



# (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102347267 A

(43) 申请公布日 2012. 02. 08

(21) 申请号 201110324597. 1

(22) 申请日 2011. 10. 24

(71) 申请人 中国科学院上海微系统与信息技术  
研究所

地址 200050 上海市长宁区长宁路 865 号

(72) 发明人 张苗 陈达 狄增峰 母志强  
王刚

(74) 专利代理机构 上海光华专利事务所 31219  
代理人 李仪萍

(51) Int. Cl.

H01L 21/762(2006. 01)

H01L 29/10(2006. 01)

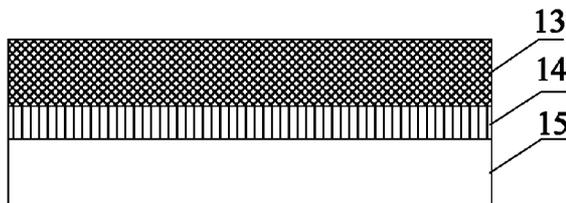
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 4 页

## (54) 发明名称

一种利用超晶格结构材料制备的高质量 SGOI 及其制备方法

## (57) 摘要

本发明提供一种利用超晶格结构材料制备的高质量 SGOI 及其制备方法,首先在一衬底上按周期交替生长 Ge 层(Si 层)与  $Si_{1-x}Ge_x$  层形成超晶格结构,然后再低温生长  $Si_{1-m}Ge_m$  材料,控制此外延层的厚度,使其小于临界厚度。紧接着对样品进行退火或离子注入加退火处理,使顶层的  $Si_{1-m}Ge_m$  材料弛豫。最后采用智能剥离的方法将顶层的  $Si_{1-m}Ge_m$  及超晶格结构转移到  $SiO_2/Si$  结构的支撑材料上,形成多层材料。使用研磨或 CMP 的方法制备高质量的 SGOI。由此,利用超晶格结构材料,我们制备出高质量、低成本、低缺陷、厚度可控的 SGOI。



1. 一种利用超晶格结构材料制备的高质量 SG01 的制备方法,其特征在于,至少包括以下步骤:

1) 提供第一衬底,在所述第一衬底上按周期交替形成 Ge 层与  $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x$  层,或按周期交替形成 Si 层与  $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x$  层,其中, $0 < x < 1$ ,且各该  $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x$  层中 Ge 组分  $x$  随周期数的增加而递增,直至形成一顶  $\text{Si}_{1-y}\text{Ge}_y$  层,其中, $x < y < 1$ ,以获得 SiGe 超晶格结构;

2) 在所述顶  $\text{Si}_{1-y}\text{Ge}_y$  层上形成  $\text{Si}_{1-m}\text{Ge}_m$  层,其中, $m < y$ ,然后对所得结构进行退火处理或离子注入加退火处理,以使所述  $\text{Si}_{1-m}\text{Ge}_m$  层产生弛豫;

3) 提供具有绝缘层的第二衬底,键合所述绝缘层与  $\text{Si}_{1-m}\text{Ge}_m$  层;

4) 对所述第一衬底或 SiGe 超晶格结构的预设界面进行剥离,并对剥离表面进行抛光,以去除所述第一衬底及 SiGe 超晶格结构,以完成 SG01 的制备。

2. 根据权利要求 1 所述的利用超晶格结构材料制备的高质量 SG01 的制备方法,其特征在于:所述 Ge 层或 Si 层与各该  $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x$  层的厚度均为  $5\text{nm} \sim 15\text{nm}$ 。

3. 根据权利要求 1 所述的利用超晶格结构材料制备的高质量 SG01 的制备方法,其特征在于:在  $650 \sim 700^\circ\text{C}$  下形成所述 Ge 层或 Si 层与  $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x$  层,在  $500 \sim 550^\circ\text{C}$  下形成所述  $\text{Si}_{1-m}\text{Ge}_m$  层。

4. 根据权利要求 1 所述的利用超晶格结构材料制备的高质量 SG01 的制备方法,其特征在于:所述步骤 2) 中的退火温度为  $800 \sim 900^\circ\text{C}$ 。

5. 根据权利要求 1 所述的利用超晶格结构材料制备的高质量 SG01 的制备方法,其特征在于:所述顶  $\text{Si}_{1-y}\text{Ge}_y$  层中 Ge 组分  $y$  为  $0.4 < y < 0.5$ 。

