



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102157626 B

(45) 授权公告日 2013. 02. 13

(21) 申请号 201110068056. 7

US 2005/0172998 A1, 2005. 08. 11, 全文.

(22) 申请日 2011. 03. 22

CN 101740659 A, 2010. 06. 16, 全文.

(73) 专利权人 上海采日光伏技术有限公司

US 2007/0157965 A1, 2007. 07. 12, 全文.

地址 201203 上海市浦东新区达尔文路 88 号 1 号楼 5 层

审查员 王艳华

(72) 发明人 杨华

(74) 专利代理机构 北京尚德技研知识产权代理  
事务所 (普通合伙) 11378

代理人 严勇刚

(51) Int. Cl.

H01L 31/18 (2006. 01)

(56) 对比文件

US 6429037 B1, 2002. 08. 06, 全文.

KR 100374811 B1, 2003. 03. 15, 全文.

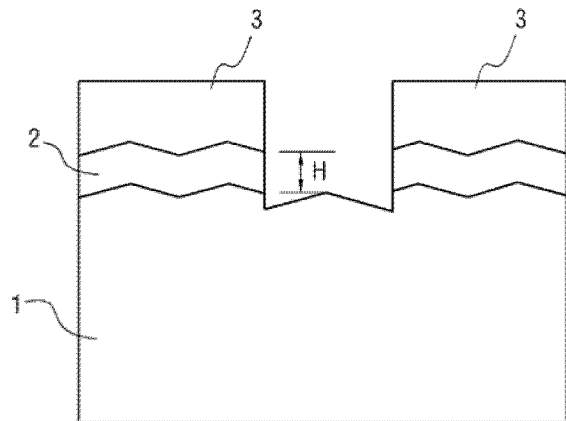
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 3 页

(54) 发明名称

一种降低太阳能电池发射极和埋栅电极间接触电阻的方法

(57) 摘要

一种降低太阳能电池发射极和埋栅电极间接触电阻的方法, 其中, 所述方法包括: 在太阳能硅片表面形成一层含磷的二氧化硅, 然后刻蚀露出发射极, 控制所述太阳能硅片表面的晶体硅层的厚度损失  $10-50\text{\AA}$ ; 利用剩余的二氧化硅作为掩膜层, 淀积金属; 之后进行两次快速热制程退火处理, 最后形成金属硅化物的埋栅电极。本发明的方法制作的太阳能电池中, 首先在刻蚀露出发射极的过程中, 控制所述太阳能硅片表面的晶体硅层的厚度损失, 从而控制了金属硅化物的厚度, 在此厚度范围内, 通过两次严格限定的快速热制程退火处理, 在埋栅电极和发射极之间形成了良好的欧姆接触, 从而大幅降低电池的串联电阻, 达到改善填充因子, 短路电流以及电池转化效率的目的。



1. 一种降低太阳能电池发射极和埋栅电极间接触电阻的方法,其特征在于,所述方法包括如下步骤:

A、对太阳能硅片先执行标准的制绒,扩散和去边绝缘工艺,形成所述太阳能硅片表面一层含磷的二氧化硅,然后将所述太阳能硅片侧面和背面的N型扩散层完整去除;

B、使用喷墨法将光刻胶喷在所述太阳能硅片上形成图形;

C、通过等离子刻蚀未覆盖所述光刻胶的所述太阳能硅片,露出发射极,控制所述太阳能硅片表面的晶体硅层的厚度损失 $10-50 \text{ \AA}$ ;然后去除所述光刻胶;

D、利用剩余的所述太阳能硅片表面的二氧化硅作为掩膜层,淀积金属,金属种类可为钛,钴或者镍;

E、对所述太阳能硅片进行第一次快速热制程退火处理,退火时间10秒到2分钟,退火温度钛 $600-750^{\circ}\text{C}$ ,钴 $400-600^{\circ}\text{C}$ ,镍 $400-550^{\circ}\text{C}$ ;

