

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

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



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 98803761.0

[45] 授权公告日 2007 年 10 月 31 日

[11] 授权公告号 CN 100346487C

[22] 申请日 1998.3.25 [21] 申请号 98803761.0

[30] 优先权

[32] 1997. 3. 31 [33] JP [31] 79300/97

[86] 国际申请 PCT/JP1998/001355 1998.3.25

[87] 国际公布 WO1998/044569 日 1998.10.8

[85] 进入国家阶段日期 1999.9.27

[73] 专利权人 夏普株式会社

地址 日本大阪府

[72] 发明人 伊藤茂稔

[56] 参考文献

特开平 8-250769 1996.9.27

特开平 7-288340 0195.10.31

特开平 9-64418 1997.3.7

特开平 8-102550 1996.4.16

审查员 刘 红

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司

代理人 沈昭坤

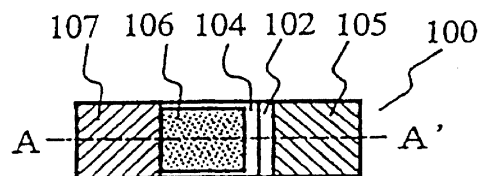
权利要求书 3 页 说明书 11 页 附图 7 页

[54] 发明名称

发光元件

[57] 摘要

一种发光元件，它包括：基片，在基片上形成的至少 1 层第 1 导电类型半导体层，在所述第 1 导电类型半导体层的部分区域中形成的至少 1 层第 2 导电类型半导体层，连接至所述第 1 导电类型半导体层的第 1 焊接电极，连接至所述第 2 导电类型半导体层几乎整个表面的第 2 焊接电极；所述基片对所述第 1 导电类型半导体层与第 2 导电类型半导体层接合部附近发射的光是透明的；所述第 2 焊接电极形成成为大致矩形形状且具有焊接所需的实质上最小面积；元件侧面配置在所述第 2 焊接电极周围 3 个方向。



1. 一种发光元件，它包括：

基片，

在所述基片上形成的至少 1 层第 1 导电类型半导体层，

在所述第 1 导电类型半导体层的部分区域中形成的至少 1 层第 2 导电类型半导体层，

连接至所述第 1 导电类型半导体层的第 1 焊接电极，

连接至所述第 2 导电类型半导体层整个表面的第 2 焊接电极；其特征在于，
所述基片对所述第 1 导电类型半导体层与第 2 导电类型半导体层接合部附近发射的光是透明的；

所述第 2 焊接电极形成为大致矩形形状且具有焊接所需的实质上最小面积；

元件侧面配置在所述第 2 焊接电极周围 3 个方向。

2. 一种发光元件，它包括：

基片，

在基片上形成的至少 1 层第 1 导电类型半导体层，

在所述第 1 导电类型半导体层的部分区域中形成的至少 1 层第 2 导电类型半导体层，

连接至所述第 1 导电类型半导体层的第 1 焊接电极，

连接至所述第 2 导电类型半导体层几乎整个表面的第 2 电极；其特征在于，
所述基片对所述第 1 导电类型半导体层与第 2 导电类型半导体层接合部附近发射的光是透明的；

所述第 2 电极由第 2 焊接电极与第 2 透明电极构成；

所述第 2 焊接电极形成为大致矩形形状且具有焊接所需的实质上最小面积；

元件侧面配置在所述第 2 焊接电极周围 3 个方向；

所述发光元件顶视具有四边形外形，所述第 1 焊接电极、第 2 透明电极和第 2 焊接电极沿该四边形一侧的方向依序直线排列。

3. 如权利要求 1 或 2 所述的发光元件，其特征在于，所述第 1 导电类型

半导体层和第2导电类型半导体层由III族元素氮化物半导体构成。

4. 一种发光元件，是一种具有矩形外形的LED，该发光元件包括：

基片，

在基片上形成的至少1层第1导电类型半导体层，

在所述第1导电类型半导体层的部分区域中形成的至少1层第2导电类型半导体层，

连接至所述第1导电类型半导体层的第1焊接电极，

连接至所述第2导电类型半导体层几乎整个表面的第2焊接电极；其特征在于，

所述基片对所述第1导电类型半导体层与第2导电类型半导体层接合部附近发射的光是透明的；

所述第2焊接电极形成为具有焊接所需的实质上最小面积；

所述第2焊接电极设置成邻接LED外形的3个侧面；

所述发光元件顶视具有四边形外形，所述第1和第2焊接电极沿该四边形一侧的方向依序直线排列；

所述第1和第2焊接电极面积为50至300 μm^2 ；所述基片厚度为60至400 μm ；所述第2焊接电极形成在距离矩形发光元件3个侧面约30 μm 的内侧。

5. 一种发光元件，是一种具有矩形外形的LED，该发光元件包括：

基片，

在基片上形成的至少1层第1导电类型半导体层，

在所述第1导电类型半导体层的部分区域中形成的至少1层第2导电类型半导体层，

连接至所述第1导电类型半导体层的第1焊接电极，

连接至所述第2导电类型半导体层几乎整个表面的第2电极；其特征在于，

所述基片对所述第1导电类型半导体层与第2导电类型半导体层接合部附近发射的光是透明的；

所述第2电极由第2焊接电极与第2透明电极构成；

所述第2焊接电极形成为具有焊接所需的实质上最小面积；

所述第2焊接电极设置成邻接LED外形的3个侧面；

所述发光元件顶视具有四边形外形，所述第1焊接电极、第2透明电极和

第2焊接电极沿该四边形一侧的方向依序直线排列。

发光元件

技术领域

本发明涉及发光元件及其制造方法。

背景技术

近年来,通过使用 GaN、AlN、InN 或它们的混晶为代表的氮化物半导体材料,正实现从紫外到可见光区域发光的诸如 LED 等的半导体发光元件。

这些 LED 主要采用绝缘体的蓝宝石基片作为衬底。因而,与通常的发光元件不同,元件表面必须具有 p 型和 n 型两种电极,为此,提出了各种构造。

参照图 7(a)及 7(b)说明采用以往氮化物半导体材料的发光元件。

示于图 7(a)及 7(b)的发光元件,在蓝宝石基片 1 上顺次形成 n 型 GaN 层 2、InGaN 发光层 3、p 型 GaN 层 4 及 p 型透明电极 6。n 型 GaN 层 2 在其部分区域中,去除部分表面连同其上形成的 InGaN 发光层 3 及 p 型 GaN 层 4,在该区域上直接连接 n 型焊接电极 5。又,在 p 型透明电极 6 的部分区域上连接 p 型焊接电极 7。进而,在 n 型焊接电极 5 及 p 型焊接电极 7 上连接球形部 8 及焊接导线 9。

