



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102290451 A

(43) 申请公布日 2011. 12. 21

(21) 申请号 201110092709. 5

(22) 申请日 2011. 04. 13

(30) 优先权数据

10-2010-0058609 2010. 06. 21 KR

(71) 申请人 三星电机株式会社

地址 韩国京畿道

(72) 发明人 郑敬真 吴圣日 郑在祐 沈多美

(74) 专利代理机构 北京康信知识产权代理有限  
责任公司 11240

代理人 李丙林 张英

(51) Int. Cl.

H01L 31/0224(2006. 01)

H01L 31/04(2006. 01)

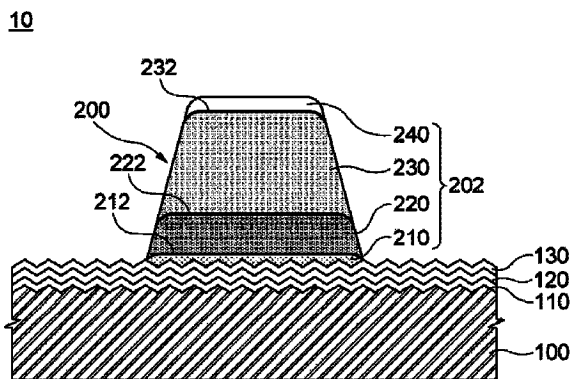
权利要求书 3 页 说明书 9 页 附图 3 页

(54) 发明名称

导电电极图案和具有该导电电极图案的太阳能电池

(57) 摘要

本发明公开了一种用作太阳能电池的电极的导电电极图案以及具有该导电电极图案的太阳能电池。该导电电极图案包括在基板上垂直设置的下部金属层和上部金属层, 其中下部金属层和上部金属层中的任意一个包括银 (Ag), 并且下部金属层和上部金属层中的另一个包括与下部金属层中的金属不同的过渡金属中的金属。



1. 一种导电电极图案,包括:  
垂直设置在基板上的下部金属层和至少一个上部金属层;  
其中,所述下部金属层和所述上部金属层中的任一个包括银 (Ag),并且所述下部金属层和所述上部金属层中的另一个包括不同于所述下部金属层的过渡金属中的金属。
2. 根据权利要求 1 所述的导电电极图案,其中,所述下部金属层包括银,并且所述上部金属层包括钛 (Ti)、钒 (V)、铬 (Cr)、锰 (Mn)、铁 (Fe)、钴 (Co)、镍 (Ni)、铜 (Cu)、银 (Ag)、金 (Au)、和铁 (Fe) 中的至少任意一种。
3. 根据权利要求 1 所述的导电电极图案,其中,较低的上部金属层通过使用所述下部金属层作为种子层而形成。
4. 根据权利要求 1 所述的导电电极图案,所述至少一个上部金属层是多个上部金属层,并且所述导电电极图案进一步包括置于所述上部金属层与所述上部金属层之间的有机化合物薄层。
5. 根据权利要求 4 所述的导电电极图案,其中,所述有机化合物薄层包括有机酸。
6. 根据权利要求 4 所述的导电电极图案,其中,所述有机化合物薄层包括草酸、草乙酸、富马酸、苹果酸、琥珀酸、乙酸、丁酸、棕榈酸、酒石酸、抗坏血酸、尿酸、磺酸、亚磺酸、苯酚、蚁酸、柠檬酸、异柠檬酸、 $\alpha$ -酮戊二酸、丁二酸、以及核酸中的至少任意一种。
7. 根据权利要求 1 所述的导电电极图案,进一步包括置于所述下部金属层与所述上部金属层之间的阻挡层。
8. 根据权利要求 7 所述的导电电极图案,其中,所述阻挡层包括镍 (Ni)。
9. 根据权利要求 7 所述的导电电极图案,其中,所述阻挡层是通过使用所述下部金属层作为种子层而形成的镀层。
10. 根据权利要求 1 所述的导电电极图案,进一步包括堆叠在所述上部金属层上的顶部金属层,  
其中,所述顶部金属层被用作介质,用于将所述导电电极图案连接至外部电子设备。
11. 根据权利要求 10 所述的导电电极图案,其中,所述顶部金属层包括锡 (Sn)。
12. 根据权利要求 10 所述的导电电极图案,其中,所述顶部金属层是通过使用所述上部金属层作为种子层而形成的镀层。
13. 一种用作太阳能电池的电极的导电电极图案,其中,所述导电电极图案具有由不同金属层形成的异金属层堆叠结构。
14. 根据权利要求 13 所述的导电电极图案,其中,所述异金属层堆叠结构包括由过渡金属中的不同金属制成的金属层。
15. 根据权利要求 13 所述的导电电极图案,其中,所述异金属层堆叠结构包括:  
邻近所述硅基板设置的银 (Ag) 层;以及  
堆叠在所述银层上的铜 (Cu) 层,  
所述银层的厚度薄于所述铜层的厚度。
16. 根据权利要求 15 所述的导电电极图案,其中,所述异金属层堆叠结构进一步包括置于所述银层与所述铜层之间的镍层,所述镍层的厚度厚于所述银层的厚度并且薄于所述铜层的厚度。
17. 根据权利要求 15 所述的导电电极图案,其中,所述异金属层堆叠结构进一步包括

覆盖所述铜层的锡层，

所述锡层的厚度厚于所述银层的厚度并且薄于所述铜层的厚度。

18. 根据权利要求 13 所述的导电电极图案，其中，所述异金属层堆叠结构包括由不同金属制成并相互堆叠的金属层，

所述金属层的底部金属层是通过施加导电油墨而形成的金属层，并且

设置在所述金属层中的所述底部金属层上的金属层是通过使用在所述金属层下面的金属层作为种子层而形成的镀层。

19. 根据权利要求 13 所述的导电电极图案，其中，所述异金属层堆叠结构包括：

由不同金属制成的金属层；以及

置于所述金属层之间的有机化合物薄层，所述有机化合物薄层包括有机酸。

20. 根据权利要求 19 所述的导电电极图案，其中，所述有机酸包括草酸、草乙酸、富马酸、苹果酸、琥珀酸、乙酸、丁酸、棕榈酸、酒石酸、抗坏血酸、尿酸、磺酸、亚磺酸、苯酚、蚁酸、柠檬酸、异柠檬酸、 $\alpha$ -酮戊二酸、丁二酸、以及核酸中的至少任意一种。

