



## (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101783374 A

(43) 申请公布日 2010.07.21

(21) 申请号 201010102808.2

(22) 申请日 2010.01.25

(71) 申请人 宁波太阳能电源有限公司

地址 315040 浙江省宁波市高新区星光路  
211 号

(72) 发明人 肖剑峰 周体 黄志林 夏金才

(74) 专利代理机构 宁波奥圣专利代理事务所  
(普通合伙) 33226

代理人 程晓明

(51) Int. Cl.

H01L 31/18(2006.01)

权利要求书 2 页 说明书 7 页

### (54) 发明名称

一种硅太阳能电池的制备方法

### (57) 摘要

本发明公开了一种硅太阳能电池的制备方法,在硅片上制作 PN 结工艺中,采用了选择性扩散工艺法,即利用激光对硅片的一个表面上欲制作正面电极的位置处进行加热,在加热作用下,均匀粘附在这个表面上的磷源中的磷向硅片内扩散,这样在欲制作正面电极的位置处形成薄层电阻较小的重掺杂区域,有效减少了硅太阳能电池的薄层电阻,这样不仅有利于增加硅太阳能电池的开路电压,开路电压的增加,有效提高了硅太阳能电池的转化效率,而且减少了金属电极与硅太阳能电池的欧姆接触,减少了硅太阳能电池的串联电阻,能够较好地满足工业化生产目的。

1. 一种硅太阳能电池的制备方法,按工艺线的生产顺序分为如下步骤:对硅片进行前道化学预处理;在硅片上制作PN结;对硅片进行去边结处理;对硅片的表面进行钝化处理;制作正面电极和背面电极;正面电极和背面电极金属化及氮化硅薄膜烧穿处理,其特征在于采用选择性扩散工艺法在硅片上制作PN结,其具体过程为:在硅片的一个表面上喷涂磷源,磷源为含磷酸的浆料,然后烘干硅片以保持磷源均匀粘附在硅片的这个表面上,烘干温度为 $300 \sim 500^{\circ}\text{C}$ ,烘干时间为 $15 \sim 25$ 分钟;根据欲制作的正面电极的预设长度和预设宽度,在硅片粘附有磷源的表面上选择确定欲制作正面电极的位置,用激光逐一对硅片上欲制作正面电极的位置处进行加热,使该位置处的温度达到 $900 \sim 1300^{\circ}\text{C}$ ,促使均匀粘附在硅片的一个表面上的磷源中的磷向硅片内扩散,以在被激光照射的欲制作正面电极的位置处形成薄层电阻为 $20 \sim 40$ 欧姆/平方厘米的重掺杂区域,而在未被激光照射的表面形成薄层电阻为 $90 \sim 200$ 欧姆/平方厘米的轻掺杂区域,由重掺杂区域和轻掺杂区域构成发射区n+层;利用常规的烧结炉在温度为 $700 \sim 980^{\circ}\text{C}$ 的条件下对磷扩散后的硅片进行整体加热 $2 \sim 30$ 分钟,在硅片上形成PN结。

2. 根据权利要求1所述的一种硅太阳能电池的制备方法,其特征在于采用湿法腐蚀方法对硅片进行去边结处理,其具体过程为:用体积比为 $3:2$ 的硝酸和氢氟酸的混合溶液均匀腐蚀硅片未扩散磷的表面,腐蚀硅片的量为 $40 \sim 90\text{mg}$ ,以去除边结;用去离子水清洗硅片;用浓度为 $35\% \sim 45\%$ 的氢氧化钠溶液去除氢氟酸与硅原子反应生成的副产物多孔硅;用浓度为 $3\% \sim 5\%$ 的稀释氢氟酸溶液去除磷源与硅原子反应生成的含磷元素的二氧化硅;用去离子水清洗硅片,再利用甩干机甩干硅片。

3. 根据权利要求1或2所述的一种硅太阳能电池的制备方法,其特征在于所述的对硅片进行前道化学预处理的具体过程为:将硅片浸泡于重量百分比为 $20\% \sim 25\%$ 的氢氧化钠溶液中,对硅片进行腐蚀减薄,除去硅片切片过程中在硅片的表面产生的损伤层,除去的损伤层的厚度为 $20 \sim 25 \mu\text{m}$ ,氢氧化钠溶液的温度为 $80 \sim 90^{\circ}\text{C}$ ,浸泡时间为 $3 \sim 5$ 分钟;用体积百分比为 $1\% \sim 2\%$ 的稀释氢氧化钠溶液和体积百分比为 $20\% \sim 25\%$ 的酒精的混合溶液,对硅片进行表面结构化处理,处理温度为 $80 \sim 90^{\circ}\text{C}$ ,处理时间为 $20 \sim 25$ 分钟;用体积百分比为 $15\% \sim 25\%$ 的稀释盐酸水溶液在常温下清洗硅片去除硅片上的金属离子,用体积百分比为 $3\% \sim 4\%$ 的稀释氢氟酸水溶液除去硅片表面的氧化硅层;用去离子水清洗硅片,再利用甩干机甩干硅片。

