

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101330120 B

(45) 授权公告日 2011. 04. 27

(21) 申请号 200810098348. 3

US 2003/0107053 A1, 2003. 01. 12, 说明书  
0008 段至 0022 段、第 0130 段至 0143 段、说明书  
附图 1.

(22) 申请日 2006. 10. 08

(30) 优先权数据

10-2005-0094453 2005. 10. 07 KR

审查员 周忠堂

(62) 分案原申请数据

200610140022. 3 2006. 10. 08

(73) 专利权人 三星 LED 株式会社

地址 韩国京畿道

(72) 发明人 李赫民 金显炅 金东俊 申贤秀

(74) 专利代理机构 北京康信知识产权代理有限  
责任公司 11240

代理人 章社杲 吴贵明

(51) Int. Cl.

H01L 33/00 (2006. 01)

(56) 对比文件

US 2003/0047743 A1, 2003. 03. 13, 第 0005  
段至 0051 段、说明书附图 4A-5B.

CN 1142598 C, 2004. 03. 17, 全文.

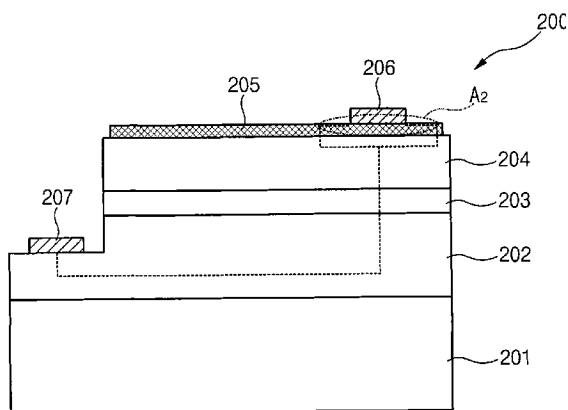
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 6 页

(54) 发明名称

基于氮化物的半导体发光二极管

(57) 摘要

本发明公开了一种基于氮化物的半导体 LED, 包括: 基板; n 型氮化物半导体层, 形成在基板上; 有源层和 p 型氮化物半导体层, 顺序地形成在 n 型氮化物半导体层的预定区域上; 透明电极, 形成在 p 型氮化物半导体层上; p 电极焊盘, 形成在透明电极上, 该 p 电极焊盘与 p 型氮化物半导体层的外缘线隔开 50 至 200  $\mu\text{m}$ ; 以及 n 电极焊盘, 形成在 n 型氮化物半导体层上。



1. 一种基于氮化物的半导体 LED, 包括:

基板, 所述基板形成为具有矩形形状, 所述矩形的长度与宽度之比等于或大于 1.5 : 1;

n 型氮化物半导体层, 形成在所述基板上, 并且由具有  $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$  ( $0 \leq X, 0 \leq Y, \text{且 } X+Y \leq 1$ ) 组成式的 n 型半导体材料构成;

有源层和 p 型氮化物半导体层, 顺序地形成在所述 n 型氮化物半导体层的预定区域上, 所述有源层由具有  $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$  ( $0 \leq X, 0 \leq Y, \text{且 } X+Y \leq 1$ ) 组成式的半导体材料构成, 并且所述 p 型氮化物半导体层由具有  $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$  ( $0 \leq X, 0 \leq Y, \text{且 } X+Y \leq 1$ ) 组成式的 p 型半导体材料构成;

透明电极, 形成在所述 p 型氮化物半导体层上, 以便所述透明电极与所述 p 型氮化物半导体层的外缘线隔开预定距离;

p 电极焊盘, 形成在所述透明电极上, 以便所述 p 电极焊盘与由具有  $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$  ( $0 \leq X, 0 \leq Y, \text{且 } X+Y \leq 1$ ) 组成式的 p 型半导体材料构成的所述 p 型氮化物半导体层的作为台面线的外缘线隔开 50 至 200  $\mu\text{m}$  的距离; 以及

n 电极焊盘, 形成在所述 n 型氮化物半导体层上。

2. 根据权利要求 1 所述的基于氮化物的半导体 LED, 进一步包括:

缓冲层, 所述缓冲层形成在所述基板与所述 n 型氮化物

半导体层之间, 且由 AlN/GaN 构成,

其中, 所述基板是蓝宝石基板。

3. 根据权利要求 1 所述的基于氮化物的半导体 LED, 其中, 所述 n 型氮化物半导体层是掺杂有选自由 Si、Ge 和 Sn 组成的组中的任一种 n 型导电杂质的 GaN 层或 GaN/AlGaN 层,

