

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
H01L 33/00 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200810147014.0

[43] 公开日 2010年2月17日

[11] 公开号 CN 101651175A

[22] 申请日 2008.8.12

[21] 申请号 200810147014.0

[71] 申请人 昆山中辰硅晶有限公司

地址 215300 江苏省昆山市高新技术园汉浦路303号

[72] 发明人 陈敏璋 徐文庆 何思桦

[74] 专利代理机构 北京天平专利商标代理有限公司
代理人 孙刚

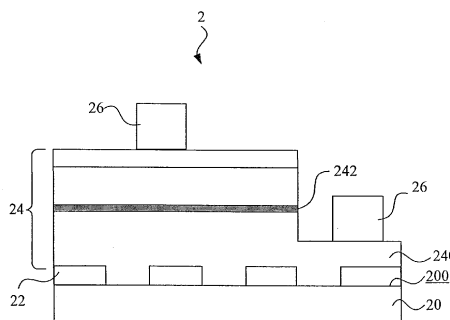
权利要求书3页 说明书4页 附图6页

[54] 发明名称

半导体发光元件及其制造方法

[57] 摘要

本发明公开了一种半导体发光元件及其制造方法。根据本发明的半导体发光元件包含一基板、一缓冲层、一多层结构及一欧姆电极结构。该缓冲层是选择性地形成于该基板的一上表面上，并使该基板的该上表面部分外露。该多层结构是形成以覆盖该缓冲层及该基板的外露的该上表面。该多层结构还包含一发光区。该缓冲层辅助该多层结构的一最底层侧向磊晶及垂直磊晶。该欧姆电极结构是形成于该多层结构上。



1. 一种半导体发光元件，包含：
 - 一基板；
 - 一缓冲层，该缓冲层是选择性地形成于该基板的一上表面上并使该基板的该上表面部分外露；
 - 一多层结构，该多层结构的形成覆盖了该缓冲层及该基板外露的该上表面，该多层结构包含一发光区，其中该缓冲层辅助该多层结构的一最底层侧向磊晶及垂直磊晶；以及
 - 一欧姆电极结构，该欧姆电极结构形成于该多层结构上。
2. 如权利要求1所述的半导体发光元件，其特征在于，该缓冲层是由氧化锌、氧化锌镁、氮化铝以及氧化铝中的其中一种材料形成。
3. 如权利要求2所述的半导体发光元件，其特征在于，该最底层是由氮化镓所形成。
4. 如权利要求2所述的半导体发光元件，其特征在于，该缓冲层的厚度范围从10nm至500nm。
5. 如权利要求3所述的半导体发光元件，其特征在于，该缓冲层由一原子层沉积制程、一电浆增强原子层沉积制程或一电浆辅助原子层沉积制程形成，该缓冲层还可由原子层沉积制程和电浆增强原子层沉积制程或原子层沉积制程和一电浆辅助原子层沉积制程的组合制程形成。
6. 如权利要求4所述的半导体发光元件，其特征在于，该缓冲层还通过一选择性蚀刻制程形成。
7. 如权利要求5所述的半导体发光元件，其特征在于，该缓冲层的形成在一介于室温至1200°C之间的制程温度下执行。
8. 如权利要求6所述的半导体发光元件，其特征在于，该缓冲层于形成后，是进一步于一介于400°C至1200°C之间的退火温度下执行退火。
9. 如权利要求7所述的半导体发光元件，其特征在于，该氧化锌缓冲层的原料由一ZnCl₂先驱物、一ZnMe₂先驱物和一ZnEt₂先驱物中的任一种先驱物及一H₂O先驱物、一O₃先驱物、一O₂电浆和一氧自由基中的任一种先驱物组成。
10. 如权利要求7所述的半导体发光元件，其特征在于，该氧化锌镁缓冲层的原料由一ZnCl₂先驱物、一ZnMe₂先驱物、一ZnEt₂先驱物、一MgCp₂先驱物和一Mg(thd)₂先驱物中的任一种先驱物及一H₂O先驱物、一O₃先驱物、一O₂电浆和一氧自由基中的任一种先驱物组成。
11. 如权利要求7所述的半导体发光元件，其特征在于，该氮化铝缓冲层的原料

