

(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 10 月 24 日 (24.10.2024)



(10) 国际公布号  
**WO 2024/217475 A1**

(51) 国际专利分类号:  
**H01L 31/0352** (2006.01) **H01L 31/0256** (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2024/088443

(22) 国际申请日: 2024 年 4 月 17 日 (17.04.2024)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:  
202310411689.6 2023 年 4 月 17 日 (17.04.2023) CN  
202310444710.2 2023 年 4 月 23 日 (23.04.2023) CN

(71) 申请人: 隆基绿能科技股份有限公司 (**LONGI GREEN ENERGY TECHNOLOGY CO., LTD.**) [CN/CN]; 中国陕西省西安市长安区航天中路 388 号, Shaanxi 710100 (CN)。

(72) 发明人: 王静 (**WANG, Jing**); 中国陕西省西安市长安区航天中路 388 号, Shaanxi 710100 (CN)。吴兆 (**WU, Zhao**); 中国陕西省西安市长安区航天中路 388 号, Shaanxi 710100 (CN)。解俊杰 (**XIE, Junjie**); 中国陕西省西安市长安区航天中路 388 号, Shaanxi 710100 (CN)。林宏 (**LIN, Hong**); 中国陕西省西安市长安区航天中路 388 号, Shaanxi 710100 (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,

(54) Title: SOLAR CELL

(54) 发明名称: 太阳能电池

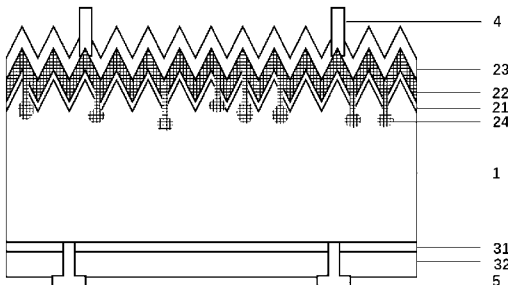


图 1

(57) Abstract: A solar cell, comprising a crystalline silicon absorption layer and, successively stacked on a light-receiving surface of the crystalline silicon absorption layer, a first silicon oxide layer, a first broad band gap metal oxide layer, a first protection layer and a front surface electrode, the first broad band gap metal oxide layer being formed by doped metal oxide, and elements with which the first broad band gap metal oxide layer is doped diffusing to the crystalline silicon absorption layer via the first silicon oxide layer so as to form a first doped region. A multilayer silicon oxide/broad band gap oxide structure is used as a selective contact and transport layer of the silicon solar cell, and a high-temperature process is used for forming a hole structure in the silicon oxide, such that the elements with which the broad band gap oxide is doped further diffuse to the surface of the crystalline silicon, thereby avoiding great photo-parasitic absorption, obtaining a better field passivation effect, and improving the efficiency of the solar cell.

(57) 摘要: 一种太阳能电池, 其包括晶体硅吸收层, 以及在所述晶体硅吸收层的受光面依次层叠设置的第一氧化硅层、第一宽带隙金属氧化物层、第一保护层和前表面电极, 其中, 所述第一宽带隙金属氧化物层由掺杂的金属氧化物形成, 所述第一宽带隙金属氧化物层中掺杂的元素通过所述第一氧化硅层向所述晶体硅吸收层扩散, 形成第一掺杂区。采用多层氧化硅/宽带隙氧化物结构作为硅太阳能电池的选择性接触与传输层, 使用高温工艺, 使得氧化硅形成空洞结构, 宽带隙氧化物中掺杂的元素进一步扩散到晶体硅表面。从而避免了较大的光寄生性吸收, 获得更优的场钝化效果, 提升太阳能电池的效率。



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,  
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))。

## 太阳能电池

### 相关申请的交叉引用

本申请要求在 2023 年 4 月 17 日提交中国专利局、申请号为 202310411689.6、发明名称为“前表面具有宽带隙氧化物结构的太阳能电池”  
5 的中国专利申请的优先权，在 2023 年 4 月 23 日提交中国专利局、申请号为 202310444710.2、发明名称为“前表面具有多层氧化锌结构的太阳能电池”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

10 本申请属于太阳能电池技术领域，具体地，涉及一种太阳能电池。

### 背景技术

目前的隧穿氧化层钝化接触（TOPCon）电池正面结构仍采用与发射极背面钝化（PERC）电池相同的结构，该结构存在金属栅线与硅吸收层的直接接  
15 触，导致电池前表面仍旧存在较高的表面复合速率，限制了 TOPCon 电池效率的进一步提升。

采用 POLO 结构可以改善上述问题，但是在晶体硅电池正面引入掺杂多晶硅传输层会带来较强的寄生性吸收，同样限制了电池效率的提升。当前，许多研究使用宽带隙材料作为钝化接触层，一般采用低温工艺，采用完整的  
20 氧化硅层作为钝化层，使得界面接触电阻较大，效率损失严重，或使用非晶硅钝化，导致光寄生吸收损失严重。

当前异质结（HJT）电池采用 TCO 等材料作为传输层，同样引起较强的光学寄生吸收，导致电池效率损失。

### 25 发明内容

针对现有技术存在的问题，本申请提供一种前表面具有宽带隙氧化物结构的太阳能电池。

具体来说，本申请涉及如下方面：

一种太阳能电池，其包括晶体硅吸收层，以及在所述晶体硅吸收层的受

光面依次层叠设置的第一氧化硅层、第一宽带隙金属氧化物层、第一保护层和前表面电极，

其中，所述第一宽带隙金属氧化物层由掺杂的金属氧化物形成，所述第一宽带隙金属氧化物层中掺杂的元素通过所述第一氧化硅层向所述晶体硅吸收层扩散，形成第一掺杂区。

可选地，其中所述第一氧化硅层的厚度为 0.5-4 nm。

可选地，所述第一氧化硅层的厚度小于等于 20 个原子层，优选地，所述第一氧化硅层的厚度小于等于 8 个原子层。

可选地，其中所述第一氧化硅层具有通过煅烧形成的孔洞。

可选地，其中所述第一宽带隙金属氧化物层包括第一氧化锌层和第二氧化锌层，所述第一氧化锌层的厚度为 3-10 nm，所述第二氧化锌层的厚度为 10-200 nm；

或，所述第二氧化锌层是掺杂的氧化锌层，所述第二氧化锌层的掺杂浓度大于所述第一氧化锌层的掺杂浓度；

或，所述第二氧化锌层的方阻小于所述第一氧化锌层的方阻。

可选地，所述第二氧化锌层为柱状晶体结构。

可选地，在所述第二氧化锌层远离所述晶体硅吸收层的一侧还设置有前表面减反射层，所述前表面电极贯穿所述前表面减反射层与所述第二氧化锌层接触。

可选地，其中所述第一宽带隙金属氧化物层的多晶化程度从靠近所述第一氧化物层的一侧到远离所述第一氧化物层的一侧递增。

可选地，其中所述第一保护层材料选自氮化硅、氧化钛、硫化锌、氧化铝、氮化铝、氧化硅等中的一种或两种以上。

可选地，其中所述第一保护层的厚度为 10-100 nm。

可选地，其中所述前表面电极贯穿所述第一保护层与所述第一宽带隙金属氧化物层接触。

可选地，其中在所述第一保护层远离所述晶体硅吸收层的一侧还设置有前表面减反射层，所述前表面电极贯穿所述前表面减反射层和所述第一保护层与所述第一宽带隙金属氧化物层接触。

可选地,其中所述太阳能电池还包括在所述晶体硅吸收层的背光面依次层叠设置的第二氧化硅层、第二宽带隙金属氧化物层、第二保护层和背表面电极,所述背表面电极贯穿所述第二保护层与所述第二宽带隙金属氧化物层接触,

- 5       其中,所述第二宽带隙金属氧化物层由掺杂的金属氧化物形成,所述第二宽带隙金属氧化物层中掺杂的元素通过所述第二氧化硅层向所述晶体硅吸收层扩散,形成第二掺杂区,

所述第二宽带隙金属氧化物层和所述第一宽带隙金属氧化物层的电荷传输性质相反。

- 10       可选地,其中所述第二氧化硅层的厚度为 0.5-4 nm。

可选地,其中所述第二氧化硅层具有通过煅烧形成的孔洞。

- 可选地,其中所述第一宽带隙金属氧化物层,或所述第二宽带隙金属氧化物层所使用的金属氧化物选自氧化锌、氧化锡、氧化钼、氧化钛、氧化镍、氧化镓、氧化铟、氧化铜、氧化镁、氧化铝、氧化钨、氧化铈、氧化锰、氧化钒、氧化铬、氧化钴、氧化锆、氧化镉、氧化铪等中的一种或两种以上。
- 15

可选地,其中所述第一宽带隙金属氧化物层,或所述第二宽带隙金属氧化物层的厚度为 10-200 nm。

可选地,其中所述第二宽带隙金属氧化物层的多晶化程度从靠近所述第二氧化物层的一侧到远离所述第二氧化物层的一侧递增。

- 20       可选地,其中所述第二保护层的材料选自氮化硅或氮化铝。

可选地,其中所述第二保护层的厚度为 10-100 nm。

可选地,其中在所述第二保护层远离所述晶体硅吸收层的一侧还设置有背面减反射层,所述背表面电极贯穿所述背面减反射层和所述第二保护层与所述第二宽带隙金属氧化物层接触。

- 25       上述说明仅是本发明技术方案的概述,为了能够更清楚了解本发明的技术手段,而可依照说明书的内容予以实施,并且为了让本发明的上述和其它目的、特征和优点能够更明显易懂,以下特举本发明的具体实施方式。

## 附图说明

为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案，下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作一简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图是本发明的一些实施例，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的附图。