这种在元件表面取 p n 两种电极的构造中,在元件内部,电流基本上沿与各半导体层的界面平行的方向流动。由此,从 p 型层经发光层流至 n 型层的电流难于均匀地通过发光层的各部分,因而发光部的发光强度分布易变大。

为了改善上述问题,可以在发光层 3 的几乎全部表面上形成 p 型电极,但为了从发光层 3 导出所发射的光,p 型电极必须采用透明电极,因此,不能不使用极薄(例如,膜厚为约 10nm)的金属膜。但是,难于把导线焊接至这种极薄的膜。因此,在上述发光元件中,设 p 型电极为 p 型透明电极 6,在其一部分上形成膜足够厚且不透明的焊接电极 7。

但是,在上述发光元件中,虽然对其层叠构造设法进行改进使从发光元件上面导出所发射的光,但难于导出不透明的 p 型焊接电极 7 正下方所发出的光。即,即使在发光层 3 的整个表面上设置 p 型透明电极 6, p 型焊接电极 7 正

下方发出的光也被 p 型焊接电极 7 遮挡而不能导出，存在不能改善发光导出效率的缺陷。

发明内容

根据本发明第 1 方面的一种发光元件，它包括：基片，在所述基片上形成的至少 1 层第 1 导电类型半导体层，在所述第 1 导电类型半导体层的部分区域中形成的至少 1 层第 2 导电类型半导体层，连接至所述第 1 导电类型半导体层的第 1 焊接电极，连接至所述第 2 导电类型半导体层整个表面的第 2 焊接电极；所述基片对所述第 1 导电类型半导体层与第 2 导电类型半导体层接合部附近发射的光是透明的；所述第 2 焊接电极形成为大致矩形形状且具有焊接所需的实质上最小面积；元件侧面配置在所述第 2 焊接电极周围 3 个方向。

根据本发明第 2 方面的一种发光元件，它包括：基片，在基片上形成的至少 1 层第 1 导电类型半导体层，在所述第 1 导电类型半导体层的部分区域中形成的至少 1 层第 2 导电类型半导体层，连接至所述第 1 导电类型半导体层的第 1 焊接电极，连接至所述第 2 导电类型半导体层几乎整个表面的第 2 电极；所述基片对所述第 1 导电类型半导体层与第 2 导电类型半导体层接合部附近发射的光是透明的；所述第 2 电极由第 2 焊接电极与第 2 透明电极构成；所述第 2 焊接电极形成为大致矩形形状且具有焊接所需的实质上最小面积；元件侧面配置在所述第 2 焊接电极周围 3 个方向；所述发光元件顶视具有四边形外形，所述第 1 焊接电极、第 2 透明电极和第 2 焊接电极沿该四边形一侧的方向依序直线排列。

根据本发明第 3 方面的一种发光元件，是一种具有矩形外形的 LED，该发光元件包括：基片，在基片上形成的至少 1 层第 1 导电类型半导体层，在所述第 1 导电类型半导体层的部分区域中形成的至少 1 层第 2 导电类型半导体层，连接至所述第 1 导电类型半导体层的第 1 焊接电极，连接至所述第 2 导电类型半导体层几乎整个表面的第 2 焊接电极；所述基片对所述第 1 导电类型半导体层与第 2 导电类型半导体层接合部附近发射的光是透明的；所述第 2 焊接电极形成为具有焊接所需的实质上最小面积；所述第 2 焊接电极设置成邻接 LED 外形的 3 个侧面；所述发光元件顶视具有四边形外形，所述第 1 和第 2 焊接电极沿该四边形一侧的方向依序直线排列；所述第 1 和第 2 焊接电极面积为 50 至

$300\mu\text{m}^2$; 所述基片厚度为 60 至 $400\mu\text{m}$; 所述第 2 焊接电极形成在距离矩形发光元件 3 个侧面约 $30\mu\text{m}$ 的内侧。

根据本发明第 4 方面的一种发光元件, 是一种具有矩形外形的 LED, 该发光元件包括: 基片, 在基片上形成的至少 1 层第 1 导电类型半导体层, 在所述第 1 导电类型半导体层的部分区域中形成的至少 1 层第 2 导电类型半导体层, 连接至所述第 1 导电类型半导体层的第 1 焊接电极, 连接至所述第 2 导电类型半导体层几乎整个表面的第 2 电极; 所述基片对所述第 1 导电类型半导体层与第 2 导电类型半导体层接合部附近发射的光是透明的; 所述第 2 电极由第 2 焊接电极与第 2 透明电极构成; 所述第 2 焊接电极形成为具有焊接所需的实质上最小面积; 所述第 2 焊接电极设置成邻接 LED 外形的 3 个侧面; 所述发光元件顶视具有四边形外形, 所述第 1 焊接电极、第 2 透明电极和第 2 焊接电极沿该四边形一侧的方向依序直线排列。

进而, 根据本发明提供一种发光元件的制造方法, 包括在基片上纵向和横向形成多个构成多个发光元件的至少 1 层第 1 导电类型半导体层、至少 1 层第 2 导电类型半导体层、第 1 焊接电极和第 2 焊接电极后, 把得到的基片分割成一个单元一个单元的所述发光元件; 其中, 配置各半导体层和各电极, 使在纵向所述第 1 焊接电极彼此邻接、所述第 2 焊接电极彼此邻接, 在横向, 所述第 1 焊接电极与第 2 电极邻接。

