



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104966761 A

(43) 申请公布日 2015. 10. 07

(21) 申请号 201510397471. 5

(22) 申请日 2015. 07. 08

(71) 申请人 四川银河星源科技有限公司

地址 622650 四川省绵阳市安县工业园区
(花菱镇)

(72) 发明人 李运钧 尹天平 曾国平 杨墨熹
李昕

(74) 专利代理机构 北京远大卓悦知识产权代理
事务所(普通合伙) 11369

代理人 周庆佳

(51) Int. Cl.

H01L 31/18(2006. 01)

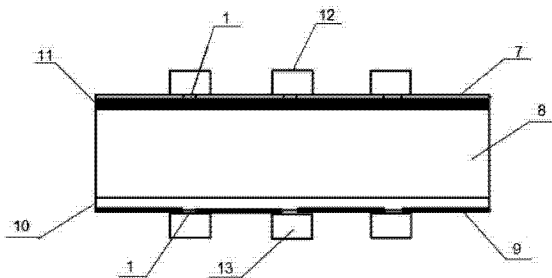
权利要求书2页 说明书7页 附图5页

(54) 发明名称

一种晶体硅太阳能电池的制造方法

(57) 摘要

本发明公开了一种晶体硅太阳能电池的制造方法,包括:将硅片清洗后进行表面处理得到凹凸的绒面;然后采用扩散法在硅片上形成PN结;接着对形成PN结的硅片周边刻蚀去除多余扩散层,然后在硅片正面和背面分别沉积膜体,并用刻蚀方法刻蚀掉局部膜体,使膜体上形成均匀的露出硅片的点状或条状结构;最后在硅片正面和背面分别印刷正面导电浆料和背面导电浆料;然后烧结得到太阳能电池。本发明在太阳能电池的膜体上采用刻蚀方法,刻蚀掉局部膜体,然后在局部刻蚀的膜体上印刷非烧穿导电浆料,实现局部金属与硅直接电接触,而保留尽量多的膜体在导电浆料高温烧结时不被破坏,可增加太阳能电池的开路电压,减小接触电阻,从而提高太阳能电池的转换效率。



1. 一种晶体硅太阳能电池的制造方法,其特征在于,包括:

取一硅片进行清洗,将清洗后的硅片进行表面处理得到凹凸不平的绒面;然后采用扩散法在硅片上形成PN结;

接着对形成PN结的硅片周边刻蚀去除多余扩散层,然后在硅片正面和背面分别沉积膜体,并用刻蚀方法刻蚀掉局部膜体,使膜体上形成均匀的露出硅片的点状或条状结构;

最后在硅片正面和背面分别印刷正面导电浆料和背面导电浆料;然后烧结得到晶体硅太阳能电池。

2. 如权利要求1所述的晶体硅太阳能电池的制造方法,其特征在于,所述用刻蚀方法刻蚀掉局部膜体,形成均匀露出硅片的点状结构的直径为10~60微米、条状结构的宽度为10~60微米。

3. 如权利要求1所述的晶体硅太阳能电池的制造方法,其特征在于,所述刻蚀方法为激光刻蚀方法。

4. 如权利要求1所述的晶体硅太阳能电池的制造方法,其特征在于,所述烧结的温度为600~760℃。

5. 如权利要求1所述的晶体硅太阳能电池的制造方法,其特征在于,所述正面导电浆料是银铝浆,该银铝浆包括以下重量百分比的各组分:银粉80~90%,铝粉0.3~8%,无机玻璃粉0.1~10%,有机载体1~15%,有机添加剂0.1~10%,其他功能性添加剂0.01~5%。

6. 如权利要求5所述的晶体硅太阳能电池的制造方法,其特征在于,所述铝粉为纯铝粉、铝合金粉中的一种;所述铝合金粉为铝硅合金粉、铝镁硅合金粉、铝锌合金粉中的一种;所述铝粉或铝合金粉的颗粒大小D50为小于10微米。

7. 如权利要求5所述的晶体硅太阳能电池的制造方法,其特征在于,所述无机玻璃粉为 $\text{Bi}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2\text{-ZnO}$ 体系、 $\text{Bi}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2\text{-B}_2\text{O}_3$ 体系、 $\text{TeO}_2\text{-B}_2\text{O}_3$ 体系、 $\text{Bi}_2\text{O}_3\text{-TeO}_2\text{-SiO}_2$ 体系中的一种。

8. 如权利要求7所述的晶体硅太阳能电池的制造方法,其特征在于,所述 $\text{Bi}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2\text{-ZnO}$ 体系包括以下重量百分比的各组分:20~80%的 Bi_2O_3 ,5~20%的 SiO_2 ,5~15%的 ZnO ,1~5%的 TiO_2 ,3~15% CuO ,1~25% MnO_2 ,0.5~50% TeO_2 ,1~15% V_2O_5 ,1~3% AlF_3 ;

所述 $\text{Bi}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2\text{-B}_2\text{O}_3$ 体系包括以下重量百分比的各组分:20~80%的 Bi_2O_3 ,5~20%的 SiO_2 ,2~15%的 B_2O_3 ,5~15%的 ZnO ,1~5%的 TiO_2 ,3~15% CuO ,1~25% MnO_2 ,0.5~50% TeO_2 ,1~15% V_2O_5 ,1~3% AlF_3 ;

所述 $\text{TeO}_2\text{-B}_2\text{O}_3$ 体系包括以下重量百分比的各组分:25~50% TeO_2 ,2~40% B_2O_3 ,5~80%的 Bi_2O_3 ,5~20%的 SiO_2 ,5~15%的 ZnO ,1~10%的 TiO_2 ,1~15% CuO ,1~15% MnO_2 ,1~15% V_2O_5 ;

所述 $\text{Bi}_2\text{O}_3\text{-TeO}_2\text{-SiO}_2$ 体系包括以下重量百分比的各组分:10~80%的 Bi_2O_3 ,10~50% TeO_2 ,5~20%的 SiO_2 ,5~15%的 ZnO ,1~10%的 TiO_2 ,1~15% CuO ,1~15% MnO_2 ,1~15% V_2O_5 ,1~15% Li_2O 。

9. 如权利要求1所述的晶体硅太阳能电池的制造方法,其特征在于,所述背面导电浆料是银浆,该银浆包括以下重量百分比的各组分:银粉75~91%,无机玻璃粉0.1~10%,

