



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110970532 B

(45) 授权公告日 2021.10.22

(21) 申请号 201811142993.0

H01L 33/44 (2010.01)

(22) 申请日 2018.09.28

H01S 5/028 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

H01S 5/183 (2006.01)

申请公布号 CN 110970532 A

H01S 5/30 (2006.01)

(43) 申请公布日 2020.04.07

(56) 对比文件

CN 104518064 A, 2015.04.15

(73) 专利权人 丁肇诚

CN 104518064 A, 2015.04.15

地址 中国台湾新竹市东区田美三街31-1号
10楼

CN 107645123 A, 2018.01.30

(72) 发明人 丁肇诚 郭浩中

CN 102047445 A, 2011.05.04

(74) 专利代理机构 北京律诚同业知识产权代理
有限公司 11006

CN 103066181 A, 2013.04.24

代理人 梁挥 李岩

JP 2002344015 A, 2002.11.29

(51) Int.Cl.

审查员 史敏娜

H01L 33/06 (2010.01)

权利要求书3页 说明书8页 附图5页

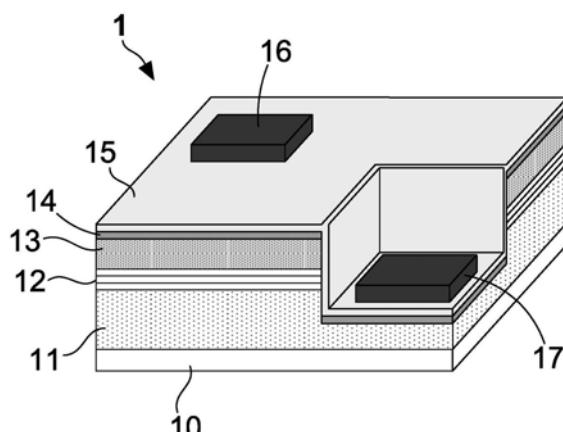
H01L 33/32 (2010.01)

(54) 发明名称

可提升巨量转移良率的微发光二极管

(57) 摘要

本发明于一微发光二极管的表面覆上一第一保护层与一第二保护层,以完成一种可提升巨量转移良率的微发光二极管。特别地,表面覆有第一保护层与第二保护层的微发光二极管能够表现出较高的外来应力的耐受程度。如此,单一微发光二极管在进行基板转移或多个微发光二极管在进行巨量转移之时,其表层或其它区域便不会因受到外来应力的作用而导致变形、破裂或崩坏。同时,为了避免第一保护层与第二保护层会影响微发光二极管的正常出光,本发明特别令第一保护层的折射率小于第二半导体材料层,并同时令第二保护层的折射率小于第一保护层。



1. 一种微发光二极管,其特征在于,包括:

一基板;

一第一半导体材料层,形成于该基板之上;

一主动层,形成于该第一半导体材料层之上;

一第二半导体材料层,形成于该主动层之上;

一第一保护层,形成于该第二半导体材料层之上,并具有一第一开口与一第二开口;其中,该第一保护层同时覆盖该第二半导体材料层的侧面、该主动层的侧面以及该第一半导体材料层的侧面与部分表面,且该第一保护层的折射率必须小于该第二半导体材料层,且该第一保护层的晶格常数与该第二半导体材料层的晶格常数相互匹配;

一第二保护层,形成于该第一保护层之上,并具有对应于该第一开口的一第三开口与对应于该第二开口的一第四开口;

一第一电极,通过该第二开口与该第四开口而形成于该第一半导体材料层之上;以及

一第二电极,通过该第一开口与该第三开口而形成于该第二半导体材料层之上;

其中,该第一保护层的折射率小于该第二半导体材料层,且其制造材料为下列任一者:未掺杂的氮化镓(undoped GaN)或硒化锌(ZnSe);

其中,该第二保护层的折射率小于该第一保护层,且其为下列任一种第一金属氧化物层:氧化铪(HfO₂)、氧化镁(MgO)或氧化钇(Y₂O₃);

其中,该第二保护层与该第一保护层之间更包括一缓冲层,该缓冲层为一第二金属氧化物层,且组成该缓冲层的一第二金属元素的原子的大小小于组成该第二保护层的一第一金属元素的原子的大小。

2. 如权利要求1所述的微发光二极管,其特征在于,该基板为下列任一种:尖晶石(Spinnel)基板、碳化硅(SiC)基板、蓝宝石(Sapphire)基板、陶瓷基板、聚酰亚胺(Polyimide)基板、或印刷电路板。

3. 如权利要求1所述的微发光二极管,其特征在于,该第一半导体材料层的制造材料为N型氮化镓(n-type gallium nitride, n-GaN),且该第二半导体材料层的制造材料为P型氮化镓(p-type gallium nitride, p-GaN)。

4. 如权利要求1所述的微发光二极管,其特征在于,所述主动层为形成于该第一半导体材料层与该第二半导体材料层之间的单一量子阱结构,且该主动层的制造材料为下列任一者:氮化镓(GaN)、氮化铝镓(Al_xGa_{1-x}N)、或氮化铟镓(In_xGa_{1-x}N)。

5. 如权利要求1所述的微发光二极管,其特征在于,所述主动层为形成于该第一半导体材料层与该第二半导体材料层之间的多重量子阱结构,且该多重量子阱结构为下列任一者:氮化镓与氮化铟镓(In_xGa_{1-x}N)的多重堆叠结构、氮化镓与氮化铝镓(Al_xGa_{1-x}N)的多重堆叠结构、或氮化铝镓(Al_xGa_{1-x}N)与氮化铟镓(In_xGa_{1-x}N)的多重堆叠结构。

6. 如权利要求1所述的微发光二极管,其特征在于,该第一电极与该第二电极的制造材料为下列任一者:铝(Al)、银(Ag)、钛(Ti)、镍(Ni)、金(Au)、铜(Cu)、铬(Cr)、铂(Pt)。

7. 如权利要求1所述的微发光二极管,其特征在于,该第一电极与该第二电极的制造材料为下列任两者或任两者以上的组合:铝(Al)、银(Ag)、钛(Ti)、镍(Ni)、金(Au)、铜(Cu)、铬(Cr)、铂(Pt)。

8. 如权利要求1所述的微发光二极管,其特征在于,该第一保护层与该第二保护层的厚

度介于1纳米至50纳米之间。

9. 一种微发光二极管,其特征在于,包括:

一基板;

一第一布拉格反射镜,形成于该基板之上;

一第一半导体材料层,形成于该第一布拉格反射镜之上;

一主动层,形成于该第一半导体材料层之上;

一第二半导体材料层,形成于该主动层之上;以及

一第二布拉格反射镜,形成于该第二半导体材料层之上;

一第一保护层,覆盖该第二布拉格反射镜的表面与侧面、该第二半导体材料层的表面与侧面、该主动层的侧面、该第一半导体材料层的侧面、与该第一布拉格反射镜的侧面,并具有一第一开口与一第二开口;

