

(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
2018 年 11 月 29 日 (29.11.2018)



(10) 国际公布号
WO 2018/214023 A1

(51) 国际专利分类号:

H01L 31/032 (2006.01)

(21) 国际申请号:

PCT/CN2017/085484

(22) 国际申请日:

2017 年 5 月 23 日 (23.05.2017)

(25) 申请语言:

中文

(26) 公布语言:

中文

(71) 申请人: 中山大学 (SUN YAT-SEN UNIVERSITY) [CN/CN]; 中国广东省广州市海珠区新港西路135号, Guangdong 510275 (CN)。

(72) 发明人: 沈辉 (SHEN, Hui); 中国广东省广州市番禺区大学城外环东路132号中山大学工学院C501, Guangdong 510006 (CN)。 吴伟梁 (WU, Weiliang); 中国广东省广州市番禺区大学城外环东路132号中山大学工学院C501, Guangdong 510006 (CN)。 梁宗存 (LIANG, Zongcun); 中国广东省广州市番禺区大学城外环东路132号中山大学工学院C501, Guangdong 510006 (CN)。 林文杰 (LIN, Wenjie); 中国广东省广州市番禺区大学城外环东路132号中山大学工学院C501, Guangdong 510006 (CN)。 包杰 (BAO, Jie); 中国广东省广州市番禺区大学城外环东路132号中山大学工学院C501, Guangdong 510006 (CN)。 刘宗涛 (LIU, Zongtao); 中国广东省广州市番禺区大学城外环东路132号中山大学工学院C501, Guangdong

510006 (CN)。 赵影文 (ZHAO, Yingwen); 中国广东省广州市番禺区大学城外环东路132号中山大学工学院C501, Guangdong 510006 (CN)。

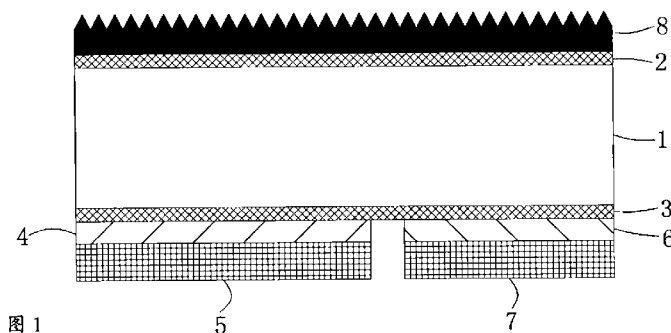
(74) 代理人: 广州三环专利商标代理有限公司 (SCIHEAD IP LAW FIRM); 中国广东省广州市越秀区先烈中路80号汇华商贸大厦1508室, Guangdong 510070 (CN)。

(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, IR, IS, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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,

(54) Title: BACK-CONTACT HETEROJUNCTION SOLAR CELL AND EMITTER THEREOF, AND PREPARATION METHOD FOR SOLAR CELL

(54) 发明名称: 背接触异质结太阳电池及其发射极、太阳电池制备方法



(57) Abstract: The present invention relates to the technical field of solar cells, and provides an emitter (4) of a back-contact heterojunction solar cell, and the back-contact heterojunction solar cell using the emitter (4) and a preparation method therefor. The emitter (4) comprises at least one layer of CrO_x thin film (41) from top to bottom. The structure can greatly improve the efficiency of the solar cell.

(57) 摘要: 一种背接触异质结太阳电池的发射极 (4)、采用该发射极 (4) 的背接触异质结太阳电池及其制备方法, 涉及太阳能电池技术领域。该发射极 (4) 由上至下包括至少一层CrO_x薄膜 (41), 该结构可以大大提高太阳电池的效率。

[见续页]



WO 2018/214023 A1

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))。

背接触异质结太阳电池及其发射极、太阳电池制备方法

技术领域

5 本发明涉及太阳电池技术领域，特别是涉及一种背接触异质结太阳电池及其发射极、太阳电池制备方法。

背景技术

背接触异质结（Heterojunction back contact，简称HBC）太阳电池作为高效太阳电池的一种，其结合了叉指状背接触（Interdigitated back contact，简称IBC）太阳电池与异质结
10 （Heterojunction with Intrinsic Thin layer，简称HIT）太阳电池的优点，可以大大提高太阳电池效率。

一般的HBC太阳电池的结构从上到下依次包括钝化层、晶体硅层、非晶硅钝化层、发射极以及发射极电极和基区电极。其中，基于IBC太阳电池的优势，HBC太阳电池的前表面也无金属电极，而是通过掩膜或者光刻工艺在硅片的背表面形成叉指状结构的发射极与背场区域，并在发射极和背场区域设置相应的发射极电极和基区电极，从而避免因硅片的前表面设置金属电极而造成的遮光损失，提高电池效率。而基于HIT太阳电池的优势，HBC太阳电池
15 又是由晶体硅（c-Si）和重掺杂的非晶硅（a-Si:H）形成的高效电池结构，并且在重掺杂的非晶硅与晶体硅的界面引入一层本征非晶硅作为钝化层，如此，既可以降低晶体硅片的体区复合，又可以降低界面复合，使HBC太阳电池具有较高的开路电压和短路电流。综上，由晶体
20 硅（c-Si）和重掺杂的非晶硅（a-Si:H）形成的HBC太阳电池不仅效率高，而且也是达到晶体硅太阳电池效率极限（30%）的一个重要途径。

虽然HBC太阳电池的电池效率高，但是现阶段的HBC太阳电池的发射极是通过重掺杂非晶硅形成的，而非晶硅的掺杂源为硼烷或者磷烷，均易燃易爆且剧毒，这些都会增加HBC电池的成本，阻碍HBC电池的大规模运用；与此同时，而随着掺杂浓度的增加，会增加发射极
25 的复合（即表面复合和俄歇复合），从而降低电池的开路电压，而电池开路电压的降低也进一步限制了电池效率的提升，使得HBC太阳电池的效率无法获得更高的提升。

发明内容

为了解决上述问题，本发明提供一种背接触异质结太阳电池发射极，使背接触异质结太阳电池的效率可以获得进一步提升。

30 一种背接触异质结太阳电池发射极，由上至下包括至少一层 CrO_x 薄膜。

作为优选方案，当所述 CrO_x 薄膜为两层以上时，相邻两层所述 CrO_x 薄膜之间还设有金属薄膜。

作为优选方案，当所述背接触异质结太阳能电池发射极为一层 CrO_x 薄膜时，所述 CrO_x 薄膜的厚度为 5-20 nm；或者当所述背接触异质结太阳能电池的发射极包括两层 CrO_x 薄膜时，两层所述 CrO_x 薄膜的厚度与设于两层所述 CrO_x 薄膜之间的金属薄膜的厚度总和为 5-20 nm；或者当所述背接触异质结太阳能电池的发射极包括两层 CrO_x 薄膜时，两层所述 CrO_x 薄膜的厚度均为 5 nm，设于两层所述 CrO_x 薄膜之间的金属薄膜的厚度为 4 nm。

作为优选方案，所述金属薄膜为 Au 薄膜、Ag 薄膜、Pd 薄膜、Cu 薄膜、Ni 薄膜、Mo 薄膜、W 薄膜以及 Al 薄膜中的一种。

为了解决相同的技术问题，本发明还提供一种背接触异质结太阳能电池，包括：硅基体、设于所述硅基体的前表面的第一钝化层、设于所述硅基体的背表面的第二钝化层、设于所述第二钝化层的背表面的如上所述的发射极、设于所述发射极上的发射极电极以及设于所述第二钝化层上的基区电极。

