

一种硅同质结双面太阳电池

技术领域

本实用新型涉及一种硅同质结双面太阳电池，属于新型叠层太阳能电池技术领域。

背景技术

太阳能因其资源总量丰富、清洁无污染、使用安全等优点。成为世界各国普遍关注和重点发展的新兴产业。随着传统能源的储量减少，新能源代替传统能源必将成为一种趋势。2018 年硅同质太阳能电池占光伏市场的 85 % 以上，太阳能电池是利用光生伏特效应直接将太阳能转化为电能的新能源器件。光伏技术随着近几年的突飞猛进的发展，基于提高效率和降低成本的问题，涌现出了一些新结构的高效晶硅太阳电池，硅同质结双面太阳电池成了比较热门的研究，吸引了许多研究机构和高校的研究兴趣。

在硅同质结太阳电池中，由于硅衬底的上表面层的磷源掺杂层，有较多的掺杂杂质引起的缺陷，为了抑制缺陷的复合及光的利用率，采用氮化硅钝化减反膜是硅同质结双面太阳电池正面电池获得高效率的基本条件。在中国的专利 CN207233747U 中提出氮化硅的成膜质量对电池器件的性能影响比较大，所以制备高质量的氮化硅是提高正面效率关键，要获取高质量的氮化硅钝化减反膜，使用 PECVD 进行氮化硅钝化减反膜的沉积时，先进行通氢气的处理，目的是使用氢原子饱和掺杂杂质的缺陷，温度设置在 400℃，射频功率 3200 Watt，射频占空比 3:28，压力为 1200 mTorr，硅烷的流量 300 sccm，二氧化碳的流量 500 sccm，时间为 100 s。除此之外，也有采用氧化硅薄膜材料进行表面钝化。例如专利文献 US20140283902A1，用绝缘的氧化硅进行表面的钝化，可以起到减小表面载

流子复合，然而，氧化硅不导电没有减反射的作用，电阻比较大，大规模生产中膜厚不好控制，最终会降低电池的效率 and 填充因子，选用氮化硅薄膜作为正面钝化减反射层效果更好。

由于现有的硅同质结双面太阳电池，在硅衬底的下表面用三氧化二铝和氮化硅的叠层薄膜，这种电池的背面电池的效率 and 开路电压比较低，双面效率低。

实用新型内容

本实用新型主要是克服现有技术中的不足之处，提出一种硅同质结双面太阳电池，本实用新型采用了过渡金属氧化物钝化层和透明导电氧化物层代替常规的三氧化二铝和氮化硅层，可以保证良好的背面钝化和载流子收集，显著的改善背面电池的效率 and 开路电压，提高背面电池的功率，增加发电量。

本实用新型解决上述技术问题所提供的技术方案是：一种硅同质结双面太阳电池，包括从下到上依次设置的氮化硅钝化减发射层、磷源掺杂层、p 型硅衬底、过渡金属氧化物钝化层、透明导电氧化物层，所述氮化硅钝化减发射层上表面、透明导电氧化物层下表面均设置有金属栅线电极层。

进一步的技术方案是，所述过渡金属氧化物钝化层为背钝化氧化镍层。

进一步的技术方案是，所述过渡金属氧化物钝化层与 p 型硅衬底之间还设有背钝化氧化硅层。

进一步的技术方案是，所述氮化硅钝化减发射层上表面、透明导电氧化物层下表面均设置有沉积掩膜保护层，所述沉积掩膜保护层上设有金属栅线电极层开口。

进一步的技术方案是，所述 p 型硅衬底为 p 型单晶硅衬底或 p 型多晶衬底，所述 p 型硅衬底的厚度为 50~200 μm 。

进一步的技术方案是，所述氮化硅钝化减发射层的厚度为 20~80 nm。

进一步的技术方案是，所述磷源掺杂层的厚度为 200~500 nm。

进一步的技术方案是，所述背钝化氧化镍层的厚度为 80~100 nm。

进一步的技术方案是，所述透明导电氧化物层的厚度为 80~100 nm。

进一步的技术方案是，所述金属栅线电极层的厚度为 5~100 μm 。

本实用新型具有以下优点：本实用新型采用了过渡金属氧化物钝化层和透明导电氧化物层代替常规的三氧化二铝和氮化硅层，可以保证良好的背面钝化和载流子收集，显著的改善背面电池的效率 and 开路电压，提高背面电池的功率，增加发电量。