6. 根据权利要求 1 所述的利用超晶格结构材料制备的高质量 SG01 的制备方法,其特征在于:所述  $\text{Si}_{1-m}\text{Ge}_m$  层中 Ge 组分  $m$  为  $0.2 < m < 0.3$ ,所述  $\text{Si}_{1-m}\text{Ge}_m$  层厚度为  $100 \sim 150\text{nm}$ 。

7. 根据权利要求 1 所述的利用超晶格结构材料制备的高质量 SG01 的制备方法,其特征在于:所述步骤 4) 中采用智能剥离技术对所述第一衬底或 SiGe 超晶格结构的预设界面进行剥离。

8. 根据权利要求 1 所述的利用超晶格结构材料制备的高质量 SG01 的制备方法,其特征在于:所述步骤 4) 还包括腐蚀步骤,以去除所述第一衬底及 SiGe 超晶格结构。

9. 一种利用超晶格结构材料制备的高质量 SG01,包括具有绝缘层的衬底,其特征在于,所述绝缘层的表面键合有  $\text{Si}_{1-m}\text{Ge}_m$  层,其中, $\text{Si}_{1-m}\text{Ge}_m$  层中 Ge 组分  $m$  为  $0 < m < 1$ 。

10. 根据权利要求 9 所述的利用超晶格结构材料制备的高质量 SG01,其特征在于,所述  $\text{Si}_{1-m}\text{Ge}_m$  层的厚度为  $100 \sim 150\text{nm}$ 。

11. 根据权利要求 9 所述的利用超晶格结构材料制备的高质量 SG01,其特征在于,所述  $\text{Si}_{1-m}\text{Ge}_m$  层中 Ge 组分  $m$  为  $0.2 < m < 0.3$ 。

12. 根据权利要求 9 所述的利用超晶格结构材料制备的高质量 SG01,其特征在于,所述  $\text{Si}_{1-m}\text{Ge}_m$  层为完全弛豫的薄层。

## 一种利用超晶格结构材料制备的高质量 SGOI 及其制备方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及半导体领域,特别是涉及一种利用超晶格结构材料制备的高质量 SGOI 及其制备方法。

### 背景技术

[0002] SOI (Silicon-On-Insulator, 绝缘衬底上的硅) 技术是在顶层硅和背衬底之间引入了一层埋氧化层。通过在绝缘体上形成半导体薄膜, SOI 材料具有了体硅所无法比拟的优点: 可以实现集成电路中元器件的介质隔离, 彻底消除了体硅 CMOS 电路中的寄生门锁效应; 采用这种材料制成的集成电路还具有寄生电容小、集成密度高、速度快、工艺简单、短沟道效应小及特别适用于低压低功耗电路等优势, 因此可以说 SOI 将有可能成为深亚微米的低压、低功耗集成电路的主流技术。但是, 根据国际半导体产业发展蓝图 (ITRS2009) 的规划, 集成电路已经逐步从微电子时代发展到了微纳米电子时代, 现有的体硅材料和工艺正接近它们的物理极限, 遇到了严峻的挑战。

[0003] 从材料角度来说, 我们需要从传统的单晶硅材料拓展到新一代硅基材料。SiGe 材料由于其高迁移率和可以作为其他材料的虚拟衬底而受到广泛关注, 目前制备低缺陷密度的高质量弛豫锗硅主要采用锗浓度梯度递增生长方法, 但是通常几个微米的生长厚度, 不但增加了生产成本, 而且会由于锗硅的较差的热导性影响器件性能; 离子注入和键合是一种有效的层转移方法, 但是较高的注入剂量, 增加了生产时间和成本。因此, 需求一种低成本、低缺陷、厚度可控的 SiGe 材料有着十分重大的意义。

### 发明内容

[0004] 鉴于以上所述现有技术的缺点, 本发明的目的在于提供一种利用超晶格结构材料制备的高质量 SGOI 及其制备方法, 用于解决现有技术中锗硅材料生长厚度过大, 生产成本高的问题。