作为优选方案，所述背接触异质结太阳能电池还包括设于所述基区电极与所述第二钝化层之间的背场层，或者所述背接触异质结太阳能电池还包括设于所述第一钝化层的前表面的减反射膜。

作为优选方案，所述背场层为 LiF_x 薄膜、 TiO_2 薄膜、 MgF_x 薄膜以及 Cs_2CO_3 薄膜中的一种。

作为优选方案，所述基区电极与所述发射极电极之间形成叉指状结构，且两个相邻的所述基区电极与所述发射极电极之间不接触。

为了解决相同的技术问题，本发明还提供一种用于制备上述背接触异质结太阳能电池的制备方法，包括如下步骤：

选取晶体硅片，清洗后形成所述硅基体；

在所述硅基体的前表面和后表面分别沉积所述第一钝化层和所述第二钝化层；

在所述第二钝化层的背表面固定定位模板，将第一金属掩模板嵌入所述定位模板内，在所述第二钝化层的背表面依次沉积所述 CrO_x 薄膜和/或金属薄膜、所述发射极电极；

取下所述第一金属掩模板，将与所述第一金属掩模板相匹配的第二金属掩模板嵌入所述定位模板内，采用蒸发法在所述第二钝化层的背表面沉积所述基区电极。

作为优选方案，在所述第二钝化层的背表面沉积所述基区电极的步骤包括在所述第二钝化层的背表面依次沉积背场层和所述基区电极；或者在所述硅基体的前表面沉积所述第一钝

化层的步骤之后还包括在所述第一钝化层的前表面沉积所述减反射膜。

与现有技术相比，本发明的有益效果在于：

(1) 通过在所述硅基体的背表面沉积 CrO_x 薄膜以作为太阳电池的发射极，该设置一方面可以使设于所述发射极上的发射极电极不会对所述硅基体的前表面形成光遮挡，提高所述硅基体的光吸收率；另一方面，采用 CrO_x 薄膜作为发射极，该 CrO_x 薄膜不仅可以在所述硅基体的背表面的接触区域引起费米能级的移动，使其接近硅的导带，即 CrO_x 薄膜能够诱导硅表面能带弯曲产生空间电荷区，使其可以获得载流子选择性接触，保证发射极的作用；而且采用 CrO_x 薄膜作为发射极也使得该发射极在制备过程中不需要进行掺杂即可实现，从而不会出现发射极的复合（即表面复合和俄歇复合），如此，也使得采用 CrO_x 薄膜作为发射极的背接触异质结太阳电池的开路电压获得提高，从而整体提升太阳电池的效率；

(2) 采用 CrO_x 薄膜或者在相邻两层 CrO_x 薄膜之间增设金属薄膜以作为太阳电池的发射极，此结构的太阳电池尚无文献和专利报道，是一种全新材料的硅基太阳电池；

(3) 本发明的发射极由于采用了 CrO_x 薄膜，因此，在其制备过程中既无需掺杂又可以低温进行，如此，不仅可以避免传统太阳电池发射极制备过程中因掺杂源导致的易燃易爆气体的使用，提高安全性和太阳电池的稳定性，而且可以降低生产成本，便于 HBC 太阳电池的大规模生产；

(4) 采用该发射极的太阳电池在制备过程中，通过引入氧偏压可以降低发射极体区缺陷态，改善发射极体区复合；

(5) 本发明的太阳电池通过在所述硅基体的前表面和背表面设置第一钝化层和第二钝化层，可以在与硅基体的接触界面进行钝化，以减少界面缺陷态，提高背接触异质结太阳电池的开路电压，从而进一步提升电池效率。

附图说明

图1是本发明实施例中的背接触异质结太阳电池发射极应用于背接触异质结太阳电池的结构示意图，图中，背接触异质结太阳电池的发射极为一层 CrO_x 薄膜；

图2是本发明实施例中的背接触异质结太阳电池发射极应用于背接触异质结太阳电池的结构示意图，图中，背接触异质结太阳电池的发射极为三层膜结构，由上至下依次包括 CrO_x 薄膜、Au 薄膜以及 CrO_x 薄膜；

图3是本发明实施例中的背接触异质结太阳电池制备方法的示意图，图中包括a、b、c、d、e五个图，每个图分别对应不同步骤下的背接触异质结太阳电池的结构；

图4是本发明实施例中的定位网版的结构示意图；

图5是本发明实施例中的第一金属掩模板的结构示意图；

图6是本发明实施例中的第二金属掩模板的结构示意图；

图7是本发明实施例中的背接触异质结太阳能电池制备方法的流程图；

图8是本发明实施例中不同背接触异质结太阳能电池的外量子效率（EQE）随波长（Wavelength）的变化曲线图；

图9是本发明实施例中不同背接触异质结太阳能电池的Suns-Voc测试结果图，图中反映了不同背接触异质结太阳能电池的有效太阳数（Effective Suns）随开路电压（Voc）的变化曲线图；

图10是本发明实施例中发射极分别为CrO_x薄膜与Wo_x薄膜的背接触异质结太阳能电池的效率（Efficiency）随时间（Days，即天数）的变化曲线图；

其中，1、硅基体；2、第一钝化层；3、第二钝化层；4、发射极；41、CrO_x薄膜；42、金属薄膜；5、发射极电极；6、背场层；7、基区电极；8、减反射膜；9、定位模板；91、第一金属掩模板；92、第二金属掩模板。

具体实施方式

下面结合附图和实施例，对本发明的具体实施方式作进一步详细描述。以下实施例用于说明本发明，但不用来限制本发明的范围。

实施例 1:

如图 1 所示，本发明的背接触异质结太阳能电池，其包括硅基体 1、设于所述硅基体 1 的前表面的第一钝化层 2、设于所述硅基体 1 的背表面的第二钝化层 3、设于所述第二钝化层 3 的背表面的所述发射极 4、设于所述发射极 4 上的发射极电极 5 以及设于所述第二钝化层 3 上的基区电极 7。

其中，所述发射极 4 为本发明的背接触异质结太阳能电池发射极 4，在本实施例中，该发射极 4 是由一层厚度为 5-20nm 的 CrO_x 薄膜 41 构成，当然该发射极 4 的结构也不仅仅限于一层 CrO_x 薄膜 41 的结构。本发明的背接触异质结太阳能电池是将吸收的光能转换为电能，其中，电池的光吸收层主要是所述硅基体 1，而所述硅基体 1 吸收光子后产生的电子空穴将会分别输送至所述基区电极 7 和所述发射极电极 5。

一般的，所述基区电极 7 是设置在所述硅基体 1 的背表面，而所述发射极电极 5 是设置在所述发射极 4 上，由于本实施例中的所述发射极 4 是设置在所述硅基体 1 的背表面，因而也使得所述发射极电极 5 也位于所述硅基体 1 的背表面，避免对所述硅基体 1 的前表面形成光遮挡，以提高所述硅基体 1 的光吸收率，从而提高电池效率。与此同时，由于本实施例中的所述发射极 4 又是采用的 CrO_x 薄膜 41，而 CrO_x 薄膜 41 采用的材料是高功函数材料，该

材料可以在所述硅基体 1 的背表面的接触区域引起费米能级的移动,使其接近硅的导带,即 CrO_x 薄膜 41 能够诱导硅表面能带弯曲产生空间电荷区,使其可以获得载流子选择性接触,起到发射极 4 的作用(即载流子的传输与收集);而且,采用 CrO_x 薄膜 41 作为发射极 4 也使得该发射极 4 在制备过程中不需要进行掺杂即可实现,从而不会出现发射极 4 的复合(即表面复合和俄歇复合),如此,也使得采用该发射极 4 的背接触异质结太阳能电池的开路电压获得提高,从而整体提升电池的效率。

