



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102487103 B

(45) 授权公告日 2014. 07. 09

(21) 申请号 201010573647. 5

CN 101866971 A, 2010. 10. 20, 全文 .

(22) 申请日 2010. 12. 03

US 2010/0267187 A1, 2010. 10. 21, 实施例 4, 附图 4.

(73) 专利权人 上海凯世通半导体有限公司

CN 101179100 A, 2008. 05. 14, 摘要 .

地址 201203 上海市浦东新区张江高科技园区
区牛顿路 200 号 7 号楼 1 号

审查员 凌宇飞

(72) 发明人 陈炯

(74) 专利代理机构 上海智信专利代理有限公司

31002

代理人 薛琦 朱水平

(51) Int. Cl.

H01L 31/18(2006. 01)

H01L 31/068(2012. 01)

H01L 31/0352(2006. 01)

H01L 31/0224(2006. 01)

(56) 对比文件

KR 20070093163 A, 2007. 09. 18, 全文 .

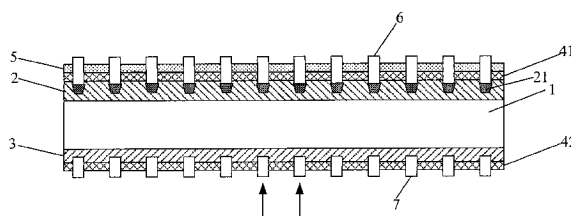
权利要求书1页 说明书8页 附图3页

(54) 发明名称

太阳能电池及其制备方法

(57) 摘要

本发明公开了一种太阳能电池的制备方法包括以下步骤 :S₁、在 N 型基底的晶片表面形成 P 型掺杂层 ;S₂、在 N 型基底的晶片背面形成 N⁺ 型掺杂层 ;S₃、在该 N 型基底的晶片表面形成第一钝化层,在该 N 型基底的晶片背面形成第二钝化层 ;S₄、在该 N 型基底的晶片表面形成一涂层,该涂层包括第三钝化层和增透膜 ;S₅、在该 N 型基底的晶片表面和背面制作表面电极和背面电极 ;S₆、将该 N 型基底的晶片在 700-1100℃ 的温度下烧结使表面电极和背面电极中的金属元素与晶片共晶复合,并在烧结的同时在 P 型掺杂层中与该表面电极相对应的区域形成 P⁺ 重掺杂区域。本发明采用选择性发射极的结构使得太阳能转换效率得到了一定提高。



1. 一种太阳能电池的制备方法,其特征在于,其包括以下步骤:

S₁、在 N 型基底的晶片表面形成 P 型掺杂层;

S₂、在 N 型基底的晶片背面形成 N⁺ 型掺杂层;

S₃、在该 N 型基底的晶片表面形成第一钝化层,在该 N 型基底的晶片背面形成第二钝化层;

S₄、在该 N 型基底的晶片表面形成一涂层,该涂层包括第三钝化层和增透膜;

S₅、在该 N 型基底的晶片表面和背面制作表面电极和背面电极;

S₆、将该 N 型基底的晶片在 700-1100℃ 的温度下烧结使表面电极和背面电极中的金属元素与晶片共晶复合,并在烧结的同时在 P 型掺杂层中与该表面电极相对应的区域形成 P⁺ 重掺杂区域,

其中,步骤 S₁ 中加速 P 型离子并通过离子注入的方式形成 P 型掺杂层,步骤 S₂ 中加速 N 型离子并通过离子注入的方式形成 N⁺ 型掺杂层。

2. 如权利要求 1 所述的太阳能电池的制备方法,其特征在于,其中将 P 型离子加速至 500eV-50keV,所形成的 P 型掺杂层的方块电阻为 60-120 Ω / □。

3. 如权利要求 1 所述的太阳能电池的制备方法,其特征在于,其中将 N 型离子加速至 500eV-50keV,所形成的 N⁺ 型掺杂层的方块电阻为 20-60 Ω / □。

4. 如权利要求 1 所述的太阳能电池的制备方法,其特征在于,步骤 S₃ 中的第一钝化层和 / 或第二钝化层为氧化硅、碳化硅、氮化硅或氧化铝薄膜。

5. 如权利要求 1 所述的太阳能电池的制备方法,其特征在于,步骤 S₄ 中通过 PECVD 的方式形成涂层,该涂层的厚度为 60-150nm,该涂层的第三钝化层为氧化硅、碳化硅、氮化硅或氧化铝薄膜,该涂层的增透膜为氮化硅薄膜。

6. 如权利要求 1 所述的太阳能电池的制备方法,其特征在于,步骤 S₅ 中使用银铝浆并采用丝网印刷法制作表面电极,其中铝的含量大于 3%,所述百分比为铝占银铝浆总量的质量百分比,以及使用银浆并采用丝网印刷法制作背面电极。

7. 如权利要求 1-6 中任意一项所述的太阳能电池的制备方法,其特征在于,步骤 S₆ 中的烧结过程中通过表面电极中金属元素的热扩散在 P 型掺杂层中与该表面电极相对应的区域形成 P⁺ 重掺杂区域,所述 P⁺ 重掺杂区域的方块电阻为 10-50 Ω / □。

太阳能电池及其制备方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种太阳能电池及其制备方法,特别是涉及一种 N 型基底的具有选择性发射极的太阳能电池及其制备方法。

背景技术

[0002] 新能源是二十一世纪世界经济发展中最具决定力的五大技术领域之一。太阳能是一种清洁、高效和永不衰竭的新能源。在新世纪中,各国政府都将太阳能资源利用作为国家可持续发展战略的重要内容。而光伏发电具有安全可靠、无噪声、无污染、制约少、故障率低、维护简便等优点。近几年,国际上光伏发电产业迅猛发展,太阳能晶片供不应求,于是提高太阳能晶片的光电转换效率和太阳能晶片的生产能力成为重要的课题。

