



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102265415 A

(43) 申请公布日 2011. 11. 30

(21) 申请号 200980152312. 1

(74) 专利代理机构 北京市中咨律师事务所

(22) 申请日 2009. 12. 17

11247

代理人 段承恩 田欣

(30) 优先权数据

334869/2008 2008. 12. 26 JP

(51) Int. Cl.

H01L 33/32 (2006. 01)

(85) PCT申请进入国家阶段日

2011. 06. 24

(86) PCT申请的申请数据

PCT/JP2009/071023 2009. 12. 17

(87) PCT申请的公布数据

W02010/073957 JA 2010. 07. 01

(71) 申请人 昭和电工株式会社

地址 日本东京都

(72) 发明人 樱井哲朗

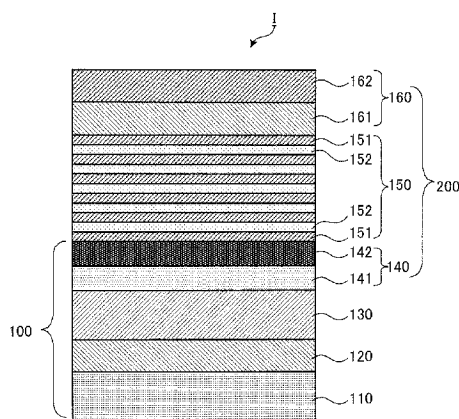
权利要求书 1 页 说明书 8 页 附图 2 页

(54) 发明名称

半导体发光元件的制造方法以及半导体发光元件

(57) 摘要

本发明提供一种半导体发光元件的制造方法,其中该制造方法具有使用由与构成半导体层的材料不同的材料形成的基板,并在该基板上成膜出 III 族化合物半导体层的工序,能够减小所得到的半导体发光层的发光波长分布 σ 。本发明提供的半导体发光元件的制造方法,是制造具有 III 族化合物半导体层的半导体发光元件的方法,其特征在于,具有:化合物半导体基板形成工序,该工序在基板上成膜出至少一层化合物半导体层,形成翘曲量 H 在 $50\mu\text{m} \leq H \leq 250\mu\text{m}$ 的范围的化合物半导体基板;和发光层形成工序,该工序在所形成的所述化合物半导体基板上形成包含多个 III 族化合物半导体层的发光层。



1. 一种半导体发光元件的制造方法,是制造具有 III 族化合物半导体层的半导体发光元件的方法,其特征在于,具有:

化合物半导体基板形成工序,该工序在基板上成膜出至少一层化合物半导体层,形成翘曲量 H 在 $50\mu\text{m} \leq H \leq 250\mu\text{m}$ 的范围的化合物半导体基板;和

发光层形成工序,该工序在所形成的所述化合物半导体基板上形成包含多个 III 族化合物半导体层的发光层。

2. 根据权利要求 1 所述的半导体发光元件的制造方法,其特征在于,所述 III 族化合物半导体层至少含有 III 族氮化物。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的半导体发光元件的制造方法,其特征在于,所述基板的直径 D 选自 $50\text{mm} \sim 155\text{mm}$ 的范围。

4. 根据权利要求 1~3 的任一项所述的半导体发光元件的制造方法,其特征在于,所述基板的厚度 d 选自 $0.4\text{mm} \sim 1.5\text{mm}$ 的范围。

5. 根据权利要求 1~4 的任一项所述的半导体发光元件的制造方法,其特征在于,所述基板的翘曲量 H 选自 $-10\mu\text{m} \leq H \leq 10\mu\text{m}$ 的范围。

6. 根据权利要求 1~5 的任一项所述的半导体发光元件的制造方法,其特征在于,所述化合物半导体基板的翘曲量 H 选自 $100\mu\text{m} \leq H \leq 115\mu\text{m}$ 的范围。

7. 根据权利要求 1~6 的任一项所述的半导体发光元件的制造方法,其特征在于,所述基板由与 III 族化合物半导体层不同的材料构成。

8. 根据权利要求 1~7 的任一项所述的半导体发光元件的制造方法,其特征在于,所述基板由蓝宝石构成。

9. 根据权利要求 1~8 的任一项所述的半导体发光元件的制造方法,其特征在于,具有在所述基板上预先成膜出含有氮化铝化合物的中间层的中间层形成工序。

10. 根据权利要求 9 所述的半导体发光元件的制造方法,其特征在于,所述中间层采用溅射法成膜于所述基板上。

11. 一种半导体发光元件,其特征在于,是采用权利要求 1~10 的任一项所述的半导体发光元件的制造方法制造的。

半导体发光元件的制造方法以及半导体发光元件

技术领域

[0001] 本发明涉及半导体发光元件的制造方法等,更详细地讲,涉及具有 III 族化合物半导体层的半导体发光元件的制造方法等。

背景技术

[0002] 一般地,具有 III-V 族化合物半导体层等的化合物半导体层的半导体发光元件,是通过在由蓝宝石单晶等构成的基板上形成化合物半导体层,进而设置正极和负极等后,对基板的被磨削面进行磨削以及研磨,其后切断成为适当的形状,从而作为发光元件芯片来制备(参照专利文献 1)。

