



# (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104205367 B

(45)授权公告日 2017.06.16

(21)申请号 201380017852.5

(22)申请日 2013.03.29

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 104205367 A

(43)申请公布日 2014.12.10

(30)优先权数据  
10-2012-0032195 2012.03.29 KR  
10-2013-0025989 2013.03.12 KR

(85)PCT国际申请进入国家阶段日  
2014.09.29

(86)PCT国际申请的申请数据  
PCT/KR2013/002647 2013.03.29

(87)PCT国际申请的公布数据  
W02013/147552 EN 2013.10.03

(73)专利权人 首尔伟傲世有限公司  
地址 韩国京畿道安山市

(72)发明人 韩昌锡 金华睦 崔孝植 高美苏  
李阿兰澈

(74)专利代理机构 北京铭硕知识产权代理有限公司 11286  
代理人 韩芳 谭昌驰

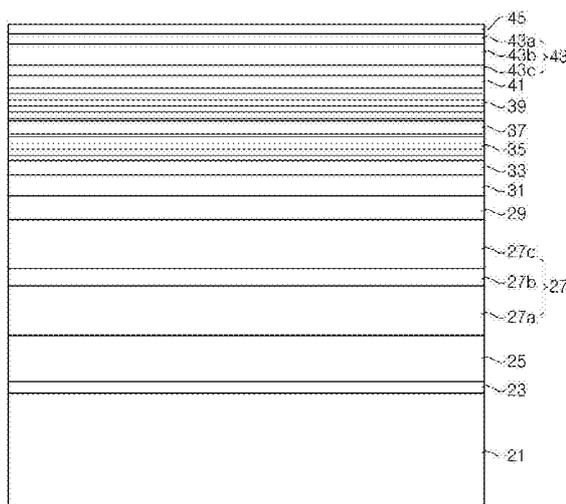
(51)Int.Cl.  
H01L 33/04(2006.01)  
H01L 33/32(2006.01)

(56)对比文件  
US 2011/0253974 A1,2011.10.20,  
JP 特开2003-46127 A,2003.02.14,  
US 2011/0017976 A1,2011.01.27,  
CN 1484880 A,2004.03.24,  
US 2011/0140079 A1,2011.06.16,  
审查员 魏芳芳

权利要求书1页 说明书7页 附图2页

(54)发明名称  
近紫外发光装置

(57)摘要  
在此公开了一种紫外(UV)发光装置。所述发光装置包括:n型接触层,包括GaN层;p型接触层,包括GaN层;多量子阱结构的活性区域,设置在n型接触层与p型接触层之间,活性区域被构造为发射波长为365nm至390nm的近紫外光。



1. 一种发光装置,包括:  
n型接触层,包括GaN层;  
p型接触层,包括GaN层;以及  
活性区域,包括形成设置在n型接触层与P型接触层之间的多量子阱结构的势垒层和阱层,势垒层包括Al,活性区域被构造为发射波长为375nm至390nm的近紫外光,  
其中,势垒层的第一势垒层设置为最靠近n型接触层,第一势垒层包含比其它势垒层多10%至20%的Al并具有比其它势垒层宽至少0.5eV的带隙。
2. 如权利要求1所述的发光装置,其中:  
除了第一势垒层之外的势垒层包括包含15%至25%的Al和1%或更少的In的AlInGaN。
3. 如权利要求2所述的发光装置,其中,第一势垒层包括包含30%至40%的Al和1%或更少的In的AlInGaN。
4. 如权利要求1所述的发光装置,其中,p型接触层包括:  
第一高密度掺杂层;  
第二高密度掺杂层;以及  
低密度掺杂层,设置在第一高密度掺杂层与第二高密度掺杂层之间。
5. 如权利要求4所述的发光装置,其中,低密度掺杂层比第一高密度掺杂层和第二高密度掺杂层厚。
6. 如权利要求1所述的发光装置,其中,n型接触层包括:  
第一GaN层;  
第二GaN层;以及  
中间层,包括多层结构并设置在第一GaN层与第二GaN层之间。
7. 如权利要求6所述的发光装置,其中,中间层包括交替堆叠的AlInN和GaN层。
8. 如权利要求1所述的发光装置,所述发光装置还包括:  
超晶格层,设置在n型接触层与活性区域之间;以及  
电子注入层,设置在超晶格层与活性区域之间,电子注入层包括比超晶格层高的n型杂质掺杂密度,  
其中,活性区域邻接电子注入层。
9. 如权利要求8所述的发光装置,其中,超晶格层包括顺序堆叠的InGaN/InGaN结构,电子注入层包括GaN或InGaN。
10. 如权利要求8所述的发光装置,所述发光装置还包括设置在n型接触层与超晶格层之间的未掺杂的GaN层。
11. 如权利要求10所述的发光装置,所述发光装置还包括:  
低密度GaN层,设置在未掺杂的GaN层与超晶格层之间,低密度GaN层以比n型接触层低的密度掺杂有n型杂质;以及  
高密度GaN层,设置在低密度GaN层与超晶格层之间,高密度GaN层以比低密度GaN层高的密度掺杂有n型杂质。