此外,由于发射极 4 在制备过程中无需掺杂,因而不仅可以避免传统太阳能电池发射极 4 制备过程中因掺杂源导致的易燃易爆气体的使用,提高安全性,而且可以降低生产成本,便于 HBC 太阳能电池的大规模生产。

为了降低所述硅基体 1 的前表面与后表面的复合,本实施例中还在所述硅基体 1 的前表面设置了所述第一钝化层 2,在所述硅基体 1 的背表面与所述发射极 4 之间设置了所述第二钝化层 3,所述第一钝化层 2 和所述第二钝化层 3 均为 SiO_x 薄膜,当然也可以采用 TiO_2 、 Al_2O_3 等薄膜作为钝化层。具体的,所述 SiO_x 薄膜可以在与硅基体 1 的接触界面进行钝化,以减少界面缺陷态,以提高背接触异质结太阳能电池的开路电压,从而进一步提升电池效率。

此外,本实施例中在所述第二钝化层 3 与所述基区电极 7 之间还设置了背场层 6。具体的,该背场层 6 为 LiF_x 薄膜,当然也可以是 TiO_2 薄膜、 MgF_x 薄膜以及 Cs_2CO_3 薄膜等低功函数材料制作的薄膜。由于 LiF_x 薄膜采用的材料为低功函数材料,因此,与具有高功函数材料的上述发射极 4 一起,可以很好地促进硅基体 1 表面接触区域的费米能级的移动,促进载流子对的分离,以获得更好的载流子选择性传输,从而进一步提升电池效率。

可以理解的是,为了尽可能的吸收光,进一步提高电池效率,还可以增设陷光结构。具体的,本实施例中还在背接触异质结太阳能电池的所述第一钝化层 2 的前表面设置了一层减反射膜 8,该减反射膜 8 是通过在所述硅基体 1 的表面制备金字塔绒面而形成的陷光结构,可以进一步提高电池的光吸收率,从而提高电池效率。

为了获得上述的背接触异质结太阳能电池,本实施例中采用如图 7 所示的步骤进行制备:

步骤 S100: 选取晶体硅片,清洗后形成所述硅基体。

具体的,选取 n 型单晶硅片,采用 RCA 清洗工艺对硅片进行清洗,以将硅片上的切割痕迹以及杂质等清除,以使后续工艺中的硅基体 1(如图 3 中的图 a 所示)可以具有较高的纯净度,避免影响整体电池的效率。

其中,RCA 清洗工艺中主要通过配比为 $\text{H}_2\text{SO}_4:\text{H}_2\text{O}_2=3:1$ 的 SPM 溶液以去除硅片上的有机物、通过配比为 $\text{HF}:\text{H}_2\text{O}=1:30$ 的 DHF 溶液以去除硅片上的氧化层、通过配比为 $\text{NH}_4\text{OH}:$

H₂O₂: H₂O=1: 1: 5 的 APM 溶液以去除硅片上的颗粒杂质、通过配比为 HCl: H₂O₂: H₂O=1: 1: 6 的 HPM 溶液以去除硅片上的金属杂质。

步骤 S200: 如图 3 中的图 b 所示, 采用等离子体增强化学气相沉积法(Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition, 简称 PECVD)在所述硅基体 1 的前表面和后表面分别沉积所述第一钝化层 2 和所述第二钝化层 3, 即 SiN_x 薄膜。其中, 沉积功率为 2400W, 沉积气压为 20Pa, 氮气和硅烷的气体流量比为 2:1, 沉积温度为 450℃, 沉积出来的 SiN_x 薄膜的厚度为 75nm。此外, 也可以根据需要在所述第二钝化层 3 上沉积减反射膜 8 (如图 3 中的 c 所示)。

步骤 S300: 如图 3 中的图 d 所示, 在所述第二钝化层 3 的背表面固定定位模板 9 (如图 4 所示), 将第一金属掩模板 91 (如图 5 所示) 嵌入所述定位模板 9 所形成的框内, 采用蒸发法通过电阻式热蒸发镀膜机在所述第二钝化层 3 的背表面依次沉积所述发射极 4 (CrO_x 薄膜 41) 和所述发射极电极 5 (Al 薄膜)。

所述第一金属掩模板 91 与所述定位模板 9 是配套的, 其中所述定位模板 9 为框架结构, 其形状一般与所述硅基体 1 的形状对应, 可以对所述第一金属掩模板 91 形成很好地限位作用, 避免所述第一掩模板在制备过程中发生移动。而所述第一掩模板为梳子形状, 当将所述第一掩模板罩在所述第二钝化层 3 的背表面时, 所述第一掩模板可以对其部分区域进行遮挡, 而所述 CrO_x 薄膜 41 就沉积在所述第二钝化层 3 的背表面未被所述第一掩模板覆盖的区域, 从而也使得所述 CrO_x 薄膜 41 形成的发射极 4 和沉积在所述 CrO_x 薄膜 41 上的发射极电极 5 也为梳子形状。

上述沉积过程中, 需控制真空度大约为 5×10^{-4} Pa, 并通入氧气, 而氧偏压为 3×10^{-2} Pa, 镀膜速率为 0.2 Å/s, 如此, 沉积的 CrO_x 薄膜 41 厚度可以控制在 5-20 nm, 而发射极电极 5 的厚度为 1μm, 如此, 既可以保证所述发射极 4 与所述发射极电极 5 充分的接触, 又可以保证所述发射极电极 5 上的电阻损失较低。由于该沉积过程是在常温下进行的, 因此, 不仅设备简单、成本低, 而且可以避免因高温引起的材料间的相互扩散, 保证电池效率。此外, 由于沉积过程中, 还引入了氧偏压, 因此, 还可以降低发射极 4 体区缺陷态, 改善发射极 4 体区复合。当然也可以采用其他的方法沉积所述 CrO_x 薄膜 41。

步骤 S400: 如图 3 中的图 e 所示, 待所述发射极 4 与所述发射极电极 5 制备好后, 取下所述第一金属掩模板 91, 将与所述第一金属掩模板 91 相匹配的第二金属掩模板 92 (如图 6 所示) 嵌入所述定位模板 9 内, 依然采用蒸发法通过电阻式热蒸发镀膜机在所述第二钝化层 3 的背表面沉积所述基区电极 7。

当然, 为了提高电池效率, 还可以采用蒸发法通过电阻式热蒸发镀膜机在所述第二钝化

层 3 的背表面先沉积所述背场层 6 (LiF_x 薄膜), 之后在所述背场层 6 上沉积所述基区电极 7 (Al 薄膜), 而本实施例中, 所述背场层 6 厚度为 1.5 nm, 所述基区电极 7 为 $1\mu\text{m}$ 。

此过程中, 由于采用的第二金属掩模板 92 是与所述第一金属掩模板 91 形状相匹配, 也为梳子形状, 如此, 在沉积时, 通过将所述第二金属掩模板 92 固定于所述定位模板 9 内后, 所述第二金属掩模板 92 可以很好地覆盖所述发射极 4 与所述发射极电极 5, 从而避免后续形成的所述背场层 6 与所述基区电极 7 分别与所述发射极 4、所述发射极电极 5 连接。而较佳的, 本实施例中采用的掩模板可以使得所述基区电极 7 与所述发射极电极 5 之间形成叉指状结构, 且两个相邻的所述基区电极 7 与所述发射极电极 5 之间不接触。具体的, 在本实施例中两个相邻的所述基区电极 7 与所述发射极电极 5 之间的距离为 $75\mu\text{m}$, 当然这个间距越小越好。