F、去除未与所述太阳能硅片反应的金属,然后对所述太阳能硅片进行第二次快速热制程退火处理,退火时间10秒到2分钟,退火温度钛 $850-950^{\circ}\text{C}$ ,钴 $700-800^{\circ}\text{C}$ ,镍 $500-600^{\circ}\text{C}$ ;最后形成金属硅化物的埋栅电极;

G、在所述金属硅化物的埋栅电极制程完成后,继续进行去含磷二氧化硅、抗反射氮化膜淀积、丝网印刷以及烧结工艺,完成太阳能电池的制作。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述步骤D中,在淀积金属之前,先采用离子注入法进行磷掺杂,形成选择性发射极。

3. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述步骤D中,通过化学镀或者电镀的方式淀积金属。

4. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述步骤C中,采用含碳氟的气体刻蚀未覆盖所述光刻胶的所述太阳能硅片。

5. 根据权利要求4所述的方法,其特征在于,所述含碳氟的气体为 $\text{CHF}_3$ ,  $\text{C}_4\text{F}_8$ ,  $\text{CF}_4$ ,  $\text{CH}_2\text{F}_2$ 之一或其组合。

6. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述步骤C中,采用硫酸双氧水混合物或者使用氧气灰化法去除所述光刻胶。

## 一种降低太阳能电池发射极和埋栅电极间接触电阻的方法

### 技术领域

[0001] 本发明是有关于一种降低太阳能电池发射极和埋栅电极间接触电阻的方法,属于太阳能电池制造领域。

### 背景技术

[0002] 太阳能电池是将太阳能转换成光能的半导体组件。现有太阳能电池的制作包括硅片表面蚀刻;N-type 扩散;绝缘及磷硅玻璃去除;抗反射层沉积;网版印刷;烧结;测试等步骤。

[0003] 与太阳能电池相关的原理及制作流程可以参见 CN 101740659A 以及 CN 101872808A,此处引用作为参考。

[0004] 在 CN 101740659A 中,通过将掺杂金属银的浆料填充到沟槽中直接烧结形成埋栅电极,以此降低与发射极之间的接触电阻。上述现有技术中,所形成埋栅电极与硅片的结合仅通过烧结的方式来实现,二者之间的结合力很难保证均匀,因而产品均一性不够,埋栅电极与发射极之间的接触电阻仍然较高,而接触电阻最终会影响到整个太阳能电池的串联电阻,从而对 FF(填充因子)和  $I_{sc}$ (短路电流)都有影响,进而影响到电池的转化效率。

[0005] 《太阳能级硅激光刻槽埋栅电池的研究》(《北京师范大学学报(自然科学版)》1999 年 04 期,励旭东等)中经研究发现,不同金属通过烧结的方式并不一定能够降低接触电阻,必须根据不同的情况优化工艺流程。《太阳能电池埋栅电极制造新技术》(《电子工业专用设备》2010 年 04 期,欧萌等)中介绍了通过化学镀以及电镀的方式形成埋栅电极的工艺,然而该现有技术介绍较为笼统,具体工艺流程很难掌握,而且化学镀以及电镀的方式形成的埋栅电极牢固性也不够,是否能够降低接触电阻也不明确。

### 发明内容

[0006] 因此,本发明要解决的技术问题是提供一种降低太阳能电池发射极和埋栅电极间接触电阻的方法,以减少或避免前面所提到的问题。

[0007] 具体来说,本发明提出了一种降低太阳能电池发射极和埋栅电极间接触电阻的方法,其通过优化的工艺流程在埋栅电极和发射极之间形成金属硅化物,从而可以大幅降低电极和发射极之间的接触电阻,对电池效率的提高会有明显的改善。

[0008] 为解决上述技术问题,本发明提出了一种降低太阳能电池发射极和埋栅电极间接触电阻的方法,其中,所述方法包括如下步骤:

[0009] A、对太阳能硅片先执行标准的制绒,扩散和去边绝缘工艺,形成所述太阳能硅片表面一层含磷的二氧化硅,然后将所述太阳能硅片侧面和背面的 N 型扩散层完整去除;

[0010] B、使用喷墨法将光刻胶喷在所述太阳能硅片上形成图形;

[0011] C、通过等离子刻蚀未覆盖所述光刻胶的所述太阳能硅片,露出发射极,控制所述太阳能硅片表面的晶体硅层的厚度损失  $10-50 \text{ \AA}$ ;然后去除所述光刻胶;

[0012] D、利用剩余的所述太阳能硅片表面的二氧化硅作为掩膜层,淀积金属,金属种类

可为钛, 钴或者镍;

[0013] E、对所述太阳能硅片进行第一次快速热制程退火处理, 退火时间 10 秒到 2 分钟, 退火温度钛 600-750°C, 钴 400-600°C, 镍 400-550°C;

[0014] F、去除未与所述太阳能硅片反应的金属, 然后对所述太阳能硅片进行第二次快速热制程退火处理, 退火时间 10 秒到 2 分钟, 退火温度钛 850-950°C, 钴 700-800°C, 镍 500-600°C; 最后形成金属硅化物的埋栅电极;

[0015] G、在所述金属硅化物的埋栅电极制程完成后, 继续进行去含磷二氧化硅、抗反射氮化膜淀积、丝网印刷以及烧结工艺, 完成太阳能电池的制作。

[0016] 优选的, 所述步骤 D 中, 在淀积金属之前, 先采用离子注入法进行磷掺杂, 形成选择性发射极。

[0017] 优选的, 所述步骤 D 中, 通过化学镀或者电镀的方式淀积金属。

[0018] 优选的, 所述步骤 C 中, 采用含碳氟的气体刻蚀未覆盖所述光刻胶的所述太阳能硅片。

[0019] 优选的, 所述含碳氟的气体为  $\text{CHF}_3$ ,  $\text{C}_4\text{F}_8$ ,  $\text{CF}_4$ ,  $\text{CH}_2\text{F}_2$  之一或其组合。

[0020] 优选的, 所述步骤 C 中, 采用硫酸双氧水混合物或者使用氧气灰化法去除所述光刻胶。

[0021] 本发明的方法制作的太阳能电池中, 首先在刻蚀露出发射极的过程中, 控制所述太阳能硅片表面的晶体硅层的厚度损失  $10\text{-}50 \text{ \AA}$ , 从而控制了金属硅化物的厚度, 在此厚度范围内, 通过两次严格限定的快速热制程退火处理, 在埋栅电极和发射极之间形成了良好的欧姆接触, 从而大幅降低电池的串联电阻, 达到改善填充因子, 短路电流以及电池转化效率的目的。形成的金属硅化物接触电阻率可降至  $10\text{E-}6 \text{ \Omega cm}^2$  到  $10\text{E-}8 \text{ \Omega cm}^2$  的水平, 金属硅化物自身的方块电阻可降到  $5\text{-}10 \text{ \Omega /Sq}$ 。

## 附图说明

[0022] 以下附图仅旨在于对本发明做示意性说明和解释, 并不限定本发明的范围。其中,

[0023] 图 1 显示的是根据本发明的一个具体实施例的一种降低太阳能电池发射极和埋栅电极间接触电阻的方法中, 经过对太阳能硅片执行标准的制绒, 扩散和去边绝缘工艺之后, 在太阳能硅片表面形成一层含磷的二氧化硅的情形;

[0024] 图 2 显示的是在图 1 所示基础上, 在太阳能硅片上覆盖光刻胶的情形;

[0025] 图 3 显示的是在图 2 所示基础上, 通过等离子刻蚀太阳能硅片露出发射极的情形;

[0026] 图 4 显示的是在图 3 所示基础上, 去除光刻胶之后的情形;

[0027] 图 5 显示的是在图 4 所示基础上, 在太阳能硅片表面淀积金属的情形;