[0005] 为实现上述目的及其他相关目的, 本发明提供一种利用超晶格结构材料制备的高质量 SGOI 的制备方法, 至少包括以下步骤: 1) 提供第一衬底, 在所述第一衬底上按周期交替形成 Ge 层与  $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x$  层, 或按周期交替形成 Si 层与  $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x$  层, 其中,  $0 < x < 1$ , 且各该  $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x$  层中 Ge 组分依据  $x$  的取值递增而递增, 直至形成一顶  $\text{Si}_{1-y}\text{Ge}_y$  层, 其中,  $x < y < 1$ , 以获得 SiGe 超晶格结构; 2) 在所述顶  $\text{Si}_{1-y}\text{Ge}_y$  层上形成  $\text{Si}_{1-m}\text{Ge}_m$  层, 其中,  $m < y$ , 然后对所得结构进行退火处理或离子注入加退火处理, 以使所述  $\text{Si}_{1-m}\text{Ge}_m$  层产生弛豫; 3) 提供具有绝缘层的第二衬底, 键合所述绝缘层与  $\text{Si}_{1-m}\text{Ge}_m$  层; 4) 对所述第一衬底或 SiGe 超晶格结构的预设界面进行剥离, 并对剥离表面进行抛光, 以去除所述第一衬底及 SiGe 超晶格结构, 以完成 SGOI 的制备。

[0006] 在本发明的制备方法中, 所述 Ge 层或 Si 层与各该  $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x$  层的厚度均为 5nm ~ 15nm。

[0007] 在本发明的制备方法中,在 650 ~ 700℃下形成所述 Ge 层或 Si 层与  $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x$  层,在 500 ~ 550℃下形成所述  $\text{Si}_{1-m}\text{Ge}_m$  层。

[0008] 在本发明的制备方法中,所述步骤 2) 中的退火温度为 800 ~ 900℃。

[0009] 优选地,所述顶  $\text{Si}_{1-y}\text{Ge}_y$  层中 Ge 组分  $y$  为  $0.4 < y < 0.5$ 。

[0010] 在本发明的制备方法中,所述  $\text{Si}_{1-m}\text{Ge}_m$  层中 Ge 组分  $m$  为  $0.2 < m < 0.3$ ,所述  $\text{Si}_{1-m}\text{Ge}_m$  层厚度为 100 ~ 150nm。

[0011] 在本发明的制备方法中,所述步骤 4) 中采用智能剥离技术对所述第一衬底或 SiGe 超晶格结构的预设界面进行剥离。

[0012] 优选地,所述步骤 4) 还包括腐蚀步骤,以去除所述第一衬底及 SiGe 超晶格结构。

[0013] 本发明还提供一种利用超晶格结构材料制备的高质量 SGOI,包括具有绝缘层的衬底,其特征在于,所述绝缘层的表面键合有  $\text{Si}_{1-m}\text{Ge}_m$  层,其中, $\text{Si}_{1-m}\text{Ge}_m$  层中 Ge 组分  $m$  为  $0 < m < 1$ 。

[0014] 在本发明的利用超晶格结构材料制备的高质量 SGOI 中,所述  $\text{Si}_{1-m}\text{Ge}_m$  层的厚度为 100 ~ 150nm,所述  $\text{Si}_{1-m}\text{Ge}_m$  层中 Ge 组分  $m$  为  $0.2 < m < 0.3$ ,所述  $\text{Si}_{1-m}\text{Ge}_m$  层为完全弛豫的薄层。

[0015] 如上所述,本发明的利用超晶格结构材料制备的高质量 SGOI 及其制备方法,首先在一衬底上按周期交替生长 Ge 层(或 Si 层)与  $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x$  层形成超晶格结构,然后再低温生长  $\text{Si}_{1-m}\text{Ge}_m$  材料,控制此外延层的厚度,使其小于临界厚度。紧接着对样品进行退火或离子注入加退火处理,使顶层的  $\text{Si}_{1-m}\text{Ge}_m$  材料弛豫。最后采用智能剥离的方法将顶层的  $\text{Si}_{1-m}\text{Ge}_m$  及超晶格结构转移到  $\text{SiO}_2/\text{Si}$  结构的支撑材料上,形成多层材料。使用研磨或 CMP 的方法制备高质量的 SGOI。即利用超晶格结构材料的生长制备出高质量、低成本、低缺陷、厚度可控的 SGOI 的材料。