由一 AlCl_3 先驱物、一 AlMe_3 先驱物、一 AlEt_3 先驱物、一 $\text{Me}_3\text{N}:\text{AlH}_3$ 先驱物和一 $\text{Me}_2\text{EtN}:\text{AlH}_3$ 先驱物中的任一种先驱物及一 NH_3 先驱物组成。

12. 如权利要求7所述的半导体发光元件,其特征在于,该氧化铝缓冲层的原料由一 AlCl_3 先驱物、一 AlBr_3 先驱物、一 AlMe_3 先驱物和一 AlEt_3 先驱物中的任一种先驱物及一 H_2O 先驱物、一 O_3 先驱物、一 O_2 电浆和一氧自由基中的任一种组成。

13. 如权利要求1所述的半导体发光元件,其特征在于,该基板是一sapphire基板、一Si基板、一SiC基板、一GaN基板、一ZnO基板、一 ScAlMgO_4 基板、一YSZ(Yttria-Stabilized Zirconia)基板、一 SrCu_2O_2 基板、一 LiGaO_2 基板、一 LiAlO_2 基板和一GaAs基板中的任一种基板。

14. 一种制造一半导体发光元件的方法,该方法包含下列步骤:

制备一基板;

选择性形成一缓冲层于该基板的一上表面上,使该基板的该上表面部分外露;

形成一多层结构以覆盖该缓冲层及该基板的外露的该上表面,该多层结构包含一发光区并且该缓冲层辅助该多层结构的一最底层侧向磊晶及垂直磊晶;以及

形成一欧姆电极结构于该多层结构上。

15. 如权利要求14所述的方法,其特征在于,该缓冲层由氧化锌、氧化锌镁、氮化铝以及氧化铝中其中一种材料形成。

16. 如权利要求15所述的方法,其特征在于,该最底层是由氮化镓所形成。

17. 如权利要求15所述的方法,其特征在于,该缓冲层的厚度范围从10nm至500nm。

18. 如权利要求17所述的方法,其特征在于,该缓冲层由一原子层沉积制程、一电浆增强原子层沉积制程或一电浆辅助原子层沉积制程形成,该缓冲层还可由原子层沉积制程和电浆增强原子层沉积制程或原子层沉积制程和一电浆辅助原子层沉积制程的组合制程形成。

19. 如权利要求17所述的方法,其特征在于,该缓冲层还通过一选择性蚀刻制程形成。

20. 如权利要求18所述的方法,其特征在于,该缓冲层的形成在一介于室温至 1200°C 之间的制程温度下执行。

21. 如权利要求20所述的方法,其特征在于,该缓冲层于形成后,进一步于一介于 400°C 至 1200°C 之间的退火温度下执行退火。

22. 如权利要求20所述的方法,其特征在于,该氧化锌缓冲层的原料由一 ZnCl_2 先驱物、一 ZnMe_2 先驱物和一 ZnEt_2 先驱物中的任一种先驱物及一 H_2O 先驱物、一 O_3 先驱物、一 O_2 电浆和一氧自由基中的任一种先驱物组成。

23. 如权利要求20所述的方法,其特征在于,该氧化锌镁缓冲层的原料由一

ZnCl₂先驱物、—ZnMe₂先驱物、—ZnEt₂先驱物、—MgCp₂先驱物和—Mg(thd)₂先驱物中的任一种先驱物及—H₂O先驱物、—O₃先驱物、—O₂电浆和一氧自由基中的任一种先驱物组成。

24. 如权利要求20所述的方法，其特征在于，该氮化铝缓冲层的原料由—AlCl₃先驱物、—AlMe₃先驱物、—AlEt₃先驱物、—Me₃N:AlH₃先驱物和—Me₂EtN:AlH₃先驱物中的任一种先驱物及—NH₃先驱物组成。