21. 一种太阳能电池，包括：

具有外部光入射在其上的光接收表面的基板；以及

设置在所述基板的所述光接收表面上的导电电极图案；

其中，所述导电电极图案由不同金属层形成。

22. 根据权利要求 21 所述的太阳能电池，其中，所述金属层中的任意一个包括银 (Ag)，并且所述金属层中的其它层包括钛 (Ti)、钒 (V)、铬 (Cr)、锰 (Mn)、铁 (Fe)、钴 (Co)、镍 (Ni)、铜 (Cu)、银 (Ag)、金 (Au)、铁 (Fe)、锡 (Sn)、铅 (Pb)、和锌 (Zn) 中的任意一种。

23. 根据权利要求 21 所述的太阳能电池，其中，所述金属层包括：

邻近所述硅基板设置的银 (Ag) 层；以及

堆叠在所述银层上的铜 (Cu) 层，

所述银层的厚度在  $0.1\ \mu\text{m}$  至  $3\ \mu\text{m}$  的范围内，

所述铜层的厚度在  $25\ \mu\text{m}$  至  $29\ \mu\text{m}$  的范围内。

24. 根据权利要求 23 所述的太阳能电池，其中，所述金属层进一步包括置于所述银层与所述铜层之间的镍层，

所述镍层的厚度在  $2\ \mu\text{m}$  至  $5\ \mu\text{m}$  的范围内。

25. 根据权利要求 23 所述的太阳能电池，其中，所述金属层进一步包括覆盖所述铜层的锡层，

所述锡层的厚度在  $0.5\ \mu\text{m}$  至  $2.5\ \mu\text{m}$  的范围内。

26. 根据权利要求 21 所述的太阳能电池，其中，所述金属层的底部金属层是通过将导电油墨施加到所述基板上而形成的金属层，并且

所述金属层中的堆叠在所述底部金属层上的金属层是通过使用所述金属层下面的金属层作为种子层而形成的镀层。

27. 根据权利要求 21 所述的太阳能电池，其中，所述基板的厚度是  $180\ \mu\text{m}$  或更低，

所述导电电极图案的线宽是  $80\ \mu\text{m}$  或更低，并且

所述导电电极图案的厚度是  $30\ \mu\text{m}$  或更低。

28. 根据权利要求 21 所述的太阳能电池，其中，所述异金属层堆叠结构包括置于所述

金属层之间的有机化合物薄层，

所述有机化合物薄层包括有机酸。

29. 根据权利要求 28 所述的太阳能电池，其中，所述有机酸包括草酸、草乙酸、富马酸、苹果酸、琥珀酸、乙酸、丁酸、棕榈酸、酒石酸、抗坏血酸、尿酸、磺酸、亚磺酸、苯酚、蚁酸、柠檬酸、异柠檬酸、 $\alpha$ -酮戊二酸、丁二酸、以及核酸中的至少任意一种。

## 导电电极图案和具有该导电电极图案的太阳能电池

[0001] 相关申请的引用

[0002] 本申请要求于2010年6月21日提交的题为“Conductive Electrode Pattern And Solar Cell With The Same”的韩国专利申请第10-2010-0058609号的权益,将其全部内容以引用方式并入本申请中。

### 技术领域

[0003] 本发明涉及一种导电电极图案和具有该导电电极图案的太阳能电池,并且更特别地涉及一种用作太阳能电池的电极配线(布线,接线)的导电电极图案和具有该导电电极图案的太阳能电池。

### 背景技术

[0004] 通常,太阳能电池的电极包括具有光接收表面的硅基板、以及设置在硅基板的光接收表面上的导电电极图案。导电电极图案设置在光接收表面上,使得当导电电极图案的线宽降低时,光接收表面上的实际光入射相对增加。因此,导电电极图案中线宽的降低在改善太阳能电池的能量转换效率中是重要的。然而,由于导电电极图案的线宽降低,导电电极图案的电阻增加,使得电极特征降低。因此,太阳能电池的导电电极图案应同时满足优良的线宽和高导电性的特征。

[0005] 目前,作为形成太阳能电池的导电电极图案的方法,在硅基板的电极形成区域上印刷银(Ag)浆(浆料)的丝网印刷法已被最广泛使用。

[0006] 然而,上面描述的使用Ag浆的丝网印刷法使用相对昂贵的金属离子银(Ag),从而增加太阳能电池的制造成本。特别地,需要太阳能电池的导电电极图案具有优良的线宽,使得导电电极图案的厚度应当相对增加,以确保导电电极图案的导电性。为此,导电电极图案的厚度目前通过在硅基板的相同区域上重复印刷Ag浆来增加。因此,为了根据相关技术形成太阳能电池的导电电极图案,使用大量的Ag浆,从而增加太阳能电池的制造成本。

[0007] 另外,丝网印刷法在硅基板上施加物理压力,使得硅基板非常可能损坏。特别地,由于对太阳能电池的集成度和成本降低的更高的要求,已经尝试降低硅基板的单位成本,硅基板的单位成本是太阳能电池制造成本的巨大开支。为了降低硅基板的单位成本,应充分降低硅基板的厚度。然而,当硅基板具有薄的厚度时,硅基板可能会由于在丝网印刷处理时的物理压力而断裂,使得在降低硅基板的厚度方面存在技术限制。目前,当通过丝网印刷法形成导电电极图案时,已知硅基板的最小厚度为大约180  $\mu\text{m}$ ,以便防止由于物理压力引起的损坏。

### 发明内容

[0008] 本发明的目的是提供一种改善太阳能电池的电极特性的导电电极图案以及具有该导电电极图案的太阳能电池。

[0009] 本发明的另一目的是提供一种降低制造成本的导电电极图案以及具有该导电电

极图案的太阳能电池。

[0010] 本发明的另一目的是提供一种具有能够防止基板在形成导电电极图案时损坏的结构导电电极图案,以及具有该导电电极图案的太阳能电池。

[0011] 根据本发明的示例性实施方式,提供了一种导电电极图案,包括:垂直(竖直)设置在基板上的下部金属层和至少一个上部金属层,其中下部金属层和上部金属层中的任一个包括银(Ag),并且下部金属层和上部金属层中的另一个包括与下部金属层的金属不同的过渡金属中的金属。

[0012] 下部金属层可以包括银,并且上部金属层可以包括钛(Ti)、钒(V)、铬(Cr)、锰(Mn)、铁(Fe)、钴(Co)、镍(Ni)、铜(Cu)、银(Ag)、金(Au)和铁(Fe)中的至少任意一种。