## 近紫外发光装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种无机半导体发光装置,更具体地,涉及一种近紫外发光装置。

### 背景技术

[0002] 通常,氮化镓基半导体已经广泛地应用在作为全彩色显示器、交通灯、普通灯和光通信仪器的光源的蓝/绿发光二极管或激光二极管中。具体地,氮化镓(InGa<sub>N</sub>)化合物半导体由于其窄的带隙而引起了相当大的关注。

[0003] 这种氮化镓基化合物半导体已经在诸如大尺寸自然光平板显示装置、背光单元的光源、交通灯、室内照明灯具、高密度光源、高分辨率输出系统和光通信等的各种领域中得到利用。用于发射近紫外光的发光装置已经应用于伪造辨别、树脂固化和紫外处理,并且能够与荧光物质结合来实现各种颜色的可见光。

[0004] 近紫外光是指波长范围在大约320nm至390nm的紫外光。氮化镓(GaN)具有大约3.42eV的能带间隙,这与波长在大约365nm处的光能对应。因此,包括InGa<sub>N</sub>阱层的发光装置能够根据镓含量来用于发射波长为365nm或更长(即,波长为365nm至390nm)的近紫外光。

[0005] 由于阱层中产生的光穿过势垒层和接触层被发射到外部,因此多个半导体层位于光传播所沿的路径上,并且由于这些半导体层而导致发生光吸收。具体地,当半导体层的带隙小于或类似于阱层的带隙时,发生严重的光损失。具体地,必须控制由于占据发光装置的大部分厚度的n型接触层和p型接触层而导致的光吸收。

[0006] 因此,在相关领域中的近紫外发光装置中,势垒层、n型接触层和p型接触层以及电子阻挡层由具有比InGa<sub>N</sub>的带隙大的带隙的AlGa<sub>N</sub>形成。然而,由于难以在保证AlGa<sub>N</sub>的良好结晶度的同时使AlGa<sub>N</sub>相对厚地生长,因此近紫外发光装置的电特性和光学特性不如蓝色发光装置的电特性和光学特性,并且近紫外发光装置以比蓝色/绿色发光装置高的价格出售。

### 发明内容

[0007] **【技术问题】**

[0008] 本发明的一方面在于改善氮化镓基近紫外发光装置的光输出和光提取效率。

[0009] 本发明的另一方面在于提供一种能够容易地制造的近紫外发光装置。

[0010] **【技术方案】**

[0011] 根据本发明的一个方面,一种发光装置包括:n型接触层,包括Ga<sub>N</sub>层;p型接触层,包括Ga<sub>N</sub>层;多量子阱结构的活性层,布置在n型接触层与p型接触层之间。多量子阱结构的活性区域发射波长为365nm至309nm的近紫外光。

[0012] 多量子阱结构的活性区域可包括势垒层和阱层。势垒层可以由AlGa<sub>N</sub>形成。由于势垒层包含In,因此能够缓解阱层与势垒层之间的晶格失配。

[0013] 另外,最靠近n型接触层的第一势垒层可包含比其它势垒层多10%~20%的Al。第一势垒层由晶格参数比其它势垒层低的AlInGa<sub>N</sub>形成,从而改善发光装置的光输出。在此,

按百分比表示的金属元素含量是在氮化镓基层中每种金属成分相对于金属成分的总量的组分。换言之,由 $\text{Al}_x\text{In}_y\text{Ga}_z\text{N}$ 表示的氮化镓基层的Al含量通过根据 $100 \times x / (x+y+z)$ 的%来表示。

[0014] 阱层可以由InGaN形成并发射波长为375nm至390nm的近紫外光,除了第一势垒层之外的势垒层可以由包含15%至25%的Al和1%或更少的In的AlInGaN形成。另外,第一势垒层可以由包含30%至40%的Al和1%或更少的In的AlInGaN形成。

