



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 02803594.1

[43] 公开日 2004年3月24日

[11] 公开号 CN 1484864A

[22] 申请日 2002.1.4 [21] 申请号 02803594.1

[30] 优先权

[32] 2001. 1. 10 [33] JP [31] 3104/2001

[32] 2001. 11. 16 [33] JP [31] 352376/2001

[86] 国际申请 PCT/JP02/00003 2002. 1. 4

[87] 国际公布 WO02/056391 日 2002. 7. 18

[85] 进入国家阶段日期 2003. 7. 10

[71] 申请人 丰田合成株式会社

地址 日本国爱知县

[72] 发明人 小泽隆弘 柴田直树

[74] 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司

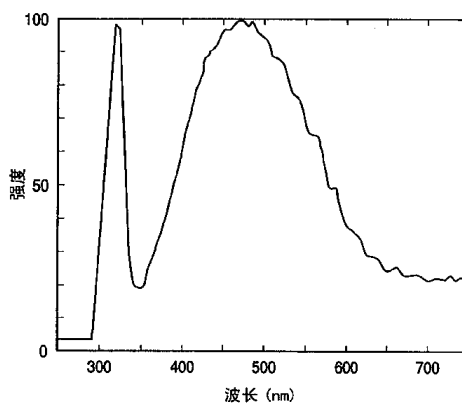
代理人 陈长会

权利要求书 1 页 说明书 13 页 附图 2 页

[54] 发明名称 发光装置

[57] 摘要

本发明提供的 III 族氮化物半导体发光元件具有包括 AlGaInN 的组成比不同的两个层的发光层，该发光层能够发射发光峰的波长在紫外区的光和发光峰的波长在可见区的光。这样的发光元件和由紫外区的光激发的荧光材料结合，构造成发光装置。



- 1、一种发光装置，其包括：
 - 5 发光元件，其包括 III 族氮化物半导体，还具有能够发射发光峰的波长在紫外区的光和发光峰的波长在可见区的光的发光层；和被所说的紫外区的光激发后能够发射波长不同于激发光波长的光的荧光材料。
 - 2、根据权利要求 1 的发光装置，其中，可见区的光的发光峰波长是
10 430-560nm。
 - 3、根据权利要求 2 的发光装置，其中，可见区的光的发光峰波长是 450-490nm。
 - 4、根据权利要求 1 的发光装置，其中，发光层具有能够发射紫外区的光的 $\text{Al}_{X_1}\text{Ga}_{1-X_1-X_2}\text{In}_{X_2}\text{N}$ ($0 < X_1 < 1$, $0 < X_2 < 1$, $X_1 > X_2$)的区域和能够发射
15 可见区的光的 $\text{Al}_{Y_1}\text{Ga}_{1-Y_1-Y_2}\text{In}_{Y_2}\text{N}$ ($0 < Y_1 < 1$, $0 < Y_2 < 1$, $Y_1 < Y_2$)的区域。
 - 5、根据权利要求 4 的发光装置，其中， $\text{Al}_{X_1}\text{Ga}_{1-X_1-X_2}\text{In}_{X_2}\text{N}$ ($0 < X_1 < 1$, $0 < X_2 < 1$, $X_1 > X_2$)的区域和 $\text{Al}_{Y_1}\text{Ga}_{1-Y_1-Y_2}\text{In}_{Y_2}\text{N}$ ($0 < Y_1 < 1$, $0 < Y_2 < 1$, $Y_1 < Y_2$)的区域形成在一个层内。
 - 6、根据权利要求 1 的发光装置，其中，发光层具有能够发射紫外区
20 的光的 $\text{Al}_X\text{Ga}_{1-X}\text{N}$ ($0 \leq X \leq 1$)的区域和能够发射可见区的光的 $\text{In}_Y\text{Ga}_{1-Y}\text{N}$ ($0 \leq Y \leq 1$)的区域。
 - 7、根据权利要求 6 的发光装置，其中， $\text{Al}_X\text{Ga}_{1-X}\text{N}$ ($0 \leq X \leq 1$)的区域和 $\text{In}_Y\text{Ga}_{1-Y}\text{N}$ ($0 \leq Y \leq 1$)的区域形成在一个层内。
 - 8、根据权利要求 1 的发光装置，其中，发光元件发射的光和荧光材料
25 发射的光混合后发射。
 - 9、根据权利要求 1 的发光装置，其中，光发射方向被分散有荧光材料的光透过性材料掩蔽。
 - 10、根据权利要求 9 的发光装置，其中，发光元件安装在引线框架的杯状部位上，而该杯状部位中充填分散有荧光材料的光透过性材料。
 - 30 11、根据权利要求 1 的发光装置，其中，紫外区的光的发光峰波长是 360nm 或更小。

发光装置

5

技术领域

本发明涉及一种发光装置，具体来说，本发明涉及一种通过将 III 族氮化物半导体发光元件和荧光材料相结合而制成的，并且能够通过荧光材料将发光元件发出的一部分光转化后发射的发光装置。

10

发明背景

在有人提出的发光装置中，利用荧光材料改变发光元件发出的一部分光的波长，将已经进行波长转变的光和发光元件发出的光混合，从而能够发射颜色不同于发光元件本身光色的光。例如，一种发光装置的结构是将蓝色荧光的发光元件和受蓝光激发的荧光材料结合，以发射波长比蓝光波长长的光。