一第二保护层,形成于该第一保护层之上,并具有对应于该第一开口的一第三开口与对应于该第二开口的一第四开口;

一第一电极,通过该第二开口与该第四开口而形成于该第一半导体材料层之上;以及

一第二电极,通过该第一开口与该第三开口而形成于该第二半导体材料层之上;

其中,该第一保护层的折射率小于该第二半导体材料层,且该第一保护层的晶格常数与该第二半导体材料层的晶格常数相互匹配,且其制造材料为下列任一者:未掺杂的氮化镓(undoped GaN)或硒化锌(ZnSe);

其中,该第二保护层折射率小于该第一保护层,且其为下列任一种第一金属氧化物层:氧化铪(HfO₂)、氧化镁(MgO)或氧化钇(Y₂O₃);

其中,该第二保护层与该第一保护层之间更包括一缓冲层,该缓冲层为一第二金属氧化物层,且组成该缓冲层的一第二金属元素的原子的大小小于组成该第二保护层的一第一金属元素的原子的大小。

10. 如权利要求9所述的微发光二极管,其特征在于,该基板为下列任一种:尖晶石(Spinel)基板、碳化硅(SiC)基板、蓝宝石(Sapphire)基板、陶瓷基板、聚酰亚胺(Polyimide)基板、或印刷电路板。

11. 如权利要求9所述的微发光二极管,其特征在于,为一垂直共振腔面射激光元件(Vertical cavity surface emitting laser device, VCSEL device)。

12. 如权利要求9所述的微发光二极管,其特征在于,该第一半导体材料层的制造材料为N型的III-V族半导体复合物,且该第二半导体材料层的制造材料为P型的III-V族半导体复合物。

13. 如权利要求9所述的微发光二极管,其中,所述主动层为形成于该第一半导体材料层与该第二半导体材料层之间的单一量子阱结构或一多重量子阱结构。

14. 如权利要求9所述的微发光二极管,其特征在于,该第一电极与该第二电极的制造材料为下列任一者:铝(Al)、银(Ag)、钛(Ti)、镍(Ni)、金(Au)、铜(Cu)、铬(Cr)、铂(Pt)。

15. 如权利要求9所述的微发光二极管,其特征在于,该第一电极与该第二电极的制造材料为下列任两者或任两者以上的组合:铝(Al)、银(Ag)、钛(Ti)、镍(Ni)、金(Au)、铜(Cu)、铬(Cr)、铂(Pt)。

16. 如权利要求9所述的微发光二极管,其特征在于,该第一保护层与该第二保护层的

厚度介于1纳米至50纳米之间。

可提升巨量转移良率的微发光二极管

技术领域

[0001] 本发明关于发光二极管 (Light-emitting diode, LED) 的技术领域, 尤指一种可提升巨量转移良率的微发光二极管。

背景技术

[0002] 发光二极管 (Light-Emitting Diode, LED) 为目前广泛应用的发光元件, 由于其具有体积小、使用寿命长等优点, 因而被广泛地应用于人类的日常生活之中。一般发光二极管的晶粒的对角线长度介于200微米至300微米之间。另一方面, 晶粒的对角线长度介于50微米至60微米之间的发光二极管被称为次毫米发光二极管 (Mini LED), 而晶粒的对角线长度小于50微米的发光二极管则被称作微发光二极管 (Micro LED, μ LED)。

[0003] 图1为显示现有的微发光二极管显示面板。目前的技术已经可以将微发光二极管应用于显示面板 (或模块) 之中, 用以作为一个子画素 (Sub-pixel)。例如, 于图1之中, 一个红光微发光二极管RLED'、一个绿光微发光二极管GLED' 与一个蓝光微发光二极管BLED' 可构成微发光二极管显示面板1' 的一个画素 (pixel)。该微发光二极管显示面板1' 更包括一基板10', 且该基板10' 的表面形成有多个电性连接垫101', 用以电性连接该多个红光微发光二极管RLED'、该多个绿光微发光二极管GLED' 与该多个蓝光微发光二极管BLED'。一般而言, 基板10' 更包括驱动电路, 用以控制每个子画素或者每个画素的显示。值得注意的是, 分辨率为4K2K的显示面板1' 具有 4096×2160 个画素; 也就是说, 分辨率为4K2K的显示面板1' 会至少包含2,488万颗微发光二极管。由此可知, 如何将大量的微发光二极管排列至该基板10' 之上, 成为微发光二极管显示面板1' 最主要的制造方面的问题。

[0004] 通过高精度的设备将巨量的微米等级的LED晶粒布置在一基板或者一电路板之上, 此一程序被称为巨量转移 (Mass transfer)。美国专利公开号2018/0053742A1即揭示一种巨量转移电子元件的方法。对应地, 图2A、图2B与图2C为显示美国专利公开号2018/0053742A1所揭示的巨量转移电子元件的方法的工艺示意图。根据美国专利公开号2018/0053742A1的揭示内容, 所述巨量转移电子元件的方法包括多个工艺步骤。首先, 于步骤1之中, 于一基板112' 的表面上制作出呈数组式排列的多个LED晶粒200' (如图2A所示)。接着, 于步骤2之中, 将一暂时性固定膜120' 贴附至该基板112' 的底面 (如图2A所示), 例如: 蓝膜 (Blue tape)。

[0005] 继续地, 于步骤3之中, 利用激光蚀刻设备于基板112' 的表面上制作出多个刻痕 (如图2B所示); 之后, 再将基板112' 翻转过来, 使得基板112' 的底面朝上 (如图2B所示)。接着, 于步骤4之中, 使用切割机沿着刻痕切割该基板112' 进而获得多个子基板113' (如图2C所示)。值得注意的是, 每个子基板113' 的表面上皆具有多个LED晶粒200'。继续地, 使用真空吸附机将子基板113' 移动至一承载基板BS' 之上, 使得每个LED晶粒200' 的两个电极皆与预设于承载基板BS' 的表面之上的接合电极BE' 达成电性连接。

[0006] 于制造厂内实际使用过前述巨量转移电子元件的方法的半导体元件工程师应该都知道, 在执行基板112' 的翻转处理的过程中, 有部分的LED晶粒200' 因受到外来应力的作

用而损坏。并且,使用真空吸附机移动子基板113'的过程中,又会有部分的LED晶粒200'因受到外来应力的作用而损坏。值得特别说明的是,承载基板BS'通常为印刷电路板或软性电路板。因此,当LED晶粒200'被巨量转移至软性电路板之后,软性电路板的弯折或弯曲也会施加应力至设于其上的多个LED晶粒200',因而造成部分的LED晶粒200'的损坏。