有机载体 1 ~ 25%，有机添加剂 0.1 ~ 10%，其他功能性添加剂 0.01 ~ 5%。

10. 如权利要求 9 所述的晶体硅太阳能电池的制造方法，其特征在于，所述无机玻璃粉为 Bi_2O_3 - SiO_2 - ZnO 体系、 Bi_2O_3 - SiO_2 - B_2O_3 体系、 TeO_2 - B_2O_3 体系、 Bi_2O_3 - TeO_2 - SiO_2 体系中的一种。

11. 如权利要求 10 所述的晶体硅太阳能电池的制造方法，其特征在于，所述 Bi_2O_3 - SiO_2 - ZnO 体系包括以下重量百分比的各组分：20 ~ 80% 的 Bi_2O_3 ，5 ~ 20% 的 SiO_2 ，5 ~ 15% 的 ZnO ，1 ~ 5% 的 TiO_2 ，3 ~ 15% CuO ，1 ~ 25% MnO_2 ，0.5 ~ 50% TeO_2 ，1 ~ 15% V_2O_5 ，1 ~ 3% AlF_3 ；

所述 Bi_2O_3 - SiO_2 - B_2O_3 体系包括以下重量百分比的各组分：20 ~ 80% 的 Bi_2O_3 ，5 ~ 20% 的 SiO_2 ，2 ~ 15% 的 B_2O_3 ，5 ~ 15% 的 ZnO ，1 ~ 5% 的 TiO_2 ，3 ~ 15% CuO ，1 ~ 25% MnO_2 ，0.5-50% TeO_2 ，1 ~ 15% V_2O_5 ，1 ~ 3% AlF_3 ；

所述 TeO_2 - B_2O_3 体系包括以下重量百分比的各组分：25 ~ 50% TeO_2 ，2 ~ 15% B_2O_3 ，5 ~ 80% 的 Bi_2O_3 ，5 ~ 20% 的 SiO_2 ，5 ~ 15% 的 ZnO ，1 ~ 10% 的 TiO_2 ，1 ~ 15% CuO ，1 ~ 15% MnO_2 ，0.3 ~ 15% V_2O_5 ；

所述 Bi_2O_3 - TeO_2 - SiO_2 体系包括以下重量百分比的各组分：20 ~ 80% 的 Bi_2O_3 ，10 ~ 50% TeO_2 ，5 ~ 20% 的 SiO_2 ，5 ~ 15% 的 ZnO ，1 ~ 10% 的 TiO_2 ，1 ~ 15% CuO ，1 ~ 15% MnO_2 ，0.5 ~ 15% V_2O_5 ，1 ~ 15% Li_2O ，1 ~ 5% AlF_3 。

一种晶体硅太阳能电池的制造方法

技术领域

[0001] 本发明属于太阳能电池技术领域,具体涉及一种局部电接触的晶体硅太阳能电池的制造方法。

背景技术

[0002] 近年来,光伏电池产量年增长速度十分快,太阳能光伏发电在不远的将来会占据世界能源消费的重要席位,不但要替代部分常规能源,而且将成为世界能源供应的主体。目前晶体硅电池是光伏电池的主体,未来 10 年晶体硅太阳能电池所占份额尽管会因薄膜太阳能电池或其它新型电池的发展等原因而下降,但其主导地位仍不会根本改变。

[0003] 目前的晶体硅太阳能电池由 n 型或 p 型硅制造而成。n 型硅片通常载流子寿命较长,电池效率可以做得更高,同时光致衰减小,电池的总发电量也高。就 p 型晶体硅太阳能电池来讲,由于烧穿正面银浆和背场铝浆的应用,导致硅片电池工艺简单,成本较低,所以 p 型晶体硅太阳能电池是当前的主流产品,目前主流的 p 型硅太阳能电池效率已经可以稳定在 19% 以上。以丝网印刷方法工业化生产的常规 n 型单晶硅太阳能电池的平均光电转换效率可达 20% 以上,虽然与常规 p 型单晶硅太阳能电池 19% 的转换效率相比有一定的优势,但是由于 n 型硅片的制造成本要高于 p 型硅片,相应地,n 型硅太阳能电池的制造成本也要高于 p 型硅太阳能电池。从成本与效率平衡的角度考虑,n 型硅太阳能电池并不优于 p 型硅太阳能电池。而 p 型太阳能电池一般在使用后输出功率的衰减率会达到 15% 以上。用 n 型硅代替 p 型硅制备太阳能电池,不仅可提高单晶硅太阳能电池的转换效率,而且也大大降低了电池的输出功率衰减率。但是即便如此,太阳能电池的转换效率还是较低,如果要想在不改变电池结构和金属化工艺的情况下进一步提高效率已非常困难。

[0004] 目前太阳能电池片的生产工艺流程一般分为硅片检测、表面制绒、扩散制造 PN 结、去磷硅玻璃、化学刻蚀、沉积减反射膜 / 钝化膜、丝网印刷正面和背面导电浆料、快速烧结等。一般正面使用烧穿正面银浆,丝网印刷在减反射膜和钝化膜上,在快速烧结过程中烧穿绝缘的减反射膜和钝化膜,在硅上形成电接触。在此过程中,为了减小载流子在表面的复合以提高电池的转换效率,采用的方法是表面钝化技术,目前通过高质量的表面钝化技术提高太阳能电池的转化效率已在生产中广泛应用。现有的钝化技术有 PECVD 沉积的 SiN_x , 热氧化法生长的 SiO_2 , SiN_x 和 SiO_2 两种薄膜的叠层, Al_2O_3 钝化膜等,沉积的钝化膜同时能够起减反射膜(增透膜)的作用。具有负电荷特性的 Al_2O_3 介质层已被证明可为的 p 型、n 型以及硼和 Al 掺杂的 p+ 型发射极提供良好的表面钝化效果。 Al_2O_3 可通过各种技术来沉积,例如原子层沉积(ALD)、等离子体增强化学气相沉积技术(PECVD)以及反应性溅射技术。但是,这些钝化膜都是绝缘体,阻挡了金属在硅上的电接触,尽管目前的烧穿正银可较好地烧穿 SiN_x 形成较好的电接触,在太阳能电池正面形成栅极电极,但实际的栅极电极接触电阻率也往往大于 $1\text{m}\Omega\cdot\text{cm}^2$,导致开路电压(V_{oc})偏低和串阻较高,并且需要较高的烧结温度才能将钝化膜烧穿。而金属直接在硅上电接触可形成 $<0.01\text{m}\Omega\cdot\text{cm}^2$ 的接触电阻率,这说明若金属直接在硅上形成电接触,所需要的接触面积要比烧穿 SiN_x 形成的电接触的接触面积小