附图概述

图 1 是本发明的发光元件, 图 1(a) 是概略俯视图, 图 1(b) 是概略剖面图。

图 2 是本发明的发光元件制造工序中发光元件配置在晶片上的概略俯视图。

图 3 是比较发光效率实验中发光元件电极配置的说明图。

图 4 是示于图 3 的各发光元件的发光强度示图。

图 5 是本发明另一个发光元件, 图 5(a) 是其概略俯视图, 图 5(b) 是其概略剖面图。

图 6 是本发明再一个发光元件, 图 6(a) 是其概略俯视图, 图 6(b) 是其概略剖面图。

图 7 是以往的发光元件，图 7(a)是其概略俯视图，图 7(b)是图 7(a)沿 A—A'线的概略剖面图。

发明的实施形态

本发明的发光元件，主要由在基片上形成的第 1 导电类型半导体层、第 2 导电类型半导体层、第 1 焊接电极、第 2 焊接电极构成；或由在基片上形成的第 1 导电类型半导体层、第 2 导电类型半导体层、第 1 焊接电极、第 2 电极构成。基片没有特别的限定，可以是通常发光元件作为基片使用的那种，但需对要获得的发光元件发出的光是透明的，即，对发射光附近波长的光的吸收，相对于透明而言足够小。例如，可从硅、锗等半导体基片，SiGe、SiC、GaP、GaAsP、GaN 等化合物半导体基片，蓝宝石、石英、ZnO 等电介质基片等中，分别根据发光波长进行选择。

本发明发光元件中的半导体层，由至少 1 层第 1 导电类型半导体层和第 2 导电类型半导体层构成，以形成至少 1 个 pn 结。这里，所谓第 1 导电类型及第 2 导电类型表示 p、n 或 i 型中的任一种。

这些半导体层可由相同组成的半导体构成，也可由不同组成的半导体构成。这些半导体层在其与基片之间、半导体层之间、半导体层与第 1 焊接电极或第 2 电极之间可介入第 1、第 2 导电类型或与该 2 种导电类型不同导电类型的中间层或缓冲层。

作为半导体，以 III 族元素氮化物半导体为例，即，氮化镓系半导体，例如除 $\text{In}_s\text{Al}_t\text{Ga}_{1-s-t}\text{N}$ ($0 \leq s, 0 \leq t, s+t \leq 1$) 等外，可举出 $\text{Al}_s\text{Ga}_{1-s}\text{As}$ ($0 \leq s \leq 1$)、 $\text{Ga}_s\text{As}_{1-s}\text{P}$ ($0 \leq s \leq 1$)、 $\text{In}_s\text{Ga}_{1-s}\text{As}_x\text{P}_{1-x}$ ($0 \leq s \leq 1, 0 \leq x \leq 1$)、 $\text{In}_s\text{Al}_t\text{Ga}_{1-s-t}\text{P}$ ($0 \leq s, 0 \leq t, s+t \leq 1$)、 $\text{In}_s\text{Al}_t\text{Ga}_{1-s-t}\text{N}_x\text{As}_{1-x}$ ($0 \leq s, 0 \leq t, s+t \leq 1, 0 \leq x \leq 1$)、 $\text{In}_s\text{Al}_t\text{Ga}_{1-s-t}\text{N}_x\text{P}_{1-x}$ ($0 \leq s, 0 \leq t, s+t \leq 1, 0 \leq x \leq 1$)、 $\text{Mg}_s\text{Zn}_t\text{Cd}_{1-s-t}\text{SxSe}_y\text{Te}_{1-x-y}$ ($0 \leq s, 0 \leq t, s+t \leq 1, 0 \leq x, 0 \leq y, x+y \leq 1$) 等，其中，最好是氮化镓系半导体，尤其是 $\text{In}_s\text{Al}_t\text{Ga}_{1-s-t}\text{N}$ ($0 \leq s, 0 \leq t, s+t \leq 1$)。

这些半导体层可以含有浓度约为 $1 \times 10^{14} \sim 1 \times 10^{21} \text{cm}^{-3}$ 的 n 型或 p 型杂质，例如，C、Si、Ge、Sn、Be、Zn、Cd、Hg、Mg、O、S、Se、Te 等，也可以不含杂质。

半导体层可由公知的方法，例如 MOCVD (有机金属化学汽相淀积) (金属有

机化合物汽相淀积)法、MBE(分子束外延)法、MOMBE法、GSMBE(气体源分子束外延)法等形成。又,杂质可在半导体层形成的同时掺杂,也可在半导体层形成后,通过离子注入和热扩散法掺杂。

第1导电类型半导体层暴露与后述的第1焊接电极连接的区域,最好去除该区域的表面层。这时第1焊接电极连接区域的大小只要具有焊接所需的面积就可以,例如,约 $50\sim 300\times 50\sim 300\mu\text{m}^2$,或构成1个发光元件的第1导电类型半导体层整个面积的约5~50%。去除的表面层的膜厚约为 $0.5\sim 10\mu\text{m}$,或第1导电类型半导体层整体膜厚的约10~70%。

作为去除第1导电类型半导体层部分表面的方法,可用公知的方法。具体地说,例如可举出使用仅在该去除部分有开口的掩膜及酸性溶液或碱性溶液的湿蚀法,或使用各种气体的RIE法(反应性离子蚀刻法)。例如,对III族氮化物半导体中,使用含卤族元素气体的RIE法是有效的,具体地说,可使用 Cl_2 气体和 SiCl_4 气体。

第2导电类型半导体层可仅形成在第1导电类型半导体层的部分区域。其大小可根据最终要得到发光元件的发光强度适当调整,例如可是第1导电类型半导体层整体面积的约30~90%。