[0013] 较低的上部金属层可以通过使用下部金属层作为种子层而形成。

[0014] 导电电极图案可以进一步包括置于上部金属层与上部金属层之间的有机化合物薄层。

[0015] 有机化合物薄层可以包括有机酸。

[0016] 有机化合物薄层可以包括草酸、草乙酸、富马酸、苹果酸、琥珀酸、乙酸、丁酸、棕榈酸、酒石酸、抗坏血酸、尿酸、磺酸、亚磺酸、苯酚、蚁酸(甲酸)、柠檬酸、异柠檬酸、 $\alpha$ -酮戊二酸、丁二酸、以及核酸中的至少任意一种。

[0017] 导电电极图案可以进一步包括置于下部金属层与上部金属层之间的阻挡层。

[0018] 阻挡层可以包括镍(Ni)。

[0019] 阻挡层可以通过使用下部金属层作为种子层形成的镀层。

[0020] 导电电极图案可以进一步包括堆叠在上部金属层上的顶部金属层,其中该顶部金属层可以被用作介质(媒质),用于将导电电极图案连接至外部电子设备。

[0021] 该顶部金属层可以包括锡(Sn)。

[0022] 该顶部金属层可以通过使用上部金属层作为种子层而形成的镀层。

[0023] 根据本发明的示例性实施方式,提供了一种用作太阳能电池的电极的导电电极图案,其中该导电电极图案具有由不同金属层形成的异金属(异核金属、杂金属, hetero-metal)层堆叠结构。

[0024] 该异金属层堆叠结构可以包括由过渡金属中的不同金属制成的金属层。

[0025] 该异金属层堆叠结构可以包括:邻近硅基板设置的银(Ag)层;以及堆叠在银层上的铜(Cu)层,其中银层的厚度可以薄于铜层的厚度。

[0026] 该异金属层堆叠结构可以进一步包括置于银层与铜层之间的镍层,其中镍层的厚度可厚于银层的厚度并薄于铜层的厚度。

[0027] 该异金属层堆叠结构可以进一步包括覆盖铜层的锡层,其中锡层的厚度可厚于银层的厚度并薄于铜层的厚度。

[0028] 该异金属层堆叠结构可以包括由不同金属制成并相互堆叠的金属层,其中金属层的底部金属层是通过施加导电油墨而形成的金属层,并且金属层中设置在底部金属层上的金属层是通过使用在所述金属层下面的金属层作为种子层而形成的镀层。

[0029] 该异金属层堆叠结构可以包括:由不同金属制成的金属层;以及置于金属层之间的有机化合物薄层,其中该有机化合物薄层包括有机酸。

[0030] 有机酸可以包括草酸、草乙酸、富马酸、苹果酸、琥珀酸、乙酸、丁酸、棕榈酸、酒石

酸、抗坏血酸、尿酸、磺酸、亚磺酸、苯酚、蚁酸、柠檬酸、异柠檬酸、 $\alpha$ -酮戊二酸、丁二酸、以及核酸中的至少任意一种。

[0031] 根据本发明的示例性实施方式,提供了一种太阳能电池,包括:具有外部光入射在其上的光接收表面的基板;以及设置在基板的光接收表面上的导电电极图案,其中该导电电极图案由不同金属层形成。

[0032] 金属层中的任意一层可以包括(Ag),并且金属层中的其它层可以包括钛(Ti)、钒(V)、铬(Cr)、锰(Mn)、铁(Fe)、钴(Co)、镍(Ni)、铜(Cu)、银(Ag)、金(Au)、铁(Fe)、锡(Sn)、铅(Pb)、和锌(Zn)中的任意一种。

[0033] 金属层可以包括:邻近硅基板设置的银(Ag)层;以及堆叠在银层上的铜(Cu)层,其中银层的厚度可以在 $0.1\mu\text{m}$ 至 $3\mu\text{m}$ 的范围内,并且铜层的厚度可以在 $25\mu\text{m}$ 至 $29\mu\text{m}$ 的范围内。

[0034] 金属层可以进一步包括置于银层与铜层之间的镍层,其中镍层的厚度可以在 $2\mu\text{m}$ 至 $5\mu\text{m}$ 的范围内。

[0035] 金属层可以进一步包括覆盖铜层的锡层,其中锡层的厚度可以在 $0.5\mu\text{m}$ 至 $2.5\mu\text{m}$ 的范围内。

[0036] 金属层的底部金属层可以通过将导电油墨施加到基板上而形成的金属层,并且金属层中堆叠在底部金属层上的金属层可以通过使用在所述金属层下面的金属层作为种子层而形成的镀层。

[0037] 基板的厚度可以是 $180\mu\text{m}$ 或更小,导电电极图案的线宽可以是 $80\mu\text{m}$ 或更小,并且导电电极图案的厚度可以是 $30\mu\text{m}$ 或更小。

[0038] 异金属层堆叠结构可以包括置于金属层之间的有机化合物薄层,其中该有机化合物薄层可以包括有机酸。

[0039] 有机酸可以包括草酸、草乙酸、富马酸、苹果酸、琥珀酸、乙酸、丁酸、棕榈酸、酒石酸、抗坏血酸、尿酸、磺酸、亚磺酸、苯酚、蚁酸、柠檬酸、异柠檬酸、 $\alpha$ -酮戊二酸、丁二酸、以及核酸中的至少任意一种。

## 附图说明

[0040] 图1是示出了根据本发明的实施方式的太阳能电池的部分构造的示图;

[0041] 图2是示出了用于制造根据本发明的太阳能电池的方法的流程图;以及

[0042] 图3至图6是用于解释用于制造根据本发明的太阳能电池的方法的示图。

## 具体实施方式

[0043] 通过下面参照附图的实施方式的描述,本发明以及实施其的方法的各种优点和特征将变得显而易见。然而,本发明可以以许多不同的形式进行修改,并且不应限于本文阐述的实施方式。相反,可提供这些实施方式,以便使本公开内容详尽和完整,并且将本发明的范围充分传达给本领域技术人员。附图中相似参考标号表示相似要素。

[0044] 在本说明书中使用的术语是用来解释实施方式而不是限制本发明的。除非明确相反描述,否则在本说明书中单数形式包括复数形式。词语“包含”和变型如“包含”将理解成意指包括指定的构成、步骤、操作和/或要素但不排除任何其它构成、步骤、操作和/或要

