



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103208564 B

(45) 授权公告日 2016. 01. 20

(21) 申请号 201310125311. 6

CN 102683487 A, 2012. 09. 19, 全文.

(22) 申请日 2013. 04. 11

CN 101217173 A, 2008. 07. 09, 全文.

(73) 专利权人 浙江正泰太阳能科技有限公司

审查员 卢青

地址 310053 浙江省杭州市滨江区滨安路
1335 号

(72) 发明人 石强 李旺 单伟 韩玮智

牛新伟 蒋前哨 金建波 仇展炜

(74) 专利代理机构 北京汉昊知识产权代理事务
所(普通合伙) 11370

代理人 冯谱

(51) Int. Cl.

H01L 31/18(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 103022254 A, 2013. 04. 03, 说明书第 3 页
第 0028 段 - 第 4 页第 0048 段及图 1-5.

CN 101150067 A, 2008. 03. 26, 说明书第 1 页
第 17 行 - 第 2 页第 25 行.

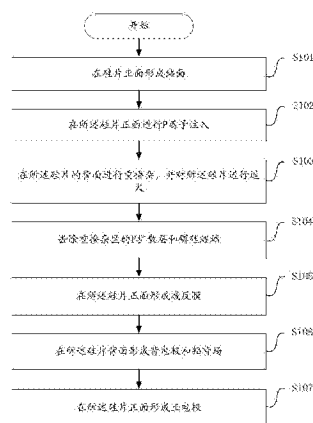
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54) 发明名称

一种晶体硅太阳能电池的制备方法

(57) 摘要

本发明公开了一种晶体硅太阳能电池的制备方法,该方法包括以下步骤:在硅片正面形成绒面;在所述硅片正面进行 P 离子注入;在所述硅片的背面进行重掺杂,并对所述硅片进行退火;去除重掺杂区的 P 扩散层和磷硅玻璃;在所述硅片正面形成减反膜;在所述硅片背面形成背电极和铝背场;在所述硅片正面形成正电极。本发明的方法制备的太阳能电池在具有通过离子注入获得的高效 p-n 结的同时还具有优异的背面吸杂效果,光电转换效率得到了显著提升。



1. 一种晶体硅太阳能电池的制备方法, 其中, 包括以下步骤:

- a) 在硅片正面形成绒面;
- b) 在所述硅片正面进行磷离子注入;
- c) 在所述硅片的背面进行重掺杂, 并对所述硅片进行退火;
- d) 去除重掺杂区的磷扩散层和磷硅玻璃;
- e) 在所述硅片正面形成减反膜;
- f) 在所述硅片背面形成背电极和铝背场;
- g) 在所述硅片正面形成正电极;

其中, 所述步骤 c) 进一步包括:

c1) 将离子注入后的两片所述硅片离子注入面相对紧贴插入单面扩散石英舟, 并将所述石英舟放入标准扩散炉中;

c2) 向所述标准扩散炉中通入高浓度 POCl_3 ;

c3) 关闭磷源, 并向所述标准扩散炉中通入氮气或者氩气;

c4) 清除所述标准扩散炉中的气体, 并稳定 $0.5\text{min} \sim 5\text{min}$;

c5) 对所述硅片进行退火。

2. 根据权利要求 1 所述的制备方法, 其中, 所述磷离子注入采用 PH_3 为注入源。

3. 根据权利要求 1 所述的制备方法, 其中, 所述磷离子注入剂量为 10^{10} 个 $/\text{cm}^2 \sim 10^{18}$ 个 $/\text{cm}^2$ 。

4. 根据权利要求 1 所述的制备方法, 其中, 所述磷离子注入能量为 $1\text{KeV} \sim 50\text{KeV}$ 。

5. 根据权利要求 1 所述的制备方法, 其中, 所述磷离子注入深度为 $1\text{nm} \sim 500\text{nm}$ 。

6. 根据权利要求 1 所述的制备方法, 其中, 所述标准扩散炉的温度为 $700^\circ\text{C} \sim 950^\circ\text{C}$ 。

7. 根据权利要求 1 所述的制备方法, 其中, 所述退火温度为 $750^\circ\text{C} \sim 1000^\circ\text{C}$, 所述退火时间为 $0.1\text{h} \sim 3\text{h}$ 。

8. 根据权利要求 1 所述的制备方法, 其中, 所述步骤 d) 进一步为:

将所述硅片置于酸性溶液中, 对所述硅片的重掺杂面和所述硅片的周边进行刻蚀, 去除重掺杂区的磷扩散层和磷硅玻璃。

9. 根据权利要求 8 所述的制备方法, 其中, 所述酸性溶液为氢氟酸和硝酸混合溶液。

一种晶体硅太阳能电池的制备方法

技术领域

[0001] 本发明涉及太阳能电池技术领域,具体地说涉及一种采用离子注入方式制备 p-n 结的晶体硅太阳能电池的制备方法。

背景技术

[0002] 晶体硅太阳能电池的核心部分为 p-n 结,在现有技术中,通常采用 POCl_3 热扩散,将 P 扩散入硅片而获得 p-n 结。但上述方法的执行过程中掺杂浓度难以控制, p-n 结的深度均一性不好,因此导致太阳能电池的光电转换效率很难提高。离子注入技术能够将各种掺杂物质注入基底材料,还能对注入的深度和浓度实现精确的控制。因此目前不少企业已经将离子注入技术应用于晶体硅太阳能电池的制备过程中,采用这种方法可以获得高质量的 p-n 结,从而大幅度提高太阳能电池的光电转换效率。

[0003] 在硅片制备过程中会带来一些深能级杂质,如 Cu、Zn、S 和 Fe 等,这些杂质会在硅片中形成复合中心,严重影响太阳能电池的光电转换效率。磷吸杂是利用重掺杂硅中金属杂质固溶度远高于轻掺杂硅中金属杂质固溶度的特点,将硅片中金属杂质吸到硅片表面的重掺杂磷扩散层中,然后通过刻蚀去除此扩散层而达到去除杂质的目的。重掺杂 P 的吸杂作用能减少硅片内部杂质的含量,提高少数载流子寿命,提高材料和器件的性能,因此,硅片背面的磷掺杂非常重要。

[0004] 但是采用离子注入制备 p-n 结时是对硅片正面进行的单面注入,在硅片背面没有形成掺杂层,因此,背面无法实现磷吸杂,硅片中的金属杂质不能吸出表面,以金属杂质为主的复合中心会降低电池的转换效率。如果对硅片进行双面 P 离子注入,电池的制备成本太高而无法实现;如果注入后对硅片进行双面重扩,又会破坏离子注入获得的高质量 p-n 结,电池效率会下降。

[0005] 因此,如何开发一种既具有优异的背面吸杂效果又尽量不增加成本的离子注入高效太阳能电池制备技术是目前亟待解决的热点问题。

发明内容

[0006] 为了解决在通过离子注入技术制备高质量 p-n 结时,无法实现硅片背面磷吸杂的问题,本发明采用单面扩散技术来对硅片背面进行高浓度磷扩散,以实现硅片背面的磷吸杂。本方法既可以获得高质量的 p-n 结,又不会因为硅片内部的金属杂质无法吸出而影响太阳能电池的光电转换效率。

[0007] 根据本发明的一个方面,提供一种晶体硅太阳能电池的制备方法,其中,包括以下步骤:

[0008] a) 在硅片正面形成绒面;

[0009] b) 在所述硅片正面进行 P 离子注入;

[0010] c) 在所述硅片的背面进行重掺杂,并对所述硅片进行退火;

[0011] d) 去除重掺杂区 P 扩散层和磷硅玻璃;

[0012] e) 在所述硅片正面形成减反膜；

[0013] f) 在所述硅片背面形成背电极和铝背场；

[0014] g) 在所述硅片正面形成正电极。

[0015] 本发明采用单面扩散用的石英舟对离子注入后的硅片进行磷扩散：在一个卡槽内插入两片硅片，将这两片硅片的离子注入面挨紧，而其非离子注入面暴露在外侧；然后在退火炉中通入高浓度 POCl_3 进行重掺杂。由于两片硅片的离子注入面紧紧挨在一起， POCl_3 不能对离子注入面进行掺杂，这样既保护了离子注入形成的 p-n 结，又能够在非离子注入面进行重掺杂，从而形成高浓度 P 扩散层。另外，离子注入面的退火和非离子注入面的重掺杂同时完成，过程简单易于操作，且由于采用一个槽插两片硅片的单面退火形式，电池的产能也可以大大提高。因此，本发明不仅能够大大提高离子注入太阳能电池背面的吸杂效果，提高电池转换效率，又可以提高太阳能电池的产能。