25. 如权利要求20所述的方法，其特征在于，该氧化铝缓冲层的原料由—AlCl₃先驱物、—AlBr₃先驱物、—AlMe₃先驱物和—AlEt₃先驱物中的任一种先驱物及—H₂O先驱物、—O₃先驱物、—O₂电浆和一氧自由基中的任一种先驱物组成。

26. 如权利要求14所述的方法，其特征在于，该基板为—sapphire基板、—Si基板、—SiC基板、—GaN基板、—ZnO基板、—ScAlMgO₄基板、—YSZ(Yttria-Stabilized Zirconia)基板、—SrCu₂O₂基板、—LiGaO₂基板、—LiAlO₂基板和—GaAs基板中的任一种基板。

半导体发光元件及其制造方法

技术领域

本发明涉及一种半导体发光元件，特别是涉及一种能够提升外部量子效率及具有良好的磊晶品质的半导体发光元件。

背景技术

现今半导体发光元件(例如，发光二极管)的应用领域已甚为广泛，例如照明以及遥控领域等，皆见到半导体发光元件被广泛地应用。为了让半导体发光元件尽可能地确保较高的功能可靠性以及较低的能源消耗，因此对于半导体发光元件皆须要求其本身的外部量子效率(external quantum efficiency)。

理论上，一半导体发光元件的外部量子效率与其本身的内部量子效率(internal quantum efficiency)及光取出效率(light-extraction efficiency)有关。所谓的内部量子效率是由材料特性及品质所决定。至于光取出效率则是意味着从元件内部发出至周围空气或是封装的环氧树脂内的辐射比例。光取出效率是取决于当辐射离开元件内部时所发生的损耗。造成上述损耗的主要原因之一由于形成元件的表面层的半导体材料具有高折射系数(refraction coefficient)，导致光在该材料表面产生全反射(total reflection)而无法发射出去。

请参阅图 1。为提升半导体发光元件的外部量子效率，具有图案化表面 10 的基板 1 已经公开并用于制造半导体发光元件。图 1 显示了已知的具有图案化表面 10 的蓝宝石基板 1 的示意图。图案化表面 10 可用以散射由半导体发光元件射出的光线以降低全反射，进一步提升半导体发光元件的外部量子效率。

此外，半导体材料层(例如，氮化镓)可通过不错的横向磊晶方式形成于图案化表面 10 的蓝宝石基板 1 上。然而，氮化镓却不容易直接于图案化表面 10 的蓝宝石基板 1 上成长，即垂直磊晶的效果不佳。因此，于图案化表面 10 的蓝宝石基板 1 上成长的氮化镓半导体材料层的品质仍有待改善。

在现有技术中，半导体发光元件的半导体材料层与一般的基板之间可通过形成一缓冲层以改善半导体材料层的品质。因此，若该缓冲层的设计可以类比于具有图案化表面 10 的基板 1，该缓冲层将具有提升半导体发光元件的外部量子效率的附加功能。

因此，本发明的主要目的在于提供一种能够提升外部量子效率及具有良好的磊

晶品质的半导体发光元件，以解决上述问题。

发明内容

本发明的一目的在于提供一种半导体发光元件及其制造方法。

根据本发明的一具体实施例，该半导体发光元件包含一基板(substrate)、一缓冲层(buffer layer)、一多层结构(multi-layer structure)及一欧姆电极结构(ohmic electrode structure)。

该缓冲层是选择性地形成于该基板的一上表面上，致使该基板的该上表面部分外露。该多层结构的形成以覆盖该缓冲层及该基板外露的该上表面。该多层结构还包含一发光区(light-emitting region)。该缓冲层辅助该多层结构的一最底层(bottom-most layer)侧向磊晶及垂直磊晶。该欧姆电极结构是形成于该多层结构上。