实施例 2:

如图 2 所示, 本实施例与实施例 1 不同处在于, 本实施例中背接触异质结太阳电池的发射极 4 为三层膜结构, 其由上至下分别为一层 CrO_x 薄膜 41、一层金属薄膜 42、一层 CrO_x 薄膜 41, 其中 CrO_x 薄膜 41 的厚度均为 5 nm, 金属薄膜 42 的厚度为 4 nm。本实施例中的金属薄膜 42 为 Au 薄膜, 当然也可以是其他高功函数材料的金属薄膜 42, 例如 Ag 薄膜、 Pd 薄膜、 Cu 薄膜、 Ni 薄膜、 Mo 薄膜、 W 薄膜以及 Al 薄膜等。可以理解的是, 背接触异质结太阳电池发射极 4 还可以是由多层 CrO_x 薄膜 41 构成, 且相邻两层 CrO_x 薄膜 41 之间设有金属薄膜 42, 而不仅仅限于本实施例中的结构。

相应的, 本实施例中的背接触异质结太阳电池在制备过程中, 与实施例 1 的不同处在于, 本实施例中在沉积所述发射极 4 时, 需采用实施例 1 中的工艺依次沉积 5 nm 的 CrO_x 薄膜 41、4 nm 的 Au 薄膜和 5 nm 的 CrO_x 薄膜 41。当然, 本实施例中也可以采用其他方法沉积所述 CrO_x 薄膜 41 和所述金属薄膜 42。

本实施例中的背接触异质结太阳电池的发射极 4 由于采用了金属氧化物薄膜/金属薄膜 42/金属氧化物薄膜 (OMO) 的结构, 因此, 不仅可以使所述发射极 4 免掺杂且低温制备, 而且还可以提高金属氧化物的载流子浓度, 以形成低发射极 4 体区、界面复合和低接触电阻的诱导型 p-n 结, 从而提高电池效率。

实施例 3:

本实施例采用实施例 1 的制备方法所制备出的具有不同厚度的 CrO_x 薄膜 41、不同厚度的背场层 (LiF_x 薄膜) 的背接触异质结太阳电池 (电池面积为 4 cm^2), 该太阳电池的前表面均采用了 SiNx/SiOx 叠层减反钝化膜, 该太阳电池的器件性能参数是在 STC 条件下测试获

得的), 该太阳电池的器件性能参数如表一所示:

表一

发射极	背场层	氧偏压 (有/无)	开路电压 (mV)	短路电流 (mA/cm ²)	填充因子 (%)	电池效率 (%)	串联电阻 (Ω.cm ²)
5 nm CrO _x	2 nm LiF _x	有	587	38.61	59.80	13.55	1.3
10 nm CrO _x	2 nm LiF _x	有	600	38.85	51.29	11.96	4.5
15 nm CrO _x	2 nm LiF _x	有	602	38.80	48.70	11.38	5.5
20 nm CrO _x	2 nm LiF _x	有	590	38.88	50.90	11.68	4.7
5 nm CrO _x	1 nm LiF _x	有	584	36.70	57.10	12.23	1.4
5 nm CrO _x	2 nm LiF _x	无	521	36.65	57.00	10.88	1.4

从表一中可以发现, 发射极为 5 nm CrO_x 的背接触异质结太阳电池, 其光电转换效率达到最大值为 13.55%, 相比于发射极为 10nm、15 nm 和 20 nm CrO_x 的背接触异质结太阳电池, 其填充因子最高为 59.80%。

表一中显示, 随着 CrO_x 薄膜厚度的增加, 会引起太阳电池串联电阻增加, 从而导致填充因子降低, 由此说明 CrO_x 薄膜体电阻率较大。而发射极为 5 nm CrO_x 的背接触异质结太阳电池的开路电压降低, 是因为薄膜还处于不连续的状态, 在硅片表面无法达到完全的覆盖, 具有较高的复合电流密度。而发射极为 10 nm CrO_x 薄膜由于在沉积过程中可以达到连续状态, 因此可以对发射极区域形成较好的钝化性能, 使其所对应的太阳电池的开路电压达到 600 mV。

通过比较背场层分别为 2 nm LiF_x 薄膜和 1 nmLiF_x 薄膜的背接触异质结太阳电池, 可以发现随着 LiF_x 薄膜厚度的降低, 对应的太阳电池的开路电压和填充因子有所下降, 因此背场层的设置可以降低表面复合。具体的, 如图 8 所示, 图 8 所示的曲线为对应表一中引入 2×10^{-2} Pa 氧偏压的不同背接触异质结太阳电池的外量子效率(简称 EQE)。从图中可以看到, 采用 2 nm LiF_x 作为背场层的背接触异质结太阳电池, 而 EQE 在波长 (Wavelength) 范围为 400 nm-850 nm, 最高达到了 90%以上, 说明发射极与背场层存在较小的复合。而采用 1 nm LiF_x 作为背场层的背接触异质结太阳电池的 EQE 会降低。主要是因为背接触电池存在电学遮挡, 1 nm LiF_x 的背场层存在较大的复合, 少数载流子在硅体区横向传输到发射极的过程中被复合, 导致短路电流密度降低 2 mA/cm²。

通过比较发射极为 5 nm CrO_x 薄膜且制备过程中没有引入氧偏压的背接触异质结太阳电池与发射极为 5 nm CrO_x 薄膜且制备过程中引入氧偏压的背接触异质结太阳电池可以发现, 发射极为 5 nm CrO_x 薄膜且制备过程中没有引入氧偏压的背接触异质结太阳电池的开路电压

降低了 65 mV，而其填充因子降低了 2.8%。而这主要是因为 CrO_3 在热蒸发过程中产生大量的氧缺位，引起 $\text{CrO}_x/\text{n-Si}$ 能带弯曲量降低，会降低填充因子和开路电压。因此，引入氧偏压
235 可以减少 CrO_x 薄膜中氧缺位的形成，提高电池的性能。

进一步的，如图 9 所示，图 9 为表一所对应的不同背接触异质结太阳电池的 Suns- V_{OC} 测试结果曲线图，从图 9 中可以看到，不同厚度的 CrO_x 薄膜所对应的背接触异质结太阳电池在高的光注入下的开路电压未出现反向偏转的现象，因此上述各背接触异质结太阳电池中不存在肖特基结，形成了有效的诱导型 p-n 结。同时，此结果也表明，发射极采用 CrO_x 薄膜时
240 所制备出的背接触异质结太阳电池具有高效率的潜力。

实施例 4:

本实施例中对发射极为一层 5 nm CrO_x 薄膜、一层 10 nm CrO_x 薄膜和两层 5 nm CrO_x 薄膜（中间为 4 nm Au 薄膜）的背接触异质结太阳电池的性能参数做了比较，具体参见表二。其中，发射极为 5 nm CrO_x 薄膜或发射极为一层 10 nm CrO_x 薄膜的背接触异质结太阳电池均
245 采用实施例 1 中的制备方法，而发射极为两层 5 nm CrO_x 薄膜的背接触异质结太阳电池采用实施例 2 的制备方法，且三个电池在制备过程中相对应的步骤都一致。

表二

发射极	背场层	氧偏压 (有/无)	开路电压 (mV)	短路电流 (mA/cm ²)	填充因子 (%)	电池效率 (%)	串联电阻 ($\Omega\cdot\text{cm}^2$)
5 nm CrO_x	2 nm LiF_x	With	587	38.61	59.80	13.55	1.3
10 nm CrO_x	2 nm LiF_x	With	600	38.85	51.29	11.96	4.5
MLBC (4 nm Au)	2 nm LiF_x	With	605	39.22	65.01	15.43	1.1

