



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102569519 B

(45) 授权公告日 2014. 04. 23

(21) 申请号 201210018071. 5

US 2011265866 A1, 2011. 11. 03, 全文.

(22) 申请日 2012. 01. 19

审查员 白若鸽

(73) 专利权人 英利能源(中国)有限公司

地址 071051 河北省保定市朝阳北大街  
3399 号

(72) 发明人 王子谦 赵文超 陈迎乐 王建明  
陈剑辉 沈燕龙 李高非 胡志岩  
熊景峰

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限  
公司 11227

代理人 逯长明

(51) Int. Cl.

H01L 31/18 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 102208486 A, 2011. 10. 05,

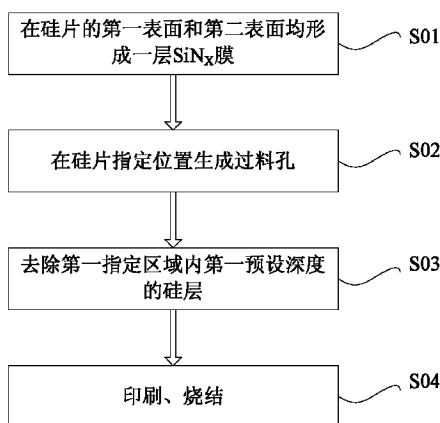
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

去除带有背场结构 MWT 太阳能电池的背场的方法

(57) 摘要

本发明提供了一种去除带有背场结构 MWT 太阳能电池的背场的方法, 背场结构位于硅片的第一表面, 包括步骤在硅片的第一表面和第二表面均形成一层  $\text{SiN}_x$  膜; 在硅片第一表面的指定位置由第一激光生成贯穿第一表面至第二表面的过料孔; 在硅片上与指定位置相对的第一指定区域由第二激光去除第一预设深度的硅层; 对去硅层后的硅片进行印刷、烧结工序, 形成 MWT 太阳能电池片。通过在硅片的第一表面和第二表面形成  $\text{SiN}_x$  膜, 有激光生成打料孔和去除背场上硅层的工作, 实现了对背场的去除, 同时生成打料孔和去除背场的工艺过程均通过激光来实现, 简化了带有背场的 MWT 电池的去背场工艺。



1. 一种去除带有背场结构 MWT 太阳能电池的背场的方法,背场结构位于硅片的第一表面,其特征在于,包括步骤:

1) 在所述硅片的所述第一表面和第二表面均形成一层  $\text{SiN}_x$  膜,获得带膜结构的硅片;

2) 在带膜结构所述硅片的第一表面的指定位置由第一激光生成贯穿所述第一表面至所述第二表面的过料孔,获得打孔后的硅片;

3) 由第二激光去除与所述指定位置相对的第一指定区域内第一预设深度的硅层,所述过料孔位于所述第一指定区域内,获得去硅层后的硅片;

4) 对去硅层后的所述硅片进行丝网印刷、烧结,形成 MWT 太阳能电池片。

2. 根据权利要求 1 所述的去除带有背场结构 MWT 太阳能电池的背场的方法,其特征在于,所述过料孔的直径为  $50 \sim 500 \mu\text{m}$ 。

3. 根据权利要求 1 所述的去除带有背场结构 MWT 太阳能电池的背场的方法,其特征在于,所述第一指定区域的几何中心与所述过料孔的中心重合。

4. 根据权利要求 3 所述的去除带有背场结构 MWT 太阳能电池的背场的方法,其特征在于,所述第一指定区域为圆形区域。

5. 根据权利要求 4 所述的去除带有背场结构 MWT 太阳能电池的背场的方法,其特征在于,所述第一指定区域的半径为  $0.5 \sim 5\text{mm}$ 。

6. 根据权利要求 1 所述的去除带有背场结构 MWT 太阳能电池的背场的方法,其特征在于,所述第一激光和所述第二激光均由脉冲激光器输出。

7. 根据权利要求 1 所述的去除带有背场结构 MWT 太阳能电池的背场的方法,其特征在于,所述第一激光和所述第二激光的波长为  $300 \sim 1600\text{nm}$ ,所述第一激光和所述第二激光的脉冲长度为  $10\text{ps} \sim 300\text{ns}$ ,所述第一激光和所述第二激光的重复频率为  $100\text{Hz} \sim 200\text{kHz}$ ,所述第一激光和所述第二激光的光斑的直径为  $5 \sim 100 \mu\text{m}$ 。

