



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103493216 A

(43) 申请公布日 2014.01.01

(21) 申请号 201280020157.X

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2012.02.15

H01L 31/042 (2006.01)

(30) 优先权数据

H01L 31/18 (2006.01)

61/478,804 2011.04.25 US

13/372,235 2012.02.13 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2013.10.24

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2012/025264 2012.02.15

(87) PCT国际申请的公布数据

W02012/148523 EN 2012.11.01

(71) 申请人 太阳能公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 李波 彼得·J·库西宁

大卫·D·史密斯

(74) 专利代理机构 北京天昊联合知识产权代理

有限公司 11112

代理人 陈源 顾丽波

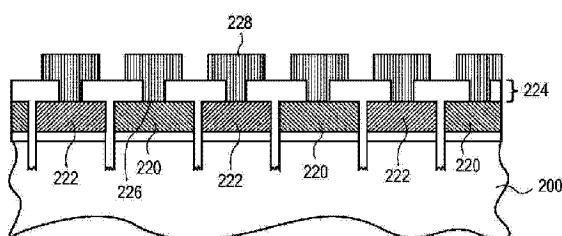
权利要求书2页 说明书8页 附图7页

(54) 发明名称

形成背接触太阳能电池发射极的方法

(57) 摘要

本发明描述了形成背接触太阳能电池的发射极的方法。在一个实施例中，一个方法包括在基板上方形成第一固态掺杂剂源。所述第一固态掺杂剂源包括通过间隙分开的多个区域。通过印刷而在所述基板上方形成第二固态掺杂剂源的区域。



1. 一种形成背接触太阳能电池发射极的方法,所述方法包括:

通过化学气相沉积在基板上方形成第一导电类型的第一固态掺杂剂源,所述第一固态掺杂剂源包括通过间隙分开的多个区域;以及

通过印刷而在所述基板上方在所述第一固态掺杂剂源的所述多个区域的所述间隙中形成不与所述第一固态掺杂剂源的所述多个区域接触的第二导电类型的第二固态掺杂剂源的区域,其中所述第一导电类型与所述第二导电类型相反。

2. 根据权利要求 1 所述的方法,其中所述第二固态掺杂剂源的所述区域与所述第一固态掺杂剂源的所述多个区域间隔开,所述方法还包括:

在所述第二固态掺杂剂源的所述区域与所述第一固态掺杂剂源的所述多个区域之间形成部分地处于所述基板中的沟槽;以及

加热所述基板以驱入所述第一固态掺杂剂源和第二固态掺杂剂源中的掺杂剂,其中所述加热使所述第二固态掺杂剂源硬化。

3. 根据权利要求 2 所述的方法,还包括:

在形成所述沟槽以及在所述加热之后,对所述沟槽所暴露出的所述基板部分进行纹理化,其中所述硬化的第二固态掺杂剂源在所述纹理化期间用作掩模。

4. 根据权利要求 1 所述的方法,还包括:

在形成所述第一固态掺杂剂源之前,在所述基板上形成薄介质层;以及

在所述薄介质层上形成多晶硅层,其中所述第一固态掺杂剂源和所述第二固态掺杂剂源在所述多晶硅层上形成。

5. 根据权利要求 4 所述的方法,还包括:

加热所述基板以将所述第一固态掺杂剂源和第二固态掺杂剂源中的掺杂剂驱入所述多晶硅层。

6. 根据权利要求 1 所述的方法,其中所述基板为块体结晶硅基板,并且其中所述第一固态掺杂剂源和所述第二固态掺杂剂源在所述块体结晶硅基板上形成。

7. 根据权利要求 6 所述的方法,还包括:

加热所述块体结晶硅基板以将所述第一固态掺杂剂源和所述第二固态掺杂剂源中的掺杂剂驱入所述块体结晶硅基板。

8. 根据权利要求 1 所述的方法,其中所述第二固态掺杂剂源包含旋涂玻璃前体材料或纳米颗粒材料。

9. 根据权利要求 1 所述的方法,其中所述第一导电类型为 p 型,所述第二导电类型为 n 型,并且所述第一固态掺杂剂源包含硼硅酸盐玻璃 (BSG)。

10. 根据权利要求 1 所述的方法,其中所述第一导电类型为 n 型,所述第二导电类型为 p 型,并且所述第一固态掺杂剂源包含磷硅酸盐玻璃 (PSG)。

11. 一种根据权利要求 1 所述的方法制造的太阳能电池。

12. 一种形成背接触太阳能电池发射极的方法,所述方法包括:

通过印刷而在基板上方形成第一导电类型的第一固态掺杂剂源,所述第一固态掺杂剂源包括通过间隙分开的多个区域;

通过化学气相沉积在所述第一固态掺杂剂源的上方以及在所述基板上方在所述第一固态掺杂剂源的所述多个区域的所述间隙中形成第二导电类型的第二固态掺杂剂源,其中

所述第一导电类型与所述第二导电类型相反；以及

图案化所述第二固态掺杂剂源以在所述第一固态掺杂剂源的所述多个区域的所述间隙中形成不与所述第一固态掺杂剂源的所述多个区域接触的所述第二固态掺杂剂源的第一区域，以及在所述第一固态掺杂剂源的所述多个区域上形成所述第二固态掺杂剂源的第二区域，其中所述第一固态掺杂剂源足够厚，以防止所述第二固态掺杂剂源的所述第二区域中的掺杂剂通过所述第一固态掺杂剂源的所述多个区域驱入。

13. 根据权利要求 12 所述的方法，其中所述第二固态掺杂剂源的所述第一区域与所述第一固态掺杂剂源的所述多个区域间隔开，所述方法还包括：

在所述第二固态掺杂剂源的所述第一区域与所述第一固态掺杂剂源的所述多个区域之间形成部分地处于所述基板中的沟槽；以及

加热所述基板以将所述第一固态掺杂剂源和所述第二固态掺杂剂源的所述第一区域中的掺杂剂驱入，其中所述加热使所述第一固态掺杂剂源硬化。

14. 根据权利要求 13 所述的方法，还包括：

在形成所述沟槽以及在所述加热之后，对所述沟槽所暴露出的所述基板部分进行纹理化，其中所述硬化的第一固态掺杂剂源在所述纹理化期间用作掩模。

15. 根据权利要求 12 所述的方法，还包括：

在形成所述第一固态掺杂剂源之前，在所述基板上形成薄介质层；以及

在所述薄介质层上形成多晶硅层，其中所述第一固态掺杂剂源和在所述基板上方在所述第一固态掺杂剂源的所述多个区域的所述间隙中的所述第二固态掺杂剂源形成在所述多晶硅层上。

16. 根据权利要求 15 所述的方法，还包括：

加热所述基板以将所述第一固态掺杂剂源和所述第二固态掺杂剂源的所述第一区域中的掺杂剂驱入所述多晶硅层。

17. 根据权利要求 12 所述的方法，其中所述基板为块体结晶硅基板，并且其中所述第一固态掺杂剂源和在所述基板上方在所述第一固态掺杂剂源的所述多个区域的所述间隙中的所述第二固态掺杂剂源形成在所述块体结晶硅基板上。