[0003] 太阳能电池受光照后,电池吸收一个能量大于带隙宽度的入射光子后产生电子-空穴对,电子和空穴分别激发到导带与价带的高能态。在激发后的瞬间,电子和空穴在激发态的能量位置取决于入射光子的能量。处于高能态的光生载流子很快与晶格相互作用,将能量交给声子而回落到导带底与价带顶,这过程也称作热化过程,热化过程使高能光子的能量损失了一部分。热化过程后,光生载流子的输运过程(势垒区或扩散区)中将有复合损失。最后的电压输出又有一次压降,压降来源于与电极材料的功函数的差异。由上述分析,太阳能电池效率受材料、器件结构及制备工艺的影响,包括电池的光损失、材料的有限迁移率、复合损失、串联电阻和旁路电阻损失等。对于一定的材料,电池结构与制备工艺的改进对提高光电转换效率是重要的。

[0004] 一般来说太阳能电池制备工艺主要经过以下几个过程,以硅片为例说明:

[0005] 1、硅片的表面处理:硅片的表面准备是制造硅太阳电池的第一步主要工艺,它包括硅片的化学清洗和表面腐蚀。当把掺杂好的硅锭按要求切割成符合生产要求的硅片后,首先要对其表面处理,因为切割后硅片表面可能有尘埃,金属离子及其他无机物和油脂等有机物,在切割时还会产生一定的机械损伤层。经过酸性腐蚀和碱性腐蚀可以去除掉这些污染和损伤,使硅片表面光亮。之后,将硅片放入 1.2% -1.5% 的氢氧化钠溶液或其它酸性溶液中做金字塔绒面,使入射光在表面多次反射和折射,增加了光的吸收,提高了电池的效率。

[0006] 2、扩散制结:制结过程是在一块基体材料上生成导电类型不同的扩散层,它和制结前的表面处理均是电池制造过程中的关键工序。扩散是物质分子或原子运动的一种现象。热扩散制 P-N 结的方法是通过高温使 V 族杂质渗入 P 型硅或 III 族杂质渗入 N 型硅。硅太阳电池最常用的 V 族杂质为磷, III 族杂质最常用的为硼。对扩散的要求是获得适合于太阳能电池 P-N 结需要的结深和扩散层方块电阻。浅结死层小,电池短波效应好,而浅结引起串联电阻增加,只有提高栅电极的密度,才能有效提高电池的填充因子。这样就增加了工艺难度。结深太深,死层比较明显。如果扩散浓度太大,则引起重掺杂效应,使电池的开路电压和短路电流下降。在实际的电池制作中,考虑了多个方面的因素,因此太阳能电池的结深一般控制在 0.3 ~ 0.5 微米,方块电阻平均为 20 ~ 70 欧姆。目前,硅太阳电池所

用的主要热扩散方法是液态源扩散,这种工艺是通过气体携带的方法将杂质带如扩散炉内实现的。

[0007] 3、去边:在扩散过程中,在硅片的周边表面也形成了扩散层,周边扩散层可以使电池的上下电极形成短路环,必须将它除去。周边上存在任何微小的局部短路都会使电池并联电阻下降,对电池的影响是致命的。去边的主要方法有腐蚀法、挤压法和离子干法刻蚀等。现在工业上最长使用的是等离子法,通入氮气、氧气和四氟化碳高压下产生辉光,通过氧离子和氟离子交替对硅作用,去掉扩散层周边的导电层。因为扩散中生成了 P、 P_2O_5 、 SiO_2 和磷硅玻璃,现在用 10% 的 HF 溶液清洗 2 分钟,达到出去杂质玻璃的目的。

[0008] 4、制作减反射膜:光照射到平面的硅片上,其中有一部分被反射,即使已经绒面的硅表面,也约有 11% 的反射损失,在硅表面覆盖一层减反射膜,可大大降低光的反射。现在采用的喷涂法,它是利用高温在硅表面生成二氧化钛膜;还有一种喷涂的方法,是用 PECVD(等离子体化学气相沉淀)系统,它是由电脑控制,在真空、高压射频源条件下,使的氮气和硅烷气体电离,在硅表面形成氮化硅膜。

[0009] 5、电极制作:电极就是与 P-N 结两端形成紧密欧姆接触的导电材料。这样的材料应该满足:与硅可形成牢固的接触而且接触电阻小、导电性优良、遮挡面积小、收集效率高要求。目前商品化电池生产中大量被采用的工艺是银浆或银铝浆印刷,而且该工艺已经走向成熟,栅线的宽高比已经大大减小,这与电池电极设计的原则——让电池的输出最大,即电池的串联电阻尽可能小且电池的光照作用面积尽可能大是完全一致的。

[0010] 6、电极制作完毕,就到了下一个工序-烧结。烧结是太阳能单片电池的最后一道制作工序,此步中良好的温度曲线是关键,烧结时间要把握好,首先要低温让浆液中的混融剂等物质排除,加热或烧结到铝-硅共熔点以上烧结合金。经过合金化以后,随着降温,液相中的硅将重新凝固起来,形成含有一定量铝的再结晶层,它实际上是一个对硅进行掺杂的过程,它补偿了背面 N+ 层中的施主杂质,得到以铝掺杂的 P 型层,随着合金温度的上升,液相中的铝的比例增多,在足够的铝量合金温度下,背面甚至能形成与前方相同的电场,成为背电场,目前该工艺已被用于大批量的工业生产中,从而提高了开路电压和短路电流,并减小了电极接触电阻。背结能否烧穿与基本材料的电阻率、背面扩散层的掺杂浓度和厚度、背面厚度或印刷铝层厚度、烧结的温度以及时间和温度等因素都有关系。温度过高会把电池的两极烧穿,严重损坏了电池,温度不够高不能保证电极的欧姆接触良好性,所以必须要有一个合适的温度去烧结。这样单片的太阳能电池片就完成了,最后到测试,然后是焊接和封装工艺。

