



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102623517 B

(45) 授权公告日 2013. 05. 01

(21) 申请号 201210103888. 2

(22) 申请日 2012. 04. 11

(73) 专利权人 中国科学院苏州纳米技术与纳米仿生研究所

地址 215123 江苏省苏州市苏州工业园区若水路 398 号

(72) 发明人 张宇翔 黄寓洋 张耀辉

(74) 专利代理机构 深圳市铭粤知识产权代理有限公司 44304

代理人 杨林 马翠平

(51) Int. Cl.

H01L 31/0216(2006. 01)

H01L 31/068(2012. 01)

H01L 31/18(2006. 01)

审查员 杜秋雨

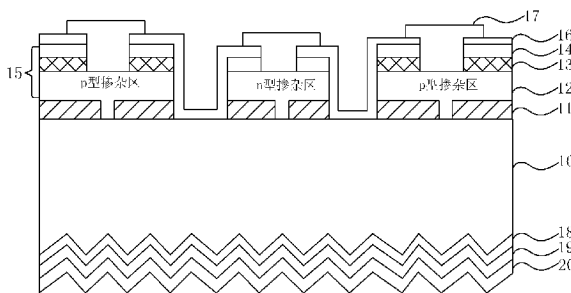
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

一种背接触型晶体硅太阳能电池及其制备方法

(57) 摘要

本发明提供一种背接触型晶体硅太阳能电池,包括硅基底(10)、n型或p型掺杂的多晶硅层(15),在所述n型或p型掺杂的多晶硅层(15)和硅基底(10)之间形成第一钝化层(11)。本发明还提供这种背接触型晶体硅太阳能电池的制作方法,通过热氧化法引入第一钝化层(11)。通过这样方法改进的太阳能电池会大大改善电池表面的钝化效果,减少光生载流子的复合,降低电学的损失,从而获得更高的转换效率,实现更大的功率输出。



1. 一种背接触型晶体硅太阳能电池,包括硅基底(10)、n型或p型掺杂的多晶硅层(15),在所述n型或p型掺杂的多晶硅层(15)和硅基底(10)之间形成第一钝化层(11);所述第一钝化层(11)是通过热氧化方法形成的;其特征在于,所述第一钝化层(11)的厚度为 $0.5\sim 50\text{nm}$;采用光刻或丝网印刷法在所述第一钝化层(11)上腐蚀开孔,所述开孔区域占第一钝化层(11)面积20%以下;所述开孔区域以便提供多晶硅层(15)和硅基底(10)的接触区域。

2. 根据权利要求1所述背接触型晶体硅太阳能电池,其特征在于,在所述多晶硅层(15)正面从下至上依次为第二钝化层(16)、金属接触电极(17);在所述硅基底(10)背面从上至下依次为背面掺杂层(18)、背面氧化层(19)以及抗反膜(20)。

3. 一种背接触型晶体硅太阳能电池的制作方法,其特征在于,包括以下步骤:

步骤一:选取硅片去除损伤层并制作绒面,形成硅基底(10);

步骤二:在所述硅基底(10)的正面形成第一钝化层(11);

步骤三:在所述硅基底(10)的第一钝化层(11)表面沉积一层p型掺杂区和n型掺杂区交错生长的多晶硅层(15);

步骤四:在所述多晶硅层(15)的p型掺杂区和n型掺杂区之间刻蚀出沟槽,所述沟槽的刻蚀深度至硅基底(10)表面,使所述p型掺杂区和n型掺杂区域完全隔离;

步骤五:在所述步骤四的硅基底(10)正面沉积第二钝化层(16);

步骤六:在所述步骤五的硅基底(10)的背面先后形成与所述硅基底(10)电性能相同的背面掺杂层(18)和背面氧化层(19);

步骤七:在所述背面氧化层(19)上沉积抗反膜(20);

步骤八:在所述多晶硅层(15)的第二钝化层(16)上开孔;

步骤九:在所述步骤八的硅基底(10)正面形成金属接触电极(17),退火或烧结形成欧姆接触层;

其中,所述第一钝化层(11)是通过热氧化方法形成的;所述第一钝化层(11)的厚度为 $0.5\sim 50\text{nm}$;采用光刻或丝网印刷法在所述第一钝化层(11)上腐蚀开孔,所述开孔区域占第一钝化层(11)面积20%以下;所述开孔区域以便提供多晶硅层(15)和硅基底(10)的接触区域。

