



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102971875 A

(43) 申请公布日 2013. 03. 13

(21) 申请号 201180032755. 4

(22) 申请日 2011. 08. 04

(30) 优先权数据

2010-178521 2010. 08. 09 JP

(85) PCT申请进入国家阶段日

2012. 12. 31

(86) PCT申请的申请数据

PCT/JP2011/004425 2011. 08. 04

(87) PCT申请的公布数据

W02012/020559 JA 2012. 02. 16

(71) 申请人 松下电器产业株式会社

地址 日本大阪府

(72) 发明人 井上彰 藤金正树 横川俊哉

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

72002

代理人 陈萍

(51) Int. Cl.

H01L 33/54 (2006. 01)

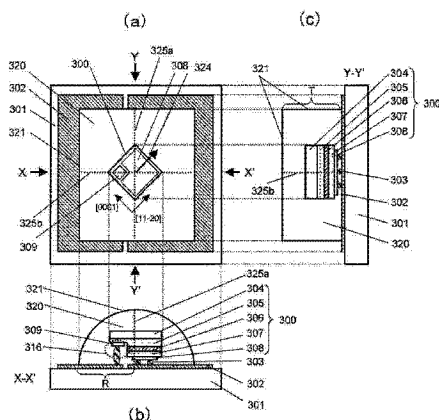
权利要求书 3 页 说明书 23 页 附图 28 页

(54) 发明名称

半导体发光器件

(57) 摘要

在具有偏振特性的氮化物系半导体发光元件的周围, 将具有圆柱形状的透光性密封部设为, 圆柱形状的对称面相对于氮化物系半导体发光元件的偏振方向处于 25 ~ 65 度的范围。



1. 一种氮化物半导体发光器件,具备:
氮化物半导体发光元件,从活性层放射在与所述活性层平行的面内所包含的偏振方向上偏振的偏振光;以及
透光性密封部,覆盖所述氮化物半导体发光元件,具有与所述活性层垂直的对称面;
所述氮化物半导体发光元件的所述偏振方向相对于所述透光性密封部的所述对称面以不包括0度和90度的角度倾斜。
2. 如权利要求1所述的氮化物半导体发光器件,
所述氮化物半导体发光元件的所述偏振方向相对于所述透光性密封部的所述对称面以25度以上且65度以下的角度倾斜。
3. 如权利要求1所述的氮化物半导体发光器件,
所述氮化物半导体发光元件的所述偏振方向相对于所述透光性密封部的所述对称面以35度以上且55度以下的角度倾斜。
4. 如权利要求1~3中任一项所述的氮化物半导体发光器件,
所述透光性密封部具有构成半圆柱的一部分的形状。
5. 如权利要求1~3中任一项所述的氮化物半导体发光器件,
所述透光性密封部具有构成圆锥的一部分的形状。
6. 如权利要求1~3中任一项所述的氮化物半导体发光器件,
所述透光性密封部具有构成多棱柱的一部分的形状。
7. 如权利要求1~3中任一项所述的氮化物半导体发光器件,
所述透光性密封部具有构成多棱锥的一部分的形状。
8. 如权利要求1~3中任一项所述的氮化物半导体发光器件,
所述透光性密封部具有构成椭圆球的一部分的形状。
9. 如权利要求1~3中任一项所述的氮化物半导体发光器件,
所述透光性密封部具有构成长方体的一部分的形状。
10. 如权利要求1~8中任一项所述的氮化物半导体发光器件,
具备支持所述氮化物半导体发光元件的安装基板。
11. 一种氮化物半导体发光器件,具备:
第1氮化物半导体发光元件,具有第1活性层,从所述第1活性层放射在与所述第1活性层平行的面内所包含的第1偏振方向上偏振的偏振光;
第2氮化物半导体发光元件,具有第2活性层,从所述第2活性层放射在与所述第2活性层平行的面内所包含的第2偏振方向上偏振的偏振光;以及
透光性密封部,覆盖所述第1氮化物半导体发光元件及所述第2氮化物半导体发光元件,具有与所述第1及第2活性层垂直的对称面;
所述第1氮化物半导体发光元件的所述第1偏振方向及所述第2氮化物半导体发光元件的所述第2偏振方向都相对于所述透光性密封部的所述对称面以不包括0度和90度的角度倾斜。
12. 如权利要求11所述的氮化物半导体发光器件,
所述第1偏振方向与所述第2偏振方向平行。
13. 如权利要求11所述的氮化物半导体发光器件,

所述第 1 偏振方向与所述第 2 偏振方向不平行。

14. 如权利要求 11 ~ 13 中任一项所述的氮化物半导体发光器件，
所述第 1 偏振方向及所述第 2 偏振方向中的至少一方相对于所述透光性密封部的所述对称面以 25 度以上且 65 度以下的角度倾斜。

15. 如权利要求 11 ~ 14 中任一项所述的氮化物半导体发光器件，
所述氮化物半导体发光元件的所述偏振方向相对于所述透光性密封部的所述对称面以 35 度以上且 55 度以下的角度倾斜。

16. 如权利要求 11 ~ 15 中任一项所述的氮化物半导体发光器件，
所述透光性密封部具有构成半圆柱的一部分的形状。

17. 如权利要求 11 ~ 15 中任一项所述的氮化物半导体发光器件，
所述透光性密封部具有构成圆锥的一部分的形状。

18. 如权利要求 11 ~ 15 中任一项所述的氮化物半导体发光器件，
所述透光性密封部具有构成多棱柱的一部分的形状。

19. 如权利要求 11 ~ 15 中任一项所述的氮化物半导体发光器件，
所述透光性密封部具有构成多棱锥的一部分的形状。

20. 如权利要求 11 ~ 15 中任一项所述的氮化物半导体发光器件，
所述透光性密封部具有构成椭圆球的一部分的形状。

21. 如权利要求 11 ~ 15 中任一项所述的氮化物半导体发光器件，
所述透光性密封部具有构成长方体的一部分的形状。

22. 如权利要求 11 ~ 15 中任一项所述的氮化物半导体发光器件，
具备支持所述第 1 及第 2 氮化物半导体发光元件的安装基板。

23. 一种氮化物半导体发光器件，具备：

第 1 氮化物半导体发光元件，具有第 1 活性层，从所述第 1 活性层放射在与所述第 1 活性层平行的面内所包含的第 1 偏振方向上偏振的偏振光；

第 2 氮化物半导体发光元件，具有第 2 活性层，从所述第 2 活性层放射在与所述第 2 活性层平行的面内所包含的第 2 偏振方向上偏振的偏振光；

第 1 透光性密封部，覆盖所述第 1 氮化物半导体发光元件，具有与所述第 1 活性层垂直的对称面；以及

第 2 透光性密封部，覆盖所述第 2 氮化物半导体发光元件，具有与所述第 2 活性层垂直的对称面；

所述第 1 氮化物半导体发光元件的所述第 1 偏振方向相对于所述第 1 透光性密封部的所述对称面以不包括 0 度和 90 度的角度倾斜；

所述第 2 氮化物半导体发光元件的所述第 2 偏振方向相对于所述第 2 透光性密封部的所述对称面以不包括 0 度和 90 度的角度倾斜。

24. 如权利要求 23 所述的氮化物半导体发光器件，
所述第 1 偏振方向与所述第 2 偏振方向平行。

25. 如权利要求 23 所述的氮化物半导体发光器件，
所述第 1 偏振方向与所述第 2 偏振方向不平行。

26. 如权利要求 23 ~ 25 中任一项所述的氮化物半导体发光器件，

所述第 1 偏振方向相对于所述第 1 透光性密封部的所述对称面以 25 度以上且 65 度以下的角度倾斜，

所述第 2 偏振方向相对于所述第 2 透光性密封部的所述对称面以 25 度以上且 65 度以下的角度倾斜。

27. 如权利要求 23 ~ 25 中任一项所述的氮化物半导体发光器件，

所述第 1 偏振方向相对于所述第 1 透光性密封部的所述对称面以 35 度以上且 55 度以下的角度倾斜，

所述第 2 偏振方向相对于所述第 2 透光性密封部的所述对称面以 35 度以上且 55 度以下的角度倾斜。

28. 如权利要求 23 ~ 27 中任一项所述的氮化物半导体发光器件，

所述第 1 透光性密封部及第 2 透光性密封部中的至少一方具有构成半圆柱的一部分的形状。

29. 如权利要求 23 ~ 27 中任一项所述的氮化物半导体发光器件，

所述第 1 透光性密封部及第 2 透光性密封部中的至少一方具有构成圆锥的一部分的形状。

30. 如权利要求 23 ~ 27 中任一项所述的氮化物半导体发光器件，

所述第 1 透光性密封部及第 2 透光性密封部中的至少一方具有构成多棱柱的一部分的形状。

31. 如权利要求 23 ~ 27 中任一项所述的氮化物半导体发光器件，

所述第 1 透光性密封部及第 2 透光性密封部中的至少一方具有构成多棱锥的一部分的形状。

32. 如权利要求 23 ~ 27 中任一项所述的氮化物半导体发光器件，

所述第 1 透光性密封部及第 2 透光性密封部中的至少一方具有构成椭圆球的一部分的形状。

33. 如权利要求 23 ~ 27 中任一项所述的氮化物半导体发光器件，

所述第 1 透光性密封部及第 2 透光性密封部中的至少一方具有构成长方体的一部分的形状。

34. 如权利要求 23 ~ 33 中任一项所述的氮化物半导体发光器件，

具备支持所述第 1 及第 2 氮化物半导体发光元件的安装基板。

半导体发光器件

技术领域

[0001] 本发明涉及具备氮化物半导体发光元件的半导体发光器件,该氮化物半导体发光元件具有偏振特性。

背景技术

[0002] 作为 V 族元素而包括氮(N)的氮化物半导体,由于其带隙的大小,作为短波长发光元件的材料而受到期望。其中,氮化镓系化合物半导体的研究广泛进行,使用氮化镓系化合物半导体的蓝色发光二极管(LED)、绿色 LED 及蓝色半导体激光器已经得到了实用化。

[0003] 以下,将氮化镓系化合物半导体称为氮化物半导体。在氮化物半导体中,包括将镓(Ga)的一部分或者全部用铝(Al)及铟(In)中的至少一方置换而得到的化合物半导体。因此,氮化物半导体由组成式 $Al_xGa_yIn_zN$ ($0 \leq x, y, z \leq 1, x + y + z = 1$) 表示。

[0004] 通过用 Al 或 In 来置换 Ga,能够使带隙大于或小于 GaN 的带隙。由此,不仅能够发出蓝色或绿色等短波长的光,而且能够发出橙色或红色的光。根据这种特征,氮化物半导体发光元件也被期待应用于图像显示装置或照明装置。

[0005] 氮化物半导体具有纤维锌矿型晶体构造。图 1A、1B、1C 以 4 指数标记(六方晶指数)来表示纤维锌矿型晶体构造的面。在 4 指数标记中,利用以 a_1 、 a_2 、 a_3 及 c 表示的基本矢量来表示晶体面或方位。基本矢量 c 沿 $[0001]$ 方向延伸,该方向被称为“ c 轴”。与 c 轴垂直的面(plane)被称为“ c 面”或者“(0001)面”。在图 1A 中,除了 c 面,还图示出 a 面、 m 面。另外,在图 1B 中,图示出 r 面,在图 1C 中,图示出 $(11-22)$ 面。

[0006] 图 2 (a) 以球棒模型表示氮化物半导体的晶体构造。图 2 (b) 从 a 轴方向观察 m 面表面附近的原子排列。 m 面与图 2 (b) 的纸面垂直。图 2 (c) 从 m 轴方向观察 c 面表面的原子排列。 c 面与图 2 (c) 的纸面垂直。由图 2 (b) 可知, N 原子及 Ga 原子位于与 m 面平行的平面上。与此相对,在 c 面上,由图 2 (c) 可知,形成仅配置有 Ga 原子的层和仅配置有 N 原子的层。

[0007] 以往,在利用氮化物半导体制造半导体元件的情况下,作为使氮化物半导体晶体成长的基板,使用将 c 面基板、即(0001)面作为主面来具有的基板。在该情况下,由于 Ga 原子及 N 原子的配置,在氮化物半导体中沿 c 轴方向形成有自发性的分极(Electrical Polarization)。因此,“ c 面”也称为“极性面”。作为分极的结果,在氮化物半导体发光元件的活性层中的 InGaN 的量子阱中,沿着 c 轴方向产生压电电场。由于该电场,活性层内的电子及空穴的分布发生位置偏离,由于载流子的量子限制斯塔克效应,活性层的内部量子效率下降。

[0008] 因此,正在研究使用将被称为非极性面的 m 面或 a 面、或者被称为半极性面的 $-r$ 面或 $(11-22)$ 面作为表面的基板来制造发光元件。如图 1 所示,纤维锌矿型晶体构造中的 m 面与 c 轴平行,是与 c 面正交的六个等价的面。例如,在图 1A 中与 $[1-100]$ 方向垂直的 $(1-100)$ 面相当于 m 面。与 $(1-100)$ 面等价的其他 m 面有 (-1010) 面、 $(10-10)$ 面、 (-1100) 面、 $(01-10)$ 面、 $(0-110)$ 面。在此,在表示米勒指数的括号内的数字的左侧

附加的“—”的意思是“横线(bar)”。

[0009] 在 m 面中,如图 2 (b)所示,由于 Ga 原子及 N 原子存在于同一原子面上,因此在与 m 面垂直的方向上不发生分极。因此,如果利用形成在 m 面上的半导体层叠构造来制造发光元件,则在活性层中不产生压电电场,能够解决由载流子的量子限制斯塔克效应引起的内部量子效率下降的课题。这在 m 面以外的作为非极性面的 a 面中也同样,另外,在被称为半极性面的一 r 面或(11 - 22)面中也能够得到类似的效果。

[0010] 进而,具有形成在 m 面或 a 面、或者一 r 面或(11 - 22)面上的活性层的氮化物半导体发光元件具有由其价电子带的构造引起的偏振特性(参照专利文献 1)。例如形成在 m 面上的氮化物半导体活性层主要射出电场强度偏向与 a 轴平行的方向的光。具有这种偏振特性的发光元件被期待应用于液晶的背光等。

[0011] 另一方面,在发光元件具有偏振特性的情况下,在理论上预测为具有发光强度在与偏振方向垂直的方向上变大的配光分布。即,产生发光元件的放射模式(配光分布)不均匀的课题。因此,在专利文献 2 中,提出了一种发光二极管装置,构成为减轻由氮化物半导体发光元件的面内方位角的差异引起的强度的差。在专利文献 2 的第 5 实施方式中,对于封装包的光的射出面,为了减轻从封装包射出的光由于芯片配置面的面内方位角的差异而引起的强度的差,以将光的朝向变更为朝向发光强度较小的方位角的方式构成封装包的光的射出面。

[0012] 在本说明书中,将电场强度偏向特定方向的光称为“偏振光(Polarized Light)”。例如,将电场强度偏向与 X 轴平行的方向的光称为“X 轴方向的偏振光”,将此时的与 X 轴平行的方向称为“偏振方向”。其中,所谓“X 轴方向的偏振光”,不仅是指在 X 轴方向上偏振的直线偏振光,也可以包括在其他方向上偏振的直线偏振光。更详细而言,所谓“X 轴方向的偏振光”,指的是透射“在 X 轴方向上具有偏振透射轴的偏振镜”的光的强度(电场强度)比透射在其他方向上具有偏振透射轴的偏振镜的光的电场强度更高的光。因此,“X 轴方向的偏振光”不仅包括在 X 轴方向上偏振的直线偏振光及椭圆偏振光,还广泛地包括在各种方向上偏振的直线偏振光、椭圆偏振光混杂存在的非相干光。

[0013] 在使偏振镜的偏振透射轴绕着光轴旋转时,若将透射该偏振镜的光的电场强度最强时的强度设为 I_{max} ,将电场强度最弱时的强度设为 I_{min} ,则偏振度由下式定义。

$$| I_{max} - I_{min} | / | I_{max} + I_{min} | \quad \text{式(1)}$$

[0015] 关于“X 轴方向的偏振光”,在偏振镜的偏振透射轴与 X 轴平行时,透射该偏振镜的光的电场强度为 I_{max} ,在偏振镜的偏振透射轴与 Y 轴平行时,透射该偏振镜的光的电场强度为 I_{min} 。关于完全的直线偏振光,由于 $I_{min} = 0$,因此偏振度等于 1。另一方面,关于完全的非偏振光,由于 $I_{max} - I_{min} = 0$,因此偏振度等于 0。

[0016] 具有形成在 m 面上的活性层的氮化物半导体发光元件如上所述,主要射出 a 轴方向的偏振光。此时,也射出 c 轴方向的偏振光或 m 轴方向的偏振光。但是,c 轴方向的偏振光和 m 轴方向的偏振光与 a 轴方向的偏振光相比,其强度较弱。因此,在本说明书中,着眼于 a 轴方向的偏振光来进行讨论。

[0017] 在先技术文献

[0018] 专利文献

[0019] 专利文献 1 :特开 2008-109066 号公报

[0020] 专利文献 2 :特开 2008-109098 号公报

[0021] 发明的概要

[0022] 发明所要解决的课题

[0023] 在专利文献 1 中,其目的在于,维持氮化物半导体发光元件的偏振特性。但是,在将具有偏振特性的发光元件作为光源的情况下,根据偏振光的方向、即 LED 的设置方向,物体表面上的反射量不同,因此存在物体看上去发生变化的课题。这是因为 P 偏振光与 S 偏振光的反射率不同(S 偏振光的反射率较高)。在此,P 偏振光是指具有与入射面平行的电场成分的光。另外,S 偏振光是指具有与入射面垂直的电场成分的光。因此,虽然在直接利用偏振特性的应用中提高偏振度是很重要的,但在一般的照明用途中,存在偏振特性造成妨碍的课题。

[0024] 在专利文献 2 中,采用了改善发光强度在与偏振方向垂直的方向上变大的课题的构造,但其目的在于改善配光分布,因此没有考虑从封装包射出的光的偏振度。

发明内容

[0025] 因此,本发明的主要目的在于,提供一种实现了偏振度减轻的氮化物半导体发光器件。

[0026] 用于解决课题的手段

[0027] 本发明的氮化物半导体发光器件具备:氮化物半导体发光元件,从活性层放射在与所述活性层平行的面内所包含的偏振方向上偏振的偏振光;以及透光性密封部,覆盖所述氮化物半导体发光元件,具有与所述活性层垂直的对称面;所述氮化物半导体发光元件的所述偏振方向相对于所述透光性密封部的所述对称面以不包括 0 度和 90 度的角度倾斜。

[0028] 在一实施方式中,所述氮化物半导体发光元件的所述偏振方向相对于所述透光性密封部的所述对称面以 25 度以上且 65 度以下的角度倾斜。

[0029] 在一实施方式中,所述氮化物半导体发光元件的所述偏振方向相对于所述透光性密封部的所述对称面以 35 度以上且 55 度以下的角度倾斜。

[0030] 在一实施方式中,所述透光性密封部具有构成半圆柱的一部分的形状。

[0031] 在一实施方式中,所述透光性密封部具有构成圆锥的一部分的形状。

[0032] 在一实施方式中,所述透光性密封部具有构成多棱柱的一部分的形状。

[0033] 在一实施方式中,所述透光性密封部具有构成多棱锥的一部分的形状。

[0034] 在一实施方式中,所述透光性密封部具有构成椭圆球的一部分的形状。

[0035] 在一实施方式中,所述透光性密封部具有构成长方体的一部分的形状。

[0036] 在一实施方式中,具备支持所述氮化物半导体发光元件的安装基板。

[0037] 本发明的其他氮化物半导体发光器件具备:第 1 氮化物半导体发光元件,具有第 1 活性层,从所述第 1 活性层放射在与所述第 1 活性层平行的面内所包含的第 1 偏振方向上偏振的偏振光;第 2 氮化物半导体发光元件,具有第 2 活性层,从所述第 2 活性层放射在与所述第 2 活性层平行的面内所包含的第 2 偏振方向上偏振的偏振光;以及透光性密封部,覆盖所述第 1 氮化物半导体发光元件及所述第 2 氮化物半导体发光元件,具有与所述第 1 及第 2 活性层垂直的对称面;所述第 1 氮化物半导体发光元件的所述第 1 偏振方向及所述第 2 氮化物半导体发光元件的所述第 2 偏振方向都相对于所述透光性密封部的所述对称面以

不包括 0 度和 90 度的角度倾斜。

[0038] 在一实施方式中,所述第 1 偏振方向与所述第 2 偏振方向平行。

[0039] 在一实施方式中,所述第 1 偏振方向与所述第 2 偏振方向不平行。

[0040] 在一实施方式中,所述第 1 偏振方向及所述第 2 偏振方向中的至少一方相对于所述透光性密封部的所述对称面以 25 度以上 65 度以下的角度倾斜。

[0041] 在一实施方式中,所述氮化物半导体发光元件的所述偏振方向相对于所述透光性密封部的所述对称面以 35 度以上 55 度以下的角度倾斜。

[0042] 在一实施方式中,所述透光性密封部具有构成半圆柱的一部分的形状。

[0043] 在一实施方式中,所述透光性密封部具有构成圆锥的一部分的形状。

[0044] 在一实施方式中,所述透光性密封部具有构成多棱柱的一部分的形状。

[0045] 在一实施方式中,所述透光性密封部具有构成多棱锥的一部分的形状。

[0046] 在一实施方式中,所述透光性密封部具有构成椭圆球的一部分的形状。

[0047] 在一实施方式中,所述透光性密封部具有构成长方体的一部分的形状。

[0048] 在一实施方式中,具备支持所述第 1 及第 2 氮化物半导体发光元件的安装基板。

[0049] 本发明的其他氮化物半导体发光器件具备:第 1 氮化物半导体发光元件,具有第 1 活性层,从所述第 1 活性层放射在与所述第 1 活性层平行的面内所包含的第 1 偏振方向上偏振的偏振光;第 2 氮化物半导体发光元件,具有第 2 活性层,从所述第 2 活性层放射在与所述第 2 活性层平行的面内所包含的第 2 偏振方向上偏振的偏振光;第 1 透光性密封部,覆盖所述第 1 氮化物半导体发光元件,具有与所述第 1 活性层垂直的对称面;以及第 2 透光性密封部,覆盖所述第 2 氮化物半导体发光元件,具有与所述第 2 活性层垂直的对称面;所述第 1 氮化物半导体发光元件的所述第 1 偏振方向相对于所述第 1 透光性密封部的所述对称面以不包括 0 度和 90 度的角度倾斜,所述第 2 氮化物半导体发光元件的所述第 2 偏振方向相对于所述第 2 透光性密封部的所述对称面以不包括 0 度和 90 度的角度倾斜。

[0050] 在一实施方式中,所述第 1 偏振方向与所述第 2 偏振方向平行。

[0051] 在一实施方式中,所述第 1 偏振方向与所述第 2 偏振方向不平行。

[0052] 在一实施方式中,所述第 1 偏振方向相对于所述第 1 透光性密封部的所述对称面以 25 度以上 65 度以下的角度倾斜,所述第 2 偏振方向相对于所述第 2 透光性密封部的所述对称面以 25 度以上 65 度以下的角度倾斜。

[0053] 在一实施方式中,所述第 1 偏振方向相对于所述第 1 透光性密封部的所述对称面以 35 度以上 55 度以下的角度倾斜,所述第 2 偏振方向相对于所述第 2 透光性密封部的所述对称面以 35 度以上 55 度以下的角度倾斜。

