



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 118355745 A

(43) 申请公布日 2024. 07. 16

(21) 申请号 202280076418.3

(22) 申请日 2022.11.17

(30) 优先权数据

2021-191685 2021.11.26 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2024.05.16

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/IB2022/061052 2022.11.17

(87) PCT国际申请的公布数据

W02023/094944 JA 2023.06.01

(71) 申请人 株式会社半导体能源研究所

地址 日本神奈川县

(72) 发明人 大泽信晴 佐佐木俊毅 桥本直明

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公

司 31100

专利代理师 邓晔 宋俊寅

(51) Int.Cl.

H10K 59/122 (2006.01)

G09F 9/30 (2006.01)

H10K 50/19 (2006.01)

H10K 50/84 (2006.01)

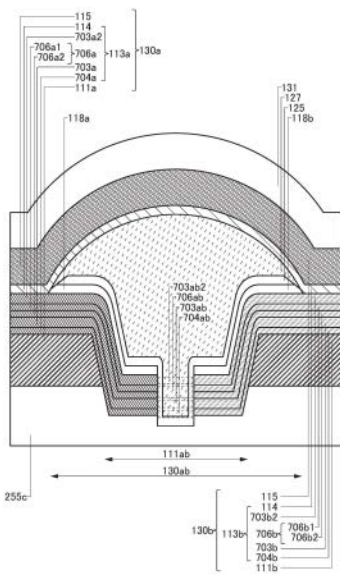
权利要求书4页 说明书98页 附图66页

(54) 发明名称

显示装置、显示模块及电子设备

(57) 摘要

提供一种方便性、实用性或可靠性良好的新颖显示装置。显示装置包括第一发光器件及第二发光器件,第二发光器件与第一发光器件之间具有间隙。第一发光器件包括第一像素电极、公共电极以及第一单元,第一单元夹在第一像素电极与公共电极之间,并包含第一有机化合物L。第一有机化合物L具有多个2,2'-联吡啶骨架或多个1,10'-菲咯啉骨架。第二发光器件包括第二像素电极、公共电极以及第三单元,第三单元位于第二像素电极与公共电极之间,第三单元包含第一有机化合物L,第三单元在与第一单元之间具有间隙。



1. 一种显示装置, 包括:
 第一发光器件; 以及
 第二发光器件,
 其中, 所述第二发光器件与所述第一发光器件相邻,
 所述第二发光器件与所述第一发光器件之间具有第一间隙,
 所述第一发光器件包括第一像素电极、公共电极、第一单元、第二单元以及第一中间层,
 所述第一单元夹在所述第一像素电极与所述公共电极之间,
 所述第二单元夹在所述公共电极与所述第一单元之间,
 所述第一中间层夹在所述第二单元与所述第一单元之间,
 所述第一单元与所述第一中间层接触,
 所述第一单元包含第一有机化合物,
 所述第一有机化合物具有多个2,2'-联吡啶骨架或多个1,10'-菲咯啉骨架,
 所述第二发光器件包括第二像素电极、所述公共电极、第三单元、第四单元以及第二中间层,
 所述第二像素电极与所述第一像素电极之间具有第二间隙,
 所述第三单元夹在所述第二像素电极与所述公共电极之间,
 所述第四单元夹在所述公共电极与所述第三单元之间,
 所述第二中间层夹在所述第四单元与所述第三单元之间,
 所述第三单元与所述第二中间层接触,
 所述第三单元包含所述第一有机化合物,
 所述第三单元与所述第一单元之间具有第三间隙,
 并且, 所述第三间隙与所述第二间隙重叠。

2. 根据权利要求1所述的显示装置,
 其中所述第一有机化合物由通式 (G0) 表示。

[化学式1]



在上述通式 (G0) 中,

A^1 及 A^2 分别独立地表示2,2'-联吡啶骨架或1,10'-菲咯啉骨架,

所述2,2'-联吡啶骨架或所述1,10'-菲咯啉骨架也可以具有一个或多个取代或未取代的芳基和取代或未取代的杂芳基中的任一个或两个, 所述取代时的取代基也可以彼此键合而形成稠环,

Ar表示取代或未取代的碳原子数为6至26的亚芳基或者取代或未取代的碳原子数为2至26的杂亚芳基,

所述Ar也可以由多个芳香环构成, 此时所述多个芳香环也可以彼此键合而形成稠环, 并且i为0以上且2以下的整数。

3. 根据权利要求1所述的显示装置,
 其中所述第二单元包含所述第一有机化合物,

所述第四单元包含所述第一有机化合物，
所述第四单元与所述第二单元之间具有第四间隙，
并且所述第四间隙与所述第二间隙重叠。

4. 根据权利要求1所述的显示装置，还包括第一绝缘层及第二绝缘层，
其中所述第一绝缘层覆盖所述第一中间层的顶面的一部分及侧面以及所述第二中间层的顶面的一部分及侧面，

所述第二绝缘层隔着所述第一绝缘层与所述第一中间层的顶面的一部分及侧面以及所述第二中间层的顶面的一部分及侧面重叠，

所述第二绝缘层的顶面被所述公共电极覆盖，

在剖视时，所述第二绝缘层的端部具有锥角小于 90° 的锥形形状，并且所述第二绝缘层覆盖所述第一绝缘层的侧面的至少一部分。

5. 根据权利要求1所述的显示装置，
其中所述第一单元包含碱金属或碱土金属，
并且所述第三单元包含碱金属或碱土金属。

6. 根据权利要求1所述的显示装置，
其中所述第一中间层包括第一层及第二层，
所述第二层夹在所述第一层与所述第一单元之间，
所述第二层与所述第一单元接触，
所述第二层包含碱金属化合物，
所述第二中间层包括第三层及第四层，
所述第四层夹在所述第三层与所述第三单元之间，
所述第四层与所述第三单元接触，
并且所述第四层包含碱金属化合物。

7. 根据权利要求6所述的显示装置，
其中所述第一层包含具有卤基或氰基的第二有机化合物或者过渡金属氧化物，
所述第三层包含具有卤基或氰基的所述第二有机化合物或者所述过渡金属氧化物，
所述第三层与所述第一层之间具有第五间隙，
并且所述第五间隙与所述第二间隙重叠。

8. 根据权利要求1所述的显示装置，
其中所述第一发光器件包括第五层，
所述第五层夹在所述第一单元与所述第一像素电极之间，
所述第五层包含具有卤基或氰基的第三有机化合物或者过渡金属氧化物，
所述第二发光器件包括第六层，
所述第六层夹在所述第一单元与所述第二像素电极之间，
所述第六层包含具有卤基或氰基的所述第三有机化合物或者所述过渡金属氧化物，
所述第六层与所述第五层之间具有第六间隙，
所述第六间隙与所述第二间隙重叠。

9. 根据权利要求1所述的显示装置，
其中所述第一发光器件包括第七层，

- 所述第七层夹在所述公共电极与所述第二单元之间，
所述第七层与所述第二单元接触，
所述第七层包含碱金属或碱土金属，
所述第二发光器件包括所述第七层，
所述第七层夹在所述公共电极与所述第四单元之间，
所述第七层与所述第四单元接触，
并且所述第七层包含碱金属或碱土金属。
10. 根据权利要求4所述的显示装置，
其中所述第二绝缘层的端部位于所述第一绝缘层的端部的外侧。
11. 根据权利要求4所述的显示装置，
其中所述第二绝缘层的顶面具有凸曲面形状。
12. 根据权利要求4所述的显示装置，
其中在剖视时，所述第一绝缘层的端部具有锥角小于 90° 的锥形形状。
13. 根据权利要求4所述的显示装置，
其中所述第二绝缘层的侧面具有凹曲面形状。
14. 根据权利要求4所述的显示装置，还包括第三绝缘层及第四绝缘层，
其中所述第三绝缘层位于所述第一中间层的顶面与所述第一绝缘层之间，
所述第四绝缘层位于所述第二中间层的顶面与所述第一绝缘层之间，
并且所述第三绝缘层的端部及所述第四绝缘层的端部都位于所述第一绝缘层的端部的外侧。
15. 根据权利要求14的显示装置，
其中所述第二绝缘层覆盖所述第三绝缘层的侧面的至少一部分及所述第四绝缘层的侧面的至少一部分。
16. 根据权利要求14的显示装置，
其中在剖视时，所述第三绝缘层的端部及所述第四绝缘层的端部都具有锥角小于 90° 的锥形形状。
17. 根据权利要求4所述的显示装置，
其中所述第一绝缘层及所述第二绝缘层都具有与所述第一像素电极的顶面重叠的部分及与所述第二像素电极的顶面重叠的部分。
18. 根据权利要求1所述的显示装置，
其中所述第一中间层覆盖所述第一像素电极的侧面，
并且所述第二中间层覆盖所述第二像素电极的侧面。
19. 根据权利要求1所述的显示装置，
其中在剖视时，所述第一像素电极的端部及所述第二像素电极的端部都具有锥角小于 90° 的锥形形状。
20. 根据权利要求4所述的显示装置，
其中所述第一绝缘层为无机绝缘层，
并且所述第二绝缘层为有机绝缘层。
21. 根据权利要求4所述的显示装置，

其中所述第一绝缘层包含氧化铝。

22. 根据权利要求4所述的显示装置，
其中所述第二绝缘层包含丙烯酸树脂。

23. 一种显示模块，包括：

权利要求1至22中任一项所述的显示装置；以及
连接器和集成电路中的至少一个。

24. 一种电子设备，包括：

权利要求23所述的显示模块；以及
框体、电池、照相机、扬声器和麦克风中的至少一个。

显示装置、显示模块及电子设备

技术领域

[0001] 本发明的一个方式涉及一种显示装置、显示模块及电子设备。

[0002] 注意,本发明的一个方式不局限于上述技术领域。作为本发明的一个方式的技术领域的一个例子,可以举出半导体装置、显示装置、发光装置、蓄电装置、存储装置、电子设备、照明装置、输入装置(例如,触摸传感器)、输入输出装置(例如,触摸面板)、上述装置的驱动方法或者上述装置的制造方法。

背景技术

[0003] 近年来,显示装置被期待应用于各种用途。例如,作为大型显示装置的用途,可以举出家用电视装置(也称为电视或电视接收器)、数字标牌(Digital Signage)及公共信息显示器(PID:Public Information Display)等。此外,作为便携式信息终端,对具备触摸面板的智能手机及平板终端等已在进行研发。

[0004] 另外,有显示装置的高清晰化的需求。作为需要高清晰显示装置的设备,例如面向虚拟现实(VR:Virtual Reality)、增强现实(AR:Augmented Reality)、替代现实(SR:Substitutional Reality)以及混合现实(MR:Mixed Reality)的设备的开发很活跃。

[0005] 作为显示装置,例如对包括发光器件(也称为发光元件)的发光装置已在进行研发。利用电致发光(Electroluminescence,以下称为EL)现象的发光器件(也称为“EL器件”、“EL元件”)具有容易实现薄型轻量化;能够高速地响应输入信号;以及能够使用直流恒压电源等而驱动的特征等,并已将其应用于显示装置。

[0006] 专利文献1公开了使用有机EL器件(也称为有机EL元件)的面向VR的显示装置。另外,专利文献2公开了一种驱动电压低且可靠性良好的发光器件,其中将包含过渡金属及非共用电子对的有机化合物的混合膜用于电子注入层。

[先行技术文献]

[专利文献]

[0007] [专利文献1]国际专利申请公开第2018/087625号

[专利文献2]日本专利申请公开第2018-201012号公报

发明内容

发明所要解决的技术问题

[0008] 本发明的一个方式的目的之一是提供一种显示品质高的显示装置。另外,本发明的一个方式的目的之一是提供一种高清晰的显示装置。另外,本发明的一个方式的目的之一是提供一种高分辨率的显示装置。另外,本发明的一个方式的目的之一是提供一种可靠性高的显示装置。另外,本发明的一个方式的目的之一是提供一种方便性、实用性或可靠性良好的新颖显示装置。另外,本发明的一个方式的目的之一是提供一种方便性、实用性或可靠性良好的新颖显示模块。另外,本发明的一个方式的目的之一是提供一种方便性、实用性或可靠性良好的新颖电子设备。另外,本发明的一个方式的目的之一是提供一种新颖显示

装置、新颖显示模块、新颖电子设备或新颖半导体装置。

[0009] 注意,这些目的的记载不妨碍其他目的的存在。本发明的一个方式并不需要实现所有上述目的。可以从说明书、附图、权利要求书的记载中抽取上述目的以外的目的。

解决技术问题的手段

[0010] (1) 本发明的一个方式是一种显示装置,该显示装置包括第一发光器件以及第二发光器件,第二发光器件与第一发光器件相邻,第二发光器件与第一发光器件之间具有第一间隙。

[0011] 第一发光器件包括第一像素电极、公共电极、第一单元、第二单元以及第一中间层,第一单元夹在第一像素电极与公共电极之间,第二单元夹在公共电极与第一单元之间,第一中间层夹在第二单元与第一单元之间。另外,第一单元与第一中间层接触,第一单元包含第一有机化合物L。第一有机化合物L具有多个2,2'-联吡啶骨架或多个1,10'-菲咯啉骨架。

[0012] 第二发光器件包括第二像素电极、公共电极、第三单元、第四单元以及第二中间层,第二像素电极与第一像素电极之间具有第二间隙,第三单元夹在第二像素电极与公共电极之间,第四单元夹在公共电极与上述第三单元之间,第二中间层夹在第四单元与第三单元之间。另外,第三单元与第二中间层接触,第三单元包含第一有机化合物L,第三单元与第一单元之间具有第三间隙。另外,第三间隙与第二间隙重叠。

[0013] (2) 另外,本发明的一个方式是一种上述显示装置,其中第一有机化合物L由通式(G0)表示。

[0014] [化学式1]



[0015] 注意,在上述通式(G0)中, A^1 及 A^2 分别独立地表示2,2'-联吡啶骨架或1,10'-菲咯啉骨架。2,2'-联吡啶骨架或1,10'-菲咯啉骨架也可以具有一个或多个取代或未取代的芳基和取代或未取代的杂芳基中的任一个或两个,上述取代时的取代基也可以彼此键合而形成稠环。另外,Ar表示取代或未取代的碳原子数为6至26的亚芳基或者取代或未取代的碳原子数为2至26的杂亚芳基。注意,该Ar也可以由多个芳香环构成,此时该多个芳香环也可以彼此键合而形成稠环。另外,i为0以上且2以下的整数。

[0016] 由此,有机化合物L可以与电子供给性物质相互作用而呈现优异的电子传输性或电子注入性。另外,可以抑制第一发光器件及第二发光器件的驱动电压。此外,可以抑制显示装置的功耗。另外,通过具有多个2,2'-联吡啶骨架或多个1,10'-菲咯啉骨架,与电子供给性物质的相互作用更稳定,对大气暴露或药液暴露的耐性得到提高。此外,可以抑制因制造工序中暴露于大气或药液而导致电子传输性降低或电子注入性降低。另外,可以提高对制造工序中的蚀刻工序的耐性。此外,通过具有多个2,2'-联吡啶骨架或多个1,10'-菲咯啉骨架,在不损害电子传输性的情况下可以增加分子量,所以可以提高发光器件的元件特性及耐热性。另外,可以提高对制造工序中的加热工序的耐性。另外,可以扩大可用于显示装置的制造工序的加工单元的选择范围。此外,例如可以利用光刻法将第一单元、第三单元、第二单元及第四单元加工为规定形状。另外,例如不用精细金属掩模也可以形成相隔且相邻的第一发光器件和第二发光器件。其结果是,可以提供一种方便性、实用性或可靠性良好

的新颖显示装置。

[0017] (3) 另外,本发明的一个方式是一种上述显示装置,其中第二单元包含第一有机化合物L。

[0018] 第四单元包含第一有机化合物L,第四单元与第二单元之间具有第四间隙。此外,第四间隙与第二间隙重叠。

[0019] (4) 另外,本发明的一个方式是一种包括第一绝缘层及第二绝缘层的上述显示装置。

[0020] 第一绝缘层覆盖第一中间层的顶面的一部分及侧面以及第二中间层的顶面的一部分及侧面。

[0021] 第二绝缘层隔着第一绝缘层与第一中间层的顶面的一部分及侧面以及第二中间层的顶面的一部分及侧面重叠,第二绝缘层的顶面被公共电极覆盖。另外,在剖视时,第二绝缘层的端部具有倾斜侧面和衬底面所形成的角度(以下,锥角)小于 90° 的锥形形状,第二绝缘层覆盖第一绝缘层的侧面的至少一部分。

