



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 115274913 B

(45) 授权公告日 2023. 11. 10

(21) 申请号 202110486519.5

H01L 31/0224 (2006.01)

(22) 申请日 2021.04.30

H01L 31/068 (2012.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 115274913 A

(56) 对比文件

CN 108649079 A, 2018.10.12

CN 104756263 A, 2015.07.01

(43) 申请公布日 2022.11.01

CN 112133769 A, 2020.12.25

(73) 专利权人 泰州中来光电科技有限公司

CN 206907779 U, 2018.01.19

地址 225500 江苏省泰州市姜堰经济开发区开阳路

CN 106876501 A, 2017.06.20

CN 109728103 A, 2019.05.07

(72) 发明人 包杰 沈承焕 季根华 陈嘉

杜哲仁 陆俊宇 林建伟

CN 110165002 A, 2019.08.23

CN 105870249 A, 2016.08.17

(74) 专利代理机构 北京金之桥知识产权代理有限公司 11137

专利代理师 林建军 李红

CN 104538501 A, 2015.04.22

CN 106784069 A, 2017.05.31

CN 105428453 A, 2016.03.23

US 2011300697 A1, 2011.12.08

(51) Int. Cl.

H01L 31/18 (2006.01)

H01L 31/0216 (2014.01)

审查员 王先宝

权利要求书2页 说明书7页 附图6页

(54) 发明名称

一种带有钝化接触结构的IBC太阳能电池的制备方法及其电池、组件和系统

(57) 摘要

本发明涉及太阳能电池技术领域,具体公开了一种带有钝化接触结构的IBC太阳能电池的制备方法及其电池;其制备方法包括如下步骤:制绒、刻蚀背面、生长隧穿氧化层和多晶硅结构、丝网印刷掺硼硅浆区域和掺磷硅浆区域、热处理、双面沉积钝化减反膜、背面激光局域开膜、背面沉积金属层、丝网印刷金属电极、快速热处理及去除金属层。该带有钝化接触结构的IBC太阳能电池的制备方法能有效克服现有钝化接触结构的IBC太阳能电池存在的漏电风险大、工艺复杂、流程多、产能低、成本高,难以兼容产业化方面的缺陷。



1. 一种带有钝化接触结构的IBC太阳能电池的制备方法,其特征在于,包括如下制备步骤:

步骤1,对硅衬底进行预处理;

步骤2,在预处理后的所述硅衬底的背面依次生长隧穿氧化层和多晶硅结构;

步骤3,丝网印刷局域布置在所述多晶硅结构表面的掺硼硅浆区域和掺磷硅浆区域,且掺硼硅浆区域和掺磷硅浆区域之间留有间隔,再经热处理,以制得位于隧穿氧化层表面的第一硼掺杂多晶硅层和第一磷掺杂多晶硅层、及位于第一硼掺杂多晶硅层和第一磷掺杂多晶硅层之间的本征多晶硅层,同时制得位于第一硼掺杂多晶硅层表面的第二硼掺杂多晶硅层、及位于第一磷掺杂多晶硅层表面的第二磷掺杂多晶硅层,经步骤2和3后即得钝化接触结构;

步骤4,再在所述硅衬底的正面及钝化接触结构的背面同时沉积钝化减反膜;

步骤5,对背面钝化减反膜进行局域开膜,以局部裸露所述第二硼掺杂多晶硅层和第二磷掺杂多晶硅层;

步骤6,在所述背面钝化减反膜、及局部裸露的第二硼掺杂多晶硅层和第二磷掺杂多晶硅层的表面均沉积金属层,其中,所述金属层的材质为钛、钯、银、镍或铝;

步骤7,采用丝网印刷方式,通过套印对位,在所述第二硼掺杂多晶硅层和第二磷掺杂多晶硅层对应的金属层上印刷金属电极,以使所述金属电极覆盖开膜区,其中,所述金属电极的材质为铜、铝或锡;

步骤8,然后进行热处理,再将所述金属电极之外的金属层去除,即得带有钝化接触结构的IBC太阳能电池;

步骤3中,所述第二硼掺杂多晶硅层的掺杂浓度大于第一硼掺杂多晶硅层的掺杂浓度,且第二硼掺杂多晶硅层由局域印刷至多晶硅结构表面的掺硼硅浆区域经热处理后形成;所述第二磷掺杂多晶硅层的掺杂浓度大于第一磷掺杂多晶硅层的掺杂浓度,且第二磷掺杂多晶硅层由局域印刷至多晶硅结构表面的掺磷硅浆区域经热处理后形成。

2. 根据权利要求1所述的一种带有钝化接触结构的IBC太阳能电池的制备方法,其特征在于,所述掺硼硅浆区域的宽度为0.6~1.2mm、高度为1~3 μ m;所述掺磷硅浆区域的宽度为0.3~0.6mm、高度为1~3 μ m;掺硼硅浆区域和掺磷硅浆区域之间的间隔宽度为50~200 μ m。

3. 根据权利要求1所述的一种带有钝化接触结构的IBC太阳能电池的制备方法,其特征在于,所述本征多晶硅层由多晶硅结构经热处理后形成。

4. 根据权利要求1所述的一种带有钝化接触结构的IBC太阳能电池的制备方法,其特征在于,所述正面钝化减反膜为依次叠层设于硅衬底正面的氧化铝膜和正面氮化硅膜;所述背面钝化减反膜为设于所述钝化接触结构背面的背面氮化硅膜;

步骤4中,在所述硅衬底的正面及所述钝化接触结构的背面同时沉积钝化减反膜的具体步骤为:先将热处理后的硅衬底置于板式化学气相沉积设备的载板上,将载板传输至第一个腔室,使硅衬底的正面通过PECVD法沉积氧化铝膜,接着将载板传输至第二个腔室,对硅衬底的正面及钝化接触结构的背面同时进行沉积,以在氧化铝膜表面形成正面氮化硅膜,同时,在所述钝化接触结构的背面形成背面氮化硅膜。

5. 根据权利要求1所述的一种带有钝化接触结构的IBC太阳能电池的制备方法,其特征在于,步骤5中,所述开膜的形状为圆形槽,圆形槽的直径为100~200 μ m,相邻两圆形槽中心的

间距为150~300 μm 。

6. 根据权利要求1所述的一种带有钝化接触结构的IBC太阳电池的制备方法,其特征在于,步骤8中,所述热处理为快速热处理;快速热处理的峰值温度为600~780 $^{\circ}\text{C}$,快速热处理的时间为10~50s。

7. 根据权利要求1所述的一种带有钝化接触结构的IBC太阳电池的制备方法,其特征在于,步骤1中,所述预处理具体包括如下步骤:

步骤11,对所述硅衬底进行除损伤层并制绒,以制得具有金字塔状绒面的硅衬底;