[0054] 在一实施方式中,所述第 1 透光性密封部及第 2 透光性密封部中的至少一方具有构成半圆柱的一部分的形状。

[0055] 在一实施方式中,所述第 1 透光性密封部及第 2 透光性密封部中的至少一方具有构成圆锥的一部分的形状。

[0056] 在一实施方式中,所述第 1 透光性密封部及第 2 透光性密封部中的至少一方具有构成多棱柱的一部分的形状。

[0057] 在一实施方式中,所述第 1 透光性密封部及第 2 透光性密封部中的至少一方具有构成多棱锥的一部分的形状。

[0058] 在一实施方式中,所述第 1 透光性密封部及第 2 透光性密封部中的至少一方具有构成椭圆球的一部分的形状。

[0059] 在一实施方式中,所述第 1 透光性密封部及第 2 透光性密封部中的至少一方具有构成长方体的一部分的形状。

[0060] 在一实施方式中,具备支持所述第 1 及第 2 氮化物半导体发光元件的安装基板。

[0061] 发明效果

[0062] 在本发明中,由于氮化物半导体发光元件的偏振方向相对于透光性密封部的对称面以不包括 0 度和 90 度的角度倾斜,因此能够使 S 偏振成分和 P 偏振成分入射至透光性密封部的外部与透光性密封部之间的界面。根据本构成,透射光不仅由于偏振方向旋转而能够减轻偏振度,而且通过将反射光变换为椭圆偏振光,能够进一步减轻偏振度。

附图说明

[0063] 图 1A 是表示纤维锌矿型晶体构造的图。

[0064] 图 1B 是表示纤维锌矿型晶体构造的图。

[0065] 图 1C 是表示纤维锌矿型晶体构造的图。

[0066] 图 2 (a) ~ (c) 是以球棒模型表示氮化物半导体的晶体构造的图。

[0067] 图 3 (a) ~ (c) 是表示实施方式 1 中的氮化物半导体发光器件的图。

[0068] 图 4 (a)、(b) 是表示实施方式 1 中的氮化物半导体发光器件的透光性密封部与外部的界面处的入射光、透射光、反射光的关系的图。

[0069] 图 5 (a) 是实施方式 2 的立体图,(b) 是以入射面切取的截面图。

[0070] 图 6 (a) 是实施方式 3 的立体图,(b) 是以入射面切取的截面图。

[0071] 图 7 (a) 是实施方式 4 的立体图,(b) 是以入射面切取的截面图。

[0072] 图 8 (a) 是实施方式 5 的立体图,(b) 是以入射面切取的截面图。

[0073] 图 9 (a) 是实施方式 6 的立体图,(b) 是以入射面切取的截面图。

[0074] 图 10 (a) 是实施方式 7 的立体图,(b) 是以入射面切取的截面图。

[0075] 图 11 是表示实施方式 1 中的透射光的特性的图表。

[0076] 图 12 是表示实施方式 1 中的偏振度的特性的图表。

[0077] 图 13 是表示实施方式 1 中的标准化偏振度的特性的图表。

[0078] 图 14 是表示实施方式 1 中的偏振成分的相位差的特性的图表。

[0079] 图 15 是表示实施方式 1 中的标准化偏振度的折射率依赖性的图表。

[0080] 图 16 是表示实施方式 1 中的透光性密封部的折射率与标准化偏振度的关系的图表。

[0081] 图 17 是表示实施方式 1 中的透光性密封部的对称面和氮化物半导体发光元件的偏振方向所成的角度与标准化偏振度的关系的图表。

[0082] 图 18 (a) ~ (c) 是表示实施方式 8 中的氮化物半导体发光器件的图。

[0083] 图 19 (a) ~ (c) 是表示实施方式 9 中的氮化物半导体发光器件的图。

[0084] 图 20 (a) ~ (c) 是表示实施方式 10 中的氮化物半导体发光器件的图。

[0085] 图 21 (a) ~ (c) 是表示实施方式 11 中的氮化物半导体发光器件的图。

[0086] 图 22 (a) ~ (c) 是表示实施方式 11 中的其他氮化物半导体发光器件的图。

- [0087] 图 23 (a) ~ (c) 是表示实施方式 12 中的氮化物半导体发光器件的图。
- [0088] 图 24 (a) ~ (c) 是表示其他实施方式中的氮化物半导体发光器件的图。
- [0089] 图 25 是表示偏振度的测定系统的图。
- [0090] 图 26 是表示实施例 1 中的透光性密封部的形状与氮化物半导体发光元件的位置关系的图。
- [0091] 图 27 是表示实施例 1 中的透光性密封部的对称面和氮化物半导体发光元件的偏振方向所成的角度与标准化偏振度的关系的图表。

具体实施方式

[0092] 关于在用透光性密封部覆盖氮化物半导体发光元件的情况下,氮化物半导体发光元件的偏振光在透射透光性密封部的表面而射出至外部时,偏振光的偏振度如何依赖于透光性密封部的形状,本申请发明人进行了详细的研究。偏振光的一部分在透光性密封部的表面、即透光性密封部与外部(空气)的界面处反射,其余透射该界面。此时,该界面处的偏振光的透射率及反射率依赖于偏振光的偏振方向。本申请发明人经研究发现,该透射率及反射率依赖于在氮化物半导体发光元件的活性层中产生的偏振光所具有的偏振方向与射出面的形状的关系。基于该见解,得出了能够减轻氮化物半导体发光元件所放射的光的偏振度的透光性密封部形状及氮化物半导体发光元件的配置的方法。

[0093] 以下,参照附图说明本发明的实施方式。在以下的附图中,为了简化说明,以同一参照标记表示实质上具有同一功能的结构要素。另外,本发明不限于以下实施方式。

[0094] (实施方式 1)

[0095] 参照图 3 及图 4 说明本发明的氮化物半导体发光器件的第 1 实施方式。

[0096] 首先,参照图 3 (a) ~ (c)。图 3 (a) 是示意性地表示本发明的实施方式中的氮化物半导体发光器件的俯视图。图 3 (b) 是图 3 (a) 的 X-X' 线截面图,图 3 (c) 是图 3 (a) 的 Y-Y' 线截面图。

[0097] 本实施方式的氮化物半导体发光器件具备:面发光型的氮化物半导体发光元件 300,从活性层放射在与活性层平行的面内所包含的偏振方向上偏振的偏振光;以及透光性密封部 320,覆盖氮化物半导体发光元件 300,具有与活性层垂直的对称面。另外,氮化物半导体发光元件 300 的偏振方向相对于透光性密封部 320 的对称面以不包括 0 度和 90 度的角度倾斜。

[0098] 以下,更详细地说明本实施方式。

[0099] 氮化物半导体发光元件 300 与安装基板 301 上的布线 302 经由凸起焊盘(bump) 303 电连接。以覆盖氮化物半导体发光元件 300 整体的方式配置有透光性密封部 320。本实施方式中的透光性密封部 320 具有构成半圆柱的一部分的形状(cylindrical)。本说明书中的“圆柱形状”具有一个或者两个对称面。在利用与对称面中的某一方垂直、且相对于氮化物系半导体发光元件 300 的主面或者活性层垂直的平面将透光性密封部 320 切除的情况下,透光性密封部 320 与外部所成的界面的形状具有将圆弧的一部分切出而得到的形状。圆柱形状所具有的对称面的数量为一个的例子在之后详述的图 6 (实施方式 3) 中示出。

[0100] 本实施方式的氮化物半导体发光元件 300 只要具备具有偏振特性的构成即可,其具体构造不特别限定。氮化物半导体发光元件 300 例如包括:基板 304,至少在表面具有 m

面 GaN 层 ;n 型氮化物半导体层 305,形成在 m 面 GaN 层上 ;氮化物半导体活性层 306 ;p 型氮化物半导体层 307 ;p 型电极 308, 以与 p 型氮化物半导体层 307 相接的方式形成 ;以及 n 型电极 309, 以与 n 型氮化物半导体层 305 相接的方式形成。在此,所谓氮化物半导体,指的是由 GaN 系构成的半导体,更具体而言,指的是 $Al_xIn_yGa_zN$ ($x + y + z = 1, x \geq 0, y \geq 0, z \geq 0$) 半导体。

[0101] 所谓“m 面”,不仅包括与 m 面完全平行的面,而且包括相对于 m 面以 $\pm 5^\circ$ 以下的角度倾斜的面。在相对于 m 面稍稍倾斜的程度下,对自发分极的影响非常小。另一方面,在晶体成长技术中,有时与晶体方位严密一致的基板相比,在稍稍倾斜的基板上更容易使半导体层外延成长。因此,为了在充分抑制自发分极的影响的同时,使外延成长的半导体层的品质提高,或者使晶体成长速度提高,有时使晶体面倾斜是有用的。

[0102] 基板 304 既可以是 m 面 GaN 基板,也可以是在表面形成有 m 面 GaN 层的 m 面 SiC 基板、形成有 m 面 GaN 层的 r 面蓝宝石基板或 m 面蓝宝石基板。最重要的一点在于,从活性层放射的光在特定方向上偏振。

[0103] 活性层的面方位不限于 m 面,只要是非极性面或半极性面即可。非极性面的例子是 a 面,半极性面的例子是 $-r$ 面或 $(11 - 22)$ 面。

[0104] 如上所述,形成在 m 面上的氮化物半导体活性层主要射出电场强度偏向与 a 轴平行的方向的光。另外,形成在 a 面上的氮化物半导体活性层主要射出电场强度偏向与 m 轴平行的方向的光。形成在作为半极性面的 $(11 - 22)$ 面上的氮化物半导体活性层,在氮化物半导体活性层的 In 的组成较小的情况下,主要射出电场强度偏向与 m 轴平行的方向的光,在氮化物半导体活性层的 In 的组成较大的情况下,主要射出电场强度偏向与 $(-1 - 123)$ 方向平行的方向的光。这种半极性面上的氮化物半导体活性层 306 的偏振特性有时由价电子带的上部两个带(A 带及 B 带)的动态决定,有时受到施加至氮化物半导体活性层 306 的形变量、量子限制效果左右。

[0105] 虽未特别图示,也可以在氮化物半导体活性层 306 与 p 型氮化物半导体层 307 之间设置无掺杂的 GaN 层。

[0106] n 型氮化物半导体层 305 例如由 n 型的 $Al_uGa_vIn_wN$ ($u + v + w = 1, u \geq 0, v \geq 0, w \geq 0$) 形成。作为 n 型掺杂剂,例如能够使用硅(Si)。p 型氮化物半导体层 307 例如由 p 型的 Al_sGa_tN ($s + t = 1, s \geq 0, t \geq 0$) 半导体构成。作为 p 型掺杂剂,例如添加 Mg。作为 Mg 以外的 p 型掺杂剂,例如也可以使用 Zn、Be 等。在 p 型氮化物半导体层 307 中,既可以是 Al 的组成比率 s 在厚度方向上相同,也可以是 Al 的组成比率 s 在厚度方向上连续性或者阶段性变化。具体而言,p 型氮化物半导体层 307 的厚度例如为 $0.05 \sim 2 \mu m$ 左右。

[0107] p 型氮化物半导体层 307 的上表面附近、即与 p 型电极 308 的界面附近优选由 Al 的组成比率 s 为零的半导体、即 GaN 形成。另外,在该情况下, GaN 优选以高浓度包含 p 型的杂质,作为接触层发挥作用。

[0108] 氮化物半导体活性层 306 例如具有由厚度 $3 \sim 20nm$ 左右的 $Ga_{1-x}In_xN$ 阱层与厚度 $5 \sim 30nm$ 左右的 $Ga_{1-y}In_yN$ 阱层 ($0 \leq y < x < 1$) 壁垒层交替层叠而成的 GaInN/GaInN 多重量子阱(MQW)构造。

[0109] 从氮化物半导体发光元件 300 射出的光的波长由作为上述阱层的半导体组成的 $Ga_{1-x}In_xN$ 半导体中的 In 的组成 x 决定。在形成在 m 面上的氮化物半导体活性层 306 中不

产生压电电场。因此,即使增加 In 组成,也能够抑制发光效率的降低。

[0110] n 型电极 309 例如由 Ti 层及 Pt 层的层叠构造(Ti/Pt) 等形成。p 型电极 308 优选大致覆盖 p 型氮化物半导体层 307 的表面整体。p 型电极 308 由 Pd 层及 Pt 层的层叠构造(Pd/Pt) 等形成。

[0111] 接着说明透光性密封部 320。

[0112] 透光性密封部 320 可以由硅树脂、环氧树脂等树脂系材料、或者玻璃、蓝宝石、ZnO 等无机材料形成。透光性密封部 320 具有相对于与氮化物半导体发光元件 300 的活性层垂直的平面(对称面) 对称的形状。更具体而言,本实施方式中的透光性密封部 320 的外形具有圆柱形状。图 3 所示的圆柱形状是将圆柱分为一半而成的形状,具有两个对称面 325a 及 325b。这两个对称面 325a 及 325b 正交。另外,圆柱形状的高度 T 与半径 R 相等。

[0113] 氮化物半导体发光元件 300 的偏振方向 324 相对于对称面 325a 及 325b 以不包括 0 度和 90 度的角度(0 ~ 90 度) 倾斜。氮化物半导体发光元件 300 的偏振方向 324 能够相对于对称面 325a 及 325b 以 25 度以上且 65 度以下的角度倾斜。该倾斜角度也可以为 35 度以上且 55 度以下。例如,在使氮化物半导体发光元件 300 的偏振方向 324 相对于对称面 325a 以 30 度倾斜的情况下,相对于对称面 325b 以 60 度倾斜,必然满足该角度范围。这是因为,两个对称面 325a 及 325b 正交。

[0114] 氮化物半导体发光元件 300 的偏振方向 324 相对于对称面 325a 及 325b 以 35 ~ 55 度倾斜时,能够将标准化偏振度减轻到 0.4 左右。氮化物半导体发光元件 300 的偏振方向 324 相对于对称面 325a 及 325b 以 37 ~ 53 度倾斜时,能够使标准化偏振度减轻到 0.3 左右。在此,所谓标准化偏振度,指的是通过氮化物半导体发光元件 300 的偏振度对式 1 中定义的偏振度进行标准化而得到的值。

[0115] 透光性密封部 320 的最短部的长度优选设定为氮化物半导体发光元件 300 的最长部的长度以上。所谓透光性密封部 320 的最短部,将氮化物半导体发光元件 300 的形状正投影到安装基板 301 上而形成四边形,从该四边形的对角线的交点到透光性密封部 320 与外部所成的界面 321 的最近距离的长度。在从上面观察氮化物半导体发光元件 300 时的形状为正方形或长方形的情况下,其对角线的长度是氮化物半导体发光元件 300 的最长部。

[0116] 透光性密封部 320 的最短部的长度与氮化物半导体发光元件 300 的最长部的长度之比优选设定为大于透光性密封部 320 的折射率。例如,在透光性密封部 320 的表面的截面形状接近于圆弧的情况下,从氮化物半导体发光元件 300 射出的光在透光性密封部 320 的表面不容易全反射。

[0117] 接着,参照图 4 (a) 及 (b) 说明透光性密封部 320 表面上的透射光及反射光的偏振光的情形。图 4 (a) 是透光性密封部 320 的鸟瞰图,图 4 (b) 是着眼于某个光(入射光 330) 并以该光的入射面切出的截面图。在图 4 中,由于着眼于光线,因此省略氮化物半导体发光元件 300 的各层、安装基板 301 等。

[0118] 从氮化物半导体发光元件 300 射出的光穿过透光性密封部 320,从透光性密封部 320 的表面射出至外部(例如空气)。透光性密封部 320 的表面形成透光性密封部 320 与外部的界面。因此,将透光性密封部 320 的表面简称为“界面”。在该界面上,由于存在折射率差,因此能够产生光的反射或折射。

[0119] 从氮化物半导体发光元件 300 射出的光在透光性密封部 320 的内部传播,并入射

至界面 321。向界面 321 的入射光 330 之中的透射界面 321 的成分(透射光 331)中,存在在界面 321 上反射的成分(反射光 332)。所谓入射面 332,指的是入射光 330、透射光 331 和反射光 332 所形成的平面。将入射光 330 与界面 321 的垂直方向所成的角度设为入射角度 333。

[0120] 根据本实施方式的结构,氮化物半导体发光元件 300 的偏振方向 324 相对于对称面 325a 及 325b 以不包括 0 度和 90 度的角度(大于 0 度且小于 90 度)倾斜,因此入射光 330 相对于入射面 332 具有 S 偏振成分和 P 偏振成分。

[0121] 氮化物半导体发光元件 300 优选配置为:在对称面 325a 或对称面 325b 的面上存在氮化物半导体发光元件 300 的至少一部分。更优选的是,氮化物半导体发光元件 300 配置为:在对称面 325a 与对称面 325b 交叉的线上,存在氮化物半导体发光元件 300 的至少一部分。更优选的是,配置为氮化物半导体发光元件 300 的中心存在于对称面 325a 与对称面 325b 所交叉的线上。所谓氮化物半导体发光元件 300 的中心,例如在从上面观察时氮化物半导体发光元件 300 为正方形或长方形的情况下,指的是该对角线的交点。如上所述,通过在对称面上配置氮化物半导体发光元件 300,也提高了从透光性密封部 320 取出的光的配光模式的对称性。

[0122] 由于氮化物半导体发光元件 300 比透光性密封部 320 小,因此能够大致看作点光源。由于大致为点光源,因此假定为来自氮化物半导体发光元件 300 的光的强度分布具有朗伯形状(在 M 轴方向上发光最强,在从 M 轴倾斜 θ 的方向上为 $\cos \theta$ 的强度)。

[0123] 在将透光性密封部 320 的折射率设为 n_1 ,将透光性密封部 320 的外部的折射率设为 n_2 的情况下,以小于由斯涅尔定律决定的临界角($\theta = \sin^{-1}(n_2/n_1)$)的角度向界面 321 入射的光较强地透射,以临界角 θ_i 以上的角度向界面 321 入射的光发生反射。以下,分为透射光和反射光来说明本实施方式的效果。

[0124] <透射光>

[0125] 入射角度 333 小于临界角的光几乎全部透射界面 321。图 11 是表示将透光性密封部 320 的折射率设为 1.5 并将透光性密封部 320 的外部的折射率设为 1 的情况下的、向界面 321 的入射角度 333、S 偏振成分(与入射面垂直的成分)和 P 偏振成分(与入射面平行的成分)的透射强度的计算结果的图表。在透射强度为 1 的情况下,意味着入射的全部光都透射。在入射角度为 0 的情况下,透射强度不为 1,这是因为存在反射光。如果入射角度 333 变大(接近临界角),则 S 偏振成分难以透射, P 偏振成分较强地透射。结果,发生偏振方向在与入射面 322 平行的方向上旋转的现象。

[0126] 图 12 是表示将透光性密封部 320 的折射率设为 1.5 且将透光性密封部 320 的外部的折射率设为 1 的情况下的、向界面 321 的入射角度 333 和偏振方向的变化量(相对于原来的偏振方向的变化量)的计算结果的图表。可知,入射角度 333 越大(越接近临界角),则透射光的偏振方向、即偏波面变化越大。

[0127] 图 13 是表示将透光性密封部 320 的外部的折射率设为 1 且将氮化物半导体发光元件的偏振方向 324 与透光性密封部 320 的对称面所成的角度设为 45 度的情况下,计算相对于透光性密封部 320 的折射率的标准化偏振度而得到的结果的图表。在此,通过对入射角 333 为 0 度至临界角的范围的光进行积分,来计算偏振度。在此,所谓标准化偏振度,指的是以氮化物半导体发光元件 300 的偏振度进行标准化而得到的值。实际的氮化物半导体

发光元件 300 的偏振度还依赖于氮化物半导体活性层 306 的 In 组成等,但在计算中将氮化物半导体发光元件 300 的偏振度作为 1 来计算。根据图 13 可知,偏振度的减轻效果也依赖于透光性密封部 320 的折射率。即,可知透光性密封部 320 的折射率越大,则透射光的偏振度越小。一般来说,作为密封部的材料而广泛使用的硅树脂或环氧树脂的折射率为 1.4 ~ 1.5 左右,可知在硅树脂或环氧树脂中也能够得到本申请发明的效果。

[0128] 透射光的特征为:在 S 偏振成分和 P 偏振成分中不产生相位差。即,在向界面 321 的入射光是完全的直线偏振光的情况下,如果仅着眼于某光线,则透射光也保持为直线偏振光。但是,实际的氮化物半导体发光器件的光是向透光性密封部 320 的外部取出的光的总和,因此在对入射角 333 为 0 度至临界角的范围的光进行积分的情况下,能够减轻偏振度。

[0129] <反射光>

[0130] 入射角度 333 为临界角以上的范围的光几乎全部在界面 321 处反射。这是因为:透光性密封部 320 的折射率大于其外部的折射率(在大气的情況下为 1)。在光反射时,光以波长程度的大小射出,因此发生表面反射点偏离(古斯-汉欣位移)的现象,在 S 偏振成分与 P 偏振成分中发生相位差。

[0131] 图 14 表示将透光性密封部 320 的折射率设为 1.5 且将透光性密封部 320 的外部的折射率设为 1 的情况下的、S 偏振成分与 P 偏振成分的相位差。在图中,示出 1 次反射、2 次反射及 3 次反射中的相位差。在图 14 中仅示出 1 次反射光 332,但实际上存在多次反射的光。在入射光 330 为完全的直线偏振光的情况下,在相位差为 $90 \cdot (2m + 1)$ 时,反射光 332 为圆偏振光,除此以外为椭圆偏振光。在此, m 为整数。仅在光以某特定的角度向界面 321 入射时,反射光 332 为圆偏振光。

[0132] 图 15 是表示将透光性密封部 320 的外部的折射率设为 1 且将氮化物半导体发光元件的偏振方向 324 与透光性密封部 320 的对称面所成的角度设为 45 度的情况下,相对于透光性密封部 320 的折射率的标准化偏振度的计算结果的图表。在此,通过对入射角 333 为临界角至 90 度的范围的光进行积分,来计算偏振度。另外,所谓标准化偏振度,指的是以氮化物半导体发光元件 300 的偏振度进行标准化而得到的值。在计算中,将氮化物半导体发光元件 300 的偏振度作为 1 来计算。着眼于 1 次反射光,折射率越小,则标准化偏振度的下降越大。另外,可知反射次数越增加,峰与谷的数量越增加。在 2 次以上的反射中,标准化偏振度为 0.4 以下。

[0133] 在透光性密封部 320 的形状为通常使用的半球形状的情况下,设计为在界面 321 处不发生全反射,因此由这样的反射光造成的偏振度的减轻效果较小而未被考虑。在本构成中,通过适当决定透光性密封部 320 的形状和氮化物半导体发光元件 300 的偏振方向,使得在透光性密封部 320 的内部反射 1 次以上,变换为圆偏振光或椭圆偏振光,并将光取出至外部。

[0134] 如上所述,反射光的特征为,在 S 偏振成分与 P 偏振成分中产生相位差。即,即使向界面 321 的入射光是完全的直线偏振光,在本构成中,反射光 332 变换为圆偏振光或椭圆偏振光,因此能够使偏振度下降。

[0135] <透射光和反射光>

[0136] 图 16 是表示将透光性密封部 320 的外部的折射率设为 1 且将氮化物半导体发光

元件 300 的偏振方向 324 与透光性密封部 320 的对称面所成的角度设为 45 度的情况下, 计算相对于透光性密封部 320 的折射率的标准化偏振度而得到的结果的图表。示出了在考虑透射光和 1 次反射光双方的情况下的、透光性密封部 320 的折射率和标准化偏振度的计算结果。在此, 所谓标准化偏振度, 指的是以氮化物半导体发光元件 300 的偏振度进行标准化而得到的值。在计算中, 将氮化物半导体发光元件 300 的偏振度作为 1 来计算。透光性密封部 320 的折射率越增加, 越能够降低偏振度。

