



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103828147 A

(43) 申请公布日 2014. 05. 28

(21) 申请号 201280045924. 2

代理人 余刚 吴孟秋

(22) 申请日 2012. 09. 04

(51) Int. Cl.

(30) 优先权数据

H01S 5/22 (2006. 01)

2011-210354 2011. 09. 27 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2014. 03. 20

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2012/072448 2012. 09. 04

(87) PCT国际申请的公布数据

W02013/047107 JA 2013. 04. 04

(71) 申请人 索尼公司

地址 日本东京

(72) 发明人 仓本大 幸田伦太郎 渡边秀辉

(74) 专利代理机构 北京康信知识产权代理有限

责任公司 11240

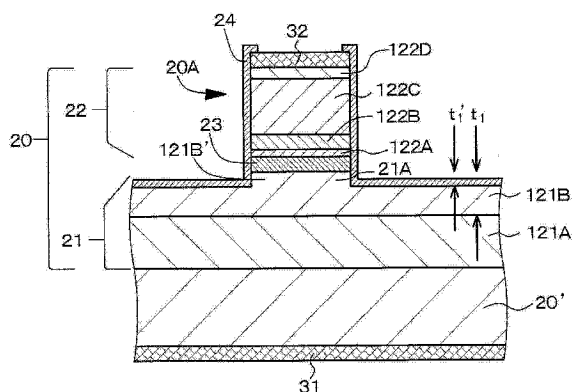
权利要求书2页 说明书19页 附图14页

(54) 发明名称

发光器件及其制造方法

(57) 摘要

本公开提供了一种能够发出单模光束的高输出发光器件。所述发光器件设置有层压结构(20)、第二电极(32)和第一电极(31),所述层压结构本体通过在基板(20')上按顺序层压第一化合物半导体层(21)、活性层(23)和第二化合物半导体层(22)构成。第一化合物半导体层(21)具有从所述基板侧开始的第一包覆层(121A)和第一光导层(121B)的层压构造,以及所述层压结构具有由第二化合物半导体层(22)、活性层(23)以及所述第一光导层在厚度方向上的部分(121B')构成的脊条状结构(20A)。满足 $6 \times 10^{-7} \text{m} < t_1$ 以及 $0 (\text{m}) < t_1' \leq 0.5 \cdot t_1$, 其中第一光导层(121B)的厚度是 t_1 , 以及构成所述第一光导层的脊条状结构(20A)的部分(121B')的厚度是 t_1' 。



1. 一种发光器件,包括:

层压结构本体,所述层压结构本体通过在底基板上按顺序层压第一导电类型的第一化合物半导体层、由化合物半导体制成的活性层以及不同于所述第一导电类型的第二导电类型的第二化合物半导体层构成;

第二电极,形成在所述第二化合物半导体层上;以及

第一电极,被配置为电连接到所述第一化合物半导体层,

其中,所述第一化合物半导体层具有层压结构,所述层压结构从所述底基板开始按顺序包括第一包覆层和第一光导层,

所述层压结构本体具有脊条状结构,所述脊条状结构由所述第二化合物半导体层、所述活性层以及在所述第一光导层的厚度方向上的部分构成,以及

满足 $6 \times 10^{-7} \text{m} < t_1$ 以及 $0 (\text{m}) < t_1' \leq 0.5 \cdot t_1$, 其中,所述第一光导层的厚度是 t_1 , 以及所述第一光导层的构成所述脊条状结构的部分的厚度是 t_1' 。

2. 根据权利要求1所述的发光器件,其中,满足 $t_1 \leq 3 \times 10^{-6} \text{m}$ 。

3. 根据权利要求1所述的发光器件,其中,所述发光器件发出单模光束。

4. 根据权利要求1所述的发光器件,其中,满足 $0.2 \leq LB_y/LB_x \leq 1.2$, 其中,从所述层压结构本体的光出射端面发出的光束在所述脊条状结构的宽度方向上的尺寸是 LB_x , 以及所述光束在所述脊条状结构的厚度方向上的尺寸是 LB_y 。

5. 根据权利要求1所述的发光器件,其中,在所述层压结构本体的光出射端面中,沿所述脊条状结构的厚度方向,从所述层压结构本体中的所述活性层的中心点到从所述层压结构本体发出的光束的中心点的距离 Y_{cc} 满足 $t_1' \leq Y_{cc} \leq t_1$ 。

6. 根据权利要求1所述的发光器件,其中,所述发光器件由半导体激光元件构成。

7. 根据权利要求1所述的发光器件,其中,所述发光器件由半导体光学放大器构成。

8. 根据权利要求1所述的发光器件,其中,由具有比形成所述第一光导层的化合物半导体材料的折射率更高的折射率的化合物半导体材料制成的高折射率层形成在所述第一光导层中。

9. 根据权利要求8所述的发光器件,其中,满足 $0.01 \leq n_{\text{HR}} - n_{\text{G-1}} \leq 0.1$, 其中,形成所述第一光导层的化合物半导体材料的折射率是 $n_{\text{G-1}}$, 以及形成所述高折射率层的化合物半导体材料的折射率是 n_{HR} 。

10. 根据权利要求1所述的发光器件,其中,所述第二化合物半导体层具有层压结构,所述层压结构从所述底基板开始按顺序包括第二光导层和第二包覆层,以及

所述第一光导层的厚度大于所述第二光导层的厚度。

11. 根据权利要求1所述的发光器件,其中,所述第一化合物半导体层、所述活性层和所述第二化合物半导体层由 GaN 基化合物半导体制成。

12. 一种发光器件的制造方法,所述方法包括以下步骤:

在形成通过在底基板上按顺序层压第一导电类型的第一化合物半导体层、由化合物半导体制成的活性层以及不同于所述第一导电类型的第二导电类型的第二化合物半导体层构造的层压结构本体后,通过干法蚀刻法蚀刻所述第二化合物半导体层和所述活性层,以及通过干法蚀刻法沿厚度方向进一步蚀刻所述第一化合物半导体层的部分,以形成脊条状结构;以及

之后,将被蚀刻部分浸渍在酸溶液或碱溶液中,

其中,所述第一化合物半导体层具有层压结构,所述层压结构从所述底基板开始按顺序包括第一包覆层和第一光导层,

所述脊条状结构由所述第二化合物半导体层、所述活性层以及在所述第一光导层的厚度方向上的部分构成,以及

满足 $6 \times 10^{-7} \text{m} < t_1$ 以及 $0 \text{ (m)} < t_1' \leq 0.5 \cdot t_1$, 其中,所述第一光导层的厚度是 t_1 , 以及所述第一光导层的构成所述脊条状结构的部分的厚度是 t_1' 。

13. 一种发光器件的制造方法,所述方法包括以下步骤:

在所述底基板上形成沿要制造的发光器件的轴线方向延伸的两个凹部,以获得夹在所述底基板的所述两个凹部之间的区域;以及

之后,形成通过在所述底基板上按顺序层压第一导电类型的第一化合物半导体层、由化合物半导体制成的活性层以及不同于所述第一导电类型的第二导电类型的第二化合物半导体层构造的层压结构本体,

其中,所述第一化合物半导体层具有层压结构,所述层压结构从所述底基板开始按顺序包括第一包覆层和第一光导层,

满足 $6 \times 10^{-7} \text{m} < t_1$ 以及 $(T_{\text{Total}} - 0.5 \cdot t_1) \leq D \leq T_{\text{Total}}$, 其中,在夹在所述底基板的所述两个凹部之间的区域上的所述第一光导层的厚度是 t_1 , 所述层压结构本体的总厚度是 t_{Total} , 以及所述凹部的深度是 D 。

14. 一种发光器件的制造方法,所述方法包括以下步骤:

在形成第一导电类型的第一化合物半导体层的第一部分后,在所述第一化合物半导体层的所述第一部分上形成生长抑制层以使所述第一化合物半导体层的所述第一部分的要生成脊条状结构的区域被暴露;以及

之后,在所述第一化合物半导体层的所述第一部分的从开口的底部暴露的区域上,形成通过按顺序层压所述第一化合物半导体层的第二部分、由化合物半导体制成的活性层以及不同于所述第一导电类型的第二导电类型的第二化合物半导体层构造的层压结构本体,

其中,所述第一化合物半导体层的所述第一部分具有层压结构,所述层压结构从底基板开始按顺序包括第一包覆层和第一光导层的第一部分,以及所述第一化合物半导体层的第二部分由所述第一光导层的第二部分构成,以及

满足 $6 \times 10^{-7} \text{m} < t_1$ 以及 $0 \text{ (m)} < t_1' \leq 0.5 \cdot t_1$, 其中,所述第一光导层的所述第一部分和所述第一光导层的第二部分的总厚度是 t_1 , 以及所述第一光导层的第二部分的厚度是 t_1' 。

15. 根据权利要求 14 所述的发光器件的制造方法,其中,所述生长抑制层由从由 SiO_2 、 Al_2O_3 、 AlN 、 ZrO_2 、 Ta_2O_5 和 AlGaInN 组成的组中选择的一种或多种材料层构成。

16. 根据权利要求 12 到 14 中任一项所述的发光器件的制造方法,其中,在所述第一光导层中形成由具有比形成所述第一光导层的化合物半导体材料的折射率更高的折射率的化合物半导体材料制成的高折射率层。

17. 根据权利要求 16 所述的发光器件的制造方法,其中,满足 $0.01 \leq n_{\text{HR}} - n_{\text{G-1}} \leq 0.1$, 其中,形成所述第一光导层的所述化合物半导体材料的折射率是 $n_{\text{G-1}}$, 以及形成所述高折射率层的所述化合物半导体材料的折射率是 n_{HR} 。

发光器件及其制造方法

技术领域

[0001] 本公开涉及发光器件及其制造方法。

背景技术

[0002] 在激光源中,功率增加是一项重大任务。因此,除了激光二极管器件输出增加以外,半导体光学放大器(SOA)已被深入研究作为放大来自激光源的光的器件。如本文所使用,光学放大器指的是没有将光信号转换为电信号,直接放大光形式的光信号的放大器,以及所述光学放大器具有没有共振腔的激光结构,并且放大没有光增益的入射光。

[0003] 由于光学放大器已经被开发主要用于光通信,在 405nm 波段的半导体光学放大器已经很少被投入实际使用。使用 GaInAsP 基化合物半导体并具有锥形脊条状结构的在 1.5- μm 波段的半导体光学放大器从例如日本未经审查的专利申请公布 No. H5-067845 是已知的。根据在该本专利公布中描述的技术,在半导体光学放大器中,通过在从输入侧满足单模条件的窄光波导到输出侧的光波导的锥形形状中逐步加宽光波导宽度,模场沿着光波导宽度扩大,以便增加半导体光学放大器的最高输出。

[0004] 典型的激光二极管器件或典型的半导体光学放大器具有形成在底基板上的层压结构本体。在这种情况下,典型的层压结构通过按顺序从底基板层压掺以 n 型杂质的 n 型化合物半导体层(具体地,n 型包覆层以及 n 型光导层)、活性层以及掺以 p 型杂质的 p 型化合物半导体层(具体地,p 型光导层和 p 型包覆层)构成。

[0005] 引用文献列表

[0006] 专利文献

[0007] [PTL1] 日本未经审查的专利申请公布 No. H5-067845

发明内容

[0008] 实现激光二极管器件和半导体光学放大器的输出增加的方法之一是降低光限制因子。为了降低光限制因子,如图 13 (A) 所示,可以增加由 n 型化合物半导体制成的 n 型光导层的厚度,从而光场强度分布的峰值被从活性层移到 n 型光导层。结果,在高输出操作中,允许光限制因子降低,以及允许活性层周围的光密度降低;从而,允许阻止光损伤,以及具体地,在半导体光学放大器中,允许被放大光的饱和能量增加,从而实现输出增加。需要注意的是,在图 13 (A) 中,水平轴表示 n 型光导层的厚度(单位:nm),以及垂直轴表示光限制因子。不过,本发明的发明人已经通过他们的研究证明,当 n 型光导层的厚度大于 0.6 μm 时,从激光二极管或半导体光学放大器发出的光束的模式不是单模,如图 13 (B) 所示。需要注意的是,在图 13 (B) 中,水平轴表示 n 型光导层的厚度(单位:nm),以及垂直轴表示远场图案(FFP)的半峰全宽(FWHM),其单位是“度”。而且,从示出近场图案的图 14 可以看出,光束不是单模而是多波束形状。当 n 型化合物半导体层的厚度大于 0.6 μm 时,光束不在单模,这是因为其被认为不满足化合物半导体层在厚度方向上的单模截止条件。而且,当光束不在单模时,在使用透镜或光纤的应用中,会产生例如聚光特性退化的问题。

[0009] 因此,期望提供能够发出单模光束的发光器件,例如高输出激光二极管器件或高输出半导体光学放大器及其制造方法。

[0010] 根据本公开的实施方式的发光器件包括:

[0011] 层压结构本体,所述层压结构本体通过在底基板上按顺序层压第一导电类型的第一化合物半导体层、由化合物半导体制成的活性层以及不同于所述第一导电类型的第二导电类型的第二化合物半导体层构成;

[0012] 第二电极,形成在所述第二化合物半导体层上;以及

[0013] 第一电极,被配置为电连接到所述第一化合物半导体层,

[0014] 其中,所述第一化合物半导体层具有层压结构,所述层压结构从底开始按顺序包括第一包覆层和第一光导层,

[0015] 所述层压结构具有脊条状结构,所述脊条状结构由第二化合物半导体层、活性层以及在第一光导层的厚度方向上的部分构成,以及

[0016] 满足 $6 \times 10^{-7} \text{m} < t_1$, 优选地满足 $8 \times 10^{-7} \text{m} \leq t_1$, 以及满足 $0 \text{ (m)} < t_1' \leq 0.5 \cdot t_1$, 优选地满足 $0 \text{ (m)} < t_1' \leq 0.3 \cdot t_1$, 其中所述第一光导层的厚度是 t_1 , 以及所述第一光导层的构成脊条状结构的部分的厚度是 t_1' 。

[0017] 而且,可以优选满足 $0.2 \times W < t_1 < 1.2 \times W$, 优选地,满足 $0.2 \times W < t_1 \leq W$, 其中,所述脊条状结构的宽度(例如,在光出射端面中的脊条状结构的宽度)是 W 。这也同样适用于下列实施方式。

[0018] 一种根据本公开的实施方式的发光器件的第一制造方法,所述方法包括步骤:

[0019] 在形成通过在底基板上按顺序层压第一导电类型的第一化合物半导体层、由化合物半导体制成的活性层以及不同于所述第一导电类型的第二导电类型的第二化合物半导体层构造的层压结构本体后,通过干法蚀刻方法蚀刻所述第二化合物半导体层和活性层,以及通过干法蚀刻方法沿厚度方向进一步蚀刻所述第一化合物半导体层的部分,以形成脊条状结构;以及

[0020] 之后,将被蚀刻部分浸渍在酸溶液或碱溶液中,

[0021] 其中,所述第一化合物半导体层具有层压结构,所述层压结构从底基板开始按顺序包括第一包覆层和第一光导层,

[0022] 所述脊条状结构由第二化合物半导体层、活性层以及在第一光导层的厚度方向上的部分构成,以及

[0023] 满足 $6 \times 10^{-7} \text{m} < t_1$, 优选地满足 $8 \times 10^{-7} \text{m} \leq t_1$, 以及满足 $0 \text{ (m)} < t_1' \leq 0.5 \cdot t_1$, 优选地满足 $0 \text{ (m)} < t_1' \leq 0.3 \cdot t_1$, 其中所述第一光导层的厚度是 t_1 , 以及所述第一光导层的构成脊条状结构的部分的厚度是 t_1' 。

[0024] 一种根据本公开的实施方式的发光器件的第二制造方法,所述方法包括步骤:

[0025] 在底基板上形成沿要制造的发光器件的轴线方向延伸的两个凹部,以获得夹在所述底基板的两个凹部之间的区域;以及

[0026] 之后,形成通过在底基板上按顺序层压第一导电类型的第一化合物半导体层、由化合物半导体制成的活性层以及不同于所述第一导电类型的第二导电类型的第二化合物半导体层构造的层压结构本体,