18. 根据权利要求 17 所述的方法，还包括：

加热所述块体结晶硅基板以将所述第一固态掺杂剂源和所述第二固态掺杂剂源的所述第一区域中的掺杂剂驱入所述块体结晶硅基板。

19. 根据权利要求 12 所述的方法，其中所述第一固态掺杂剂源包含旋涂玻璃前体材料或纳米颗粒材料。

20. 根据权利要求 12 所述的方法，其中所述第一导电类型为 n 型，所述第二导电类型为 p 型，并且所述第二固态掺杂剂源包含硼硅酸盐玻璃 (BSG)。

21. 根据权利要求 12 所述的方法，其中所述第一导电类型为 p 型，所述第二导电类型为 n 型，并且所述第二固态掺杂剂源包含磷硅酸盐玻璃 (PSG)。

22. 一种根据权利要求 12 所述的方法制造的太阳能电池。

形成背接触太阳能电池发射极的方法

[0001] 相关专利申请的交叉引用

[0002] 本申请要求于 2011 年 4 月 25 日提交的美国临时申请 No. 61/478,804 的权益，该临时申请的全部内容据此以引用方式并入本文。

[0003] 政府许可权利的声明

[0004] 本文所述的发明得到美国政府支持，在美国能源部授予的第 DE-FC36-07GO17043 号合同下完成。美国政府在本发明中可享有某些权利。

技术领域

[0005] 本发明的实施例属于可再生能源领域，具体地讲是形成背接触太阳能电池发射极的方法。

背景技术

[0006] 光伏电池（常被称为太阳能电池）是熟知的用于直接转化太阳辐射为电能的器件。一般来讲，使用半导体加工技术在基板的表面附近形成 p-n 结而将太阳能电池制造在半导体晶片或基板上。投射在基板表面上并进入基板内的太阳辐射在基板主体中形成电子和空穴对。电子和空穴对迁移至基板中的 p 掺杂区和 n 掺杂区，从而在掺杂区之间产生电压差。将掺杂区连接到太阳能电池上的导电区域，以将电流从电池引导至与其耦合的外部电路。

附图说明

[0007] 图 1 示出了根据本发明实施例的形成背接触太阳能电池发射极的方法中的操作流程图。

[0008] 图 2A 示出了根据本发明实施例的背接触太阳能电池制造中的一个阶段的剖视图，该阶段与图 1 流程图的操作 102 和图 3 流程图的操作 302 相对应。

[0009] 图 2B 示出了根据本发明实施例的背接触太阳能电池制造中的一个阶段的剖视图，该阶段与图 1 流程图的操作 104 和图 3 流程图的操作 304 相对应。

[0010] 图 2C 示出了根据本发明实施例的背接触太阳能电池制造中的一个阶段的剖视图，该阶段与图 1 流程图的操作 106 相对应。

[0011] 图 2D 示出了根据本发明实施例的背接触太阳能电池制造中的一个阶段的剖视图，该阶段也与图 1 流程图的操作 106 相对应。

[0012] 图 2E 示出了根据本发明实施例的背接触太阳能电池制造中的一个阶段的剖视图，该阶段与图 1 流程图的操作 108 相对应。

[0013] 图 2F 示出了根据本发明实施例的背接触太阳能电池制造中的一个阶段的剖视图，该阶段与图 1 流程图的操作 110 相对应。

[0014] 图 2G 示出了根据本发明实施例的背接触太阳能电池制造中的一个阶段的剖视图，该阶段与图 1 流程图的操作 112 和 114 相对应。

[0015] 图 2H 示出了根据本发明实施例的背接触太阳能电池制造中的一个阶段的剖视

图。

[0016] 图 2I 示出了根据本发明实施例的背接触太阳能电池制造中的一个阶段的剖视图。

[0017] 图 3 示出了表示根据本发明实施例的形成背接触太阳能电池发射极的另一种方法中的操作的流程图。

[0018] 图 4A 示出了根据本发明实施例的背接触太阳能电池制造中的一个阶段的剖视图, 该阶段也与图 3 流程图的操作 306 相对应。

[0019] 图 4B 示出了根据本发明实施例的背接触太阳能电池制造中的一个阶段的剖视图, 该阶段也与图 3 流程图的操作 308 相对应。

[0020] 图 4C 示出了根据本发明实施例的背接触太阳能电池制造中的一个阶段的剖视图, 该阶段也与图 3 流程图的操作 310 相对应。

[0021] 图 4D 示出了根据本发明实施例的背接触太阳能电池制造中的一个阶段的剖视图, 该阶段与图 3 流程图的操作 312 相对应。

[0022] 图 4E 示出了根据本发明实施例的背接触太阳能电池制造中的一个阶段的剖视图, 该阶段与图 3 流程图的操作 314 和 316 相对应。

具体实施方式

[0023] 本文描述了形成背接触太阳能电池发射极的方法。在下面的描述中, 给出了许多具体细节, 例如具体的工艺流程操作, 以形成对本发明的实施例的透彻理解。对本领域的技术人员将显而易见的是在没有这些具体细节的情况下可实施本发明的实施例。在其他情况下, 没有详细地描述熟知的制造技术, 如平版印刷和图案化技术, 以避免不必要的使本发明的实施例难以理解。此外, 应当理解在图中示出的多种实施例是示例性的实例并且未必按比例绘制。

[0024] 本文公开了形成背接触太阳能电池发射极的方法。在一个实施例中, 方法包括通过化学气相沉积在基板上方形成第一导电类型的第一固态掺杂剂源。第一固态掺杂剂源包括通过间隙分开的多个区域。通过印刷而在基板上方形成第二导电类型的第二固态掺杂剂源的区域。第二固态掺杂剂源的区域形成在第一固态掺杂剂源的多个区域的间隙中, 但是不与第一固态掺杂剂源的多个区域接触。第一导电类型与第二导电类型相反。

[0025] 在另一个实施例中, 方法包括通过印刷在基板上方形成第一导电类型的第一固态掺杂剂源。第一固态掺杂剂源包括通过间隙分开的多个区域。通过化学气相沉积在第一固态掺杂剂源上方形成第二导电类型的第二固态掺杂剂源。第二固态掺杂剂源也在基板上方在第一固态掺杂剂源的多个区域的间隙中形成。第一导电类型与第二导电类型相反。然后, 图案化第二固态掺杂剂源以在第一固态掺杂剂源的多个区域的间隙中形成不与第一固态掺杂剂源的多个区域接触的第二固态掺杂剂源的第一区域。第二固态掺杂剂源的第二区域留在第一固态掺杂剂源的多个区域上。第一固态掺杂剂源足够厚, 以防止第二固态掺杂剂源的第二区域的掺杂剂通过第一固态掺杂剂源的多个区域驱入。

[0026] 通过毯覆式沉积掺杂膜进行图案化, 可形成背接触太阳能电池发射极。该方法通常涉及沉积含毯覆式掺杂剂的膜、沉积牺牲抗蚀剂、蚀刻含掺杂剂的膜以及剥除抗蚀剂。这样的多个工艺操作增加了太阳能电池生产的制造复杂性和成本。由于使用了许多操作, 产

率也可能降低。

[0027] 根据本发明的实施例，通过使用本文所述的方法减少用于掺杂背接触太阳能电池的工艺操作的总数。就此而言，本文所述方法的实施例中的一个或多个可简化发射极形成。在至少一些实施例中，通过将掺杂剂沉积和图案化组合成单一操作的选择性掺杂剂沉积法实现此类改善。

[0028] 在一个具体示例性实施例中，将在制造流程的一部分中具有四项操作的常规工艺减少成该流程部分只有两项操作。特定的例子包括将操作：沉积第一固态掺杂剂源、掩蔽、蚀刻，然后沉积第二固态掺杂剂源，替换成操作：喷墨印刷第一固态掺杂剂源，然后沉积第二固态掺杂剂源。在另一具体示例性实施例中，将在制造流程的一部分中具有六项操作的常规工艺减少成该流程部分只有五项操作。特定的例子包括将操作：沉积第一固态掺杂剂源、掩蔽、蚀刻、沉积第二固态掺杂剂源、掩蔽，然后蚀刻，替换成操作：沉积第一固态掺杂剂源、掩蔽、蚀刻、喷墨印刷第二固态掺杂剂源，然后固化，或者替换成操作：喷墨印刷第一固态掺杂剂源、沉积第二固态掺杂剂源、固化、掩蔽，然后蚀刻。可印刷的掺杂剂源的例子包括可喷墨印刷的掺杂剂源材料，包括但不限于：基于旋涂玻璃的材料或基于纳米颗粒的材料。

[0029] 在通过本文所述的方法在半导体层或基板中形成掺杂区后，可进行背接触太阳能电池的触点的形成，其中使用激光烧蚀法穿过在太阳能电池背面上的 p 型和 n 型掺杂区阵列上方形成的抗反射涂层 (ARC) 形成孔或开口。然后可以在开口中形成导电触点，如金属触点，从而提供与 p 型和 n 型掺杂区阵列的电耦合。