[0015] 在一些实施例中,p型接触层可以包括下高密度掺杂层、上高密度掺杂层和布置在上高密度掺杂层与下高密度掺杂层之间的低密度掺杂层。另外,低密度掺杂层比上高密度掺杂层和下高密度掺杂层厚。低密度掺杂层的相对厚的厚度可以用于防止由p型接触层引起的光吸收。

[0016] 此外,n型接触层可包括下氮化镓层、上氮化镓层和布置在上氮化镓层与下氮化镓层之间的多层结构的中间层。插入到n型接触层的中间部分中的具有多层结构的中间层可以改善在n型接触层上的外延层的结晶质量。具体地,多层结构的中间层可以具有AlInN和GaN彼此交替堆叠的结构。

[0017] 发光装置还可以包括:超晶格层,位于n型接触层与活性区域之间;电子注入层,位于超晶格层与活性区域之间。这里,电子注入层具有比超晶格层高的n型杂质掺杂密度。电子注入层使得电子被高效地注入到活性区域中,从而改善发光效果。

[0018] 在某一实施例中,超晶格层可具有InGaN/InGaN重复堆叠的结构,电子注入层可以由GaN或InGaN形成。这里,InGaN/InGaN表示构成超晶格层的循环层中的每个层由InGaN形成。这里,这些层中的每个层不需要有相同含量的In。

[0019] 未掺杂的GaN层可以布置在n型接触层与超晶格层之间。未掺杂的GaN层可以邻接n型接触层,并可以恢复n型接触层的可能因掺杂杂质而恶化的结晶质量。

[0020] 此外,发光装置还可以包括:低密度GaN层,布置在未掺杂的GaN层与超晶格层之间,并以比n型接触层低的密度掺杂有n型杂质;高密度GaN层,布置在低密度GaN层与超晶格层之间,并以比低密度GaN层高的密度掺杂有n型杂质。

[0021] 要理解的是,前面的总体描述和后面的详细描述都是示例性的和解释性的,并意在提供对所要求保护的本发明的进一步解释。

[0022] **【有益效果】**

[0023] 在相关领域中的近紫外发光装置中,n型接触层由AlGaN形成。由于占据近UV发光装置的除基底以外的大部分厚度的接触层由AlGaN形成,因此能够防止由光吸收引起的光损失,但是由于近UV发光装置中的外延层的结晶质量低,因此难以改善光输出或光提取效率。根据实施例,由于n型接触层和p型接触层中的大部分或全部由氮化镓形成,因此能够改善活性区域的结晶质量。因此,根据实施例的发光装置可以通过防止由光吸收引起的光损失来改善光输出。

[0024] 此外,由于第一势垒层包含比其它势垒层多的铝量,因此根据实施例的发光装置可以具有进一步改善的光输出。此外,近紫外发光装置能够通过增强n型接触层和p型接触层的结晶质量来减少由光吸收导致的光损失。

附图说明

[0025] 图1是根据本发明的一个示例性实施例的发光装置的剖视图；

[0026] 图2是根据本发明的示例性实施例的发光装置的多量子阱结构的剖视图；

[0027] 图3是描绘根据本发明的示例性实施例的光输出与发光装置的多量子阱结构的第一势垒层的Al含量的关系的图；以及

[0028] 图4是描绘根据本发明的示例性实施例的光输出与发光装置的多量子阱结构的第一势垒层的厚度的关系的图。

### 具体实施方式

[0029] 在下文中,将参照附图详细地描述本发明的示例性实施例。通过举例说明的方式给出下面的实施例,以把对本发明的彻底的理解提供给本领域技术人员。因此,本发明不限于下面的实施例,并且可以以各种方式来实现。应注意的是,附图并非精确的比例,并且为了描述的清楚,在附图中夸大了诸如宽度、长度、厚度等的一些尺寸。在整个说明书和附图中,同样的附图标记指示同样的元件。

[0030] 图1是根据本发明的一个示例性实施例的发光装置的剖视图,图2是根据本发明的示例性实施例的发光装置的多量子阱结构的剖视图。

[0031] 参照图1,根据一个实施例的发光装置包括n型接触层27、活性区域39和p型接触层43。此外,发光装置可包括基底21、成核层23、缓冲层25、未掺杂的Ga<sub>N</sub>层29、低密度Ga<sub>N</sub>层31、高密度Ga<sub>N</sub>层33、超晶格层35、电子注入层37、电子阻挡层41或德尔塔掺杂层45。