得多,从而可保留较大钝化膜面积,进一步减小载流子在表面的复合,提高电池的开路电压(Voc)和短路电流(Isc)。

发明内容

[0005] 作为各种广泛且细致的研究和实验的结果,本发明的发明人已经发现,在太阳能电池正面的增透膜/钝化膜和背面的钝化膜上采用刻蚀方法,刻蚀掉局部增透膜或钝化膜,然后印刷非烧穿导电浆料,实现局部金属与硅的直接电接触来制备太阳能电池,其能够增加太阳能电池的开路电压和减小接触电阻,从而提高太阳能电池的转换效率。基于这种发现,完成了本发明。

[0006] 本发明的一个目的是解决至少上述问题和/或缺陷,并提供至少后面将说明的优点。

[0007] 本发明还有一个目的是提供一种晶体硅太阳能电池的制造方法,包括:

[0008] 取一硅片进行清洗,将清洗后的硅片进行正面表面处理得到凹凸不平的绒面;然后采用扩散法在硅片上形成PN结;

[0009] 接着对形成PN结的硅片周边刻蚀去除多余扩散层,然后在硅片正面和背面分别沉积膜体,并用刻蚀方法刻蚀掉局部膜体,使膜体上形成均匀的露出硅片的点状或条状结构;

[0010] 最后在硅片正面和背面分别印刷正面导电浆料和背面导电浆料;然后烧结得到晶体硅太阳能电池。

[0011] 优选的是,所述用刻蚀方法刻蚀掉局部膜体,形成均匀露出硅片的点状结构的直径为10~60微米、条状结构的宽度为10~60微米。

[0012] 优选的是,所述刻蚀方法为激光刻蚀方法。

[0013] 优选的是,所述烧结的温度为600~760℃。

[0014] 优选的是,所述正面导电浆料是银铝浆,该银铝浆包括以下重量百分比的各组分:银粉80~90%,铝粉0.3~8%,无机玻璃粉0.1~10%,有机载体1~15%,有机添加剂0.1~10%,其他功能性添加剂0.01~5%。

[0015] 优选的是,所述铝粉为纯铝粉、铝合金粉中的一种;所述铝合金粉为铝硅合金粉、铝镁硅合金粉、铝锌合金粉中的一种;所述铝粉或铝合金粉的颗粒大小D50为小于10微米。

[0016] 优选的是,所述无机玻璃粉为 $\text{Bi}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2\text{-ZnO}$ 体系、 $\text{Bi}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2\text{-B}_2\text{O}_3$ 体系、 $\text{TeO}_2\text{-B}_2\text{O}_3$ 体系、 $\text{Bi}_2\text{O}_3\text{-TeO}_2\text{-SiO}_2$ 体系中的一种。

[0017] 优选的是,所述 $\text{Bi}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2\text{-ZnO}$ 体系包括以下重量百分比的各组分:20~80%的 Bi_2O_3 ,5~20%的 SiO_2 ,5~15%的 ZnO ,1~5%的 TiO_2 ,3~15% CuO ,1~25% MnO_2 ,0.5~50% TeO_2 ,1~15% V_2O_5 ,1~3% AlF_3 ;

[0018] 所述 $\text{Bi}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2\text{-B}_2\text{O}_3$ 体系包括以下重量百分比的各组分:20~80%的 Bi_2O_3 ,5~20%的 SiO_2 ,2~15%的 B_2O_3 ,5~15%的 ZnO ,1~5%的 TiO_2 ,3~15% CuO ,1~25% MnO_2 ,0.5~50% TeO_2 ,1~15% V_2O_5 ,1~3% AlF_3 ;

[0019] 所述 $\text{TeO}_2\text{-B}_2\text{O}_3$ 体系包括以下重量百分比的各组分:25~50% TeO_2 ,2~40% B_2O_3 ,5~80%的 Bi_2O_3 ,5~20%的 SiO_2 ,5~15%的 ZnO ,1~10%的 TiO_2 ,1~15% CuO ,1~15% MnO_2 ,1~15% V_2O_5 ;

[0020] 所述 $\text{Bi}_2\text{O}_3\text{-TeO}_2\text{-SiO}_2$ 体系包括以下重量百分比的各组分:10~80%的 Bi_2O_3 ,10~50% TeO_2 ,5~20%的 SiO_2 ,5~15%的 ZnO ,1~10%的 TiO_2 ,1~15% CuO ,1~15% MnO_2 ,1~15% V_2O_5 ,1~15% Li_2O 。

[0021] 优选的是,所述背面导电浆料是银浆,该银浆包括以下重量百分比的各组分:银粉75~91%,无机玻璃粉0.1~10%,有机载体1~25%,有机添加剂0.1~10%,其他功能性添加剂0.01~5%。

[0022] 优选的是,所述无机玻璃粉为 $\text{Bi}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2\text{-ZnO}$ 体系、 $\text{Bi}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2\text{-B}_2\text{O}_3$ 体系、 $\text{TeO}_2\text{-B}_2\text{O}_3$ 体系、 $\text{Bi}_2\text{O}_3\text{-TeO}_2\text{-SiO}_2$ 体系中的一种。

[0023] 优选的是,所述 $\text{Bi}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2\text{-ZnO}$ 体系包括以下重量百分比的各组分:20~80%的 Bi_2O_3 ,5~20%的 SiO_2 ,5~15%的 ZnO ,1~5%的 TiO_2 ,3~15% CuO ,1~25% MnO_2 ,0.5~50% TeO_2 ,1~15% V_2O_5 ,1~3% AlF_3 ;

[0024] 所述 $\text{Bi}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2\text{-B}_2\text{O}_3$ 体系包括以下重量百分比的各组分:20~80%的 Bi_2O_3 ,5~20%的 SiO_2 ,2~15%的 B_2O_3 ,5~15%的 ZnO ,1~5%的 TiO_2 ,3~15% CuO ,1~25% MnO_2 ,0.5~50% TeO_2 ,1~15% V_2O_5 ,1~3% AlF_3 ;

[0025] 所述 $\text{TeO}_2\text{-B}_2\text{O}_3$ 体系包括以下重量百分比的各组分:25~50% TeO_2 ,2~15% B_2O_3 ,5~80%的 Bi_2O_3 ,5~20%的 SiO_2 ,5~15%的 ZnO ,1~10%的 TiO_2 ,1~15% CuO ,1~15% MnO_2 ,0.3~15% V_2O_5 ;

[0026] 所述 $\text{Bi}_2\text{O}_3\text{-TeO}_2\text{-SiO}_2$ 体系包括以下重量百分比的各组分:20~80%的 Bi_2O_3 ,10~50% TeO_2 ,5~20%的 SiO_2 ,5~15%的 ZnO ,1~10%的 TiO_2 ,1~15% CuO ,1~15% MnO_2 ,0.5~15% V_2O_5 ,1~15% Li_2O ,1~5% AlF_3 。