一种背接触型晶体硅太阳能电池及其制作方法

技术领域

[0001] 本发明属于光伏技术领域,涉及一种背接触型晶体硅太阳能电池及其制作方法。

背景技术

[0002] 太阳能电池工作原理的基础是半导体 pn 结的光生伏特效应。半导体材料具有一定的禁带宽度,当能量大于半导体材料禁带宽度的一束光垂直入射到 pn 结表面,光子将在离表面一定深度的范围内被吸收,而入射光将在结区及结附近的区域激发电子空穴对,产生在空间电荷区的光生电子和空穴在结电场的作用下分离,形成自 n 区向 p 区的光生电流。同时,由光生载流子漂移并堆积形成一个与光生电流反向的正向结电流。当光生电流和正向结电流达到稳定态的时候, pn 结两端建立起稳定的电势差,即光生电压。通过连接外部电路,可以向外输出功率。

[0003] 影响太阳能电池效率的主要因素主要包括光学损失和电学损失。其中光学损失主要包括电池前表面接触栅线的阴影损失,表面的反射损失以及长波段的非吸收损失,其中接触栅线的阴影损失是关键的影响因素。电学损失主要包括半导体表面及体内的光生载流子复合,半导体和金属栅线的体电阻和金属-半导体接触电阻损失,其中光生载流子的复合是主要的影响因素。

[0004] 背电极型硅太阳能电池是指电池的发射区电极和基区电极均位于电池背面的一种硅太阳电池。这种电池的 pn 结和金属电极全都位于电池的背面,表面无栅线的遮挡,相对于一般的太阳能电池,其优势主要在于完全消除了正面栅线电极的遮光损失,从而提高了电池效率。

[0005] 但是,在背接触型晶体硅太阳能电池中,电池的表面复合速率主要由电池背面 p 型发射极的复合速率所决定。在晶体生长过程中,晶体周期势场被破坏了的对应位置称为缺陷,这将在固体表面形成悬挂键即表面态。在实际的硅材料中,缺陷是不可避免的。硅片和电池的制备过程引起的表面损伤,外来原子的吸附等都将产生表面缺陷,这些结构的缺陷若存在于器件的界面,则称为界面态。表面或界面缺陷态对器件性能有极重要的影响。

[0006] 在硅 p 型发射极和钝化层的界面上,发射极的掺杂浓度,是决定发射极复合速率最重要的因素。若发射极的表面掺杂浓度很高,就会增加表面态密度,从而增加了复合速率,降低了少子寿命和电池效率。而在硅和金属的接触层中,掺杂浓度越高,则硅与金属的欧姆接触电阻越小,从而会有更多的电流被收集,提高电池效率。传统的背接触型晶体硅太阳能电池结构中, p 型发射极掺杂浓度的选取无法同时满足表面复合速率和金属欧姆接触电阻的这两种相反的需求,只能取折中的值。

发明内容

[0007] 为解决以上问题,本发明提供一种背接触型晶体硅太阳能电池,包括硅基底、n 型或 p 型掺杂的多晶硅层,在所述 n 型或 p 型掺杂的多晶硅层和硅基底之间形成第一钝化层。

[0008] 其中,所述第一钝化层的厚度为 0.5 ~ 50nm。

[0009] 并且,所述第一钝化层是通过热氧化方法形成的。

[0010] 当第一钝化层厚度达到一定程度,需要采用光刻或丝网印刷法在所述第一钝化层上腐蚀开孔,所述开孔区域面积占第一钝化层 20% 以下。

[0011] 所述背接触型晶体硅太阳能电池,在所述多晶硅层正面从下至上依次为第二钝化层、金属接触电极;在所述硅基底背面从上至下依次为背面掺杂层、背面氧化层以及抗反膜。

[0012] 本发明还提供这种背接触型晶体硅太阳能电池的制作方法,包括以下步骤:

[0013] 步骤一:选取硅片去除损伤层并制作绒面,形成硅基底;

[0014] 步骤二:在所述硅基底的正面形成第一钝化层;

[0015] 步骤三:在所述硅基底的第一钝化层表面沉积一层 p 型掺杂区和 n 型掺杂去交错生长的多晶硅层;