[0022] (5) 另外,本发明的一个方式是一种上述显示装置,其中第一单元包含碱金属或碱土金属,第三单元包含碱金属或碱土金属。

[0023] (6) 另外,本发明的一个方式是一种上述显示装置,其中第一中间层包括第一层及第二层。

[0024] 第二层夹在第一层与第一单元之间,第二层与第一单元接触,第二层包含碱金属化合物。

[0025] 另外,第二中间层包括第三层及第四层,第四层夹在第三层与第三单元之间,第四层与第三单元接触,第四层包含碱金属化合物。

[0026] 由此,可以抑制第一发光器件的驱动电压的上升。此外,可以在抑制电流密度的同时获得高亮度发光。此外,可以将第一发光器件与第二发光器件分离地配置。此外,可以抑制如下现象的发生:伴随第一发光器件的工作而相邻的第二发光器件非意图性地发光。其结果是,可以提供一种方便性、实用性或可靠性良好的新颖显示装置。

[0027] (7) 另外,本发明的一个方式是一种上述显示装置,其中第一层包含具有卤基或氰基的第二有机化合物或者过渡金属氧化物。

[0028] 另外,第三层包含具有卤基或氰基的第二有机化合物或者过渡金属氧化物,第三层与第一层之间具有第五间隙。第五间隙与第二间隙重叠。

[0029] 由此,例如可以抑制流过第一层与第二层之间的电流。此外,可以抑制如下现象的发生:伴随第一发光器件的工作而相邻的第二发光非意图性地发光。其结果是,可以提供一种方便性、实用性或可靠性良好的新颖显示装置。

[0030] (8) 另外,本发明的一个方式是一种上述显示装置,其中第一发光器件包括第五层。

[0031] 第五层夹在第一单元与第一像素电极之间,第五层包含具有卤基或氰基的第三有机化合物或者过渡金属氧化物。

[0032] 另外,第二发光器件包括第六层,第六层夹在第一单元与第二像素电极之间,第六层包含具有卤基或氰基的第三有机化合物或者过渡金属氧化物。第六层与第五层之间具有第六间隙,第六间隙与第二间隙重叠。

[0033] 由此,例如可以抑制流过第五层与第六层之间的电流。此外,可以抑制如下现象的发生:伴随第一发光器件的工作而相邻的第二发光器件非意图性地发光。其结果是,可以提供一种方便性、实用性或可靠性良好的新颖显示装置。

[0034] (9) 另外,本发明的一个方式是一种上述显示装置,其中第一发光器件包括第七层。第七层夹在公共电极与第二单元之间,第七层与第二单元接触,第七层包含碱金属或碱土金属。

[0035] 第二发光器件包括第七层,第七层夹在公共电极与第四单元之间,第七层与第四单元接触。另外,第七层包含碱金属或碱土金属。

[0036] (10) 另外,本发明的一个方式是一种上述显示装置,其中第二绝缘层的端部位于第一绝缘层的端部的外侧。

[0037] (11) 另外,本发明的一个方式是一种上述显示装置,其中第二绝缘层的顶面具有凸曲面形状。

[0038] (12) 另外,本发明的一个方式是一种上述显示装置,其中在剖视时,第一绝缘层的端部具有锥角小于 90° 的锥形形状。

[0039] (13) 另外,本发明的一个方式是一种上述显示装置,其中上述第二绝缘层的侧面具有凹曲面形状。

[0040] (14) 另外,本发明的一个方式是一种包括第三绝缘层及第四绝缘层的上述显示装置,其中第三绝缘层位于第一中间层的顶面与第一绝缘层之间,第四绝缘层位于第二中间层的顶面与上述第一绝缘层之间。第三绝缘层的端部及第四绝缘层的端部都位于第一绝缘层的端部的外侧。

[0041] (15) 另外,本发明的一个方式是一种上述显示装置,其中第二绝缘层覆盖第三绝缘层的侧面的至少一部分及第四绝缘层的侧面的至少一部分。

[0042] (16) 另外,本发明的一个方式是一种上述显示装置,其中在剖视时,第三绝缘层的端部及第四绝缘层的端部都具有锥角小于 90° 的锥形形状。

[0043] (17) 另外,本发明的一个方式是一种上述显示装置,其中第一绝缘层及第二绝缘层都具有与第一像素电极的顶面重叠的部分及与第二像素电极的顶面重叠的部分。

[0044] (18) 另外,本发明的一个方式是一种上述显示装置,其中第一中间层覆盖第一像素电极的侧面,并且第二中间层覆盖第二像素电极的侧面。

[0045] (19) 另外,本发明的一个方式是一种上述显示装置,其中在剖视时,第一像素电极的端部及第二像素电极的端部都具有锥角小于 90° 的锥形形状。

[0046] (20) 另外,本发明的一个方式是一种上述显示装置,其中第一绝缘层为无机绝缘层,第二绝缘层为有机绝缘层。

[0047] (21) 另外,本发明的一个方式是一种上述显示装置,其中第一绝缘层包含氧化铝。

[0048] (22) 另外,本发明的一个方式是一种上述显示装置,其中第二绝缘层包含丙烯酸树脂。

[0049] (23) 另外,本发明的一个方式是一种包括上述显示装置以及连接器和集成电路中的至少一个的显示模块。

[0050] (24) 另外,本发明的一个方式是一种包括上述显示模块以及框体、电池、照相机、扬声器和麦克风中的至少一个的电子设备。

发明效果

[0051] 根据本发明的一个方式,可以提供一种显示品质高的显示装置。另外,根据本发明的一个方式,可以提供一种高清晰的显示装置。另外,根据本发明的一个方式,可以提供一种高分辨率的显示装置。另外,根据本发明的一个方式,可以提供一种可靠性高的显示装置。另外,根据本发明的一个方式,可以提供一种方便性、实用性或可靠性良好的新颖显示装置。另外,根据本发明的一个方式,可以提供一种方便性、实用性或可靠性良好的新颖显示模块。另外,根据本发明的一个方式,可以提供一种方便性、实用性或可靠性良好的新颖电子设备。另外,根据本发明的一个方式,可以提供一种新颖显示装置、新颖显示模块、新颖电子设备或新颖半导体装置。

[0052] 注意,这些效果的记载不妨碍其他效果的存在。本发明的一个方式并不需要具有所有上述效果。可以从说明书、附图、权利要求书的记载中抽取上述效果以外的效果。

附图简要说明

[0053] 图1是示出显示装置的一个例子的截面图。

图2是示出显示装置的一个例子的截面图。

图3A是示出显示装置的一个例子的俯视图。图3B是示出显示装置的一个例子的截面图。

图4A及图4B是示出显示装置的一个例子的截面图。

图5A及图5B是示出显示装置的一个例子的截面图。

图6A及图6B是示出显示装置的一个例子的截面图。

图7A及图7B是示出显示装置的一个例子的截面图。

图8A及图8B是示出显示装置的一个例子的截面图。

图9A及图9B是示出显示装置的一个例子的截面图。

图10A是示出显示装置的一个例子的俯视图。图10B是示出显示装置的一个例子的截面图。

图11A至图11C是示出显示装置的制造方法的一个例子的截面图。

图12A至图12C是示出显示装置的制造方法的一个例子的截面图。

图13A至图13C是示出显示装置的制造方法的一个例子的截面图。

图14A及图14B是示出显示装置的制造方法的一个例子的截面图。

图15A及图15B是示出显示装置的制造方法的一个例子的截面图。

图16A至图16D是示出显示装置的制造方法的一个例子的截面图。

图17A至图17F是示出像素的一个例子的图。

图18A至图18K是示出像素的一个例子的图。

图19A及图19B是示出显示装置的一个例子的立体图。

图20A及图20B是示出显示装置的一个例子的截面图。

图21是示出显示装置的一个例子的截面图。

图22是示出显示装置的一个例子的截面图。

图23是示出显示装置的一个例子的截面图。

图24是示出显示装置的一个例子的截面图。

图25是示出显示装置的一个例子的截面图。

图26是示出显示装置的一个例子的立体图。

图27A是示出显示装置的一个例子的截面图。图27B及图27C是示出晶体管的一个例子的截面图。

图28A至图28D是示出显示装置的一个例子的截面图。

图29是示出显示装置的一个例子的截面图。

图30A至图30F是示出发光器件的结构例子的图。

图31A及图31B是示出受光器件的结构例子的图。图31C至图31E是示出显示装置的结构例子的图。

图32A至图32D是示出电子设备的一个例子的图。

图33A至图33F是示出电子设备的一个例子的图。

图34A至图34G是示出电子设备的一个例子的图。

图35A及图35B是说明根据实施例的发光器件的结构图。

图36是说明根据实施例的发光器件的电流密度-亮度特性的图。

图37是说明根据实施例的发光器件的亮度-电流效率特性的图。

图38是说明根据实施例的发光器件的电压-亮度特性的图。

图39是说明根据实施例的发光器件的电压-电流特性的图。

图40是说明根据实施例的发光器件的发射光谱的图。

实施发明的方式

[0054] 参照附图对实施方式进行详细说明。注意,本发明不局限于以下说明,而所属技术领域的普通技术人员可以很容易地理解一个事实就是其方式及详细内容在不脱离本发明的宗旨及其范围的情况下可以被变换为各种各样的形式。因此,本发明不应该被解释为仅限定在以下所示的实施方式所记载的内容中。

[0055] 注意,在下面说明的发明结构中,在不同的附图中共同使用相同的符号来表示相同的部分或具有相同功能的部分,而省略反复说明。此外,当表示具有相同功能的部分时有时使用相同的阴影线,而不特别附加符号。

[0056] 另外,为了便于理解,有时附图中示出的各构成的位置、大小及范围等并不表示其实际的位置、大小及范围等。因此,所公开的发明并不必然限于附图中公开的位置、尺寸及范围等。

[0057] 另外,根据情况或状态,可以互相调换“膜”和“层”。例如,可以将“导电层”变换为“导电膜”。此外,可以将“绝缘膜”变换为“绝缘层”。

[0058] 在本说明书等中,有时将使用金属掩模或FMM(Fine Metal Mask,高精细金属掩模)制造的器件称为MM(Metal Mask)结构的器件。此外,在本说明书等中,有时将不使用金属掩模或FMM制造的器件称为MML(Metal Mask Less)结构的器件。

[0059] 在本说明书等中,有时将空穴或电子表示为“载流子”。具体而言,有时将空穴注入层或电子注入层称为“载流子注入层”,将空穴传输层或电子传输层称为“载流子传输层”,将空穴阻挡层或电子阻挡层称为“载流子阻挡层”。注意,上述载流子注入层、载流子传输层及载流子阻挡层有时无法根据截面形状或特性等明确地进行区分。另外,有时一个层兼具有载流子注入层、载流子传输层和载流子阻挡层中的两者或三者的功能。

[0060] 在本说明书等中,发光器件(发光元件)在一对电极间包括EL层。EL层至少包括发

光层。在本说明书等中,受光器件(也被称为受光元件)在一对电极间至少包括用作光电转换层的活性层。在本说明书等中,有时将一对电极中的一方记作像素电极且将其中另一方记作公共电极。

[0061] 注意,在本说明书等中,锥形形状是指构成要素的侧面的至少一部分相对于衬底面倾斜地设置的形状。例如,优选具有锥角小于 90° 的区域。注意,构成要素的侧面及衬底面不一定需要为完全的平坦,也可以为具有微小曲率的近似平面状或具有微细凹凸的近似平面状。

[0062] 本发明的一个方式的显示装置包括第一发光器件以及第二发光器件,第二发光器件与第一发光器件相邻,第二发光器件与第一发光器件之间具有第一间隙。

[0063] 第一发光器件包括第一像素电极、公共电极、第一单元、第二单元以及第一中间层,第一单元夹在第一像素电极与所述公共电极之间,第二单元夹在公共电极与第一单元之间,第一中间层夹在第二单元与第一单元之间,第一单元与第一中间层接触,第一单元包含第一有机化合物L。第一有机化合物L具有多个2,2'-联吡啶骨架或多个1,10'-菲咯啉骨架。

[0064] 第二发光器件包括第二像素电极、所述公共电极、第三单元、第四单元以及第二中间层,第二像素电极与第一像素电极之间具有第二间隙,第三单元夹在第二像素电极与公共电极之间,第四单元夹在所述公共电极与上述第三单元之间,第二中间层夹在第四单元与上述第三单元之间,第三单元与第二中间层接触,第三单元包含第一有机化合物L,第三单元与第一单元之间具有第三间隙,第三间隙与第二间隙重叠。

[0065] 由此,有机化合物L可以与电子供给性物质相互作用而呈现优异的电子传输性或电子注入性。另外,可以抑制第一发光器件及第二发光器件的驱动电压。此外,可以抑制显示装置的功耗。另外,通过具有多个2,2'-联吡啶骨架或多个1,10'-菲咯啉骨架,与电子供给性物质的相互作用更稳定,对大气暴露或药液暴露的耐性得到提高。此外,可以抑制因制造工序中暴露于大气或药液而导致电子传输性降低或电子注入性降低。另外,可以提高对制造工序中的蚀刻工序的耐性。此外,通过具有多个2,2'-联吡啶骨架或多个1,10'-菲咯啉骨架,在不损害电子传输性的情况下可以增加分子量,所以可以提高发光器件的元件特性及耐热性。另外,可以提高对制造工序中的加热工序的耐性。另外,可以扩大可用于显示装置的制造工序的加工单元的选择范围。此外,例如可以利用光刻法将第一单元、第三单元、第二单元及第四单元加工为规定形状。另外,例如不用精细金属掩模也可以形成相隔且相邻的第一发光器件和第二发光器件。其结果是,可以提供一种方便性、实用性或可靠性良好的新颖显示装置。

[0066] (实施方式1)

在本实施方式中,参照图1至图3说明本发明的一个方式的显示装置的结构。

[0067] 图1是说明本发明的一个方式的显示装置的结构的一个截面图。

[0068] 图2是说明可用于本发明的一个方式的显示装置的发光器件的结构的一个截面图。

[0069] 图3A是示出本发明的一个方式的显示装置的一个例子的俯视图。图3B是示出显示装置的一个例子的截面图。

[0070] <显示装置的结构例子1>

在本实施方式中说明的显示装置包括发光器件130a及发光器件130b(参照图3B)。

发光器件130b与发光器件130a相邻,发光器件130b与发光器件130a之间具有间隙130ab(参照图1)。

[0071] <<发光器件130a的结构例子>>

发光器件130a包括像素电极111a、公共电极115、单元703a、单元703a2及中间层706a。另外,发光器件130a包括层704a及公共层114。

[0072] 发光器件130a在像素电极111a与公共电极115之间包括第一层113a(参照图1及图3B)。第一层113a包括单元703a、单元703a2、中间层706a及层704a。

[0073] 单元703a夹在像素电极111a与公共电极115之间,单元703a2夹在公共电极115与单元703a之间。

[0074] 中间层706a夹在单元703a2与单元703a之间。单元703a与中间层706a接触。另外,中间层706a包括层706a1及层706a2。层706a2夹在层706a1与单元703a之间,层706a2与单元703a接触。

[0075] <<单元703a的结构例子>>

单元703a包含有机化合物L,有机化合物L具有多个2,2'-联吡啶骨架或多个1,10'-菲咯啉骨架。

[0076] <<有机化合物L的结构例子>>

有机化合物L具有由通式(G0)表示的结构。

[0077] [化学式2]



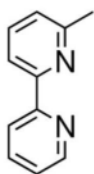
[0078] [A¹及A²的例子]

在上述通式(G0)中,A¹及A²分别独立地表示2,2'-联吡啶骨架或1,10'-菲咯啉骨架。

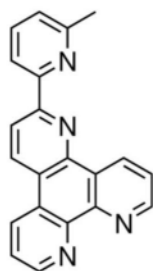
[0079] 2,2'-联吡啶骨架或1,10'-菲咯啉骨架也可以具有一个或多个取代或未取代的芳基和取代或未取代的杂芳基中的任一个或两个,上述取代时的取代基也可以彼此键合而形成稠环。

[0080] 当A¹或A²表示2,2'-联吡啶骨架时,例如可以使用具有下述结构的取代基(A-01)至取代基(A-04)。另外,当A¹或A²表示1,10'-菲咯啉骨架时,例如可以使用具有下述结构的取代基(A-05)至取代基(A-07)。

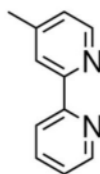
[0081] [化学式3]



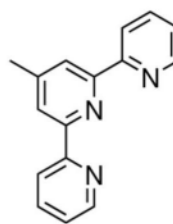
(A-01)



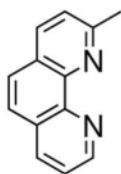
(A-02)



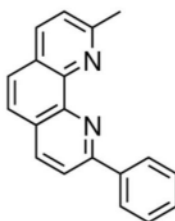
(A-03)



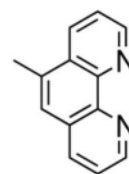
(A-04)



(A-05)



(A-06)