[0011] 由于热扩散工艺中掺杂离子的浓度无法得到精确控制,导致太阳能电池的转换效率受到局限,无法高效地进行光电转换。而且采用热扩散工艺制备太阳能电池,其工艺步骤较多,导致生产效率的降低和成本的提高。

发明内容

[0012] 本发明要解决的技术问题是为了克服现有技术太阳能电池转换效率低、热扩散工艺中掺杂离子的浓度无法得到精确控制且工艺步骤复杂、成本较高的缺陷,提供一种制程成本低、掺杂离子浓度得以精确控制以及光电转换效率高的太阳能电池及其制备方法。

[0013] 本发明是通过下述技术方案来解决上述技术问题的:

[0014] 一种太阳能电池的制备方法,其特点在于,其包括以下步骤:

[0015] S_1 、在 N 型基底的晶片表面形成 P 型掺杂层;本领域技术人员可根据实际需要选择合适的掺杂离子以及掺杂离子的浓度、能量等参数和合适的掺杂方法以得到理想的方块电阻,例如可以采用离子注入的方法或者热扩散的方法形成 P 型掺杂层;

[0016] S_2 、在 N 型基底的晶片背面形成 N^+ 型掺杂层;同样本领域技术人员可根据实际需要选择合适的掺杂离子以及掺杂离子的浓度、能量等参数和合适的掺杂方法以得到理想的方块电阻,例如可以采用离子注入的方法或者热扩散的方法形成 P 型掺杂层;

[0017] S_3 、在该 N 型基底的晶片表面形成第一钝化层,在该 N 型基底的晶片背面形成第二钝化层;

[0018] S_4 、在该 N 型基底的晶片表面形成一涂层,该涂层包括第三钝化层和增透膜;

[0019] S_5 、在该 N 型基底的晶片表面和背面制作表面电极和背面电极;

[0020] S_6 、将该 N 型基底的晶片在 700-1100℃ 的温度下烧结使表面电极和背面电极中的金属元素与晶片共晶复合,并在烧结的同时在 P 型掺杂层中与该表面电极相对应的区域形成 P+ 重掺杂区域。

[0021] 优选地,步骤 S_1 中加速 P 型离子并通过离子注入的方式形成 P 型掺杂层,其中将 P 型离子加速至 500eV-50keV,所形成的 P 型掺杂层的方块电阻为 60-120 Ω / \square 。

[0022] 优选地,步骤 S_2 中加速 N 型离子并通过离子注入的方式形成 N^+ 型掺杂层,其中将 N 型离子加速至 500eV-50keV,所形成的 N^+ 型掺杂层的方块电阻为 20-60 Ω / \square 。

[0023] 优选地,步骤 S_3 中的第一钝化层和 / 或第二钝化层为氧化硅、碳化硅、氮化硅或氧化铝薄膜。

[0024] 优选地,步骤 S_4 中通过 PECVD 的方式形成涂层,该涂层的厚度为 60-150nm,该涂层的第三钝化层为氧化硅、碳化硅、氮化硅或氧化铝薄膜,该涂层的增透膜为氮化硅薄膜。

[0025] 优选地,步骤 S_5 中使用银铝浆并采用丝网印刷法制作表面电极,其中铝的含量大于 3%,所述百分比为铝占银铝浆总量的质量百分比,以及使用银浆并采用丝网印刷法制作背面电极。

[0026] 优选地,步骤 S_6 中的烧结过程中通过表面电极中金属元素的热扩散在 P 型掺杂层中与该表面电极相对应的区域形成 P+ 重掺杂区域,所述 P+ 重掺杂区域的方块电阻为 10-50 Ω / \square 。

[0027] 本发明还提供一种使用如上所述的太阳能电池的制备方法制得的太阳能电池,其特点在于,该太阳能电池包括:

[0028] 一 N 型基底;

[0029] 一位于该 N 型基底表面的 P 型掺杂层;

[0030] 一位于该 N 型基底背面的 N^+ 型掺杂层;

[0031] 分别位于该 P 型掺杂层表面的第一钝化层和该 N^+ 型掺杂层背面的第二钝化层;

[0032] 一位于该第一钝化层上的涂层,该涂层包括第三钝化层和增透膜;

[0033] 位于该涂层上的表面电极以及位于该第二钝化层背面的背面电极,

[0034] 其中,所述表面电极和背面电极中的金属元素与晶片共晶复合,并且该 P 型掺杂层中与该表面电极相对应的区域为 P+ 重掺杂区域。

[0035] 优选地,该 P 型掺杂层的方块电阻为 60-120 Ω / \square 。

[0036] 优选地,该 N⁺ 型掺杂层的方块电阻为 20-60 Ω/\square 。

[0037] 优选地,第一钝化层和 / 或第二钝化层为氧化硅、碳化硅、氮化硅或氧化铝薄膜。

[0038] 优选地,该涂层的厚度为 60-150nm,该涂层的第三钝化层为氧化硅、碳化硅、氮化硅或氧化铝薄膜,该涂层的增透膜为氮化硅薄膜。

[0039] 优选地,所述 P⁺ 重掺杂区域的方块电阻为 10-50 Ω/\square 。

[0040] 本发明的积极进步效果在于:

[0041] 1、采用了少子寿命较长的 N 型基底,所以相较 P 型基底的太阳能电池而言以 N 型为基底的太阳能电池转换效率可以大大提高。

[0042] 2、与薄膜太阳能电池不同,按本发明的方法制得的太阳能电池没有转换效率随时间或光照衰减的问题。

[0043] 3、采用选择性发射极的结构,减少了表面电极和硅基底之间的接触电阻,太阳能转换效率可以提高 10% 左右。具体来说,目前生产线上量产的太阳能电池的光电转换效率在 17.5% 左右,而本发明的太阳能电池的转换效率能提高至 19.25% 左右。