[0027] 其中,所述第一化合物半导体层具有层压结构,所述层压结构从底基板开始按顺

序包括第一包覆层和第一光导层，

[0028] 满足 $6 \times 10^{-7} \text{m} < t_1$ ，优选地满足 $8 \times 10^{-7} \text{m} \leq t_1$ ，以及满足 $(T_{\text{Total}} - 0.5 \cdot t_1) \leq D \leq T_{\text{Total}}$ ，优选地满足 $(T_{\text{Total}} - 0.3 \cdot t_1) \leq D \leq T_{\text{Total}}$ ，其中在夹在所述底基板的两个凹部之间的区域上的第一光导层的厚度是 t_1 ，所述层压结构本体的总厚度是 t_{Total} ，以及所述凹部的深度是 D 。

[0029] 一种根据本公开实施方式的发光器件的第三制造方法，所述方法包括步骤：

[0030] 在形成第一导电类型的第一化合物半导体层的第一部分后，在第一化合物半导体层的第一部分上形成生长抑制层以使第一化合物半导体层的第一部分的要生成脊条状结构的区域被暴露；以及

[0031] 之后，在第一化合物半导体层的第一部分的从开口的底部暴露的区域上，形成通过按顺序层压第一化合物半导体层的第二部分、由化合物半导体制成的活性层以及不同于第一导电类型的第二导电类型的第二化合物半导体层构造的层压结构本体，

[0032] 其中，第一化合物半导体层的第一部件具有层压结构，该层压结构从底基板开始按顺序包括第一包覆层和第一光导层的第一部分，以及第一化合物半导体层的第二部分由第一光导层的第二部分构成，以及

[0033] 满足 $6 \times 10^{-7} \text{m} < t_1$ ，优选地满足 $8 \times 10^{-7} \text{m} \leq t_1$ ，以及满足 $0 \text{ (m)} < t_1' \leq 0.5 \cdot t_1$ ，优选地满足 $0 \text{ (m)} < t_1' \leq 0.3 \cdot t_1$ ，其中，第一光导层的第一部件和第一光导层的第二部件的总厚度是 t_1 ，以及第一光导层的第二部分的厚度是 t_1' 。

[0034] 在根据本公开实施方式的发光器件中，或根据本公开实施方式的发光器件的第一制造方法中，第一光导层的厚度 t_1 被确定，在根据本公开实施方式的发光器件的第二制造方法中，夹在底基板的两个凹部之间的区域上的第一光导层厚度 t_1 被确定，以及在根据本公开实施方式的发光器件的第三制造方法中，第一光导层的第一部分和第二部分的总厚度 t_1 被确定。

[0035] 因此，允许光限制因子降低，光场强度分布的峰值从活性层被移到第一光导层，结果，允许在高输出操作期间降低在所述活性层周围的光强，此外，防止光损伤，具体地，在半导体光学放大器中，允许实现被放大光的饱和能量增加以及输出增加。

[0036] 而且，在根据本公开实施方式的发光器件中，或根据本公开实施方式的发光器件的第一制造方法中，第一光导层的构成脊条状结构的部分的厚度 t_1' 被确定，在根据本公开实施方式的发光器件的第二制造方法中，所述凹部的深度 D 被确定，以及在根据本公开实施方式的发光器件的第三制造方法中，第一光导层的第二部分的厚度 t_1' 被确定。

[0037] 因此，允许要被发出的光束的模式是单模。进一步地，由于平板波导的宽度和第一光导层的厚度彼此大致相等，允许光束具有接近完美圆的截面形状，以及在使用透镜或光纤的应用中不会产生例如聚光特性恶化的不利影响。

[0038] 进一步地，在根据本公开实施方式的发光器件的第一制造方法中，由于通过干法蚀刻方法蚀刻第二化合物半导体层、活性层和第一化合物半导体层，会对这些化合物半导体层产生蚀刻损伤；不过，通过将被蚀刻部分浸渍在酸溶液或碱溶液中能够消除所述蚀刻损伤，从而能够获得具有高质量和高可靠性的层压结构本体。

附图说明

[0039] 图 1 是沿垂直于发光器件的轴线的虚拟平面提取的实施例 1 的发光器件的示意性

局部截面视图。

[0040] 图 2 (A)和图(B)示出包括实施例 1 的发光器件的激光二极管单元组件的概念图。

[0041] 图 3 (A)、3 (B)和 3 (C)是包括实施例 1 的发光器件的另一个激光二极管单元组件的概念图。

[0042] 图 4 (A)是示出实施例 1 的发光器件的从第二电极流到第一电极的电流与光输出之间关系的曲线图,以及图 4 (B)、4 (C)和 4 (D) 是当电流从第二电极流到第一电极时获得的光束的照片。

[0043] 图 5 (A)和 5 (B)是用于描述制造发光器件的方法的沿垂直于实施例 1 的发光器件的轴线虚拟平面提取的底基板等的示意性局部截面视图。

[0044] 图 6 (A)和 6 (B)是随图 5 (B)后的用于描述发光器件的制造方法的沿垂直于实施例 1 的发光器件的轴线虚拟平面提取的底基板等的示意性局部截面视图。

[0045] 图 7 (A)、7 (B)和 7 (C)是用于描述发光器件的制造方法的沿垂直于实施例 2 的发光器件的轴线虚拟平面提取的底基板等的示意性局部截面视图。

[0046] 图 8 (A)和 8 (B)是用于描述发光器件的制造方法的沿垂直于实施例 3 的发光器件的轴线虚拟平面提取的底基板等的示意性局部截面视图。

[0047] 图 9 (A)和 9 (B)是随图 8 (B)后的用于描述发光器件的制造方法是沿垂直于实施例 1 的发光器件的轴线虚拟平面提取的底基板等的示意性局部截面视图。

[0048] 图 10 是作为实施例 4 的发光器件的包括半导体光学放大器的光输出单元的概念图。

[0049] 图 11 是示出实施例 4 的发光器件中从第二电极流到第一电极的电流与光输出之间关系的曲线图。

[0050] 图 12 是沿垂直于发光器件的轴线的虚拟平面提取的实施例 5 的发光器件的示意性局部截面视图。

[0051] 图 13 (A)和 13 (B)分别是示出构成激光二极管器件或半导体光学放大器的 n 型光导层的厚度与光限制因子之间关系的曲线图,以及示出 n 型光导层的厚度与远场图案的半峰全宽之间关系的曲线图。

[0052] 图 14 是示出当激光二极管器件中的 n 型光导层的厚度大于 $0.6\mu\text{m}$ 时,光束不单模而是多光束形状的近场图案。

具体实施方式

[0053] 本公开将在下面基于参照随附绘图的实例进行描述;不过,本公开并不局限于所述实例,在所述实例中的各种数值和材料仅仅是实例。需要指出,将按照下列次序进行描述。

[0054] 1. 根据本公开的发光器件、根据本公开的第一到第三实施方式的发光器件的制造方法概括描述

[0055] 2. 实施例 1 (根据本公开的发光器件和根据本公开的发光器件的第一制造方法)

[0056] 3. 实施例 2 (根据本公开的发光器件和根据本公开的发光器件的第二制造方法)

[0057] 4. 实施例 3 (根据本公开的发光器件和根据本公开的发光器件的第三制造方法)

[0058] 5. 实施例 4 (实施例 1 到 3 中任意一个的变型)

[0059] 6. 实施例 5 (实施例 1 到 4 中任意一个的变型), 以及其他

[0060] 在根据本公开的发光器件的第三制造方法中, 例如, 生长抑制层可以优选由从由 SiO_2 、 Al_2O_3 、 AlN 、 ZrO_2 、 Ta_2O_5 和 AlGaInN 构成的组中选择的一种或多种材料层构成。

[0061] 在具有上述优选模式, 在根据本公开的发光器件的第一到第三制造方法中的任一个的发光器件或根据本公开的发光器件中, 满足 $t_1 \leq 3 \times 10^{-6} \text{m}$ 是可取的。当进行晶体生长以允许第一导层的厚度 t_1 等于或小于 $3 \times 10^{-6} \text{m}$ 时, 晶体生长表面形态不粗糙, 并且可避免发光器件的发光特性和电特性的劣化。

[0062] 而且, 在具有上述各种优选模式, 在根据本公开的发光器件的第一到第三制造方法中的任一个的发光器件或根据本公开的发光器件中, 所述发光器件可以被配置为发出单模光束。

[0063] 进一步地, 在具有上述各种优选模式, 在根据本公开的发光器件的第一到第三制造方法中的任一个的发光器件或根据本公开的发光器件中, 满足 $0.2 \leq \text{LB}_Y/\text{LB}_X \leq 1.2$ 是可取的, 优选地, $0.2 \leq \text{LB}_Y/\text{LB}_X \leq 1.0$, 其中, 在从层压结构本体的光出射端面发出的光束在脊条状结构的宽度方向上的尺寸是 LB_X , 以及所述光束在脊条状结构的厚度方向上的尺寸是 LB_Y 。

[0064] 而且, 在具有上述各种优选模式的, 根据本公开的发光器件的第一到第三制造方法中的任一个的发光器件或根据本公开的发光器件中, 在层压结构本体的光出射端面中, 沿脊条状结构的厚度方向, 从所述层压结构本体中的活性层的中心点到从所述层压结构本体发出的光束的中心点的距离 Y_{CC} 满足 $t_1' \leq Y_{CC} \leq t_1$, 优选地满足 $t_1' \leq Y_{CC} \leq 0.5 \cdot t_1$ 。

[0065] 而且, 在具有上述各种优选模式, 根据本公开的发光器件的第一到第三制造方法中的任一个的发光器件或根据本公开的发光器件中, 激光二极管器件可以由发光器件构成。可选地, 半导体光学放大器(SOA)可以由发光器件构成, 在这种情况下, 半导体光学放大器可以被配置为放大入射光束的光强度 20 倍或更多, 接着, 发出被放大的光束。

[0066] 进一步地, 在具有上述各种优选模式, 在根据本公开的发光器件的第一到第三制造方法中的任一个的发光器件或根据本公开的发光器件中, 由具有比形成第一光导层的化合物半导体材料的折射率更高的折射率的化合物半导体材料制成的高折射率层可以形成在第一光导层中。

[0067] 更为具体地, 在这些构造中, 可以满足 $0.01 \leq n_{\text{HR}} - n_{\text{G-1}} \leq 0.1$, 优选地可以满足 $0.03 \leq n_{\text{HR}} - n_{\text{G-1}} \leq 0.1$, 其中, 形成第一光导层的化合物半导体材料的折射率是 $n_{\text{G-1}}$, 形成高折射率层的化合物半导体材料的折射率是 n_{HR} 。需要注意的是, 可以优选满足 $n_{\text{HR}} \leq n_{\text{Ac}}$, 其中, 形成活性层的化合物半导体材料的平均折射率是 n_{Ac} 。

[0068] 而且, 在具有上述各种优选模式和构造, 在根据本公开的发光器件的第一到第三制造方法中的任一个的发光器件或根据本公开的发光器件中, 第二化合物半导体层可以具有层压结构, 该层压结构从底基板开始按顺序包括第二光导层和第二包覆层, 以及第一光导层的厚度可以比第二光导层的厚度更大。

[0069] 而且, 在具有上述各种优选模式和构造, 在根据本公开的发光器件的第一到第三制造方法中的任一个的发光器件或根据本公开的发光器件中, 第一化合物半导体层、活性层以及第二化合物半导体层可以由 GaN 基化合物半体制成。更为具体地, 所述层压结构本体可以由 AlGaInN 基化合物半体制成。所述高折射率层也可以由 AlGaInN 基化合物

半导体制成。在这种情况下, AlGaInN 基化合物半导体的具体实例可以包括 GaN, AlGaIn, GaInN, 以及 AlGaInN。而且, 这些化合物半导体可以根据需要包括硼(B)原子, 铈(Tl)原子, 砷(As)原子, 磷(P)原子或锑(Sb)原子。所述活性层可以具有例如量子阱结构。具体地, 所述活性层可以具有单量子阱结构(QW 结构)或多量子阱结构(MQW 结构)。具有量子阱结构的活性层具有通过层压一个或多个阱层以及一个或多个阻挡层构成的结构; 不过, 形成阱层的化合物半导体和形成阻挡层的化合物半导体的组合的实例包括 $(\text{In}_y\text{Ga}_{1-y})\text{N}$, $(\text{In}_y\text{Ga}_{1-y})\text{N}$, $(\text{In}_y\text{Ga}_{1-y})\text{N}$, $(\text{In}_y\text{Ga}_{1-y})\text{N}$ (其中 $y>z$), 以及 $(\text{In}_y\text{Ga}_{1-y})\text{N}$, AlGaInN。

[0070] 在具有上述各种优选模式和构造, 在根据本公开的发光器件的第一到第三制造方法中的任一个的发光器件或根据本公开的发光器件中(在下文中, 可以被统一称为“根据本公开的发光器件等”), 所述发光器件的轴线与所述脊条状结构的轴线可以以预定角度彼此交叉。在这种情况下, 作为预定角度 θ , 可以被列举为 $0.1^\circ \leq \theta \leq 10^\circ$ 。所述脊条状结构的轴线是将光出射端面(为了简便起见, 也被称为“第二端面”)中的脊条状结构的两端之间的中点连接到在与所述层压结构本体的光出射端面(第二端面)相反的面上的端面(为了简便起见, 也被称为“第一端面”)中的脊条状结构的两端之间的中点的直线。进一步地, 所述发光器件的轴向指的是与所述第一端面和第二端面正交的轴线。

[0071] 可选地, 在根据本公开的发光器件等中, 可以满足 $W_2>W_1$, 其中在所述第二端面中脊条状结构的宽度是 W_2 , 以及在所述第一端面中脊条状结构的宽度是 W_1 。需要指出, W_2 可以等于或大于 $5\mu\text{m}$, 以及 W_2 的上限可以是例如但不排除 $4\times 10^2\mu\text{m}$ 。而且 W_1 可以在从 $1.4\mu\text{m}$ 到 $2.0\mu\text{m}$ 并且包括两端的范围内。所述脊条状结构的每个端部可以由一个线段或两个或多个线段构成。在先前情况下, 例如, 所述脊条状结构的宽度可以在从第一端面到第二端面的锥形形状中单调地逐渐加宽。另一方面, 在后者情况下, 例如所述脊条状结构的宽度可以是初始相等的, 接着在从所述第一端面到所述第二端面的锥形形状中单调地逐渐加宽, 或可选地, 例如所述脊条状结构的宽度可以在初始被加宽, 直到超过最大宽度, 接着从所述第一端面向所述第二端面收窄。

[0072] 在半导体光学放大器由根据本公开的发光器件等构成的情况下, 生成被入射到所述半导体光学放大器上的激光的激光源由锁模激光二极管器件构成, 以及从锁模激光二极管器件发出的脉冲激光可以进入所述半导体光学放大器, 以及在这种情况下, 基于锁模操作, 所述激光源可以经配置发出脉冲激光。所述锁模激光二极管器件可以由根据本公开的发光器件构成。不过, 所述激光源并不局限于此, 可以使用各种类型和形式诸如增益切换型和损耗切换型(Q 切换型)的各种类型和形式的众所周知的连续振荡型激光源、众所周知的脉冲振荡型激光源, 以及诸如钛蓝宝石激光器的激光源。需要注意的是, 所述半导体光学放大器在没有将光信号转换为电信号的情况下将光形式的光信号直接放大, 并且具有谐振器效应被尽可能消除的激光结构, 并且放大入射光的光学增益。

[0073] 在半导体光学放大器由根据本公开的发光器件等构成的情况下, 所述半导体光学放大器的激光输出的光强密度没有具体限制, 但可以是 60 千瓦或更多, 优选地, 构成光出射端面的活性层每平方厘米是 600 千瓦或更多。而且, 所述半导体光学放大器可以由透射型的半导体光学放大器构成, 但本公开并不局限于此, 以及例如, 所述半导体光学放大器可以由其中集成有激光二极管器件和半导体光学放大器的单片型半导体光学放大器构成。

[0074] 在激光二极管器件由根据本公开的发光器件等构成的情况下, 这些激光二极管可

以进一步包括外部镜面(外部反光镜)。换句话说,所述激光二极管器件可以被配置为外部谐振器型激光二极管器件。可选地,所述激光二极管器件可以被配置为单片型激光二极管器件。需要注意的是,所述外部谐振器型激光二极管器件可以是聚光型或准直型。在所述外部谐振器型半导体激光器件中,发出光束(光脉冲)的层压结构本体的一个端面的反光率可以优选是 0.5% 或更少。需要指出的是,这种反光率的这个值被认为低于现有技术中的激光二极管器件中发出光束(光脉冲)的层压结构本体的一个端面的反光率的值(通常在从 5% 到 10% 并且包括两个端值的范围内)。在外部谐振器型锁模激光二极管器件中,外部谐振器长度(Z' , 单位: μm) 是 $0 < Z' < 1500$, 优选地,是 $30 \leq Z' \leq 150$ 是可取的。