[0003] 专利文献 1:特开 2008-177525 号公报

发明内容

[0004] 可是,当使用由与构成半导体层的化合物半导体不同的材料形成的基板,并在该基板上形成化合物半导体层时,存在所得到的化合物半导体发光层的波长分布的标准偏差 σ (在本说明书中也称为发光波长分布 σ (nm)) 变大的问题。特别是在通过 MOCVD (有机金属化学气相生长法:ORGANIC METAL CHEMICAL VAPOUR DEPOSITION) 形成化合物半导体层的场合,这样的倾向较大。

[0005] 这可以想到原因主要在于由于基板与化合物半导体的热膨胀系数的差,基板发生翘曲。若基板发生翘曲,则通过 MOCVD 形成化合物半导体层时,在基板上产生温度分布,例如 In (铟) 等的元素的分布变得不均匀。由此,在由该化合物半导体层制造发光元件时,在同一基板内会形成具有非所希望的波长的发光元件,存在降低来自同一基板的制品的收得率的问题。

[0006] 本发明的目的在于,提供一种化合物半导体发光元件的制造方法,其中该制造方法具有使用由与构成化合物半导体层的材料不同的材料形成的基板,并在该基板上形成 III 族化合物半导体层的工序,能够减小所得到的化合物半导体发光层的发光波长分布 σ 。

[0007] 根据本发明,提供一种半导体发光元件的制造方法,其是制造具有 III 族化合物半导体层的半导体发光元件(也称为化合物半导体发光元件。)的方法,其特征在于,具有:在基板上成膜出至少一层化合物半导体层,形成翘曲量 H 在 $50 \mu\text{m} \leq H \leq 250 \mu\text{m}$ 的范围的化合物半导体基板的化合物半导体基板形成工序;和在所形成的化合物半导体基板上形成包含多个 III 族化合物半导体层的发光层的发光层形成工序。

[0008] 在此,在应用本发明的半导体发光元件的制造方法中,优选:在基板上成膜的 III 族化合物半导体层至少含有 III 族氮化物。

[0009] 另外,优选基板的直径 D 选自 $50\text{mm} \sim 155\text{mm}$ 的范围。

[0010] 进而,优选基板的厚度 d 选自 $0.4\text{mm} \sim 1.5\text{mm}$ 的范围。

[0011] 再有,优选基板的翘曲量 H 选自 $-10 \mu\text{m} \leq H \leq 10 \mu\text{m}$ 的范围。

[0012] 其次,在应用本发明的半导体发光元件的制造方法中,优选化合物半导体基板的翘曲量 H 选自 $100\ \mu\text{m} \leq H \leq 115\ \mu\text{m}$ 的范围。

[0013] 另外,优选基板由与 III 族化合物半导体层不同的材料构成。

[0014] 进而,在应用本发明的半导体发光元件的制造方法中,优选基板由蓝宝石构成。

[0015] 另外,优选:具有在基板上预先形成含有氮化铝化合物的中间层的中间层形成工序。

[0016] 进而,优选中间层采用溅射法成膜于基板上。

[0017] 进而,根据本发明,提供一种半导体发光元件,其特征在于,是采用上述半导体发光元件的制造方法制造的。

[0018] 根据本发明,在半导体发光元件的制造方法中,通过使用翘曲量 H 在 $50\ \mu\text{m} \leq H \leq 250\ \mu\text{m}$ 的范围的化合物半导体基板,并在其上形成发光层,能够减小在同一基板内得到的半导体发光层的发光波长分布 σ 。

具体实施方式

[0019] 以下对于本发明的实施方式进行详细说明。另外,本发明并不被以下的实施方式限定,可以在其要旨的范围内进行各种变形来实施。另外,使用的附图是用于说明本实施方式的,并不表示实际的大小。

[0020] (半导体发光元件)

[0021] 在本实施方式中制造的半导体发光元件,通常具有规定的基板和成膜于基板上的化合物半导体层。作为构成化合物半导体层的化合物半导体,可举出例如 III-V 族化合物半导体、II-VI 族化合物半导体、IV-IV 族化合物半导体等。在本实施方式中,优选 III-V 族化合物半导体,其中,更优选 III 族氮化物化合物半导体。以下举出具有 III 族氮化物化合物半导体的半导体发光层作为例子进行说明。

[0022] 图 1 是说明在本实施方式中制造的半导体发光元件的层结构的一例的图。如图 1 所示,半导体发光元件 1,是在形成于基板 110 上的中间层 120 之上,依次层叠基底层 130、n 型半导体层 140、发光层 150、p 型半导体层 160 而构成的。另外,化合物半导体层(III 族化合物半导体层)200,是将 n 型半导体层 140、发光层 150 以及 p 型半导体层 160 统一而总称。

[0023] 进而,在 p 型半导体层 160 上层叠有透明正极 170(参照图 2),在透明正极 170 上形成有正极焊盘 180,并且在形成于 n 型半导体层 140 的 n 型接触层 141 的露出区域 143,层叠有负极焊盘 190。