所述 p 型氮化物半导体层是掺杂有选自由 Mg、Zn 和 Be 组成的组中的任一种 p 型导电杂质的 GaN 层或 GaN/AlGaN 层, 并且

所述有源层由具有多量子势阱结构的 InGaN/GaN 层构成。

4. 根据权利要求 1 所述的基于氮化物的半导体 LED, 其中, 所述透明电极是氧化铟锡材料。

5. 根据权利要求 1 所述的基于氮化物的半导体 LED, 其中, 所述 p 电极焊盘和所述 n 电极焊盘由 Au 或 Au/Cr 形成。

6. 根据权利要求 1 所述的基于氮化物的半导体 LED, 其中, 当所述 p 电极焊盘与所述 p 型氮化物半导体层的作为台面线的外缘线隔开 50 至 200  $\mu\text{m}$  的距离时, 光学能量增强。

7. 根据权利要求 1 所述的基于氮化物的半导体 LED, 其中, 当所述 p 电极焊盘与所述 p 型氮化物半导体层的作为台面线的外缘线隔开大于 200  $\mu\text{m}$  的距离时, 光学能量降低。

## 基于氮化物的半导体发光二极管

[0001] 本申请是申请号为 200610140022.3、申请日为 2006 年 10 月 8 日、发明名称为“基于氮化物的半导体发光二极管及其制造方法”的原案申请的分案申请。

[0002] 相关申请的交叉参考

[0003] 本申请要求于 2005 年 10 月 7 日在韩国知识产权局提交的韩国专利申请第 2005-94453 号的优先权,其全部内容结合于此作为参考。

### 技术领域

[0004] 本发明涉及一种基于氮化物的半导体发光二极管(LED)。在基于氮化物的半导体 LED 中,将优先发光的 p 电极焊盘周围的面积扩大,以提高光提取效率,并且防止局部电流拥挤(local current crowding),以减小驱动电压。

### 背景技术

[0005] 由于诸如 GaN 的 III-V 族氮化物半导体具有良好的物理及化学特性,所以它们被认为是发光装置(例如,发光二极管(LED)或激光二极管(LD))的基本材料。由 III-V 族氮化物半导体形成的 LED 或 LD 被广泛地用在发光装置中,用于获取蓝光或绿光。发光装置应用于多种产品的光源,例如,家用电器、电子显示板、以及照明装置。通常,III-V 族氮化物半导体由基于氮化镓(GaN)的材料构成,该材料具有  $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$  ( $0 \leq x, 0 \leq y$ , 且  $x+y \leq 1$ ) 的组成式。

[0006] 下面,将参照图 1 和图 2 详细描述传统的基于氮化物的半导体 LED。

[0007] 图 1 是示出传统的基于氮化物的半导体 LED 的截面图,以及图 2 是示出传统的基于氮化物的半导体 LED 的平面图。

[0008] 如图 1 所示,基于氮化物的半导体 LED 100 包括用于生长基于氮化物半导体材料的蓝宝石基板 101、n 型氮化物半导体层 102、有源层 103、以及 p 型氮化物半导体层 104,它们顺序地形成在蓝宝石基板 101 上。通过台面蚀刻工艺将 p 型氮化物半导体层 104 和有源层 103 的一部分去除,使得部分地露出 n 型氮化物半导体层 102。

[0009] 在未被台面蚀刻工艺蚀刻的 p 型氮化物半导体层 104 上形成 p 电极焊盘 106。在 n 型氮化物半导体层 102 上形成 n 电极焊盘 107。

[0010] 由于 p 型氮化物半导体层 104 具有大于 n 型氮化物半导体层 102 的特定电阻率,所以 p 型氮化物半导体层 104 和 n 型氮化物半导体层 102 之间的电阻差减弱了电流扩散效应。同样地,当电流扩散效应减弱时,光提取效率也随之降低,从而氮化物半导体 LED 100 的亮度减小。由此,为了提高相关技术中的电流扩散效应,在 p 型氮化物半导体层 104 上形成透明电极 105,以增大通过 p 电极焊盘 106 注入的电流的注入面积。

[0011] 在上述的基于氮化物的半导体 LED 100 中,在 p 型氮化物半导体层 104 上还设置有透明电极 105,以获得增强的电流扩散效应。然而,当透明电极 105 和 n 型氮化物半导体层 102 之间的表面电阻差很大时,电流扩散效应依然很弱。例如,当将常用的 ITO(氧化铟锡)用作透明电极 105 时,由于 ITO 的高表面电阻,在 p 电极焊盘的附近(参看参考标号

‘A<sub>1</sub>’) 产生局部电流拥挤。

[0012] 在基于氮化物的半导体 LED 100 中, p 电极焊盘 106 尽可能地接近 p 型氮化物半导体层 104 的外缘线而形成, 该外缘线为台面线。此外, p 电极焊盘 106 和 n 电极焊盘 107 彼此以最大距离隔开, 以确保其间的最大发光面积。随后, 期望增强光学输出。然而, 在这种情况下, p 电极焊盘 106 附近 (A<sub>1</sub>) 的局部电流拥挤增加, 从而使二极管的可靠性降低。