4. 根据权利要求3所述的一种硅太阳能电池的制备方法,其特征在于所述的对硅片的表面进行钝化处理的具体过程为:采用 $13.56\text{MHz}$ 的等离子增强化学气相沉积工艺对硅片的两个表面进行双面钝化,对硅片未扩散磷的表面通过通入高纯氨气进行表面钝化,工艺条件为:功率为 $2500\text{W}$ ,真空度为 $1.5 \sim 1.8$ 托,高纯氨气流量为 $4 \sim 6$ 升/分钟,衬底温度为 $400 \sim 500^{\circ}\text{C}$ ,钝化时间为 $3 \sim 5$ 分钟;对硅片磷扩散后的表面通过沉积氮化硅薄膜进行表面钝化,工艺条件为:功率为 $3000\text{W}$ ,高纯氨气流量为 $3.7 \sim 4.7$ 升/分钟,硅烷流量为 $0.42 \sim 0.47$ 升/分钟,衬底温度为 $420 \sim 480^{\circ}\text{C}$ ,沉积时间由沉积氮化硅薄膜的速度而定,氮化硅薄膜的厚度为 $78 \sim 82\text{nm}$ ,硅片磷扩散后的表面沉积氮化硅薄膜后呈深蓝色,以降低光的反射。

5. 根据权利要求4所述的一种硅太阳能电池的制备方法,其特征在于所述的制作正面电极和背面电极工艺中,采用丝网印刷工艺在硅片未扩散磷的表面上印刷背面电极和铝背

场;采用激光喷墨工艺在欲制作正面电极的位置处进行喷墨形成宽为 35 ~ 45 微英寸的镍层,再采用丝网印刷工艺,并利用线宽为 50 微英寸的网版进行中心定位,在镍层上印刷宽为 45 ~ 55 微英寸的银浆,形成正面电极,正面电极的宽为 45 ~ 55 微英寸,高为 30 ~ 40 微英寸。

6. 根据权利要求 5 所述的一种硅太阳能电池的制备方法,其特征在于所述的正面电极和背面电极金属化及氮化硅薄膜烧穿处理工艺中,采用常规的链式烧结炉,带速为 200 ~ 220 英寸 / 分钟,烧结温度为 950 ~ 980℃,压缩空气的量程为 23 ~ 28%。

## 一种硅太阳能电池的制备方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种太阳能电池的制备方法,尤其是涉及一种高效率硅太阳能电池的制备方法。

### 背景技术

[0002] 随着常规能源的日趋紧张,可再生能源越来越受到人类的重视,在过去的 10 年内,太阳能发电量呈现指数式增长,随着晶体硅太阳能电池的制备方法的不断改进,生产成本不断降低,太阳能发电将会越来越受到大家的青睐。

[0003] 目前,在硅太阳能电池批量化生产过程中,由于生产设备的不断更新换代以及新的生产制备方法的不断改进,使得硅太阳能电池的生产成本进一步降低,电池的光电转换效率也不断提高,新的制备方法促进生产设备的发展,生产设备的更新又带动制备方法的改进,最后传统的惯用的生产制备方法将因无法满足高效率 and 低成本的需求而难以在市场上竞争。如 2005 年 6 月 15 日中国公告的发明专利“一种晶体硅太阳电池的制作方法”(授权公告号:CN 1206743C),其公开了一种晶体硅太阳电池的制作方法,该方法按工艺线的生产顺序分为如下六个步骤:对硅片进行前道化学预处理;在硅片上制作半导体 PN 结;用电感耦合等离子刻蚀硅片的周边;在制作好 PN 结的硅片正表面用等离子增强化学汽相沉积工艺和真空溅射工艺淀积氮化硅薄膜;在淀积好氮化硅薄膜的硅片正面和背面用丝网印刷工艺制作正、背面电极;正、背面电极金属化的同时进行氮化硅薄膜烧穿工艺,该方法简化了太阳能电池工艺、将原来的两到三次的电极烧结工艺简化成一次完成,降低了的成本,提高了太阳能电池的效率,采用该方法,单晶硅太阳能电池的效率达 15.7%,多晶硅太阳能电池的效率可达 14.0% 以上。但这种方法存在较多的缺点,具体体现如下:

[0004] 1)、在硅片上制作半导体 PN 结过程中,其采用半导体工业中的常规扩散工艺,以三氯氧磷 ( $\text{POCl}_3$ ) 为磷源进行高温扩散,这样形成的发射区 n+ 层,将增加硅太阳能电池的薄层电阻和死层,从而将影响硅太阳能电池的性能;

[0005] 2)、该方法中的去边结工艺是采用电感耦合等离子刻蚀法进行去边结的,电感耦合等离子刻蚀法虽然也能较好地除去硅片周边的可引起正背面短路的 PN 结,但是同时也破坏了发射区 n+ 层,从而降低了硅太阳能电池的性能;

[0006] 3)、该方法中的镀氮化硅薄膜 (ARC) 工艺采用了等离子增强化学汽相沉积工艺,其主要是在硅片的正表面进行淀积氮化硅薄膜,这样不但不利于硅片的背面的钝化,还会增加硅片的背面的载流子的产生,从而将影响硅太阳能电池的性能;

[0007] 除上述晶体硅太阳电池的制作方法列出的缺点外,现有的太阳能电池制作方法还普遍存在下述缺陷:现有的制作方法中正背面电极均是直接利用丝网印刷技术印刷制成,栅线的线宽一般为  $120\mu$ ,线高一般为  $25\mu$ ,较宽的栅线增加了电池表面的遮光面积,这样极不利于提高光生电流,从而降低了短路电流;现有的制作方法中对硅片进行的前道化学预处理过程中,通常使用氢氧化钠或氢氧化钾、水、异丙醇混合液制绒形成金字塔结构,由于异丙醇的价格较贵,使得生产成本也较高。

## 发明内容

[0008] 本发明所要解决的技术问题是提供一种能够有效提高硅太阳能电池的效率,能够较好地满足工业化生产目的的硅太阳能电池的制备方法。

[0009] 本发明解决上述技术问题所采用的技术方案为:一种硅太阳能电池的制备方法,按工艺线的生产顺序分为如下步骤:对硅片进行前道化学预处理;在硅片上制作PN结;对硅片进行去边结处理;对硅片的表面进行钝化处理;制作正面电极和背面电极;正面电极和背面电极金属化及氮化硅薄膜烧穿处理,其特征不在于采用选择性扩散工艺法在硅片上制作PN结,其具体过程为:在硅片的一个表面上喷涂磷源,磷源为含磷酸的浆料,然后烘干硅片以保持磷源均匀粘附在硅片的这个表面上,烘干温度为 $300 \sim 500^{\circ}\text{C}$ ,烘干时间为 $15 \sim 25$ 分钟;根据欲制作的正面电极的预设长度和预设宽度,在硅片粘附有磷源的表面上选择确定欲制作正面电极的位置,用激光逐一对硅片上欲制作正面电极的位置处进行加热,使被激光照射的欲制作正面电极的位置处的温度达到 $900 \sim 1300^{\circ}\text{C}$ ,靠近被激光照射的位置处的表面的温度达到 $750 \sim 950^{\circ}\text{C}$ ,远离被激光照射的位置处的表面的温度在常温左右,在激光的加热作用下,促使均匀粘附在硅片的一个表面上的磷源中的磷向硅片内扩散,此时在被激光照射的欲制作正面电极的位置处形成薄层电阻为 $20 \sim 40$ 欧姆/平方厘米的重掺杂区域,而在未被激光照射的表面形成薄层电阻为 $90 \sim 200$ 欧姆/平方厘米的轻掺杂区域,由重掺杂区域和轻掺杂区域构成发射区n+层;利用常规的烧结炉在温度为 $700 \sim 980^{\circ}\text{C}$ 的条件下对磷扩散后的硅片进行整体加热 $2 \sim 30$ 分钟,在硅片上形成PN结。

[0010] 所述的对硅片进行去边结处理工艺中,采用湿法腐蚀方法进行去边结,湿法腐蚀方法的具体过程为:用体积比为 $3:2$ 的硝酸和氢氟酸的混合溶液均匀腐蚀硅片未扩散磷的表面,腐蚀硅片的量为 $40 \sim 90\text{mg}$ ,以去除边结;用去离子水清洗硅片;用浓度为 $35\% \sim 45\%$ 的氢氧化钠溶液去除氢氟酸与硅原子反应生成的副产物多孔硅;用浓度为 $3\% \sim 5\%$ 的稀释氢氟酸溶液去除磷源与硅原子反应生成的含磷元素的二氧化硅;用去离子水清洗硅片,再利用甩干机甩干硅片。