[0024] 在此,在本实施方式中,将在基板 110 上至少含有中间层 120,而且形成了选自包含 III 族化合物半导体的基底层 130 以及 n 型半导体层 140 中的至少一层的制品称为化合物半导体基板 100,作为不具有发光功能的半导体层层叠基板对待。

[0025] 在此,在包含 III 族化合物半导体的基底层 130 上成膜的 n 型半导体层 140,具有 n 型接触层 141 以及 n 型覆盖层 142。发光层 150 具有交替地层叠有势垒层 151 和阱层 152 的结构。p 型半导体层 160 是 p 型覆盖层 161 以及 p 型接触层 162 层叠而成的。

[0026] 在本实施方式中,成膜于基板 110 上的化合物半导体层(包括中间层 120、基底层 130、n 型半导体层 140、发光层 150 以及 p 型半导体层 160 在内的 III 族化合物半导体层)

的合计的厚度,为 $5\mu\text{m}$ 以上,优选为 $8\mu\text{m}$ 以上,进一步优选为 $9\mu\text{m}$ 以上。另外,这些层的合计的厚度为 $15\mu\text{m}$ 以下,优选为 $14\mu\text{m}$ 以下,进一步优选为 $13\mu\text{m}$ 以下。

[0027] 上述的化合物半导体层(III族化合物半导体层)的合计的厚度过度薄时,特别是基底层 130 以及 n 型半导体层 140 的膜厚较薄时,在其后层叠的发光层 150 以及 p 型半导体层 160 的结晶性变差,因此在形成了半导体发光元件 I 的场合,存在发光强度变弱的倾向。

[0028] (基板 110)

[0029] 基板 110 由与 III 族氮化物化合物半导体不同的材料构成,在基板 110 上外延生长 III 族氮化物半导体晶体。作为构成基板 110 的材料,可举出例如蓝宝石、碳化硅(硅碳化物:SiC)、硅、氧化锌、氧化镁、氧化锰、氧化锆、氧化锰锌铁、氧化镁铝、硼化锆、氧化镓、氧化铟、氧化铟镓、氧化铟铝、氧化铟镓、氧化镧铝、氧化镧铝、氧化铟、氧化铟、铟、铟、铟等。在这些物质中,优选蓝宝石、碳化硅(硅碳化物:SiC)。

[0030] 另外,基板 110 的表面,优选:层叠半导体层的一侧的面(表面)和其相反的一侧的面(背面)的表面粗糙度 R_a (算术平均粗糙度)不同。特别优选使用表面粗糙度 R_a 的关系为表面 $\leq$ 背面的基板。

[0031] (中间层 120)

[0032] 如前所述,在本实施方式中,基板 110 由与 III 族氮化物化合物半导体不同的材料构成。因此,在如后述那样采用有机金属化学气相生长法(MOCVD)形成化合物半导体层 200 时,优选在基板 110 上设置发挥缓冲功能的中间层 120。特别是从缓冲功能方面出发,优选中间层 120 为单晶结构。在基板 110 上形成了具有单晶结构的中间层 120 的情况下,中间层 120 的缓冲功能有效地作用,成膜于中间层 120 上的基底层 130 和化合物半导体层 200 成为具有良好的取向性以及结晶性的晶体膜。

[0033] 中间层 120,优选含有 Al,特别优选含有作为 III 族氮化物的 AlN。作为构成中间层 120 的材料,只要是由通式 AlGaInN 表示的 III 族氮化物化合物半导体就不特别限定。进而也可以含有作为 V 族的 As 和 / 或 P。中间层 120,为含有 Al 的组成的场合,优选为 GaAlN ,优选 Al 组分为 50% 以上。

[0034] (基底层 130)

[0035] 作为用于基底层 130 的材料,可使用含有 Ga 的 III 族氮化物(GaN 系化合物半导体),特别是可优选使用 AlGaInN 或 GaN 。基底层 130 的膜厚为 $0.1\mu\text{m}$ 以上,优选为 $0.5\mu\text{m}$ 以上,进一步优选为 $1\mu\text{m}$ 以上。

[0036] (n 型半导体层 140)

[0037] n 型半导体层 140,由 n 型接触层 141 以及 n 型覆盖层 142 构成。作为 n 型接触层 141,与基底层 130 同样地,可使用 GaN 系化合物半导体。另外,构成基底层 130 以及 n 型接触层 141 的氮化镓系化合物半导体优选为相同组成,将它们的合计的膜厚设定为 $0.1\mu\text{m} \sim 20\mu\text{m}$,优选设定为 $0.5\mu\text{m} \sim 15\mu\text{m}$,更优选设定为 $1\mu\text{m} \sim 12\mu\text{m}$ 的范围。

[0038] n 型覆盖层 142,可以由 AlGaN 、 GaN 、 GaInN 等形成。另外,也可以形成这些的结构的异质结和 / 或多次层叠了的超晶格结构。在为 GaInN 的场合,优选比构成后述的发光层 150 的阱层 152 的 GaInN 的带隙大。n 型覆盖层 142 的膜厚,优选为 $5\text{nm} \sim 500\text{nm}$,更优选为 $5\text{nm} \sim 100\text{nm}$ 的范围。

