



(21) 申请号 202110243203.3
(22) 申请日 2021.03.05
(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 113381299 A

(43) 申请公布日 2021.09.10
(30) 优先权数据
2020-039603 2020.03.09 JP
(73) 专利权人 精工爱普生株式会社
地址 日本东京都
专利权人 学校法人上智学院

(72) 发明人 赤塚泰斗 岛田浩行 赤坂康一郎
岸野克巳

(74) 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司 11127
专利代理师 邓毅 黄纶伟

(51) Int.Cl.
H01S 5/323 (2006.01)
H01S 5/32 (2006.01)
G03B 21/20 (2006.01)

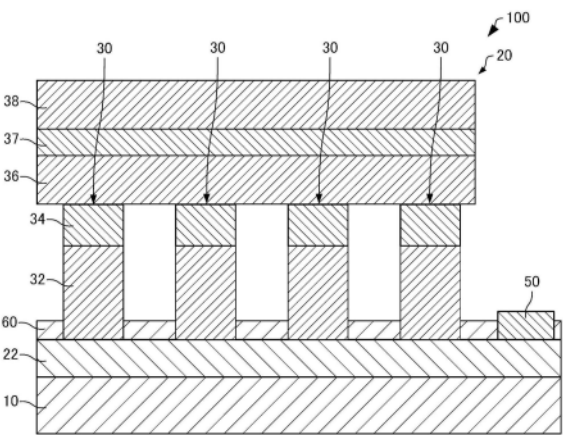
(56) 对比文件
CN 105826463 A, 2016.08.03
CN 110212406 A, 2019.09.06
US 2008217646 A1, 2008.09.11
US 2017301825 A1, 2017.10.19
US 2018151632 A1, 2018.05.31

审查员 林平

权利要求书1页 说明书11页 附图9页

(54) 发明名称
发光装置和投影仪

(57) 摘要
发光装置和投影仪,能够降低在柱状部之间传播的光的损失。发光装置具有:电极;以及层叠体,所述层叠体具有:n型的第1半导体层;发光层;p型的第2半导体层;隧道结层;以及n型的第3半导体层,所述电极与所述第1半导体层电连接,按照所述第1半导体层、所述发光层、所述第2半导体层、所述隧道结层、所述第3半导体层的顺序进行配置,所述发光层和所述第1半导体层构成柱状部。



1. 一种发光装置,其具有:
电极;以及
层叠体,
所述层叠体具有:
n型的第1半导体层;
发光层;
p型的第2半导体层;
隧道结层;以及
n型的第3半导体层,
所述电极与所述第1半导体层电连接,
按照所述第1半导体层、所述发光层、所述第2半导体层、所述隧道结层、所述第3半导体层的顺序进行配置,
所述第1半导体层、所述发光层、所述第2半导体层以及所述隧道结层构成柱状部,
所述第2半导体层具有c面和小平面,
所述隧道结层具有:
c面区域,其设置于所述c面;以及
小平面区域,其设置于所述小平面,
所述c面区域的杂质浓度高于所述小平面区域的杂质浓度。
2. 根据权利要求1所述的发光装置,其中,
所述柱状部还包含与所述第1半导体层、所述发光层、所述第2半导体层以及所述隧道结层一体形成所述柱状部的所述第3半导体层的至少一部分。
3. 根据权利要求1或2所述的发光装置,其中,
所述隧道结层将所述第2半导体层和所述第3半导体层进行隧道接合。
4. 一种投影仪,其中,该投影仪具有权利要求1~3中的任意一项所述的发光装置。

发光装置和投影仪

技术领域

[0001] 本发明涉及发光装置和投影仪。

背景技术

[0002] 半导体激光器有望成为高亮度的下一代光源。特别是,具有被称为纳米柱、纳米线、纳米棒、纳米支柱等纳米结构的半导体激光器有望能够通过光子晶体的效果来实现以窄辐射角获得高输出发光的发光装置。

[0003] 在专利文献1中,公开了形成于Si基板表面的多个纳米柱的顶部被透明电极覆盖的Ga_{0.5}N_{0.5}纳米柱LED。在专利文献1中,作为透明电极,使用了ITO(indium tin oxide:氧化铟锡)。

[0004] 专利文献1:日本特开2010-10657号公报

[0005] 但是,在具有纳米柱的半导体激光器中,在纳米柱间传播的光不能被完全封闭在包层间,还泄漏到形成在纳米柱上的电极。因此,在使用由ITO构成的电极的情况下,由于ITO的光吸收系数较大,所以在纳米柱间传播的光的损失增大。

发明内容

[0006] 本发明的发光装置的一个方式具有:电极;以及层叠体,所述层叠体具有:n型的第1半导体层;发光层;p型的第2半导体层;隧道结层;以及n型的第3半导体层,所述电极与所述第1半导体层电连接,按照所述第1半导体层、所述发光层、所述第2半导体层、所述隧道结层、所述第3半导体层的顺序进行配置,所述发光层和所述第1半导体层构成柱状部。

[0007] 本发明的投影仪的一个方式具有所述发光装置的一个方式。

附图说明

[0008] 图1是示意性地表示第1实施方式的发光装置的剖视图。

[0009] 图2是示意性地表示隧道结层的剖视图。

[0010] 图3是示意性地表示第1实施方式的发光装置的制造工序的剖视图。

[0011] 图4是示意性地表示第1实施方式的发光装置的制造工序的剖视图。

[0012] 图5是示意性地表示第2实施方式的发光装置的剖视图。

[0013] 图6是示意性地表示第3实施方式的发光装置的剖视图。

[0014] 图7是示意性地表示第4实施方式的发光装置的剖视图。

[0015] 图8是示意性地表示柱状部的剖视图。

[0016] 图9是示意性地表示第5实施方式的发光装置的剖视图。

[0017] 图10是示意性地表示第6实施方式的发光装置的剖视图。

[0018] 图11是示意性地表示第7实施方式的投影仪的图。

[0019] 标号说明

[0020] 2a:c面;2b:c面;2c:c面;4a:小平面;4b:小平面;4c:小平面;10:基板;20:层叠体;

22:缓冲层;30:柱状部;32:第1半导体层;34:发光层;36:第2半导体层;36a:柱状部分;36b:层状部分;37:隧道结层;37a:第1层;37b:第2层;38:第3半导体层;38a:柱状部分;38b:层状部分;50:第1电极;60:掩模层;70:第2电极;100:发光装置;100R:红色光源;100G:绿色光源;100B:蓝色光源;200:发光装置;300:发光装置;342:c面区域;344:小平面区域;362:c面区域;364:小平面区域;372:c面区域;374:小平面区域;400:发光装置;500:发光装置;600:发光装置;900:投影仪;902R:第1光学元件;902G:第2光学元件;902B:第3光学元件;904R:第1光调制装置;904G:第2光调制装置;904B:第3光调制装置;906:十字分色棱镜;908:投射装置;910:屏幕。

具体实施方式

[0021] 以下,使用附图详细说明本发明的优选实施方式。另外,以下说明的实施方式并非不当地限定权利要求书中记载的本发明的内容。另外,以下说明的结构并非全部都是本发明的必要构成要件。

[0022] 1.第1实施方式

[0023] 1.1.发光装置

[0024] 首先,参照附图说明第1实施方式的发光装置。图1是示意性地表示第1实施方式的发光装置100的剖视图。

[0025] 如图1所示,发光装置100具有基板10、层叠体20和电极50。

[0026] 基板10例如是Si基板、GaN基板、蓝宝石基板等。

[0027] 层叠体20设置在基板10上。层叠体20具有缓冲层22、第1半导体层32、发光层34、第2半导体层36、隧道结层37和第3半导体层38。

[0028] 从基板10侧起按照缓冲层22、第1半导体层32、发光层34、第2半导体层36、隧道结层37和第3半导体层38的顺序进行配置。即,在第1半导体层32和第3半导体层38之间配置有第2半导体层36,在第1半导体层32和第2半导体层36之间配置有发光层34,在第2半导体层36和第3半导体层38之间配置有隧道结层37,在基板10和发光层34之间配置有第1半导体层32。