5 图 1 为本申请的一种实施方式的太阳能电池的结构示意图；

图 2 为本申请的另一种实施方式的太阳能电池的结构示意图；

图 3 为本申请的另一种实施方式的太阳能电池的结构示意图；

图 4 为本申请的另一种实施方式的太阳能电池的结构示意图；

图 5 为本申请的一种实施方式的太阳能电池的结构示意图；

10 图 6 为本申请的另一种实施方式的太阳能电池的结构示意图；

图 7 为本申请的另一种实施方式的太阳能电池的结构示意图。

附图标记：

图 1 至图 4，1 晶体硅吸收层，21 第一氧化硅层，22 第一宽带隙金属氧化物层，23 第一保护层，24 第一掺杂区，31 背钝化层，32 背面减反射层；  
15 4 前表面电极，5 背表面电极，61 背隧穿钝化层，62 第一背传输层，63 背面减反射层，71 非晶硅钝化层，72 第二背传输层，73 第三背传输层，81 第二氧化硅层，82 第二宽带隙金属氧化物层，83 第二保护层，84 第二掺杂区；

图 5 至图 7，1 晶体硅吸收层，21 第一氧化锌层，22 第二氧化锌层，31  
20 背钝化层，32 背面减反射层；4 前表面电极，5 背表面电极，61 背隧穿钝化层，62 第一背传输层，71 非晶硅钝化层，72 第二背传输层，73 第三背传输层。

### 具体实施例

25 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本发明保护的范围。

下面结合实施例进一步说明本申请，应当理解，实施例仅用于进一步说明和阐释本申请，并非用于限制本申请。

除非另外定义，本说明书中有关技术的和科学的术语与本领域内的技术人员所通常理解的意思相同。虽然在实验或实际应用中可以应用与此间所述相似或相同的方法和材料，本文还是在下文中对材料和方法做了描述。在相冲突的情况下，以本说明书包括其中定义为准，另外，材料、方法和例子仅供说明，而不具限制性。以下结合具体实施例对本申请作进一步的说明，但不用来限制本申请的范围。

本申请提供一种太阳能电池，如图 1-图 4 所示，其包括晶体硅吸收层 1，以及在所述晶体硅吸收层 1 的受光面依次层叠设置的第一氧化硅层 21、第一宽带隙金属氧化物层 22、第一保护层 23 和前表面电极 4。其中，所述第一宽带隙金属氧化物层 22 由掺杂的金属氧化物形成，所述第一宽带隙金属氧化物层 22 中掺杂的元素通过第一氧化硅层 21 向晶体硅吸收层 1 扩散，形成第一掺杂区 24。

第一氧化硅层 21 由氧化硅形成，起到化学钝化的功能。在一个具体的实施方式中，第一氧化硅层 21 的厚度为 0.5-4 nm，例如可以为 0.5nm、1 nm、1.5 nm、2 nm、2.5 nm、3 nm、3.5nm、4nm，或这些数值之间的任何范围。第一氧化硅层 21 这种超薄的结构主要有两个作用：1. 对晶体硅表面起到化学钝化作用，降低表面复合；2. 在电荷传输中起到隧穿作用，有利于电荷传输，提高电池效率。

在一个具体的实施方式中，第一氧化硅层 21 具有通过煅烧形成的孔洞。孔洞的存在使得第一宽带隙金属氧化物层 22 中掺杂的元素可以向晶体硅吸收层 1 扩散，形成第一掺杂区 24。

第一宽带隙金属氧化物层 22 覆盖在第一氧化硅层 21 之上，即在第一氧化硅层 21 远离晶体硅吸收层 1 的一侧。第一宽带隙金属氧化物层 22 起到场效应，选择性接触以及载流子传输的功能。第一宽带隙金属氧化物层 22 由掺杂的金属氧化物形成，可掺杂的掺杂剂为本领域已知的常用掺杂剂，例如可以为铝、镓、铟等元素，以及微量的过渡金属元素或稀土元素，如镍、铜、钨、钼、铌、钽等。

第一宽带隙金属氧化物层 22 中的宽带隙材料可以减少由掺杂非晶硅和 TCO 引起的光学寄生吸收, 如果对 PERC 和 TOPCon 电池进行前表面使用该结构, 还可以优化电极与晶硅界面接触, 减少接触复合。

5 在一个具体的实施方式中, 第一宽带隙金属氧化物层 22 所使用的金属氧化物选自氧化锌、氧化锡、氧化钼、氧化钛、氧化镍、氧化镓、氧化铟、氧化铜、氧化镁、氧化铝、氧化钨、氧化铈、氧化锰、氧化钒、氧化铬、氧化钴、氧化锆、氧化镉、氧化铌等中的一种或两种以上。

10 在一个具体的实施方式中, 第一宽带隙金属氧化物层 22 的厚度为 10-200 nm, 例如可以为 10 nm、20 nm、30 nm、40 nm、50 nm、60 nm、70 nm、80 nm、90 nm、100 nm、110 nm、120 nm、130 nm、140 nm、150 nm、160 nm、170 nm、180 nm、190 nm、200 nm, 或这些数值之间的任何范围。

在一个具体的实施方式中, 第一宽带隙金属氧化物层 22 的多晶化程度从靠近第一氧化物层 21 的一侧到远离第一氧化物层 21 的一侧(即靠近第一保护层 23 的一侧)递增。

15 在一个具体的实施方式中, 第一宽带隙金属氧化物层 22 从靠近第一氧化物层 21 的一侧到远离第一氧化物层 21 的一侧由非晶结构逐渐过渡到多晶结构。

20 第一保护层 23 的材料可以选自氮化硅、氧化钛、硫化锌、氧化铝、氮化铝等中的一种或两种以上, 起到稳定以及减反射功能。第一保护层 23 以包括掺杂剂成分, 如铝、镓、铟等元素, 以及微量的过渡金属元素或稀土元素, 如镍、铜、镧、铈、铟等。

在一个具体的实施方式中, 第一保护层 23 的厚度为 10-100 nm, 例如可以为 10 nm、20 nm、30 nm、40 nm、50 nm、60 nm、70 nm、80 nm、90 nm、100 nm, 或这些数值之间的任何范围。

25 第一掺杂区 24 为第一宽带隙金属氧化物层 22 中掺杂的元素, 通过第一氧化硅层 21 向晶体硅吸收层 1 扩散形成的区域, 从第一宽带隙金属氧化物层 22 靠近晶体硅吸收层 1 的一侧延伸到晶体硅吸收层 1。第一掺杂区 24 可以起到优化界面电阻, 钝化晶体硅, 减少界面复合的作用。

晶体硅吸收层 1 可以为本领域已知的 n 型或 p 型硅片, 厚度为 60-150

μm。

前表面电极 4 设置在太阳能电池的受光面，并贯穿第一保护层 23 与第一宽带隙金属氧化物层 22 接触。

本领域人员可以理解，根据实际需要，还可以在宽带隙金属氧化物层 22 远离晶体硅吸收层 1 的一侧设置前表面减反射层，前表面电极 4 贯穿所述前表面减反射层和第一保护层 23 与宽带隙金属氧化物层 22 接触。

本申请的太阳能电池可以是在受光面包含上述结构的任何类型的太阳能电池，例如可以为发射极背面钝化电池、隧穿氧化层钝化接触电池、异质结电池等。本领域技术人员可以根据不同的太阳能电池类型，选择相应的背光面结构。

在一个具体的实施方式中，太阳能电池结构如图 1 所示，太阳能电池为发射极背面钝化电池。太阳能电池包括晶体硅吸收层 1，以及在晶体硅吸收层 1 的受光面依次层叠设置的第一氧化硅层 21、第一宽带隙金属氧化物层 22、第一保护层 23 和前表面电极 4，前表面电极 4 贯穿第一保护层 23 与第一宽带隙金属氧化物层 22 接触。其中，第一宽带隙金属氧化物层 22 由掺杂的金属氧化物形成，第一宽带隙金属氧化物层 22 中掺杂的元素通过第一氧化硅层 21 向晶体硅吸收层 1 扩散，形成第一掺杂区 24。所述太阳能电池在晶体硅吸收层 1 的背光面依次层叠设置有背钝化层 31、背面减反射层 32 和背表面电极 5，背表面电极 5 贯穿背钝化层 31 和背面减反射层 32 与晶体硅吸收层 1 接触。

其中，背钝化层 31 可以为氧化铝单层或氧化铝与氧化硅的叠层结构。

在一个具体的实施方式中，太阳能电池结构如图 1 所示，太阳能电池为发射极背面钝化电池。太阳能电池包括晶体硅吸收层 1，以及在晶体硅吸收层 1 的受光面依次层叠设置的第一氧化硅层 21、第一宽带隙金属氧化物层 22、第一保护层 23 和前表面电极 4，前表面电极 4 贯穿第一保护层 23 与第一宽带隙金属氧化物层 22 接触。其中，第一宽带隙金属氧化物层 22 由掺杂的金属氧化物形成，第一宽带隙金属氧化物层 22 中掺杂的元素通过第一氧化硅层 21 向晶体硅吸收层 1 扩散，形成第一掺杂区 24。第一氧化硅层 21 的厚度为 0.5-4 nm，并具有通过煅烧形成的孔洞；第一宽带隙金属氧化物

层 22 所使用的金属氧化物选自氧化锌、氧化锡、氧化钼、氧化钛、氧化镍、氧化镓、氧化铟、氧化铜、氧化镁、氧化铝、氧化钨、氧化铈、氧化锰、氧化钒、氧化铬、氧化钴、氧化锆、氧化镉、氧化铪等中的一种或两种以上，厚度为 10-200 nm，第一宽带隙金属氧化物层 22 的多晶化程度从靠近第一氧化物层 21 的一侧到远离第一氧化物层 21 的一侧递增；第一保护层 23 的材料选自氮化硅或氮化铝，厚度为 10-100 nm。所述太阳能电池在晶体硅吸收层 1 的背光面依次层叠设置有背钝化层 31、背面减反射层 32 和背表面电极 5，背表面电极 5 贯穿背钝化层 31 和背面减反射层 32 与晶体硅吸收层 1 接触。

10 在一个具体的实施方式中，太阳能电池结构如图 2 所示，所述太阳能电池为隧穿氧化层钝化接触电池。太阳能电池包括晶体硅吸收层 1，以及在晶体硅吸收层 1 的受光面依次层叠设置的第一氧化硅层 21、第一宽带隙金属氧化物层 22、第一保护层 23 和前表面电极 4，前表面电极 4 贯穿第一保护层 23 与第一宽带隙金属氧化物层 22 接触。其中，第一宽带隙金属氧化物层 22 由掺杂的金属氧化物形成，第一宽带隙金属氧化物层 22 中掺杂的元素通过第一氧化硅层 21 向晶体硅吸收层 1 扩散，形成第一掺杂区 24。所述太阳能电池在晶体硅吸收层 1 的背光面依次层叠设置有背隧穿钝化层 61、第一背传输层 62 和背表面电极 5。