[0027] 在本发明中,正面银铝浆料和背面银浆中银粉的颗粒结构为球形、片状、不规则球形、不规则条形中的一种,其颗粒大小D50为1.5~2.5微米。

[0028] 本发明中玻璃粉的制备方法采用本领域技术人员常用的玻璃粉的制备方法,例如采用混合机将各组成玻璃粉的氧化物粉末混合均匀,转入刚玉坩埚或白金坩埚中,并置于高温炉中,将高温炉炉内升温至550℃,保温0.5h,再升温至1250℃,保温2h,水淬过滤得到玻璃颗粒。将玻璃颗粒装入球磨罐,可用氧化锆球湿磨,过滤后烘干,即得到玻璃粉。

[0029] 在本发明中,所述铝粉或铝合金粉的颗粒大小也可是D50小于5微米,也可是D50小于2微米,也可是D50小于0.5微米,也可是D50小于0.1微米。

[0030] 在本发明中,正面银铝浆料和背面银浆中有机载体的成分一般包括以下重量百分比的各组分:有机树脂5~20%,有机溶剂60~80%,表面活性剂:0.5~10%,其中有机树脂为乙基纤维素、硝基纤维素、酚醛树脂中的一种或几种的混合;有机溶剂为二乙二醇丁醚、二乙二醇丁醚醋酸酯、正丁醇、松油醇中的一种或几种的混合;表面活性剂为邻苯二甲酸二乙酯、司班80、十六醇中的一种或几种的组合。

[0031] 在本发明中,正面银铝浆料和背面银浆中有机添加剂为有机硅类化合物,其中有机硅类化合物为甲基硅油、二甲基硅油、乙基硅油、苯基硅油、甲基含氢硅油、甲基苯基硅油、甲基乙氧基硅油、甲基三氟丙基硅油、甲基乙烯基硅油、羟基含氢硅油中的一种或几种的混合。

[0032] 在本发明中正面银铝浆料和背面银浆中其他功能性添加剂为流平剂、分散剂、消泡剂、触变剂、增稠剂、防沉淀剂、抗老化剂等中的一种或几种的混合。这些功能性添加剂

均为本领域技术人员所公知的一类物质,其中流平剂包括丙烯酸树脂类流平剂、脲醛树脂类流平剂、三聚氰胺甲醛树脂类流平剂等;分散剂包括脂肪酸类、脂肪族酰胺类、酯类、石蜡类、硬脂酸盐类等;消泡剂包括酰胺类消泡剂、聚醚类消泡剂、亚胺类消泡剂等;触变剂包括氢化蓖麻油类、聚酰胺蜡微粉、改性脲类物质等;增稠剂包括聚异乙烯、聚乙烯乙醇、聚甲基苯乙烯、聚甲基丙烯酸甲酯等;防沉淀剂包括季铵盐高分子共聚物、阴离子羧酸共聚体、非离子聚氨酯类等;抗老化剂包括辛癸酸二亚甲基锡、二甲基锡、三丁基锡、三苯基锡等。

[0033] 本发明至少包括以下有益效果:在太阳能电池的膜体上采用刻蚀方法,刻蚀掉局部膜体,然后在局部刻蚀的膜体上印刷导电浆料,实现局部金属与硅直接电接触,而保留尽量多的膜体在导电浆料高温烧结时不被破坏,增加了太阳能电池的开路电压,减小了接触电阻,从而提高了太阳能电池的转换效率。同时采用的导电浆料为非烧穿导电浆料,可使制造电池的烧结温度大大降低,烧结峰值温度范围从 600 ~ 760℃,而目前太阳能电池片的生产中所用的是烧穿浆料的烧结峰值温度一般为 800℃左右,并且本发明采用的导电浆料不含铅和镉,不会产生环境污染和安全问题。

[0034] 本发明的其它优点、目标和特征将部分通过下面的说明体现,部分还将通过对本发明的研究和实践而为本领域的技术人员所理解。

附图说明:

[0035] 图 1 为本发明通过激光刻蚀方法蚀掉或消融正面和背面的局部沉积膜,形成点状结构的示意图;

[0036] 图 2 为本发明通过激光刻蚀方法蚀掉或消融正面和背面的局部沉积膜,形成条状结构的示意图;

[0037] 图 3 为本发明印刷非烧穿导电浆料在露出硅片的点状结构的区域,形成栅型和主栅电极的结构示意图;

[0038] 图 4 为本发明印刷非烧穿导电浆料在露出硅片的条状结构的区域,形成栅型和主栅电极的结构示意图;

[0039] 图 5 为本发明实施例 1 中激光刻蚀增透层/钝化层在 n 型硅太阳能电池制造中的应用示意图;

[0040] 图 6 为本发明实施例 1 中制备太阳能电池过程中印刷非烧穿导电浆料后形成的结构示意图;

[0041] 图 7 为本发明实施例 2 中制备 PECR 晶体硅太阳能电池过程中印刷非烧穿导电浆料后形成的结构示意图;

[0042] 图 8 为现有技术中 n 型双面电池制造工艺 (a) 和本发明实施例 1 中 n 型双面电池制造工艺 (b) 的流程图;

[0043] 图 9 为现有技术中 PERC 电池制造工艺 (a) 和本发明实施例 2 中 PERC 电池制造工艺 (b) 的流程图。

具体实施方式:

[0044] 下面结合附图对本发明做进一步的详细说明,以令本领域技术人员参照说明书文字能够据以实施。

[0045] 应当理解,本文所使用的诸如“具有”、“包含”以及“包括”术语并不配出一个或多个其它元件或其组合的存在或添加。

[0046] 实施例 1:

[0047] n 型双面太阳能电池片的制造方法:取一 n 型单晶硅,使用 15 ~ 30% 的碱溶液在 80 ~ 100°C 下对单晶硅进行 0.5 ~ 1min 的腐蚀清洗,以去除油污、切割损伤层等,将清洗后的单晶硅通过机械刻槽、化学腐蚀、反应离子刻蚀、激光刻槽等方法,在硅片表面形成凹凸不平的绒面,以降低表面反射损失,然后采用扩散法在硅片正面形成 p- 扩散层,形成 PN 结;接着,在背面采用扩散法形成 n- 扩散层,形成 n⁺层。例如,采用常压化学气相沉积法 (APCVD),在 500 ~ 800°C 下沉积硼硅酸盐玻璃 (BSG) 进行硼扩散和沉积 SiO₂膜,然后用通过 POCl₃液态源扩散的方法进行磷扩散,即通一定量 POCl₃,使硅片的背表面扩入一层磷,该方法通过将 POCl₃液态分子在 N₂载气的携带下进入炉管,在 1000°C 左右下经过一系列化学反应磷原子被置换,并扩入硅片表面,共扩散形成 PN 结;