8. 根据权利要求 1 所述的去除带有背场结构 MWT 太阳能电池的背场的方法,其特征在于,所述第一预设深度为  $0.2 \sim 30 \mu\text{m}$ 。

9. 根据权利要求 1 所述的去除带有背场结构 MWT 太阳能电池的背场的方法,其特征在于,相邻两个所述第二激光的激光光斑之间有  $10 \sim 80\%$  的重合。

10. 根据权利要求 1 所述的去除带有背场结构 MWT 太阳能电池的背场的方法,其特征在于,所述第二激光采用振镜系统去除硅层。

## 去除带有背场结构 MWT 太阳能电池的背场的方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及太阳能电池生产技术领域,更具体地说,涉及一种去除带有背场结构 MWT 太阳能电池的背场的方法。

### 背景技术

[0002] MWT(Metal Wrap Through)译为金属发射极穿孔卷绕技术,是一种应用在太阳能电池中,通过激光或者其他方法在原硅片上实现穿孔的工艺,以达到经原电极引到同一面上的目的,通过减少汇流条的遮光面积增加电池的转化效率。

[0003] 在P型硅片背面(非形成P-N结的一面),通过扩散工艺,形成一个P+的高掺杂区域,又称为背场。带有背场的MWT太阳能电池中,太阳能电池的正面、背面都采用主栅、细栅设计,使得太阳能电池背面也能吸收光线,提高光线利用率。

[0004] 带有背场结构的MWT太阳能电池,在制备的过程中,需要将硅片正面的栅线经过孔浆料引到硅片的背面,并在背面形成一个直径2~5mm的浆料点,以方便形成组件。正面栅线和背面栅线之间需要进行绝缘处理,由于背面扩散场的存在,过孔浆料点与硅片接触处会产生漏电现象,因此需要将漏电区域的背场除去,以解决此问题。

[0005] 现有的一种去除带有背场结构的MWT太阳能电池背场的方法,在硅片需要去除背场的区域通过丝网印刷的腐蚀浆料,并进行烘干、清洗工艺,利用腐蚀浆料达到去除背场的目的,再对硅片进行后续工艺。采用此方法能够通过控制浆料浓度、印刷量及烘干等条件来控制腐蚀深度,较好的达到了去除背场的目的,然而该方法在带有背场的MWT太阳能电池生产过程中增加了丝网印刷、烘干和清洗工艺,工艺流程复杂,成本较高。

[0006] 另一种带有背场的MWT太阳能电池去除背场的方法为利用掩膜(如SiO<sub>2</sub>薄膜或SiN<sub>x</sub>薄膜)的方法,在不需要去除背场的地方形成一层掩膜,再利用碱洗的方法去除无掩膜覆盖区域的背场。此种方法能够对无掩膜区域的背场较好的去除,但对掩膜质量有很高的要求,如果掩膜质量欠佳,则清洗过程中,碱溶液可能会对掩膜覆盖区域造成损伤;除此之外,此种方法还需考虑如何形成合适的掩膜形状,并且还要利用化学设备进行碱洗,增加了工艺复杂度和流程。

[0007] 因此,如何简化带有背场的MWT电池的去除背场工艺,以利于双面发电MWT电池的生产成本控制,是目前本领域技术人员亟待解决的问题。

### 发明内容

[0008] 有鉴于此,本发明提供了一种去除带有背场结构MWT太阳能电池的背场的方法,以实现简化带有背场的MWT电池的去除背场工艺,以利于双面发电MWT电池的生产成本控制。

[0009] 为了达到上述目的,本发明提供如下技术方案:

[0010] 一种去除带有背场结构MWT太阳能电池的背场的方法,背场结构位于硅片的第一表面,包括步骤:

[0011] 1) 在所述硅片的所述第一表面和第二表面均形成一层  $\text{SiN}_x$  膜, 获得带膜结构的硅片;

[0012] 2) 在带膜结构所述硅片的第一表面的指定位置由第一激光生成贯穿所述第一表面至所述第二表面的过料孔, 获得打孔后的硅片;

[0013] 3) 由第二激光去除与所述指定位置相对的第一指定区域内第一预设深度的硅层, 获得去硅层后的硅片;