上述现存的发光装置使用蓝光，即，用可见区的光作为荧光材料的激发光。此处的荧光材料的激发效率或发射效率随激发光波长的不同而不同。一般来说，在用可见区的光作为激发光的情况下，激发效率下降。因此，上述发光装置的荧光材料的激发效率低，并且不能高效率地转变发光元件发出的光波长并将其发射出去。因为荧光材料的激发效率低，所以发光元件的蓝光损失很大，荧光材料不能改变波长，已进行波长转变并辐射到外面的蓝光的量更少。正如在传统结构中所看到的那样，不仅通过转变发光元件发出的光波长得到的光的量降低，而且从发光元件发出并直接发射到外面的光的量也降低。结果从整体上降低了发光装置的发光量(亮度)。

本发明就是为了解决上述问题，因此，本发明的目的是提供一种使用单光源(发光元件)并且能够高效率地发射颜色不同于发光元件本身发光色的光的发光装置。特别是，本发明提供了能够高效率地发射白光或带有两种或多种波长的光的混合光色的光的发光装置。

发明内容

鉴于上述问题，本发明的发明人对用 III 族氮化物半导体作为发光层材料的发光元件的各种改进方案进行了广泛研究，开发出能够发射发光峰5 的波长在紫外区的光和发光峰的波长在可见区的光的发光元件。本发明基于上述研究，开发出下述结构。即，一种发光装置，其具有：

发光元件，其包括 III 族氮化物半导体，还具有能够发射发光峰的波长在紫外区的光和发光峰的波长在可见区的光的发光层，和

10 被紫外区的光激发后能够发射波长不同于激发光波长的光的荧光材料。

在上述发光装置中，荧光材料受到发光元件发射的紫外区的光激发并发光，这种发射的光和发光元件发射的可见区的光混合并发射到外面。在本发明中，因为发光元件发射的紫外区的光用于激发荧光材料，所以能够高效率地激发荧光材料，可以从荧光材料得到高亮度的发射光。另15 一方面，发光元件释放出可见区的光，这种光不会被荧光材料吸收，而是发射到外面。因此，发光元件发射的可见区的光可以没有损失地用作释放到外面的光。

如上所述，在使用能够发射紫外区的光和可见区的光的发光元件并且利用紫外区的光激发荧光材料的结构中，从荧光材料可以得到高亮度20 的发射光，同时，发光元件发射的光的损失受到抑制。即，本发明提供的发光装置高效率地利用发光元件发射的光，并且具有很高的发射效率。

附图简述

图 1 是示出作为本发明一个实施方案的白光 LED 1 的结构的视图；

25 图 2 是示出 LED 1 中使用的发光元件 10 的结构的视图；

图 3 是示出发光元件 10 的发光光谱的座标图；

图 4 是示出本发明另一个实施方案的发光装置中使用的发光元件 60 30 的结构视图。

具体实施方式

本发明的发光元件具有发光层，发光层包括 III 族氮化物半导体，能够发射发光峰的波长在紫外区的光和发光峰的波长在可见区的光。即，至于发光波长，发光元件使用的发光层分别在紫外区至少有一个发光峰和在可见区至少有一个发光峰。只要发光层满足这个条件，就可以使用例如在紫外区有两个或更多个发光峰的发光层，并且可以使用在可见区有两个或更多个以上发光峰的发光层。

紫外区的光必须能够激发下述荧光材料，这种光优选具有能够高效率地激发荧光材料的波长。因此，优选地是，这种光的发光峰波长邻近荧光材料的激发波长，更优选地是，这种光的单一发光峰波长邻近荧光材料的激发波长。例如，紫外区的光的发光峰是 360nm 或更小，特别是 340-360nm。

可见区的光和下述荧光材料发射的光混合后释放出来。即，在本发明的发光装置中，发射具有发光元件的发光层发射的可见区的光和荧光材料发射的光的混合色的光。因此，考虑荧光材料发射的光色(波长)和发光装置发射的光色(波长)，可以正确选择可见区的光色(波长)。换句话说，通过改变可见区的光色(波长)，可以改变发光装置的发光色。

具体来说，可见区的光的发光峰波长可以是 430-560nm，另外，发光峰波长可以是 450-490nm。可见区的光具有蓝色。并且如果用发出光色为黄色或黄绿色的光的荧光材料，可以建构发射白光的发光装置。

用 III 族氮化物半导体材料形成发光层。在本申请中，III 族氮化物半导体用通式为 $Al_xGa_yIn_{1-x-y}N$ ($0 \leq X \leq 1$, $0 \leq Y \leq 1$, $0 \leq X+Y \leq 1$) 的四元化合物表示，还包括所谓的二元化合物如 AlN、GaN 和 InN 及所谓的三元化合物如 $Al_xGa_{1-x}N$ 、 $Al_xIn_{1-x}N$ 和 $Ga_xIn_{1-x}N$ ($0 < X < 1$)。III 族元素可以部分地被硼(B)或铊(Tl)等取代，氮(N)可以部分地被磷(P)、砷(As)、锑(Sb)或铋(Bi)等取代。另外，发光层可以含有任选的掺杂剂。

用四元化合物形成发光层的一个例子中，发光层具有由 $Al_{x_1}Ga_{1-x_1-x_2}In_{x_2}N$ ($0 < X_1 < 1$, $0 < X_2 < 1$, $X_1 > X_2$) 构成的区域和由 $Al_{y_1}Ga_{1-y_1-y_2}In_{y_2}N$ ($0 < Y_1 < 1$, $0 < Y_2 < 1$, $Y_1 < Y_2$) 构成的区域。因为前一个区域含有很多 Al，所以带隙较大，该区域能够发射紫外区的较短发光波长的光。另一方面，因为后一个区域的组成中含有很多 In，所以带隙较小，该区域

