



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110211986 A
(43)申请公布日 2019.09.06

(21)申请号 201910147072.1

(22)申请日 2019.02.27

(30)优先权数据

2018-035299 2018.02.28 JP

2019-006880 2019.01.18 JP

(71)申请人 夏普株式会社

地址 日本国大阪府堺市堺区匠町1番地

(72)发明人 井口胜次 高桥幸司 河西秀典

(74)专利代理机构 深圳市赛恩倍吉知识产权代理有限公司 44334

代理人 汪飞亚 习冬梅

(51)Int.Cl.

H01L 27/15(2006.01)

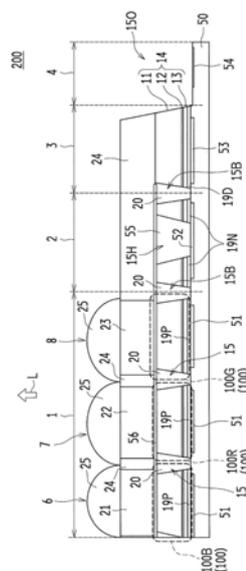
权利要求书2页 说明书16页 附图50页

(54)发明名称

显示元件以及显示装置

(57)摘要

本发明提供一种显示元件以及显示装置。显示元件在驱动电路基板上具备多个构成像素的微发光元件,微发光元件通过向驱动电路基板的相反侧射出光来显示图像,并配置有将光收敛于像素的收敛部。



1. 一种显示元件,其特征在于,
在驱动电路基板上具备多个构成像素的微发光元件,所述微发光元件通过向与所述驱动电路基板相反侧射出光来显示图像,并配置有将所述光收敛于所述像素的收敛部。
2. 根据权利要求1所述的显示元件,其特征在于,
所述微发光元件发出蓝色光,所述像素包含将所述蓝色光向与所述驱动电路基板相反侧射出的蓝子像素,在所述蓝子像素上设置有用于该蓝子像素的专用的所述收敛部。
3. 根据权利要求1所述的显示元件,其特征在于,
按顺序层压所述驱动电路基板、所述微发光元件、及波长转换部,所述微发光元件发出蓝色光,所述波长转换部将所述蓝色光转换为红色光,所述像素包含将所述红色光向与所述驱动电路基板相反侧射出的红子像素,在所述红子像素上设置有用于该红子像素的专用的所述收敛部。
4. 根据权利要求1所述的显示元件,其特征在于,
按顺序层压所述驱动电路基板、所述微发光元件、及波长转换部,所述微发光元件发出蓝色光,所述波长转换部将所述蓝色光转换为绿色光,所述像素包含将所述绿色光向与所述驱动电路基板相反侧射出的绿子像素,在所述绿子像素上设置有用于该绿子像素的专用的所述收敛部。
5. 根据权利要求1所述的显示元件,其特征在于,
所述像素包含多个子像素,所述多个子像素具有共用该多个子像素中的至少两个子像素的共用的所述收敛部。
6. 根据权利要求1所述的显示元件,其特征在于,
所述像素包含多个子像素,在每个所述子像素配置有所述收敛部。
7. 根据权利要求1所述的显示元件,其特征在于,
所述像素包含多个子像素,所述多个子像素包含:不对所述微发光元件发出的光进行波长转换而射出的子像素、和通过对所述微发光元件发出的光进行波长转换而射出比所述微发光元件的发出的光的波长更长的长波长光的子像素,仅在射出所述长波长光的子像素上配置有所述收敛部。
8. 根据权利要求1所述的显示元件,其特征在于,
所述收敛部为微透镜。
9. 根据权利要求8所述的显示元件,其特征在于,
所述微透镜包含柱状部和透镜部。
10. 根据权利要求9所述的显示元件,其特征在于,
当将所述透镜部的表面的曲率半径设为 R ,将所述透镜部的折射率设为 n 时,所述柱状部的长度比 $R/(n-1)$ 长。
11. 根据权利要求3或4所述的显示元件,其特征在于,
所述收敛部为微透镜。
12. 根据权利要求11所述的显示元件,其特征在于,
所述微透镜具有在其一部分吸收激发光的特性。
13. 根据权利要求3或4所述的显示元件,其特征在于,
在所述收敛部与所述波长转换部之间具有反射激发光的反射层。

14. 根据权利要求1所述的显示元件,其特征在于,
所述收敛部为反射壁。
15. 根据权利要求14所述的显示元件,其特征在于,
所述反射壁倾斜。
16. 根据权利要求14所述的显示元件,其特征在于,
在从光射出方向观察的俯视中,所述反射壁并不覆盖所述微发光元件的发光面。
17. 根据权利要求3或4所述的显示元件,其特征在于,
在所述波长转换部的周围配置有由遮光材料构成的平坦部,所述收敛部为微透镜,所述微透镜以覆盖所述平坦部的方式配置。
18. 根据权利要求3或4所述的显示元件,其特征在于,
在所述波长转换部的周围配置有由遮光材料构成的平坦部,所述收敛部为反射壁,所述反射壁仅配置于所述平坦部上。
19. 根据权利要求3或4所述的显示元件,其特征在于,
在所述波长转换部的周围配置有由遮光材料构成的平坦部,所述平坦部并不覆盖所述微发光元件的发光面。
20. 一种显示装置,其特征在于,
包含:权利要求1至权利要求19中任一项所述的显示元件、成像光学元件、及合成器光学元件。

显示元件以及显示装置

[0001] 本申请请求基于2018年2月28日在日本提出申请的特愿2018-035299号以及2019年1月18日在日本提出申请的特愿2019-006880号的优先权。通过在此言及而将其所有内容引入本申请。

技术领域

[0002] 本发明涉及一种具备多个作为微细的发光元件的微发光元件的显示元件以及显示装置。

背景技术

[0003] 提出了一种在驱动电路基板上具备多个构成像素的微发光元件的显示元件。例如,日本特开2002-141492号公报记载有一种小型的显示元件,其中,在硅基板上形成驱动电路,在其上配置微小的紫外线发光二极管(LED)阵列,设置将紫外光向红色、绿色、蓝色的可视光转换的波长转换层,从而显示彩色图像。

[0004] 这样的显示元件为小型元件,并且具有亮度高且耐久性高这样的特性。因此,可期待眼镜型终端,例如AR(Augmented Reality)用的眼镜型终端(参照美国专利申请公开第2013/0070338号说明书)、平视显示面板(HUD)等显示装置用的显示元件。此外,将有机EL(电致发光)作为发光层而堆积于形成有驱动电路的硅基板上的显示元件已经实现实用化,但在亮度、耐久性的方面存在有改善的余地。

[0005] 再者,眼镜型终端、HUD等显示装置,通过合成器元件重合来自外界的光和来自显示元件的光。通过如此设置,能够相对于观察者,在外界的风景之上重叠显示显示元件所形成的图像。在显示元件与合成器元件之间设置有将显示元件所形成的图像在观察者的眼睛中成像的成像光学系统。为了有效地利用显示元件发出的光,需要所述成像光学系统尽量多得收敛显示元件发出的光。例如,在成像光学系统的成像光学元件为透镜的情况下,需要增大透镜的直径。此外,在成像光学系统的成像光学元件为曲面反射镜的情况下,必须增大反射镜的直径。如此,为了增加收敛量,需要增大成像光学系统的大小。当增大成像光学系统时,眼镜型终端、HUD等显示装置变大且变重,对于观察者而言并不是优选的。

[0006] 为了改善这样的显示装置的佩戴感,重要的是轻且小。不过,难以兼顾通过有效利用显示元件的光而提供明亮的图像的、延长动作时间这样的功能改善和小型轻量化这样的要求。即,谋求不会导致成像光学系统的大型化而有效利用具备多个微发光元件的显示元件发出的光。

[0007] 因此,本发明的目的在于,提供一种具备多个微发光元件的显示元件,并不会导致成像光学系统的大型化且能够有效利用发出的光的显示元件以及发光装置。

发明内容

本发明所要解决的技术问题

[0008] 为了解决所述课题,本发明的一个实施方式的显示元件的特征在于,在驱动电路

基板上具备多个构成像素的微发光元件,所述微发光元件通过向与所述驱动电路基板相反侧射出光来显示图像,并配置有将所述光收敛于所述像素的收敛部。此外,本发明的一个实施方式的AR用的显示装置包含所述显示元件、成像光学元件、及合成器光学元件。作为所述微发光元件,例如可列举出具备多个微细的LED(发光二极管)元件的微LED元件、具备多个微细的激光器元件的微激光器元件。

[0009] 根据本发明的一个方式,能够提供一种能够通过比较小的成像光学系统高效地成像的显示元件,能够实现轻量、小型、明亮、能量消耗少的显示装置。

附图说明

[0010] 图1为本发明的第一实施方式的显示元件的剖视图。

图2为本发明的第一实施方式的显示元件的像素区域的俯视图。

图3A为表示本发明的第一实施方式的显示元件的第一制造工序的剖视图。

图3B为表示本发明的第一实施方式的显示元件的第二制造工序的剖视图。

图3C为表示本发明的第一实施方式的显示元件的第三制造工序的剖视图。

图3D为表示本发明的第一实施方式的显示元件的第四制造工序的剖视图。

图3E为表示本发明的第一实施方式的显示元件的第五制造工序的剖视图。

图3F为表示本发明的第一实施方式的显示元件的第六制造工序的剖视图。

图3G为表示本发明的第一实施方式的显示元件的第七制造工序的剖视图。

图3H为表示本发明的第一实施方式的显示元件的第八制造工序的剖视图。

图3I为表示本发明的第一实施方式的显示元件的第九制造工序的剖视图。

图3J为表示本发明的第一实施方式的显示元件的第十制造工序的剖视图。

图3K为表示本发明的第一实施方式的显示元件的第十一制造工序的剖视图。

图3L为表示本发明的第一实施方式的显示元件的第十二制造工序的剖视图。

图3M为表示本发明的第一实施方式的显示元件的第十三制造工序的剖视图。

图3N为表示本发明的第一实施方式的显示元件的第十四制造工序的剖视图。

图3O为表示本发明的第一实施方式的显示元件的第十五制造工序的剖视图。

图4A为表示本发明的第一实施方式的显示元件的以放射角为0度的光强度进行标准化的配光分布的图表。

图4B为表示本发明的第一实施方式的显示元件的以峰值进行标准化的配光分布的图表。

图5为本发明的第二实施方式的显示元件的剖视图。

图6为本发明的第二实施方式的变形例的显示元件的剖视图。

图7为本发明的第三实施方式的显示元件的剖视图。

图8为本发明的第三实施方式的变形例的显示元件的剖视图。

图9为本发明的第四实施方式的显示元件的剖视图。

图10为本发明的第五实施方式的显示元件的剖视图。

图11为本发明的第五实施方式的显示元件的像素区域的俯视图。

图12A为表示本发明的第五实施方式的显示元件的第一制造工序的剖视图。

图12B为表示本发明的第五实施方式的显示元件的第二制造工序的剖视图。

图12C为表示本发明的第五实施方式的显示元件的第三制造工序的剖视图。
图12D为表示本发明的第五实施方式的显示元件的第四制造工序的剖视图。
图12E为表示本发明的第五实施方式的显示元件的第五制造工序的剖视图。
图12F为表示本发明的第五实施方式的显示元件的第六制造工序的剖视图。
图13为本发明的第六实施方式的显示元件的剖视图。
图14为本发明的第六实施方式的变形例的显示元件的剖视图。
图15为本发明的第七实施方式的显示元件的剖视图。
图16为本发明的第七实施方式的变形例的显示元件的剖视图。
图17为本发明的第八实施方式的显示元件的剖视图。
图18为本发明的第九实施方式的显示元件的剖视图。
图19A为表示本发明的第九实施方式的显示元件的第一制造工序的剖视图。
图19B为表示本发明的第九实施方式的显示元件的第二制造工序的剖视图。
图19C为表示本发明的第九实施方式的显示元件的第三制造工序的剖视图。
图19D为表示本发明的第九实施方式的显示元件的第四制造工序的剖视图。
图19E为表示本发明的第九实施方式的显示元件的第五制造工序的剖视图。
图19F为表示本发明的第九实施方式的显示元件的第六制造工序的剖视图。
图19G为表示本发明的第九实施方式的显示元件的第七制造工序的剖视图。
图19H为表示本发明的第九实施方式的显示元件的第八制造工序的剖视图。
图19I为表示本发明的第九实施方式的显示元件的第九制造工序的剖视图。
图19J为表示本发明的第九实施方式的显示元件的第十制造工序的剖视图。
图19K为表示本发明的第九实施方式的显示元件的第十一制造工序的剖视图。
图19L为表示本发明的第九实施方式的显示元件的第十二制造工序的截面图。
图20为本发明的第十实施方式的AR用的显示装置的示意图。

具体实施方式

[0011] 在以下记载的实施方式的说明中,省略与驱动电路基板50有关的详细的说明。这是由于,驱动电路基板50作为一个示例为形成有LSI的硅基板(半导体基板)且能够利用公知的技术进行制造。此外,微发光元件可取得矩形、多边形、圆形、椭圆形等各种平面形状,但假定最大的长度为 $60\mu\text{m}$ 以下。假定显示元件200在像素区域1集成3千个以上的微发光元件。

[0012] 专门对微发光元件(100)以从紫外光到绿色的波长带发光的氮化物半导体的情况进行说明,但也能够置换为以从黄绿色到红色的波长带发光的AlInGaP系、从红色到红外线的波长带发光的AlGaAs系、GaAs系。

[0013] 此外,对于构成微发光元件(100)的氮化物半导体层14,专门对在光释放侧配置N侧层11的构成进行说明,但也能够是将P侧层13配置于光释放侧的构成。N侧层11、发光层12、P侧层13通常不是单层而包含多层且最佳化,但与本专利构成没有直接关系,因此未记载各层的详细的构造。通常发光层被N型层和P型层夹着,但还存在有N型层、P型层为无掺杂层、根据情况不同而包含具有导电性为相反的掺杂剂的层的情况,因此以下记载N侧层、P侧层。

[0014] <第一实施方式>

以下,参照图1、图2以及图3A~图30对将本发明的第一实施方式的微LED元件100作为光源而搭载的显示元件200进行说明。在本实施方式中,作为微发光元件而使用微LED元件。

[0015] 图1为具备多个微LED元件100的显示元件200的剖视图。图2为显示元件200的像素区域1的俯视图。

[0016] (整体结构)

如图1所示,显示元件200包含像素区域1、共用连接区域2、虚设区域3、及外周部4。如图2所示,在像素区域1中,像素5呈阵列状配置。各像素5包含蓝子像素6、红子像素7、及绿子像素8。蓝子像素6、红子像素7、绿子像素8分别发出蓝色光(例如峰值波长 $460\text{nm} \pm 15\text{nm}$)、红色光(例如峰值波长 $630\text{nm} \pm 15\text{nm}$)、绿色光(例如峰值波长 $520\text{nm} \pm 15\text{nm}$),并对各个强度实施调节。由此,作为像素5,能够发出各种颜色的光。图1中示出图2所示的A-A'线部分的截面。蓝子像素6、红子像素7、绿子像素8分别包含作为微发光元件的一个示例的微LED元件100B、100R、100G。微LED元件100B、100R、100G均具有相同构造并发出蓝色光。以下,在指微LED元件100B、100R、100G整体的情况下,记作微LED元件100。蓝子像素6、红子像素7、绿子像素8如图2所示为平行地排列成长方形的图案。另外,蓝子像素6、红子像素7、绿子像素8无需是所述图案,根据各子像素所需的大小、用途能够适当进行变更。此外,其形状并不限定于矩形。而且,根据需要,还能够追加黄色等其他颜色的子像素,在作为显示色而用于并不是全色的用途的情况下,像素也能够包含一种或两种以上子像素。

[0017] 微LED元件100B、100R、100G具备氮化物半导体层14、P电极19P(第一电极)、及共用N电极56(第二电极)。微LED元件100B、100R、100G在氮化物半导体层14中,在光射出面侧配置共用N电极56,在驱动电路基板50侧配置P电极19P。将微LED元件100的光射出侧的面称作微LED元件100的光射出面。P电极19P与驱动电路基板50上的P侧电极51连接。共用N电极56在共用连接区域2中,经由插头55与驱动电路基板50上的N侧电极52连接。微LED元件100分别通过从对应的P侧电极51供给电流进行发光。光射出方向L为与驱动电路基板50相反的方向且为共用N电极56侧。微LED元件100B、100R、100G通过像素分离槽15而被单独地分割,像素分离槽15被埋入材料20填埋。对微LED元件100进行分离的情况在防止像素间的光串扰的方面是优选的。当相邻的微LED元件100彼此的氮化物半导体层14连接时,某微LED元件100中产生的光经由氮化物半导体层14从相邻像素向外部释放。(optical crosstalk)光串扰会使显示图像的对比度、色纯度下降,因此并不是优选的。埋入材料20可防止光串扰,并且使表面平坦化且易于形成共用N电极56、其上的波长转换部、收敛部。

[0018] 外周部4对显示元件200的外缘进行限定,并包含用于将显示元件200切分为单片的切断区域、与引线接合焊盘等的外部电路的连接部。在外周部4中,氮化物半导体层14被去除。虚设区域3为显示元件200的像素区域1、共用连接区域2、外周部4以外的区域。在该区域配置有氮化物半导体层14,但不发光且为了确保表面的平坦性而配置。

[0019] 在驱动电路基板50的像素区域1配置有各像素的像素驱动电路,主要在虚设区域3配置有行选择电路、列信号输出电路、图像处理电路、输入输出电路等电气电路。驱动电路基板50上的虚设电极53对氮化物半导体层14进行固定,并且为了对这些电路进行遮光而配置。另外,在图1中,附图标记19N表示N电极,附图标记19D表示虚设电极,附图标记24表示平坦部,附图标记54表示外部连接电极,附图标记15B表示边界槽,附图标记15H表示共用电极

接触孔,附图标记150表示露出带。

[0020] (像素的结构)

微LED元件100B、100R、100G包含氮化物半导体层14,氮化物半导体层14从光射出面侧依次包含N侧层11、发光层12、及P侧层13。微LED元件100B、100R、100G分别发出蓝色光。

[0021] 在蓝子像素6中,在共用N电极56上具有透明部21(透明层),将微LED元件100B发出的蓝色光直接向外部释放。透明部21由透明树脂图案构成。透明部21也可以包含散射粒子。红子像素7具有红色波长转换部22(红色波长转换层)并释放红色光。红色波长转换部22包含将微LED元件100R发出的蓝色光波长转换为红色光的材料。绿子像素8具有绿色波长转换部23(绿色波长转换层)并释放绿色光。绿色波长转换部23包含将微LED元件100G发出的蓝色光波长转换为绿色光的材料。红色波长转换部22以及绿色波长转换部23为树脂图案。另外,有时将红色波长转换部22、绿色波长转换部23统称为波长转换部。

[0022] 在透明部21、红色波长转换部22以及绿色波长转换部23上分别配置有微透镜25、25、25(收敛部)。微透镜25、25、25通过透明的树脂而形成透镜状(半球状)的形状,并具有对透明部21、红色波长转换部22以及绿色波长转换部23发出的光进行收敛的作用。优选为,微透镜25、25、25完全覆盖透明部21、红色波长转换部22以及绿色波长转换部23。

[0023] 在红色波长转换部22上未存在有微透镜25的情况下,从红色波长转换部22释放的红色光从放射角(红色波长转换部22表面的垂直线与释放光所成的角度)0度扩展至90度。如果考虑到立体角的面积,在从放射角40度到60度左右的范围内,存在有红色光的放射强度的峰值(参照后述的图4B的A标记)。因此,为了有效利用显示元件200发出的红色光,优选至少对放射角为60度左右的光进行收敛。为了对放射角 θ 的光进行收敛,在成像光学系统的成像光学元件为透镜的情况下,当将透镜的焦点距离设为 f 时,优选透镜的开口径 ϕ 至少为 $\phi = 2 \cdot f \cdot \tan\theta$,在 $\theta = 60$ 度时, $\phi \approx 3.5 \cdot f$ 。如果透镜直径小,则存在有未被收敛的红色光被浪费的趋势、或在设备内部反射而成为杂散光,从而使显示图像的对比度下降。

[0024] 关于这一点,通过在红色波长转换部22上配置微透镜25,能够使放射角大的光向光射出方向L折射。由此,能够缩小红色光的放射角分布,能够进而将红色光向光轴方向收敛(参照图4B的B标记)。因此,能够利用更小的透镜(成像光学元件)提高收敛效率。或者,如果透镜尺寸相同,则能够收敛更多的光,因此能够使显示图像变亮。在需要恒定的明亮度的情况下,能够减少微LED元件的驱动电流,从而降低功耗。