[0007] 由上述说明可知,现有技术虽然已经能够借由蓝膜与真空吸附机的使用将巨量的微米等级的LED晶粒布置在一软性基板或者一印刷电路板之上,然而在巨量转移的过程中却造成可观的LED晶粒的损伤或毁损。显然地,这样的巨量转移方法仍旧于实务应用上显示出缺陷与不足;有鉴于此,本案的发明人极力加以研究发明,而终于研发完成本发明的一种可提升巨量转移良率的微发光二极管。

发明内容

[0008] 本发明的主要目的在于提出一种可提升巨量转移良率的微发光二极管。特别地,本发明于一微发光二极管的表面覆上一第一保护层与一第二保护层,使得表面覆有第一保护层与第二保护层的微发光二极管能够表现出较高的外来应力的耐受程度。如此,单一微发光二极管在进行基板转移或多个微发光二极管在进行巨量转移之时,其表层或其它区域便不会因受到外来应力的作用而导致变形、破裂或崩坏。同时,为了避免第一保护层与第二保护层会影响微发光二极管的正常出光,本发明特别令第一保护层的折射率小于第二半导体材料层,并同时令第二保护层折射率小于第一保护层。

[0009] 为了达成上述本发明的主要目的,本案发明人提供所述可提升巨量转移良率的微发光二极管的一实施例,包括:

- [0010] 一基板;
- [0011] 一第一半导体材料层,形成于该基板之上;
- [0012] 一主动层,形成于该第一半导体材料层之上;
- [0013] 一第二半导体材料层,形成于该主动层之上;
- [0014] 一第一保护层,形成于该第二半导体材料层之上,并具有一第一开口与一第二开口;其中,该第一保护层同时覆盖该第二半导体材料层的侧面、该主动层的侧面、以及该第一半导体材料层的侧面与部分表面;
- [0015] 一第二保护层,形成于该第一保护层之上,并具有对应于该第一开口的一第三开口与对应于该第二开口的一第四开口;
- [0016] 一第一电极,通过该第二开口与该第四开口而形成于该第一半导体材料层之上;以及
- [0017] 一第二电极,通过该第一开口与该第三开口而形成于该第二半导体材料层之上;
- [0018] 其中,该第一保护层的折射率小于该第二半导体材料层,且该第二保护层折射率小于该第一保护层。
- [0019] 并且,为了达成上述本发明的主要目的,本案发明人同时提供所述可提升巨量转移良率的微发光二极管的另一实施例,包括:
- [0020] 一基板;
- [0021] 一第一布拉格反射镜,形成于该基板之上;
- [0022] 一第一半导体材料层,形成于该第一布拉格反射镜之上;

- [0023] 一主动层,形成于该第一半导体材料层之上;
- [0024] 一第二半导体材料层,形成于该主动层之上;以及
- [0025] 一第二布拉格反射镜,形成于该第二半导体材料层之上;
- [0026] 一第一保护层,覆盖该第二布拉格反射镜的表面与侧面、该第二半导体材料层的表面与侧面、该主动层的侧面、该第一半导体材料层的侧面、与该第一布拉格反射镜的侧面,并具有一第一开口与一第二开口;
- [0027] 一第二保护层,形成于该第一保护层之上,并具有对应于该第一开口的一第三开口与对应于该第二开口的一第四开口;
- [0028] 一第一电极,通过该第二开口与该第四开口而形成于该第一半导体材料层之上;以及
- [0029] 一第二电极,通过该第一开口与该第三开口而形成于该第二半导体材料层之上;
- [0030] 其中,该第一保护层的折射率小于该第二半导体材料层,且该第二保护层折射率小于该第一保护层。

附图说明

- [0031] 图1为显示现有的微发光二极管显示面板;
- [0032] 图2A、图2B与图2C为显示美国专利公开号2018/0053742A1所揭示的巨量转移电子元件的方法的工艺示意图;
- [0033] 图3为显示本发明的一种可提升巨量转移良率的微发光二极管的第一实施例的示意性立体图;
- [0034] 图4为显示本发明的可提升巨量转移良率的微发光二极管的第一剖视图;
- [0035] 图5为显示本发明的可提升巨量转移良率的微发光二极管的第二剖视图;
- [0036] 图6为显示本发明的一种可提升巨量转移良率的微发光二极管的第二实施例的第一剖视图;
- [0037] 图7为显示本发明的可提升巨量转移良率的微发光二极管的第二实施例的第二剖视图;以及
- [0038] 图8为显示本发明的可提升巨量转移良率的微发光二极管的第二实施例的第三剖视图。
- [0039] 其中附图标记为:
- [0040] 1 可提升巨量转移良率的微发光二极管
- [0041] 10 基板
- [0042] 11 第一半导体材料层
- [0043] 12 主动层
- [0044] 13 第二半导体材料层
- [0045] 14 第一保护层
- [0046] 15 第二保护层
- [0047] 16 第一电极
- [0048] 17 第二电极
- [0049] BF 缓冲层

- [0050] 20 基板
- [0051] 21 第一布拉格反射镜
- [0052] 22 第一半导体材料层
- [0053] 23 主动层
- [0054] 24 第二半导体材料层
- [0055] 25 第二布拉格反射镜
- [0056] 26 第一保护层
- [0057] 27 第二保护层
- [0058] 28 第一电极
- [0059] 29 第二电极
- [0060] ACO 氧化层
- [0061] 24a 中间半导体材料层
- [0062] TJ 穿隧接面
- [0063] 22a 第一接合层
- [0064] 24b 第二接合层
- [0065] 112' 基板
- [0066] 200' LED晶粒
- [0067] 120' 暂时性固定膜
- [0068] 113' 子基板
- [0069] BS' 承载基板
- [0070] BE' 接合电极
- [0071] RLED' 红光微发光二极管
- [0072] GLED' 绿光微发光二极管
- [0073] BLED' 蓝光微发光二极管
- [0074] 1' 显示面板
- [0075] 101' 电性连接垫
- [0076] 10' 基板

具体实施方式

[0077] 为了能够更清楚地描述本发明所提出的一种可提升巨量转移良率的微发光二极管,以下将配合图式,详尽说明本发明的较佳实施例。

[0078] 第一实施例

[0079] 请参阅图3,为显示本发明的一种可提升巨量转移良率的微发光二极管的第一实施例的示意性立体图,并且,图4为显示本发明的可提升巨量转移良率的微发光二极管的第一剖视图。熟悉发光二极管的基础元件设计与制作的工程师应该可通过图3与图4推知,本发明的可提升巨量转移良率的微发光二极管1(下文简称“微发光二极管”)的第一实施例包括了标准的发光二极管的基础结构。如图3与图4所示,此新式微发光二极管1于结构上包括:一基板10、形成于该基板10之上的一第一半导体材料层11、形成于该第一半导体材料层11之上的一主动层12、形成于该主动层12之上的一第二半导体材料层13、一第一保护层14、

