



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101937960 A

(43) 申请公布日 2011. 01. 05

(21) 申请号 201010258130. 7

(22) 申请日 2010. 08. 20

(71) 申请人 厦门市三安光电科技有限公司

地址 361009 福建省厦门市思明区吕岭路
1721 - 1725 号

(72) 发明人 吴厚润 邓有财 邹博闵 郑香平
吴志强

(74) 专利代理机构 厦门原创专利事务所 35101
代理人 徐东峰

(51) Int. Cl.

H01L 33/46 (2010. 01)

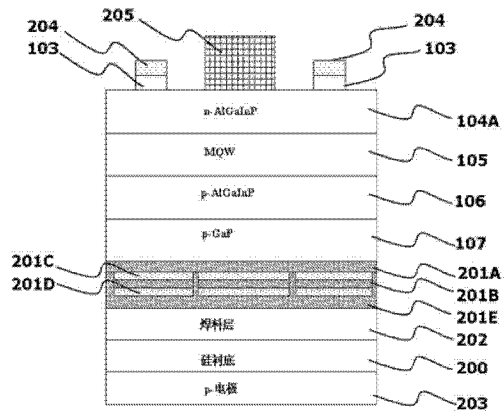
权利要求书 2 页 说明书 3 页 附图 3 页

(54) 发明名称

一种垂直结构 AlGaInP 发光二极管及其制造方法

(57) 摘要

一种垂直结构 AlGaInP 发光二极管及其制造方法, 在临时衬底上依次外延生长由缓冲层、n 型接触层、n 型粗化层、限制层、有源层、p 型限制层、p 型窗口层叠层构成可粗化外延片; 在 p 型窗口层上制作周期性透明导电膜, 在此膜上开窗形成规则性通孔, 最后通孔填入导电材料; 全反射金属层形成于透明导电膜上并填满规则性通孔; 将永久衬底与外延片通过粘结层粘合, 并使全反射金属层和粘结层接触; 去除临时衬底和缓冲层, 在暴露的 n 型接触层之上制作 n 扩展电极; 去除 n 型接触层后形成焊盘于 n 型粗化层上; 在永久衬底背面制作 p 电极; 利用折射率差异较大所组成的周期性透明多层膜比一般单层或非周期的透光膜所组成的高反射率反射镜, 提高取光效率。



1. 一种垂直结构 AlGaInP 发光二极管,包含:
 - 永久衬底;
 - 金属粘结层形成于永久衬底之上;
 - 二个周期或两个以上周期的透明导电膜形成于倒装 AlGaInP 上的高浓度 p 型窗口层上,透明导电膜由透明导电层和透明介电层层叠构成;
 - 全反射金属层形成于周期性透明导电膜上并将规则性通孔填满;
 - n 型扩展电极形成欧姆接触于倒装 AlGaInP 的 n 型接触层上;
 - n 焊盘形成于 n 型粗化层上。
2. 如权利要求 1 所述的一种垂直结构 AlGaInP 发光二极管,其特征在于:永久衬底材料选自 Ge、Si、GaP、GaAs、InP、Cu、Mo 或前述的任意组合之一。
3. 如权利要求 1 所述的一种垂直结构 AlGaInP 发光二极管,其特征在于:透明导电膜材料选自 ITO、ZnO、AZO、ATO、FTO 等金属氧化物,透明介电膜选自 SiO₂、Si₃N₄ 等易于蚀刻的绝缘介电质。
4. 如权利要求 1 所述的一种垂直结构 AlGaInP 发光二极管,其特征在于:周期性透明导电膜内设有规则性通孔。
5. 如权利要求 1 所述的一种垂直结构 AlGaInP 发光二极管,其特征在于:全反射金属层材料选自 Ag、Al、Pt、Pd、Au、AuBe、AuZn 或前述的任意组合之一。
6. 如权利要求 1 所述的一种垂直结构 AlGaInP 发光二极管,其特征在于:p 型窗口层的载流子浓度大于 $1 \times 10^{18} \text{cm}^{-3}$ 。
7. 如权利要求 1 所述的一种垂直结构 AlGaInP 发光二极管,其特征在于:n 型接触层的载流子浓度大于 $1 \times 10^{18} \text{cm}^{-3}$ 。
8. 如权利要求 1 所述的一种垂直结构 AlGaInP 发光二极管,其特征在于:n 型扩展电极材料选自 Ge、Au、Ni 或者前述的任意组合之一。
9. 一种垂直结构 AlGaInP 发光二极管的制造方法,其步骤如下:
 - 1) 提供一临时衬底,在其上依次外延生长由缓冲层、n 型接触层、n 型粗化层、限制层、有源层、p 型限制层、p 型窗口层叠层构成的可粗化外延片;所述可粗化外延层材料为 AlGaInP 或者 AlInP,在所述外延片的 p 型窗口层之上制作周期性透明导电膜,并在此膜上开窗形成规则性通孔,最后通孔填入导电材料;
 - 2) 全反射金属层形成于透明导电膜上并填满规则性通孔;
 - 3) 提供一永久衬底,将其与上述外延片通过粘结层进行粘合,并使得全反射金属层和粘结层接触;
 - 4) 去除临时衬底和缓冲层,暴露出 n 型接触层;
 - 5) 在上述暴露的 n 型接触层之上制作 n 扩展电极;
 - 6) 去除 n 型接触层后形成焊盘于 n 型粗化层上;
 - 7) 在永久衬底背面制作 p 电极。
10. 如权利要求 9 所述的一种垂直结构 AlGaInP 发光二极管的制造方法,其特征是:临时材料为 GaAs、GaP、Ge 或 Si。
11. 如权利要求 9 所述的一种垂直结构 AlGaInP 发光二极管的制造方法,其特征是:p 型窗口层为 GaP、GaAsP 或 AlGaAs;p 型窗口层掺杂浓度小于 $1 \times 10^{19} \text{cm}^{-3}$ 且大于 $1 \times 10^{18} \text{cm}^{-3}$ 。