步骤12,采用HF/ HNO_3 的混合溶液对制绒后的所述硅衬底进行单面刻蚀,以去除硅衬底背面的金字塔状绒面。

8. 根据权利要求1所述的一种带有钝化接触结构的IBC太阳电池的制备方法,其特征在于,步骤2中,所述隧穿氧化层的生长方式为低温热氧化,热氧化的温度为550~650 $^{\circ}\text{C}$;所述多晶硅结构的生长方式为低压化学气相沉积。

9. 一种电池,其特征在于,采用权利要求1-8任一项所述的一种带有钝化接触结构的IBC太阳电池的制备方法制得,包括硅衬底、分别设于硅衬底的正面和背面的正面钝化减反膜和钝化接触结构;所述钝化接触结构包括设于硅衬底背面的隧穿氧化层、设于隧穿氧化层表面的第一硼掺杂多晶硅层和第一磷掺杂多晶硅层、及位于第一硼掺杂多晶硅层和第一磷掺杂多晶硅层之间的本征多晶硅层、设于所述第一硼掺杂多晶硅层表面且掺杂浓度大于第一硼掺杂多晶硅层的第二硼掺杂多晶硅层、及设于所述第一磷掺杂多晶硅层表面且掺杂浓度大于第一磷掺杂多晶硅层的第二磷掺杂多晶硅层;所述钝化接触结构的表面设有背面钝化减反膜,且第二硼掺杂多晶硅层和第二磷掺杂多晶硅层的局部背面均接触有金属层,所述金属层表面覆设有一端延伸至背面钝化层外的金属电极。

10. 一种太阳电池组件,包括由上至下依次设置的正面材料层、正面封装层、电池、背面封装层和背面材料层,其特征在於:所述电池是权利要求1-8任一所述的一种带有钝化接触结构的IBC太阳电池的制备方法所制得的电池。

11. 一种太阳电池系统,包括一个或一个以上的太阳电池组件,其特征在於:所述太阳电池组件是权利要求10所述的一种太阳电池组件。

一种带有钝化接触结构的IBC太阳电池的制备方法及其电池、组件和系统

技术领域

[0001] 本发明涉及太阳电池技术领域,具体涉及一种带有钝化接触结构的IBC太阳电池的制备方法及其电池、组件和系统。

背景技术

[0002] 目前随着太阳电池技术的发展,人们对电池效率的要求也越来越高。其中,钝化接触结构因具有显著的电学性能,可同时获得低接触电阻和低金属接触复合,所以,被广泛应用于太阳电池中。该钝化接触结构通常由一层超薄的隧穿氧化层和掺杂的多晶硅层组成。考虑到掺杂的多晶硅层对光的吸收属于“寄生性”吸收,即对光生电流没有贡献,所以,钝化接触结构大多仅用于电池的背面。

[0003] 2017年,德国Fraunhofer太阳能系统研究所的Feldmann等报道了转换效率为25.8%的钝化接触太阳电池,该电池的背面采用钝化接触结构,且电池的正面为硼掺杂的同质结,经效率损失分析,电池正面的金属栅线导致了0.2%的效率损失。而且,目前商业化的晶体硅太阳电池中,如p型PERC电池或n型PERT电池,电池受光面(即正面)金属栅线的光学遮挡面积为5%左右,光学遮挡造成的效率损失可达0.6~1.0%,这成为制约电池效率提升的重要因素之一。

[0004] 叉指结构的背接触电池(Interdigitated back contact,IBC),其电池发射极和背表面场呈叉指结构排列在电池的背面,而电池的正面无金属栅线遮挡,具有很高的短路电流密度,因此,IBC太阳电池的正面不会存在因金属栅线的光学遮挡而导致的效率损失。2018年,德国ISFH太阳能研究所将钝化接触结构引入IBC太阳电池,取得26.1%的转换效率。因此,将钝化接触结构引入IBC太阳电池中,这无疑是提升电池效率的重要途径之一。

[0005] 其中,IBC太阳电池的技术核心是形成叉指结构的发射极掺杂区域及背表面场掺杂区域,并精确控制掺杂区域间的间隔以防止漏电。而且,将钝化接触结构引入IBC太阳电池,制备发射极和背表面场均为钝化接触结构的IBC太阳电池(POLO-IBC)无疑进一步加剧了工艺难度。目前,形成叉指结构的掺杂区域并精确控制掺杂区域间的间隔的常用的方法有(参见申请号为201710140438.3的一种钝化接触全背电极太阳电池结构及其制备方法):1)高温扩散掺杂+光刻技术+多步掩膜;2)离子注入掺杂+原位石墨板掩膜。第一种方法中需要价格昂贵的高温炉管设备和光刻设备,还需要多次引入清洗工序,导致工序较多、工艺复杂;第二种方法中离子注入产能较低、成本较高,原位石墨板掩膜精度有限,加工成本高昂;上述原因导致带有钝化接触结构的IBC太阳电池的商业化面临诸多挑战。因此,开发一种正面无光学遮挡、漏电低、工艺流程少、适合大规模量产的带有钝化接触结构的IBC太阳电池具有重要的意义。

发明内容

[0006] 本发明的目的之一在于针对现有钝化接触结构的IBC太阳电池存在漏电风险大、

工艺复杂、流程多、产能低、成本高,难以兼容产业化方面的不足提供一种带有钝化接触结构的IBC太阳电池的制备方法。

[0007] 本发明的目的之二在于提供上述一种带有钝化接触结构的IBC太阳电池的制备方法所制备的电池。

[0008] 本发明的目的之三在于提供一种太阳电池组件。

[0009] 本发明的目的之四在于提供一种太阳电池系统。

[0010] 基于此,本发明公开了一种带有钝化接触结构的IBC太阳电池的制备方法,包括如下制备步骤:

[0011] 步骤1,对硅衬底进行预处理;

[0012] 步骤2,在预处理后的所述硅衬底的背面依次生长隧穿氧化层和多晶硅结构;

[0013] 步骤3,丝网印刷局域布置在所述多晶硅结构表面的掺硼硅浆区域和掺磷硅浆区域,且掺硼硅浆区域和掺磷硅浆区域之间留有间隔,再经热处理,以制得位于隧穿氧化层表面的第一硼掺杂多晶硅层和第一磷掺杂多晶硅层、及位于第一硼掺杂多晶硅层和第一磷掺杂多晶硅层之间的本征多晶硅层,同时制得位于第一硼掺杂多晶硅层表面的第二硼掺杂多晶硅层、及位于第一磷掺杂多晶硅层表面的第二磷掺杂多晶硅层,经步骤2和3后即得钝化接触结构;

[0014] 步骤4,再在所述硅衬底的正面及钝化接触结构的背面同时沉积钝化减反膜;