能够发射可见区的较长发光波长的光。这两个区域都要在混合晶体条件下形成在一个层内。如果用三元化合物形成发光层，则可以采用具有能够发射紫外区的光的 $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ ($0 \leq x \leq 1$) 的区域和能够发射可见区的光的 $\text{In}_y\text{Ga}_{1-y}\text{N}$ ($0 \leq y \leq 1$) 的区域。在这种情况下，也要求这两个区域在混合晶体状态下形成一个层内。

例如，上述发光层可以通过下面将例示的金属有机化学气相沉积法(下面称为“MOCVD 法”)形成。一般来说，为了用 MOCVD 法形成 III 族氮化物半导体的发光层，在加热到预定温度的 MOCVD 装置中加入氨气和 III 族元素烷基化合物气体，如三甲基镓(TMg)、三甲基铝(TMA)或三甲基铟(TMI)，然后进行热分解反应。通过调整发光层的生长条件，如，生长温度、氨气流速、烷基化合物气体的百分比例和流速、氨气和烷基化合物气体的流速比和生长速度，则可以形成由上述混合晶体构成的发光层。

根据发明人的研究，在下述条件下：供入的原料气的比例范围为 TMG:TMA:TMI=1:0.01:0.05 - 1:0.5:10，氨气:III 族元素的原料气(TMg、TMA、TMI)=1000:1 - 100000:1，生长温度为 600°C - 1100°C ，生长速度为 0.002 - $1 \mu\text{m}/\text{min}$ ，可以生长由具有良好结晶性的 $\text{Al}_{x_1}\text{Ga}_{1-x_1-x_2}\text{In}_{x_2}\text{N}$ ($0 < x_1 < 1$, $0 < x_2 < 1$, $x_1 > x_2$) 和 $\text{Al}_{y_1}\text{Ga}_{1-y_1-y_2}\text{In}_{y_2}\text{N}$ ($0 < y_1 < 1$, $0 < y_2 < 1$, $y_1 < y_2$) 的混合晶体构成的发光层。发光层优选在下述条件下生长：TMG:TMA:TMI=1:0.02:0.4 - 1:0.2:2，氨气:III 族元素的原料气(TMg、TMA、TMI) = 5000:1 - 80000:1，生长温度为 700°C - 900°C ，生长速度为 0.01 - $1 \mu\text{m}/\text{min}$ 。

通过适当调节发光层的生长条件，可以形成 $\text{Al}_{x_1}\text{Ga}_{1-x_1-x_2}\text{In}_{x_2}\text{N}$ ($0 < x_1 < 1$, $0 < x_2 < 1$, $x_1 > x_2$) 和 $\text{Al}_{y_1}\text{Ga}_{1-y_1-y_2}\text{In}_{y_2}\text{N}$ ($0 < y_1 < 1$, $0 < y_2 < 1$, $y_1 < y_2$) 之比的范围不同的发光层。类似地，在用三元化合物形成发光层的情况下，通过适当调节生长条件可以形成 $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ ($0 \leq x \leq 1$) 和 $\text{In}_y\text{Ga}_{1-y}\text{N}$ ($0 \leq y \leq 1$) 之比的范围不同的发光层。

发光层的结构没有特别限定，但是可以使用单量子势阱结构或多量子势阱结构。

发光层的形成方法并不限于 MOCVD 法，可以使用已熟知的分子束

外延生长法(MBE 法, 也称为分子束结晶生长法)、卤化物气相外延生长法(HVPE 法)、溅射法、离子电镀法或电子簇射法来制备发光层。

5 荧光材料受到发光元件发射的紫外区的光激发后发射波长不同于激发光波长的光。因此, 如果一种荧光材料能够被发光元件发射的紫外区的光激发, 则可以用作本发明的荧光材料。例如, 选自下述材料的任何材料可以单独使用, 也可以两种或多种结合使用: ZnS:Cu, Al; (Zn,Cd)S:Cu, Al; ZnS:Cu, Au, Al; $Y_2SiO_5:Tb$, (Zn,Cd)S:Cu; $Gd_2O_2S:Tb$, $Y_2O_2S:Tb$; $Y_3Al_5O_{12}:Ce$; (Zn,Cd)S:Ag; ZnS:Ag, Cu, Ga, Cl; $Y_3Al_5O_{12}:Tb$; $Y_3(Al,Ga)_5O_{12}:Tb$; $Zn_2SiO_4:Mn$; $LaPO_4:Ce, Tb$; $Y_2O_3S:Eu$; YVO₄:Eu; 10 ZnS:Mn; $Y_2O_3:Eu$; ZnS:Ag; ZnS:Ag, Al; $(Sr,Ca,Ba,Mg)_{10}(PO_4)_6C_{12}:Eu$; $Sr_{10}(PO_4)_6C_{12}:Eu$; $(Ba,Sr,Eu)(Mg,Mn)Al_{10}O_{17}$; $(Ba,Eu)MgAl_{10}O_{17}$, ZnO:Zn; $Y_2SiO_5:Ce$ 。