从表二中可以发现发射极为二层 5 nm CrO_x 薄膜的背接触异质结太阳电池相比于其他两个背接触异质结太阳电池，其电池效率分别提升了 1.88%和 3.47%。而将 4 nm Au 薄膜插入到
250 10 nm CrO_x 薄膜中显著提高了太阳电池的开路电压和填充因子，而这主要是因为 4 nm Au 提高了 CrO_x 薄膜中载流子的浓度，降低了 10 nm CrO_x 薄膜的体电阻。

图 10 比较了发射极分别为 5 nm CrO_x 薄膜和 10 nm WO_x 薄膜的背接触异质结太阳电池的稳定性，从图中的曲线可以看出，发射极为 10 nm WO_x 薄膜的背接触异质结太阳电池出现了持续性衰减，即电池效率随着时间的延长持续下降，而这主要是因为空气中的水分、碳杂质等影响。而发射极为 5 nm CrO_x 薄膜的背接触异质结太阳电池在前 10 天内出现衰减，而后
255 效率又提高到 15%。因此，发射极采用 CrO_x 薄膜可以使其对应的背接触异质结太阳电池具有更高的稳定性能。

以上所述仅是本发明的优选实施方式,应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明技术原理的前提下,还可以做出若干改进和替换,这些改进和替换也应视为本发明的保护范围。

260

权利要求书

1、一种背接触异质结太阳能电池的发射极，其特征在于，由上至下包括至少一层 CrO_x 薄膜。

2、如权利要求 1 所述的背接触异质结太阳能电池的发射极，其特征在于，当所述 CrO_x 薄膜为两层以上时，相邻两层所述 CrO_x 薄膜之间还设有金属薄膜。

3、如权利要求 2 所述的背接触异质结太阳能电池的发射极，其特征在于，当所述背接触异质结太阳能电池发射极为一层 CrO_x 薄膜时，所述 CrO_x 薄膜的厚度为 5-20nm；或者当所述背接触异质结太阳能电池的发射极包括两层 CrO_x 薄膜时，两层所述 CrO_x 薄膜的厚度与设于两层所述 CrO_x 薄膜之间的金属薄膜的厚度总和为 5-20nm；或者当所述背接触异质结太阳能电池的发射极包括两层 CrO_x 薄膜时，两层所述 CrO_x 薄膜的厚度均为 5nm，设于两层所述 CrO_x 薄膜之间的金属薄膜的厚度为 4nm。

4、如权利要求 2 或 3 所述的背接触异质结太阳能电池的发射极，其特征在于，所述金属薄膜为 Au 薄膜、Ag 薄膜、Pd 薄膜、Cu 薄膜、Ni 薄膜、Mo 薄膜、W 薄膜以及 Al 薄膜中的一种。

5、一种背接触异质结太阳能电池，其特征在于，包括：硅基体、设于所述硅基体的前表面的第一钝化层、设于所述硅基体的背表面的第二钝化层、设于所述第二钝化层的背表面的如 1-4 任一项所述的发射极、设于所述发射极上的发射极电极以及设于所述第二钝化层上的基区电极。

6、如权利要求 5 所述的背接触异质结太阳能电池，其特征在于，所述背接触异质结太阳能电池还包括设于所述基区电极与所述第二钝化层之间的背场层，或者所述背接触异质结太阳能电池还包括设于所述第一钝化层的前表面的减反射膜。

7、如权利要求 6 所述的背接触异质结太阳能电池，其特征在于，所述背场层为 LiF_x 薄膜、 TiO_2 薄膜、 MgF_x 薄膜以及 Cs_2CO_3 薄膜中的一种。

8、如权利要求 5 所述的背接触异质结太阳能电池，其特征在于，所述基区电极与所述发射极电极之间形成叉指状结构，且两个相邻的所述基区电极与所述发射极电极之间不接触。