## 附图说明

[0016] 图 1 ~ 6 显示为本发明制备方法中各步骤所呈现的结构示意图。

[0017] 元件标号说明

[0018] 11 第一衬底

[0019] 12 SiGe 超晶格结构

[0020] 13  $\text{Si}_{1-m}\text{Ge}_m$  层

[0021] 14 绝缘层

[0022] 15 第二衬底

## 具体实施方式

[0023] 以下通过特定的具体实例说明本发明的实施方式,本领域技术人员可由本说明书所揭露的内容轻易地了解本发明的其他优点与功效。本发明还可以通过另外不同的具体实施方式加以实施或应用,本说明书中的各项细节也可以基于不同观点与应用,在没有背离本发明的精神下进行各种修饰或改变。

[0024] 请参阅图 1 至图 6。需要说明的是,本实施例中所提供的图示仅以示意方式说明本发明的基本构想,遂图式中仅显示与本发明中有关的组件而非按照实际实施时的组件数

目、形状及尺寸绘制,其实际实施时各组件的型态、数量及比例可为一种随意的改变,且其组件布局型态也可能更为复杂。

[0025] 请参阅图 1 ~ 图 6, 如图所示, 本发明提供一种利用超晶格结构材料制备的高质量 SGOI 的制备方法, 至少包括以下步骤:

[0026] 请参阅图 1 ~ 图 2b, 如图所示, 首先进行步骤 1), 提供第一衬底 11, 在本实施例中, 所述第一衬底 11 为 Si 衬底, 在所述第一衬底 11 上按周期交替形成 Ge 层 121 与  $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x$  层 122, 或按周期交替形成 Si 层 121 与  $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x$  层 122, 其中,  $0 < x < 1$ , 且各该  $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x$  层中 Ge 组分依据  $x$  的取值递增而递增, 直至形成一顶  $\text{Si}_{1-y}\text{Ge}_y$  层 126, 其中,  $x < y < 1$ , 即所述顶  $\text{Si}_{1-y}\text{Ge}_y$  层 123 为所有  $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x$  层中 Ge 组分含量最高的一层, 以获得 SiGe 超晶格结构 12。

[0027] 需要特别说明的是, 为了便于理解, 在本实施例中, 具体的实施过程均选用重复周期为 3 次为例进行简化说明, 但并非将所述的重复周期局限于本实施例中的 3 次,  $x$  分别取为  $x_1$ 、 $x_2$ 、 $y$ , 其中,  $x_1$  可取 0.1,  $x_2$  可取 0.3,  $y$  可取 0.5, 当然, 也可以是  $x_1$  取 0.15,  $x_2$  取 0.3,  $y$  取 0.45, 还有各种方式在这不一一列举, 如图 2 所示, 采用化学气相沉积法在  $650 \sim 700^\circ\text{C}$  下在所述第一衬底表面上生长按周期交替生长第一 Ge 层 (或 Si 层) 121 与  $\text{Si}_{1-x_1}\text{Ge}_{x_1}$  层 122, 在所述  $\text{Si}_{1-x_1}\text{Ge}_{x_1}$  层 122 上生长第二 Ge 层 (或 Si 层) 123, 在所述第二 Ge 层 (或 Si 层) 123 上生长  $\text{Si}_{1-x_2}\text{Ge}_{x_2}$  层 124, 在所述  $\text{Si}_{1-x_2}\text{Ge}_{x_2}$  层 124 上生长第三 Ge 层 (或 Si 层) 125, 最后在所述第三 Ge 层 (或 Si 层) 125 上生长顶  $\text{Si}_{1-y}\text{Ge}_y$  层 126, 所述第一、第二、第三 Ge 层 (或 Si 层) 121、123 及 125 与所有  $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x$  层 122、124、126 的生长厚度均为  $5 \sim 10\text{nm}$ , 其中,  $y$  取值为  $0.4 < y < 0.5$  最佳。当然, 实际上, 交替生长的次数往往不止 3 次, 也可以为 5 次, 10 次, 20 次或者更多, 如图 2b 所示的 SiGe 超晶格结构 12 为  $n$  个周期交替生长的 Ge 层与  $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x$  层或 Si 层与  $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x$  层, 具体实施过程中, 根据不同的需求可以采用不同的方案。需要说明的是, 所述 SiGe 超晶格结构可以减少由于 Si 与 Ge 晶格常数的差异造成的晶格失配, 有效的逐渐增大材料的晶格常数并减少由于晶格失配所造成的缺陷;