[0015] 步骤5,对背面钝化减反膜进行局域开膜,以局部裸露所述第二硼掺杂多晶硅层和第二磷掺杂多晶硅层;

[0016] 步骤6,在所述背面钝化减反膜、及局部裸露的第二硼掺杂多晶硅层和第二磷掺杂多晶硅层的表面均沉积金属层,其中,所述金属层的材质为钛、钯、银、镍或铝;

[0017] 步骤7,采用丝网印刷方式,通过套印对位,在所述第二硼掺杂多晶硅层和第二磷掺杂多晶硅层对应的金属层上印刷金属电极,以使所述金属电极覆盖开膜区,其中,所述金属电极的材质为铜、铝或锡;

[0018] 步骤8,然后进行热处理,再将所述金属电极之外的金属层去除,即得带有钝化接触结构的IBC太阳电池。

[0019] 优选地,步骤1中,所述预处理具体包括如下步骤:

[0020] 步骤11,对所述硅衬底进行除损伤层并制绒,以制得具有金字塔状绒面的硅衬底;

[0021] 步骤12,采用HF/HNO₃的混合溶液对制绒后的所述硅衬底进行单面刻蚀,以去除硅衬底背面的金字塔状绒面。

[0022] 优选地,步骤2中,所述隧穿氧化层的生长方式为低温热氧化,热氧化的温度为550~650℃;所述多晶硅结构的生长方式为低压化学气相沉积。

[0023] 优选地,步骤3中,所述第二硼掺杂多晶硅层的掺杂浓度大于第一硼掺杂多晶硅层的掺杂浓度,且第二硼掺杂多晶硅层由局域印刷至多晶硅结构表面的掺硼硅浆区域经热处理后形成;所述第二磷掺杂多晶硅层的掺杂浓度大于第一磷掺杂多晶硅层的掺杂浓度,且第二磷掺杂多晶硅层由局域印刷至多晶硅结构表面的掺磷硅浆区域经热处理后形成。

[0024] 优选地,所述掺硼硅浆区域的宽度为0.6~1.2mm、高度为1~3μm;所述掺磷硅浆区域的宽度为0.3~0.6mm、高度为1~3μm;掺硼硅浆区域和掺磷硅浆区域之间的间隔宽度为50~200μm。

[0025] 优选地,所述本征多晶硅层由多晶硅结构经热处理后形成。

[0026] 优选地,所述正面钝化减反膜为依次叠层设于硅衬底正面的氧化铝膜和正面氮化硅膜;所述背面钝化减反膜为设于所述钝化接触结构背面的背面氮化硅膜;

[0027] 优选地,步骤4中,在所述硅衬底的正面及所述钝化接触结构的背面同时沉积钝化减反膜的具体步骤为:先将热处理后的硅衬底置于板式化学气相沉积设备的载板上,将载板传输至第一个腔室,使硅衬底的正面通过PECVD法沉积氧化铝膜,接着将载板传输至第二个腔室,对硅衬底的正面及钝化接触结构的背面同时进行沉积,以在氧化铝膜表面形成正面氮化硅膜,同时,在所述钝化接触结构的背面形成背面氮化硅膜。

[0028] 优选地,步骤5中,所述开膜的形状为圆形槽,圆形槽的直径为100~200 μm ,相邻两圆形槽中心的间距为150~300 μm 。

[0029] 优选地,步骤8中,所述热处理为快速热处理;快速热处理的峰值温度为600~780 $^{\circ}\text{C}$,快速热处理的时间为10~50s。

[0030] 本发明还公开了一种电池,采用所述的一种带有钝化接触结构的IBC太阳能电池的制备方法制得,包括硅衬底、分别设于硅衬底的正面和背面的正面钝化减反膜和钝化接触结构;所述钝化接触结构包括设于硅衬底背面的隧穿氧化层、设于隧穿氧化层表面的第一硼掺杂多晶硅层和第一磷掺杂多晶硅层、及位于第一硼掺杂多晶硅层和第一磷掺杂多晶硅层之间的本征多晶硅层、设于所述第一硼掺杂多晶硅层表面且掺杂浓度大于第一硼掺杂多晶硅层的第二硼掺杂多晶硅层、及设于所述第一磷掺杂多晶硅层表面且掺杂浓度大于第一磷掺杂多晶硅层的第二磷掺杂多晶硅层;所述钝化接触结构的表面设有背面钝化减反膜,且第二硼掺杂多晶硅层和第二磷掺杂多晶硅层的局部背面均接触有金属层,所述金属层表面覆盖有一端延伸至背面钝化层外的金属电极。

[0031] 本发明还公开了一种太阳能电池组件,包括由上至下依次设置的正面材料层、正面封装层、电池、背面封装层和背面材料层,所述电池是上述的一种带有钝化接触结构的IBC太阳能电池的制备方法所制得的电池。

[0032] 本发明还公开了一种太阳能电池系统,包括一个或一个以上的太阳能电池组件,所述太阳能电池组件是上述的一种太阳能电池组件。

[0033] 与现有技术相比,本发明至少包括以下有益效果:

[0034] 1、采用丝网印刷的方式,将掺硼硅浆区域和掺磷硅浆区域局域印刷至多晶硅结构的特定区域,然后不需要光刻和多步骤掩膜,仅通过一次热处理,即可同步制得第一硼掺杂多晶硅层、本征多晶硅层、第一磷掺杂多晶硅层、第二硼掺杂多晶硅层和第二磷掺杂多晶硅层,能极大地简化钝化接触结构的工艺流程,提高生产效率。而且,没有印刷掺硼硅浆区域和掺磷硅浆区域的区域不会被掺杂,即可形成位于第一硼掺杂多晶硅层和第一磷掺杂多晶硅层之间的本征多晶硅层,如此,能精确控制叉指结构中的掺杂区域与非掺杂区域,以防漏电。

[0035] 2、硅衬底的正面及钝化接触结构的背面同时沉积钝化减反膜,这能进一步简化该IBC太阳能电池的工艺流程,提高生产效率。

[0036] 3、后续同样采用丝网印刷制备金属电极,并通过套印对位的方式可以实现金属电极与掺杂层的精准对位,进一步降低漏电风险。而且,金属层和金属电极均为非银金属材料,也即,金属层和金属电极均是采用铜、铝、锡等廉价的金属来完全替代昂贵的银金属,能

降低该IBC太阳能电池的生产成本;同时,金属层(如钛)能将金属电极(如铜)与掺杂层及硅衬底分隔开,能有效避免金属电极在热处理过程中对掺杂层及硅衬底造成污染,从而降低金属电极在热处理过程中带来的金属复合损失,以保障该该IBC太阳能电池的电池效率。