[0137] 在此, 说明入射面 322 与透光性密封部 320 的底面相同的情况下的光。在入射面 322 与透光性密封部 320 的底面相同的情况下, 氮化物半导体发光元件 300 的偏振方向 324 存在于入射面 322 内, 仅为 P 偏振成分。因此, 向该方向射出的光仅为 P 偏振成分, 透射光 331 和反射光 332 的偏振度不下降。但是, 从实际的氮化物半导体发光元件 300 射出的光具有以下特征: 在与氮化物半导体发光元件 300 的主面垂直的方向上射出较强的光, 在从主面以 θ 倾斜的方向上, 大约下降至 $\cos \theta$ 的强度。因此, 入射面 322 与透光性密封部 320 的底面相同的光的光量相对于氮化物半导体发光器件整体的光量充分小, 在本构成中, 能够得到偏振度的减轻效果。

[0138] 图 17 表示透光性密封部 320 的对称面及氮化物半导体发光元件 300 的偏振方向所成的角度与从透光性密封部 320 取出的光的标准化偏振度之间的关系(计算值)。透光性密封部 320 的形状是图 4 的圆柱形状。假设为在对称面 325a 与对称面 325b 的交线上配置氮化物半导体发光元件 300。在此, 所谓标准化偏振度, 指的是以氮化物半导体发光元件 300 的偏振度进行标准化而得到的值。在计算中, 将氮化物半导体发光元件 300 的偏振度作为 1 来计算。在透光性密封部 320 的对称面 325a、325b 与氮化物半导体发光元件 300 的偏振方向所成的角度为 45 度时, 标准化偏振度最小。在透光性密封部 320 的对称面与氮化物半导体发光元件 300 的偏振方向所成的角度处于 25 ~ 65 度的范围的情况下, 可知标准化偏振度能够减轻至 0.5。在该角度处于 35 ~ 55 度的范围的情况下, 可知标准化偏振度能够减轻至 0.38。

[0139] 接着, 参照图 3 说明本实施方式的制造方法。

[0140] 首先, 说明氮化物半导体发光元件 300 的制造方法的一例。

[0141] 在以 m 面为主面的 n 型 GaN 基板 304 上, 利用 MOCVD 法等使 n 型氮化物半导体层 305 外延成长。例如, 作为 n 型杂质而使用硅, 将 TMG ($\text{Ga}(\text{CH}_3)_3$) 及 NH_3 作为原料供给, 以 900°C 以上且 1100°C 以下左右的成长温度, 形成由 GaN 构成的厚度 1 ~ 3 μm 左右的 n 型氮化物半导体层 305。

[0142] 接着, 在 n 型氮化物半导体层 305 上, 形成氮化物半导体活性层 306。氮化物半导体活性层 306 例如具有厚度 15nm 的 $\text{Ga}_{1-x}\text{In}_x\text{N}$ 阱层与厚度 30nm 的 GaN 壁垒层交替层叠而成的 GaInN/GaN 多重量子阱(MQW)构造。在形成 $\text{Ga}_{1-x}\text{In}_x\text{N}$ 阱层时, 为了进行 In 的掺入, 优选使成长温度下降至 800°C。

[0143] 按照氮化物系半导体发光元件 300 的用途来选择发光波长, 决定与波长相应的 In 组成 x。在将波长设为 450nm(蓝色)的情况下, 将 In 组成 x 决定为 0.18 ~ 0.2。若为 520nm(绿色), 则 $x = 0.29 \sim 0.31$, 若为 630nm(红色), 则 $x = 0.43 \sim 0.44$ 。

[0144] 也可以在氮化物半导体活性层 306 上, 例如堆积厚度 15 ~ 50nm 的无掺杂 GaN 层(未图示)。在无掺杂 GaN 层上, 形成 p 型氮化物半导体层 307。例如, 作为 p 型杂质而使用

Cp_2Mg (环戊二烯镁), 将 TMG 及 NH_3 作为原料供给, 以 900°C 以上且 1100°C 以下左右的成长温度, 形成由厚度 $50 \sim 300\text{nm}$ 左右的 p 型 GaN 构成的 p 型氮化物半导体层 307。也可以在 p 型氮化物半导体层 307 的内部, 包含厚度 $15 \sim 30\text{nm}$ 左右的 p-AlGaIn 层 (未图示)。通过设置 p-AlGaIn 层, 能够在动作时抑制电子的过流。然后, 以 $800 \sim 900$ 度左右的温度进行 20 分钟左右的热处理。

[0145] 接着, 通过使用氯系气体进行干式蚀刻, 除去 p 型氮化物半导体层 307、氮化物半导体活性层 306 及 n 型氮化物半导体层 305 的一部分而形成凹部 316, 使 n 型氮化物半导体层 305 的一部分露出。

[0146] 以与露出的 n 型氮化物半导体层 305 的一部分相接的方式形成 n 型电极 309。例如, 作为 n 型电极 309 而形成 Ti/Pt 层。进而, 以与 p 型氮化物半导体层 307 相接的方式形成 p 型电极 308。例如, 作为 p 型电极 308 而形成 Pd/Pt 层。然后, 进行热处理, 使 Ti/Pt 层与 n 型氮化物半导体层 305、及 Pd/Pt 层与 p 型氮化物半导体层 307 合金化。

[0147] 然后, 将 n 型 GaN 基板 304 研磨至 $50 \sim 300 \mu\text{m}$ 左右而使其薄膜化。通过薄膜化, 不仅容易切割, 而且能够抑制氮化物系半导体发光元件 300 内部的光的吸收。

[0148] 如此制造的氮化物系半导体发光元件 300 被安装在安装基板 301 上。在此, 说明倒装芯片构造。

[0149] 在安装基板 301 上, 预先形成布线 302。作为安装基板材料, 能够使用氧化铝、AlN、树脂等。在将 Si 或 Ge 等用于安装基板的情况下, 由绝缘膜将表面覆盖即可。布线 302 与氮化物系半导体发光元件 300 的电极形状相应配置即可。布线 302 能够使用 Cu、Au、Ag、Al 等。这些材料通过溅射或电镀等形成在安装基板 301 上。

[0150] 在布线 302 上, 形成凸起焊盘 303。凸起焊盘使用 Au 即可。在形成 Au 凸起焊盘时, 使用凸起焊盘焊接机, 能够形成直径 $50 \sim 70 \mu\text{m}$ 左右的 Au 凸起焊盘。另外, 通过 Au 镀处理, 也能够形成 Au 凸起焊盘。像这样, 在形成了凸起焊盘 303 的安装基板 301 上, 使用超声波接合来连接氮化物系半导体发光元件 300。

[0151] 接着, 形成透光性密封部 320。透光性密封部 320 能够使用环氧树脂、硅树脂。在决定透光性密封部 320 的形状时, 在安装有氮化物系半导体发光元件 300 的安装基板 301 上覆盖模具, 向空洞部分注入树脂。通过该方法, 能够同时进行透光性密封部 320 的形状形成和氮化物系半导体发光元件 300 的树脂密封。另外, 也可以采用以下方法: 预先形成设置有与氮化物系半导体发光元件 300 相应的空间的透光性密封部 320, 将该透光性密封部 320 覆盖在安装有氮化物系半导体发光元件 300 的安装基板 301 上, 向间隙注入树脂。

[0152] 氮化物系半导体发光元件 300 的偏振方向优选能够从氮化物系半导体发光元件 300 的外观来掌握。例如, 基于图 3 (a) 所示的 p 型电极 308 及 n 型电极 309 的形状, 参照以 m 面为主面的 n 型 GaN 基板 304 的东洋板, 并且使 p 型电极 308 或 n 型电极 309 的朝向对应于 c 轴方向和 a 轴方向。

[0153] 接着, 在根据 p 型电极 308 及 n 型电极 309 的形状掌握了氮化物系半导体发光元件 300 的偏振方向 (a 轴方向) 的状态下, 使透光性密封部 320 的对称面的朝向对应于半导体发光元件 300 的偏振方向的期望的角度。在此, 示出了根据电极的形状来掌握氮化物系半导体发光元件 300 的偏振方向的例子, 但也可以根据氮化物系半导体发光元件 300 的外形来掌握。例如, 如果将氮化物系半导体发光元件 300 切割为长方形, 并使长方形的长边方

向与 a 轴方向(偏振方向)一致,则能够根据氮化物系半导体发光元件 300 的外形来掌握偏振方向,能够使透光性密封部 320 的对称面的朝向与半导体发光元件 300 的偏振方向对应于期望的角度。

[0154] 通过以上方法,完成本实施方式的氮化物系半导体发光器件。

[0155] 在实施方式 1 中,说明了透光性密封部 320 的形状是构成半圆柱的一部分的形状、即圆柱形状的情况。在以下实施方式的一部分中,说明透光性密封部 320 具有构成圆锥的一部分的形状的方式、具有构成多棱柱的一部分的形状的方式、具有构成椭圆球的一部分的形状的方式、以及具有构成长方体的一部分的形状的方式。

[0156] (实施方式 2)

[0157] 以下,参照图 5 说明本发明的氮化物系半导体发光器件的第 2 实施方式。

[0158] 在图 5 中,图示了透光性密封部 320 的形状和氮化物系半导体发光元件 300 的偏振方向 324。氮化物半导体发光元件的各层、安装基板 301 等省略图示。另外,在图 5 中,示出了鸟瞰图(上段)和将某光线的入射面切出的图(下段)。这一点在后述的图 6 ~ 图 10 中也同样。

[0159] 图 5 的实施方式与图 4 的实施方式的差异在于,在将圆柱形状的高度设为 T、将圆柱形状的半径设为 R 的情况下,在本实施方式中满足 $T < R$ 的关系。本实施方式中的氮化物半导体发光元件 300 的偏振方向 324 也相对于对称面 325a 及 325b 以不包括 0 度和 90 度的角度(0 ~ 90 度)倾斜。在本实施方式中,氮化物半导体发光元件 300 的偏振方向 324 也可以相对于对称面 325a 及 325b 以 25 度以上且 65 度以下的角度倾斜。该倾斜角度也可以为 35 度以上且 55 度以下。

[0160] 在本实施方式中,向界面 321 入射的入射光 330 具有 S 偏振成分和 P 偏振成分。另外,根据图 5 (b) 可知,入射光 330 存在相对于界面 321 以临界角以上入射的成分,因此该反射光 332 成为圆偏振光或椭圆偏振光,能够减轻偏振度。

[0161] 氮化物半导体发光元件 300 配置为在对称面 325a 或者对称面 325b 的面上存在氮化物半导体发光元件 300 的至少一部分即可。更优选的是,氮化物半导体发光元件 300 配置为在对称面 325a 与对称面 325b 交叉的线上存在氮化物半导体发光元件 300 的至少一部分。进一步优选的是,配置为氮化物半导体发光元件 300 的中心存在于对称面 325a 与对称面 325b 交叉的线上。如上所述,通过对称面上配置氮化物半导体发光元件 300,从透光性密封部 320 取出的光的配光模式的对称性也得以提高。

[0162] 在本实施方式中,缩小了圆柱形状的高度 T,因此能够缩小氮化物半导体发光器件的尺寸。不仅能够抑制透光性密封部 320 的光吸收的影响,而且能够减少透光性密封部 320 的使用量。

[0163] (实施方式 3)

[0164] 接着,参照图 6 说明本发明的氮化物系半导体发光器件的第 3 实施方式。

[0165] 图 6 的实施方式与图 4 的实施方式的差异在于,相对于纸面进深方向,圆柱形状的半径变化。在本实施方式中,圆柱形状具有一个对称面 325。氮化物半导体发光元件 300 的偏振方向 324 相对于对称面 325,以不包括 0 度和 90 度的角度(0 ~ 90 度)倾斜。另外,氮化物半导体发光元件 300 的偏振方向 324 能够相对于对称面 325 以 25 度以上且 65 度以下的角度倾斜。该倾斜角度也可以为 35 度以上且 55 度以下。

[0166] 在本实施方式中,向界面 321 入射的入射光 330 具有 S 偏振成分和 P 偏振成分。另外,根据图 6 (b) 可知,入射光 330 存在相对于界面 321 以临界角以上入射的成分,其反射光 332 成为圆偏振光或椭圆偏振光,能够减轻偏振度。

[0167] 氮化物半导体发光元件 300 配置为在对称面 325 的面上存在氮化物半导体发光元件 300 的至少一部分即可。更优选的是,配置为氮化物半导体发光元件 300 的中心存在于对称面 325 上。如上所述,通过在对称面上配置氮化物半导体发光元件 300,从透光性密封部 320 取出的光的配光模式的对称性也得以提高。

[0168] 与实施方式 1、2 相比,本实施方式的透光性密封部 320 中的对称面的数量较少,因此透光性密封部 320 的设计自由度得以提高。

[0169] (实施方式 4)

[0170] 接着,参照图 7 说明本发明的氮化物系半导体发光器件的第 4 实施方式。

[0171] 如图 7 (a) 及图 7 (b) 所示,在本实施方式中,透光性密封部 320 具有三角柱形状。透光性密封部 320 的截面是高度为 T、底边为 L 的等腰三角形的形状。本实施方式的透光性密封部 320 具有正交的两个对称面 325a、325b。氮化物半导体发光元件 300 的偏振方向 324 相对于对称面 325a 及 325b 以不包括 0 度和 90 度的角度(0 ~ 90 度)倾斜。氮化物半导体发光元件 300 的偏振方向 324 能够相对于对称面 325a 及 325b 以 25 度以上且 65 度以下的角度倾斜。该倾斜角度也可以为 35 度以上且 55 度以下。

[0172] 在本实施方式中,向界面 321 入射的入射光 330 具有 S 偏振成分和 P 偏振成分。另外,根据图 7 (b) 可知,入射光 330 存在相对于界面 321 以临界角以上入射的成分,因此其反射光 332 成为圆偏振光或椭圆偏振光,能够减轻偏振度。

[0173] 氮化物半导体发光元件 300 配置为在对称面 325a 或者对称面 325b 的面上存在氮化物半导体发光元件 300 的至少一部分即可。更优选的是,氮化物半导体发光元件 300 配置为在对称面 325a 与对称面 325b 交叉的线上存在氮化物半导体发光元件 300 的至少一部分。进一步优选的是,配置为氮化物半导体发光元件 300 的中心存在于对称面 325a 与对称面 325b 交叉的线上。

[0174] 如上所述,通过在对称面上配置氮化物半导体发光元件 300,从透光性密封部 320 取出的光的配光模式的对称性也得以提高。

[0175] (实施方式 5)

[0176] 接着,参照图 8 说明本发明的氮化物系半导体发光器件的第 5 实施方式。

[0177] 本实施方式与图 7 所示的实施方式的差异在于,本实施方式中的透光性密封部 320 的等腰三角形的高度 T 与底边 L 的比率相对于纸面进深方向变化。在本实施方式中,三角柱形状的透光性密封部 320 具有一个对称面 325。氮化物半导体发光元件 300 的偏振方向 324 相对于对称面 325 以不包括 0 度和 90 度的角度(0 ~ 90 度)倾斜。另外,氮化物半导体发光元件 300 的偏振方向 324 能够相对于对称面 325 以 25 度以上且 65 度以下的角度倾斜。该倾斜角度也可以为 35 度以上且 55 度以下。

[0178] 在本实施方式中,向界面 321 入射的入射光 330 具有 S 偏振成分和 P 偏振成分。另外,根据图 8 (b) 可知,入射光 330 存在相对于界面 321 以临界角以上入射的成分,因此其反射光 332 成为圆偏振光或椭圆偏振光,能够减轻偏振度。

[0179] 氮化物半导体发光元件 300 配置为在对称面 325 的面上存在氮化物半导体发光元

件 300 的至少一部分即可。更优选的是,配置为氮化物半导体发光元件 300 的中心存在于对称面 325 上。

[0180] 如上所述,通过在对称面上配置氮化物半导体发光元件 300,从透光性密封部 320 取出的光的配光模式的对称性也得以提高。

[0181] 与实施方式 4 相比,对称面的数量较少,因此透光性密封部 320 的设计自由度得以提高。

[0182] (实施方式 6)

[0183] 接着,参照图 9 说明本发明的氮化物系半导体发光器件的第 6 实施方式。

[0184] 在本实施方式中,正三角柱形状的透光性密封部 320 具有四个对称面 325a、325c、325d 及 325e。

[0185] 氮化物半导体发光元件 300 的偏振方向 324 相对于对称面 325a 及 325c 以不包括 0 度和 90 度的角度(0 ~ 90 度)倾斜。另外,氮化物半导体发光元件 300 的偏振方向 324 能够相对于对称面 325a 及 325c 以 25 度以上且 65 度以下的角度倾斜。该倾斜角度也可以为 35 度以上且 55 度以下。在本实施方式中,向界面 321 入射的入射光 330 具有 S 偏振成分和 P 偏振成分。

[0186] 根据图 9 (b)可知,入射光 330 存在相对于界面 321 以临界角以上入射的成分,其反射光 332 成为圆偏振光或椭圆偏振光,能够减轻偏振度。

[0187] 氮化物半导体发光元件 300 配置为在对称面 325a 或者对称面 325c 的面上存在氮化物半导体发光元件 300 的至少一部分即可。更优选的是,氮化物半导体发光元件 300 配置为在对称面 325a 与对称面 325c 交叉的线上存在氮化物半导体发光元件 300 的至少一部分。进一步优选的是,配置为氮化物半导体发光元件 300 的中心存在于对称面 325a 与对称面 325c 交叉的线上。

[0188] 如上所述,通过在对称面上配置氮化物半导体发光元件 300,从透光性密封部 320 取出的光的配光模式的对称性也得以提高。

[0189] (实施方式 7)

[0190] 接着,参照图 10 说明本发明的氮化物系半导体发光器件的第 7 实施方式。

[0191] 如图 10 (a)及图 10 (b)所示,在本实施方式中,透光性密封部 320 具有非球形形状。透光性密封部 320 的底面(配置有氮化物半导体发光元件 300 的面)为椭圆形。在该情况下,透光性密封部 320 具有对称面 325a 及 325b 这两个对称面。

[0192] 透光性密封部 320 的截面例如在着眼于入射面 322 的情况下,界面 321 为相对于球形形变而成的形状。在此重要的是,以使来自氮化物半导体发光元件 300 的入射光 330 之中存在由界面 321 反射的成分的方式,决定界面 321 的形状。

[0193] 氮化物半导体发光元件 300 的偏振方向 324 相对于对称面 325a 及 325b 以不包括 0 度和 90 度的角度(0 ~ 90 度)倾斜。另外,氮化物半导体发光元件 300 的偏振方向 324 能够相对于对称面 325a 及 325b 以 25 度以上且 65 度以下的角度倾斜。该倾斜角度也可以为 35 度以上且 55 度以下。

[0194] 在本实施方式中,向界面 321 入射的入射光 330 具有 S 偏振成分和 P 偏振成分。入射光 330 存在相对于界面 321 以临界角以上入射的成分,因此其反射光 332 成为圆偏振光或椭圆偏振光,能够减轻偏振度。

[0195] 氮化物半导体发光元件 300 配置为在对称面 325a 或者对称面 325b 的面上存在氮化物半导体发光元件 300 的至少一部分即可。更优选的是,氮化物半导体发光元件 300 配置为在对称面 325au 与对称面 325b 交叉的线上存在氮化物半导体发光元件 300 的至少一部分。进一步优选的是,配置为氮化物半导体发光元件 300 的中心存在于对称面 325a 与对称面 325b 交叉的线上。如上所述,通过在对称面上配置氮化物半导体发光元件 300,从透光性密封部 320 取出的光的配光模式的对称性也得以提高。

[0196] (实施方式 8)

[0197] 接着,参照图 18 说明本发明的氮化物系半导体发光器件的第 8 实施方式。

[0198] 图 18 示意性地表示本实施方式中的氮化物半导体发光器件,图 18 (a)是俯视图,图 18 (b)是 X-X' 的截面图,图 18 (c)是 Y-Y' 的截面图。

[0199] 与实施方式 1 的不同点在于,在安装基板 301 中形成有凹部。

[0200] 安装基板 301 具有基体 301a、以及设在基体 301a 上的反射板 301b。反射板 301b 在中央具有容纳氮化物半导体发光元件 300 的大小的凹部(cavity)。基体 301a 及反射板 301b 既可以由相同材料形成,也可以由不同的材料形成。例如,也可以是:基体 301a 由氧化铝或 AlN 形成,反射板 301b 由反射率较高的树脂形成。另外,在基体 301a 及反射板 301b 由氧化铝或 AlN 等同一材料形成的情况下,也可以通过烧结或其他方法使基体 301a 及反射板 301b 一体化。在基体 301a 及反射板 301b 由金属形成的情况下,进行冲压成形以在反射板 301b 的中央部形成凹部即可。像这样,在图 18 (b)、(c)中,以能够区别基体 301a 与反射板 301b 的方式记载,但基体 301a 和反射板 301b 也可以由一个部件构成。

[0201] 在本实施方式中,通过在安装基板 301 中设置凹部,能够控制配光分布特性。

[0202] 在本实施方式中,也以覆盖具有偏振特性的氮化物半导体发光元件 300 整体的方式配置透光性密封部 320。透光性密封部 320 也配置在安装基板 301 的凹部中。图 18 所示的透光性密封部 320 具有圆柱形状。氮化物半导体发光元件 300 的偏振方向 324 相对于对称面 325a 及 325b 以不包括 0 度和 90 度的角度(0 ~ 90 度)倾斜。另外,氮化物半导体发光元件 300 的偏振方向 324 能够相对于对称面 325a 及 325b 以 25 度以上且 65 度以下的角度倾斜。该倾斜角度也可以为 35 度以上 55 度以下。

[0203] 在本实施方式中,从圆柱形状的界面 321 到氮化物半导体发光元件 300 为止的距离变长。即,透光性密封部 320 的最短部的长度与实施方式 1 不同。透光性密封部 320 的最短部的长度设为氮化物半导体发光元件 300 的最长部的长度以上即可,因此在本实施方式中比实施方式 1 更容易满足该条件。在此,所谓透光性密封部 320 的最短部,指的是将氮化物半导体发光元件 300 的形状正投影到安装基板 301 上而形成四边形,从该四边形的对角线的交点到透光性密封部 320 与外部所成的界面 321 的最短距离的长度。所谓氮化物半导体发光元件 300 的最长部,指的是从上面观察时氮化物半导体发光元件 300 的形状为正方形或长方形的情况下,其对角线的长度为氮化物半导体发光元件 300 的最长部。

[0204] (实施方式 9)

[0205] 接着,参照图 19 说明本发明的氮化物系半导体发光器件的第 9 实施方式。

[0206] 图 19 示意性地表示本发明的实施方式中的氮化物半导体发光器件,图 19(a)是俯视图,图 19 (b)是 X-X' 的截面图,图 19 (c)是 Y-Y' 的截面图。与图 18 的实施方式的差异在于,透光性密封部 320 具有:以覆盖具有偏振特性的氮化物半导体发光元件 300 整体的

方式配置的透光性密封部 320b、以及设于其外部的透光性密封部 320a。透光性密封部 320 与外部所成的界面 321 为圆柱形状,这一点与图 18 的实施方式相同。像这样,在一个透光性密封部 320 由多个部分构成的情况下,作为透光性密封部 320 的形状来说重要的部分是其表面(界面 321)。因此,透光性密封部 320 的对称面也基于该界面 321 来决定。

[0207] 氮化物半导体发光元件 300 的偏振方向 324 相对于对称面 325a 及 325b 以不包括 0 度和 90 度的角度(0 ~ 90 度)倾斜。另外,氮化物半导体发光元件 300 的偏振方向 324 能够相对于透光性密封部 320 的对称面 325a 及对称面 325b 以 25 度以上且 65 度以下的角度倾斜。该倾斜角度为 35 度以上且 55 度以下。