20 其中，背隧穿钝化层 61 为氧化硅层。第一背传输层 62，为 p 型掺杂多晶硅层。

本领域技术人员可以理解，根据实际需要，在第一背传输层 62 远离晶体硅吸收层 1 的一侧还设置有背面减反射层 63，背表面电极 5 贯穿所述背面减反射层 63 与第一背传输层 62 接触。

25 在一个具体的实施方式中，太阳能电池结构如图 2 所示，所述太阳能电池为隧穿氧化层钝化接触电池。太阳能电池包括晶体硅吸收层 1，以及在晶体硅吸收层 1 的受光面依次层叠设置的第一氧化硅层 21、第一宽带隙金属氧化物层 22、第一保护层 23 和前表面电极 4，前表面电极 4 贯穿第一保护层 23 与第一宽带隙金属氧化物层 22 接触。其中，第一宽带隙金属氧化物层 22 由掺杂的金属氧化物形成，第一宽带隙金属氧化物层 22 中掺杂的元素通

过第一氧化硅层 21 向晶体硅吸收层 1 扩散，形成第一掺杂区 24。第一氧化硅层 21 的厚度为 0.5-4 nm，并具有通过煅烧形成的孔洞；第一宽带隙金属氧化物层 22 所使用的金属氧化物选自氧化锌、氧化锡、氧化钼、氧化钛、氧化镍、氧化镓、氧化铟、氧化铜、氧化镁、氧化铝、氧化钨、氧化铈、氧化锰、氧化钒、氧化铬、氧化钴、氧化锆、氧化镉、氧化铍等中的一种或两种以上，厚度为 10-200 nm，第一宽带隙金属氧化物层 22 的多晶化程度从靠近第一氧化物层 21 的一侧到远离第一氧化物层 21 的一侧递增；第一保护层 23 的材料选自氮化硅或氮化铝，厚度为 10-100 nm。所述太阳能电池在晶体硅吸收层 1 的背光面依次层叠设置有背隧穿钝化层 61、第一背传输层 62、背面减反射层和背表面电极 5，背表面电极 5 贯穿所述背面减反射层与第一背传输层 62 接触。

在一个具体的实施方式中，太阳能电池结构如图 3 所示，所述太阳能电池为异质结电池。太阳能电池包括晶体硅吸收层 1，以及在晶体硅吸收层 1 的受光面依次层叠设置的第一氧化硅层 21、第一宽带隙金属氧化物层 22、第一保护层 23 和前表面电极 4，前表面电极 4 贯穿第一保护层 23 与第一宽带隙金属氧化物层 22 接触。其中，第一宽带隙金属氧化物层 22 由掺杂的金属氧化物形成，第一宽带隙金属氧化物层 22 中掺杂的元素通过第一氧化硅层 21 向晶体硅吸收层 1 扩散，形成第一掺杂区 24。所述太阳能电池在晶体硅吸收层 1 的背光面依次层叠设置有非晶硅钝化层 71、第二背传输层 72、第三背传输层 73 和背表面电极 5。

其中，非晶硅钝化层 71 由非晶硅形成。第二背传输层 72 由 p 型掺杂非晶硅形成。第三背传输层 73 可以为银电极。

本领域技术人员可以理解，根据实际需要，在第三背传输层 73 远离晶体硅吸收层 1 的一侧还设置有背面减反射层，背表面电极 5 贯穿所述背面减反射层第三背传输层 73 接触。

在一个具体的实施方式中，太阳能电池结构如图 3 所示，所述太阳能电池为异质结电池。太阳能电池包括晶体硅吸收层 1，以及在晶体硅吸收层 1 的受光面依次层叠设置的第一氧化硅层 21、第一宽带隙金属氧化物层 22、第一保护层 23 和前表面电极 4，前表面电极 4 贯穿第一保护层 23 与第一宽

带隙金属氧化物层 22 接触。其中，第一宽带隙金属氧化物层 22 由掺杂的金属氧化物形成，第一宽带隙金属氧化物层 22 中掺杂的元素通过第一氧化硅层 21 向晶体硅吸收层 1 扩散，形成第一掺杂区 24。第一氧化硅层 21 的厚度为 0.5-4 nm，并具有通过煅烧形成的孔洞；第一宽带隙金属氧化物层 22 所使用的金属氧化物选自氧化锌、氧化锡、氧化钼、氧化钛、氧化镍、氧化镓、氧化铟、氧化铜、氧化镁、氧化铝、氧化钨、氧化铈、氧化锰、氧化钒、氧化铬、氧化钴、氧化锆、氧化镉、氧化铪等中的一种或两种以上，厚度为 10-200 nm，第一宽带隙金属氧化物层 22 的多晶化程度从靠近第一氧化物层 21 的一侧到远离第一氧化物层 21 的一侧递增；第一保护层 23 的材料选自氮化硅或氮化铝，厚度为 10-100 nm。所述太阳能电池在晶体硅吸收层 1 的背光面依次层叠设置有非晶硅钝化层 71、第二背传输层 72、第三背传输层 73、背面减反射层和背表面电极 5，背表面电极 5 贯穿所述背面减反射层第三背传输层 73 接触。

在一个具体的实施方式中，太阳能电池结构如图 4 所示，所述太阳能电池为双面宽带隙氧化物隧穿结构。太阳能电池包括晶体硅吸收层 1，以及在晶体硅吸收层 1 的受光面依次层叠设置的第一氧化硅层 21、第一宽带隙金属氧化物层 22、第一保护层 23 和前表面电极 4，前表面电极 4 贯穿第一保护层 23 与第一宽带隙金属氧化物层 22 接触。其中，第一宽带隙金属氧化物层 22 由掺杂的金属氧化物形成，第一宽带隙金属氧化物层 22 中掺杂的元素通过第一氧化硅层 21 向晶体硅吸收层 1 扩散，形成第一掺杂区 24。所述太阳能电池在晶体硅吸收层 1 的背光面依次层叠设置有第二氧化硅层 81、第二宽带隙金属氧化物层 82、第二保护层 83 和背表面电极 5，所述背表面电极 5 贯穿所述第二保护层 83 与所述第二宽带隙金属氧化物层 82 接触。其中，第二宽带隙金属氧化物层 82 由掺杂的金属氧化物形成，第二宽带隙金属氧化物层 82 中掺杂的元素通过第二氧化硅层 81 向晶体硅吸收层 1 扩散，形成第二掺杂区 84。第二宽带隙金属氧化物层 82 和第一宽带隙金属氧化物层 22 的电荷传输性质相反。

其中，第二氧化硅层 81 的作用、材料、厚度范围、形态与第一氧化硅层 21 相同。第二宽带隙金属氧化物层 82 的作用、材料、厚度范围、多晶化

程度与第一宽带隙金属氧化物层 22 相同。第二保护层 83 的作用、材料、厚度范围与第一保护层 83 相同。第二掺杂区 84 的作用、掺杂元素的选择与第一掺杂区 24 相同。第二宽带隙金属氧化物层 82 和第一宽带隙金属氧化物层 22 的电荷传输性质相反是指，如果第一宽带隙金属氧化物层 22 为电子选择性接触层，则第二宽带隙金属氧化物层 82 为空穴选择性接触层；如果第一宽带隙金属氧化物层 22 为空穴选择性接触层，则第二宽带隙金属氧化物层 82 为电子选择性接触层。

在一个具体的实施方式中，太阳能电池结构如图 4 所示，所述太阳能电池为双面宽带隙氧化物隧穿结构。太阳能电池包括晶体硅吸收层 1，以及在晶体硅吸收层 1 的受光面依次层叠设置的第一氧化硅层 21、第一宽带隙金属氧化物层 22、第一保护层 23 和前表面电极 4，前表面电极 4 贯穿第一保护层 23 与第一宽带隙金属氧化物层 22 接触。其中，第一宽带隙金属氧化物层 22 由掺杂的金属氧化物形成，第一宽带隙金属氧化物层 22 中掺杂的元素通过第一氧化硅层 21 向晶体硅吸收层 1 扩散，形成第一掺杂区 24。所述太阳能电池在晶体硅吸收层 1 的背光面依次层叠设置有第二氧化硅层 81、第二宽带隙金属氧化物层 82、第二保护层 83 和背表面电极 5，所述背表面电极 5 贯穿所述第二保护层 83 与所述第二宽带隙金属氧化物层 82 接触。其中，第二宽带隙金属氧化物层 82 由掺杂的金属氧化物形成，第二宽带隙金属氧化物层 82 中掺杂的元素通过第二氧化硅层 81 向晶体硅吸收层 1 扩散，形成第二掺杂区 84。第二宽带隙金属氧化物层 82 和第一宽带隙金属氧化物层 22 的电荷传输性质相反。第一氧化硅层 21 和第二氧化物层 81 的厚度为 0.5-4 nm，并具有通过煅烧形成的孔洞；第一宽带隙金属氧化物层 22 和第二宽带隙金属氧化物层 82 所使用的金属氧化物选自氧化锌、氧化锡、氧化钼、氧化钛、氧化镍、氧化镓、氧化铟、氧化铜、氧化镁、氧化铝、氧化钨、氧化铈、氧化锰、氧化钒、氧化铬、氧化钴、氧化锆、氧化镉、氧化铪等中的一种或两种以上，厚度为 10-200 nm；第一保护层 23 和第二保护层 83 的材料选自氮化硅或氮化铝，厚度为 10-100 nm。