[0044] 4、本发明制得的太阳能电池具有双面结构,可以两面受光,这样与传统的单面电池不同,本发明制得的太阳能电池的背面也能利用散射太阳光以及反射的太阳光,由此太阳能转换效率可以提高 10% 左右。

[0045] 5、采用离子注入进行掺杂,掺杂离子的浓度得到了精确的控制,比起热扩散工艺的掺杂而言对提高光电转换的效率更有利。

附图说明

[0046] 图 1- 图 7 为本发明的制作太阳能电池的分解步骤示意图。

具体实施方式

[0047] 下面结合附图给出本发明较佳实施例,以详细说明本发明的技术方案。

[0048] 参考图 1 至图 7,本发明所述太阳能电池的制备方法,其包括以下步骤:

[0049] 步骤 S₁,参考图 1,首先清洗晶片,接着在 N 型基底 1 的晶片表面形成 P 型掺杂层 2,例如采用离子注入的方式形成 P 型掺杂层 2,当然本领域技术人员也可根据实际需要采用其他的合理手段形成 P 型掺杂层 2。倘若采用离子注入的工艺,可以将 P 型离子加速至 500eV-50keV 进行离子注入,优选地, P 型离子被加速至 800eV-40keV,更优选地, P 型离子被加速至 5keV-30keV,本领域技术人员可根据实际需要选择合适的掺杂离子以及掺杂离子的浓度、能量等以得到理想的方块电阻,例如所形成的 P 型掺杂层 2 的方块电阻为 60-120 Ω/\square ,优选地,所形成的 P 型掺杂层 2 的方块电阻为 70-110 Ω/\square ,更优选地,所形成的 P 型掺杂层 2 的方块电阻为 80-100 Ω/\square 。另外,图 1 中箭头所示为离子注入的方向,仅是为了便于理解,不应解释为对本发明的限制。

[0050] 步骤 S₂,参考图 2,在 N 型基底 1 的晶片背面形成 N⁺ 型掺杂层 3,例如采用离子注入的方式将 N 型离子加速至 500eV-50keV,优选地, N 型离子被加速至 800eV-40keV,更优选地, N 型离子被加速至 5keV-30keV,所形成的 N⁺ 型掺杂层的方块电阻为 20-60 Ω/\square ,优选地,所形成的 N⁺ 型掺杂层 3 的方块电阻为 25-55 Ω/\square ,更优选地,所形成的 N⁺ 型掺杂层 3 的方块电阻为 30-50 Ω/\square 。本领域技术人员可以根据实际需要选择合适的 N 型掺杂离子

以及掺杂离子的浓度。图 2 中的箭头所示为从晶片背面进行 N 型离子注入的方向。

[0051] 步骤 S_3 , 参考图 3, 在该 N 型基底 1 的晶片表面形成第一钝化层 41, 在该 N 型基底 1 的晶片背面形成第二钝化层 42, 该第一钝化层 41 位于该 P 型掺杂层 2 上, 该第二钝化层 42 位于该 N+ 型掺杂层 3 背面, 其中的第一钝化层和 / 或第二钝化层为氧化硅、碳化硅、氮化硅或氧化铝薄膜, 优选地, 所述第一钝化层和第二钝化层为 SiO_2 。其中, 可以采用 PECVD (等离子体增强化学气相沉积法) 形成所述第一钝化层和 / 或第二钝化层。本领域技术人员可以根据实际需要选择其他合适的公知手段形成上述钝化层。

[0052] 步骤 S_4 , 参考图 4, 在该 N 型基底 1 的晶片表面形成一涂层 5, 具体来说, 该涂层 5 位于该第一钝化层 41 的表面, 该涂层 5 包括第三钝化层和增透膜, 涂层的作用是对硅表面的钝化和减少表面光反射, 其中通过 PECVD (等离子体化学气相沉淀) 的方式形成涂层, 该涂层的厚度为 60-150nm, 该涂层的第三钝化层为氧化硅、碳化硅、氮化硅或氧化铝薄膜, 该涂层的增透膜为氮化硅薄膜。采用上述的涂层可以提高太阳能电池的转换效率。表面钝化能够降低半导体的表面活性, 使表面的复合速率降低, 其主要方式是饱和半导体表面处的悬挂键, 降低表面活性, 增加表面的清洁程度, 避免由于杂质在表面层的引入而形成复合中心, 以此来降低少数载流子的复合速度。通过表面钝化, 使得表面复合降低, 从而提高有效少数子寿命。

[0053] 步骤 S_5 , 参考图 5 和图 6, 在该 N 型基底 1 的晶片表面和背面制作表面电极 6 和背面电极 7。其中使用银铝浆并采用丝网印刷法在 N 型基底 1 的晶片表面镀压表面电极 6, 其中铝的含量大于 3%, 所述百分比为铝占银铝浆总量的质量百分比, 更优选地, 其中铝的含量大于 5%; 以及使用银浆并采用丝网印刷法在 N 型基底 1 的晶片背面镀压背面电极 7。这里仅是举例说明, 本领域技术人员可以根据实际需要选择其他的公知手段以及公知材料制作电极。