[0208] 在本实施方式中,透光性密封部 320a、320b 可以使用不同的材料。例如,透光性密封部 320b 可以使用硅树脂或环氧树脂,透光性密封部 320a 例如可以使用玻璃、蓝宝石、ZnO 等无机材料。硅树脂等容易透过气体或水分,但通过由无机材料覆盖其外部而难以透过气体或水分,可靠性得以提高。

[0209] 另外,透光性密封部 320a 和 320b 也可以使用折射率不同的材料。例如,作为 LED 的密封材料而通常使用的硅树脂或环氧树脂的折射率为 1.4 ~ 1.54 左右,因此透光性密封部 320 的设计自由度较低。但是,在本实施方式中,透光性密封部 320a 可以使用高折射材料。例如,蓝宝石的折射率为 1.75 左右,ZnO 的折射率为 1.95 左右,氧化锆的折射率为 2.4 左右,氧化钛的折射率为 2.5 左右,高折射率塑料的折射率为 1.74 左右,高折射率玻璃的折射率为 1.84 左右,设计的自由度得以提高。

[0210] 偏振度的减轻效果由透光性密封部 320a 与外部所成的界面的形状、透光性密封部 320a 的对称面与氮化物半导体发光元件 300 的偏振方向 324 的角度、以及图 16 所示的透光性密封部 320a 的折射率决定。如果将透光性密封部 320a 的折射率设为 1.6 以上,则能够进一步减轻偏振度。

[0211] (实施方式 10)

[0212] 接着,参照图 20 说明本发明的氮化物系半导体发光器件的第 10 实施方式。

[0213] 图 20 示意性地表示本实施方式中的氮化物半导体发光器件,图 20 (a)是俯视图,图 20 (b)是 X-X' 的截面图,图 20 (c)是 Y-Y' 的截面图。

[0214] 本实施方式与实施方式 1 的不同点在于,氮化物半导体发光元件 300 经由 p 型电极 308 安装在安装基板 301 上的布线 302 上,以连接 n 型电极 309 与布线 302 的方式形成有电线 315。

[0215] 以覆盖具有偏振特性的氮化物半导体发光元件 300 整体的方式配置有透光性密封部 320。透光性密封部 320 具有圆柱形状。氮化物半导体发光元件 300 的偏振方向 324 相对于对称面 325a 及 325b 以不包括 0 度和 90 度的角度(0 ~ 90 度)倾斜。优选为氮化物半导体发光元件 300 的偏振方向 324 相对于对称面 325a 及 325b 以 25 ~ 65 度倾斜,能够以 25 度以上且 65 度以下的角度倾斜。该倾斜角度也可以为 35 度以上且 55 度以下。

[0216] 在本实施方式中,由于易于增大 p 型电极 308 与布线 302 的接合面积,因此具有易于改善散热特性的优点。

[0217] (实施方式 11)

[0218] 接着,参照图 21、图 22 说明本发明的氮化物系半导体发光器件的第 11 实施方式。

[0219] 本实施方式的氮化物系半导体发光器件与其他实施方式中的氮化物系半导体发

光器件的不同点在于,一个透光性密封部 320 覆盖多个氮化物半导体发光元件 300。

[0220] 各氮化物半导体发光元件 300 的偏振方向相对于透光性密封部 320 的对称面以不包括 0 度和 90 度的角度(在图示的例子中为 45 度)倾斜。像这样,即使多个氮化物半导体发光元件 300 由一个透光性密封部 320 覆盖,基于上述原理,也能够减轻偏振度。

[0221] 其中,在图 21 的例子中,由一个透光性密封部 320 覆盖 4 个氮化物半导体发光元件 300。由一个透光性密封部 320 覆盖的氮化物半导体发光元件 300 不限于 1 个或者 4 个,也可以是其他个数。

[0222] 图 22 表示 9 个氮化物半导体发光元件 300 由一个透光性密封部 320 覆盖的例子。在该例子中,位于 9 个氮化物半导体发光元件 300 的中心的氮化物半导体发光元件 300 的偏振方向相对于透光性密封部 320 的对称面形成 0 度或者 90 度的角度,但其他 8 个氮化物半导体发光元件 300 的偏振方向相对于透光性密封部 320 的对称面以不包括 0 度和 90 度的角度(在图示的例子中为 45 度)倾斜。像这样,在多个氮化物半导体发光元件 300 由一个透光性密封部 320 覆盖的情况下,不需要全部氮化物半导体发光元件 300 的偏振方向相对于透光性密封部 320 的对称面以不包括 0 度和 90 度的角度(在图示的例子中为 45 度)倾斜。另外,如图 22 的例子所示,氮化物半导体发光元件 300 的偏振方向相对于透光性密封部 320 的对称面形成的角度也不需要在全部分氮化物半导体发光元件 300 中相等。

[0223] (实施方式 12)

[0224] 接着,参照图 23 说明本发明的氮化物系半导体发光器件的第 12 实施方式。

[0225] 本实施方式的氮化物系半导体发光器件与其他实施方式中的氮化物系半导体发光器件的不同点在于,透光性密封部 320 的形状为长方体。

[0226] 氮化物半导体发光元件 300 的偏振方向 324 相对于透光性密封部 320 的对称面以不包括 0 度和 90 度的角度(在图示的例子中为 45 度)倾斜。像这样,即使透光性密封部 320 的形状为长方体,也能够减轻偏振度。偏振方向 324 相对于对称面 325a 及 325b 所成的角度优选为 35 ~ 55 度,更优选为 37 ~ 53 度。

[0227] 图 18 ~ 图 22 中图示的透光性密封部 320 (实施方式 8 ~ 11) 具有图 4 所示的圆柱形状,这些透光性密封部 320 的形状不限于圆柱形状。在实施方式 8 ~ 11 中,使用图 5 ~ 图 10 或图 23 所示的形状的透光性密封部 320,也能够得到同样的效果。

[0228] 在上述各实施方式中,在一个安装基板上配置有一个透光性密封部 320,但如图 24 所示,也可以在一个安装基板上配置有多个透光性密封部 320。在图 24 所示的例子中,各透光性密封部 320 所覆盖的至少一个氮化物半导体发光元件 300 的偏振方向也相对于该透光性密封部 320 的对称面以不包括 0 度和 90 度的角度倾斜。在该情况下,配置在一个安装基板上的透光性密封部 320 的形状、大小、方位也可以分别不同。

[0229] 以下,说明本发明的实施例。

[0230] (实施例 1)

[0231] 在 m 面 n 型 GaN 基板上,形成氮化物系半导体发光元件,该氮化物系半导体发光元件包括氮化物半导体活性层和由厚度 $0.5\mu\text{m}$ 的 p 型 GaN 层构成的 p 型氮化物半导体层,该氮化物半导体活性层具有由厚度 $2\mu\text{m}$ 的由 n 型 GaN 层构成的 n 型氮化物半导体层、厚度 15nm 的 InGaN 量子阱层和厚度 30nm 的 GaN 障壁层构成的 3 周期的量子阱构造。在 n 型电极上形成 Ti/Pt 层,在 p 型电极上形成 Pd/Pt 层。将 m 面 n 型 GaN 基板的厚度薄膜化至

150 μm 。将氮化物系半导体发光元件沿 c 轴方向[0001]和 a 轴方向[11 - 20]进行切割,分割为 800 μm 见方的小片。在氧化铝制的安装基板上,利用 Au 凸起焊盘安装小片的氮化物系半导体发光元件(LED)。在 10mA 动作时,LED 的峰值发光波长为 437nm。另外,分别制造直径 2.2mm 的蓝宝石制半球形状的透光性密封部、以及底面为 2.2mm 的正方形、高度 T 为 1.1mm、半径 R 为 1.1mm 的蓝宝石制圆柱形状的透光性密封部。在 LED 上直接载放这些透光性密封部。在图 26 中,表示从上面观察透光性密封部的形状与 LED 的朝向的关系而得到的光学显微镜照片。

[0232] 参照图 25 说明偏振度的测定方法。

[0233] 首先,在 OLYMPUS 制的实体显微镜 3 的端口的一方安装硅光电探测器 4。硅光电探测器 4 由 Labsphere 制 SC6000 控制。在实体显微镜 3 的另一方的端口,安装用于确认发光的情形 CCD 摄像机 5。LED1 利用 ADVANTEST 制的电源 6 以 5mA 的低电流驱动。其中,在图 25 将 LED1 简化记载,因此省略了树脂密封部等。

[0234] 在实体显微镜 3 与 LED1 之间,以与 LED1 平行的方式插入偏振片 2。一边使偏振片 2 旋转,一边由硅光电探测器 4 监视光输出(功率),求出其最小值 I_{min} 和最大值 I_{max} 。根据最小值 I_{min} 和最大值 I_{max} ,根据 $|I_{\text{max}} - I_{\text{min}}| / |I_{\text{max}} + I_{\text{min}}|$ 的式子,计算偏振度。

[0235] 在 LED 上未配置透光性密封部的情况下(LED1-1),在 5mA 动作时,LED1-1 的偏振度为 0.70。

[0236] 在 LED 上配置半球形状的透光性密封部(LED1-2)。在该情况下,在 5mA 动作时,LED1-2 的偏振度为 0.70,维持没有透光性密封部时的偏振度。

[0237] 在 LED 上,以对称面 325a 与 LED 的 a 轴(偏振方向)所成的角度为 0 的方式配置圆柱形状的透光性密封部(LED1-3)。在该情况下,在 5mA 动作时,LED1-3 的偏振度为 0.75,得到接近于没有透光性密封部的情况下的偏振度的值。

[0238] 在 LED 上,以对称面 325a 与 LED 的 a 轴(偏振方向)所成的角度为 90 的方式配置圆柱形状的透光性密封部(LED1-4)。在该情况下,在 5mA 动作时,LED1-4 的偏振度为 0.60,得到接近于没有透光性密封部的情况下的偏振度的值。

[0239] 在 LED 上,以对称面 325a 与 LED 的 a 轴(偏振方向)所成的角度为 45 度的方式配置圆柱形状的透光性密封部,制作图 3 的形态(LED1-5)。在该情况下,在 5mA 动作时,LED1-5 的偏振度为 0.10,与没有透光性密封部的情况下的偏振度相比,成为极小的值。

[0240] 根据实验结果,在透光性密封部的形状为通常使用的半球形状时,维持偏振度。另外,在 LED 中,圆柱形状的透光性密封部的对称面 325a 与 LED 的 a 轴(偏振方向)所成的角度为 0 度或 90 度时,维持偏振度。在圆柱形状的透光性密封部的对称面 325a 与 LED 的 a 轴(偏振方向)所成的角度为 45 度的情况下,偏振度减轻。

[0241] 由上可知,通过适当选择透光性密封部的形状和氮化物系半导体发光元件相对于透光性密封部的对称面的偏振方向,能够实现偏振度的减轻。

[0242] (实施例 2)

[0243] 在 m 面 n 型 GaN 基板上,形成氮化物系半导体发光元件,该氮化物系半导体发光元件包括氮化物半导体活性层和由厚度 0.5 μm 的 p 型 GaN 层构成的 p 型氮化物半导体层,该氮化物半导体活性层具有由厚度 2 μm 的由 n 型 GaN 层构成的 n 型氮化物半导体层、厚度

15nm 的 InGaN 量子阱层和厚度 30nm 的 GaN 障壁层构成的 3 周期的量子阱构造。在 n 型电极上形成 Ti/Pt 层,在 p 型电极形成 Pd/Pt 层。将氮化物系半导体发光元件沿着 c 轴方向 [0001] 和 a 轴方向 [11 - 20] 进行切割,分割为 300 μ m 见方的小片。在表面具有凹部的氧化铝制的安装基板上,利用 Au 凸起焊盘安装小片的氮化物系半导体发光元件(LED)。在 10mA 动作时,LED 的峰值发光波长为 457nm。LED 构成为容纳在安装基板的凹部中。在凹部中,注入折射率为 1.42 的硅树脂。在其上配置直径 2.2mm 的蓝宝石制半球形状的透光性密封部、以及底面为 2.2mm 的正方形、高度 T 为 1.1mm、半径 R 为 1.1mm 的蓝宝石制圆柱形状的透光性密封部,制作图 19 的形态。硅树脂使用粘度较小的材料,以使得圆柱形状的透光性密封部能够旋转。

[0244] 一边旋转圆柱形状的透光性密封部,以使圆柱形状的对称面 325a 与 LED 的 a 轴(偏振方向)所成的角度成为多种角度,一边测定 LED 的偏振度。

[0245] 在图 27 中,表示从透光性密封部取出的光的标准化偏振度相对于透光性密封部的对称面 325a 与氮化物系半导体发光元件的偏振方向(a 轴方向)所成的角度的关系。在图 27 中,■是测定值。在此,测定值是以形成透光性密封部之前的偏振度作为基准值而进行标准化所得到的值。◇再次表示在图 17 中示出的计算值。可知实际的测定结果与计算结果很好地对应。

[0246] 根据图 27,在透光性密封部的对称面 325a 与氮化物系半导体发光元件的偏振方向(a 轴方向)所成的角度为 45 度附近,标准化偏振度最小。

[0247] 氮化物半导体发光元件的偏振方向相对于对称面 325a 及 325b 处于 37 ~ 53 度的范围的情况下,能够使标准化偏振度减轻至 0.3 左右。氮化物半导体发光元件的偏振方向相对于对称面 325a 及 325b 处于 35 ~ 55 度的范围的情况下,能够使标准化偏振度减轻至 0.4 左右。

[0248] (实施例 3)

[0249] 在 m 面 n 型 GaN 基板上,形成氮化物系半导体发光元件,该氮化物系半导体发光元件包括氮化物半导体活性层和由厚度 0.5 μ m 的 p 型 GaN 层构成的 p 型氮化物半导体层,该氮化物半导体活性层具有由厚度 2 μ m 的由 n 型 GaN 层构成的 n 型氮化物半导体层、厚度 15nm 的 InGaN 量子阱层和厚度 30nm 的 GaN 障壁层构成的 3 周期的量子阱构造。

[0250] 在 n 型电极上形成 Ti/Pt 层,在 p 型电极上形成 Pd/Pt 层。将氮化物系半导体发光元件沿 c 轴方向 [0001] 和 a 轴方向 [11 - 20] 进行切割,分割为 300 μ m 见方的小片。在氧化铝制的安装基板上,利用 Au 凸起焊盘安装小片的氮化物系半导体发光元件(LED)。在 10mA 动作时,LED 的峰值发光波长为 456nm。另外,分别制造蓝宝石制圆柱形状的透光性密封部。

[0251] 在配置透光性密封部之前,300 μ m 见方 LED 的偏振度在 5mA 动作时为 0.61。

[0252] 在 LED 上,以圆柱形状的对称面 325a 与 LED 的 a 轴(偏振方向)所成的角度为 0 度、45 度、90 度的方式,配置高度 T 为 1.1mm、半径 R 为 1.1mm、具有 2.2mm 见方的正方形的底面的圆柱形状的透光性密封部。

[0253] 在 LED 上,以圆柱形状的对称面 325a 与 LED 的 a 轴(偏振方向)所成的角度为 0 度、45 度、90 度的方式,配置高度 T 为 0.8mm、半径 R 为 1.1mm 的圆柱形状的透光性密封部。

[0254] 在 LED 上,以圆柱形状的对称面 325a 与 LED 的 a 轴(偏振方向)所成的角度为 0 度、

45 度、90 度的方式,配置高度 T 为 0.5mm、半径 R 为 1.1mm 的圆柱形状的透光性密封部。

[0255] 在表 1 中,表示制造的 LED 在 5mA 动作时的偏振度。无论在哪个圆柱透镜的形状中,都是在圆柱形状的对称面 325a 与 LED 的 a 轴(偏振方向)所成的角度为 45 度的情况下偏振度最小。另外,可知氮化物系半导体发光元件的最长部与透光性密封部的最短部之比越小,偏振度的减轻效果越小。

[0256] 根据以上结果,在圆柱形状的高度小于圆柱形状的半径的情况下,也能够减轻偏振度。

[0257] 圆柱形状的高度小于圆柱形状的半径的情况下的透镜形状对应于图 5 所示的实施方式。进而,图 5 的实施方式 2 与图 10 的实施方式 7 形状接近,因此能够推测在图 10 的实施方式 7 中也具有同样的效果。

[0258] 【表 1】

[0259]

| 氮化物系半导体发光元件的大小 [μm 见方] | 柱面透镜的形状 | | 氮化物系半导体发光元件的最长部与透光性密封部的最短部之比 | 没有透光性密封部 | 透光性密封部的对称面与偏振方向所成的角度 | | |
|---------------------------------------|-----------|-----------|------------------------------|----------|----------------------|------|------|
| | T [mm] | R [mm] | | | 0 度 | 90 度 | 45 度 |
| 300 | 1.1 | 1.1 | 2.60 | 0.61 | 0.77 | 0.62 | 0.15 |
| 300 | 0.8 | 1.1 | 1.89 | 0.61 | 0.77 | 0.62 | 0.46 |
| 300 | 0.5 | 1.1 | 1.18 | 0.61 | 0.45 | 0.57 | 0.40 |

[0260] (实施例 4)

[0261] 在 m 面 n 型 GaN 基板上,形成氮化物系半导体发光元件,该氮化物系半导体发光元件包括氮化物半导体活性层和由厚度 $0.5\mu\text{m}$ 的 p 型 GaN 层构成的 p 型氮化物半导体层,该氮化物半导体活性层具有由厚度 $2\mu\text{m}$ 的由 n 型 GaN 层构成的 n 型氮化物半导体层、厚度 15nm 的 InGaN 量子阱层和厚度 30nm 的 GaN 障壁层构成 3 周期的量子阱构造。

[0262] 在 n 型电极上形成 Ti/Pt 层,在 p 型电极上形成 Pd/Pt 层。将氮化物系半导体发光元件沿 c 轴方向 [0001] 和 a 轴方向 [11 - 20] 进行切割,成为 $300\mu\text{m}$ 见方和 $800\mu\text{m}$ 见方的小片。在氧化铝制的安装基板上,利用 Au 凸起焊盘安装小片的氮化物系半导体发光元件(LED)。另外,分别制造蓝宝石制圆柱形状的透光性密封部,并在 LED 上直接配置。

[0263] 在配置透光性密封部之前, $800\mu\text{m}$ 见方 LED 的偏振度在 5mA 动作时为 0.70。另外, $300\mu\text{m}$ 见方 LED 的偏振度在 5mA 动作时为 0.61。

[0264] 在 $800\mu\text{m}$ 见方 LED 上,以圆柱形状的对称面 325a 与 LED 的 a 轴(偏振方向)所成的角度为 0 度、45 度、90 度的方式,配置高度 T 为 1.1mm、半径 R 为 1.1mm、具有 2.2mm 见方的正方形的底面的圆柱形状的透光性密封部。

[0265] 在 $800\mu\text{m}$ 见方 LED 上,以圆柱形状的对称面 325a 与 LED 的 a 轴(偏振方向)所成的角度为 0 度、45 度、90 度的方式,配置高度 T 为 2.0mm、半径 R 为 2.0mm、具有 4.0mm 见方的正方形的底面的圆柱形状的透光性密封部。

[0266] 在 300 μm 见方 LED 上,以圆柱形状的对称面 325a 与 LED 的 a 轴(偏振方向)所成的角度为 0 度、45 度、90 度的方式,配置高度 T 为 1.1mm、半径 R 为 1.1mm、具有 2.2mm 见方的正方形的底面的圆柱形状的透光性密封部。

[0267] 在表 2 中,表示制造的 LED 的 5mA 动作时的偏振度。无论在哪个圆柱透镜的形状中,都是在圆柱形状的对称面 325a 与 LED 的 a 轴(偏振方向)所成的角度为 45 度的情况下偏振度最小。

[0268] 另外,无论在哪个情况下,在圆柱形状的对称面 325a 与 LED 的 a 轴(偏振方向)所成的角度为 0 度或者 90 度的情况下,都维持原来的偏振度。另一方面,在圆柱形状的对称面 325a 与 LED 的 a 轴(偏振方向)所成的角度为 45 度的情况下,偏振度变小。

[0269] 根据以上结果可知,透光性密封部的最短部的长度优选为与氮化物系半导体发光元件的最长部为同等程度以上。

[0270] 【表 2】

[0271]

| 氮化物系 半导体发 光元件的 大小 [μm 见方] | 柱面透镜 的形状 | | 氮化物系半导体 发光元件的最长 部与透光性密封 部的最短部之比 | 没有 透光性 密封部 | 透光性密封部的对称面 与偏振方向所成的角度 | | |
|---------------------------------------------------|-------------|-----------|------------------------------------------|------------------|--------------------------|------|------|
| | T [mm] | R [mm] | | | 0 度 | 90 度 | 45 度 |
| 800 | 1.1 | 1.1 | 0.98 | 0.70 | 0.60 | 0.75 | 0.10 |
| 800 | 2 | 2 | 1.77 | 0.70 | 0.70 | 0.65 | 0.07 |
| 300 | 1.1 | 1.1 | 2.60 | 0.61 | 0.77 | 0.62 | 0.15 |

[0272] 工业实用性

[0273] 根据本发明,能够减轻形成在非极性或非极性面上的氮化物系半导体发光元件的偏振度。光的反射量不随着氮化物系半导体发光元件的设置方向而变化,因此适于电灯装饰和照明等。

[0274] 标记说明

[0275] 1 LED

[0276] 2 偏振片

[0277] 3 实体显微镜

[0278] 4 硅光电探测器

[0279] 5 CCD 摄像机

[0280] 6 电源

[0281] 300 氮化物系半导体发光元件

[0282] 301 安装基板

[0283] 301a 基体

[0284] 301b 反射板

- [0285] 302 布线
- [0286] 303 凸起焊盘
- [0287] 304 基板
- [0288] 305n 型氮化物半导体层
- [0289] 306 氮化物半导体活性层
- [0290] 307p 型氮化物半导体层
- [0291] 308p 型电极
- [0292] 309n 型电极
- [0293] 315 电线
- [0294] 316 凹部
- [0295] 320 透光性密封部
- [0296] 321 界面
- [0297] 322 入射面
- [0298] 324 偏振方向
- [0299] 325 对称面
- [0300] 330 入射光
- [0301] 331 透射光
- [0302] 332 反射光
- [0303] 333 入射角度