又,第2导电类型半导体层可用与形成第1导电类型同样的方法形成。在要加工成期望形状时,可通过与如上所述,去除第1导电类型半导体层部分表面相同的方法来实现。

这些半导体层,因通常LED芯片外形是矩形,故最好各自形成矩形形状。这里所谓“矩形形状”,除长方形外,还包括正方形、梯形、平行四边形,进而还包括其部分或全部角带有圆形的形状,即近似半圆形状、近似半椭圆的形状,只要能在LED芯片中将这此半导体层设置得不浪费空间即可。

本发明发光元件的第1焊接电极是在第1导电类型半导体层上形成的电极,可由通常的导电性材料形成。例如Al、In、Ga、Ni、Ti、Cu、Au、Ag、Cr、Si、W、WN、Pt、Pd、Ta、Sr等。这些材料可形成为单层膜或Ti/Au、W/Au等的层叠膜。这时膜厚不具体规定,例如约 $0.5\mu\text{m}$ 以上,最好 $1\mu\text{m}$ 以上、 $10\mu\text{m}$ 以下。其大小只要具有焊接所需的面积就可以,如上所述,例如约 $50\sim 300\times 50\sim 300\mu\text{m}^2$ 。又,其形状没有具体规定,最好是矩形。

第1焊接电极的形成方法,可考虑使用的材料适当选择,例如可使用真空

喷镀法、真空蒸镀法、EB 蒸镀法、离子喷镀法、MBE 法、电镀法、网板印刷法等。

第 1 焊接电极通常形成用于与外部进行电气连接的导线。为使第 1 焊接电极与导电连接牢固，也可形成球形部。这些导线和球形部可使用常用材料。

本发明的发光元件的第 2 电极是在第 2 导电类型半导体层几乎全部表面上形成的电极。

例如，(1) 当第 2 电极形成为仅用于与第 2 导电类型半导体层焊接时，可用与上述同样的材料、膜厚、方法加以形成。这时第 2 电极的大小最好形成为焊接所需的实质上最小的面积，例如约为 $50\sim 300\times 50\sim 300\mu\text{m}^2$ ，最好约 $100\sim 200\times 100\sim 200\mu\text{m}^2$ ，或为构成一个发光元件的第 1 导电类型半导体层全部面积的约 20~90%。这时第 2 电极最好形成为矩形或大致为矩形。其膜厚例如为 $0.5\sim 10\mu\text{m}$ 。又，最好形成为使在第 2 电极周边的 3 个方向，即在与最接近第 1 焊接电极的一侧的相对侧、与该侧邻接的 2 侧这 3 侧的正下方或这 3 侧正下方附近配置发光元件的侧面。

(2) 在第 2 电极形成为用于与第 2 导电类型半导体层焊接并向它注入电流时，第 2 电极由第 2 焊接电极与第 2 透明电极构成。这时第 2 焊接电极可用与上述同样的材料、膜厚、方法形成。这时的第 2 电极大小与上述(1)的情况同样，最好形成为焊接所需的实质上最小的面积，例如约为 $50\sim 300\times 50\sim 300\mu\text{m}^2$ ，或构成一个发光元件的第 1 导电类型半导体层整体面积的约 5~60%，或第 2 导电类型半导体层全体面积的约 10~90%。第 2 焊接电极最好形成为矩形或近似矩形的形状。又，最好形成为在第 2 焊接电极的周围 3 个方向，即，与最接近第 1 焊接电极侧的相对侧、与该相对侧邻接的 2 侧这 3 侧的正下方或这 3 侧正下方附近配置发光元件的侧面。

第 2 透明电极与第 2 焊接电极电连接，可以自第 2 焊接电极正下方形成在第 2 导电类型半导体层的几乎全部面上，也可以形成为除确保与第 2 焊接电极最低限度连接外，不与第 2 焊接电极重叠。

第 2 透明电极用可高效导出发光元件所发出的光的电极材料形成。例如，该发射光的透光率最好为约 30~100%。作为电极材料，可举出 Al、Au、Ni、Pd、Ti、Cr、Ta、Pt、Sr 等金属， SnO_2 、ZnO、ITO 等透明导电材料为例。这些

材料可以形成单层膜或层叠膜。其膜厚可适当调整以使在使用上述材料时有适当的透光性,例如为约 20nm 以下,最好为约 15nm 以下。另一方面,在半导体层表面上,为使横向电流均匀,必须透光性电极本身横向电阻与半导体层的电阻相比足够小,因而其厚度最好约 2nm 以上。具体而言,在使用 Ni/Au、Pd/Pt 等叠层膜时,厚度最好为约 1~10nm/1~10nm 的范围。而在使用 Pt 单层膜时,为约 2~20nm,最好为约 2~10nm 范围。

第 2 透明电极的形成方法,可根据使用的材料适当选择,例如可使用真空喷镀法、真空蒸镀法、EB 蒸镀法、离子喷镀法、MBE 法等。

这时,例如在一个平面上观察,则大致正方形的第 1 焊接电极、第 2 透明电极和第 2 焊接电极排成一行。

在上述发光元件的制造方法中,最好各发光元件不是单个形成,而是多个发光元件成批形成。即,在基片上纵向和横向形成多个构成多个发光元件的至少一层第 1 导电类型半导体层、至少一层第 2 导电类型半导体层、第 1 焊接电极和第 2 电极。然后,把得到的基片分割成一个单元一个单元的发光元件,根据需要也可按 2 个单元以上的发光元件为一组进行分割。这时,最好配置各半导体层和各电极,使在纵向,第 1 焊接电极和第 2 电极各自彼此邻接,在横向,第 1 焊接电极与第 2 电极邻接。又,在第 2 电极由第 2 焊接电极与第 2 透明电极构成时,最好配置成,在横向,第 1 焊接电极与第 2 焊接电极邻接。