[0028] 图 6 显示的是在图 5 所示基础上, 形成金属硅化物的埋栅电极的情形。

## 具体实施方式

[0029] 为了对本发明的技术特征、目的和效果有更加清楚的理解, 现对照附图说明本发明的具体实施方式。其中, 相同的部件采用相同的标号。

[0030] 基于背景技术中的相关现有技术的描述, 在本发明的下述实施例中, 对于太阳能

电池的加工技术不再详细说明其原理,以节约篇幅。

[0031] 根据本发明的一个具体实施例的一种降低太阳能电池发射极和埋栅电极间接触电阻的方法可以参照图 1-6 的流程进行详细描述,如图所示。

[0032] 所述方法包括如下步骤:

[0033] A、如图 1 所示,对太阳能硅片 1 先执行标准的制绒,扩散和去边绝缘工艺,形成所述太阳能硅片 1 表面一层含磷的二氧化硅 2,然后将所述太阳能硅片 1 侧面和背面的 N 型扩散层完整去除。图 1 中显示的是经过对太阳能硅片 1 执行标准的制绒,扩散和去边绝缘工艺之后,在太阳能硅片 1 表面形成一层含磷的二氧化硅 2。

[0034] B、使用喷墨法将光刻胶 3 喷在所述太阳能硅片 1 上形成图形,如图 2 所示,其中显示的是,在太阳能硅片 1 上覆盖有光刻胶 3,其中,光刻胶 3 部分覆盖了含磷的二氧化硅 2,而用于形成埋栅电极的位置没有覆盖光刻胶 3。

[0035] C、通过等离子刻蚀未覆盖所述光刻胶 3 的所述太阳能硅片 1,露出发射极,如图 3 所示,其中,控制所述太阳能硅片 1 表面的晶体硅层的厚度损失 H 为  $10-50 \text{ \AA}$  (埃,长度单位,10 的  $-10$  次方米);然后去除所述光刻胶 3,如图 4 所示。在一个具体实施例中,可以采用含碳氟的气体刻蚀未覆盖所述光刻胶 3 的所述太阳能硅片 1,例如,所述含碳氟的气体可以为  $\text{CHF}_3$ ,  $\text{C}_4\text{F}_8$ ,  $\text{CF}_4$ ,  $\text{CH}_2\text{F}_2$  之一或其组合。在另一个具体实施例中,可以采用硫酸双氧水混合物或者使用氧气灰化法去除所述光刻胶 3。

[0036] D、利用剩余的所述太阳能硅片表面的二氧化硅 2 作为掩膜层,淀积金属 4,如图 5 所示,金属种类可为钛,钴或者镍。在一个具体实施例中,可以在淀积金属 4 之前,先采用离子注入法进行磷掺杂,形成选择性发射极。在另一个具体实施例中,可以通过化学镀或者电镀的方式淀积金属,例如可类似地参照《太阳能电池埋栅电极制造新技术》(《电子工业专用设备》2010 年 04 期,欧萌等)中的方式淀积金属。

[0037] E、对所述太阳能硅片进行第一次快速热制程退火处理,退火时间 10 秒到 2 分钟,退火温度钛  $600-750^\circ\text{C}$ , 钴  $400-600^\circ\text{C}$ , 镍  $400-550^\circ\text{C}$ 。

[0038] F、去除未与所述太阳能硅片反应的金属 4,然后对所述太阳能硅片 1 进行第二次快速热制程退火处理,退火时间 10 秒到 2 分钟,退火温度钛  $850-950^\circ\text{C}$ , 钴  $700-800^\circ\text{C}$ , 镍  $500-600^\circ\text{C}$ ;最后形成金属硅化物的埋栅电极 5,如图 6 所示。