一第二保护层15、一第一电极16、以及一第二电极17。

[0080] 特别地,该第一保护层14形成于该第二半导体材料层13之上,并具有一第一开口与一第二开口。并且,图4为显示第一保护层14同时覆盖该第二半导体材料层13的侧面、该主动层12的侧面、以及该第一半导体材料层11的侧面与部分表面。于此,必须加以解释的是,图3仅显示第一保护层14仅覆盖该第二半导体材料层13的表面,主要目的在于露出微发光二极管1的每一个材料层。另一方面,第二保护层15形成于该第一保护层14之上,并具有对应于该第一开口的一第三开口与对应于该第二开口的一第四开口。如图3与图4所示,第一电极16通过该第二开口与该第四开口而形成于该第一半导体材料层11之上,且第二电极17通过该第一开口与该第三开口而形成于该第二半导体材料层13之上。当然,随着发光颜色的不同,第一半导体材料层11、主动层12与第二半导体材料层13的工艺材料的选用也会跟着不同。传统上,GaP、GaAsP、及AlGaAs为主动层12的主要材料,使得主动层12能够发出波长范围介于580nm至740nm之间的可见光。然而,随着有机金属化学气相沉积(metal-organic chemical vapor deposition,MOCVD)工艺技术越趋进步,氮化镓(GaN)、氮化铝镓($Al_xGa_{1-x}N$)、或氮化铟镓($In_xGa_{1-x}N$)于是成为主动层12的主要材料。

[0081] 一般而言,包含GaN的主动层12可以发出蓝色光。此外,熟悉LED晶粒(die)的设计与制造的元件工程师应该都知道,通过增加x的值($x < 1$)可以令包含 $In_xGa_{1-x}N$ 的主动层12发出长波长的光。相对地,借由增加x的值($x < 1$)可以令包含 $Al_xGa_{1-x}N$ 的主动层12发出短波长的光。于此,必须补充说明的是,以GaN、 $Al_xGa_{1-x}N$ 或 $In_xGa_{1-x}N$ 制成的主动层12会于第一半导体材料层11与第二半导体材料层13之间形成单一量子井结构。因此,第一半导体材料层11与第二半导体材料层13可以视为主动层12的下包覆层(Lower cladding layer)与上包覆层(Upper cladding layer);其中,所述第一半导体材料层11的制造材料为N型氮化镓(n-type gallium nitride,n-GaN),例如掺杂硅(Si)的氮化镓。相反地,所述第二半导体材料层13的制造材料为P型氮化镓(p-type gallium nitride,p-GaN),例如掺杂镁(Mg)的氮化镓。进一步地,也可以将主动层12设计成一个多重量子井结构,借此方式提升电子电洞于主动层12内的复合效率。多重量子井结构可为下列任一者:氮化镓与氮化铟镓($In_xGa_{1-x}N$)的多重堆叠结构、氮化镓与氮化铝镓($Al_xGa_{1-x}N$)的多重堆叠结构、或氮化铝镓($Al_xGa_{1-x}N$)与氮化铟镓($In_xGa_{1-x}N$)的多重堆叠结构。

[0082] 再者,该第一电极16与该第二电极17的制造材料可为下列任一者:铝(Al)、银(Ag)、钛(Ti)、镍(Ni)、金(Au)、铜(Cu)、铬(Cr)、铂(Pt)、前述任两者的组合、或前述任两者以上的组合。值得特别强调的是,本发明的技术特征在于,借由第一保护层14与第二保护层15所提供的保护效果,单一微发光二极管1在进行基板转移或多个微发光二极管1在进行巨量转移之时,其表层或其它区域便不会因受到外来应力的作用而导致变形、破裂或崩坏。特别地,为了避免第一保护层14与第二保护层15会影响主动层12所发出的光的正常出光,本发明特别令第一保护层14的折射率小于第二半导体材料层13,并同时令第二保护层15的折射率小于第一保护层14。

[0083] 由上述说明可知,表面覆有第一保护层14与第二保护层15的微发光二极管1能够表现出较高的外来应力的耐受程度。因此,单一微发光二极管1在进行基板转移或多个微发光二极管1在进行巨量转移之时,其表层或其它区域便不会因受到外来应力的作用而导致变形、破裂或崩坏。当然,完成基板转移之前,微发光二极管1的基板通常是蓝宝石

(Sapphire) 基板或尖晶石 (Spinnel) 基板。值得注意的是,完成基板转移之后,微发光二极管1的基板可能会替换成尖晶石 (Spinnel) 基板、碳化硅 (SiC) 基板、陶瓷基板、聚酰亚胺 (Polyimide) 基板、硬质印刷电路板、或软性印刷电路板。必须补充说明的是,第一半导体材料层11与第二半导体材料层13的主要制造材料皆为氮化镓 (GaN),其折射率与晶格常数整理于下表(1)之中。

[0084] 表(1)

| [0085] | 材料 | 折射率 (n) | 晶格常数 (nm) | |
|--------|-----|------------|--------------|----------|
| | GaN | 2.5 | a=0.3186 | c=0.5185 |

[0086] 可想而知,选用第一保护层14的工艺材料时,必须同时考虑材料的折射率以及晶格常数。特别是,第一保护层14的工艺材料的折射率必须小于GaN,且其必须由晶格常数匹配于GaN单晶材料所制成,例如:氮化铝 (AlN)、未掺杂的氮化镓 (undoped GaN)、或氧化锌 (ZnO),这些材料的折射率与晶格常数整理于下表(2)之中。

[0087] 表(2)

| [0088] | 材料 | 折射率 (n) | 晶格常数 (nm) | |
|--------|-----|------------|--------------|-----------|
| | AlN | 2.1 | a=0.311 | c=0.498 |
| | ZnO | 2.05 | a=0.325 | c=0.5.207 |

[0089] 必须补充说明的是,第一保护层14的制造材料也可以选用晶格常数接近整数倍于GaN的单晶材料,例如:II-VI族半导体化合物的硫化锌 (ZnS) 与II-VI族半导体化合物的硒化锌 (ZnSe)。前述材料的折射率与晶格常数整理于下表(3)之中。

[0090] 表(3)

| [0091] | 材料 | 折射率 | 晶格常数 | |
|--------|------|------|---------|--|
| | | (n) | (nm) | |
| [0092] | ZnS | 2.34 | a=0.623 | |
| | ZnSe | 2.4 | a=0.653 | |

[0093] 另一方面,该第二保护层15的制造材料可为下列任一者:氧化铝 (Al₂O₃)、氧化铪 (HfO₂)、氧化镁 (MgO)、氧化锌 (ZnO)、或氧化钇 (Y₂O₃)。前述材料的折射率整理于下表(4)之中。