[0013] P 电极焊盘 106 的附近 (A<sub>1</sub>) 为优先发光的区域 (下面, 称为 ‘优先发光区’)。当 p 电极焊盘 106 接近台面线而形成时, 确保作为发光密度 (luminous density) 较高的优先发光区的 p 电极焊盘 106 附近 (A<sub>1</sub>) 的面积受到了限制。这种限制使得难以提高整个芯片的光提取效率。同时, 图 1 的虚线表示电流路径。

## 发明内容

[0014] 本发明的优势在于提供了一种基于氮化物的半导体发光二极管 (LED)。在该基于氮化物的半导体 LED 中, 将 p 电极焊盘周围的面积扩大, 以提高光提取效率, 并且防止局部电流拥挤, 以减小驱动电压, 从而提高二极管的可靠性。

[0015] 本发明总的发明构思的其他方面和优点将部分地在随后的说明中部分地阐述, 并且部分地从该说明中将显而易见、或者通过总的发明构思的实施而被理解。

[0016] 根据本发明的一方面, 基于氮化物的半导体 LED 包括: 基板, 该基板形成矩形形状且长度与宽度之比等于或大于 1.5 : 1; n 型氮化物半导体层, 形成在基板上并且由具有  $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$  ( $0 \leq X, 0 \leq Y, \text{且 } X+Y \leq 1$ ) 组成式的 n 型半导体材料构成; 有源层和 p 型氮化物半导体层, 顺序地形成在 n 型氮化物半导体层的预定区域上, 有源层由具有  $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$  ( $0 \leq X, 0 \leq Y, \text{且 } X+Y \leq 1$ ) 组成式的半导体材料构成, 并且 p 型氮化物半导体层由具有  $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$  ( $0 \leq X, 0 \leq Y, \text{且 } X+Y \leq 1$ ) 组成式的 p 型半导体材料构成; 透明电极, 形成在 p 型氮化物半导体层上, 以便与 p 型氮化物半导体层的外缘线隔开预定距离; p 电极焊盘, 形成在透明电极上, 以便 p 电极焊盘与由具有  $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$  ( $0 \leq X, 0 \leq Y, \text{且 } X+Y \leq 1$ ) 组成式的 p 型半导体材料构成的 p 型氮化物半导体层的外缘线隔开 50 至 200  $\mu\text{m}$  的距离; 以及 n 电极焊盘, 形成在 n 型氮化物半导体层上。

[0017] 该基于氮化物的半导体 LED 进一步包括缓冲层, 该缓冲层形成在基板与 n 型氮化物半导体层之间, 且由 AlN/GaN 构成。基板是蓝宝石基板。

[0018] 优选地, n 型氮化物半导体层是掺杂有选自自由 Si、Ge 和 Sn 组成的组中的任一种 n 型导电杂质的 GaN 层或 GaN/AlGa<sub>n</sub>N 层, p 型氮化物半导体层是掺杂有选自自由 Mg、Zn 和 Be 组成的组中的任一种 p 型导电杂质的 GaN 层或 GaN/AlGa<sub>n</sub>N 层, 并且有源层由具有多量子势阱 (multi-quantum well) 结构的 InGa<sub>n</sub>/GaN 层构成。

[0019] 优选地, 透明电极是 ITO (氧化铟锡) 材料。

[0020] 优选地, p 电极焊盘和 n 电极焊盘由 Au 或 Au/Cr 形成。

[0021] 当 p 电极焊盘与 p 型氮化物半导体层的外缘线隔开 50 至 200  $\mu\text{m}$  的距离时, 可以增强光学能量。

[0022] 当 p 电极焊盘与 p 型氮化物半导体层的外缘线隔开大于 200  $\mu\text{m}$  的距离时, 可以降低光学能量。

## 附图说明

[0023] 本发明总的发明构思的这些和 / 或其它方面及优点将通过以下结合附图对实施例的描述而变得显而易见, 并更易于理解, 其中:

[0024] 图 1 是示出传统的基于氮化物的半导体 LED 的截面图;

[0025] 图 2 是示出传统的基于氮化物的半导体 LED 的平面图;

[0026] 图 3 是示出根据本发明实施例的基于氮化物的半导体 LED 的截面图;

[0027] 图 4 是示出根据本发明实施例的基于氮化物的半导体 LED 的平面图;

[0028] 图 5A 至图 5D 是用于解释根据本发明实施例的基于氮化物的半导体 LED 的制造方法的截面图;

[0029] 图 6 是示出根据 p 电极焊盘的间距的  $P_0$  (光强度) 变化的曲线图;