[0029] 缓冲层22设置在基板10上。缓冲层22例如是掺杂有Si的n型GaN层。在缓冲层22上设置有用形成柱状部30的掩模层60。掩模层60例如是钛层、氧化钛层、氧化硅层、氧化铝层等。

[0030] 在本说明书中,在层叠体20的层叠方向(以下,也简称为“层叠方向”)上,在以发光层34为基准的情况下,将从发光层34朝向第2半导体层36的方向设为“上”、将从发光层34朝向第1半导体层32的方向作为“下”来进行说明。另外,“层叠体的层叠方向”是指第1半导体层32和发光层34的层叠方向。

[0031] 第1半导体层32设置在缓冲层22上。第1半导体层32设置在基板10和发光层34之间。第1半导体层32是n型半导体层。第1半导体层32例如是掺杂有Si的n型GaN层。

[0032] 发光层34设置在第1半导体层32上。发光层34设置在第1半导体层32和第2半导体层36之间。发光层34通过被注入电流而产生光。发光层34例如具有由量子阱结构重叠而成的多量子阱结构,该量子阱结构由未掺杂杂质的i型GaN层、和i型InGaN层构成。

[0033] 第2半导体层36设置在发光层34上。第2半导体层36设置在发光层34和隧道结层37

之间。第2半导体层36是导电型与第1半导体层32不同的层。第2半导体层36是p型半导体层。第2半导体层36例如是掺杂有Mg的p型AlGaIn层。另外，第2半导体层36例如也可以是掺杂有Mg的p型GaIn层。第1半导体层32和第2半导体层36是具有将光封闭在发光层34中的功能的包覆层。

[0034] 隧道结层37设置在第2半导体层36上。隧道结层37设置在第2半导体层36和第3半导体层38之间。隧道结层37将第2半导体层36和第3半导体层38进行隧道接合。由此，电流能够从n型第3半导体层38注入到p型第2半导体层36。隧道结层37的膜厚例如为50nm以下。隧道结层37对可见光的光吸收系数例如为 100cm^{-1} 左右。

[0035] 图2是示意性地表示隧道结层37的剖视图。隧道结层37具有第1层37a和第2层37b。

[0036] 第1层37a设置在第2半导体层36上。第1层37a是p型半导体层。第1层37a例如是以高浓度地掺杂有Mg的p型GaIn。第1层37a的Mg浓度高于第2半导体层36的Mg浓度。例如，第1层37a的Mg浓度为 $1 \times 10^{19} \sim 1 \times 10^{22}\text{cm}^{-3}$ ，比第2半导体层36的Mg浓度高一位左右。另外，第1层37a的材质不限于GaIn，例如也可以是由AlN、GaIn、InN及它们的混合晶体构成的氮化物半导体。另外，第1层37a的掺杂剂不限于Mg，也可以使用其他的p型掺杂剂。

[0037] 第2层37b设置在第1层37a上。第2层37b是n型半导体层。第2层37b例如是高浓度地掺杂有Si的n型GaIn层。第2层37b的Si浓度比第1半导体层32的Si浓度和第3半导体层38的Si浓度高。例如，第2层37b的Si浓度为 $1 \times 10^{19} \sim 1 \times 10^{22}\text{cm}^{-3}$ ，比第1半导体层32的Si浓度高一位左右。另外，第2层37b的材质不限于GaIn，例如也可以是由AlN、GaIn、InN及它们的混合晶体构成的氮化物半导体。另外，第2层37b的掺杂剂不限于Si，也可以使用其他的n型掺杂剂。

[0038] 第3半导体层38设置在隧道结层37上。第3半导体层38是n型半导体层。第3半导体层38例如是掺杂有Si的n型GaIn层。另外，第3半导体层38也可以是掺杂有Si的n型AlGaIn层。第3半导体层38经由隧道结层37与第2半导体层36隧道接合。

[0039] 第3半导体层38用作向发光层34注入电流的电极。第3半导体层38使电流在与层叠方向垂直的层叠体20的面内方向上扩散，向多个柱状部30供给电流。因此，在发光装置100中，不需要由ITO等构成的透明电极。

[0040] 在此，ITO对可见光的光吸收系数例如为 2000cm^{-1} 左右，光吸收系数较大。隧道结层37的光吸收系数比ITO的光吸收系数小1位左右。另外，作为n型GaIn层的第3半导体层38的光吸收系数极小。作为n型GaIn层的第3半导体层38的光吸收系数小于ITO的光吸收系数，且小于作为p型GaIn层的第2半导体层36的光吸收系数。

[0041] 因此，在发光装置100中，由于将经由隧道结层37与第2半导体层36隧道接合的第3半导体层38用作电极，所以与使用例如由ITO构成的电极的情况相比，能够降低在柱状部30之间传播的光的损失。

[0042] 电极50设置在缓冲层22上。缓冲层22也可以与电极50欧姆接触。电极50与第1半导体层32电连接。在图示的例子中，第1电极50经由缓冲层22与第1半导体层32电连接。第1电极50是用于向发光层34注入电流的一个电极。即，在发光装置100中，通过电极50和第3半导体层38，向发光层34注入电流。作为第1电极50，例如使用从缓冲层22侧起按照Cr层、Ni层、Au层的顺序层叠而成的电极等。

[0043] 第1半导体层32和发光层34构成了柱状部30。层叠体20具有多个柱状部30。柱状部30设置在缓冲层22上。柱状部30具有从缓冲层22向上方突出的柱状形状。柱状部30例如也

被称为纳米柱、纳米线、纳米棒、纳米支柱。柱状部30的平面形状例如是多边形、圆等。

[0044] 柱状部30的直径例如为50nm以上500nm以下。通过使柱状部30的直径为500nm以下,能够得到高质量晶体的发光层34,能够降低发光层34内在的变形。由此,能够高效地放大由发光层34产生的光。多个柱状部30的直径例如彼此相等。

[0045] 另外,所谓“柱状部的直径”,在柱状部30的平面形状为圆的情况下是直径,在柱状部30的平面形状不是圆的形状的情况下是最小包含圆的直径。例如,在柱状部30的平面形状为多边形的情况下,柱状部30的直径是在内部包含该多边形的最小的圆的直径,在柱状部30的平面形状为椭圆的情况下,柱状部30的直径是在内部包含该椭圆的最小的圆的直径。

[0046] 柱状部30设置有多个。相邻的柱状部30的间隔例如为1nm以上500nm以下。在从层叠方向观察的俯视时,多个柱状部30在规定的方向上以规定的间距排列。多个柱状部30配置成三角格子状。另外,多个柱状部30的配置没有特别限定,也可以配置成正方格子状。多个柱状部30能够表现出光子晶体的效果。

[0047] 另外,“柱状部的间距”是指沿着规定方向相邻的柱状部30的中心之间的距离。所谓“柱状部的中心”,在柱状部30的平面形状为圆的情况下是该圆的中心,在柱状部30的平面形状不是圆的情况下是最小包含圆的中心。例如,在柱状部30的平面形状为多边形的情况下,柱状部30的中心是在内部包含该多边形的最小的圆的中心,在柱状部30的平面形状为椭圆的情况下,柱状部30的中心是在内部包含该椭圆的最小的圆的中心。

[0048] 第2半导体层36是跨越多个柱状部30设置的一个层。即,第2半导体层36不构成柱状部30。同样地,隧道结层37是跨越多个柱状部30设置的一个层,不构成柱状部30。同样地,第3半导体层38是跨越多个柱状部30设置的一个层,不构成柱状部30。

[0049] 在发光装置100中,由p型的第2半导体层36、发光层34和n型的第1半导体层32构成pin二极管。在发光装置100中,在电极50和第3半导体层38之间施加pin二极管的正向偏置电压时,向发光层34注入电流,在发光层34中发生电子和空穴的复合。通过该复合产生发光。在发光层34中产生的光通过第1半导体层32和第2半导体层36在与层叠方向垂直的面内方向上传播,通过基于多个柱状部30的光子晶体的效果形成驻波,在发光层34中接收增益而进行激光振荡。然后,发光装置100将+1级衍射光和-1级衍射光作为激光向层叠方向射出。