[0037] 4、本发明的带有钝化接触结构的IBC太阳能电池的制备方法,不仅工艺简单、成本低,还易于产业化,适合大规模生产。

附图说明

[0038] 图1为本实施例的一种带有钝化接触结构的IBC太阳能电池的工艺流程图。

[0039] 图2为本实施例的一种带有钝化接触结构的IBC太阳能电池的制备方法中步骤S1后的结构截面示意图。

[0040] 图3为本实施例的一种带有钝化接触结构的IBC太阳能电池的制备方法中步骤S2后的结构截面示意图。

[0041] 图4为本实施例的一种带有钝化接触结构的IBC太阳能电池的制备方法中步骤S3后的结构截面示意图。

[0042] 图5为本实施例的一种带有钝化接触结构的IBC太阳能电池的制备方法中步骤S4后的结构截面示意图。

[0043] 图6为本实施例的一种带有钝化接触结构的IBC太阳能电池的制备方法中步骤S5后的结构截面示意图。

[0044] 图7为本实施例的一种带有钝化接触结构的IBC太阳能电池的制备方法中步骤S6后的结构截面示意图。

[0045] 图8为本实施例的一种带有钝化接触结构的IBC太阳能电池的制备方法中步骤S7后的结构截面示意图。

[0046] 图9为本实施例的一种带有钝化接触结构的IBC太阳能电池的制备方法中步骤S8后的结构截面示意图。

[0047] 图10为本实施例的一种带有钝化接触结构的IBC太阳能电池的制备方法中步骤S9后的结构截面示意图。

[0048] 图11为本实施例的一种带有钝化接触结构的IBC太阳能电池的制备方法中步骤S10后的结构截面示意图。

[0049] 附图标号说明:硅衬底1,隧穿氧化层2,多晶硅结构3,第一硼掺杂多晶硅层31,本征多晶硅层32,第一磷掺杂多晶硅层33,掺硼硅浆区域4,第二硼掺杂多晶硅层41,掺磷硅浆区域5,第二磷掺杂多晶硅层51,氧化铝膜6,正面氮化硅膜7,背面氮化硅膜8,金属层9,金属电极10。

具体实施方式

[0050] 为使本发明的上述目的、特征和优点能够更加明显易懂,下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步详细的说明。

[0051] 实施例

[0052] 本实施例的一种带有钝化接触结构的IBC太阳能电池的制备方法,参见图1,包括如下制备步骤:

[0053] 步骤S1制绒:对硅衬底1进行除损伤层并制绒,以制得具有金字塔状绒面的硅衬底1,如图2所示。

[0054] 其中,硅衬底1为N型晶体硅衬底;硅衬底1的电阻率为 $0.3\sim 10\ \Omega\cdot\text{cm}$,厚度为 $90\sim 300\ \mu\text{m}$ 。

[0055] 步骤S2刻蚀背面:对制绒后的硅衬底1进行单面刻蚀,以去除硅衬底1背面的金字塔状绒面,如图3所示。

[0056] 其中,刻蚀采用 HF/HNO_3 的混合溶液;刻蚀后硅衬底1的减重为 $0.15\sim 0.3\text{g}$ 。

[0057] 步骤S3生长隧穿氧化层2和多晶硅结构3:在硅衬底1的刻蚀面依次生长隧穿氧化层2和多晶硅结构3,如图4所示。

[0058] 其中,隧穿氧化层2的生长厚度为 $0.5\sim 2.5\text{nm}$,生长方式为低温热氧化,热氧化的温度为 $550\sim 650^\circ\text{C}$,优选为 600°C ;多晶硅结构3的生长厚度为 $10\sim 30\text{nm}$,生长方式为低压化学气相沉积;多晶硅结构3中含有非晶硅和微晶硅相。

[0059] 步骤S4丝网印刷掺硼硅浆区域4和掺磷硅浆区域5:丝网印刷局域布置在多晶硅结构3表面的掺硼硅浆区域4和掺磷硅浆区域5,且掺硼硅浆区域4和掺磷硅浆区域5之间具有间隔,该间隔处的多晶硅结构3的宽度为 $50\sim 200\ \mu\text{m}$,优选为 $100\ \mu\text{m}$,如图5所示。

[0060] 其中,掺硼硅浆区域4的主要成分为有机物和含硼的硅粉,其印刷的宽度为 $0.6\sim 1.2\text{mm}$ 、高度为 $1\sim 3\ \mu\text{m}$,优选地,其印刷的宽度为 0.8mm 、高度为 $2\ \mu\text{m}$;掺磷硅浆区域5的主要成分为有机物和含磷的硅粉,其印刷的宽度为 $0.3\sim 0.6\text{mm}$ 、高度为 $1\sim 3\ \mu\text{m}$,优选地,其印刷的宽度为 0.5mm 、高度为 $2\ \mu\text{m}$ 。

[0061] 步骤S5热处理:在 $875\sim 950^\circ\text{C}$ 的温度下高温热处理 $30\sim 120\text{min}$,热处理过程中,部分硼掺杂原子从掺硼硅浆区域4进入多晶硅结构3,以使多晶硅结构3局域形成第一硼掺杂多晶硅层31,同时掺硼硅浆区域4经晶化后在第一硼掺杂多晶硅层31表面形成掺杂浓度大于第一硼掺杂多晶硅层31的第二硼掺杂多晶硅层41;与此同时,部分磷掺杂原子从掺磷硅浆区域5进入多晶硅结构3,以使多晶硅结构3局域形成第一磷掺杂多晶硅层33,同时掺磷硅浆区域5经晶化后在第一磷掺杂多晶硅层33表面形成掺杂浓度大于第一磷掺杂多晶硅层33的第二磷掺杂多晶硅层51;而掺硼硅浆区域4和掺磷硅浆区域5中的有机物则挥发掉;与此同时,掺硼硅浆区域4与掺磷硅浆区域5的间隔处的多晶硅结构3形成不含非晶硅和微晶硅相的本征多晶硅层32,如图6所示。经步骤3-5后即得钝化接触结构。

[0062] 步骤S4中采用丝网印刷的方式,将掺硼硅浆区域4和掺磷硅浆区域5局域印刷至多晶硅结构3的特定区域,这无需光刻和多步骤掩膜,仅通过一次热处理,即可同步制得第一硼掺杂多晶硅层31、本征多晶硅层32、第一磷掺杂多晶硅层33、第二硼掺杂多晶硅层41和第二磷掺杂多晶硅层51,能极大地简化钝化接触结构的工艺流程,提高生产效率。而且,没有印刷掺硼硅浆区域4和掺磷硅浆区域5的区域不会被掺杂,即可形成位于第一硼掺杂多晶硅层31和第一磷掺杂多晶硅层33之间的本征多晶硅层32,如此,能精确控制叉指结构中的掺杂区域与非掺杂区域,以防漏电。