[0030] 在本发明的一个方面，在已经图案化的第一导电类型固态掺杂剂源的结构之间印刷第二导电类型固态掺杂剂源。例如，图 1 示出了根据本发明实施例的形成背接触太阳能电池发射极的方法中的操作流程图 100。图 2A-2I 示出了根据本发明实施例的背接触太阳能电池制造中与流程图 100 的操作相对应的多个阶段的剖视图。

[0031] 参见流程图 100 的操作 102 和对应的图 2A，形成背接触太阳能电池发射极的方法包括任选地在基板 200 上形成薄介质层 202。

[0032] 在一个实施例中，薄介质层 202 由二氧化硅构成并具有大约在 5-50 埃范围内的厚度。在一个实施例中，薄介质层 202 用作隧穿氧化层。在一个实施例中，基板 200 为块体单晶基板，如 n 型掺杂的单晶硅基板。然而，在可供选择的实施例中，基板 200 包括设置在整个太阳能电池基板上的多晶硅层。

[0033] 参见流程图 100 的操作 104 和对应的图 2B，形成背接触太阳能电池发射极的方法还包括任选地在薄介质层 202 上形成多晶硅层 204。应当理解，术语多晶硅层的使用旨在还涵盖可被称为无定形硅或 α 硅的材料。

[0034] 参见流程图 100 的操作 106 和对应的图 2C 与 2D，形成背接触太阳能电池发射极的方法包括在多晶硅层 204 上形成(图 2C 的层 205)并图案化第一导电类型的第一固态掺杂剂源 206。

[0035] 在一个实施例中，图案化形成间隙 208，从而在第一固态掺杂剂源 206 的多个区域之间暴露多晶硅层 204 的区域，如图 2D 所示。在一个实施例中，形成并图案化第一固态掺杂剂源 206 包括形成并图案化硼硅酸盐玻璃 (BSG) 层或磷硅酸盐玻璃 (PSG) 层。在一个具体实施例中，BSG 或 PSG 层通过化学气相沉积形成为均匀的毯覆层，然后用平版印刷和蚀刻工艺图案化。在一个特定的这样的实施例中，BSG 或 PSG 层通过化学气相沉积技术形成，例

如但不限于大气压化学气相沉积 (APCVD)、等离子增强化学气相沉积 (PECVD)、低压化学气相沉积 (LPCVD) 或超高真空化学气相沉积 (UHVCVD)。在一个可供选择的具体实施例中, BSG 或 PSG 层经沉积为已具有图案, 因此, 形成并图案化同时地进行。在一个这样的实施例中, 图案化的 BSG 或 PSG 层通过丝网印刷方法形成。应当理解, 固态型掺杂剂源为包含掺杂剂杂质原子的膜层并可以沉积在基板上方。这与离子注入法相对应。

[0036] 参见流程图 100 的操作 108 和对应的图 2E, 形成背接触太阳能电池发射极的方法还包括通过印刷而在基板 200 上方形成第二导电类型的第二固态掺杂剂源 210 的区域。在一个实施例中, 印刷通过例如但不限于喷墨印刷、丝网印刷或气溶胶印刷的技术进行。

[0037] 在一个实施例中, 第二固态掺杂剂源 210 的区域在第一固态掺杂剂源 206 的多个区域的间隙 208 中形成, 但是不与第一固态掺杂剂源 206 的多个区域接触, 如图 2E 所示。另外, 在一个更具体的实施例中, 第二固态掺杂剂源 210 的区域与第一固态掺杂剂源 206 的多个区域间隔开, 也如图 2E 所示。在一个实施例中, 第一固态掺杂剂源 205/206 和第二固态掺杂剂源 210 在多晶硅层 204 上形成。然而, 可存在不使用与基板截然不同的多晶硅层的应用。因此, 在另一实施例(未示出)中, 第一固态掺杂剂源 205/206 和第二固态掺杂剂源 210 直接在基板上(例如直接在基板 200 上)或在基板表面上的薄氧化物层上形成。

[0038] 在一个实施例中, 第二固态掺杂剂源 210 由例如但不限于旋涂玻璃前体材料或纳米颗粒材料的材料构成。旋涂玻璃前体材料或纳米颗粒材料包含设置在其中的第二导电类型掺杂剂。例如, 在一个实施例中, 第二导电类型为 n 型并且掺杂剂杂质原子为磷原子。在一个实施例中, 第二导电类型为 p 型并且掺杂剂杂质原子为硼原子。

[0039] 在一个实施例中, 第一导电类型和第二导电类型相反。例如, 在一个实施例中, 第一导电类型为 p 型, 第二导电类型为 n 型, 并且第一固态掺杂剂源 205/206 由 BSG 构成。在另一个实施例中, 第一导电类型为 n 型, 第二导电类型为 p 型, 并且第一固态掺杂剂源 205/206 由 PSG 构成。

[0040] 参见流程图 100 的操作 110 和对应的图 2F, 在一个实施例中, 形成背接触太阳能电池发射极的方法任选地还包括: 在第二固态掺杂剂源 210 的区域与第一固态掺杂剂源 206 的多个区域之间形成部分地处于基板 200 中的沟槽 212。在一个实施例中, 沟槽 212 在多晶硅层 204 中、在薄介质层 202 中以及部分地在基板 200 中形成, 如图 2F 所示。

[0041] 参见流程图 100 的操作 112 和对应的图 2G, 在一个实施例中, 形成背接触太阳能电池发射极的方法任选地还包括在形成沟槽 212 之后对基板 200 加热 250。

[0042] 在一个实施例中, 加热以驱入第一固态掺杂剂源 206 和第二固态掺杂剂源 210 中的掺杂剂。例如, 在一个实施例中, 第一固态掺杂剂源 206 和第二固态掺杂剂源 210 在多晶硅层 204 上形成, 并且加热基板 200 分别将第一固态掺杂剂源 206 和第二固态掺杂剂源 210 中的掺杂剂驱入多晶硅层 204。然而, 在另一个实施例中, 第一固态掺杂剂源 206 和第二固态掺杂剂源 210 直接在基板 2090 上或在基板 200 上的薄氧化物上形成, 并且加热基板 200 分别将第一固态掺杂剂源 206 和第二固态掺杂剂源 210 中的掺杂剂驱入基板 200。在一个具体的这样的实施例中, 基板 200 是块体结晶硅基板, 并且第一固态掺杂剂源 206 和第二固态掺杂剂源 210 在块体结晶硅基板上形成。然后, 加热块体结晶硅基板以将第一固态掺杂剂源 206 和第二固态掺杂剂源 210 中的掺杂剂驱入块体结晶硅基板。

[0043] 参见流程图 100 的操作 114 以及再次参照对应的图 2G, 在一个实施例中, 形成背接

触太阳能电池发射极的方法任选地还包括对沟槽 212 所暴露出的基板 200 的部分 214 进行纹理化。

[0044] 在一个实施例中,纹理化提供无规纹理图案。无规纹理图案可以通过对基板 200 的暴露区域应用各向异性蚀刻处理而形成,并因此可由基板 200 的晶面,如单晶硅平面测定。在一个实施例中,操作 112 的加热使第二固态掺杂剂源 210 硬化。然后,在对沟槽 212 所暴露出的基板 200 的部分 214 进行纹理化期间,硬化的第二固态掺杂剂源用作掩模。

[0045] 例如,在一个具体实施例中,硬化的第二固态掺杂剂源用作掩模以提供对基于氢氧化物 (OH^-) 的蚀刻的选择性。也就是说,使用印刷的固态掺杂剂源的掺杂过程本质上能够提供用于纹理化操作的掩模。应当理解,例如大气压化学气相沉积 (APCVD)、植入或激光掺杂的其他掺杂方法可能无法为掺杂过程固有的这种掩蔽提供途径。