要求使用通过照射发光元件发射的激发光能够发射高亮度光的荧光材料。荧光材料发射的光和发光元件发射的可见区的光混合后发射到外面。即, 荧光材料的发光色是决定发光装置整体发光色的一个因素。因此, 对荧光材料的选择是为了实现所需发光色的发光装置。例如, 在发光元件发射的可见光是蓝色的情况下, 通过采用发光色为黄色或黄绿色的荧光材料, 则可以得到整体发白色的发光装置。例如, 作为发光色为黄色或黄绿色的荧光材料, 可以得到的有 ZnS:Cu, Al; (Zn,Cd)S:Cu, Al; 15 ZnS:Cu, Au, Al; $Y_2SiO_5:Tb$, (Zn,Cd)S:Cu; $Gd_2O_2S:Tb$, $Y_2O_2S:Tb$; $Y_3Al_5O_{12}:Ce$; (Zn,Cd)S:Ag; ZnS:Ag, Cu, Ga, Cl; $Y_3Al_5O_{12}:Tb$; $Y_3(Al,Ga)_5O_{12}:Tb$; $Zn_2SiO_4:Mn$; $LaPO_4:Ce, Tb$ 。

顺便提及, 荧光材料的激发光波长也可能等于发光元件发射的可见光的波长。

25 还可以将受到发光元件发射的可见光激发后能够发射波长不同于激发光波长的光的荧光材料(第二种荧光材料)和上述荧光材料结合。从而用第二种荧光材料的发光补偿发光装置的发光色。

众所周知, 当用紫外区的光照射掺有 n 型杂质如 Si、S、Se、Te 或 Ge 的 n 型 GaN 层时, 则发黄光。利用 n 型 GaN 层得到的发光, 可以补偿本发明的发光装置的发光色。另外, 在用 n 型 GaN 层可以得到高亮度 30

发光的情况下，如果利用这样的发光，则可以不使用上述荧光材料，通过 n 型 GaN 层发出的光色与发光元件发射的可见光色的混合物得到发光装置的发光。当然，在这种情况下也可以一起使用上述荧光材料。

5 荧光材料放置在能够发射发光元件的发光方向上。荧光材料需要分散在光透过性材料中使用。在这种情况下，为了将发光元件发射的光有效地照射到荧光材料上，发光装置优选具有利用分散有荧光材料的光透过性材料(下面称为“荧光材料”)掩蔽发光元件的光发射方向的结构。例如，荧光材料在发光元件表面上可以形成层状。正如下述实施方案所示的那样，当将发光元件安装在引线框架等的杯状部位上时，荧光材料
10 可以充填在该杯状部位中。还可以用荧光材料作为密封部件，即，可以利用荧光材料密封包括发光元件的结构。

作为光透过性材料，可以使用环氧树脂、硅酮树脂、尿素树脂或玻璃。这些材料当然可以单独使用，也可以将两种以上的上述材料任意组合使用。

15 根据其用途或使用条件，可以改变荧光材料在光透过性材料中的密度分布。即，随着向发光元件的靠近，荧光材料的量连续或逐步变化。例如，在接近发光元件的零件中，荧光材料的密度可较大。采用这种结构，能够将发光元件发出的光有效地照射到荧光材料上。越靠近发光元件，荧光材料的密度可较小，从而能够抑制由于发光元件中生成的热量
20 对荧光材料的损坏。

在荧光材料和发光元件之间，可以设置光透过性材料或空间。

如果使用在发光元件发出的光经过荧光材料的结构(紫外区的光激发荧光材料并使之发光)，发光元件发出的可见区的光和荧光材料发出的光自动混合。但是，混合物并不限于该实施方案。例如，荧光材料象岛屿
25 一样排列在发光元件周围。同时，发光元件发出的紫外区的光照射到荧光材料上，可见区的光穿经这些荧光材料岛屿之间，使发光元件发出的可见区的光和荧光材料发出的光可以在密封部件内混合。在上述情况下，荧光材料和发光元件联合构成发光装置，但是，发光装置可以由独立于发光元件的荧光材料的各个个体构成。例如，LED 是用具有上述结构的
30 发光元件构成，并且和光透过性材料(含荧光材料的光导膜或管底)结合

来制成发光装置。

本发明的发光装置可以单独地用作自身发射白光的光源。还可以假定将这种装置用于显示高密度和高精度白光的发光二极管显示器(下面称为“LED 显示器”)。在传统的能够全色显示的 LED 显示器中, 各种 R、G、B 的 LED 相结合, 形成一个像素, 这些中的每一个发出后将每一个 LED 的光混合, 产生白色发光。即, 对于白色显示器来说, 需要三个 LED 发光, 与单色发光如绿、红等颜色光相比较, 显示区扩大, 因此白色不能够象绿色等那样高精度地进行显示。

本发明的发光装置可以单独地发出白光。因此, 通过对于各个 RGB 的 LED 另外使用本发明发光装置, 可以象绿光或红光发光一样高密度和高精度地进行白光显示。另外, 本发明的发光装置还具有通过控制一个发光元件的发光状态来调节白色显示器的优点, 因为它不能象传统的发光装置那样通过各个 RGB 的 LED 发出的各种颜色的光的混合物进行白色显示, 所以目视色不随视角而改变, 并且颜色的不均匀性降低。另外, 当其与各 RGB 的 LED 一起使用时, 当通过 RGB 颜色的混合物进行白色显示和通过本发明的发光装置发光的白色显示同时进行, 可以提高白色显示器的光强度和亮度。