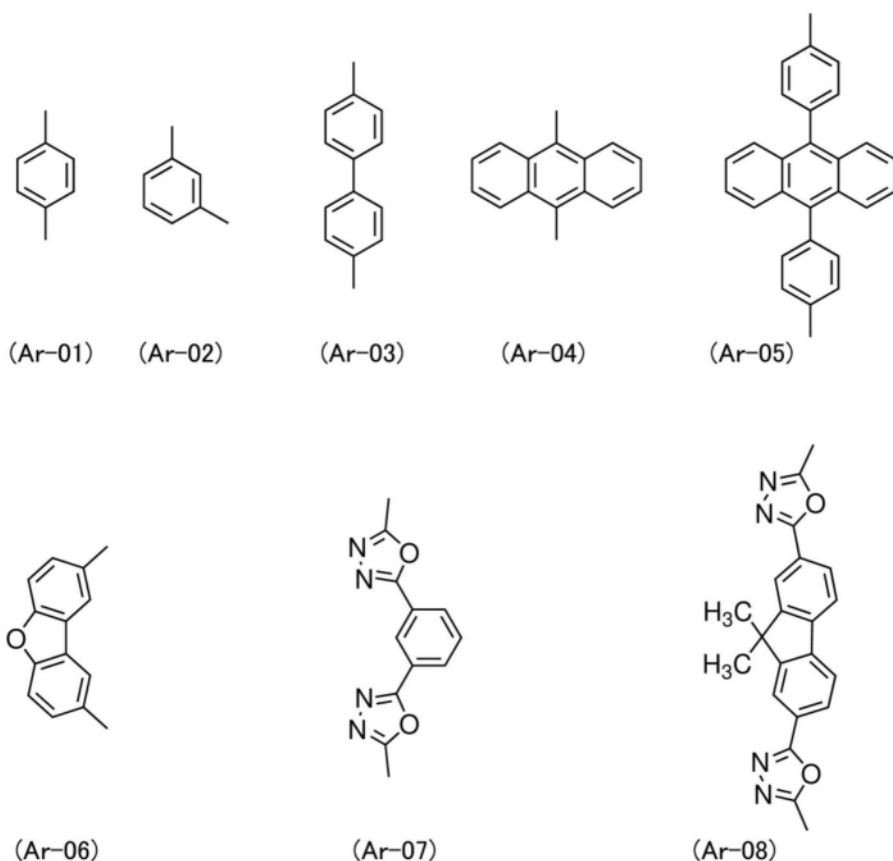
(A-07)

[0082] [Ar的例子]

另外,在上述通式(G0)中,Ar表示取代或未取代的碳原子数为6至26的亚芳基或者取代或未取代的碳原子数为2至26的杂亚芳基。注意,Ar也可以由多个芳香环构成,此时该多个芳香环也可以彼此键合而形成稠环。

[0083] 例如,可以将具有下述结构的取代基(Ar-01)至取代基(Ar-08)用于Ar。注意,取代位置不局限于此。

[0084] [化学式4]



[0085] [i的例子]

另外,在上述通式(G0)中,i为0以上且2以下的整数。

[0086] 另外,作为2,2'-联吡啶骨架或1,10'-菲咯啉骨架所具有的芳基,可以使用取代或未取代的碳原子数为6以上且25以下的芳烃基,例如可以举出苯基、萘基、联苯基、苧基、螺苧基等。

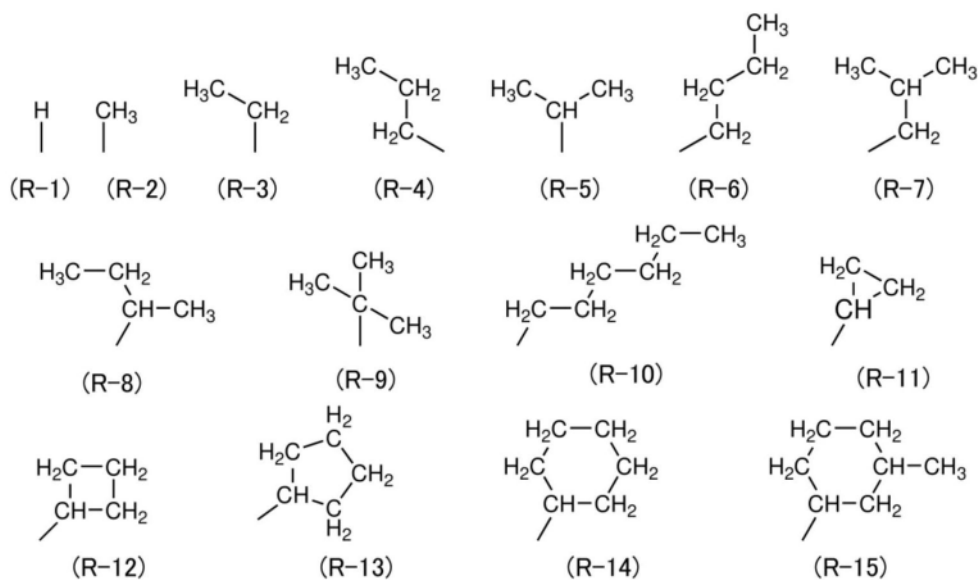
[0087] 另外,作为2,2'-联吡啶骨架或1,10'-菲咯啉骨架所具有的杂芳基,可以使用取代或未取代的碳原子数为1以上且30以下的杂芳环。例如,可以举出吡啶环、二嗪环(噻啶环、吡嗪环、哒嗪环)、三嗪环、喹啉环、喹喔啉环、喹唑啉环、苯并喹唑啉环、菲咯啉环、氮杂茚萸环、咪唑环、恶唑环、恶二唑环等。

[0088] 另外,作为在该芳基或该杂芳基上取代的取代基,例如可以使用碳原子数为1至4的烷基、取代或未取代的碳原子数为3至7的环烷基、取代或未取代的碳原子数为6以上且25以下的芳烃基或者取代或未取代的碳原子数为3以上且30以下的杂芳烃基等。

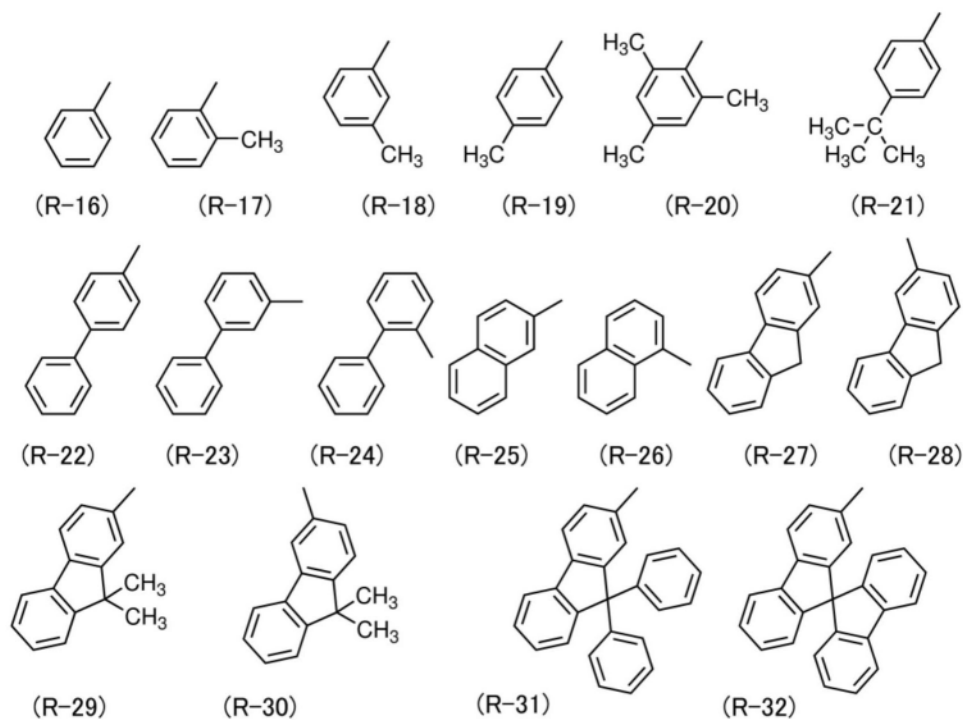
[0089] 作为该烷基,例如可以举出甲基、乙基、丙基、异丙基、丁基、异丁基、叔丁基及正己基等。作为该环烷基,例如可以举出环丙基、环丁基、环戊基及环己基等。作为该芳基,例如可以举出苯基、萘基、联苯基、苧基、螺苧基等。

[0090] 具体而言,例如可以举出由下述结构式(R-1)至(R-55)表示的基。注意,不局限于此。

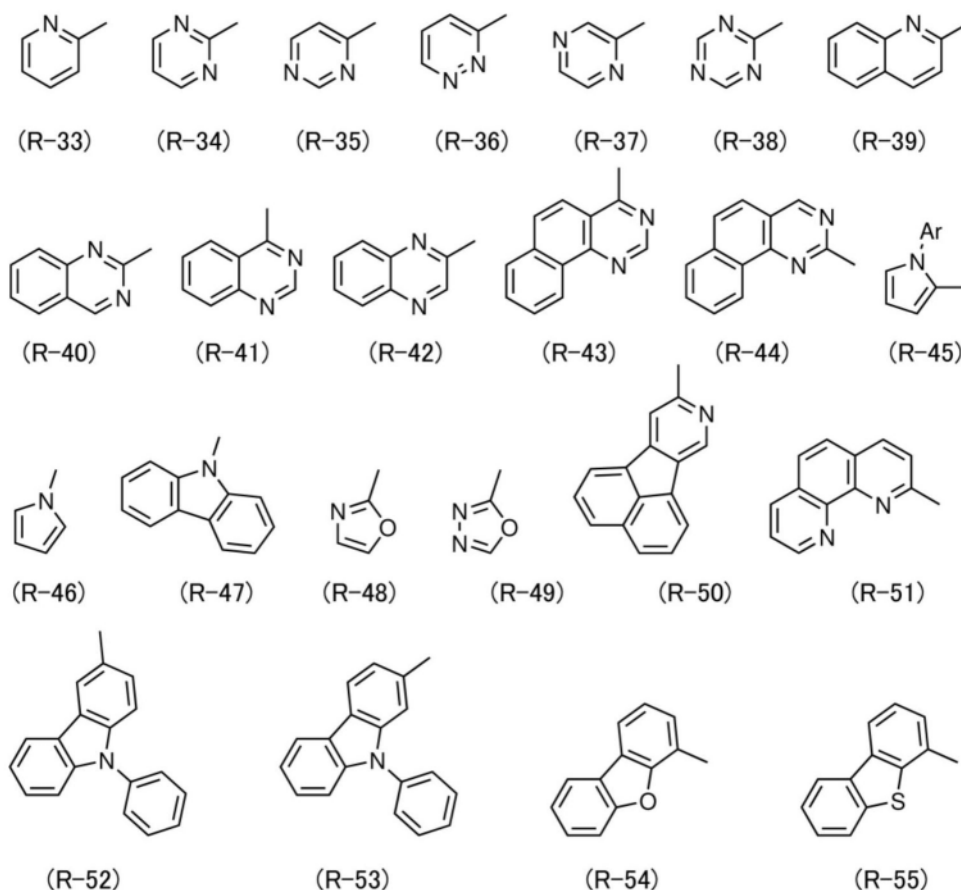
[0091] [化学式5]



[0092] [化学式6]



[0093] [化学式7]

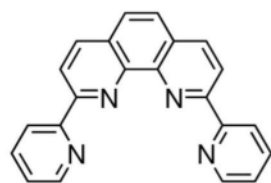


[0094] 由此,有机化合物L可以与电子供给性物质相互作用而呈现优异的电子传输性或电子注入性。另外,可以抑制发光器件130a及发光器件130b的驱动电压。此外,可以抑制显示装置的功耗。另外,通过具有多个2,2'-联吡啶骨架或多个1,10'-菲咯啉骨架,与电子供给性物质的相互作用更稳定,对大气暴露或药液暴露的耐性得到提高。此外,可以抑制因制造工序中暴露于大气或药液而导致电子传输性降低或电子注入性降低。另外,可以提高对制造工序中的蚀刻工序的耐性。此外,通过具有多个2,2'-联吡啶骨架或多个1,10'-菲咯啉骨架,在不损害电子传输性的情况下可以增加分子量,所以可以提高发光器件的元件特性及耐热性。另外,可以提高对制造工序中的加热工序的耐性。另外,可以扩大可用于显示装置的制造工序的加工单元的选择范围。此外,例如可以利用光刻法将单元703a、单元703b、单元703a2及单元703b2加工为规定形状。另外,例如不用精细金属掩模也可以形成相隔且相邻的发光器件130a和发光器件130b。其结果是,可以提供一种方便性、实用性或可靠性良好的新颖显示装置。

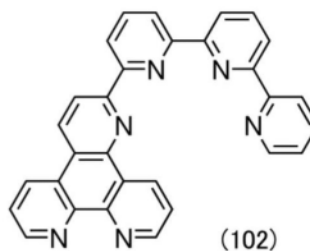
[0095] [有机化合物L的具体例子]

以下示出具有上述结构的有机化合物L的具体例子。

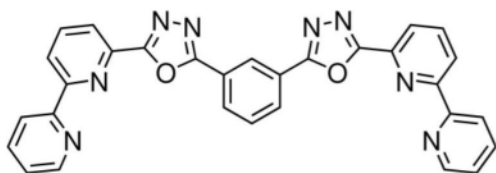
[0096] [化学式8]



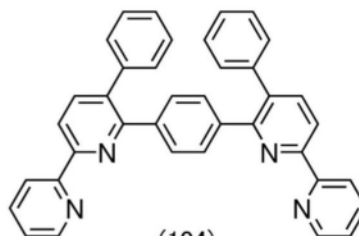
(101)



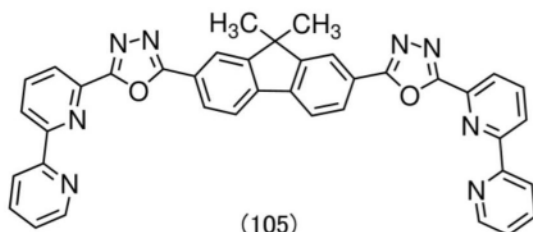
(102)



(103)

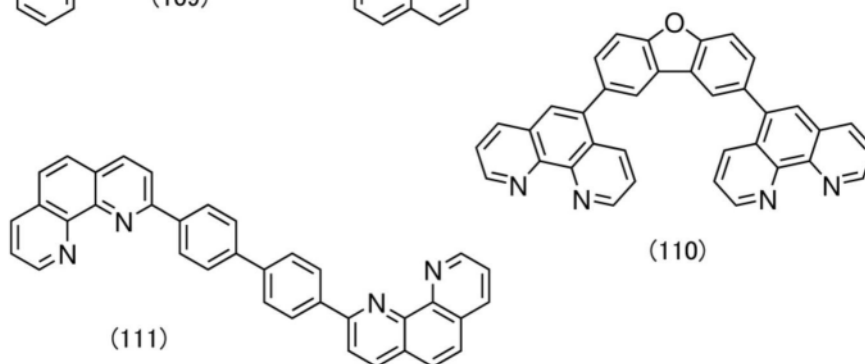
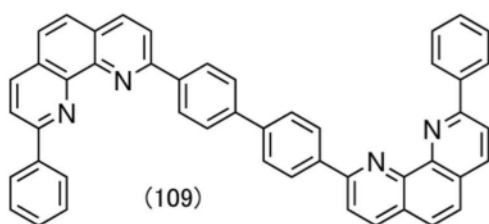
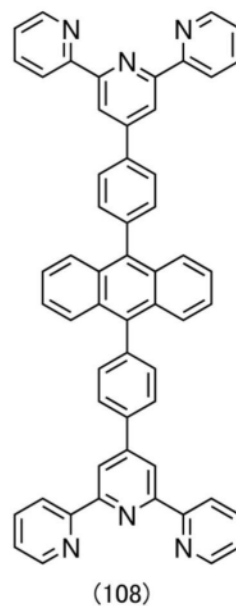
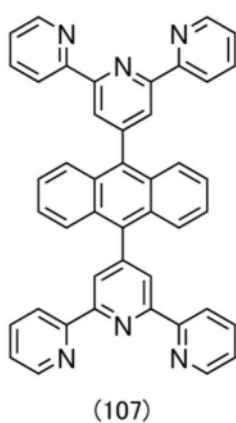
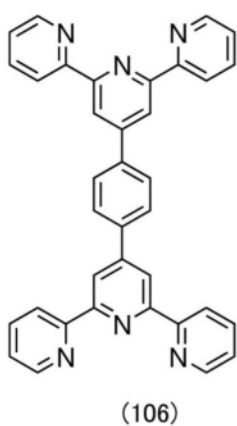


(104)

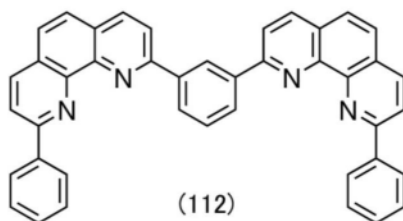


(105)

[0097] [化学式9]



(111)



[0098] <<单元703a2的结构例子>>

单元703a2包含有机化合物L。

[0099] <<发光器件130b的结构例子>>

发光器件130b包括像素电极111b、公共电极115、单元703b、单元703b2及中间层706b。像素电极111b与像素电极111a之间具有间隙111ab。另外,发光器件130b包括层704b及公共层114。层704b与层704a之间具有间隙704ab,间隙704ab与间隙111ab重叠。由此,例如,可以抑制流过层704a与层704b之间的电流。此外,可以抑制如下现象的发生:伴随发光器件130a的工作而相邻的发光器件130b非意图性地发光。

