要起码四个工序才能完成。并且，绒面在后续的正常制备电池过程中可能还会被损坏，降低电池的绒面减反射效果。

步骤四：在所述第一掺杂层 3 背离所述半导体基底 1 的一侧表面通过加热处理形成第三掺杂层 5，在未覆盖所述第一掺杂层 3 的半导体基底 1 的第一表面，形成第二掺杂层 6；

具体地，在形成第二掺杂层以及第三掺杂层之前还可以先形成第二界面层 4，所述第二界面层 4 不仅覆盖所述第一掺杂层背离所述半导体基底的一侧表面以及侧面，而且还覆盖未被所述第一掺杂层覆盖的半导体基底的第一表面。

在一个具体实施方式中，在所述第二界面层 4 背离所述半导体基底 1 以及第一掺杂层 3 的一侧表面形成采用原位掺杂 LPCVD 形成第二掺杂层 6，原位掺杂指的是沉积非晶硅掺杂同时完成。然后对位于所述第一掺杂层 3 上方的第二掺杂层 6 进行加热处理，从而使得第一掺杂层 3 中的第一掺杂剂扩散到其上的第二掺杂层 6 中，位于第一掺杂层上方的第二掺杂层 6 中的第二掺杂剂也会扩散到第一掺杂层 3 中，从而使得从而使得所述第一掺杂层 3 上方的第二掺杂层 6 转变为第三掺杂层 5；未覆盖所述第一掺杂层 3 的第一表面上方的第二掺杂层 6 依然为第二掺杂层 6。

具体地，所述加热处理为激光处理或热处理，当采用所述激光处理时，在所述第三掺杂层 5 中，被所述激光直接照射到的区域为第一导电类型区（所述第一导电类型区沿厚度方向贯穿所述第三掺杂层 5），其导电类型与第一掺杂层 3 的导电类型相同，且所述第一掺杂剂的掺杂浓度大于第二掺杂剂的掺杂浓度。激光处理的功率大于 5W，优选为 5W-30W，加热效果更好些。波长长于 500nm，可以采用绿光激光器：波长 532nm；黄光激光器：波长 589nm；红光激光器：波长 635nm、波长 660nm、波长 660nm、波长 670nm、波长 671nm；红外激光：波长 808nm、波长 914nm、波长 946nm、波长 980nm、波长 1047nm、波长 1053nm、波长 1064nm、波长 1320nm、波长 1342nm。

在另一个具体实施方式中，在所述第二界面层 4 背离所述半导体基底 1 以及第一掺杂层 3 的一侧表面形成第二半导体层，在加热条件下，将第二掺杂剂扩散到所述第二半导体层中，由于温度较高，所述第一掺杂层 3 中的第一掺杂剂也会扩散到位于其上方的所述第二半导体层中，从而使得位于所述第一掺杂层 3 上方的第二半导体层为第三掺杂层 5，位于所述半导体基底 1 第一表面上的第二半导体层为第二掺杂层 6。

具体地，在所述第三掺杂层 5 中，靠近所述第一掺杂层 3 的区域，至少部分区域的导电性与所述第一掺杂层 3 的导电类型相同。

所述第一掺杂层 3 内的第一掺杂剂的峰值掺杂浓度为 $1 \times 10^{19} \sim 3 \times 10^{21} \text{ atoms/cm}^3$ ，第二掺杂剂的峰值掺杂浓度为 $1 \times 10^{19} \sim 3 \times 10^{19} \text{ atoms/cm}^3$ 。

所述第三掺杂层 5 内部分区域的第一掺杂剂的峰值掺杂浓度为 $1 \times 10^{20} \sim 5 \times 10^{20} \text{ atoms/cm}^3$ ，第二掺杂剂的峰值掺杂浓度为 $1 \times 10^{19} \sim 3 \times 10^{19} \text{ atoms/cm}^3$ 。

所述第二掺杂层 6 内的第二掺杂剂的峰值掺杂浓度为 $1 \times 10^{19} \sim 3 \times 10^{19} \text{ atoms/cm}^3$ 。

具体地，所述加热处理或加热条件的下的加热的峰值温度为 850°C 以上，优选为 900°C 以上，更优选为 1000°C，例如可以为 850°C、900°C、1000°C、1100°C、1200°C 等；在峰值温度下，加热时间为 10min 以上，优选为 30min 以上，例如可以为 10min、20min、30min、40min、50min、60min 等。

所述第二半导体层可以为多晶硅层、微晶硅层或非晶硅层。由于加热处理峰值温度较高，所述第二半导体层中的非晶硅或微晶硅会转化为多晶

硅，从而可以提高第二半导体层的电导率。

可选地，在加热处理后，可以设置有去除在加热过程中可能形成的氧化膜，去除所述氧化膜层使用的溶液中包含氟元素，具体可以使用含 HF 或者 NH_4F 等的溶液等去除所述的氧化膜层。

步骤五：在所述第三掺杂层 5 以及第二掺杂层 6 背离所述第二界面层 4 的一侧表面分别形成第二辅助层，靠近第三掺杂层 5 与所述第二掺杂层 6 的交界处未覆盖第二辅助层。

所述第二辅助层可以为氧化硅、氮化硅等介质膜。

步骤六：将未覆盖所述第二辅助层的第三掺杂层 5 以及第二掺杂层 6 刻蚀掉，从而露出半导体基底 1（露出的半导体基底 1 称为隔离区 10），所述第三掺杂层 5、第二界面层 4、第一掺杂层 3 以及第一界面层 2 靠近所述隔离区 10 的侧面、隔离区 10 的半导体基底 1 表面以及第二界面层 4、第二掺杂层 6 靠近所述隔离区 10 的侧面形成一个隔离区 10。

所述第一掺杂层 3 中具有第一掺杂剂和第二掺杂剂；

所述第二掺杂层 6 中具有第二掺杂剂；

所述第三掺杂层 5 中具有第一掺杂剂和第二掺杂剂；

所述第一掺杂层 3 与所述第二掺杂层 6 的导电类型相反；

所述第三掺杂层 5 中至少部分区域中的导电类型与所述第一掺杂层的导电类型相同。

具体地，采用刻蚀浆料或激光去除第三掺杂层 5 第二掺杂层 6 以及其下方的第二界面层 4。

优选地，在去除第三掺杂层 5 第二掺杂层 6 以及其下方的第二界面层 4 时，还可以进一步去掉该第二界面层 4 下方的部分半导体基底 1，从而加深隔离区 10 的深度，隔离区 10 越深，隔离效果越好。因为一般情况下，第一半导体层或第二半导体层中的掺杂剂都会有一定的量穿过界面层而来到半导体基底中，因此半导体基底 1 中的掺杂也如前面描述，会有漏电或者击穿发热的危险，因此隔离区 10 伸入半导体基底 1 内，可以减小漏电或者击穿发热的危险。