[0014] 4) 对去硅层后的所述硅片进行丝网印刷、烧结, 形成 MWT 太阳能电池片。

[0015] 优选地, 在上述去除带有背场结构 MWT 太阳能电池的背场的方法中, 所述过料孔的直径为  $50 \sim 500 \mu\text{m}$ 。

[0016] 优选地, 在上述去除带有背场结构 MWT 太阳能电池的背场的方法中, 所述第一指定区域的几何中心与所述过料孔的中心重合。

[0017] 优选地, 在上述去除带有背场结构 MWT 太阳能电池的背场的方法中, 所述第一指定区域为圆形区域。

[0018] 优选地, 在上述去除带有背场结构 MWT 太阳能电池的背场的方法中, 所述第一指定区域的半径为  $0.5 \sim 5\text{mm}$ 。

[0019] 优选地, 在上述去除带有背场结构 MWT 太阳能电池的背场的方法中, 所述第一激光和所述第二激光均由脉冲激光器输出。

[0020] 优选地, 在上述去除带有背场结构 MWT 太阳能电池的背场的方法中, 所述第一激光和所述第二激光的波长为  $300 \sim 1600\text{nm}$ , 所述第一激光和所述第二激光的脉冲长度为  $10\text{ps} \sim 300\text{ns}$ , 所述第一激光和所述第二激光的重复频率为  $100\text{Hz} \sim 200\text{kHz}$ , 所述第一激光和所述第二激光的光斑的直径为  $5 \sim 100 \mu\text{m}$ 。

[0021] 优选地, 在上述去除带有背场结构 MWT 太阳能电池的背场的方法中, 所述第一预设深度为  $0.2 \sim 30 \mu\text{m}$ 。

[0022] 优选地, 在上述去除带有背场结构 MWT 太阳能电池的背场的方法中, 相邻两个所述第二激光的激光光斑之间有  $10 \sim 80\%$  的重合。

[0023] 优选地, 在上述去除带有背场结构 MWT 太阳能电池的背场的方法中, 所述第二激光采用振镜系统去除硅层。

[0024] 本发明提供的去除带有背场结构 MWT 太阳能电池的背场的方法, 背场结构位于硅片的第一表面, 包括步骤在硅片的第一表面和第二表面均形成一层  $\text{SiN}_x$  膜; 在硅片第一表面的指定位置由第一激光生成贯穿第一表面至第二表面的过料孔; 在硅片上与指定位置相对的第一指定区域由第二激光去除第一预设深度的硅层; 对去硅层后的硅片进行印刷、烧结工序, 形成 MWT 太阳能电池片。通过在硅片的第一表面和第二表面形成  $\text{SiN}_x$  膜, 有激光生成打料孔和去除硅层, 实现了对背场的去除, 避免了对硅片表面造成损伤。

#### 附图说明

[0025] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案, 下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍, 显而易见地, 下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例, 对于本领域普通技术人员来讲, 在不付出创造性劳动的前提下, 还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0026] 图 1 为本发明提供的去除带有背场结构 MWT 太阳能电池的背场的方法的工艺流程图。

### 具体实施方式

[0027] 本发明公开了一种去除带有背场结构 MWT 太阳能电池的背场的方法,以实现简化带有背场的 MWT 电池的去除背场工艺,以利于双面发电 MWT 电池的生产成本控制。

[0028] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整的描述,显然,所描述的事实例仅仅是本发明一部分事实例,而不是全部的实施例。基于本发明的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0029] 如图 1 所示,图 1 为本发明提供的去除带有背场结构 MWT 太阳能电池的背场的方法的工艺流程图。

[0030] 本实施例提供了一种去除带有背场结构 MWT 太阳能电池的背场的方法,用于去除带背场结构的 MWT 太阳能电池的背场,在制作 MWT 太阳能电池的硅片中,经清洗、制绒、扩散发射极、扩散发背场、边缘刻蚀等加工工艺获得具有背场结构的硅片,背场结构位于硅片的第一表面,即硅片的背面,对硅片采取如下的加工工艺:

[0031] S01,在硅片的第一表面和第二表面均形成一层  $\text{SiN}_x$  膜;

[0032] 在硅片的第一表面和第二表面均形成一层  $\text{SiN}_x$  膜,即在硅片正面形成 PN 结的一面和背面形成背场的一面均形成一层氮化硅薄膜。 $\text{SiN}_x$  膜可通过 PECVD(等离子增强气相化学沉积法)在硅片的表面形成,其将硅片表面的悬挂键通过氢原子填满,能够对硅片的表面起到钝化的作用,同时也能对硅片表面起到保护作用 and 增透作用。