根据本发明的另一具体实施例为一种制造供一半导体发光元件的方法。

该方法首先制备一基板。接着，该方法选择性形成一缓冲层于该基板的一上表面上，致使该基板的该上表面部分外露。然后，该方法形成一多层结构以覆盖该缓冲层及该基板的外露的该上表面。该多层结构包含一发光区并且该缓冲层辅助该多层结构的一最底层侧向磊晶及垂直磊晶。最后，该方法形成一欧姆电极结构于该多层结构上。

相比现有技术，根据本发明的半导体发光元件选择性地形成缓冲层于基板的表面上。缓冲层可用以散射由半导体发光元件射出的光线以降低全反射，进一步提升半导体发光元件的外部量子效率。此外，缓冲层亦可以提供良好的侧向磊晶及垂直磊晶，以提高半导体发光元件的磊晶品质。

关于本发明的优点与精神可以通过以下的发明详述及所附图式得到进一步的了解。

附图说明

图1显示了现有的具有图案化表面的蓝宝石基板的示意图。

图2显示了根据本发明的一具体实施例的一半导体发光元件。

图3A至图3I显示了根据本发明的另一具体实施例的制造一半导体发光元件的方法的截面视图。

具体实施方式

请参阅图2，图2是绘示根据本发明的一具体实施例的一半导体发光元件2。

如图2所示，该半导体发光元件2包含一基板20、一缓冲层22、一多层结构

24 及一欧姆电极结构 26。

于实际应用中, 该基板 20 可以是蓝宝石(sapphire)、硅(Si)、SiC、GaN、ZnO、ScAlMgO₄、YSZ(Yttria-Stabilized Zirconia)、SrCu₂O₂、LiGaO₂、LiAlO₂、GaAs 或其他类似基材。

该缓冲层 22 可以选择性地形成于该基板 20 的一上表面 200 上, 从而使该基板 20 的该上表面 200 部分外露。该多层结构 24 的形成覆盖该缓冲层 22 及该基板 20 外露的该上表面 200。该多层结构 24 还包含一发光区 242。该缓冲层 22 可以辅助该多层结构 24 的一最底层 240 侧向磊晶及垂直磊晶。于一具体实施例中, 该最底层 240 可以是氮化镓(GaN)。该欧姆电极结构 26 形成于该多层结构 24 上。

于实际应用中, 该缓冲层 22 可以是氧化锌(ZnO)、氧化锌镁(Mg_xZn_{1-x}O)、氮化铝(AlN)或氧化铝(Al₂O₃), 其中 $0 < x \leq 1$ 。该缓冲层 22 的厚度范围从 10nm 至 500nm。

若该缓冲层 22 是氧化锌, 该氧化锌缓冲层 22 的原料可由一 ZnCl₂先驱物、一 ZnMe₂先驱物和一 ZnEt₂先驱物中的任一种先驱物及一 H₂O 先驱物、一 O₃先驱物、一 O₂电浆和一氧自由基中的任一种先驱物组成。

若该缓冲层 22 是氧化锌镁, 该氧化锌镁缓冲层 22 的原料可由一 ZnCl₂先驱物、一 ZnMe₂先驱物、一 ZnEt₂先驱物、一 MgCp₂先驱物和一 Mg(thd)₂先驱物中的任一种先驱物及一 H₂O 先驱物、一 O₃先驱物、一 O₂电浆和一氧自由基中的任一种先驱物组成。

若该缓冲层 22 是氮化铝, 该氮化铝缓冲层 22 的原料可由一 AlCl₃先驱物、一 AlMe₃先驱物、一 AlEt₃先驱物、一 Me₃N:AlH₃先驱物和一 Me₂EtN:AlH₃先驱物中的任一种先驱物及一 NH₃先驱物组成。

若该缓冲层 22 是氧化铝, 该氧化铝缓冲层 22 的原料可由一 AlCl₃先驱物、一 AlBr₃先驱物、一 AlMe₃先驱物和一 AlEt₃先驱物中的任一种先驱物及一 H₂O 先驱物、一 O₃先驱物、一 O₂电浆和一氧自由基中的任一种先驱物组成。