下面用本发明的一个实施方案的发光装置(LED)作为实施例更详细地说明本发明的结构。

图 1 是示出作为本发明一个实施方案的白光 LED 1 的结构的视图。
图 2 是 LED 1 中使用的发光元件 10 的横截面图。

下面说明发光元件 10 的各个层。

层: 组成: 掺杂剂

透光电极 18: Au/Co

第一个 p 型层 17: p-AlGaIn: Mg

第二个 p 型层 16: p-AlGaIn: Mg

包括发光层的层 15: 多量子势阱结构

量子势阱层: AlInGaIn

阻挡层: GaN

第二个 n 型层 14: n-AlGaIn: Si

第一个 n 型层 13: n-GaN: Si

缓冲层 12: AlN

衬底 11: 蓝宝石

5 只要能够生长 III 族氮化物半导体层, 则对制成衬底 11 的材料没有特别限定, 除蓝宝石外, 还可以使用尖晶石、硅酮、金刚砂、氧化锌、磷化镓、砷化镓、氧化镁、氧化锰或 III 族氮化物半导体的单晶体。如果使用蓝宝石衬底, 则优选使用其 a 面。

10 缓冲层 12 用于生长高质量的半导体层, 用已知的 MOVCD 法等形成在衬底 11 的表面上。在该实施方案中, 用 AlN 作为缓冲层, 但是本发明并不限于此, 可得到的材料有二元化合物如 GaN 和 InN、一般用通式 Al_xGa_yN ($0 < X < 1$, $0 < Y < 1$, $X + Y = 1$) 表示的 III 族氮化物半导体(三元化合物)及一般用通式 $Al_aGa_bIn_{1-a-b}N$ ($0 < a < 1$, $0 < b < 1$, $a + b < 1$) 表示的 III 族氮化物半导体(四元化合物)。

15 各个半导体层是用已知的 MOVCD 法形成的。在该生长方法中, 将氨气和 III 族烷基化合物气体如三甲基镓(TMg)、三甲基铝(TMA)或三甲基铟(TMI)供料到加热到合适温度的衬底上并进行热分解反应, 从而在缓冲层 12 上生长所需晶体。当然, 各个半导体层的形成方法并不限于此, 可以使用各种公知方法如分子束外延生长法(MBE 法)、卤化物气相外延生长法(HVPE 法)、溅射法、离子电镀法或电子簇射法。III 族氮化物半
20 导体可以包括任选的掺杂剂。作为 n 型杂质, 可以使用 Si、Ge、Se、Te 或 C, 作为 p 型杂质, 可以使用 Mg、Zn、Be、Ca、Sr 或 Ba。掺杂 p 型杂质后, III 族氮化物半导体可以在电子束的照射、等离子体照射下或通过炉加热进行曝光。

25 在该实施方案中, 用下述方法形成包括发光层的层 15。首先, 衬底的温度设定为 830°C , 将 TMG 和氨气供应到 MOCVD 装置内, 从而形成阻挡层(GaN)。然后在保持衬底温度的同时用氨气、TMG、TMA 和 TMI 的原料气形成量子势阱层(AlInGaN)。将上述操作重复预定次数, 可以得到与预定层数的阻挡层和预定层数的量子势阱层叠加的包括发光层的层 15。

30 发光元件的结构可以是单异质型、双异质型和均结型。

为了防止射入包括发光层的层 15 中的电子扩散，可以在包括发光层的层 15 和 p 覆盖层 16 之间插入掺杂有受体如镁且具有宽带隙的 $\text{Al}_x\text{Ga}_y\text{In}_{1-x-y}\text{N}$ ($0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$, $0 \leq x+y \leq 1$) 层。

n 电极 20 由 Al 和 V 两层构成，形成 p 接触层 17 后，通过蚀刻部分地除去 p 接触层 17、p 覆盖层 16、包括发光层的层 15、n 覆盖层 14 和 n 接触层 13 的一部分，然后通过气相沉积在 n 接触层 13 上形成 n 电极 20。

透光电极 18 是包括金的薄膜，基本上形成在 p 接触层 17 的整个上表面上。通过气相沉积在半透明电极 18 上形成 p 电极 19。

经过上述工序后，将衬底分成每一个芯片。测定得到的发光元件 10 的发光光谱。图 3 示出施加电压为 3.4V、直流电流为 20mA 的测量结果。如图 3 所示，可以观察到在 330nm 和 470nm 的波长附近有两个发光峰。

在包括发光层的衬底 15 和衬底 11 之间，或者在衬底 11 的没有形成半导体层的面上，可以设置反射层，从而能够有效地反射包括发光层的层 15 中产生的光，并且将光导向吸光方向的衬底侧。结果可以改善发光效率。金属氮化物如氮化钛、氮化锆、氮化铪和氮化钽，单一金属如 Al、In、Cu、AgI、Pt、Ir、Pd、Rh、W、Mo、Ti 和 Ni 或任意选自它们的至少两种金属的合金可以用作反射层的复合材料。

下面，按照下述方法利用发光元件 10 制备 LED 1。

首先，银糊粘结剂 22 将发光元件 10 安装在形成于引线框架 30 中的杯状部位 33 中，所述银糊粘结剂 22 是通过将银作为填料混入环氧树脂中制得的。使用这样的银糊可以使热量从发光元件 10 中平稳辐射。

杯状部位 33 中装填有和荧光材料 36 一起均匀分散的环氧树脂 35(后面称为“荧光材料树脂”)。可以在下述的引线结合后将荧光材料树脂装填到杯状部位 33 中。另外，发光元件 10 也可以在安装到杯状部位 33 中之前形成在由荧光材料树脂构成的层表面上。例如，将发光元件 10 浸泡在荧光材料树脂中，荧光材料树脂层形成在发光元件 10 的表面上，然后利用银糊将发光元件 10 安装在杯状部位 33 中。除浸泡外，形成荧光材料树脂层的方式还包括溅射法、涂布法或涂装法。

对于荧光材料 36 来说，可以使用 ZnS:Cu、Au 和 Al(商标为 P22-GY, Kasei Optics Co., Ltd 生产，发光峰：535nm)。在该实施方案中，用环