[0039] (发光层 150)

[0040] 发光层 150,是按包含氮化镓系化合物半导体的势垒层 151、和包含含有铟的氮化镓系化合物半导体的阱层 152 交替地反复层叠、并且在 n 型半导体层 140 侧以及 p 型半导体层 160 侧配置势垒层 151 的顺序进行层叠而形成的。在本实施方式中,发光层 150 为下述构成:6 层的势垒层 151 和 5 层的阱层 152 被交替地反复层叠,发光层 150 的最上层以及最下层配置势垒层 151,在各势垒层 151 间配置阱层 152。

[0041] 作为势垒层 151,例如可优选使用带隙能量比包含含有铟的氮化镓系化合物半导体的阱层 152 大的 $\text{Al}_c\text{Ga}_{1-c}\text{N}$ ($0 \leq c \leq 0.3$) 等的氮化镓系化合物半导体。

[0042] 另外,在阱层 152 中,作为含有铟的氮化镓系化合物半导体,可使用例如 $\text{Ga}_{1-s}\text{In}_s\text{N}$ ($0 < s < 0.4$) 等的氮化镓铟。

[0043] 作为阱层 152 的膜厚,不特别限定,优选为可得到量子效应的程度的膜厚、即临界膜厚区域。例如,阱层 152 的膜厚优选为 1nm ~ 10nm 的范围,更优选为 2nm ~ 6nm 的膜厚。

[0044] (p 型半导体层 160)

[0045] p 型半导体层 160,由 p 型覆盖层 161 以及 p 型接触层 162 构成。作为 p 型覆盖层 161,优选举出 $\text{Al}_d\text{Ga}_{1-d}\text{N}$ ($0 < d \leq 0.4$) 覆盖层。p 型覆盖层 161 的膜厚,优选为 1nm ~ 400nm,更优选为 5nm ~ 100nm。

[0046] 作为 p 型接触层 162,可举出至少含有 $\text{Al}_e\text{Ga}_{1-e}\text{N}$ ($0 \leq e < 0.5$) 而成的氮化镓系化合物半导体层。p 型接触层 162 的膜厚,不特别限定,但优选为 10nm ~ 500nm,更优选为 50nm ~ 200nm。

[0047] (透明正极 170)

[0048] 作为构成透明正极 170 的材料,可举出例如 ITO($\text{In}_2\text{O}_3\text{-SnO}_2$)、AZO($\text{ZnO-Al}_2\text{O}_3$)、IZO($\text{In}_2\text{O}_3\text{-ZnO}$)、GZO($\text{ZnO-Ga}_2\text{O}_3$) 等的以往公知的材料。另外,透明正极 170 的结构,不特别限定,可采用以往公知的结构。透明正极 170,可以以覆盖 p 型半导体层 160 上的大致全面的方式形成,也可以形成为格子状和 / 或树形状。

[0049] (正极焊盘 180)

[0050] 在透明正极 170 上形成的作为电极的正极焊盘 180,例如由以往公知的 Au、Al、Ni、Cu 等的材料构成。正极焊盘 180 的结构,不被特别限定,可采用以往公知的结构。

[0051] 正极焊盘 180 的厚度,在 100nm ~ 1000nm 的范围内,优选在 300nm ~ 500nm 的范围内。

[0052] (负极焊盘 190)

[0053] 如图 2 所示,负极焊盘 190,以与在成膜于基板 110 上的中间层 120 以及基底层 130 之上进一步成膜的化合物半导体层 200(n 型半导体层 140、发光层 150 以及 p 型半导体层 160) 中的、n 型半导体层 140 的 n 型接触层 141 接触的方式形成。因此,在形成负极焊盘 190 时,除去 p 型半导体层 160、发光层 150 以及 n 型半导体层 140 的一部分,形成 n 型接触层 141 的露出区域 143,在该露出区域上形成负极焊盘 190。

[0054] 作为负极焊盘 190 的材料,众所周知各种组成以及结构的负极,可没有特别限制地使用这些众所周知的负极,可采用在本技术领域熟知的惯用手段来设置。

[0055] (半导体发光元件的制造方法)

[0056] 接着,对半导体发光元件的制造方法进行说明。

[0057] 图 2 是说明由应用本实施方式的制造方法得到的半导体发光元件的一例的图。

[0058] 在本实施方式中,半导体发光元件 I,是在具有规定的直径 D 和厚度 d 的蓝宝石制的基板 110 上,将含有 V 族元素的气体 and 金属材料用等离子体进行活化使其反应,由此形成包含 III 族氮化物的中间层 120。接着,在中间层 120 上,形成具有基层 130、n 型半导体层 140 的化合物半导体基板 100(参照图 1)(化合物半导体基板形成工序)。接着,在化合物半导体基板 100 上形成发光层 150 以及 p 型半导体层 160(发光层形成工序)。接着,将基板 110 磨削直到变为规定的厚度,其后切断成适当的大小,从而形成该发光元件。