于一具体实施例中, 该缓冲层 22 可以通过一原子层沉积(atomic layer deposition, ALD)制程、一电浆增强原子层沉积(plasma-enhanced ALD)制程或一电浆辅助原子层沉积(plasma-assisted ALD)制程形成, 该缓冲层 22 还可通过原子层沉积制程和电浆增强原子层沉积制程或原子层沉积制程和一电浆辅助原子层沉积制程的组合制程形成。

于实际应用中, 该缓冲层 22 的形成可以在一介于室温至 1200°C 之间的制程温度下执行。该缓冲层 22 于形成后, 可以进一步于一介于 400°C 至 1200°C 之间的退火温度下执行退火。

于另一具体实施例中, 该缓冲层 22 还可以通过一选择性蚀刻制程形成。

请参阅图 3A 至图 3I, 图 3A 至图 3I 显示了根据本发明的另一具体实施例的制

造一半导体发光元件 2 的方法的截面视图。

首先,如图 3A 所示,该方法制备一基板 20。

接着,如图 3B 所示,于一具体实施例中,该方法可以通过一原子层沉积制程形成一缓冲层 22 于该基板 20 的一上表面 200 上。然后,如图 3C 所示,该方法可以选择性地形成蚀刻阻抗层(例如,光阻)于该缓冲层 22 的表面上并且执行一选择性蚀刻制程于该缓冲层 22 的表面上。之后,如图 3D 所示,该方法可以选择性地形成该缓冲层 22 于该基板 20 的该上表面 200 上,致使该基板 20 的该上表面 200 部分外露。

于另一具体实施例中,如图 3E 所示,该方法可以先选择性地形成蚀刻阻抗层(例如,光阻)于该基板 20 的表面 200 上。然后,如图 3F 所示,该方法可以通过一原子层沉积制程、一电浆增强原子层沉积制程或一电浆辅助原子层沉积制程形成该缓冲层 22 于该基板 20 的该上表面 200 上,该缓冲层 22 还可由原子层沉积制程和电浆增强原子层沉积制程或原子层沉积制程和一电浆辅助原子层沉积制程的组合制程形成。之后,如图 3G 所示,该方法可以通过一剥离法(lift-off method)将蚀刻阻抗层移除,以选择性地形成该缓冲层 22 于该基板 20 的该上表面 200 上,致使该基板 20 的该上表面 200 部分外露。

接着,如图 3H 所示,该方法形成一多层结构 24 以覆盖该缓冲层 22 及该基板 20 的外露的该上表面 200,其中该多层结构 24 包含一发光区 242。该缓冲层 22 可以辅助该多层结构 24 的一最底层 240 侧向磊晶及垂直磊晶。最后,如图 3I 所示,该方法可以选择性地蚀刻该多层结构 24 并形成欧姆电极结构 26 于该多层结构 24 上。

相比现有技术,根据本发明的半导体发光元件选择性地形成缓冲层于基板的表面上。缓冲层可用以散射由半导体发光元件射出的光线以降低全反射,进一步提升半导体发光元件的外部量子效率。此外,缓冲层亦可以提供良好的侧向磊晶及垂直磊晶,以提高半导体发光元件的磊晶品质。

通过以上优选实施例的详述,是希望能更加清楚描述本发明的特征与精神,而并非以上述所公开的优选实施例来对本发明的目的加以限制。相反地,其目的是希望能涵盖各种改变及具相等性的安排于本发明所欲申请的专利范围的目的内。因此,本发明所申请的专利范围的目的应该根据上述的说明作最广泛的解释,以致使其涵盖所有可能的改变以及具相等性的安排。