[0100] 发光器件130b在像素电极111b与公共电极115之间包括第二层113b(参照图1及图3B)。第二层113b包括单元703b、单元703b2、中间层706b及层704b。

[0101] 单元703b夹在像素电极111b与公共电极115之间,单元703b2夹在公共电极115与

单元703b之间。

[0102] 中间层706b夹在单元703b2与单元703b之间。单元703b与中间层706b接触。另外，中间层706b包括层706b1及层706b2。层706b2夹在层706b1与单元703b之间，层706b2与单元703b接触。

[0103] <<单元703b的结构例子>>

单元703b包含有机化合物L，单元703b与单元703a之间具有间隙703ab。另外，间隙703ab与间隙111ab重叠。

[0104] <<单元703b2的结构例子>>

单元703b2包含有机化合物L，单元703b2与单元703a2之间具有间隙703ab2。此外，间隙703ab2与间隙111ab重叠。

[0105] 中间层706b夹在单元703b2与单元703b之间，单元703b与中间层706b接触。中间层706b与中间层706a之间具有间隙706ab。间隙706ab与间隙111ab重叠。由此，例如可以抑制流过中间层706a与中间层706b之间的电流。此外，可以抑制如下现象的发生：伴随发光器件130a的工作而相邻的发光器件130b非意图性地发光。

[0106] 由此，可以将发光器件130a与发光器件130b分离地配置。此外，可以抑制如下现象的发生：伴随发光器件130a的工作而相邻的发光器件130b非意图性地发光。其结果是，可以提供一种方便性、实用性或可靠性良好的新颖显示装置。

[0107] <显示装置的结构例子2>

本实施方式所说明的显示装置包括绝缘层125及绝缘层127。

[0108] <<绝缘层125的结构例子>>

绝缘层125覆盖中间层706a的顶面的一部分及侧面以及中间层706b的顶面的一部分及侧面。

[0109] <<绝缘层127的结构例子>>

绝缘层127隔着绝缘层125与中间层706a的顶面的一部分及侧面以及中间层706b的顶面的一部分及侧面重叠。

[0110] 在剖视时，绝缘层127的端部具有锥角小于90°的锥形形状，绝缘层127覆盖绝缘层125的侧面的至少一部分。另外，绝缘层127的顶面被公共电极115覆盖。注意，在实施方式2中说明绝缘层125的结构及绝缘层127的结构的内容。

[0111] <发光器件130X的结构例子1>

参照图2说明可用于在本实施方式中说明的显示装置的发光器件的结构。

[0112] 可以将发光器件130X用于本发明的一个方式的显示装置。可以将关于发光器件130X的结构说明应用于发光器件130a。具体而言，可以将用于发光器件130X的结构符号“X”转换为“a”来对发光器件130a进行说明。此外，可以同样地进行转换来将发光器件130X的结构用于发光器件130b或发光器件130c。同样地，可以将发光器件130X的结构用于发光器件130B、发光器件130G或发光器件130R。

[0113] 发光器件130X包括电极111X、电极115X、单元703X、单元703X2及中间层706X(参照图2)。

[0114] 电极115X与电极111X重叠。此外，单元703X夹在电极115X与电极111X之间，单元703X2夹在电极115X与单元703X之间，中间层706X具有夹在单元703X2与单元703X之间的区

域。

[0115] 此外,单元703X具有发射光ELX的功能,单元703X2具有发射光ELX2的功能。

[0116] 换言之,发光器件130X包括在电极111X与电极115X之间被层叠的多个单元。此外,被层叠的多个单元的个数不局限于2,也可以为3以上。有时将包括夹在电极111X与电极115X之间且被层叠的多个单元及夹在多个单元之间的中间层706X的结构称为叠层型发光器件或串联型发光器件。由此,可以在保持低电流密度的状态下得到高亮度发光。或者,可以提高可靠性。此外,在以一个亮度相比之下,可以降低驱动电压。或者,可以降低功耗。

[0117] <<单元703X的结构例子>>

单元703X具有单层结构或叠层结构。例如,单元703X包括层711X、层712X以及层713X(参照图2)。单元703X具有发射光ELX的功能。

[0118] 层711X具有夹在层712X与层713X之间的区域,层712X具有夹在电极111X与层711X之间的区域,并且层713X具有夹在电极115X与层711X之间的区域。

[0119] 例如,可以将选自发光层、空穴传输层、电子传输层以及载流子阻挡层等功能层中的层用于单元703X。此外,可以将选自空穴注入层、电子注入层、激子阻挡层以及电荷产生层等功能层中的层用于单元703X。

[0120] <<层712X的结构例子>>

例如,可以将具有空穴传输性的材料用于层712X。此外,可以将层712X称为空穴传输层。注意,优选将其带隙大于层711X中的发光材料的材料用于层712X。因此,可以抑制从层711X所产生的激子向层712X的能量转移。

[0121] [具有空穴传输性的材料]

可以将空穴迁移率为 $1 \times 10^{-6} \text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上的材料适合用于具有空穴传输性的材料。

[0122] 例如,可以将胺化合物或具有富 π 电子杂芳环骨架的有机化合物用于具有空穴传输性的材料。具体而言,可以使用具有芳香胺骨架的化合物、具有咪唑骨架的化合物、具有噻吩骨架的化合物、具有呋喃骨架的化合物等。尤其是,具有芳香胺骨架的化合物或具有咪唑骨架的化合物具有良好的可靠性和高空穴传输性并有助于降低驱动电压,所以是优选的。

[0123] 作为具有芳香胺骨架的化合物,例如可以使用4,4'-双[N-(1-萘基)-N-苯基氨基]联苯(简称:NPB)、N,N'-双(3-甲基苯基)-N,N'-二苯基-[1,1'-联苯]-4,4'-二胺(简称:TPD)、4,4'-双[N-(螺-9,9'-二芴-2-基)-N-苯基氨基]联苯(简称:BSPB)、4-苯基-4'-(9-苯基芴-9-基)三苯胺(简称:BPAFLP)、4-苯基-3'-(9-苯基芴-9-基)三苯胺(简称:mBPAFLP)、4-苯基-4'-(9-苯基-9H-咪唑-3-基)三苯胺(简称:PCBA1BP)、4,4'-二苯基-4''-(9-苯基-9H-咪唑-3-基)三苯胺(简称:PCBBi1BP)、4-(1-萘基)-4'-(9-苯基-9H-咪唑-3-基)三苯胺(简称:PCBANB)、4,4'-二(1-萘基)-4''-(9-苯基-9H-咪唑-3-基)三苯胺(简称:PCBNBB)、9,9-二甲基-N-苯基-N-[4-(9-苯基-9H-咪唑-3-基)苯基]芴-2-胺(简称:PCBAF)、N-苯基-N-[4-(9-苯基-9H-咪唑-3-基)苯基]螺-9,9'-二芴-2-胺(简称:PCBASF)等。

[0124] 作为具有咪唑骨架的化合物,例如可以使用1,3-双(N-咪唑基)苯(简称:mCP)、4,4'-二(N-咪唑基)联苯(简称:CBP)、3,6-双(3,5-二苯基苯基)-9-苯基咪唑(简称:CzTP)、3,3'-双(9-苯基-9H-咪唑)(简称:PCCP)等。

[0125] 作为具有噻吩骨架的化合物,例如可以使用4,4',4''-(苯-1,3,5-三基)三(二苯并

噻吩) (简称:DBT3P-II)、2,8-二苯基-4-[4-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基]二苯并噻吩(简称:DBTFLP-III)、4-[4-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基]-6-苯基二苯并噻吩(简称:DBTFLP-IV)等。

[0126] 作为具有呋喃骨架的化合物,例如可以使用4,4',4''-(苯-1,3,5-三基)三(二苯并呋喃)(简称:DBF3P-II)、4-{3-[3-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基]苯基}二苯并呋喃(简称:mmDBFFLBI-II)等。

[0127] <<层713X的结构例子1>>

例如,可以将具有电子传输性的材料、具有蒽骨架的材料及混合材料等用于层713X。此外,可以将层713X称为电子传输层。注意,优选将其带隙大于层711X中的发光材料的材料用于层713X。因此,可以抑制从层711X所产生的激子向层713X的能量转移。

[0128] [具有电子传输性的材料]

例如,可以将金属配合物或具有缺 π 电子杂芳环骨架的有机化合物用于具有电子传输性的材料。

[0129] 可以将如下材料适合用于具有电子传输性的材料:在电场强度[V/cm]的平方根为600的条件下,电子迁移率为 $1 \times 10^{-7} \text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上且 $5 \times 10^{-5} \text{cm}^2/\text{Vs}$ 以下的材料。由此,可以控制电子传输层中的电子的传输性。此外,可以控制向发光层的电子注入量。此外,可以防止发光层成为电子过多的状态。

[0130] 作为金属配合物,例如可以使用双(10-羟基苯并[h]喹啉)铍(II)(简称:BeBq₂)、双(2-甲基-8-羟基喹啉)(4-苯基苯酚)铝(III)(简称:BA1q)、双(8-羟基喹啉)锌(II)(简称:Znq)、双[2-(2-苯并恶唑基)苯酚]锌(II)(简称:ZnPB0)、双[2-(2-苯并噻唑基)苯酚]锌(II)(简称:ZnBTZ)等。

[0131] 作为具有缺 π 电子型杂芳环骨架的有机化合物,例如可以使用具有聚唑(polyazole)骨架的杂环化合物、具有二噻骨架的杂环化合物、具有吡啶骨架的杂环化合物、具有三噻骨架的杂环化合物等。尤其是,具有二噻骨架的杂环化合物或具有吡啶骨架的杂环化合物具有良好的可靠性,所以是优选的。此外,具有二噻(噻啶或吡噻)骨架的杂环化合物具有高电子传输性,从而可以降低驱动电压。

[0132] 作为具有多唑骨架的杂环化合物,例如可以使用2-(4-联苯基)-5-(4-叔丁基苯基)-1,3,4-恶二唑(简称:PBD)、3-(4-联苯基)-4-苯基-5-(4-叔丁基苯基)-1,2,4-三唑(简称:TAZ)、1,3-双[5-(对叔丁基苯基)-1,3,4-恶二唑-2-基]苯(简称:OXD-7)、9-[4-(5-苯基-1,3,4-恶二唑-2-基)苯基]-9H-咔唑(简称:C011)、2,2',2''-(1,3,5-苯三基)三(1-苯基-1H-苯并咪唑)(简称:TPBI)、2-[3-(二苯并噻吩-4-基)苯基]-1-苯基-1H-苯并咪唑(简称:mDBTBIIm-II)等。

[0133] 作为具有二噻骨架的杂环化合物,例如可以使用2-[3-(二苯并噻吩-4-基)苯基]二苯并[f,h]喹喔啉(简称:2mDBTPDBq-II)、2-[3'-(二苯并噻吩-4-基)联苯-3-基]二苯并[f,h]喹喔啉(简称:2mDBTBPDq-II)、2-[3'-(9H-咔唑-9-基)联苯-3-基]二苯并[f,h]喹喔啉(简称:2mCzBPDBq)、4,6-双[3-(菲-9-基)苯基]噻啶(简称:4,6mPnP2Pm)、4,6-双[3-(4-二苯并噻吩基)苯基]噻啶(简称:4,6mDBTP2Pm-II)、4,8-双[3-(二苯并噻吩-4-基)苯基]-苯并[h]喹唑啉(简称:4,8mDBtP2Bqn)等。

[0134] 作为具有吡啶骨架的杂环化合物,例如可以使用3,5-双[3-(9H-咔唑-9-基)苯基]吡啶(简称:35DCzPPy)、1,3,5-三[3-(3-吡啶基)苯基]苯(简称:TmPyPB)等。

[0135] 作为具有三嗪骨架的杂环化合物,例如可以使用2-[3'-(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)联苯-3-基]-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(简称:mFBPTzn)、2-[(1,1'-联苯)-4-基]-4-苯基-6-[9,9'-螺二(9H-芴)-2-基]-1,3,5-三嗪(简称:BP-SFTzn)、2-{3-[3-(苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃-8-基)苯基]苯基}-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(简称:mBnfBPTzn)、2-{3-[3-(苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃-6-基)苯基]苯基}-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(简称:mBnfBPTzn-02)等。

[0136] [具有蒽骨架的材料]

可以将具有蒽骨架的有机化合物用于层713X。尤其是,可以适合使用具有蒽骨架和杂环骨架的双方的有机化合物。

[0137] 例如,可以使用具有蒽骨架及含氮五元环骨架的双方的有机化合物。此外,可以使用环中包含两个杂原子的含氮五元环骨架和蒽骨架的双方的有机化合物。具体而言,可以将吡唑环、咪唑环、恶唑环、噻唑环等适合用于该杂环骨架。

[0138] 例如,可以使用具有蒽骨架及含氮六元环骨架的双方的有机化合物。此外,可以使用环中包含两个杂原子的含氮六元环骨架和蒽骨架的双方的有机化合物。具体而言,可以将吡嗪环、吡啶环、哒嗪环等适合用于该杂环骨架。

[0139] <<层713X的结构例子2>>

另外,在本实施方式所说明的显示装置中,单元703X包含碱金属或碱土金属。具体而言,可以将包含碱金属、碱金属化合物或碱金属配合物及有机化合物L的混合材料用于层713X。或者,可以以与包含有机化合物L的层接触的方式使用包含碱金属、碱金属化合物或碱金属配合物的层。由此,可以抑制发光器件130X的驱动电压的上升。此外,可以在抑制电流密度的同时获得高亮度发光。

[0140] <<层711X的结构例子1>>

例如,可以将发光材料或者发光材料及主体材料用于层711X。此外,可以将层711X称为发光层。优选在空穴与电子再结合的区域中配置层711X。由此,可以高效地将载流子再结合所产生的能量作为光发射。

[0141] 此外,优选从用于电极等的金属远离的方式配置层711X。因此,可以抑制用于电极等的金属引起猝灭现象。

[0142] 此外,优选调节从具有反射性的电极等到层711X的距离,以在对应于发光波长的合适位置配置层711X。由此,通过利用电极等所反射的光与层711X所发射的光的干涉现象,可以相互加强振幅。此外,可以加强规定波长的光来使光谱谱线变窄。此外,可以以较高光强度得到鲜明的发光颜色。换言之,通过在电极等之间的合适位置配置层711X,可以获得微腔结构。

[0143] 例如,可以将荧光发光物质、磷光发光物质或呈现热活化延迟荧光(TADF: Thermally Activated Delayed Fluorescence)的物质(也被称为TADF材料)用于发光材料。由此,可以将因载流子的再结合而产生的能量从发光材料作为光ELX射出(参照图2)。

[0144] [荧光发光物质]

可以将荧光发光物质用于层711X。例如,可以将下述荧光发光物质用于层711X。注意,荧光发光物质不局限于此,可以将各种已知的荧光发光物质用于层711X。

[0145] 具体而言,可以使用5,6-双[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-2,2'-联吡啶(简称:

PAP2BPy)、5,6-双[4'-(10-苯基-9-蒽基)联苯-4-基]-2,2'-联吡啶(简称:PAPP2BPy)、N,N'-二苯基-N,N'-双[4-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基]芪-1,6-二胺(简称:1,6FLPAPrn)、N,N'-双(3-甲基苯基)-N,N'-双[3-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基]芪-1,6-二胺(简称:1,6mMemFLPAPrn)、N,N'-双[4-(9H-咔唑-9-基)苯基]-N,N'-二苯基二苯乙烯-4,4'-二胺(简称:YGA2S)、4-(9H-咔唑-9-基)-4'-(10-苯基-9-蒽基)三苯胺(简称:YGAPA)、4-(9H-咔唑-9-基)-4'-(9,10-二苯基-2-蒽基)三苯胺(简称:2YGAPPA)、N,9-二苯基-N-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-9H-咔唑-3-胺(简称:PCAPA)、二萘嵌苯、2,5,8,11-四(叔丁基)二萘嵌苯(简称:TBP)、4-(10-苯基-9-蒽基)-4'-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯胺(简称:PCBAPA)、N,N''-(2-叔丁基蒽-9,10-二基二-4,1-亚苯基)双[N,N',N'-三苯基-1,4-苯二胺](简称:DPABPA)、N,9-二苯基-N-[4-(9,10-二苯基-2-蒽基)苯基]-9H-咔唑-3-胺(简称:2PCAPPA)、N,N'-(芪-1,6-二基)双[(6,N-二苯基苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃)-8-胺](简称:1,6BnfAPrn-03)、3,10-双[N-(9-苯基-9H-咔唑-2-基)-N-苯基氨基]萘并[2,3-b;6,7-b']双苯并呋喃(简称:3,10PCA2Nbf(IV)-02)、3,10-双[N-(二苯并呋喃-3-基)-N-苯基氨基]萘并[2,3-b;6,7-b']双苯并呋喃(简称:3,10FrA2Nbf(IV)-02)等。