[0016] 步骤四:在所述多晶硅层的 p 型掺杂区和 n 型掺杂区之间刻蚀出沟槽,所述沟槽的刻蚀深度至硅基底表面,使所述 p 型掺杂区和 n 型掺杂区域完全隔离;

[0017] 步骤五:在所述步骤四的硅基底正面沉积第二钝化层;

[0018] 步骤六:在所述步骤五的硅基底的背面先后形成与所述硅基底电性能相同的背面掺杂层和背面氧化层;

[0019] 步骤七:在所述背面氧化层上沉积抗反膜;

[0020] 步骤八:在所述多晶硅层的第二钝化层上开孔;

[0021] 步骤九:在所述步骤八的硅基底正面形成金属接触电极,退火或烧结形成欧姆接触层。

[0022] 其中,所述第一钝化层是通过热氧化方法形成的。

[0023] 所述第一钝化层的厚度为 0.5 ~ 50nm。

[0024] 当第一钝化层的厚度大于 4nm,采用光刻或丝网印刷法在所述第一钝化层上腐蚀开孔,所述开孔区域面积占第一钝化层 20% 以下;当第一钝化层的厚度小于等于 4nm,第一钝化层可以开孔,也可以不开孔。

[0025] 与常规的背接触型晶体硅太阳能电池相比,本发明的独特之处在于:在太阳能电池的多晶硅层和硅基底之间沉积了一层很薄的钝化层,这层钝化层会大大改善电池表面的钝化效果,减少光生载流子的复合,降低电学的损失,从而获得更高的转换效率,实现更大的功率输出。

附图说明

[0026] 图 1a ~ 图 1e 为本发明实施例的制作流程图。

具体实施方式

[0027] 下面结合附图对本发明的实施例作详细说明。本发明提供一种背接触型太阳能电池,从其正面到背面(正面指的是非受光面,背面指的是受光面)依次包括:金属接触电极 17、第二钝化层 16、p 型和 n 型交错掺杂的多晶硅层 15;第一钝化层 11、硅基底 10 以及背面掺杂层 18、背面氧化层 19 以及抗反膜 20。

[0028] 本发明在现有技术上进行改进,即在硅基底 10 及多晶硅层 15 之间引入第一钝化

层 11。这样 p 型掺杂从上到下形成一个梯度,上面高浓度的掺杂满足了与金属欧姆接触的电阻需求,下面低浓度的掺杂满足了钝化层表面态密度的需求,从而大大改善电池表面的钝化效果。与常规背接触型太阳能电池相比,本发明能大大减少光生载流子的复合,降低电学的损失,从而获得更高的转换效率,实现更大的功率输出。

[0029] 本发明还提供这种太阳能电池的制作方法步骤,下面将通过具体实施例说明。

[0030] 实施例 1

[0031] 步骤一、步骤二如图 1a 所示。

[0032] 步骤一:硅片去损伤层与制绒面,形成硅基底 10。本实施例中使用的硅基底 10 为 n 型单晶硅片,电阻率为 $50 \Omega \cdot \text{cm}$,厚度为 100um。在其他实施例中,硅片的电阻率范围为 $0.01-100 \Omega \cdot \text{cm}$,厚度范围为 20-800um。

[0033] 所述的去损伤层的过程,指的是用氢氧化钠、氢氧化钾或 TMAH 等碱类,在水浴 $50 \sim 90^\circ\text{C}$ 的条件下去除硅基底 10 表面的损伤层。接着对硅基底 10 背面进行的结构化处理。即在重量百分比为 0.1%-10% 的氢氧化钠或氢氧化钾溶液中,温度 $50 \sim 90^\circ\text{C}$ 之间进行背面结构化。同时可以添加少量的碳酸钠,异丙醇或无水乙醇等添加剂改善绒面的质量。

[0034] 步骤二:在所述硅基底 10 的正面形成第一钝化层 11。

[0035] 在硅基底 10 正面用热氧化法生长一层 4-10nm 的氧化层,形成第一钝化层 11。然后利用光刻或丝网印刷方法制作掩膜,并在第一钝化层 11 中腐蚀开孔,开孔区域以便提供多晶硅层 15 和硅基底 10 的接触区域,开孔区域占第一钝化层 11 表面积的 10%。