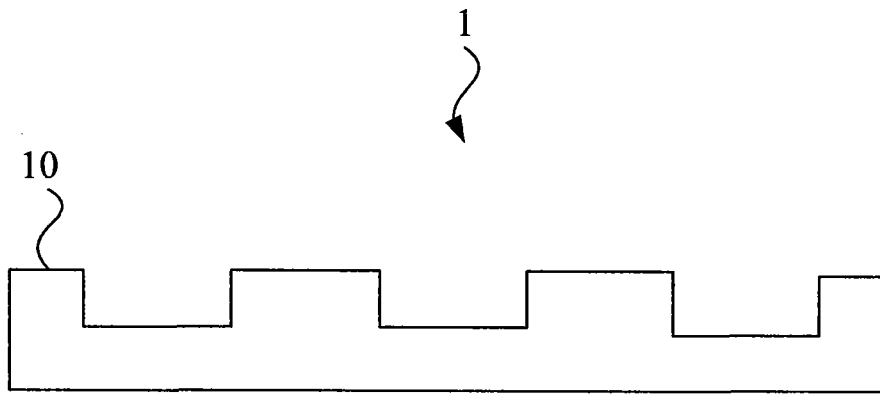


图 1

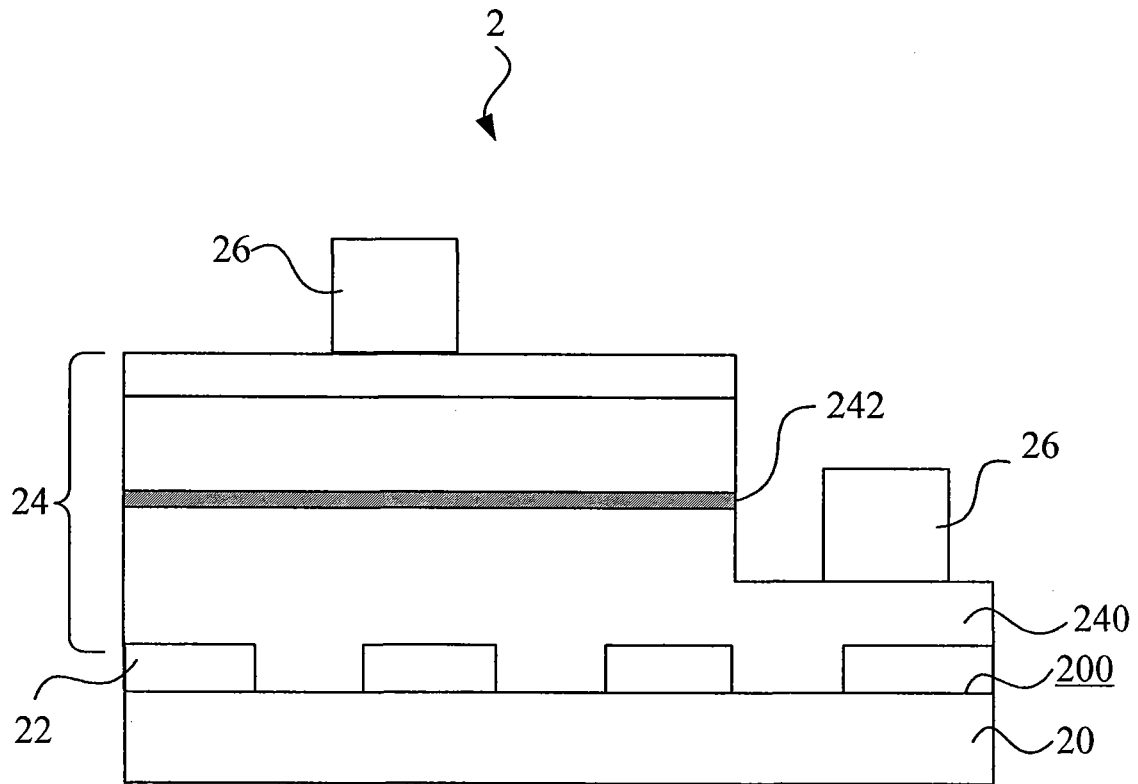


图 2

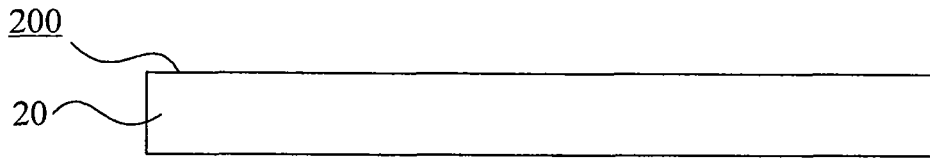


图 3 A

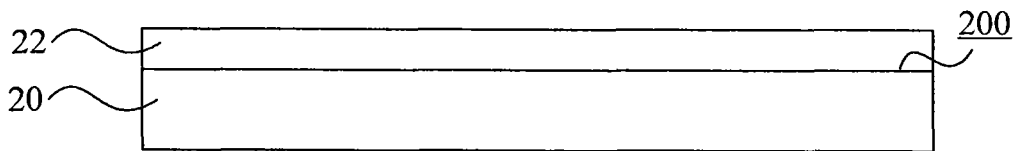