[0059] 在本实施方式中,使用的基板 110 的直径 D,通常选自 50mm ~ 155mm 的范围。另外,基板 110 的厚度 d,通常选自 0.4mm ~ 1.5mm 的范围,优选从 0.4mm ~ 1.2mm 的范围选择。

[0060] 此时,使用的基板 110,翘曲量 H 优选从 $-30\mu\text{m} \leq H \leq 30\mu\text{m}$ 、 $-30\mu\text{m} \leq H < 0$ 或者 $0 < H \leq 30\mu\text{m}$ 的范围选择,更优选从 $-10\mu\text{m} \leq H \leq 10\mu\text{m}$ 、 $-10\mu\text{m} \leq H < 0$ 或者 $0 < H \leq 10\mu\text{m}$ 的范围选择。

[0061] 在本实施方式中,特别是在基板 110 的直径 D 为 50mm ~ 51mm(约 2 英寸)程度的场合或 100mm ~ 102mm(约 4 英寸)程度的场合,基板 110 的翘曲量 H 优选从 $-10\mu\text{m} \leq H < 0$ 或者 $0 < H \leq 10\mu\text{m}$ 的范围选择。

[0062] 在此,所谓基板 110 的翘曲,定义为:将基板 110 置于水平的基准面时的、基准面与晶片表面的距离的最大值和最小值之差。在本申请中,基板 110 的翘曲量 H 的测定,是通过采用激光斜入射干涉仪(NIDEK 公司制的平坦度测定机 FT-17)测定 SORI 值来进行的。并且,在翘曲的方向为凸形状的场所,定为正的值,在为凹形状的场所,定为负的值。

[0063] 在本实施方式中,在上述的基板 110 上外延生长 III 族氮化物半导体晶体时,中间层 120 优选是采用溅射法将采用等离子体进行活化从而反应了的原料成膜于基板 110 上。在此,将 V 族元素设为氮,将形成中间层 120 时的气体中的氮的气体分率设为 50% ~ 99% 的范围,并且将中间层 120 作为单晶组织来形成。由此,能够以短时间将具有良好的结晶性的中间层 120 作为具有特定的各向异性的取向膜成膜于基板 110 上。其结果,可在中间层 120 上效率好地生长结晶性良好的 III 族氮化物半导体。

[0064] 在本实施方式中,采用溅射法形成中间层 120 之后,在该中间层 120 上,采用有机金属化学气相生长法(MOCVD)依次成膜出基层 130、n 型半导体层 140,从而形成化合物半导体基板 100(化合物半导体基板形成工序)。

[0065] 接着,在化合物半导体基板 100 上,采用 MOCVD 法依次成膜出发光层 150 以及 p 型半导体层 160。

[0066] 在本实施方式中,在化合物半导体基板形成工序中,如前述那样成膜出至少一层化合物半导体层而得到的化合物半导体基板 100,被形成:其翘曲量 H 在 $50\mu\text{m} \leq H \leq 250\mu\text{m}$ 的范围。在此,化合物半导体基板 100 的翘曲量 H,优选为 $80\mu\text{m} \leq H \leq 200\mu\text{m}$ 的范围,更优选为 $80\mu\text{m} \leq H \leq 150\mu\text{m}$ 的范围,特别优选为 $100\mu\text{m} \leq H \leq 120\mu\text{m}$ 的范围。

[0067] 在此,所谓化合物半导体基板 100 的翘曲,与对基板 110 的翘曲量 H 进行的说明同样地,定义为:将化合物半导体基板 100 置于水平的基准面时的、基准面与化合物半导体基板 100 表面的距离的最大值和最小值之差。化合物半导体基板 100 的翘曲量 H 的测定,通过采用激光斜入射干涉仪(NIDEK 公司制的平坦度测定机 FT-17)测定 SORI 值来进行。在

翘曲的方向为凸形状の場合, 定为正的值, 在为凹形状の場合, 定为负的值。

[0068] 在本实施方式中, 通过使化合物半导体基板 100 的翘曲量 H 为上述的范围, 能够使采用例如 MOCVD 法进一步依次成膜出发光层 150 以及 p 型半导体层 160 而得到的化合物半导体层 200 的发光波长分布 σ 为 6nm 以下。

[0069] 化合物半导体基板 100 的翘曲量 H 小于 $50\ \mu\text{m}$ 时, 存在来自在其上形成的化合物半导体层 200 的发光波长分布 σ 变得大于 6nm 的倾向。

[0070] 另外, 化合物半导体基板 100 的翘曲量 H 大于 $250\ \mu\text{m}$ 时, 存在来自在其上形成的化合物半导体层 200 的发光波长分布 σ 变得大于 6nm 的倾向。

[0071] 在 MOCVD 法中, 作为载气, 可使用氢 (H_2) 或氮 (N_2), 作为 III 族原料的 Ga 源, 可使用三甲基镓 (TMG) 或三乙基镓 (TEG), Al 源可使用三甲基铝 (TMA) 或三乙基铝 (TEA), In 源可使用三甲基铟 (TMI) 或三乙基铟 (TEI), 作为 V 族原料的 N 源, 可使用氨 (NH_3)、肼 (N_2H_4) 等。