附图说明

图 1 为实施例 1 的结构示意图；

图 2 为实施例 2 的结构示意图；

图 3 为实用新型加沉积掩膜保护层开口的结构示意图；

图 4 为实用新型加沉积掩膜保护层的结构示意图。

图中所示：102-氮化硅钝化减发射层、101-磷源掺杂层、100-p 型硅衬底、103-过渡金属氧化物钝化层、104-透明导电氧化物层、105-金属栅线电极层、106-沉积掩膜保护层、107-金属栅线电极层开口、108-背钝化氧化硅层。

具体实施方式

下面结合实施例和附图对本实用新型做更进一步的说明。

实施例 1

如图 1 所示，本实用新型的一种硅同质结双面太阳电池，包括从下到上依次设置的氮化硅钝化减发射层 102、磷源掺杂层 101、p 型硅衬底 100、过渡金属氧化物钝化层 103、透明导电氧化物层 104，所述氮化硅钝化减发射层 102 上表面、透明导电氧化物层 104 下表面均设置有金属栅线电极层 105。

本实用新型通过以下步骤制备而成：

(1) 提供 p 型硅衬底 100，对 p 型晶硅衬底 100 进行清洗，并在上表面和下表面制作绒面结构；其中所述 p 型硅衬底 100 为 p 型单晶硅衬底或 p 型多晶衬底，所述 p 型硅衬底 100 的厚度为 50~200 μm ，所述 p 型晶硅掺杂的浓度为 $10^{17}\sim 10^{21} / \text{cm}^3$ ；

(2) p 型硅衬底 100 进行上表面扩散制备在磷源掺杂层 101；其中磷源掺杂层 101 掺杂浓度 $10^{10}\sim 10^{20} / \text{cm}^3$ ，磷源掺杂层 101 的厚度为 200~500 nm；

(3) 在磷源掺杂层 101 上面表面沉积正面氮化硅钝化减发射层 102；其中正面氮化硅钝化减发射层 102 厚度为 20~80 nm，氮源为一氧化氮，使用等离子体增强化学气相沉（PECVD）的等离子体功率密度可以为 5~250mW / cm^2 ；

(4) 在 p 型硅衬底 100 下表面进行背场过渡金属氧化物层制备；其中，选用磁控溅射的高纯镍靶材制备，纯度规格 99.999 %，氧化镍的厚度为 80~100 nm，优选 80~90nm，将含有背场氧化镍薄膜的半成品太阳能电池，放入管式退火炉中，退火温度为 400~500℃，优选 400~450℃退火的气体氛围为氮气，退火时间 40~100 min，优选 50~70min，代替了传统硅同质结双面太阳能电池的背场钝化，简化了背面的开槽工艺。

背钝化氧化镍层的禁带宽度为 3.3~4.0eV，在 400~600nm 处响应增加，提高硅同质结双面太阳能电池的背面电池的电流密度，p 型硅衬底 100 与背钝化过渡金属氧化物氧化镍层相接触，氧化镍是 P 型材料，与硅的价带势垒形成的价带势垒差为 0.2eV，有利于空穴的选择性接触，阻挡电子的流入，减少了载流子的复合，提高了硅同质结双面太阳能电池的背面电池效率和双面率，增加了发电量；

(5) 在背钝化氧化镍层下面沉积透明导电氧化物层 104 为掺钨氧化铟（IWO）；其中，透明导电氧化物层 104 为掺钨氧化铟（IWO）厚度 80~100 nm。

(6) 如图 3 所示, 在正面的氮化硅钝化减发射层 102 和透明导电氧化物层 104 上下表面分别沉积掩膜保护层 106, 并在掩膜保护层 106 上进行开口, 预留金属栅线电极层 105 的电极槽; 其沉积掩膜保护层 106 为电绝缘;

(7) 使用电镀技术在预留电极槽表面沉积金属栅线; 其中金属栅线电极层 105 的厚度为 5~100 μm ; 金属电极层包含 Cu 或 Cu 与 Mo、W、Ti、Ni、Al、Mg、Ta、Sn、Ag 至少之一所形成的合金, 或者 Ag 或 Ag 的合金。

(8) 移除沉积掩膜保护层 106;

(9) 在保护气氛中进行退火处理, 得到合金化的金属栅线层, 并得到硅同质结双面太阳电池产品。

实施例 2

如图 2 所示, 一种硅同质结双面太阳电池, 包括从下到上依次设置的氮化硅钝化减发射层 102、磷源掺杂层 101、p 型硅衬底 100、背钝化氧化硅层 108、过渡金属氧化物钝化层 103、透明导电氧化物层 104, 所述氮化硅钝化减发射层 102 上表面、透明导电氧化物层 104 下表面均设置有金属栅线电极层 105。

本实用新型通过以下步骤制备而成:

(1) 提供 p 型硅衬底 100, 对 p 型晶硅衬底 100 进行清洗, 并在上表面和下表面制作绒面结构; 其中所述 p 型硅衬底 100 为 p 型单晶硅衬底或 p 型多晶衬底, 所述 p 型硅衬底 100 的厚度为 50~200 μm , 所述 p 型晶硅掺杂的浓度为 $10^{17}\sim 10^{21} / \text{cm}^3$;

(2) p 型硅衬底 100 进行上表面扩散制备在磷源掺杂层 101; 其中磷源掺杂层 101 掺杂浓度 $10^{10}\sim 10^{20} / \text{cm}^3$, 磷源掺杂层 101 的厚度为 200~500 nm;

(3) 在磷源掺杂层 101 上面表面沉积正面氮化硅钝化减发射层 102; 其中正面氮化硅钝化减发射层 102 厚度为 20~80 nm, 氮源为一氧化氮, 使用等离子

体增强化学气相沉积 (PECVD) 的等离子体功率密度可以为 $5\sim 250\text{mW} / \text{cm}^2$;

(4) 在 p 型硅衬底 100 下表面进行背钝化氧化硅层 108 制备; 其中背钝化氧化硅层 108 干热法制备, 厚度 $1\sim 5\text{nm}$, 氧化硅可以降低界面断裂的 $\text{Si}=\text{Si}$ 形成 $\text{Si}=\text{O}$ 减少界面的复合, 化学钝化的效果更加明显, 由于氧化硅是绝缘体不导电, 使用目前先进的 Topcon 技术遂穿氧化层起导通作用, 提高背面电池的效率 and 开路电压。

(5) 在背钝化氧化硅层 108 下表面再进行背场过渡金属氧化物层制备; 其中, 选用磁控溅射的高纯镍靶材制备, 纯度规格 99.999% , 氧化镍的厚度为 $80\sim 100\text{nm}$, 优选 $80\sim 90\text{nm}$, 将含有背场氧化镍薄膜的半成品太阳能电池, 放入管式退火炉中, 退火温度为 $400\sim 500^\circ\text{C}$, 优选 $400\sim 450^\circ\text{C}$ 退火的气体氛围为氮气, 退火时间 $40\sim 100\text{min}$, 优选 $50\sim 70\text{min}$, 代替了传统硅同质结双面太阳电池的背场钝化, 简化了背面的开槽工艺。背钝化氧化镍层的禁带宽度为 $3.3\sim 4.0\text{eV}$, 在 $400\sim 600\text{nm}$ 处响应增加, 提高硅同质结双面太阳电池的背面电池的电流密度, p 型硅衬底 100 与背钝化过渡金属氧化物氧化镍层相接触, 氧化镍是 P 型材料, 与硅的价带势垒形成的价带势垒差为 0.2eV , 有利于空穴的选择性接触, 阻挡电子的流入, 减少了载流子的复合, 提高了硅同质结双面太阳电池的背面电池效率和双面率, 增加了发电量;

(6) 在背钝化氧化镍层下面沉积透明导电氧化物层 104 为掺钨氧化铟 (IWO); 其中, 透明导电氧化物层 104 为掺钨氧化铟 (IWO) 厚度 $80\sim 100\text{nm}$ 。

(7) 在正面的氮化硅钝化减发射层 102 和透明导电氧化物层 104 上下表面分别沉积掩膜保护层 106, 并在掩膜保护层 106 上进行开口, 预留金属栅线电极层 105 的电极槽; 其沉积掩膜保护层 106 为电绝缘;

(8) 使用电镀技术在预留电极槽表面沉积金属栅线; 其中金属栅线电极层

105 的厚度为 5~100 μm ；金属电极层包含 Cu 或 Cu 与 Mo、W、Ti、Ni、Al、Mg、Ta、Sn、Ag 至少之一所形成的合金，或者 Ag 或 Ag 的合金。

(9) 移除沉积掩膜保护层 106；

(10) 在保护气氛中进行退火处理，得到合金化的金属栅线层，并得到硅同质结双面太阳能电池产品。

以上所述，并非对本实用新型作任何形式上的限制，虽然本实用新型已通过上述实施例揭示，然而并非用以限定本实用新型，任何熟悉本专业的技术人员，在不脱离本实用新型技术方案范围内，当可利用上述揭示的技术内容作出些变动或修饰为等同变化的等效实施例，但凡是未脱离本实用新型技术方案的内容，依据本实用新型的技术实质对以上实施例所作的任何简单修改、等同变化与修饰，均仍属于本实用新型技术方案的范围内。