[0063] 步骤S6双面沉积钝化减反膜:如图7所示,正面钝化减反膜为依次叠层设于硅衬底1正面的氧化铝膜6和正面氮化硅膜7;背面钝化减反膜为设于钝化接触结构表面的单层的背面氮化硅膜8。

[0064] 双面沉积钝化减反膜的具体制备过程为:先将热处理后的硅衬底1置于板式化学

气相沉积(PECVD)设备的载板上,将载板传输至第一个腔室,使硅衬底1的正面通过PECVD的方式沉积3~10nm的氧化铝膜6,接着将载板传输至第二个腔室,对硅衬底1的正面及钝化接触结构的背面同时进行沉积,以在硅衬底1正面的氧化铝膜6表面形成正面氮化硅膜7,同时,在硅衬底1背面的钝化接触结构的表面形成背面氮化硅膜8。

[0065] 其中,正面氮化硅膜7的折射率为2.05~2.15,厚度为60~75nm;背面氮化硅膜8的折射率为2.1~2.3,厚度为60~100nm。

[0066] 步骤S6中,硅衬底1的正面及钝化接触结构的背面能同时沉积钝化减反膜,这能进一步简化该IBC太阳能电池的工艺流程,提高生产效率。

[0067] 步骤S7背面激光局域开膜:如图8所示,采用532nm的皮秒激光器对背面氮化硅膜8进行局域开膜,以局部裸露第二硼掺杂多晶硅层41和第二磷掺杂多晶硅层51。

[0068] 其中,开膜的形状为点状、不连续的短线状或连续的线状,但不仅限于以上开膜形状。优选地,开膜的形状为圆形槽,圆形槽的直径为100~200 μm ,相邻两圆形槽中心的间距为150~300 μm ;进一步优选地,圆形槽的直径是150 μm ,相邻两圆形槽中心的间距是180 μm 。

[0069] 步骤S8背面沉积金属层9:如图9所示,采用物理气相沉积的方法,如热蒸发,在硅衬底1的整个背面沉积一层金属层9,也即,在背面氮化硅膜8、及裸露的第二硼掺杂多晶硅层41和第二磷掺杂多晶硅层51的表面均沉积一层金属层9。

[0070] 其中,金属层9的材质为钛、钨、银、镍或铝,但不仅限于以上金属层9材质;金属层9的厚度为100~300nm。

[0071] 步骤S9丝网印刷金属电极10:如图10所示,采用丝网印刷方式,通过套印对位,在第二硼掺杂多晶硅层41和第二磷掺杂多晶硅层51对应的金属层9上印刷金属电极10,以使金属电极10覆盖开膜区。

[0072] 其中,金属电极10为非银金属电极10,其材质为铜、铝或锡,但不仅限于上述金属电极10材质;金属电极10的宽度为100~300 μm 、高度为5~10 μm 。

[0073] 步骤S9中同样采用丝网印刷制备金属电极10,并通过套印对位的方式可以实现金属电极10与掺杂层的精准对位,进一步降低漏电风险。

[0074] 而且,金属层9和金属电极10均为非银金属材质,也即,金属层9和金属电极10均是采用铜、铝、锡等廉价的金属来完全替代昂贵的银金属,能降低该IBC太阳能电池的生产成本;同时,金属层9(如钛)能将金属电极10(如铜)与掺杂层及硅衬底1分隔开,能有效避免金属电极10在热处理过程中对掺杂层及硅衬底1造成污染,从而降低金属电极10在热处理过程中带来的金属复合损失,以保障该该IBC太阳能电池的电池效率。

[0075] 步骤S10快速热处理;印刷金属电极10后,再进行快速热处理,以增强金属层9与第二硼掺杂多晶硅层41及第二磷掺杂多晶硅层51的接触。而且,快速热处理能进一步提高生产效率。

[0076] 其中,快速热处理的峰值温度为600~780 $^{\circ}\text{C}$,快速热处理的时间为10~50s;优选地,快速热处理的峰值温度为680 $^{\circ}\text{C}$,快速热处理的时间为30s。

[0077] 步骤S11去除金属层9:快速热处理后,再浸入刻蚀溶液中,浸泡20~60min,以将金属电极10之外的金属层9去除,最终制备的一种带有钝化接触结构的IBC太阳能电池如图11所示。该制备方法不仅工艺简单、成本低,还能与现有生产线相兼容,易于产业化,适合大规模生产。

[0078] 本实施例的一种带有钝化接触结构的IBC太阳能电池,如图11所示,包括硅衬底1、依次设于硅衬底1正面的氧化铝膜6和正面氮化硅膜7、以及设于硅衬底1背面的钝化接触结构;该钝化接触结构包括设于硅衬底1背面的隧穿氧化层2、设于隧穿氧化层2表面的第一硼掺杂多晶硅层31和第一磷掺杂多晶硅层33、及位于第一硼掺杂多晶硅层31和第一磷掺杂多晶硅层33之间的本征多晶硅层32、设于第一硼掺杂多晶硅层31表面且掺杂浓度大于第一硼掺杂多晶硅层31的第二硼掺杂多晶硅层41、及设于第一磷掺杂多晶硅层33表面且掺杂浓度大于第一磷掺杂多晶硅层33的第二磷掺杂多晶硅层51;该钝化接触结构的表面设有背面氮化硅膜8,且第二硼掺杂多晶硅层41和第二磷掺杂多晶硅层51的局部背面均接触有金属层9,金属层9表面覆设有一端延伸至背面氮化硅膜8外的金属电极10。

[0079] 该IBC太阳能电池中,由于是重掺杂的第二硼掺杂多晶硅层41及第二磷掺杂多晶硅层51与金属电极10接触,所以,能显著降低金属接触复合,还能减小接触电阻;而且,轻掺杂的第一硼掺杂多晶硅层31及第一磷掺杂多晶硅层33能与隧穿氧化层2共同起到钝化作用,进而增强该钝化接触结构的钝化作用;进而提高电池效率。

[0080] 本实施例还提供了一种太阳能电池组件,包括由上至下依次设置的正面材料层、正面封装层、太阳能电池、背面封装层和背面材料层,太阳能电池是上述的一种钝化接触背结太阳能电池。

[0081] 本实施例还提供了一种太阳能电池系统,包括一个或一个以上的太阳能电池组件,太阳能电池组件是上述的一种太阳能电池组件。

[0082] 尽管已描述了本发明实施例的优选实施例,但本领域内的技术人员一旦得知了基本创造性概念,则可对这些实施例做出另外的变更和修改。所以,所附权利要求意欲解释为包括优选实施例以及落入本发明实施例范围的所有变更和修改。