[0036] 步骤三:在所述硅基底 10 的第一钝化层 11 表面沉积一层 p 型掺杂区和 n 型掺杂去交错生长的多晶硅层 15。

[0037] 先在硅基底 10 的第一钝化层 11 表面上用 LPCVD 法沉积一层未掺杂的多晶硅片 12,厚度为 200nm 左右。

[0038] 然后利用掩膜在为掺杂的多晶硅片表面的指定的区域沉积一层厚度为 100nm 的 p 型掺杂的氧化硅层 13,方法可以为 PECVD、LPCVD 或者涂磷硅玻璃。在后续退火过程中,与指定区域对应的多晶硅片 12 上形成 p 型掺杂区。之后采用 PECVD, LPCVD 或者涂磷硅玻璃法,在硅片的整个区域沉积一层 n 型掺杂氧化硅层 14,厚度为 100nm。从而在后续退火过程中,与指定区域对应的多晶硅上形成 n 型掺杂区。其中 p 型和 n 型生长的先后顺序亦可颠倒。

[0039] 最后在高温炉中退火,使 p 型掺杂氧化硅层 13、n 型掺杂氧化硅层 14 扩散到对应的多晶硅片 12 上,从而在硅基底 10 的形成 p 型掺杂区和 n 型掺杂区交错生长的多晶硅层 15,如图 1b 所示。

[0040] 步骤四:在所述多晶硅层 15 的 p 型掺杂区和 n 型掺杂区之间刻蚀出沟槽,所述沟槽的刻蚀深度至硅基底 10 表面,使所述 p 型掺杂区和 n 型掺杂区域完全隔离。

[0041] 如图 1c 所示,在多晶硅层 15 的 p 型掺杂区域和 n 型掺杂区域之间,刻蚀出一个宽约 100um 的沟槽,刻穿掺杂的多晶硅层 15 和第一钝化层 11 至硅基底 10 表面,从而起到完全隔离 p 型掺杂区和 n 型掺杂区的作用。刻蚀的方法可以是激光刻槽或者掩膜后的干法湿法刻蚀。也可以是湿法刻蚀,这样还可以在沟槽中形成绒面结构,从而加强对入射光的吸收。

[0042] 步骤五:在所述步骤四的硅基底 10 正面沉积第二钝化层 16,如图 1c 所示。

[0043] 在硅基底 10 的正面用 PECVD 法进行第二钝化层 16 的沉积,起到增强表面钝化的

作用。其中,所述第二钝化层 16 的厚度为 10nm,制作材料可以用氮化硅、多晶硅或二氧化硅。

[0044] 步骤六:在所述步骤五的硅基底 10 的背面先后形成与所述硅基底 10 电性能相同的背面掺杂层 18 和背面氧化层 19。

[0045] 如图 1d 所示,在硅基底 10 正面沉积一层掩膜,然后将硅基底 10 放在高温扩散炉中进行磷掺杂在硅基底 10 背面形成 n 型的背面掺杂层 18,其中使用的磷源为液体的 POCl_3 。掺杂后形成的 n 型的背面掺杂层 18 的方块电阻为 $200 \Omega / \square$,深度为 5 μm 。在掺杂的过程常伴随着热氧化的过程,在硅基底 10 背面的热氧化形成的背面氧化层 19 厚度为 100nm。

[0046] 步骤七:在所述步背面氧化层 19 上沉积抗反膜 20,如图 1d 所示。

[0047] 然后在硅基底 10 背面氧化层 19 上,用 LPCVD、PECVD、ALD 等方法沉积抗反膜 20,抗反膜 20 的材料可以是 SiN_x 、 SiO_x 、 AlO_x 、 TiO_2 、非晶硅膜或者这些膜的各种方式的组合膜,厚度为 10-500nm。

[0048] 步骤八:在所述多晶硅层 15 的第二钝化层 16 中开孔,并沉积金属接触电极 17,如图 1e 所示。

[0049] 利用掩膜在硅基底 10 正面的第二钝化层 16 和 p 型、n 型掺杂的氧化硅层中腐蚀开孔,开孔刻穿多晶硅层 15 中氧化硅层至 p 型或 n 型掺杂的多晶硅片表面。开孔区域为金属和硅片的接触区域,制作掩膜层可采用光刻,丝网印刷等方法。开孔区域占整个太阳能电池正面面积的 10%。