[0072] 作为掺杂物, 在 n 型中, 作为 Si 原料可应用甲硅烷 (SiH_4) 或乙硅烷 (Si_2H_6), 作为 Ge 原料可应用锗烷气体 (GeH_4)、四甲基锗 ($(\text{CH}_3)_4\text{Ge}$)、四乙基锗 ($(\text{C}_2\text{H}_5)_4\text{Ge}$) 等的有机锗化合物。

[0073] 另外, 氮化镓系化合物半导体, 可以为除了 Al、Ga、In 以外还含有其他的 III 族元素的构成, 可以根据需要含有 Ge、Si、Mg、Ca、Zn、Be 等的掺杂元素。而且, 不限于有意图地添加的元素, 也有时包含依赖于成膜条件等而必然地含有的杂质、以及在原料、反应管材质中所含的微量杂质。

[0074] 另外, 在化合物半导体层之中, 可以在采用 MOCVD 法形成基底层 130 之后, 采用溅射法成膜出 n 型接触层 141 以及 n 型覆盖层 142 的各层, 接着, 在其上, 采用 MOCVD 法形成发光层 150, 然后, 采用反应溅射法形成构成 p 型半导体层 160 的 p 型覆盖层 161 以及 p 型接触层 162 的各层。

[0075] 在具有上述的直径 D 以及厚度 d 的基板 110 上成膜出中间层 120、基底层 130 以及化合物半导体层 200 之后, 在化合物半导体层 200 的 p 型半导体层 160 上层叠透明正极 170, 在透明正极 170 上形成正极焊盘 180。而且, 在形成于 n 型半导体层 140 的 n 型接触层 141 的露出区域 143 上设置了负极焊盘 190, 从而形成晶片。

[0076] 其后, 对基板 110 的被磨削面进行磨削以及研磨直到变为规定的厚度。在本实施方式中, 采用约 20 分钟左右的磨削工序来磨削晶片的基板 110, 基板 110 的厚度例如从约 $900\ \mu\text{m}$ 减少到约 $120\ \mu\text{m}$ 。而且, 在本实施方式中, 继磨削工序之后, 采用约 15 分钟的研磨工序, 将基板 110 的厚度从约 $120\ \mu\text{m}$ 研磨到约 $80\ \mu\text{m}$ 。

[0077] 接着, 被调整了基板 110 厚度的晶片, 通过切断成例如 $350\ \mu\text{m}$ 见方的正方形, 从而形成在基板 110 上形成有中间层 120、基底层 130 以及化合物半导体层 200 的半导体发光元件。

[0078] 实施例

[0079] 以下基于实施例更详细地说明本发明。但是, 本发明只要不超出其要旨, 则并不被以下的实施例限定。

[0080] 在实施例中使用的蓝宝石基板的翘曲量 H 和由化合物半导体晶片得到的发光波长的分布 (发光波长分布 σ) 的评价方法如下。

[0081] (1) 化合物半导体基板的翘曲量 H

[0082] 化合物半导体基板的翘曲量 H, 根据由激光光斜入射干涉仪 (株式会社ニデック公司制: 平坦度测定机 FT-17) 测定的 SORI 值进行评价。SORI 值, 是将化合物半导体基板吸附于平坦度测定机的弓形吸盘 (bow chuck), 在从垂直向面前方向倾斜 8 度的状态下测定。测定设为除去了蓝宝石基板的外周 1mm (内部值 (inside value) 1mm) 的范围。

[0083] (2) 蓝宝石基板的翘曲量 H

[0084] 蓝宝石基板的翘曲量 H, 使用与化合物半导体基板的情况同样的方法测定。

[0085] (3) 由化合物半导体晶片得到的发光波长的分布 (发光波长分布 σ)

[0086] 发光波长分布 σ 的测定, 在本发明中不被限定, 但可优选使用 PL 映像仪 (PL Mapper) (ACCENT 公司制: RPM- Σ) 测定。

[0087] (实施例 1 ~ 10)

[0088] 使用具有表 1 所示的直径 D 和厚度 d 的蓝宝石制的基板 110, 如图 2 所示, 在该基板 110 上, 采用溅射法成膜出 $0.05 \mu\text{m}$ 的由 AlN 形成的中间层 120, 在该中间层上, 采用有机金属化学气相生长法 (MOCVD), 成膜出厚度 $8 \mu\text{m}$ 的由非掺杂 GaN 形成的基底层 130 以及厚度 $2 \mu\text{m}$ 的由 Si 掺杂 GaN 形成的 n 型接触层 141, 从而制成了化合物半导体基板 100。

[0089] 进而, 在化合物半导体基板 100 之上, 采用 MOCVD 形成厚度 250nm 的由 $\text{In}_{0.1}\text{Ga}_{0.9}\text{N}$ 形成的 n 型覆盖层 142 后, 形成了将厚度 16nm 的由 Si 掺杂 GaN 形成的势垒层 151 以及厚度 2.5nm 的由 $\text{In}_{0.2}\text{Ga}_{0.8}\text{N}$ 形成的阱层 152 层叠 5 次, 并在最后设置了势垒层 151 的多量子阱结构的发光层 150。