素。

[0045] 图 1 是示出了根据本发明实施方式的太阳能电池的部分构造的示意图。参照图 1, 根据本发明实施方式的太阳能电池可以被构造成包括基板 100 和设置在基板 100 上的导电电极图案 200。

[0046] 基板 100 可以是用于制造太阳能电池 10 的板。作为一个实例, 基板 100 可以是硅晶圆 (晶片)。基板 100 可以具有外部光入射在其上的光接收表面 110。构造光接收表面 110, 从而具有预定的粗糙结构。PN 结层 120 和透明电极层 130 可以在光接收表面 110 上顺序形成。PN 结层 120 可以通过将 N- 型半导体层注入到 P- 型硅晶圆上而形成。

[0047] 透明电极层 130 可以包括覆盖 PN 结层 120 的透明导电氧化物 (TCO)。透明电极层 130 可以包括氧化锌 (ZnO)、氧化锡 (SnO)、氧化铟锡 (ITO)、和氧化铟钨 (IWO) 中的至少任意一种。

[0048] 同时, 基板 100 可以具有最小厚度以便使基板 100 的制造成本最小化, 只要在形成导电电极图案 200 的工艺中没有降低效率。例如, 当基板 100 是硅晶圆时, 基板 100 的厚度可以控制为  $180\ \mu\text{m}$  或更小。当基板 100 的厚度为  $180\ \mu\text{m}$  或更大时, 基板 100 的厚度变厚并且硅的使用量增加, 使得基板 100 的制造成本可能会增加。另外, 当基板 100 的厚度增加时, 太阳能电池 10 的集成度会降低。因此, 可以优选将基板 100 的厚度控制为  $180\ \mu\text{m}$  或更小, 以便降低太阳能电池 10 的制造成本并改善其集成度。

[0049] 导电电极图案 200 可以是用作太阳能电池 10 的电极配线的构造。导电电极图案 200 可以具有由不同种类的金属层形成的异金属层堆叠结构 202。例如, 异金属层堆叠结构 202 可以具有由选自过渡金属和其它金属离子的不同金属层形成的多层结构。更具体地, 异金属层堆叠结构 202 可以包括这样的金属层, 该金属层包括钛 (Ti)、钒 (V)、铬 (Cr)、锰 (Mn)、铁 (Fe)、钴 (Co)、镍 (Ni)、铜 (Cu)、银 (Ag)、金 (Au)、和铁 (Fe) 中的至少任意一种。另外, 异金属层堆叠结构 202 可以包括由非过渡金属诸如锡 (Sn)、铅 (Pb)、和锌 (Zn) 制成的金属层。

[0050] 例如, 异金属层堆叠结构 202 可以包括在基板 100 上顺序堆叠的第一至第四金属层 210、220、230 和 240。与第二至第四金属层 220、230 和 240 相比, 第一金属层 210 可设置成最邻近基板 100。换句话说, 第一金属层 210 可以是底部金属层。与第二至第四金属层 220、230 和 240 相比, 第一金属层 210 可以包括具有最昂贵原料的金属离子。作为一个实例, 第一金属层 210 可以是包括银 (Ag) 的导电层。第一金属层 210 可以被用作种子层, 用于形成第二金属层 220。

[0051] 第二金属层 220 可以覆盖第一金属层 210。第二金属层 220 可以是包括除银 (Ag) 之外的剩余过渡金属中的任意一种的导电层。作为一个实例, 第二金属层 220 可以是包括镍 (Ni) 的镀层。第二金属层 220 置于第一金属层 210 与第三金属层 230 之间, 从而被用作降低第一与第三金属层 210 和 230 之间的电效应的阻挡层。

[0052] 第三金属层 230 可以覆盖第二金属层 220。第三金属层 230 可以是包括除银 (Ag) 之外的剩余过渡金属中的任意一种的导电层。作为一个实例, 第三金属层 230 可以是包括铜 (Cu) 的镀层。考虑到功能性方面, 第三金属层 230 可以主要用作导电电极图案 200 的电极。换句话说, 第三金属层 230 可以是在第一至第四金属层 210、220、230 和 240 中主要用作电极配线的金属层。因此, 第三金属层 230 可以在导电电极图案 200 中占据最大体积。



[0053] 第四金属层 240 可以设置在导电电极图案 200 的顶部层上。换句话说,第四金属层 240 可以是顶部金属层。第四金属层 240 可以覆盖第三金属层 230。第四金属层 240 可以是包括除银 (Ag) 之外的剩余过渡金属中的任意一种的导电层。作为一个实例,第四金属层 240 可以是包括锡 (Sn) 的导电层。在这种情况下,第四金属层 240 可以被用作介质,用于将导电电极图案 200 电连接至连接单元,例如焊球、接合线(焊线)等。

[0054] 预定的有机化合物薄层可以置于第一到第四金属层 210、220、230 和 240 之间。例如,导电电极图案 200 可以进一步包括置于第一和第二金属层 210 和 220 之间的第一有机化合物薄层 212、置于第二和第三金属层 220 和 230 之间的第二有机化合物薄层 222、以及置于第三和第四金属层 230 和 240 之间的第三有机化合物薄层 232。

[0055] 第一到第三有机化合物薄层 212、222 和 232 可以是基于羧酸的有机化合物。例如,第一到第三有机化合物薄层 212、222 和 232 可以是各种有机酸中的任意一种。更具体地,第一到第三有机化合物薄层 212、222 和 232 中的每一个都可以包括草酸、草乙酸、富马酸、苹果酸、琥珀酸、乙酸、丁酸、棕榈酸、酒石酸、抗坏血酸、尿酸、磺酸、亚磺酸、苯酚、蚁酸、柠檬酸、异柠檬酸、 $\alpha$ -酮戊二酸、丁二酸、以及核酸中的至少任意一种。同时,第一到第三有机化合物薄层 212、222 和 232 可以进一步包括除有机酸之外的氮化合物和水中的至少任意一种。

[0056] 这里,第一到第三有机化合物薄层 212、222 和 232 可以相同的有机酸薄层提供。可替换地,考虑到第一到第四金属层 210、220、230 和 240 的材料性质,第一到第三有机化合物薄层 212、222 和 232 的种类可以不同。