[0083] 以上对本发明所提供的技术方案进行了详细介绍,本文中应用了具体个例对本发明的原理及实施方式进行了阐述,以上实施例的说明只是用于帮助理解本发明的方法及其核心思想;同时,对于本领域的一般技术人员,依据本发明的思想,在具体实施方式及应用范围上均会有改变之处,综上所述,本说明书内容不应理解为对本发明的限制。



图1



图2

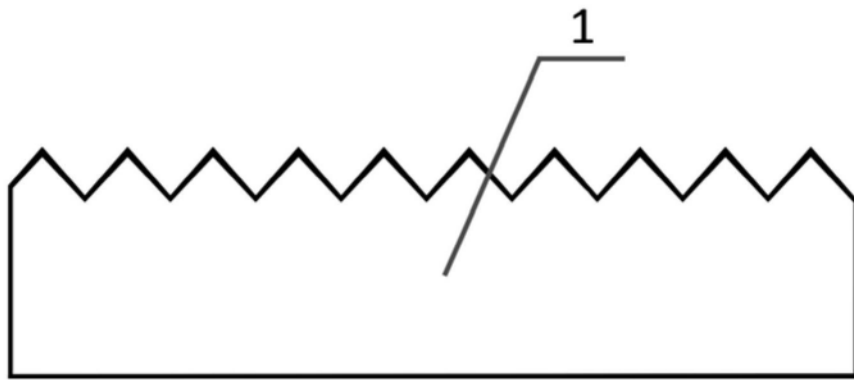