[0094] 表(4)

| 材料 | 折射率 (@550nm) |
|--------|-------------------------------------|
| [0095] | Al ₂ O ₃ 1.63 |
| | MgO 1.7 |
| | Y ₂ O ₃ 1.8 |
| | HfO ₂ 1.95 |
| | ZnO 2.0 |

[0096] 继续地参阅图5,为显示本发明的可提升巨量转移良率的微发光二极管的第二剖视图,比较图4可以发现,图5所示的微发光二极管1更包括了:形成于该第二保护层15与该第一保护层14的一缓冲层BF。为了进一步地提升微发光二极管1对于外来应力的耐受力,本发明于该第二保护层15与该第一保护层14之间插入一缓冲层BF。值得注意的是,若第二保护层15为一第一金属氧化物层,则可定义该缓冲层BF为一第二金属氧化物层;并且,组成该缓冲层BF的一第二金属元素的原子的大小小于组成该第二保护层15的一第一金属元素的原子的大小。其中,第一金属氧化物层与第二金属氧化物层的示范性材料整理于下表(5)之中。

[0097] 表(5)

| 第二金属氧化物 的示范性材料 | 第一金属氧化物 的示范性材料 |
|-------------------|--|
| [0098] | Al ₂ O ₃ (铝原子的半径为125皮米) |
| | HfO ₂ (铪原子的半径为155皮米) |
| [0099] | Al ₂ O ₃ (铝原子的半径为125皮米) |
| | MgO ₂ (镁原子的半径为150皮米) |
| | Y ₂ O ₃ (钇原子的半径为212皮米) |
| | HfO ₂ (铪原子的半径为155皮米) |

[0100] 第二实施例

[0101] 请参阅图6,为显示本发明的一种可提升巨量转移良率的微发光二极管的第二实施例的第一剖视图。熟悉发光二极管的基础元件设计与制作的工程师应该可通过图6推知,本发明的可提升巨量转移良率的微发光二极管1(下文简称“微发光二极管”)的第二实施例包括了垂直共振腔面射激光(Vertical cavity surface emitting laser, VCSEL)的基础结构。如图6,此新式微发光二极管1于结构上包括:一基板20、形成于该基板20之上的一第一布拉格反射镜21、形成于该第一布拉格反射镜21之上的一第一半导体材料层22、形成于该第一半导体材料层22之上的一主动层23、形成于该主动层23之上的一第二半导体材料层24、形成于该第二半导体材料层24之上的一第二布拉格反射镜25、一第一保护层26、一第二

保护层27、一第一电极28、以及一第二电极29。

[0102] 一般而言,第一布拉格反射镜(Bragg reflection mirror,DBR)21通常为n型DBR由 $Al_xGa_{1-x}As/Al_{1-y}Ga_yAs$ 重复堆叠而成,其中,n型DBR可通过对未掺杂DBR进行硅(Si)掺杂之后获得。相反地,第二布拉格反射镜25则为p型DBR,也是由 $Al_xGa_{1-x}As/Al_{1-y}Ga_yAs$ 重复堆叠而成,其中,p型DBR可通过对未掺杂DBR进行碳(C)掺杂之后获得。另一方面,第一半导体材料层22与第二半导体材料层24分别做为主动层23(亦即,多重量子井)的下包覆层(Lower cladding layer)与上包覆层(Upper cladding layer),其制造材料分别为n型的III-V族半导体复合物与p型的III-V族半导体复合物。

[0103] 继续地参阅图7与图8,为分别显示本发明的可提升巨量转移良率的微发光二极管的第二实施例的第二剖视图与第三剖视图。本发明的技术特征在于,于垂直共振腔面射激光元件(VCSEL)的表面上依序形成一第一保护层26与一第二保护层27,并特别令该第一保护层26的折射率小于该第二半导体材料层24,且同时令该第二保护层27的折射率小于该第一保护层26。显然,本发明并不限定微发光二极管1的第二实施例(即,VCSEL)必须完全相同于图6所示结构。举例而言,图7显示第二半导体材料层24与主动层23之间为形成有一(环状)氧化层AC0,该氧化层AC0为用以界定出一出光口(light outcoupling aperture)。

[0104] 另一方面,比较图6与图8可以发现,图8显示第二半导体材料层24与主动层23之间为形成有材质与第一半导体材料层22相同的一中间半导体材料层24a。如此设计,为使得一穿隧接面(tunnel junction)TJ形成于该中间半导体材料层24a与该第二半导体材料层24的接面处,并自该接面处往第二半导体材料层24内部延伸。值得注意的是,于图8之中,第一布拉格反射镜21与第一半导体材料层22之间更插入有一第一接合层(bonding layer)22a,且第二布拉格反射镜25与第二半导体材料层24之间亦插入有一第二接合层24b。

[0105] 同样地,表面覆有第一保护层26与第二保护层27的垂直共振腔面射激光(亦极,微发光二极管1)能够表现出较高的外来应力的耐受程度。因此,单一微发光二极管1在进行基板转移或多个微发光二极管1在进行巨量转移之时,其表层或其它区域便不会因受到外来应力的作用而导致变形、破裂或崩坏。当然,完成基板转移之前,微发光二极管1的基板通常是蓝宝石(Sapphire)基板或尖晶石(Spinnel)基板。值得注意的是,完成基板转移之后,微发光二极管1的基板可能会替换成尖晶石(Spinnel)基板、碳化硅(SiC)基板、陶瓷基板、聚酰亚胺(Polyimide)基板、硬质印刷电路板、或软性印刷电路板。

[0106] 必须加以强调的是,上述的详细说明为针对本发明可行实施例的具体说明,惟该实施例并非用以限制本发明的专利范围,凡未脱离本发明技艺精神所为的等效实施或变更,均应包含于本案的专利范围内。