[0028] 请参阅图 3a ~ 图 3b, 其中, 图 3a 显示为选用 Ge 层 (或 Si 层) 与  $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x$  层周期交替 3 次为例, 图 3b 为 Ge 层 (或 Si 层) 与  $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x$  层周期交替  $n$  次为例, 如图所示, 然后进行步骤 2), 在所述顶  $\text{Si}_{1-y}\text{Ge}_y$  层 126 上形成  $\text{Si}_{1-m}\text{Ge}_m$  层 13, 其中,  $m < y$ , 在本实施例中, 采用化学气相沉积法在  $500 \sim 550^\circ\text{C}$  下生成所述  $\text{Si}_{1-m}\text{Ge}_m$  层 13, 其中, 所述  $\text{Si}_{1-m}\text{Ge}_m$  层 13 中 Ge 组分  $m$  的范围为  $0.2 < m < 0.3$ , 所述  $\text{Si}_{1-m}\text{Ge}_m$  层 13 厚度为  $100 \sim 150\text{nm}$ , 然后对所得结构, 即所述第一衬底 11、SiGe 超晶格结构以及  $\text{Si}_{1-m}\text{Ge}_m$  层 13 进行退火, 在本实施例中的退火温度为  $800 \sim 900^\circ\text{C}$ , 以使所述  $\text{Si}_{1-m}\text{Ge}_m$  层产生弛豫, 需要说明的是, 由于所述  $\text{Si}_{1-m}\text{Ge}_m$  层 13 中 Ge 组分  $m$  小于所述顶  $\text{Si}_{1-y}\text{Ge}_y$  层 126 中 Ge 组分  $y$ , 这就意味着  $\text{Si}_{1-m}\text{Ge}_m$  的晶格常数小于  $\text{Si}_{1-y}\text{Ge}_y$  的晶格常数, 退火时由于两层材料中晶格常数的差异就会使  $\text{Si}_{1-m}\text{Ge}_m$  层产生弛豫。需要进一步说明的是, 所述  $\text{Si}_{1-m}\text{Ge}_m$  层 13 厚度为接近其临界厚度以下, 一般来说, 晶体薄膜只要生长在与其晶格不匹配 (晶格常数或者热膨胀系数不同) 的衬底上面时, 如果保持外延薄膜平行于生长平面的晶格参数与衬底的相同, 其中就一定存在应变; 随着生长薄膜厚度的增大, 外延薄膜中积累的应力也增大, 当大到一定的程度就会产生晶面的滑移而产生位错 (失配位错), 同时释放出应力, 外延薄膜也就变成了原子排列完全规则的晶体薄膜。因此, 为了保存外延薄膜中的应变, 不致因产生失配位错而得到释放, 薄膜的厚度就应当小于某一个临界值, 这个临界值就是临界厚度。外延薄膜的组分不同, 下面的衬底种类不同, 薄

膜的应变也都将相应有所不同,从而其临界厚度也就不一样。

[0029] 请参阅图 4 ~ 图 5b, 其中, 图 5a 显示为选用 Ge 层 (或 Si 层) 与  $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x$  层周期交替 3 次为例, 图 5b 为 Ge 层 (或 Si 层) 与  $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x$  层周期交替  $n$  次为例, 如图所示, 接着进行步骤 3), 提供具有绝缘层 14 的第二衬底 15, 所述绝缘层 14 为  $\text{SiO}_2$ , 所述第二衬底 15 为 Si 衬底, 键合所述绝缘层 14 与  $\text{Si}_{1-m}\text{Ge}_m$  层 13;

[0030] 请参阅图 5a ~ 图 6, 其中, 图 5a 显示为选用 Ge 层 (或 Si 层) 与  $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x$  层周期交替 3 次为例, 图 5b 为 Ge 层 (或 Si 层) 与  $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x$  层周期交替  $n$  次为例, 对所述第一衬底 11 或 SiGe 超晶格结构 12 的预设界面进行剥离, 并对剥离表面进行抛光, 以去除所述第一衬底 11 及 SiGe 超晶格结构 12, 以完成 SGOI 的制备, 在具体的实施过程中, 采用智能剥离技术, 以特定的能量及角度向所述第一衬底 11 或 SiGe 超晶格结构 12 注入 H 离子, 以把所述的 H 离子控制在所述第一衬底 11 或 SiGe 超晶格结构 12 结构内的一个界面或薄层内, 然后在  $550 \sim 650^\circ\text{C}$  对以上结构进行退火, H 离子会在高温下成核并形成气泡, 气泡急剧膨胀就会使以上结构从所述界面或者薄层剥离, 其中, 所述特定角度一般为离子注入方向与离子注入平面成  $83^\circ$  夹角。需要说明的是, 所述抛光方法采用机械化学抛光法, 除了抛光以外还可能包括对剥离表面进行干法或湿法腐蚀的步骤, 以去除所述第一衬底 11 及 SiGe 超晶格结构 12, 获得光洁的  $\text{Si}_{1-m}\text{Ge}_m$  层 13 表面, 以完成所述 SGOI 的制备。