图3

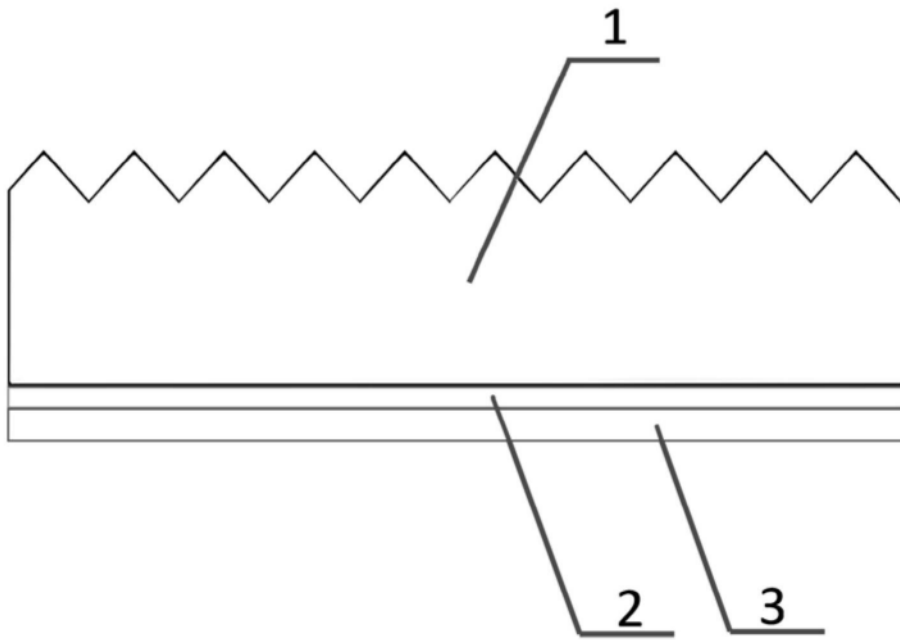


图4

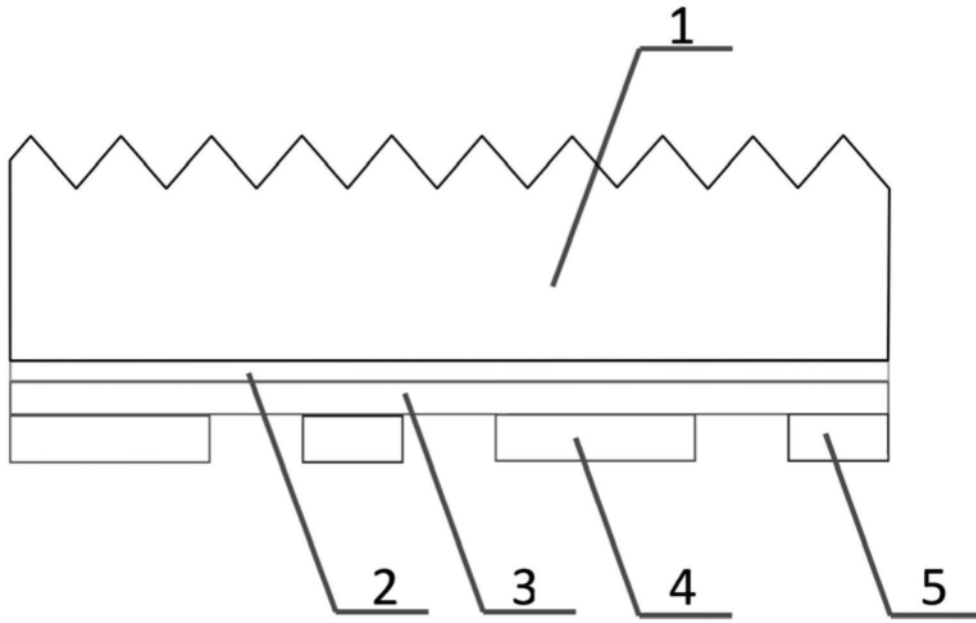


图5

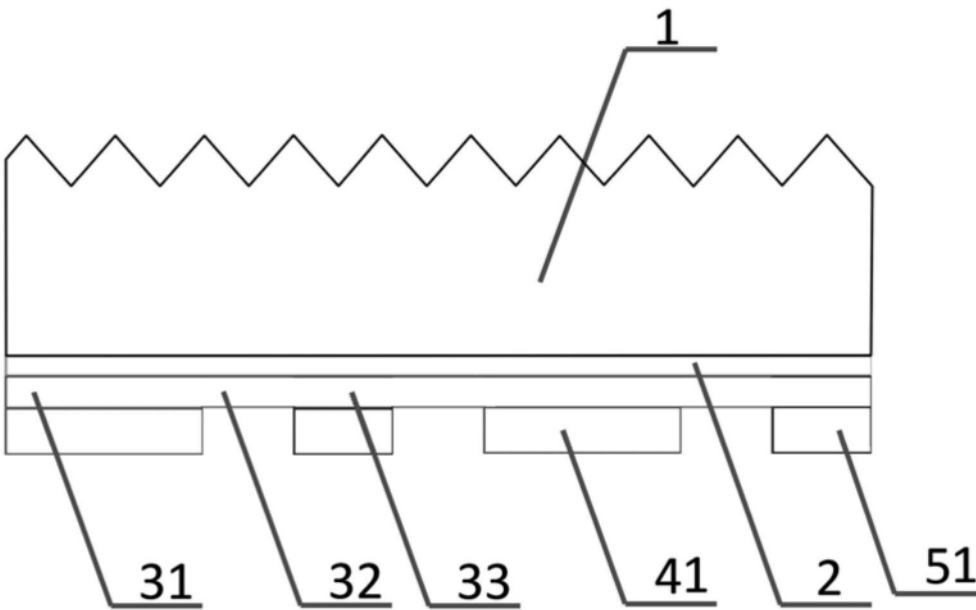


图6

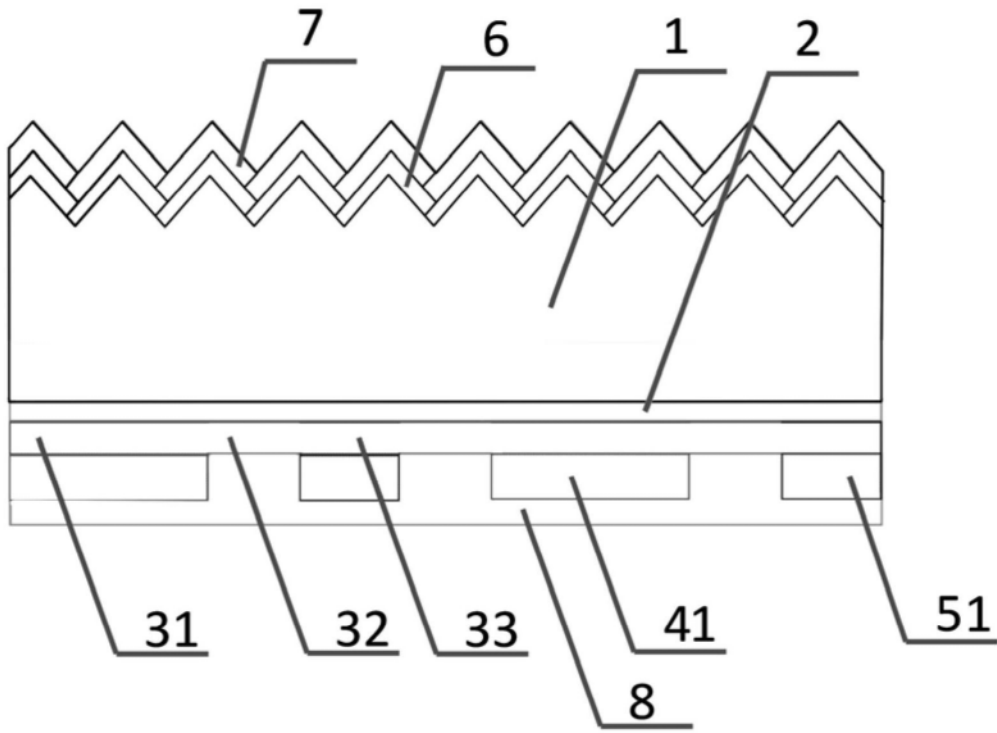