[0146] 尤其是,以1,6FLPAPrn、1,6mMemFLPAPrn、1,6BnfAPrn-03等芪二胺化合物为代表的稠合芳族二胺化合物具有高空穴俘获性和良好的发光效率或可靠性,所以是优选的。

[0147] 此外,可以使用N-[4-(9,10-二苯基-2-蒽基)苯基]-N,N',N'-三苯基-1,4-苯二胺(简称:2DPAPPA)、N,N,N',N',N'',N'',N'''-八苯基二苯并[g,p]蒽-2,7,10,15-四胺(简称:DBC1)、香豆素30、9,10-二苯基-2-[N-苯基-N-(9-苯基-咔唑-3-基)-氨基]-蒽(简称:2PCAPA)、N-[9,10-双(1,1'-联苯-2-基)-2-蒽基]-N,9-二苯基-9H-咔唑-3-胺(简称:2PCABPhA)、N-(9,10-二苯基-2-蒽基)-N,N',N'-三苯基-1,4-苯二胺(简称:2DPAPA)、N-[9,10-双(1,1'-联苯-2-基)-2-蒽基]-N,N',N'-三苯基-1,4-苯二胺(简称:2DPABPhA)、9,10-双(1,1'-联苯-2-基)-N-[4-(9H-咔唑-9-基)苯基]-N-苯基蒽-2-胺(简称:2YGABPhA)、N,N,9-三苯基蒽-9-胺(简称:DPhAPhA)、香豆素545T、N,N'-二苯基喹吖酮(简称:DPQd)、红荧烯、5,12-双(1,1'-联苯-4-基)-6,11-二苯基并四苯(简称:BPT)等。

[0148] 此外,可以使用2-(2-{2-[4-(二甲氨基)苯基]乙烯基}-6-甲基-4H-吡喃-4-亚基)丙二腈(简称:DCM1)、2-{2-甲基-6-[2-(2,3,6,7-四氢-1H,5H-苯并[ij]喹啉-9-基)乙烯基]-4H-吡喃-4-亚基}丙二腈(简称:DCM2)、N,N,N',N'-四(4-甲基苯基)并四苯-5,11-二胺(简称:p-mPhTD)、7,14-二苯基-N,N,N',N'-四(4-甲基苯基)萘并[1,2-a]荧蒽-3,10-二胺(简称:p-mPhAFD)、2-{2-异丙基-6-[2-(1,1,7,7-四甲基-2,3,6,7-四氢-1H,5H-苯并[ij]喹啉-9-基)乙烯基]-4H-吡喃-4-亚基}丙二腈(简称:DCJTI)、2-{2-叔丁基-6-[2-(1,1,7,7-四甲基-2,3,6,7-四氢-1H,5H-苯并[ij]喹啉-9-基)乙烯基]-4H-吡喃-4-亚基}丙二腈(简称:DCJTB)、2-(2,6-双{2-[4-(二甲氨基)苯基]乙烯基}-4H-吡喃-4-亚基)丙二腈(简称:BisDCM)、2-{2,6-双[2-(8-甲氧基-1,1,7,7-四甲基-2,3,6,7-四氢-1H,5H-苯并[ij]喹啉-9-基)乙烯基]-4H-吡喃-4-亚基}丙二腈(简称:BisDCJTM)等。

[0149] [磷光发光物质]

可以将磷光发光物质用于层711X。例如,可以将下述磷光发光物质用于层711X。注意,磷光发光物质不局限于此,可以将各种已知的磷光发光物质用于层711X。

[0150] 例如,可以将如下材料用于层711X:具有4H-三唑骨架的有机金属铱配合物、具有

1H-三唑骨架的有机金属铱配合物、具有咪唑骨架的有机金属铱配合物、具有吸电子基团且以苯基吡啶衍生物为配体的有机金属铱配合物、具有嘧啶骨架的有机金属铱配合物、具有吡嗪骨架的有机金属铱配合物、具有吡啶骨架的有机金属铱配合物、稀土金属配合物、铂配合物等。

[0151] [磷光发光物质(蓝色)]

作为具有4H-三唑骨架的有机金属铱配合物等,可以使用三{2-[5-(2-甲基苯基)-4-(2,6-二甲基苯基)-4H-1,2,4-三唑-3-基- κ N2]苯基- κ C}铱(III)(简称:[Ir(mpptz-dmp)₃])、三(5-甲基-3,4-二苯基-4H-1,2,4-三唑)铱(III)(简称:[Ir(Mptz)₃])、三[4-(3-联苯)-5-异丙基-3-苯基-4H-1,2,4-三唑]铱(III)(简称:[Ir(iPrptz-3b)₃])等。

[0152] 作为具有1H-三唑骨架的有机金属铱配合物等,可以使用三[3-甲基-1-(2-甲基苯基)-5-苯基-1H-1,2,4-三唑]铱(III)(简称:[Ir(Mptz1-mp)₃])、三(1-甲基-5-苯基-3-丙基-1H-1,2,4-三唑)铱(III)(简称:[Ir(Prptz1-Me)₃])等。

[0153] 作为具有咪唑骨架的有机金属铱配合物等,可以使用fac-三[1-(2,6-二异丙基苯基)-2-苯基-1H-咪唑]铱(III)(简称:[Ir(iPrpmi)₃])、三[3-(2,6-二甲基苯基)-7-甲基咪唑并[1,2-f]菲啶根(phenanthridinato)]铱(III)(简称:[Ir(dmpimpt-Me)₃])等。

[0154] 作为以具有吸电子基团的苯基吡啶衍生物为配体的有机金属铱配合物等,可以使用双[2-(4',6'-二氟苯基)吡啶根-N,C^{2'}]铱(III)四(1-吡唑)硼酸盐(简称:FIr6)、双[2-(4',6'-二氟苯基)吡啶根-N,C^{2'}]铱(III)吡啶甲酸盐(简称:FIrpic)、双{2-[3',5'-双(三氟甲基)苯基]吡啶根-N,C^{2'}}铱(III)吡啶甲酸盐(简称:[Ir(CF₃ppy)₂(pic)])、双[2-(4',6'-二氟苯基)吡啶根-N,C^{2'}]铱(III)乙酰丙酮(简称:FIracac)等。

[0155] 上述物质是呈现蓝色磷光发光的化合物,并且是在440nm至520nm具有发光波长的峰的化合物。

[0156] [磷光发光物质(绿色)]

作为具有嘧啶骨架的有机金属铱配合物等,可以使用三(4-甲基-6-苯基嘧啶根)铱(III)(简称:[Ir(mppm)₃])、三(4-叔丁基-6-苯基嘧啶根)铱(III)(简称:[Ir(tBuppm)₃])、(乙酰丙酮根)双(6-甲基-4-苯基嘧啶根)铱(III)(简称:[Ir(mppm)₂(acac)])、(乙酰丙酮根)双(6-叔丁基-4-苯基嘧啶根)铱(III)(简称:[Ir(tBuppm)₂(acac)])、(乙酰丙酮根)双[6-(2-降冰片基)-4-苯基嘧啶根]铱(III)(简称:[Ir(nbppm)₂(acac)])、(乙酰丙酮根)双[5-甲基-6-(2-甲基苯基)-4-苯基嘧啶根]铱(III)(简称:[Ir(mppmpm)₂(acac)])、(乙酰丙酮根)双(4,6-二苯基嘧啶根)铱(III)(简称:[Ir(dppm)₂(acac)])等。

[0157] 作为具有吡嗪骨架的有机金属铱配合物等,可以使用(乙酰丙酮根)双(3,5-二甲基-2-苯基吡嗪根)铱(III)(简称:[Ir(mppr-Me)₂(acac)])、(乙酰丙酮根)双(5-异丙基-3-甲基-2-苯基吡嗪根)铱(III)(简称:[Ir(mppr-iPr)₂(acac)])等。

[0158] 作为具有吡啶骨架的有机金属铱配合物等,可以使用三(2-苯基吡啶根-N,C^{2'})铱(III)(简称:[Ir(ppy)₃])、双(2-苯基吡啶根-N,C^{2'})铱(III)乙酰丙酮(简称:[Ir(ppy)₂(acac)])、双(苯并[h]喹啉)铱(III)乙酰丙酮(简称:[Ir(bzq)₂(acac)])、三(苯并[h]喹啉)铱(III)(简称:[Ir(bzq)₃])、三(2-苯基喹啉-N,C^{2'})铱(III)(简称:[Ir(pq)₃])、双(2-苯基喹啉-N,C^{2'})铱(III)乙酰丙酮(简称:[Ir(pq)₂(acac)])、[2-d3-甲基-8-(2-吡啶基- κ

N) 苯并呋喃并[2,3-b]吡啶- κ C]双[2-(5-d3-甲基-2-吡啶基- κ N2) 苯基- κ C]铱(III) (简称:[Ir(5mppy-d3)₂(mbfpypy-d3)])、[2-d3-甲基-(2-吡啶基- κ N) 苯并呋喃并[2,3-b]吡啶- κ C]双[2-(2-吡啶基- κ N) 苯基- κ C]铱(III) (简称:[Ir(ppy)₂(mbfpypy-d3)])等。

[0159] 作为稀土金属配合物,可以举出三(乙酰丙酮根)(单菲咯啉)铽(III) (简称:[Tb(acac)₃(Phen)])等。

[0160] 上述物质是主要呈现绿色磷光发光的化合物,并且在500nm至600nm具有发光波长的峰。此外,具有嘧啶骨架的有机金属铱配合物具有特别优异的可靠性或发光效率。

[0161] [磷光发光物质(红色)]

作为具有嘧啶骨架的有机金属铱配合物等,可以使用(二异丁酰基甲烷根)双[4,6-双(3-甲基苯基)嘧啶根]铱(III) (简称:[Ir(5mdppm)₂(dibm)])、双[4,6-双(3-甲基苯基)嘧啶根](二新戊酰基甲烷根)铱(III) (简称:[Ir(5mdppm)₂(dpm)])、双[4,6-二(萘-1-基)嘧啶根](二新戊酰基甲烷根)铱(III) (简称:[Ir(dlnpm)₂(dpm)])等。

[0162] 作为具有吡嗪骨架的有机金属铱配合物等,可以使用(乙酰丙酮根)双(2,3,5-三苯基吡嗪根)铱(III) (简称:[Ir(tppr)₂(acac)])、双(2,3,5-三苯基吡嗪根)(二新戊酰基甲烷根)铱(III) (简称:[Ir(tppr)₂(dpm)])、(乙酰丙酮根)双[2,3-双(4-氟苯基)喹喔啉合(quinoxalinato)]铱(III) (简称:[Ir(Fdpq)₂(acac)])等。

[0163] 作为具有吡啶骨架的有机金属铱配合物等,可以使用三(1-苯基异喹啉-N,C^{2'})铱(III) (简称:[Ir(piq)₃])、双(1-苯基异喹啉-N,C^{2'})铱(III) 乙酰丙酮(简称:[Ir(piq)₂(acac)])等。

[0164] 作为稀土金属配合物等,可以举出三(1,3-二苯基-1,3-丙二酮基)(单菲咯啉)铕(III) (简称:[Eu(DBM)₃(Phen)])、三[1-(2-噻吩甲酰基)-3,3,3-三氟丙酮](单菲咯啉)铕(III) (简称:[Eu(TTA)₃(Phen)])等。

[0165] 作为铂配合物等,可以使用2,3,7,8,12,13,17,18-八乙基-21H,23H-卟啉铂(II) (简称:PtOEP)等。

[0166] 上述物质是呈现红色磷光发光的化合物,并且在600nm至700nm具有发光峰。此外,具有吡嗪骨架的有机金属铱配合物可以获得红色发光,其具有能够适合用于显示装置的色度。

[0167] [呈现热活化延迟荧光(TADF)的物质]

可以将TADF材料用于层711X。例如,可以将以下所示的TADF材料用于发光材料。注意,不局限于此,可以将各种已知的TADF材料用于发光材料。

[0168] 由于TADF材料中S1能级与T1能级之差小而可以利用少量热能量将三重激发态反系间窜跃(上转换)为单重激发态。由此,可以高效地从三重激发态生成单重激发态。此外,可以将三重激发能转换成发光。

[0169] 以两种物质形成激发态的激基复合物(Exciplex)因S1能级和T1能级之差极小而具有可以将三重激发能转换为单重激发能的TADF材料的功能。

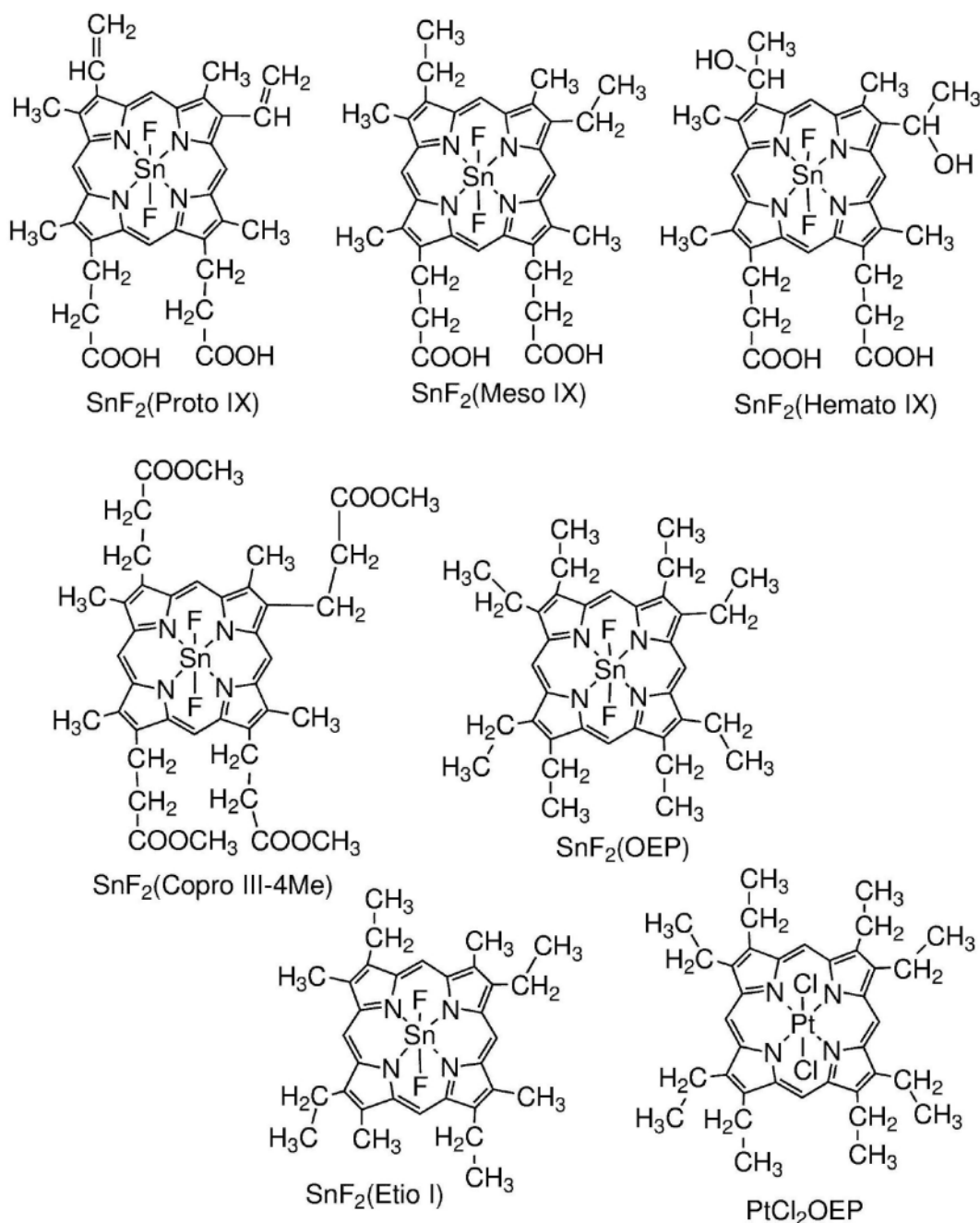
[0170] 注意,作为T1能级的指标,可以使用在低温(例如,77K至10K)下观察到的磷光光谱。关于TADF材料,优选的是,当以通过在荧光光谱的短波长侧的尾处引切线得到的外推线的波长能量为S1能级并以通过在磷光光谱的短波长侧的尾处引切线得到的外推线的波长能量为T1能级时,S1与T1之差为0.3eV以下,更优选为0.2eV以下。

[0171] 此外,当使用TADF材料作为发光物质时,主体材料的S1能级优选比TADF材料的S1能级高。此外,主体材料的T1能级优选比TADF材料的T1能级高。

[0172] 例如,可以将富勒烯及其衍生物、吡啶及其衍生物以及伊红衍生物等用于TADF材料。此外,可以将包含镁(Mg)、锌(Zn)、镉(Cd)、锡(Sn)、铂(Pt)、铟(In)或钯(Pd)等的含金属卟啉用于TADF材料。