氧树脂作为分散荧光材料 36 的基础材料，但是并不限于此，可以使用硅酮树脂、尿素树脂或透明材料如玻璃。该实施方案具有将荧光材料 36 均匀分散在荧光材料树脂 35 中的结构，在荧光材料树脂 35 中，荧光材料 36 的密度分布可以分级。例如，通过使用荧光材料 36 的密度不同的环氧树脂，可以在杯状部位 33 中形成多个荧光材料 36 的密度不同的荧光材料树脂层。荧光材料 36 的密度可以连续变化。

荧光材料树脂 35 可以含有由氧化钛、氮化钛、氮化钽、氧化铝、氧化硅或钛酸钡组成的分散剂。

通过在下述的密封树脂 50 中含有荧光材料，荧光材料树脂 35 可以省略。即，在这种情况下，杯状部位 33 中也充填有密封树脂 50。另外，与荧光材料树脂 35 类似，荧光材料 36 的密度分布也可以分级。

p 电极 19 和 n 电极 20 分别通过引线 41 和 40 与引线框架 31 和 30 进行引线结合。

然后用环氧树脂的密封树脂 50 将发光元件 10、引线框架 30、31 的一部分和引线 40、41 密封。只要密封树脂 50 的材料是透明的，就没有什么特别限定，除环氧树脂外，可以适当使用硅酮树脂、尿素树脂或玻璃。考虑到和荧光材料树脂 35 的粘结性或荧光材料树脂 35 的折射率，密封树脂优选由与荧光材料树脂 35 相同的材料构成。

使用密封树脂 50 的目的是保护元件结构。通过根据用途改变密封树脂 50 的形状，密封树脂 50 可被赋予透镜效果。例如，如果不是图 1 所示的圆形，则密封树脂可以加工成凹透镜或凸透镜。从光入射的方向看(图 1 的上侧)，密封树脂 50 的形状可以是圆形、椭圆形或矩形。

不仅仅在省略荧光材料树脂 35 的情况下，密封树脂 50 的内部可以分散有荧光材料 36。另外，当密封树脂中分散有另一种与上述荧光材料 36 不同的荧光材料，利用这样的另一种荧光材料，可以补偿 LED 1 的发光色，并且可以变化发光色。

另外，密封树脂 50 中可以含有分散剂。通过使用分散剂可以调制发光元件 10 发出的光的方向性。作为分散剂，可以使用氧化钛、氮化钛、氮化钽、氧化铝、氧化硅或钛酸钡。

密封树脂 50 中可以含有着色剂，其用途是当发光元件 10 开或关时

避免荧光材料显示特殊的颜色。

另外，通过在密封树脂 50 中含有紫外线吸收剂，可以延长其寿命。

密封树脂 50 中可以单独地含有荧光材料 36、分散剂、着色剂和紫外线吸收剂中的一种或者含有选自其中的两种或多种。

5 其它发光元件可以和上述发光元件 10 一起使用。作为其它发光元件，可以使用其波长不同于发光元件 10 的波长的那些发光元件，优选那些发光波长基本上既不能激发荧光材料又不能使其发光的发光元件。通过使用这样的其它发光元件，则发光装置可以发射不是白色的另一种颜色光。此外，可以通过使用多个发光元件 10 提高亮度。

10 下面说明本发明的另一个实施方案。图 4 是示出本发明另一个实施方案的发光装置中使用的发光元件 60 的结构的示意图。在发光元件 60 中，与上述发光元件 10 相同的部件将使用相同的标号，以省略对它们的解释。

下面说明发光元件 60 的各个层。

15 层：组成：掺杂剂

透光电极 18：Au/Co

第一个 p 型层 17：p-AlGaN：Mg

第二个 p 型层 16：p-AlGaN：Mg

包括发光层的层 15：多量子势阱结构

20 量子势阱层：AlInGaN

阻挡层：GaN

第二个 n 型层 14：n-AlGaN：Si

反射层 70：周期性结构

第一层 71：n-Al_{0.1}Ga_{0.9}N：Si

25 第二层 72：n-Al_{0.4}Ga_{0.6}N：Si

第一层和第二层的重复数：1-70

第一个 n 型层 13：n-GaN：Si

缓冲层 12：AlN

衬底 11：蓝宝石

30 在发光元件 60 中，反射层 70 具有掺杂剂为 Si 的 n-Al_{0.1}Ga_{0.9}N 的第

一反射层 71 和 Al 含量比第一反射层 71 高的掺杂剂为 Si 的 $n\text{-Al}_{0.4}\text{Ga}_{0.6}\text{N}$ 的第二反射层 72 交替叠加的结构。众所周知，第一反射层 71 的折射率 n_1 大于第二反射层 72 的折射率 n_2 ，即 $n_1 > n_2$ 。至于膜厚，第一层 71 和第二反射层 72 的膜厚取决于含发光层的层中紫外区的发光峰波长 λ ，基本上等于 $\lambda/4n_1$ 和 $\lambda/4n_2$ 。使用上述结构的反射层时，包括发光层的层 15 中发生且射向 n 接触层 13 侧的紫外区的光在反射层 70 中反射。因为 n 接触层 13 一般吸收一部分波长为 360nm 或更小的紫外区的光，所以一般来说紫外区的光不能有效地照射到荧光材料上。但是，通过设置反射层 70 可以避免紫外区的光被吸收在 n 接触层 13 中，通过反射包括发光层的层 15 中发生且射向透光电极 18 的光，可以使紫外区的光有效地照射到以朝向透光电极 18 的方向排列的荧光材料上。因此，从荧光材料可以得到高亮度的发光，所以可以提供高发光效率的发光装置。