[0030] 图 7 是示出根据 p 电极焊盘的间距的驱动电压变化的曲线图; 以及

[0031] 图 8 是示出 p 电极焊盘与台面线隔开  $55 \mu\text{m}$  的状态的照片。

## 具体实施方式

[0032] 现在, 将详细地参照本发明总的发明构思的实施例, 其实例在附图中示出, 其中, 相同的参考标号始终表示相同的元件。以下, 通过参照附图描述实施例解释本发明总的发明构思。

[0033] 以下, 将参照附图详细地描述本发明的优选实施例。

[0034] 基于氮化物的半导体 LED 的结构

[0035] 参照图 3 和图 4, 将详细描述根据本发明实施例的基于氮化物的半导体 LED。

[0036] 图 3 是示出基于氮化物的半导体 LED 的截面图, 以及图 4 是示出基于氮化物的半导体 LED 的平面图。

[0037] 如图 3 所示, 根据本发明实施例的基于氮化物的半导体 LED200 包括用于生长基于氮化物的半导体材料的蓝宝石基板 201、缓冲层 (未示出)、n 型氮化物半导体层 202、有源层 203、以及 p 型氮化物半导体层 204, 它们都顺序地形成在蓝宝石基板 201 上。通过台面蚀刻工艺将 p 型氮化物半导体层 204 和有源层 203 的一部分去除, 使得部分地露出 n 型氮化物半导体层 202 的上表面。

[0038] 缓冲层生长在蓝宝石基板 201 上, 以增强蓝宝石基板 210 和 n 型氮化物半导体层 202 之间的点阵匹配 (lattice matching)。缓冲层可由 AlN/GaN 等形成。

[0039] n 型和 p 型氮化物半导体层 202 和 204 以及有源层 203 可由半导体材料形成, 该材料具有  $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$  (这里,  $0 \leq x, 0 \leq y$ , 且  $x+y \leq 1$ ) 的组成式。更具体地, n 型氮化物半导体层 202 可由掺杂有 n 型导电杂质的 GaN 或 GaN/AlGa<sub>N</sub> 层形成。例如, n 型导电杂质可为 Si、Ge、Sn 等, 其中, 优选使用 Si。此外, p 型氮化物半导体层 204 可由掺杂有 p 型导电杂质的 GaN 或 GaN/AlGa<sub>N</sub> 层形成。例如, p 型导电杂质可为 Mg、Zn、Be 等, 其中, 优选使用 Mg。有源层 203 可由具有多量子势阱结构的 InGa<sub>N</sub>/GaN 层形成。

[0040] 在未被台面蚀刻工艺去除的 p 型氮化物半导体层 204 上, 由 ITO 材料形成透明电极 205。如图 3 所示, 透明电极 205 与 p 型氮化物半导体层 204 的外缘线隔开预定距离。在透明电极 205 上形成 p 型电极焊盘 206, 以与 p 型氮化物半导体层 204 的作为台面线的外缘线隔开预定距离。在通过台面蚀刻工艺露出的 n 型氮化物半导体层 202 上形成 n 型电极焊

盘 207。此时,考虑到通常的基于氮化物的半导体 LED 芯片的尺寸,优选地形成 p 型电极焊盘 206,以与 p 型氮化物半导体层 204 的外缘线隔开 50 至 200  $\mu\text{m}$ 。

[0041] 如图 4 所示,基板 201 的平面形状形成为矩形。在这种情况下,优选地,矩形的宽度与长度比为 1 : 1.5。

[0042] 其间,如上所述,当将常用的 ITO 作为透明电极 205 时,由于 ITO 的高表面电阻,在 p 型电极焊盘 206 的附近可产生局部电流拥挤。然而,在本实施例中,p 型电极焊盘 206 与台面线隔开预定距离,这可减小局部电流拥挤。由此,可以提高二极管的可靠性(例如,可以减小驱动电压),并且扩大作为优先发光区(参看图 3 的参考标号 'A<sub>2</sub>')的 p 电极焊盘 206 周围的面积。因此,可以提高芯片的总体发光效率。同时,图 3 的虚线表示电流路径。

#### [0043] 基于氮化物的半导体 LED 的制造方法

[0044] 下面,将描述根据本发明实施例的基于氮化物的半导体 LED 的制造方法。

[0045] 图 5A 至图 5D 是示出基于氮化物的半导体 LED 的制造方法的截面图。

[0046] 首先,如图 5A 所示,在用于生长基于氮化物的半导体材料的蓝宝石基板 201 上顺序地形成缓冲层(未示出)、n 型氮化物半导体层 202、有源层 203、以及 p 型氮化物半导体层 204。可以省略缓冲层,并且 n 型氮化物半导体层 202、有源层 203、以及 p 型氮化物半导体层 204 可由半导体材料形成,该材料具有  $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ (这里,  $0 \leq x, 0 \leq y$ , 且  $x+y \leq 1$ ) 的组成式。通常,它们可通过诸如金属有机化学汽相沉积(MOCVD)的工艺形成。