12. 如权利要求 9 所述的一种垂直结构 AlGaInP 发光二极管的制造方法,其特征是:n 型接触层为 GaAs 或 AlGaAs, n 型接触层掺杂浓度大于 $1 \times 10^{18} \text{cm}^{-3}$ 。

13. 如权利要求 9 所述的一种垂直结构 AlGaInP 发光二极管的制造方法,其特征是:透明导电层材料是 ITO、ZnO、AZO 或 FTO;透明介电层材料是 SiO_2 或 Si_3N_4 。

14. 如权利要求 9 所述的一种垂直结构 AlGaInP 发光二极管的制造方法,其特征是:填入通孔的导电材料选自 Ag、Al、Pt、Pd、Au、AuBe 或 AuZn。

15. 如权利要求 9 所述的一种垂直结构 AlGaInP 发光二极管的制造方法,其特征是:规则性通孔位置均避开 n 焊盘及 n 扩展电极下方,其形状任意。

16. 如权利要求 9 所述的一种垂直结构 AlGaInP 发光二极管的制造方法,其特征是:全反射金属层材料选自 Ag、Al、Pt、Pd、Au、AuBe、AuZn 或前述材料的任意组合之一。

17. 如权利要求 9 所述的一种垂直结构 AlGaInP 发光二极管的制造方法,其特征是:永久衬底材料选自 Ge、Si、GaP、GaAs、InP、Cu、Mo 或前述材料的任意组合之一。

18. 如权利要求 9 所述的一种垂直结构 AlGaInP 发光二极管的制造方法,其特征是:粘结层材料选自 Au、Ag、Sn、In、Pt、Ni、Ti 或前述材料的任意组合之一。

19. 如权利要求 9 所述的一种垂直结构 AlGaInP 发光二极管的制造方法,其特征是:粘结层材料选自 AuSn、InAu、AuSi、AuGe、AuBe、AgSn、AgSnCu 或前述材料的任意组合之一。

20. 如权利要求 9 所述的一种垂直结构 AlGaInP 发光二极管的制造方法,其特征是:n 扩展电极材料选自 Ge、Au、Ni 或者前述的任意组合之一。

一种垂直结构 AlGaInP 发光二极管及其制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种垂直结构 AlGaInP 发光二极管,具体是一种具有周期性透光膜的垂直结构 AlGaInP 发光二极管及其制造方法。