实施例

实施例 1

太阳能电池结构如图1所示，所述太阳能电池为发射极背面钝化电池。太阳能电池包括晶体硅吸收层1，以及在晶体硅吸收层1的受光面依次层叠设置的第一氧化硅层21、第一宽带隙金属氧化物层22、第一保护层23和前表面电极4，前表面电极4贯穿第一保护层23与第一宽带隙金属氧化物层22接触。其中，第一宽带隙金属氧化物层22由掺杂的金属氧化物形成，第一宽带隙金属氧化物层22中掺杂的元素通过第一氧化硅层21向晶体硅吸收层1扩散，形成第一掺杂区24。所述太阳能电池在晶体硅吸收层1的背光面依次层叠设置有背钝化层31、背面减反射层32和背表面电极5，背表面电极5贯穿背钝化层31和背面减反射层32与晶体硅吸收层1接触。

具体地，太阳能电池的制备步骤如下：

#### 1. 硅片清洗

样品衬底为正面绒面的单晶硅片(n型)，采用标准的 RCA(Radio Corporation of America)清洗工艺对衬底进行清洗，然后用去离子水反复冲洗，并用氮气吹干待用。

#### 2. 氧化硅薄膜制备

利用热氧化法在硅片前表面氧化出  $\text{SiO}_2$  钝化层 21，其厚度约为 1.7nm。

#### 3. 氧化锌薄膜制备

采用 ALD 方法制备厚度约为 40nm 的掺磷氧化锌薄膜 22，温度为 160 摄氏度，其中使用的气源为二乙基锌、去离子水、乙硼烷，循环步骤：二乙基锌脉冲 0.1 秒、氮气吹扫 10 秒、去离子水脉冲 0.1 秒，氮气吹扫 10 秒，在上述循环过程中，将乙硼烷引入反应腔室光，其与二乙基锌的循环比为 1: 2。

#### 4. 正面氮化硅制备

在 22 层上面沉积一层 60nm 厚度的氮化硅层 23，在硅片正面形成氮化硅盖层。

#### 5. 背面氧化铝/氮化硅制备

采用 PECVD 的方式在硅片背面先沉积一层 15nm 厚度的氧化铝层 31；在其上面沉积一层 80nm 厚度的氮化硅层 32，在硅片背面形成氧化铝/氮化硅叠层钝化膜。

## 6. 正反两面的氧化铝薄膜上激光开槽

利用脉冲激光在硅片的正面进行开槽，将部分氮化硅薄膜层 23 击穿露出 22 层，金属电极通过薄膜上的槽与 22 层实现接触。背面激光将部分氧化铝薄膜层击穿露出硅体区 1 层，金属电极通过薄膜上的槽与 1 层实现接触。

## 5 7. 电极制备

丝网印刷背面银电极、背面铝浆、正面银电极并烘干，最后将硅片送入烧结炉进行烧结，在 930℃ 进行煅烧。在此过程中，22 层中掺杂元素会经过 21 层扩散到 1 层形成 24 层，完成太阳能电池的制备。

## 实施例 2

10 太阳能电池结构如图 2 所示，所述太阳能电池为隧穿氧化层钝化接触电池。太阳能电池包括晶体硅吸收层 1，以及在晶体硅吸收层 1 的受光面依次层叠设置的第一氧化硅层 21、第一宽带隙金属氧化物层 22、第一保护层 23 和前表面电极 4，前表面电极 4 贯穿第一保护层 23 与第一宽带隙金属氧化物层 22 接触。其中，第一宽带隙金属氧化物层 22 由掺杂的金属氧化物形成，  
15 第一宽带隙金属氧化物层 22 中掺杂的元素通过第一氧化硅层 21 向晶体硅吸收层 1 扩散，形成第一掺杂区 24。所述太阳能电池在晶体硅吸收层 1 的背光面依次层叠设置有背隧穿钝化层 61、第一背传输层 62、背面减反射层 63 和背表面电极 5。

具体地，太阳能电池的制备步骤如下：

## 20 1. 硅片清洗

样品衬底为正面绒面的单晶硅片 (p 型)，采用标准的 RCA (Radio Corporation of America) 清洗工艺对衬底进行清洗，然后用去离子水反复冲洗，并用氮气吹干待用。

## 2. 氧化硅薄膜制备

25 利用紫外臭氧氧化法在硅片前、后表面氧化出  $\text{SiO}_2$  隧穿钝化层 21、61，其厚度均为 1.8nm。

## 3. 氧化镍薄膜制备

采用 ALD 方法制备厚度约为 35nm 的掺硼氧化镍薄膜 22，温度为 150 摄氏度，其中使用的镍、硼、氧源为双-(N,N'-二叔丁基乙酰氨基)镍(II)、

乙硼烷/氢气混合气、去离子水，循环步骤：双-(N,N'-二叔丁基乙酰氨基)镍(II)脉冲 0.1 秒、氮气吹扫 10 秒、去离子水脉冲 0.1 秒、氮气吹扫 10 秒。在此过程中，六氢化二硼/氢气混合气进入反应腔室，其与双-(N,N'-二叔丁基乙酰氨基)镍(II)的循环比例为 1: 3。

#### 5 4. 背面非晶硅制备

通过 PECVD 方法，通入氢气稀释的硅烷直接制备多晶硅薄膜 62，其厚度约为 100nm。

#### 5. 氮化硅薄膜制备

在 22 和 62 层上面分别沉积氮化硅层 23，63 层，其厚度约为 80nm，在 10 硅片正、背面形成氮化硅盖层。

#### 6. 电极制备

丝网印刷背面银电极、背面铝浆、正面银电极并烘干，最后将硅片送入烧结炉进行烧结，在 900°C 进行煅烧。在此过程中，22 层中掺杂元素会经过 21 层扩散到 1 层形成 24 层，完成太阳能电池的制备。

#### 15 实施例 3

太阳能电池结构如图 3 所示，所述太阳能电池为异质结电池。太阳能电池包括晶体硅吸收层 1，以及在晶体硅吸收层 1 的受光面依次层叠设置的第一氧化硅层 21、第一宽带隙金属氧化物层 22、第一保护层 23 和前表面电极 4，前表面电极 4 贯穿第一保护层 23 与第一宽带隙金属氧化物层 22 接触。

20 其中，第一宽带隙金属氧化物层 22 由掺杂的金属氧化物形成，第一宽带隙金属氧化物层 22 中掺杂的元素通过第一氧化硅层 21 向晶体硅吸收层 1 扩散，形成第一掺杂区 24。所述太阳能电池在晶体硅吸收层 1 的背光面依次层叠设置有非晶硅钝化层 71、第二背传输层 72、第三背传输层 73 和背表面电极 5。

25 具体地，太阳能电池的制备步骤如下：

#### 1. 硅片清洗

样品衬底为双面绒面的单晶硅片(n 型)，采用标准的 RCA(Radio Corporation of America)清洗工艺对衬底进行清洗，然后用去离子水反复冲洗，并用氮气吹干待用。

## 2. 氧化硅薄膜制备

利用紫外臭氧氧化法在硅片前表面氧化出  $\text{SiO}_2$  隧穿钝化层 21，其厚度约为 1.8nm。

## 3. 氧化锌薄膜制备

- 5 采用 ALD 方法制备厚度约为 40nm 的掺磷氧化锌薄膜 22，温度为 160 摄氏度，其中使用的气源为二乙基锌、去离子水、乙硼烷，循环步骤：二乙基锌脉冲 0.1 秒、氮气吹扫 10 秒、去离子水脉冲 0.1 秒，氮气吹扫 10 秒，在上述循环过程中，将乙硼烷引入反应腔室光，其与二乙基锌的循环比为 1: 2。

## 10 4. 氧化铝层制备

采用 ALD 工艺在正面沉积氧化铝薄膜层 23。采用高温煅烧工艺，930℃ 煅烧，在此过程中，22 层中掺杂元素会经过 21 层扩散到 1 层形成 24 层。

## 5. 非晶硅沉积

- 15 采用离子注入法制备本征非晶硅薄膜层 71 以及掺杂非晶硅薄膜层 72，其中 71 层厚度约为 3nm，72 层厚度约为 30nm，并采用退火法进行活化工艺。

## 6. TCO 沉积

利用反应等离子体沉积或磁控溅射的方法在上述硅片的表面制备透明导电薄膜层 73，其厚度约为 40nm。

## 20 7. 正面的氧化铝薄膜上激光开槽

利用脉冲激光在硅片的正面进行开槽，将部分氧化铝薄膜层 23 击穿露出 22 层，金属电极通过薄膜上的槽与 22 层实现接触。

## 8. 电极制备

- 25 丝网印刷背面银电极、背面铝浆、正面银电极并烘干，最后将硅片送入烧结炉进行烧结，完成太阳能电池的制备。

## 实施例 4

太阳能电池结构如图 4 所示，所述太阳能电池为双面宽带隙氧化物隧穿结构。太阳能电池包括晶体硅吸收层 1，以及在晶体硅吸收层 1 的受光面依次层叠设置的第一氧化硅层 21、第一宽带隙金属氧化物层 22、第一保护层

23 和前表面电极 4，前表面电极 4 贯穿第一保护层 23 与第一宽带隙金属氧化物层 22 接触。其中，第一宽带隙金属氧化物层 22 由掺杂的金属氧化物形成，第一宽带隙金属氧化物层 22 中掺杂的元素通过第一氧化硅层 21 向晶体硅吸收层 1 扩散，形成第一掺杂区 24。所述太阳能电池在晶体硅吸收层 1 的背光面依次层叠设置有第二氧化硅层 81、第二宽带隙金属氧化物层 82、第二保护层 83 和背表面电极 5，所述背表面电极 5 贯穿所述第二保护层 83 与第二宽带隙金属氧化物层 82 接触。其中，第二宽带隙金属氧化物层 82 由掺杂的金属氧化物形成，第二宽带隙金属氧化物层 82 中掺杂的元素通过第二氧化硅层 81 向晶体硅吸收层 1 扩散，形成第二掺杂区 84。第二宽带隙金属氧化物层 82 和第一宽带隙金属氧化物层 22 的电荷传输性质相反。

具体地，太阳能电池的制备步骤如下：

#### 1. 硅片清洗

样品衬底为双面绒面的单晶硅片(n 型，电阻率 0.5~2.0Ω.cm，厚度 0.15~0.2mm)，采用标准的 RCA(Radio Corporation of America)清洗工艺对衬底进行清洗，然后用去离子水反复冲洗，并用氮气吹干待用。