[0032] 基底21是用于生长Ga<sub>N</sub>基半导体层的基底,包括蓝宝石基底、碳化硅(SiC)基底或尖晶石基底,但不限于此。例如,基底21可以是图案化的蓝宝石基底(PSS)。

[0033] 成核层23可以在400°C至600°C的温度范围下由(Al,Ga)<sub>N</sub>形成,以在基底21上生长缓冲层25。成核层23由Ga<sub>N</sub>或Al<sub>N</sub>形成。成核层23可以形成为大约25nm的厚度。基底21与n型接触层27之间的缓冲层25在相对高的温度下生长,以缓解诸如位错的缺陷发生。例如,缓冲层25可以由未掺杂的Ga<sub>N</sub>形成,并可具有大约1.5μm的厚度。

[0034] n型接触层27可以是掺杂n型杂质的半导体层,例如掺杂Si的Ga<sub>N</sub>基半导体层,并可形成为大约3μm的厚度。n型接触层27可以包括Ga<sub>N</sub>层,并可具有单层或多层结构。例如,如所示出的,n型接触层27可包括下Ga<sub>N</sub>层27a、中间层27b和上Ga<sub>N</sub>层27c。这里,中间层27b可以由AlIn<sub>N</sub>形成,或者可具有其中AlIn<sub>N</sub>和Ga<sub>N</sub>以例如大约10个循环来交替地堆叠的多层结构(包括超晶格结构)。下Ga<sub>N</sub>层27a和上Ga<sub>N</sub>层27c可形成为例如大约1.5μm的类似厚度。中间层27b可形成为比下Ga<sub>N</sub>层27a和上Ga<sub>N</sub>层27c小的厚度。例如,中间层27b可具有大约80nm的厚度。与单个Ga<sub>N</sub>层以大约3μm的相对高的厚度连续地生长的情况相比,中间层27b插入到n型接触层27的中间部分中。

[0035] 这样,能够改善外延层(具体地,形成在n型接触层27上的活性区域39)的结晶质量。掺杂到n型接触层27中的Si的掺杂密度的范围可以为 $2 \times 10^{18}/\text{cm}^3$ 至 $2 \times 10^{19}/\text{cm}^3$ ,或者为 $1 \times 10^{18}/\text{cm}^3$ 至 $2 \times 10^{19}/\text{cm}^3$ 。具体地,下Ga<sub>N</sub>层27a和上Ga<sub>N</sub>层27c可以以高密度掺杂有Si杂质,并且中间层27b可以以与上Ga<sub>N</sub>层27c的Si杂质相同或较低的密度掺杂有Si杂质,或者中间层27b可以不意图掺杂有Si杂质。由于下Ga<sub>N</sub>层27a和上Ga<sub>N</sub>层27c以高密度掺杂有Si杂质,因此可降低n型接触层27的电阻。接触n型接触层27的电极也可以接触上Ga<sub>N</sub>层27c。

[0036] 未掺杂的Ga<sub>N</sub>层29可以由未掺杂有杂质的Ga<sub>N</sub>形成,可形成为比上Ga<sub>N</sub>层27c小的厚

度。例如,未掺杂的GaN层29可具有80nm至300nm的厚度。由于n型接触层27掺杂有n型杂质,所以n型接触层27具有残余应力和低结晶质量。因此,当在n型接触层27上生长另一外延层时,难以生长具有良好结晶质量的外延层。然而,由于未掺杂的GaN层29没有掺杂有任何杂质,因此未掺杂的GaN层29起到用于恢复n型接触层27的结晶质量的恢复层的作用。因此,未掺杂的GaN层29可以直接地形成在n型接触层27上以邻接n型接触层27。另外,由于未掺杂的GaN层29具有比n型接触层27高的电阻率,因此从n型接触层27引入到活性层39的电子能够在穿过未掺杂的GaN层29之前均匀地散布在n型接触层27内。

[0037] 低密度GaN层31布置在未掺杂的GaN层29上,并具有比n型接触层27低的n型杂质掺杂密度。例如,低密度GaN层31可具有 $5 \times 10^{17}/\text{cm}^3$ 至 $5 \times 10^{18}/\text{cm}^3$ 范围的Si掺杂密度,并可形成为比未掺杂的GaN层29小的厚度。例如,低密度GaN层31可具有50nm至150nm的厚度。高密度GaN层33布置在低密度GaN层31上,并具有比低密度GaN层31高的n型杂质掺杂密度。高密度GaN层33可以具有与n型接触层27的Si掺杂密度相似的Si掺杂密度。高密度GaN层33可具有比低密度GaN层31小的厚度。例如,高密度GaN层33可具有大约30nm的厚度。