[0031] 请参阅图 6, 如图所示, 本发明还提供一种利用超晶格结构材料制备的高质量 SGOI, 包括具有绝缘层 14 的衬底 15, 其中, 所述衬底 15 为 Si 衬底, 所述绝缘层 14 为  $\text{SiO}_2$  层, 所述绝缘层 14 的表面键合有  $\text{Si}_{1-m}\text{Ge}_m$  层 13, 其中,  $\text{Si}_{1-m}\text{Ge}_m$  层 13 中 Ge 组分  $m$  的范围为  $0 < m < 1$ 。需要说明的是, 所述  $\text{Si}_{1-m}\text{Ge}_m$  层 13 的厚度为  $100 \sim 150\text{nm}$ 。其中, 作为一个更优的方案, 所述  $\text{Si}_{1-m}\text{Ge}_m$  层 13 中 Ge 组分  $m$  的范围为  $0.2 < m < 0.3$ 。在本实施例中, 所述  $\text{Si}_{1-m}\text{Ge}_m$  层 13 为完全弛豫的薄层。

[0032] 综上所述, 本发明的利用超晶格结构材料制备的高质量 SGOI 及其制备方法, 首先在一衬底上按周期交替生长 Ge 层 (或 Si 层) 与  $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x$  层形成超晶格结构, 然后再低温生长  $\text{Si}_{1-m}\text{Ge}_m$  材料, 控制此外延层的厚度, 使其小于临界厚度。紧接着对样品进行退火处理或离子注入加退火处理, 使顶层的  $\text{Si}_{1-m}\text{Ge}_m$  材料弛豫。最后采用智能剥离的方法将顶层的  $\text{Si}_{1-m}\text{Ge}_m$  及超晶格结构转移到  $\text{SiO}_2/\text{Si}$  结构的支撑材料上, 形成多层材料。使用研磨或 CMP 的方法制备高质量的 SGOI。即利用超晶格结构材料的生长制备出高质量、低成本、低缺陷、厚度可控的 SGOI 的材料。所以, 本发明有效克服了现有技术中的种种缺点而具高度产业利用价值。

[0033] 上述实施例仅例示性说明本发明的原理及其功效, 而非用于限制本发明。任何熟悉此技术的人士皆可在不违背本发明的精神及范畴下, 对上述实施例进行修饰或改变。因此, 举凡所属技术领域中具有通常知识者在未脱离本发明所揭示的精神与技术思想下所完成的一切等效修饰或改变, 仍应由本发明的权利要求所涵盖。