[0033] S02,在硅片指定位置生成过料孔;

[0034] MWT 太阳能电池中,需要将硅片正面的栅线通过浆料引到硅片的背面,并在硅片的背面形成浆料点,以方便形成太阳能电池组件。浆料需经过硅片上开设的过料孔由正面引到背面。硅片上开设过料孔的位置为硅片上指定的位置,过料孔通过第一激光穿透而成。

[0035] S03,去除第一指定区域内第一预设深度的硅层;

[0036] 过料孔形成后,去除与指定位置相对的第一指定区域内第一预设深度的硅层,去除硅层使用第二激光去除的方法,激光去除硅层的过程中,能将硅片第一指定区域内的表面的  $\text{SiN}_x$  去除掉,同时去除掉第一预设深度的硅层,从而达到了去除背场的目的。

[0037] S04,印刷、烧结。

[0038] 对去除背场后的硅片进行印刷工艺、烧结工艺等后续工艺后,最终形成 MWT 太阳能电池片。

[0039] 本实施例在激光去除硅片背场的过程中,去除硅层的加工工艺达到了使 MWT 太阳能电池正负极栅线之间绝缘的目的。

[0040] 为了进一步优化上述技术方案,本实施例提供的去除带有背场结构 MWT 太阳能电池的背场的方法中,过料孔的直径为  $50 \sim 500 \mu\text{m}$ 。过料孔用于实现浆料由硅片的正面引导到硅片的背面,以方便组件的形成。过料孔直径的大小将影响浆料的顺利由硅片的正面流入背面和硅片的导电性能。硅片上过料孔的直径设置为  $50 \mu\text{m}$  时,浆料在硅片之间的流速最慢,然而此时硅片表面去除的面积较小,对硅片的导电性能影响最小;当硅片上过料孔的

直径设置为  $500\ \mu\text{m}$  时,浆料的流通速度最快,然而对硅片表面面积的损伤较大,对硅片的导电性能影响相对较大。过料孔的直径设置在  $50\sim 500\ \mu\text{m}$  之间时,均能满足浆料的流通速率和硅片的导电性能。当过料孔的直径小于  $50\ \mu\text{m}$  时,浆料的流通速度较慢,硅片生产的时间加长,降低了生产效率;当过料孔的直径大于  $500\ \mu\text{m}$  时,浆料点形成的时间较短,然而硅片表面损伤较大,降低了硅片的导电性能。

[0041] 为了进一步优化上述技术方案,本实施例提供的去除带有背场结构 MWT 太阳能电池的背场的方法中,第一指定区域的几何中心与过料孔的中心重合,浆料在硅片背面过料孔周围形成浆料点时,为了避免浆料点与背场结构相接触,第一指定区域内去除硅层的形状应设置为以过料孔所在的区域向外均匀的延伸,从而可避免浆料与孔周围的背场相接触。具体的,第一指定区域设置为圆形区域。由第二激光去除硅层的区域成圆形区域,可看成过料孔在硅片表面周向的扩展,保证了硅片背面的浆料点不会与过料孔周边的背场进行连通。具体的,第一指定区域的半径为  $0.5\sim 5\text{mm}$ 。第一指定区域的半径需大于硅片背面浆料点的直径,当第一指定区域的最小值设置为  $0.5\text{mm}$  时,若过料孔的直径设置为最大时,容易出现浆料点直径较大与扩散层连通的现象,因此过料孔直径设置为非最大时能够满足要求;第一指定区域超过  $5\text{mm}$  时,能够避免浆料与背场结构进行连通,然而圆形区域的范围过大直接影响硅片自身的工作面积,半径设置为  $5\text{mm}$  时能够满足硅片自身的工作性能需求。理论上,第一指定区域的半径应与过料孔的直径及硅片背面浆料点直径相对应,并随过料孔直径的增大及硅片背面浆料点的增大而适当调节去除硅片区域半径的大小。