背景技术

[0002] 目前高亮度 AlGaInP 发光二极管得到广泛应用,其中利用倒装技术之 AlGaInP 发光二极管的应用较为广泛。附图 1 公开了一种现有的倒装 AlGaInP 基发光二极管芯片,附图 1 是截面示意图(沿 AA' 切线方向),其结构包含一硅衬底 200,硅衬底 200 有上下两个主表面,其上表面依次堆叠一连接层 202、一反射镜 201,一 p-GaP 窗口层,107、一 p-AlGaInP 限制层 106、一(MQW)有源层 105、一粗化 n-AlGaInP 限制层 104A,一 n-GaAs 接触层 103 位于粗化 n-AlGaInP 限制层 104A 的部分区域之上,一 n 扩展电极 204 位于 n-GaAs 接触层 103 之上,一 n 焊盘 205 位于粗化 n-AlGaInP 限制层 104A 的另一部分区域之上且与 n 扩展电极形成电学接触,一 p 电极 203 形成于硅衬底 200 的下表面;在上述的倒装结构中光从此种反射镜组合光线射出的角度较受限,因此其光效较低。。

发明内容

[0003] 为解决上述问题,本发明旨在提出一种垂直结构 AlGaInP 发光二极管及其制造方法。

[0004] 本发明解决上述问题采用的技术方案是:一种垂直结构 AlGaInP 发光二极管,包含:

- 一永久衬底;
- 一金属粘结层形成于永久衬底之上;
- 二个周期或两个以上周期的透明导电膜形成于倒装 AlGaInP 上的高浓度 p 型窗口层上,透明导电膜由透明导电层和透明介电层层叠构成;
- 一全反射金属层形成于周期性透明导电膜上并将规则性通孔填满;
- 一 n 型扩展电极形成欧姆接触于倒装 AlGaInP 的 n 型接触层上;
- 一 n 焊盘形成于 n 型粗化层上于倒装 AlGaInP 的 n 型接触层上;
- 一 n 焊盘形成于 n 型粗化层上。

[0005] 上述一种垂直结构 AlGaInP 发光二极管的制造方法,其步骤如下:

- 1) 提供一临时衬底,在其上依次外延生长由缓冲层、n 型接触层、n 型粗化层、限制层、有源层、p 型限制层、p 型窗口层叠层构成的可粗化外延片;所述可粗化外延层材料为 AlGaInP 或者 AlInP,在所述外延片的 p 型窗口层之上制作周期性透明导电膜,并在此膜上开窗形成规格性通孔,最后通孔填入导电材料;
- 2) 全反射金属层形成于透明导电膜上;
- 3) 提供一永久衬底,将其与上述外延片通过粘结层进行粘合,并使得全反射金属层和粘结层接触;

- 4) 去除临时衬底和缓冲层,暴露出 n 型接触层;
- 5) 在上述暴露的 n 型接触层之上制作 n 扩展电极;
- 6) 去除 n 型接触层后形成焊盘于 n 型粗化层上;
- 7) 在永久衬底背面制作 p 电极。

[0006] 在本发明的垂直结构 AlGaInP 发光二极管中,永久衬底材料选自 Ge、Si、GaP、GaAs、InP、Cu、Mo 或前述的任意组合之一;透明导电膜材料选自 ITO、ZnO、AZO、ATO、FTO 等金属氧化物,透明介电膜选自 SiO_2 、 Si_3N_4 等易于蚀刻的绝缘介电质;周期性透明导电膜内设有规则性通孔;全反射金属层材料选自 Ag、Al、Pt、Pd、Au、AuBe、AuZn 或前述的组合任意组合之一;p 型窗口层的载流子浓度大于 $1 \times 10^{18} \text{cm}^{-3}$;n 型接触层的载流子浓度大于 $1 \times 10^{18} \text{cm}^{-3}$;n 型扩展电极材料选自 Ge、Au、Ni 或者前述的任意组合之一。