附图说明

[0016] 通过阅读参照以下附图所作的对非限制性实施例所作的详细描述，本发明的其它特征、目的和优点将会变得更明显：

[0017] 图 1 所示为根据本发明的一种晶体硅太阳能电池的制备方法的一个具体实施方式的流程示意图；

[0018] 图 2 所示为单面扩散用标准石英舟的一个具体实施方式的照片；

[0019] 图 3 所示为采用本发明的方法将硅片插入标准石英舟的一个具体实施方式的照片。

[0020] 附图中相同或相似的附图标记代表相同或相似的部件。

具体实施方式

[0021] 下文的公开提供了许多不同的实施例或例子用来实现本发明的不同结构。为了简化本发明的公开，下文中对特定例子的部件和设置进行描述。此外，本发明可以在不同例子中重复参考数字和 / 或字母。这种重复是为了简化和清楚的目的，其本身不指示所讨论各种实施例和 / 或设置之间的关系。应当注意，在附图中所图示的部件不一定按比例绘制。本发明省略了对公知组件和处理技术及工艺的描述以避免不必要地限制本发明。

[0022] 参考图 1，图 1 所示为根据本发明的一种晶体硅太阳能电池的制备方法的一个具体实施方式的流程示意图。

[0023] 步骤 S101，在硅片正面形成绒面。制绒的结果使入射光在表面多次反射，增加了光的吸收，提高了电池的短路电流和转换效率。绒面的制备可采用化学腐蚀法，如使用各类酸、碱等化学药品来实现；或通过干法制绒，如反应离子刻蚀 (RIE)、激光刻蚀等。常用的碱性溶液例如：氢氧化钠、氢氧化钾、氢氧化锂和乙二胺等。通常单晶硅使用廉价的浓度约为 1% 的氢氧化钠稀溶液来制备绒面，腐蚀温度为 70-85℃。为了获得均匀的绒面，可选的，还可在溶液中酌量添加醇类如乙醇和异丙醇等作为络合剂。

[0024] 步骤 S102，在所述硅片正面进行 P 离子注入。对制绒后的硅片进行 P 离子注入，离子注入为单面注入。优选的，采用 PH_3 作为 P 源。可选的，P 离子的注入剂量为 10^{10} 个 / $\text{cm}^2 \sim 10^{18}$ 个 / cm^2 ，例如： 10^{10} 个 / cm^2 ， 10^{15} 个 / cm^2 或 10^{18} 个 / cm^2 。可选的，注入能量为 1KeV ~

50KeV,例如:1KeV,25KeV或50KeV。优选的,注入硅片深度保持在1nm~500nm,例如:1nm,250nm或500nm。

[0025] 接下来执行步骤S103,在所述硅片的背面进行重掺杂,并对所述硅片进行退火。优选的,重掺杂的过程进一步包括如下步骤:

[0026] S103-1,将离子注入后的两片所述硅片离子注入面相对紧贴插入如图2所示的单面扩散石英舟,并将所述石英舟放入标准扩散炉中。如图3所示,一个石英舟卡槽插2片硅片,此两片硅片的离子注入面紧挨在一起,非注入面暴露在外侧。优选的,标准扩散炉的温度为700℃~950℃,例如:700℃,800℃或950℃。

[0027] 接下来执行S103-2,向所述标准扩散炉中通入高浓度 POCl_3 ,对硅片的非离子注入面进行重掺杂,即单面重掺杂。由于离子注入面紧紧挨在一起, POCl_3 不能对离子注入面进行重掺杂,这样既有效保护了离子注入形成的p-n结,又能够在非离子注入面进行重掺杂,从而在硅片的背面形成高浓度P扩散层。

[0028] S103-3,关闭P源,并向所述标准扩散炉中通入氮气或者氩气。

[0029] S103-4,清除所述标准扩散炉中的气体,并稳定0.5min~5min,例如:0.5min,3min或5min。

[0030] S103-5,对所述硅片进行退火。将标准扩散炉中的温度升至750℃~1000℃进行退火,例如:750℃,870℃或者1000℃。优选的,退火时间为0.1h~3h,例如:0.1h,1.8h或3h。退火可以修复离子注入面的晶格损伤,将P进一步推进到硅片指定深度,最后在离子注入面得到p-n结结深为200nm~600nm的高质量p-n结,例如:200nm,400nm或600nm。