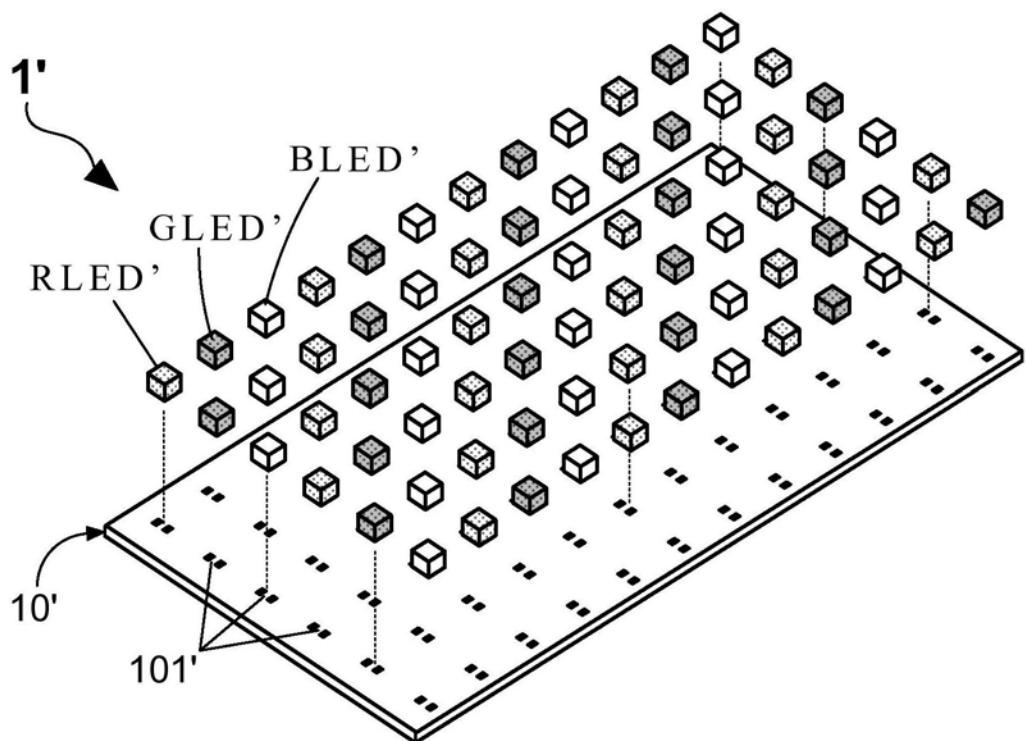


图1

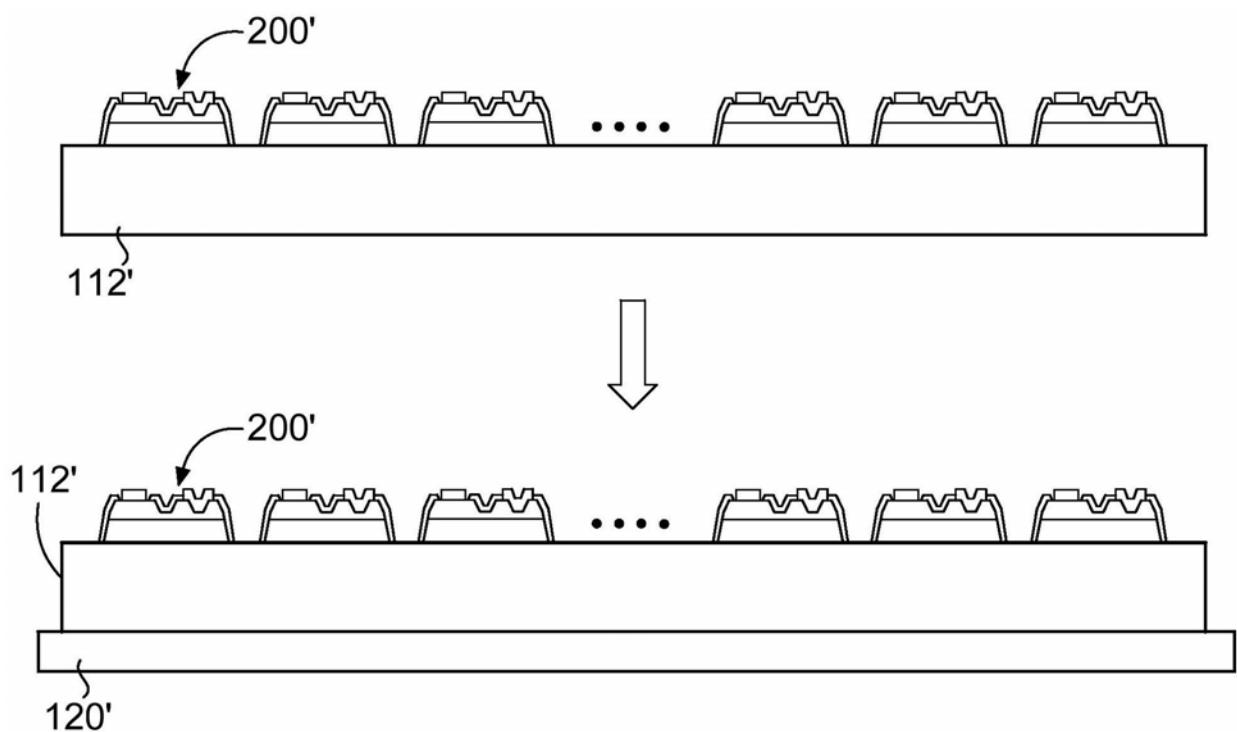


图2A

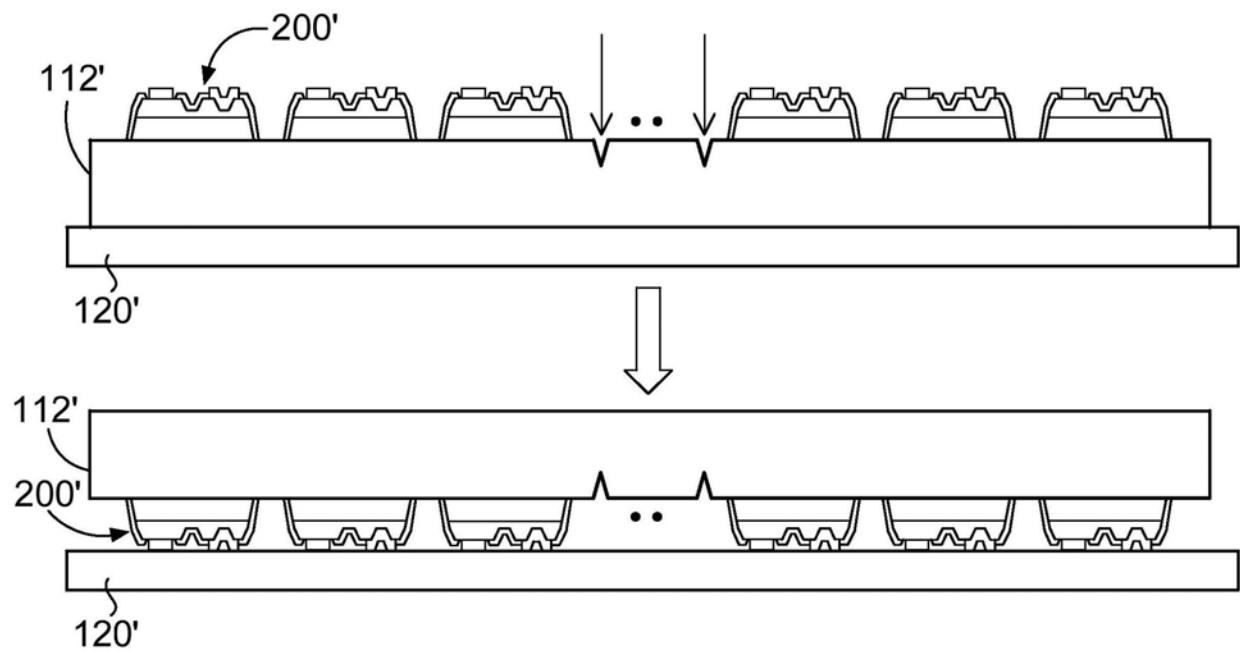


图2B