[0047] 接下来,如图 5B 所示,台面蚀刻部分 p 型氮化物半导体层 204、部分有源层 203、以及部分 n 型氮化物半导体层 202,以部分地露出 n 型氮化物半导体层 202。

[0048] 如图 5C 所示,在 p 型氮化物半导体层 204 上形成透明电极 205。通常,由 ITO 形成透明电极 205。

[0049] 如图 5D 所示,在透明电极 205 上形成 p 电极焊盘 206,其与 p 型氮化物半导体层 204 的外缘线隔开预定距离,以及在 n 型氮化物半导体层 202 上形成 n 电极焊盘 207。P 电极焊盘 206 和 n 电极焊盘 207 可由诸如 Au 或 Au/Cr 的金属形成。

[0050] 如上所述,由于用作透明电极 205 的 ITO 的高表面电阻,在 p 电极焊盘 206 的附近产生电流拥挤。然而,在本实施例中,p 电极焊盘 206 与台面线隔开预定距离,使得可减弱局部电流拥挤。因此,可以减小驱动电压,并且可扩大作为优先发光区(参看图 5 的参考标号 'A<sub>2</sub>')的 p 电极焊盘 206 周围的面积,使得可以提高芯片的总体发光效率。

[0051] 图 6 是示出根据 p 电极焊盘间距(separation distance)的 Po(光强度)变化的曲线图,以及图 7 是示出根据 p 电极焊盘间距的驱动电压变化的曲线图。

[0052] 参照图 6,当 p 电极焊盘 206 与台面线隔开 50 至 200  $\mu\text{m}$ ,Po 趋于增加。随着 p 电极焊盘 206 与台面线隔开 200  $\mu\text{m}$  以上,Po 降低。因此,最优选地,p 电极焊盘 206 与 p 型氮化物半导体层 204 的作为台面线的外缘线隔开 50 至 200  $\mu\text{m}$ 。此外,参照图 7,随着 p 电极焊盘 206 与台面线隔开预定距离,即,随着 p 电极焊盘 206 和 n 电极焊盘 207 之间的距离减小,驱动电压也随之减小。

[0053] 图 8 是示出当 p 电极焊盘与台面线隔开 55  $\mu\text{m}$  时的发光状态的照片。

[0054] 当 p 电极焊盘 206 与台面线隔开 55  $\mu\text{m}$  时,如图 8 所示,可在整个芯片中获取均匀的发光效应。此外,可以扩大作为优先发光区的 p 电极焊盘 206 周围的面积,使得可以进一步提高芯片的总体发光效率。

[0055] 优选地,蓝宝石基板 201 的平面形状形成为矩形。这是由于,与蓝宝石基板 201 的平面形状形成为正方形相比,当蓝宝石基板 201 为矩形时,有利地确保 p 电极焊盘 206 可与台面线隔开的距离的容限 (margin)。在这种情况下,优选地,矩形的宽度与长度比为 1 : 1.5。这是由于,当矩形的长度与宽度比小于 1.5 时,与台面线隔开的 p 电极焊盘 206 变得如此接近 n 电极焊盘 207,可减弱电流扩散效应。

[0056] 根据本发明的基于氮化物的半导体 LED 及其制造方法,p 电极焊盘与台面线隔开预定距离,并且将优先发光的 p 电极焊盘周围的面积扩大,以提高芯片的光提取效率。此外,减弱了局部电流拥挤,以减小驱动电压,从而提高了二极管的可靠性。

[0057] 尽管已经示出和描述了本发明总的发明构思的一些实施例,但是本领域的技术人员应该理解,在不背离本发明总的发明构思的原则和精神的条件下可以在这些实施例中作出变化,本发明总的发明构思的范围由所附的权利要求书及其等同物所限定。