[0042] 为了进一步优化上述技术方案,本实施例提供的去除带有背场结构 MWT 太阳能电池的背场的方法中,第一激光和第二激光均由脉冲激光器输出。脉冲工作方式是指每间隔一定时间才工作一次的方式。以脉冲工作方式工作的激光器就是脉冲激光器。脉冲激光器具有较大输出功率,适合于激光打标、切割、测距等。具体的,脉冲激光器为固体激光器或气体激光器。对于常规的 P 型双面电池,第一激光和第二激光由同一激光发生器产生的激光完成打孔和去除过料孔周边背场的工作,打孔工艺与去除背场的工艺合成一步骤,大大简化了 MWT 太阳能电池的生产工艺流程,利于成本的控制。

[0043] 第一激光和第二激光的波长为  $300\sim 1600\text{nm}$ ,脉冲长度为  $10\text{ps}\sim 300\text{ns}$ ,重复频率为  $100\text{Hz}\sim 200\text{kHz}$ ,光斑的直径为  $5\sim 100\ \mu\text{m}$ 。激光通过准直、扩束、聚焦后投射到硅片表面进行去除硅层的工作,激光扫描速度及扫描方式根据激光的具体参数决定,使激光光斑逐点、均匀的扫描过整个需消融的去硅层区域。其中,相邻两个第二激光的激光光斑之间有  $10\sim 80\%$  的重合。

[0044] 激光去除硅层的第一预设深度设置为  $0.2\sim 30\ \mu\text{m}$ ,硅层消融的深度决定了过料孔周边的背场结构是否完全去除。硅层去除的深度根据背场扩散的情况和 PECVD 镀膜情况决定。当背场和镀膜的厚度较小时,第一预设深度设置为  $0.2\ \mu\text{m}$ ,硅片的背场结构得到去除,若去除硅层的深度较浅,则可能产生硅层去除不完全,达不到预期的效果,使得硅片正面与背面之间仍然存在连通的现象;当背场和镀膜的厚度较大时,第一预设深度设置为  $30\ \mu\text{m}$ ,硅层表面的背场结构得到完全去除。若去除硅层的深度过深,则需要耗费较大的激光能量进行硅层的去除,造成了能量的浪费,同时还可能对硅片造成较大的电性能损伤,同时延长了硅片的加工时间。

[0045] 为了进一步优化上述技术方案,本实施例提供的去除带有背场结构 MWT 太阳能电

池的背场的方法中,第二激光采用振镜系统去除硅层。振镜系统是一种由驱动板与高速摆动电机组成的一个高精度、高速度伺服控制系统,主要用于激光打标、激光内雕、舞台灯光控制、激光打孔等。第二激光采用振镜系统时,保持硅片固定不动,通过脉冲激光器振镜系统的动作,将激光光斑逐点均匀的扫描过第一预设区域,相邻激光光斑在硅片表面的斑点要有 10 ~ 80% 的重合。具体的,去除硅层的过程也可以采用第二激光不动,硅片固定于加工台面上,且硅片相对于第二激光运动,通过脉冲激光器振镜系统的动作,将激光光斑逐点均匀的扫描过第一预设区域,相邻激光光斑在硅片表面的斑点要有 10 ~ 80% 的重合。

[0046] 本实施例提供的去除带有背场结构 MWT 太阳能电池的背场的方法中,以 P 型单晶硅片为原始硅片进行 MWT 太阳能电池的制造时,硅片的晶面为 (1,0,0),硅片厚度为 180  $\mu\text{m}$ 。硅片经清洗、制绒、扩散发射极、扩散背场、边缘刻蚀等加工工艺获得具有背场结构的硅片,经 PECVD 在硅片的上下表面均形成  $\text{SiN}_x$  膜,其中,硅片上表面  $\text{SiN}_x$  膜的厚度为 90nm,折射率为 2.2;硅片下表面  $\text{SiN}_x$  膜的厚度为 80nm,折射率为 2.1。

[0047] 在硅片形成过料孔和去除硅层的过程中,均采用 Nd:YAG 激光器,三倍频所得 355nm 紫外激光,激光经扩束镜扩束、准直,并经由 F-lens 聚焦在工作台平面上方 180  $\mu\text{m}$  处,以确保硅片在放置在工作台上后,激光焦点位于硅片的表面(激光发射端的位置视所采用硅片厚度而定,根据不同硅片的厚度对激光的位置进行调节,以保证激光焦点位于硅片的表面)。激光的光斑大小设置为 20  $\mu\text{m}$ ,激光的脉冲长度设置为 20ns。激光扫描过程通过置于光路内的 X-Y 二维振镜系统控制实现。激光器在工作时,首先采用激光频率 80KHz、激光能量 5W,通过振镜系统控制光斑在特定位置扫描直径 200  $\mu\text{m}$  的圆,重复扫描 150 次,扫描速度 2000mm/s,以实现在硅片的特定位置形成过料孔的工艺。