进一步地，刻蚀步骤完成后，去除第二辅助层。

步骤七：在所述第三掺杂层 5 以及第二掺杂层 6 背离所述第二界面层 4

的一侧表面形成背面钝化层 7，同时在所述半导体基底 1 背离所述第一界面层 2 的一侧表面形成正面钝化层。

步骤八：在所述第三掺杂层 5 的上方形成贯穿所述背面钝化层 7 的第一电极 8，同时，在所述第二掺杂层 6 的上方形成贯穿所述背面钝化层 7 的第二电极 9。

具体地，形成电极的方法包括多种，可以直接使用烧穿型浆料涂覆在背面钝化层 7 上，然后经过热处理使得电极浆料穿过背面钝化层 7 与第三掺杂层 5 以及第二掺杂层 6 形成接触。也可以先在背面钝化层 7 上开孔，然后使用电极浆料、激光转印法、电镀、化学镀、光诱导电镀等方法，或者蒸发、溅射等物理气相沉积等方法形成电极。显然地，也可以使用以上方法中的一种或者多种方法的结合来形成电极。

第二种太阳能电池的制备方法，包括如下步骤：

步骤一：提供半导体基底 1；

步骤二：在所述半导体基底 1 的一侧表面形成第一掺杂层 3；

具体地，使用 LPCVD 在所述半导体基底 1 的一侧表面形成第一界面层 2，使用温度为 400-700°C。

在一个具体实施方式中，在所述第一界面层 2 背离所述半导体基底 1 的一侧表面采用原位掺杂 LPCVD 形成第一掺杂层 3。

在另一个具体实施方式中，在所述第一界面层 2 背离所述半导体基底 1 的一侧表面形成第一半导体层，采用扩散将所述第一掺杂剂掺杂到所述第一半导体层内，从而形成第一掺杂层 3。

所述第一半导体层可以为多晶硅层、微晶硅层或非晶硅层。

所述第一掺杂层 3 内的第一掺杂剂的峰值掺杂浓度为 $1 \times 10^{19} \sim 5 \times 10^{21}$ atoms/cm³。

步骤三：将所述第一掺杂层 3 进行图形化，从而保留部分第一掺杂层 3；

具体地，在所述第一掺杂层 3 背离所述半导体基底 1 的一侧表面上形成第一辅助层，然后将第二区域上方的第一辅助层以及第一掺杂层 3 刻蚀掉，从而完成图形化，只留下第一区域的第一掺杂层 3。

具体地，所述第一辅助层可以为氧化硅、氮化硅等介质膜。优选地，可

以使用前述磷掺杂时形成的氧化硅膜作为第一辅助层。然后将第一辅助层进行图形化，例如，使用刻蚀浆料印刷图形去除第一区域之外的第一辅助层、第一掺杂层 3 以及第一界面层 2，或者使用短脉冲激光去除第一区域以外的第一辅助层、第一掺杂层 3 以及第一界面层 2。

优选方案中使用碱溶液去除位于第一区域之外的第一掺杂层 3 和第一界面层 2，并使用同一所述碱溶液使得所述第二区域中的半导体基底 1 表面上形成绒面结构。使用碱液在第一区域完成图形化第一掺杂层 3，也同时完成了第二区域的绒面制备。使得 IBC 制备流程过程大大简化，可以免去目前常用的单面制绒的工艺。

现有技术中的单面制绒有两种方法：方法 1、先将硅片双面抛光，然后单面制备第一辅助层，然后去制绒，制绒完成后去除第一辅助层。

方法 2、先将硅片双面抛光，然后单面制备第一辅助层，然后单面抛光，然后去除第一辅助层。

现有的两种单面制绒方法都比较复杂，并且在电池制备工艺的最开始就要完成单面制绒工序。需要起码四个工序才能完成。并且，绒面在后续的正常制备电池过程中可能还会被损坏，降低电池的绒面减反射效果。

步骤四：首先先形成第二界面层 4，所述第二界面层 4 不仅覆盖所述第一掺杂层背离所述半导体基底的一侧表面以及侧面，而且还覆盖未被所述第一掺杂层覆盖的半导体基底的第一表面。

在所述第二界面层 4 背离所述半导体基底 1 以及第一掺杂层 3 的一侧表面形成采用原位掺杂 LPCVD 形成第二掺杂层 6，原位掺杂指的是沉积非晶硅掺杂同时完成。

在所述第二掺杂层 6 背离所述第二界面层 4 的一侧表面分别形成第二辅助层，在半导体基底 1 第一表面上的所述第二掺杂层 6 与第一掺杂层的交界处未覆盖第二辅助层。

将未覆盖第二辅助层的第一掺杂层 3、第二掺杂层 6、第一界面层以及第二界面层均刻蚀掉，露出所述半导体基底的第一表面，从而使得所述第一掺杂层 3 与所述第二掺杂层 6 之间具有隔离区 10。然后去掉所述第二辅助层。

所述第二辅助层可以为氧化硅、氮化硅等介质膜。

优选地，在去除第一掺杂层 3、第二掺杂层 6 以及其下方的第一界面层、

第二界面层 4 露出半导体基底 1 的第一表面时,还可以进一步去掉该部分半导体基底 1,从而加深隔离区 10 的深度,隔离区 10 越深,隔离效果越好。因为一般情况下,第一半导体层或第二半导体层中的掺杂剂都会有一定的量穿过界面层而来到半导体基底中,因此半导体基底 1 中的掺杂也如前面描述,会有漏电或者击穿发热的危险,因此隔离区 10 伸入半导体基底 1 内,可以减小漏电或者击穿发热的危险。

进一步地,刻蚀步骤完成后,去除第二辅助层。

步骤五:对位于所述第一掺杂层 3 上方的第二掺杂层 6 进行加热处理,从而使得第一掺杂层 3 中的第一掺杂剂扩散到其上的第二掺杂层 6 中,位于第一掺杂层上方的第二掺杂层 6 中的第二掺杂剂也会扩散到第一掺杂层 3 中,从而使得所述第一掺杂层 3 上方的第二掺杂层 6 转变为第三掺杂层 5;未覆盖所述第一掺杂层 3 的第一表面上方的第二掺杂层 6 依然为第二掺杂层 6。

具体地,在所述第三掺杂层 5 中,靠近所述第一掺杂层 3 的区域,至少部分区域的导电性与所述第一掺杂层 3 的导电类型相同。

所述第一掺杂层 3 内的第一掺杂剂的峰值掺杂浓度为 $1 \times 10^{19} \sim 3 \times 10^{21} \text{atoms/cm}^3$,第二掺杂剂的峰值掺杂浓度为 $1 \times 10^{19} \sim 3 \times 10^{19} \text{atoms/cm}^3$ 。

所述第三掺杂层 5 内部分区域的第一掺杂剂的峰值掺杂浓度为 $1 \times 10^{20} \sim 5 \times 10^{20} \text{atoms/cm}^3$,第二掺杂剂的峰值掺杂浓度为 $1 \times 10^{19} \sim 3 \times 10^{19} \text{atoms/cm}^3$ 。

所述第二掺杂层 6 内的第二掺杂剂的峰值掺杂浓度为 $1 \times 10^{19} \sim 3 \times 10^{19} \text{atoms/cm}^3$ 。

具体地,所述加热处理或加热条件的下的加热的峰值温度为 850°C 以上,优选为 900°C 以上,更优选为 1000°C ,例如可以为 850°C 、 900°C 、 1000°C 、 1100°C 、 1200°C 等;在峰值温度下,加热时间为 10min 以上,优选为 30min 以上,例如可以为 10min、20min、30min、40min、50min、60min 等。

所述第二半导体层可以为多晶硅层、微晶硅层或非晶硅层。由于加热处理峰值温度较高,所述第二半导体层中的非晶硅或微晶硅会转化为多晶硅,从而可以提高第二半导体层的电导率。