[0011] 所述的对硅片进行前道化学预处理的具体过程为:将硅片浸泡于重量百分比为 $20\% \sim 25\%$ 的氢氧化钠溶液中,对硅片进行腐蚀减薄,除去硅片切片过程中在硅片的表面产生的损伤层,除去的损伤层的厚度为 $20 \sim 25 \mu\text{m}$ ,氢氧化钠溶液的温度为 $80 \sim 90^{\circ}\text{C}$ ,浸泡时间为 $3 \sim 5$ 分钟;用体积百分比为 $1\% \sim 2\%$ 的稀释氢氧化钠溶液和体积百分比为 $20\% \sim 25\%$ 的酒精的混合溶液,对硅片进行表面结构化处理,处理温度为 $80 \sim 90^{\circ}\text{C}$ ,处理时间为 $20 \sim 25$ 分钟;用体积百分比为 $15\% \sim 25\%$ 的稀释盐酸水溶液在常温下清洗硅片去除硅片上的金属离子,用体积百分比为 $3\% \sim 4\%$ 的稀释氢氟酸水溶液除去硅片表面的氧化硅层;用去离子水清洗硅片,再利用甩干机甩干硅片。

[0012] 所述的对硅片的表面进行钝化处理的具体过程为:采用 $13.56\text{MHz}$ 的等离子增强化学气相沉积工艺对硅片的两个表面进行双面钝化,对硅片未扩散磷的表面通过通入高纯氨气进行表面钝化,工艺条件为:功率为 $2500\text{W}$ ,真空度为 $1.5 \sim 1.8$ 托,高纯氨气流量为 $4 \sim 6$ 升/分钟,衬底温度为 $400 \sim 500^{\circ}\text{C}$ ,钝化时间为 $3 \sim 5$ 分钟;对硅片磷扩散后的表面通过沉积氮化硅薄膜进行表面钝化,工艺条件为:功率为 $3000\text{W}$ ,高纯氨气流量为 $3.7 \sim 4.7$ 升/分钟,硅烷流量为 $0.42 \sim 0.47$ 升/分钟,衬底温度为 $420 \sim 480^{\circ}\text{C}$ ,沉积时间由沉积氮

化硅薄膜的速度而定,氮化硅薄膜的厚度为 78 ~ 82nm,硅片磷扩散后的表面沉积氮化硅薄膜后呈深蓝色,以降低光的反射。

[0013] 所述的制作正面电极和背面电极工艺中,采用丝网印刷工艺在硅片未扩散磷的表面上印刷背面电极和铝背场;采用激光喷墨工艺在欲制作正面电极的位置处进行喷墨形成宽为 35 ~ 45 微英寸的镍层,再采用丝网印刷工艺,并利用线宽为 50 微英寸的网版进行中心定位,在镍层上印刷宽为 45 ~ 55 微英寸的银浆,形成正面电极,正面电极的宽为 45 ~ 55 微英寸,高为 30 ~ 40 微英寸。

[0014] 所述的正面电极和背面电极金属化及氮化硅薄膜烧穿处理工艺中,采用常规的链式烧结炉,带速为 200 ~ 220 英寸 / 分钟,烧结温度为 950 ~ 980℃,压缩空气的量为 23 ~ 28%。

[0015] 与现有技术相比,本发明的优点在于:

[0016] 1)、在硅片上制作 PN 结工艺中,本发明采用了选择性扩散工艺法,即利用激光对硅片的一个表面上欲制作正面电极的位置处进行加热,在加热作用下,均匀粘附在这个表面上的磷源中的磷向硅片内扩散,这样在欲制作正面电极的位置处形成薄层电阻较小的重掺杂区域,有效减少了硅太阳能电池的薄层电阻,这样不仅有利于增加硅太阳能电池的开路电压,开路电压的增加,有效提高了硅太阳能电池的转化效率,而且减少了金属电极与硅太阳能电池的欧姆接触,减少了硅太阳能电池的串联电阻,能够较好地满足工业化生产目的。

[0017] 2)、在对硅片进行去边结处理工艺中,采用湿法腐蚀方法进行去边结,即采用硝酸和氢氟酸的混合溶液对硅片未扩散磷的表面进行均匀腐蚀,以去掉边结,这种去边结方法不仅能够有效去除硅片周边的可引起正背面短路的 PN 结,而且能够有效地减少对发射区 n+ 层的破坏,提高硅太阳能电池的并联电阻和短路电流,此外能够使硅片未扩散磷的表面更为平整,这样更有利于在硅片未扩散磷的表面上丝网印刷铝背场。