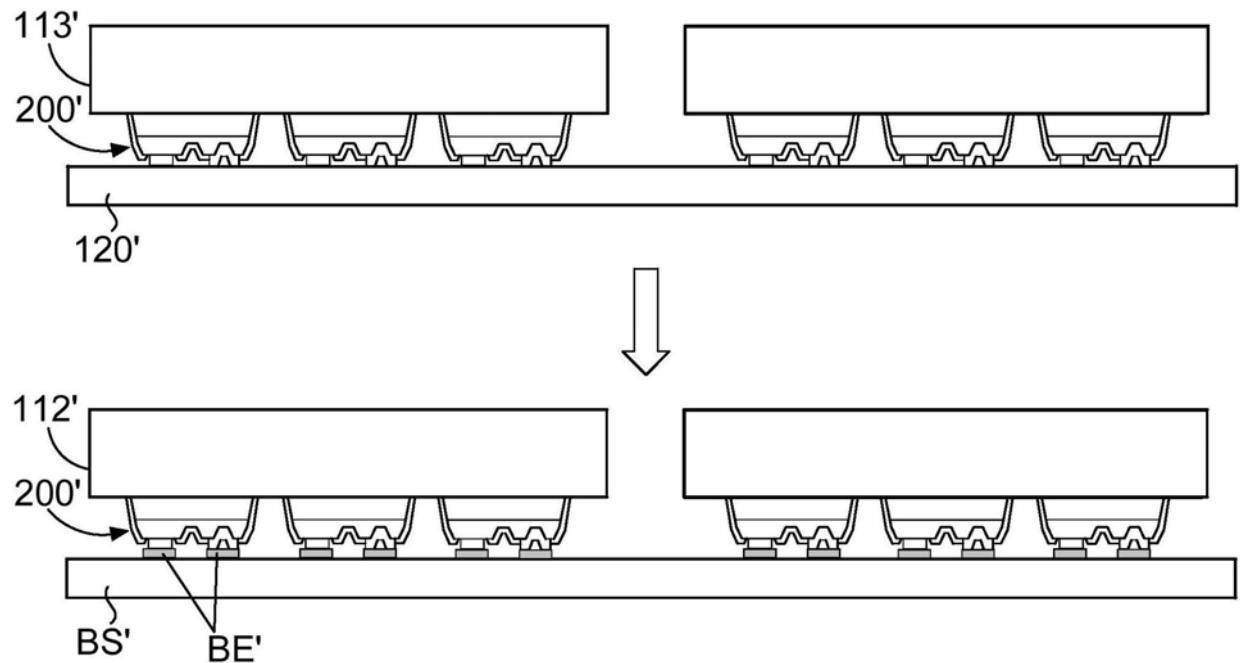


图2C

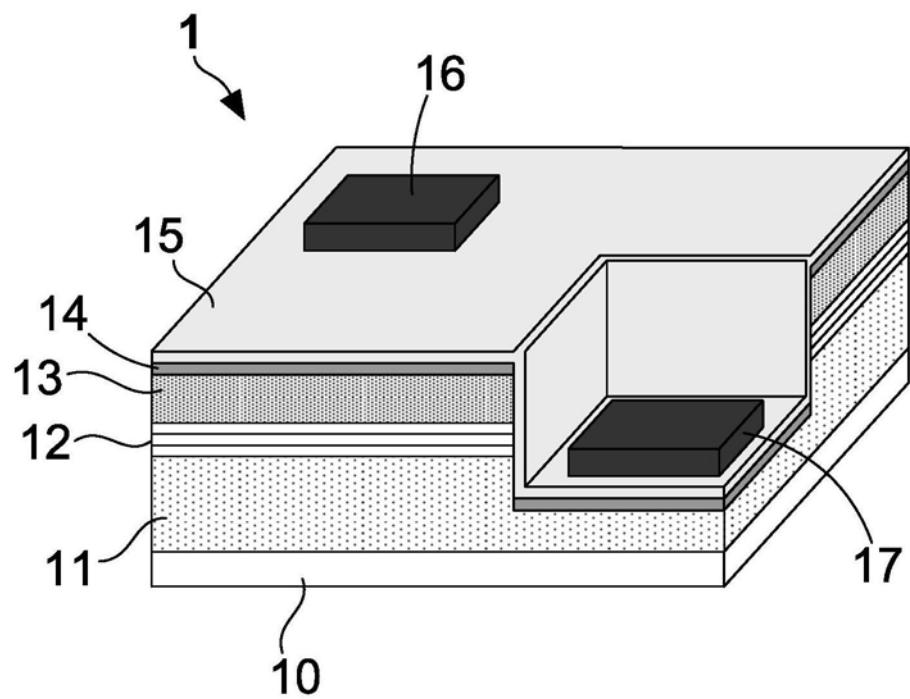


图3

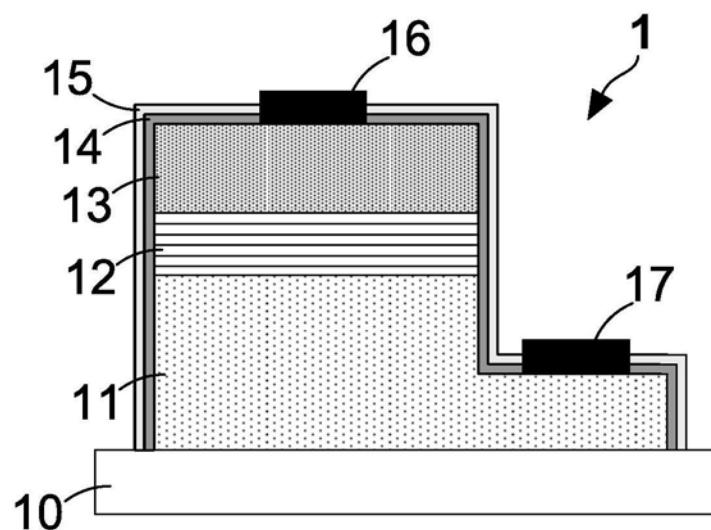


图4

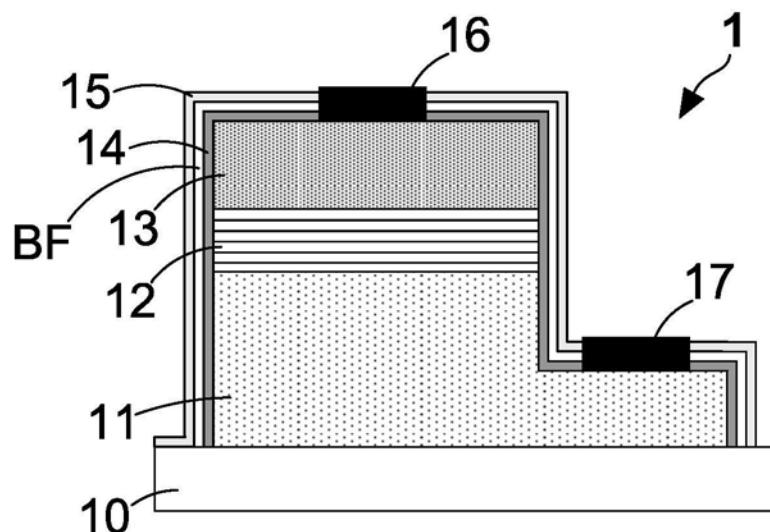