图 1

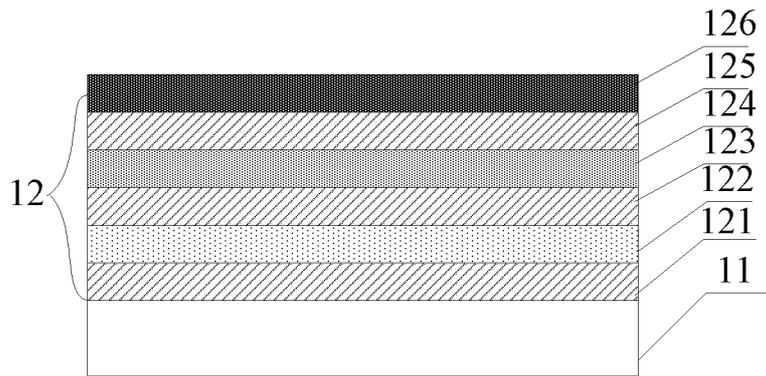


图 2a

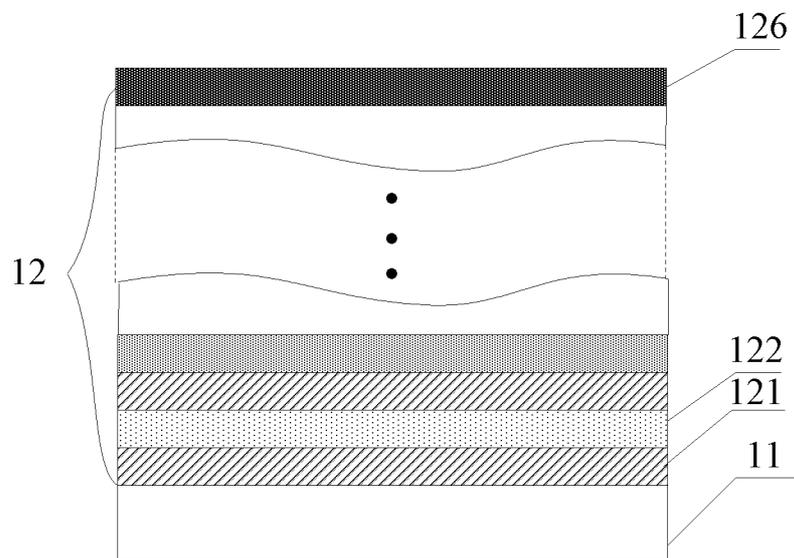


图 2b

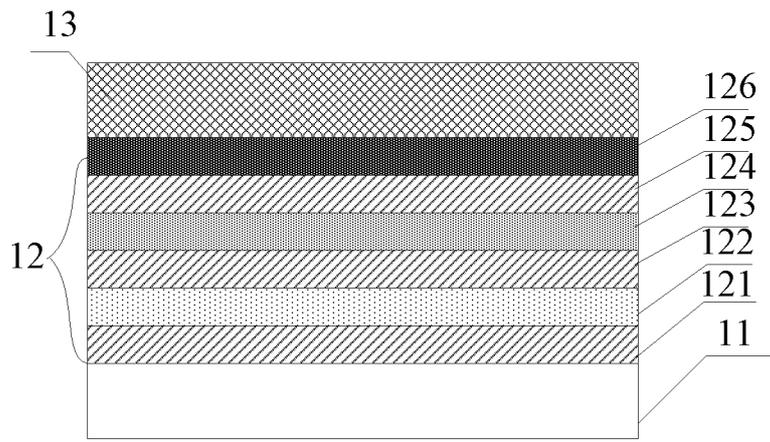


图 3a

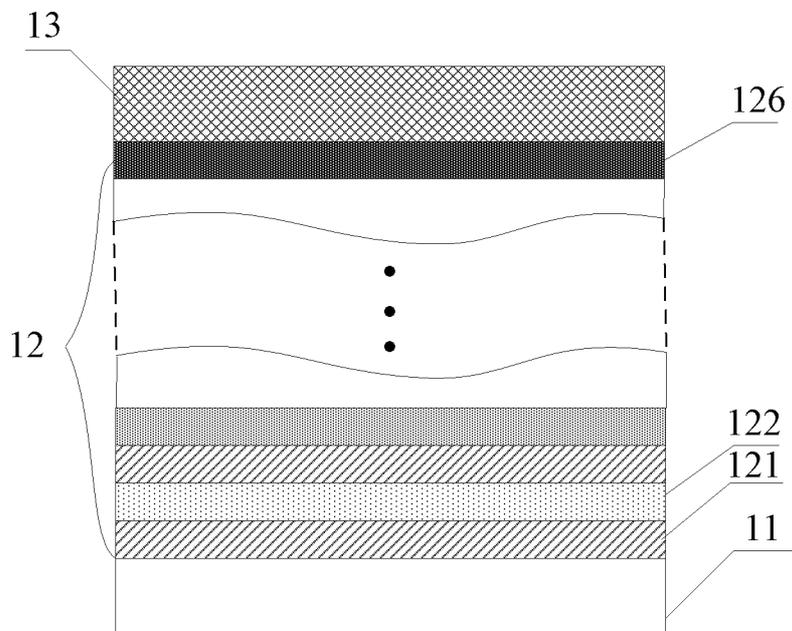