图 3 B

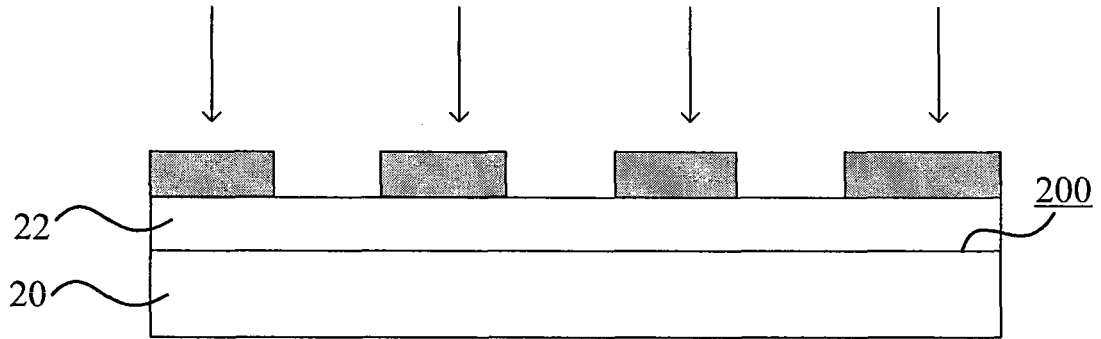


图 3C

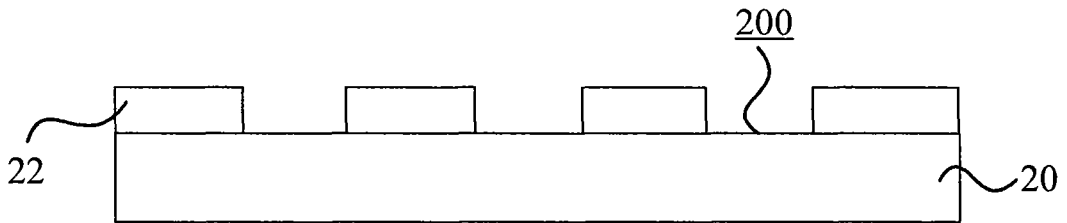


图 3D

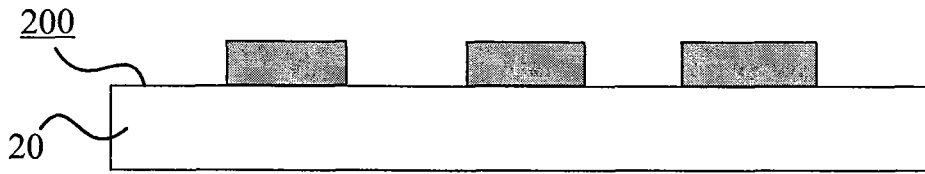


图 3E