[0039] G、在所述金属硅化物的埋栅电极 5 制程完成后,继续进行去含磷二氧化硅、抗反射氮化膜淀积、丝网印刷以及烧结工艺,完成太阳能电池的制作。

[0040] 应当特别强调的是,现有技术中虽然类似提及了一些太阳能电池的埋栅电极的加工工艺,但是这些工艺都缺乏系统的优化处理,尤其是一些关键的技术参数都相当缺乏。而实际应用过程中,每一种不同的加工工艺步骤都是与具体参数密切相关的,例如,在本发明中,虽然有一些步骤与常规方式有些类似,但是由于加工工艺乃是存在一定的顺序的,每个步骤都会对其后的步骤产生影响,从而决定了后续步骤的参数。

[0041] 因此,在判断本发明与现有技术的区别以及创造性的时候,本领域技术人员应当明了,并非两个或者多个现有技术就可以毫无疑义的组合出本发明的各个步骤,从而能够获得同样的技术效果;相反,本领域技术人员更应该了解,为了获得特定的技术效果,本发明对各个步骤进行了精心的优化处理,从而依序获得了具备创造性的工艺流程,并且,本发明的工艺流程的次序安排与在前的参数选择存在必然的联系。

[0042] 例如,在本发明的方法制作的太阳能电池中,首先在刻蚀露出发射极的过程中,控制所述太阳能硅片表面的晶体硅层的厚度损失 $10\text{-}50 \text{ \AA}$ ,从而控制了金属硅化物的厚度;此厚度范围也决定了后续的淀积金属流程可以采用二氧化硅作为掩膜层,而无需额外的工艺,简化了流程。另外,正是基于这种厚度以及采用二氧化硅作为掩膜层,因而可以直接通过两次严格限定的快速热制程退火处理,在埋栅电极和发射极之间形成了良好的欧姆接触,从而大幅降低电池的串联电阻,达到改善填充因子,短路电流以及电池转化效率的目的。形成的金属硅化物接触电阻率可降至  $10\text{E-}6 \text{ \Omega cm}^2$  到  $10\text{E-}8 \text{ \Omega cm}^2$  的水平,金属硅化物自身的方块电阻可降到  $5\text{-}10 \text{ \Omega /Sq}$ 。

[0043] 另外也需要强调的是,现有技术中的半导体行业也用到了一些类似的加工工艺,然而,这些加工工艺与太阳能电池在领域上存在较大的差异,例如,在硅片的选择上二者存在极大的不同,由此决定了埋栅电极的厚度选择与一般半导体的栅极是完全不同的,因而,后续的刻蚀露出发射极的过程中在半导体领域根本就不存在,而这一步却关系到了淀积金属的厚度范围,这同样在半导体领域没有任何启示,而这个厚度范围同样对采用二氧化硅作为掩膜层产生了影响,最后,这个厚度范围也影响到了两次快速热制程退火处理的参数选择,这在半导体领域也是没有任何启示的。由此可见,现有技术中,无论是太阳能电池领域,还是半导体领域,都没有公开或者暗示本发明所提供的这种方法的步骤顺序,而且,本发明的各个步骤的排列正是基于不同的材料选择和参数范围,因而才有了之后的步骤顺序和参数的选择,因此,本发明所要求保护的方法与半导体属于两个截然不同的技术领域,而本领域也没有公开或者暗示本发明的这种方法,而且本发明的方法所获得的技术效果也是现有技术难以预料的。

[0044] 本领域技术人员应当理解,虽然本发明是按照多个实施例的方式进行描述的,但是并非每个实施例仅包含一个独立的技术方案。说明书中如此叙述仅仅是为了清楚起见,本领域技术人员应当将说明书作为一个整体加以理解,并将各实施例中所涉及的技术方案看作是可以相互组合成不同实施例的方式来理解本发明的保护范围。

[0045] 以上所述仅为本发明示意性的具体实施方式,并非用以限定本发明的范围。任何本领域的技术人员,在不脱离本发明的构思和原则的前提下所作的等同变化、修改与结合,均应属于本发明保护的范围。