[0031] 由于单面重掺杂和硅片退火在同一炉管中一次性完成,获得的离子注入面方阻为50欧/□~120欧/□,例如:50欧/□,100欧/□或120欧/□;重掺杂面方阻为1欧/□~70欧/□,例如:1欧/□,35欧/□或70欧/□。

[0032] 步骤S104,去除重掺杂区的P扩散层和磷硅玻璃。将所述硅片置于酸性溶液中,对所述硅片的重掺杂面和所述硅片的周边进行刻蚀,去除重掺杂区的p-n结和磷硅玻璃。值得注意的是,在此步骤中,只需将重掺杂面置入酸性溶液中,而不需要将离子注入面与酸性溶液接触。优选的,所述酸性溶液为氢氟酸和硝酸混合溶液。

[0033] 之后,执行步骤S105,在所述硅片正面形成减反膜。沉积减反膜可以采用本领域技术人员熟知的各种常规方法。优选的,将硅片置于氢气气氛的管式PECVD炉中,退火;然后将炉管抽真空至0Pa~50Pa,去除残余气体;恒定压强,充入硅烷和氨气,沉积氮化硅(SiN_x)减反膜。

[0034] 步骤S106,在所述硅片背面形成背电极和铝背场。铝背场具有钝化和反型的功能,可进一步降低载流子复合,提高少子寿命,提高电池效率。通过丝网印刷的方法在硅片的背面印刷一层铝浆,然后烧结即可形成铝背场。

[0035] 步骤S107,在所述硅片正面形成正电极。可选的,上述背电极和/或正电极可采用印刷或者电镀的方式制备。

[0036] 本发明的方法能够大大提高离子注入太阳能电池背面的吸杂效果,提高晶体硅太阳能电池的光电转换效率。

[0037] 虽然关于示例实施例及其优点已经详细说明,应当理解在不脱离本发明的精神和所附权利要求限定的保护范围的情况下,可以对这些实施例进行各种变化、替换和修改。对