#### 2. 氧化硅薄膜制备

利用热氧化法在硅片两面氧化出 SiO<sub>2</sub> 隧穿钝化层 21 和 81，厚度为 1.7nm。

#### 3. 氧化镍薄膜制备

采用 ALD 方法制备厚度约为 30nm 的掺硼氧化镍薄膜 22，温度为 150 摄氏度，其中使用的镍、硼、氧源为双-(N,N'-二叔丁基乙酰氨基)镍(II)、乙硼烷/氢气混合气、去离子水，循环步骤：双-(N,N'-二叔丁基乙酰氨基)镍(II)脉冲 0.1 秒、氮气吹扫 10 秒、去离子水脉冲 0.1 秒、氮气吹扫 10 秒。在此过程中，六氢化二硼/氢气混合气进入反应腔室，其与双-(N,N'-二叔丁基乙酰氨基)镍(II)的循环比例为 1:3。

#### 4. 氧化锌薄膜制备

采用 ALD 方法制备厚度约为 40nm 的掺氟氧化锌薄膜 82，温度为 160 摄氏度，其中使用的锌、氟、氧源为二乙基锌、去离子水与氢氟酸的混合物(v:v=200:1)，循环步骤：二乙基锌脉冲 0.1 秒、氮气吹扫 10 秒、去离子

水/氢氟酸混合物脉冲 0.1 秒，氮气吹扫 10 秒。

#### 5. 氧化铝层制备

采用 PECVD 工艺在双面沉积  $\text{Al}_2\text{O}_3$  钝化层 23 与 83。采用高温煅烧工艺， $950^\circ\text{C}$  煅烧，在此过程中，22 层中掺杂元素会经过 21 层扩散到 1 层形成 24 层。

#### 6. 正反两面的氧化铝薄膜上激光开槽

利用脉冲激光在硅片的正反两面进行开槽，将部分氧化铝薄膜层击穿露出氧化铝层 23 和 83，金属电极通过薄膜上的槽与掺杂氧化物 22，82 层实现接触。

#### 10 7. 正反两面电极制备

丝网印刷背面银电极、正面银电极并烘干，最后将硅片送入烧结炉进行烧结，完成太阳能电池的制备。

本申请提供一种太阳能电池，如图 5-图 7 所示，其包括晶体硅吸收层 1，以及在所述晶体硅吸收层 1 的受光面依次层叠设置的第一氧化锌层 21、第二氧化锌层 22 和前表面电极 4。其中，所述晶体硅吸收层 1 和所述第一氧化锌层 21 之间具有第一氧化硅层（未示出），所述第一氧化硅层的厚度小于等于 20 个原子层。

本领域技术人员可以理解，当在本申请中提及厚度时，指的是相应膜层的平均厚度。对于第一氧化硅层的厚度小于等于 20 个原子层，指的是第一氧化硅层的平均厚度小于等于 20 个原子层，例如可以为 20 个原子层、19 个原子层、18 个原子层、17 个原子层、16 个原子层、15 个原子层、14 个原子层、13 个原子层、12 个原子层、11 个原子层、10 个原子层、9 个原子层、8 个原子层、7 个原子层、6 个原子层、5 个原子层、4 个原子层、3 个原子层、2 个原子层等，或这些数值之间的任何范围。

25 在一个具体的实施方式中，第一氧化硅层的厚度小于等于 8 个原子层。

过厚的第一氧化硅层会造成较大的界面电阻，阻碍载流子的选择性接触。界面氧化硅或者界面硅氧键是通过成键的形式消除单晶硅表面硅原子的悬挂键来钝化悬挂键形成的强烈复合中心，氧化硅或者硅氧键层本身为电介质绝缘材料，对载流子的传输有阻碍作用；当该层较薄时，电子可

以通过隧穿效应通过该层，实现载流子传输，且该层越薄隧穿效率越高既导电能力越强。

第一氧化硅层的厚度可以通过本领域已知的表征方式测量，例如透射电镜、深度刻蚀二次离子质谱、深度刻蚀紫外光电子能谱等高精度界面表征技术。

本申请的氧化锌层由第一氧化锌层 21 和第二氧化锌层 22 组成。第一氧化锌层 21 和第二氧化锌层 22 由不连续的工艺制备得到，通过本领域已知的表征方法，如透射电镜可以观察到第一氧化锌层 21 和第二氧化锌层 22 属于不同的两层。

第一氧化锌层 21 起到化学钝化、场效应以及选择性接触的功能。第一氧化锌层 21 可以由不掺杂的氧化锌形成，也可以由掺杂的氧化锌形成，例如可以包括掺杂剂成分，如铝、镓、铟等元素，以及微量的过渡金属元素或稀土元素，如镍、铜、镧、铈、铕等。

在一个具体的实施方式中，第一氧化锌层 21 的厚度为 3-10 nm，例如可以为 3 nm、4 nm、5 nm、6 nm、7 nm、8 nm、9 nm、10 nm，或这些数值之间的任何范围。

在一个具体的实施方式中，第一氧化锌层 21 通过原子层沉积法（ALD）得到。

在一个具体的实施方式中，在 ALD 法中，使用含氧金属源代替独立氧源如水或臭氧等。其中，所述含氧金属源包括乙醇锌、异丙醇锌中的一种或两种。氧元素倾向于与硅元素结合，因此控制工艺过程中界面处氧元素含量是该工艺的关键控制点，采用独立氧源的工艺过程易导致界面处氧含量过多，形成较厚的界面氧化层；采用含氧金属源可以有效控制工艺过程中界面处的氧元素浓度。从而避免在制备第一氧化锌层 21 过程中得到的第一氧化硅层过厚，可以控制界面氧化锌层的厚度在 20 个原子层内。

在一个具体的实施方式中，在 ALD 法中，所采用的温度为 150-400℃，例如可以为 150℃、160℃、170℃、180℃、190℃、200℃、210℃、220℃、230℃、240℃、250℃、260℃、270℃、280℃、290℃、300℃、310℃、320℃、330℃、340℃、350℃、360℃、370℃、380℃、390℃、

400°C, 或这些数值之间的任何范围。

在 ALD 法中, 可以使用本领域已知的金属源, 例如  $\text{ZnCl}_2$ 、 $\text{Zn}(\text{CH}_3)_2$ 、 $\text{Zn}(\text{C}_2\text{H}_5)_2$ 、 $\text{ZnCHCl}$  等。

5 在一个具体的实施方式中, 第一氧化锌层 21 通过原子层沉积法 (ALD) 得到。在 ALD 法中, 使用含氧金属源代替独立氧源, 所述含氧金属源包括乙醇锌、异丙醇锌中的一种或两种; 使用的金属源为  $\text{ZnCl}_2$ 、 $\text{Zn}(\text{CH}_3)_2$ 、 $\text{Zn}(\text{C}_2\text{H}_5)_2$ 、或  $\text{ZnCHCl}$ ; 所采用的温度为 150-400°C。

10 第二氧化锌层 22 覆盖在第一氧化锌层 21 之上, 即在第一氧化锌层 21 远离晶体硅吸收层 1 的一侧。第二氧化锌层 22 起到选择性调节及载流子传输的功能。第二氧化锌层 22 可以由不掺杂的氧化锌形成, 也可以由掺杂的氧化锌形成, 例如可以包括掺杂剂成分, 如铝、镓、铟等元素, 以及微量的过渡金属元素或稀土元素, 如镍、铜、镧、铈、钕等。

15 在一个具体的实施方式中, 第二氧化锌层 22 的厚度为 10-200 nm, 例如可以为 10 nm、20 nm、30 nm、40 nm、50 nm、60 nm、70 nm、80 nm、90 nm、100 nm、110 nm、120 nm、130 nm、140 nm、150 nm、160 nm、170 nm、180 nm、190 nm、200 nm, 或这些数值之间的任何范围。

20 在一个具体的实施方式中, 第二氧化锌层 22 为柱状晶体结构。柱状晶体结构有利于载流子的垂直输运, 既从晶体硅内部向外部的输运过程。氧化锌晶体内部电子的迁移率较高既电子较小, 晶体之间存在晶界会阻碍电子的迁移, 也就是形成了电阻, 柱状晶体在垂直方向电子小、横向方向电阻稍高但是可控, 因此柱状晶体有利于第二层氧化锌实现电子向外输运的功能。

在一个具体的实施方式中, 第二氧化锌层 22 是掺杂的氧化锌层, 第二氧化锌层 22 的掺杂浓度大于第一氧化锌层 21 的掺杂浓度。

25 在一个具体的实施方式中, 第二氧化锌层 22 的方阻小于第一氧化锌层 21 的方阻。

晶体硅吸收层 1 可以为本领域已知的 n 型或 p 型硅片, 厚度为 60-150  $\mu\text{m}$ 。

前表面电极 5 设置在太阳能电池的受光面, 并与第二氧化锌层 22 接

触。

本领域人员可以理解，根据实际需要，还可以在第二氧化锌层 22 远离晶体硅吸收层 1 的一侧设置前表面减反射层，前表面电极 5 贯穿所述前表面减反射层与第二氧化锌层 22 接触。

- 5       本申请的太阳能电池可以是在受光面包含上述结构的任何类型的太阳能电池，例如可以为发射极背面钝化电池、隧穿氧化层钝化接触电池、异质结电池等。本领域技术人员可以根据不同的太阳能电池类型，选择相应的背光面结构。

10       在一个具体的实施方式中，太阳能电池结构如图 5 所示，所述太阳能电池为发射极背面钝化电池，所述太阳能电池包括晶体硅吸收层 1，以及在晶体硅吸收层 1 的受光面依次层叠设置的第一氧化锌层 21、第二氧化锌层 22 和前表面电极 4。其中，所述晶体硅吸收层 1 和所述第一氧化锌层 21 之间具有第一氧化硅层，所述第一氧化硅层的厚度小于等于 20 个原子层。所述太阳能电池在晶体硅吸收层 1 的背光面依次层叠设置有背钝化层 31、背面减反射层 32 和背表面电极 5，背表面电极 5 贯穿背钝化层 31 和背面减反射层 32 与晶体硅吸收层 1 接触。