[0007] 本发明垂直结构 AlGaInP 发光二极管制造方法中,临时材料为 GaAs、GaP、Ge 或 Si;p 型窗口层为 GaP、GaAsP 或 AlGaAs;p 型窗口层掺杂浓度小于 $1 \times 10^{19} \text{cm}^{-3}$ 且大于 $1 \times 10^{18} \text{cm}^{-3}$;n 型接触层为 GaAs 或 AlGaAs,n 型接触层掺杂浓度大于 $1 \times 10^{18} \text{cm}^{-3}$;透明导电层材料是 ITO、ZnO、AZO 或 FTO;透明介电层材料是 SiO_2 或 Si_3N_4 ;填入通孔的导电材料选自 Ag、Al、Pt、Pd、Au、AuBe 或 AuZn;规则性通孔位置均避开 n 焊盘及 n 扩展电极下方,其形状任意;全反射金属层材料选自 Ag、Al、Pt、Pd、Au、AuBe、AuZn 或前述材料的任意组合之一;永久衬底材料选自 Ge、Si、GaP、GaAs、InP、Cu、Mo 或前述材料的任意组合之一;粘结层材料选自 Au、Ag、Sn、In、Pt、Ni、Ti 或前述材料的任意组合之一;或者粘结层材料选自 AuSn、InAu、AuSi、AuGe、AuBe、AgSn、AgSnCu 或前述材料的任意组合之一;n 扩展电极材料选自 Ge、Au、Ni 或者前述的任意组合之一。

[0008] 本发明的有益效果:利用折射率差异较大所组成的周期性透明多层膜比一般单层或非周期的透光膜所组成的反射镜效果来的佳;提升了现有倒装 AlGaInP 基发光二极管制作工艺中镜面反射率,提高光的取出光效;并且本发明为工艺较易制作的垂直结构。

附图说明

[0009] 图 1 是现有的倒装 AlGaInP 基发光二极管结构截面图。

[0010] 图 2 是本发明优选实施例的一种加入周期性透明导电膜之垂直结构倒 AlGaInP 基发光二极管截面。

[0011] 图 3a、图 3b、图 3c 为本发明的二周期透明多层膜制作步骤。

[0012] 图中附图标识如下。

[0013] 100: GaAs 衬底。

[0014] 101: 缓冲层。

[0015] 103: n-GaAs 接触层。

[0016] 104A: n-AlGaInP 粗化层。

[0017] 105: 多量子阱(MQW)有源层。

[0018] 106: p-AlGaInP 限制层。

[0019] 107: p-GaP 窗口层。

[0020] 200: Si 衬底。

[0021] 201A: 第一周期 ITO。

- [0022] 201B: 第二周期 ITO。
[0023] 201C: 第一周期 SiO₂。
[0024] 201D: 第二周期 SiO₂。
[0025] 201E: 通孔层。
[0026] 202: 连接层。
[0027] 203: p 电极。
[0028] 204: n 扩展电极。
[0029] 205: n 焊盘。

具体实施方式

[0030] 下面结合图 2、图 3 ~ 图 5 制作一种二周期 DBR 之垂直结构倒装 AlGaInP 二极管。

[0031] 如图 2 所示, 本发明倒装铝镓铟磷基发光二极管结构, 包含 Si 衬底 200、TiAu 连接层 202、一由第一周期 ITO201A/ 第一周期 SiO₂201C / 第二周期 ITO201B / 第二周期 SiO₂201D 层叠构成的二周期透明导电膜作为反射镜, 通孔层 201E、p-GaP 窗口层 107、p-AlGaInP 限制层 106、多量子阱有源层 105、n-AlGaInP 粗化层 104A、n-GaAs 接触层 103、p 电极 203、n 扩展电极 204 和 n 焊盘 205。

[0032] 上述 AlGaInP 发光二极管的制造方法, 其步骤如下。

[0033] 如图 3a 所示, 在一 GaAs 衬底 100 上采用金属有机化学气相沉积 (MOCVD) 依次外延生长缓冲层 101、n-GaAs 接触层 103、n-AlGaInP 粗化层 104A、MQW 有源层 105、p-AlGaInP 限制层 106 和 p-GaP 窗口层 107, 其浓度必需大于 $1 \times 10^{18} \text{cm}^{-3}$ 且小于 $1 \times 10^{19} \text{cm}^{-3}$ 。其后以电子束蒸镀或溅镀方式形成 ITO201A/SiO₂201C / ITO201B / SiO₂201D 的二周期透明导电膜。