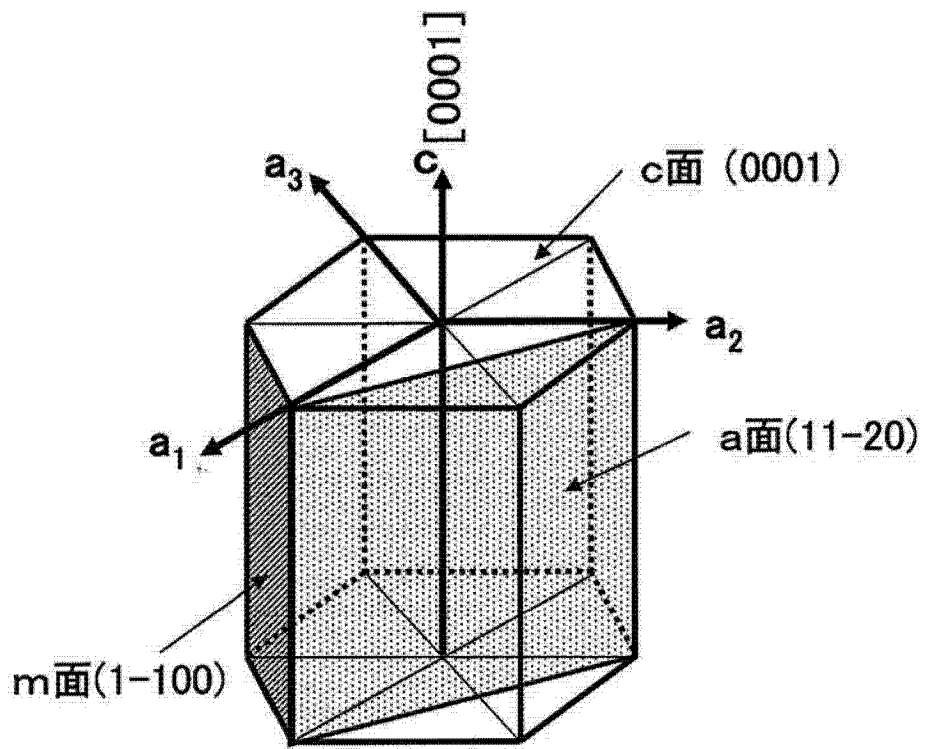


图 1A

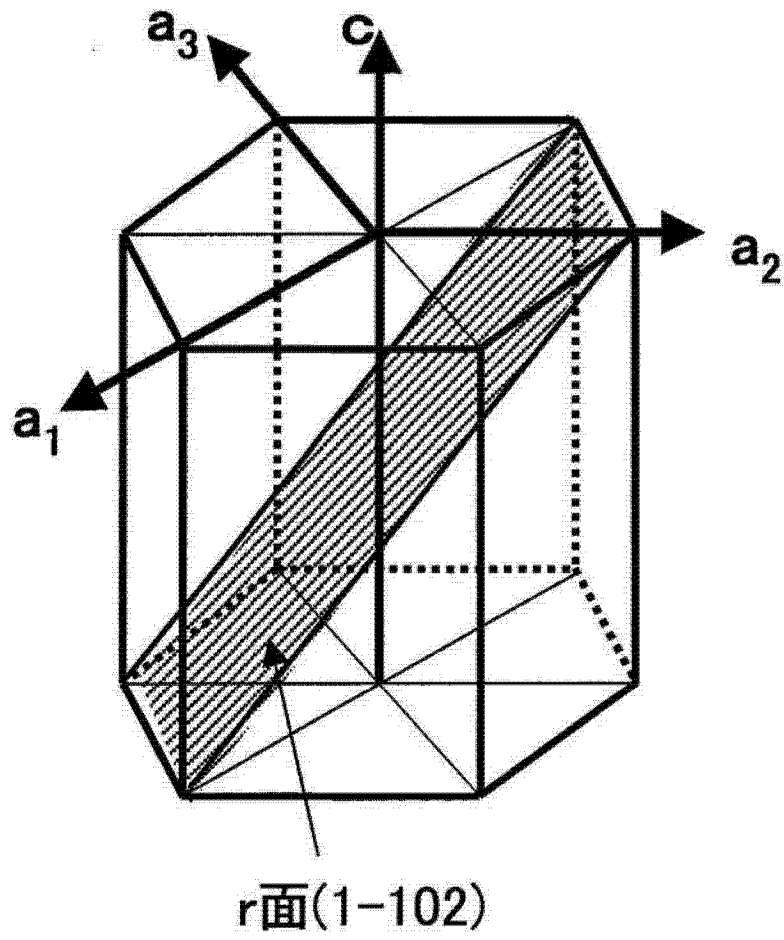


图 1B

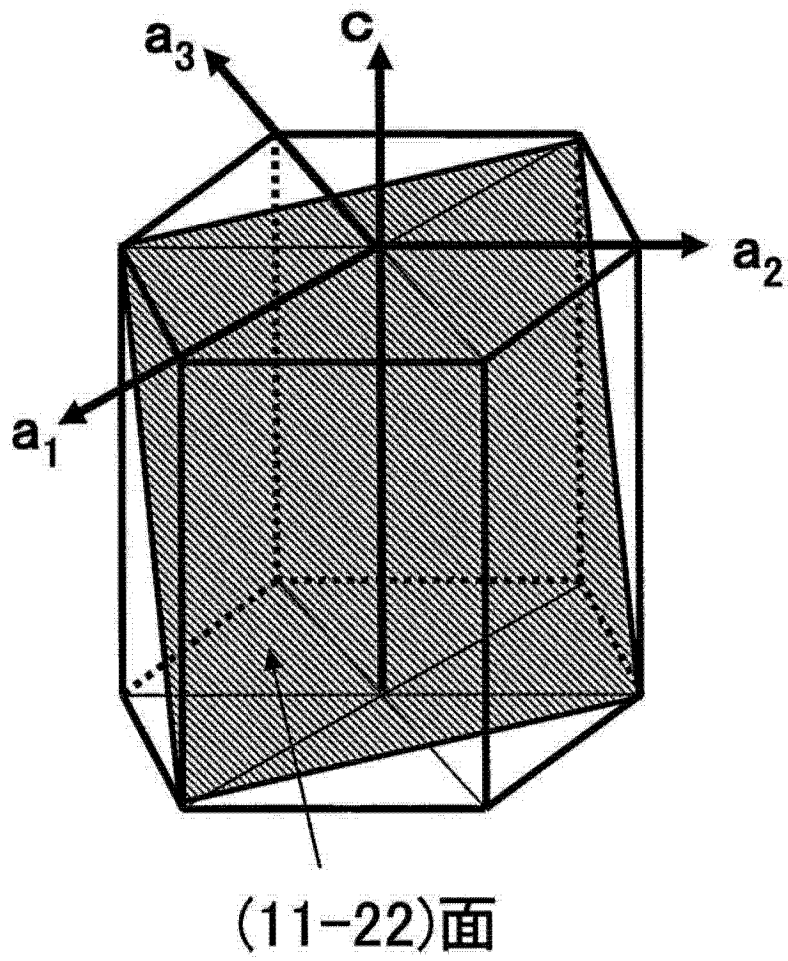


图 1C

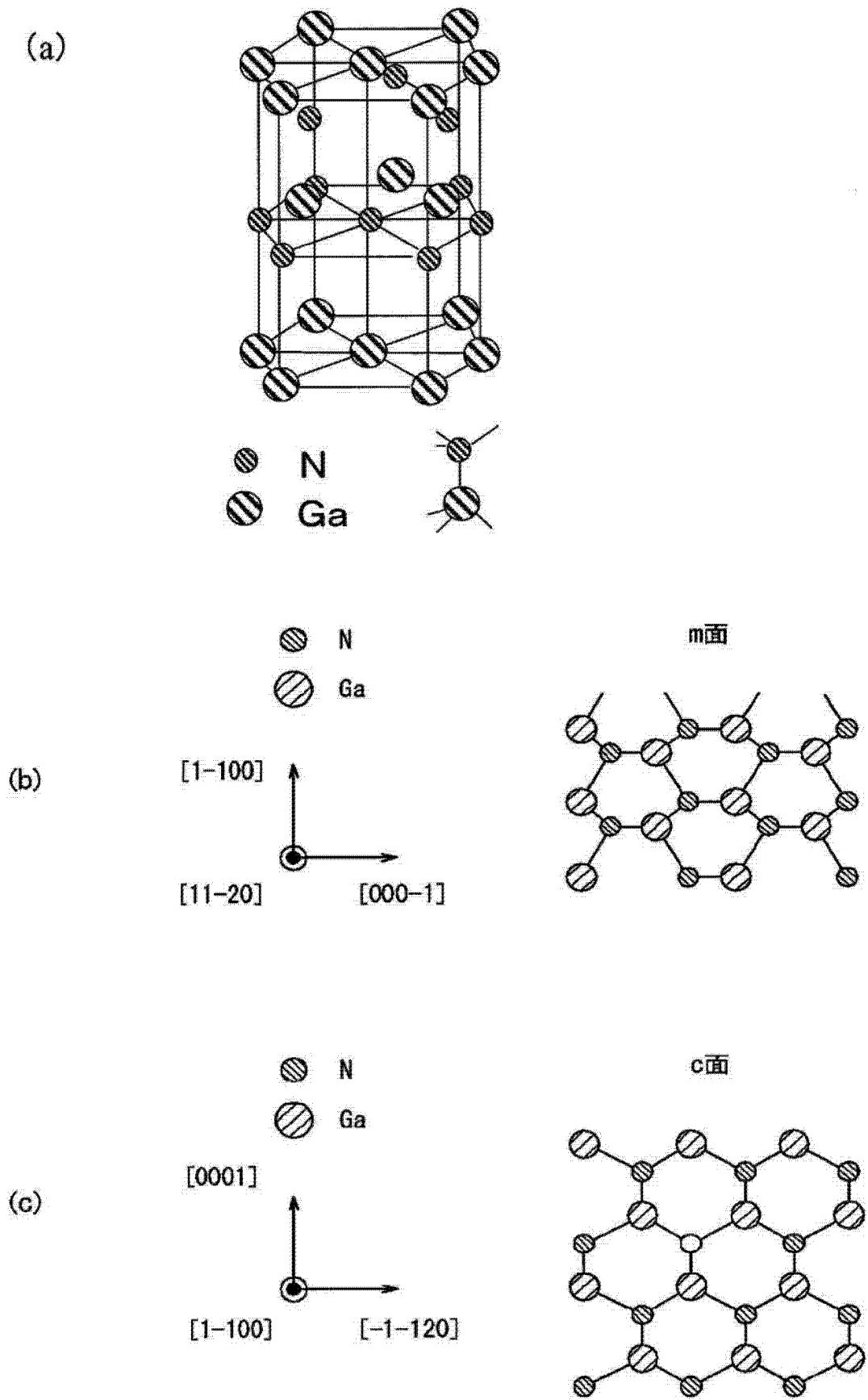


图 2

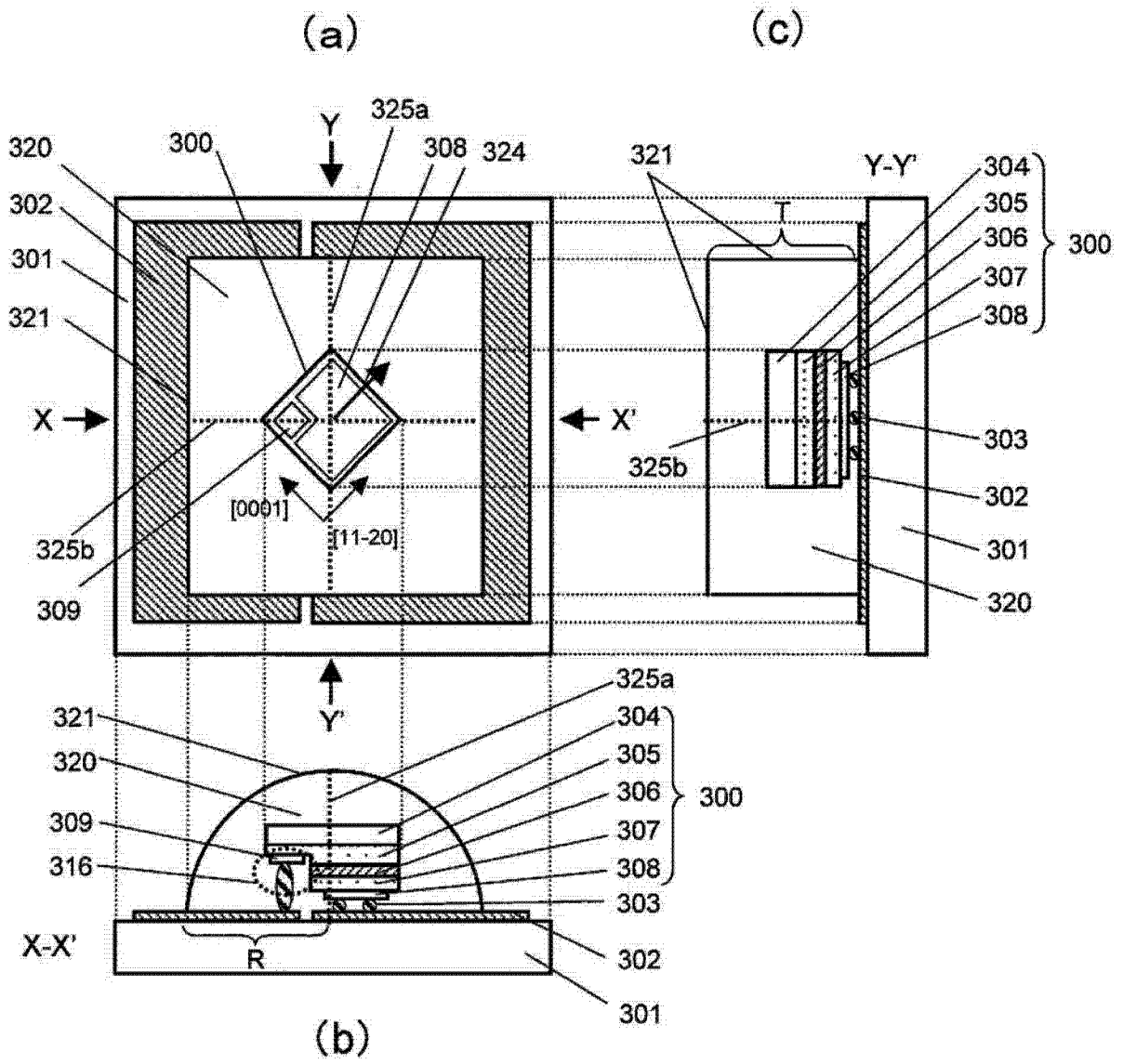


图 3

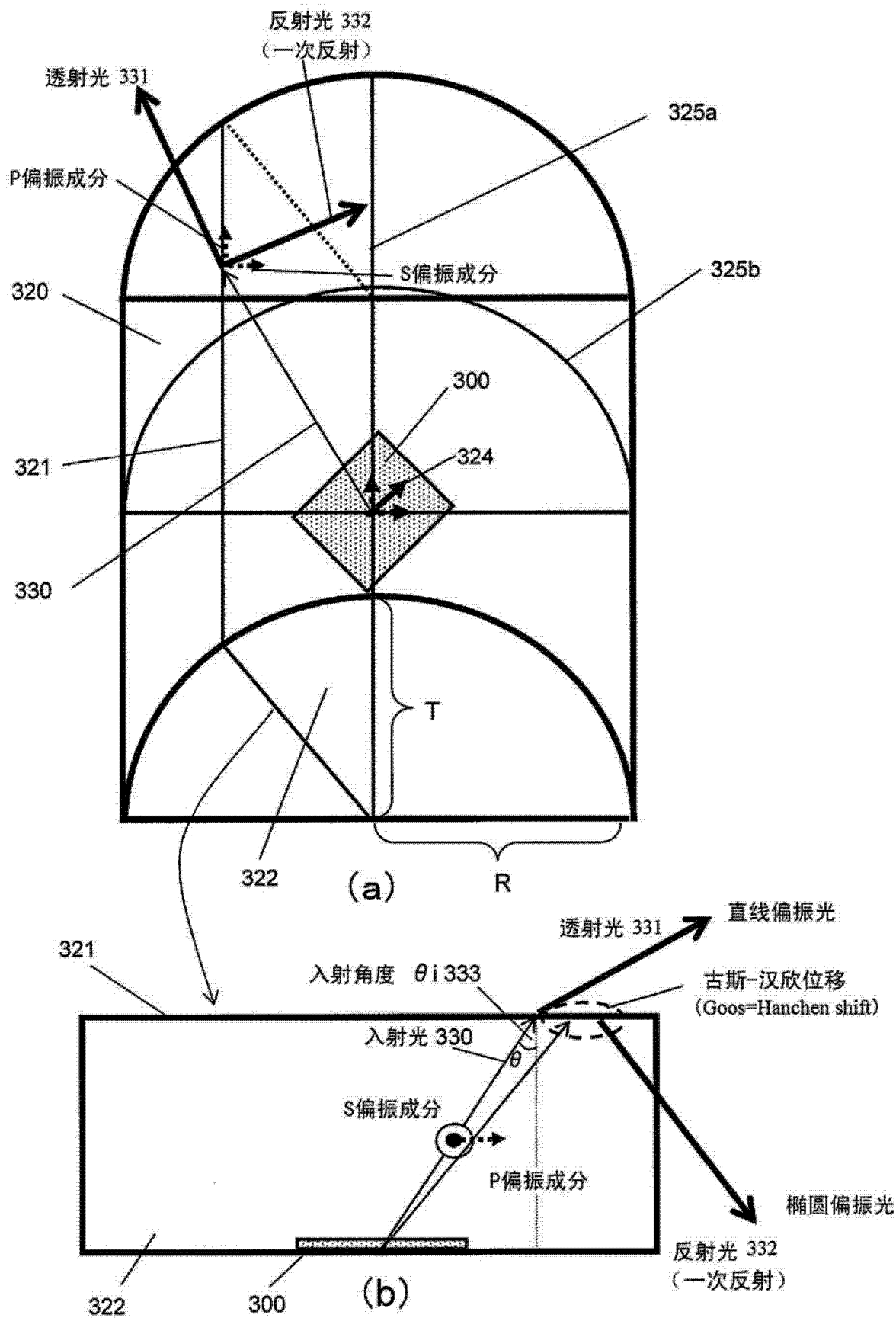


图 4

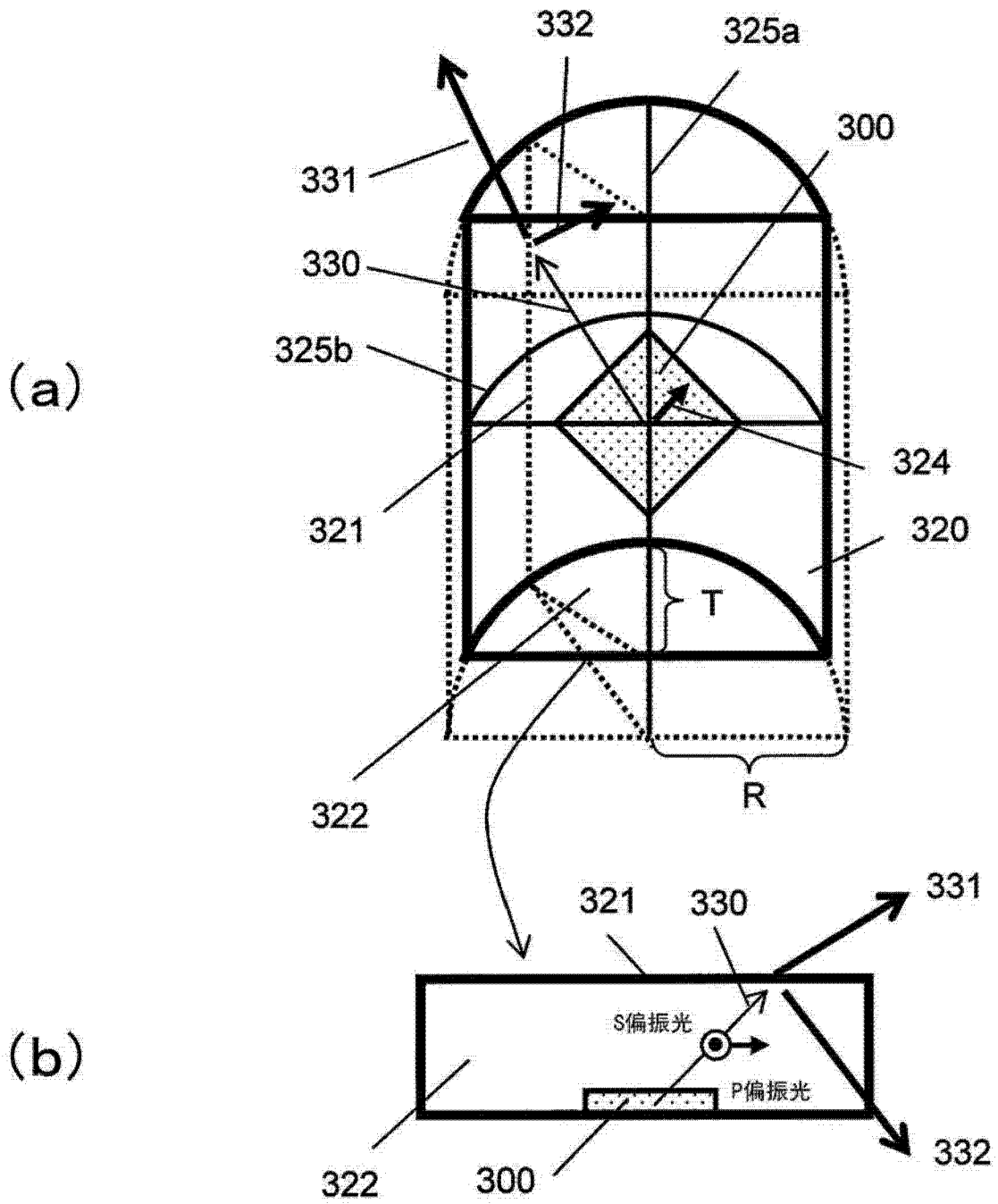


图 5