也可以形成为在纵向第 1 焊接电极与第 2 电极分别 1 个个邻接,也可以多个第 1 焊接电极或多个第 2 电极合为一体地形成。

如上所述多个合为一体地形成的发光元件,可用公知的方法,例如,划痕法、刻模法、激光截断法等加以分割。

在划痕法中,基片厚度调整至约 50~200 μm ,然后用金刚石划针在晶片上划线,沿划线沟把晶片分割成芯片。在刻模法中,把基片厚度调整为约 100~500 μm ,然后,用固化金刚石磨粒的旋转刀切断晶片以分割成芯片。在激光截断法中,可使用 CO₂激光、受激准分子激光或 YLF 激光,为了切断蓝宝石基片,也可用波长为 248nm 的 KrF 受激准分子激光。

下面,参照附图,说明本发明的发光元件及其制造方法,本发明并不限于这些实施例。

实施例 1

本实施例的蓝光发光元件示于图 1(a)和(b)。该发光元件 100 在几乎不吸收可见光、对该发光元件的发光波长透明的蓝宝石基片 101 上, 顺次形成 n 型 GaN 层 102、InGaN 发光层 103、p 型 GaN 层 104。n 型 GaN 层 102, 在其部分区域中, 去除部分表面连同在其上形成的 InGaN 发光层 103 及 p 型 GaN 层 104, 在该区域上直接连接 n 型焊接电极 105。又, 在 p 型透明电极 106 的部分区域上连接 p 型焊接电极 107。在 n 型焊接电极 105 和 p 型焊接电极 107 上连接球形部 108 及焊接导线 109。

该发光元件 100 配置成 n 型焊接电极 105、p 型透明电极 106 及 p 型焊接电极 107 排成一行。在图 1(a)中, 为易于观察, 省略了球形部 108 和焊接导线 109。

下面说明上述发光元件的制造方法。

首先, 在膜厚为 $300\mu\text{m}$ 的蓝宝石基片 101 上, 顺次层叠 n 型 GaN 层 102、InGaN 发光层 103、p 型 GaN 层 104。

然后, 采用光刻技术和干蚀技术去除在后述工序中将形成 n 型焊接电极 105 区域中的 p 型 GaN 层 104、InGaN 发光层 103 及 n 型 GaN 层 102 的该部分表面。

然后, 在 p 型 GaN 层 104 上形成膜厚约为 15nm 的 Ni/Au 膜构成的 p 型透明电极 106。这时 p 型透明电极 106 的大小做成约 $150 \times 350\mu\text{m}^2$ 。又在 n 型 GaN 层 102 上, 形成膜厚约 $1\mu\text{m}$ 的 Al 膜构成的 n 型焊接电极 105。

进而, 在 p 型透明电极 106 上形成膜厚约 $1\mu\text{m}$ 的 Au 膜构成的 p 型焊接电极 107。由于难于把导线焊至极薄金属膜的 p 型透明电极 106 上, 该 p 型焊接电极是专门设置的。该 p 型焊接电极 107 的大小需制成考虑导出发射光所需的最低限度大小, 为边长 $200\mu\text{m}$ 的正方形。

该工序通常如图 2 所示, 多个发光元件成批进行。即, 各焊接电极 105、107 分别以连在一起的状态形成多个, 然后将发光元件 100 作为一个单元进行分割而制成。

在分割成各发光元件 100 前, 在基片上检查发光元件 100 的特性。该工序是检查当探针接触 p 型焊接电极 107 和 n 型焊接电极 105 以提供适当的电流时, 是否可得到预期的元件电压和发光强度特性。在本实施例中, 如图 2 所示, 形

成发光元件 100 每 4 个单元各连接焊接电极 105、107。因而，可每 4 个单元集中检查。

根据图 2 所示的配置，要接触探针的各焊接电极 105、107 连续排成一列，因而在检查工序中，探针仅沿焊接电极 105、107 移动即可进行检查，不会误伤例如 p 型透明电极 106，也不会从探针向透明电极 106 落下尘埃等，可提高制造成品率。

又，在图 2 纵向，不要求用于构成发光元件各电极 105、106、107 等的掩模配合的严密性，从而可简化制造工序。

在其后的工序中，分割示于图 2 的各发光元件。被分割的各元件用筒夹(真空吸附工具)夹紧举起作适当搬运，这时，若采用仅与元件两端部分(形成 p 型焊接电极 107、n 型焊接电极 105 的侧面)接触的这种筒夹，则因元件两端固定，可稳定地搬运，又因在元件两端仅存在焊接电极，也不会伤及元件的导光部分。这是通过把 n 型焊接电极、p 型透明电极、p 型焊接电极顺次配置成一行，在元件两端仅配置焊接电极的本发明发光元件特有的效果。

接着，在图 1 未图示的适当的台座上固定各元件，向 n 型焊接电极 105 和 p 型焊接电极 107 焊接导线 109。这时，在焊接导线 109 的前端形成球形部 108，由此，牢固焊接完成。

在上述发光元件 100 中，如图 1(a)所示，正方形的 p 型焊接电极 107 周围 4 个方向中 3 个方向成为发光元件 100 的侧面。即，在 3 个方向，暴露发光层 103 及对所发出的光透明的基片 101 的侧面。因而，可有效地向外导出以往发光元件中不能充分导出的 p 型焊接电极 107 正下方所发射的光。

对发光元件各电极配置对发光效率的影响进行实验。

如图 3 所示，使发光部面积作各种变化形成如上述实施例所述的在 p 型焊接电极 107 周围 3 个方向具有元件侧面的发光元件及如已有技术例子所示在 p 型焊接电极周围 2 个方向具有元件侧面的发光元件，在注入具有同一电流密度的电流时，比较发光强度的差异。

图 3 的左侧列是 p 型焊接电极周围 3 个方向具有元件侧面的发光元件，表示设 p 型焊接电极面积为 1，发光部面积(p 型焊接电极和 p 型透明电极面积之和)为 1、2、3 时的 3 种情况的元件。例如，图中表示：发光部面积为 1 的元件是不形成透明电极的元件，发光部面积为 2 的元件是形成与 p 型焊接电极同