[0054] 步骤 S_6 , 参考图 7, 将该 N 型基底的晶片在 700-1100°C 的温度下烧结, 并在烧结的同时在 P 型掺杂层 2 中与该表面电极 6 相对应的区域形成 P+ 重掺杂区域 21, 更优选地, 烧结温度为 850-1000°C。晶片在 700-1100°C 的温度下烧结几秒到几分钟, 例如 30 秒至 30 分钟, 使表面电极和背面电极中的金属元素和晶片中的硅共晶复合后, 能够使金属电极和基底达到良好的接触, 以达到减少该区域的电阻的目的; 同时烧结的温度可以使通过离子注入的方式形成的掺杂层的杂质活化, 达到退火的目的。并且在所述的烧结过程中, 通过银铝浆中铝的热扩散在 P 型掺杂层中与该表面电极相对应的区域形成 P+ 重掺杂区域 21 (即图 7 中表面电极 6 下方的区域为 P+ 重掺杂)。这里所述的 P+ 重掺杂是相对 P 型掺杂层而言的, 例如 P 型掺杂层的方块电阻为 60-120 Ω / \square (即浅掺杂), 而 P+ 重掺杂区域 21 的方块电阻为 10-50 Ω / \square , 优选地, 该 P+ 重掺杂区域的方块电阻为 15-45 Ω / \square , 更优选地, 该 P+ 重掺杂区域的方块电阻为 20-40 Ω / \square 。这种选择性发射极的结构将进一步减少表面电极和硅基底的接触电阻。

[0055] 参考图 7, 根据上述方法制得的太阳能电池包括:

[0056] 一 N 型基底 1;

[0057] 一位于该 N 型基底 1 表面的 P 型掺杂层 2;

[0058] 一位于该 N 型基底 1 背面的 N+ 型掺杂层 3;

[0059] 分别位于该 P 型掺杂层 2 表面的第一钝化层 41 和该 N+ 型掺杂层 3 背面的第二钝

化层 42；

[0060] 一位于该第一钝化层 41 上的涂层 5, 该涂层 5 包括第三钝化层和增透膜；

[0061] 位于该涂层 5 上的表面电极 6 以及位于该第二钝化层 42 背面的背面电极 7,

[0062] 其中, 所述表面电极 6 和背面电极 7 中的金属元素与晶片中的硅共晶复合, 并且该 P 型掺杂层 2 中与该表面电极 6 相对应的区域为 P+ 重掺杂区域 21。

[0063] 优选地, 该 P 型掺杂层 2 的方块电阻为 $60\text{--}120\ \Omega/\square$, 该 N+ 型掺杂层的方块电阻为 $20\text{--}60\ \Omega/\square$, P+ 重掺杂区域 21 的方块电阻为 $10\text{--}50\ \Omega/\square$ 。其中, 第一钝化层和 / 或第二钝化层为氧化硅、碳化硅、氮化硅或氧化铝薄膜, 优选地, 所述第一钝化层和第二钝化层为 SiO_2 。更具体地, 该涂层 5 包括第三钝化层和增透膜, 涂层的作用是对硅表面的钝化和减少表面光反射, 其中可以通过 PECVD (等离子体化学气相沉淀) 的方式形成涂层, 该涂层的厚度为 $60\text{--}150\text{nm}$, 该涂层的第三钝化层为氧化硅、碳化硅、氮化硅或氧化铝薄膜, 该涂层的增透膜为氮化硅薄膜。

[0064] 测量太阳能电池和组件的光伏性能, 是在稳定的自然光或模拟太阳光下, 在恒定温度下, 描绘出其输出电流 - 电压特性曲线, 同时测定入射光的辐照度以计算电池的光电转换效率。太阳能光伏能源系统标准化技术委员会 (IEC-TC82) 规定了标准测试条件。本发明中采用的测试条件为标准测试条件, 按照上述方法制得的太阳能电池的光电转换效率在 19.25% 以上。

[0065] 下面结合上述的发明内容, 给出本发明的优选实施例。

[0066] 实施例 1

[0067] 步骤 S_1 , 参考图 1, 首先清洗晶片, 接着在 N 型基底 1 的晶片表面形成 P 型掺杂层 2, 采用离子注入的方式将硼离子加速至 500eV 进行离子注入, 通过掺杂离子的浓度和离子注入的时间得到理想的方块电阻, 本实施例中形成的 P 型掺杂层 2 的方块电阻为 $60\ \Omega/\square$;

[0068] 步骤 S_2 , 参考图 2, 在 N 型基底 1 的晶片背面形成 N+ 型掺杂层 3, 采用离子注入的方式将磷离子加速至 500eV , 所形成的 N+ 型掺杂层的方块电阻为 $20\ \Omega/\square$;

[0069] 步骤 S_3 , 参考图 3, 采用 PECVD 在该 N 型基底 1 的晶片表面形成第一钝化层 41, 在该 N 型基底 1 的晶片背面形成第二钝化层 42, 该第一钝化层 41 位于该 P 型掺杂层 2 上, 该第二钝化层 42 位于该 N+ 型掺杂层 3 背面, 其中的第一钝化层和第二钝化层为二氧化硅薄膜。

[0070] 由于本实施例采用了离子注入的工艺, 故而在形成晶片表面的第一钝化层和晶片背面的第二钝化层之后, 对晶片进行退火处理, 将晶片在 700°C 烧结 10 分钟, 使之前通过离子注入的方式形成的掺杂层的杂质活化。

[0071] 步骤 S_4 , 参考图 4, 通过 PECVD 在该 N 型基底 1 的晶片表面形成一涂层 5, 该涂层 5 位于该第一钝化层 41 的表面, 该涂层 5 包括第三钝化层和增透膜, 该涂层的厚度为 60nm , 该涂层的第三钝化层为二氧化硅薄膜, 该涂层的增透膜为氮化硅薄膜。

[0072] 步骤 S_5 , 参考图 5 和图 6, 在该 N 型基底 1 的晶片表面和背面制作表面电极 6 和背面电极 7。其中使用银铝浆并采用丝网印刷法在 N 型基底 1 的晶片表面镀压表面电极 6, 其中铝的含量为 3%, 所述百分比为铝占银铝浆总量的质量百分比, 以及使用银浆并采用丝网印刷法在 N 型基底 1 的晶片背面镀压背面电极 7。