工业应用性

对于反射层 70 的材料来说，可以使用 $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ ($0 \leq x \leq 1$)，但除了用通式 $\text{Al}_x\text{Ga}_y\text{In}_{1-x-y}\text{N}$ ($0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$, $0 \leq x+y \leq 1$) 表示的 III 族氮化物半导体外，还可以用下述物质形成反射层：半导体材料如 $\text{Si}_x\text{Ge}_{1-x}\text{C}$ ($0 \leq x \leq 1$)、 $\text{Zn}_x\text{Mg}_{1-x}\text{S}_y\text{Se}_{1-y}$ ($0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$) 和 $\text{Al}_x\text{Ga}_y\text{In}_{1-x-y}\text{As}_z\text{P}_{1-z}$ ($0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$, $0 \leq z \leq 1$, $0 \leq x+y \leq 1$)，金属氮化物如氮化钛、氮化锆、氮化铪和氮化钽，或单一金属如 Al、In、Cu、AgI、Pt、Ir、Pd、Rh、W、Mo、Ti 或 Ni 或任意选自它们的两种或多种金属的合金。另外，在该实施方案中，尽管叠加两种折射率不同的层形成反射层，反射层可以由一种大折射率和大反射率的层中的一种组成，也可以是叠加多于三种的折射率不同的层的结构。

前面已经参照具体实施方案对本发明进行了详述，但是对于本领域普通技术人员来说显而易见的是，在不背离本发明的精神和保护范围的情况下可以进行各种变动或改进。

本发明专利申请的基础是 2001 年 1 月 10 日申请的日本专利申请 (2001-003104) 和 2001 年 11 月 16 日申请的日本专利申请 (2001-352376)，此处引入这两篇专利申请作为本申请的一部分加以参考。

上述实施方案不能限定本发明。只要不背离权利要求书，在本领域普通技术人员易于实现的范围内对这些实施方案进行的各种改动都在本发明的保护范围内。

本发明公开了下述几个方面。

- 5 公开了一种发光元件，该发光元件包括 III 族氮化物半导体，还具有能够发射发光峰的波长在紫外区和在可见区的光的发光层。

紫外区的光的发光峰波长设定为 360nm 或更小。另外，可见区的光的发光峰波长设定为 430-560nm，或 450-490nm。

- 10 可以采用具有 $\text{Al}_{X1}\text{Ga}_{1-X1-X2}\text{In}_{X2}\text{N}$ ($0 < X1 < 1$, $0 < X2 < 1$, $X1 > X2$) 的区域和 $\text{Al}_{Y1}\text{Ga}_{1-Y1-Y2}\text{In}_{Y2}\text{N}$ ($0 < Y1 < 1$, $0 < Y2 < 1$, $Y1 < Y2$) 的区域的发光层。在这种情况下， $\text{Al}_{X1}\text{Ga}_{1-X1-X2}\text{In}_{X2}\text{N}$ ($0 < X1 < 1$, $0 < X2 < 1$, $X1 > X2$) 的区域和 $\text{Al}_{Y1}\text{Ga}_{1-Y1-Y2}\text{In}_{Y2}\text{N}$ ($0 < Y1 < 1$, $0 < Y2 < 1$, $Y1 < Y2$) 的区域可以形成在一个层内。

- 15 另外，可以采用具有 $\text{Al}_X\text{Ga}_{1-X}\text{N}$ ($0 \leq X \leq 1$) 的区域和 $\text{In}_Y\text{Ga}_{1-Y}\text{N}$ ($0 \leq Y \leq 1$) 的区域的发光层。在这种情况下， $\text{Al}_X\text{Ga}_{1-X}\text{N}$ ($0 \leq X \leq 1$) 的区域和 $\text{In}_Y\text{Ga}_{1-Y}\text{N}$ ($0 \leq Y \leq 1$) 的区域可以形成在一个层内。