图7

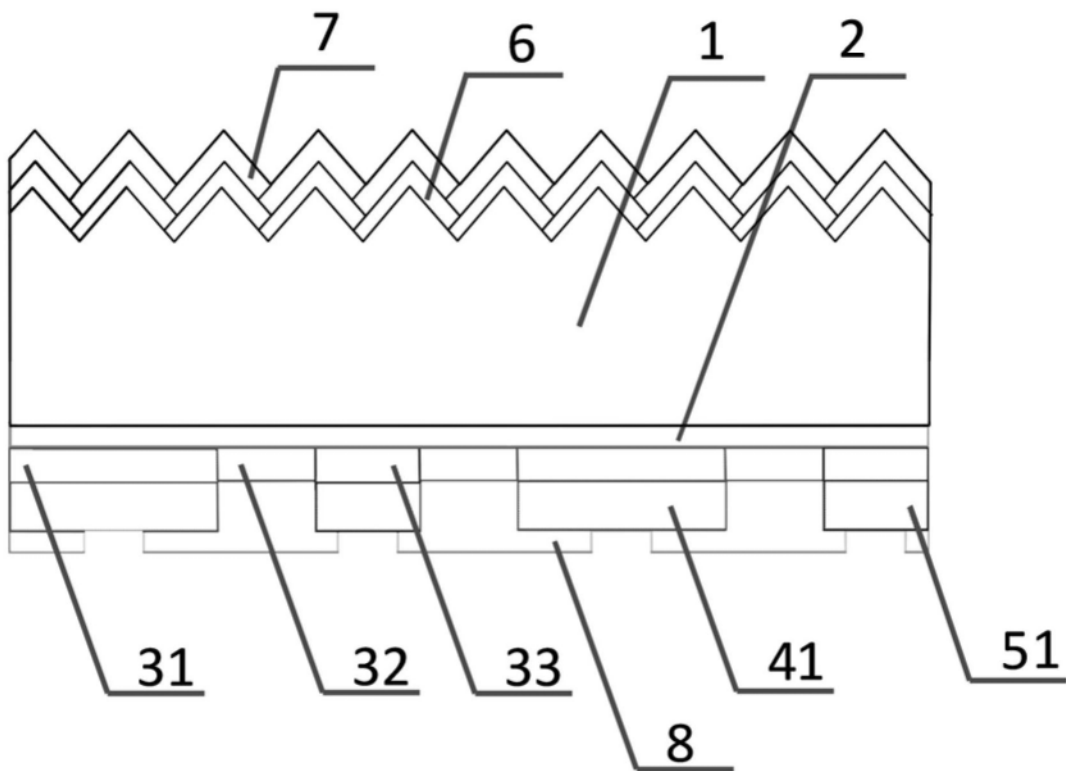


图8

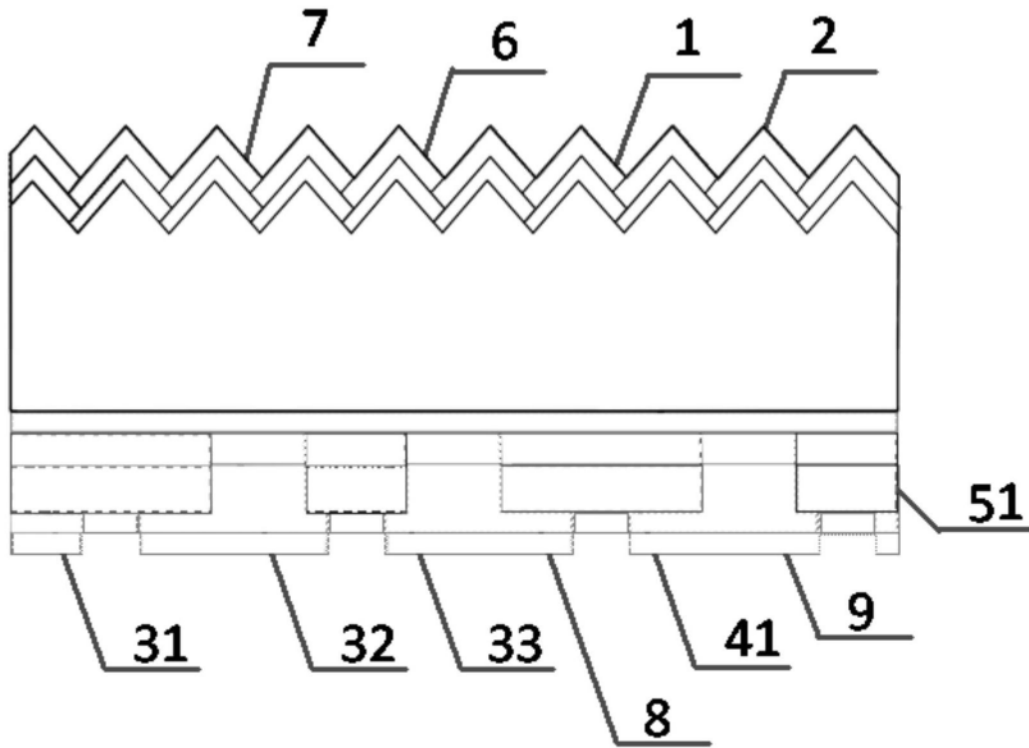


图9

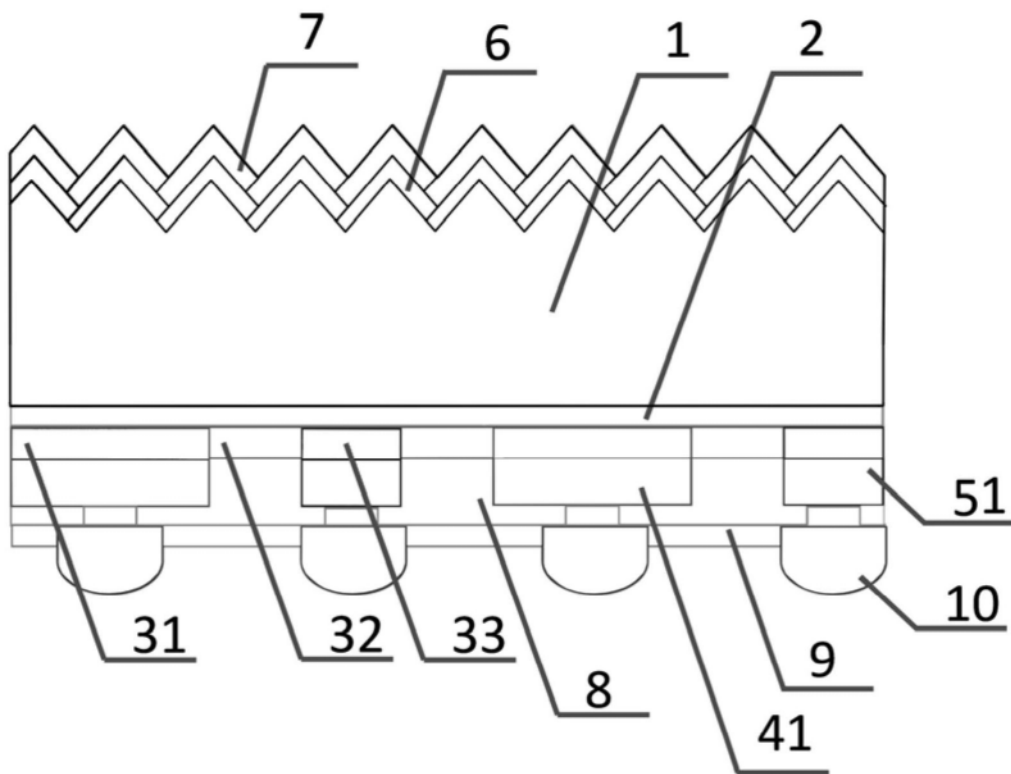


图10

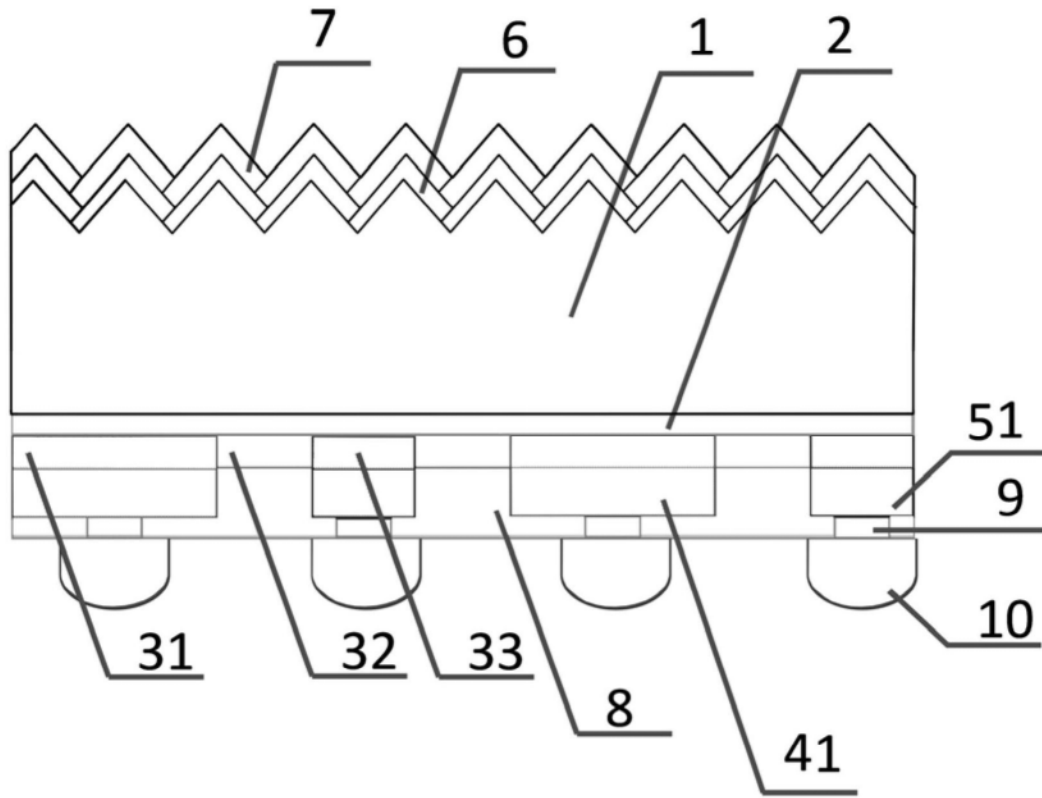


图11