[0050] 发光装置100例如能够起到以下的作用效果。

[0051] 在发光装置100中,从基板10侧起按照n型第1半导体层32、i型发光层34、p型第2半导体层36、隧道结层37和n型第3半导体层38的顺序进行配置。在发光装置100中,由于p型的第2半导体层36和n型的第3半导体层38被隧道结层37进行隧道接合,所以n型的第3半导体层38能够经由隧道结层37向p型的第2半导体层36注入电流。因此,第3半导体层38能够用作将电流注入到发光层34的电极。由于n型第3半导体层38具有极小的光吸收系数,所以与使用例如由ITO构成的电极的情况相比,能够降低在柱状部30之间传播的光的损失。

[0052] 例如,即使是由ITO构成的电极,通过使电极薄膜化,也能够降低光的损失。但是,如果使电极变薄,则电阻增大,使元件的特性下降。在发光装置100中,由于使用光吸收系数小的n型第3半导体层38作为电极,所以即使不将电极薄膜化,也能够降低光的损失。因此,在发光装置100中,能够实现低电阻且光损失低的发光装置。

[0053] 1.2. 发光装置的制造方法

[0054] 接着,参照附图说明第1实施方式的发光装置100的制造方法。图3和图4是示意性地表示第1实施方式的发光装置100的制造工序的剖视图。

[0055] 如图3所示,在基板10上外延生长出缓冲层22。作为外延生长的方法,例如可以举出MOCVD(Metal Organic Chemical Vapor Deposition:金属有机化学气相沉积)法、MBE(Molecular Beam Epitaxy:分子束外延)法等。

[0056] 接着,在缓冲层22上形成掩模层60。在掩模层60上设有多个用于形成柱状部30的孔。

[0057] 如图4所示,以掩模层60为掩模,在缓冲层22上外延生长出第1半导体层32、发光层34、第2半导体层36、隧道结层37和第3半导体层38。作为外延生长的方法,例如可以举出MOCVD法、MBE法等。

[0058] 这里,在使第1半导体层32和发光层34外延生长时,按照沿层叠方向生长的条件使其外延生长。由此,第1半导体层32和发光层34构成柱状部30。另外,在使第2半导体层36外延生长时,按照不仅在层叠方向上、还在与层叠方向垂直的面内方向上生长的条件使其外延生长。由此,第2半导体层36不构成柱状部30,而成为跨越多个柱状部30设置的一个层。形成在第2半导体层36上的隧道结层37和第3半导体层38与第2半导体层36同样,形成为跨越多个柱状部30的1个层。

[0059] 如图1所示,在缓冲层22上形成电极50。电极50例如通过真空蒸镀法等形成。

[0060] 通过以上的工序,能够制造发光装置100。

[0061] 2. 第2实施方式

[0062] 2.1. 发光装置

[0063] 接着,参照附图对第2实施方式的发光装置进行说明。图5是示意性地表示第2实施方式的发光装置200的剖视图。以下,在第2实施方式的发光装置200中,对具有与上述第1实施方式的发光装置100的构成部件相同功能的部件标注相同的标号,并省略其详细说明。

[0064] 在上述发光装置100中,如图1所示,第1半导体层32和发光层34构成了柱状部30。

[0065] 与此相对,在发光装置200中,如图5所示,第1半导体层32、发光层34以及第2半导体层36的一部分构成了柱状部30。

[0066] 如图5所示,第2半导体层36具有柱状部分36a和层状部分36b。

[0067] 柱状部分36a是第2半导体层36中的构成柱状部30的部分。柱状部分36a与发光层34相接。层状部分36b是第2半导体层36中的跨越多个柱状部30设置的层状部分。即,层状部分36b不构成柱状部30。层状部分36b与隧道结层37相接。

[0068] 在发光装置200中,与上述发光装置100同样,能够降低在柱状部30之间传播的光的损失。

[0069] 2.2. 发光装置的制造方法

[0070] 在发光装置200的制造方法中,在使第2半导体层36外延生长时,在按照沿层叠方向生长的条件使其外延生长而形成了柱状部分36a后,按照不仅在层叠方向而且在面内方向也生长的条件使其外延生长,形成层状部分36b。其他工序与上述发光装置100的制造方法相同。

[0071] 3. 第3实施方式

[0072] 3.1. 发光装置

[0073] 接着,参照附图说明第3实施方式的发光装置。图6是示意性地表示第3实施方式的发光装置300的剖视图。以下,在第3实施方式的发光装置300中,对具有与上述第1实施方式的发光装置100的构成部件相同功能的部件标注相同的标号,并省略其详细说明。

[0074] 在上述发光装置100中,如图1所示,第1半导体层32和发光层34构成了柱状部30。

[0075] 与此相对,在发光装置300中,如图6所示,第1半导体层32、发光层34以及第2半导体层36构成了柱状部30。

[0076] 在发光装置300中,与上述发光装置100同样,能够降低在柱状部30之间传播的光的损失。

[0077] 3.2. 发光装置的制造方法

[0078] 在发光装置300的制造方法中,在使第2半导体层36外延生长时,按照沿层叠方向生长的条件使其外延生长,在使隧道结层37外延生长时,按照不仅在层叠方向而且在面内方向也生长的条件使其外延生长。其他工序与上述发光装置100的制造方法相同。

[0079] 4. 第4实施方式

[0080] 4.1. 发光装置

[0081] 接着,参照附图说明第4实施方式的发光装置。图7是示意性地表示第4实施方式的发光装置400的剖视图。以下,在第4实施方式的发光装置400中,对具有与上述第1实施方式的发光装置100的构成部件相同功能的部件标注相同的标号,并省略其详细说明。

[0082] 在上述发光装置100中,如图1所示,第1半导体层32和发光层34构成了柱状部30。

[0083] 与此相对,在发光装置400中,如图7所示,第1半导体层32、发光层34、第2半导体层36以及隧道结层37构成了柱状部30。

[0084] 图8是示意性地表示柱状部30的剖视图。

[0085] 第1半导体层32例如是具有纤锌矿型晶体结构的GaN晶体。第1半导体层32具有c面2a和小平面(faceted face)4a。c面2a例如与图7所示的基板10的主面平行。基板10的主面是设置有层叠体20的面。小平面4a例如相对于基板10的主面倾斜。

[0086] 发光层34具有设置在第1半导体层32的c面2a上的c面区域342和设置在第1半导体层32的小平面4a上的小平面区域344。c面区域342是发光层34中的受到第1半导体层32的c面2a的影响而晶体生长的区域。小平面区域344是发光层34中的受到第1半导体层32的小平面4a的影响而晶体生长的区域。从层叠方向观察,c面区域342被小平面区域344包围。

[0087] 在此,c面区域342受到第1半导体层32的c面2a的影响而晶体生长,因此与小平面区域344相比,容易取入In。因此,c面区域342的铟浓度高于小平面区域344的铟浓度。

[0088] 发光层34具有c面2b和小平面4b。c面2b例如与图7所示的基板10的主面平行。小平面4b例如相对于基板10的主面倾斜。

[0089] 第2半导体层36具有设置在发光层34的c面2b上的c面区域362和设置在发光层34的小平面4b上的小平面区域364。c面区域362是第2半导体层36中的受到发光层34的c面2b的影响而晶体生长的区域。小平面表面区域364是第2半导体层36中的受到发光层34的小平面4b的影响而晶体生长的区域。从层叠方向观察,c面区域362被小平面区域364包围。

[0090] 第2半导体层36具有c面2c和小平面4c。c面2c例如与图7所示的基板10的主面平行。小平面4c例如相对于基板10的主面倾斜。

[0091] 隧道结层37具有设置于第2半导体层36的c面2c的c面区域372、和设置于第2半导体层36的小平面4c的小平面区域374。c面区域372是隧道结层37中的受到第2半导体层36的c面2c的影响而晶体生长的区域。小平面区域374是隧道结层37中的受到第2半导体层36的小平面4c的影响而晶体生长的区域。从层叠方向观察，c面区域372被小平面区域374包围。