于其他例子,本领域的普通技术人员应当容易理解在保持本发明保护范围内的同时,工艺步骤的次序可以变化。

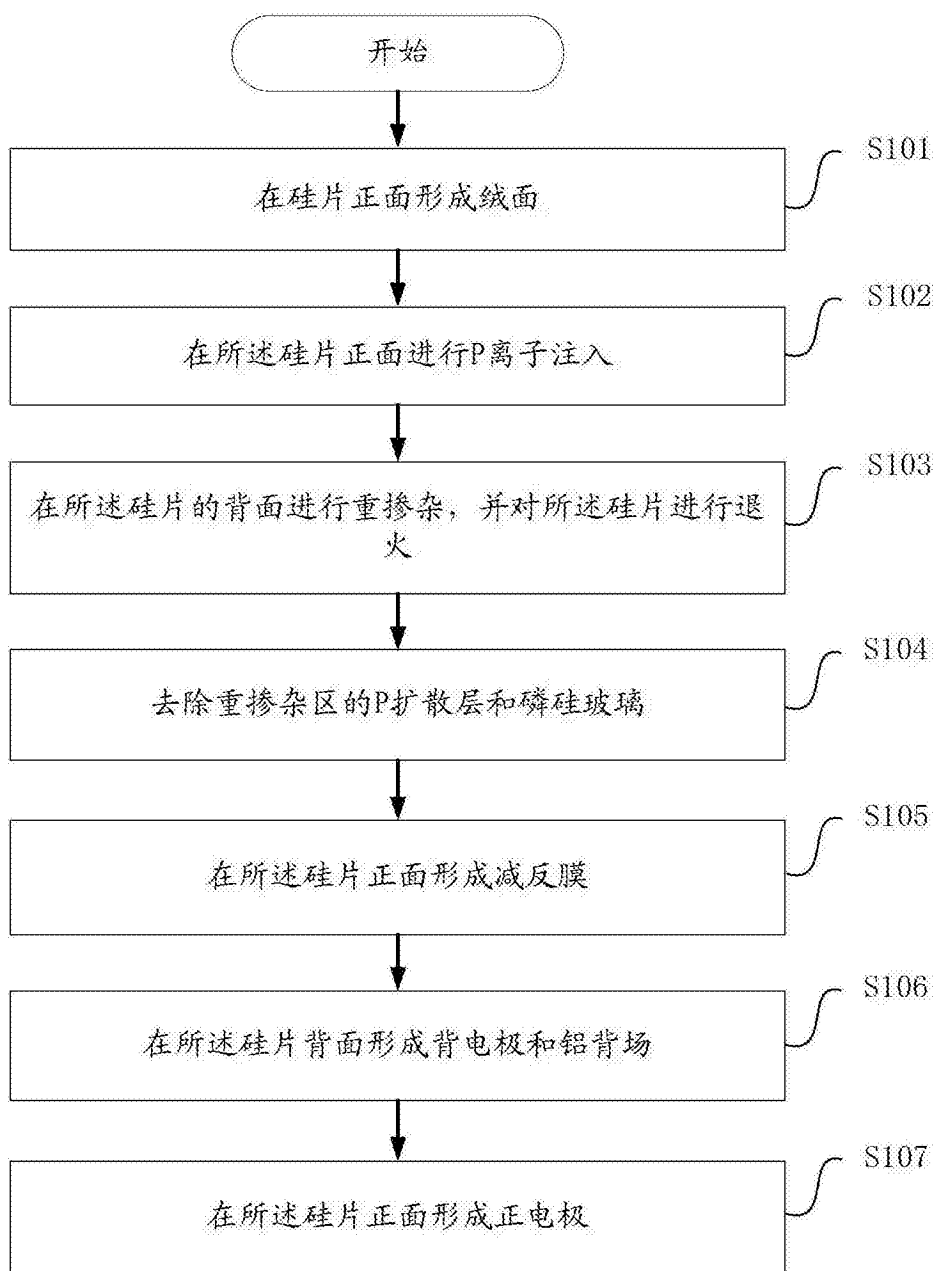


图 1

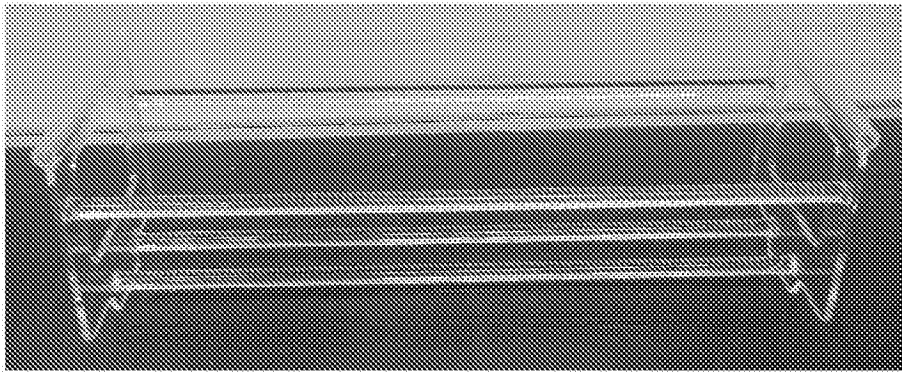


图 2

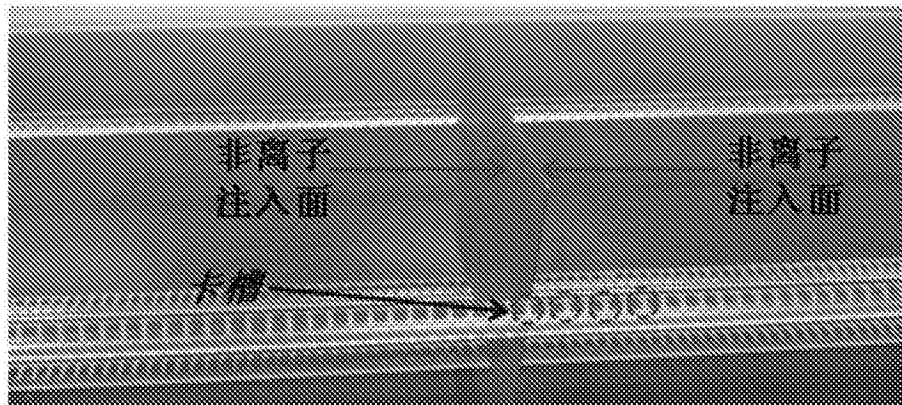


图 3