[0034] 如图 3b 所示, 在第二周期层 SiO₂ 透明介电 201D 层套上开窗光刻版, 以专用蚀刻液将第二周期层 SiO₂ 透明介电 201D、第二周期 ITO 透明导电层 201B、第二周期层 SiO₂ 透明介电 201C 蚀刻出通孔。

[0035] 如图 3c 所示, 取一 Si 衬底 200 作为永久衬底, 镀上 Ti/Au, Ti 厚度 500 埃、Au 厚度 4000 埃。将上述步骤图 3b 完成之芯片镀上以溅镀或电子束蒸镀方式形成 AuBe 或 AuZn 填入通孔层 201E, 并利用 450°C 之高温使通孔层之金属与 p 窗口层形成欧姆接触, 然后在温度 330°C、压力 5000kg 条件下实现两者共晶键合成连接层 202。采用氨水和双氧水混合溶液完全去除 GaAs 衬底 100 和缓冲层 101。

[0036] 如图 2 所示, 以常见发光二极管制作方式将 n 扩展电极 204 形成于 n-GaAs 103 上, 蚀刻掉 n 扩展电极 204 区域的 n-GaAs 103 使其暴露出 AlGaInP 粗化层 104A, 以 Cr/Au 500 埃 / 3μm 的 n 焊盘 205 连接于 AlGaInP 粗化层 104A 上, 最后在 Si 衬底 200 底面形成 p 电极 203, p 电极材料为 Ti/Au, Ti 厚度 500 埃、Au 厚度 4000 埃; 即可制成本发明之垂直结构 AlGaInP 发光二极管。