其中，背钝化层 31 可以为氧化铝单层或氧化铝与氧化硅的叠层结构。

20       在一个具体的实施方式中，太阳能电池结构如图 5 所示，所述太阳能电池为发射极背面钝化电池，所述太阳能电池包括晶体硅吸收层 1，以及在晶体硅吸收层 1 的受光面依次层叠设置的第一氧化锌层 21、第二氧化锌层 22 和前表面电极 4。其中，所述晶体硅吸收层 1 和所述第一氧化锌层 21 之间具有第一氧化硅层，所述第一氧化硅层的厚度小于等于 20 个原子层；第一氧化锌层 21 的厚度为 3-10 nm；第二氧化锌层 22 的厚度为 10-200 nm，第二氧化锌层 22 为柱状晶体结构，第二氧化锌层 22 是掺杂的氧化锌层。所述太  
25       阳能电池在晶体硅吸收层 1 的背光面依次层叠设置有背钝化层 31、背面减反射层 32 和背表面电极 5，背表面电极 5 贯穿背钝化层 31 和背面减反射层 32 与晶体硅吸收层 1 接触。

在一个具体的实施方式中，太阳能电池结构如图 6 所示，所述太阳能电池为隧穿氧化层钝化接触电池，所述太阳能电池包括晶体硅吸收层 1，以及

在晶体硅吸收层 1 的受光面依次层叠设置的第一氧化锌层 21、第二氧化锌层 22 和前表面电极 4。其中，所述晶体硅吸收层 1 和所述第一氧化锌层 21 之间具有第一氧化硅层，所述第一氧化硅层的厚度小于等于 20 个原子层。所述太阳能电池在晶体硅吸收层 1 的背光面依次层叠设置有背隧穿钝化层 5 61、第一背传输层 62 和背表面电极 5。

其中，背隧穿钝化层 61 为氧化硅层。第一背传输层 62，为 p 型掺杂多晶硅层。

本领域技术人员可以理解，根据实际需要，在第一背传输层 62 远离晶体硅吸收层 1 的一侧还设置有背面减反射层，背表面电极 5 贯穿所述背面减反射层与第一背传输层 62 接触。

在一个具体的实施方式中，太阳能电池结构如图 6 所示，所述太阳能电池为隧穿氧化层钝化接触电池，所述太阳能电池包括晶体硅吸收层 1，以及在晶体硅吸收层 1 的受光面依次层叠设置的第一氧化锌层 21、第二氧化锌层 22 和前表面电极 4。其中，所述晶体硅吸收层 1 和所述第一氧化锌层 21 之间具有第一氧化硅层，所述第一氧化硅层的厚度小于等于 20 个原子层；第一氧化锌层 21 的厚度为 3-10 nm；第二氧化锌层 22 的厚度为 10-200 nm，第二氧化锌层 22 为柱状晶体结构，第二氧化锌层 22 是掺杂的氧化锌层。所述太阳能电池在晶体硅吸收层 1 的背光面依次层叠设置有背隧穿钝化层 61、第一背传输层 62、背面减反射层和背表面电极 5，背表面电极 5 贯穿所述背面减反射层与第一背传输层 62 接触。

在一个具体的实施方式中，太阳能电池结构如图 7 所示，所述太阳能电池为异质结电池，所述太阳能电池包括晶体硅吸收层 1，以及在晶体硅吸收层 1 的受光面依次层叠设置的第一氧化锌层 21、第二氧化锌层 22 和前表面电极 4。其中，所述晶体硅吸收层 1 和所述第一氧化锌层 21 之间具有第一氧化硅层，所述第一氧化硅层的厚度小于等于 20 个原子层。所述太阳能电池在晶体硅吸收层 1 的背光面依次层叠设置有非晶硅钝化层 71、第二背传输层 72、第三背传输层 73 和背表面电极 5。

其中，非晶硅钝化层 71 由非晶硅形成。第二背传输层 72 由 p 型掺杂非晶硅形成。第三背传输层 73 可以为 ITO 材料，或者本领域用作背传输层的

其他透明导电薄膜材料。

本领域技术人员可以理解，根据实际需要，在第三背传输层 73 远离晶体硅吸收层 1 的一侧还设置有背面减反射层，背表面电极 5 贯穿所述背面减反射层第三背传输层 73 接触。

5 在一个具体的实施方式中，太阳能电池结构如图 7 所示，所述太阳能电池为异质结电池，所述太阳能电池包括晶体硅吸收层 1，以及在晶体硅吸收层 1 的受光面依次层叠设置的第一氧化锌层 21、第二氧化锌层 22 和前表面电极 4。其中，所述晶体硅吸收层 1 和所述第一氧化锌层 21 之间具有第一氧化硅层，所述第一氧化硅层的厚度小于等于 20 个原子层；第一氧化锌层 21  
10 的厚度为 3-10 nm；第二氧化锌层 22 的厚度为 10-200 nm，第二氧化锌层 22 为柱状晶体结构，第二氧化锌层 22 是掺杂的氧化锌层。所述太阳能电池在晶体硅吸收层 1 的背光面依次层叠设置有非晶硅钝化层 71、第二背传输层 72、第三背传输层 73、背面减反射层和背表面电极 5，背表面电极 5 贯穿所述背面减反射层第三背传输层 73 接触。

## 15 实施例

### 实施例 1

太阳能电池结构如图 5 所示，所述太阳能电池为发射极背面钝化电池。所述太阳能电池包括晶体硅吸收层 1，以及在晶体硅吸收层 1 的受光面依次层叠设置的第一氧化锌层 21、第二氧化锌层 22 和前表面电极 4。所述太阳  
20 能电池在晶体硅吸收层 1 的背光面依次层叠设置有背钝化层 31、背面减反射层 32 和背表面电极 5，背表面电极 5 贯穿背钝化层 31 和背面减反射层 32 与晶体硅吸收层 1 接触。

具体地，太阳能电池的制备步骤如下：

p 型硅片采用常规电池情绪制绒扩散后，前表面获得 pn 结形成 n 型面，  
25 在 n 型面采用 ALD 工艺沉积第一氧化锌层 21，在制备过程中采用乙醇锌作为含氧金属源，所采用的温度为 250℃。制备得到的第一氧化锌层 21 的厚度为 5nm。

该工艺可以获得几乎无界面氧化硅的第一氧化锌层，第一氧化硅层在后续工艺过程中有所增厚，总体厚度不超过 20 原子层。

第二氧化锌层 22 采用远距离等离子体磁控溅射制备，第二氧化锌层的厚度为 30 nm，并采用梯度掺杂方案，掺杂浓度从靠近第一氧化锌层 21 的一侧到远离第一氧化锌层 21 的一侧逐步提升。

太阳能电池其他部分的制备采用 PERC 电池通用工艺。

## 5 实施例 2

太阳能电池结构如图 6 所示，所述太阳能电池为隧穿氧化层钝化接触电池。所述太阳能电池包括晶体硅吸收层 1，以及在晶体硅吸收层 1 的受光面依次层叠设置的第一氧化锌层 21、第二氧化锌层 22 和前表面电极 4。所述太阳能电池在晶体硅吸收层 1 的背光面依次层叠设置有背隧穿钝化层 61、  
10 第一背传输层 62、背面减反射层和背表面电极 5，背表面电极 5 贯穿所述背面减反射层与第一背传输层 62 接触。

具体地，太阳能电池的制备步骤如下：

n 型硅片采用常规电池清洗制绒后，不扩散 pn 结，在 n 型面采用 ALD 工艺沉积第一氧化锌层 21，在制备过程中采用  $\text{Zn}(\text{CH}_3)_2$  作为含氧金属源，  
15 所采用的温度为  $200^\circ\text{C}$ 。制备得到的第一氧化锌层 21 的厚度为 5nm。

该工艺可以获得几乎无界面氧化硅的第一氧化锌层，第一氧化硅层在后续工艺过程中有所增厚，总体厚度不超过 20 原子层。

第二氧化锌层 22 采用远距离等离子体磁控溅射制备，第二氧化锌层的厚度为 30 nm，并采用梯度掺杂方案，掺杂浓度从靠近第一氧化锌层 21 的一侧到远离第一氧化锌层 21 的一侧掺杂浓度逐步提升。  
20

太阳能电池其他部分的制备采用背结 TOPCon 电池通用工艺。

## 实施例 3

太阳能电池结构如图 7 所示，所述太阳能电池为异质结电池。所述太阳能电池包括晶体硅吸收层 1，以及在晶体硅吸收层 1 的受光面依次层叠设置  
25 的第一氧化锌层 21、第二氧化锌层 22 和前表面电极 4。所述太阳能电池在晶体硅吸收层 1 的背光面依次层叠设置有非晶硅钝化层 71、第二背传输层 72、第三背传输层 73、背面减反射层和背表面电极 5，背表面电极 5 贯穿所述背面减反射层第三背传输层 73 接触。

具体地，太阳能电池的制备步骤如下：

n型硅片采用常规电池清洗后，不扩散pn结，在n型面采用ALD工艺沉积第一氧化锌层 21，在制备过程中采用乙醇锌作为含氧金属源，所采用的温度为 350°C。制备得到的第一氧化锌层 21 的厚度为 5nm。

该工艺可以获得具备厚度约8个原子层的第一氧化硅层，由于其他工艺  
5 无高温过程，第一氧化硅层在后续工艺过程中不会发生变化。

第二氧化锌层 22 采用远距离等离子体磁控溅射制备，第二氧化锌层厚度 30 nm，并采用梯度掺杂方案，掺杂浓度从靠近第一氧化锌层 21 的一侧到远离第一氧化锌层 21 的一侧掺杂浓度逐步提升。

太阳能电池其他部分的制备采用背结 HJT 电池通用工艺。

10

在上述实施方式的描述中，具体特征、结构、材料或者特点可以在任  
何的一个或多个实施例或示例中以合适的方式结合。

以上所述，仅为本申请的具体实施方式，但本申请的保护范围并不局  
限于此，任何熟悉本技术领域的技术人员在本申请揭露的技术范围内，可  
15 轻易想到变化或替换，都应涵盖在本申请的保护范围之内。因此，本发明  
的保护范围应以所述权利要求的保护范围为准。