可选地,在加热处理后,可以设置有去除在加热过程中可能形成的氧化

膜，去除所述氧化膜层使用的溶液中包含氟元素，具体可以使用含 HF 或者 NH_4F 等的溶液等去除所述的氧化膜层。

所述第一掺杂层 3 中具有第一掺杂剂和第二掺杂剂；

所述第二掺杂层 6 中具有第二掺杂剂；

所述第三掺杂层 5 中具有第一掺杂剂和第二掺杂剂；

所述第一掺杂层 3 与所述第二掺杂层 6 的导电类型相反；

所述第三掺杂层 5 中至少部分区域中的导电类型与所述第一掺杂层的导电类型相同。

步骤六：在所述第三掺杂层 5 以及第二掺杂层 6 背离所述第二界面层 4 的一侧表面形成背面钝化层 7，同时在所述半导体基底 1 背离所述第一界面层 2 的一侧表面形成正面钝化层。

步骤七：在所述第三掺杂层 5 的上方形形成贯穿所述背面钝化层 7 的第一电极 8，同时，在所述第二掺杂层 6 的上方形形成贯穿所述背面钝化层 7 的第二电极 9。

具体地，形成电极的方法包括多种，可以直接使用烧穿型浆料涂覆在背面钝化层 7 上，然后经过热处理使得电极浆料穿过背面钝化层 7 与第三掺杂层 5 以及第二掺杂层 6 形成接触。也可以先在背面钝化层 7 上开孔，然后使用电极浆料、激光转印法、电镀、化学镀、光诱导电镀等方法，或者蒸发、溅射等物理气相沉积等方法形成电极。显然地，也可以使用以上方法中的一种或者多种方法的结合来形成电极。

实施例

下述实施例中所使用的实验方法如无特殊要求，均为常规方法。

下述实施例中所使用的材料、试剂等，如无特殊说明，均可从商业途径得到。

实施例 1

本实施例中的太阳能电池为第一种太阳能电池，包括如下步骤：

步骤一：提供半导体基底 1；

提供 p 型硅片为半导体基底 1，其厚度为 $200\mu\text{m}$ 。

步骤二：在所述半导体基底 1 的一侧表面形成第一掺杂层 3；

具体地，使用 LPCVD 在所述半导体基底 1 的一侧表面形成第一界面层 2，使用温度为 700°C ，在所述第一界面层 2 背离所述半导体基底 1 的一侧表面形成掺磷非晶硅层 3。此掺磷非晶硅 3 采用原位掺杂 LPCVD 形成，沉积源为 SiH_4 ，含磷掺杂源为 PH_3 。

第一界面层 2 为氧化硅层，其厚度为 1nm ，所述本征非晶硅层的厚度为 100nm 。

所述第一掺杂层 3 内的第一掺杂剂的峰值掺杂浓度为 $3 \times 10^{21}\text{atoms}/\text{cm}^3$ 。

步骤三：将所述第一掺杂层 3 进行图形化，从而保留部分第一掺杂层 3；

具体地，在所述第一掺杂层 3 背离所述半导体基底 1 的一侧表面上形成厚度为 20nm 氧化硅层（即第一辅助层），然后使用短脉冲激光将第二区域上方的氧化硅、第一掺杂层 3 以及第一界面层 2 刻蚀掉，从而完成图形化，只留下第一区域的第一掺杂层 3。

步骤四：在所述第一掺杂层 3 背离所述半导体基底 1 的一侧表面形成覆盖所述第一掺杂层 3 以及所述半导体基底 1 未覆盖第一掺杂层 3 的表面的氧化硅层（即第二辅助层），其厚度为 20nm ；

步骤五：在所述第二界面层 4 背离所述半导体基底 1 以及第一掺杂层 3 的一侧表面形成采用原位掺杂 LPCVD 形成第二掺杂层 6，原位掺杂指的是沉积非晶硅掺杂同时完成，第二掺杂层 6 为 25nm ，采用原位掺杂的含硼掺杂物为 B_2H_6 ，从而形成第二掺杂层 6。然后对位于所述第一掺杂层 3 上方的第二掺杂层 6 进行加热处理（峰值温度为 900°C ，加热时长为 30min ），从而使得第一掺杂层 3 中的磷扩散到其上的第二掺杂层 6 中，第一区域上的第二掺杂层 6 中的硼也会扩散到第一掺杂层 3 中，从而使得第一区域上对应的第二掺杂层 6 转变为第三掺杂层 5；第二区域上对应的第二掺杂层 6 依然为第二掺杂层 6，同时由于加热处理的温度较高，所述非晶硅层转化为多晶硅层。所述第三掺杂层 5 中所有区域的导电性均与第一掺杂层 3 的导电性相同。

所述第一掺杂层 3 内的磷的峰值掺杂浓度为 $2 \times 10^{21}\text{atoms}/\text{cm}^3$ ，硼的峰值掺杂浓度为 $2 \times 10^{19}\text{atoms}/\text{cm}^3$ 。

所述第三掺杂层 5 内的磷的峰值掺杂浓度为 $2 \times 10^{21}\text{atoms}/\text{cm}^3$ ，硼的峰值掺杂浓度为 $2 \times 10^{19}\text{atoms}/\text{cm}^3$ 。

所述第二掺杂层 6 的厚度为 25nm，其内硼的掺杂浓度为 $2 \times 10^{19} \text{ atoms/cm}^3$ 。

步骤六：在所述第三掺杂层 5 以及第二掺杂层 6 背离所述第二界面层 4 的一侧表面形成背面钝化层 7（厚度为 15nm 的氧化铝层），同时在所述半导体基底 1 背离所述第一界面层 2 的一侧表面形成正面钝化层（厚度为 15nm 的氧化铝层）。

步骤七：在所述第三掺杂层 5 的上方形形成贯穿所述背面钝化层 7 的第一电极 8，同时，在所述第二掺杂层 6 的上方形形成贯穿所述背面钝化层 7 的第二电极 9。所述第一电极 8 和第二电极 9 均为银电极。

所述太阳能电池的性能如表 1。

实施例 2

本实施例中的太阳能电池为第二种太阳能电池，包括如下步骤：

步骤一：提供半导体基底 1；

提供 p 型硅片为半导体基底 1，其厚度为 $200 \mu \text{ m}$ 。

步骤二：在所述半导体基底 1 的一侧表面形成第一掺杂层 3；具体地，使用 LPCVD 在所述半导体基底 1 的一侧表面形成第一界面层 2，使用温度为 700°C ，在所述第一界面层 2 背离所述半导体基底 1 的一侧表面形成掺磷非晶硅层 3。此掺磷非晶硅采用原位掺杂 LPCVD 形成，沉积源为 SiH_4 ，含磷掺杂源为 PH_3 。

第一界面层 2 为氧化硅层，其厚度为 1nm，所述本征非晶硅层的厚度为 100nm。

所述第一掺杂层 3 内的第一掺杂剂的峰值掺杂浓度为 $3 \times 10^{21} \text{ atoms/cm}^3$ 。

步骤三：将所述第一掺杂层 3 进行图形化，从而保留部分第一掺杂层 3；

具体地，在所述第一掺杂层 3 背离所述半导体基底 1 的一侧表面上形成厚度为 20nm 氧化硅层（即第一辅助层），然后使用短脉冲激光将第二区域上方的氧化硅、第一掺杂层 3 以及第一界面层 2 刻蚀掉，从而完成图形化，只留下第一区域的第一掺杂层 3。