[0018] 3)、在对硅片进行前道化学预处理中,在硅片除去损伤层后使用了酒精与稀释氢氧化钠的混合溶液对硅片进行表面结构化处理,通过用低价的酒精替代现有制作方法中使用的昂贵的异丙醇,在保证反射率不超过 10% 的基础上,大大降低了硅太阳能电池的制备成本。

[0019] 4)、在对硅片的表面进行钝化处理工艺中,对硅片的两个表面分别采用不同的方式进行钝化,这样能够增加硅太阳能电池的钝化,从而提高硅太阳能电池的少子寿命。

[0020] 5)、在制作正面电极和背面电极工艺中,制作正面电极时先利用激光喷墨技术进行喷墨形成镍层,再采用丝网印刷工艺在镍层上印刷银浆,通过这种镍和银相结合的方式制作正面电极可有效减小浆料与电池的接触电阻,并通过网版的配合可有效控制硅太阳能电池的正面电极的宽为 45 ~ 55 微英寸,高为 30 ~ 40 微英寸,减少了电池的遮光面积,从而提高了电池的转换效率。

[0021] 6)、在正面电极和背面电极金属化及氮化硅薄膜烧穿工艺中,采用常规烧结炉,通过提高带速和增加烧结温度,进行瞬间烧结,这样可使得金属电极和硅片表面之间形成很好地欧姆接触,从而提高了硅太阳能电池的性能。

[0022] 7)、使用该制备方法制备硅太阳能电池,通过多次实验,实验结果表明制备得到的电池的效率可达 17.7% 左右,并且能够较好地满足工业化生产目的。

### 具体实施方式

[0023] 以下结合实施例对本发明作进一步详细描述。

[0024] 实施例一：

[0025] 一种硅太阳能电池的制备方法，按工艺线的生产顺序分为如下步骤：对硅片进行前道化学预处理；在硅片上制作 PN 结；对硅片进行去边结处理；对硅片的表面进行钝化处理；制作正面电极和背面电极；正面电极和背面电极金属化及氮化硅薄膜烧穿处理。

[0026] 在此具体实施例中，对硅片进行前道化学预处理的具体过程为：将硅片浸泡于重量百分比为 22% 的氢氧化钠溶液中，对硅片进行腐蚀减薄，除去硅片切片过程中在硅片的表面产生的损伤层，除去的损伤层的厚度为 20  $\mu\text{m}$ ，氢氧化钠溶液的温度为 86 $^{\circ}\text{C}$ ，浸泡时间为 3 分钟；用体积百分比为 1.5% 的稀释氢氧化钠溶液和体积百分比为 24% 的酒精的混合溶液，对硅片进行表面结构化处理，处理温度为 85 $^{\circ}\text{C}$ ，处理时间为 25 分钟；用体积百分比为 18% 的稀释盐酸水溶液在常温下清洗硅片去除硅片上的金属离子，去除掉的金属离子包括硅片上本身的金属离子，还包括用稀释氢氧化钠溶液和酒精的混合溶液对硅片进行表面结构化处理后附着在硅片上的钠离子；用体积百分比为 4% 的稀释氢氟酸水溶液除去硅片表面与空气接触产生的氧化硅层；用去离子水清洗硅片，再利用甩干机甩干硅片。在此过程中在硅片除去损伤层后使用了酒精与稀释氢氧化钠的混合溶液对硅片进行表面结构化处理，通过用低价的酒精替代现有制作方法中使用的昂贵的异丙醇，在保证反射率不超过 10% 的基础上，大大降低了硅太阳能电池的制备成本。

[0027] 在此具体实施例中，在硅片上制作 PN 结工艺中，采用选择性扩散工艺法，在硅片上形成 PN 结，选择性扩散工艺法的具体过程为：在硅片的一个表面上喷涂磷源，磷源为含磷酸的浆料，然后烘干硅片以保持磷源均匀粘附在硅片的这个表面上，烘干温度为 460 $^{\circ}\text{C}$ ，烘干时间为 25 分钟；根据欲制作的正面电极的预设长度和预设宽度，在硅片粘附有磷源的表面上选择确定欲制作正面电极的位置，用激光逐一对硅片上欲制作正面电极的位置处进行加热，被激光照射的欲制作正面电极的位置处的温度达到 900 ~ 1300 $^{\circ}\text{C}$ ，在激光加热时，靠近该位置处的温度相对较高，而远离该位置处的温度则相对较低，一般靠近被激光照射的位置处的表面的温度可达到 750 ~ 950 $^{\circ}\text{C}$ ，而远离被激光照射的位置处的表面的温度则在常温左右，在激光的加热作用下，均匀粘附在硅片的一个表面上的磷源中的磷向硅片内扩散，此时被激光照射的欲制作正面电极的位置处形成薄层电阻为 22 欧姆 / 平方厘米的重掺杂区域，未被激光照射的表面形成薄层电阻为 100 欧姆 / 平方厘米的轻掺杂区域，重掺杂区域和轻掺杂区域构成发射区 n<sup>+</sup> 层；利用常规的烧结炉对磷扩散后的硅片进行整体加热处理，加热温度为 720 $^{\circ}\text{C}$ ，加热时间为 7 分钟，整体加热处理后，在硅片上形成 PN 结。这种选择性扩散工艺法有效减少了硅太阳能电池的薄层电阻，不仅有利于增加硅太阳能电池的开路电压，开路电压的增加，有效提高了硅太阳能电池的转化效率，而且减少了金属电极与硅太阳能电池的欧姆接触，减少了硅太阳能电池的串联电阻，能够较好地满足工业化生产目的。