[0075] 在激光二极管器件由根据本公开的发光器件或等构成的情况下,低反射涂层可以在至少形成在第二端面上。而且,在半导体光学放大器由根据本公开的发光器件构成的情况下,低反射涂层可以在形成所述第一和第二端面上。在这种情况下,例如,所述低反射涂层具有层压结构,所述层压结构包括从由氧化钛层、氧化钽层、氧化锆氧化层、氧化硅层和氧化铝层构成的组中选择的两种或多种层。

[0076] 在根据本公开的发光器件等中,第二电极形成在所述第二化合物半导体层上。在这种情况下,所述第二电极可以由单钯(Pd)层、单镍(Ni)层、单铂(Pt)层、钯层与所述第二化合物半导体层接触的钯层/铂层的层压结构,或钯层与所述第二化合物半导体层接触的钯层/镍层的层压结构构成。需要注意的是,在较低金属层由钯制成以及较上金属层由镍制成的情况下,所述上部金属层的厚度是 $0.1 \mu\text{m}$ 或更多,优选地,是 $0.2 \mu\text{m}$ 或更多是可取的。可选地,所述第二电极可以优选由单钯(Pd)层构成,以及在这种情况下,所述第二电极的厚度优选是 20nm 或更多,优选地,是 50nm 或更多是可取的。所述第二电极的宽度可以由带状结构的宽度大致确定。

[0077] 在第一导电类型是 n 型导电类型的情况下,被配置为电连接到所述 n 型导电类型的第一化合物半导体层的第一电极可以优选具有包括一种或多种金属的单层结构或多层结构,所述一种或多种金属可以从由金(Au)、银(Ag)、钯(Pd)、Al(铝)、Ti(钛)、钨(W)、Cu(铜)、Zn(锌)、锡(Sn)和铟(In)构成的组中选择,以及这类多层结构的实例可以包括 Ti/Au, Ti/Al 和 Ti/Pt/Au。所述第一电极被配置为电连接到所述第一化合物半导体层,以及所述第一电极被电连接到第一化合物半导体层的状态包括所述第一电极在所述第一化合物半导体层上形成的状态,以及所述第一电极通过导电材料层或导电底基板被连接到所述第一化合物半导体层的状态。例如,所述第一电极和第二电极可以通过 PVD 方法,例如真空沉淀方法或喷镀方法形成。

[0078] 焊盘电极可以被设置在被电连接到外部电极或电路的第一电极或第二电极上。所述焊盘电极具有包括一种或多种金属的单层结构或多层结构是可取的,所述一种或多种金属从由 Ti(钛)、Al(铝)、Pt(铂)、Au(金)和 Ni(镍)构成的组中选择。可选地,所述焊盘电极可以具有多层结构,例如 Ti/Pt/Au 多层结构或 Ti/Au 多层结构。

[0079] 而且,在根据本公开的发光器件等中,所述第二化合物半导体层可以具有 p 型 GaN 层和 p 型 AlGaIn 层交替层压的超晶格结构,所述超晶格结构的厚度可以是 $0.7 \mu\text{m}$ 或更少。当采用这样的超晶格结构时,在保持作为包覆层必须的折射率的同时,允许降低所述发光器件的串联电阻分量,从而导致所述发光器件的操作电压的降低。需要注意的是,所述超晶格结构的厚度下限可以是但并不限于例如 $0.3 \mu\text{m}$, 以及构成所述超晶格结构的 p 型 GaN 层

的厚度可以在例如从 1nm 到 5nm 并且包括两个端值的范围内,以及构成所述超晶格结构的 p 型 AlGaIn 层的厚度可以在例如从 1nm 到 5nm 并且包括两个端值的范围内,以及 p 型 GaIn 层和 p 型 AlGaIn 层的总层数可以在从 60 层到 300 层并且包括两个端值的范围内。进一步地,从所述活性层到第二电极的距离可以是 $1\mu\text{m}$ 或更少,优选地, $0.6\mu\text{m}$ 或更少。当从所述活性层到第二电极的距离以这样的方式被确定时,允许具有高电阻的 p 型第二化合物半导体层的厚度降低,以实现所述发光器件的工作电压的降低。需要注意的是,从所述活性层到第二电极的距离下限可以是,但并不限于,例如 $0.3\mu\text{m}$ 。而且,第二化合物半导体层可以被掺杂 $1\times 10^{19}\text{cm}^{-3}$ 或更多的 Mg,以及第二化合物半导体层相对于所述活性层的 405nm 波长的光的吸收系数可以是 50cm^{-1} 或更多。Mg 的原子浓度基于材料的物理特性设置,其中,最大空穴浓度在 $2\times 10^{19}\text{cm}^{-3}$ 的原子浓度呈现,以及 Mg 的原子浓度是实现第二化合物半导体层的最大空穴浓度,即最小电阻率的设计结果。所述第二化合物半导体层的吸收系数被确定,以便尽可能低地降低所述发光器件的电阻,以及作为结果,所述活性层的光的吸收系数通常是 50cm^{-1} 。不过, Mg 的掺杂量可以被有意设置为 $2\times 10^{19}\text{cm}^{-3}$ 或更多的浓度,以增加吸收系数。在这种情况下,达到实际空穴浓度的 Mg 的掺杂量的上限可以是例如 $8\times 10^{19}\text{cm}^{-3}$ 。进一步地,第二化合物半导体层从所述活性层按顺序包括未掺杂化合物半导体层和 p 型化合物半导体层,以及从所述活性层到 p 型化合物半导体层的距离可以是 $1.2\times 10^{-7}\text{m}$ 或更少。当从所述活性层到 p 型化合物半导体层的距离以这样的方式被确定时,允许在没有降低内部量子效率的情况下,降低内部损耗,从而允许激光振荡开始时的阈值电流降低。需要注意的是,从所述活性层到 p 型化合物半导体层的距离下限可以是,但并不限于,例如 $5\times 10^{-8}\text{m}$ 。而且,由 SiO_2/Si 的层压结构构造的层压绝缘膜形成在脊条状结构的两个侧面上;以及所述脊条状结构与所述层压绝缘膜之间的有效折射率的差可以在从 5×10^{-3} 到 1×10^{-2} 并且包括两个端值的范围内。当这样的层压绝缘膜被使用时,允许单一基本横向模式被保持,即使在 100mW 以上的高输出操作中。p 侧光导层的厚度可以优选为例如 100nm 或更少。在所述活性层中形成阱层的化合物半导体的能带隙是 2.4eV 或更多是可取的。进一步地,从所述活性层发出的激光波长在从 360nm 到 500nm 并且包括两个端值的范围内,优选地,在从 400nm 到 410nm 并且包括两个端值的范围内是可取的。显然,上述各种构造可以适当地组合。

[0080] 如上所述,在第二化合物半导体层中,未掺杂半导体层(例如,未掺杂的 GaInN 层或未掺杂的 AlGaIn 层)可以形成在所述活性层与电子阻挡层之间。而且,作为光导层的未掺杂 GaInN 层可以形成在所述活性层与未掺杂的化合物半导体层之间。第二化合物半导体层的最上层可以被掺杂 Mg 的 GaIn 层占据(p 侧接触层)。

[0081] 构成根据本公开的发光器件等的各种化合物半导体层(例如, GaN 基化合物半导体层)按顺序在底基板上形成,以及除了蓝宝石基板以外,底基板的实例包括 GaAs 基板, GaN 基板, SiC 基板, 铝基板, ZnS 基板, ZnO 基板, AlN 基板, LiMgO 基板, LiGaO₂ 基板, MgAl₂O₄ 基板, InP 基板, Si 基板, 以及具有形成底层或缓冲层的表面(主表面)的这些基板中的一个。在 GaN 基化合物半导体层在基板上形成的情况下, GaN 基板通常是优选的,这是因为低缺陷密度;不过,根据生长平面, GaN 基板呈现出极性、非极性或非极性是已知的。进一步地,形成构成根据本公开的发光器件或其等效物的各种化合物半导体层(例如, GaN 基化合物半导体层)的方法可以包括有机金属化学气相沉积法(MOCVD 方法, MOVPE 方法), 分子束外延方法(MBE 方法), 卤素有助于传递或反应的氢化物气相生长法, 等等。

[0082] 在这种情况下,作为 MOCVD 方法中,可以使用三甲基镓(TMG)气体和三乙基镓(TEG)气体作为有机镓源气体,以及可以使用氨气和肼气作为氮源气体。为了形成 n 型导电类型的 GaN 基化合物半导体层,例如可以添加作为 n 型杂质(n 型掺杂物)的硅(Si),以及为了形成 p 型导电类型的 GaN 基化合物半导体层,例如可以添加作为 p 型杂质(p 型掺杂物)的镁(Mg)。而且,在铝(Al)或铟(In)作为 GaN 基化合物半导体层的组成原子被包含的情况下,三甲基铝(TMA)气体可以被用作 Al 源,三甲基铟(TMI)气体可以被用作 In 源。此外,甲硅烷(SiH_4)气体可以被用作 Si 源,以及茂基气体、甲基环戊二烯基镁气体或双(环戊二烯)镁(Cp_2Mg)可以被用作 Mg 源。需要指出的是,作为 n 型杂质(n 型掺杂物),除了 Si 以外,可以使用 Ge、Se、Sn、C、Te、S、O、Pd 和 Po,以及作为 p 型杂质(p 型杂质),除了 Mg 以外,可以使用 Zn、Cd、Be、Ca、Ba、C、Hg 和 Sr。

[0083] 作为根据本公开的发光器件的第一制造方法中的干法蚀刻方法,可以采用众所周知的干法蚀刻方法。而且,可以使用磷酸、氢氟酸或王水作为酸溶液,以及可以使用氢氧化钠或氢氧化钾作为碱溶液。

[0084] 根据本公开的发光器件等适用于诸如光盘系统领域、通信领域、光信息领域、光电集成电路、非线性光学现象光学开关的应用领域,诸如激光测量领域的各种分析领域,超快光谱学领域、多相激发光谱领域、质量分析领域、使用多光子吸收的显微领域、化学反应的量子调控、纳米三维加工领域、利用多光子吸收的各种加工领域、医疗领域以及生物成像领域。

[0085] [实施例 1]

[0086] 实施例 1 涉及根据本公开的发光器件,以及根据本公开的发光器件的第一制造方法。具体地,实施例 1 的发光器件是激光二极管器件,如图 1 中的沿垂直于发光器件的轴线的虚拟平面提取的示意性局部截面图所示,实施例 1 的发光器件包括:层压结构本体 20,通过在底基板 20' 上按顺序层压第一导电类型的第一化合物半导体层 21、由化合物半导体制成的活性层(发光区域或增益区域) 23 以及不同于所述第一导电类型的第二导电类型的第二化合物半导体层 22 构成;第二电极 32,形成在第二化合物半导体层 22;以及第一电极 31,被配置为电连接到第一化合物半导体层 21。

[0087] 接着,第一化合物半导体层 21 具有层压结构,该层压结构包括从底基板开始按顺序的第一包覆层(n 型 AlGaIn 层) 121A 和第一光导层(n 型 GaN 层) 121B,层压结构本体 20 具有由第二化合物半导体层 22、活性层 23 以及第一光导层在厚度方向的部分 121B' 构成的脊条状结构 20A,可以满足 $6 \times 10^{-7} \text{m} < t_1$,优选地,可以满足 $8 \times 10^{-7} \text{m} \leq t_1$,以及可以满足 $0 \text{ (m)} < t_1' \leq 0.5 \cdot t_1$,优选地可以满足 $0 \text{ (m)} < t_1' \leq 0.3 \cdot t_1$,其中,第一光导层 121B 的厚度是 t_1 ,构成第一光导层的脊条状结构的部分 121B' 的厚度是 t_1' 。具体地,在实施例 1 中,厚度 $t_1 = 1.25 \mu\text{m}$,以及厚度 t_1' 是 $t_1' = 0.15 \mu\text{m}$ 。而且,脊条状结构 20A 的长度和宽度分别是 1.0mm 和 $1.6 \mu\text{m}$ 。所述发光器件发出单模光束。

[0088] 需要注意的是,具体地,底基板 20' 由 n 型 GaN 基板构成,化合物半导体层被设置在 n 型 GaN 基板的(0001)平面中。需要注意的是,n 型 GaN 基板层的(0001)平面也被称为“C 平面”,是具有极性的晶面。而且,由第一化合物半导体层 21、活性层 23 和第二化合物半导体层 22 构成的层压结构本体 20 由 GaN 基化合物半导体,具体地,AlGaInN 基化合物半导体制成,以及更为具体地,层压结构本体 20 具有在下列表格 1 中示出的层结构。在这

种情况下,在表格 1 中,在表格 1 中的化合物半导体层以从底基板 20' 减少距离的顺序被列出。需要注意的是,在活性层 23 中形成阱层的化合物半导体的能带隙是 3.06eV。活性层 23 具有包括包含阱层和阻挡层的量子阱结构,以及在所述阻挡层中的杂质(具体地,硅 Si)的掺杂浓度在从 $2 \times 10^{17} \text{cm}^{-3}$ 到 $1 \times 10^{20} \text{cm}^{-3}$ 并且包括两端值的范围内。而且,由 SiO_2/Si 制成的层压绝缘膜 24 在脊条状结构 20A 的两侧形成。需要指出的是, SiO_2 层是下部层,以及 Si 层是上部层。接着,第二电极(p 侧欧姆电极)32 在对应于脊条状结构 20A 的顶面的 p 型 GaN 接触层 122D 上形成。另一方面,由 Ti/Pt/Au 制成的第一电极(n 侧欧姆电极)31 形成在底基板 20' 的背表面上。在这个实例中,第二电极 32 由具有厚度为 $0.1 \mu\text{m}$ 的 Pd 单层构成。p 型 AlGaIn 电子阻挡层 122A 的厚度是 10nm,第二光导层(p 型 AlGaIn 层) 122B 的厚度是 50nm,第二包覆层(p 型 AlGaIn 层)122C 的厚度是 $0.5 \mu\text{m}$,以及 p 型 GaN 接触层 122D 的厚度是 100nm。而且,构成第二化合物半导体层 22 的 p 型 AlGaIn 电子阻挡层 122A、第二光导层 122B、第二包覆层 122C 以及 p 型 GaN 接触层 122D 被掺杂 $1 \times 10^{19} \text{cm}^{-3}$ 或更多的(具体地, $2 \times 10^{19} \text{cm}^{-3}$)的 Mg。另一方面,第一包覆层(n 型 AlGaIn 层) 121A 的厚度是 $2.5 \mu\text{m}$ 。第一光导层(n 型 GaN 层)121B 的厚度如上所描述,以及第一光导层 121B 的厚度($1.25 \mu\text{m}$)比第二光导层 122B 的厚度(100nm)更厚。进一步地,第一光导层 121B 由 GaN 制成;不过,可供选择地,第一光导层 121B 可以由具有大于活性层 23 的能带隙和小于第一包覆层 121A 的能带隙的能带隙的化合物半导体制成。

[0089] [表格 1]

[0090] 第二化合物半导体层 22

[0091] p 型 GaN 接触层(掺杂 Mg 的) 122D

[0092] 第二包覆层(p 型 $\text{Al}_{0.05}\text{Ga}_{0.95}\text{N}$ 层(掺杂 Mg 的)) 122C

[0093] 第二光导层(p 型 $\text{Al}_{0.01}\text{Ga}_{0.99}\text{N}$ 层(掺杂 Mg 的)) 122B

[0094] p 型 $\text{Al}_{0.20}\text{Ga}_{0.80}\text{N}$ 电子阻挡层(掺杂 Mg 的) 122A

[0095] 活性层 23

[0096] GaInN 量子阱活性层 23

[0097] (阱层: $\text{Ga}_{0.92}\text{In}_{0.08}\text{N}$ / 阻挡层: $\text{Ga}_{0.98}\text{In}_{0.02}\text{N}$)

[0098] 第一化合物半导体层 21

[0099] 第一光导层(n 型 GaN 层) 121B

[0100] 第一包覆层(p 型 $\text{Al}_{0.03}\text{Ga}_{0.97}\text{N}$ 层) 121A

[0101] 在这里,

[0102] 阱层(两层):10nm[未掺杂的]