[0050] 步骤九:在所述步骤八的硅基底正面形成金属接触电极 17,退火或烧结形成欧姆接触,如图 1e 所示。

[0051] 之后运用蒸发或溅射等手段,在正面制作金属接触电极 17,并在背面形成交叉型的金属栅条。金属的材料可以是 Al、Ag、Cu、Cr、Ti、Ni 等中的一种或几种的组合。也可以运用丝网印刷手段,其中金属接触电极 17 的浆料为银浆或银铝浆。最后伴随着退火或烧结形成欧姆接触。

[0052] 实施例 2

[0053] 本实施例与实施例 1 不同之处在于:

[0054] 步骤二:在硅基底 10 正面用热氧化法生长一层 1 ~ 4nm 的氧化层,形成第一钝化层 11。由于在本实施例中,第一钝化层 11 足够薄(厚度小于 4nm),不开孔。

[0055] 步骤三:利用光刻蚀或丝网印刷方法,在硅片的指定区域,用 LPCVD 法在第一钝化层 11 上生长一层 p 型掺杂的多晶硅片,然后在硅基片的剩余区域,用 LPCVD 法在第一钝化层 11 上生长一层 n 型掺杂的多晶硅片。多晶硅片的厚度为 200nm。从而在硅基底 10 的形成 p 型掺杂区和 n 型掺杂区交错生长的多晶硅层 15。

[0056] 其余步骤参照实施例 1 所述。

[0057] 实施例 3

[0058] 本实施例与实施例 1 不同之处在于:

[0059] 步骤三:先沉积一层未掺杂的多晶硅片,然后在不同区域用不同的离子注入形成 p 型和 n 型掺杂区,形成多晶硅层 15。

[0060] 其余步骤参照实施例 1 所述。

[0061] 本发明创造性的改进了背接触型太阳能电池的结构,在多晶硅层 15 和硅基底 10

层之间引入第一层钝化层 11。这样 p 型发射极掺杂从上到下形成一个梯度,上面高浓度的掺杂满足了与金属欧姆接触的电阻需求,下面低浓度的掺杂满足了钝化层表面态密度的需求,从而大大改善电池表面的钝化效果。与常规的背接触型太阳能电池相比,本发明能大大减少光生载流子的复合,降低电学的损失,从而获得更高的转换效率,实现更大的功率输出。(经权威半导体软件 Synopsys Sentaurus 的模拟,新的结构能在原有高效率的基础上再提高 1%-1.5% 左右)。

[0062] 上述实施例为本发明较佳的实施方式,但本发明的实施方式并不受上述实施例的限制,其他任何未背离本发明的精神实质与原理下所作的改变,修饰,替代,组合,简化,均应为等效的置换方式,都包含在本发明的保护范围。