[0038] 可通过将金属源气体供应到室中来连续地生长n型接触层27、未掺杂的GaN层29、低密度GaN层31和高密度GaN层33。诸如三甲基铝(TMA)、三甲基镓(TMD)和/或三甲基铟(TME)的包括Al、Ga和In的有机金属材料用作金属源气体。硅烷 $\text{SiH}_4$ 可用作Si的源气体。这些层可以在例如1050°C至1150°C的第一温度下生长。

[0039] 超晶格层35布置在高密度GaN层33上。可通过将具有不同组分的第一InGaN层和第二InGaN层交替地堆叠大约30个循环来形成超晶格层35,其中,每个InGaN层具有20nm的厚度。第一InGaN层和第二InGaN层的铟含量比活性区域39中的阱层39w的铟含量低。超晶格层35可以由没有意图掺杂任何杂质的未掺杂的层形成。由于超晶格层35由未掺杂的层形成,因此能够减少发光装置的电流泄漏。

[0040] 电子注入层37具有比超晶格层35高的n型杂质掺杂密度。另外,电子注入层37可具有与n型接触层27基本上相同的n型杂质掺杂密度。例如,n型杂质掺杂密度的范围可以为 $1 \times 10^{19}/\text{cm}^3$ 至 $5 \times 10^{19}/\text{cm}^3$ ,或者为 $1 \times 10^{19}/\text{cm}^3$ 至 $3 \times 10^{19}/\text{cm}^3$ 。由于以高密度掺杂电子注入层37,因此能够促进电子注入到活性区域39中。电子注入层37可以形成为与高密度掺杂层33相似的厚度或比高密度掺杂层33小的厚度。例如,电子注入层37可具有20nm的厚度。此外,电子注入层37可以在大约300托的压强和大约820°C至850°C的温度下生长。

[0041] 活性区域39布置在电子注入层37上。图2是活性区域39的放大的剖视图。

[0042] 参照图2,活性区域39具有包括彼此交替地堆叠的势垒层39b和阱层39w的多量子阱结构。阱层39w具有能够发射范围为365nm至390nm的近紫外光的组分。例如,阱层39w可以由例如InGaN或AlInGaN形成。这里,阱层39w的In含量根据紫外光的波长而确定。例如,阱层39w的In含量的范围可以为大约2%至5%摩尔百分比(因此,Ga含量的范围为大约95%至98%)。贯穿本描述,同样根据摩尔百分比来表示各种层中的化合物的含量。阱层39w中的每个阱层可以具有大约20Å至30Å的厚度。在大约300托的压强下,阱层39w可以在比普通蓝色发光二极管的阱层的温度高的温度(例如,800°C至820°C)下生长阱层39w。这样,阱层可以具有改善的结晶质量。

[0043] 势垒层39b可以由带隙比阱层的带隙宽的氮化镓基半导体层形成。例如,势垒层可以由GaN、InGaN、AlGaN或AlInGaN形成。具体地,由于势垒层39b可以由AlInGaN形成,因此,

包含In的势垒层39b能够缓解阱层39w与势垒层39b之间的晶格失配。

[0044] 此外,势垒层39b可以在比阱层39w的生长温度稍高的生长温度下生长。例如,在大约300托的压强下,势垒层39b可以在大约820°C至850°C的温度下生长。

[0045] 势垒层39b中的最靠近电子注入层37或n型接触层27的第一势垒层39b1具有比其它势垒层高的Al含量。例如,第一势垒层39b1可以包含比其它势垒层39b多10%至20%的Al。例如,当其它势垒层39b、39bn包括大约20%的Al时,第一势垒层39b1可以包括大约30%至40%的Al。势垒层39b包含大约1%或更少的In。具体地,当阱层39w由InGa<sub>N</sub>形成以发射375nm至390nm的近紫外光时,除第一势垒层39b1之外的势垒层39b和39bn可以由包含15%至25%的Al和大约1%或更少的In的AlInGa<sub>N</sub>形成,第一势垒层39b1可以由包含30%至40%的Al和1%或更少的In的AlInGa<sub>N</sub>形成。