[0103] 阻挡层(三层):12nm[掺杂浓度(Si): $2 \times 10^{18} \text{cm}^{-3}$]

[0104] 图 4(A)示出实施例 1 的发光装置中从第二电极 32 流到第一电极 3 的电流(单位:毫安)与光输出(单位:毫瓦)之间的关系,以及图 4 (B)、4 (C)和 4 (D)分别示出从第二电极 32 向第一电极 31 流 340 毫安、520 毫安和 720 毫安时所获得的光束的近场图案(NFP)的照片,并且还示出所述光束水平方向(脊条状结构 20A 的宽度方向)中的尺寸(宽度)和所述光束的垂直方向(脊条状结构 20A 的宽度方向)的尺寸(宽度)。需要注意的是,所示出的尺寸(宽度)是当达到从层压结构本体 20 的光出射端面(第二端面)发出的光束的峰值强度的 $1/e^2$ 强度时的光束的近场图案(NFP)的尺寸(宽度)。如图 4 (B)、4 (C)和 4 (D)所示, $\text{LB}_y/$

B_x 的值如下,并且满足 $0.2 \leq LB_y/LB_x \leq 1.2$,其中,在脊条状结构 20A 的宽度方向中的尺寸(宽度)是 LB_x ,以及脊条状结构 20A 在厚度方向上的尺寸(宽度)是 LB_y ,以及允许获得具有接近完美圆的截面形状的光束。而且,在层压结构本体 20 的光出射端面中,沿脊条状结构 20 的厚度方向,从层压结构本体 20 中的活性层 23 的中心点到从层压结构本体 20 发出的光束的中心点的距离 Y_{cc} 如下,满足 $t_1' \leq Y_{cc} \leq t_1$ 。从图 4 (A) 可以看出,阈值电流大约是 200 毫安,以及允许获得高达 900 毫瓦的光输出。

[0105] 图 4 (B): $LB_y/LB_x=0.75$

[0106] 图 4 (C): $LB_y/LB_x=0.74$

[0107] 图 4 (D): $LB_y/LB_x=0.73$

[0108] 图 4 (B): $Y_{cc}=5 \times 10^{-7} \text{m}$

[0109] 图 4 (C): $Y_{cc}=5 \times 10^{-7} \text{m}$

[0110] 图 4 (D): $Y_{cc}=5 \times 10^{-7} \text{m}$

[0111] 图 2 (A) 示出包括实施例 1 的发光器件的激光二极管单元组件的概念图。在图 2 (A) 中示出的激光二极管单元组件是外部谐振器型的。换句话说,在实施例 1 中的激光二极管单元组件由激光二极管器件 10、透镜 12、滤光器 13、外部镜面 14 和透镜 15 构成,其中,激光二极管器件 10 由实施例 1 的发光器件构成。接着,从激光源发出的激光通过光隔离器 16 射出。低反射涂层(AR)或抗反射涂层(AR)在用作激光二极管器件 10 的光出射端面的第二端面上形成,其中所述低反射涂层(AR)或抗反射涂层(AR)具有例如一个氧化钛层和一个氧化铝层被层压的结构。而且,高反射涂层(HR)在面向第二端面的第一端面上形成。接着,所述激光二极管器件的第一端面和外部镜面 14 构成外部谐振器,以及如上所述,激光束从外部镜面 14 提取。作为滤光器 13,主要使用带通滤波器,以及滤光器 13 被插入以控制激光的振荡波长。光脉冲串的脉冲重复频率由外部谐振器长度 Z' 确定,并由下列表达式表示。在这里, c 是光速,以及 n 是波导的折射率。外部谐振器的长度值(Z' , 单位: mm)是 100mm。而且,发出层压结构本体 20 的光束(光脉冲)的第二端面的反光率是 0.5% 或更少(例如,0.3%),以及反射层压结构本体 20 的光束(光脉冲)的第一端面的反光率可以是在例如从 85% 包括 85% 到少于 100% (例如,95%) 的范围内。进一步地,滤光器 13 的反光率可以是例如从 85% 包括 85% 到少于 100% (例如,90%) 的范围,半值宽度在从大于 0nm 到 2nm 包括 2nm 的范围内(例如,1nm),以及峰值波长在从 400nm 到 450nm 并且包括两个端值的范围内(例如,410nm),以及外部镜面 14 的反光率在从大于 0% 到少于 100% 的范围内(例如,20%)。很显然,需要指出的是,上述各种参数的值仅仅是实例,并且可以被适当更改。

[0112] $F=c/(2n \cdot Z')$

[0113] 可选地,也在如图 2 (B) 所示的准直型外部谐振器中,激光二极管器的形成高反射涂层(HR)的端面和外部镜面 14 构成外部谐振器,光束从外部镜面 14 提取。

[0114] 在如图 3 (A) 和 3 (B) 所示的外部谐振器中,激光二极管器件的第二端面和外部镜面分别构成外部谐振器,以及光束从所述激光二极管器件提取。低反射涂层(AR)在第二端面上形成。需要指出的是,在图 3 (A) 中示出的实例是聚光型的,以及在图 3 (B) 中示出的实例是准直型的。可供选择地,如图 3 (C) 所示,所述激光二极管器件可以是单片型的。

[0115] 实施例 1 的发光器件的制造方法将在下面通过参照示出底基板等的示意性局部截面视图的图 5 (A) 和 5 (B) 以及图 6 (A) 和 6 (B) 进行描述。

[0116] 【步骤-100】

[0117] 首先,通过已知的 MOCVD 方法,在底基板 20' 上,具体地,在 n 型 GaN 基板的(0001)平面上,形成层压结构本体 20,该层压结构本体 20 通过按顺序层压由 GaN 基化合物半导体制成的第一导电类型(n 型)的第一化合物半导体层 21、由 GaN 基化合物半导体制成的活性层(发光区域或增益区域) 23 以及与由 GaN 基化合物半导体制成的第二导电类型(p 型)的第二化合物半导体层 22 构造,其中第二导电类型不同于第一导电类型(参照 5 (A))。

[0118] 接下来,通过干法蚀刻方法对第二化合物半导体层 22 和活性层 23 进行蚀刻,还通过干法蚀刻方法对第一化合物半导体层 21 的部分(具体地,第一光导层 121B)在厚度方向进行蚀刻,以形成脊条状结构 20A。

[0119] 【步骤-110】

[0120] 具体地,首先,在第二化合物半导体层 22 上形成带状第二电极 32。更为具体地,通过真空蒸镀法完整地形成 Pd 层 32A 后(参照图(B)),通过光刻技术在 Pd 层 32A 上形成用于蚀刻的带状抗蚀层。接着,在使用王水去除 Pd 层 32A 的未被用于蚀刻的抗蚀层覆盖的部分后,去除用于蚀刻的抗蚀层。从而,允许获得图 6 (A) 中示出的结构。需要指出的是,带状第二电极 32 可以通过剥离方法在第二化合物半导体层 22 上形成。

[0121] 满足 $ER_0/ER_1 \geq 1 \times 10$, 优选地,满足 $ER_0/ER_1 \geq 1 \times 10^2$ 是可取的,其中当图案化第二电极 32 时第二电极 32 的蚀刻率是 ER_0 ,层压结构本体 20 的蚀刻率是 ER_1 。当 ER_0/ER_1 满足这样的关系,允许在没有蚀刻层压结构本体 20 的情况下,可靠地图案化第二电极 32 (或只是轻微蚀刻层压结构本体 20)。

[0122] 接下来,通过干法蚀刻方法,使用第二电极 32 作为蚀刻掩膜,蚀刻第二化合物半导体层 22 和活性层 23,进一步通过干法蚀刻方法在厚度方向上蚀刻第一化合物半导体层 21 的部分,形成脊条状结构 20A。具体地,通过使用 Cl_2 气体的 RIE 方法,使用第二电极 32 作为蚀刻掩膜蚀刻第二化合物半导体层 22、活性层 23 和第一化合物半导体层 21 的部分(具体地,第一光导层 121B 的部分)以获得光导层 121B 的部分 121B'。从而,允许获得图 6 (B) 中示出的结构。由于通过自对准系统,使用被图案化为带状的第二电极 32 作为蚀刻掩膜,从而形成脊条状结构 20A,所以在第二电极 32 与脊条状结构 20A 之间不会出现移位。

[0123] 【步骤-120】

[0124] 之后,将被蚀刻部分浸渍在酸溶液中,具体地,在磷酸中。当第二化合物半导体层 22、活性层 23 和第一化合物半导体层 21 通过【步骤-110】中的干法蚀刻方法进行蚀刻时,会对这些化合物半导体层产生蚀刻损伤;不过,通过将被蚀刻部分浸渍在酸溶液中能够去除所述蚀刻损伤,从而允许获得具有高质量和高可靠性的层压结构本体 20。

[0125] 【步骤-130】

[0126] 之后,形成层压绝缘膜 24,去除第二电极 32 上层压绝缘膜,形成第一电极 31、切割基板等,以及进一步进行封装;从而,制成实施例 1 的发光器件。

[0127] 需要注意的是,脊条状结构 20 可以在【步骤-100】之后形成而不形成第二电极 32,接着第二电极 32 可以在【步骤-120】之后执行,之后,可以执行【步骤-130】。

[0128] 在实施例 1 的发光器件或所述发光器件的制造方法中,由于第一光导层的厚度 t_1 被确定;允许减小光限制因子,以及光场强度分布的峰值被从所述活性层移到第一光导层,结果,允许在高输出操作期间所述活性层周围的光强度下降,不仅允许防止光损伤,而且能

够实现输出增加。而且,在实施例 1 中,第一光导层的构成脊条状结构的部分的厚度 t_1' 被确定;因此,允许要被发出的光束的模式为单模。进一步地,由于平板波导的宽度和第一光导层的厚度彼此大致相等,允许光束具有接近完美圆的截面形状,以及在使用透镜或光纤的应用中不会产生诸如聚光特性恶化的不利影响。

[0129] 【实施例 2】

[0130] 实施例 2 是实施例 1 的发光器件的变型,以及涉及根据本公开的发光器件的第二制造方法。具体地,实施例 2 的发光器件也是激光二极管器件,并且如图 7 (C) 中的沿垂直于发光器件的轴线的虚拟平面提取的示意性局部截面视图所示,沿发光器件的轴线方向延伸的两个凹部 25 在底基板 20' 中形成。接着,在实施例 1 中描述的层压结构本体 20 整个地形成,即在底基板 20' 的两个凹部 25 以及夹在两个凹部 25 之间的区域 26 上整个地形成。而且,第二电极 32 被设置在底基板 20' 的区域 26 上方。

[0131] 在这种情况下,第一化合物半导体层 21 具有层压结构,该层压结构包括从底基板开始按顺序的第一包覆层和第一光导层,以及可以满足 $6 \times 10^{-7} \text{m} < t_1$, 优选地 $8 \times 10^{-7} \text{m} \leq t_1$, 以及可以满足 $(T_{\text{Total}} - 0.5 \cdot t_1) \leq D \leq T_{\text{Total}}$, 优选地 $(T_{\text{Total}} - 0.3 \cdot t_1) \leq D \leq T_{\text{Total}}$, 其中,夹在底基板 20' 的两个凹部 25 之间的区域 26 上的第一光导层的厚度是 t_1 , 层压结构本体的总厚度是 T_{Total} , 以及凹部 25 的深度是 D 。具体地,在实施例 2 中,厚度 t_1 是 $t_1 = 1.25 \mu\text{m}$, 总 T_{Total} 是 $T_{\text{Total}} = 4.1 \mu\text{m}$, 以及深度 D 是 $D = 3.7 \mu\text{m}$ 。而且,凹部 25 的宽度是 $20 \mu\text{m}$, 夹在底基板 20' 的两个凹部 25 之间的区域 26 的宽度是 $1.5 \mu\text{m}$ 。

[0132] 除了上述点以外,实施例 2 的发光器件以及包括实施例 2 的发光器件的激光二极管单元组件的构造和结构具有类似于实施例 1 的发光器件和包括实施例 1 的发光器件的激光二极管单元组件的构造和结构,因此不进一步详细描述。

[0133] 实施例 2 的发光器件的制造方法将在下面通过参照示出底基板及其等效物的示意性局部截面视图的图 7 (A)、图 7 (B) 和图 7 (C) 进行描述。

[0134] 【步骤 -200】

[0135] 首先,通过已知的光刻技术和已知的干法蚀刻方法,沿着要制造的发光器件的轴线方向形成两个凹部 25 以获得底基板 20' 的两个凹部 25 之间的区域 26 (参照 7 (A))。

[0136] 【步骤 -210】

[0137] 下一步,通过如实施例 1 中的【步骤 -100】,通过已知的 MOCVD 方法,在底基板 20' 上,具体地,在 n 型 GaN 基板的 (0001) 平面上,更具体地,在底基板 20' 的两个凹部 25 和夹在两个凹部 25 之间的区域 26 上形成层压结构本体 20, 该层压结构本体 20 通过按顺序层压第一导电类型(n 型)的第一化合物半导体层 21、由化合物半导体制成的活性层(发光区域或增益区域)23 以及不同于第一导电类型的第二导电类型(p 型)的第二化合物半导体层 22 构造。

[0138] 【步骤 -220】

[0139] 下一步,通过光刻技术和干法蚀刻技术,整个地形成层压绝缘膜 24, 以及在要形成第二电极的区域中形成开口。接着,在包括所述开口内侧的层压绝缘膜 24 上形成构成第二电极的金属材料层后,通过光刻技术和干法蚀刻技术,通过图案化金属材料层来设置第二电极 32。

[0140] 【步骤 -230】

[0141] 之后,形成第一电极(参照图 7 (C))、切割基板等,以及进一步进行封装;从而,制成实施例 2 的发光器件。

[0142] 在实施例 2 的发光器件的制造方法中,由于位于夹在所述底基板的两个凹部之间的区域上的第一光导层(即,位于所述底基板的凹部之间的部分)的厚度 t_1 被确定,在高输出操作期间,允许所述活性层周围的光强下降,以及不仅允许实现防止光损伤,而且允许实现被放大光的饱和和能量的增加和输出增加。而且,在实施例 2 的发光器件的制造方法中,所述凹部的深度 D 也被确定;因此,允许要被发出的光束的模式是单模。进一步地,由于平板波导的宽度和第一光导层的厚度彼此大致相等,允许光束具有接近完美圆的截面形状,以及在使用透镜或光纤的应用中不会产生诸如聚光特性恶化的不利影响。此外,在实施例 2 中,不必在所述层压结构本体上执行干法蚀刻以获得脊条状结构;因此,可以防止所述层压结构本体的可靠性下降。

[0143] 【实施例 3】

[0144] 实施例 3 也是实施例 1 的发光器件的变型,以及涉及根据本公开的发光器件的第三制造方法。具体地,实施例 3 的发光器件也是激光二极管器件,并且如图 9 (B)中的沿垂直于发光器件的轴线的虚拟平面提取的示意性局部截面视图所示,第一化合物半导体层 21 的第一部分 21_1 具有层压结构,所述层压结构包括从所述底基板开始按顺序的第一包覆层 121A 和第一光导层 121B 的第一部分 $121B_1$,以及第一化合物半导体层 21 的第二部分 21_2 由第一光导层 121B 的第二部分 $121B_2$ 构成。接着,由 SiO_2 制成的生长抑制层 27 在第一光导层 121B 的第一部分 $121B_1$ 的顶面上形成。假如第一光导层 121B 的第一部分 $121B_1$ 和第一光导层 121B 的第二部分 $121B_2$ 的总厚度是 t_1 ,以及第一光导层 121B 的第二部分 $121B_2$ 的厚度是 t_1' ,可以满足 $6 \times 10^{-7} \text{m} < t_1$,优选地, $8 \times 10^{-7} \text{m} \leq t_1$,以及可以满足 $0 (\text{m}) < t_1' \leq 0.5 \cdot t_1$,优选地, $0 (\text{m}) < t_1' \leq 0.3 \cdot t_1$ 。具体地,在实施例 3 中,厚度 t_1 是 $t_1 = 1.25 \mu\text{m}$,以及厚度 t_1' 是 $t_1' = 0.15 \mu\text{m}$ 。

[0145] 除了上述点以外,实施例 3 的发光器件以及包括实施例 3 的发光器件的激光二极管单元组件的构造和结构具有类似于实施例 1 的发光器件和包括实施例 1 的发光器件的激光二极管单元组件的构造和结构,因此不进一步详细描述。