[0092] 在此，c面区域372受到第2半导体层36的c面2c的影响而晶体生长，因此与小平面区域374相比，容易取入杂质。因此，c面区域372的杂质浓度高于小平面区域374的杂质浓度。因此，在c面区域372中，与小平面区域374相比，容易发现隧道效应。即，c面区域372的电阻比小平面区域374的电阻小。因此，在隧道结层37中，能够形成从c面区域372选择性地注入电流的电流狭窄结构。结果，电流能够高效地注入到发光层34的In浓度较高的c面区域342。

[0093] 另外，在发光装置400中，隧道结层37构成了柱状部30。因此，在发光装置400中，能够使隧道结层37成为降低了晶体缺陷的高质量的晶体，能够降低因导入晶体缺陷而造成的隧道结层37的特性恶化。

[0094] 在发光装置400中，与发光装置100同样，能够降低在柱状部30之间传播的光的损失。

[0095] 4.2. 发光装置的制造方法

[0096] 发光装置400的制造方法在使第2半导体层36和隧道结层37外延生长时，按照沿层叠方向生长的条件使其外延生长。另外，在使第3半导体层38外延生长时，按照不仅在层叠方向上、还在面内方向上生长的条件使其外延生长。其他工序与上述发光装置100的制造方法相同。

[0097] 5. 第5实施方式

[0098] 5.1. 发光装置

[0099] 接着，参照附图说明第5实施方式的发光装置。图9是示意性地表示第5实施方式的发光装置500的剖视图。以下，在第5实施方式的发光装置500中，对具有与上述第1实施方式的发光装置100的构成部件相同功能的部件标注相同的标号，并省略其详细说明。

[0100] 在上述发光装置100中，如图1所示，第1半导体层32和发光层34构成了柱状部30。

[0101] 与此相对，在发光装置500中，如图9所示，第1半导体层32、发光层34、第2半导体层36、隧道结层37以及第3半导体层38的一部分构成了柱状部30。

[0102] 如图9所示，第3半导体层38具有柱状部分38a和层状部分38b。

[0103] 柱状部分38a是第3半导体层38中的构成柱状部30的部分。柱状部分38a与隧道结层37相接。层状部分38b是第3半导体层38中的跨越多个柱状部30设置的层状部分。即，层状部分38b不构成柱状部30。发光装置500中，在层状部分38b中，使电流在面内方向上扩散，向多个柱状部30供给电流。

[0104] 在发光装置500中，第2半导体层36、隧道结层37和第3半导体层38的一部分构成了柱状部30。因此例如，与第3半导体层38不构成柱状部30的情况相比，能够在层叠体20中降低比发光层34更靠上侧、即比发光层34更靠第3半导体层38侧的面内方向的平均折射率。因此，在发光装置500中，能够减少由发光层34产生的光向第3半导体层38侧的泄漏。

[0105] 在发光装置500中，与发光装置400同样，由于隧道结层37构成了柱状部30，所以在隧道结层37中，能够形成电流狭窄结构。

[0106] 在发光装置500中,与发光装置400同样,由于隧道结层37构成了柱状部30,所以能够使隧道结层37成为降低了晶体缺陷的高质量的晶体,能够降低因导入晶体缺陷而造成的隧道结层37的特性恶化。

[0107] 在发光装置500中,与发光装置100同样,能够降低在柱状部30之间传播的光的损失。

[0108] 5.2. 发光装置的制造方法

[0109] 发光装置500的制造方法在使第2半导体层36、隧道结层37外延生长时,按照沿层叠方向生长的条件使其外延生长。另外,在使第3半导体层38外延生长时,在按照沿层叠方向生长的条件使其外延生长而形成了柱状部分38a后,按照不仅在层叠方向而且在面内方向也生长的条件使其外延生长,形成层状部分38b。其他工序与上述发光装置100的制造方法相同。

[0110] 6. 第6实施方式

[0111] 6.1. 发光装置

[0112] 接着,参照附图说明第6实施方式的发光装置。图10是示意性地表示第6实施方式的发光装置600的剖视图。以下,在第6实施方式的发光装置600中,对具有与上述第1实施方式的发光装置100的构成部件相同功能的部件标注相同的标号,并省略其详细说明。

[0113] 在上述发光装置100中,如图1所示,第1半导体层32和发光层34构成了柱状部30。

[0114] 与此相对,在发光装置600中,如图10所示,第1半导体层32、发光层34、第2半导体层36、隧道结层37以及第3半导体层38构成了柱状部30。另外,发光装置600具有电极50(以下也称为“第1电极50”)、和使电流在面内方向上扩散并向多个柱状部30供给电流的电极即第2电极70。

[0115] 第2电极70是使发光层34产生的光透过的透明电极。作为第2电极70,例如使用ITO等。第2电极70是跨越多个柱状部30设置的一个层。

[0116] 在发光装置600中,在发光层34和第2电极70之间设置有第3半导体层38。因此例如,与在发光层34和第2电极70之间未设置第3半导体层38的情况相比,能够使第2电极70远离发光层34。因此,在发光装置600中,能够降低在柱状部30之间传播的光向第2电极70的泄漏,能够降低在柱状部30之间传播的光的损失。

[0117] 在发光装置600中,与发光装置400和发光装置500同样,由于隧道结层37构成了柱状部30,所以在隧道结层37中,能够形成电流狭窄结构。

[0118] 另外,在发光装置600中,与发光装置400和发光装置500同样,由于隧道结层37构成了柱状部30,所以能够使隧道结层37成为降低了晶体缺陷的高质量的晶体,能够降低因导入晶体缺陷而造成的隧道结层37的特性恶化。

[0119] 在发光装置600中,第2半导体层36、隧道结层37和第3半导体层38构成了柱状部30。因此例如,与第3半导体层38不构成柱状部30的情况相比,能够在层叠体20中降低比发光层34更靠第3半导体层38侧的面内方向的平均折射率。因此,在发光装置600中,能够减少由发光层34产生的光向第3半导体层38侧的泄漏。

[0120] 在发光装置600中,与发光装置100同样,能够降低在柱状部30之间传播的光的损失。

[0121] 6.2. 发光装置的制造方法

[0122] 发光装置600的制造方法在使第2半导体层36、隧道结层37和第3半导体层38外延生长时,按照沿层叠方向生长的条件使其外延生长。另外,在柱状部30上形成第2电极70。第2电极70例如能够通过真空蒸镀法等形成。其他工序与上述发光装置100的制造方法相同。

[0123] 7. 第7实施方式

[0124] 接着,参照附图对第7实施方式的投影仪进行说明。图11是示意性地表示第7实施方式的投影仪900的图。

[0125] 投影仪900例如具有发光装置100作为光源。

[0126] 投影仪900具有未图示的壳体和配备在壳体内部的分别射出红色光、绿色光、蓝色光的红色光源100R、绿色光源100G、蓝色光源100B。另外,为了方便,在图11中,对红色光源100R、绿色光源100G和蓝色光源100B进行了简化。

[0127] 投影仪900还具有配备在壳体内部的第一光学元件902R、第二光学元件902G、第三光学元件902B、第一光调制装置904R、第二光调制装置904G、第三光调制装置904B和投射装置908。第一光调制装置904R、第二光调制装置904G以及第三光调制装置904B例如是透射型的液晶光阀。投射装置908例如是投射镜头。

[0128] 从红色光源100R射出的光入射到第一光学元件902R。从红色光源100R射出的光被第一光学元件902R会聚。另外,第一光学元件902R也可以具有聚光以外的功能。后述的第二光学元件902G和第三光学元件902B也同样如此。

[0129] 被第一光学元件902R会聚后的光入射到第一光调制装置904R。第一光调制装置904R根据图像信息对入射的光进行调制。而且,投射装置908将通过第一光调制装置904R形成的像放大投射到屏幕910上。