[0046] 通常,发光装置中势垒层形成为具有相同的组分。然而,在本实施例中,第一势垒层39b1包含比其它势垒层39b多10%至20%的Al。电子注入层37或n型接触层27由Ga<sub>N</sub>形成。能够发射近紫外光的阱层39w与Ga<sub>N</sub>的带隙之间的差异相对不大。因此,第一势垒层39b1形成为具有比其它势垒层39b大的带隙,从而将载流子限定在活性区域39中。具体地,当使用AlInGa<sub>N</sub>势垒层时,空穴的移动速度显著地降低,从而会提高电子的溢出概率。在这种情况下,虽然可以认为,增加电子阻挡层41的厚度以防止电子的溢出,但是电子阻挡层41的厚度的增加限制空穴高效地注入到活性区域内。

[0047] 因此,第一势垒层39b1形成为具有比其它势垒层宽的带隙(大约0.5eV或更高),以通过降低电子的移动速度来有效地防止电子的溢出。然而,当第一势垒层39b1的Al含量提高了大约20%或更多时,在第一势垒层39b1与电子注入层37之间会出现晶格失配,并且第一势垒层39b1与阱层39w之间的晶格失配会变得严重,从而降低活性区域39的结晶质量。

[0048] 第一势垒层可具有与除最末势垒层之外的其它势垒层基本相同的厚度,或者具有比除第一势垒层之外的其它势垒层大的厚度(例如,大约40Å),其中,最末势垒层最靠近电子阻挡层41或p型接触层43。例如,第一势垒层可具有40Å至60Å的厚度,具体地,可具有大约45Å的厚度。

[0049] 活性区域39可邻接电子注入层37。活性区域39的势垒层和量子阱层可以由未掺杂的层形成,以改善活性层的结晶质量,活性区域的一些部分或全部可以掺杂有杂质以减小正向电压。

[0050] 再参照图1,p型接触层43可布置在活性区域39上,电子阻挡层41可布置在活性区域39与p型接触层43之间。电子阻挡层41可以由AlGa<sub>N</sub>或AlInGa<sub>N</sub>形成,以缓解p型接触层与活性区域39之间的晶格失配。电子阻挡层41可包含36%的Al和3%的In。电子阻挡层41可以以 $5 \times 10^{19}/\text{cm}^3$ 至 $2 \times 10^{20}/\text{cm}^3$ 的掺杂密度掺杂有例如Mg的p型杂质。

[0051] p型接触层43可包括下高密度掺杂层43a、低密度掺杂层43b和上高密度掺杂层43c。下高密度掺杂层43a和上高密度掺杂层43c可以以 $5 \times 10^{19}/\text{cm}^3$ 至 $2 \times 10^{20}/\text{cm}^3$ 的掺杂密度掺杂有例如Mg的p型杂质。低密度掺杂层43b具有比下高密度掺杂层43a和上高密度掺杂层43c低的掺杂密度,低密度掺杂层43b布置在下高密度掺杂层43a与上高密度掺杂层43c之间。低密度掺杂层43b可以在其生长期间中断源气体Mg(例如,Cp<sub>2</sub>Mg)的供应的情况下生长。

[0052] 在低密度掺杂层43b的生长期间,可以利用N<sub>2</sub>气体作为载体气体代替利用H<sub>2</sub>来减小

杂质含量。低密度掺杂层43b形成为比上高密度掺杂层43c和下高密度掺杂层43a大的厚度。例如,低密度掺杂层43b可以形成为大约60nm的厚度,上高密度掺杂层43c和下高密度掺杂层43a中的每个可以形成为10nm的厚度。结果,p型接触层43改善了结晶质量并具有减小的杂质密度,从而防止或减少由于p型接触层43而导致的近紫外光的损失。

[0053] 德尔塔掺杂层45可以布置在p型接触层43上以减小欧姆接触电阻。德尔塔掺杂层45以高密度掺杂有p型或n型杂质,以减小电极与p型接触层43之间的欧姆电阻。德尔塔掺杂层45可以形成为大约 $2\text{\AA}$ 至 $5\text{\AA}$ 的厚度。

[0054] 可以通过将基底21上的外延层图案化来制造横向结构或倒装芯片结构的发光装置。此外,能够通过去除基底21来制造垂直结构的发光装置。

[0055] 实验示例1

[0056] 为了检查光输出根据最靠近n型接触层27的第一势垒层39b1中的Al含量的变化,除了第一势垒层中的Al含量之外,在相同的条件下通过MOCVD来生长外延层。图3是描绘光输出与第一势垒层的Al含量的关系的图。除第一势垒层之外的势垒层具有相同的组分。利用原子探针来测量各个势垒层的Al含量,其它势垒层包含大约20%的Al。