[0073] 步骤 S_6 , 参考图 7, 将该 N 型基底的晶片在 700°C 的温度下烧结 30 分钟, 并在烧结

的同时在 P 型掺杂层 2 中与该表面电极 6 相对应的区域形成 P+ 重掺杂区域 21。使表面电极和背面电极中的金属元素和晶片中的硅共晶复合后,能够使金属电极和基底达到良好的接触,以达到减少该区域的电阻的目的,具体来说在所述的烧结过程中,通过银铝浆中铝的热扩散在 P 型掺杂层中与该表面电极相对应的区域形成 P+ 重掺杂区域 21(即图 7 中表面电极 6 下方的区域为 P+ 重掺杂)。P+ 重掺杂区域 21 的方块电阻为 $10 \Omega / \square$ 。

[0074] 实施例 2

[0075] 步骤 S_1 ,参考图 1,首先清洗晶片,接着在 N 型基底 1 的晶片表面形成 P 型掺杂层 2,采用离子注入的方式将硼离子加速至 50keV 进行离子注入,通过掺杂离子的浓度和离子注入的时间得到理想的方块电阻,本实施例中所形成的 P 型掺杂层 2 的方块电阻为 $120 \Omega / \square$;

[0076] 步骤 S_2 ,参考图 2,在 N 型基底 1 的晶片背面形成 N+ 型掺杂层 3,采用离子注入的方式将磷离子加速至 50keV,所形成的 N+ 型掺杂层的方块电阻为 $60 \Omega / \square$;

[0077] 步骤 S_3 ,参考图 3,采用 PECVD 在该 N 型基底 1 的晶片表面形成第一钝化层 41,在该 N 型基底 1 的晶片背面形成第二钝化层 42,该第一钝化层 41 位于该 P 型掺杂层 2 上,该第二钝化层 42 位于该 N+ 型掺杂层 3 背面,其中的第一钝化层和第二钝化层为氮化硅薄膜;由于本实施例采用了离子注入的工艺,故而在形成晶片表面的第一钝化层和晶片背面的第二钝化层之后,对晶片进行退火处理,将晶片在 1100°C 烧结 30 秒,使之前通过离子注入的方式形成的掺杂层的杂质活化;

[0078] 步骤 S_4 ,参考图 4,通过 PECVD 在该 N 型基底 1 的晶片表面形成一涂层 5,该涂层 5 位于该第一钝化层 41 的表面,该涂层 5 包括第三钝化层和增透膜,该涂层的厚度为 150nm,该涂层的第三钝化层为氮化硅薄膜,该涂层的增透膜为氮化硅薄膜;

[0079] 步骤 S_5 ,参考图 5 和图 6,在该 N 型基底 1 的晶片表面和背面制作表面电极 6 和背面电极 7。其中使用银铝浆并采用丝网印刷法在 N 型基底 1 的晶片表面镀压表面电极 6,其中铝的含量为 5%,所述百分比为铝占银铝浆总量的质量百分比,以及使用银浆并采用丝网印刷法在 N 型基底 1 的晶片背面镀压背面电极 7;

[0080] 步骤 S_6 ,参考图 7,将该 N 型基底的晶片在 1100°C 的温度下烧结 30 秒,并在烧结的同时在 P 型掺杂层 2 中与该表面电极 6 相对应的区域形成 P+ 重掺杂区域 21。使表面电极和背面电极中的金属元素和晶片中的硅共晶复合后,能够使金属电极和基底达到良好的接触,以达到减少该区域的电阻的目的,并且在所述的烧结过程中,通过银铝浆中铝的热扩散在 P 型掺杂层中与该表面电极相对应的区域形成 P+ 重掺杂区域 21(即图 7 中表面电极 6 下方的区域为 P+ 重掺杂)。P+ 重掺杂区域 21 的方块电阻为 $50 \Omega / \square$ 。

[0081] 实施例 3

[0082] 步骤 S_1 ,清洗晶片后采用离子注入的方式将硼离子加速至 30keV 进行离子注入在 N 型基底 1 的晶片表面形成 P 型掺杂层 2,本实施例中所形成的 P 型掺杂层 2 的方块电阻为 $100 \Omega / \square$;

[0083] 步骤 S_2 ,参考图 2,在 N 型基底 1 的晶片背面形成 N+ 型掺杂层 3,采用离子注入的方式将磷离子加速至 30keV,所形成的 N+ 型掺杂层的方块电阻为 $40 \Omega / \square$;

[0084] 步骤 S_3 ,参考图 3,采用 PECVD 在该 N 型基底 1 的晶片表面形成第一钝化层 41,在该 N 型基底 1 的晶片背面形成第二钝化层 42,该第一钝化层 41 位于该 P 型掺杂层 2 上,该

第二钝化层 42 位于该 N⁺ 型掺杂层 3 背面, 其中的第一钝化层为碳化硅薄膜, 第二钝化层为氮化硅薄膜; 与实施例 1 和实施例 2 相同, 由于本实施例采用了离子注入的工艺, 故而在形成晶片表面的第一钝化层和晶片背面的第二钝化层之后, 对晶片进行退火处理, 将晶片在 1100℃ 烧结 30 秒, 使之前通过离子注入的方式形成的掺杂层的杂质活化。

[0085] 步骤 S₄, 参考图 4, 通过 PECVD 在该 N 型基底 1 的晶片表面形成一涂层 5, 该涂层 5 位于该第一钝化层 41 的表面, 该涂层 5 包括第三钝化层和增透膜, 该涂层的厚度为 110nm, 该涂层的第三钝化层为氮化硅薄膜, 该涂层的增透膜为氮化硅薄膜。

[0086] 步骤 S₅, 参考图 5 和图 6, 在该 N 型基底 1 的晶片表面和背面制作表面电极 6 和背面电极 7。其中使用银铝浆并采用丝网印刷法在 N 型基底 1 的晶片表面镀压表面电极 6, 其中铝的含量为 4%, 所述百分比为铝占银铝浆总量的质量百分比, 以及使用银浆并采用丝网印刷法在 N 型基底 1 的晶片背面镀压背面电极 7。