[0028] 在此具体实施例中，对硅片进行去边结处理工艺中，采用湿法腐蚀方法进行去边结，湿法腐蚀方法的具体过程为：用体积比为 3 : 2 的硝酸和氢氟酸的混合溶液均匀腐蚀硅片未扩散磷的表面，腐蚀硅片的量为 50mg，以去除边结；用去离子水清洗硅片；用浓度为 43% 的氢氧化钠溶液去除氢氟酸与硅原子反应生成的副产物多孔硅；用浓度为 3% 的稀释

氢氟酸溶液去除磷源与硅原子反应生成的含磷元素的二氧化硅；用去离子水清洗硅片，再利用甩干机甩干硅片。这种去边结方法不仅能够有效去除硅片周边的可引起正背面短路的PN结，而且能够有效地减少对发射区n+层的破坏，提高硅太阳能电池的并联电阻和短路电流，此外能够使硅片未扩散磷的表面更为平整，这样更有利于在硅片未扩散磷的表面上丝网印刷铝背场。在该过程中值得注意的是将硅片放入相关的设备中时，需将硅片未扩散磷的表面朝下放置，以保证硅片磷扩散后的表面不被腐蚀。

[0029] 在此具体实施例中，对硅片的表面进行钝化处理的具体过程为：采用13.56MHz的等离子增强化学气相沉积工艺对硅片的两个表面进行双面钝化，对硅片未扩散磷的表面通过通入高纯氨气进行表面钝化，工艺条件为：功率为2500W，真空度为1.58托，高纯氨气流量为5升/分钟，衬底温度为400℃，钝化时间为5分钟；对硅片磷扩散后的表面通过沉积氮化硅薄膜进行表面钝化，工艺条件为：功率为3000W，高纯氨气流量为3.7升/分钟，硅烷流量为0.43升/分钟，衬底温度为420℃，沉积时间由沉积氮化硅薄膜的速度而定，氮化硅薄膜的厚度为80nm，硅片磷扩散后的表面沉积氮化硅薄膜后呈深蓝色，以达到更好地降低光的反射。在该过程中对硅片的两个表面分别采用不同的方式进行钝化，这样能够增加硅太阳能电池的钝化，从而提高硅太阳能电池的少子寿命。

[0030] 在此具体实施例中，制作正面电极和背面电极工艺中，采用丝网印刷工艺在硅片未扩散磷的表面上印刷背面电极和铝背场；采用激光喷墨工艺在欲制作正面电极的位置处进行喷墨形成宽为40微英寸的镍层，再采用丝网印刷工艺，并利用线宽为50微英寸的网版进行中心定位，在镍层上印刷宽为50微英寸的银浆，形成正面电极，正面电极的宽为55微英寸，高为35微英寸。

[0031] 在此具体实施例中，正面电极和背面电极金属化及氮化硅薄膜烧穿处理工艺中，采用常规的链式烧结炉，带速为220英寸/分钟，烧结温度为960℃，压缩空气的量为28%。在该过程中，通过提高带速和增加烧结温度，进行瞬间烧结，这样可使得金属电极和硅片表面之间形成很好地欧姆接触，从而提高了硅太阳能电池的性能。