步骤四：在所述第一掺杂层 3 背离所述半导体基底 1 的一侧表面形成覆盖所述第一掺杂层 3 以及所述半导体基底 1 未覆盖第一掺杂层 3 的表面的氧

化硅层（即第二辅助层），其厚度为 20nm；

步骤五：在所述第二界面层 4 背离所述半导体基底 1 以及第一掺杂层 3 的一侧表面形成采用原位掺杂 LPCVD 形成第二掺杂层 6，原位掺杂指的是沉积非晶硅掺杂同时完成，第二掺杂层 6 为 25nm，采用原位掺杂的含硼掺杂物为 B_2H_6 ，从而形成第二掺杂层 6。然后对位于所述第一掺杂层 3 上方的第二掺杂层 6 进行加热处理（峰值温度为 $900^{\circ}C$ ，加热时长为 30min），从而使得第一掺杂层 3 中的磷扩散到其上的第二掺杂层 6 中，第一区域上的第二掺杂层 6 中的硼也会扩散到第一掺杂层 3 中，从而使得第一区域上对应的第二掺杂层 6 转变为第三掺杂层 5；第二区域上对应的第二掺杂层 6 依然为第二掺杂层 6，同时由于加热处理的温度较高，所述非晶硅层转化为多晶硅层。所述第三掺杂层 5 中所有区域的导电性均与第一掺杂层 3 的导电性相同。

所述第一掺杂层 3 内的磷的峰值掺杂浓度为 $2 \times 10^{21} \text{atoms/cm}^3$ ，硼的峰值掺杂浓度为 $2 \times 10^{19} \text{atoms/cm}^3$ 。

所述第三掺杂层 5 内的磷的峰值掺杂浓度为 $2 \times 10^{21} \text{atoms/cm}^3$ ，硼的峰值掺杂浓度为 $2 \times 10^{19} \text{atoms/cm}^3$ 。

所述第二掺杂层 6 的厚度为 25nm，其内硼的掺杂浓度为 $2 \times 10^{19} \text{atoms/cm}^3$ 。

步骤六：在所述第三掺杂层 5 以及第二掺杂层 6 背离所述第二界面层 4 的一侧表面分别形成第二辅助层，靠近第三掺杂层 5 与所述第二掺杂层 6 的交界处未覆盖第二辅助层。

所述第二辅助层可以为氧化硅，其厚度为 20nm。

步骤七：使用短脉冲激光将未覆盖所述第二辅助层的第三掺杂层 5、第二掺杂层 6 以及其下方的第二界面层 4 刻蚀掉，从而露出半导体基底 1（露出的半导体基底 1 称为隔离区 10），所述第三掺杂层 5、第二界面层 4、第一掺杂层 3 以及第一界面层 2 靠近所述隔离区 10 的侧面、隔离区 10 的半导体基底 1 表面以及第二界面层 4、第二掺杂层 6 靠近所述隔离区 10 的侧面形成一个隔离区 10，所述隔离区 10 的宽度 w 为 $100\mu\text{m}$ 。

刻蚀步骤完成后，去除第二辅助层，采用稀氢氟酸酸液去除第二辅助层。

步骤八：在所述第三掺杂层 5 以及第二掺杂层 6 背离所述第二界面层 4 的一侧表面形成背面钝化层 7（厚度为 15nm 的氧化铝层），同时在所述半

导体基底 1 背离所述第一界面层 2 的一侧表面形成正面钝化层(厚度为 15nm 的氧化铝层)。

步骤九：在所述第三掺杂层 5 的上方形成贯穿所述背面钝化层 7 的第一电极 8，同时，在所述第二掺杂层 6 的上方形成贯穿所述背面钝化层 7 的第二电极 9。所述第一电极 8 和第二电极 9 均为银电极。

所述太阳能电池的性能如表 1。

实施例 3

实施例 3 与实施例 2 的不同之处在于，第二掺杂层 6 的厚度不同，本实施例中第二掺杂层 6 的厚度为 50nm，所述第三掺杂层 5 中，部分区域的导电性与第一掺杂层 3 的导电性相同。所述太阳能电池的性能如表 1。

实施例 4

实施例 4 与实施例 2 的不同之处在于，第二掺杂层 6 的厚度不同，本实施例中第二掺杂层 6 的厚度为 100nm，所述第三掺杂层 5 中部分区域的导电性与第一掺杂层 3 的导电性相同。所述太阳能电池的性能如表 1。

实施例 5

实施例 5 与实施例 2 的不同之处在于步骤五，实施例 5 的步骤五为：在所述第二界面层 4 背离所述半导体基底 1 以及第一掺杂层 3 的一侧表面形成厚度为 25nm 非晶硅层，采用硼扩散将所述硼掺杂到所述非晶硅层内，含硼掺杂物为 BBr_3 ，硼扩散温度峰值温度为 900°C ，加热时长为 30min 从而形成第二掺杂层 6，同时使得第一掺杂层 3 中的磷扩散到其上的第二掺杂层 6 中，第一区域上的第二掺杂层 6 中的硼也会扩散到第一掺杂层 3 中，从而使得第一区域上对应的第二掺杂层 6 转变为第三掺杂层 5；第二区域上对应的第二掺杂层 6 依然为第二掺杂层 6，同时由于硼扩散处理的温度较高，所述非晶硅层转化为多晶硅层。所述第三掺杂层 5 中所有区域的导电性均与第一掺杂层 3 的导电性相同。

所述第一掺杂层 3 内的磷的峰值掺杂浓度为 $2 \times 10^{21} \text{atoms/cm}^3$ ，硼的峰值掺杂浓度为 $2 \times 10^{19} \text{atoms/cm}^3$ 。

所述第三掺杂层 5 内的磷的峰值掺杂浓度为 2×10^{21} atoms/cm³，硼的峰值掺杂浓度为 2×10^{19} atoms/cm³。

所述第二掺杂层 6 的厚度为 25nm，其内硼的掺杂浓度为 2×10^{19} atoms/cm³。

所述太阳能电池的性能如表 1。

实施例 6

实施例 6 与实施例 2 的不同之处在于，

步骤五：在所述第二界面层 4 背离所述半导体基底 1 以及第一掺杂层 3 的一侧表面形成采用原位掺杂 LPCVD 形成第二掺杂层 6，原位掺杂指的是沉积非晶硅掺杂同时完成，第二掺杂层 6 为 25nm，采用原位掺杂的含硼掺杂物为 B₂H₆，从而形成第二掺杂层 6。

步骤六：在所述第三掺杂层 5 以及第二掺杂层 6 背离所述第二界面层 4 的一侧表面分别形成第二辅助层，靠近第三掺杂层 5 与所述第二掺杂层 6 的交界处未覆盖第二辅助层。

所述第二辅助层可以为氧化硅，其厚度为 20nm。

步骤七：使用短脉冲激光将未覆盖所述第二辅助层的第三掺杂层 5、第二掺杂层 6 及其下方的第二界面层 4 刻蚀掉，从而露出半导体基底 1（露出的半导体基底 1 称为隔离区 10），所述第三掺杂层 5、第二界面层 4、第一掺杂层 3 以及第一界面层 2 靠近所述隔离区 10 的侧面、隔离区 10 的半导体基底 1 表面以及第二界面层 4、第二掺杂层 6 靠近所述隔离区 10 的侧面形成一个隔离区 10，所述隔离区 10 的宽度 w 为 100μm。