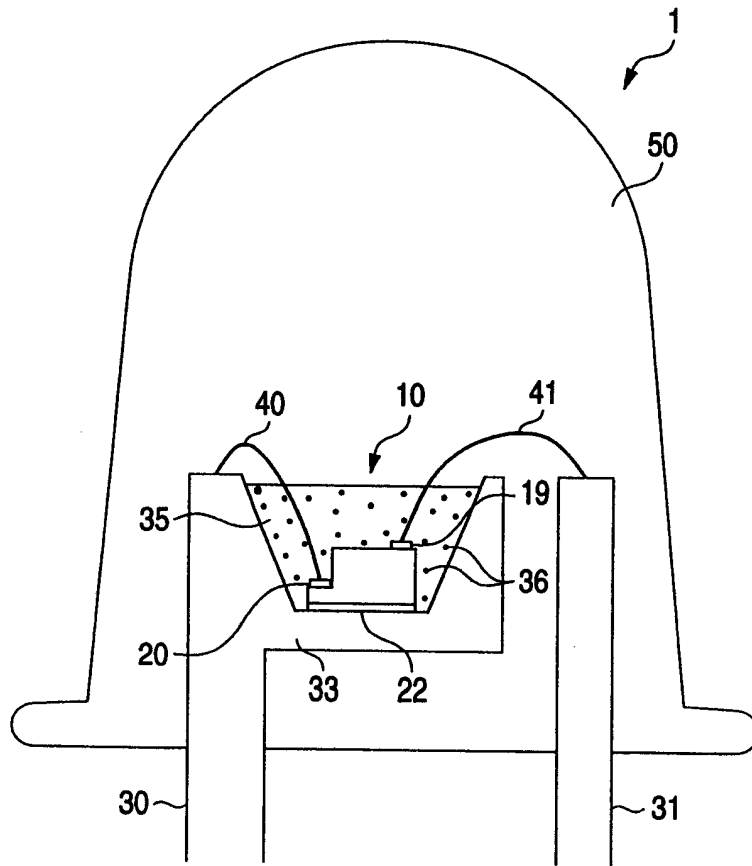


图 1

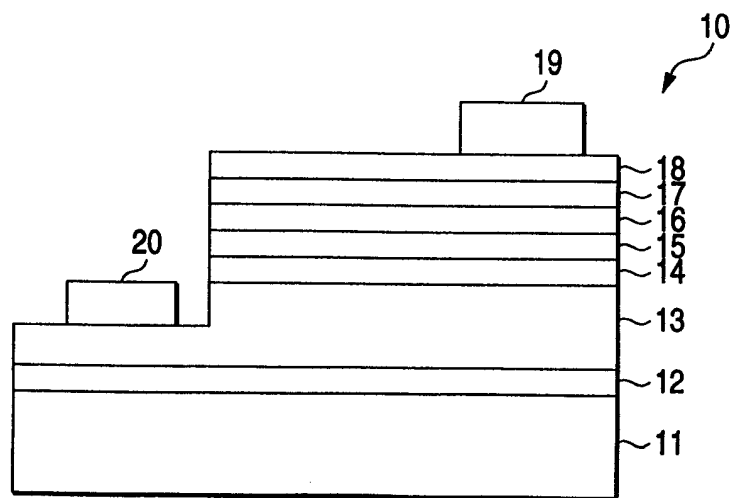


图 2

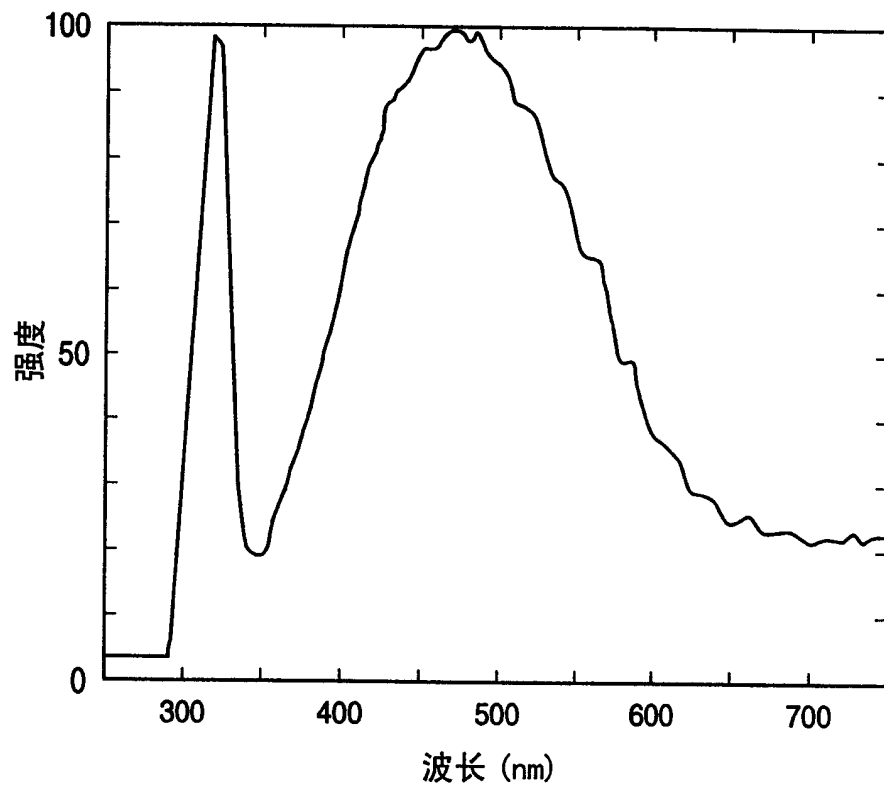


图 3

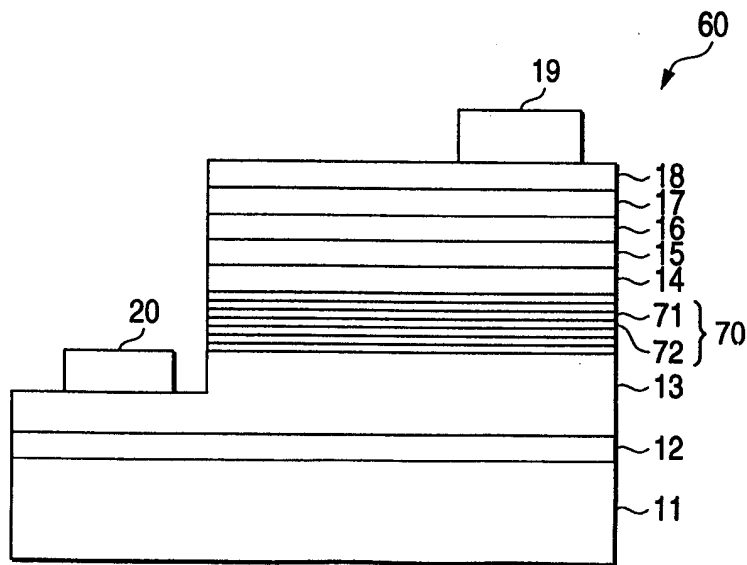


图 4