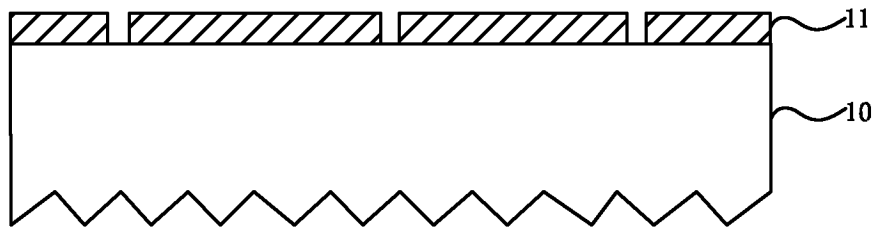


图 1a

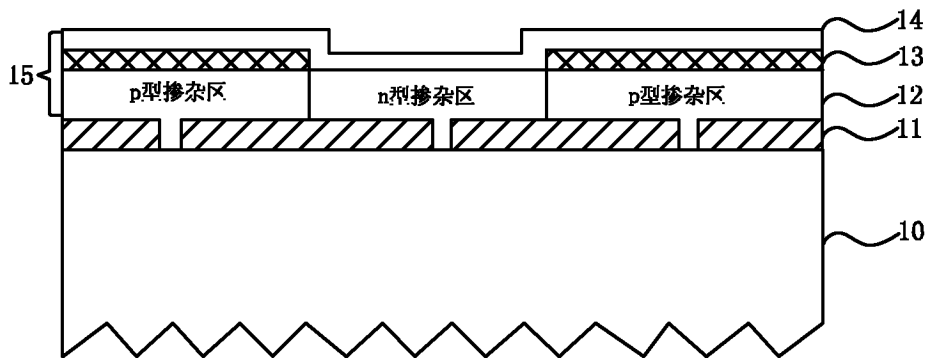


图 1b

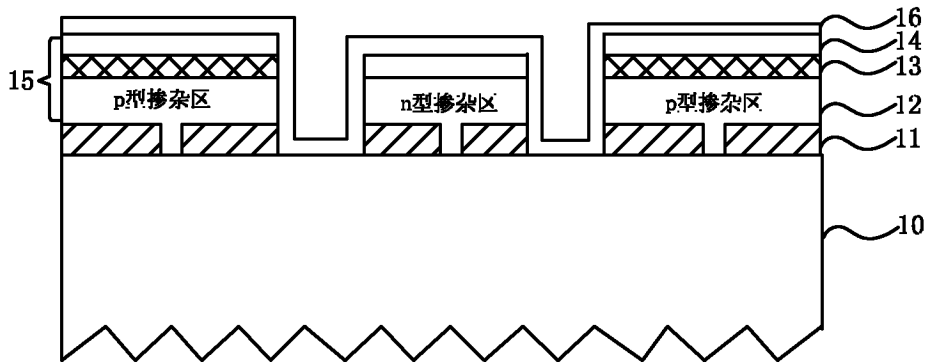


图 1c

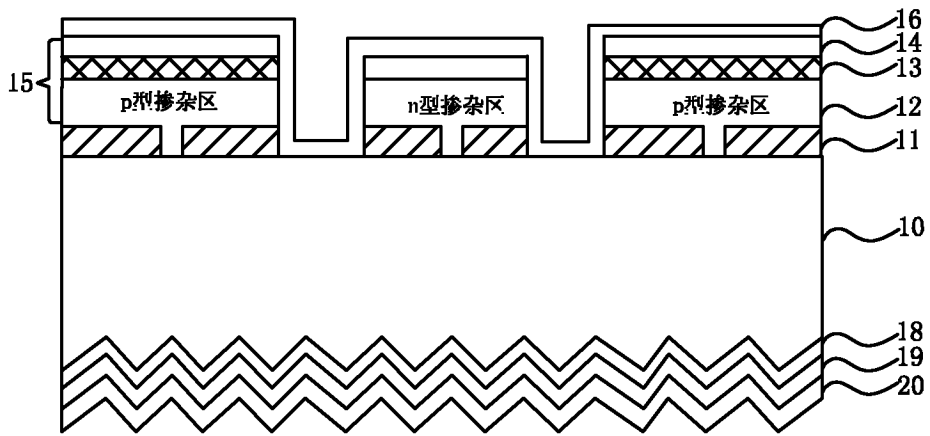


图 1d

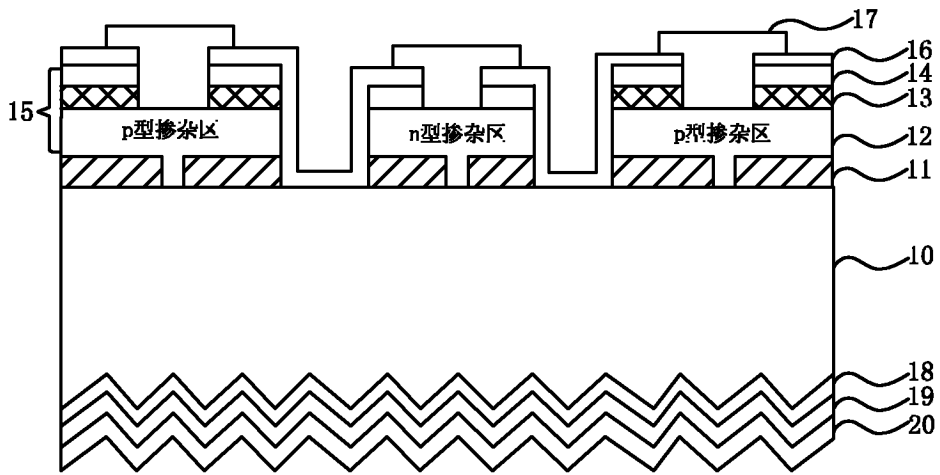


图 1e