[0146] 实施例 3 的发光器件的制造方法将在下面通过参照参照示出底基板等的示意性局部截面视图的图 8 (A) 和 (B) 以及图 9 (A) 和 (B) 进行描述。

[0147] 【步骤 -300】

[0148] 首先,在底基板 20' 上形成第一导电类型的第一化合物半导体层 21 的第一部分 21_1 。具体地,通过已知的 MOCVD 方法,在底基板 20' 上,具体地,在 n 型 GaN 基板的 (0001) 平面上,形成由 GaN 基化合物半导体制成的第一导电类型(n 型)的第一化合物半导体层 21,具体地,第一光导层(n 型 GaN 层)的第一包覆层(n 型 AlGaIn 层)121A 和部分 $121B_1$ (参照图 (A))。

[0149] 【步骤 -310】

[0150] 接下来,在第一化合物半导体层 21 的第一部分 21_1 上形成生长抑制层 27,以便允许第一化合物半导体层 21 的第一部分 21_1 (第一光导层的部件 $121B_1$)的要形成脊条状结构 20A 的区域被暴露。换句话说,在第一化合物半导体层 21 的第一部分 21_1 上形成在要形成脊条状结构 20A 的区域中具有开口 28 的生长抑制层 27。具体地,整体地形成生长抑制层

27,更为具体地,通过 CVD 方法,在第一光导层(n 型 GaN 层)的部件 121B₁ 上形成。接着,通过光刻技术和干法蚀刻技术,在生长抑制层 27 的要形成脊条状结构 20A 的区域中形成开口 28 (参照图 8 (B))。

[0151] 【步骤-320】

[0152] 之后,在第一化合物半导体层 21 的第一部分 21₁ (所述光导层的部件 121B₁) 从开口 28 的底部暴露的区域上形成层压结构本体 20,层压结构本体 20 通过按顺序层压第一化合物半导体层 21 的第二部分 21₂ (所述光导层的第二部件 121B₂)、由化合物半导体制成的活性层 23、不同于所述第一导电类型的第二导电类型的第二化合物半导体层 22 构造(参照图 9 (A))。具体地,执行类似于实施例 1 中的【步骤-100】的步骤。在生长抑制层 27 上不生长或几乎不生长第一化合物半导体层 21 的第二部分 21₂ 等。在生长抑制层 27 上的第一化合物半导体层 21 的第二部分 21₂ 等可以通过蚀刻方法去除,或虽然保留生长抑制层 27 上的第一化合物半导体层 21 的第二部件 21₂ 等,但没有出现问题。

[0153] 【步骤-330】

[0154] 接下来,整体形成层压绝缘膜 24,然后通过光刻技术和干法蚀刻技术在层压绝缘膜 24 的要形成第二电极的区域中形成开口。接着,在包括所述开口内侧的层压绝缘膜 24 上形成构成第二电极的金属材料层后,允许通过光刻技术和干法蚀刻技术,通过图案化所述金属材料层来设置第二电极 32。

[0155] 【步骤-340】

[0156] 之后,形成第一电极(参照图 9 (B))、切割基板等,以及进一步进行封装;从而,制成实施例 3 的发光器件。

[0157] 在实施例 3 的发光器件的制造方法中,由于第一光导层的第一部分和第二部分的总厚度 t_1 被确定,允许光限制因子减小,以及光场强度分布的峰值被从所述活性层移到第一光导层,以及结果,允许在高输出操作期间减小所述活性层周围的光强度,以及不仅允许实现防止光损伤,而且允许实现输出增加。而且,在实施例 3 的发光器件的制造方法中,所述第一光导层的第二部分的厚度 t_1' 也被确定;从而,允许要被发出的光束的模式是单模。进一步地,由于平板波导的宽度和第一光导层的厚度彼此大致相等,允许光束具有接近完美圆的截面形状,以及在使用透镜或光纤的应用中不会产生诸如聚光特性恶化的不利影响。此外,在实施例 3 中,不必在所述层压结构本体上执行干法蚀刻以获得脊条状结构;因此,可以防止所述层压结构本体的可靠性下降。

[0158] 【实施例 4】

[0159] 实施例 4 是实施例 1 到 3 中任意一个的变型,以及半导体光学放大器(SOA)300 光学放大来自激光源 200 的激光,接着,输出由实施例 4 的发光器件构成的被放大的激光。图 10 示出包括半导体光学放大器的实施例 4 的光输出单元的概念图。构成激光源 200 和半导体光学放大器 300 的激光二极管器件具有和在实施例 1 到 3 中描述的发光器件的构造相同的构造。

[0160] 在实施例 4 的光输出单元中,从激光源 200 发出的激光通过光隔离器 316 和反光镜 317 进入反光镜 320。被反光镜 320 反射的激光通过半波片($\lambda/2$ 波片)321 和透镜 322 进入半导体光学放大器 300。需要指出的是,光隔离器 316 被布置,以防止从半导体光学放大器 300 返回的光向激光源 200 行进。接着,所述激光被半导体光学放大器 300 光放大并

通过透镜 330 从系统射出。

[0161] 半导体光学放大器 300 由透射型半导体光学放大器构成。接着,低反射涂层(AR)形成在半导体光学放大器 300 的光入射端面(第一端面)301 和面向光入射端面 301 的光出射端面(第二端面)302 上形成。所述低反射涂层(AR)具有一个氧化钛层和一个氧化铝层层压的结构。从光入射端面 301 入射的激光在半导体光学放大器 300 中被光放大,并从与光入射端面 301 相对的光出射端面 302 输出。激光基本在一个方向上被引导。而且,在实施例 4 中,激光源 200 由实施例 1 的激光二极管单元组件构成,以及所述激光二极管单元组件包括作为实施例 1 的发光器件的激光二极管器件,以及从激光源 200 发出的激光进入半导体光学放大器 300。具体地,生成允许进入半导体光学放大器 300 的激光的激光源 200 由锁模激光二极管器件构成,以及从所述锁模激光二极管器件发出的脉冲激光进入半导体光学放大器 300。

[0162] 除了上述的点以外,实施例 4 的发光器件具有和实施例 1 的发光器件的构造和结构相同的构造和结构,因此将不再进一步详细描述。需要注意的是,所述半导体光学放大器由透射型半导体光学放大器构成;不过,所述半导体光学放大器并不局限与此,并且可以由例如单片型半导体光学放大器构成。

[0163] 在实施例 4 中,脊条状结构 20A 的长度和宽度分别是 3.0mm 和 $2.2\mu\text{m}$ 。接着,如图 11 所示,在锁模脉冲光具有 399nm 的波长、1GHz 的脉冲重复频率、2.1 皮秒的光脉冲宽度、以及进入实施例 4 的半导体光学放大器 300 的入射光平均功率为 5.3 毫瓦的情况下,当放大器驱动电流(从第二电极 32 流到第一电极 31 的电流)是 2.8 安培时,允许获得 800 毫瓦或更多的平均输出。即使脊条状结构 20A 的宽度窄到大约 $2.2\mu\text{m}$ 时,获得平均光输出极为大于现有技术中的半导体光学放大器的 400 毫瓦平均光输出的放大特性,并且可以确认所述脉冲光是在单模。

[0164] 【实施例 5】

[0165] 实施例 5 是实施例 1 到 4 中任意一个的变型。如图 12 中的示意性局部截面视图所示,在实施例 5 的发光器件中,第一化合物半导体层 21 具有层压结构,所述层压结构从底基板 20' 开始按顺序包括第一包覆层 121A 和第一引导层 121b₁ 和 121b₂,由具有比形成第一化合物半导体层 21 的化合物半导体材料的折射率更高的折射率的化合物半导体材料制成的高折射率层 29,具体地,由具有 50nm 厚度的 $\text{In}_{0.02}\text{Ga}_{0.98}\text{N}$ 制成的高折射率层 29 形成在第一光导层 121b₁ 与 121b₂ 之间。从活性层 23 与上部第一光导层 121b₂ 之间的界面到上部第一光导层 121b₂ 与高折射率层 29 之间的界面的距离是 $0.35\mu\text{m}$ 。在这种情况下,满足 $0.01 \leq n_{\text{HR}} - n_{\text{G-1}} \leq 0.1$,以及满足 $n_{\text{HR}} \leq n_{\text{Ac}}$,其中,形成第一光导层 121b₁ 和 121b₂ 的化合物半导体材料的折射率是 $n_{\text{G-1}}$,形成高折射率层 29 的化合物半导体材料的折射率是 n_{HR} ,以及形成活性层 23 的化合物半导体材料的平均折射率是 n_{Ac} 。具体地,折射率 n_{HR} 是 $n_{\text{HR}}=2.547$,折射率 $n_{\text{G-1}}$ 是 $n_{\text{G-1}}=2.520$,以及平均折射率 n_{Ac} 是 $n_{\text{Ac}}=2.620$ 。

[0166] 虽然本公开通过参照优选实例进行描述,但是,本公开并不局限于此。在所述优选实例中描述的发光器件、激光二极管器件、激光二极管单元组件、半导体光学放大器、光输出单元以及激光源的构造和结构仅仅是实例,并且可以在适当的时候进行更改。而且,在所述实例中,各种值被指示,但是所述值也只是实例;因此,例如当要使用的发光器件的规格改变时,所述值也改变。例如,所述发光器件的轴线和所述脊条状结构的轴线可以彼此交

叉,或所述脊条状结构的平面形状可以是锥形的形状。

[0167] 而且,在实施例 3 中,生长抑制层形成在第一光导层的第一部分的顶面上;不过,可供选择地,两个带状生长抑制层可以形成为允许要形成第一光导层的第一部分的区域夹在两个带状生长抑制层之间。

[0168] 在所述实例中,所述发光器件被布置在 C 平面上,即,作为 n 型 GaN 基板的极性面的 {0001} 平面上;不过,可选地,所述发光器件可以被布置在非极性面上,例如 A 平面,即 {11-20} 平面, M 平面,即 {1-100} 平面或 {1-102} 平面,或半极性面上,例如包括 {11-24} 平面或 {11-22} 平面的 {11-2n} 平面, {10-11} 平面,或 {10-12} 平面,以及,即使压电极化和自发极化在所述发光器件的活性层中生成,压电极化不在所述活性层的厚度方向中生成,以及压电极化在垂直于所述活性层的厚度方向的方向中生成;从而,允许消除由压电极化和自发极化所产生的不利影响。需要指出的是, {11-2n} 平面指的是消除相对于 C 平面成 40 度角的非极性面。

[0169] 需要指出的是,允许本公开具有下列构造。

[0170] [1] (发光器件)

[0171] 一种发光器件,包括:

[0172] 层压结构本体,所述层压结构本体通过在底基板上按顺序层压第一导电类型的第一化合物半导体层、由化合物半导体制成的活性层以及不同于所述第一导电类型的第二导电类型的第二化合物半导体层构成;

[0173] 第二电极,形成在所述第二化合物半导体层上;以及

[0174] 第一电极,被配置为电连接到所述第一化合物半导体层,

[0175] 其中,所述第一化合物半导体层具有层压结构,所述层压结构从底基板开始按顺序包括第一包覆层和第一光导层,

[0176] 所述层压结构本体具有脊条状结构,所述脊条状结构由所述第二化合物半导体层、所述活性层以及在所述第一光导层的厚度方向上的部件构成,以及

[0177] 满足 $6 \times 10^{-7} \text{m} < t_1$ 以及 $0 < t_1' \leq 0.5 \cdot t_1$, 其中,所述第一光导层的厚度是 t_1 , 以及所述第一光导层的构成脊条状结构的部分的厚度是 t_1' 。

[0178] [2] 根据 [1] 所述的发光器件,其中,满足 $t_1 \leq 3 \times 10^{-6} \text{m}$ 。

[0179] [3] 根据 [1] 或 [2] 所述的发光器件,其中,所述发光器件发出单模光束。

[0180] [4] 根据 [1] 到 [3] 中任一项所述的发光器件,其中,满足 $0.2 \leq LB_y/LB_x \leq 1.2$, 其中,从所述层压结构本体的光出射端面发出的光束在脊条状结构的宽度方向上的尺寸是 LB_x , 以及所述光束在所述脊条状结构的厚度方向上的尺寸是 LB_y 。

[0181] [5] 根据 [1] 到 [4] 中任一项所述的发光器件,其中,在所述层压结构本体的光出射端面中,沿所述脊条状结构的厚度方向,从所述层压结构本体中的所述活性层的中心点到从所述层压结构本体发出的光束的中心点的距离 Y_{cc} 满足 $t_1' \leq Y_{cc} \leq t_1$ 。

[0182] [6] 根据 [1] 到 [5] 中任一项所述的发光器件,其中,所述发光器件由激光二极管器件构成。

[0183] [7] 根据 [1] 到 [5] 中任一项所述的发光器件,其中,所述发光器件由半导体光学放大器构成。

[0184] [8] 根据 [1] 到 [7] 中任一项所述的发光器件,其中,由具有比形成所述第一光导

层的化合物半导体材料的折射率更高的折射率的化合物半导体材料制成的高折射率层形成在所述第一光导层中。

[0185] [9] 根据 [8] 所述的发光器件,其中,满足 $0.01 \leq n_{\text{HR}} - n_{\text{G-1}} \leq 0.1$,其中,形成所述第一光导层的化合物半导体材料的折射率是 $n_{\text{G-1}}$,以及形成所述高折射率层的化合物半导体材料的折射率是 n_{HR} 。

[0186] [10] 根据 [1] 到 [9] 中任一项所述的发光器件,其中,所述第二化合物半导体层具有层压结构,所述层压结构从所述底基板开始按顺序包括第二光导层和第二包覆层,以及

[0187] 所述第一光导层的厚度大于所述第二光导层的厚度。

[0188] [11] 根据 [1] 到 [10] 中任一项所述的发光器件,其中,所述第一化合物半导体层、所述活性层和所述第二化合物半导体层由 GaN 基化合物半导体制成。

[0189] [12] (发光器件的第一制造方法)

[0190] 一种发光器件的制造方法,所述方法包括以下步骤:

[0191] 在形成通过在底基板上按顺序层压第一导电类型的第一化合物半导体层、由化合物半导体制成的活性层以及不同于所述第一导电类型的第二导电类型的第二化合物半导体层构造的层压结构本体后,通过干法蚀刻法蚀刻所述第二化合物半导体层和所述活性层,以及通过干法蚀刻法沿厚度方向进一步蚀刻所述第一化合物半导体层的部分,以形成脊条状结构;以及

[0192] 之后,将被蚀刻部分浸渍在酸溶液或碱溶液中,

[0193] 其中,所述第一化合物半导体层具有层压结构,所述层压结构从底基板开始按顺序包括第一包覆层和第一光导层,

[0194] 所述脊条状结构由第二化合物半导体层、活性层以及在所述第一光导层的厚度方向上的部分构成,以及

[0195] 满足 $6 \times 10^{-7} \text{m} < t_1$ 以及 $0 (\text{m}) < t_1' \leq 0.5 \cdot t_1$,其中,所述第一光导层的厚度是 t_1 ,以及所述第一光导层的构成所述脊条状结构的部分的厚度是 t_1' 。

[0196] [13] (发光器件的第二制造方法)

[0197] 一种发光器件的制造方法,所述方法包括以下步骤:

[0198] 在所述底基板上形成沿要制造的发光器件的轴线方向延伸的两个凹部,以获得夹在所述底基板的所述两个凹部之间的区域;以及

[0199] 之后,形成通过在底基板上按顺序层压第一导电类型的第一化合物半导体层、由化合物半导体制成的活性层以及不同于所述第一导电类型的第二导电类型的第二化合物半导体层构造的层压结构本体,

[0200] 其中,所述第一化合物半导体层具有层压结构,所述层压结构从底基板开始按顺序包括第一包覆层和第一光导层,

[0201] 满足 $6 \times 10^{-7} \text{m} < t_1$ 以及 $(T_{\text{Total}} - 0.5 \cdot t_1) \leq D \leq T_{\text{Total}}$,其中,在夹在所述底基板的所述两个凹部之间的区域上的所述第一光导层的厚度是 t_1 ,所述层压结构本体的总厚度是 t_{Total} ,以及所述凹部的深度是 D 。

[0202] [14] (发光器件的第三制造方法)

[0203] 一种发光器件的制造方法,所述方法包括步骤:

[0204] 在形成第一导电类型的第一化合物半导体层的第一部分后,在所述第一化合物半

导体层的所述第一部分上形成生长抑制层以使所述第一化合物半导体层的所述第一部分的要生成脊条状结构的区域被暴露;以及

[0205] 之后,在所述第一化合物半导体层的所述第一部分的暴露于开口的底部的区域上,形成通过按顺序层压所述第一化合物半导体层的第二部分、由化合物半导体制成的活性层以及不同于所述第一导电类型的第二导电类型的第二化合物半导体层构造的层压结构本体,

[0206] 其中,所述第一化合物半导体层的所述第一部分具有层压结构,所述层压结构从底基板开始按顺序包括第一包覆层和第一光导层的第一部分,以及所述第一化合物半导体层的第二部分由所述第一光导层的第二部分构成,以及

[0207] 满足 $6 \times 10^{-7} \text{m} < t_1$ 以及 $0 \text{ (m)} < t_1' \leq 0.5 \cdot t_1$, 其中,所述第一光导层的所述第一部分和所述第一光导层的第二部分的总厚度是 t_1 , 以及所述第一光导层的第二部件的厚度是 t_1' 。

[0208] [15] 根据 [14] 所述的发光器件的制造方法,其中,所述生长抑制层由从由 SiO_2 、 Al_2O_3 、 AlN 、 ZrO_2 、 Ta_2O_5 和 AlGaInN 构成的组中选择的一种或多种材料层构成。

[0209] [16] 根据 [12] 到 [15] 中任一项所述的发光器件的制造方法,其中,在所述第一光导层中形成由具有比形成所述第一光导层的化合物半导体材料的折射率更高的折射率的化合物半导体材料制成的高折射率层。

[0210] [17] 根据 [16] 所述的发光器件的制造方法,其中,满足 $0.01 \leq n_{\text{HR}} - n_{\text{G-1}} \leq 0.1$, 其中,形成所述第一光导层的所述化合物半导体材料的折射率是 $n_{\text{G-1}}$, 以及形成所述高折射率层的所述化合物半导体材料的折射率是 n_{HR} 。

[0211] 本公开包括于 2011 年 9 月 27 日向日本专利局提交的日本在先专利申请 No. 2011-210354 公开的主题,其全部内容通过引用结合于此。