[0025] 绿色光的情况也是同样的。此外,在蓝子像素6的情况下,不存在波长转换部,微LED元件100B发出的蓝色光直接被释放,但蓝色光在发光层12中通常各向同性地发出。因此,在蓝子像素6中,当像红子像素7那样存在有波长转换部的情况下,具有类似的放射角分布,并具有与红色光的情况同样的效果。

[0026] (制造方法)

接着,参照图3A至图30对微LED元件100的制造方法的一个示例进行说明。图3A至图30分别为表示微LED元件100以及显示元件200的第一至第十五制造工序的剖视图。

[0027] 如图3A所示,通过在沉积基板9上按照该顺序堆积N侧层11、发光层12、以及P侧层13来形成氮化物半导体层14。作为沉积基板9,例如能够使用(111)面硅基板。特别优选与驱动电路基板50相同的大小。也可以是蓝宝石(Al_2O_3)、SiC等。此外,作为构成氮化物半导体层14的物质,例如能够使用GaN系的半导体等物质。此外,作为将氮化物半导体层14沉积于沉

积基板9上的装置,例如能够使用MOCVD(Metal Organic Chemical Vapor Deposition)装置。另外,沉积基板9也可以在表面具有凹凸构造。N侧层11需要沿层厚方向导通。因此,N侧层11优选为,在内部不包含高电阻层,优选层厚方向整体为N型的良性导体。此外,优选在沉积基板9上形成氮化物半导体层14,在使沉积基板9返回室温的阶段,沉积基板9的翘曲较小。在沉积基板9为8英寸晶圆的情况下,为了易于与驱动电路基板50的粘贴(后述的图3C的工序),优选沉积基板9的翘曲为 $35\mu\text{m}$ 以下。此外,也可以在N侧层11内设置适当的阻挡层。通过如此设置,能够有效地实现沉积基板9的翘曲的降低。

[0028] 发光层12包含由InGaN层、GaN层构成的多重量子阱层。N侧层11以及P侧层13分别由各种多层构造构成。在本实施方式中,N侧层11、发光层12以及P侧层13的具体的构成并不特别限定,例如能够适当采用现有的LED元件所采用的N侧层、发光层以及P侧层的结构。因此,在本实施方式中,省略与N侧层11、发光层12以及P侧层13的具体的构成有关的说明。

[0029] 另外,对于N侧层11的厚度 t_n ,通常能够例示 $10\mu\text{m}$ 以下, $5\mu\text{m}\pm 2\mu\text{m}$ 左右的情况较多。对于发光层12的厚度 t_{mqw} ,通常能够例示 10nm 以上 200nm 以下, 50nm 以上 100nm 以下左右的情况较多。对于P侧层13的厚度 t_p ,通常能够例示 50nm 以上 1000nm 以下, 100nm 以上 300nm 以下左右的情况较多。

[0030] 如图3B所示,在P侧层13上将P电极层19形成于整个面。在该阶段,P电极层19形成于作为沉积基板9的晶圆整个面,且未被图案化。作为P电极层19,优选使用易于与P侧层欧姆接触的钯等金属薄膜、或者将 5nm 左右的厚度的钯设置于界面的铝薄膜等多层金属膜、或者将层压有作为透明电极的ITO(铟、锡、氧化物)、镍、及铝的多层膜配置于P侧层侧并在表面侧配置有适于与驱动电路基板50上的P侧电极51(参照图3C)的连接的金、铜等金属的多层膜。

[0031] 如图3C所示,将在氮化物半导体层14上形成有P电极层19的沉积基板9以P电极层19侧的面与驱动电路基板50对置的方式相互粘贴。驱动电路基板50形成有显示元件200的驱动电路。驱动电路基板50包含:对各微LED元件100进行驱动的像素驱动电路、对呈二维阵列配置的像素中的、特定的行进行选择的选择电路、对特定的列的发光强度信号进行输出的列信号输出电路、及图像处理电路等电气电路。在粘贴有沉积基板9前的驱动电路基板50的表面,在像素区域1内向各微LED元件100供给电流的P侧电极51、51、51露出,在共用连接区域2N侧电极52露出,在虚设区域3虚设电极53露出,在外周部4外部连接电极54露出。在图3A至图30所示的示例中,示出了一个显示元件200的截面示意图,但在实际的工序中以配置有多个显示元件200的基板状态实施上述工序。例如,能够将驱动电路基板50设为8英寸硅基板,配置几百个显示元件200的驱动电路。通过该粘贴,驱动电路基板50上的P侧电极51、N侧电极52、虚设电极53以及外部连接电极54与P电极层19连接。此时,粘贴也可以是将金属电极(例如铜)彼此直接连接,也可以是将金属纳米粒子作为粘接层以夹装的方式连接。在本粘贴工序中,也可以不实施精密的对准。在晶圆彼此的粘贴的情况下,晶圆彼此重合即可。另外,对于粘贴时的加热,为了避免由冷却引起的膨胀、收缩而产生的应力,优选沉积基板9以及驱动电路基板50为相同材料,特别优选沉积基板9以及驱动电路基板50的材料为硅。

[0032] 接着在图3D所示的工序中,剥离沉积基板9。例如,在沉积基板9为硅基板的情况下,能够对研削、研磨、等离子蚀刻、湿蚀刻等进行组合,将沉积基板9从氮化物半导体层14

去除。另外,在图3D所示的工序中,在带有沉积基板9的状态下,使氮化物半导体层14与驱动电路基板50粘贴,但也可以在暂时将氮化物半导体层14转印于不同的基板(转印基板)后,粘贴于驱动电路基板50,并剥离转印基板。

[0033] 接下来,如图3E所示,形成像素分离槽15、15。像素分离槽15、15为,至少从氮化物半导体层14蚀刻至P电极层19而进行分割的槽。在像素区域1,各微LED元件100通过像素分离槽15、15而被单独地分割。像素区域1的P电极层19为,与微LED元件100的P侧层13、13、13连接的P电极19P、19P、19P。在像素区域1与共用连接区域2的边界、共用连接区域2与虚设区域3的边界形成有边界槽15B、15B。也可以进一步通过边界槽15B对共用连接区域2、虚设区域3细致地进行分割。共用连接区域2的P电极层19成为与N侧电极52连接的N电极19N,虚设区域3的P电极层19成为虚设电极19D。在外周部4氮化物半导体层14、P电极层19被去除(露出带150),外部连接电极54露出。在共用连接区域2的氮化物半导体层14,在N侧电极52上形成有共用电极接触孔15H。

[0034] 优选像素分离槽15的截面形状在图3E的剖视时,微LED元件100的侧壁成为正锥形(即像素分离槽15的宽度随着向与驱动电路基板50相反侧去而逐渐变大)。这是为了,在后工序的埋入材料20形成工序中,易于填埋像素分离槽15。当成为倒锥形(即当使像素分离槽15的宽度随着向与驱动电路基板50相反侧去而逐渐变小时),气泡易于残留于侧壁,易于产生光输出的偏差。但是,当锥形角度从90度大幅偏移时,发光层12的面积减少,因此优选锥形角度为70度至110度的范围。

[0035] 本工序之后的工序中,对驱动电路基板50实施处理,各图案化为相对于驱动电路基板50精密地实施对准。另外,本工序也可以分为像素分离槽15、边界槽15B的形成工序、露出带150和共用电极接触孔15H的形成工序。

[0036] 接下来,如图3F所示,利用埋入材料20、20埋入像素分离槽15、15,另一方面使氮化物半导体层14露出。此外,边界槽15B、15B、共用电极接触孔15H、露出带150也通过埋入材料20~20填埋。埋入材料20~20在后工序中形成共用N电极,因此成为以使表面平坦化为目的的层,无论是树脂材料还是CVD膜均可。为了防止向相邻像素的光的漏出,也可以是追加了吸收光的颜料、碳黑等的树脂。或者为了增强反射并提高微LED元件100的光输出,也可以是追加了作为反射材料的白色颜料、散射粒子的树脂。或者,也可以通过向像素分离槽15的侧壁设置透明绝缘膜与反射率高的金属膜的层压构造,来防止向相邻像素的光漏出。

[0037] 接下来,如图3G所示,去除共用电极接触孔15H部的埋入材料20,如图3H所示,利用插头55填埋共用电极接触孔15H。插头55也可以是钨等材料。而且,如图3I所示,形成共用N电极56。共用N电极56也可以采用ITO等透明导电膜,也可以采用在氮化物半导体层14的大部分具有开口部并在像素分离槽15上配置有金属薄膜图案的金属制的网状电极,也可以将两者组合。在网状电极的情况下,也可以兼用后述的平坦部24。共用N电极56与微LED元件100的N侧层11连接,并在共用连接区域2中经由插头55与N侧电极52连接。

[0038] 接着,如图3J所示,将绿色波长转换部23形成于绿子像素8上。在该工序中,能够使用混合有波长转换粒子的负型抗蚀剂,并使用光刻技术来形成。或者,使用正型抗蚀剂形成铸模,在其上涂布混合有波长转换粒子、散射粒子的树脂。通过如此设置,还能够利用埋入凹部并将残留于平坦部的树脂材料去除,进一步将正型抗蚀剂材料移除的方法来形成。波长转换粒子也可以是荧光体粒子,也可以是量子点、量子棒。替代混合有波长转换粒子的负

型抗蚀剂,也可以使用含有荧光染料的负型抗蚀剂。

[0039] 同样地,如图3K、图3L所示,将红色波长转换部22、透明部21分别形成于红子像素7上、蓝子像素6上。绿色波长转换部23、红色波长转换部22、透明部21的厚度优选为大致相同。如图所示,通过设为相同的高度,收敛部的形成变容易。另外,形成绿色波长转换部23、红色波长转换部22、透明部21的顺序无需像本实施例那样,也能够根据各材料特性等,选择最佳的顺序。

[0040] 接下来,如图3M所示,形成平坦部24。平坦部24的目的在于,在像素区域1,对绿色波长转换部23、红色波长转换部22、透明部21之间进行填埋,使表面平坦化,像素区域1以外也平坦化。平坦部24为树脂材料,为了防止向接触/分离像素的光的漏出,也可以是追加了吸收光的颜料、碳黑等的树脂。相反,为了增强反射并提高子像素的光输出,也可以是追加了作为反射材料的白色颜料、散射粒子的树脂。即平坦部24为通过吸光或反射来防止向相邻子像素的光的漏出的遮光材料。

[0041] 另外,在本实施例中,在形成绿色波长转换部23、红色波长转换部22、透明部21后,形成平坦部24,但也可以在首先形成平坦部24之后,形成绿色波长转换部23、红色波长转换部22、透明部21。在该情况下,在形成平坦部24后,在要形成绿色波长转换部23、红色波长转换部22、透明部21的区域形成凹部,之后,在该凹部形成绿色波长转换部23、红色波长转换部22、透明部21。平坦部24除所述树脂材料以外,也可以是利用金属膜覆盖透明树脂材料表面的材料,也可以是金属材料。在该情况下,优选金属膜、金属材料为反射率高的银、铝。

[0042] 优选平坦部24像图1所示那样配置于埋入材料20的上部。换言之,优选透明部21、波长转换部22、23完全覆盖微LED元件100的光射出面。这是由于,当平坦部24的底面与微LED元件100的光射出面重叠时,从微LED元件100向透明部21、波长转换部22、23的光取出效率会下降。此外为了改善从透明部21、波长转换部22、23的光取出效率,优选平坦部24的侧面倾斜。倾斜角度也可以比90度小,但如所述那样,优选平坦部24的底面不与微LED元件100的光射出面重叠。

[0043] 接下来,如图3N所示,形成微透镜25、25、25。微透镜25、25、25为将透明树脂形成透镜形状的部件,并形成于蓝子像素6、红子像素7、绿子像素8上。在本实施例中,在通过光刻技术形成透明树脂图案后,施加热处理,通过流动化而形成透镜形状。也可以将加工成微透镜阵列形状的工模具推压于涂布有透明树脂的驱动电路基板50来形成微透镜。另外,在本实施例中,微透镜25仅配置于像素区域1,但在像素区域1的外周部,以微透镜25的形状通过接近效果而抑制偏差等目的,在虚设区域3也配置微透镜25。此外,如图3N所示,优选微透镜25完全覆盖透明部21、波长转换部22、23。

[0044] 如图3O所示,外周部4中平坦部24以及埋入材料20被去除,外部连接电极54露出于表面。形成于驱动电路基板50上的显示元件200最终被单独地切断并封装。优选使该外周部露出的工序在微透镜25形成后实施。当存在有外周部的台阶时,用于形成微透镜25的树脂的涂布膜厚不均匀,不易在像素区域1整体形成均匀的微透镜25。

[0045] 在形成共用N电极56、绿色波长转换部23、红色波长转换部22、透明部21时,优选显示元件200的表面像图3H那样,整个面平坦。由于涂布树脂层的情况较多,如果显示元件200的表面不平坦,则存在有在涂布时产生条纹等不均匀性,由此无法形成均匀的波长转换部这样的问题。在虚设区域3不存在氮化物半导体层14的情况下,会产生作为氮化物半导体层

14的厚度的几 μm 的高度的台阶。因此,无法确保平坦性且成为问题。因此,需要虚设区域3中的氮化物半导体层14,还需要用于对其进行固定的虚设电极53。

[0046] 而且,在形成微透镜25时,同样地也需要平坦性,优选存在有平坦部24。在本实施例中,在绿色波长转换部23、红色波长转换部22、透明部21的正上方形成微透镜25、25、25,但以缓和绿色波长转换部23、红色波长转换部22、透明部21间的高度偏差的目的、缓和绿色波长转换部23、红色波长转换部22、透明部21与平坦部24之间的高低差的目的,也可以在微透镜25、25、25与绿色波长转换部23、红色波长转换部22、透明部21之间夹装透明树脂层。使包含外部连接电极54的外周部4中的外部连接电极54露出的工序优选为,在共用N电极56、绿色波长转换部23、红色波长转换部22、透明部21的形成后。

[0047] (微透镜25效果)

在像素的一边为 $24\mu\text{m}$ 、子像素的大小为 $8\mu\text{m}\times 24\mu\text{m}$ 的显示元件200中,在各子像素上设置微透镜25。微透镜的高度约为 $4\mu\text{m}$,从子像素的短边侧观察时的截面形状大致为半圆。

[0048] 图4A为表示本发明的第一实施方式的显示元件200的以放射角 θ 为0度的光强度进行标准化的配光分布的图表。图4B为表示本发明的第一实施方式的显示元件200的以峰值的光强度进行标准化的、考虑到立体角的广度的配光分布的图表。

[0049] 关于绿子像素8,针对未存在有微透镜25的情况(A)和存在有微透镜25的情况(B),对放射角依赖性进行了检查。如图4A所示,放射角 θ 为,发出的光与显示元件200的表面的垂线所成的角度。(a)、(b)均为,放射角 θ 为0度的光强度且标准化的图。图4B为,相对于图4A的分布而考虑到立体角的广度的分布,并以峰值且标准化的图。可知通过微透镜25,光强度分布变窄且向垂线附近发出更多的光。对于以放射角 θ 为0度至40度发出的光的积分强度,与(A)的情况为整体的43%的情况相比,在(B)的情况下,成为整体的56%,与(A)的情况相比约增加30%。如此通过在绿子像素8配置微透镜25,能够缩窄配光分布(收敛效果)。因此,例如,在针对眼镜型终端、HUD等显示装置使用显示元件200的情况下,通过相对于相同的成像光学元件使用微透镜25,能够收敛更多的光。

[0050] 在红子像素7的情况下,也具有大致同样的效果。蓝子像素6的效果进一步变大,对于放射角 θ 到40度为止的积分强度,与未存在有微透镜25的情况相比,在存在有微透镜25的情况下,约增加35%。考虑到了这是由于,微透镜25与作为光源的微LED元件100B的距离变长,微透镜25的收敛能力提高。对于微透镜25的焦点距离 f (从透镜的下侧平坦面测量至下方的长度),能够根据将微透镜25的表面设为球面近似时的曲率半径 R 和构成微透镜25的树脂层的折射率 n ,而近似于 $f=R/(n-1)$ 。

[0051] 该近似式能够以如下方式导出。由曲率半径 R_1 、 R_2 的球面构成的球面透镜的焦点距离 f 以下述的透镜制造商的公式(lens maker's formula)来表示。

$$1/f = (n-1) \cdot (1/R_1 - 1/R_2) + d \cdot (n-1)^2 / (n \cdot R_1 \cdot R_2)$$

n 为透镜材料的折射率, d 为透镜的厚度, R_1 为光的入射侧的曲率半径, R_2 为射出侧的曲率半径,在光入射侧为凸型的情况下用正来表示,在凹型的情况下用负来表示。对于图1的形状的微透镜25,如果设为 $R_1 = \infty$ 、 $R_2 = -R$,则能够近似于 $1/f \approx (n-1)/R$ 。

[0052] 因此,想到了微透镜25的焦点位置处于透明部21中。比微透镜25的焦点位置越靠外侧,透镜的收敛能力越高,因此想到了蓝子像素6中的收敛能力变高。相反在比焦点位置靠透镜侧收敛能力低。这被认为是由于,在红子像素7、绿子像素8的情况下,光源成为波长

转换部,因此在微透镜25的焦点位置的上方较多得包含光源,收敛能力不充分。

[0053] 在本实施例中,相对于一个子像素覆盖一个微透镜25,但也可以覆盖多个微透镜。例如,在本实施例中,也可以相对于24 μm 宽度的一个子像素排列三个8 μm 直径的半球形的微透镜。

[0054] 如以上所述,通过在绿色波长转换部23、红色波长转换部22、透明部21之上(光射出侧)设置微透镜25、25、25(收敛部),能够缩窄各子像素发出的光的配光分布。由此,能够大幅增加对显示元件200的显示进行投影的成像光学元件能够收敛的光量。因此,在使用显示元件200的眼镜型终端、HUD等显示装置中,能够进一步实现明亮的显示或者以相同的明亮度进一步降低功耗。

[0055] 另外,在本实施方式中,能够将氮化物半导体层14用作光源材料,但例如在红色光单色显示的情况下,还能够使用AlInGaP系化合物半导体。光源材料并不限于氮化物半导体。像红色光单色显示那样,在像素部完全没有设置波长转换部的情况下,未必需要透明部21,还能够微发光元件之上设置有收敛部。此外,作为各子像素的发光层12,也可以通过使用掺杂有铕(Eu)、铒(Er)、镱(Tm)等稀土类元素GaN等的氮化物半导体,而分别发出红色、绿色、蓝色。在该情况下也不需要波长转换部。

[0056] <第二实施方式>

本发明的第二实施方式的显示元件200a的剖视图如图5所示。第二实施方式的显示元件200a在显示元件200a具有炮弹形状的微透镜25a、25a、25a这一点,与第一实施方式的显示元件200不同。除此以外的点与第一实施方式没有不同。本实施方式的目的,在于,在第一实施方式的蓝子像素6的情况下,使红子像素7、绿子像素8接近,进一步提高收敛效率。

[0057] 如图5所示,炮弹形状的微透镜25a、25a、25a为,作为大致柱状形的透明树脂层的柱状部25R、25R、25R与作为透镜形状的透明树脂层的透镜部25L、25L、25L组合而成的形状。微透镜25a、25a、25a能够以如下方式形成。即,首先利用没有热变形性的透明树脂形成柱状部25R、25R、25R,在其上形成热流动性的透明树脂的图案,对形成的图案进行加热而呈透镜形状变形从而能够形成透镜部25L、25L、25L。或者也可以一体形成波长转换部和柱状部,使波长转换粒子沉淀,在上部残留上澄清部分,从而制成柱状部。或者,将加工成炮弹阵列形状的模具推压于涂布有透明树脂的驱动电路基板50,从而形成炮弹形状的微透镜25a。由此,能够形成微透镜25a、25a、25a。另外,柱状部25R、25R、25R的平面形状为与子像素的平面形状相同形状,能够根据子像素的形状对其形状进行变更。

[0058] 对于本构成那样的炮弹形状的微透镜25a、25a、25a,能够将透镜形状的透镜部25L、25L、25L部分与光源之间的距离设为比柱状部25R、25R、25R大。因此,能够与第一实施方式相比增强收敛能力。特别是微透镜25a、25a、25a的焦点位置优选为,处于波长转换部的表面或其上方,柱状部25R、25R、25R的高度优选为 $R/(n-1)$ 以上。相对于与第一实施方式相同的构成的微LED元件100,透镜形状不改变而追加了高度8 μm 的柱状部25R、25R、25R。整体的高度约为12 μm 。本构成中能够将放射角40度为止的积分强度提高至整体的70%。

[0059] 根据本构成,能够获得与第一实施方式同样的效果。

[0060] <第二实施方式的变形例>

本发明的第二实施方式的变形例的显示元件200b的剖视图如图6所示。微透镜25b、25b、25b成为,将柱状部25Rb、25Rb、25Rb的直径设为比透镜部25Lb、25Lb、25Lb的直径小的