[0048] 对激光器进行调节,采用激光重复频率 80KHz、激光能量 1.1W、扫描速度 1300mm/s,不同激光扫描线间距 0.011mm,逐行扫描,扫描区域为电池背场面,孔周围直径 6mm 区域(激光聚焦位置可适当调节,焦点位置可在硅片表面上下 10mm 范围内调节,以获得不同大小光斑,来调节加工速度与加工质量,并根据硅片去除硅层的质量取得一个最佳工作位置)。对过料孔相对的第一预设区域进行激光去除硅层的加工工艺,激光扫描工作结束后,完成了对硅片的去除背场的工艺。

[0049] 去除背场后的硅片经后续工艺加工成 MWT 太阳能电池,印刷采用丝网印刷,丝网印刷采用三步印刷,首先硅片背场面印刷过孔浆料,同时获得背面浆料点及使得过孔浆料填充过料孔,背场面浆料直径 3mm,烘干后,印刷背面栅线,细栅宽 100  $\mu\text{m}$  烘干后,印刷正面栅线,细栅宽 80  $\mu\text{m}$ ,最后烘干、烧结,得到最终的 MWT 太阳能电池。

[0050] 通过本实施例可以看出,本实施例提供的去除带有背场结构 MWT 太阳能电池的背场的方法中,通过 Nd:YAG 激光器一步完成了打孔和去除过料孔周围背场的工作,简化了 MWT 太阳能电池制作的工艺流程,利于成本的控制。

[0051] 对所公开的实施例的上述说明,使本领域专业技术人员能够实现或使用本发明。对这些实施例的多种修改对本领域的专业技术人员来说将是显而易见的,本文中所定义的一般原理可以在不脱离本发明的精神或范围的情况下,在其它实施例中实现。因此,本发明将不会被限制于本文所示的这些实施例,而是要符合与本文所公开的原理和新颖特点相一致的最宽的范围。

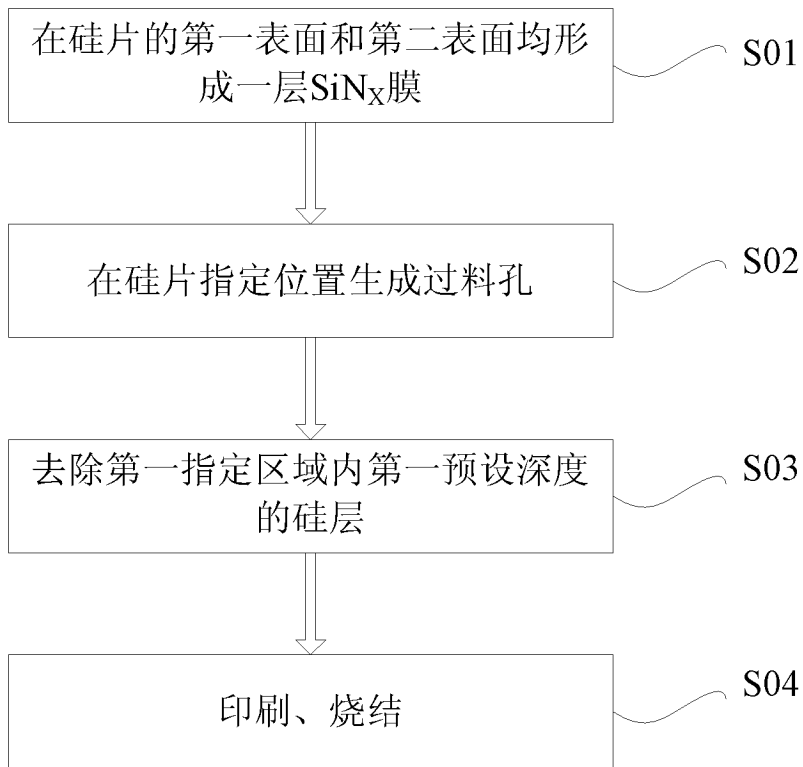


图 1