刻蚀步骤完成后，去除第二辅助层，采用稀氢氟酸酸液去除第二辅助层。

步骤八：对位于所述第一掺杂层 3 上方的第二掺杂层 6 进行加热处理（峰值温度为 900°C，加热时长为 30min），从而使得第一掺杂层 3 中的磷扩散到其上的第二掺杂层 6 中，第一区域上的第二掺杂层 6 中的硼也会扩散到第一掺杂层 3 中，从而使得第一区域上对应的第二掺杂层 6 转变为第三掺杂层 5；第二区域上对应的第二掺杂层 6 依然为第二掺杂层 6，同时由于加热处理的温度较高，所述非晶硅层转化为多晶硅层。所述第三掺杂层 5 中所有区域的导电性均与第一掺杂层 3 的导电性相同。

所述第一掺杂层 3 内的磷的峰值掺杂浓度为 2×10^{21} atoms/cm³，硼的峰值掺杂浓度为 2×10^{19} atoms/cm³。

所述第三掺杂层 5 内的磷的峰值掺杂浓度为 2×10^{21} atoms/cm³，硼的峰值掺杂浓度为 2×10^{19} atoms/cm³。

所述第二掺杂层 6 的厚度为 25nm，其内硼的掺杂浓度为 2×10^{19} atoms/cm³。

步骤九：在所述第三掺杂层 5 以及第二掺杂层 6 背离所述第二界面层 4 的一侧表面形成背面钝化层 7（厚度为 15nm 的氧化铝层），同时在所述半导体基底 1 背离所述第一界面层 2 的一侧表面形成正面钝化层（厚度为 15nm 的氧化铝层）。

步骤十：在所述第三掺杂层 5 的上方形形成贯穿所述背面钝化层 7 的第一电极 8，同时，在所述第二掺杂层 6 的上方形形成贯穿所述背面钝化层 7 的第二电极 9。所述第一电极 8 和第二电极 9 均为银电极。

所述太阳能电池的性能如表 1。

实施例 7

实施例 7 与实施例 2 的不同之处在于，第二掺杂层 6 的厚度不同，本实施例中第二掺杂层 6 的厚度为 200nm，所述第三掺杂层 5 中部分区域的导电性与第一掺杂层 3 的导电性相同。

所述太阳能电池的性能如表 1。

实施例 8

实施例 8 与实施例 2 的不同之处在于步骤五，实施例 8 中的步骤五为：在所述第二界面层 4 背离所述半导体基底 1 以及第一掺杂层 3 的一侧表面采用原位掺杂方法形成含硼多晶硅层，原位掺杂过程中使用 B₂H₆ 作为掺杂源，形成的多晶硅厚度为 100nm，从而形成第二掺杂层 6。然后采用激光局部照射位于所述第一掺杂层 3 上方的第二掺杂层 6 的第一区域，（激光处理的激光功率为 25W，激光采用绿光激光器：波长 532nm），从而使得第一掺杂层 3 中的磷扩散到其上的第二掺杂层 6 的第一区域中，第一区域上的第二掺杂层 6 中的硼也会扩散到第一掺杂层 3 中，从而使得第一区域上对应的第二掺

杂层 6 转变为第三掺杂层 5，在所述第三掺杂层 5 中激光照射过的区域的第一掺杂剂的掺杂浓度大于第二掺杂剂的掺杂浓度，其导电类型与第一掺杂层 3 的导电类型相同；激光未照射的第二区域上对应的第二掺杂层 6 依然为第二掺杂层 6，第一区域为第一电极区域，所述第三掺杂层 5 中与所述第一电极接触的区域导电性与第一掺杂层 3 的导电性相同。

所述第一掺杂层 3 内的磷的峰值掺杂浓度为 $2 \times 10^{21} \text{atoms/cm}^3$ ，硼的峰值掺杂浓度为 $2 \times 10^{19} \text{atoms/cm}^3$ 。

所述第三掺杂层 5 内的磷的峰值掺杂浓度为 $2 \times 10^{21} \text{atoms/cm}^3$ ，硼的峰值掺杂浓度为 $2 \times 10^{19} \text{atoms/cm}^3$ 。

所述第二掺杂层 6 的厚度为 100nm，其内硼的掺杂浓度为 $2 \times 10^{19} \text{atoms/cm}^3$ 。

所述太阳能电池的性能如表 1。

表 1

	隔离区	第二掺杂层厚度/nm	能量转换效率 Eff/%	开路电压 Voc/mV	短路电流密度 Jsc/mA/cm ²	填充因子 FF/%
实施例 1	无	25	25.40%	733	42.15	82.22
实施例 2	有	25	25.68%	736	42.12	82.84
实施例 3	有	50	25.89%	737	42.27	83.09
实施例 4	有	100	25.77%	735	42.21	83.05
实施例 5	有	25	25.70%	735	42.18	82.89
实施例 6	有	25	25.63%	736	42.19	82.73
实施例 7	有	200	25.18%	735	42.06	81.44
实施例 8	有	100	25.83%	737	42.20	83.27

小结：由表 1 可知，由实施例 1 和实施例 2 对比可知，在电池上形成 p 型区和 n 型区的间隔区域，用于隔离 p 型和 n 型半导体区域，减少了 pn 交接处的复合，减少了横向漏电，开路电压、填充因子都得到了一定提升。

由实施例 2 和实施例 5 对比可知，实施例 5 为硼扩散替代了原位掺杂硼扩散，硼扩散的表面浓度略大于原位掺杂的硼元素的浓度，因此可以减少接触电阻，其 FF 有一定的提高，开压略有降低，效率接近。

由实施例 2、实施例 3、实施例 4、实施例 7 对比可以看到，实施例 3 效率最高。主要原因，实施例 2 中，第二掺杂层为 25nm，第三掺杂层虽全部反型成为 n 型，但第二掺杂层由于较薄（也为 25nm），在第二掺杂层不能完全屏蔽第二电极的金属复合，因此开压略低于实施例 3，而实施例 4，第二掺杂层为 100nm，第三掺杂层仅有底层反型成为 n 型，顶层仍有部分为

p 型，第一电极穿过表层第三掺杂层和底层的 n 型第三掺杂层接触，其 FF 则略低于低于实施例 3。实施例 7 中，第二掺杂层为 200nm，由于第三掺杂膜层较厚，第一电极和第三掺杂膜层的 n 型底层部分接触不佳，影响了其填充因子。

由实施例 2 和实施例 6 对比可知，先形成间隔区域再加热，和先加热再形成间隔区域差异不大，电性能表现也较为接近。

相较于实施例 4，由于实施例 8 中，由激光在电极区域中继续进行加热，使得电极下方的顶层 p 型多晶硅层继续转变为了 n 型，使得第一电极和 n 型掺杂半导体形成了更好的接触，填充因子得到了提升。

因此本公开所述的太阳能电池仅需要一次图形化，一次高温热处理，该方法制备的掺杂区，两极均为钝化接触结构，钝化效果好，金属区复合速率大幅降低，从而提升了电池的效率。同时还可以减少高温热处理带来的热损伤。