[0032] 实施例二：

[0033] 在此具体实施例中，对硅片进行前道化学预处理的具体过程为：将硅片浸泡于重量百分比为20%的氢氧化钠溶液中，对硅片进行腐蚀减薄，除去硅片切片过程中在硅片的表面产生的损伤层，除去的损伤层的厚度为25μm，氢氧化钠溶液的温度为80℃，浸泡时间为5分钟；用体积百分比为2%的稀释氢氧化钠溶液和体积百分比为20%的酒精的混合溶液，对硅片进行表面结构化处理，处理温度为80℃，处理时间为22分钟；用体积百分比为15%的稀释盐酸水溶液在常温下清洗硅片去除硅片上的金属离子，用体积百分比为3%的稀释氢氟酸水溶液除去硅片表面的氧化硅层；用去离子水清洗硅片，再利用甩干机甩干硅片。

[0034] 在此具体实施例中，在硅片上制作PN结工艺中，采用选择性扩散工艺法，在硅片上形成PN结，选择性扩散工艺法的具体过程为：在硅片的一个表面上喷涂磷源，磷源为含磷酸的浆料，然后烘干硅片以保持磷源均匀粘附在硅片的这个表面上，烘干温度为350℃，烘干时间为25分钟；根据欲制作的正面电极的预设长度和预设宽度，在硅片粘附有磷源的表面上选择确定欲制作正面电极的位置，用激光逐一对硅片上欲制作正面电极的位置处进行加热，被激光照射的欲制作正面电极的位置处的温度达到900~1300℃，靠近被激光照



射的位置处的表面的温度达到 750 ~ 950℃, 远离被激光照射的位置处的表面的温度在常温左右, 在激光的加热作用下, 均匀粘附在硅片的一个表面上的磷源中的磷向硅片内扩散, 此时被激光照射的欲制作正面电极的位置处形成薄层电阻为 20 欧姆 / 平方厘米的重掺杂区域, 未被激光照射的表面形成薄层电阻为 180 欧姆 / 平方厘米的轻掺杂区域, 重掺杂区域和轻掺杂区域构成发射区 n+ 层; 利用常规的烧结炉对磷扩散后的硅片进行整体加热处理, 加热温度为 980℃, 加热时间为 5 分钟, 整体加热处理后, 在硅片上形成 PN 结。

[0035] 在此具体实施例中, 对硅片进行去边结处理工艺中, 采用湿法腐蚀方法进行去边结, 湿法腐蚀方法的具体过程为: 用体积比为 3 : 2 的硝酸和氢氟酸的混合溶液均匀腐蚀硅片未扩散磷的表面, 腐蚀硅片的量为 90mg, 以去除边结; 用去离子水清洗硅片; 用浓度为 35% 的氢氧化钠溶液去除氢氟酸与硅原子反应生成的副产物多孔硅; 用浓度为 5% 的稀释氢氟酸溶液去除磷源与硅原子反应生成的含磷元素的二氧化硅; 用去离子水清洗硅片, 再利用甩干机甩干硅片。

[0036] 在此具体实施例中, 对硅片的表面进行钝化处理的具体过程为: 采用 13.56MHz 的等离子增强化学气相沉积工艺对硅片的两个表面进行双面钝化, 对硅片未扩散磷的表面通过通入高纯氨气进行表面钝化, 工艺条件为: 功率为 2500W, 真空度为 1.7 托, 高纯氨气流量为 6 升 / 分钟, 衬底温度为 450℃, 钝化时间为 4 分钟; 对硅片磷扩散后的表面通过沉积氮化硅薄膜进行表面钝化, 工艺条件为: 功率为 3000W, 高纯氨气流量为 4.2 升 / 分钟, 硅烷流量为 0.45 升 / 分钟, 衬底温度为 470℃, 沉积时间由沉积氮化硅薄膜的速度而定, 氮化硅薄膜的厚度为 82nm, 硅片磷扩散后的表面沉积氮化硅薄膜后呈深蓝色, 以降低光的反射。

[0037] 在此具体实施例中, 制作正面电极和背面电极工艺中, 采用丝网印刷工艺在硅片未扩散磷的表面上印刷背面电极和铝背场; 采用激光喷墨工艺在欲制作正面电极的位置处进行喷墨形成宽为 35 微英寸的镍层, 再采用丝网印刷工艺, 并利用线宽为 50 微英寸的网版进行中心定位, 在镍层上印刷宽为 45 微英寸的银浆, 形成正面电极, 正面电极的宽为 45 微英寸, 高为 40 微英寸。

[0038] 在此具体实施例中, 正面电极和背面电极金属化及氮化硅薄膜烧穿处理工艺中, 采用常规的链式烧结炉, 带速为 200 英寸 / 分钟, 烧结温度为 950℃, 压缩空气的量为 25%。

[0039] 实施例三:

[0040] 在此具体实施例中, 对硅片进行前道化学预处理的具体过程为: 将硅片浸泡于重量百分比为 25% 的氢氧化钠溶液中, 对硅片进行腐蚀减薄, 除去硅片切片过程中在硅片的表面产生的损伤层, 除去的损伤层的厚度为 23 μm, 氢氧化钠溶液的温度为 90℃, 浸泡时间为 4 分钟; 用体积百分比为 1% 的稀释氢氧化钠溶液和体积百分比为 22% 的酒精的混合溶液, 对硅片进行表面结构化处理, 处理温度为 90℃, 处理时间为 20 分钟; 用体积百分比为 24% 的稀释盐酸水溶液在常温下清洗硅片去除硅片上的金属离子, 用体积百分比为 3% 的稀释氢氟酸水溶液除去硅片表面的氧化硅层; 用去离子水清洗硅片, 再利用甩干机甩干硅片。

[0041] 在此具体实施例中, 在硅片上制作 PN 结工艺中, 采用选择性扩散工艺法, 在硅片上形成 PN 结, 选择性扩散工艺法的具体过程为: 在硅片的一个表面上喷涂磷源, 磷源为含磷酸的浆料, 然后烘干硅片以保持磷源均匀粘附在硅片的这个表面上, 烘干温度为 500℃,

烘干时间为 15 分钟;根据欲制作的正面电极的预设长度和预设宽度,在硅片粘附有磷源的表面上选择确定欲制作正面电极的位置,用激光逐一对硅片上欲制作正面电极的位置处进行加热,被激光照射的欲制作正面电极的位置处的温度达到 900 ~ 1300℃,靠近被激光照射的位置处的表面的温度达到 750 ~ 950℃,远离被激光照射的位置处的表面的温度在常温左右,在激光的加热作用下,均匀粘附在硅片的一个表面上的磷源中的磷向硅片内扩散,此时被激光照射的欲制作正面电极的位置处形成薄层电阻为 40 欧姆 / 平方厘米的重掺杂区域,未被激光照射的表面形成薄层电阻为 150 欧姆 / 平方厘米的轻掺杂区域,重掺杂区域和轻掺杂区域构成发射区 n+ 层;利用常规的烧结炉对磷扩散后的硅片进行整体加热处理,加热温度为 980℃,加热时间为 10 分钟,整体加热处理后,在硅片上形成 PN 结。

[0042] 在此具体实施例中,对硅片进行去边结处理工艺中,采用湿法腐蚀方法进行去边结,湿法腐蚀方法的具体过程为:用体积比为 3 : 2 的硝酸和氢氟酸的混合溶液均匀腐蚀硅片未扩散磷的表面,腐蚀硅片的量为 60mg,以去除边结;用去离子水清洗硅片;用浓度为 40% 的氢氧化钠溶液去除氢氟酸与硅原子反应生成的副产物多孔硅;用浓度为 3% 的稀释氢氟酸溶液去除磷源与硅原子反应生成的含磷元素的二氧化硅;用去离子水清洗硅片,再利用甩干机甩干硅片。

[0043] 在此具体实施例中,对硅片的表面进行钝化处理的具体过程为:采用 13.56MHz 的等离子增强化学气相沉积工艺对硅片的两个表面进行双面钝化,对硅片未扩散磷的表面通过通入高纯氨气进行表面钝化,工艺条件为:功率为 2500W,真空度为 1.8 托,高纯氨气流量为 4 升 / 分钟,衬底温度为 500℃,钝化时间为 3 分钟;对硅片磷扩散后的表面通过沉积氮化硅薄膜进行表面钝化,工艺条件为:功率为 3000W,高纯氨气流量为 4.7 升 / 分钟,硅烷流量为 0.47 升 / 分钟,衬底温度为 450℃,沉积时间由沉积氮化硅薄膜的速度而定,氮化硅薄膜的厚度为 78nm,硅片磷扩散后的表面沉积氮化硅薄膜后呈深蓝色,以降低光的反射。

[0044] 在此具体实施例中,制作正面电极和背面电极工艺中,采用丝网印刷工艺在硅片未扩散磷的表面上印刷背面电极和铝背场;采用激光喷墨工艺在欲制作正面电极的位置处进行喷墨形成宽为 45 微英寸的镍层,再采用丝网印刷工艺,并利用线宽为 50 微英寸的网版进行中心定位,在镍层上印刷宽为 46 微英寸的银浆,形成正面电极,正面电极的宽为 46 微英寸,高为 32 微英寸。

[0045] 在此具体实施例中,正面电极和背面电极金属化及氮化硅薄膜烧穿处理工艺中,采用常规的链式烧结炉,带速为 220 英寸 / 分钟,烧结温度为 975℃,压缩空气的量为 23%。