[0087] 步骤 S₆, 参考图 7, 将该 N 型基底的晶片在 850℃ 的温度下烧结 15 分钟, 并在烧结的同时在 P 型掺杂层 2 中与该表面电极 6 相对应的区域形成 P⁺ 重掺杂区域 21。使表面电极和背面电极中的金属元素和晶片中的硅共晶复合后, 能够使金属电极和基底达到良好的接触, 以达到减少该区域的电阻的目的, 并且在所述的烧结过程中, 通过银铝浆中铝的热扩散在 P 型掺杂层中与该表面电极相对应的区域形成 P⁺ 重掺杂区域 21 (即图 7 中表面电极 6 下方的区域为 P⁺ 重掺杂)。P⁺ 重掺杂区域 21 的方块电阻为 30 Ω / □。

[0088] 采用选择性发射极的优点是可以提高太阳能电池的开路电压 V_{oc}, 短路电流 I_{sc} 和填充因子 F.F., 从而使电池获得高的光电转换效率。而这样的好处正是在太阳能电池不同的区域中掺杂浓度高低不同、扩散深浅不同所带来的。

[0089] 虽然以上描述了本发明的具体实施方式, 但是本领域的技术人员应当理解, 这些仅是举例说明, 本发明的保护范围是由所附权利要求书限定的。本领域的技术人员在不背离本发明的原理和实质的前提下, 可以对这些实施方式做出多种变更或修改, 但这些变更和修改均落入本发明的保护范围。