[0130] 从绿色光源100G射出的光入射到第二光学元件902G。从绿色光源100G射出的光被第二光学元件902G会聚。

[0131] 被第二光学元件902G会聚后的光入射到第二光调制装置904G。第二光调制装置904G根据图像信息对入射的光进行调制。而且,投射装置908将通过第二光调制装置904G形成的像放大投射到屏幕910上。

[0132] 从蓝色光源100B射出的光入射到第三光学元件902B。从蓝色光源100B射出的光被第三光学元件902B会聚。

[0133] 被第三光学元件902B会聚后的光入射到第三光调制装置904B。第三光调制装置904B根据图像信息对入射的光进行调制。而且,投射装置908将通过第三光调制装置904B形成的像放大投射到屏幕910上。

[0134] 另外,投影仪900可以具有将从第一光调制装置904R、第二光调制装置904G以及第三光调制装置904B射出的光进行合成并引导至投射装置908的十字分色棱镜906。

[0135] 被第一光调制装置904R、第二光调制装置904G以及第三光调制装置904B调制后的3种色光入射到十字分色棱镜906。十字分色棱镜906将4个直角棱镜贴合而形成,在其内表面配置有反射红色光的电介质多层膜和反射蓝色光的电介质多层膜。通过这些电介质多层膜合成3种色光,形成表示彩色图像的光。然后,通过投射装置908将合成后的光投射到屏幕910上,显示放大的图像。

[0136] 另外,在上述中,对投影仪900具有发光装置100作为光源的情况进行了说明,但投影仪900可以具有发光装置200、发光装置300、发光装置400、发光装置500和发光装置600中

的任意一个来作为光源。

[0137] 并且,在红色光源100R、绿色光源100G、蓝色光源100B中,隧道结层37的膜厚和杂质浓度也可以互不相同。

[0138] 在隧道结层37中,随着膜厚变薄,光吸收降低,但电阻增大。此外,在隧道结层37中,随着杂质浓度降低,光吸收降低,但电阻增大。

[0139] 这里,光的波长越长,隧道结层37中的光吸收越少。因此,在振荡波长较长的光源中,与振荡波长较短的光源相比,能够使隧道结层37的膜厚较厚,且杂质浓度较高,从而降低电阻。例如,在设红色光源100R的隧道结层37的膜厚为 T_R 、杂质浓度为 N_R 、绿色光源100G的隧道结层37的膜厚为 T_G 、杂质浓度为 N_G 、蓝色光源100B的隧道结层37的膜厚为 T_B 、杂质浓度为 N_B 的情况下,也可以满足 $T_R > T_G > T_B$ 、 $N_R > N_G > N_B$ 。

[0140] 并且,红色光源100R、绿色光源100G和蓝色光源100B通过根据图像信息将发光装置100作为影像的像素来进行控制,可以在不使用第1光调制装置904R、第2光调制装置904G和第3光调制装置904B的情况下直接形成影像。而且,投射装置908也可以将由红色光源100R、绿色光源100G和蓝色光源100B形成的影像放大投射到屏幕910上。

[0141] 并且,在上述例子中,作为光调制装置采用了透射型的液晶光阀,但是既可以采用液晶以外的光阀,也可以采用反射型的光阀。作为这样的光阀,例如可以举出反射型的液晶光阀、数字微镜器件(Digital Micro Mirror Device)。另外,投射装置的结构可根据所使用的光阀的种类而适当变更。

[0142] 并且,也可以应用于具有扫描单元的扫描型的图像显示装置的光源装置,该扫描单元是通过使来自光源的光在屏幕上扫描,在显示面上显示期望大小的图像的图像形成装置。

[0143] 上述实施方式的发光装置也能够用于投影仪以外。在投影仪以外的用途中,例如有室内外的照明、显示器的背光源、激光打印机、扫描仪、车载用灯、使用光的感测设备、通信设备等光源。

[0144] 上述实施方式和变形例是一个例子,并不限于这些例子。例如,还能够适当组合各实施方式以及各变形例。

[0145] 并且例如,上述实施方式和变形例中,在设置在基板10上的层叠体20中,按照第1半导体层32、发光层34、第2半导体层36、隧道结层37、第3半导体层38的顺序进行配置,但不限于此,也可以是,从基板10侧起按照第3半导体层38、隧道结层37、第2半导体层36、发光层34和第1半导体层32的顺序进行配置。

[0146] 本发明包含与在实施方式中说明的结构实质上相同的结构(例如,功能、方法以及结果相同的结构或者目的以及效果相同的结构)。并且,本发明包含对实施方式中说明的结构非本质性部分进行替换后的结构。此外,本发明包含能够起到与在实施方式中说明的结构相同的作用效果的结构或能够实现相同的目的的结构。此外,本发明包含对在实施方式中说明的结构附加了公知技术的结构。

[0147] 从上述的实施方式以及变形例导出以下的内容。

[0148] 发光装置的一个方式具有:电极;以及层叠体,所述层叠体具有:n型的第1半导体层;发光层;p型的第2半导体层;隧道结层;以及n型的第3半导体层,所述电极与所述第1半导体层电连接,按照所述第1半导体层、所述发光层、所述第2半导体层、所述隧道结层、所述

第3半导体层的顺序进行配置,所述发光层和所述第1半导体层构成柱状部。

[0149] 在这样的发光装置中,由于p型的第2半导体层和n型的第3半导体层被隧道结层进行隧道接合,所以n型的第3半导体层能够经由隧道结层向p型的第2半导体层注入电流。因此,能够将第3半导体层用作向发光层注入电流的电极。由于n型第3半导体层具有极小的光吸收系数,所以与使用例如由ITO构成的电极的情况相比,能够降低在柱状部之间传播的光的损失。

[0150] 在所述发光装置的一个方式中,所述第2半导体层的至少一部分可以构成所述柱状部。

[0151] 在所述发光装置的一个方式中,所述第2半导体层和所述隧道结层可以构成所述柱状部。

[0152] 在这样的发光装置中,由于隧道结层构成了柱状部,所以能够使隧道结层成为降低了晶体缺陷的高质量的晶体,能够降低因导入晶体缺陷而造成的隧道结层的特性恶化。

[0153] 在所述发光装置的一个方式中,可以是,所述第2半导体层具有c面和小平面,所述隧道结层具有:c面区域,其设置于所述c面;以及小平面区域,其设置于所述小平面,所述c面区域的杂质浓度高于所述小平面区域的杂质浓度。