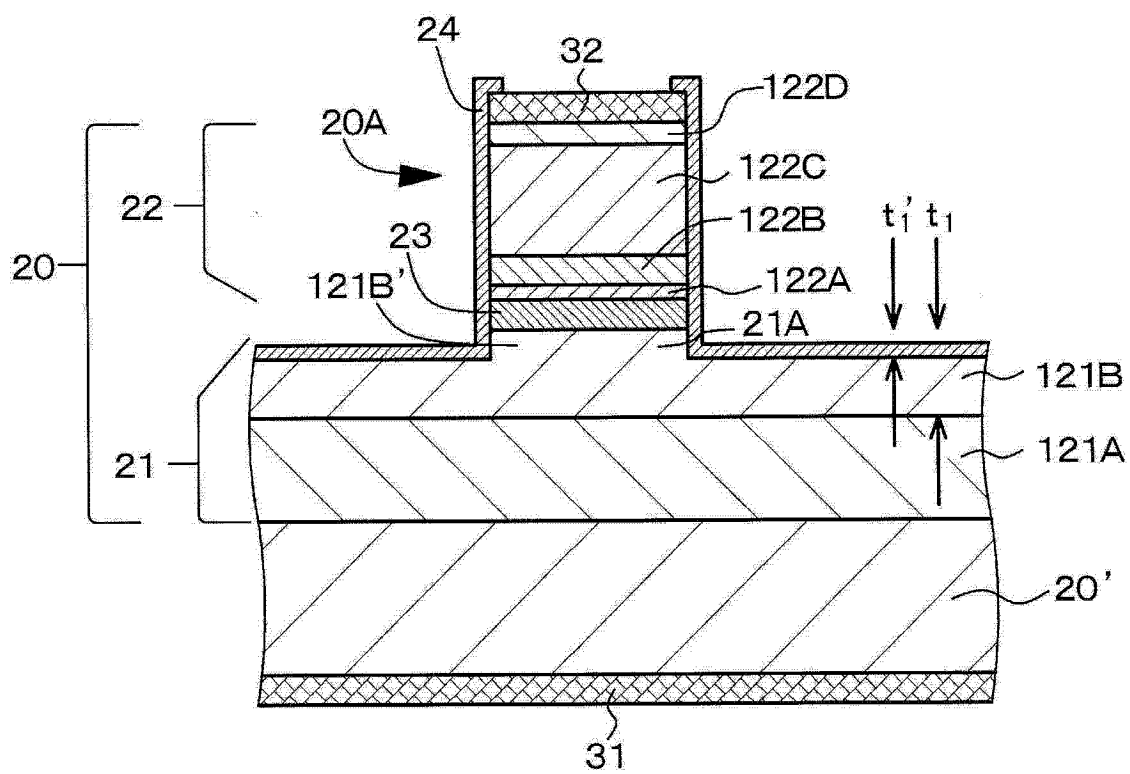


图 1

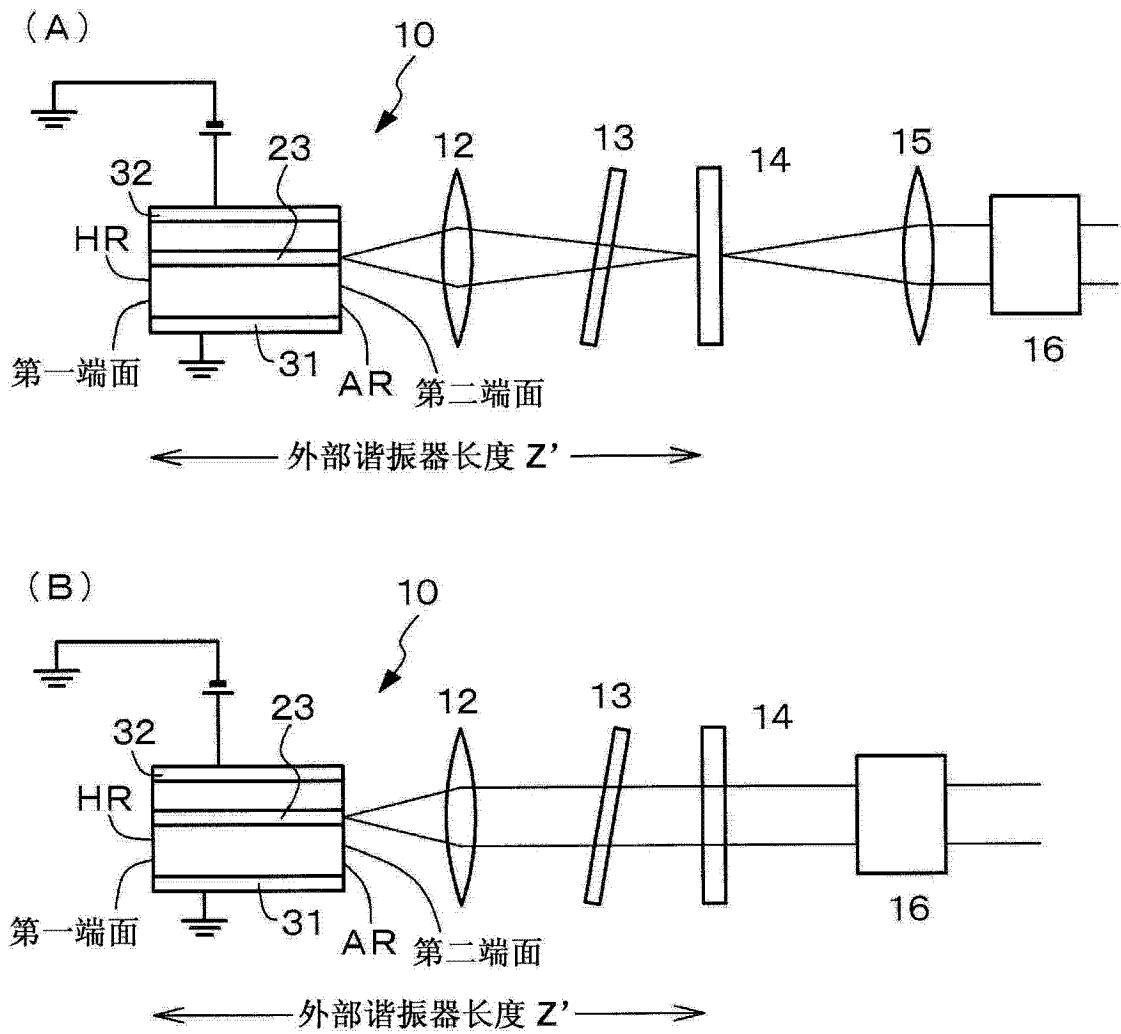


图 2

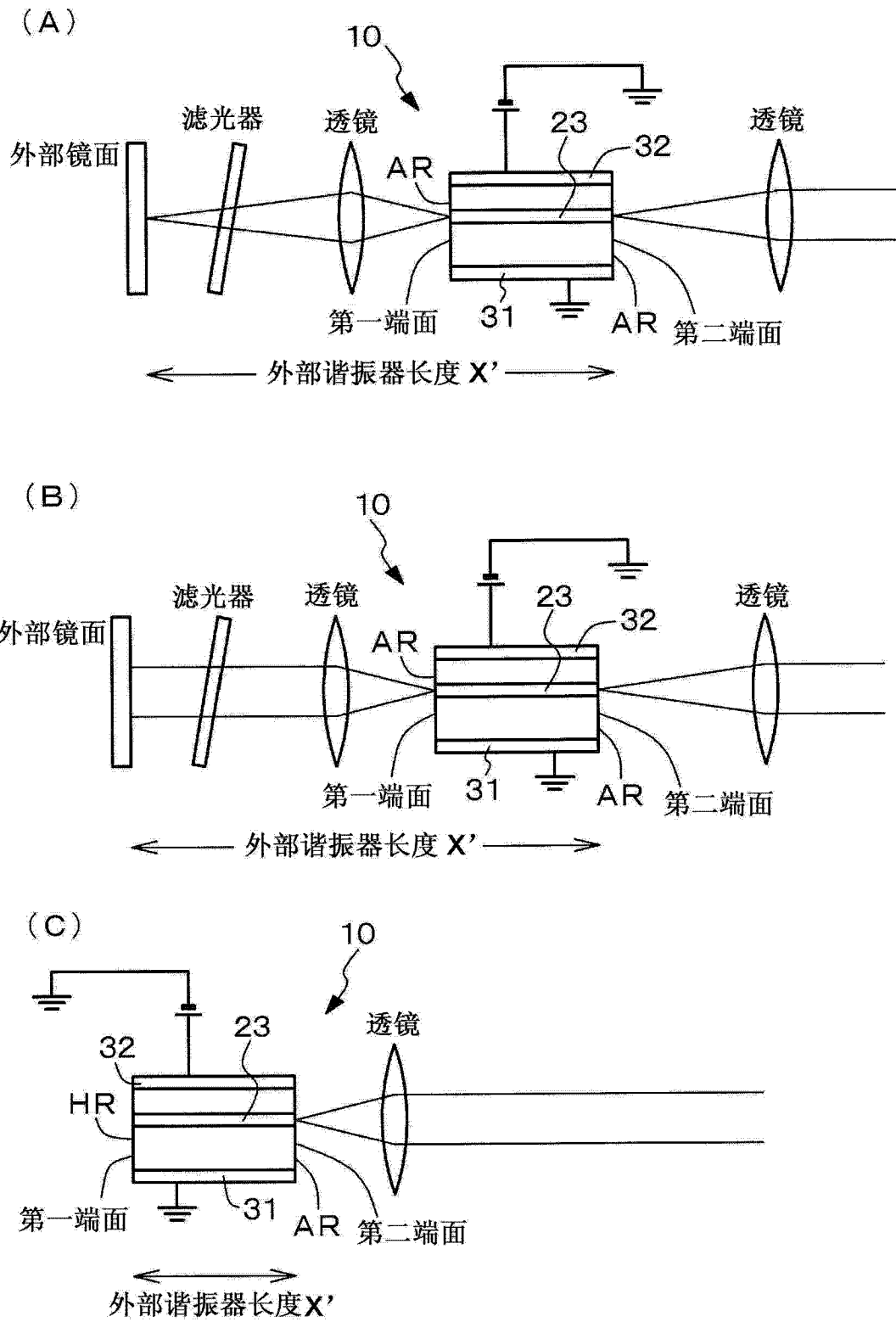


图 3

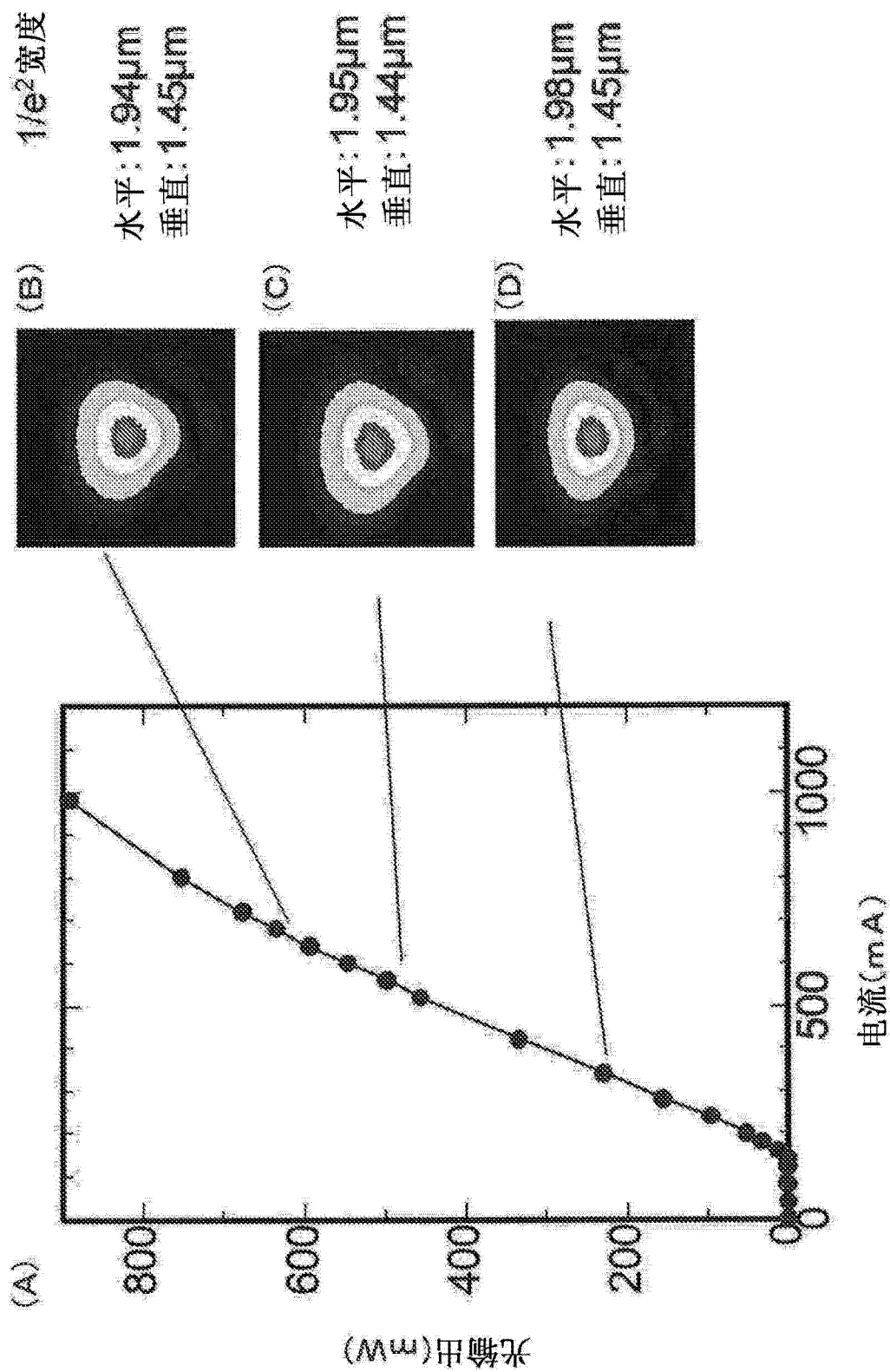


图 4

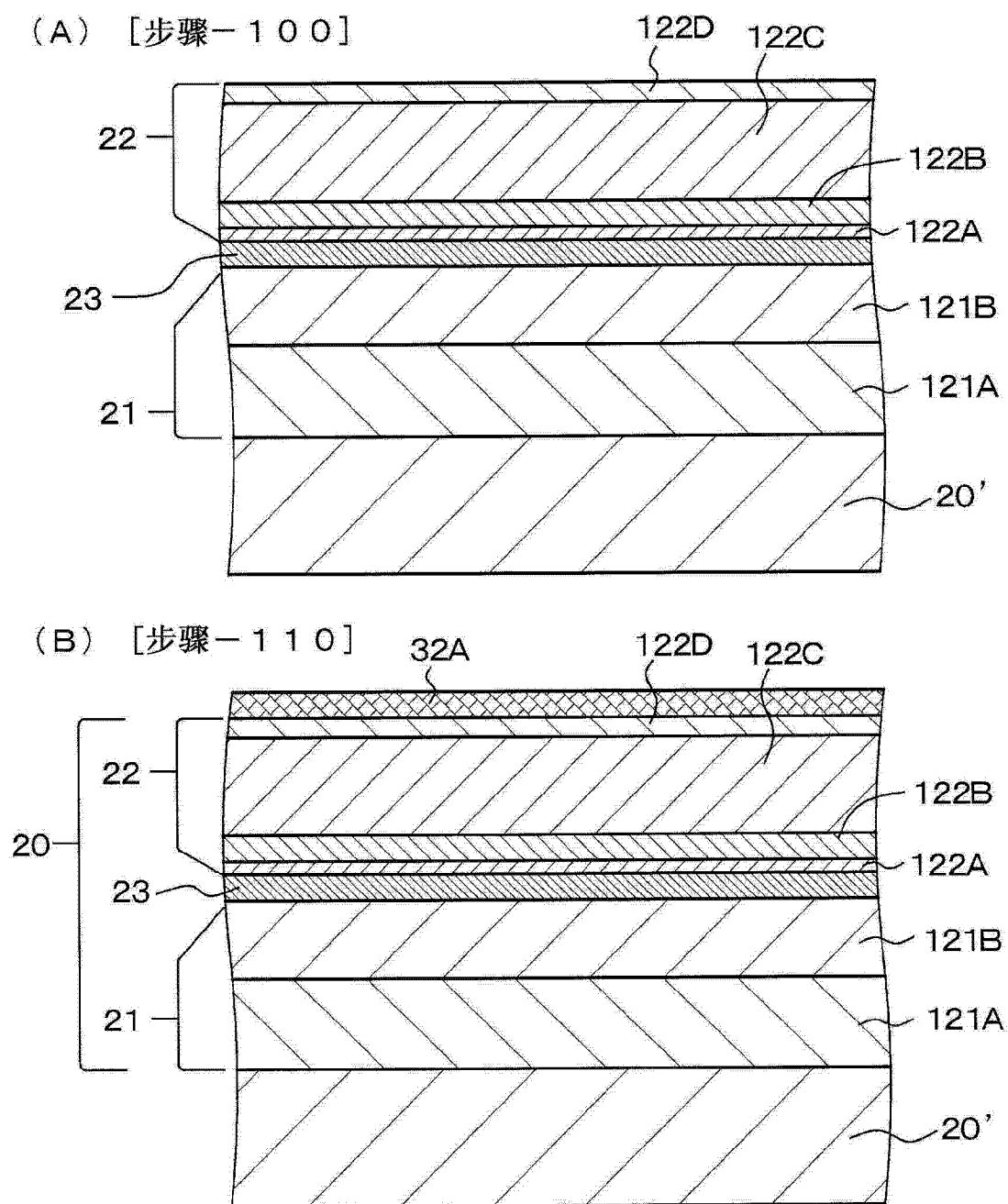
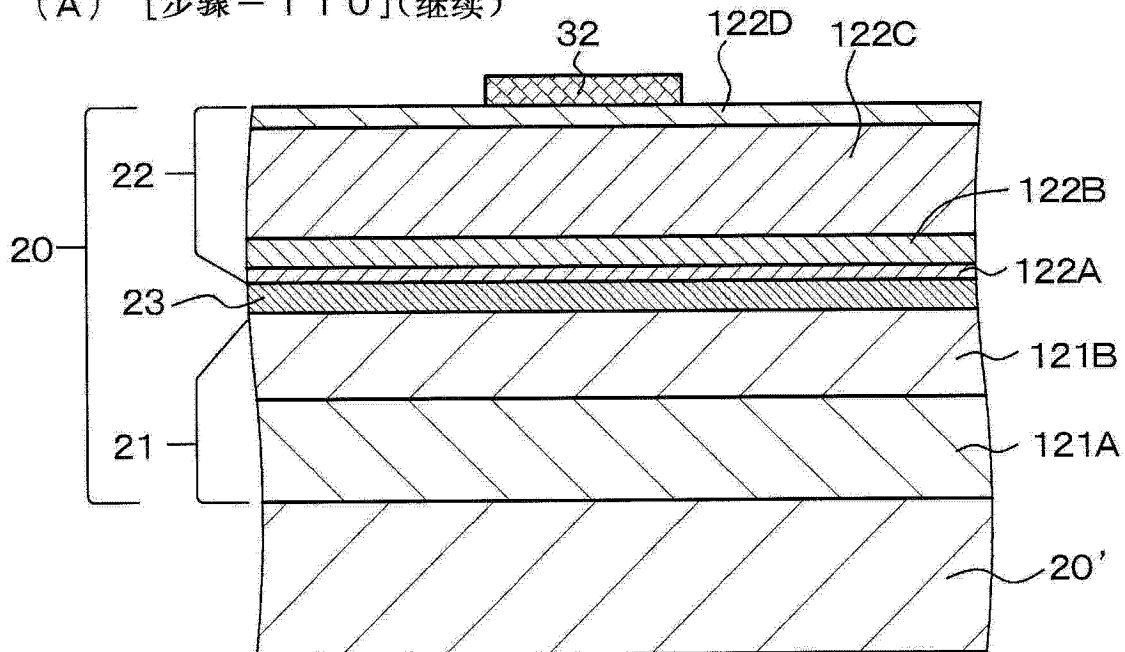


图 5

(A) [步骤-110](继续)



(B) [步骤-110](继续)

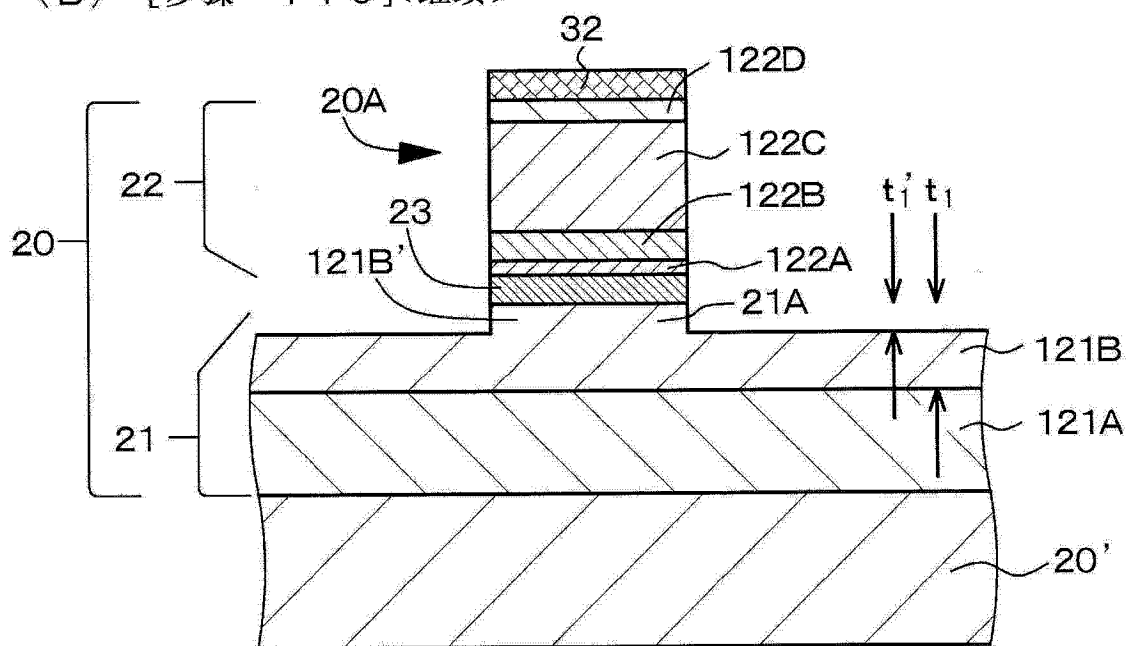
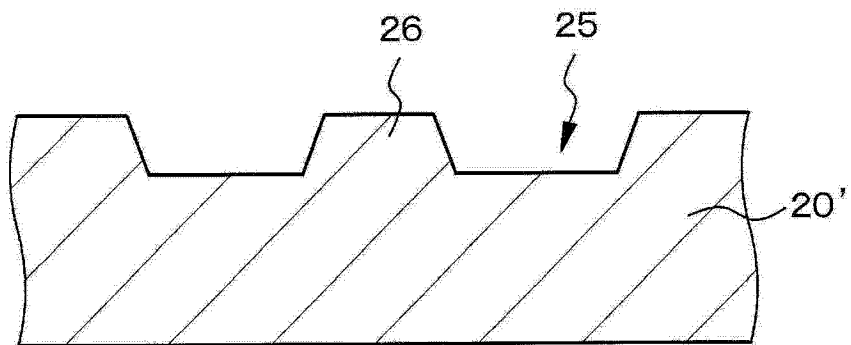
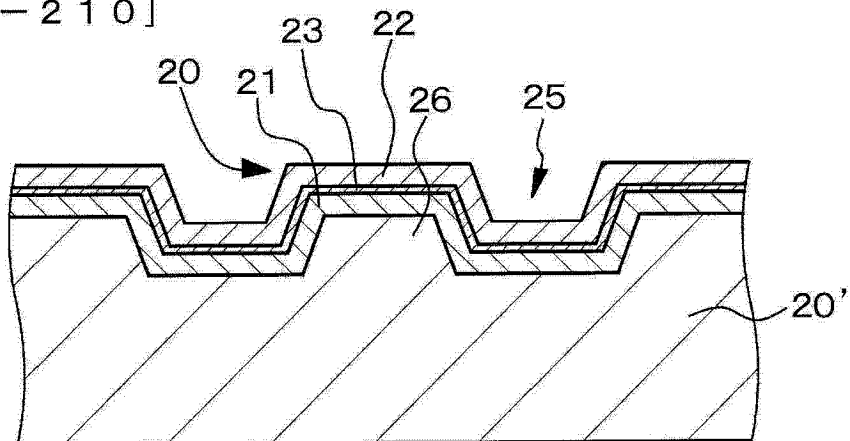


图 6

(A) [步骤-200]



(B) [步骤-210]



(C) [步骤-230]

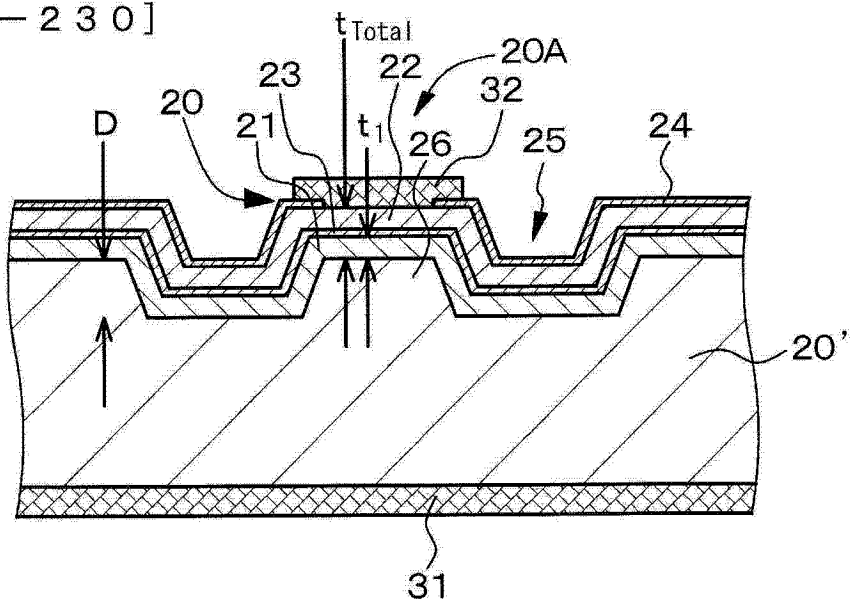
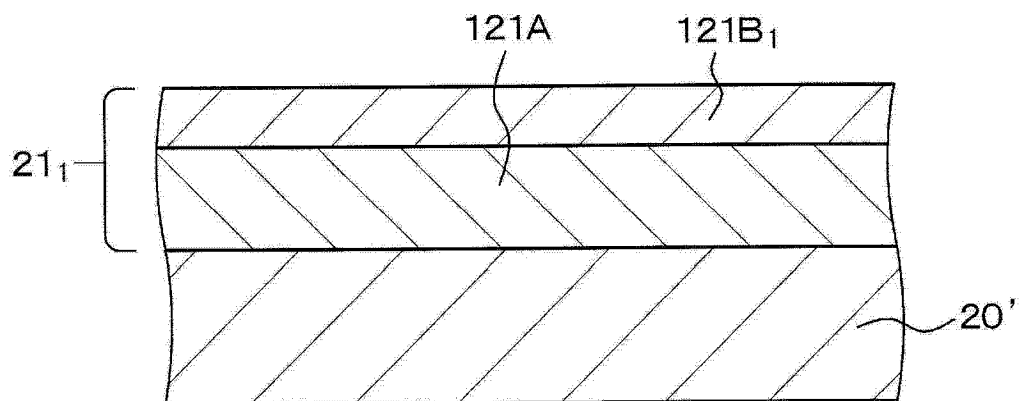


图 7

(A) [步骤-300]



(B) [步骤-310]

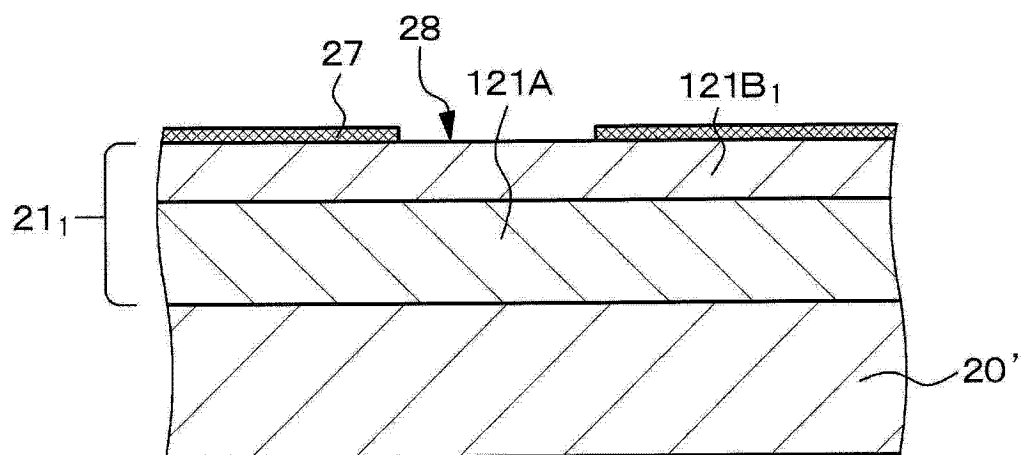
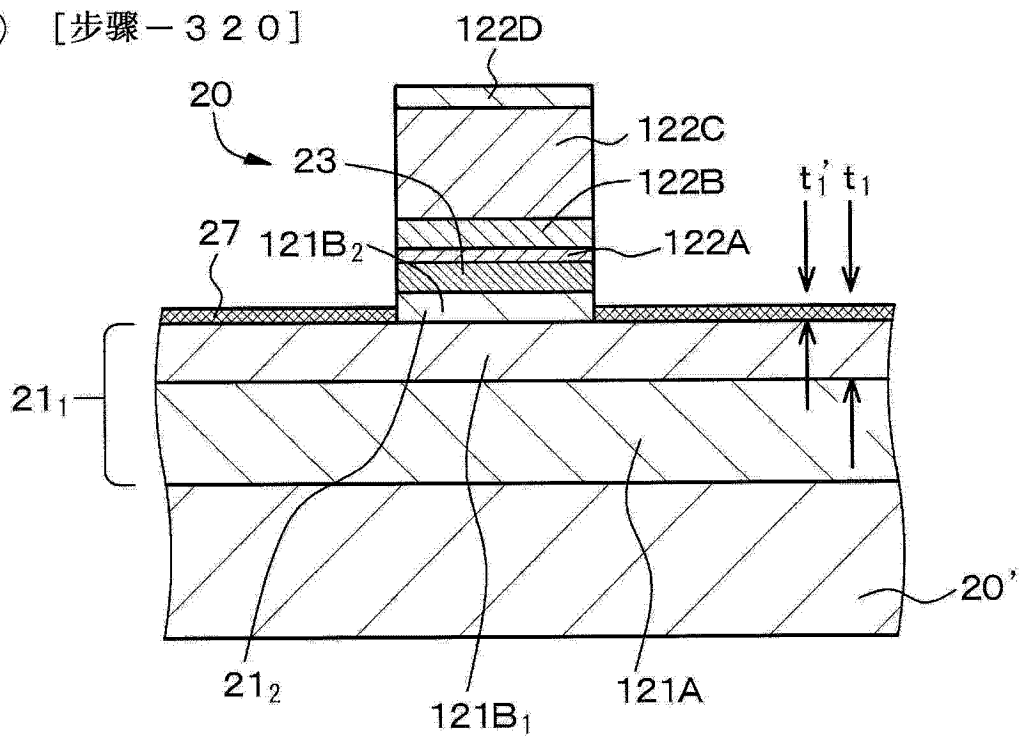