9、一种背接触异质结太阳能电池的制备方法，用于制备权利要求 5-8 任一项所述的背接触异质结太阳能电池，其特征在于，包括如下步骤：

选取晶体硅片，清洗后形成所述硅基体；

在所述硅基体的前表面和后表面分别沉积所述第一钝化层和所述第二钝化层；

在所述第二钝化层的背表面固定定位模板，将第一金属掩模板嵌入所述定位模板内，在所述第二钝化层的背表面依次沉积所述 CrOx 薄膜和/或金属薄膜、所述发射极电极；

取下所述第一金属掩模板，将与所述第一金属掩模板相匹配的第二金属掩模板嵌入所述定位模板内，采用蒸发法在所述第二钝化层的背表面沉积所述基区电极。

10、如权利要求 9 所述的背接触异质结太阳能电池的制备方法，其特征在于，

所述在所述第二钝化层的背表面沉积所述基区电极的步骤包括在所述第二钝化层的背表面依次沉积背场层和所述基区电极；

或者在所述硅基体的前表面沉积所述第一钝化层的步骤之后还包括在所述第一钝化层的前表面沉积所述减反射膜。

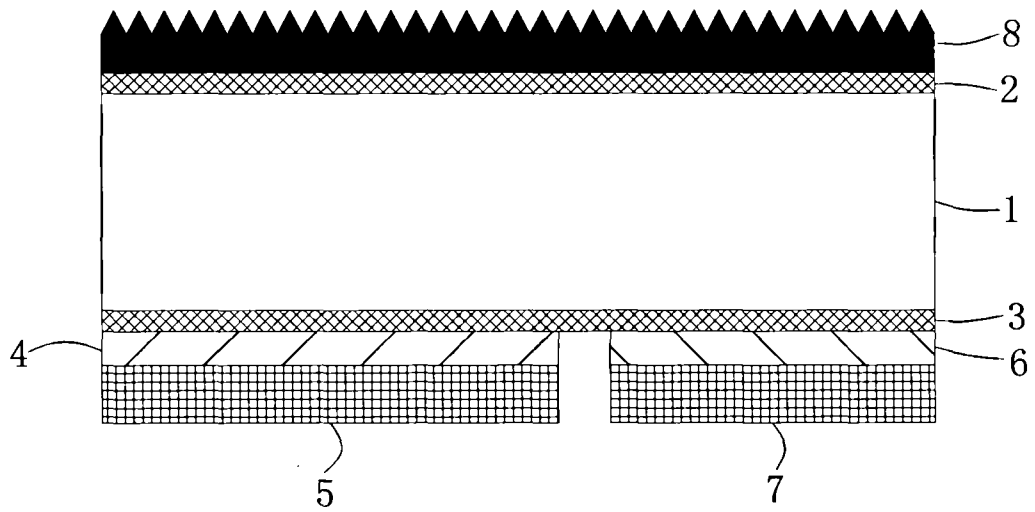


图 1

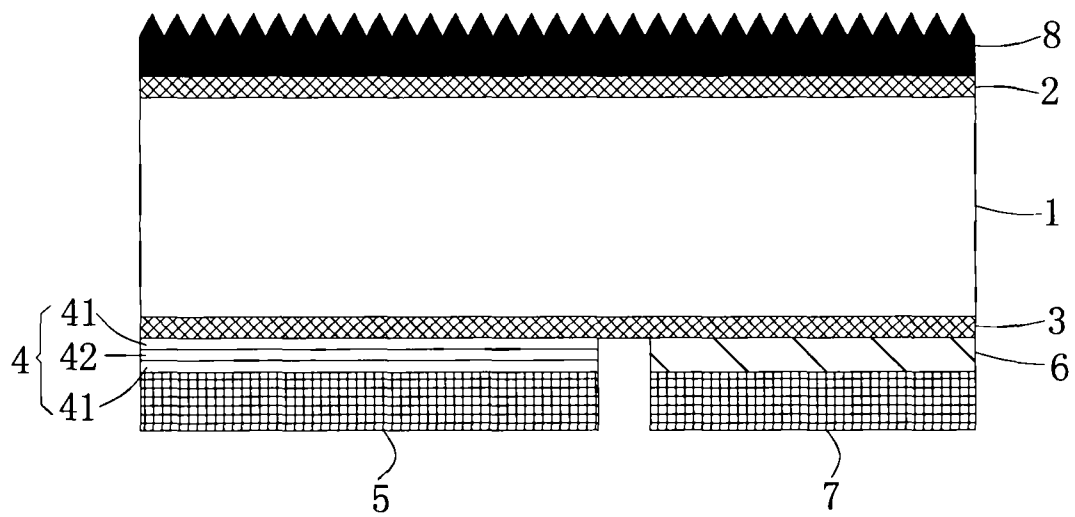


图 2

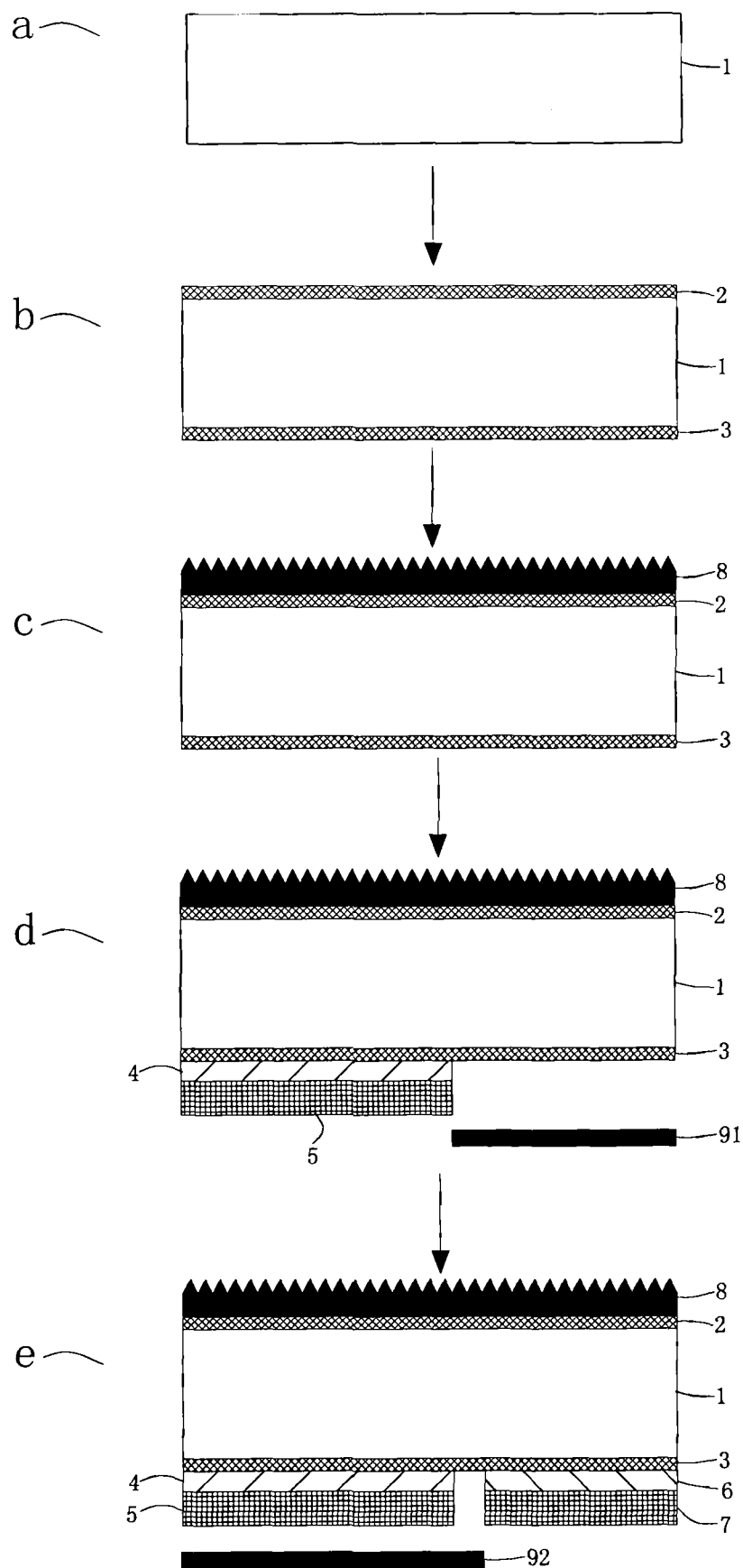


图 3

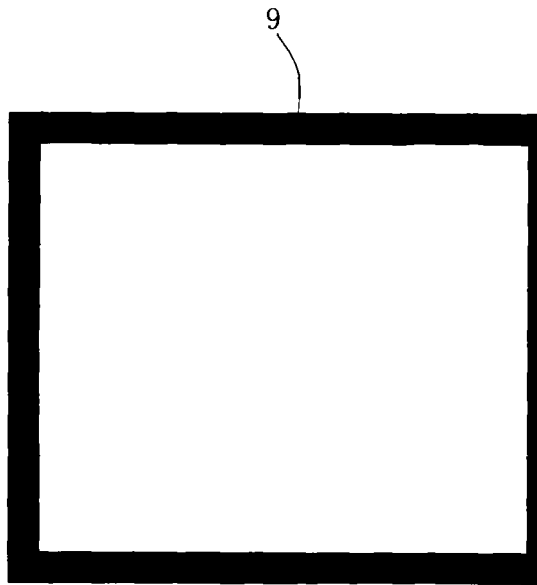


图 4

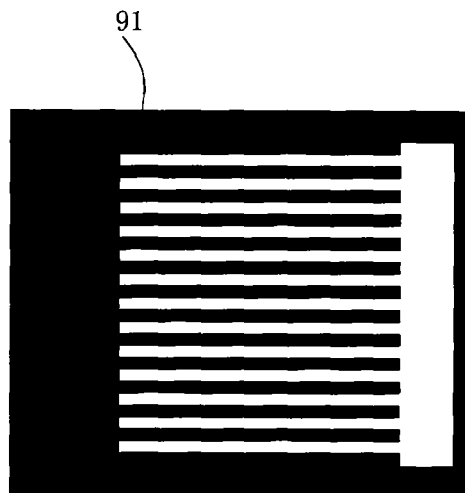


图 5

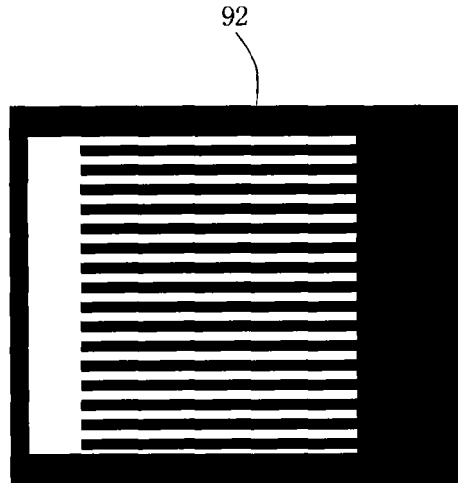


图 6

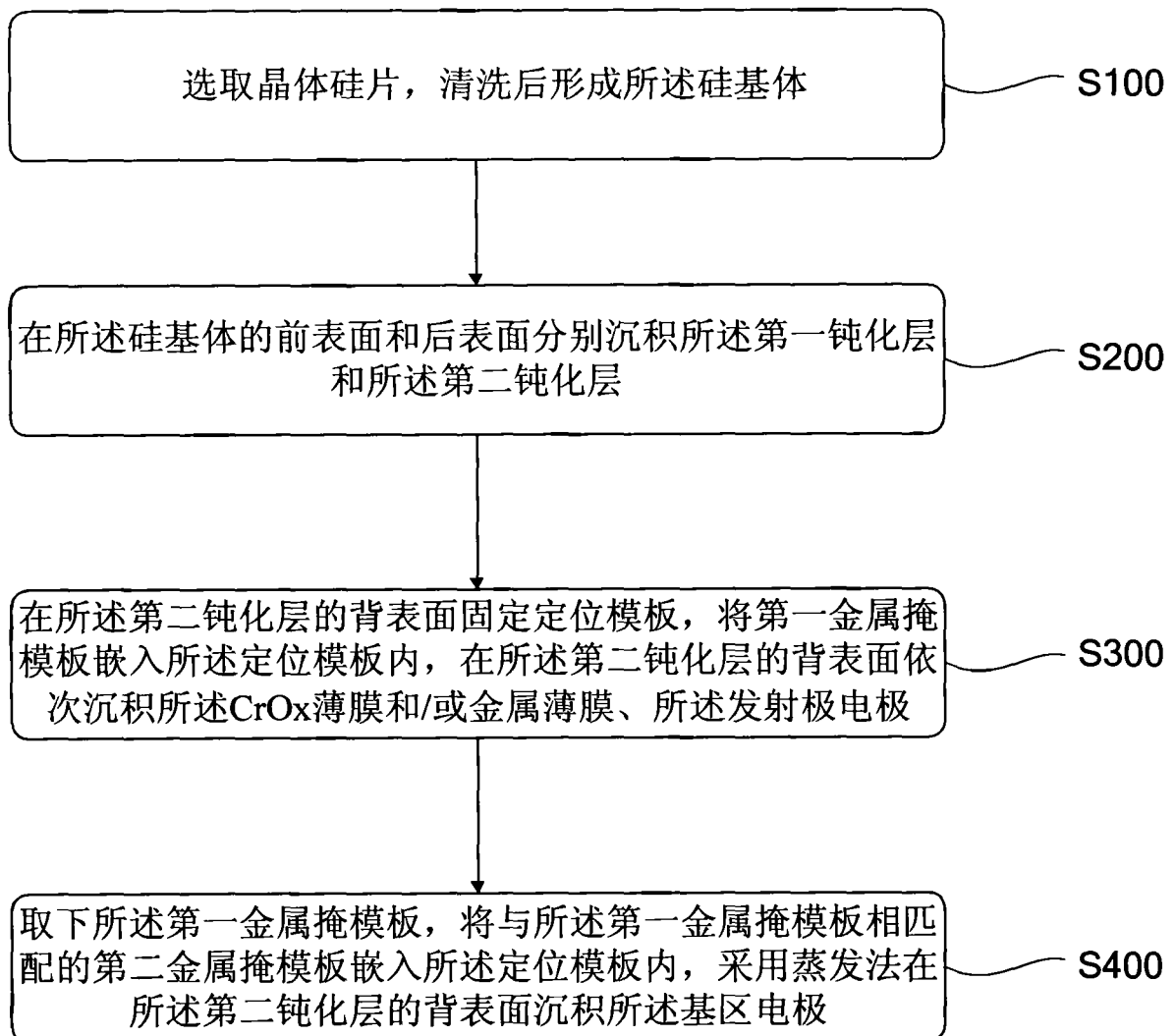


图 7

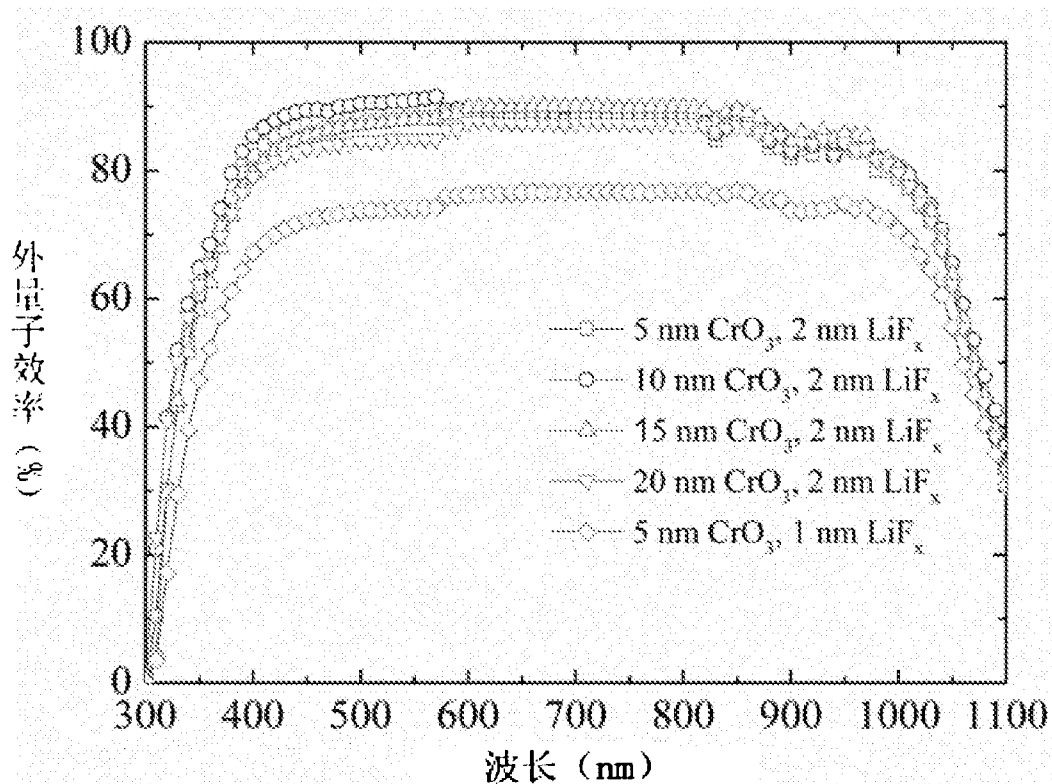


图 8

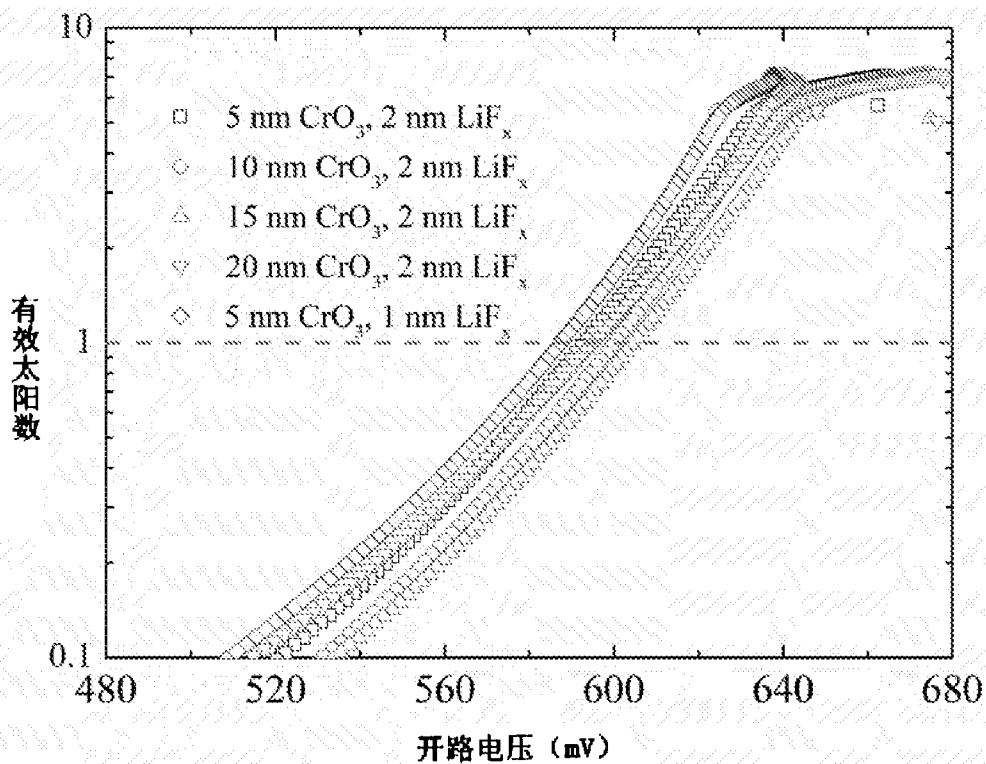


图 9

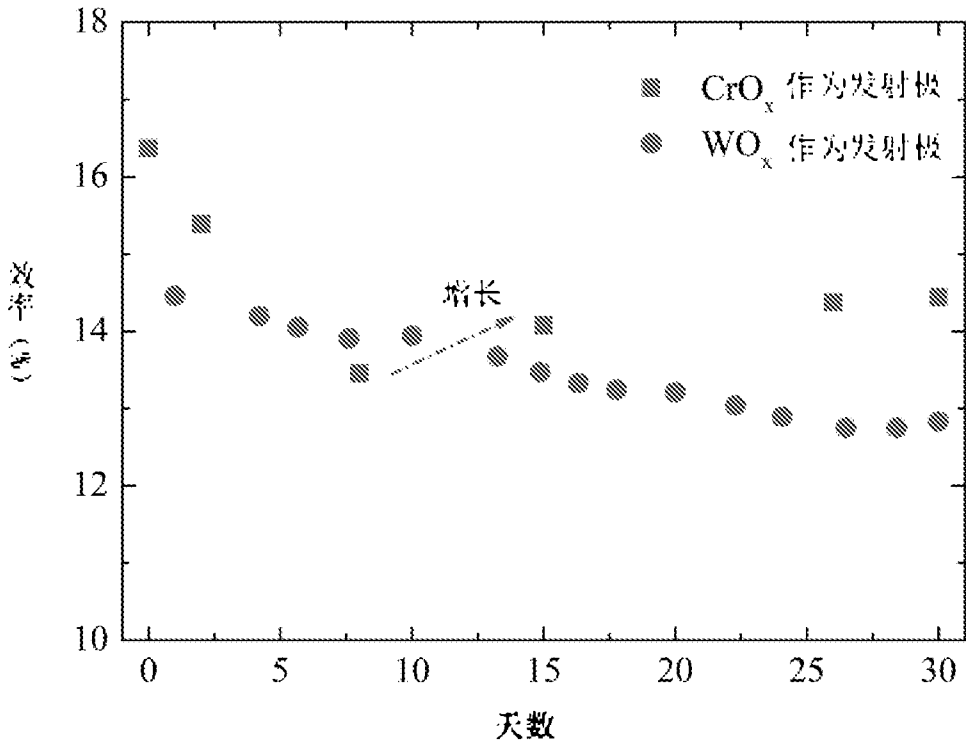


图 10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2017/085484

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L 31/032 (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)

CNPAT, CNKI, WPI, EPODOC: 硅基, 太阳能电池, 异质结, 背面, 背场, 接触, 电极, 发射极, 过渡金属, 氧化物, 氧化铬, 掺杂, 钝化, HBC, IBC, HIT, solar, back, contact+, electrode?, emit+, chromium, oxide, CrO, CrO3

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 105789342 A (SUN YAT-SEN UNIVERSITY), 20 July 2016 (20.07.2016), description, paragraphs [0025] and [0041]-[0051], and figures 1-2	1-10
Y	CN 106024927 A (NINGBO INSTITUTE OF MATERIAL TECHNOLOGY AND ENGINEERING, CAS), 12 October 2016 (12.10.2016), description, paragraphs [0037]-[0066], and figure 3	1-10