形状(铆钉那样的形状)。该形状的意图与炮弹型微透镜相同。除此以外的点与第二实施方式的显示元件200a没有不同。

[0061] 在本构成中,首先形成在绿色波长转换部23、红色波长转换部22、透明部21之上具有开口部27H、27H、27H的阻挡层27,之后,在涂布微透镜材料并图案化后,通过加热流动来形成铆钉型的微透镜25b、25b、25b。填埋阻挡层27的开口部27H、27H、27H的树脂层发挥柱状部25Rb、25Rb、25Rb的作用,比阻挡层27向上突出的部分成为透镜部25Lb、25Lb、25Lb。阻挡层27也可以是透明树脂,为了防止向相邻子像素的光的泄漏,也可以包含光吸收材料、光反射材料,也可以涂布金属膜。此外,阻挡层27也可以是金属膜。开口部27H、27H、27H的形状为与子像素的平面形状相同形状,因此能够根据子像素的形状对其形状进行变更。

[0062] 根据本构成,也能够获得与第二实施方式同样的效果。

[0063] <第三实施方式>

本发明的第三实施方式的显示元件200c的剖视图如图7所示。本发明的第三实施方式的显示元件200c与第一实施方式的显示元件200相比,作为收敛部而将微透镜25、25、25置换为反射壁26~26这一点不同。在第一实施方式中,通过折射而缩窄放射光的配光分布,但在本实施方式中,通过反射来缩窄配光分布(收敛)。绿色波长转换部23、红色波长转换部22、透明部21、平坦部24以下的结构与第一实施方式没有不同。区别点为,替代微透镜25、25、25而将反射壁26~26配置于每个子像素这一点。每个子像素能够被反射壁26~26包围。通过如此设置,能够遮蔽从各子像素以较大的放射角放射的光,并且能够改变光的放射角。由此,能够降低放射角大的光,能够缩窄配光分布。反射壁26~26为,相对于绿色波长转换部23、红色波长转换部22、透明部21、平坦部24大致垂直的矩形的壁。如图7所示,优选反射壁26仅配置于平坦部24上。当反射壁的底部从平坦部24上突出,并覆盖透明部21、绿色波长转换部23、红色波长转换部22时,光被遮挡而使发光高效下降,因此并不是优选的。

[0064] 根据本构成,也能够获得与第一实施方式同样的效果。

[0065] <第三实施方式的变形例>

本发明的第三实施方式的变形例的显示元件200d的剖视图如图8所示。在第三实施方式的显示元件200c中,反射壁26为相对于绿色波长转换部23、红色波长转换部22、透明部21、平坦部24大致垂直的矩形的壁,其截面形状未必需要是矩形。在第三实施方式的变形例的显示元件200d中,如图8所示,反射壁26~26具有宽度随着向与驱动电路板50相反侧去而变小的倾斜部。另外,倾斜部也可以具有凹面形状。

[0066] <第四实施方式>

本发明的第四实施方式的显示元件200e的剖视图如图9所示。第四实施方式的显示元件200e与第一实施方式的显示元件200相比,在未按子像素(蓝子像素6、红子像素7、绿子像素8)配置单独的微透镜25、25、25,而相对于像素5具有一个微透镜25e这一点不同。除此以外与第一实施方式没有不同。

[0067] 如果使像素微细化,则有时不易相对于各个子像素配置效果高的微透镜。在这样的情况下,像本实施方式那样,能够在像素5整体配置微透镜25e。

[0068] 微透镜25e的形状也可以是第一实施方式那样的半球状,也可以是第二实施方式那样的炮弹形状,也可以是其变形例的铆钉形状。

[0069] 根据本构成,也可获得与第一实施方式同样的效果。

[0070] <第五实施方式>

本发明的第五实施方式的显示元件200f的剖视图如图10所示。本发明的第五实施方式的显示元件200f的像素区域1的俯视图如图11所示。本实施方式与第一实施方式相比,在替代微LED元件100而配置作为微发光元件的其他例的VCSEL (Vertical Cavity Surface Emitting LASER) 类型的微激光器元件这一点、仅在绿色波长转换部23以及红色波长转换部22上配置微透镜25f、25f这一点、将蓝子像素6f放置于像素5f的中央部这一点不同,其他的点没有不同。

[0071] 如图11的像素区域1的俯视图所示,将蓝子像素6f配置于中央部,将红子像素7f和绿子像素8f配置于其两侧。子像素的配置图案能够根据用途等进行适当变更。图10中示出图11所示的B-B'线部分的截面。

[0072] 如图10的剖视图所示,图1所示的微LED元件100B、100R、100G被置换为VCSEL类型的微激光器元件100Bf、100Rf、100Gf (100f)。由此光源发出导向性高的蓝色光,因此对于蓝色光而言收敛的必要性低,能够省略微透镜。不过,关于绿色波长转换部23以及红色波长转换部22,通过波长转换生成的绿色光、红色光不易具有导向性。因此,微激光器元件100Rf、100Gf优选为,与第一实施方式同样地具有微透镜25f、25f。

[0073] 微激光器元件100Bf、100Rf、100Gf在光射出侧具有第一反射层10,并在驱动电路基板50侧具有透明电极层44和第二反射层45这一点,与微LED元件100B、100R、100G不同。

[0074] 以下参照图12A至图12F对微激光器元件100Bf、100Rf、100Gf的制造方法的一个示例进行说明。图12A至图12F中分别示出微LED元件100以及显示元件200的第一至第六制造工序的剖视图。

[0075] 如图12A所示,在沉积基板9上按照该顺序堆积第一反射层10、N侧层11、发光层12以及P侧层13而形成氮化物半导体层14f。第一反射层10为反射蓝色光的DBR (Distributed Bragg Reflector)。第一反射层10能够通过重叠多层 $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ 层以及GaN层的对数来形成。例如,包含20层GaN层厚46nm、 $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ 层47nm、且共计93nm厚的GaN/ AlGaN 对数,总厚为1.8 μm 左右。

[0076] 在氮化物半导体层14f之上进一步堆积透明电极层44和第二反射层45。透明电极层44为ITO (铟、锡、氧化物) 等电极层,厚度为50nm至600nm左右。第二反射层45为由电介质多层膜构成的DBR。例如,将 TiO_2 薄膜(厚度36nm)与 SiO_2 薄膜(厚度77nm)的对数设为10层,整体厚为1.1 μm 左右。第二反射层45相对于蓝色光的反射率比第一反射层10的反射率高。

[0077] 如图12B所示,在层压第二反射层45后,通过光刻技术以及干蚀刻技术来形成开口部46~46。在开口部46~46的底部存在有透明电极层44。接下来,如图12C所示,形成P电极层19f。优选P电极层19f具有填埋开口部46~46的插头部分。优选具有覆盖平面部的平坦的膜的部分,但也可省略。接下来,如图12D所示,将沉积基板9粘贴于驱动电路基板50,如图12E所示,剥离沉积基板9的工序与第一实施方式相同。

[0078] 在图12F所示的像素分离槽15、边界槽15B、共用电极接触孔15H以及露出带150的形成中,按顺序对氮化物半导体层14f、透明电极层44、第二反射层45、P电极层19f进行蚀刻。除此以外与第一实施方式相同。之后的工序与第一实施方式的图3F至图30所示的工序实质上相同,从而形成有图10所示的显示元件200f。

[0079] 根据本构成,也能够获得与第一实施方式同样的效果。

[0080] <第六实施方式>

本发明的第六实施方式的显示元件200g的剖视图如图13所示。第六实施方式的显示元件200g与第一实施方式的显示元件200相比,在配置于红子像素7、绿子像素8的微透镜25g、25g具有吸收蓝色光的功能这一点不同。

[0081] 有时红子像素7、绿子像素8释放作为激发光的蓝色光。在越充分吸收蓝色光而波长转换部的厚度越薄的情况下,会产生这样的蓝色光的泄漏。这样的现象会产生红色光、绿色光的色纯度下降这样的问题。如图13所示,在泄漏蓝色光的红子像素7、绿子像素8上,配置具有吸收蓝色光的功能的微透镜25g、25g。通过如此设置,能够降低从波长转换部泄漏的蓝色光,从而提高色纯度。这样的微透镜25g、25g例如能够通过热流动性的透明树脂母材上结合吸收蓝色光的染料分子来形成。另外,例如,在红子像素7没有蓝色光的泄漏的情况下,微透镜25g能够仅配置于绿子像素8之上。由于无需相对于蓝子像素6具有吸收蓝色光的功能,因此配置与第一实施方式的微透镜25相同的透镜。

[0082] 对于本构成的显示元件200g,在分别对微透镜25和微透镜25g、25g进行涂布并图案化后,进行加热流动。通过如此设置,能够加工成透镜形状。

[0083] 根据本构成,能够获得与第一实施方式同样的效果,且还能够抑制色纯度的劣化这样的附加效果。

[0084] <第六实施方式的变形例>

本发明的第六实施方式的变形例的显示元件200h的剖视图如图14所示。与第六实施方式同样的效果还能够通过图14所示的显示元件200h来实现。显示元件200h为,在图6所示的显示元件200b中,由红子像素7以及绿子像素8的微透镜25h、25h中的柱状部25Rh、25Rh吸收蓝色光的蓝色光吸收过滤器28(滤色器)构成。微透镜25h、25h中的透镜部25Lh、25Lh由不吸收蓝色光的透明树脂构成。关于蓝子像素6与显示元件200b中的蓝子像素没有不同。如果微透镜整体无需具有滤色器功能且能够将蓝色光的泄漏抑制在规定的量以下,则微透镜的一部分具有滤色器功能即可。

[0085] 另外,在第六实施方式中,无法利用散射性的材料吸收蓝色光,但本变形例中能够使用散射性的滤色器材料。

[0086] 根据本构成,能够获得与第一实施方式同样的效果,且还能够获得抑制色纯度的劣化这样的附加效果。

[0087] <第七实施方式>

本发明的第七实施方式的显示元件200i的剖视图如图15所示。本发明的第七实施方式的显示元件200i如图15所示,与第一实施方式的显示元件200相比,在红子像素7、绿子像素8上连同微透镜25i、25i一起配置蓝色光反射层29这一点不同。

[0088] 通过配置蓝色光反射层29,能够减薄红色波长转换部22以及绿色波长转换部23。此外,能够降低波长转换部的厚宽比。由此,能够容易地实现像素的微细化。微透镜25i、25i与第一实施方式的微透镜25、25没有不同,但优选完全覆盖蓝色光反射层29。

[0089] 蓝色光反射层29几乎不透射蓝色光(透射率为10%以下)且具有非常高的反射率,另一方面,相对于波长为480nm以上的可视光具有透射性。一个示例为电介质多层膜的DBR且具有与图12A所示的第二反射层45类似的结构。由于能够反射激发波长转换部的蓝色光的大半部分,因此反射的蓝色光再次通过波长转换部。因此,能够至少半衰为了对蓝色光的

大半部分进行波长转换所需的波长转换部的厚度。波长转换后的红色光、绿色光透射蓝色光反射层29,并通过微透镜25i、25i而收敛,但通过蓝色光反射层29的追加而透镜与波长转换部的距离延伸,因此能够增加收敛效果。

[0090] 根据本构成,能够获得与第一实施方式同样的效果,且还能够获得能够减薄波长转换部这样的附加效果。

[0091] <第七实施方式的变形例>

本发明的第七实施方式的变形例的显示元件200j的剖视图如图16所示。还能够通过图16所示的显示元件200j实现与第七实施方式同样的效果。显示元件200j构成为,在图6所示的显示元件200b中,将红子像素7以及绿子像素8的微透镜25b、25b中的柱状部25Rb、25Rb设为微透镜25j、25j中的柱状部25Rj、25Rj,在柱状部25Rj、25Rj部分配置有蓝色光反射层29。

[0092] 根据本实施方式,能够在显示元件200j中提高光输出。

[0093] <第八实施方式>

本发明的第八实施方式的显示元件200k的剖视图如图17所示。本发明的第八实施方式的显示元件200k与第一实施方式的显示元件200相比,在不具有绿色波长转换部23、红色波长转换部22、透明部21而在像素整体具有黄色波长转换部30并具有蓝色、绿色、红色的各滤色器这一点不同。除此以外,与第一实施方式没有不同。

[0094] 如图17的显示元件200k所示,在像素区域1整体形成有黄色波长转换部30。黄色波长转换部30被蓝色光激发而发出黄色光,作为整体而发出白色光。在蓝子像素6、红子像素7、绿子像素8中,分别配置有蓝滤色器31、红滤色器32、绿滤色器33,分别发出蓝色光、红色光、绿色光。

[0095] 在黄色波长转换部30中,能够使用YAG荧光体微粒子。YAG荧光体与量子点相比,稳定性高且即使是比较高的温度也能够使用。因此,显示元件200k与使用了量子点、其他荧光体材料的元件相比,能够以更高功率进行动作。本构成为在需要如此大的光输出的情况下有用的构成。

[0096] 在本构成中,作为波长转换部,仅形成黄色波长转换部30即可,因此制造工序非常简单。并且无需对每像素加工波长转换部且能够使用通常使用的滤色器技术,因此技术方面也变容易。另一方面,缩窄微透镜25、25、25的配光分布的效果是有效的。在此,蓝滤色器31、红滤色器32、绿滤色器33优选为,没有散射性或几乎没有。在该情况下,各滤色器发挥与微透镜的柱状部相同的作用,从而能够进一步增强缩窄配光分布的效果。

[0097] 根据本实施方式,能够获得与第一实施方式同样的效果。

[0098] <第九实施方式>

本发明的第九实施方式的显示元件200l的剖视图如图18所示。本发明的第九实施方式的显示元件200l与第一实施方式的显示元件200相比,微LED元件100l(微LED元件100B1、微LED元件100R1、微LED元件100G1的总称)不同。除此以外,与第一实施方式的显示元件200没有不同。第一实施方式的微LED元件100在驱动电路基板50侧具有P电极19P,在光射出侧具有共用N电极56(所谓的上下电极型),但本实施方式的微LED元件100l构成为在单侧面具有P、N两电极。

[0099] 如图18所示,微LED元件100l在驱动电路基板50l侧具有P电极19P1、19P1、19P1和N电极19N1、19N1、19N1。在驱动电路基板50l中按子像素配置有P侧电极511、511、511和N侧电

极521、521、521。P侧电极511、511、511和N侧电极521、521、521分别与P电极19P1、19P1、19P1和N电极19N1、19N1、19N1连接。在微LED元件1001中流通有规定的电流,对发光实施控制。这样的构成具有如下优点:在显示元件2001的制造工序中,能够省略第一实施方式的微LED元件100中的共用N电极56的制造工序,从而制造变容易。微LED元件1001例如适于要求高功率的平视显示面板、投影仪等显示装置的用途。另外,N电极19N1无需设置于每个微LED元件1001,多个微LED元件1001也可以共有一个N电极19N1。

[0100] 根据第九实施方式的显示元件2001,微LED元件1001不同,但微透镜25的效果与第一实施方式相同,能够缩窄各子像素发出的光的配光分布。由此,能够大幅增加对显示元件2001的显示进行投影的成像光学元件能够收敛的光量。因此,能够利用使用了显示元件2001的显示装置(例如投影显示装置)实施明亮的显示。或者,能够以相同的明亮度进一步降低功耗。另外,在图18中,附图标记17表示保护膜。

[0101] (制造方法)

接着,参照图19A至图19L对微LED元件1001的制造方法的一个示例进行说明。图19A至图19L分别示出微LED元件100以及显示元件2001的第一至第十二制造工序的剖视图。省略有关与图3A至图30所示的工序相同的工序的说明。图19A至图19L所示的工序与图3A至图30所示的工序的大的区别点在于,除电极的配置以外,在沉积基板91上形成微LED元件1001,以显示元件2001单位单片化后,以单片单位粘贴于驱动电路基板501上。

[0102] 如图19A所示,在沉积基板91上形成氮化物半导体层14这一点与第一实施方式相同,但本方式中作为沉积基板91,例如能够使用(0001)面蓝宝石基板。

[0103] 如图19B所示,在对P侧层13、发光层12、N侧层11的一部分进行蚀刻而形成台面16后,如图19C所示,利用保护膜17进行覆盖。保护膜17例如为二氧化硅(SiO₂)。接下来,如图19D所示,在台面16顶上部的P侧层13上开设P侧接触孔18P、18P、18P,在台面16底部的N侧层11露出部开设N侧接触孔18N、18N、18N。接下来,如图19E所示,分别在P侧接触孔18P、18P、18P以及N侧接触孔18N、18N、18N中形成P电极19P1、19P1、19P1、N电极19N1、19N1、19NP1。接下来,如图19F所示,对保护膜17以及氮化物半导体层14进行蚀刻,形成像素分离槽15~15,而分离为各微LED元件1001。

[0104] 在本构成中,从发光层12侧利用干蚀刻技术进行加工,如图19F所示,因此台面16的倾斜的侧面覆盖发光层12,易于使微LED元件1001的N侧层11的侧面倾斜。能够在任意的侧面以相对于光射出方向敞开的的方式倾斜,能够提高微LED元件1001的光取出效率。而且,通过利用高反射性的金属膜覆盖像素分离槽15的侧壁,能够防止来自微LED元件1001的侧面的光漏出,能够提高向光射出方向的光取出效率。通过在N侧层11的侧面与所述金属膜之间配置透明绝缘膜,能够更加提高微LED元件1001的光取出效率。

[0105] 虽未图示,但形成有微LED元件1001的沉积基板91被实施研磨,并以显示元件2001单位被切断而单片化。在单片化的状态下,如图19G所示,粘贴于驱动电路基板501上。驱动电路基板501也可以是晶圆状态,也可以是以显示元件2001单位被分割的芯片状态,但以下对晶圆状态进行说明。

[0106] 接下来,如图19H所示,对沉积基板91进行剥离。理想的是,图19G的粘贴状态为临时保留粘接,在图19H的沉积基板91剥离后进行主连接。这是由于,在存在有沉积基板91的状态下,在沉积基板91与驱动电路基板501的热膨胀不同的情况下,不易进行伴随着大的温

度上升的处理,因此优选在沉积基板91剥离后,实施伴随着温度上升的主连接。在这样的主连接之后,能够通过驱动电路基板501控制使各微LED元件1001发光。因此,能够对各微LED元件1001的特性进行测试。能够通过驱动电路基板501的控制对不合格的微LED元件1001进行检测。因此,在检测到各微LED元件1001的不合格的情况下,去除不合格的微LED元件1001,通过粘贴正常品进行修复。在本实施方式中,微LED元件1001的电连接只在驱动电路基板501侧,因此能够容易地实施这样的修复的这一点也是优点。

[0107] 之后的工序如图19I~图19L所示,但图19I为与图3F同样的埋入材料20形成工序,图19J~图19L分别为与图3M~图3O所示的工序相同的工序,因此省略说明。在本实施方式中,像图19I所示那样,放置于驱动电路基板501上来实施,但也可以在图19F之后在沉积基板91上实施。

[0108] 如以上所述,无论微LED元件的电极配置如何均能够配置微透镜25、25、25。此外,在预先于沉积基板上形成微LED元件并以显示元件单位粘贴于驱动电路基板的情况下,也能够配置微透镜25、25、25。

[0109] <第十实施方式>

本发明的第十实施方式的AR用的显示装置300的示意图如图20所示。本实施方式是使用了至此所示的显示元件200、200a~2001的AR用的显示装置300。

[0110] 如图20所示,AR用的显示装置300至少包含显示元件200、200a~2001、成像光学元件310、及合成器光学元件320。成像光学元件310如图20所示的示例所示,可以是透镜,也可以是凹面镜。合成器光学元件320如图20的示例所示,可以是半透半反射镜,也可以是偏振分束器、衍射光学元件等光学元件。合成器光学元件320配置于观察者的眼睛350的前面,并透射来自外界的光330的一部分。同时在合成器光学元件320中,成像光学元件310对显示元件200、200a~2001所显示的图像进行收敛,使投影的光340与来自外界的光330重合并到达观察者的眼睛350。如此,显示元件200、200a~2001的显示与外界的风景重叠,从而被观察者感知。

[0111] 通过使用显示元件200、200a~2001,能够大幅增加成像光学元件310能够收敛的光量。因此,能够利用使用了显示元件200、200a~2001的AR用的显示装置300实施明亮的显示。或者,以相同的明亮度进一步降低功耗。

[0112] 本发明并不限定于上述的各实施方式,在权利要求所示的范围内能够实施各种变更,对不同的实施方式分别公开的技术装置进行适当组合而获得的实施方式也包含于本发明的技术范围。而且,通过对各实施方式分别公开的技术装置进行组合,能够形成新的技术的特征。