[0057] 参照图3,当第一势垒层的Al含量比其它势垒层的Al含量高14%时,发光装置具有相对高的光输出。另一方面,当第一势垒层不包含Al时,发光装置具有相对低的光输出。另外,当第一势垒层包含大约47%的铝(比其它势垒层的Al含量高27%)时,发光装置样品具有比其它发光装置样品少的光输出,在所述其它发光装置样品中,第一势垒层具有与其它势垒层的相同的Al含量。

[0058] 实验示例2

[0059] 为了检查光输出根据最靠近n型接触层27的第一势垒层39b1的厚度的光变化,除了第一势垒层的厚度之外,在相同的条件下通过MOCVD来生长外延层。图4是描绘光输出与第一势垒层的厚度的关系的图。除了第一势垒层和最靠近p型接触层43的最末势垒层之外的所有势垒层形成为大约 $45\text{\AA}$ 的厚度,最末势垒层形成为大约 $75\text{\AA}$ 的相对厚的厚度。此外,第一势垒层具有大约34%的Al含量,其它势垒层具有大约20%的Al含量。

[0060] 参照图4,当第一势垒层具有与其它势垒层相同的 $45\text{\AA}$ 的厚度时,发光装置具有相对高的光输出。另一方面,当第一势垒层具有 $25\text{\AA}$ 的厚度时,发光装置具有相对低的光输出,甚至在第一势垒层具有 $75\text{\AA}$ 的厚的厚度的情况下,发光装置具有相对低的光输出。

[0061] 在相关领域中的近紫外发光装置中,n型接触层由AlGaIn形成。由于占据近UV发光装置的除基底以外的大部分厚度的接触层由AlGaIn形成,因此能够防止由光吸收引起的光损失,但由于近UV发光装置中的外延层结晶质量低,因此难以改善光输出或光提取效率。根据实施例,由于n型接触层和p型接触层的大部分或全部由氮化镓形成,因此能够改善活性区域的结晶质量。因此,根据实施例的发光装置可以通过防止由光吸收导致的光损失而具有改善的光输出。

[0062] 此外,由于第一势垒层包含比其它势垒层多的Al的量,因此根据实施例的发光装置可具有进一步改善的光输出。此外,近紫外发光装置能够通过加强n型和p型接触层的结晶质量来减少由光吸收导致的光损失。