A	CN 104993006 A (JI'NAN UNIVERSITY), 21 October 2015 (21.10.2015), entire document	1-10
A	CN 104916709 A (SUN YAT-SEN UNIVERSITY), 16 September 2015 (16.09.2015), entire document	1-10
A	CN 102931243 A (WUXI SUNTECH POWER CO., LTD. et al.), 13 February 2013 (13.02.2013), entire document	1-10
A	KR 20150067782 A (JUSUNG ENG CO., LTD.), 19 June 2015 (19.06.2015), entire document	1-10

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	“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
“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“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
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“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
“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)	“&” document member of the same patent family
“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	

Date of the actual completion of the international search 11 February 2018	Date of mailing of the international search report 28 February 2018
Name and mailing address of the ISA State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No. (86-10) 62019451	Authorized officer WANG, Xueting Telephone No. (86-10) 53961207

International application No.
PCT/CN2017/085484

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (July 2009)

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2017/085484

A. 主题的分类 H01L 31/032(2006.01) i 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		
B. 检索领域 检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号) H01L 包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献 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)) CNPAT, CNKI, WPI, EPDOC: 硅基, 太阳能电池, 异质结, 背面, 背场, 接触, 电极, 发射极, 过渡金属, 氧化物, 氧化铬, 掺杂, 钝化, HBC, IBC, HIT, solar, back, contact+, electrode?, emit+, chromium, oxide, CrO, CrO3		
C. 相关文件		
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
Y	CN 105789342 A (中山大学) 2016年 7月 20日 (2016 - 07 - 20) 说明书第[0025], [0041]-[0051]段、附图1-2	1-10
Y	CN 106024927 A (中国科学院宁波材料技术与工程研究所) 2016年 10月 12日 (2016 - 10 - 12) 说明书第[0037]-[0066]段、附图3	1-10
A	CN 104993006 A (暨南大学) 2015年 10月 21日 (2015 - 10 - 21) 全文	1-10
A	CN 104916709 A (中山大学) 2015年 9月 16日 (2015 - 09 - 16) 全文	1-10
A	CN 102931243 A (无锡尚德太阳能电力有限公司 等) 2013年 2月 13日 (2013 - 02 - 13) 全文	1-10
A	KR 20150067782 A (JUSUNG ENG CO., LTD.) 2015年 6月 19日 (2015 - 06 - 19) 全文	1-10
☐ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。		
* 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 “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 “&” 同族专利的文件		
国际检索实际完成的日期		国际检索报告邮寄日期
2018年 2月 11日		2018年 2月 28日
ISA/CN的名称和邮寄地址		受权官员
中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号 (86-10)62019451		王雪婷 电话号码 (86-10)53961207

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2017/085484

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	105789342	A	2016年 7月 20日	无	
CN	106024927	A	2016年 10月 12日	无	
CN	104993006	A	2015年 10月 21日	CN 104993006	B 2017年 7月 4日
CN	104916709	A	2015年 9月 16日	CN 104916709	B 2017年 8月 8日
CN	102931243	A	2013年 2月 13日	无	
KR	20150067782	A	2015年 6月 19日	无	