[0048] 接着对形成 PN 结的硅片周边采用用等离子体刻蚀、激光刻蚀、湿法刻蚀等去除硅片周边的多余扩散层,即磷硅玻璃 (PSG) 和硼硅酸盐玻璃 (BSG),然后在正面沉积钝化膜 / 增透膜,在背面形成钝化膜;例如,可采用热氧化法分别在正面和背面先沉积 SiO₂膜,膜厚可为 2 ~ 10 纳米,然后采用等离子体增强化学气相沉积技术 (PECVD),在硅片正面和背面 SiO₂膜上沉积 SiN_x膜,膜厚可为 40 ~ 100 纳米,优选为 70 纳米左右,最后在正面和背面形成 SiO₂/SiN_x膜,其中 SiO₂膜可用 Al₂O₃钝化膜取代,Al₂O₃可通过各种技术来沉积,例如原子层沉积 (ALD)、等离子体增强化学气相沉积技术 (PECVD) 以及反应性溅射技术,形成 Al₂O₃/SiN_x膜,其中 Al₂O₃膜厚可为 2 ~ 20 纳米, SiN_x膜厚可为 40 ~ 100 纳米,优选为 70 纳米左右;正面和背面的沉积膜主要起增透和钝化的作用,并用激光刻蚀方法刻蚀掉或消融正面和背面的局部沉积膜,使沉积膜上形成均匀的露出硅片的点状如图 1 所示,或条状结构如图 2 所示;激光刻蚀可用 ROFIN-BAASEL Lasertech 的 Dual Line c-Si 激光处理系统或 Asys GmbH 的在线激光系统或 Manz LAS-2400 激光开孔系统;所述点状结构的直径为 10 ~ 60 微米、条状结构的宽度为 10 ~ 60 微米;图 1 中在硅片表面沉积形成增透膜 (钝化膜) 2,通过激光刻蚀方法蚀掉或消融正面和背面的局部沉积膜,形成点状结构 1;图 2 中在硅片表面沉积形成增透膜 (钝化膜) 4,通过激光刻蚀方法蚀掉或消融正面和背面的局部沉积膜 4,形成条状结构 2;

[0049] 最后用可对准丝网印刷机,在硅片正面和背面分别印刷正面银铝浆料和背面银浆料;然后在 600 ~ 760°C 下烧结,以干燥硅片上的浆料,燃尽浆料的有机组分,得到晶体硅太阳能电池;图 3 为印刷非烧穿导电浆料在露出硅片的点状结构 1 的区域,形成栅型 5 和主栅电极 6,栅型线的宽度大于露出硅片的点状结构的直径,可为 25 ~ 70 微米,主栅电极的宽度为 1 ~ 1.5 毫米;图 4 为印刷非烧穿导电浆料在露出硅片的条状结构 3 的区域,形成栅型 5 和主栅电极 6,栅线的宽度大于露出硅片的条状结构的宽度,可为 25 ~ 70 微米;图 5 为激光刻蚀增透层 / 钝化层在 n 型硅太阳能电池制造中的应用示意图,在 n 型硅 8 上分别扩散形成 p 掺杂层 11 和 n⁺掺杂层 10,然后沉积形成正面的增透层 7 和背面钝化层 9,激光在 n 型硅太阳能电池正面的增透层 7 和背面钝化层 8 上,沿栅极局部刻蚀,形成点状结构 1,分别局部裸露出 p 扩散硅表面 (正面) 和 n⁺扩散硅表面 (背面);图 6 为印刷非烧穿银铝浆栅极在正面局部刻蚀的 p 型扩散层上,印刷非烧穿银浆栅极在背面局部刻蚀的 n⁺扩散硅表

面,形成栅型电极 12 和 13,栅线的宽度可为 25 ~ 70 微米。

[0050] 上述方法中,所述正面银铝浆料包括以下重量百分比的各组分:银粉 80%,纯铝粉 3%,无机玻璃粉 2%,有机载体 10%,有机添加剂 2.5%,其他功能性添加剂 2.5%;所述纯铝粉的颗粒大小 D50 为小于 5 微米;所述银粉的颗粒结构为球形,其颗粒大小 D50 为 2 微米;所述无机玻璃粉为 $\text{Bi}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2\text{-ZnO}$ 体系,所述 $\text{Bi}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2\text{-ZnO}$ 体系包括以下重量百分比的各组分:70%的 Bi_2O_3 ,10%的 SiO_2 ,5%的 ZnO ,2%的 TiO_2 ,3% CuO ,2% MnO_2 ,3% TeO_2 ,2% V_2O_5 ,3% AlF_3 。

[0051] 上述方法中,所述背面银浆包括背面银浆包括以下重量百分比的各组分:银粉 80%,无机玻璃粉 5%,有机载体 5%,有机添加剂 5%,其他功能性添加剂 5%;所述无机玻璃粉为 $\text{Bi}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2\text{-B}_2\text{O}_3$ 体系;所述 $\text{Bi}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2\text{-B}_2\text{O}_3$ 体系包括以下重量百分比的各组分:62%的 Bi_2O_3 ,10%的 SiO_2 ,5%的 B_2O_3 ,5%的 ZnO ,2%的 TiO_2 ,3% CuO ,1% MnO_2 ,4% TeO_2 ,5% V_2O_5 ,3% AlF_3 。

[0052] 上述方法中所用的正面银铝浆可在 p 扩散层上形成十分低的接触电阻率,背面银浆在 n+ 层上形成电接触。利用本方法所述的浆料,可使制造电池的的烧结温度大大降低,烧结峰值温度范围从可从 600°C 到 760°C 变化。且所用的非烧穿银铝浆可在 p- 扩散层上形成十分低的接触电阻率,用 TLM 方法在 p 型硅测试可得到 $2 \times 10^{-5} \Omega \cdot \text{cm}^2$ 的接触电阻率。

[0053] 实施例 2:

[0054] 钝化发射极背面接触 (PERC) 硅太阳能电池通过在电池的背面添加一个质钝化层来提高电池的转换效率,该技术在常规电池的背表面制备 SiO_2 、 Al_2O_3 、 SiO_x 或 $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiN}_x$ 钝化膜,将 p-n 结间的电势差最大化,降低了电子的复合,从而提升电池效率,PERC 电池要求在背面钝化层上用激光刻蚀,然后使铝浆在局部形成背电场电池 (BSF) 和电接触,从而增加 V_{oc} 和 I_{sc} 。本方法在电池的正面也同时部分刻蚀,用非烧穿银浆在刻蚀的硅表面上形成局部电接触。利用非烧穿浆料,可使制造电池的的烧结温度大大降低,烧结峰值温度范围从可从 600°C 到 760°C 变化。而而目前 PERC 太阳能电池片的生产中正面所用的是烧穿浆料的烧结峰值温度一般为 800°C 左右。

[0055] 本发明中的新工艺和导电浆料可用于 PERC 电池的生产。本发明和一般 PERC 电池的生产相比,增加一步刻蚀工艺,即采取用激光局部刻蚀掉正面太阳能电池的钝化膜 (或增透膜),局部刻蚀的面积 (点状) 的直径在 10 ~ 60 微米,条状刻蚀的宽度的直径在 10 ~ 60 微米,然后用可对准丝网印刷机,在正面印刷非烧穿导电银浆,在背面印刷在局部形成 BSF 和电接触的铝浆,如图 7 所示,在 p 型硅 21 上分别扩散形成 n 掺杂层 17,然后沉积形成正面的增透层 16 和背面钝化层 18,激光在 n 型硅太阳能电池正面的增透层 16 和背面钝化层 18 上,沿栅极局部刻蚀,形成点状结构 14 和 20,印刷非烧穿银浆在正面局部刻蚀的 n- 型扩散层上,形成栅型电极 15,栅线的宽度可为 25 ~ 70 微米,印刷铝浆 19 在背面局部刻蚀的硅表面。

[0056] PERC 硅太阳能电池制备工艺:

[0057] 取一 p 型硅片,使用 15 ~ 30% 的碱溶液在 80 ~ 100°C 下硅片进行 0.5 ~ 1min 的腐蚀清洗,以去除油污、切割损伤层等,将清洗后的硅通过机械刻槽、化学腐蚀、反应离子刻蚀、激光刻槽等方法,在硅片表面形成凹凸不平的绒面,以降低表面反射损失,然后用通过 POCl_3 液态源扩散的方法进行磷扩散,即通一定量 POCl_3 ,使硅片的背场面扩入一层磷,该方

法通过将 POCl_3 液态分子在 N_2 载气的携带下进入炉管, 在 1000°C 下经过一系列化学反应磷原子被置换, 并扩入硅片表面, 共扩散形成 PN 结;

[0058] 接着对形成 PN 结的硅片周边采用用等离子体刻蚀、激光刻蚀、湿法刻蚀等去除硅片周边的多余扩散层, 即磷硅玻璃 (PSG) 和硼硅酸盐玻璃 (BSG), 然后采用等离子体增强化学气相沉积技术 (PECVD), 在硅片正面沉积 SiN_x 膜, 在背面采用 PECVD 或原子层沉积 (ALD) $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiN}_x$ 膜, Al_2O_3 厚度可为 $2 \sim 10$ 纳米, SiN_x 膜的厚度可为 $30 \sim 100$ 纳米, 最好在 70 纳米左右, 并用激光刻蚀方法刻蚀掉或消融正面和背面的局部沉积膜, 使沉积膜上形成均匀的露出硅片的点状; 激光刻蚀可用 ROFIN-BAASEL Lasertech 的 Dual Line c-Si 激光处理系统, 或 Asys GmbH 的在线激光系统, 或 Manz LAS-2400 激光开孔系统; 所述点状结构的直径为 $10 \sim 60$ 微米、条状结构的宽度为 $10 \sim 60$ 微米;

[0059] 最后用可对准丝网印刷机, 在硅片正面和背面分别印刷正面银浆料和背面铝浆料, 其中正面栅线的印刷宽度可为 $25 \sim 70$ 微米; 然后在 $600 \sim 760^\circ\text{C}$ 下烧结, 以干燥硅片上的浆料, 燃尽浆料的有机组分, 得到 PECR 晶体硅太阳能电池。

[0060] 尽管本发明的实施方案已公开如上, 但其并不仅仅限于说明书和实施方式中所列运用, 它完全可以被适用于各种适合本发明的领域, 对于熟悉本领域的人员而言, 可容易地实现另外的修改, 因此在不背离权利要求及等同范围所限定的一般概念下, 本发明并不限于特定的细节和这里示出与描述的图例。