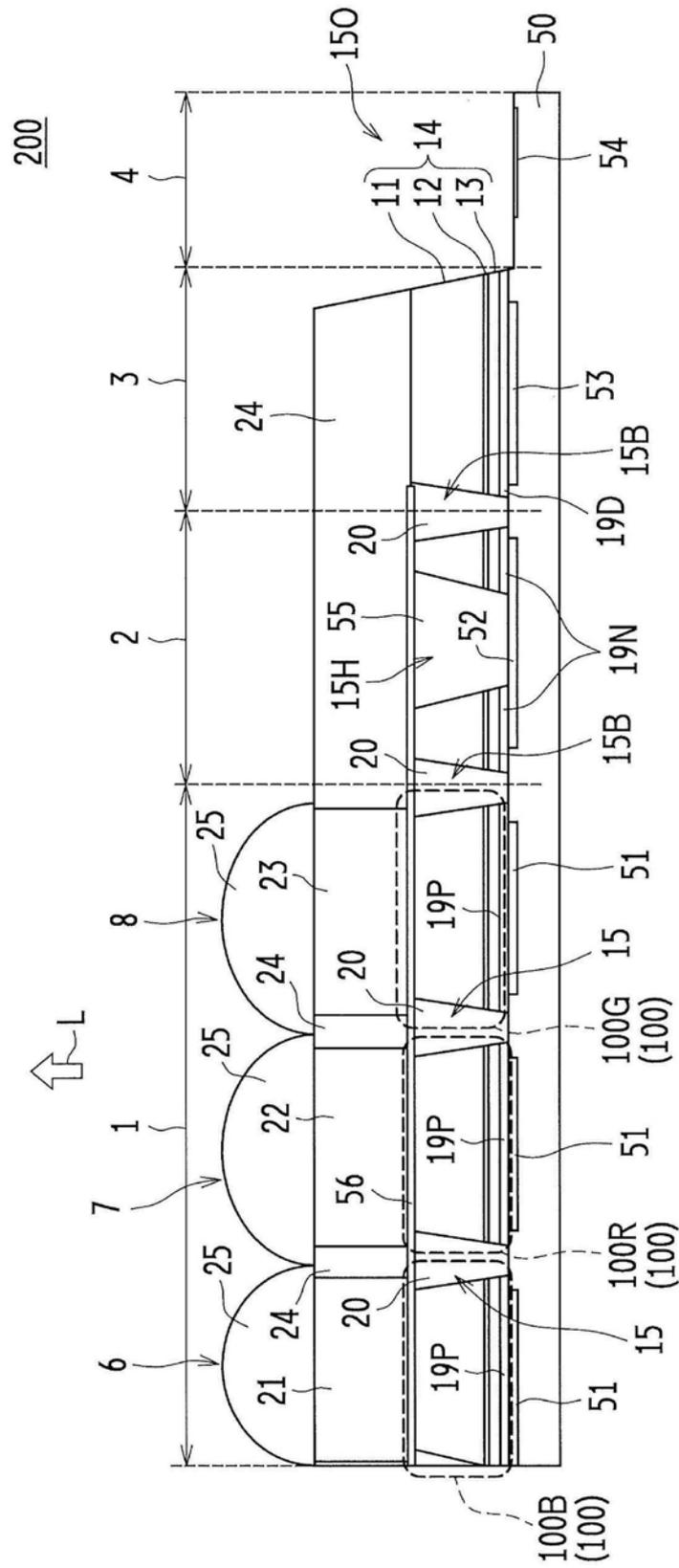


图1

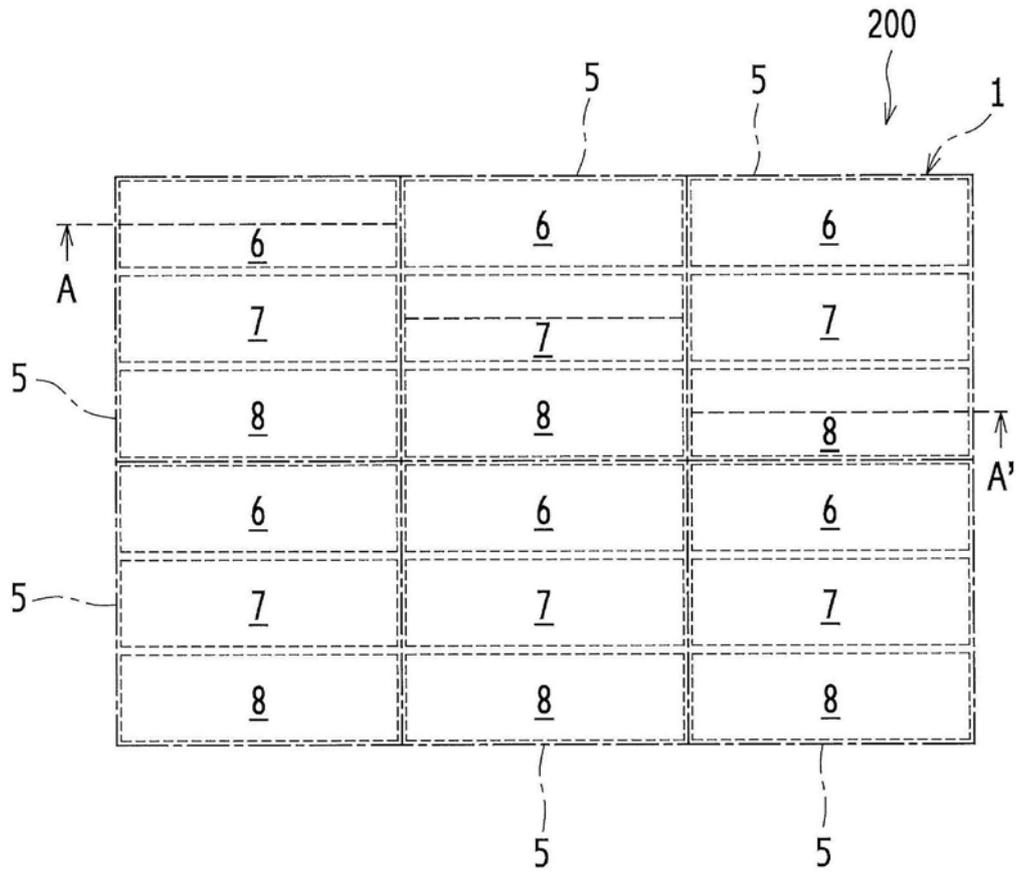


图2

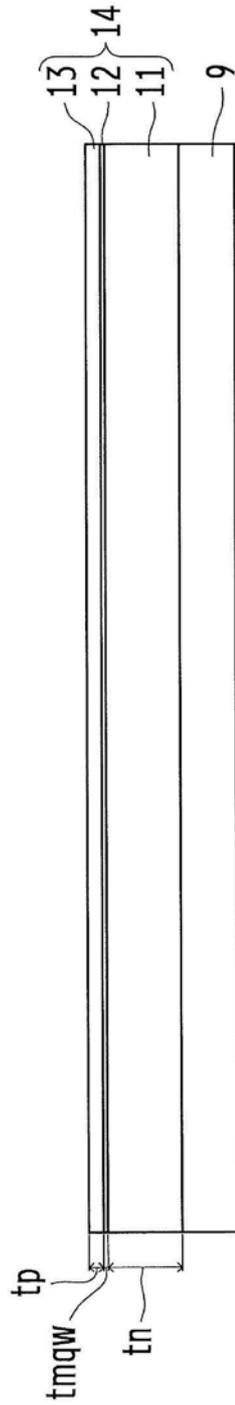


图3A

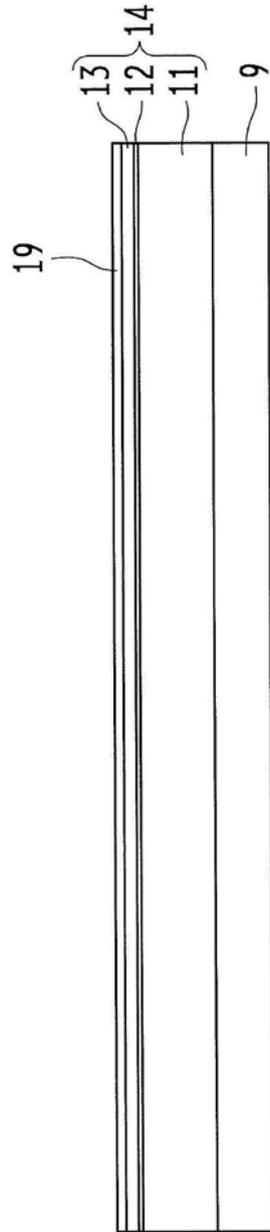


图3B

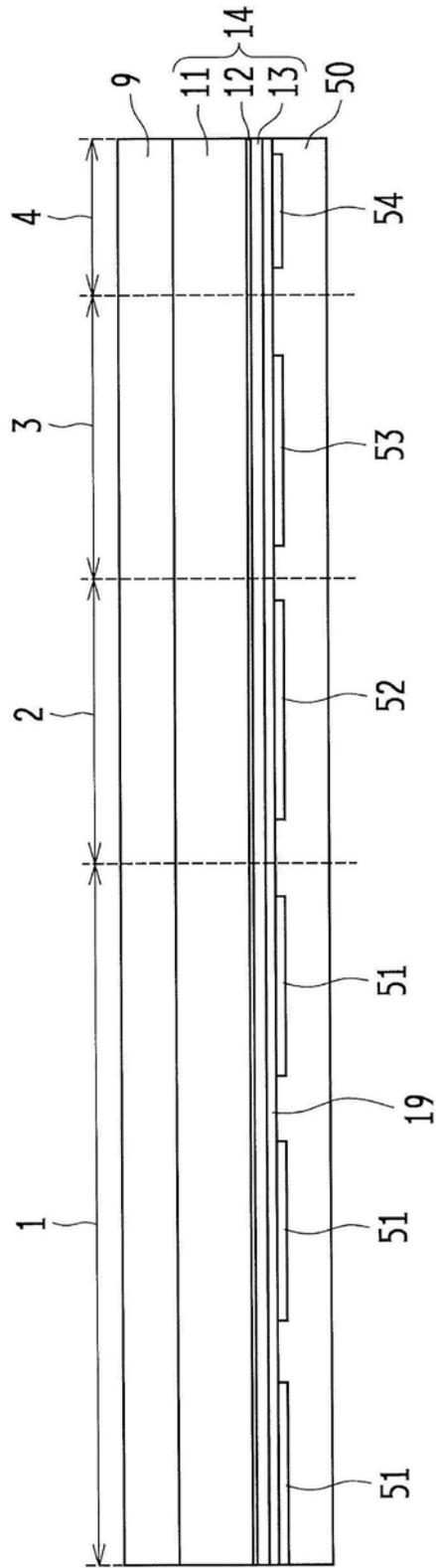


图3C

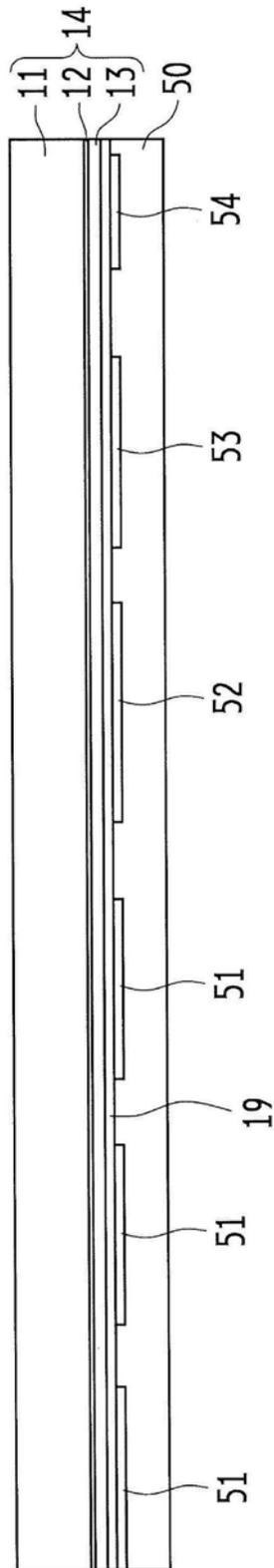


图3D

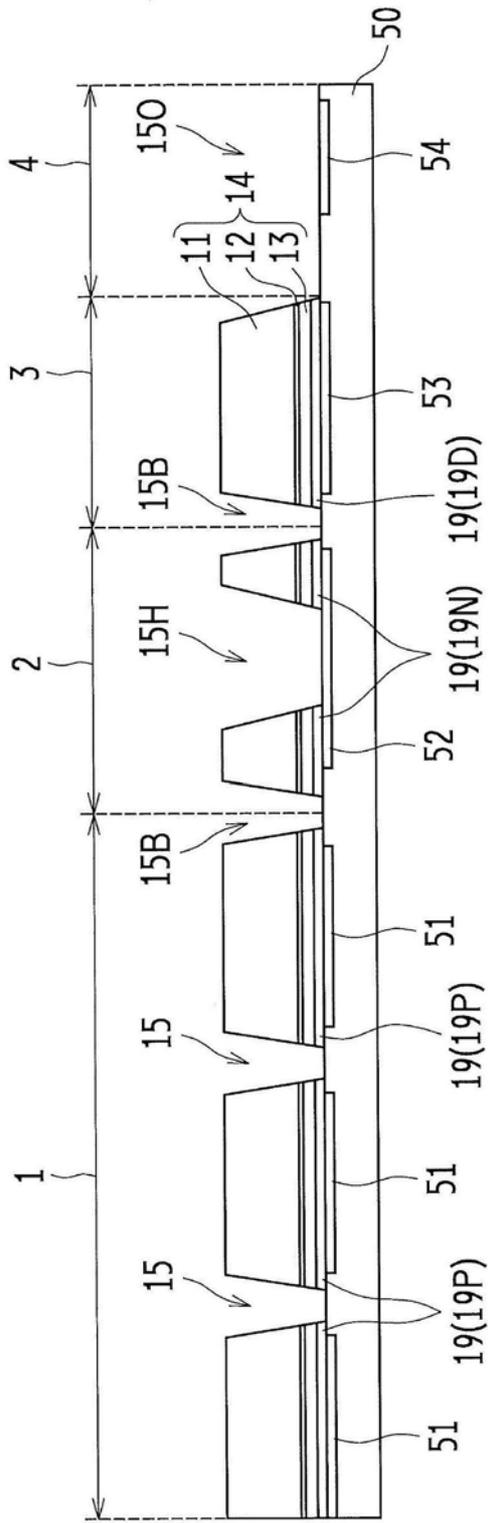


图3E

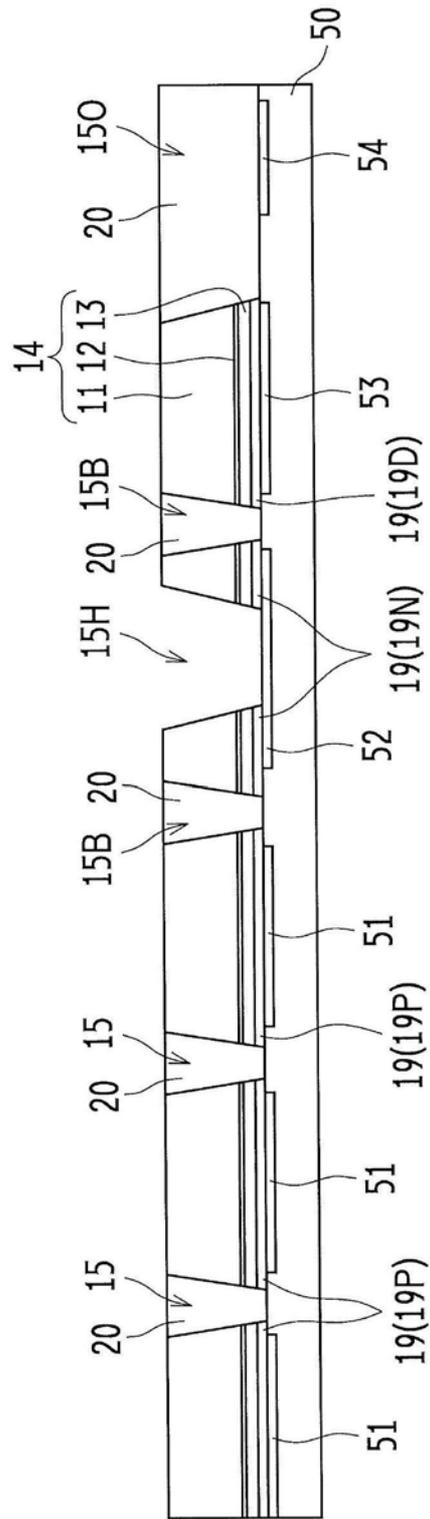


图3G

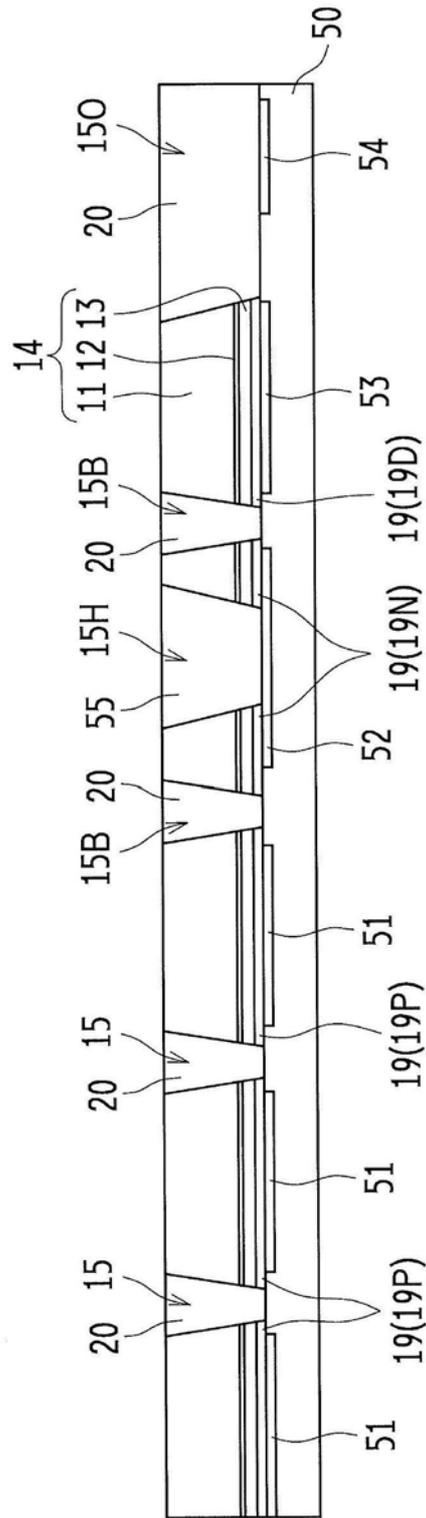