尽管以上结合对本公开的实施方案进行了描述，但本公开并不局限于上述的具体实施方案和应用领域，上述的具体实施方案仅仅是示意性的、指导性的，而不是限制性的。本领域的普通技术人员在本说明书的启示下和在不脱离本公开权利要求所保护的的范围的情况下，还可以做出很多种的形式，这些均属于本公开保护之列。

权利要求

1、一种太阳能电池的制备方法，其特征在于，包括如下步骤：

提供半导体基底；

在所述半导体基底的第一表面形成第一掺杂层；

将所述第一掺杂层进行图形化，从而保留部分第一掺杂层；

在所述第一掺杂层背离所述半导体基底的一侧表面通过加热处理形成第三掺杂层，在未覆盖所述第一掺杂层的半导体基底的第一表面形成第二掺杂层；

所述第一掺杂层中具有第一掺杂剂和第二掺杂剂；

所述第二掺杂层中具有第二掺杂剂；

所述第三掺杂层中具有第一掺杂剂和第二掺杂剂；

所述第一掺杂层与所述第二掺杂层的导电类型相反；

所述第三掺杂层中至少部分区域的导电类型与第一掺杂层的导电类型相同。

2、根据权利要求1所述的制备方法，其特征在于，在所述半导体基底的第一表面形成第一半导体层，然后将第一掺杂剂扩散到所述第一半导体层内，从而形成第一掺杂层，或在所述半导体基底的第一表面上，采用原位掺杂形成第一掺杂层；

在所述第一掺杂层背离所述半导体基底的一侧表面上形成第一辅助层，然后将部分第一辅助层以及第一掺杂层刻蚀掉，从而完成图形化，留下部分第一掺杂层。

3、根据权利要求2所述的制备方法，其特征在于，在所述第一掺杂层背离所述半导体基底的一侧表面以及未覆盖所述第一掺杂层的半导体基底的第一表面，采用原位掺杂形成第二掺杂层；

对位于所述第一掺杂层上方的第二掺杂层进行加热处理，从而使得第一掺杂层中的第一掺杂剂扩散到其上的第二掺杂层中，所述第二掺杂层中的第二掺杂剂也会扩散到第一掺杂层中，从而使得所述第一掺杂层上方的第二掺

杂层转变为第三掺杂层。

4、根据权利要求3所述的制备方法，其特征在于，所述加热处理为激光处理或热处理，

当采用所述激光处理，在所述第三掺杂层中，被所述激光直接照射到的区域，其导电类型与第一掺杂层的导电类型相同。

5、根据权利要求4所述的制备方法，其特征在于，在所述第三掺杂层中，与所述第一掺杂层导电类型相同的区域沿厚度方向贯穿所述第三掺杂层。

6、根据权利要求2所述的制备方法，其特征在于，在所述第一掺杂层背离所述半导体基底的一侧表面以及未覆盖所述第一掺杂层的半导体基底的第一表面形成第二半导体层，

在加热处理条件下，将第二掺杂剂扩散到所述第二半导体层中，由于温度较高，所述第一掺杂层中的第一掺杂剂也会扩散到位于其上方的所述第二半导体层中，从而使得位于所述第一掺杂层上方的第二半导体层为第三掺杂层，位于所述半导体基底第一表面上的第二半导体层为第二掺杂层。

7、根据权利要求6所述的制备方法，其特征在于，在所述第三掺杂层中，靠近所述第一掺杂层的区域，至少部分区域的导电性与所述第一掺杂层的导电类型相同。

8、根据权利要求1-7任一项所述的制备方法，其特征在于，在形成第三掺杂层之前，所述第一掺杂层内的第一掺杂剂的峰值掺杂浓度为 $1 \times 10^{19} \sim 5 \times 10^{21} \text{atoms/cm}^3$ 。

9、根据权利要求1-7任一项所述的制备方法，其特征在于，在形成第三掺杂层之后，在所述第一掺杂层中，所述第一掺杂剂的掺杂浓度大于所述第二掺杂剂的掺杂浓度；

在所述第三掺杂层中，至少部分区域的第一掺杂剂的掺杂浓度大于第二掺杂剂的掺杂浓度。

10、根据权利要求 9 所述的制备方法，其特征在于，所述第一掺杂层内的第一掺杂剂的峰值掺杂浓度为 $1 \times 10^{19} \sim 3 \times 10^{21} \text{ atoms/cm}^3$ ；

在所述第二掺杂层中，所述第二掺杂剂的峰值掺杂浓度为 $1 \times 10^{19} \sim 3 \times 10^{19} \text{ atoms/cm}^3$ ；

所述第三掺杂层内至少部分区域中的第一掺杂剂的峰值掺杂浓度为 $1 \times 10^{20} \sim 5 \times 10^{20} \text{ atoms/cm}^3$ 。

11、根据权利要求 3 或 6 所述的制备方法，其特征在于，所述加热处理的加热峰值温度为 850°C 以上，优选为 900°C 以上，更优选为 1000°C ；在峰值温度下，加热时间为 10min 以上。

12、根据权利要求 3 或 6 所述的制备方法，其特征在于，在形成第三掺杂层时，由于温度较高，位于所述第一掺杂层以及第三掺杂层中的第一掺杂剂以及第二掺杂剂扩散进入所述半导体基底内，从而形成第三掺杂区；

和/或，位于所述第二掺杂层中的第二掺杂剂扩散进入所述半导体基底内，从而形成第四掺杂区；

优选地，在所述第三掺杂区内，所述第一掺杂剂的峰值掺杂浓度为 $1 \times 10^{18} \sim 3 \times 10^{21} \text{ atoms/cm}^3$ ，所述第二掺杂剂的峰值掺杂浓度为 $1 \times 10^{17} \sim 3 \times 10^{19} \text{ atoms/cm}^3$ ；

优选地，所述第四掺杂区内，所述第二掺杂剂的峰值掺杂浓度为 $1 \times 10^{18} \sim 3 \times 10^{19} \text{ atoms/cm}^3$ 。

13、根据权利要求 1-12 任一项所述的制备方法，其特征在于，所述第一掺杂剂为第 VA 族元素或第 IIIA 族元素，所述第二掺杂剂为第 VA 族元素或第 IIIA 族元素，优选地，所述第一掺杂剂为第 VA 族元素，所述第二掺杂剂为第 IIIA 族元素。

14、根据权利要求 3 所述的制备方法，其特征在于，在形成第三掺杂层之前还包括如下步骤：

将位于所述半导体基底第一表面上的所述第二掺杂层与所述第一掺杂层交界处的第一掺杂层以及第二掺杂层刻蚀掉，露出所述半导体基底的第一表面，从而使得所述第一掺杂层与所述第二掺杂层之间具有隔离区。

15、根据权利要求 1 所述的制备方法，其特征在于，在形成第三掺杂层之后还包括如下步骤：

将位于所述半导体基底第一表面上的所述第二掺杂层与所述第一掺杂层的交界处的第一掺杂层、第二掺杂层以及第三掺杂层刻蚀掉，露出所述半导体基底的第一表面，从而使得所述第一掺杂层与所述第二掺杂层之间具有隔离区。