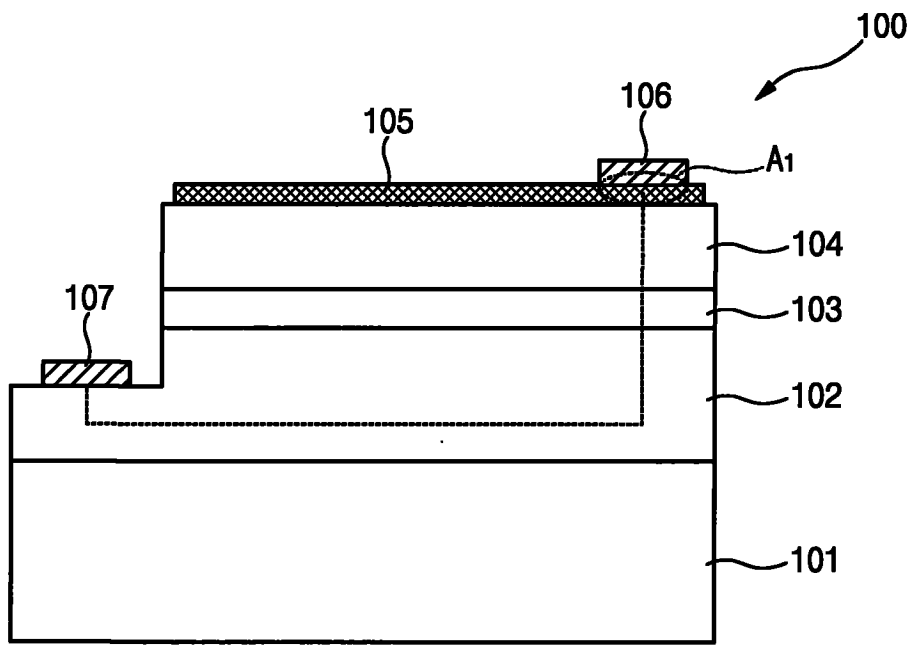


图 1

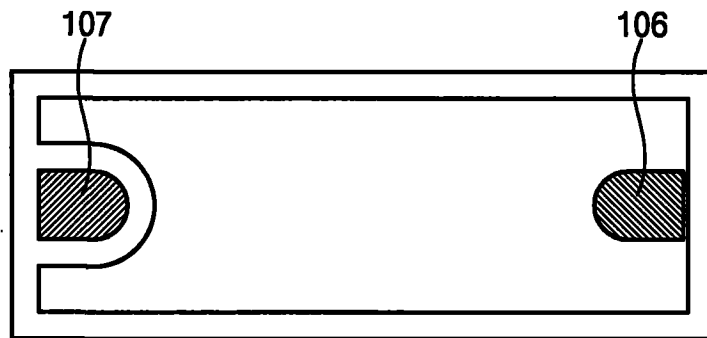


图 2

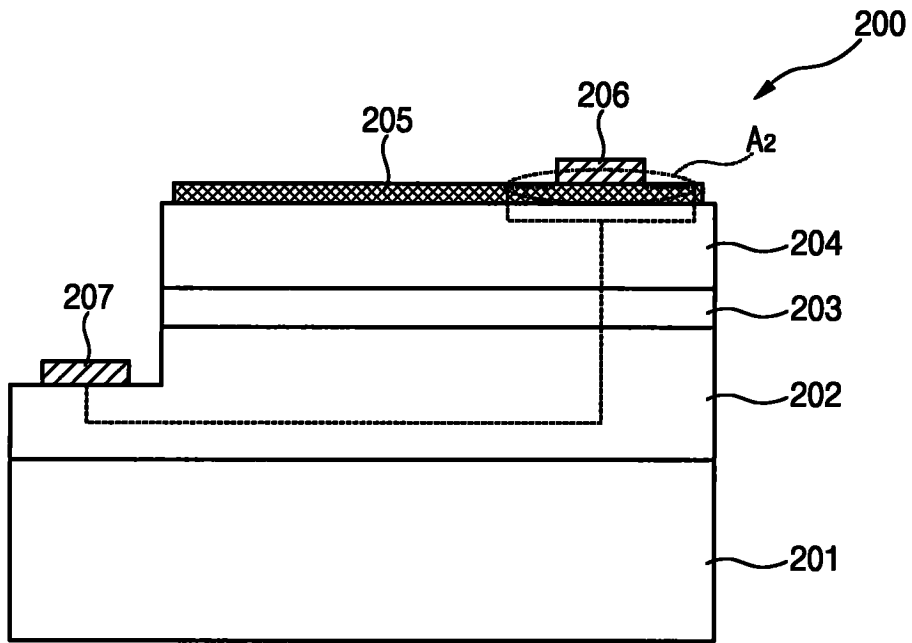


图 3