[0090] 进而, 顺序地形成了厚度 10nm 的由 Mg 掺杂 $\text{Al}_{0.07}\text{Ga}_{0.93}\text{N}$ 形成的 p 型覆盖层 161、厚度 150nm 的由 Mg 掺杂 GaN 形成的 p 型接触层 162。

[0091] 另外, 氮化镓系化合物半导体层的层叠, 是采用 MOCVD 法, 在本技术领域熟知的通常的条件下进行。

[0092] 其后, 采用前述的 PL 映像仪 (ACCENT 公司制: RPM- Σ) 测定波长分布 σ , 得到表 1 所记载的结果。

[0093] 接着, 在由 GaN 形成的 p 型接触层 162 上, 形成厚度 250nm 的由 IZO 形成的透明正极 170 后, 在形成由 SiO_2 形成的保护膜等等的本技术领域熟知的通常的条件下, 制造出发光元件用的芯片。

[0094] 表 1

[0095]

实施例	基板				化合物半导体基板	化合物半导体基板发光层
	基板直径 D(mm)	基板厚度 d(mm)	D/d ($\times 10^{-2}$)	翘曲量 H(μm)	翘曲量 H(μm)	波长分布 σ (nm)
1	50.8	0.42	1.21	-5.2	80	2.1
2	100	0.69	1.44	-6.5	225	4.8
3	100	0.73	1.37	-7.1	190	3.2
4	100	0.91	1.10	-8.7	110	1.8
5	100	0.91	1.10	-5.4	113	1.8
6	100	0.91	1.10	4.2	122	2.6
7	100	0.91	1.10	2.3	120	2.2
8	100	0.91	1.10	-7.6	85	>2.5
9	100	0.91	1.10	-6.5	60	5.7
10	150	1.10	1.36	-2.4	180	2.5

[0096] 由表 1 所示的结果可知,使用翘曲量 H 在 $50 \mu\text{m} \leq H \leq 250 \mu\text{m}$ 的范围的化合物半导体基板形成的化合物半导体发光层(实施例 1~10),发光波长的波长分布 σ 显示出 6nm 以下的良好的数值。

附图说明

[0097] 图 1 是说明在本实施方式中制造的半导体发光元件的层结构的一例的图。

[0098] 图 2 是说明由应用本实施方式的制造方法得到的半导体发光元件的一例的图。

[0099] 附图标记说明

[0100] 100... 化合物半导体基板、110... 基板、120... 中间层、130... 基底层、140... n 型半导体层、150... 发光层、160... p 型半导体层、170... 透明正极、180... 正极焊盘、190... 负极焊盘、200... 化合物半导体层(III 族化合物半导体层)、I... 半导体发光元件。