[0154] 这样的发光装置中,在隧道结层中,能够形成从c面区域选择性地注入电流的电流狭窄结构。

[0155] 在所述发光装置的一个方式中,所述第2半导体层、所述隧道结层和所述第3半导体层的至少一部分可以构成所述柱状部。

[0156] 在这样的发光装置中,例如与第3半导体层不构成柱状部的情况相比,能够在层叠体中降低比发光层更靠第3半导体层侧的面内方向的平均折射率。

[0157] 在所述发光装置的一个方式中,所述隧道结层可以将所述第2半导体层和所述第3半导体层进行隧道接合。

[0158] 在这样的发光装置中,n型的第3半导体层能够经由隧道结层向p型的第2半导体层注入电流。

[0159] 投影仪的一个方式具有所述发光装置的一个方式。

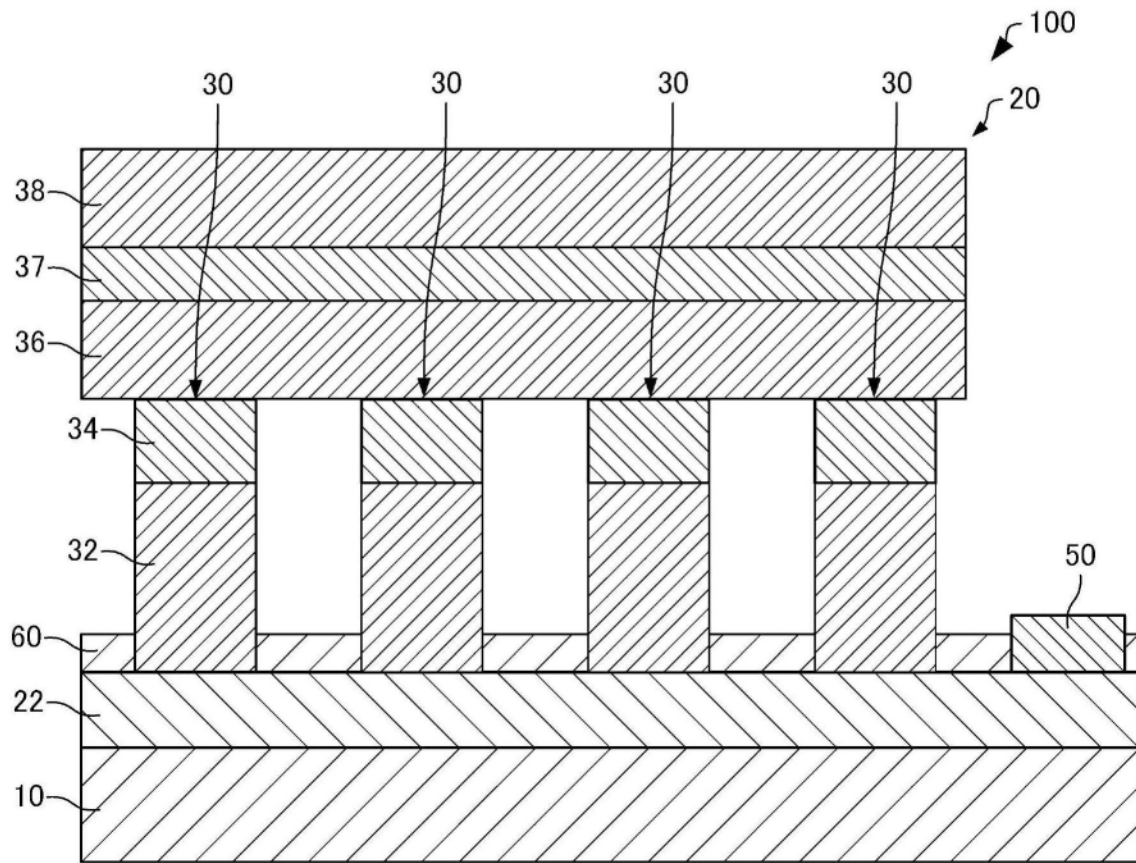


图1

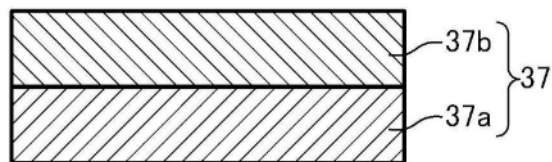


图2

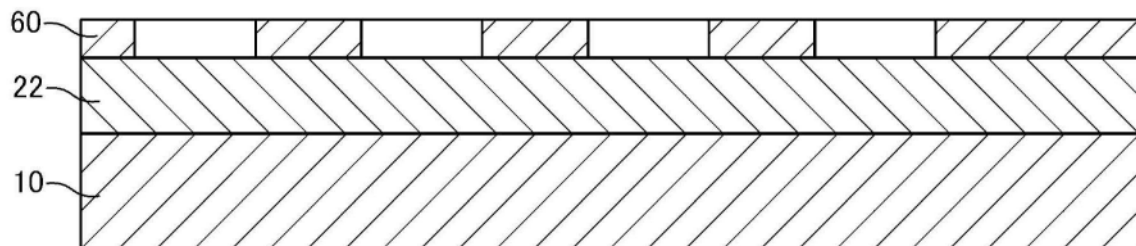


图3

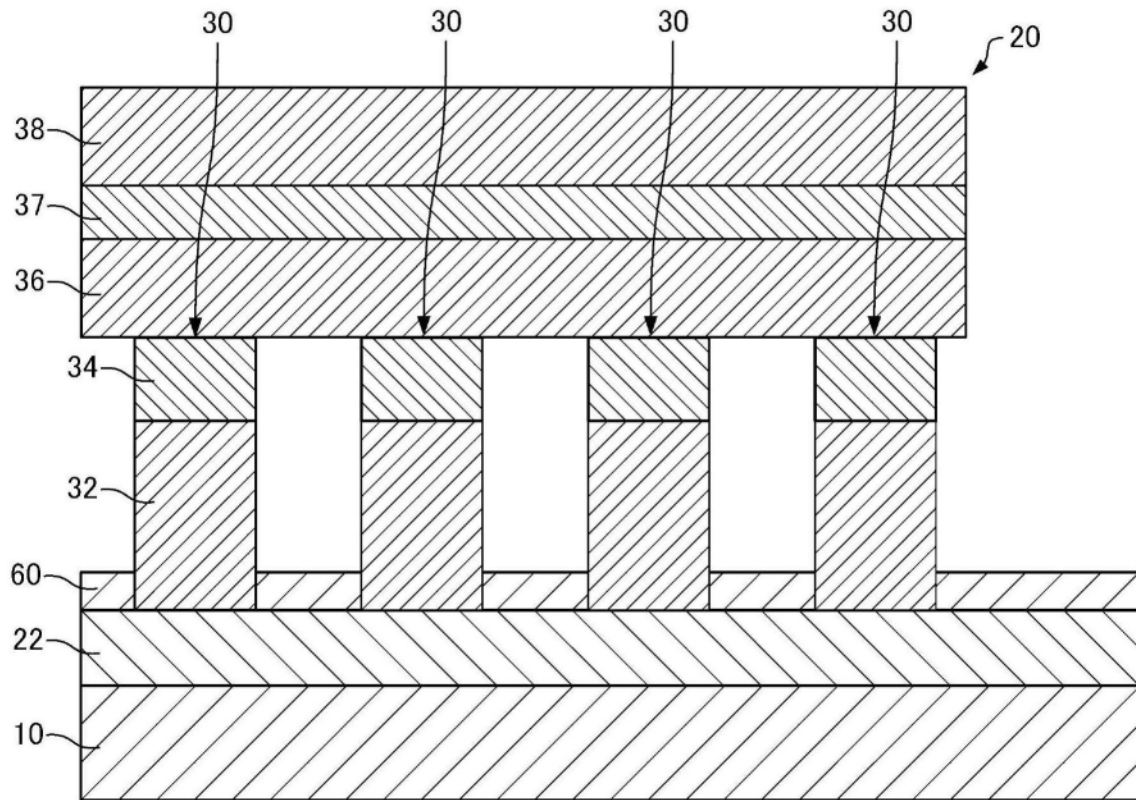


图4