[0046] 在一个实施例中,参见图 2H,加热基板 200 还包括分别活化来自第一固态掺杂剂源 206 和第二固态掺杂剂源 210 的掺杂剂以形成第二导电类型的多个多晶硅区域 220 和第一导电类型的多个多晶硅区域 222。在一个实施例中,活化包括将至少一些掺杂剂的结合从间隙掺杂变成多晶硅层 204 内的替位掺杂。在一个实施例中,还移除第一固态掺杂剂源 206 和第二固态掺杂剂源 210,也如图 2H 所示。在一个这样的实施例中,通过施加包含含水氢氟酸的湿溶液或另一 HF 源,用湿蚀刻技术移除第一固态掺杂剂源 206 和第二固态掺杂剂源 210。在另一个这样的实施例中,通过等离子蚀刻移除第一固态掺杂剂源 206 和第二固态掺杂剂源 210。

[0047] 参见图 2I,在一个实施例中,形成背接触太阳能电池发射极的方法任选地还包括在第二导电类型的多个多晶硅区域 220 上方、在第一导电类型的多个多晶硅区域 222 上方以及在基板 200 的暴露部分上方形成介质层 224。在一个实施例中,介质层 224 为抗反射涂层 (ARC)。

[0048] 再次参见图 2I,在一个实施例中,形成背接触太阳能电池发射极的方法任选地还包括通过激光烧蚀形成通往第二导电类型的多个多晶硅区域 220 和第一导电类型的多个多晶硅区域 222 的多个触点开口 226。然后,导电触点 228 可在多个触点开口 226 中形成并耦合到第二导电类型的多个多晶硅区域 220 和第一导电类型的多个多晶硅区域 222。在一个实施例中,导电触点 228 由金属构成并通过沉积、平版印刷和蚀刻方法形成。

[0049] 在本发明的另一方面,第二导电类型固态掺杂剂源通过在印刷的第一导电类型固态掺杂剂源的结构上毯覆式沉积而形成。例如,图 3 示出了表示根据本发明另一个实施例的形成背接触太阳能电池发射极的方法中的操作的流程图 300。图 2A、2B 以及 4A-4E、2I 和 2J 示出了根据本发明实施例的背接触太阳能电池制造中与流程图 300 的操作相对应的多个阶段的剖视图。

[0050] 参见流程图 300 的操作 302 和对应的图 2A,形成背接触太阳能电池发射极的方法任选地包括在基板 200 上形成薄介质层 202。

[0051] 在一个实施例中,薄介质层 202 由二氧化硅构成并具有大约在 5-50 埃范围内的厚度。在一个实施例中,薄介质层 202 用作隧穿氧化层。在一个实施例中,基板 200 为块体单晶基板,如 n 型掺杂的单晶硅基板。然而,在可供选择的实施例中,基板 200 包括设置在整个太阳能电池基板上的多晶硅层。

[0052] 参见流程图 100 的操作 304 和对应的图 3B,形成背接触太阳能电池发射极的方法

还包括任选地在薄介质层 202 上形成多晶硅层 204。应当理解，术语多晶硅层的使用旨在还涵盖可被称为无定形硅或 α 硅的材料。

[0053] 参见流程图 300 的操作 306 和对应的图 4A，形成背接触太阳能电池发射极的方法包括通过印刷而在基板 200 上方形成第一导电类型的第一固态掺杂剂源 252。第一固态掺杂剂源 252 包括通过间隙 254 分开的多个区域。在一个实施例中，印刷通过例如但不限于喷墨印刷、丝网印刷或气溶胶印刷的技术进行。

[0054] 在一个实施例中，间隙 254 暴露出第一固态掺杂剂源 252 的多个区域之间的多晶硅层 204 的区域，如图 4A 所示。在一个实施例中，第一固态掺杂剂源 252 在基板 200 上方的总覆盖率按表面积计在 10–15% 的范围内，例如约 12%。

[0055] 在一个实施例中，第一固态掺杂剂源 252 由例如但不限于旋涂玻璃前体材料或纳米颗粒材料的材料构成。旋涂玻璃前体材料或纳米颗粒材料包含设置在其中的第一导电类型掺杂剂。例如，在一个实施例中，第一导电类型为 n 型并且掺杂剂杂质原子为磷原子。在一个实施例中，第一导电类型为 p 型并且掺杂剂杂质原子为硼原子。

[0056] 参见流程图 300 的操作 308 和对应的图 4B，形成背接触太阳能电池发射极的方法还包括通过化学气相沉积在第一固态掺杂剂源 252 的上方形成第二导电类型的第二固态掺杂剂源 256。第二固态掺杂剂源 256 也在基板 200 上方在第一固态掺杂剂源 252 的多个区域的间隙 254 中形成。

[0057] 在一个实施例中，形成第二固态掺杂剂源 256 包括形成 BSG 层或 PSG 层。在一个这样的实施例中，通过化学气相沉积将 BSG 或 PSG 层形成为均匀的毯覆层。在一个实施例中，第二导电类型与第一导电类型相反。例如，在一个实施例中，第一导电类型为 p 型，第二导电类型为 n 型，并且第二固态掺杂剂源 256 由 PSG 构成。在另一个实施例中，第一导电类型为 n 型，第二导电类型为 p 型，并且第二固态掺杂剂源 256 由 BSG 构成。

[0058] 在一个实施例中，第一固态掺杂剂源 252 和第二固态掺杂剂源 256 的部分在多晶硅层 204 上形成。然而，可能存在不使用与基板截然不同的多晶硅层的应用。因此，在另一实施例(未示出)中，第一固态掺杂剂源 252 和第二固态掺杂剂源 256 的部分直接在基板上(例如直接在基板 200 上)或在基板表面上的薄氧化物层上形成。

[0059] 参见流程图 300 的操作 310 和对应的图 4C，形成背接触太阳能电池发射极的方法还包括图案化第二固态掺杂剂源 256 以在第一固态掺杂剂源 252 的多个区域的间隙 254 中形成不与第一固态掺杂剂源 252 的多个区域接触的第二固态掺杂剂源 256 的第一区域 258。此外，第二固态掺杂剂源 256 的第二区域 260 也在第一固态掺杂剂源 252 的多个区域上形成，如图 4C 所示。

[0060] 在一个实施例中，图案化第二固态掺杂剂源 256 包括图案化 BSG 层或 PSG 层。在一个具体实施例中，BSG 或 PSG 层通过化学气相沉积形成为均匀的毯覆层，然后用平版印刷和蚀刻工艺图案化。在一个特定的这样的实施例中，BSG 或 PSG 层通过化学气相沉积技术形成，例如但不限于大气压化学气相沉积 (APCVD)、等离子增强化学气相沉积 (PECVD)、低压化学气相沉积 (LPCVD) 或超高真空化学气相沉积 (UHVCVD)。在一个实施例中，第二固态掺杂剂源 256 的第一区域 258 在第一固态掺杂剂源 252 的多个区域的间隙 254 中形成，但是不与第一固态掺杂剂源 252 的多个区域接触，如图 4C 所示。另外，在一个更具体的实施例中，第二固态掺杂剂源 256 的第一区域 258 与第一固态掺杂剂源 252 的多个区域间隔开，

也如图 4C 所示。

[0061] 参见流程图 300 的操作 312 和对应的图 4D, 在一个实施例中, 形成背接触太阳能电池发射极的方法任选地还包括: 在第二固态掺杂剂源 256 的第一区域 258 与第一固态掺杂剂源 252 的多个区域之间形成部分地处于基板 200 中的沟槽 262。在一个实施例中, 沟槽 262 在多晶硅层 204 中、在薄介质层 202 中以及部分地在基板 200 中形成, 如图 4D 所示。

[0062] 参见流程图 300 的操作 314 和对应的图 4E, 在一个实施例中, 形成背接触太阳能电池发射极的方法任选地还包括在形成沟槽 262 之后对基板 200 加热 250。