图3H

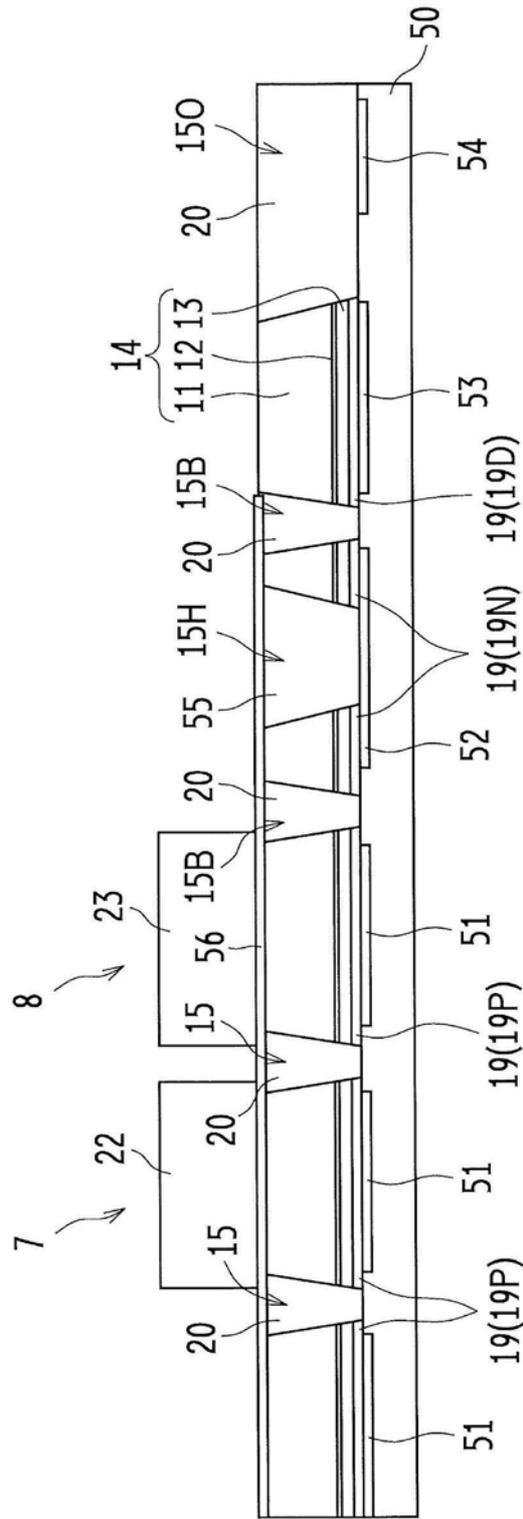


图3K

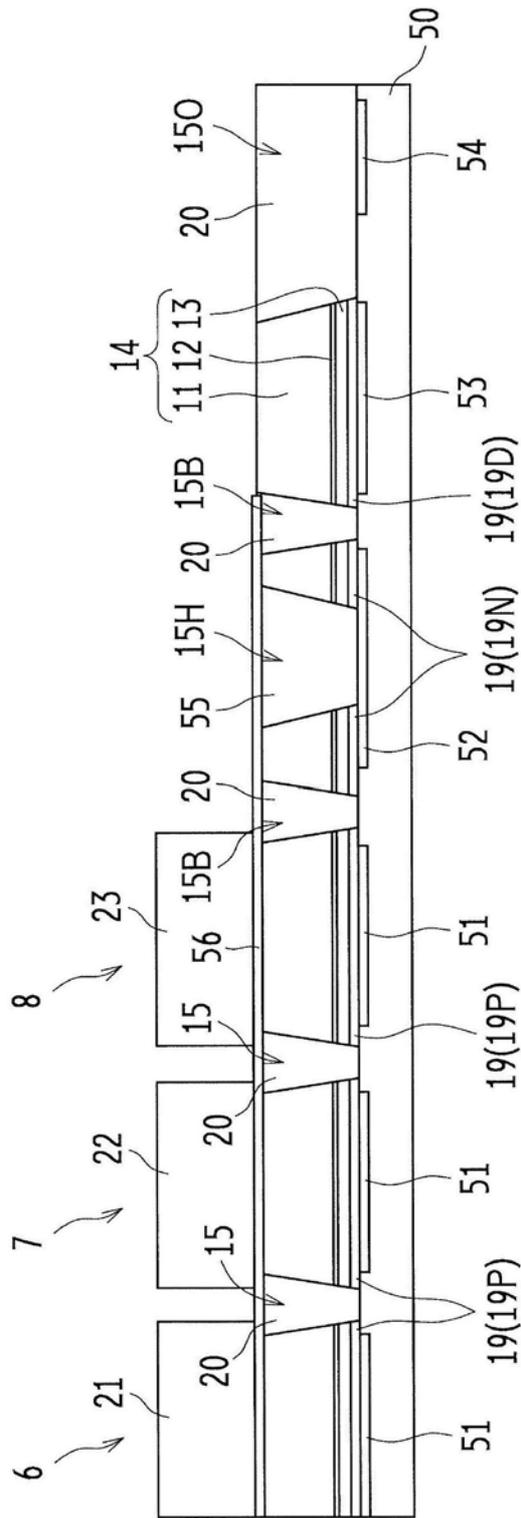


图3L

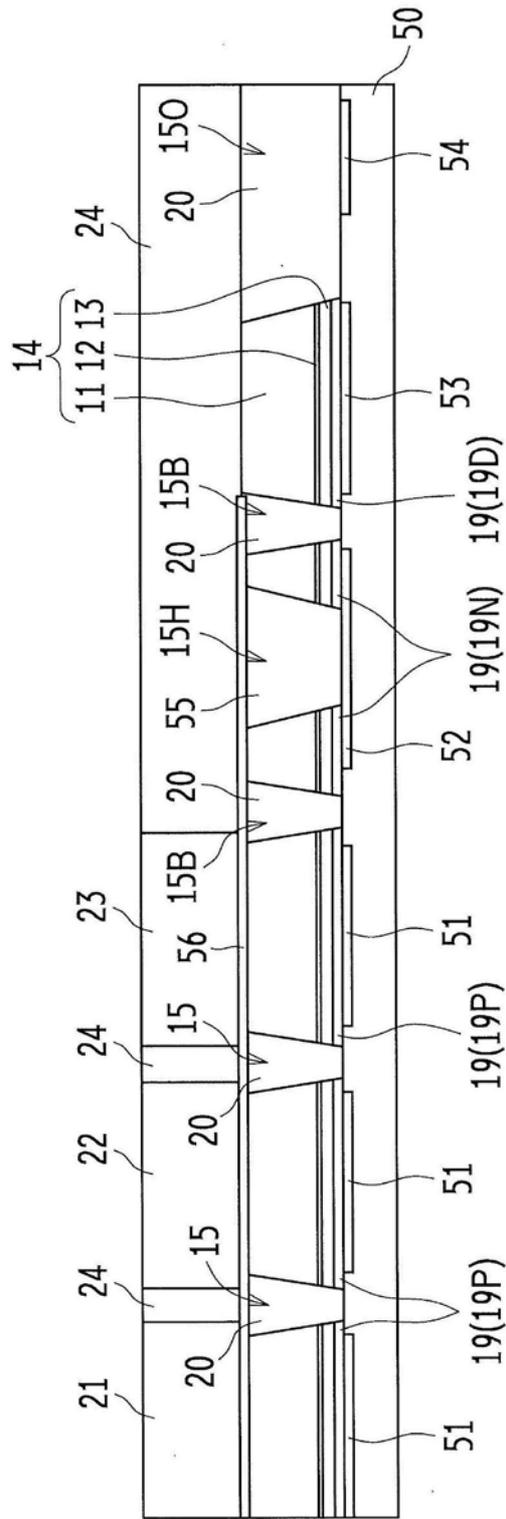


图3M

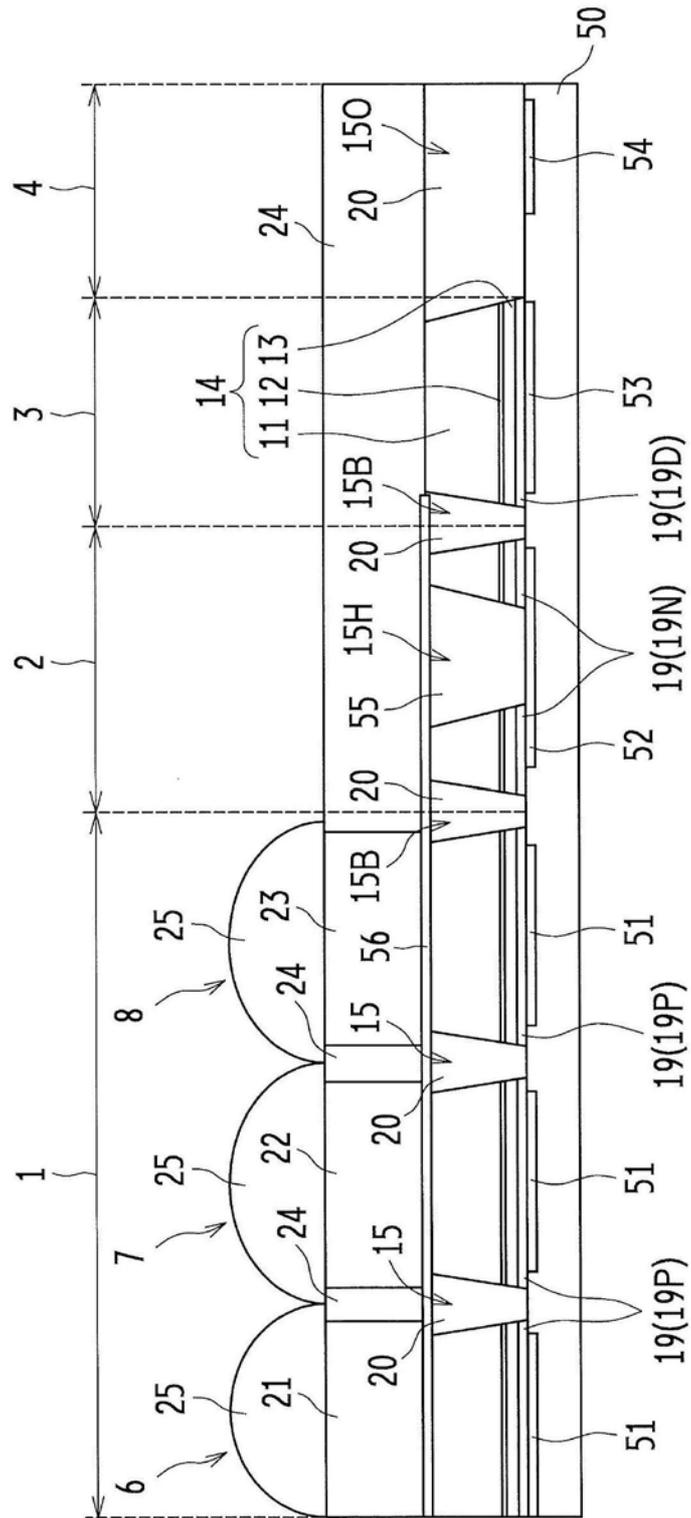


图3N

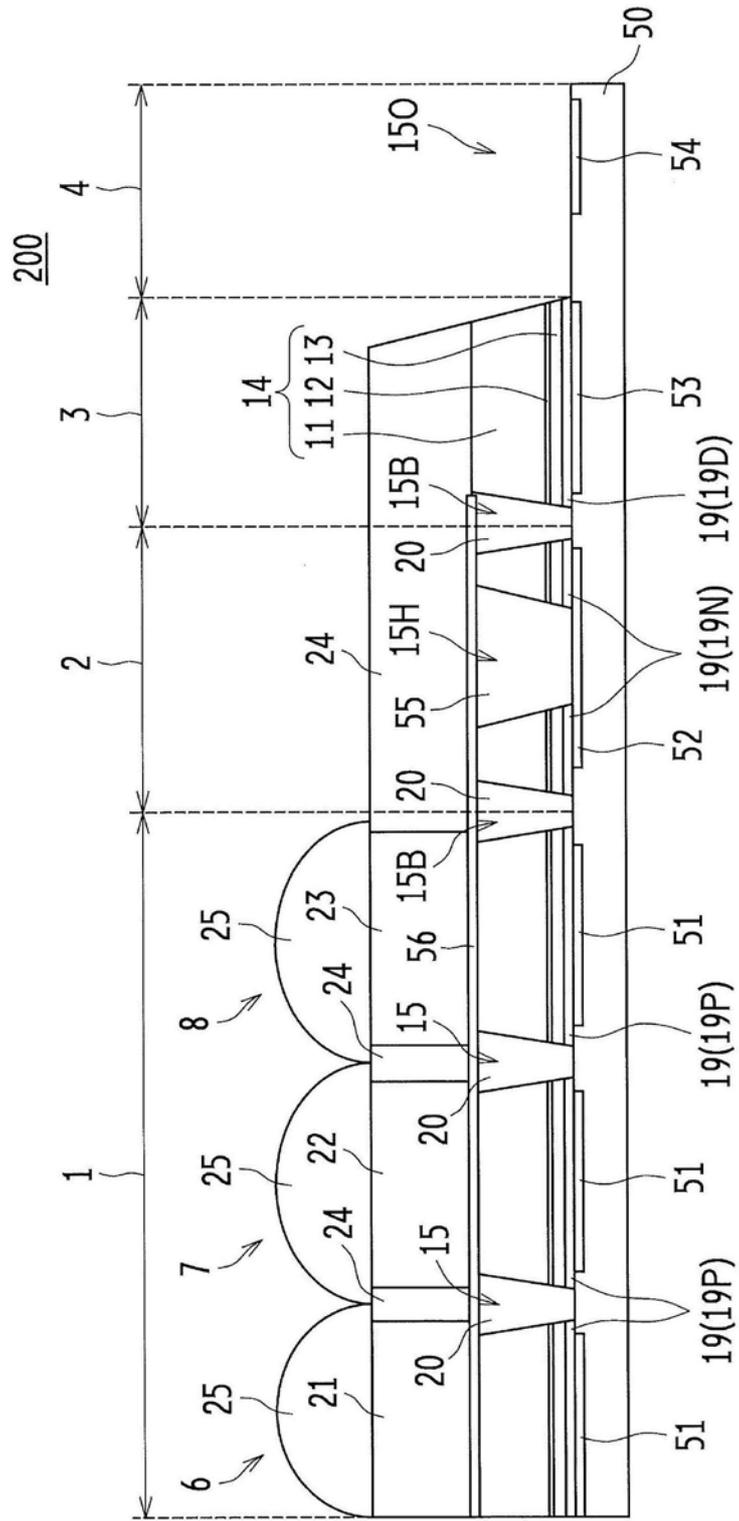


图30

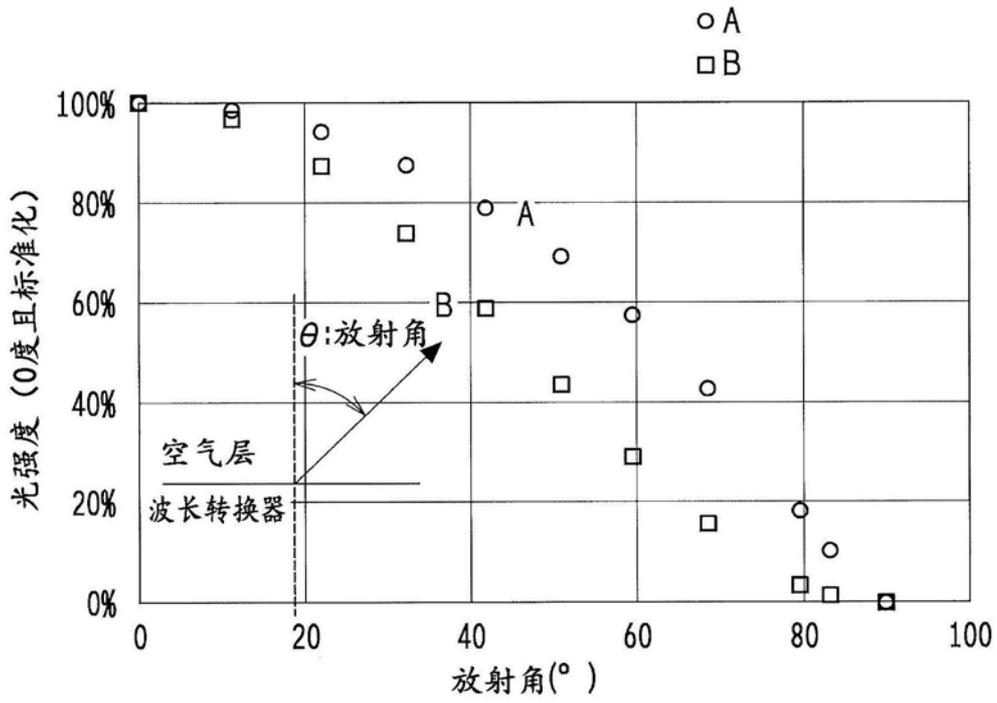


图4A

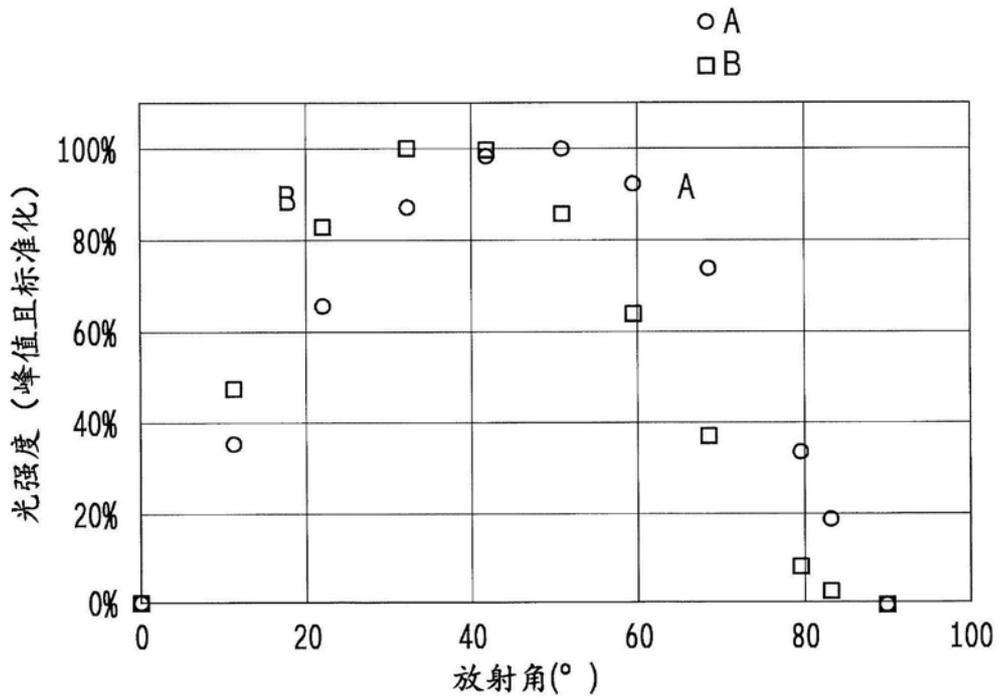


图4B

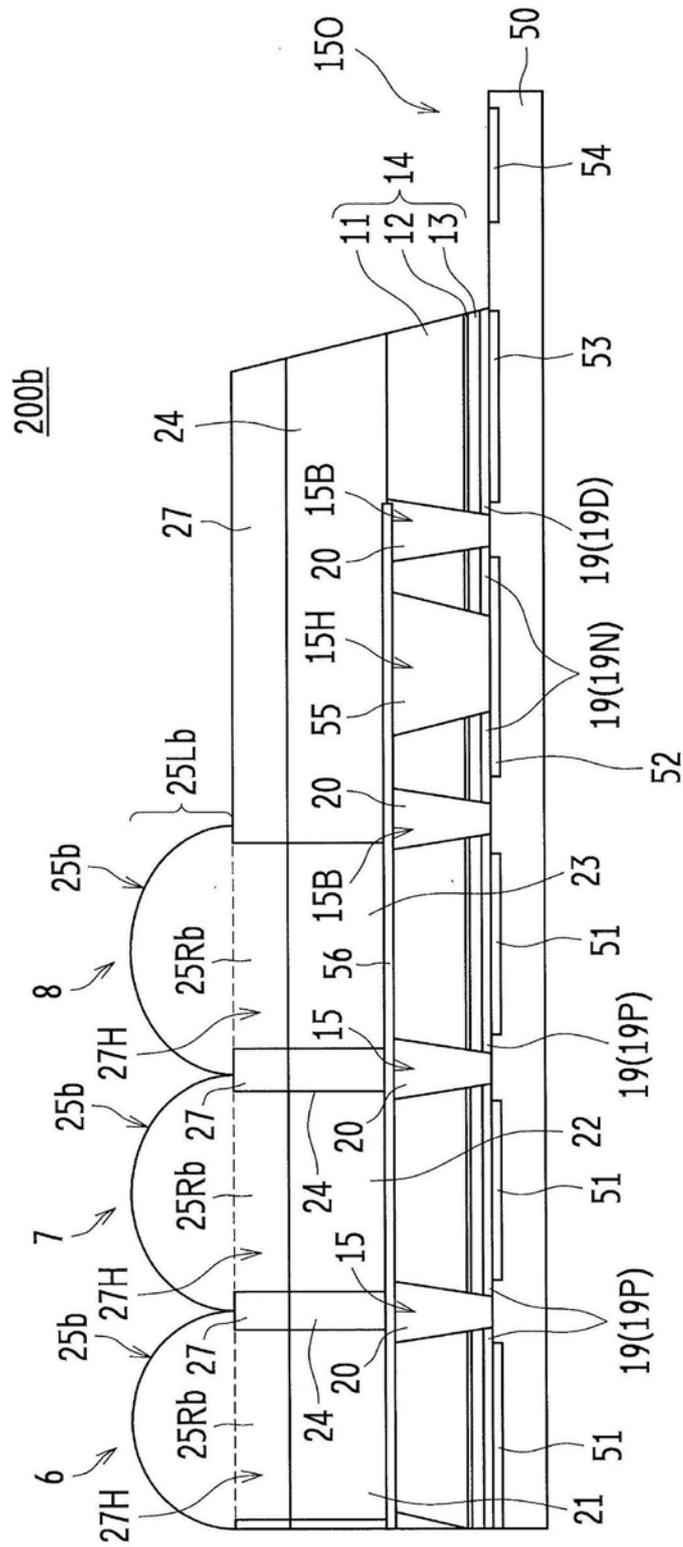


图6