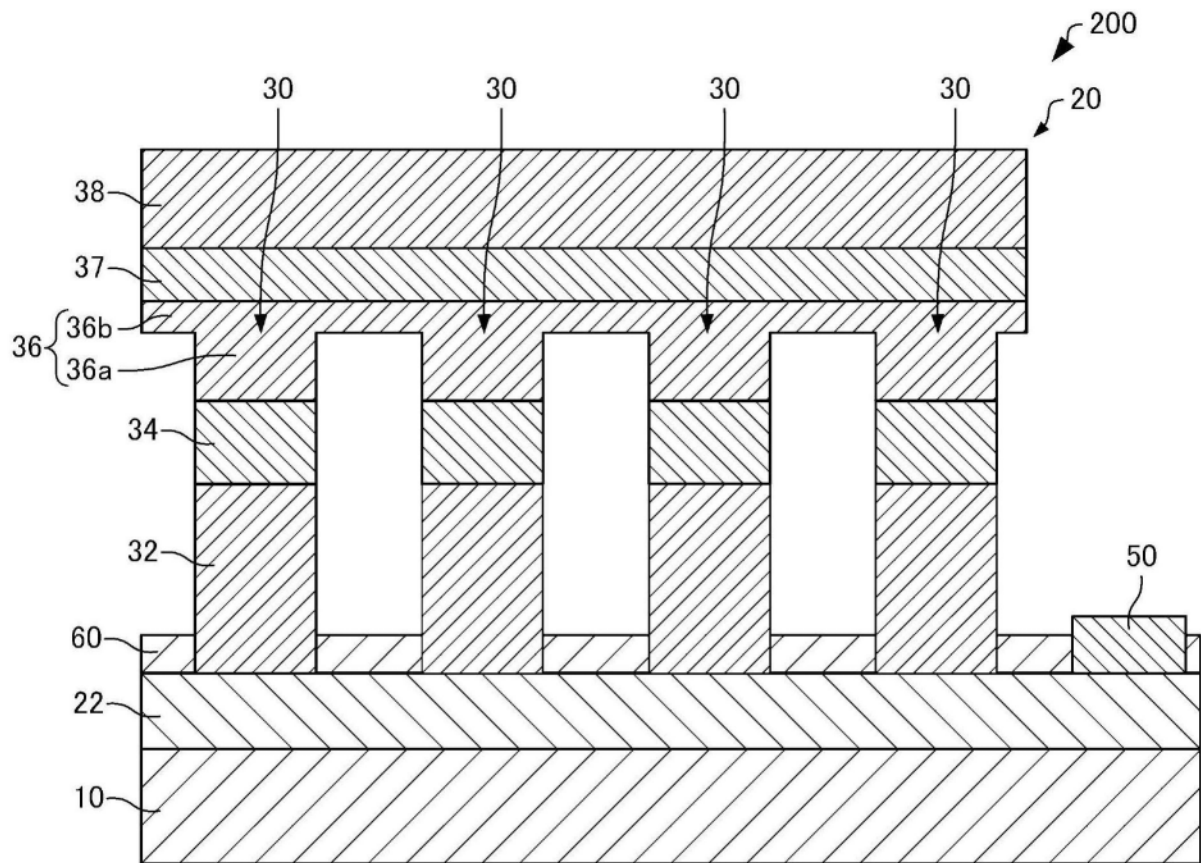


图5

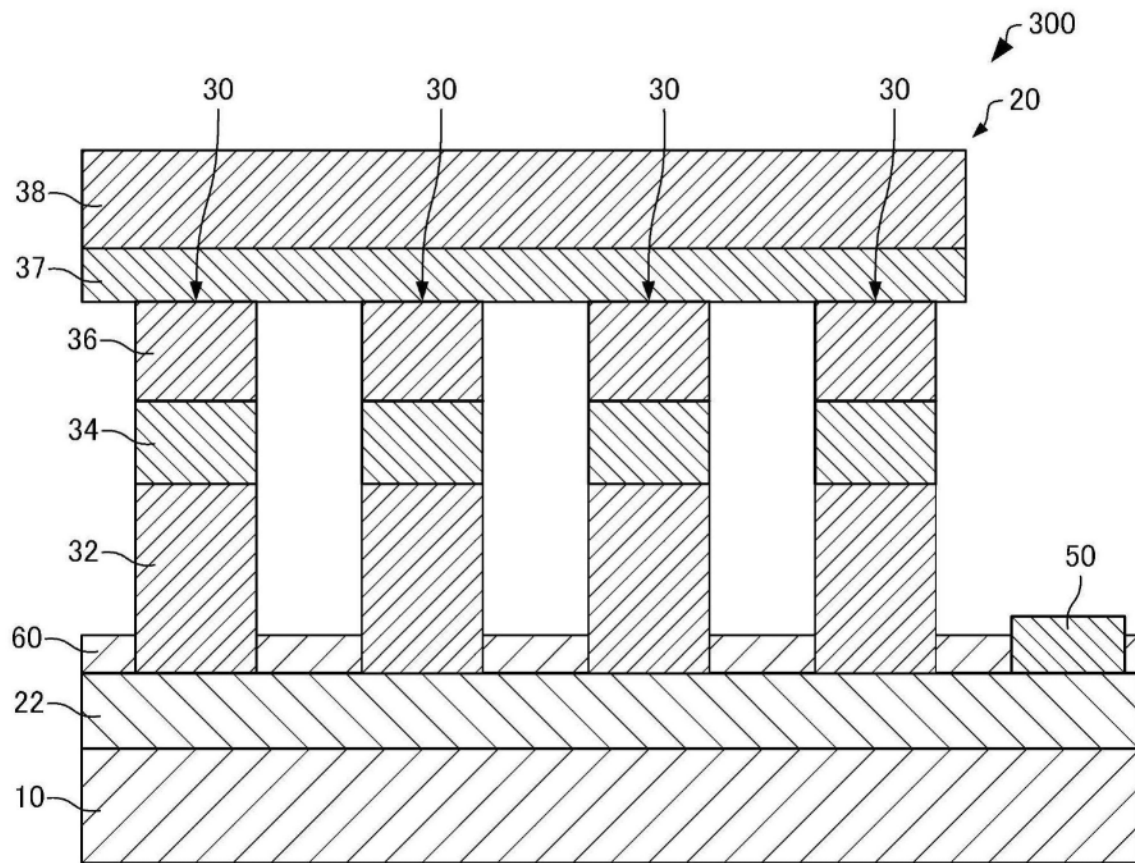


图6

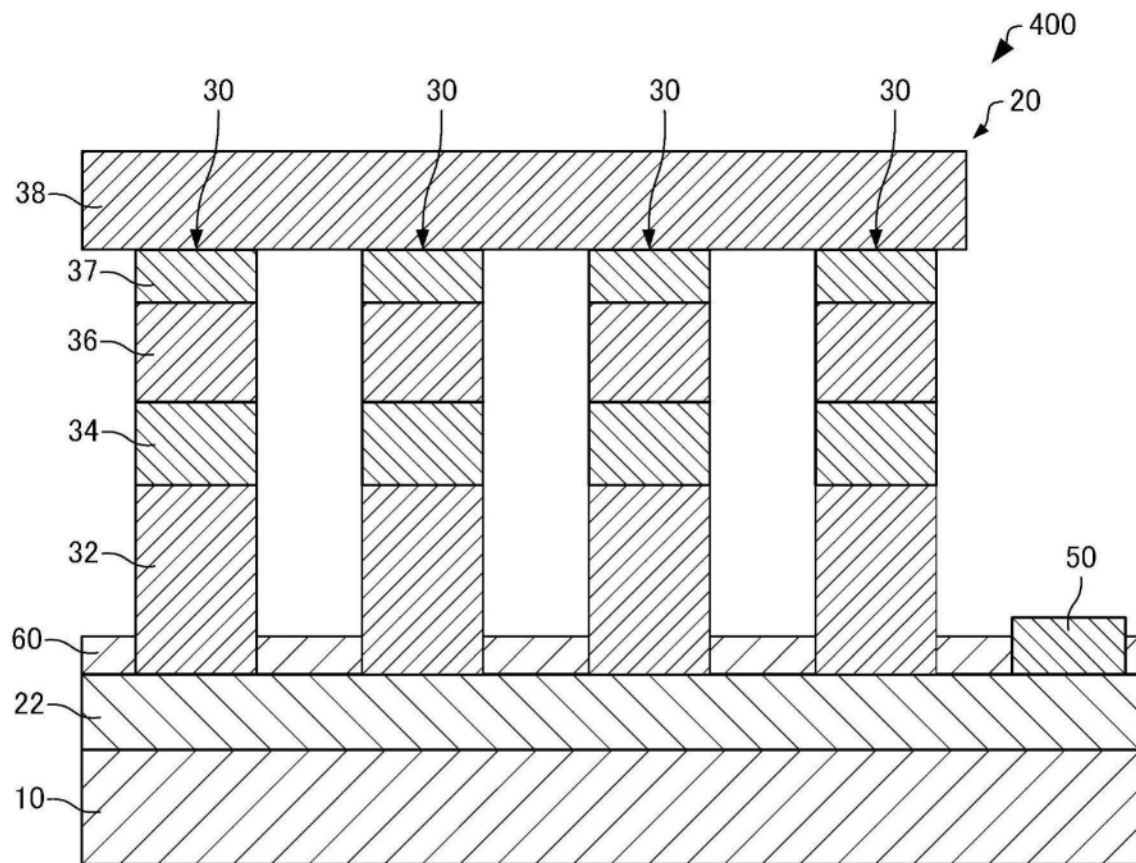


图7

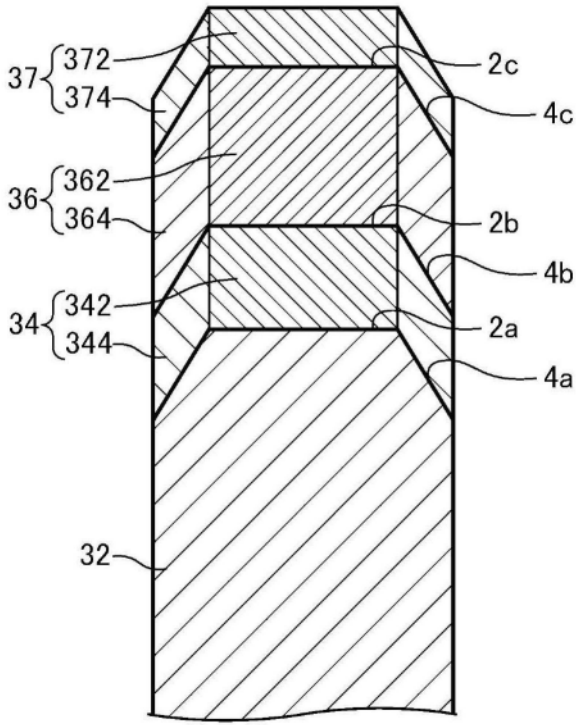


图8

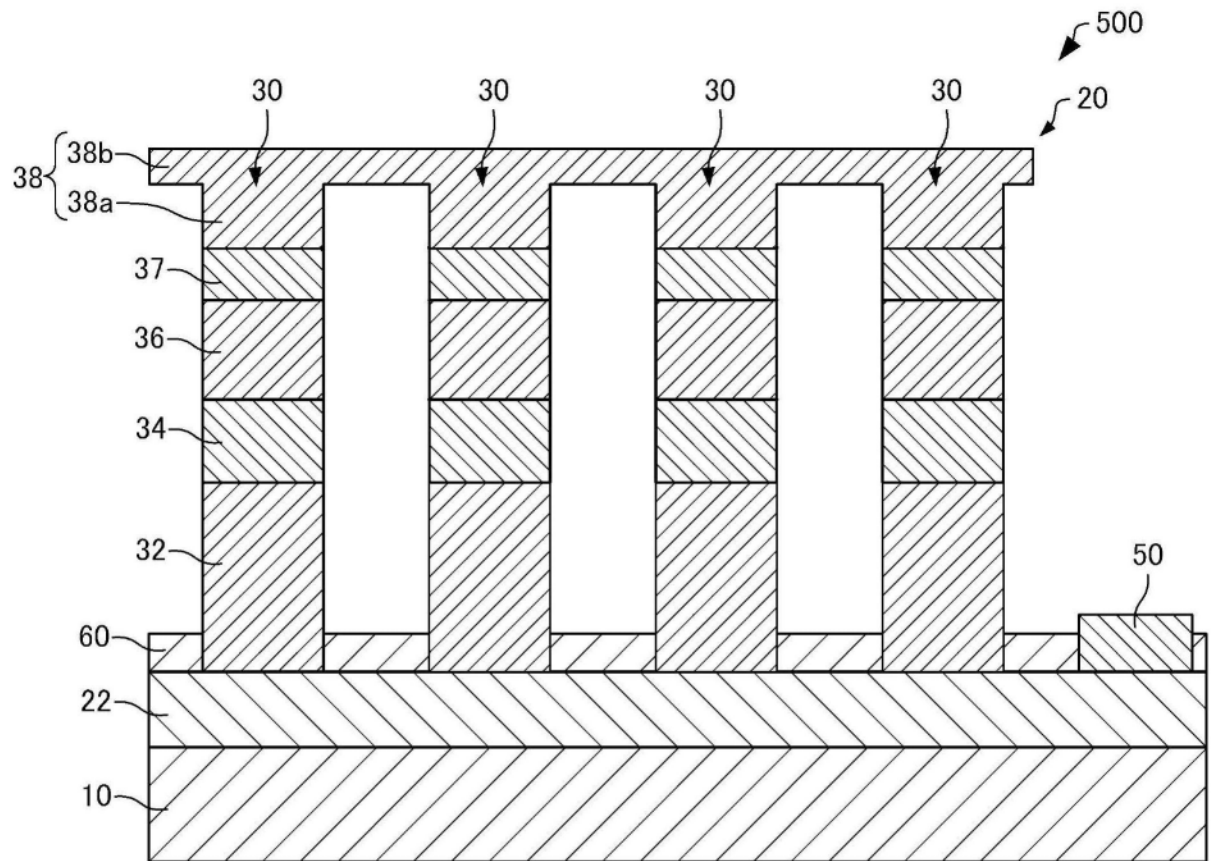


图9

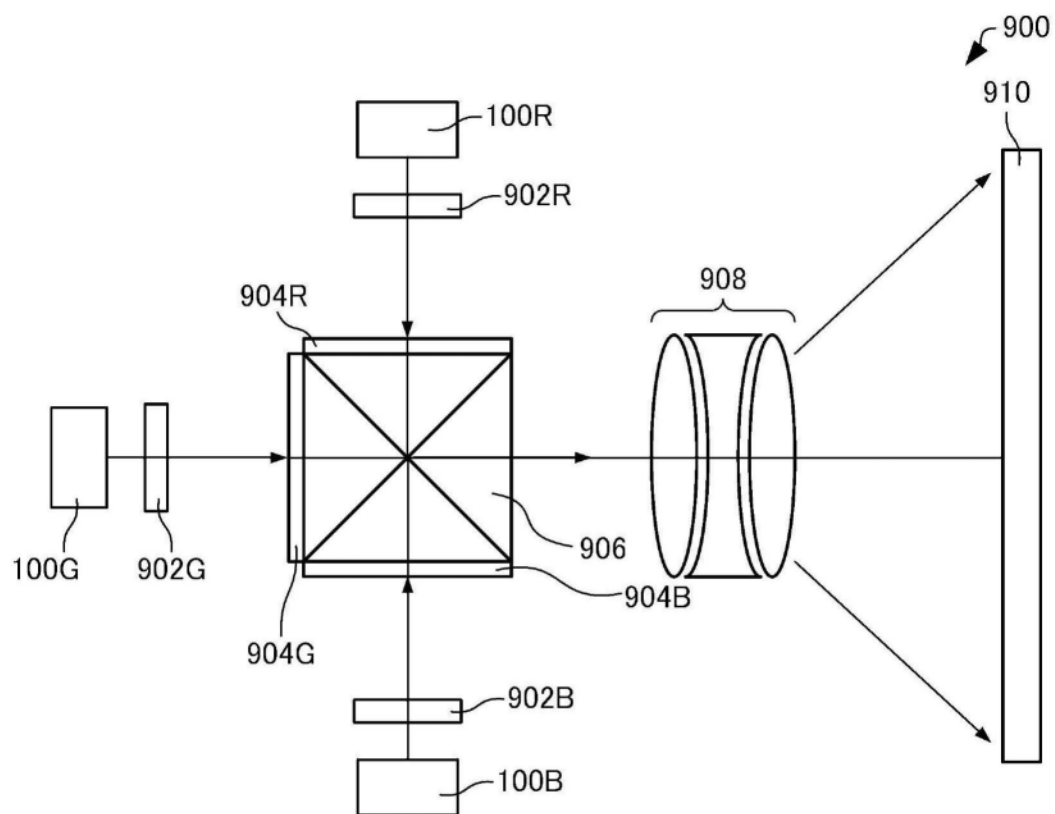


图11