[0063] 本领域技术人员将清楚的是,在不脱离本发明的精神或范围的情况下,可以在本

发明中作出各种修改和变形。因此,本发明意图涵盖对本发明做出的修改和变形,只要它们落入权利要求及其等同物的范围。

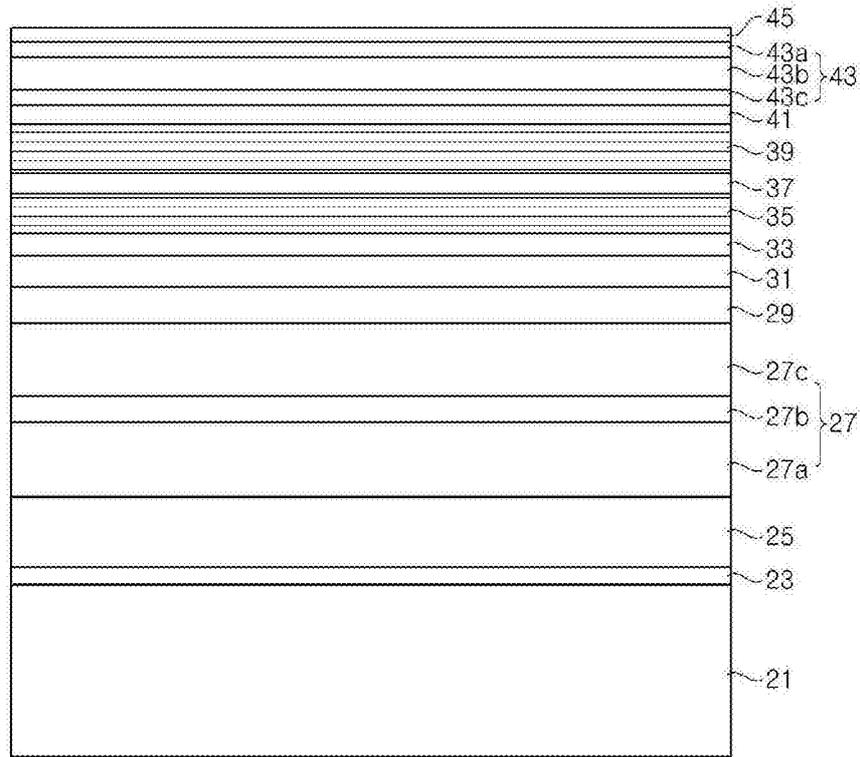


图1

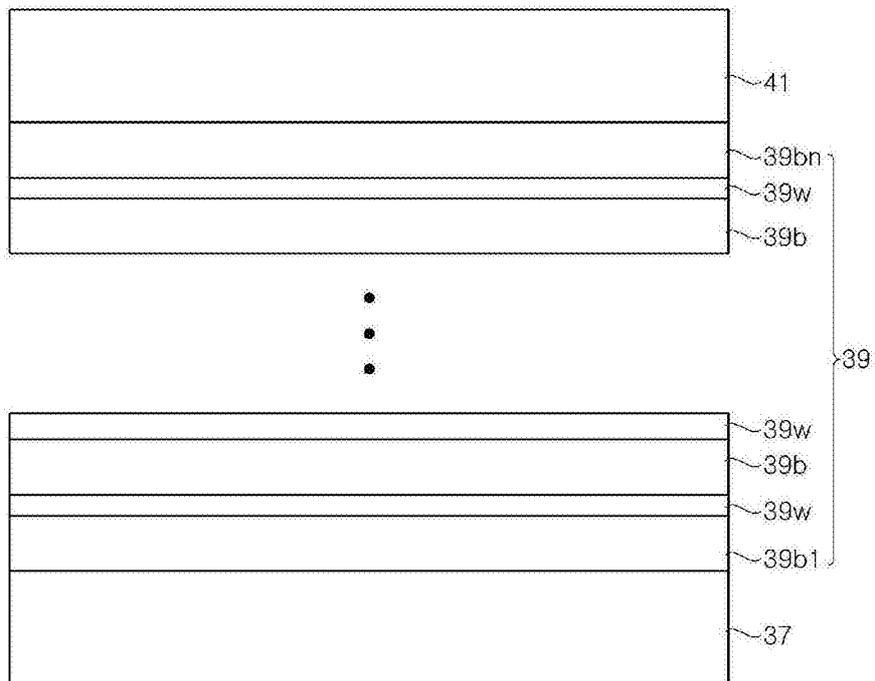


图2

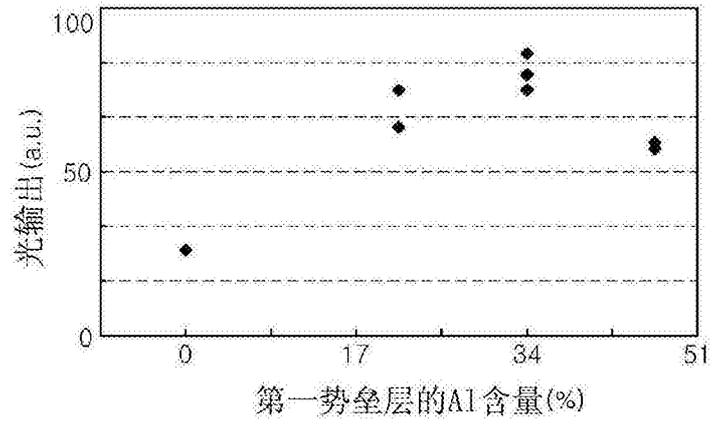


图3

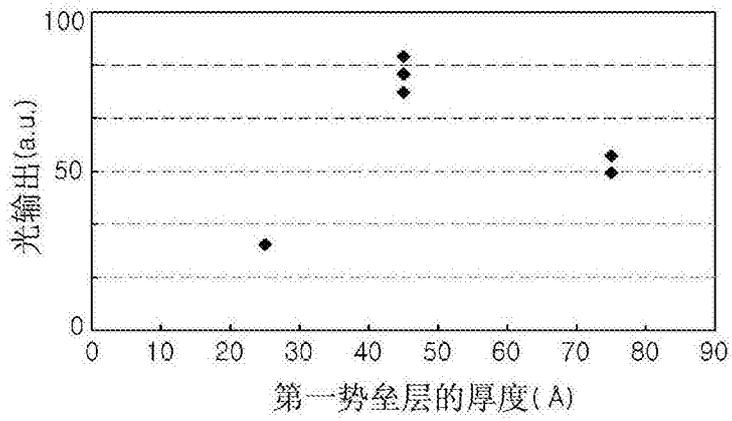


图4