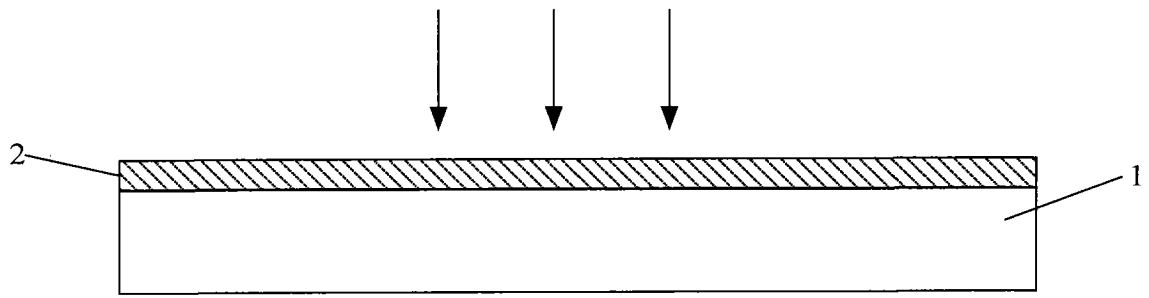


图 1

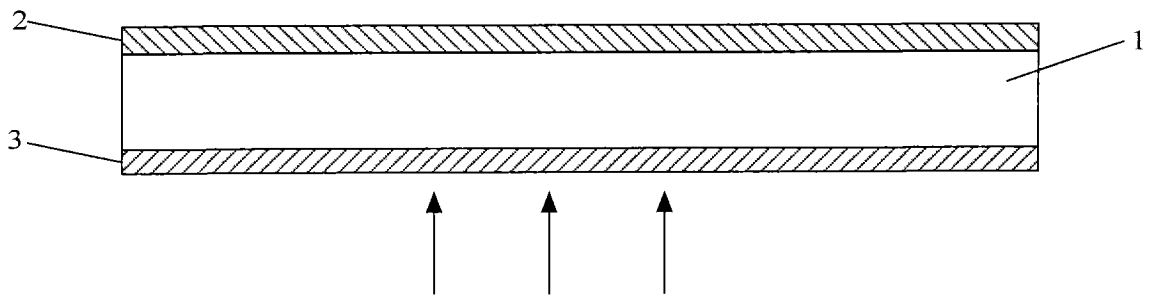


图 2

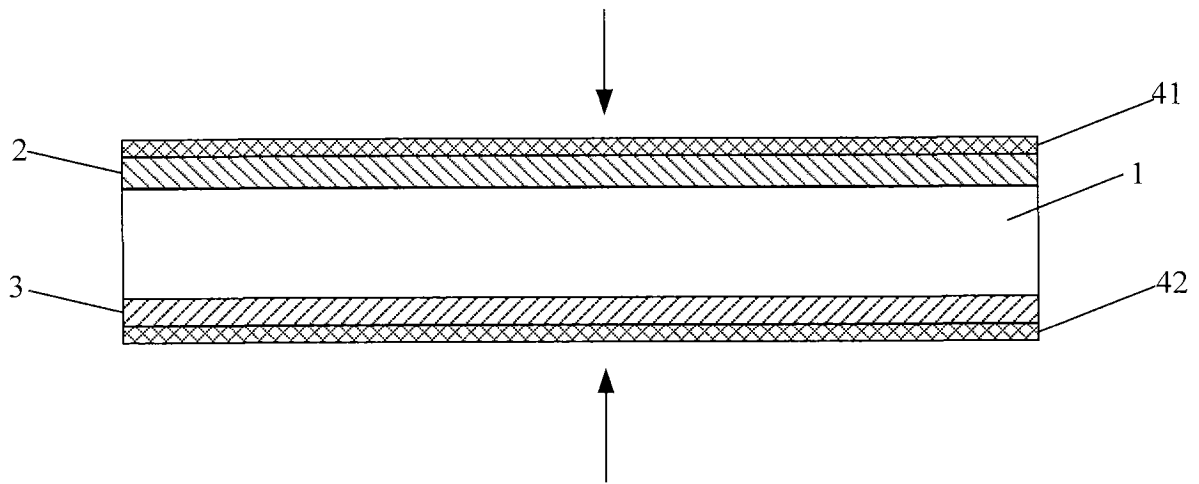


图 3

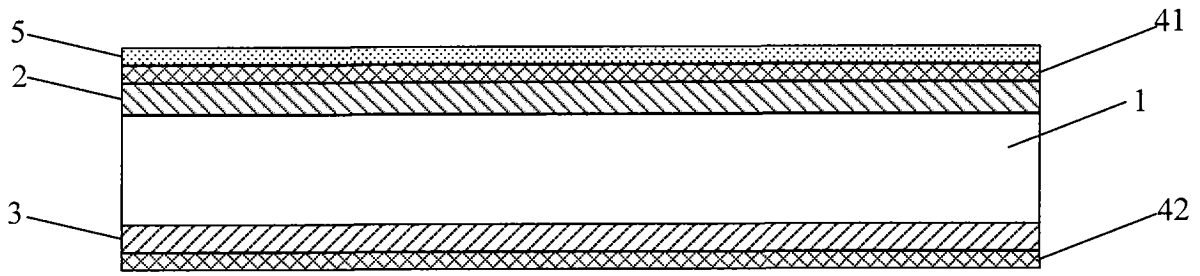


图 4

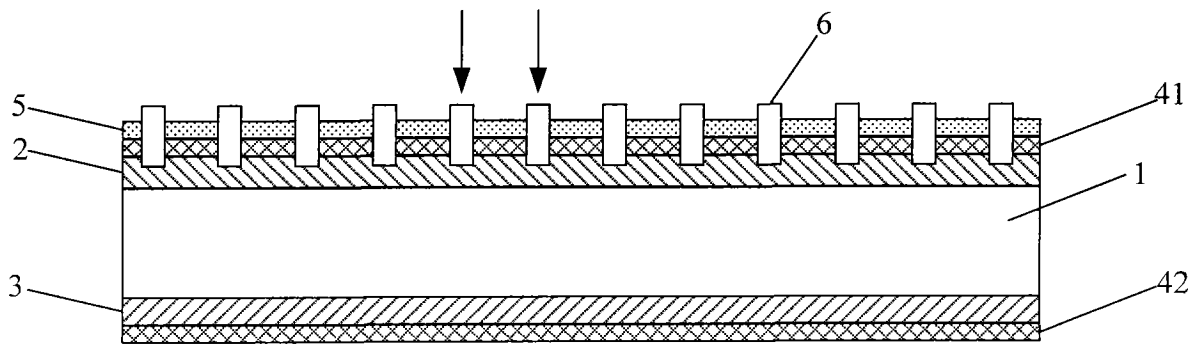


图 5

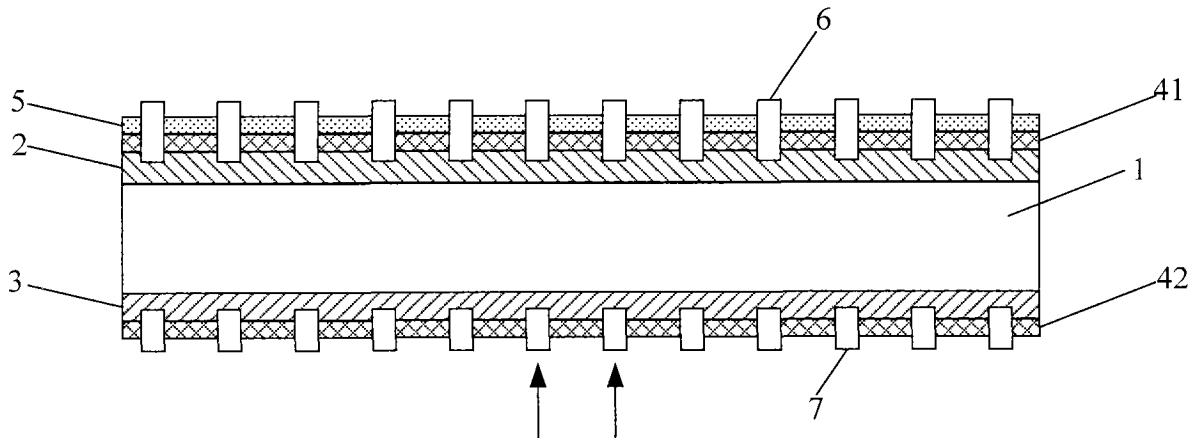


图 6

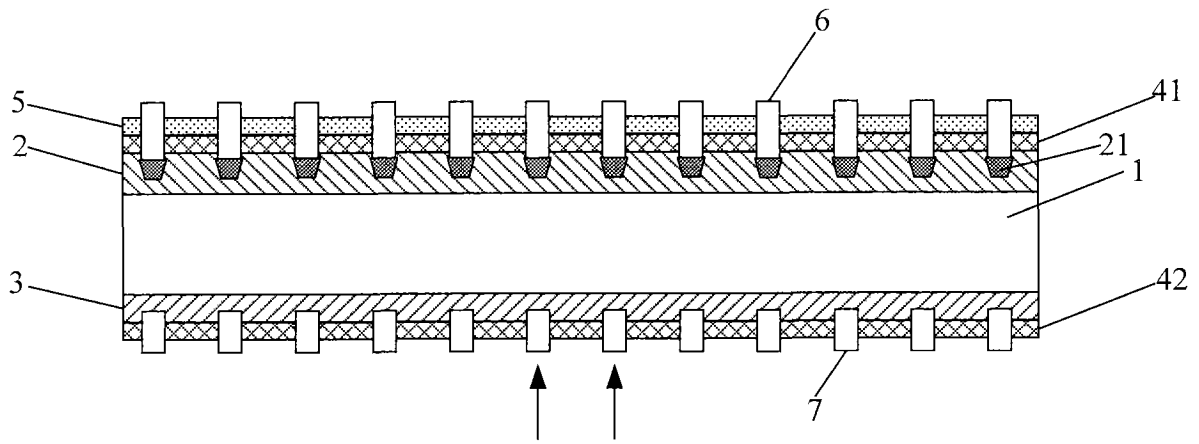


图 7