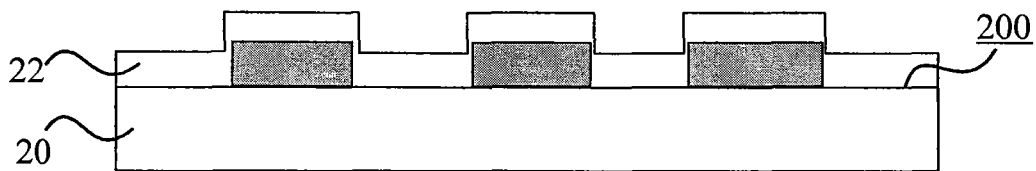


图 3F

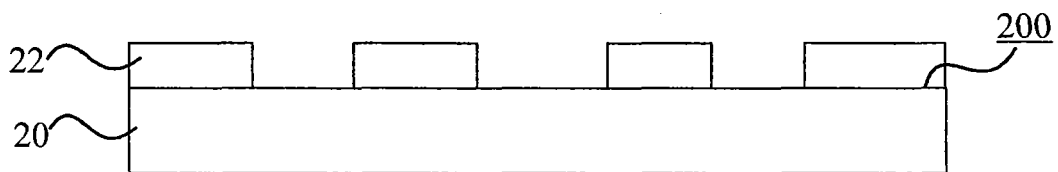


图 3G

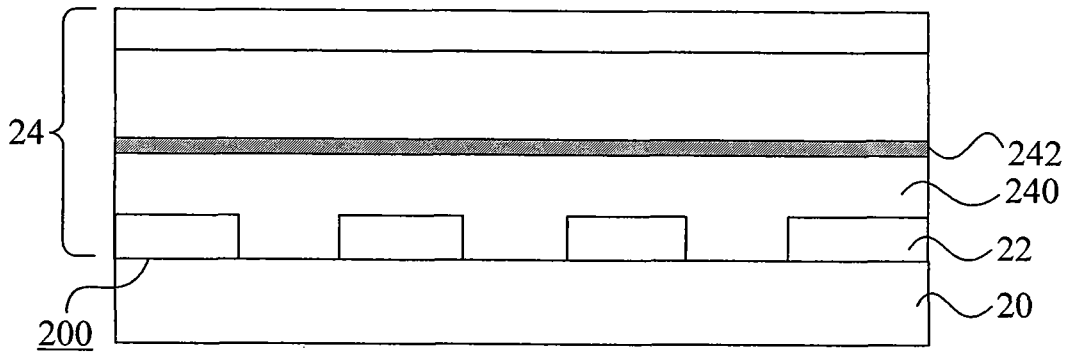


图 3H

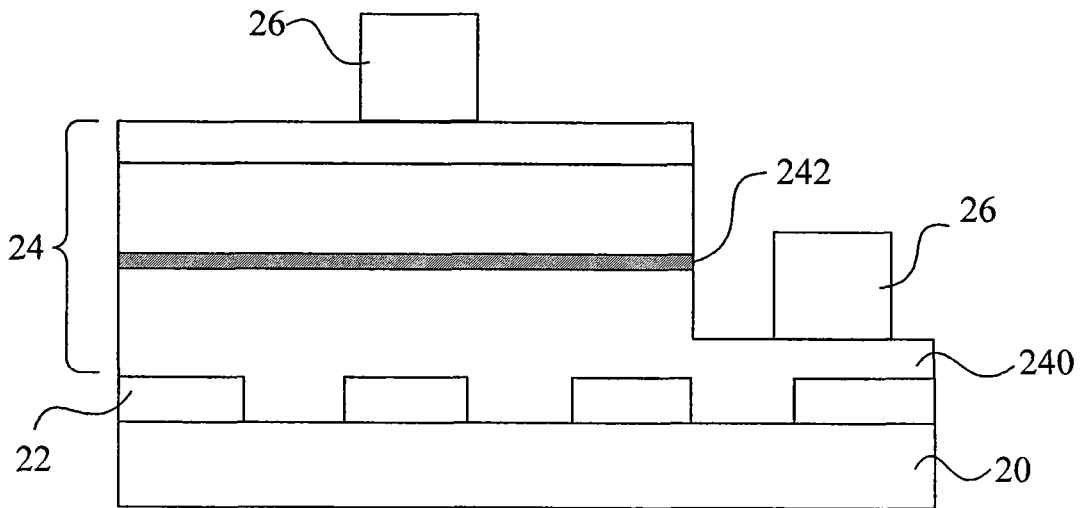


图 3I