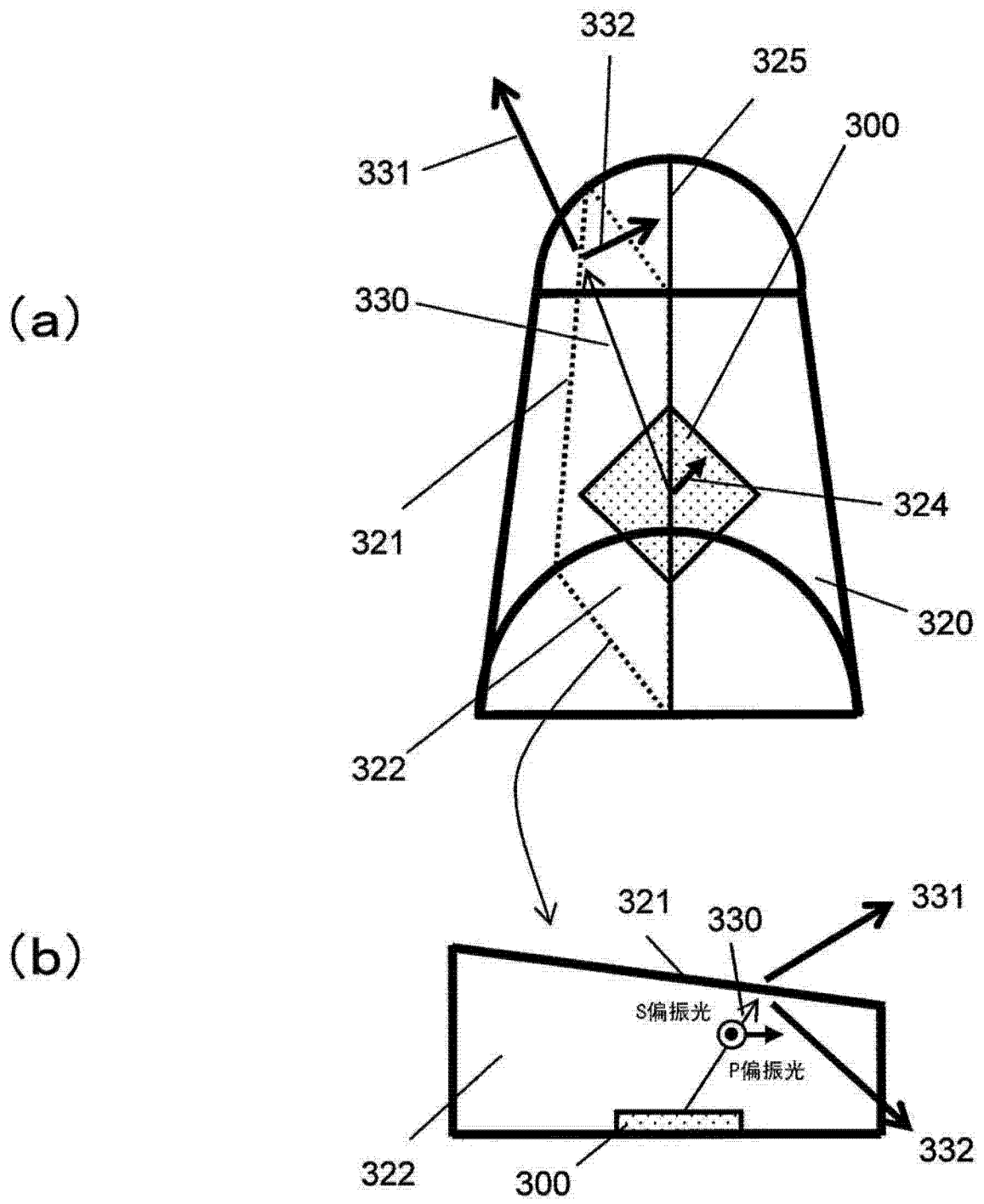


图 6

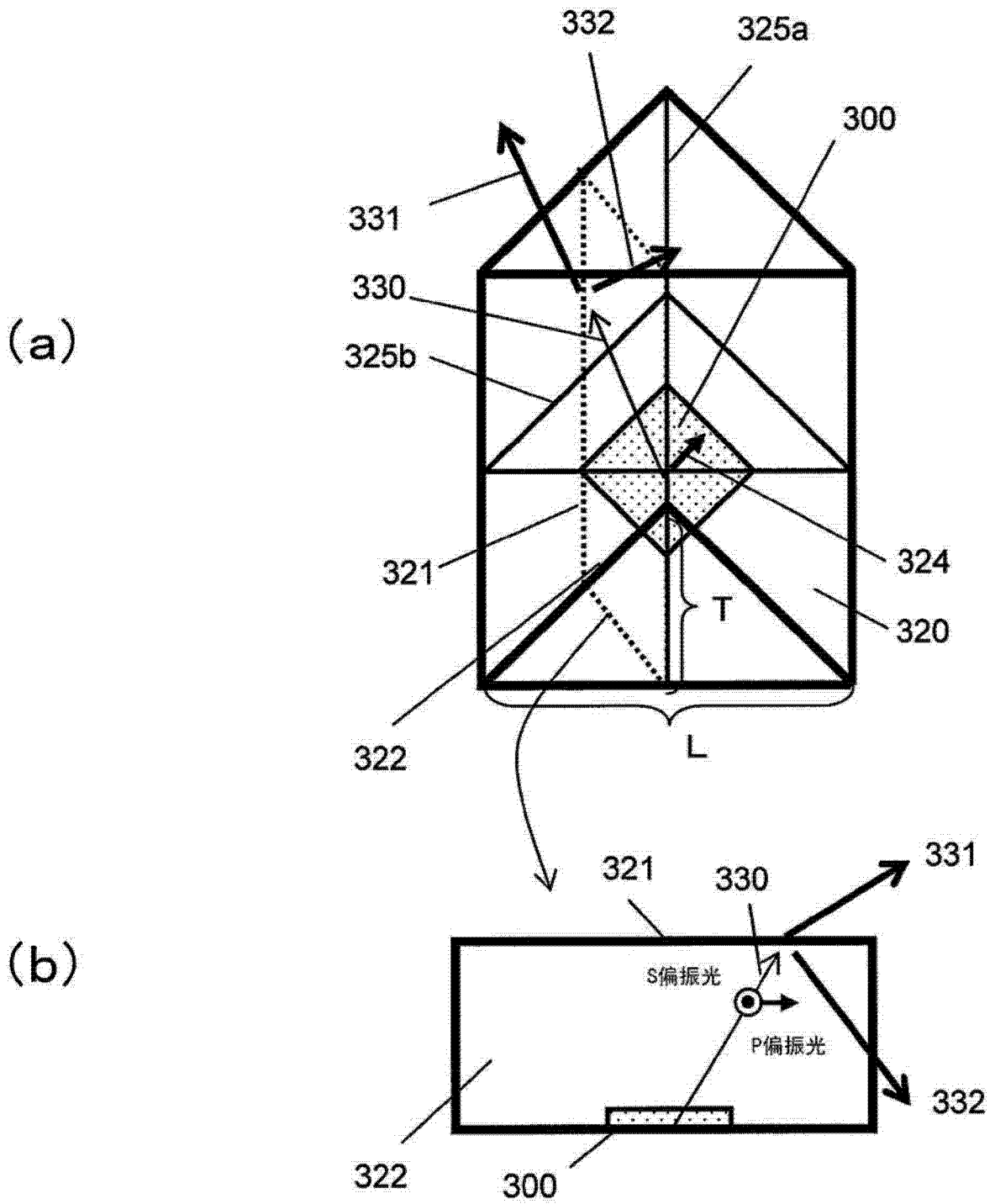


图 7

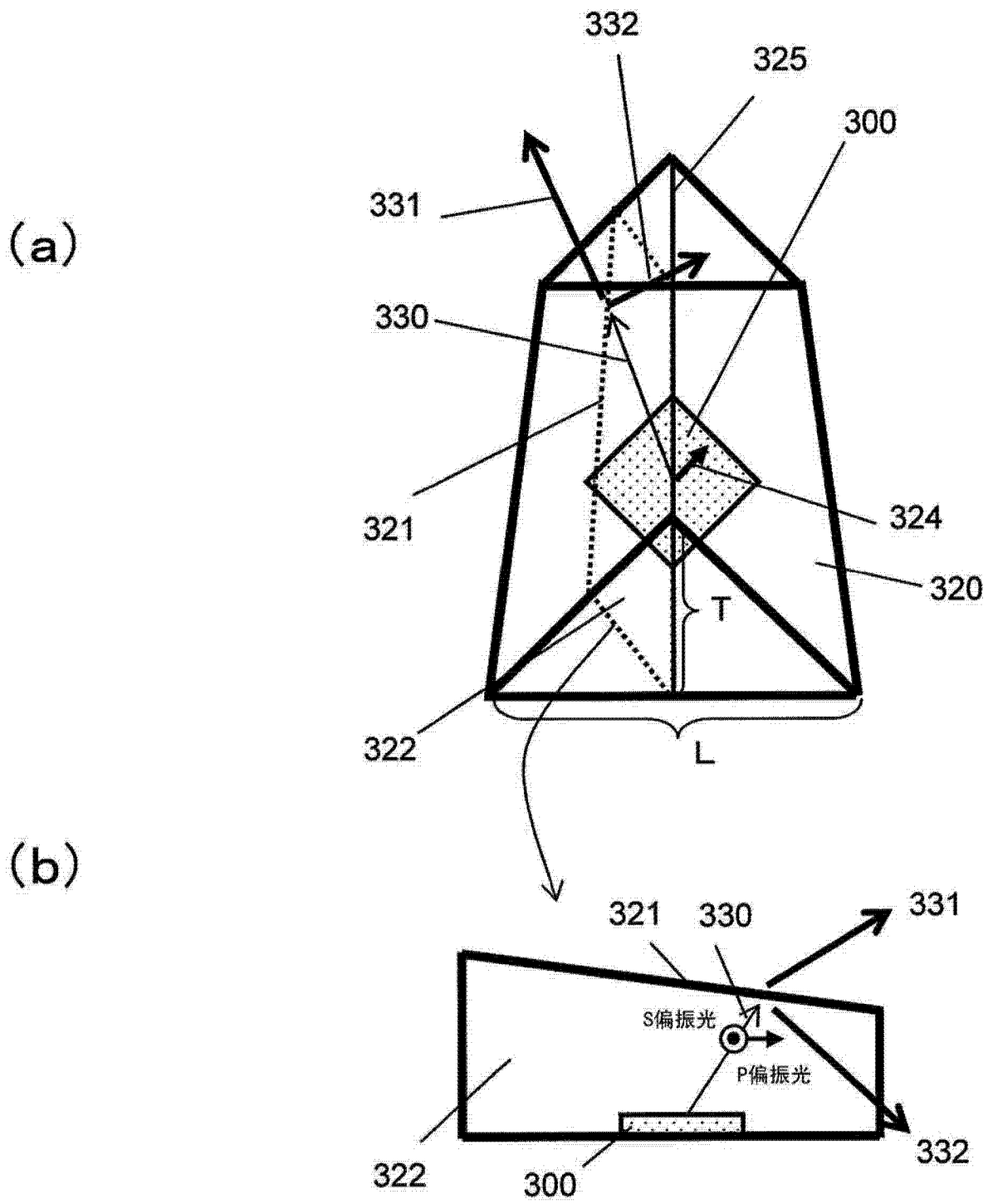


图 8

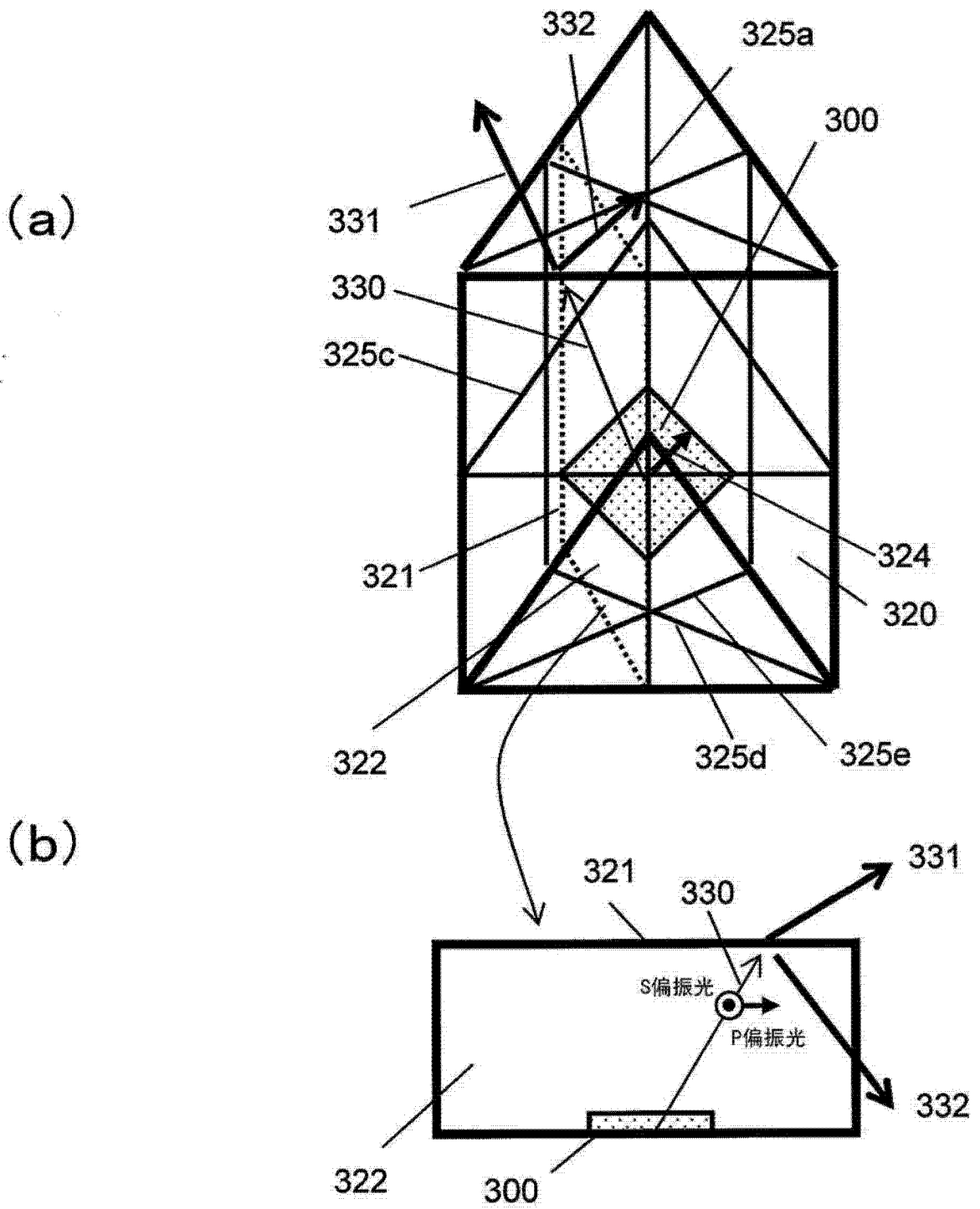


图 9

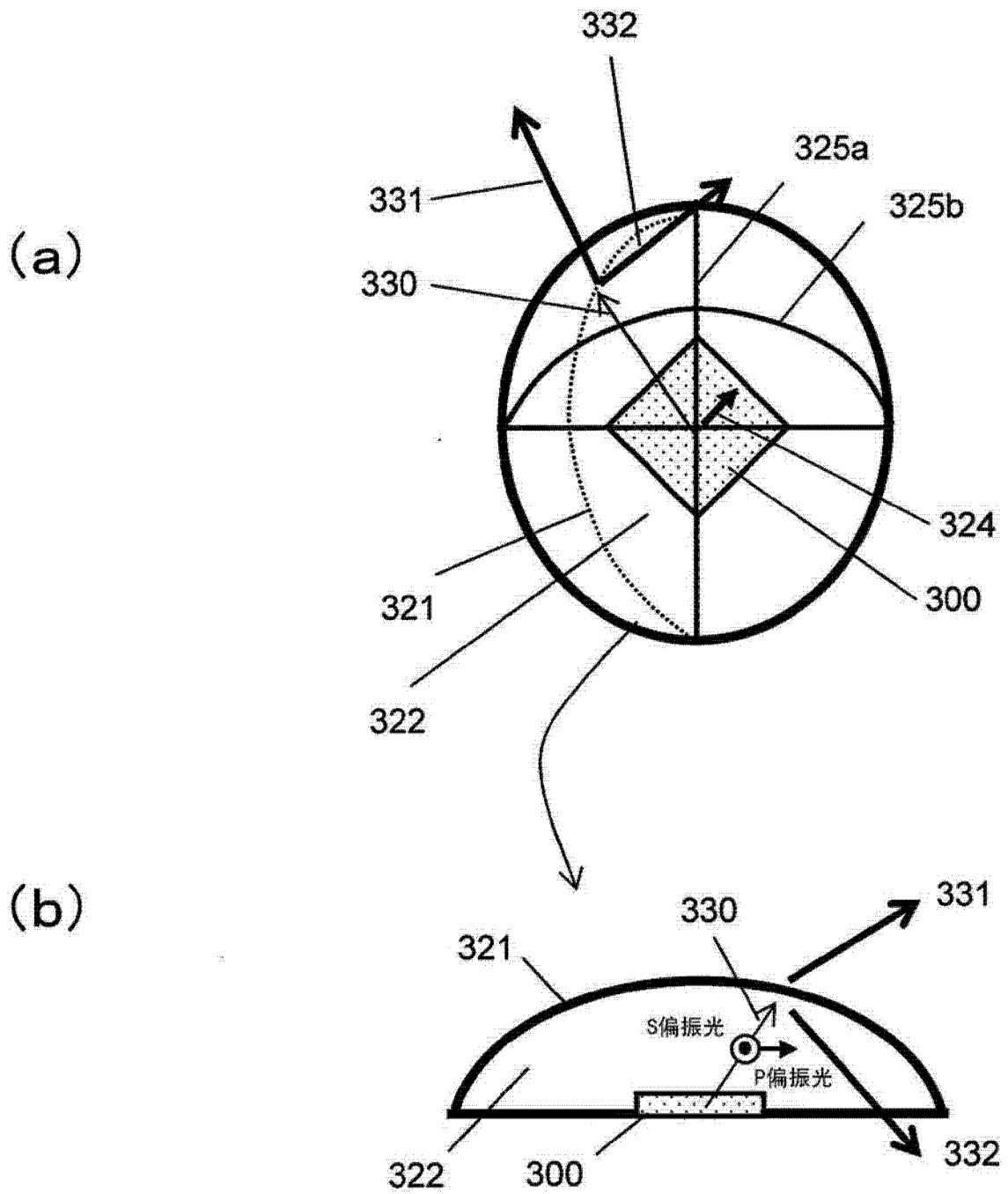


图 10

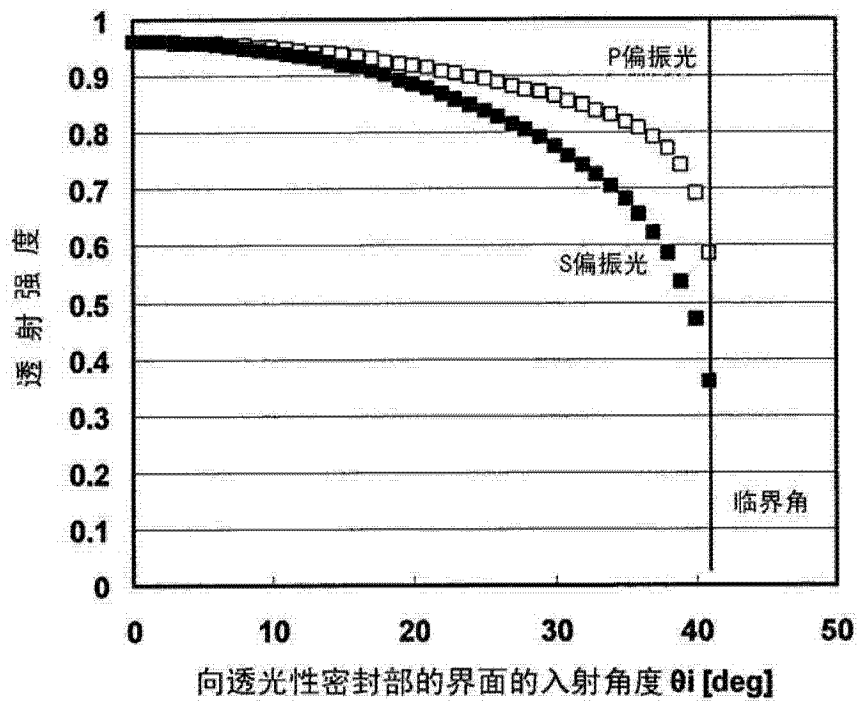


图 11

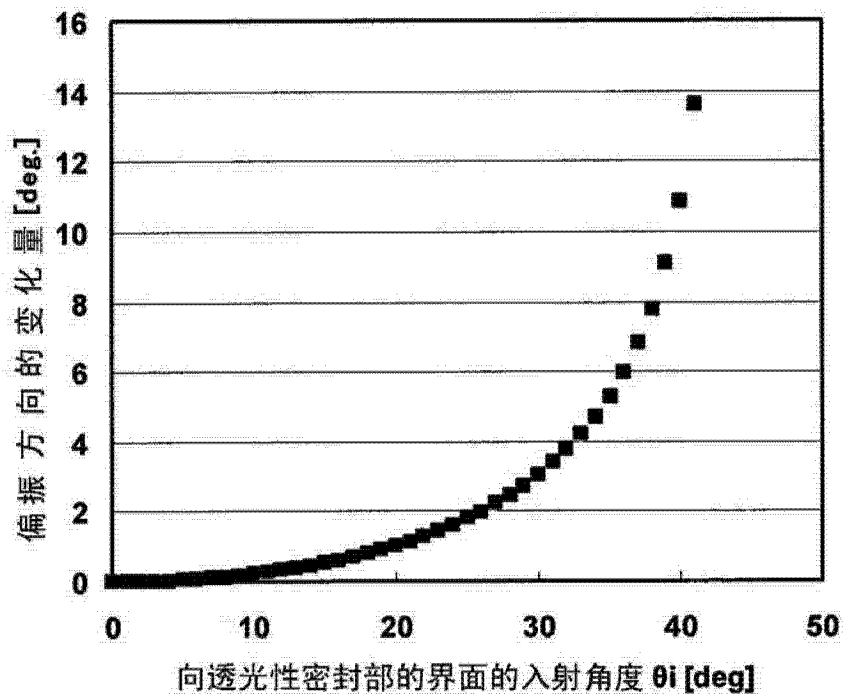


图 12

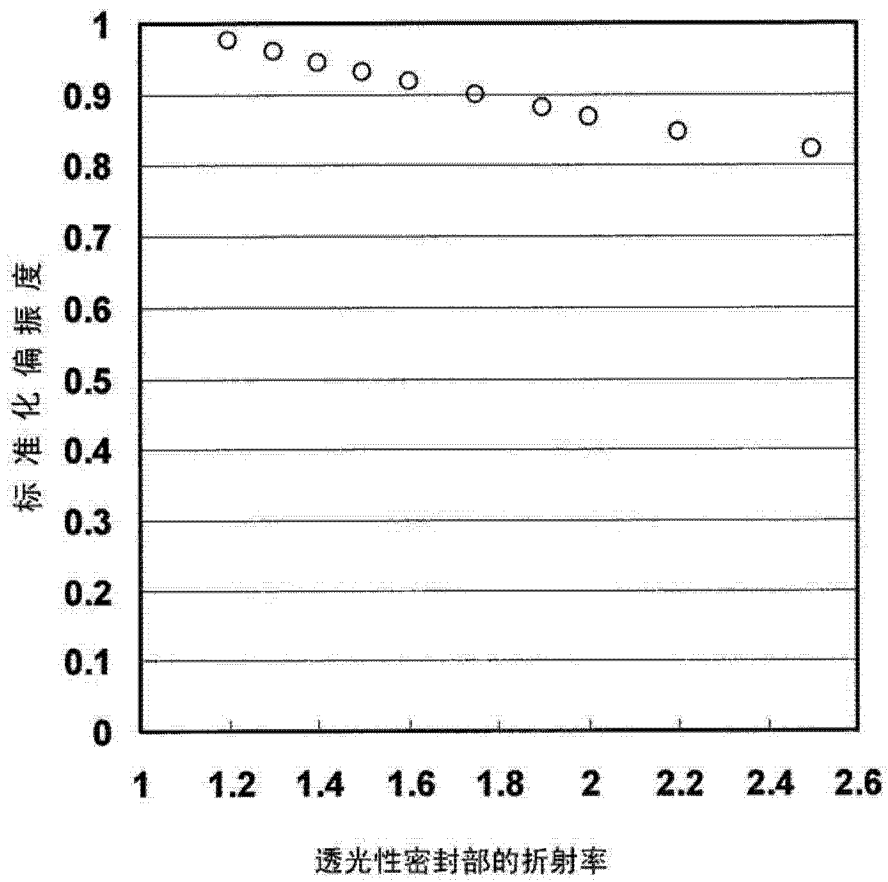