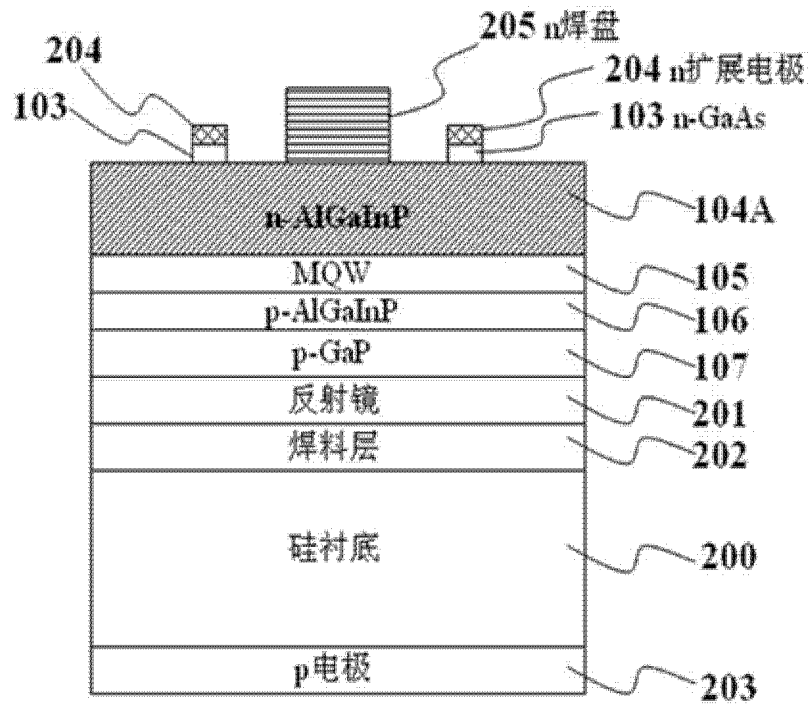


图 1

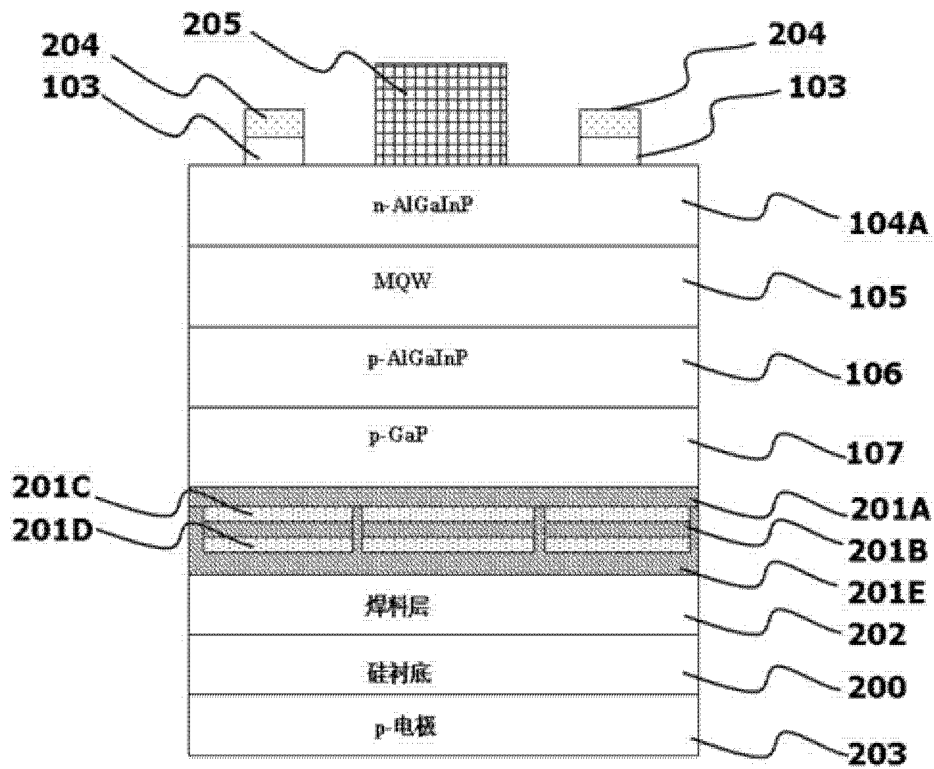


图 2

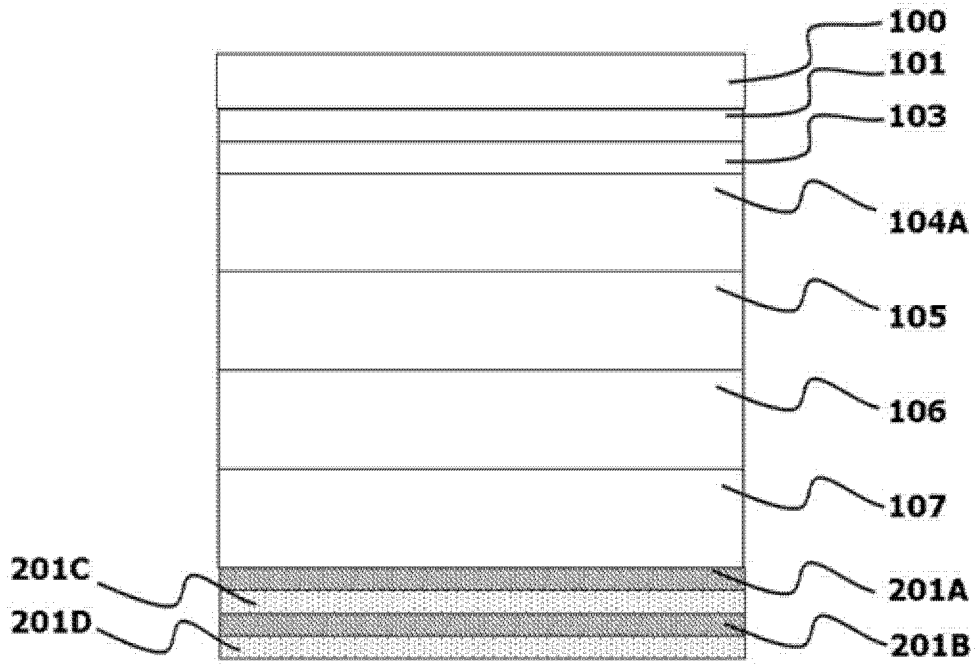