[0173] 具体而言,可以使用以下述结构式表示的原卟啉-氟化锡配合物(SnF_2 (Proto IX))、中卟啉-氟化锡配合物(SnF_2 (Meso IX))、血卟啉-氟化锡配合物(SnF_2 (Hemato IX))、粪卟啉四甲酯-氟化锡配合物(SnF_2 (Copro III-4Me))、八乙基卟啉-氟化锡配合物(SnF_2 (OEP))、初卟啉-氟化锡配合物(SnF_2 (Etio I))以及八乙基卟啉-氯化铂配合物(PtCl_2OEP)等。

[0174] [化学式10]

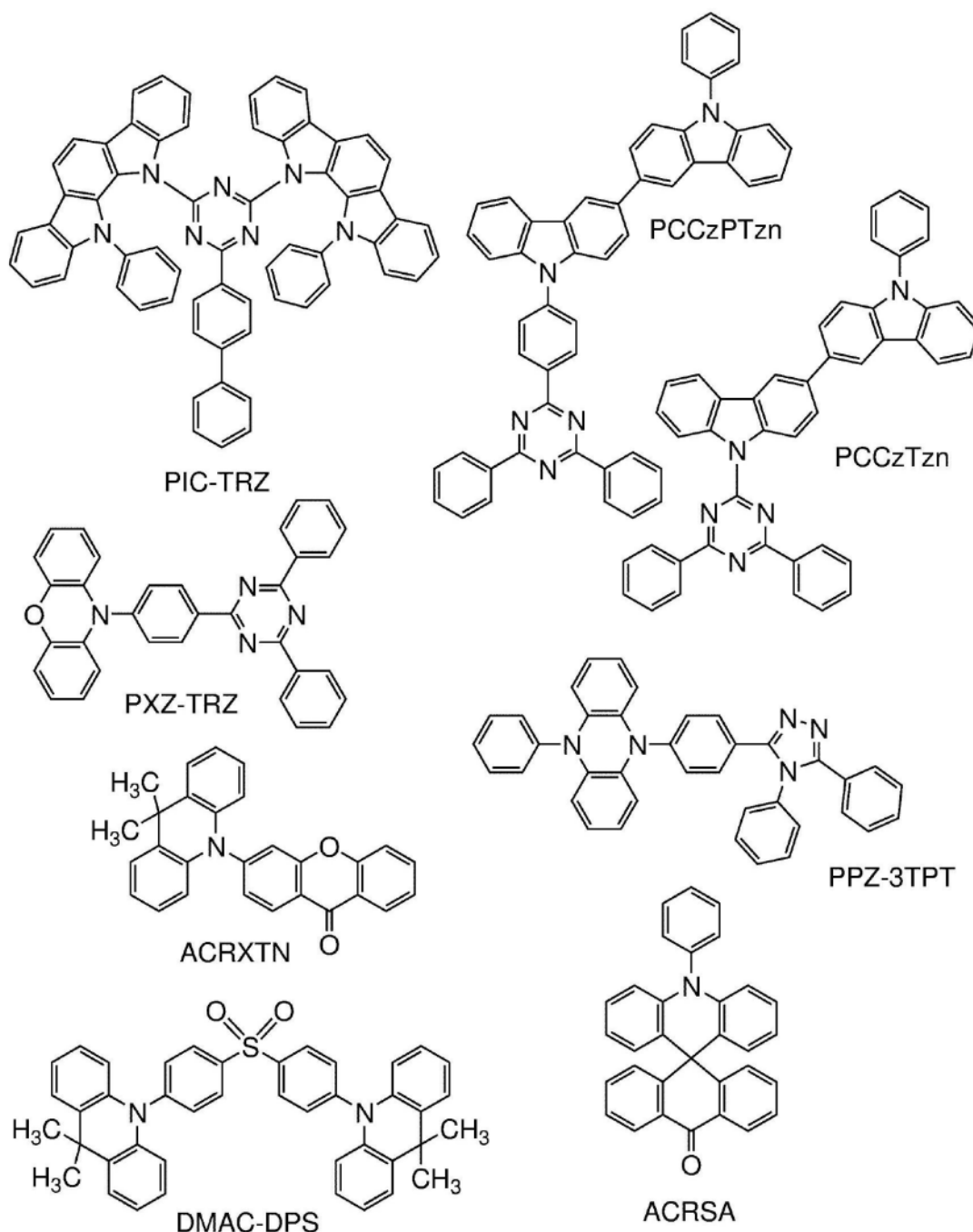


[0175] 此外,例如可以将具有富 π 电子型杂芳环和缺 π 电子型杂芳环中的一方或双方的杂

环化合物用于TADF材料。

[0176] 具体而言,可以使用以下述结构式表示的2-(联苯-4-基)-4,6-双(12-苯基吲哚并[2,3-a]咔唑-11-基)-1,3,5-三嗪(简称:PIC-TRZ)、9-(4,6-二苯基-1,3,5-三嗪-2-基)-9'-苯基-9H,9'-H-3,3'-联咔唑(简称:PCCzTzn)、2-{4-[3-(N-苯基-9H-咔唑-3-基)-9H-咔唑-9-基]苯基}-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(简称:PCCzPTzn)、2-[4-(10H-吩恶嗪-10-基)苯基]-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(简称:PXZ-TRZ)、3-[4-(5-苯基-5,10-二氢吩嗪-10-基)苯基]-4,5-二苯基-1,2,4-三唑(简称:PPZ-3TPT)、3-(9,9-二甲基-9H-吡啶-10-基)-9H-氧杂蒽-9-酮(简称:ACRXTN)、双[4-(9,9-二甲基-9,10-二氢吡啶)苯基]硫磺(简称:DMAC-DPS)、10-苯基-10H,10'-H-螺[吡啶-9,9'-蒽]-10'-酮(简称:ACRSA)等。

[0177] [化学式11]



[0178] 该杂环化合物具有富 π 电子型杂芳环和缺 π 电子型杂芳环,电子传输性和空穴传输性都高,所以是优选的。尤其是,在具有缺 π 电子杂芳环的骨架中,吡啶骨架、二嗪骨架(嘧啶骨架、吡嗪骨架、哒嗪骨架)及三嗪骨架稳定且可靠性良好,所以是优选的。尤其是,苯并呋喃并嘧啶骨架、苯并噻吩并嘧啶骨架、苯并呋喃并吡嗪骨架、苯并噻吩并吡嗪骨架的受主性高且可靠性良好,所以是优选的。

[0179] 此外,在具有富 π 电子型杂芳环的骨架中,吡啶骨架、吩恶嗪骨架、吩噻嗪骨架、呋喃骨架、噻吩骨架及吡咯骨架稳定且可靠性良好,所以优选具有上述骨架中的至少一个。此外,作为呋喃骨架优选使用二苯并呋喃骨架,作为噻吩骨架优选使用二苯并噻吩骨架。作为吡咯骨架,特别优选使用吡咯骨架、吡唑骨架、吡唑吡唑骨架、联吡唑骨架、3-(9-苯基-9H-吡唑-3-基)-9H-吡唑骨架。

[0180] 在富 π 电子型杂芳环和缺 π 电子型杂芳环直接键合的物质中,富 π 电子杂芳环的电子供给性和缺 π 电子型杂芳环的电子接收性都高而S1能级与T1能级之间的能量差变小,可以高效地获得热活化延迟荧光,所以是特别优选的。此外,也可以使用键合有如氰基等吸电子基团的芳香环代替缺 π 电子型杂芳环。此外,作为富 π 电子骨架,可以使用芳香胺骨架、吩噻骨架等。

[0181] 此外,作为缺 π 电子骨架,可以使用氧杂蒽骨架、二氧化噻吨(thioxanthene dioxide)骨架、恶二唑骨架、三唑骨架、咪唑骨架、蒽醌骨架、苯基硼烷或boranthrene等含硼骨架、苯甲腈或氰苯等具有腈基或氰基的芳香环或杂芳环、二苯甲酮等羰骨架、氧化膦骨架、砷骨架等。

[0182] 如此,可以使用缺 π 电子骨架及富 π 电子骨架代替缺 π 电子杂芳环和富 π 电子杂芳环中的至少一个。

[0183] <<层711X的结构例子2>>

可以将具有载流子传输性的材料用于主体材料。例如,可以将具有空穴传输性的材料、具有电子传输性的材料、呈现热活化延迟荧光(TADF)的物质、具有蒽骨架的材料及混合材料等用于主体材料。注意,优选将其带隙大于层711X中的发光材料的材料用于主体材料。因此,可以抑制从层711X所产生的激子向主体材料的能量转移。

[0184] [具有空穴传输性的材料]

可以将空穴迁移率为 $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以上的材料用于具有空穴传输性的材料。

[0185] 例如,可以将可用于层712X的具有空穴传输性的材料用于层711X。具体而言,可以将可用于空穴传输层的具有空穴传输性的材料用于层711X。

[0186] [具有电子传输性的材料]

例如,可以将金属配合物或具有缺 π 电子杂芳环骨架的有机化合物用于具有电子传输性的材料。

[0187] 例如,可以将可用于层713X的具有电子传输性的材料用于层711X。具体而言,可以将可用于电子传输层的具有电子传输性的材料用于层711X。

[0188] [具有蒽骨架的材料]

可以将具有蒽骨架的有机化合物用于主体材料。尤其是,在作为发光物质使用荧光发光物质时,具有蒽骨架的有机化合物很合适。由此,可以实现发光效率及耐久性良好的发光器件。

[0189] 作为具有蒽骨架的有机化合物,具有二苯基蒽骨架,尤其是具有9,10-二苯基蒽骨架的有机化合物在化学上稳定,所以是优选的。此外,在主体材料具有咔唑骨架时,空穴的注入及传输性提高,所以是优选的。尤其是,在主体材料具有二苯并咔唑骨架的情况下,其HOMO能级比咔唑浅0.1eV左右,不仅空穴容易注入,而且空穴传输性及耐热性也得到提高,所以是优选的。注意,从空穴的注入及传输性的观点来看,也可以使用苯并芴骨架或二苯并芴骨架代替咔唑骨架。

[0190] 因此,作为主体材料优选使用具有9,10-二苯基蒽骨架和咔唑骨架的物质、具有9,10-二苯基蒽骨架和苯并咔唑骨架的物质、具有9,10-二苯基蒽骨架和二苯并咔唑骨架的物质。

[0191] 例如,可以使用6-[3-(9,10-二苯基-2-蒽)苯基]-苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃(简称:2mBnfPPA)、9-苯基-10-[4-(9-苯基-9H-芴-9-基)联苯-4'-基]蒽(简称:FLPPA)、9-(1-萘基)-10-[4-(2-萘基)苯基]蒽(简称: α N- β NPAnth)、9-苯基-3-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-9H-咔唑(简称:PCzPA)、9-[4-(10-苯基-9-蒽基(anthracenyl))苯基]-9H-咔唑(简称:CzPA)、7-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-7H-二苯并[c,g]咔唑(简称:cgDBCzPA)、3-[4-(1-萘基)-苯基]-9-苯基-9H-咔唑(简称:PCPN)等。

[0192] 尤其是,CzPA、cgDBCzPA、2mBnfPPA、PCzPA呈现非常良好的特性。

[0193] [呈现热活化延迟荧光(TADF)的物质]

可以将TADF材料用于主体材料。TADF材料可以通过反系间窜跃将三重激发能转换为单重激发能。此外,载流子优选在TADF材料中再结合。由此,可以高效地通过反系间窜跃将因载流子再结合而产生的三重激发能转换为单重激发能。此外,可以将激发能转移到发光物质。换言之,TADF材料被用作能量施主,发光物质被用作能量受主。由此,可以提高发光器件的发光效率。

[0194] 作为能量受主,可以适当地使用荧光发光物质。尤其是在TADF材料的S1能级比荧光发光物质的S1能级高的情况下,可以得到高发光效率。此外,TADF材料的T1能级更优选比荧光发光物质的S1能级高。此外,TADF材料的T1能级更优选比荧光发光物质的T1能级高。

[0195] 此外,优选使用呈现与荧光发光物质的最低能量一侧的吸收带的波长重叠的发光的TADF材料。由此,激发能容易从TADF材料转移到荧光发光物质,可以高效地得到发光。

[0196] 此外,被用作能量受主的荧光发光物质优选包含发光体(发光因素骨架)及位于该发光体周围的保护基。此外,更优选包含多个保护基。由此,可以抑制在TADF材料中生成的三重激发能转移到荧光发光物质的三重激发能。

[0197] 在此,发光体是指在荧光发光物质中成为发光的原因的原子团(骨架)。发光体优选为具有 π 键的骨架,优选包含芳香环,并优选具有稠合芳香环或稠合杂芳环。

[0198] 作为稠合芳香环或稠合杂芳环,可以举出菲骨架、二苯乙烯骨架、吡啶酮骨架、吩恶嗪骨架、吩噻嗪骨架等。尤其是,具有萘骨架、蒽骨架、芴骨架、蒹骨架、三亚苯骨架、并四苯骨架、苝骨架、花骨架、香豆素骨架、喹吡啶酮骨架、萘并双苯并呋喃骨架的荧光发光物质具有高荧光量子产率,所以是优选的。

[0199] 此外,作为配置在发光体周围的保护基,优选为不具有 π 键的取代基。例如,优选为饱和烃,具体而言,可以使用甲基、碳原子数为3以上且10以下的具有支链的烷基、形成环的碳原子数为3以上且10以下的取代或未取代的环烷基、碳原子数为3以上且10以下的三烷基

硅基作为保护基。不具有 π 键的取代基缺少传输载流子的功能。由此,可以在几乎不影响到载流子传输或载流子再结合的状态下使荧光发光物质的发光体远离TADF材料,以适当地设定TADF材料与荧光发光物质的发光体之间的距离。此外,可以抑制基于德克斯特机理的能量转移,并可以促进基于福斯特机理的能量转移。

[0200] 例如,可以将可用于发光材料的TADF材料用于主体材料。

[0201] [混合材料的结构例子1]

此外,可以将混合多种物质的材料用于主体材料。例如,可以将具有电子传输性的材料和具有空穴传输性的材料用于混合材料。在混合材料中具有空穴传输性的材料和具有电子传输性的材料的重量比为(具有空穴传输性的材料/具有电子传输性的材料) = (1/19)以上且(19/1)以下即可。由此,可以容易调整层711X的载流子传输性。此外,可以更简便地进行再结合区域的控制。

[0202] [混合材料的结构例子2]

可以将混合磷光发光物质的材料用于主体材料。磷光发光物质在作为发光物质使用荧光发光物质时可以被用作对荧光发光物质供应激发能的能量施主。

[0203] 在将混合磷光发光物质的材料用于主体材料的情况下,磷光发光物质优选包含保护基。此外,更优选包含多个保护基。

[0204] 此外,作为保护基,优选为不具有 π 键的取代基。例如,优选为饱和烃,具体而言,可以使用碳原子数为3以上且10以下的具有支链的烷基、形成环的碳原子数为3以上且10以下的取代或未取代的环烷基、碳原子数为3以上且10以下的三烷基硅基作为保护基。不具有 π 键的取代基缺少传输载流子的功能。由此,可以在几乎不影响到载流子传输或载流子再结合的状态下使荧光发光物质的发光体远离磷光发光物质,以适当地设定磷光发光物质与荧光发光物质的发光体之间的距离。此外,可以抑制基于德克斯特机理的能量转移,并可以促进基于福斯特机理的能量转移。

[0205] 基于同样的理由,在将混合磷光发光物质的材料用于主体材料的情况下,荧光发光物质优选包含发光体(发光因素骨架)及位于该发光体周围的保护基。此外,更优选包含多个保护基。

[0206] [混合材料的结构例子3]

此外,可以将包含形成激基复合物的材料的混合材料用于主体材料。例如,可以将所形成的激基复合物的发射光谱与发光物质的最低能量一侧的吸收带的波长重叠的材料用于主体材料。因此,可以使能量转移变得顺利,从而提高发光效率。此外,可以抑制驱动电压。通过采用这样的结构,可以高效地得到利用从激基复合物到发光物质(磷光材料)的能量转移的ExTET(Exciplex-Triplet Energy Transfer:激基复合物-三重态能量转移)的发光。

[0207] 可以将磷光发光物质用于形成激基复合物的材料的至少一个。由此,可以利用反系间窜跃。或者,可以高效地将三重激发能转换为单重激发能。

[0208] 作为形成激基复合物的材料的组合,具有空穴传输性的材料的HOMO能级优选为具有电子传输性的材料的HOMO能级以上。或者,具有空穴传输性的材料的LUMO能级优选为具有电子传输性的材料的LUMO能级以上。由此,可以高效地形成激基复合物。此外,材料的LUMO能级及HOMO能级可以从电化学特性(还原电位及氧化电位)求出。具体而言,可以利用