图 8

(A) [步骤-320]



(B) [步骤-330]

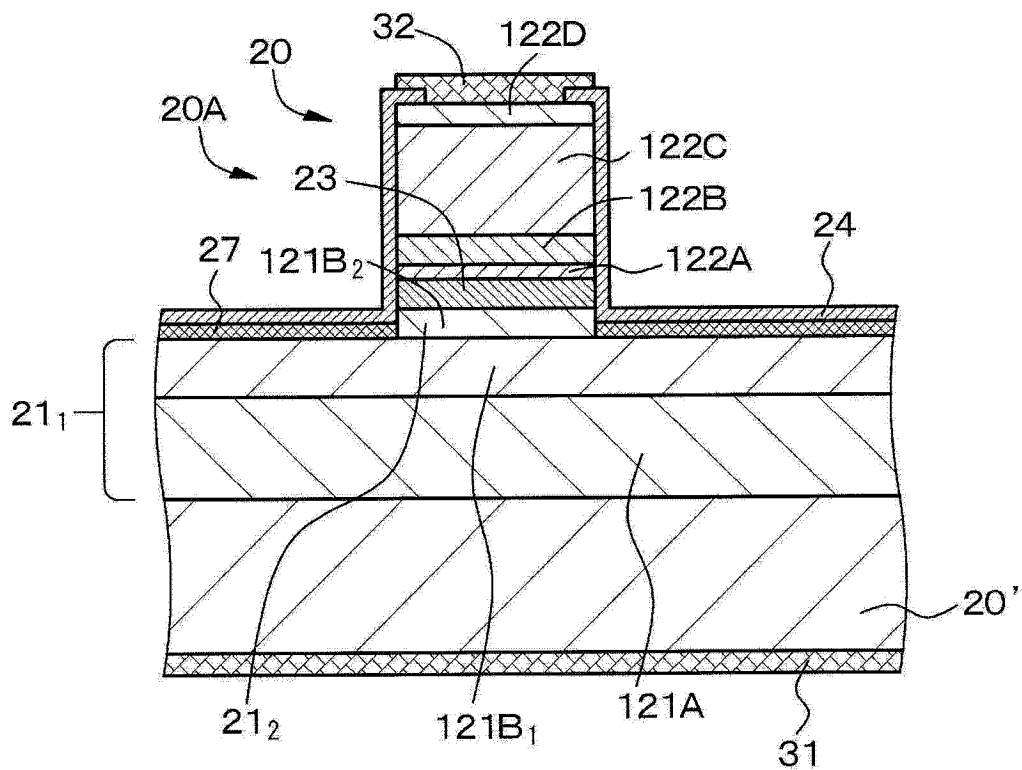


图 9

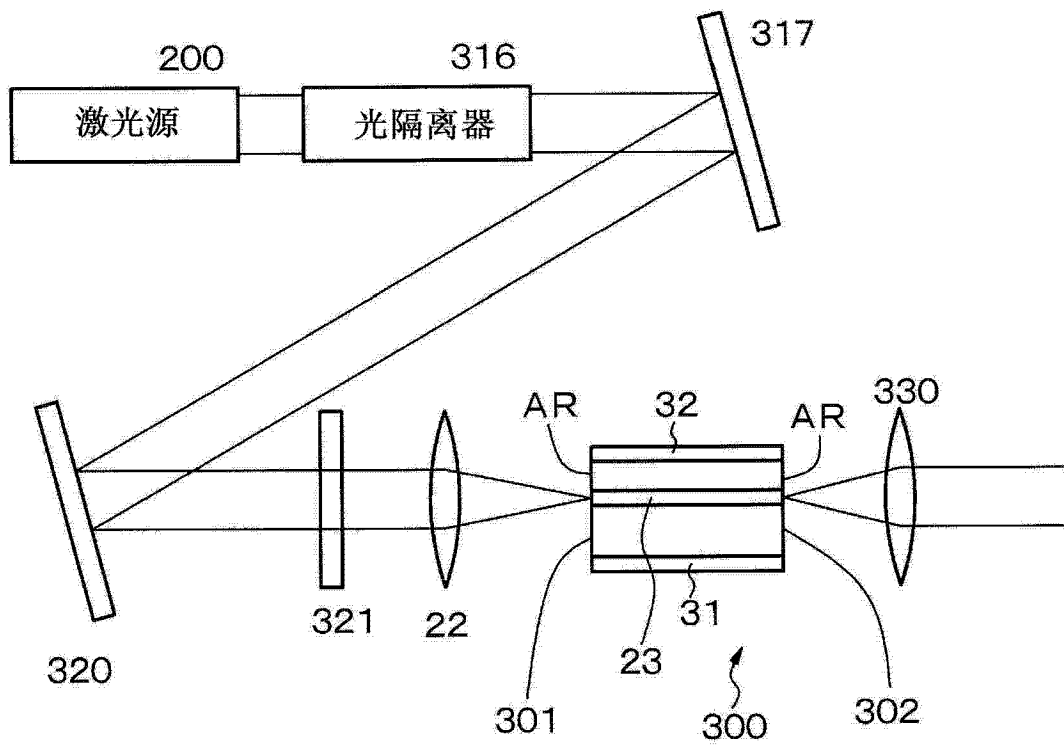


图 10

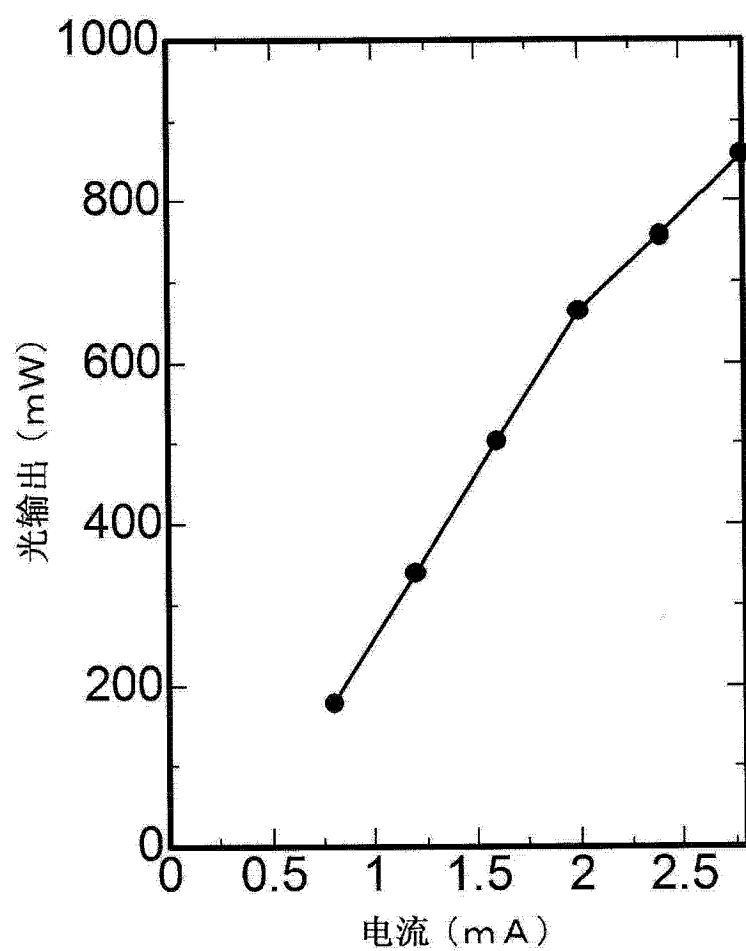


图 11

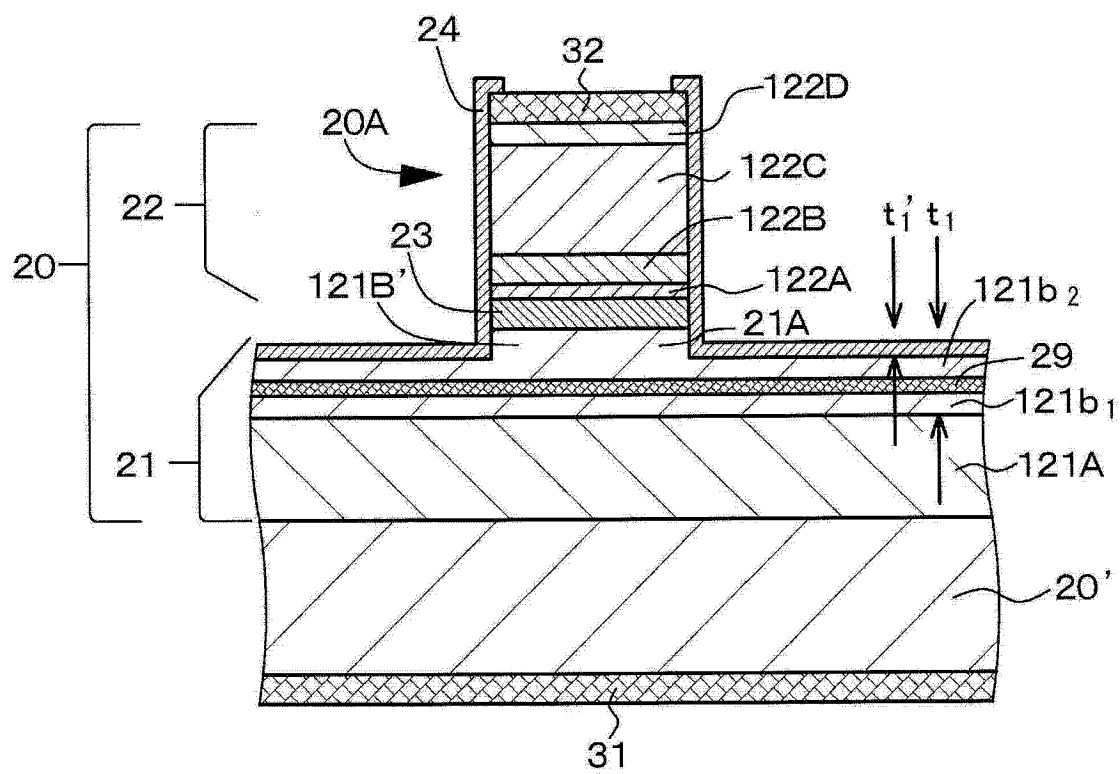


图 12

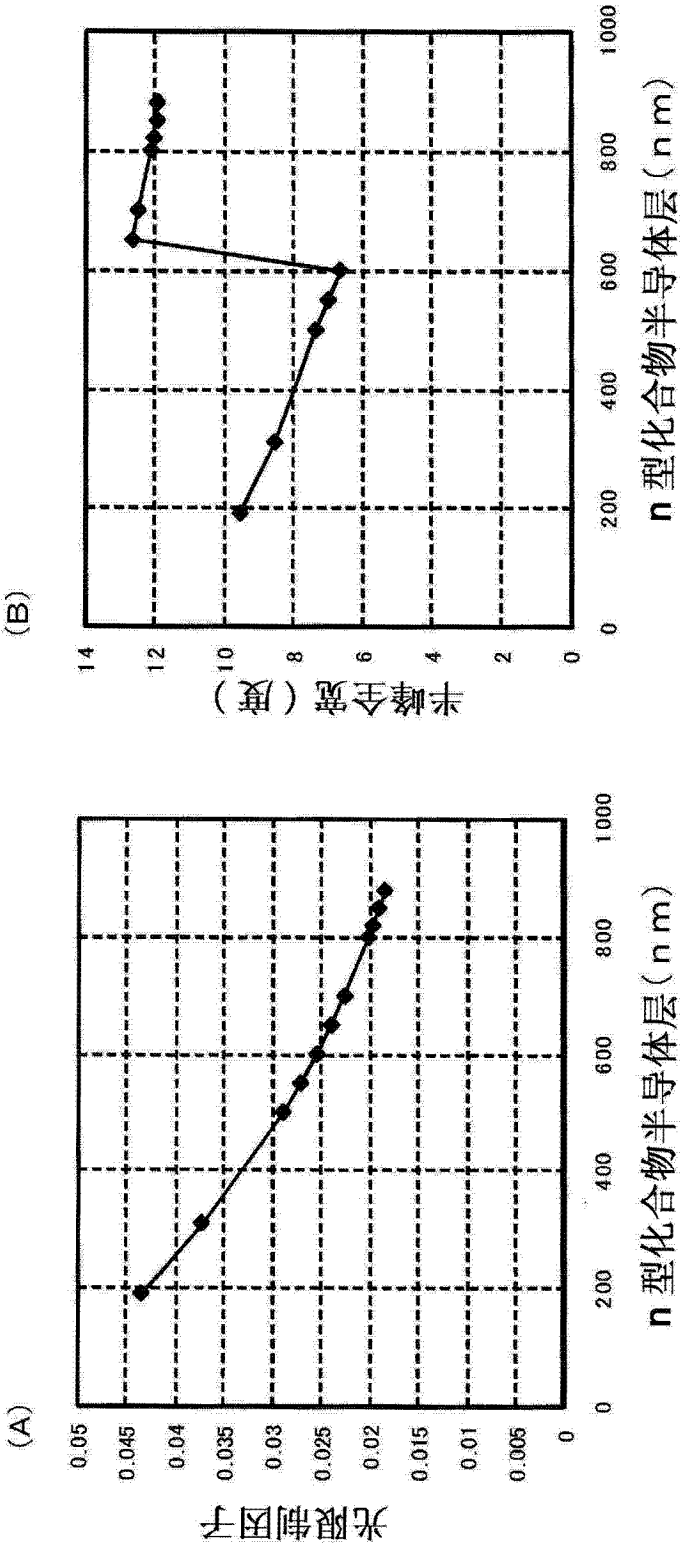


图 13

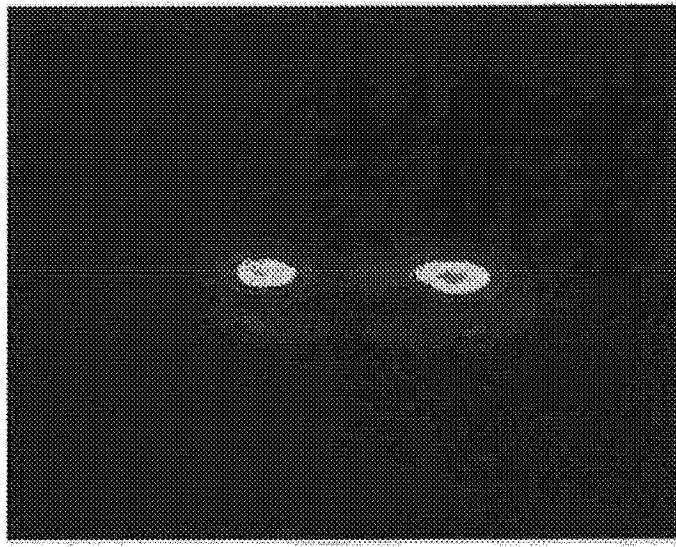


图 14