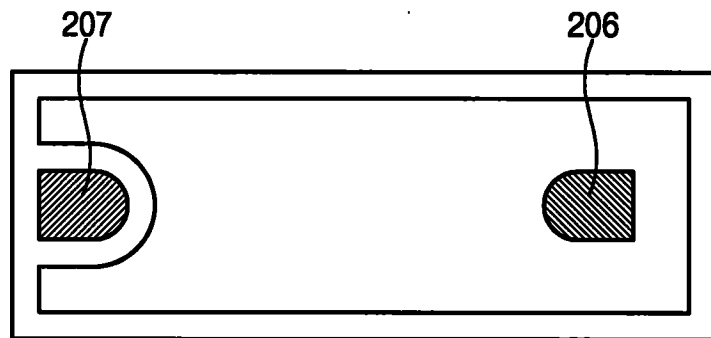


图 4

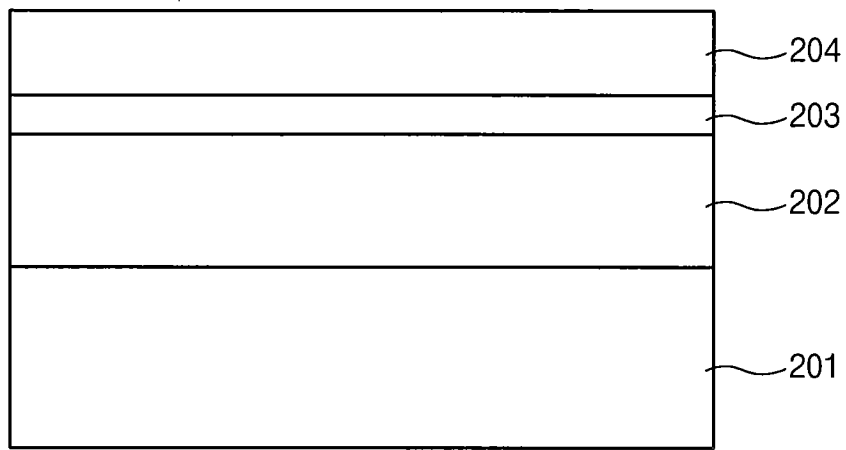


图 5A

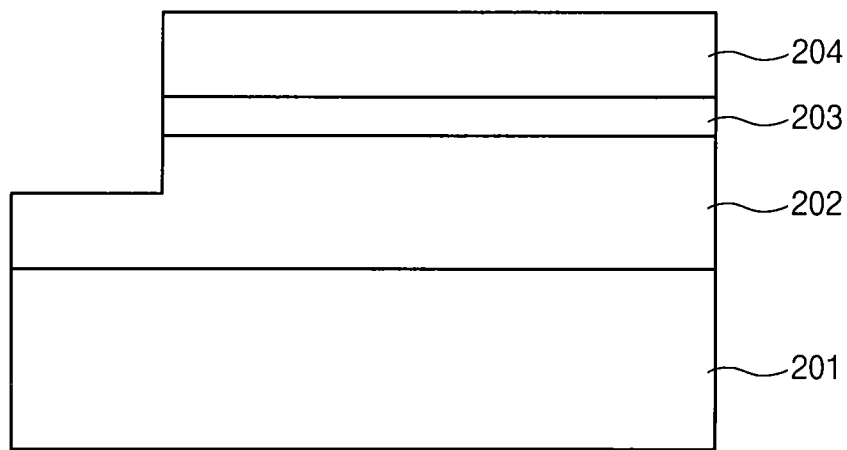


图 5B

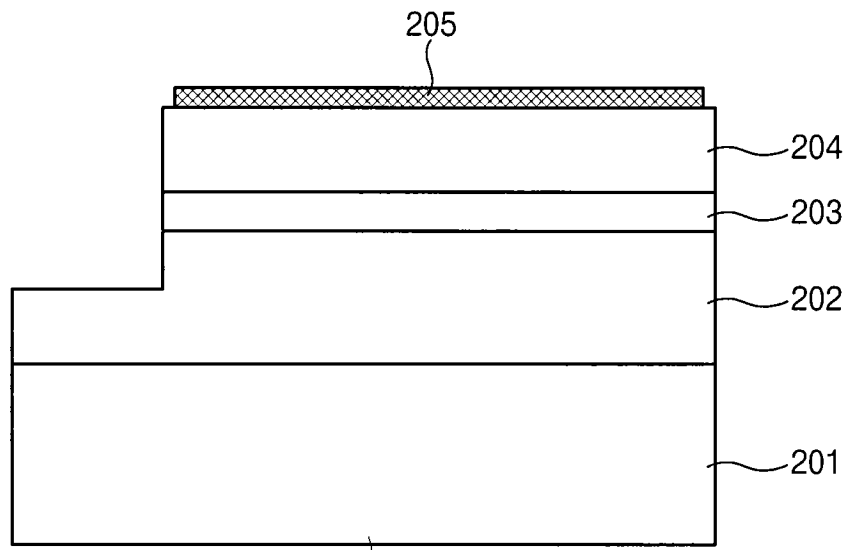