[0063] 在一个实施例中, 加热以驱入第一固态掺杂剂源 252 和第二固态掺杂剂源 258 中的掺杂剂。例如, 在一个实施例中, 第一固态掺杂剂源 252 和第二固态掺杂剂源 258 在多晶硅层 204 上形成, 并且加热基板 200 分别将第一固态掺杂剂源 252 和第二固态掺杂剂源 258 中的掺杂剂驱入多晶硅层 204。然而, 在另一个实施例中, 第一固态掺杂剂源 252 和第二固态掺杂剂源 258 直接在基板 200 上或在基板 200 上的薄氧化物上形成, 并且加热基板 200 分别将第一固态掺杂剂源 252 和第二固态掺杂剂源 258 中的掺杂剂驱入基板 200。在一个具体的这样的实施例中, 基板 200 是块体结晶硅基板, 并且第一固态掺杂剂源 252 和第二固态掺杂剂源 258 在块体结晶硅基板上形成。然后, 加热块体结晶硅基板以将第一固态掺杂剂源 252 和第二固态掺杂剂源 258 中的掺杂剂驱入块体结晶硅基板。

[0064] 根据本发明的一个实施例, 第一固态掺杂剂源 252 足够厚, 以防止第二固态掺杂剂源 256 的第二区域 260 中的掺杂剂通过第一固态掺杂剂源 252 的多个区域驱入。例如, 尽管可能有利的是将第二固态掺杂剂源 256 的第一区域 258 中的掺杂剂驱入下面的多晶硅层或基板, 但是将第二固态掺杂剂源 256 的第二区域 260 中的掺杂剂驱入下面的多晶硅层或基板可能是不利的。相反, 在那些区域中, 可能只有将第二固态掺杂剂源 256 的第二区域 260 下面的第一固态掺杂剂源 252 的掺杂剂驱入下面的多晶硅层或基板才是有利的。除厚度以外, 可被认为适于防止将第二固态掺杂剂源 256 的第二区域 260 中的掺杂剂通过第一固态掺杂剂源 252 的多个区域驱入的其他参数包括但不限于: 第一固态掺杂剂源 252 中的掺杂剂浓度、第一固态掺杂剂源 252 的密度、掺杂剂物质的种类以及加热操作 314 的时间。

[0065] 参见流程图 300 的操作 316 以及再次参照对应的图 4E, 在一个实施例中, 形成背接触太阳能电池发射极的方法任选地还包括对沟槽 262 所暴露出的基板 200 的部分 264 进行纹理化。

[0066] 在一个实施例中, 纹理化提供无规纹理图案。无规纹理图案可以通过对基板 200 的暴露区域应用各向异性蚀刻处理而形成, 并因此可由基板 200 的晶面, 如单晶硅平面测定。在一个实施例中, 操作 314 的加热使第一固态掺杂剂源 252 硬化。然后, 在对沟槽 262 所暴露出的基板 200 的部分 264 进行纹理化期间, 硬化的第一固态掺杂剂源用作掩模。

[0067] 在一个实施例中, 参见图 2H, 加热基板 200 还包括分别活化来自第一固态掺杂剂源 252 和第二固态掺杂剂源 258 的掺杂剂以形成第一导电类型的多个多晶硅区域 220 和第二导电类型的多个多晶硅区域 222。在一个实施例中, 活化包括将至少一些掺杂剂的结合从间隙掺杂变成多晶硅层 204 内的替位掺杂。在一个实施例中, 还移除第一固态掺杂剂源 252 和第二固态掺杂剂源 258, 也如图 2H 所示。在一个这样的实施例中, 通过施加包含含水氢氟酸的湿溶液或另一 HF 源, 用湿蚀刻技术移除第一固态掺杂剂源 252 和第二固态掺杂剂

源 258。在另一个这样的实施例中，通过等离子蚀刻移除第一固态掺杂剂源 252 和第二固态掺杂剂源 258。

[0068] 参见图 2I，在一个实施例中，形成背接触太阳能电池发射极的方法任选地还包括在第一导电类型的多个多晶硅区域 220 上方、在第二导电类型的多个多晶硅区域 222 上方以及在基板 200 的暴露部分上方形成介质层 224。然后，可形成多个触点开口 226，从而暴露第一导电类型的多个多晶硅区域 220 以及第二导电类型的多个多晶硅区域 222。然后，导电触点 228 可在多个触点开口 226 中形成并耦合到第一导电类型的多个多晶硅区域 220 和第二导电类型的多个多晶硅区域 222。

[0069] 应当理解，为了进行示意性的说明，以特定顺序提供了流程图 100 和 300 的操作以及相应的附图。在本发明精神和范围内设想的其他实施例可包括不同的制造顺序。例如，可变更或改变所示的具体次序，除非特定的实施例另有规定。例如，在结合流程图 300 所述的方法中沟槽的形成在其他实施例可能是不需要的。

[0070] 因此，本发明公开了形成背接触太阳能电池发射极的方法。根据本发明的一个实施例，方法包括通过化学气相沉积在基板上方形成第一导电类型的第一固态掺杂剂源，第一固态掺杂剂源包括通过间隙分开的多个区域。该方法还包括：通过印刷而在所述基板上方在所述第一固态掺杂剂源的所述多个区域的所述间隙中形成不与所述第一固态掺杂剂源的所述多个区域接触的第二导电类型的第二固态掺杂剂源的区域，其中第一导电类型与第二导电类型相反。在一个实施例中，第二固态掺杂剂源由旋涂玻璃前体材料或纳米颗粒材料构成。在一个实施例中，第一导电类型为 p 型，第二导电类型为 n 型，并且第一固态掺杂剂源由硼硅酸盐玻璃 (BSG) 构成。在一个实施例中，第一导电类型为 n 型，第二导电类型为 p 型，并且第一固态掺杂剂源由磷硅酸盐玻璃 (PSG) 构成。