[0057] 同时,第一到第四金属层 210、220、230 和 240 的相对厚度可以根据其每个的功能来控制。例如,第一金属层 210 可以具有薄于第二到第四金属层 220、230 和 240 的厚度。作为一个实例,当导电电极图案 200 的总厚度为大约  $30\ \mu\text{m}$  并且其线宽为大约  $80\ \mu\text{m}$  时,第一金属层 210 的厚度可控制为大约  $0.1\ \mu\text{m}$  到  $3\ \mu\text{m}$ 。当第一金属层 210 的厚度薄于  $0.1\ \mu\text{m}$  时,其作为种子层以用于形成第二金属层 220 的功能会被降低。相反,当第一金属层 210 的厚度超过  $3\ \mu\text{m}$  时,第一金属层 210 的使用量增加,使得用于制造导电电极图案 200 的成本会增加。本发明的目的是降低导电电极图案 200 的制造成本,使得它可优选降低相对最昂贵的第一金属层 210 的使用量。为此,第一金属层 210 的厚度可以以最小厚度提供但能够确保种子层的功能。

[0058] 第二金属层 220 的厚度可控制为最小厚度但能够用作阻挡层。例如,第二金属层 220 的厚度可以控制为大约  $2\ \mu\text{m}$  到  $5\ \mu\text{m}$ 。当第二金属层 220 的厚度薄于  $2\ \mu\text{m}$  时,其作为阻挡层的功能会被降低。相反,当第二金属层 220 的厚度超过  $5\ \mu\text{m}$  时,第二金属层 220 的厚度变得不必要地厚,使得导电电极图案 200 的总厚度会增加。

[0059] 第三金属层 230 在导电电极图案 200 中主要用作电极配线,使得第三金属层 230 可以占据导电电极图案 200 的总厚度中的最大体积。例如,第三金属层 230 的厚度可控制为大约  $25\ \mu\text{m}$  到  $29\ \mu\text{m}$ 。因此,导电电极图案 200 可以具有这样的结构,其中铜层(第三金属层:230)的体积与银层(第一金属层:210)的体积相比显著增加。

[0060] 第四金属层 240 可以用作介质,用于将导电电极图案 200 连接至外部。在这种情况下,第四金属层 240 可能很难用作实际电极,使得第四金属层 240 的厚度可控制为最小厚度但能够用作介质。例如,第四金属层 240 的厚度可控制为大约  $0.5\ \mu\text{m}$  到  $2.5\ \mu\text{m}$ 。当第四

金属层 240 的厚度薄于  $0.5\ \mu\text{m}$  时,其用作连接至外部的介质的功能会被降低。相反,当第四金属层 240 的厚度超过  $2.5\ \mu\text{m}$  时,第四金属层 240 的厚度变得不必要地厚,使得导电电极图案 200 的总厚度会增加。

[0061] 在具有如上面描述的结构导电电极图案 200 中,第一到第四金属层 210、220、230 和 240 的厚度比可控制为接近大约 1 : 10 : 100 : 5。具有如上面描述的结构导电电极图案 200 可以使相对昂贵的银 (Ag) 的含量最小化。另外,在确保导电电极图案 200 的电极特性的条件下,导电电极图案 200 可以具有最小厚度。

[0062] 如上所述,根据本发明实施方式的太阳能电池 100 包括设置在基板 100 上的导电电极图案 200,其中导电电极图案 200 可以具有由不同种类的金属层 210、220、230 和 240 形成的异金属层堆叠结构 202。这里,金属层堆叠结构 202 可以具有这样的结构,其中昂贵的银层(即,第一金属层 210)的含量降低,并且相对便宜且具有优良导电性的铜层(即,第三金属层 230)的含量增加,同时维持电极特性。因此,根据本发明的太阳能电池 10 可以降低其制造成本,同时维持或进一步改善导电电极图案 200 的电极特性。

[0063] 另外,根据本发明实施方式的太阳能电池 10 可以具有这样的结构,其中基板 100 的厚度降低。特别地,本发明具有这样的结构,其中用于制造太阳能电池 10 的硅晶圆的厚度被降低到  $180\ \mu\text{m}$  或更小,从而使得可以减少硅的使用量。因此,根据本发明的太阳能电池 10 包括其上可形成有导电电极图案 200 的具有最小厚度的基板 100,从而使得可以提高其集成度并降低制造成本。

[0064] 在下文中,将详细地描述用于制造根据本发明的太阳能电池的方法。这里,可省略或简化与上述太阳能电池 10 重复的描述。

[0065] 图 2 是示出了用于制造根据本发明实施方式的太阳能电池的方法的流程图。图 3 至图 6 是用于解释用于制造根据本发明实施方式的太阳能电池的方法的示图。

[0066] 参照图 2 和图 3,可制备用于制造太阳能电池的基板 100(S110)。例如,制备基板 100 可制备硅晶圆。硅晶圆可以包括其上形成有导电电极图案 200(在图 1 中)的第一区域 102 以及除第一区域 102 之外的第二区域 104。第二区域 104 可以是限定导电电极图案 200 的线宽的区域。例如,第二区域 104 可被控制成具有大约  $80\ \mu\text{m}$  或更小的宽度。

[0067] 可构造硅晶圆的光接收表面 110。因此,基板 100 的光接收表面 110 可以具有预定的粗糙结构。这里,硅晶圆可被控制成具有最小厚度,以便降低其制造成本。例如,硅晶圆的厚度可控制为  $180\ \mu\text{m}$  或更小。本实施方式描述了例如其中基板 100 是硅晶圆的情况,但基板 100 可以使用各种基板。例如,基板 100 可以使用玻璃基板或塑料基板。

[0068] 在基板 100 的光接收表面 110 上形成 PN 结层 120 并在 PN 结层 120 上形成透明电极层 130 可顺序进行。形成 PN 结层 120 可以包括将杂质半导体注入到硅晶圆内。例如,硅晶圆是 P-型半导体基板,并且 PN 结层 120 可通过将 N-型杂质离子注入到 P-型半导体基板内而形成。形成透明电极层 130 可以包括在 PN 结层 120 上形成透明导电氧化物(TCO)。

[0069] 参照图 2 和图 4,可以在基板 100 上形成第一金属层 210(S120)。作为一个实例,形成第一金属层 210 可以包括通过喷墨印刷法将第一导电油墨施加至基板 100 的第一区域 102。第一导电油墨可以是包括过渡金属中的任一种金属离子的油墨。作为一个实例,第一导电油墨可以使用包括银 (Ag) 的喷墨印刷油墨。这里,喷墨印刷法在基板 100 上以非接触模式(方案, scheme)形成金属配线,使得物理压力不会在形成第一金属层 210 时施加至基