循环伏安法(CV)测定法测量还原电位及氧化电位。

[0209] 注意,激基复合物的形成例如可以通过如下方法确认:对具有空穴传输性的材料的发射光谱、具有电子传输性的材料的发射光谱及混合这些材料而成的混合膜的发射光谱进行比较,当观察到混合膜的发射光谱比各材料的发射光谱向长波长一侧漂移(或者在长波长一侧具有新的峰)的现象时说明形成有激基复合物。或者,对具有空穴传输性的材料的瞬态光致发光(PL)、具有电子传输性的材料的瞬态PL及混合这些材料而成的混合膜的瞬态PL进行比较,当观察到混合膜的瞬态PL寿命与各材料的瞬态PL寿命相比具有长寿命成分或者延迟成分的比率变大等瞬态响应不同时说明形成有激基复合物。此外,可以将上述瞬态PL称为瞬态电致发光(EL)。换言之,对具有空穴传输性的材料的瞬态EL、具有电子传输性的材料的瞬态EL及这些材料的混合膜的瞬态EL进行比较,观察瞬态响应的不同,可以确认激基复合物的形成。

[0210] <<中间层706X的结构例子>>

中间层706X具有向单元703X和单元703X2中的一个供应电子并向其中另一个供应空穴的功能。

[0211] 中间层706X可以使用单层或由多个层构成的叠层。例如,中间层706X包括层706X1、层706X2及层706X3。层706X2夹在层706X1与单元703X之间,层706X2与单元703X接触。层706X3夹在层706X1与层706X2之间。

[0212] <<层706X2的结构例子>>

例如,可以将具有电子注入性的材料用于层706X2。此外,可以将层706X2称为电子注入层。

[0213] 具体而言,可以将具有电子供给性的物质用于层706X2。或者,可以将具有电子供给性的物质及具有电子传输性的材料的复合材料用于层706X2。注意,在层叠层713X和层706X2的情况下,有时包含在层706X2中的具有电子供给性的物质扩散到层713X,而形成包含在层713X中的有机化合物L和具有电子供给性的物质的混合层。

[0214] 由此,可以抑制发光器件130X的驱动电压的上升。此外,可以在抑制电流密度的同时获得高亮度发光。其结果是,可以提供一种方便性、实用性或可靠性良好的新颖显示装置。

[0215] [具有电子供给性的物质]

例如,可以将碱金属、碱土金属、稀土金属或它们的化合物(氧化物、卤化物、碳酸盐等)用作具有电子供给性的物质。此外,可以将四硫并四苯(tetrathianaphthacene)(简称:TTN)、二茂镍、十甲基二茂镍等有机化合物用作具有电子供给性的物质。

[0216] 作为碱金属化合物(包括氧化物、卤化物、碳酸盐),可以使用氧化锂、氟化锂(LiF)、氟化铯(CsF)、碳酸锂、碳酸铯、8-羟基喹啉-锂(简称:Liq)等。

[0217] 作为碱土金属化合物(包括氧化物、卤化物、碳酸盐),可以使用氟化钙(CaF₂)等。

[0218] [复合材料的结构例子1]

此外,可以将复合多种物质的材料用于具有电子注入性材料。例如,可以将具有电子供给性的物质及具有电子传输性的材料用于复合材料。

[0219] [具有电子传输性的材料]

例如,可以将金属配合物或具有缺 π 电子杂芳环骨架的有机化合物用于具有电子

传输性的材料。

[0220] 例如,可以将可用于单元703X的具有电子传输性的材料用于复合材料。尤其是,有机化合物L可以适合用于复合材料。

[0221] <<层706X1的结构例子>>

例如,可以将如下材料用于层706X1,即通过施加电压对阳极一侧供应电子且对阴极一侧供应空穴的材料。具体而言,可以将电子供应到配置在阳极一侧的单元703X,并可以将空穴供应到配置在阴极一侧的单元703X2。此外,可以将层706X1称为电荷产生层。

[0222] 可以将具有受主性的物质用于层706X1。或者,可以将包含多种物质的复合材料用于层706X1。此外,包含该复合材料的层706X1优选具有 $1 \times 10^2 [\Omega \cdot \text{cm}]$ 以上且 $1 \times 10^8 [\Omega \cdot \text{cm}]$ 以下的电阻率。

[0223] [具有受主性的物质]

可以将有机化合物及无机化合物用于具有受主性的物质。具有受主性的物质借助于施加电场而能够从相邻的空穴传输层或具有空穴传输性的材料抽出电子。

[0224] 例如,可以将具有吸电子基团(卤基或氰基)的有机化合物用于具有受主性的物质。此外,具有受主性的有机化合物容易蒸镀并沉积。因此,可以提高发光器件的生产率。

[0225] 具体而言,可以使用7,7,8,8-四氰-2,3,5,6-四氟醌二甲烷(简称: $\text{F}_4\text{-TCNQ}$)、氯醌-2,3,6,7,10,11-六氰-1,4,5,8,9,12-六氮杂三亚苯(简称:HAT-CN)、1,3,4,5,7,8-六氟四氰(hexafluorotetracyano)-萘醌二甲烷(naphthoquinodimethane)(简称: F6-TCNNQ)、2-(7-二氰基亚甲基-1,3,4,5,6,8,9,10-八氟-7H-茈-2-亚基)丙二腈等。

[0226] 尤其是,HAT-CN这样的吸电子基团键合于具有多个杂原子的稠合芳香环的化合物热稳定,所以是优选的。

[0227] 此外,包括吸电子基团(尤其是如氟基等卤基或氰基)的[3]轴烯衍生物的电子接收性非常高,所以是优选的。

[0228] 具体而言,可以使用 $\alpha, \alpha', \alpha''$ -1,2,3-环丙烷三亚基(ylidene)三[4-氰-2,3,5,6-四氟苯乙腈]、 $\alpha, \alpha', \alpha''$ -1,2,3-环丙烷三亚基三[2,6-二氯-3,5-二氟-4-(三氟甲基)苯乙腈]、 $\alpha, \alpha', \alpha''$ -1,2,3-环丙烷三亚基三[2,3,4,5,6-五氟苯乙腈]等。

[0229] 此外,可以将过渡金属氧化物用于具有受主性的物质。

[0230] 具体而言,可以将钼氧化物、钒氧化物、钽氧化物、钨氧化物、锰氧化物等用于具有受主性的物质。

[0231] 此外,可以使用酞菁类配合物化合物如酞菁(简称: H_2Pc)或酞菁铜(CuPc)等;具有芳香胺骨架的化合物如4,4'-双[N-(4-二苯基氨基苯基)-N-苯基氨基]联苯(简称:DPAB)、N,N'-双{4-[双(3-甲基苯基)氨基]苯基}-N,N'-二苯基-(1,1'-联苯)-4,4'-二胺(简称:DNTPD)等。

[0232] 此外,可以使用聚(3,4-乙烯二氧噻吩)/聚苯乙烯磺酸(PEDOT/PSS)等高分子等。

[0233] [复合材料的结构例子1]

此外,例如可以将包含具有受主性的物质及具有空穴传输性的材料的复合材料用于层706X1。

[0234] 例如,可以将具有芳香胺骨架的化合物、咪唑衍生物、芳烃、具有乙烯基的芳烃、高分子化合物(低聚物、树枝状聚合物、聚合物等)等用于复合材料中的具有空穴传输性的材

料。此外,可以将空穴迁移率为 $1 \times 10^{-6} \text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上的材料适合用于复合材料中的具有空穴传输性的材料。

[0235] 此外,可以将具有较深HOMO能级的物质适合用于复合材料中的具有空穴传输性的材料。具体而言,HOMO能级优选为-5.7eV以上且-5.3eV以下。由此,可以容易将空穴注入到单元703X2。此外,可以容易将空穴注入到层712X2。此外,可以提高发光器件的可靠性。

[0236] 作为具有芳香胺骨架的化合物,例如可以使用N,N'-二(对甲苯基)-N,N'-二苯基-对亚苯基二胺(简称:DTDPPA)、4,4'-双[N-(4-二苯基氨基苯基)-N-苯基氨基]联苯(简称:DPAB)、N,N'-双{4-[双(3-甲基苯基)氨基]苯基}-N,N'-二苯基-(1,1'-联苯)-4,4'-二胺(简称:DNTPD)、1,3,5-三[N-(4-二苯基氨基苯基)-N-苯基氨基]苯(简称:DPA3B)等。

[0237] 作为咔唑衍生物,例如可以使用3-[N-(9-苯基咔唑-3-基)-N-苯基氨基]-9-苯基咔唑(简称:PCzPCA1)、3,6-双[N-(9-苯基咔唑-3-基)-N-苯基氨基]-9-苯基咔唑(简称:PCzPCA2)、3-[N-(1-萘基)-N-(9-苯基咔唑-3-基)氨基]-9-苯基咔唑(简称:PCzPCN1)、4,4'-二(N-咔唑基)联苯(简称:CBP)、1,3,5-三[4-(N-咔唑基)苯基]苯(简称:TCPB)、9-[4-(10-苯基-9-蒎基)苯基]-9H-咔唑(简称:CzPA)、1,4-双[4-(N-咔唑基)苯基]-2,3,5,6-四苯基苯等。

[0238] 作为芳烃,例如可以使用2-叔丁基-9,10-二(2-萘基)蒎(简称:t-BuDNA)、2-叔丁基-9,10-二(1-萘基)蒎、9,10-双(3,5-二苯基苯基)蒎(简称:DPPA)、2-叔丁基-9,10-双(4-苯基苯基)蒎(简称:t-BuDBA)、9,10-二(2-萘基)蒎(简称:DNA)、9,10-二苯基蒎(简称:DPAnth)、2-叔丁基蒎(简称:t-BuAnth)、9,10-双(4-甲基-1-萘基)蒎(简称:DMNA)、2-叔丁基-9,10-双[2-(1-萘基)苯基]蒎、9,10-双[2-(1-萘基)苯基]蒎、2,3,6,7-四甲基-9,10-二(1-萘基)蒎、2,3,6,7-四甲基-9,10-二(2-萘基)蒎、9,9'-联蒎、10,10'-二苯基-9,9'-联蒎、10,10'-双(2-苯基苯基)-9,9'-联蒎、10,10'-双[(2,3,4,5,6-五苯基)苯基]-9,9'-联蒎、蒎、并四苯、红荧烯、花、2,5,8,11-四(叔丁基)花、并五苯、晕苯等。

[0239] 作为具有乙烯基的芳烃,例如可以使用4,4'-双(2,2-二苯基乙烯基)联苯(简称:DPVBi)、9,10-双[4-(2,2-二苯基乙烯基)苯基]蒎(简称:DPVPA)等。

[0240] 作为高分子化合物,例如可以使用聚(N-乙烯基咔唑)(简称:PVK)、聚(4-乙烯基三苯胺)(简称:PVTPA)、聚[N-(4-{N'-[4-(4-二苯基氨基)苯基]苯基-N'-苯基氨基}苯基)甲基丙烯酸酰胺](简称:PTPDMA)、聚[N,N'-双(4-丁基苯基)-N,N'-双(苯基)联苯胺](简称:Poly-TPD)等。

[0241] 此外,例如可以将具有咔唑骨架、二苯并呋喃骨架、二苯并噻吩骨架及蒎骨架中的任意个的物质适合用于复合材料中的具有空穴传输性的材料。此外,可以将如下物质用于复合材料中的具有空穴传输性的材料,即包含具有包括二苯并呋喃环或二苯并噻吩环的取代基的芳香胺、包括萘环的芳香单胺或者9-苄基通过亚芳基键合于胺的氮的芳香单胺的物质。注意,当使用包括N,N-双(4-联苯)氨基的物质时,可以提高发光器件的可靠性。

[0242] 作为这些材料,例如可以使用N-(4-联苯)-6,N-二苯基苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃-8-胺(简称:BnfABP)、N,N-双(4-联苯)-6-苯基苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃-8-胺(简称:BBABnf)、4,4'-双(6-苯基苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃-8-基)-4''-苯基三苯基胺(简称:BnfBB1BP)、N,N-双(4-联苯)苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃-6-胺(简称:BBABnf(6))、N,N-双(4-联苯)苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃-8-胺(简称:BBABnf(8))、N,N-双(4-联苯)苯并[b]萘并[2,

3-d]呋喃-4-胺(简称:BBABnf (II) (4))、N,N-双[4-(二苯并呋喃-4-基)苯基]-4-氨基-对三联苯基(简称:DBfBB1TP)、N-[4-(二苯并噻吩-4-基)苯基]-N-苯基-4-联苯胺(简称:ThBA1BP)、4-(2-萘基)-4',4''-二苯基三苯基胺(简称:BBAβNB)、4-[4-(2-萘基)苯基]-4',4''-二苯基三苯基胺(简称:BBAβNBi)、4,4'-二苯基-4''-(6;1'-联萘基-2-基)三苯基胺(简称:BBAαNβNB)、4,4'-二苯基-4''-(7;1'-联萘基-2-基)三苯基胺(简称:BBAαNβNB-03)、4,4'-二苯基-4''-(7-苯基)萘基-2-基三苯基胺(简称:BBAPβNB-03)、4,4'-二苯基-4''-(6;2'-联萘基-2-基)三苯基胺(简称:BBA(βN2)B)、4,4'-二苯基-4''-(7;2'-联萘基-2-基)三苯基胺(简称:BBA(βN2)B-03)、4,4'-二苯基-4''-(4;2'-联萘基-1-基)三苯基胺(简称:BBAβNαNB)、4,4'-二苯基-4''-(5;2'-联萘基-1-基)三苯基胺(简称:BBAβNαNB-02)、4-(4-联苯基)-4'-(2-萘基)-4''-苯基三苯基胺(简称:TPBiAβNB)、4-(3-联苯基)-4'-[4-(2-萘基)苯基]-4''-苯基三苯基胺(简称:mTPBiAβNBi)、4-(4-联苯基)-4'-[4-(2-萘基)苯基]-4''-苯基三苯基胺(简称:TPBiAβNBi)、4-苯基-4'-(1-萘基)三苯基胺(简称:αNBA1BP)、4,4'-双(1-萘基)三苯基胺(简称:αNBB1BP)、4,4'-二苯基-4''-[4'-(呋唑-9-基)联苯-4-基]三苯基胺(简称:YGTBi1BP)、4'-[4-(3-苯基-9H-呋唑-9-基)苯基]三(1,1'-联苯-4-基)胺(简称:YGTBi1BP-02)、4-[4'-(呋唑-9-基)联苯-4-基]-4'-(2-萘基)-4''-苯基三苯基胺(简称:YGTBiβNB)、N-[4-(9-苯基-9H-呋唑-3-基)苯基]-N-[4-(1-萘基)苯基]-9,9'-螺二[9H-苄]-2-胺(简称:PCBNBSF)、N,N-双(联苯-4-基)-9,9'-螺二[9H-苄]-2-胺(简称:BBASF)、N,N-双(1,1'-联苯-4-基)-9,9'-螺二[9H-苄]-4-胺(简称:BBASF(4))、N-(1,1'-联苯-2-基)-N-(9,9-二甲基-9H-苄-2-基)-9,9'-螺二[9H-苄]-4-胺(简称:oFBiSF)、N-(4-联苯)-N-(9,9-二甲基-9H-苄-2-基)二苯并呋喃-4-胺(简称:FrBiF)、N-[4-(1-萘基)苯基]-N-[3-(6-苯基二苯并呋喃-4-基)苯基]-1-萘基胺(简称:mPDBfBNBN)、4-苯基-4'-(9-苯基苄-9-基)三苯基胺(简称:BPAFLP)、4-苯基-3'-(9-苯基苄-9-基)三苯基胺(简称:mBPAFLP)、4-苯基-4'-[4-(9-苯基苄-9-基)苯基]三苯基胺(简称:BPAFLBi)、4-苯基-4'-(9-苯基-9H-呋唑-3-基)三苯基胺(简称:PCBA1BP)、4,4'-二苯基-4''-(9-苯基-9H-呋唑-3-基)三苯基胺(简称:PCBBi1BP)、4-(1-萘基)-4'-(9-苯基-9H-呋唑-3-基)三苯基胺(简称:PCBANB)、4,4'-二(1-萘基)-4''-(9-苯基-9H-呋唑-3-基)三苯基胺(简称:PCBNBB)、N-苯基-N-[4-(9-苯基-9H-呋唑-3-基)苯基]螺-9,9'-二苄-2-胺(简称:PCBASf)、N-(1,1'-联苯-4-基)-N-[4-(9-苯基-9H-呋唑-3-基)苯基]-9,9-二甲基-9H-苄-2-胺(简称:PCBBiF)、N,N-双(9,9-二甲基-9H-苄-2-基)-9,9'-螺二-9H-苄-4-胺、N,N-双(9,9-二甲基-9H-苄-2-基)-9,9'-螺二-9H-苄-3-胺、N,N-双(9,9-二甲基-9H-苄-2-基)-9,9'-螺二-9H-苄-2-胺、N,N-双(9,9-二甲基-9H-苄-2-基)-9,9'-螺二-9H-苄-1-胺等。