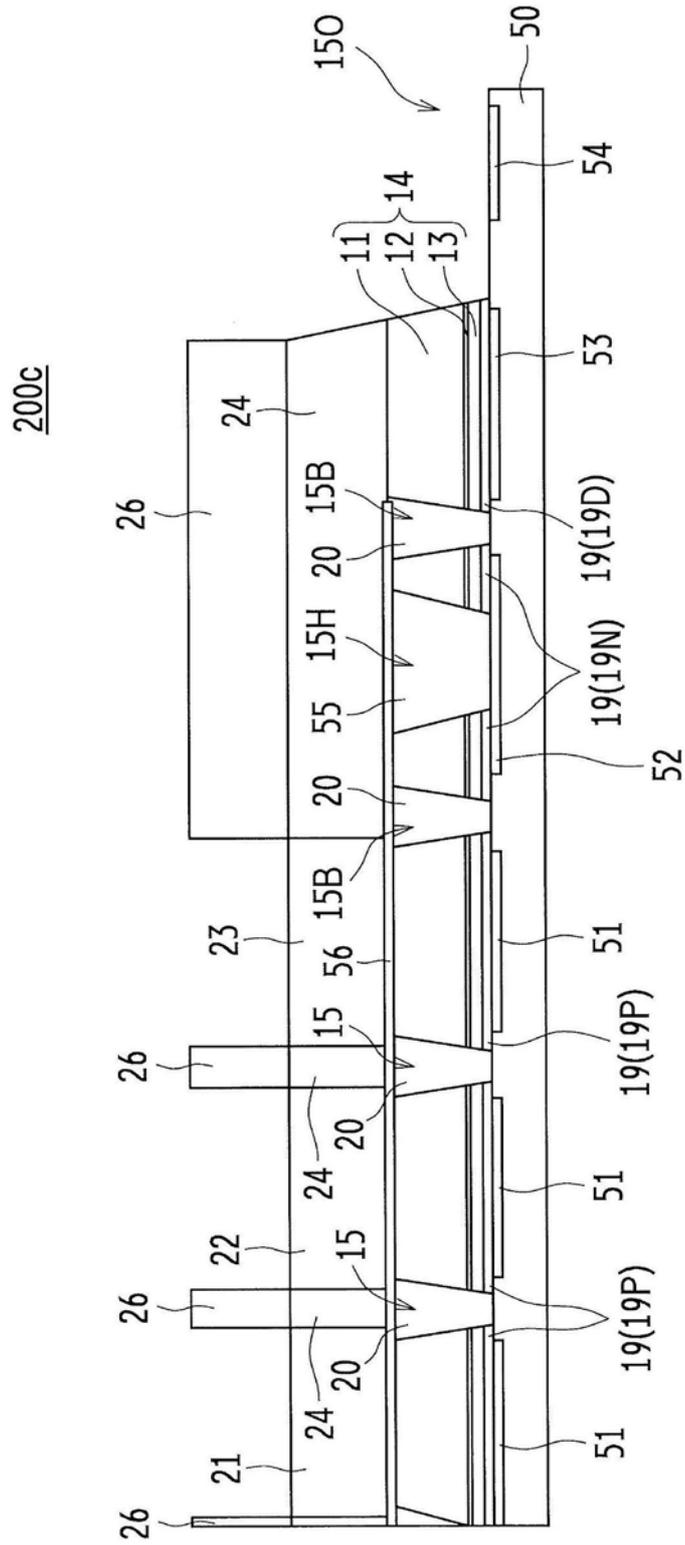


图7

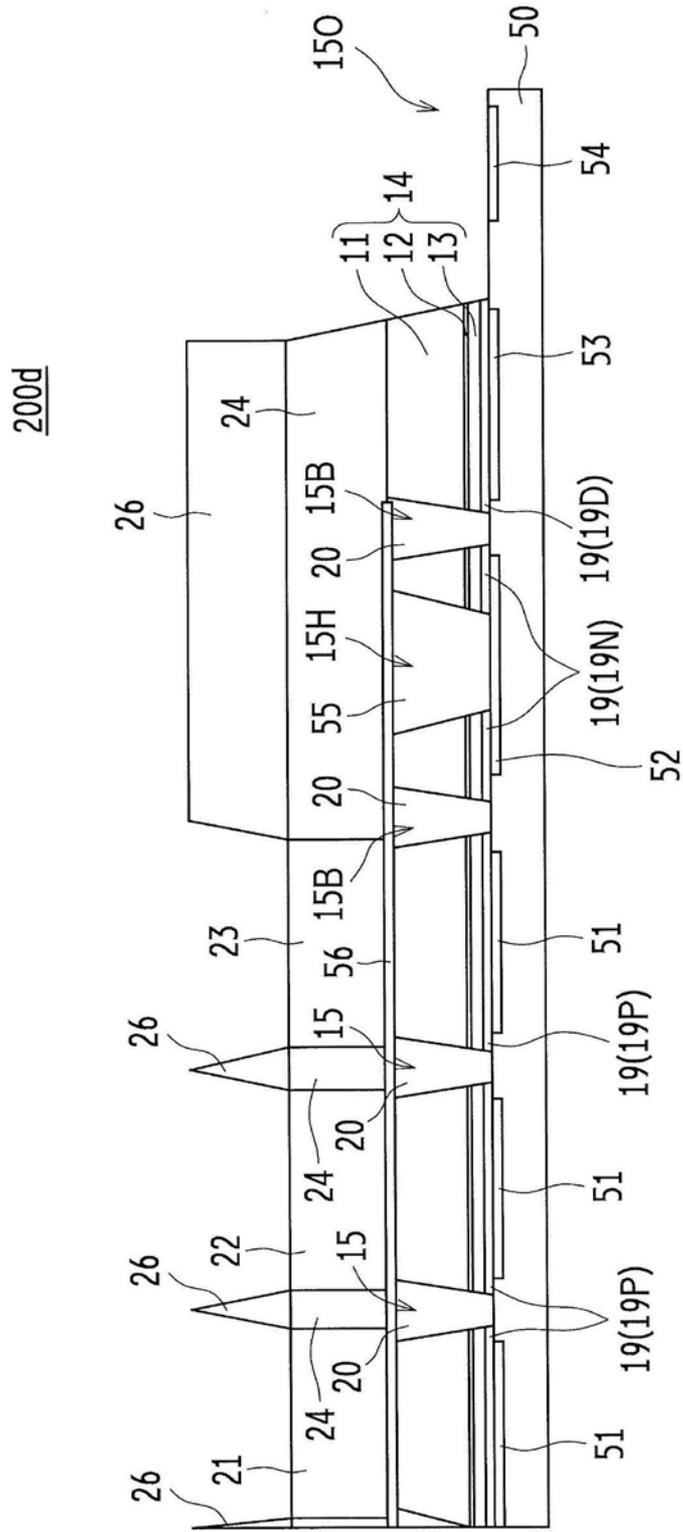


图8

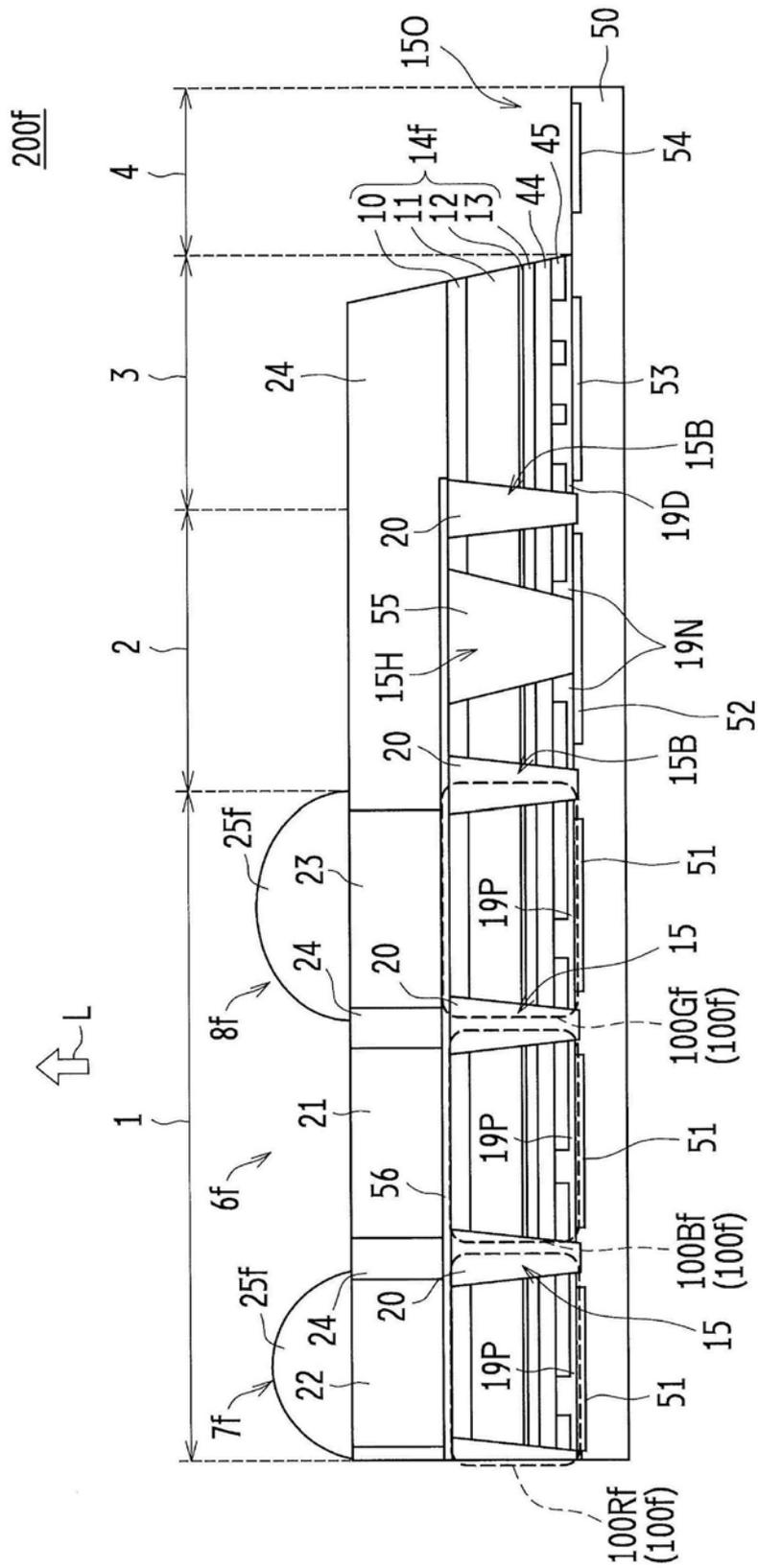


图10

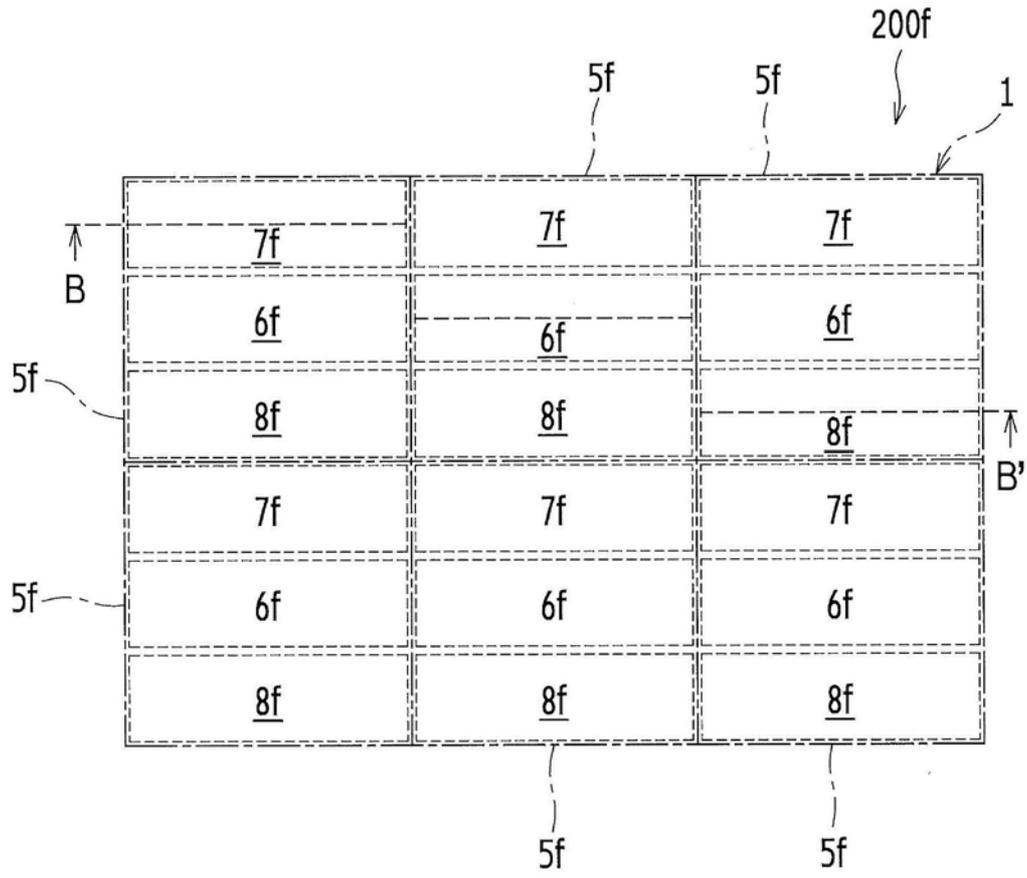


图11

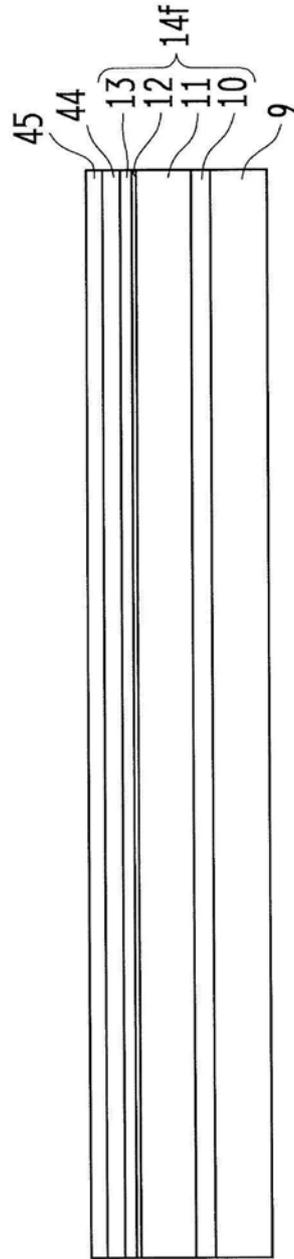


图12A

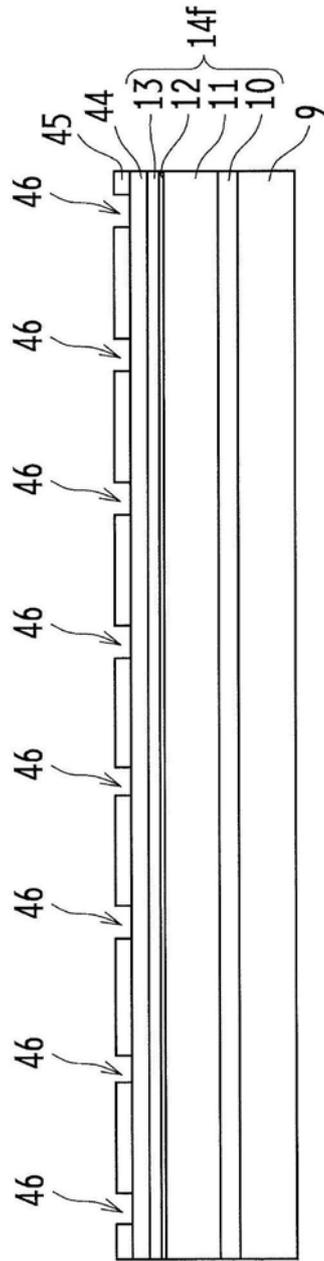


图12B

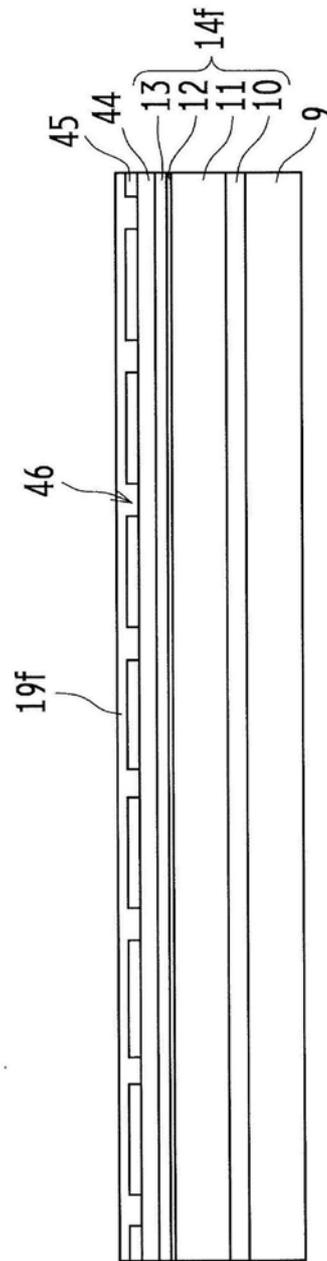


图12C

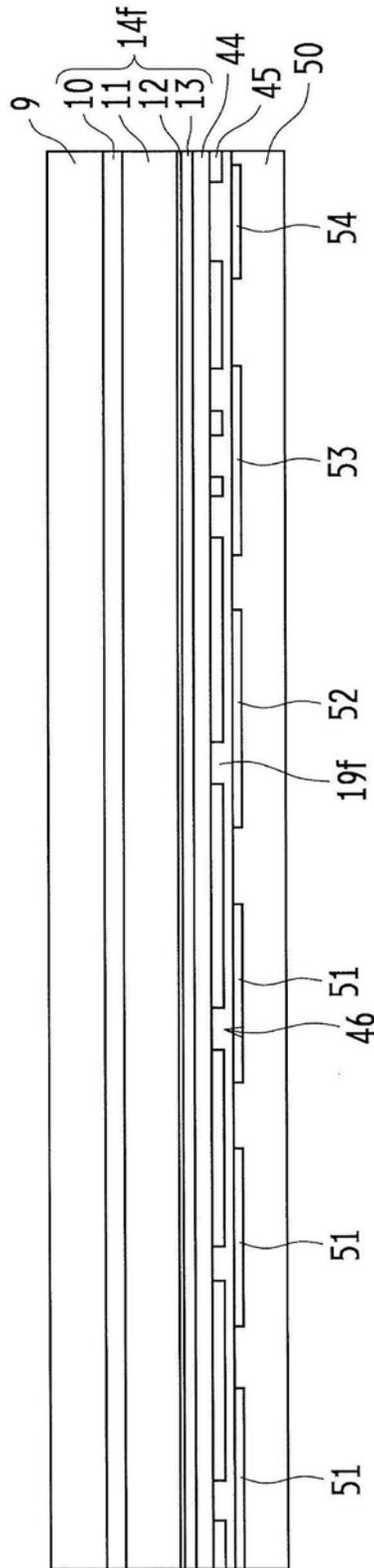


图12D

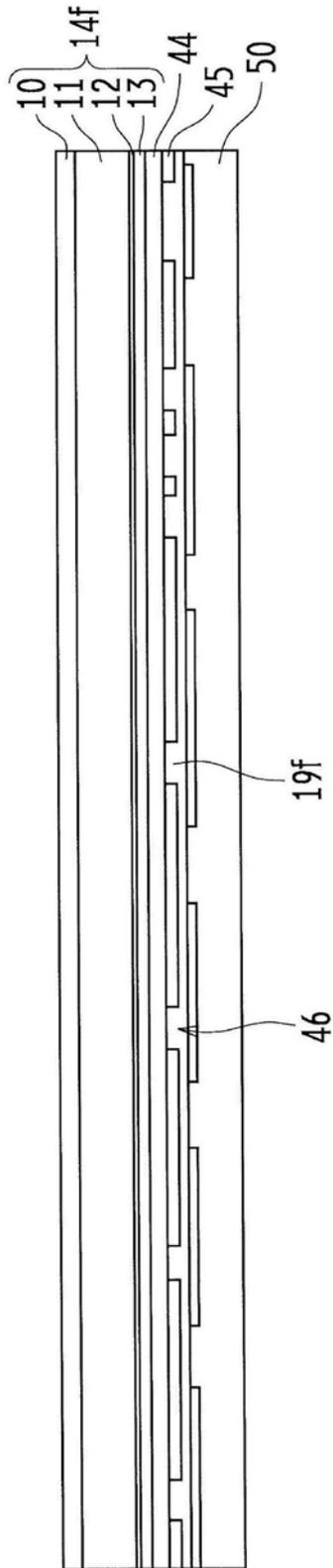