图 3a

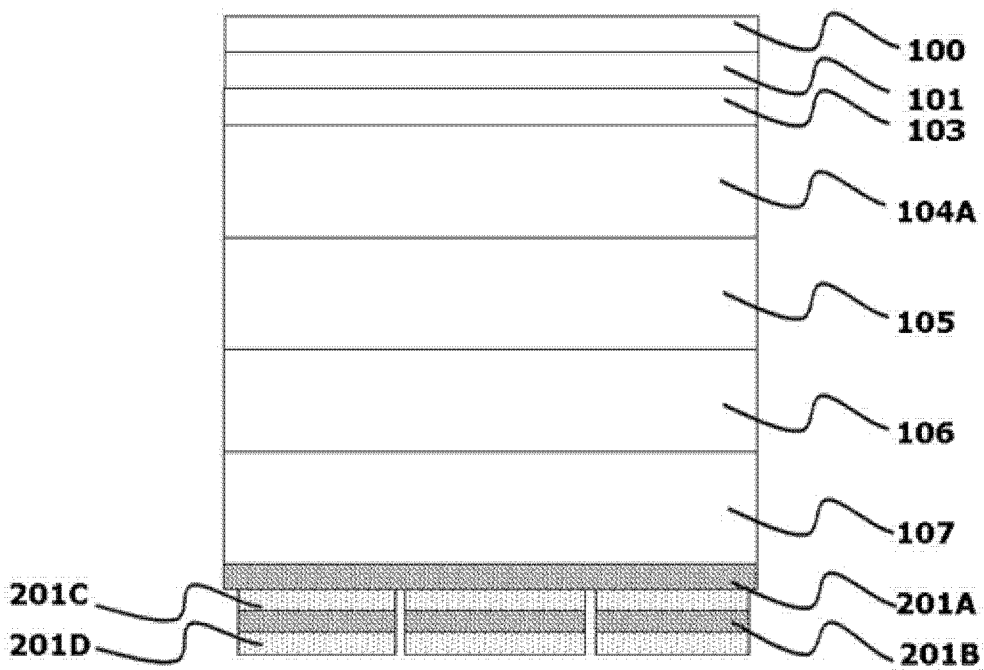


图 3b

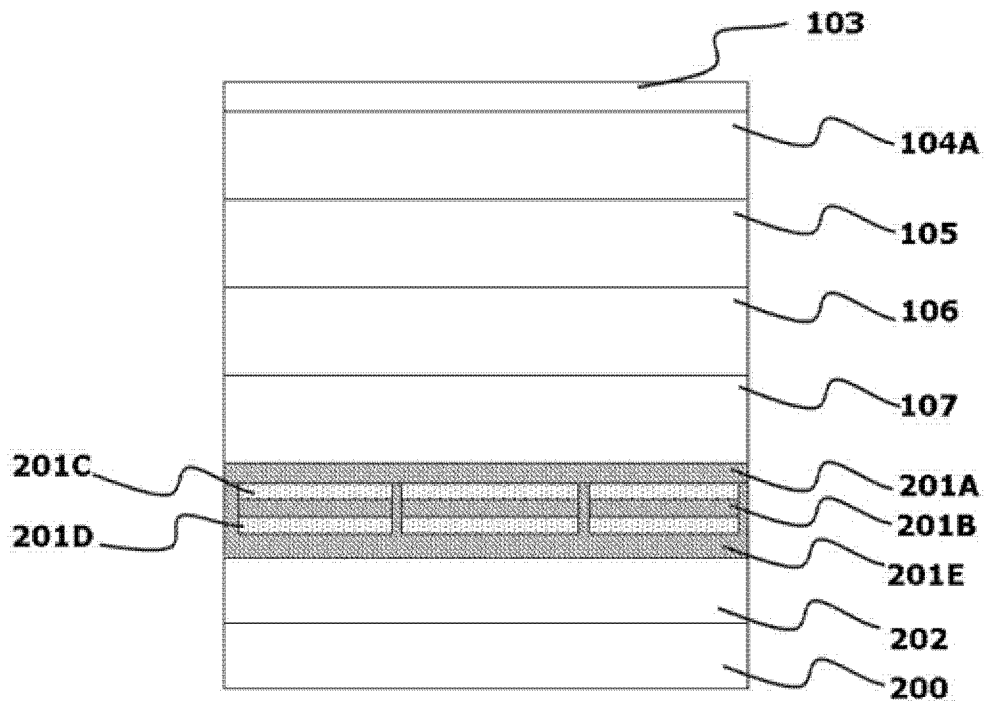


图 3c