## 权 利 要 求

1. 一种太阳能电池，其包括晶体硅吸收层，以及在所述晶体硅吸收层的受光面依次层叠设置的第一氧化硅层、第一宽带隙金属氧化物层、第一保护层和前表面电极，

5 其中，所述第一宽带隙金属氧化物层由掺杂的金属氧化物形成，所述第一宽带隙金属氧化物层中掺杂的元素通过所述第一氧化硅层向所述晶体硅吸收层扩散，形成第一掺杂区。

2. 根据权利要求1所述的太阳能电池，其中所述第一氧化硅层的厚度为0.5-4 nm。

10 3. 根据权利要求1所述的太阳能电池，所述第一氧化硅层的厚度小于等于20个原子层，优选地，所述第一氧化硅层的厚度小于等于8个原子层。

4. 根据权利要求1或2所述的太阳能电池，其中所述第一氧化硅层具有通过煅烧形成的孔洞。

15 5. 根据权利要求1-4中任一项所述的太阳能电池，其中所述第一宽带隙金属氧化物层包括第一氧化锌层和第二氧化锌层，所述第一氧化锌层的厚度为3-10 nm，所述第二氧化锌层的厚度为10-200 nm；

或，所述第二氧化锌层是掺杂的氧化锌层，所述第二氧化锌层的掺杂浓度大于所述第一氧化锌层的掺杂浓度；

20 或，所述第二氧化锌层的方阻小于所述第一氧化锌层的方阻。

6. 根据权利要求5所述的太阳能电池，所述第二氧化锌层为柱状晶体结构。

7. 根据权利要求6所述的太阳能电池，在所述第二氧化锌层远离所述晶体硅吸收层的一侧还设置有前表面减反射层，所述前表面电极贯穿所述前表面减反射层与所述第二氧化锌层接触。

8. 根据权利要求1-7中任一项所述的太阳能电池，其中所述第一宽带隙金属氧化物层的多晶化程度从靠近所述第一氧化物层的一侧到远离所述第一氧化物层的一侧递增。

9. 根据权利要求1-8中任一项所述的太阳能电池，其中所述第一保护层材料选自氮化硅、氧化钛、硫化锌、氧化铝、氮化铝、氧化硅等中的一种或两种以上。

10. 根据权利要求1-9中任一项所述的太阳能电池，其中所述第一

保护层的厚度为 10-100 nm。

11. 根据权利要求 1-10 中任一项所述的太阳能电池，其中所述前表面电极贯穿所述第一保护层与所述第一宽带隙金属氧化物层接触。

12. 根据权利要求 1-11 中任一项所述的太阳能电池，其中在所述第一保护层远离所述晶体硅吸收层的一侧还设置有前表面减反射层，所述前表面电极贯穿所述前表面减反射层和所述第一保护层与所述第一宽带隙金属氧化物层接触。

13. 根据权利要求 1-12 中任一项所述的太阳能电池，其中所述太阳能电池还包括在所述晶体硅吸收层的背光面依次层叠设置的第二氧化硅层、第二宽带隙金属氧化物层、第二保护层和背表面电极，所述背表面电极贯穿所述第二保护层与所述第二宽带隙金属氧化物层接触，

其中，所述第二宽带隙金属氧化物层由掺杂的金属氧化物形成，所述第二宽带隙金属氧化物层中掺杂的元素通过所述第二氧化硅层向所述晶体硅吸收层扩散，形成第二掺杂区，

15 所述第二宽带隙金属氧化物层和所述第一宽带隙金属氧化物层的电荷传输性质相反。

14. 根据权利要求 13 所述的太阳能电池，其中所述第二氧化硅层的厚度为 0.5-4 nm。

15. 根据权利要求 13 或 14 所述的太阳能电池，其中所述第二氧化硅层具有通过煅烧形成的孔洞。

16. 根据权利要求 13-15 中任一项所述的太阳能电池，其中所述第一宽带隙金属氧化物层，或所述第二宽带隙金属氧化物层所使用的金属氧化物选自氧化锌、氧化锡、氧化钼、氧化钛、氧化镍、氧化镓、氧化铟、氧化铜、氧化镁、氧化铝、氧化钨、氧化铈、氧化锰、氧化钒、氧化铬、氧化钴、氧化锆、氧化镉、氧化铪等中的一种或两种以上。

17. 根据权利要求 13-16 中任一项所述的太阳能电池，其中所述第一宽带隙金属氧化物层，或所述第二宽带隙金属氧化物层的厚度为 10-200 nm。

18. 根据权利要求 13-17 中任一项所述的太阳能电池，其中所述第二宽带隙金属氧化物层的多晶化程度从靠近所述第二氧化物层的一侧到远离所述第二氧化物层的一侧递增。

19. 根据权利要求 13-18 中任一项所述的太阳能电池，其中所述第

二保护层材料选自氮化硅或氮化铝。

20. 根据权利要求 13-19 中任一项所述的太阳能电池，其中所述第二保护层的厚度为 10-100 nm。

21. 根据权利要求 13-20 中任一项所述的太阳能电池，其中在所述第二保护层远离所述晶体硅吸收层的一侧还设置有背面减反射层，所述背表面电极贯穿所述背面减反射层和所述第二保护层与所述第二宽带隙金属氧化物层接触。