板 100。因此,本发明通过喷墨印刷法将第一导电油墨施加至基板 100,从而使得可以在第一区域 102 上形成第一金属层 210 而在基板 100 上没有物理损坏。特别地,在本发明中物理压力并不施加至基板 100,使得与将物理压力施加至基板 100 的技术例如丝网印刷相比,即使将基板 100 的厚度控制为  $180\ \mu\text{m}$  或更小,也可以防止基板 100 损坏。

[0070] 参照图 2 和图 5,第二金属层 220 可以通过使用第一金属层 210 作为种子层而在第一金属层 210 上形成 (S130)。作为一个实例,形成第二金属层 220 可以包括在基板 100 上方形成第一电镀速率(镀覆速率)降低层 211,并执行在第一金属层 210 上镀覆第二金属层 220 的电镀处理(镀覆处理)。

[0071] 形成第一电镀速率降低层 211 可以包括在基板 100 上方形成预定的羧酸基薄层。作为一个实例,形成第一电镀速率降低层 211 可以包括在基板 100 上方施加有机酸。施加的有机酸可以除去残留在基板 100 的第一金属层 210 上的杂质。形成第一电镀速率降低层 211 可以通过执行喷涂、刷涂、浸渍、旋涂、喷墨印刷、和卷对卷印刷中的任意一种来进行。

[0072] 有机酸可以使用草酸、草乙酸、富马酸、苹果酸、琥珀酸、乙酸、丁酸、棕榈酸、酒石酸、抗坏血酸、尿酸、磺酸、亚磺酸、苯酚、蚁酸、柠檬酸、异柠檬酸、 $\alpha$ -酮戊二酸、丁二酸、以及核酸中的至少任意一种。

[0073] 在第一金属层 210 上形成包括过渡金属中的任意一种的第二金属层 220 的第一电镀处理可以通过使用第一金属层 210 作为种子层来执行。作为一个实例,第一电镀处理可以是在第一金属层 210 上形成包括镍(Ni)的镍镀层的处理。镍镀层可以是通过使用银层作为种子层而生长的镀层。

[0074] 同时,当进行第一电镀处理时,有机酸可以降低用于第二区域 104 的电镀处理的效率。例如,电镀处理可以使用各种催化剂,以便加速电镀处理。此时,有机酸降低催化剂的作用,从而使得可以降低用于基板 100 的电镀处理的效率。在这种情况下,电镀速率降低层 211 不仅可以在第二区域 104 上降低电镀处理的效率,而且也可以在第一区域 102 上降低电镀处理的效率。然而,由于用于第一金属层 210 的电镀速率远快于用于第二区域 104 的电镀速率,因此由于有机酸引起的在第一金属层 210 上形成第二金属层 220 的效率降低可能是无关紧要的。因此,有机酸可以通过从第一金属层 210 上除去外来物质来改善第一金属层 210 与第二金属层 220 之间的接合可靠性,并防止在基板 100 的第二区域 104 上形成镀层。

[0075] 通过如上所述的电镀处理,可以在基板 100 上形成限于第一区域 102 并相互堆叠的第一金属层 210 和第二金属层 220。换句话说,可以在基板 100 的第一区域 102 上形成顺序堆叠的银层和镍层。此时,有机酸残留在第一金属层 210 与第二金属层 220 之间,使得可以形成预定的第一有机化合物薄层 212(图 6 中)。

[0076] 参照图 2 和图 6,可以在第二金属层 220 上顺序形成第三金属层 230 和第四金属层 240(S140)。第三金属层 230 和第四金属层 240 可以基本上类似于形成第二金属层 220 的工艺而形成。

[0077] 例如,形成第三金属层 230 可以包括在基板上方形形成第二电镀速率降低层(未示出),并通过使用第二金属层 220 作为种子层执行在第二金属层 220 上形成第三金属层 230 的第二电镀处理。第二电镀速率降低层可以使用预定的有机酸。第三金属层 230 可以由过渡金属中的任意一种制成。作为一个实例,第三金属层 230 可以是包括铜(Cu)的铜层。在

这种情况下,第三金属层 230 可以被形成占据导电电极图案 200 的整个体积的最大体积。

[0078] 形成第四金属层 240 可以包括在基板上方形成第三电镀速率降低层(未示出),并通过使用第三金属层 230 作为种子层来执行在第三金属层 230 上形成第四金属层 240 的第三电镀处理。第三电镀速率降低层可以使用预定的有机酸。第四金属层 240 可以由过渡金属中的任意一种形成,并且第四金属层可以是例如包括锡(Sn)的锡层。

[0079] 通过第二和第三电镀处理,由于残留的第二电镀速率降低层,可在第二和第三金属层 220 和 230 之间形成第二有机化合物薄层 222,并且由于残留的第三电镀速率降低层,可在第三和第四金属层 230 和 240 之间形成第三有机化合物薄层 232。

[0080] 同时,上面提及的实施方式描述了这样的情况,其中第二到第四镀层 220、230 和 240 通过执行例如电镀处理而形成,但类似于第一镀层 210,第二到第四镀层 220、230 和 240 也可以通过喷墨印刷法来形成。例如,作为本发明的另一实施方式,第一到第四镀层 210、220、230 和 240 在基板 100 的第一区域 102 上重复执行喷墨印刷法,从而使得可以形成导电电极图案 200。因此,用于制造根据本发明的另一实施方式的太阳能电池的方法可以完成通过喷墨印刷法形成具有异金属层堆叠结构 202 的导电电极图案 200。

[0081] 如上所述,用于制造根据本发明的太阳能电池的方法选择性地执行喷墨印刷法和电镀处理,从而使得可以在基板 100 上形成具有异金属层的多层结构 202 的导电电极图案 200。这里,导电电极图案 200 可以具有这样的结构,其中相对昂贵的银(Ag)的含量降低,同时维持电极特性。因此,用于制造根据本发明的太阳能电池的方法降低导电电极图案 200 中银的使用量,从而使得可以制造降低制造成本的太阳能电池 10。

[0082] 另外,用于制造根据本发明的太阳能电池的方法可以通过喷墨印刷法在基板 100 上形成用作太阳能电池的电极的导电电极图案 200。因此,用于制造根据本发明的太阳能电池的方法可以形成导电电极图案 200 而无需将物理压力施加至基板 100,从而使基板 100 的厚度变薄,从而使得可以制造降低制造成本并改善集成度的太阳能电池 10。