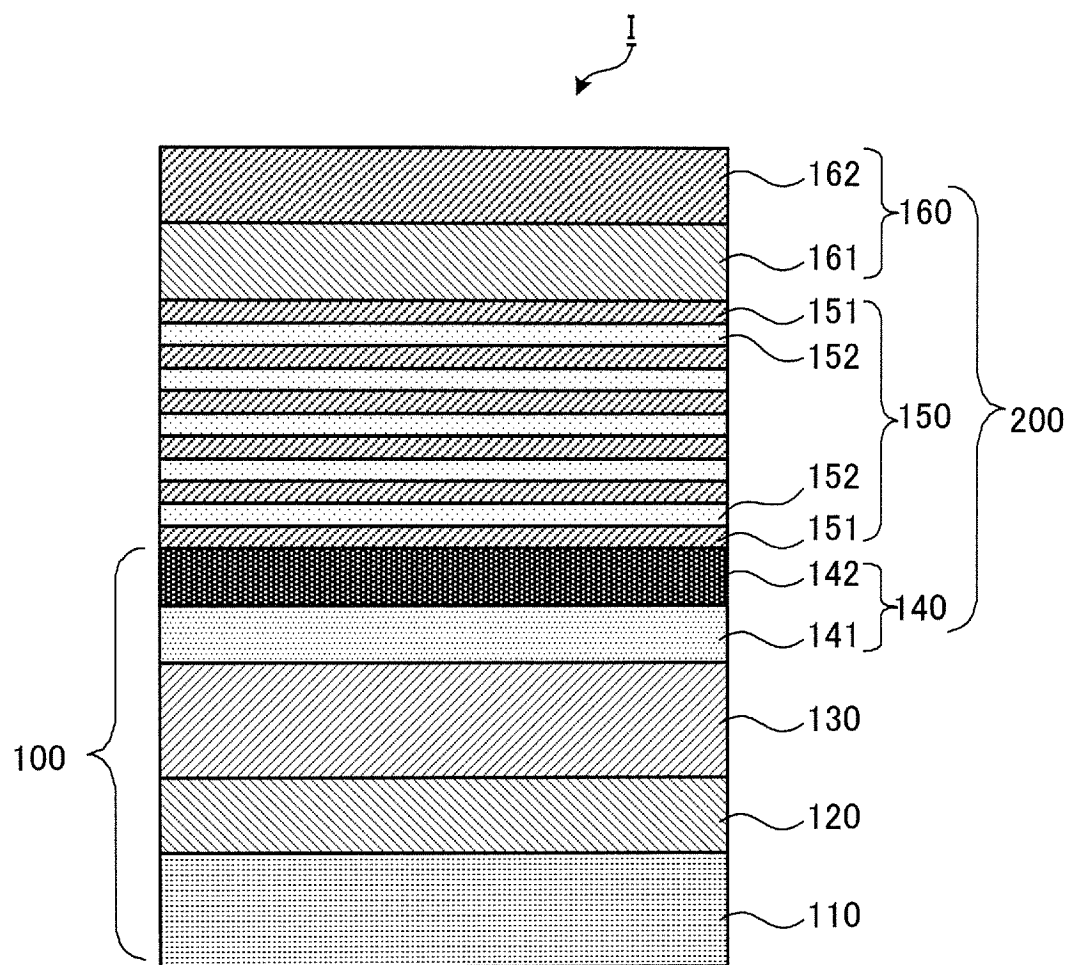


图 1

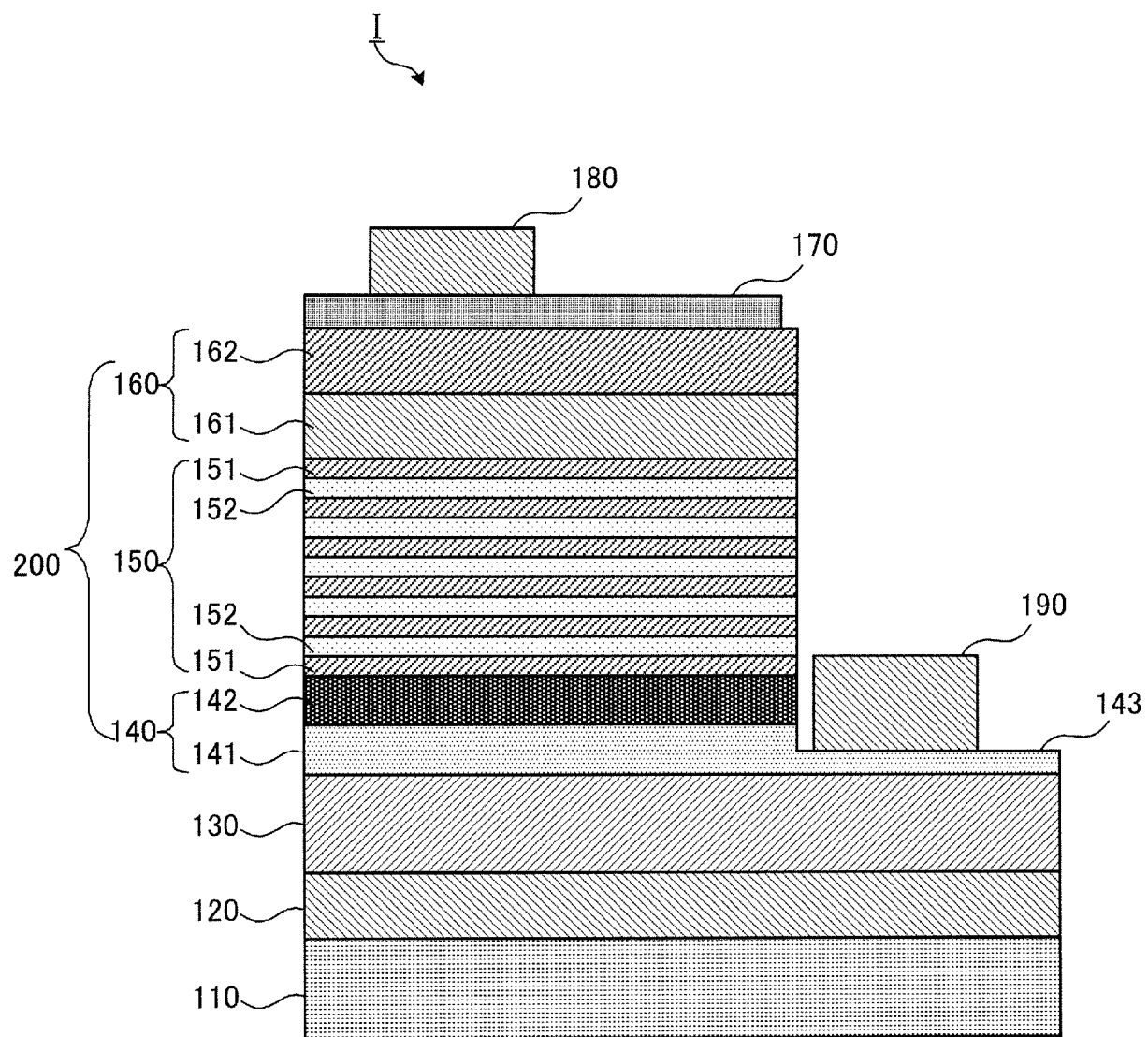


图 2