图12E

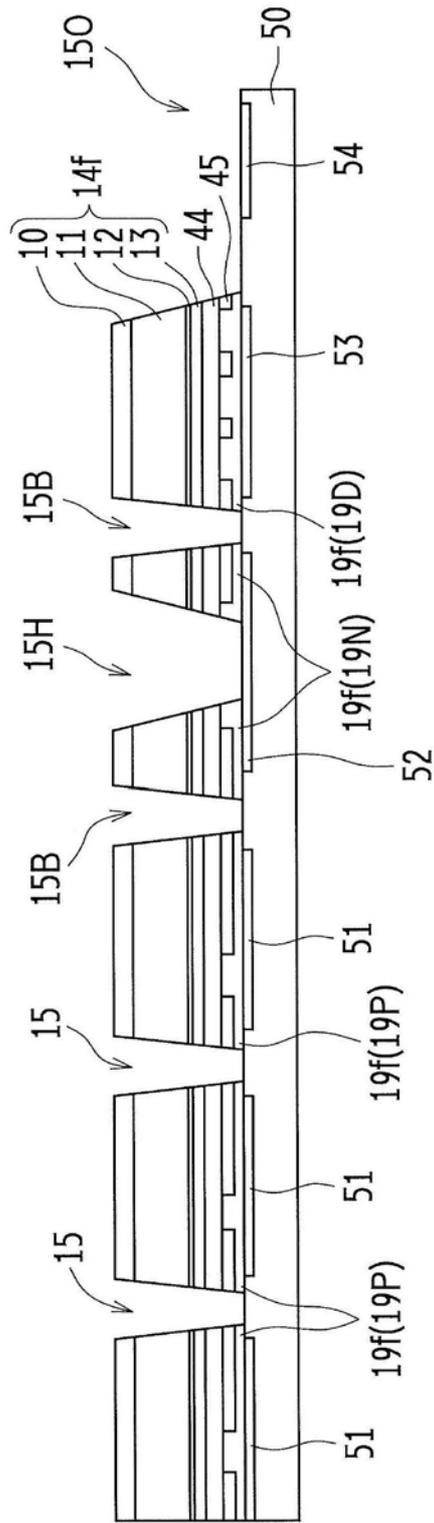


图12F

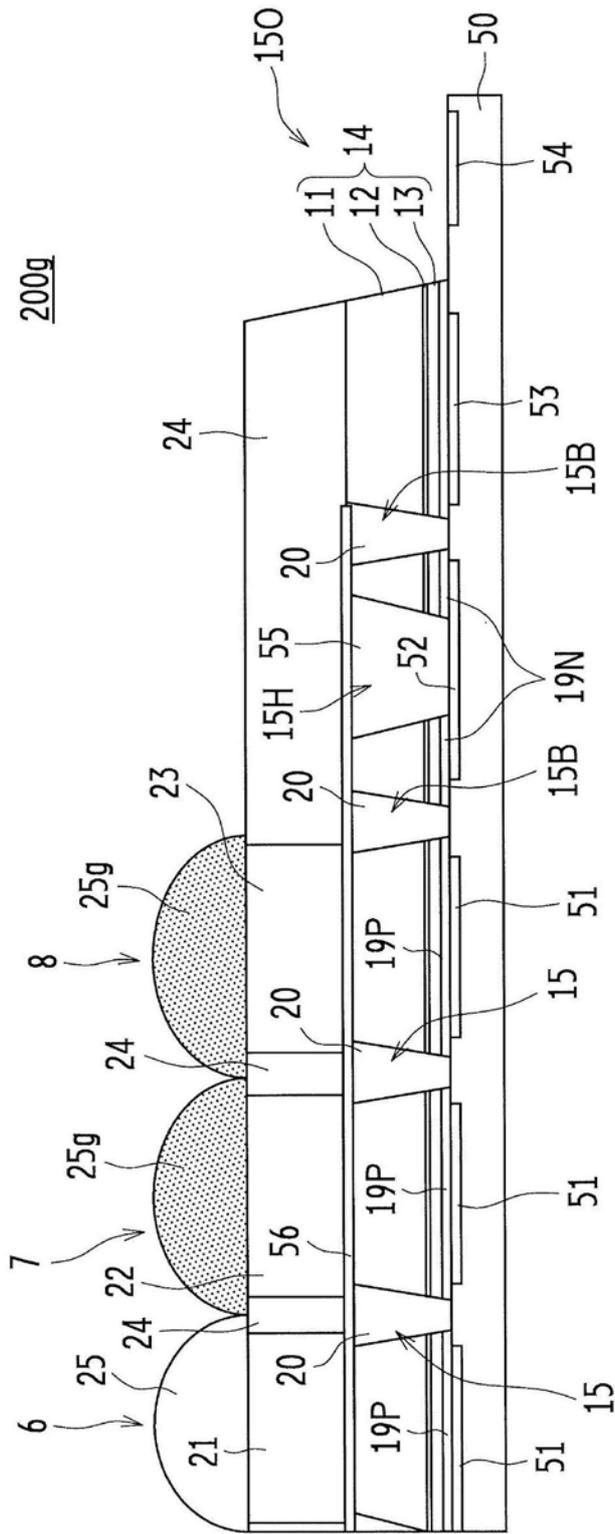


图13

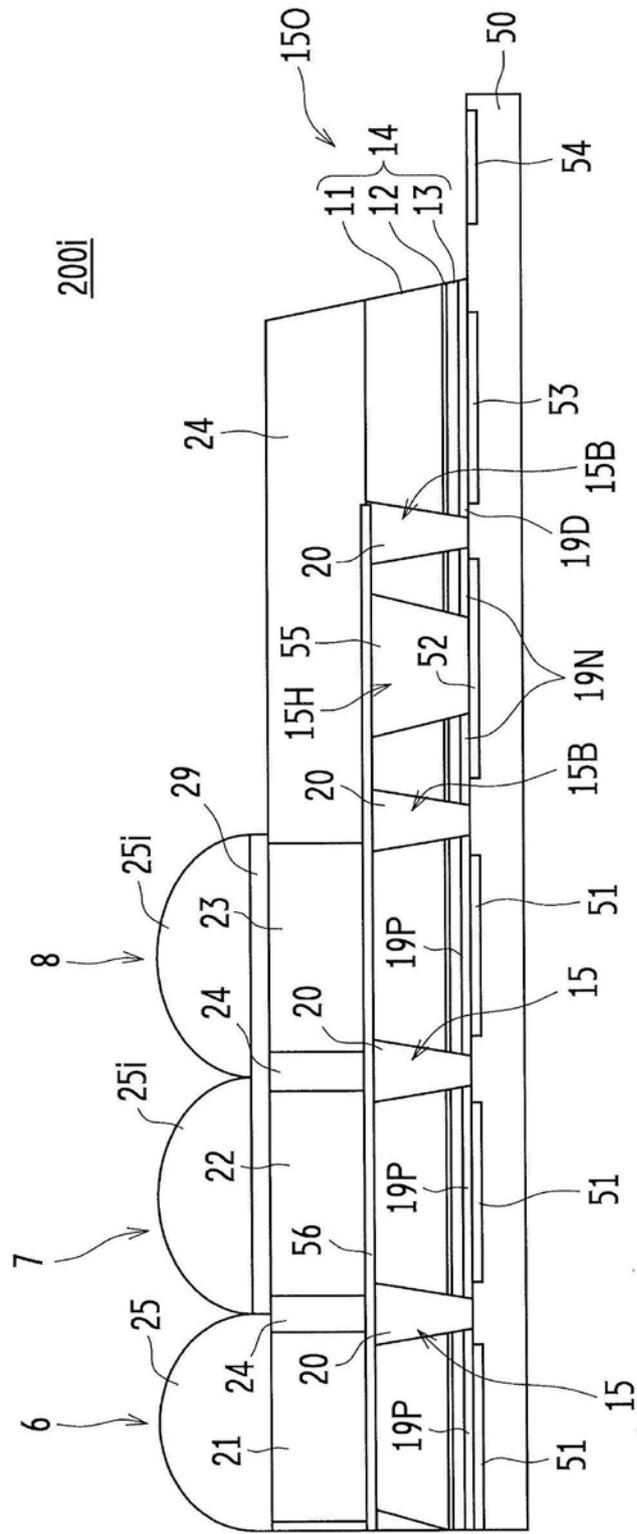


图15

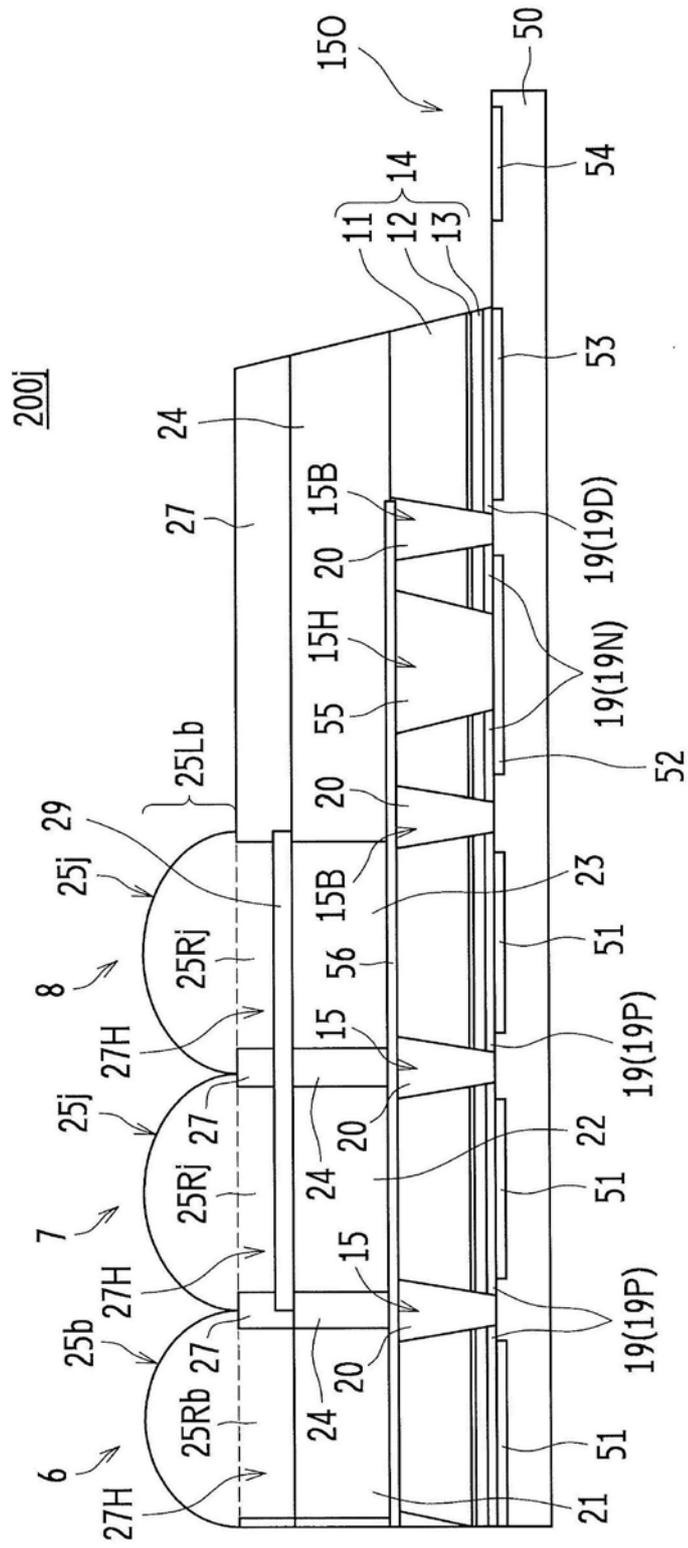


图16

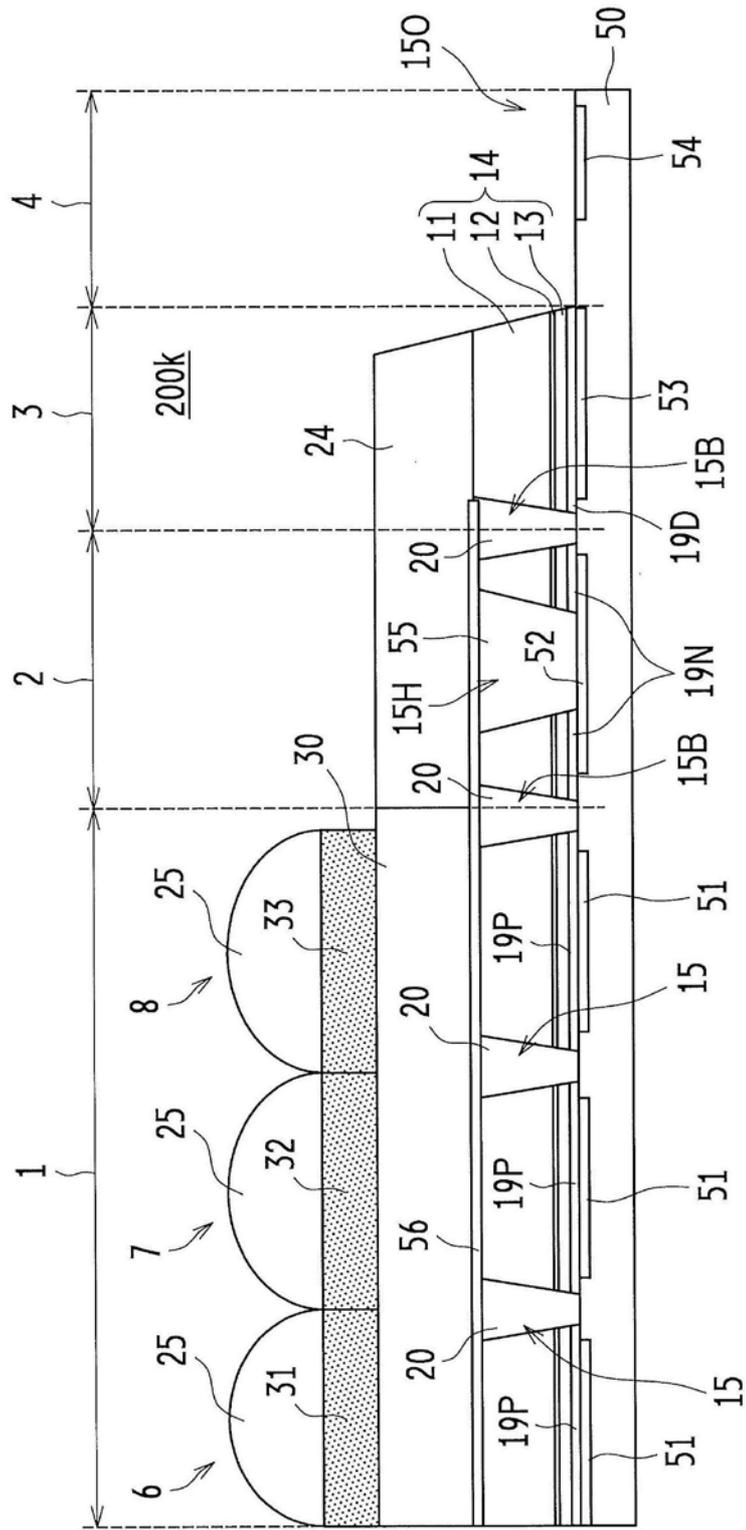


图17

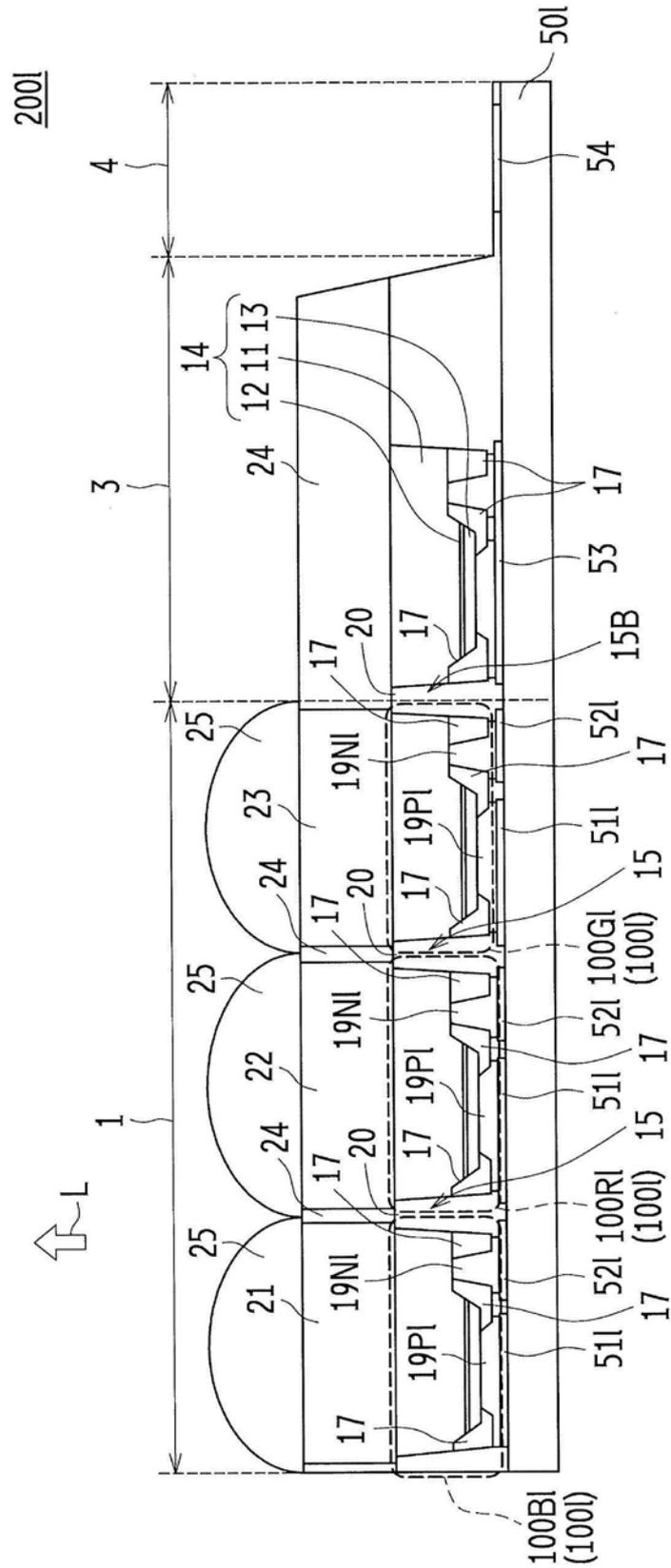


图18

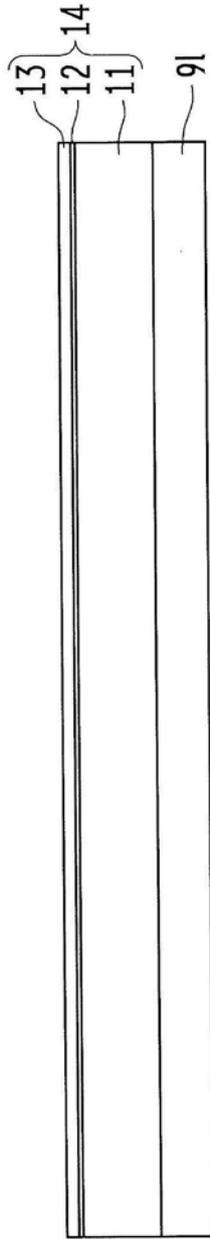


图19A

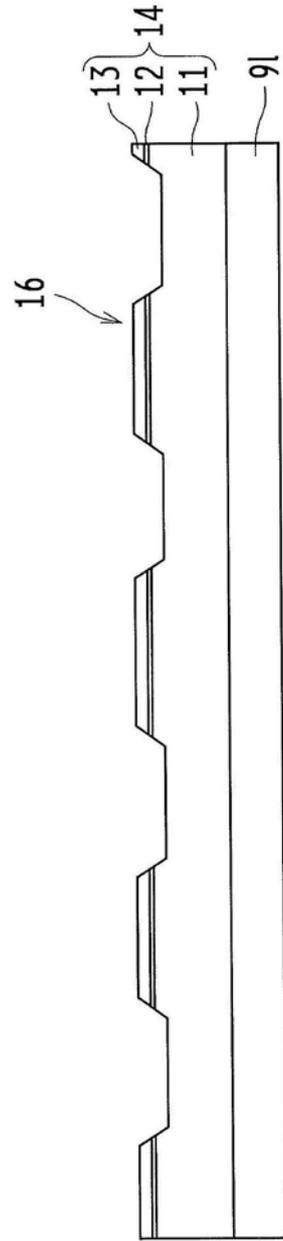


图19B

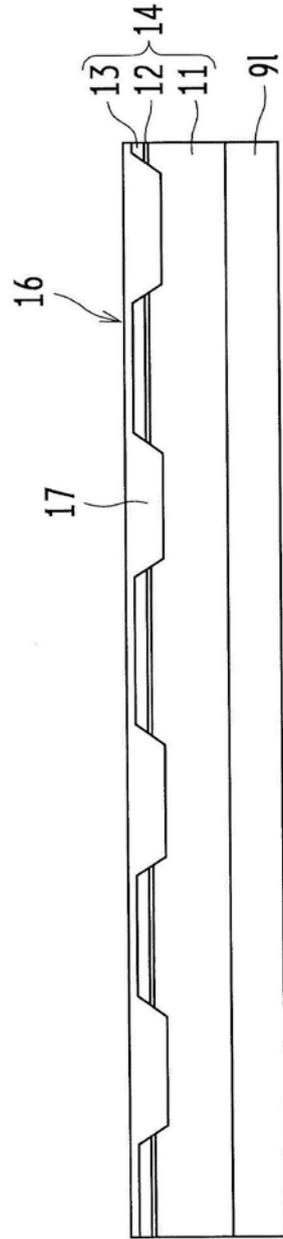