图 3b

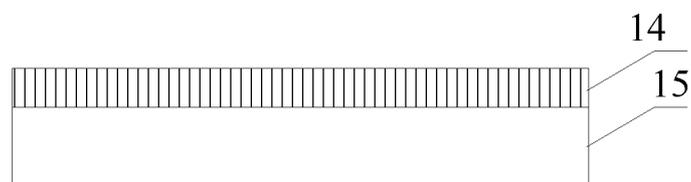


图 4

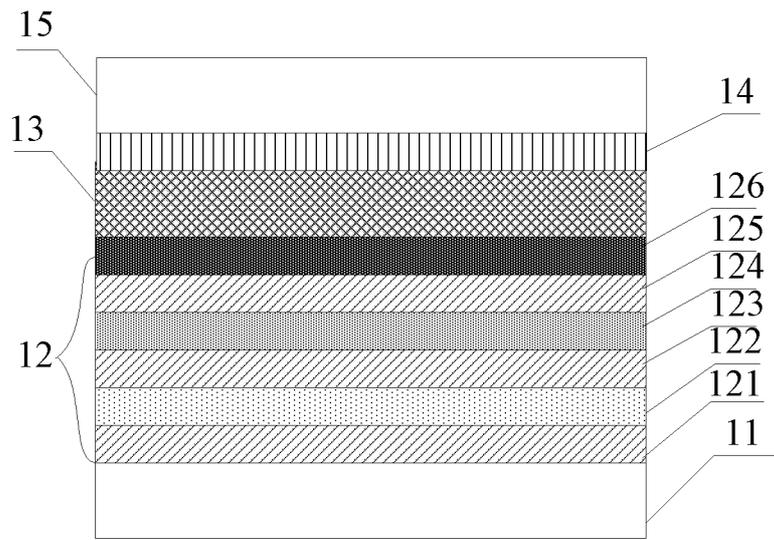


图 5a

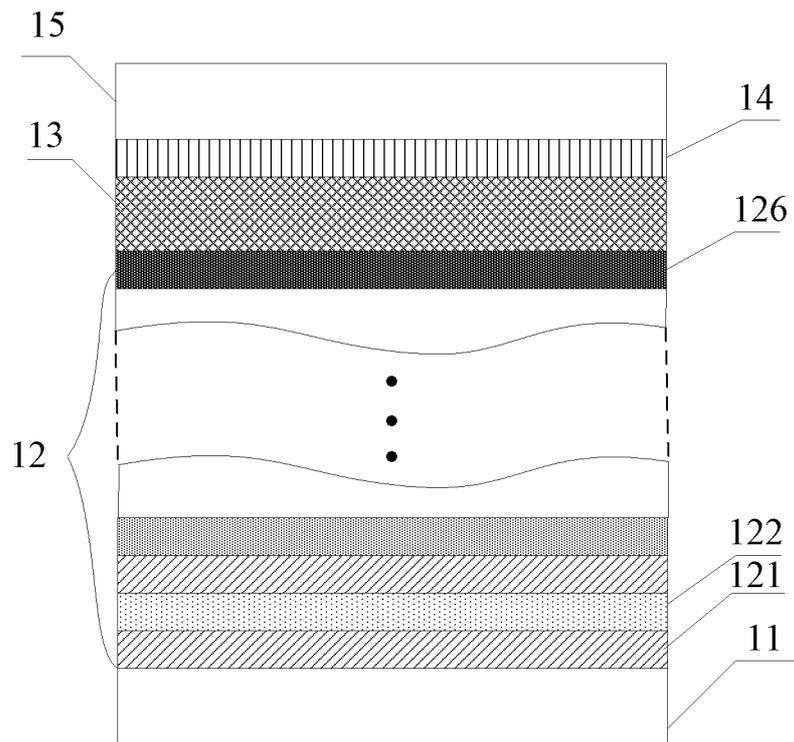


图 5b

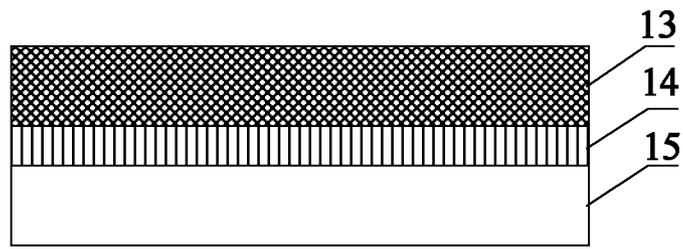


图 6