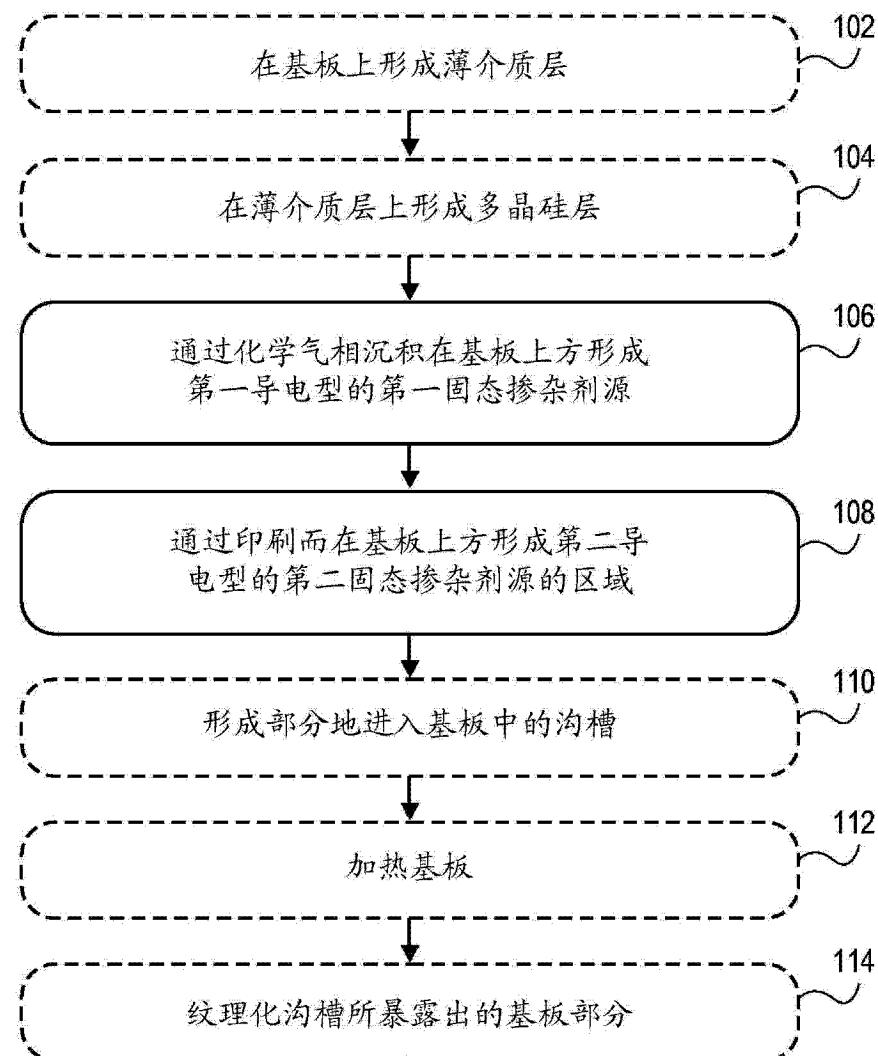
流程图100

图 1

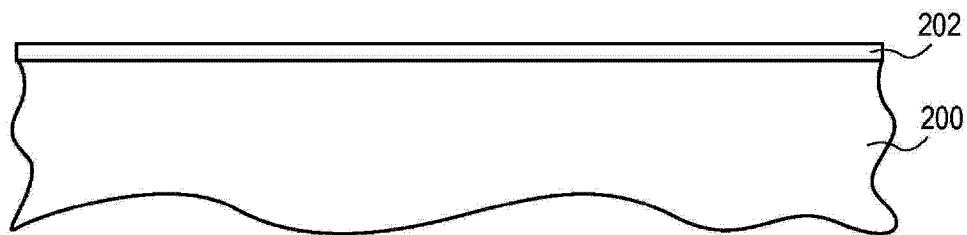


图 2A

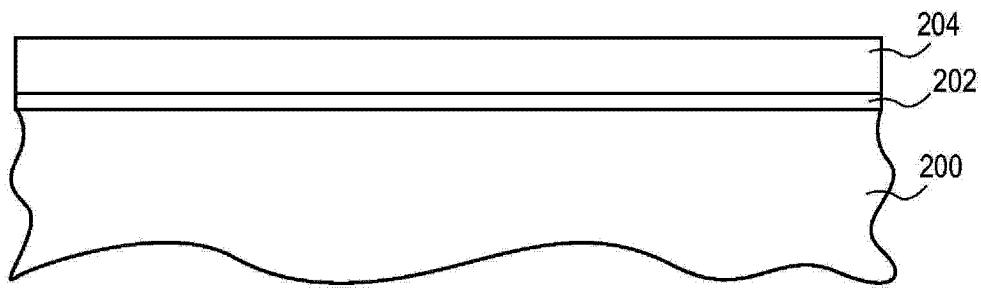


图 2B

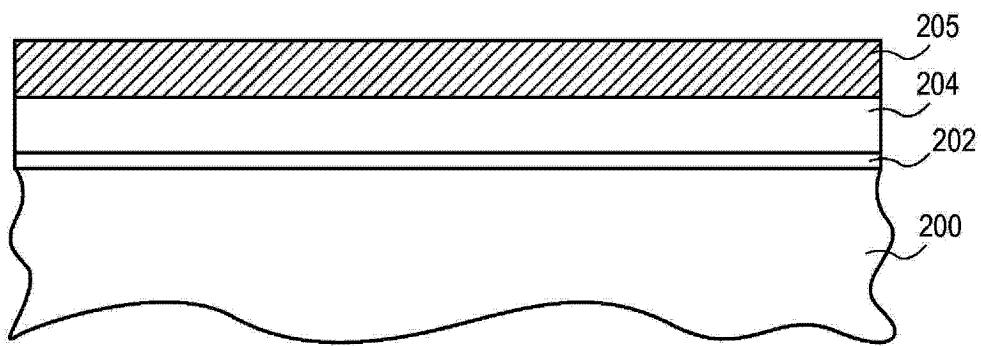


图 2C

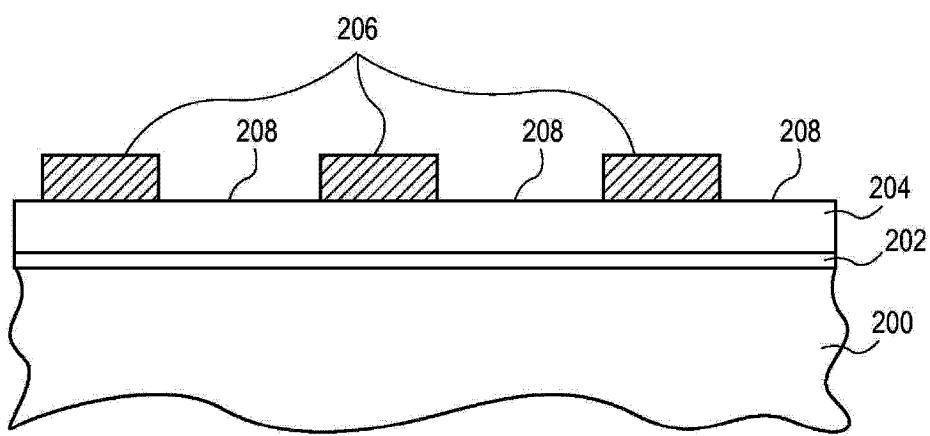


图 2D