图5

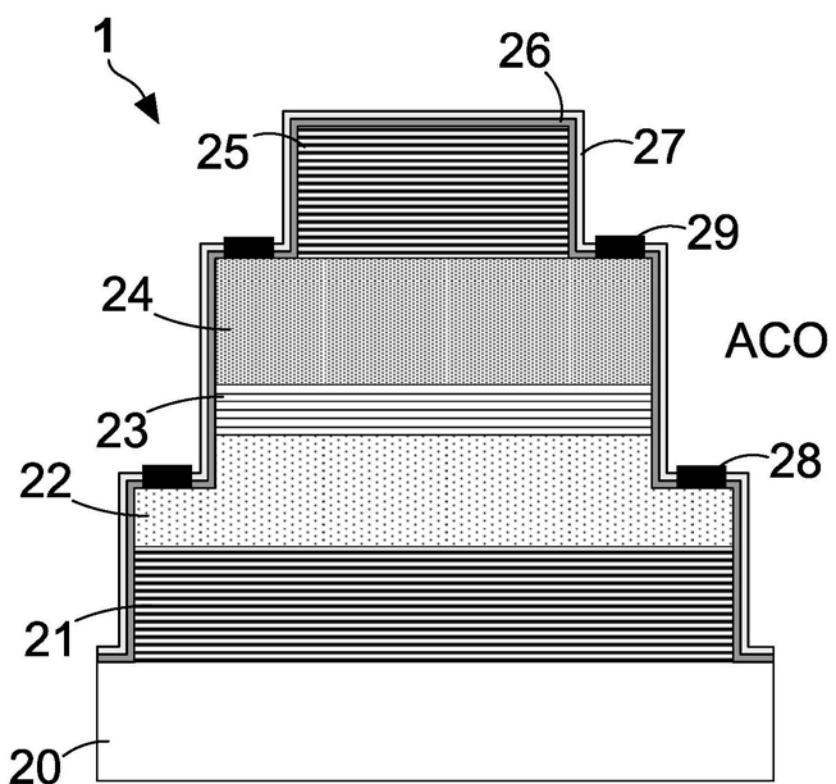


图6

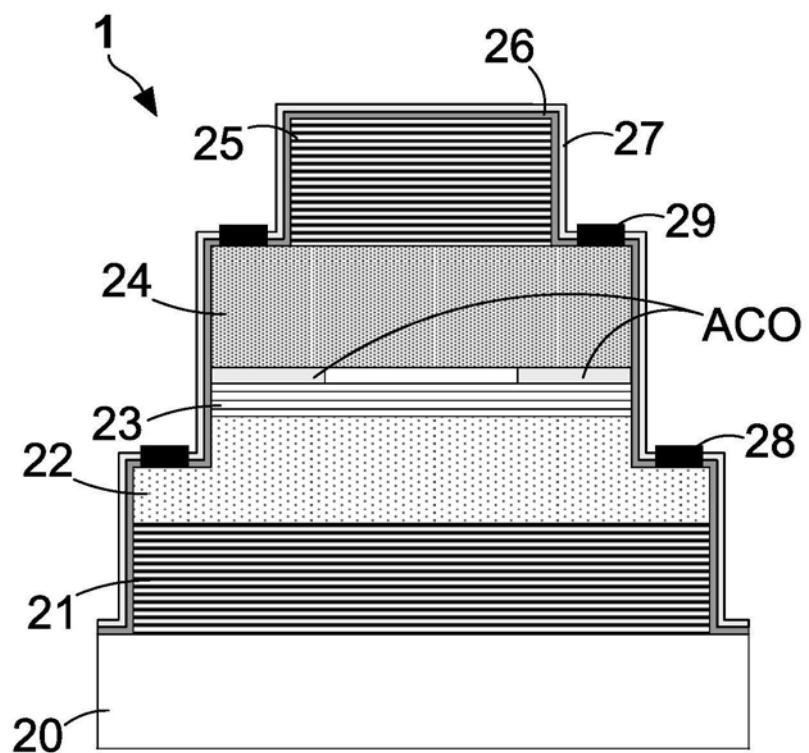


图7

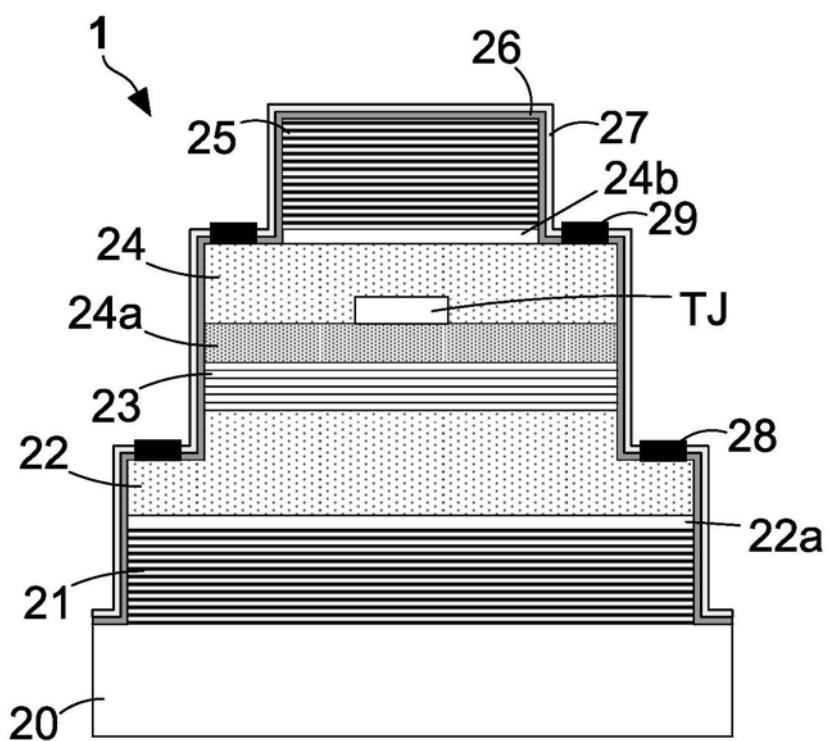


图8