面积的透明电极的元件。又，右侧列是在 p 型焊接电极周围 2 个方向有元件侧面的发光元件。发光部面积，与上述相同。在实验中，p 型焊接电极的大小为每边长 $200\mu\text{m}$ 的正方形，蓝宝石基片的厚度固定为 $300\mu\text{m}$ 。每 1 面积注入 10mA 电流。

实验结果示于图 4。图 4 相对地示出图 3 的各发光元件的发光强度。

图 4 结果中，任一发光部面积在 3 个方向具有元件侧面的发光元件的发光强度均比在 2 个方向具有元件侧面的发光元件的大。

由该结果可知，即使 p 型透明电极邻接 p 型焊接电极设置，也难于导出 p 型焊接电极正下方发出的光，为了改善导光，最佳方案是以 p 型焊接电极周围作为元件侧面。这种效果，在基片对发射光是不透明的发光元件中，不能显著体现。其原因是，使用不透明基片时，在基片及其上层叠的半导体层内部吸收发射光，从而 p 型焊接电极正下方发射的光几乎不能导向外部。但是，在使用透明基片时，若基片侧面处于 p 型焊接电极周围，则 p 型焊接电极正下方发射的光可通过基片侧面导出。

图 4 的结果在基片厚度为 $60\sim 400\mu\text{m}$ 范围内几乎不变化，在 $100\sim 200\times 100\sim 200\mu\text{m}^2$ 的适当 p 型焊接电极大小范围也几乎不变。

p 型焊接电极虽希望其面积小，但要确保焊接所必需的面积。发光部的大小也必须适当设置，以免注入电流密度过大。其原因在于，一旦注入电流密度过大，由于发热会降低发光效率，或对元件寿命产生不良影响。因此，形成覆盖发光部的 p 型电极中，将焊接所需的最小面积作为 p 型焊接电极，其余的面积作为 p 型透明电极，以确保发光部面积适当。p 型透明电极配置成仅邻接 p 型焊接电极的一侧，以不妨碍导出 p 型焊接电极正下方发出的光。

这样，根据本实施例 1 的发光元件，使 p 型焊接电极的面积为所需的最低限度，以 3 个方向作为元件侧面，从而可有效地把 p 型焊接电极正下方发出的光导向元件外部，与已有技术相比可提高元件的发光效率。

又，在本实施例中，将 III 族元素氮化物半导体用于各半导体层，从而可得到在可见光领域具有良好发光特性的发光元件。

在图 2 中，若按每 2 个发光元件单元为一组，即以 110 所示那样切割发光元件，则可得到具有通常的发光面积 2 倍的发光元件。

这样，根据本实施例的发光元件的制造方法，仅改变部分制造工序，即可

从一块基片得到具有不同发光面积的发光元件。

实施例 2

本实施例的绿光发光元件示于图 5(a) 及 5(b)。该发光元件除 p 型焊接电极 107 形成在离开元件侧面约 $30\mu\text{m}$ 的内侧外，其余均与实施例 1 实质上相同。

在该实施例中，蓝宝石基片 101 的厚度为 $100\mu\text{m}$ ，p 型透明电极 106 为大小 $100\times 200\mu\text{m}$ 的长方形，p 型焊接电极为边长 $100\mu\text{m}$ 的正方形。

这样构成的发光元件也与实施例 1 同样，可从元件侧面有效地导出 p 型焊接电极 107 正下方发出的光。即，可得到与已有技术相比发光效率良好的、在可见光领域发光的发光元件。

实施例 3

本实施例的黄绿光发光元件示于图 6(a) 及 (b)。该发光元件除省略 p 型透明电极外，其余与实施例 1 实质上相同。

在本实施例中，蓝宝石基片 101 的厚度为 $200\mu\text{m}$ ，p 型焊接电极 107 为边长 $150\mu\text{m}$ 的正方形。

在如此构成的发光元件中，由于发光面积变小，存在高电流下发光效率降低等特性恶化的问题。然而，在另一方面，此发光元件能以低电流用于以低输出运作为目的的 LED 元件中，因而图 6(a) 及 6(b) 所示的简易构成也可充分使用。

在该发光元件中，p 型焊接电极 107 正下方发射的光也可从元件侧面有效导出，因而可得到具有足够良好的特性的发光元件，尤其是以低输出运作为目的的发光元件。

根据本发明的发光元件，可从元件侧面最大限度导出以往没有有效利用的、从第 2 电极正下方发射的光，从而可提高发射光导出效率。

又，通过以适当形状配置本发明发光元件的各半导体层及电极，可简便容易地制造发光元件。

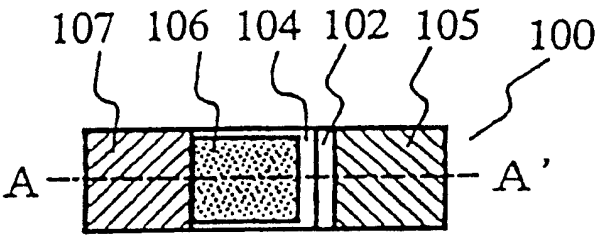


图 1(a)

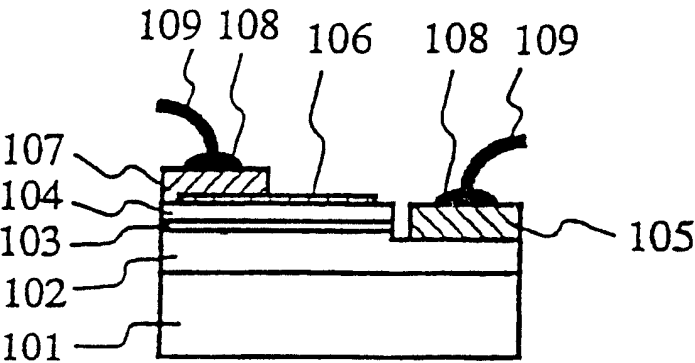


图 1(b)