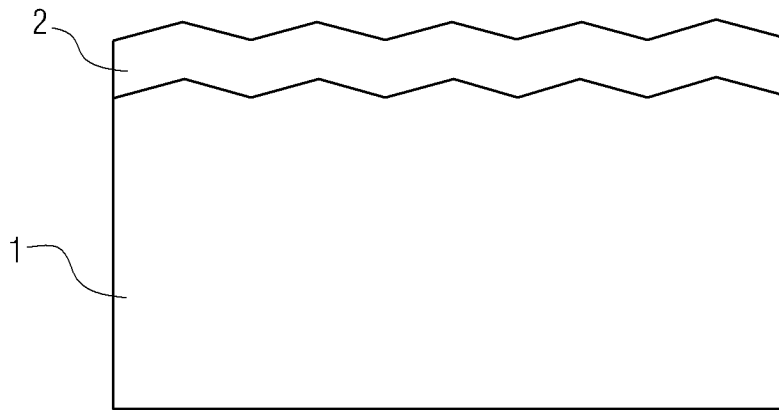


图 1

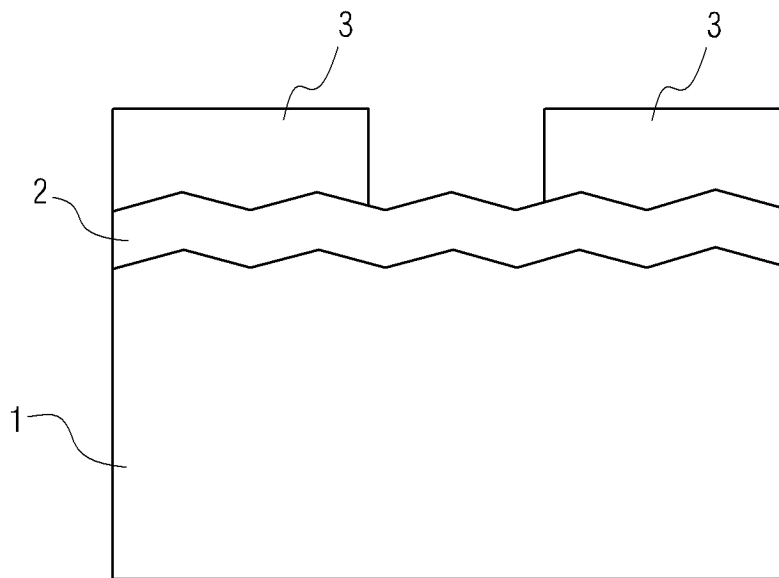


图 2

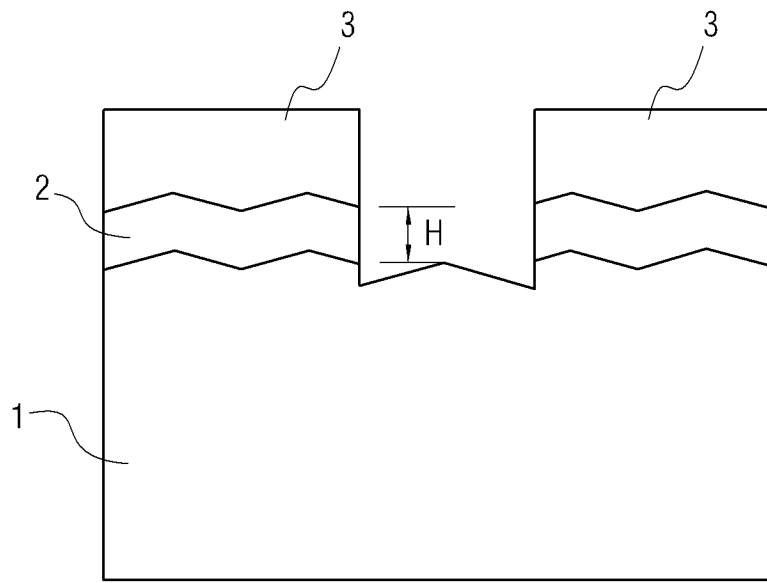


图 3