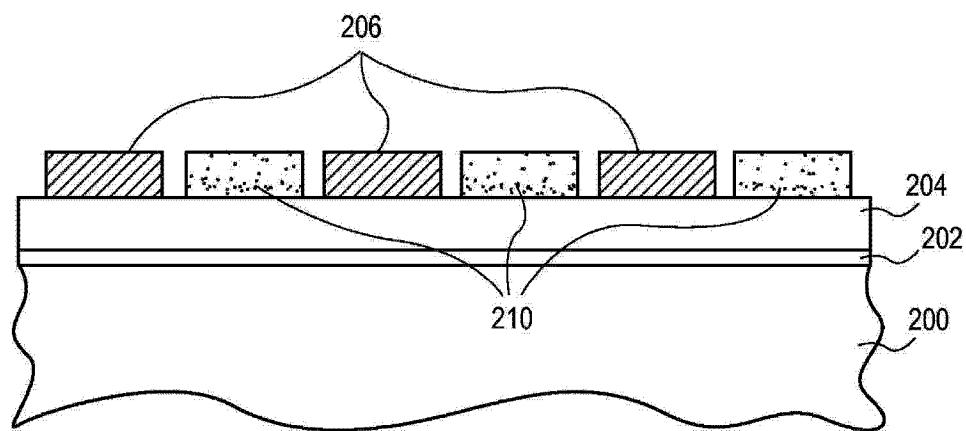


图 2E

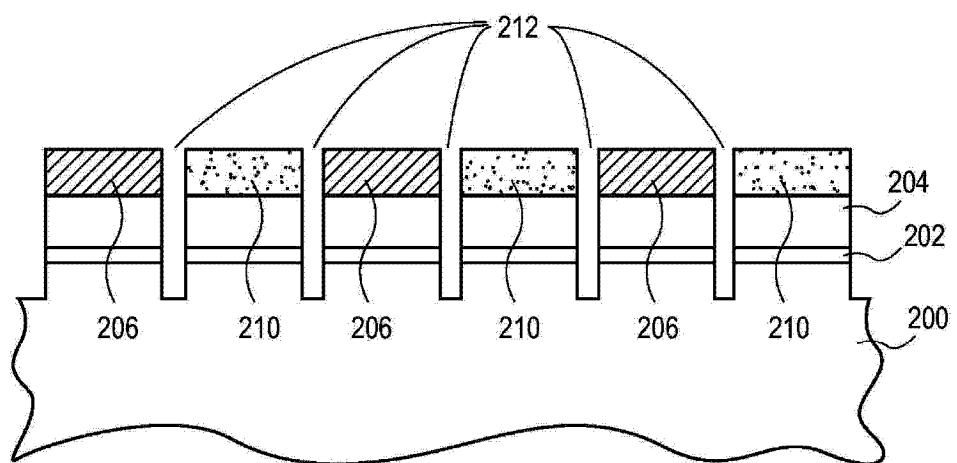


图 2F

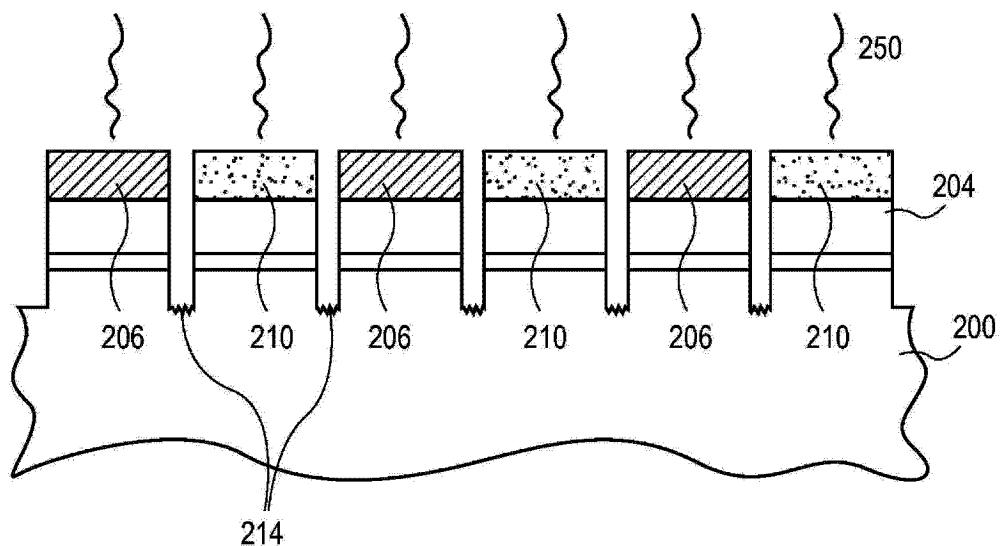


图 2G

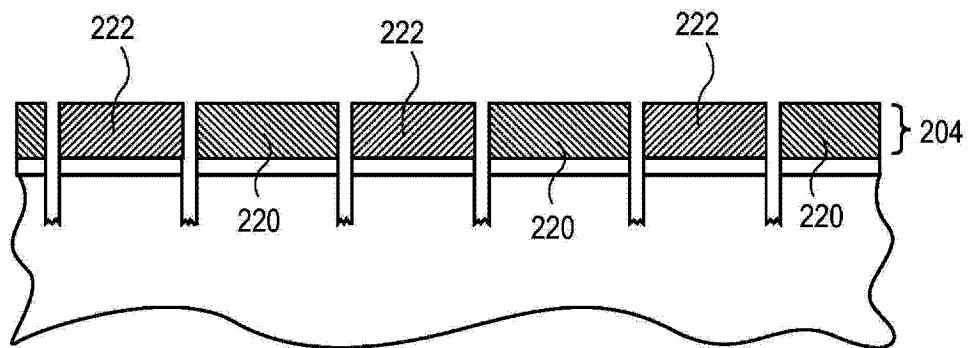


图 2H

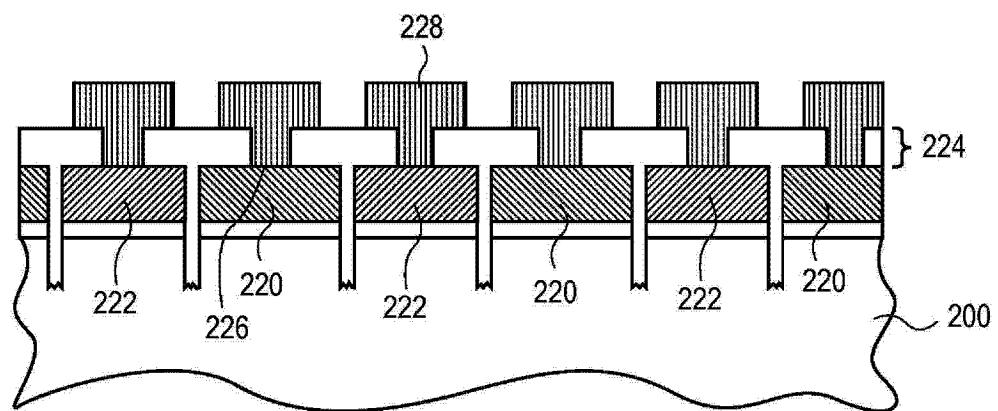


图 2I

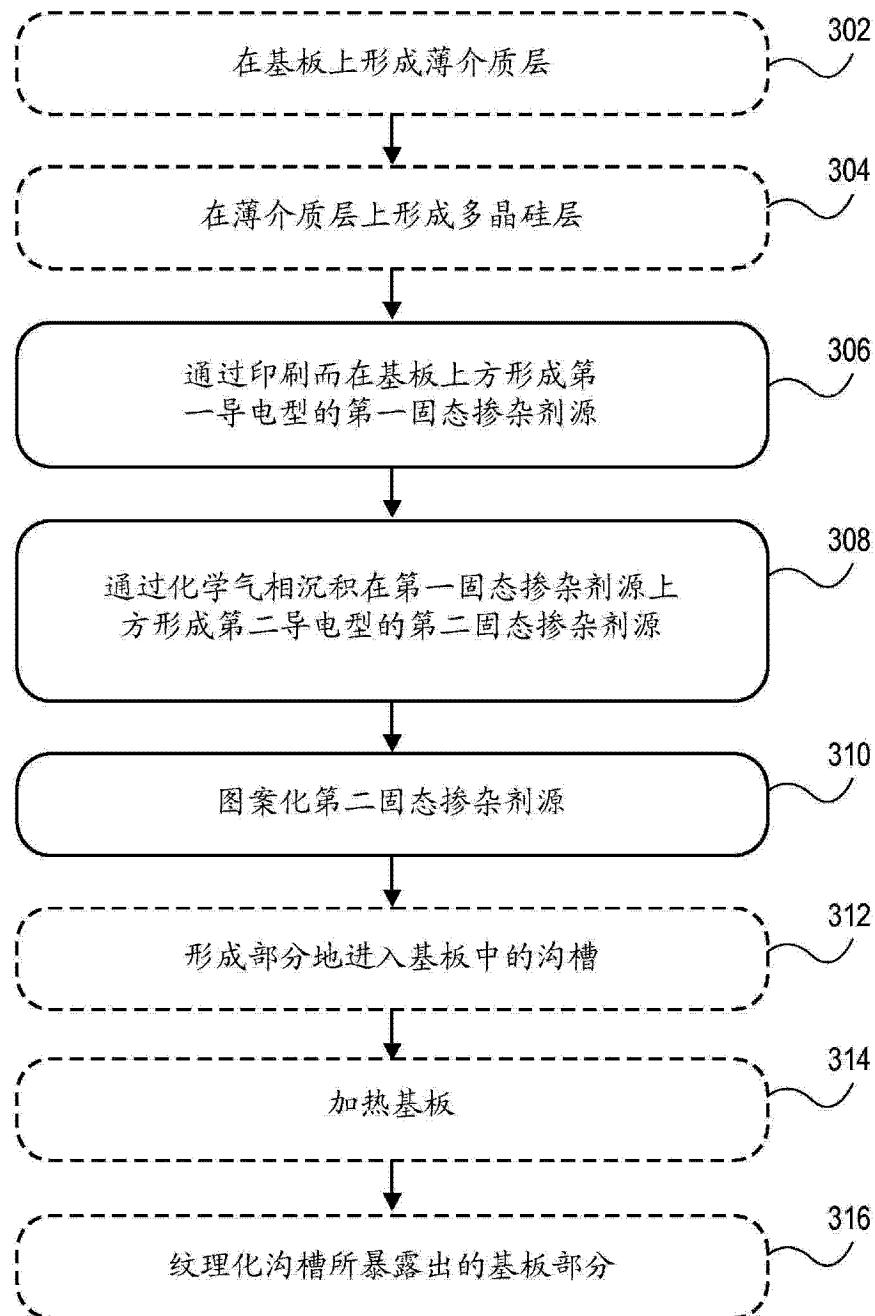