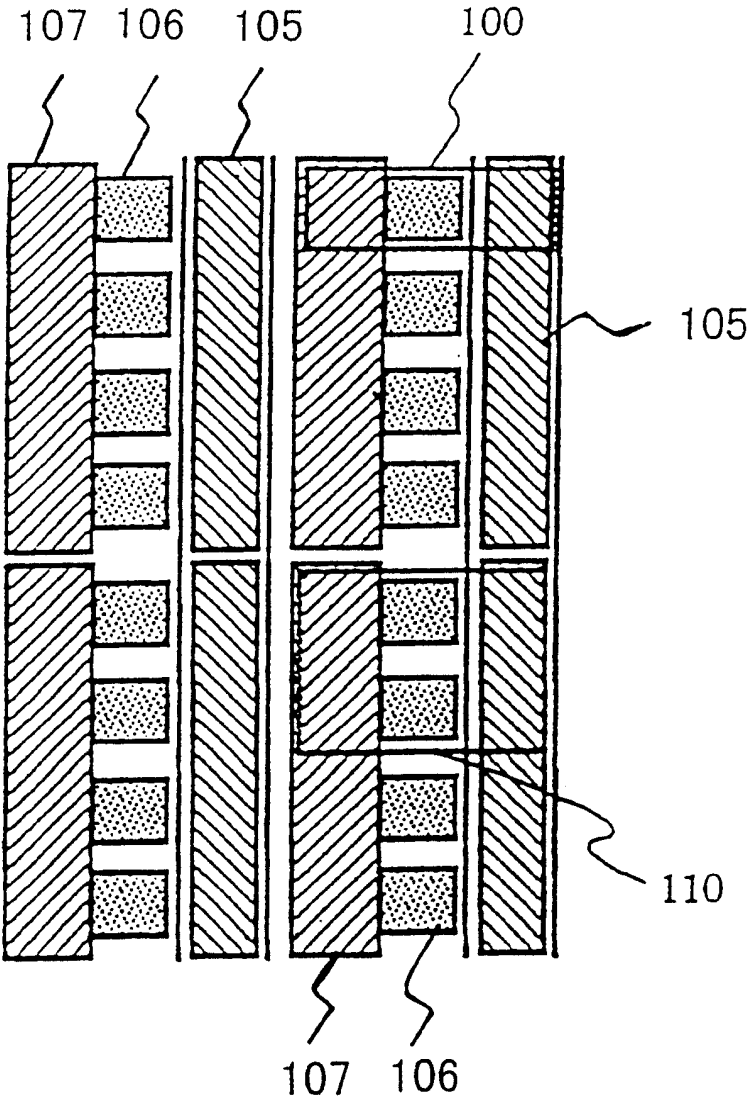


图 2

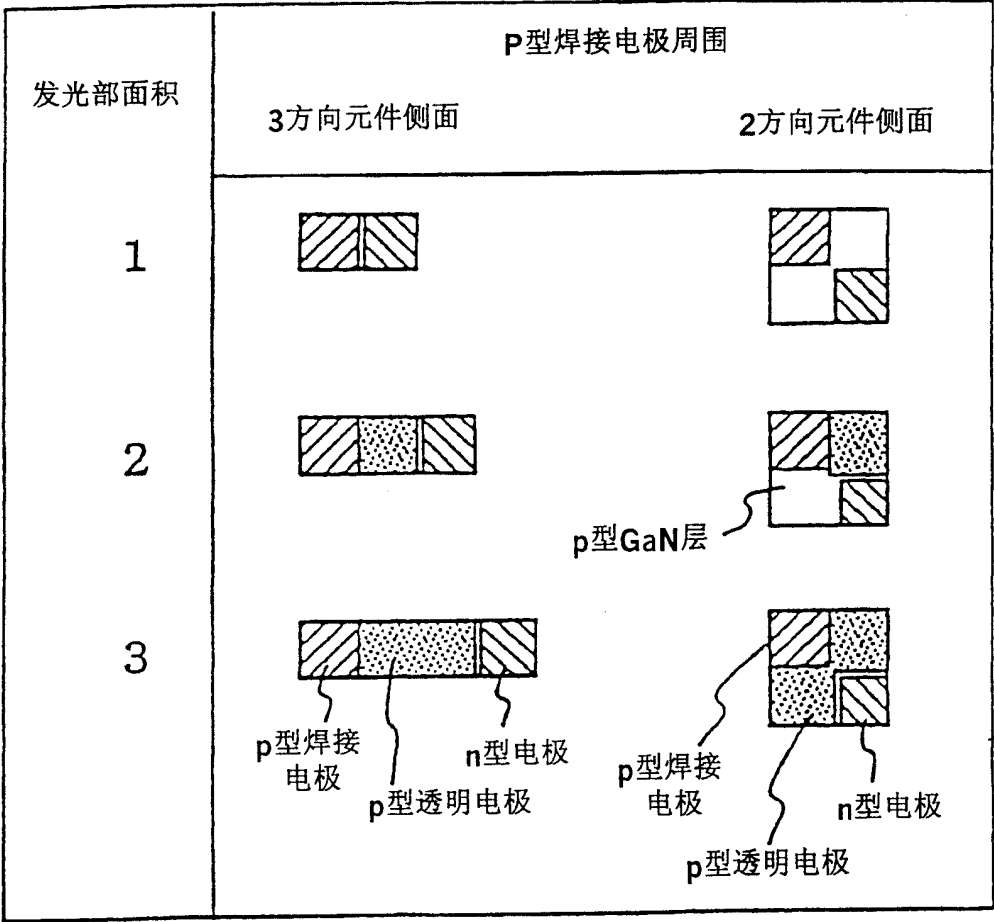


图 3

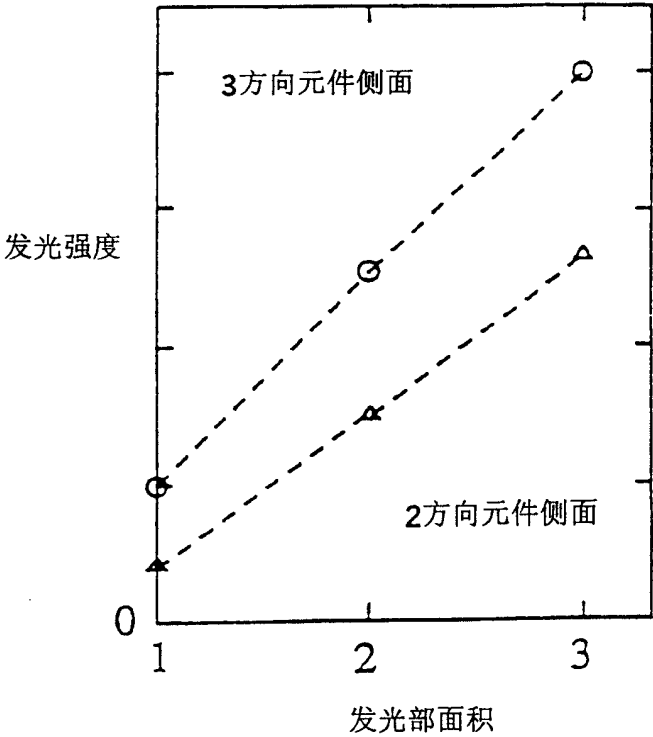


图 4

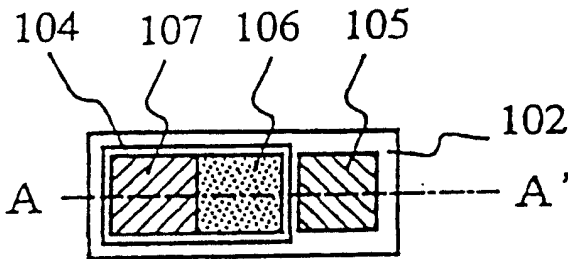


图 5(a)

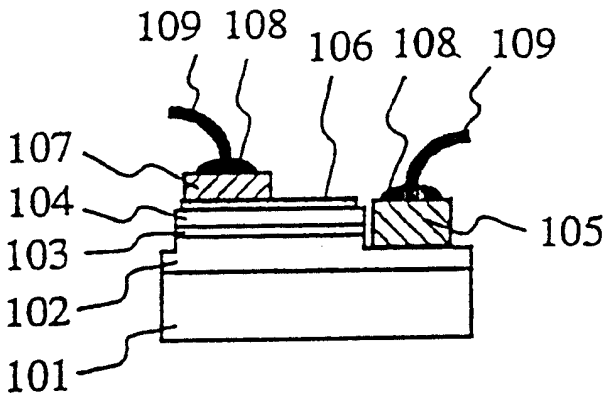