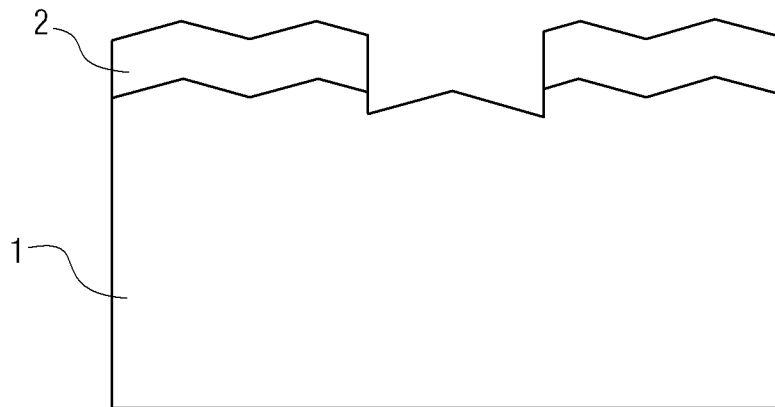


图 4



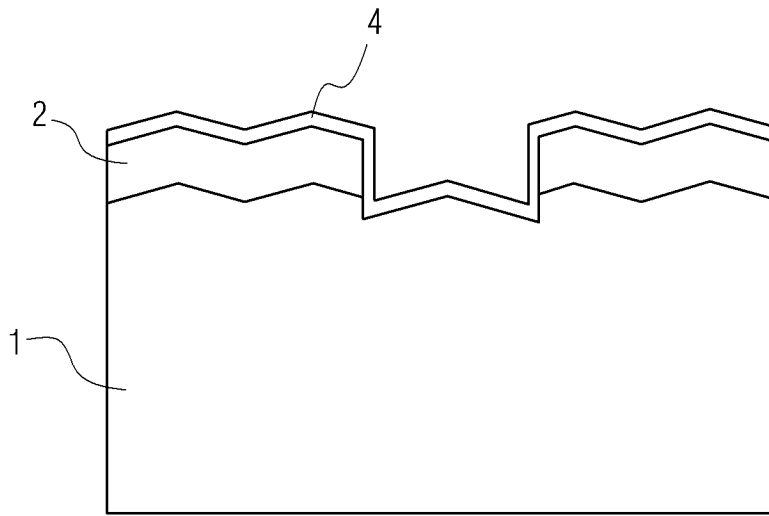


图 5

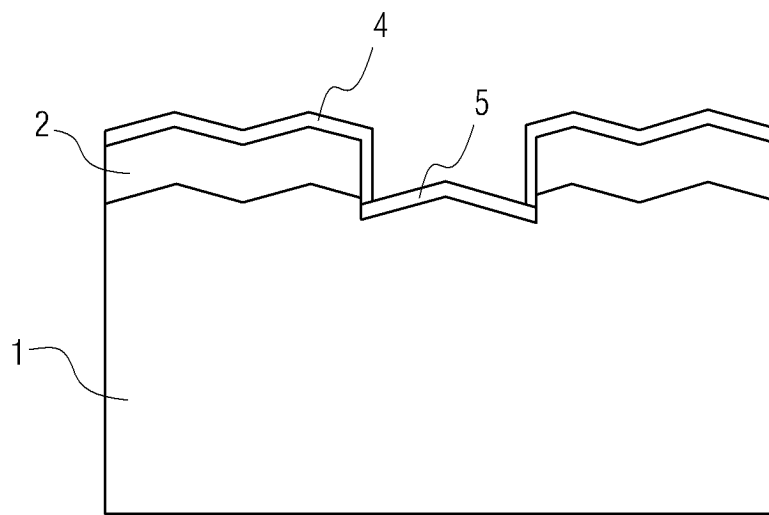


图 6