[0083] 另外,用于制造根据本发明的太阳能电池的方法在基板 100 上形成由不同的金属层 210、220、230 和 240 形成的导电电极图案 200,并在形成金属层 220、230 和 240 的电镀处理时执行预定的有机酸处理工艺。该有机酸处理工艺可以从金属层 210、220、230 和 240 上除去外来物质,并防止在基板 100 的电极非形成区域(即,第二区域:104)中形成镀层。因此,用于制造根据本发明的太阳能电池的方法防止在金属层 210、220、230 和 240 之间置入外来物质,从而改善金属层 210、220、230 和 240 之间的接合可靠性,从而使得可以制造改善电极特性的太阳能电池 10。

[0084] 根据本发明,导电电极图案 200 可以具有由不同种类的金属层形成的异金属层堆叠结构,并且该金属层堆叠结构可以具有这样的结构,其中昂贵的银层的含量降低,并且相对便宜且具有优良导电性的铜层的含量增加,同时维持电极特性。因此,根据本发明的导电电极图案可以降低其制造成本,同时维持或改善其电极特性。

[0085] 根据本发明,太阳能电池包括基板和用作太阳能电池的电极配线的导电电极图案,其中该导电电极图案可以具有由不同种类的金属层形成的异金属层堆叠结构。该金属层堆叠结构可以具有这样的结构,其中昂贵的银层的含量降低,并且相对便宜且具有优良导电性的铜层的含量增加,同时维持电极特性。因此,根据本发明,太阳能电池降低导电电极图案的形成成本,从而使得可以降低其制造成本。

[0086] 根据本发明,太阳能电池可以具有这样的结构,其中用于制造该太阳能电池的基板的厚度降低到  $180\ \mu\text{m}$  或更小,从而使得可以降低基板的材料的硅的使用量。因此,根据本发明,太阳能电池包括其上可形成有导电电极图案的具有最小厚度的基板,从而使得可以改善其集成度并且降低其制造成本。

[0087] 已经结合目前被认为实用的示例性实施方式描述了本发明。虽然已经描述了本发明的示例性实施方式,但本发明也可用于各种其它组合、修改和环境中。换句话说,可在本说明书中公开的本发明的概念的范围内改变或修改本发明,该范围等价于本公开内容和/或本发明所属的领域中的技术或知识的范围。提供上面描述的示例性实施方式以解释实施本发明中的最优状况。因此,它们可以用本发明所属的领域已知的其它状况在使用其它发明例如本发明中执行,并且也可以以在本发明的具体应用领域和使用中需要的各种形式修改。因此,应当理解,本发明并不限于所公开的实施方式。应当理解,其它实施方式也包括在所附权利要求的精神和范围内。