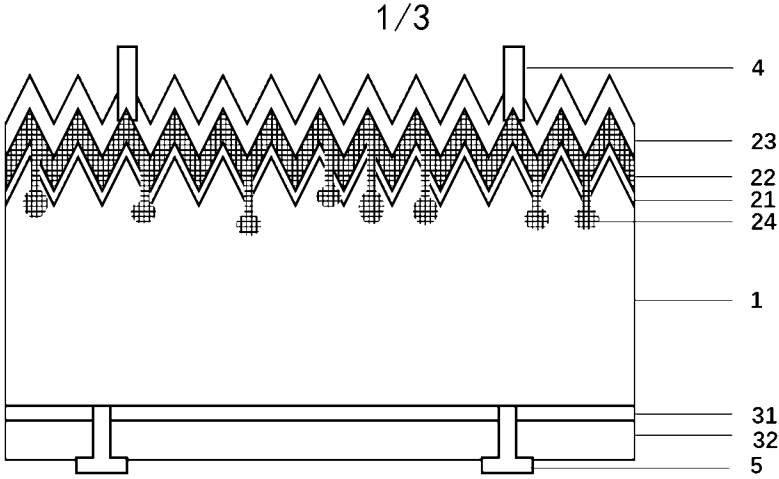


图 1

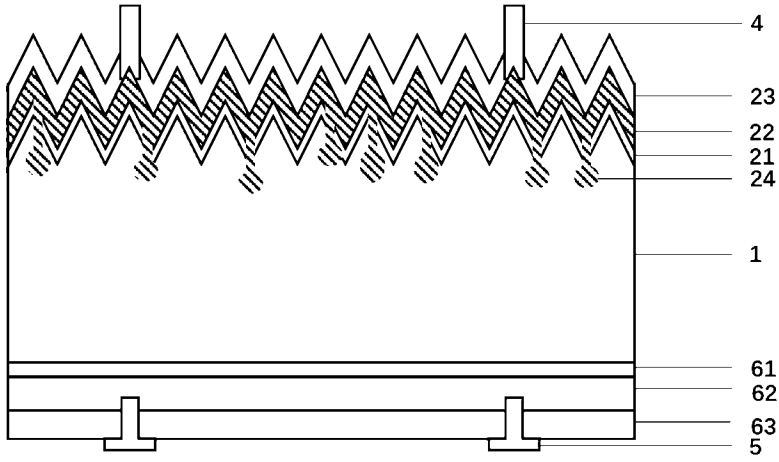


图 2

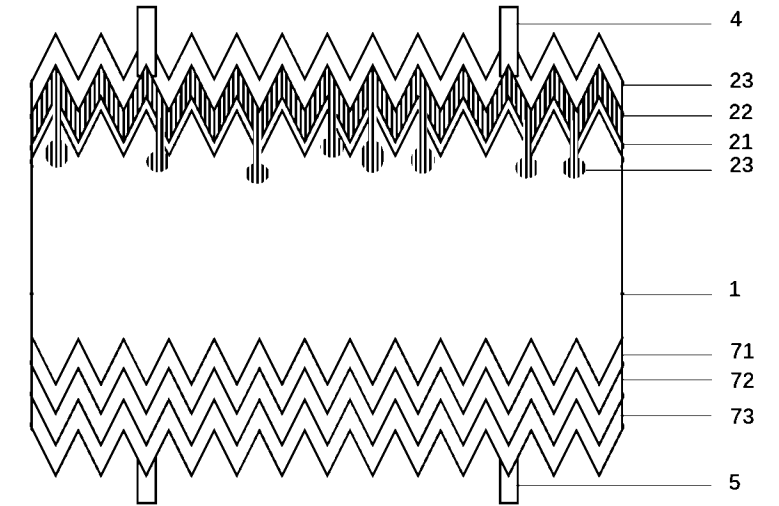


图 3

2/3

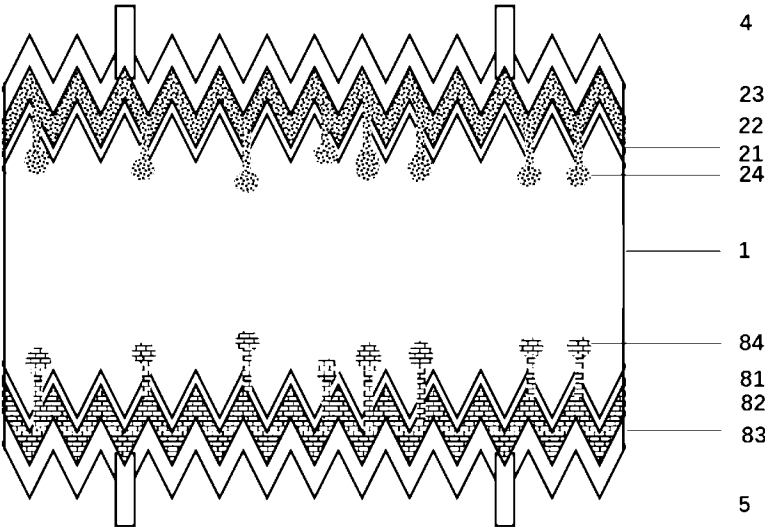


图 4

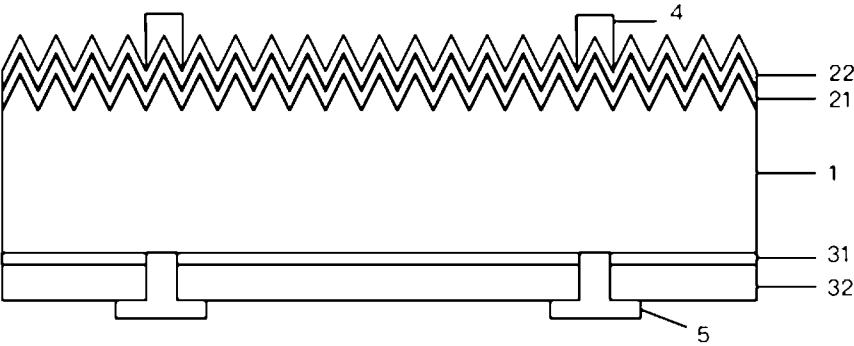


图 5

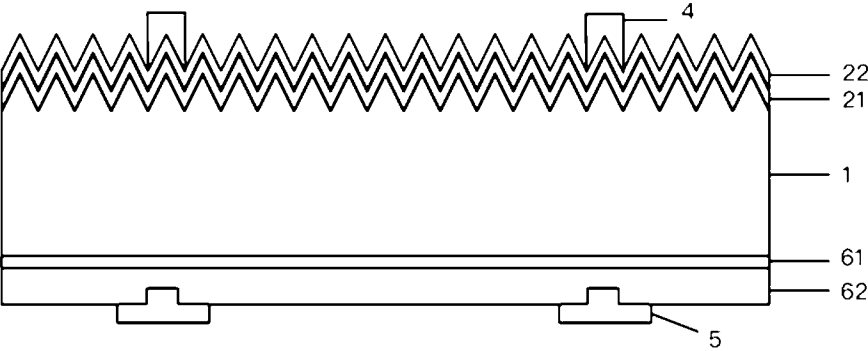


图 6

3/3

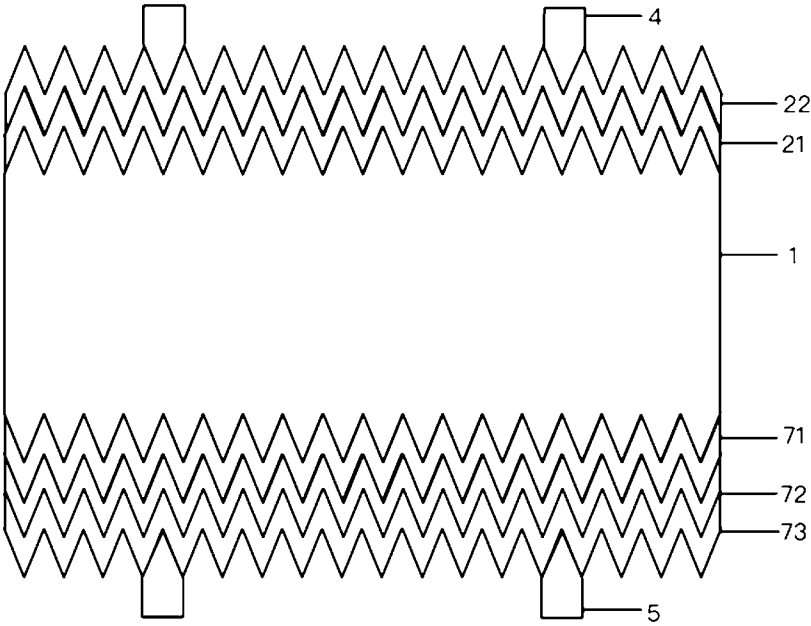


图 7

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2024/088443

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                            |                                                                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| <b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b><br>H01L31/0352(2006.01)i; H01L31/0256(2006.01)i<br><br>According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                            |                                                                           |
| <b>B. FIELDS SEARCHED</b><br><br>Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)<br>IPC: H01L31/-<br><br>Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched<br><br>Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)<br>CNTXT, DWPL, ENTXTC, CNKI: 电极, 金属氧化物, 太阳能电池, 氧化硅, solar energy, battery, cell?, electrode?, metal +oxide?, silicon ??oxide                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                            |                                                                           |
| <b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                            |                                                                           |
| Category*                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                         | Relevant to claim No.                                                     |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | CN 209785961 U (JA SOLAR TECHNOLOGY (YANGZHOU) CO., LTD.) 13 December 2019 (2019-12-13)<br>description, paragraphs 0006-0012, and figure 1 | 1-21                                                                      |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | CN 108336154 A (INSTITUTE OF MICROELECTRONICS OF CHINESE ACADEMY OF SCIENCES) 27 July 2018 (2018-07-27)<br>entire document                 | 1-21                                                                      |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | CN 113471322 A (LONGJI GREEN ENERGY TECHNOLOGY CO., LTD.) 01 October 2021 (2021-10-01)<br>entire document                                  | 1-21                                                                      |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | CN 114709294 A (ZHEJIANG JINKO SOLAR CO., LTD.) 05 July 2022 (2022-07-05)<br>entire document                                               | 1-21                                                                      |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | CN 114759100 A (SUN YAT-SEN UNIVERSITY) 15 July 2022 (2022-07-15)<br>entire document                                                       | 1-21                                                                      |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | CN 115172602 A (SOOCHOW UNIVERSITY) 11 October 2022 (2022-10-11)<br>entire document                                                        | 1-21                                                                      |
| <input checked="" 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>“D” document cited by the applicant in the international application</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>“&amp;” document member of the same patent family</p> |                                                                                                                                            |                                                                           |
| Date of the actual completion of the international search<br><b>11 June 2024</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                            | Date of mailing of the international search report<br><b>19 June 2024</b> |
| Name and mailing address of the ISA/CN<br><b>China National Intellectual Property Administration (ISA/CN)<br/>China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District,<br/>Beijing 100088</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                            | Authorized officer<br><br><br>Telephone No.                               |

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

**PCT/CN2024/088443**

### C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                         | Relevant to claim No. |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| A         | WO 2022134991 A1 (LONGI SOLAR TECHNOLOGY (TAIZHOU) CO., LTD.) 30 June 2022 (2022-06-30)<br>entire document | 1-21                  |
| <hr/>     |                                                                                                            |                       |

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

International application No.  
**PCT/CN2024/088443**

| Patent document cited in search report |            |    | Publication date (day/month/year) | Patent family member(s) | Publication date (day/month/year) |
|----------------------------------------|------------|----|-----------------------------------|-------------------------|-----------------------------------|
| CN                                     | 209785961  | U  | 13 December 2019                  | None                    |                                   |
| CN                                     | 108336154  | A  | 27 July 2018                      | None                    |                                   |
| CN                                     | 113471322  | A  | 01 October 2021                   | None                    |                                   |
| CN                                     | 114709294  | A  | 05 July 2022                      | None                    |                                   |
| CN                                     | 114759100  | A  | 15 July 2022                      | None                    |                                   |
| CN                                     | 115172602  | A  | 11 October 2022                   | None                    |                                   |
| WO                                     | 2022134991 | A1 | 30 June 2022                      | None                    |                                   |

A. 主题的分类

H01L31/0352(2006.01)i; H01L31/0256(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)

IPC: H01L31/-

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))

CNTEXT,DWPI,ENTXTC,CNKI:电极,金属氧化物,太阳能电池,氧化硅,solar energy, battery, cell?, electrode?, metal +oxide?, silicon ??oxide

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 |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| X    | CN 209785961 U (晶澳 ( 扬州 ) 太阳能科技有限公司) 2019年12月13日 (2019 - 12 - 13)<br>说明书第0006-0012段, 说明书附图图1 | 1-21    |
| A    | CN 108336154 A (中国科学院微电子研究所) 2018年7月27日 (2018 - 07 - 27)<br>全文                               | 1-21    |
| A    | CN 113471322 A (隆基绿能科技股份有限公司) 2021年10月1日 (2021 - 10 - 01)<br>全文                              | 1-21    |
| A    | CN 114709294 A (浙江晶科能源有限公司) 2022年7月5日 (2022 - 07 - 05)<br>全文                                 | 1-21    |
| A    | CN 114759100 A (中山大学) 2022年7月15日 (2022 - 07 - 15)<br>全文                                      | 1-21    |
| A    | CN 115172602 A (苏州大学) 2022年10月11日 (2022 - 10 - 11)<br>全文                                     | 1-21    |
| A    | WO 2022134991 A1 (LONGI SOLAR TECH. TAIZHOUS CO., LTD.) 2022年6月30日<br>(2022 - 06 - 30)<br>全文 | 1-21    |

☐ 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

“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

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

2024年6月11日

国际检索报告邮寄日期

2024年6月19日

ISA/CN的名称和邮寄地址

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

授权官员

李颀

电话号码 (+86) 010-53962282

PCT/ISA/210 表(第2页) (2022年7月)

国际检索报告  
关于同族专利的信息

国际申请号  
PCT/CN2024/088443

| 检索报告引用的专利文件 |            |    | 公布日<br>(年/月/日) | 同族专利 | 公布日<br>(年/月/日) |
|-------------|------------|----|----------------|------|----------------|
| CN          | 209785961  | U  | 2019年12月13日    | 无    |                |
| CN          | 108336154  | A  | 2018年7月27日     | 无    |                |
| CN          | 113471322  | A  | 2021年10月1日     | 无    |                |
| CN          | 114709294  | A  | 2022年7月5日      | 无    |                |
| CN          | 114759100  | A  | 2022年7月15日     | 无    |                |
| CN          | 115172602  | A  | 2022年10月11日    | 无    |                |
| WO          | 2022134991 | A1 | 2022年6月30日     | 无    |                |