图 5C

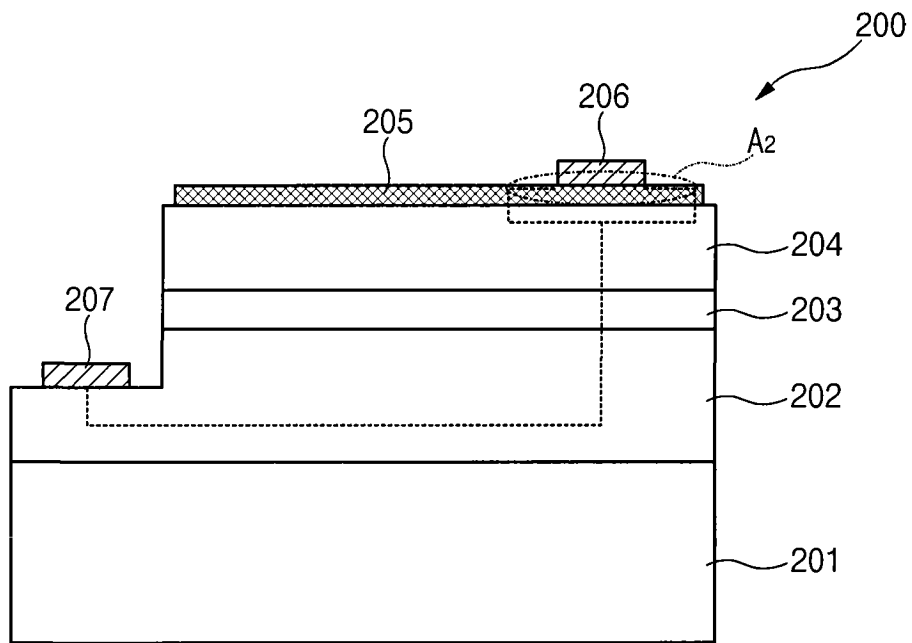


图 5D

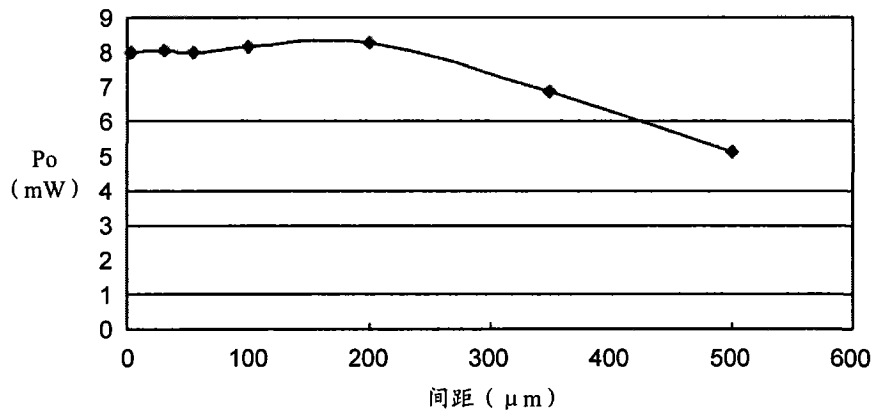


图 6

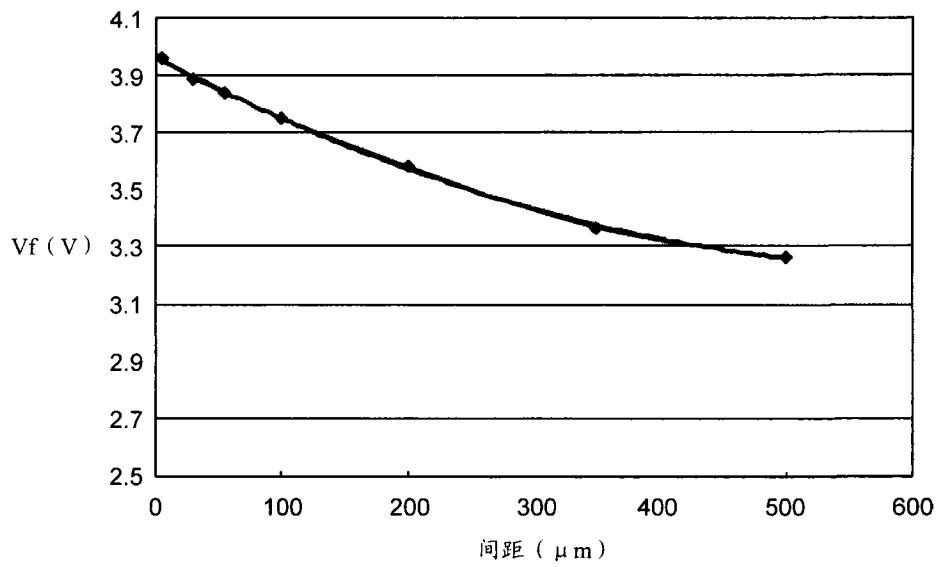


图 7



图 8