图19C

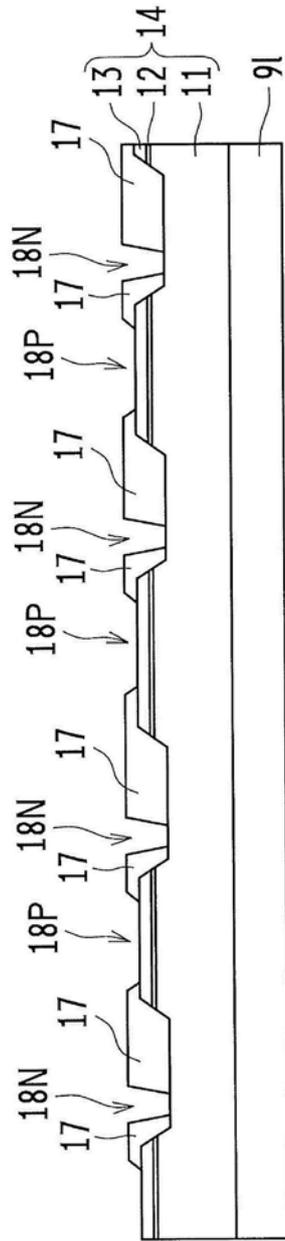


图19D

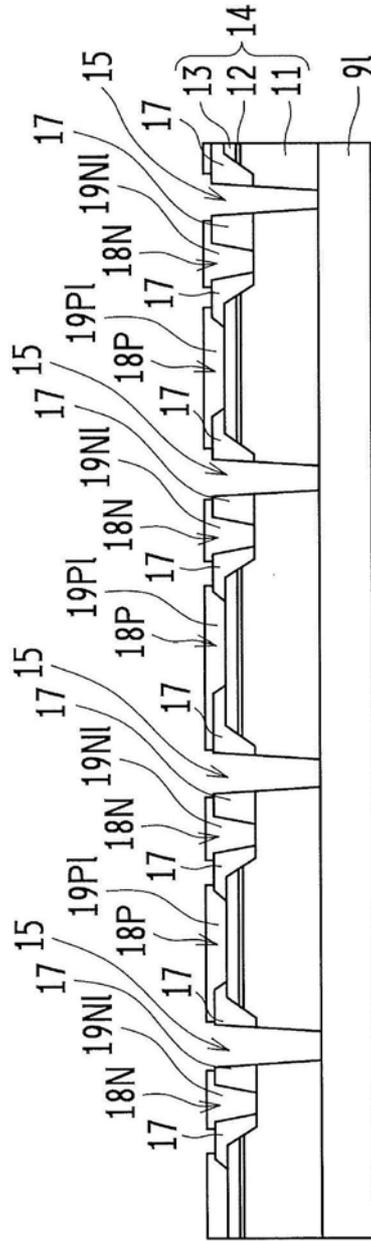


图19F

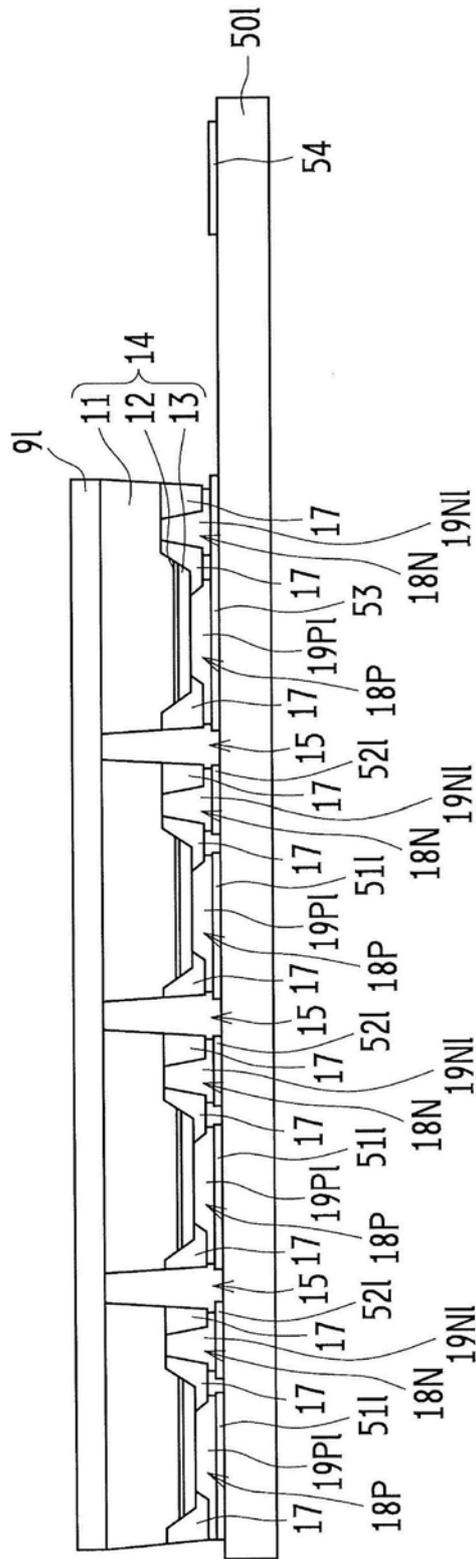


图19G

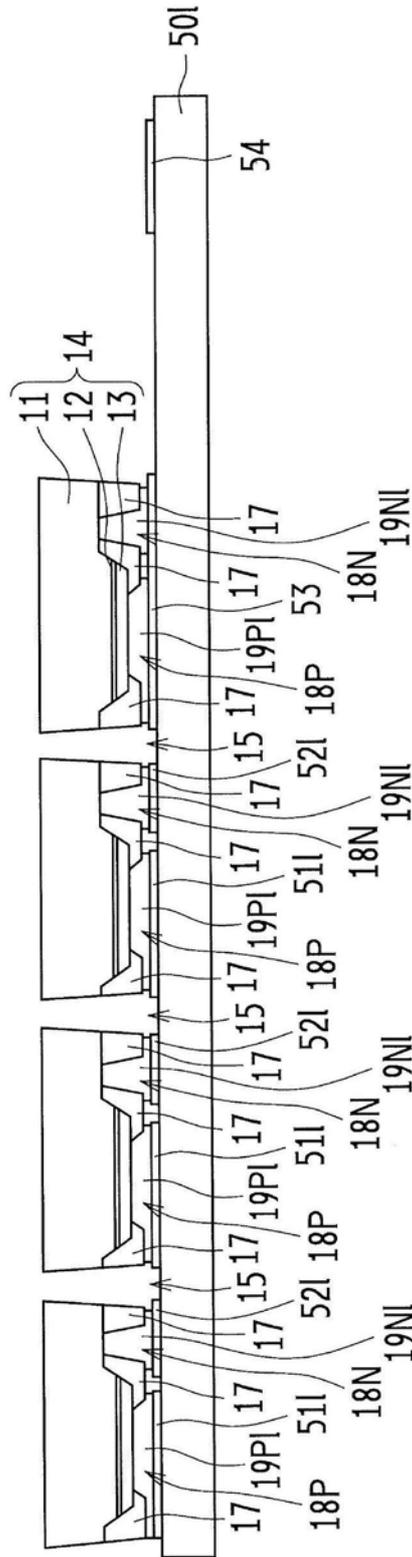


图19H

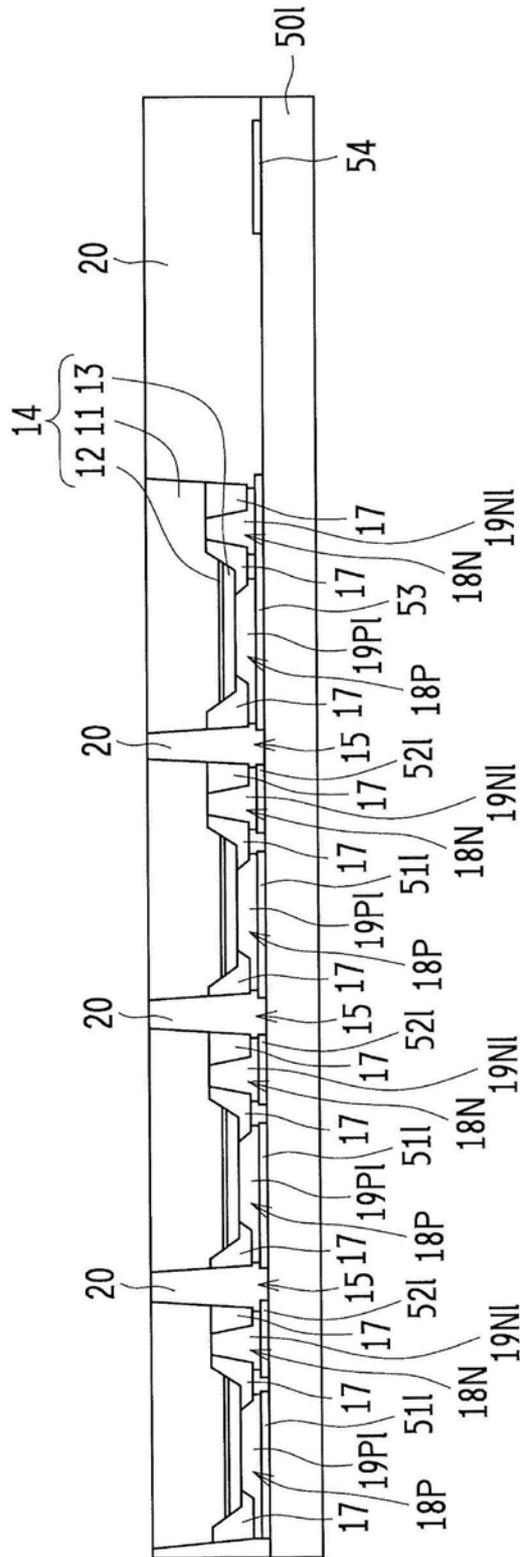


图19I

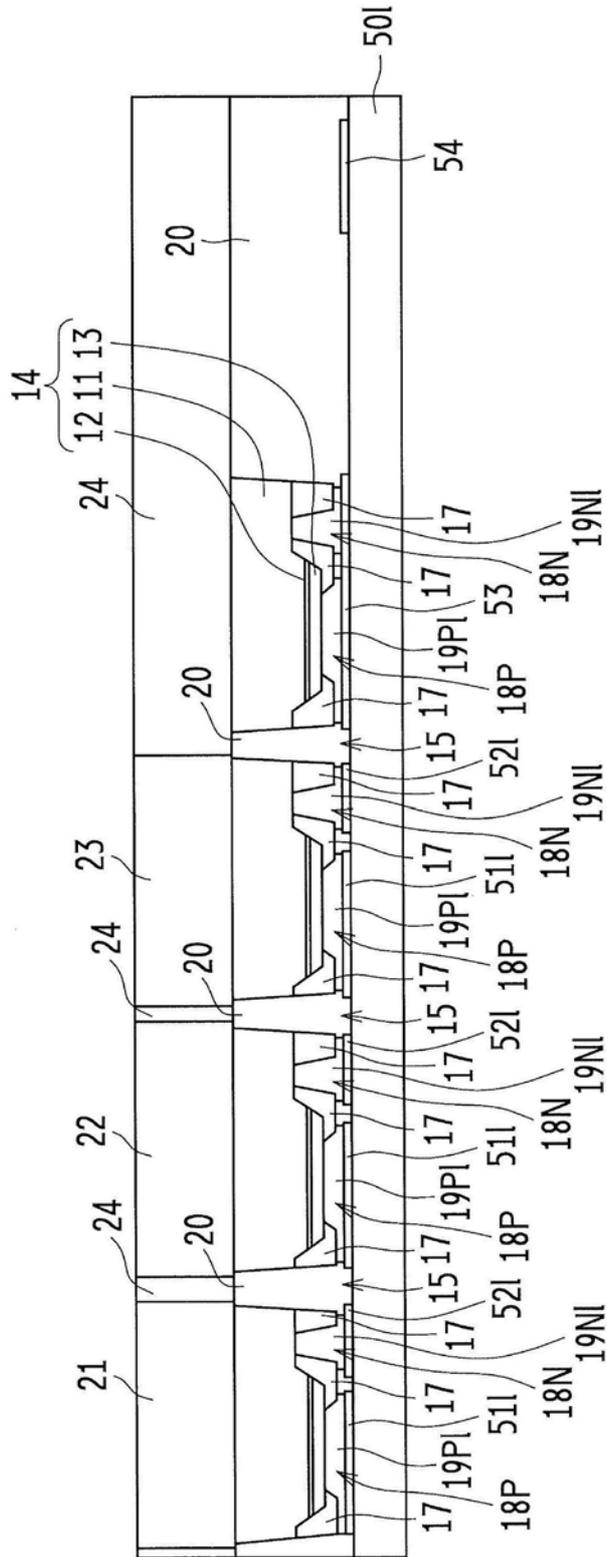


图19J

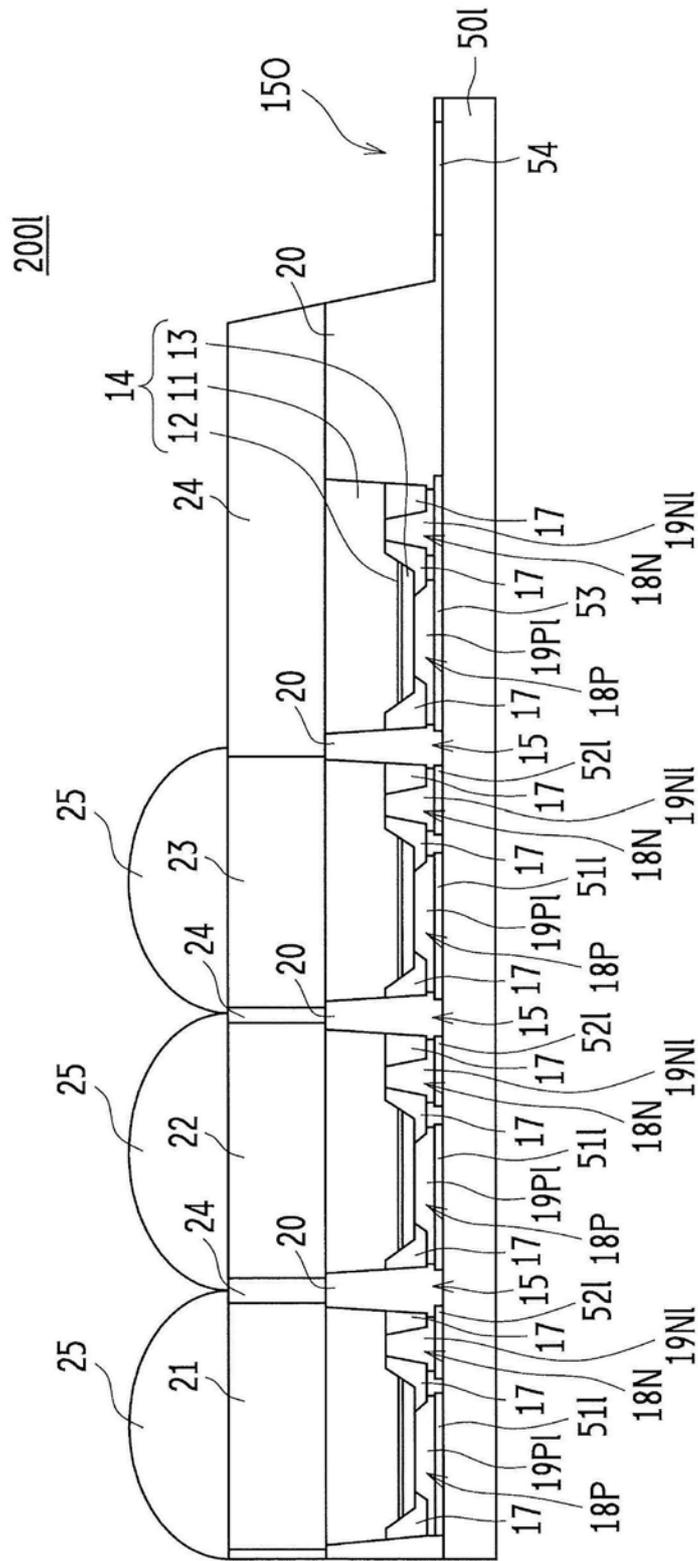


图19L

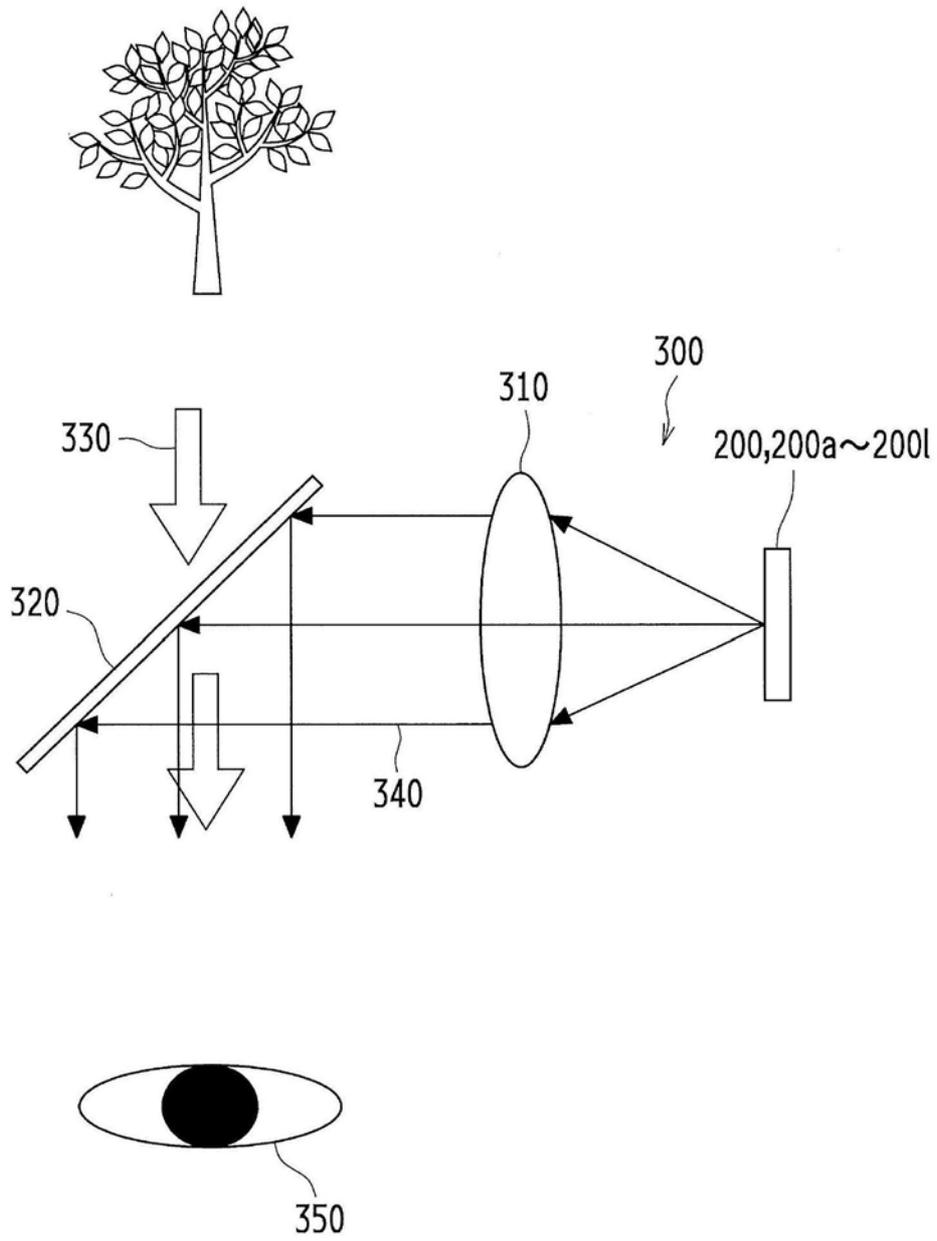


图20