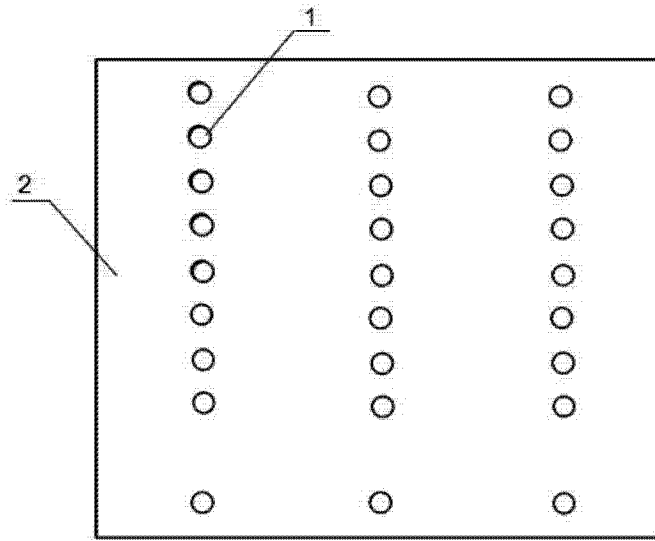


图 1

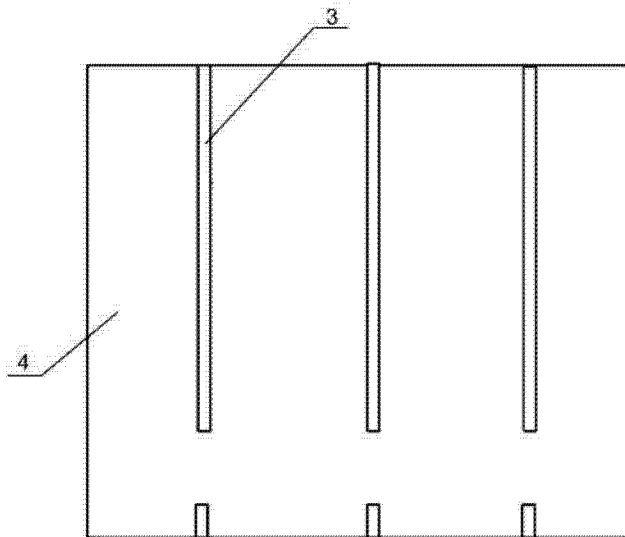


图 2

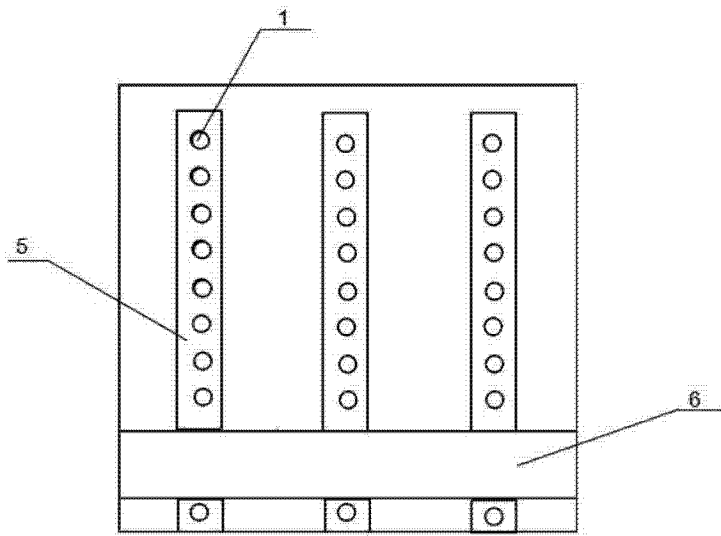


图 3

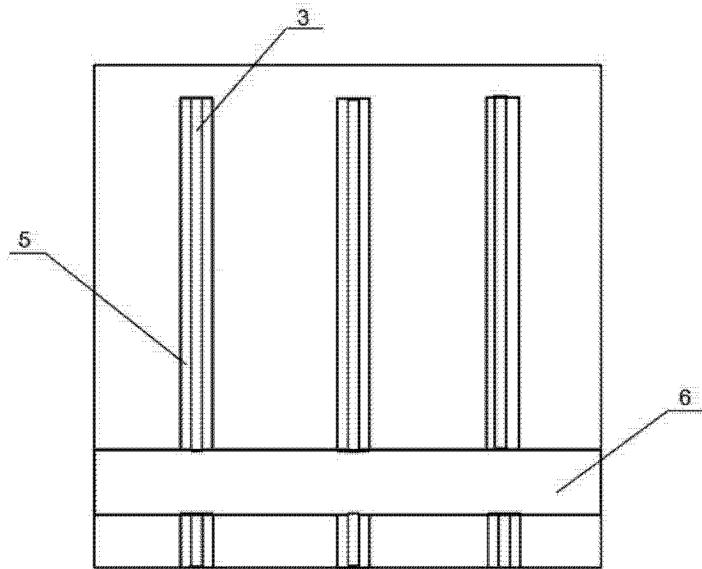


图 4

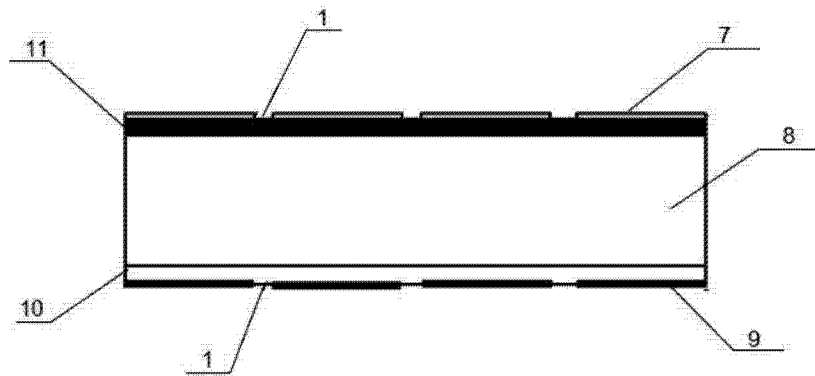


图 5