流程图 300

图 3

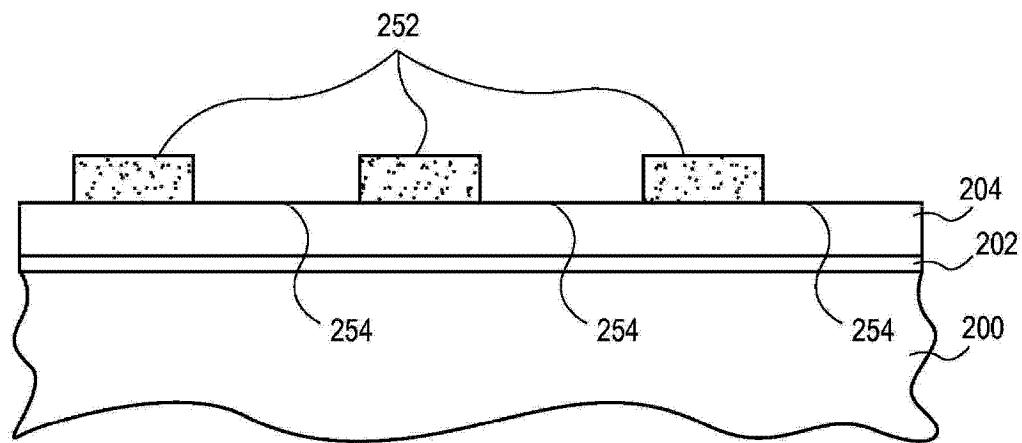


图 4A

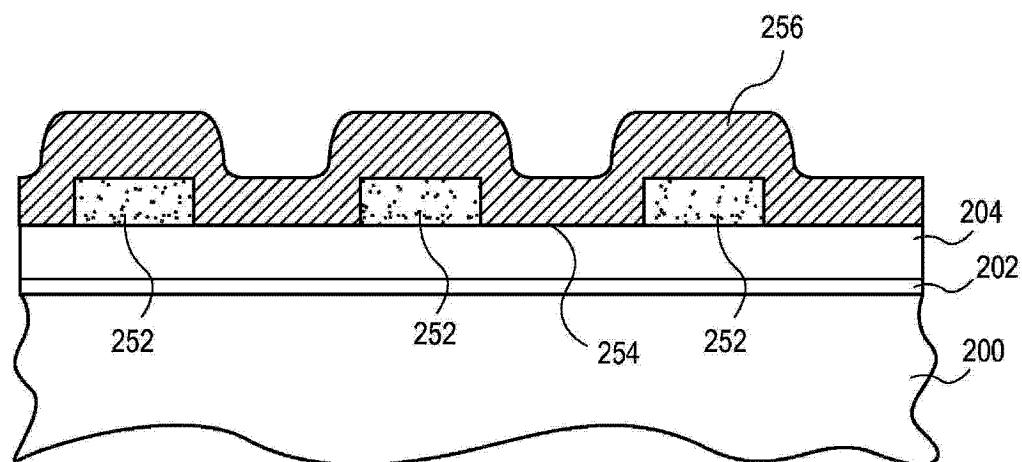


图 4B

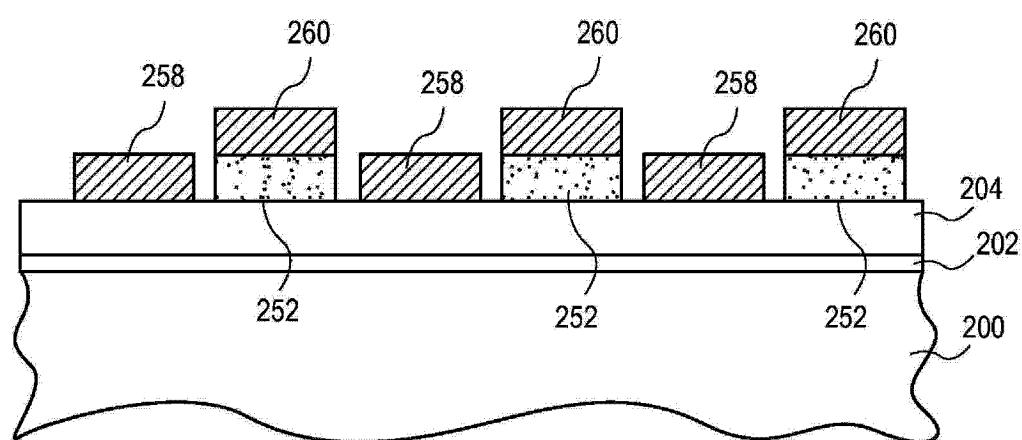


图 4C

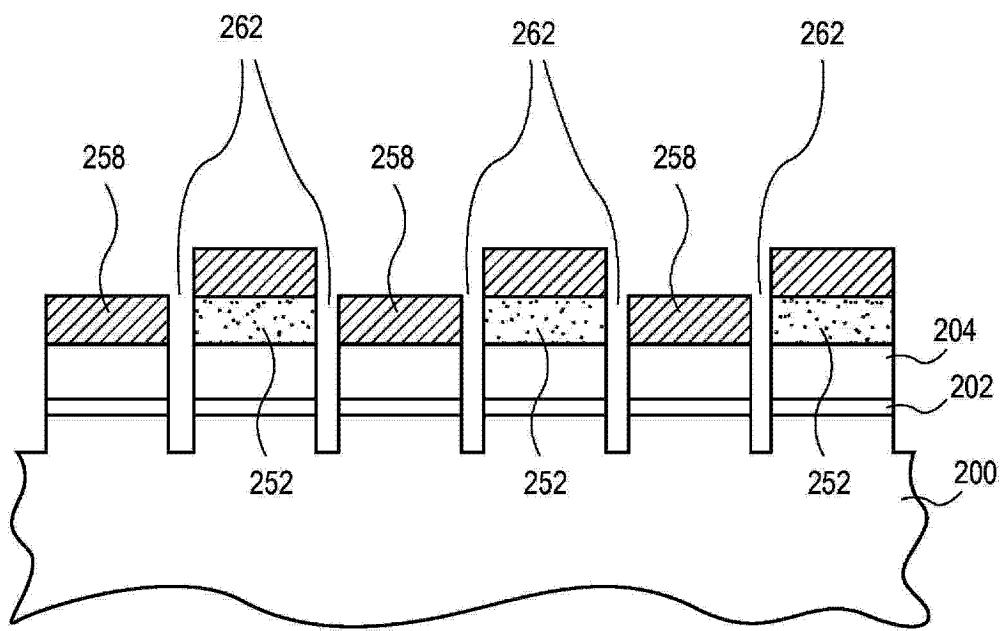


图 4D

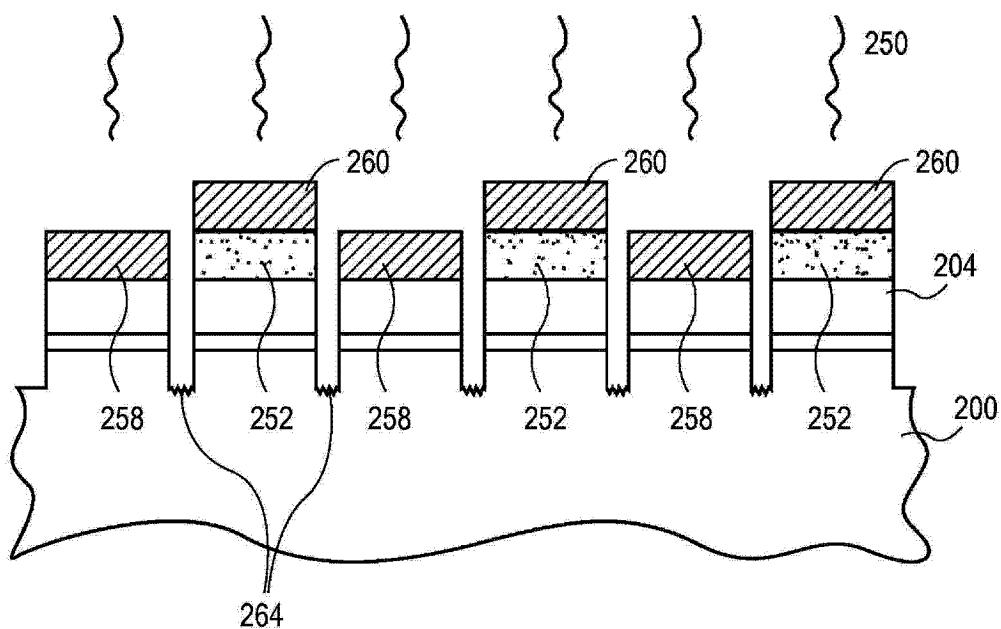


图 4E