图 13

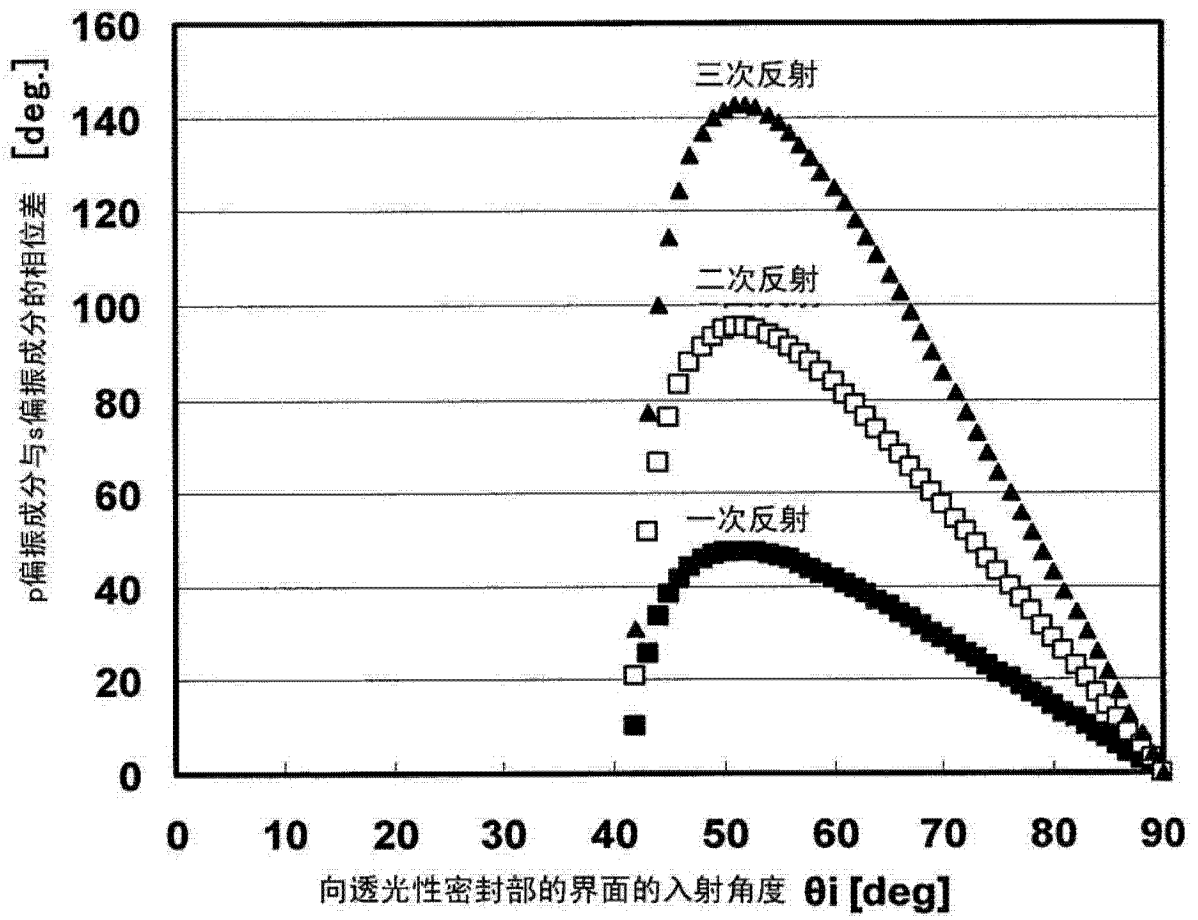


图 14

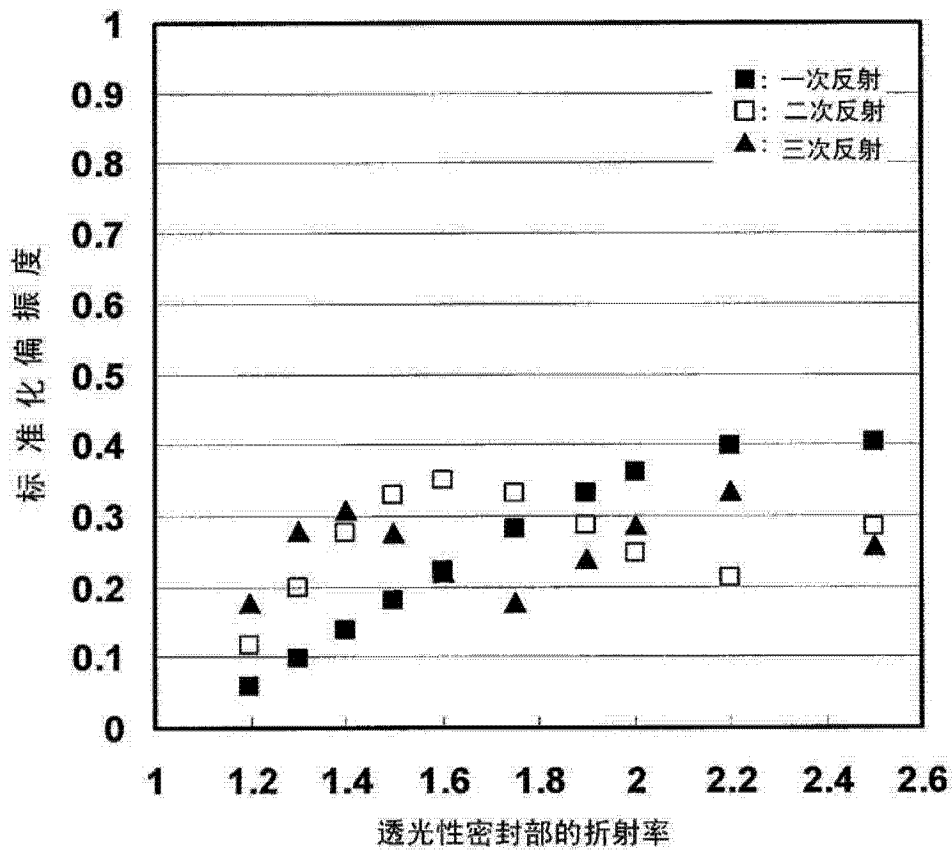


图 15

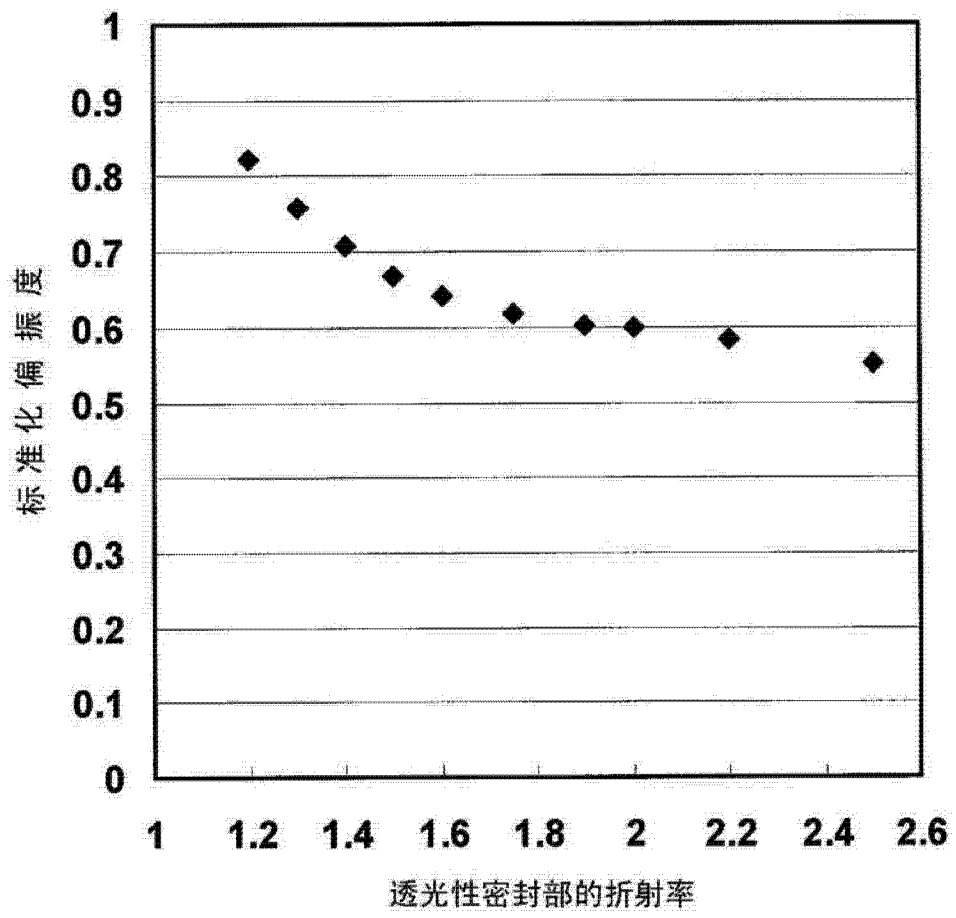


图 16

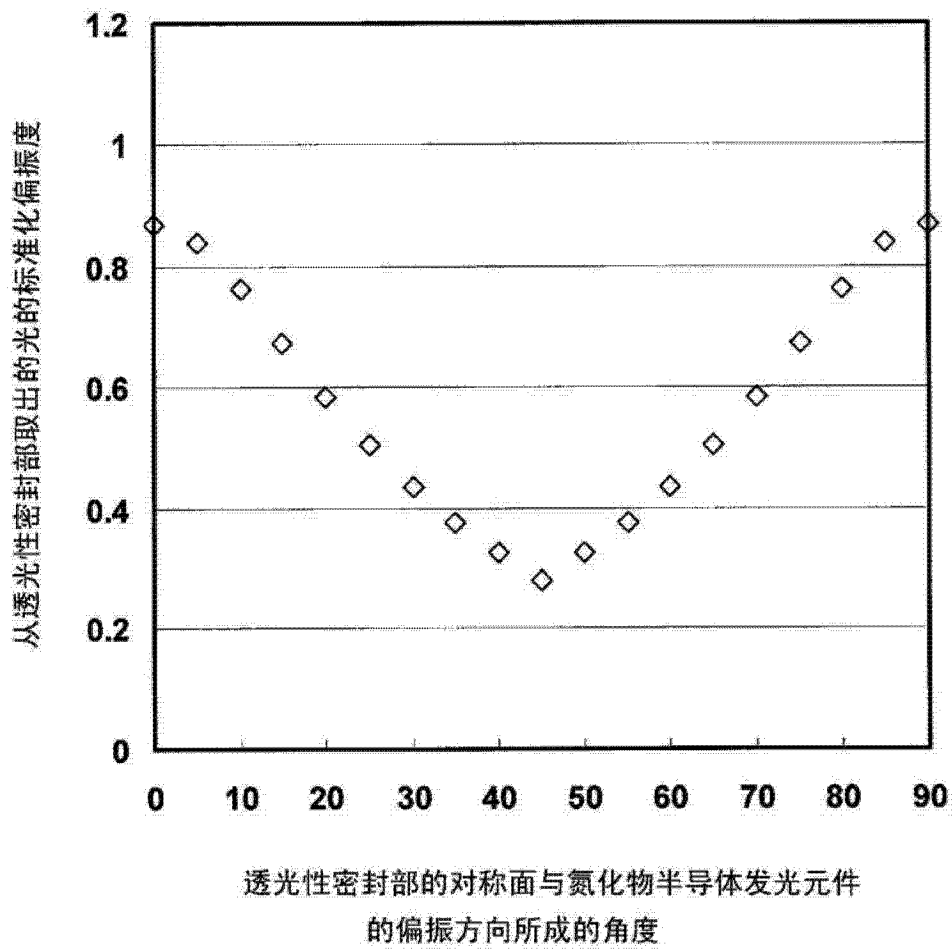


图 17

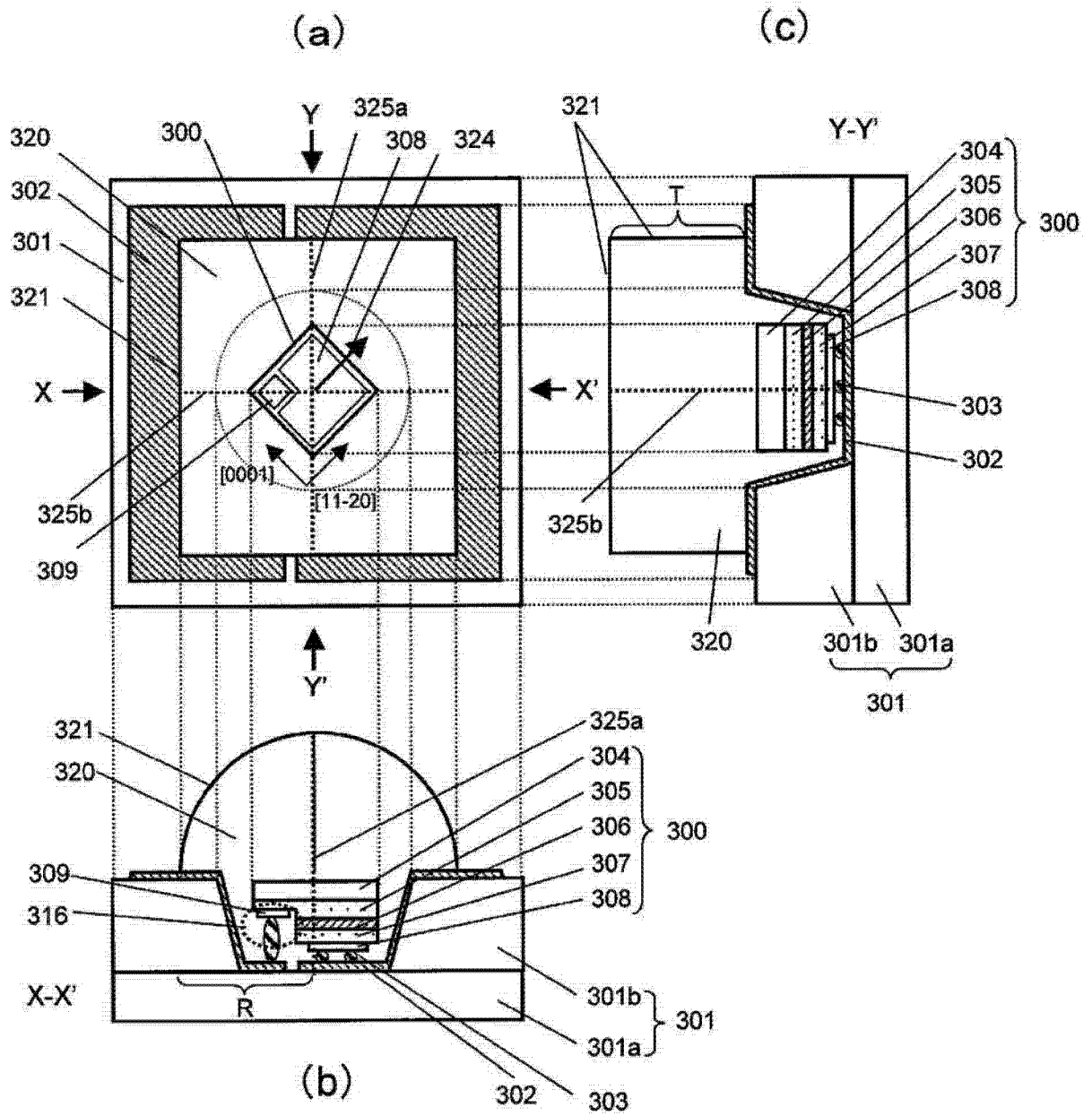


图 18

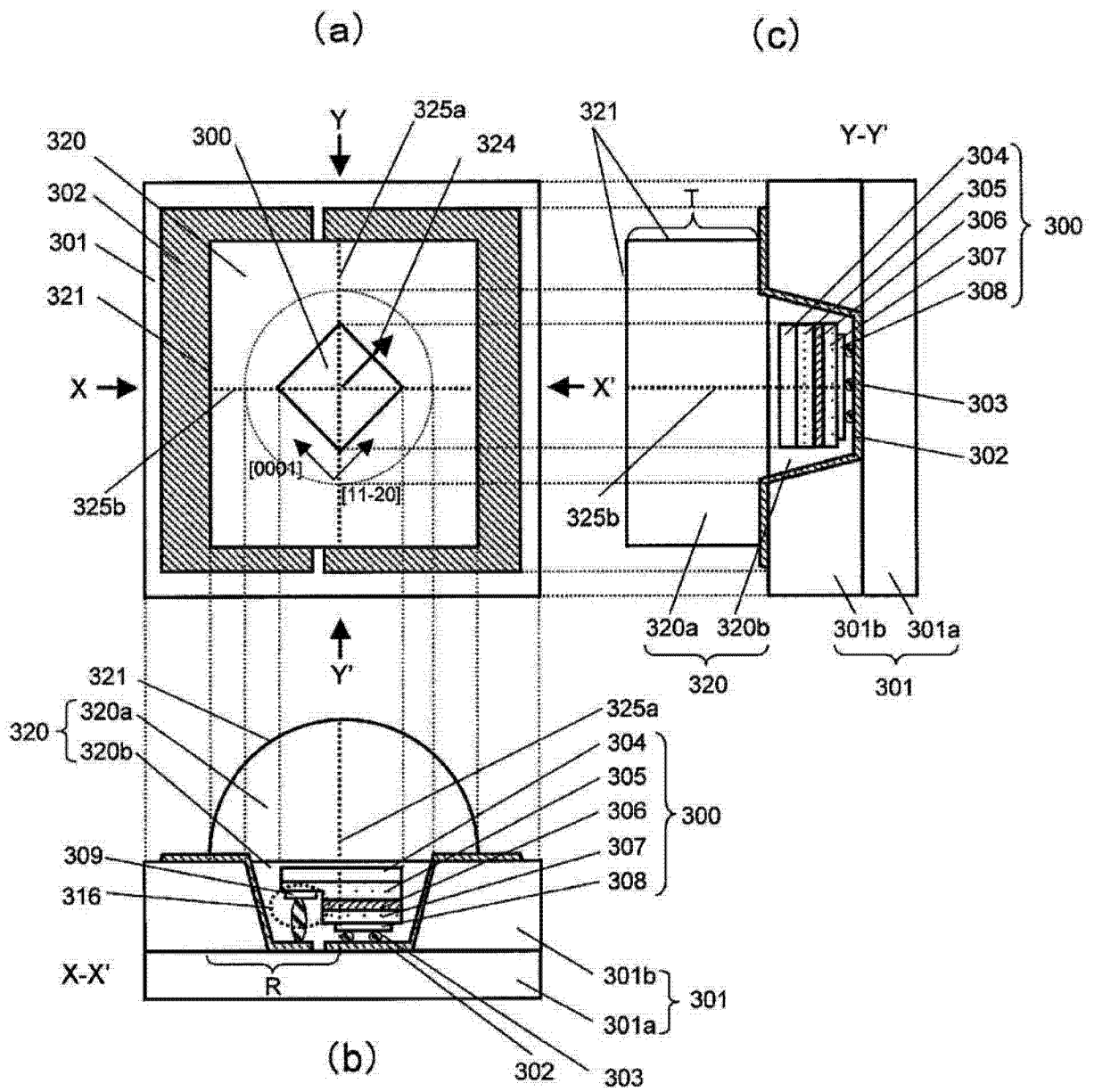


图 19

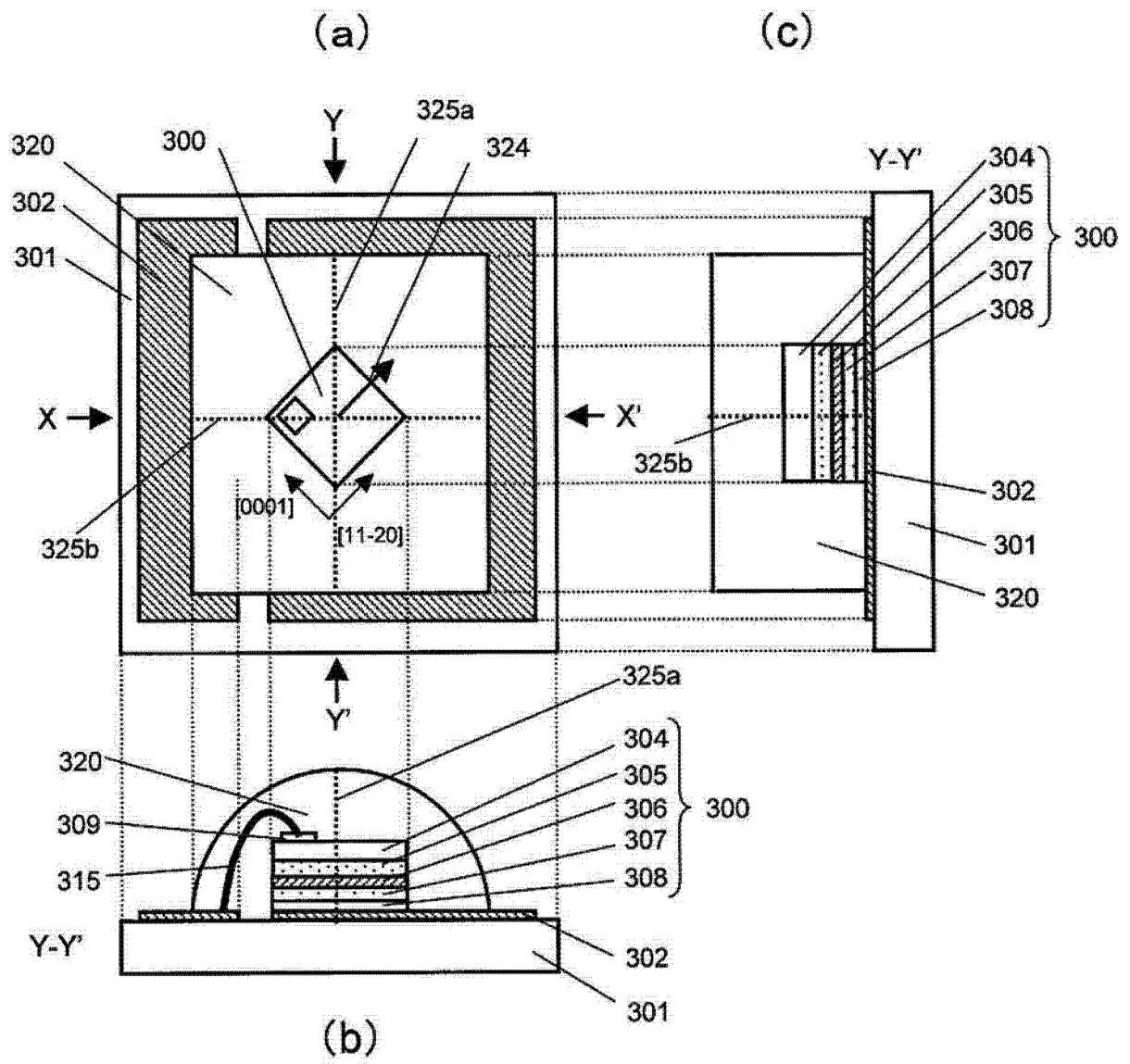