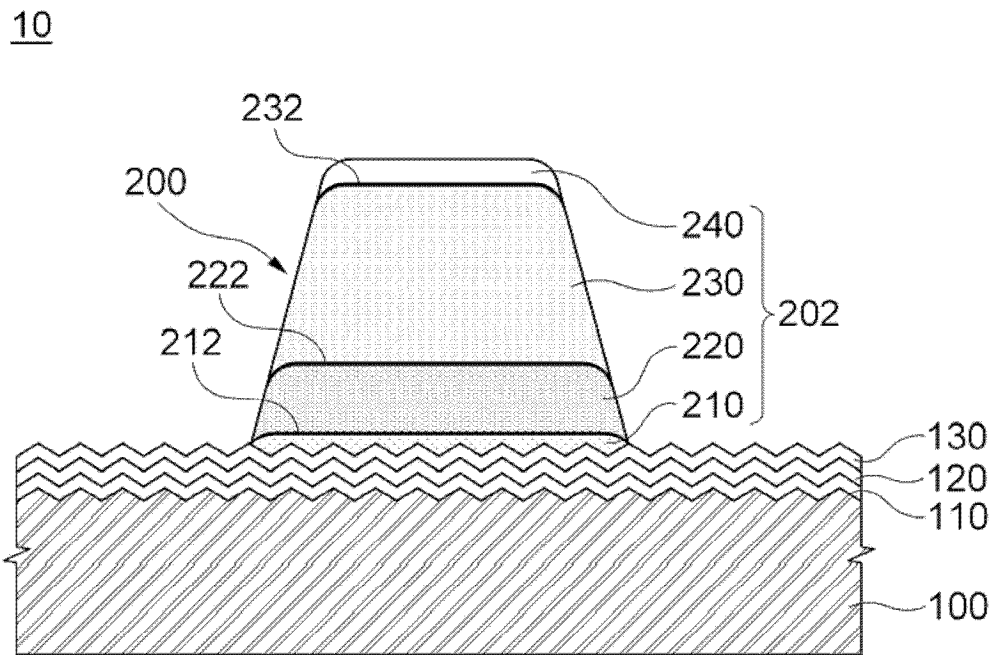


图 1

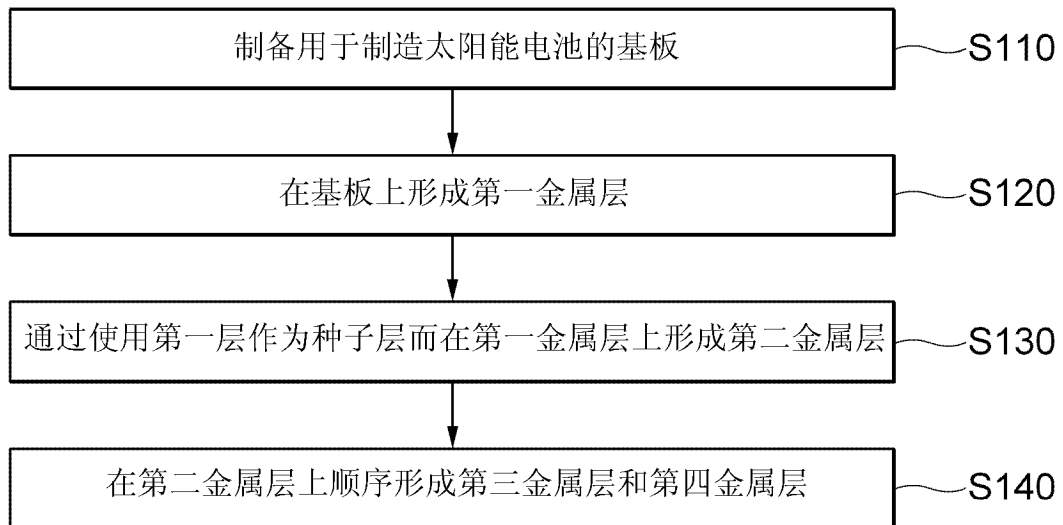


图 2

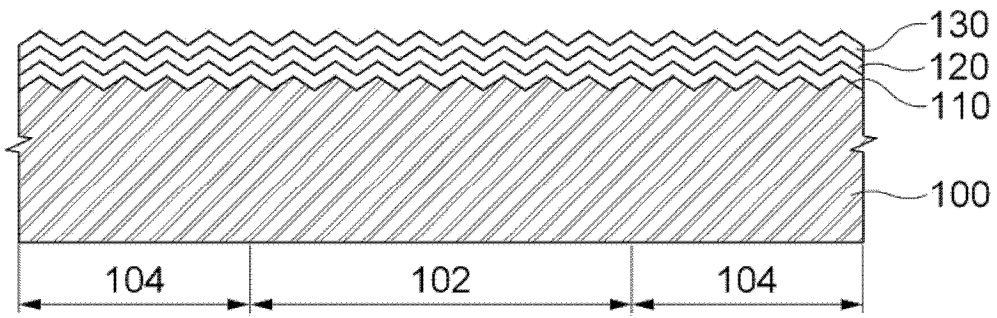


图 3

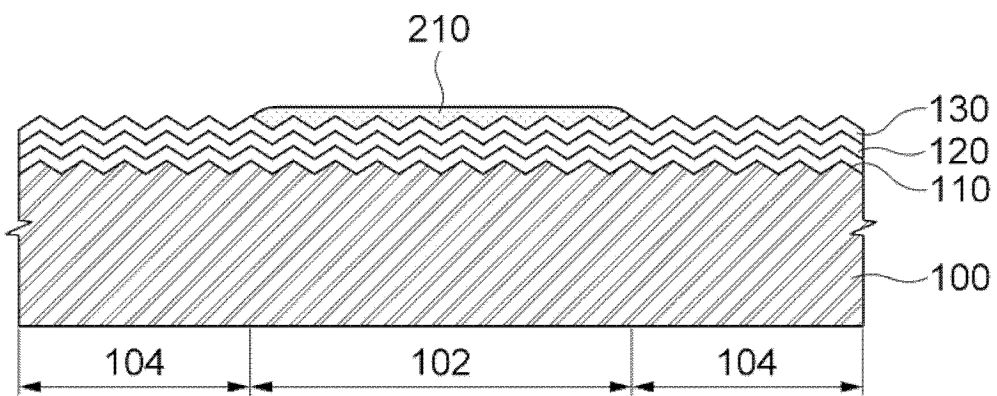


图 4

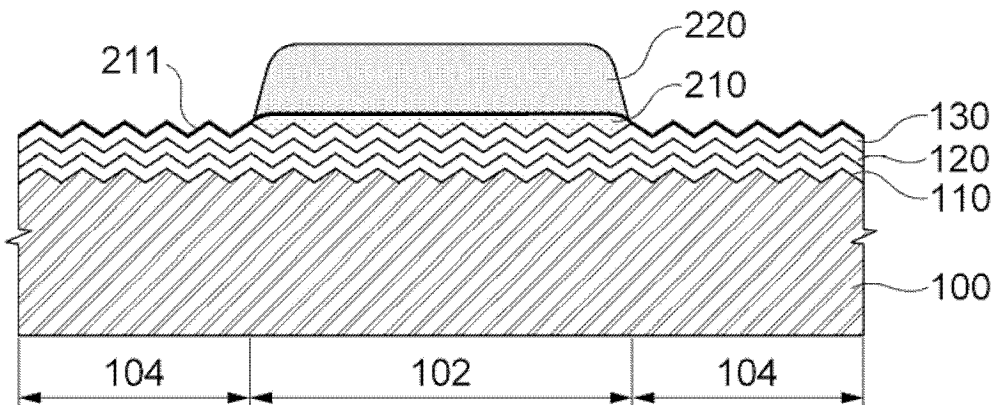


图 5

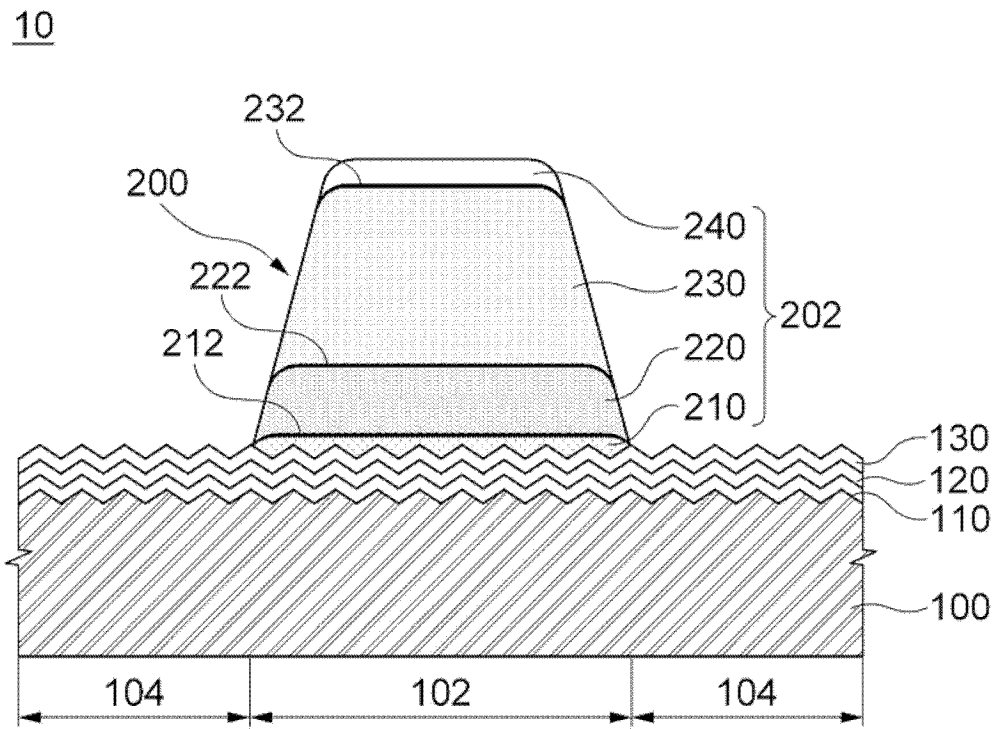


图 6