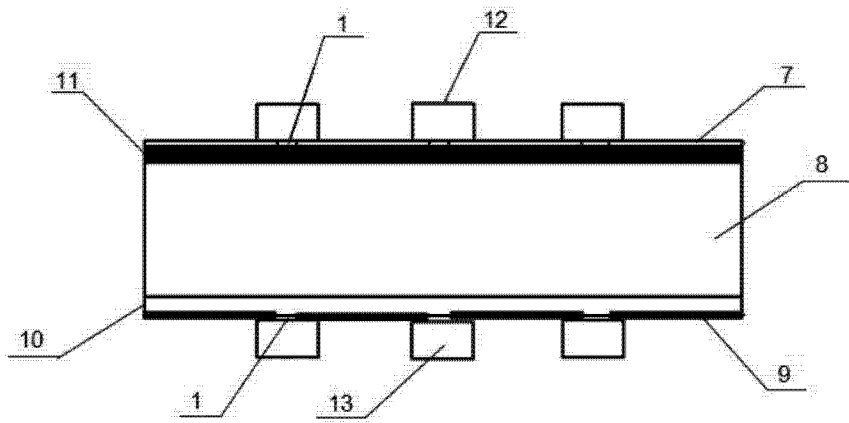


图 6

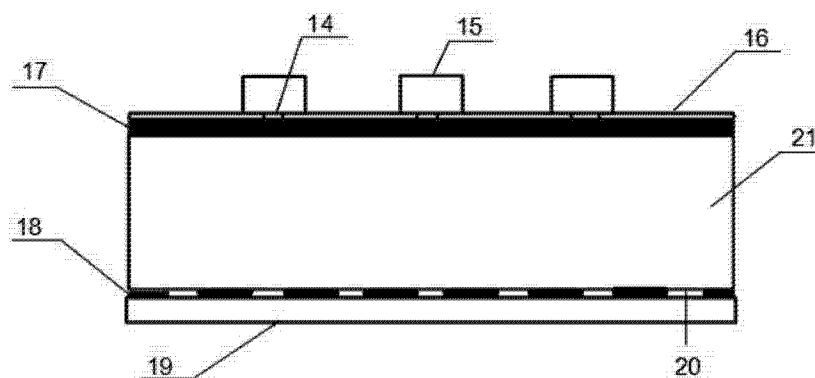
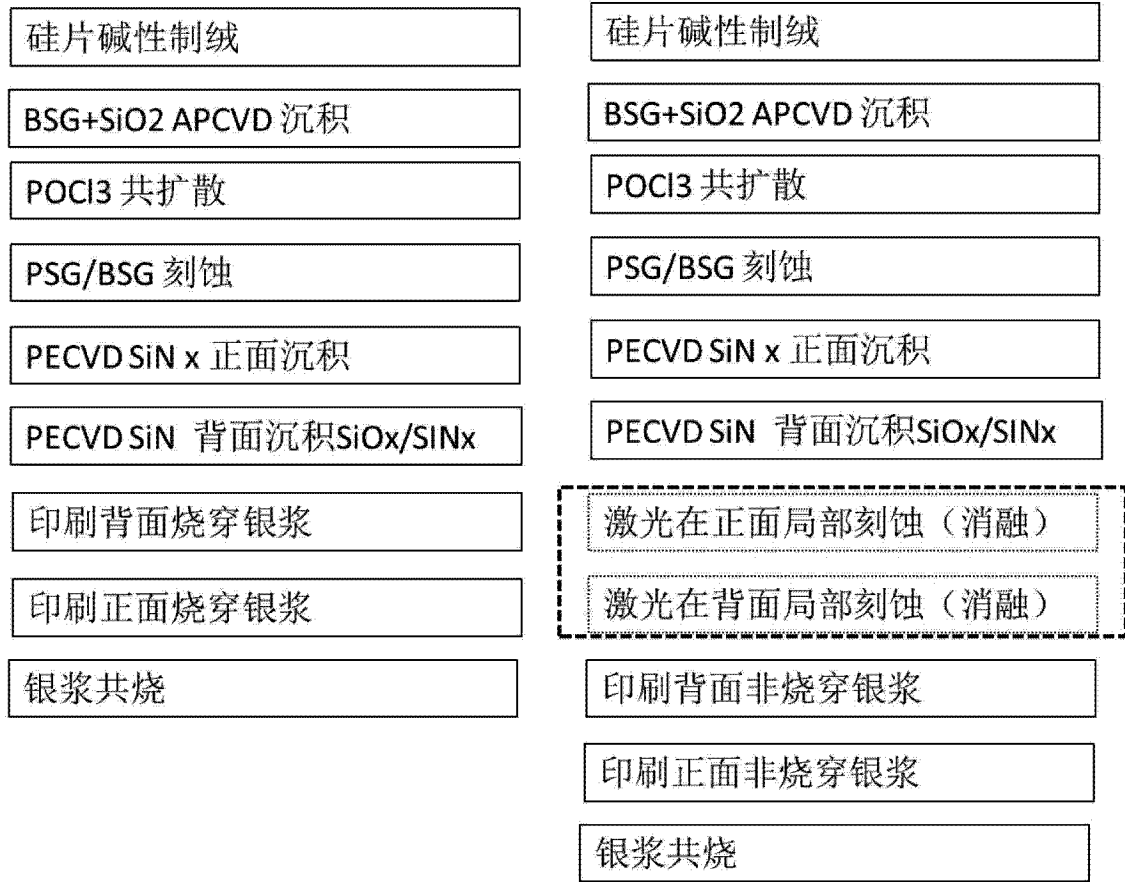


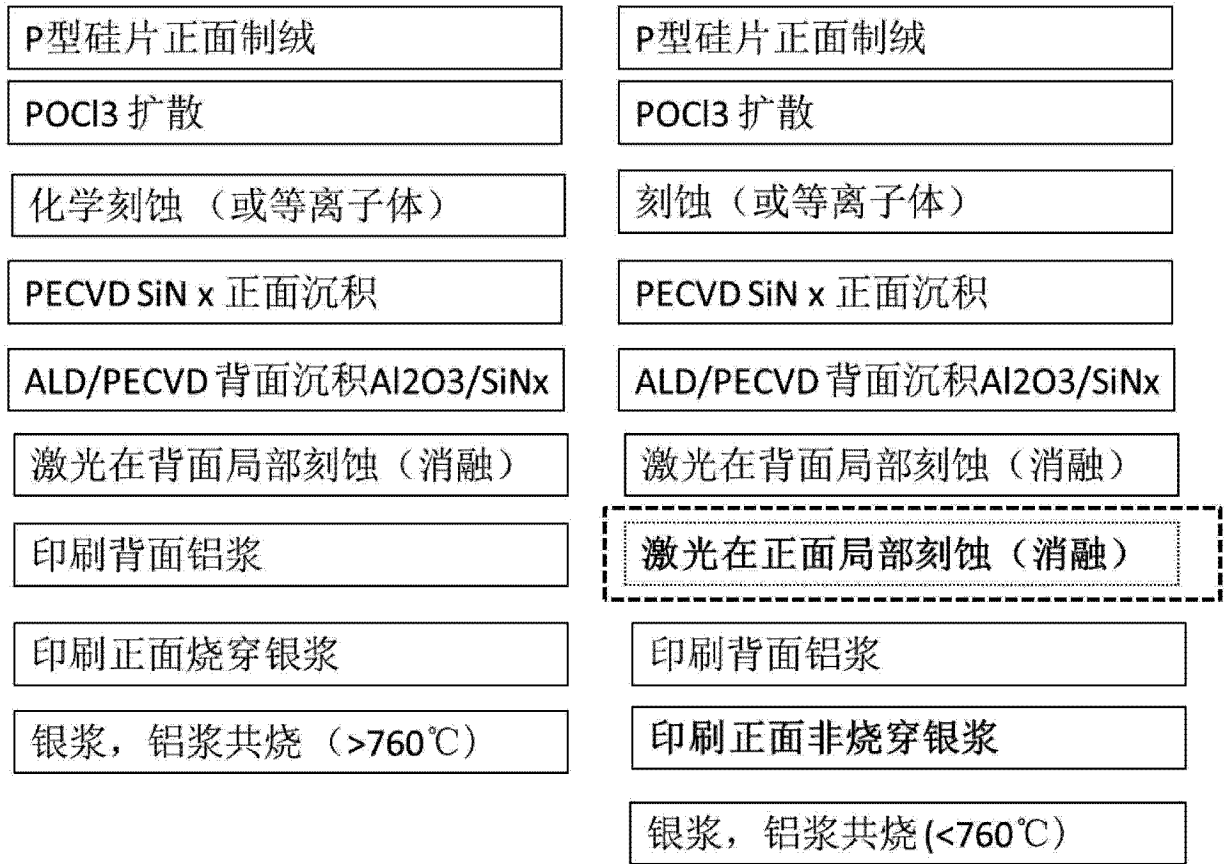
图 7



a. n型双面电池制造工艺

b. 本发明n型双面电池制造工艺

图 8



a. PERC电池制造工艺

b. 本发明PERC电池制造工艺

图 9