16、根据权利要求 1-15 任一项所述的制备方法，其特征在于，所述第一掺杂层、第二掺杂层以及第三掺杂层均为掺杂的多晶硅层、微晶硅层或非晶硅层中的一种。

17、一种太阳能电池，其特征在于，包括半导体基底，在所述半导体基底的第一表面具有第一掺杂层和第二掺杂层，在所述第一掺杂层背离所述半导体基底的一侧表面具有第三掺杂层，

所述第一掺杂层中具有第一掺杂剂和第二掺杂剂；

所述第二掺杂层中具有第二掺杂剂；

所述第三掺杂层中具有第一掺杂剂和第二掺杂剂；

所述第三掺杂层中至少部分区域导电类型与第一掺杂层的导电类型相同；

所述第一掺杂层与所述第二掺杂层的导电类型相反。

18、根据权利要求 17 所述的太阳能电池，其特征在于，所述第一掺杂层的厚度为 50~300nm；

所述第三掺杂层和所述第二掺杂层厚度相同，均为小于等于 150nm。

19、根据权利要求 18 所述的太阳能电池，其特征在于，当所述第三掺杂层的厚度 d 为小于等于 30nm 时，所述第三掺杂层中所有区域导电类型与第一掺杂层的导电类型相同。

20、根据权利要求 18 所述的太阳能电池，其特征在于，当所述第三掺杂层的厚度 $30\text{nm} < d \leq 150\text{nm}$ 时，在所述第三掺杂层中，靠近所述第一掺杂层的区域，至少部分区域的导电性与所述第一掺杂层的导电类型相同。

21、根据权利要求 18 所述的太阳能电池，其特征在于，当所述第三掺杂层的厚度 $30\text{nm} < d \leq 150\text{nm}$ 时，在所述第三掺杂层中，与所述第一掺杂层导电类型相同的区域沿厚度方向贯穿所述第三掺杂层。

22、根据权利要求 17 所述的太阳能电池，其特征在于，在所述第一掺杂层内，所述第一掺杂剂的掺杂浓度从远离所述半导体基底的一侧表面到靠近所述半导体基底的一侧表面的掺杂浓度先增大后减小；第二掺杂剂的掺杂浓度逐渐减小。

23、根据权利要求 17 所述的太阳能电池，其特征在于，在所述第二掺杂层内，第二掺杂剂的掺杂浓度从远离所述半导体基底的一侧表面到靠近所述半导体基底的一侧表面的掺杂浓度相同。

24、根据权利要求 17 所述的太阳能电池，其特征在于，在所述第三掺杂层内，所述第一掺杂剂的掺杂浓度从远离所述半导体基底的一侧表面到靠近所述半导体基底的一侧表面的掺杂浓度逐渐增大；

所述第二掺杂剂的掺杂浓度从远离所述半导体基底的一侧表面到靠近所述半导体基底的一侧表面的掺杂浓度相同。

25、根据权利要求 17 所述的太阳能电池，其特征在于，所述第三掺杂层不仅覆盖所述第一掺杂层背离所述半导体基底的一侧表面，还覆盖靠近所

述第二掺杂层的第一掺杂层的侧面，且覆盖所述第一掺杂层侧面的所述第三掺杂层与所述第二掺杂层接触。

26、根据权利要求 25 所述的太阳能电池，其特征在于，所述太阳能电池还包括第一界面层，所述第一界面层位于所述半导体基底与所述第一掺杂层之间；

和/或，还包括第二界面层，所述第二界面层从所述第一掺杂层背离所述第一界面层的表面延伸至其侧面，并继续延伸且覆盖所述半导体基底未覆盖第一掺杂层的部分，且所述第二掺杂层以及第三掺杂层分别设置于所述第二界面层的一侧表面上；

和/或，还包括背面钝化层，所述背面钝化层覆盖第三掺杂层以及第二掺杂层。

27、根据权利要求 17 所述的太阳能电池，其特征在于，所述第一掺杂层与所述第三掺杂层的宽度相同，所述第一掺杂层以及第三掺杂层与所述第二掺杂层之间具有隔离区。

28、根据权利要求 27 所述的太阳能电池，其特征在于，还包括第一界面层、所述第一界面层位于所述半导体基底与所述第一掺杂层之间；

和/或，还包括第二界面层，所述第二界面层位于第一掺杂层和第三掺杂层之间以及第二掺杂层与所述半导体基底之间；

和/或，还包括背面钝化层，所述背面钝化层覆盖第三掺杂层、隔离区以及第二掺杂层。

29、根据权利要求 26 或 28 任一项所述的太阳能电池，其特征在于，还包括第一电极和第二电极，所述第一电极穿过背面钝化层与所述第三掺杂层中的与第一掺杂层导电类型相同的区域接触；所述第二电极穿过所述背面钝化层与所述第二掺杂层接触。