图 20

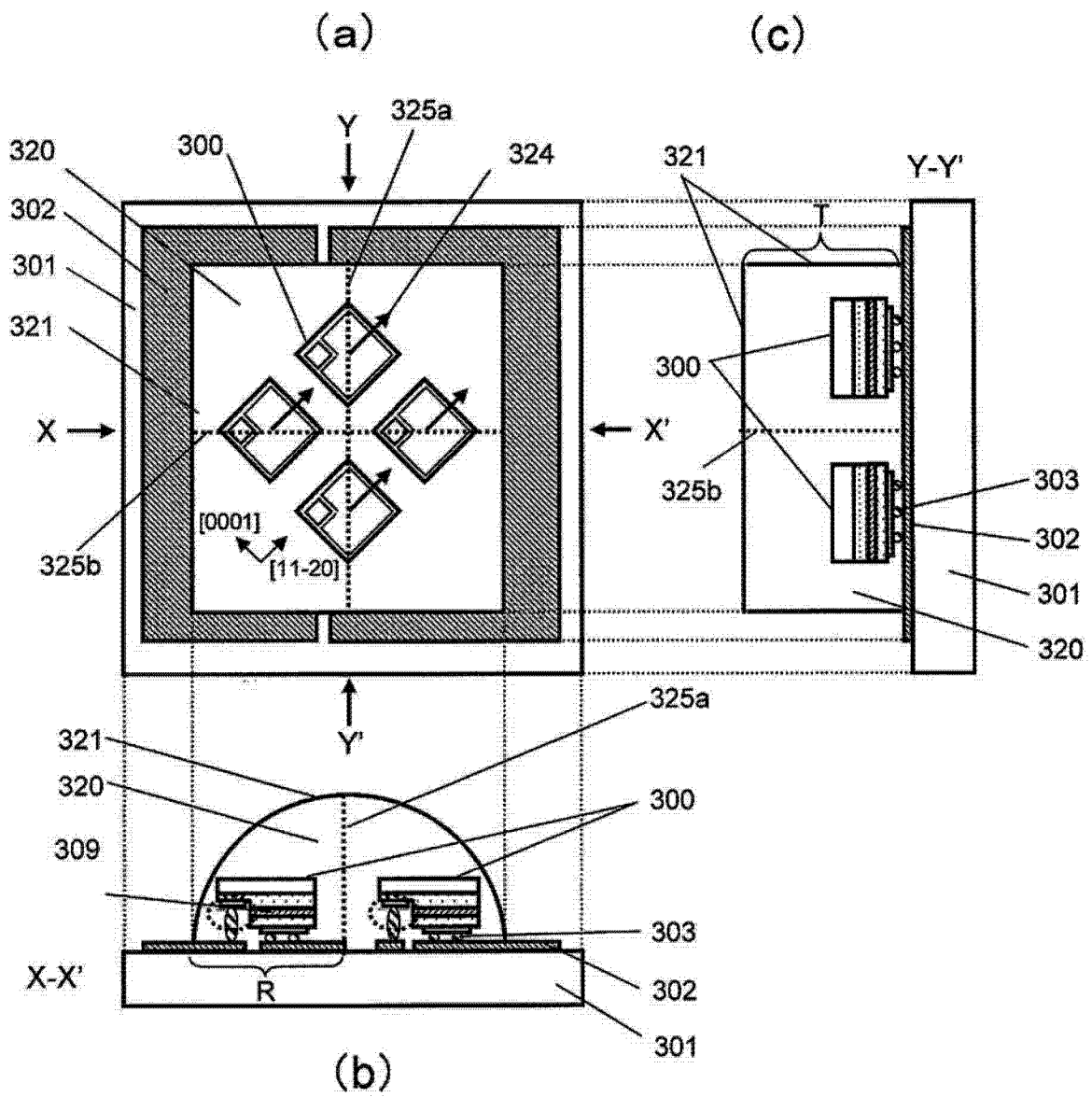


图 21

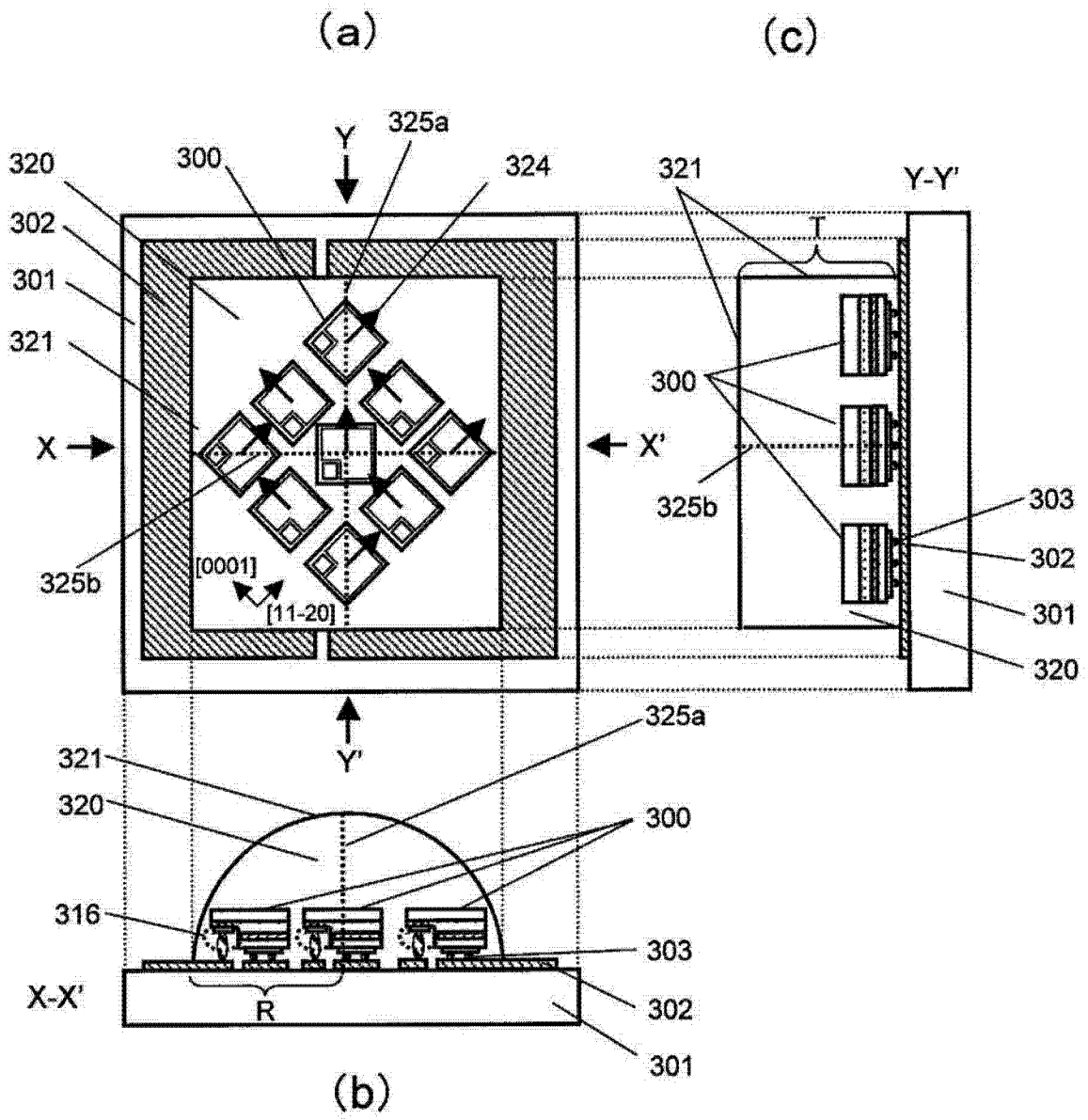


图 22

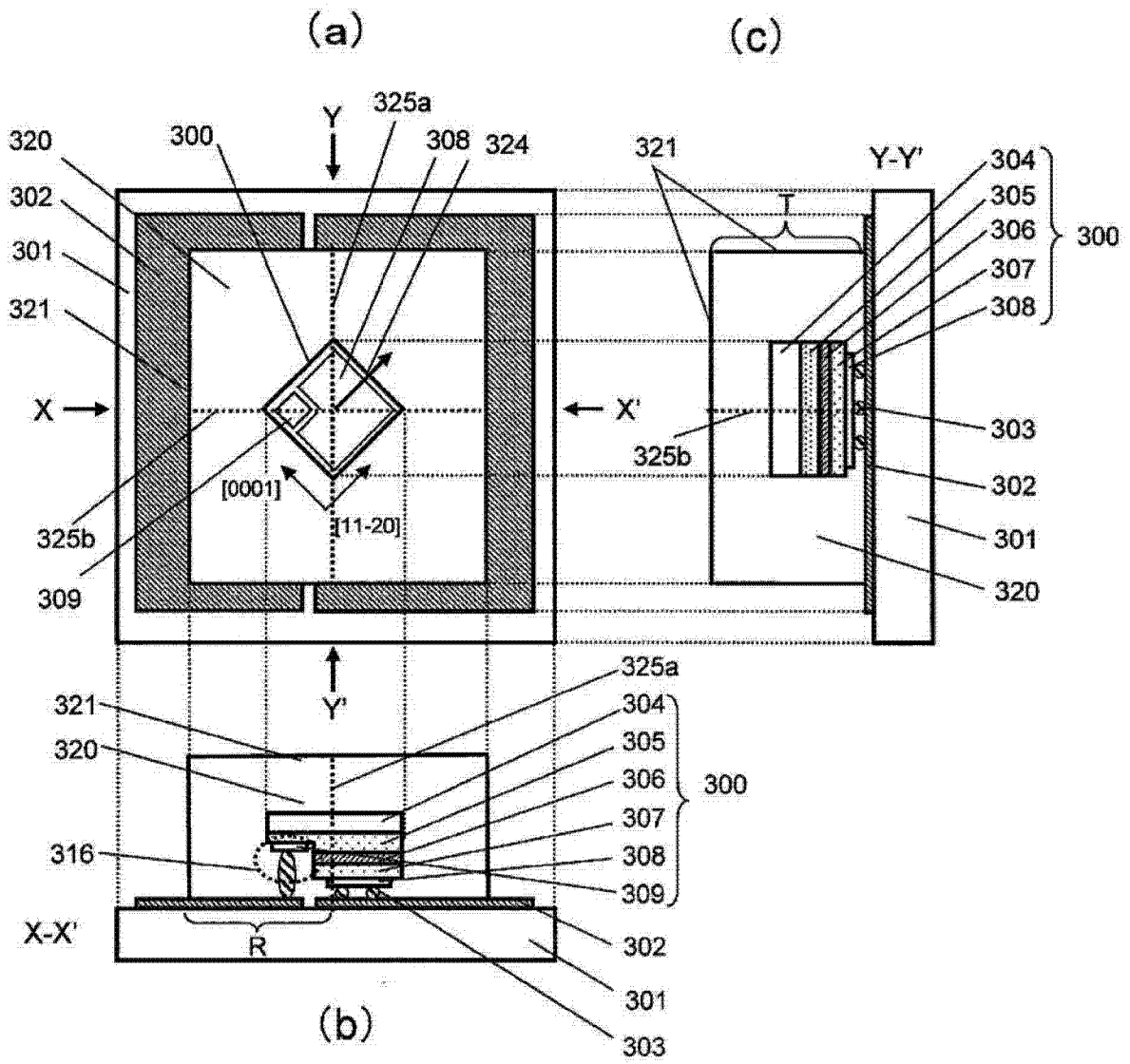


图 23

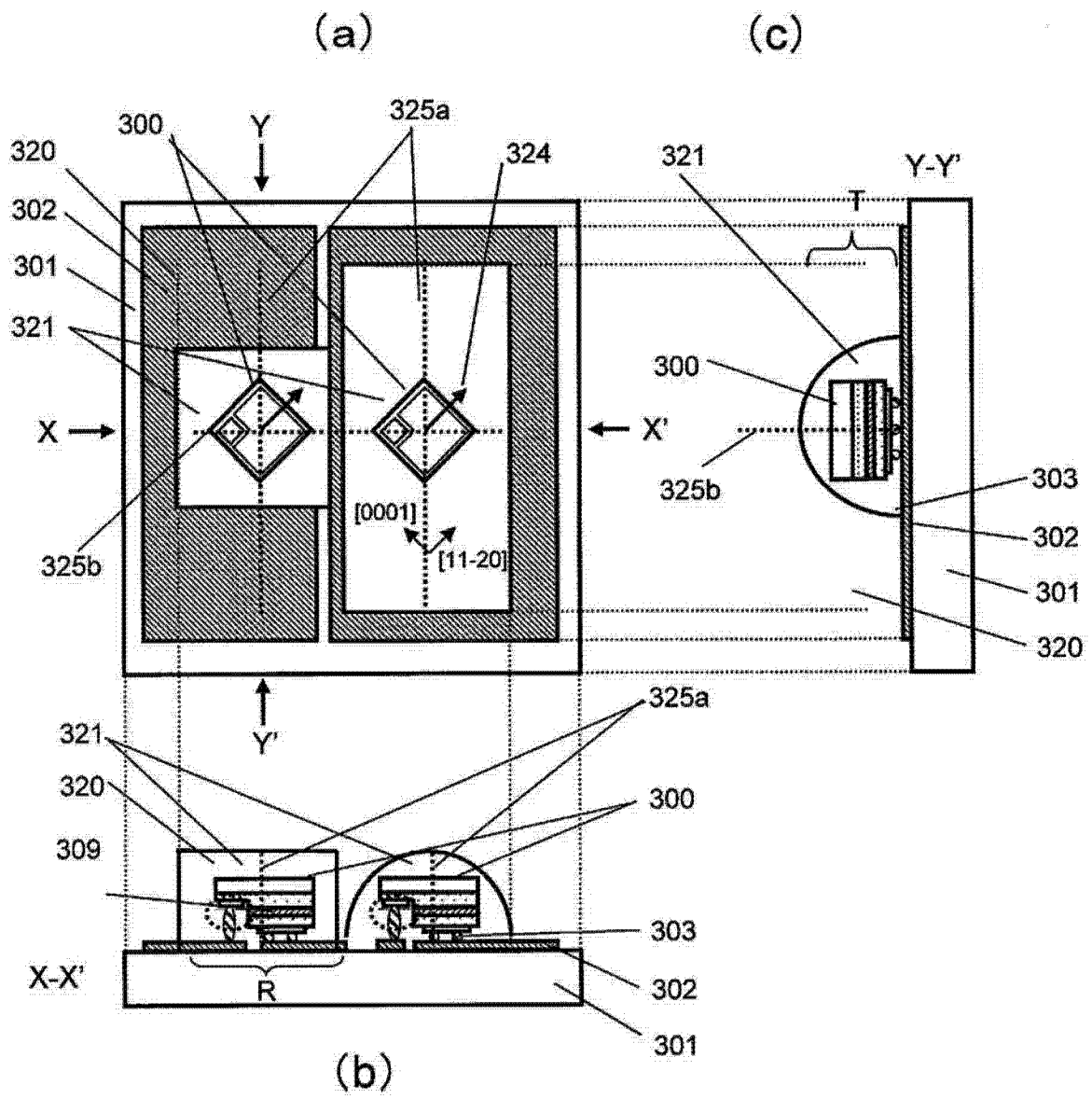


图 24

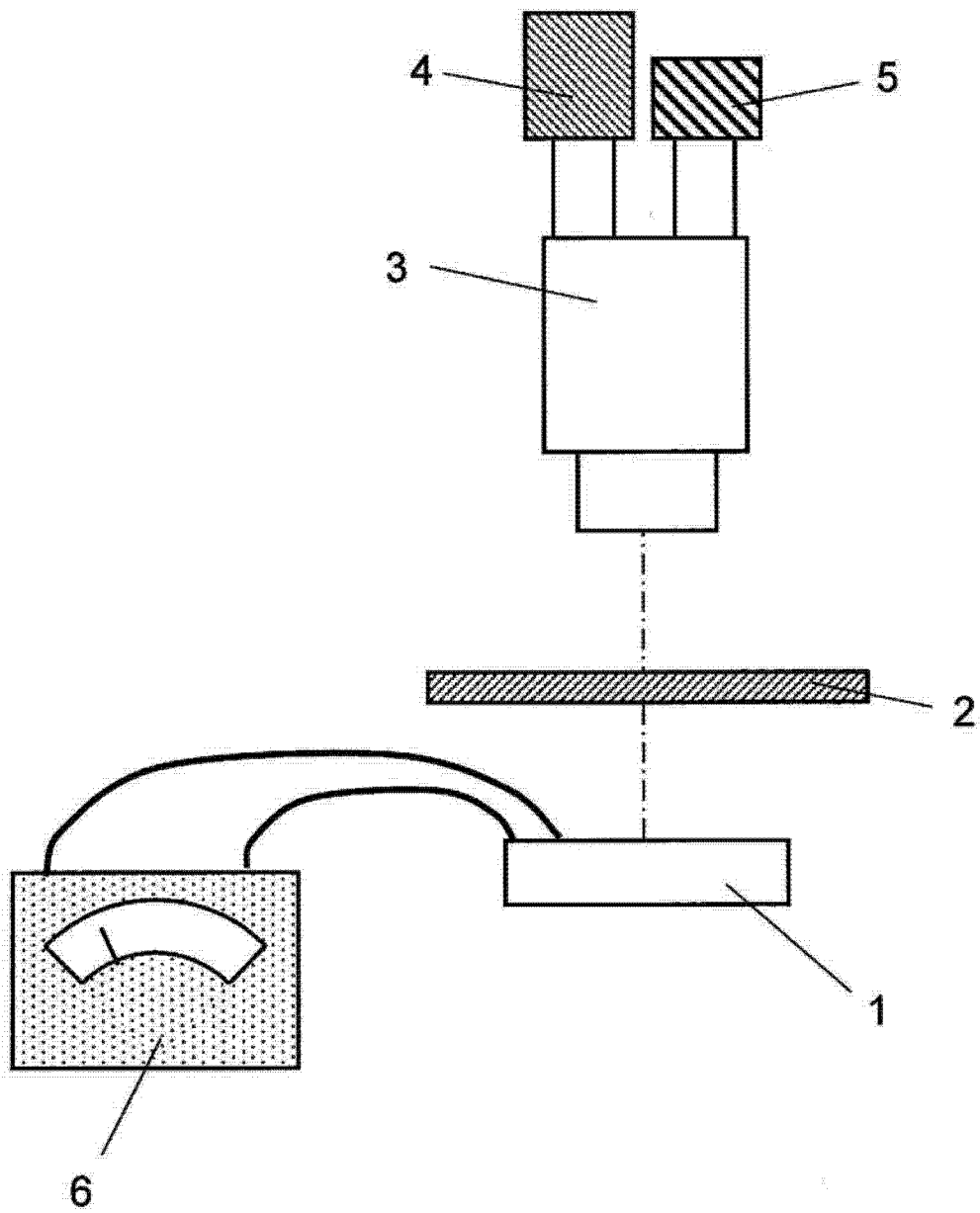


图 25

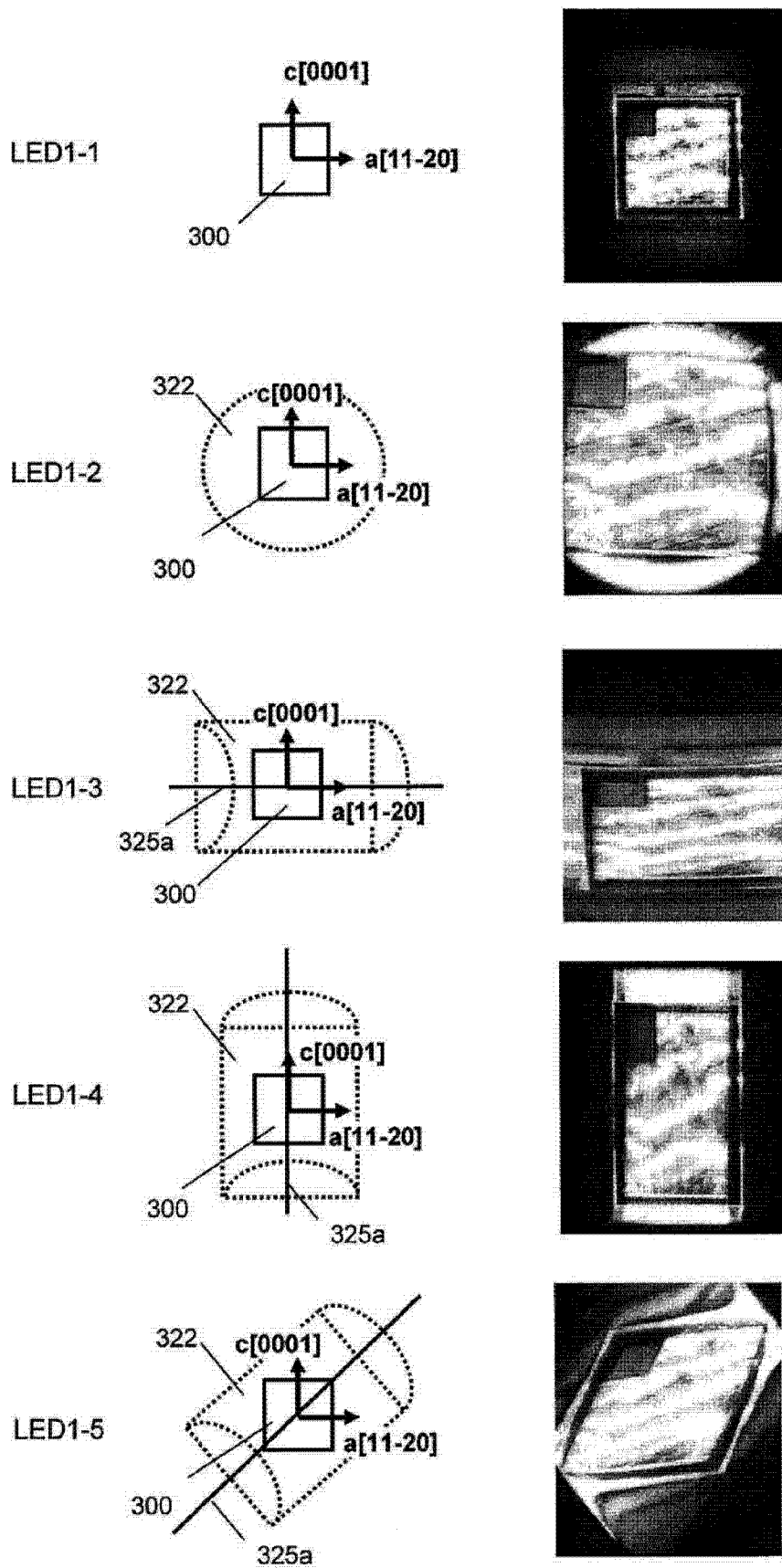


图 26

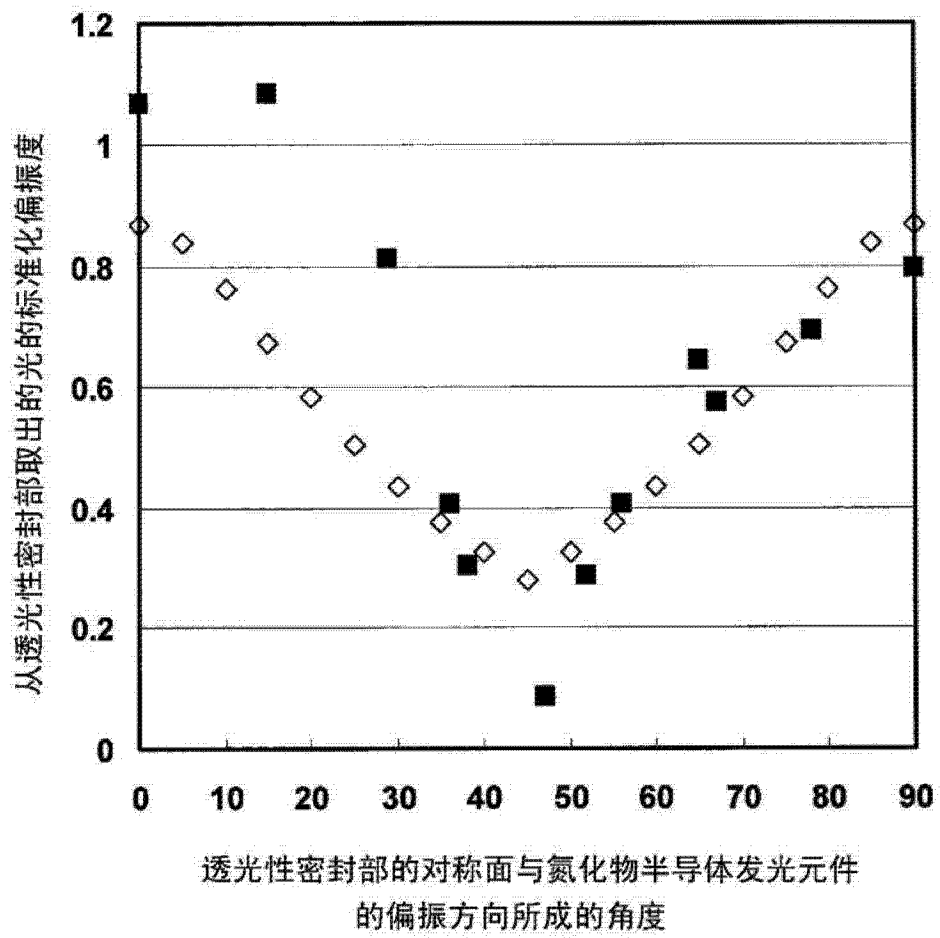


图 27