图 5(b)

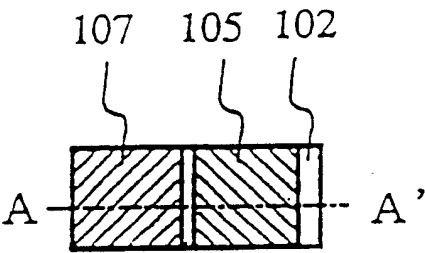


图 6(a)

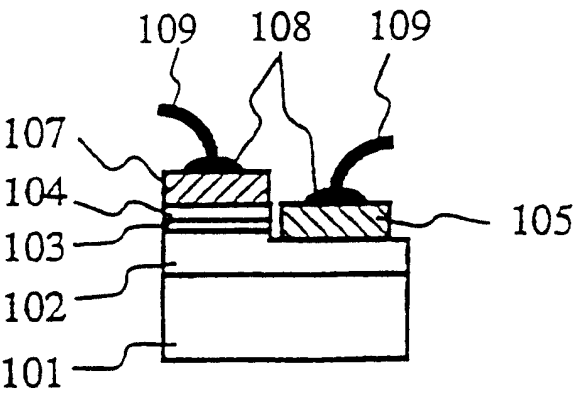


图 6(b)

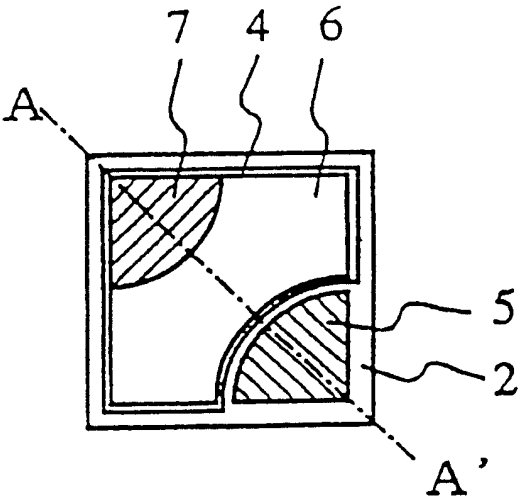


图 7(a)

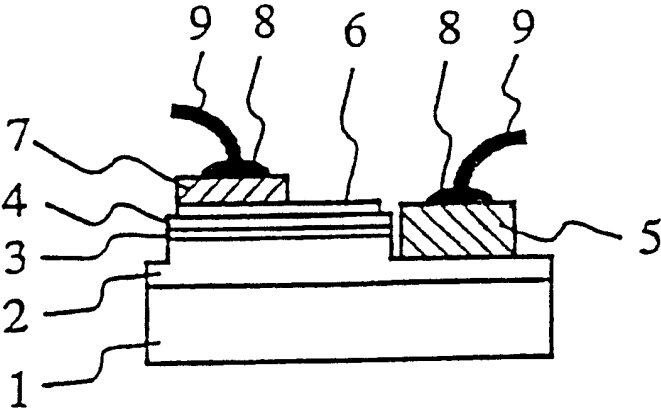


图 7(b)