30、根据权利要求 17-29 任一项所述的太阳能电池，其特征在于，所述

太阳能电池为权利要求 1-16 任一项所述的方法制备得到。

1/1

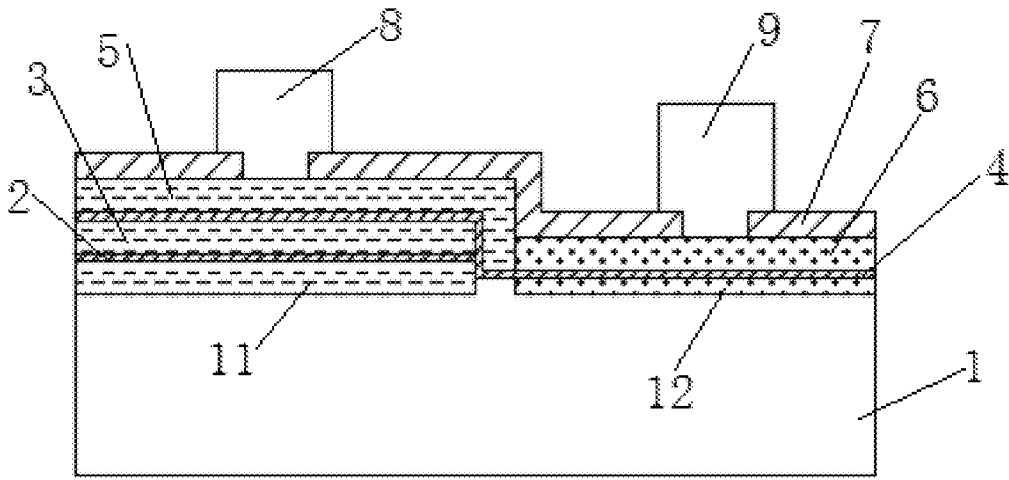


图 1

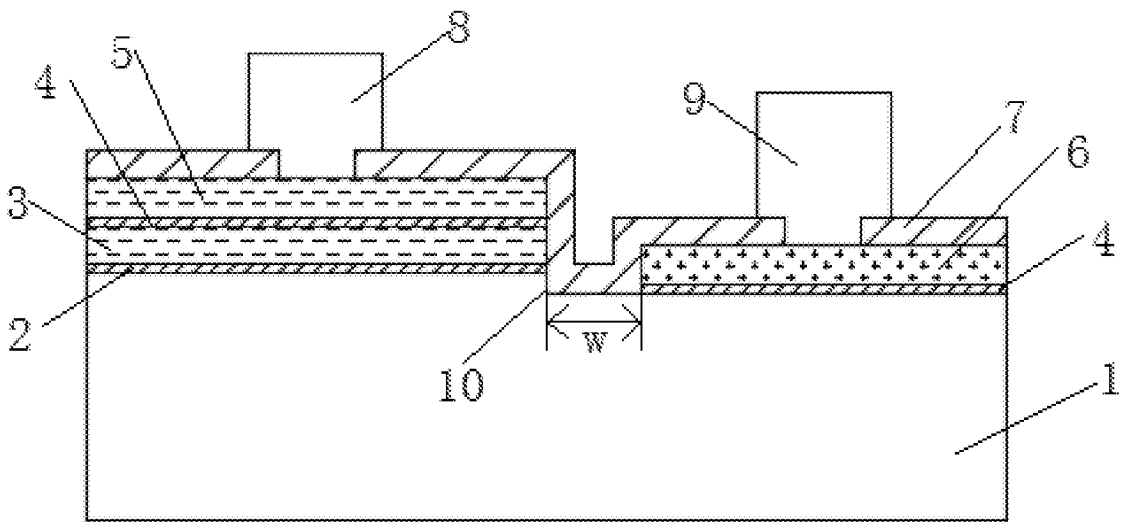


图 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2022/092291

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
H01L 31/0747(2012.01)i; H01L 31/18(2006.01)i		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)		
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; ENTXT; ENTXTC; DWPI; CNKI: 掺杂, 太阳能, 电池, 光伏, 图案化, 加热, 扩散, 刻蚀, 浓度, 界面, 钝化, dope, solar, cell, photovoltaic, pattern, heating, diffuse, etch, concentration, interface, passivation		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2021145056 A (KANEKA CORPORATION) 24 September 2021 (2021-09-24) description, paragraphs 0012-0056, and figures 1-3E	1-30
A	WO 2021010422 A1 (KANEKA CORPORATION) 21 January 2021 (2021-01-21) entire document	1-30
A	CN 105122460 A (STICHTING ENERGIEONDERZOEK CENTRUM NEDERLAND) 02 December 2015 (2015-12-02) entire document	1-30
A	JP 2018050006 A (KANEKA CORPORATION) 29 March 2018 (2018-03-29) entire document	1-30
A	CN 107924957 A (SHARP CORP.) 17 April 2018 (2018-04-17) entire document	1-30
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“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)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&” document member of the same patent family</p>		
Date of the actual completion of the international search		Date of mailing of the international search report
22 August 2022		13 September 2022
Name and mailing address of the ISA/CN		Authorized officer
China National Intellectual Property Administration (ISA/ CN) No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing 100088, China		
Facsimile No. (86-10)62019451		Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2022/092291

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
JP	2021145056	A	24 September 2021	None			
WO	2021010422	A1	21 January 2021	CN	114365294	A	15 April 2022
				US	2022140162	A1	05 May 2022
				JP	WO2021010422	A1	21 January 2021
CN	105122460	A	02 December 2015	WO	2014148905	A1	25 September 2014
				EP	2976788	A1	27 January 2016
				KR	20150133266	A	27 November 2015
				NL	2010496	C2	24 September 2014
				US	2016284924	A1	29 September 2016
				IN	201508864	P1	10 June 2016
JP	2018050006	A	29 March 2018	JP	6817764	B2	20 January 2021
CN	107924957	A	17 April 2018	WO	2017043522	A1	16 March 2017
				JP	WO2017043522	A1	28 June 2018

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2022/092291

<p>A. 主题的分类</p> <p>H01L 31/0747(2012.01)i; H01L 31/18(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>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;ENTXT;ENTXTC;DWPI;CNKI:掺杂, 太阳能, 电池, 光伏, 图案化, 加热, 扩散, 刻蚀, 浓度, 界面, 钝化, dope, solar, cell, photovoltaic, pattern, heating, diffuse, etch, concentration, interface, passivation</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>A</td> <td>JP 2021145056 A (KANEKA CORP) 2021年9月24日 (2021 - 09 - 24) 说明书第0012-0056段、图1-3E</td> <td>1-30</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>WO 2021010422 A1 (KANEKA CORP) 2021年1月21日 (2021 - 01 - 21) 全文</td> <td>1-30</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 105122460 A (荷兰能源研究中心基金会) 2015年12月2日 (2015 - 12 - 02) 全文</td> <td>1-30</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 2018050006 A (KANEKA CORP) 2018年3月29日 (2018 - 03 - 29) 全文</td> <td>1-30</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 107924957 A (夏普株式会社) 2018年4月17日 (2018 - 04 - 17) 全文</td> <td>1-30</td> </tr> </tbody> </table>			类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	A	JP 2021145056 A (KANEKA CORP) 2021年9月24日 (2021 - 09 - 24) 说明书第0012-0056段、图1-3E	1-30	A	WO 2021010422 A1 (KANEKA CORP) 2021年1月21日 (2021 - 01 - 21) 全文	1-30	A	CN 105122460 A (荷兰能源研究中心基金会) 2015年12月2日 (2015 - 12 - 02) 全文	1-30	A	JP 2018050006 A (KANEKA CORP) 2018年3月29日 (2018 - 03 - 29) 全文	1-30	A	CN 107924957 A (夏普株式会社) 2018年4月17日 (2018 - 04 - 17) 全文	1-30
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																		
A	JP 2021145056 A (KANEKA CORP) 2021年9月24日 (2021 - 09 - 24) 说明书第0012-0056段、图1-3E	1-30																		
A	WO 2021010422 A1 (KANEKA CORP) 2021年1月21日 (2021 - 01 - 21) 全文	1-30																		
A	CN 105122460 A (荷兰能源研究中心基金会) 2015年12月2日 (2015 - 12 - 02) 全文	1-30																		
A	JP 2018050006 A (KANEKA CORP) 2018年3月29日 (2018 - 03 - 29) 全文	1-30																		
A	CN 107924957 A (夏普株式会社) 2018年4月17日 (2018 - 04 - 17) 全文	1-30																		
<p><input type="checkbox"/> 其余文件在C栏的续页中列出。</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。</p>																				
<p>* 引用文件的具体类型:</p> <p>“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件</p> <p>“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利</p> <p>“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)</p> <p>“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&” 同族专利的文件</p>																				
<p>国际检索实际完成的日期</p> <p>2022年8月22日</p>		<p>国际检索报告邮寄日期</p> <p>2022年9月13日</p>																		
<p>ISA/CN的名称和邮寄地址</p> <p>中国国家知识产权局(ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088</p> <p>传真号 (86-10)62019451</p>		<p>授权官员</p> <p>刘国梁</p> <p>电话号码 86-(010)-62411893</p>																		

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2022/092291

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)
JP	2021145056	A	2021年9月24日	无			
WO	2021010422	A1	2021年1月21日	CN	114365294	A	2022年4月15日
				US	2022140162	A1	2022年5月5日
				JP	W02021010422	A1	2021年1月21日
CN	105122460	A	2015年12月2日	WO	2014148905	A1	2014年9月25日
				EP	2976788	A1	2016年1月27日
				KR	20150133266	A	2015年11月27日
				NL	2010496	C2	2014年9月24日
				US	2016284924	A1	2016年9月29日
				IN	201508864	P1	2016年6月10日
JP	2018050006	A	2018年3月29日	JP	6817764	B2	2021年1月20日
CN	107924957	A	2018年4月17日	WO	2017043522	A1	2017年3月16日
				JP	W02017043522	A1	2018年6月28日