[0243] <<层706X3的结构例子>>

例如,可以将具有电子传输性的材料用于层706X3。此外,可以将层706X3称为电子中继层。通过使用层706X3,可以使接触于层706X3的阳极侧的层远离接触于层706X3的阴极侧的层。此外,可以减轻接触于层706X3的阳极侧的层和接触于层706X3的阴极侧的层间的相互作用。此外,可以向接触于层706X3的阳极侧的层顺利地供应电子。

[0244] 可以将如下物质适合用于层706X3,即其LUMO能级位于接触于层706X3的阴极侧的层中的具有受主性的物质的LUMO能级与接触于层706X3的阳极侧的层中的物质的LUMO能级间的物质。

[0245] 例如,可以将如下材料用于层706X3,即在-5.0eV以上,优选在-5.0eV以上且-3.0eV以下,更优选在-4.0eV以上且-3.3eV以下的范围内具有LUMO能级的材料。

[0246] 此外,可以使用包含不成对电子的材料。具体而言,可以将酞菁类材料用于层706X3。此外,可以将具有金属-氧键合和芳香配体的金属配合物用于层706X3。

[0247] <发光器件130X的结构例子2>

发光器件130X包括电极111X、电极115X、单元703X以及层704X。

[0248] 层704X具有夹在电极111X与单元703X之间的区域。

[0249] <<电极111X的结构例子>>

例如,可以将导电材料用于电极111X。具体而言,可以将包含金属、合金或导电化合物的膜的单层或叠层用于电极111X。

[0250] 例如,可以将高效地反射光的膜用于电极111X。具体而言,可以将包含银及铜等的合金、包含银及钯等的合金或铝等金属膜用于电极111X。

[0251] 此外,例如可以将使光的一部分透过并反射光的其他部分的金属膜用于电极111X。由此,可以使发光器件130X具有微腔结构。此外,与其他的光相比可以更高效地提取规定波长的光。此外,可以提取光谱的半宽窄的光。此外,可以提取鲜明的颜色的光。

[0252] 此外,例如可以将对可见光具有透光性的膜用于电极111X。具体而言,可以将薄到透射光的程度的金属膜、合金膜或导电氧化物膜等的单层或叠层用于电极111X。

[0253] 尤其是,可以将具有4.0eV以上的功函数的材料适当地用于电极111X。

[0254] 例如,可以使用包含铟的导电氧化物。具体而言,可以使用氧化铟、氧化铟-氧化锡(简称:ITO)、包含硅或氧化硅的氧化铟-氧化锡(简称:ITSO)、氧化铟-氧化锌、包含氧化钨及氧化锌的氧化铟(简称:IWZO)等。

[0255] 此外,例如可以使用包含锌的导电氧化物。具体而言,可以使用氧化锌、添加有镓的氧化锌、添加有铝的氧化锌等。

[0256] 此外,例如可以使用金(Au)、铂(Pt)、镍(Ni)、钨(W)、铬(Cr)、钼(Mo)、铁(Fe)、钴(Co)、铜(Cu)、钯(Pd)或金属材料的氮化物(例如,氮化钛)等。此外,可以使用石墨烯。

[0257] <<层704X的结构例子>>

例如,可以将具有空穴注入性的材料用于层704X。此外,可以将层704X称为空穴注入层。

[0258] 具体而言,可以将具有受主性的物质用于层704X。此外,可以将包含多种物质的复合材料用于层704X。由此,例如可以容易从电极111X注入空穴。此外,可以降低发光器件的驱动电压。

[0259] [具有受主性的物质]

例如,可以将可用于层706X1的具有受主性的物质用于层704X。

[0260] [复合材料的结构例子1]

此外,例如,可以将包含具有受主性的物质及具有空穴传输性的材料的复合材料用于层704X。具体而言,可以将可用于层706X1的复合材料用于层704X。此外,包含该复合材料的层704X优选具有 $1 \times 10^2 [\Omega \cdot \text{cm}]$ 以上且 $1 \times 10^8 [\Omega \cdot \text{cm}]$ 以下的电阻率。

[0261] 由此,可以容易将空穴注入到单元703X。此外,可以容易将空穴注入到层712X。此外,可以提高发光器件的可靠性。

[0262] <发光器件130X的结构例子3>

此外,发光器件130X包括电极111X、电极115X、单元703X2及层114X。

[0263] 电极115X具有与电极111X重叠的区域,单元703X2具有夹在电极115X与电极111X之间的区域。另外,层114X具有夹在电极115X与单元703X2之间的区域。

[0264] <<电极115X的结构例子>>

例如,可以将导电材料用于电极115X。具体而言,可以将包含金属、合金或导电化合物的膜的单层或叠层用于电极115X。此外,可以与其他发光器件共同使用导电材料。例如,可以将公共电极115的一部分用作电极115X。

[0265] 例如,可以将可用于电极111X的材料用于电极115X。尤其是,可以将与电极111X相比小功函数的材料适当地用于电极115X。具体而言,优选使用具有3.8eV以下的功函数的材料。

[0266] 例如,可以将属于元素周期表中的第1族的元素、属于元素周期表中的第2族的元素、稀土金属及包含它们的合金用于电极115X。

[0267] 具体而言,可以将锂(Li)、铯(Cs)等、镁(Mg)、钙(Ca)、锶(Sr)等、铕(Eu)、镱(Yb)等及包含它们的合金(MgAg、AlLi)用于电极115X。

[0268] <<层114X的结构例子>>

例如,可以将具有电子注入性的材料用于层114X。此外,可以将层114X称为电子注入层。此外,可以与其他发光器件共同使用具有电子注入性的材料。例如,可以将公共层114的一部分用作层114X。

[0269] 具体而言,可以将具有电子供给性的物质用于层114X。或者,可以将具有电子供给性的物质及具有电子传输性的材料的复合材料用于层114X。或者,可以将电子化合物用于层114X。由此,例如可以从电极115X容易注入电子。或者,除了功函数较小的材料以外,还可以将功函数较大的材料用于电极115X。或者,不依赖于功函数,可以从宽范围的材料中选择用于电极115X的材料。具体而言,可以将Al、Ag、ITO、包含硅或氧化硅的氧化铟-氧化锡等用于电极115X。或者,可以降低发光器件的驱动电压。

[0270] [具有电子供给性的物质]

例如,可以将碱金属、碱土金属、稀土金属或它们的化合物(氧化物、卤化物、碳酸盐等)用作具有电子供给性的物质。此外,可以将四硫并四苯(tetrathianaphthacene)(简称:TTN)、二茂镍、十甲基二茂镍等有机化合物用作具有电子供给性的物质。

[0271] 作为碱金属化合物(包括氧化物、卤化物、碳酸盐),可以使用氧化锂(Li₂O)、氟化锂(LiF)、氟化铯(CsF)、碳酸锂、碳酸铯、8-羟基喹啉-锂(简称:Liq)等。

[0272] 作为碱土金属化合物(包括氧化物、卤化物、碳酸盐),可以使用氟化钙(CaF₂)等。

[0273] [复合材料的结构例子1]

此外,可以将复合多种物质的材料用于具有电子注入性材料。例如,可以将具有电子供给性的物质及具有电子传输性的材料用于复合材料。

[0274] [具有电子传输性的材料]

例如,可以将金属配合物或具有缺 π 电子杂芳环骨架的有机化合物用于具有电子传输性的材料。

[0275] 具体而言,可以将可用于单元703X的具有电子传输性的材料用于复合材料。

[0276] [复合材料的结构例子2]

此外,可以将微晶状态的碱金属的氟化物和具有电子传输性的材料用于复合材料。此外,可以将微晶状态的碱土金属的氟化物及具有电子传输性的材料用于复合材料。尤其是,可以适合使用包含50wt%以上的碱金属的氟化物或碱土金属的氟化物的复合材料。此外,可以适合使用包含具有联吡啶骨架的有机化合物的复合材料。因此,可以降低层114X的折射率。此外,可以提高发光器件的外部量子效率。

[0277] [复合材料的结构例子3]

例如,可以将包含具有非共用电子对的第一有机化合物及第一金属的复合材料用于层114X。此外,第一有机化合物的电子数与第一金属的电子数的总和优选为奇数。此外,相对于第一有机化合物1摩尔的第一金属的摩尔比率优选为0.1以上且10以下,更优选为0.2以上且2以下,进一步优选为0.2以上且0.8以下。

[0278] 由此,具有非共用电子对的第一有机化合物可以与第一金属起到相互作用,形成单占据分子轨道(SOMO: Singly Occupied Molecular Orbital)。此外,在将电子从电极115X注入到层114X的情况下,可以降低两者之间存在的势垒。此外,第一金属与水或氧之间的反应性较弱,由此可以提高发光器件的抗湿性。

[0279] 此外,可以在层114X中使用一种复合材料,其中通过电子自旋共振(ESR: Electron spin resonance)测量的自旋密度优选为 1×10^{16} spins/cm³以上,更优选为 5×10^{16} spins/cm³以上,进一步优选为 1×10^{17} spins/cm³以上。

[0280] [具有非共用电子对的有机化合物]

例如,可以将具有电子传输性的材料用于具有非共用电子对的有机化合物。例如,可以使用具有缺电子杂芳环的化合物。具体而言,可以使用具有吡啶环、二嗪环(噻啶环、吡嗪环、哒嗪环)以及三嗪环中的至少一个的化合物。由此,可以降低发光器件的驱动电压。

[0281] 此外,具有非共用电子对的有机化合物的最低未占据分子轨道(LUMO: Lowest Unoccupied Molecular Orbital)能级优选为-3.6eV以上且-2.3eV以下。一般来说,可以使用循环伏安法(CV)、光电子能谱法、光吸收能谱法、逆光电子能谱法等估计有机化合物的HOMO能级及LUMO能级。

[0282] 例如,作为具有非共用电子对的有机化合物,可以使用4,7-二苯基-1,10-菲咯啉(简称:BPhen)、2,9-二(萘-2-基)-4,7-二苯基-1,10-菲咯啉(简称:NBPhen)、二喹喔啉并[2,3-a:2',3'-c]吩嗪(简称:HATNA)、2,4,6-三[3'-(吡啶-3-基)联苯基-3-基]-1,3,5-三嗪(简称:TmPPPyTz)等。此外,与BPhen相比,NBPhen具有高玻璃化转变温度(Tg),从而具有高耐热性。

[0283] 此外,例如,作为具有非共用电子对的有机化合物,可以使用酞菁铜。酞菁铜的电子数为奇数。

[0284] [第一金属]

例如,在具有非共用电子对的第一有机化合物的电子数为偶数的情况下,可以将属于元素周期表中的奇数族的金属及第一有机化合物的复合材料用于层114X。

[0285] 例如,第7族金属的锰(Mn)、第9族金属的钴(Co)、第11族金属的铜(Cu)、银(Ag)、金(Au)、第13族金属的铝(Al)、铟(In)都属于元素周期表中的奇数族。此外,与第7族或第9族元素相比,第11族元素具有低熔点,适合于真空蒸镀。尤其是,Ag的熔点低,因此这是优选

的。

[0286] 通过将Ag用于电极115X及层114X,可以提高层114X与电极115X的贴紧性。

[0287] 此外,在具有非共用电子对的第一有机化合物的电子数为奇数的情况下,可以将属于元素周期表中的偶数族的第一金属及第一有机化合物的复合材料用于层114X。例如,第8族金属的铁(Fe)属于元素周期表中的偶数族。

[0288] [电子化合物]

例如,可以将对钙和铝的混合氧化物以高浓度添加电子的物质等用于具有电子注入性的材料。

[0289] 本实施方式可以与本说明书所示的其他实施方式适当地组合。

[0290] (实施方式2)

在本实施方式中,使用图3至图10说明本发明的一个方式的显示装置。

[0291] 本发明的一个方式的显示装置包括根据发光颜色分别制造的发光器件且能够进行全彩色显示。

[0292] 有时将在各颜色的发光器件(例如蓝色(B)、绿色(G)及红色(R))中分别形成发光层或分别涂敷发光层的结构称为SBS(Side By Side)结构。SBS结构由于可以按每个发光器件使材料及结构最优化,材料及结构的选择自由度得到提高,可以容易实现亮度及可靠性的提高。

[0293] 在制造包括发光颜色不同的多个发光器件的显示装置时,需要将发光颜色不同的发光层分别形成为岛状。

[0294] 注意,在本说明书等中,岛状是指以同一工序形成并使用同一材料的两个以上的层物理分离的状态。例如,岛状发光层是指该发光层与相邻的发光层物理分离的状态。

[0295] 例如,通过使用金属掩模的真空蒸镀法,可以沉积岛状发光层。然而,这方法由于金属掩模的精度、金属掩模与衬底的错位、金属掩模的挠曲以及蒸气散射等所导致的沉积了的膜的轮廓变大等的各种影响,而岛状发光层的形状及位置与设计时的形状及位置产生偏差,难以实现显示装置的高清晰化及高开口率化。此外,在蒸镀中,有时因层的轮廓模糊而端部的厚度变小。就是说,有时根据位置而岛状发光层的厚度不同。另外,当制造大型且高分辨率或高清晰的显示装置时,有如下担忧:由于金属掩模的低尺寸精度、热等所引起的变形,制造成品率下降。

[0296] 于是,在制造本发明的一个方式的显示装置时,通过光刻法将发光层加工为微细图案而不使用金属掩模等的荫罩。具体而言,在各子像素中形成像素电极之后,横跨多个像素电极沉积发光层。然后,使用光刻法加工该发光层,对一个像素电极形成一个岛状发光层。由此,发光层按每个子像素分割,可以按每个子像素形成岛状发光层。

[0297] 注意,可想到在将上述发光层加工为岛状时利用光刻法直接对发光层进行加工的结构。在采用该结构时,发光层受伤(因加工导致的损伤等),有时显著降低可靠性。于是,在制造本发明的一个方式的显示装置时优选采用在位于发光层的上方的层(例如,载流子传输层或载流子注入层,更具体而言,电子传输层或电子注入层等)上形成掩模层(也被称为牺牲层、保护层等)等而将发光层加工为岛状的方法。通过使用该方法,可以提供一种可靠性高的显示装置。当在发光层与掩模层间包括其他层时,可以抑制在显示装置的制造工序中发光层露出到最外表面而减少发光层受到的损伤。

[0298] 另外,在本说明书等中,掩模膜及掩模层至少位于发光层(更具体而言,构成EL层的层中被加工为岛状的层)的上方且具有在制造工序中保护该发光层的功能。

[0299] 在分别发射不同颜色光的发光器件中,不需要分别形成构成EL层的所有层,也可以通过同一工序沉积一部分层。在此,作为EL层所包括的层(也被称为功能层)可以举出发光层、载流子注入层(空穴注入层及电子注入层)、载流子传输层(空穴传输层及电子传输层)及载流子阻挡层(空穴阻挡层及电子阻挡层)等。在本发明的一个方式的显示装置的制造方法中,在根据颜色将构成EL层的一部分层形成为岛状之后,去除掩模层中的至少一部分,由此形成在各颜色间共用的(作为一个膜的)构成EL层的其他层(有时被称为公共层)以及公共电极(也可以称为上部电极)。例如,可以形成各颜色间共用的载流子注入层及公共电极。

[0300] 另一方面,在很多情况下载流子注入层为在EL层中导电性较高的层。因此,有在载流子注入层接触于形成为岛状的EL层的一部分的侧面或像素电极的侧面时发光器件短路的担忧。另外,在将载流子注入层设置为岛状且以各颜色间共用的方式形成公共电极的情况下,也有在公共电极与EL层的侧面或像素电极的侧面接触时发光器件短路的担忧。

[0301] 于是,本发明的一个方式的显示装置包括覆盖至少岛状发光层的侧面的绝缘层。另外,该绝缘层优选覆盖岛状发光层的顶面的一部分。

[0302] 由此,可以抑制形成为岛状的EL层的至少一部分的层及像素电极接触于载流子注入层或公共电极。因此,可以抑制发光器件的短路,由此可以提高发光器件的可靠性。

[0303] 在剖视时,该绝缘层的端部优选具有锥角小于 90° 的锥形形状。由此,可以防止设置在绝缘层上的公共层及公共电极的断开。因此,可以抑制断开导致的连接不良。或者,可以抑制因台阶导致公共电极局部薄膜化而使电阻上升。

[0304] 在本说明书等中,断开是指层、膜或电极因被形成面的形状(例如,台阶等)而断开的现象。

[0305] 如此,在本发明的一个方式的显示装置的制造方法中制造的岛状发光层不是使用高精细金属掩模形成,而是在整个面上沉积发光层之后进行加工来形成。因此,可以实现至今难以实现的高清晰的显示装置或高开口率的显示装置。再者,由于可以按每种颜色分别形成发光层,所以可以实现极为鲜明、对比度高且显示品质高的显示装置。另外,通过在发光层上设置掩模层,可以降低在显示装置的制造工序中发光层受到的损伤,而可以提高发光器件的可靠性。

[0306] 另外,例如,使用高精细金属掩模的形成方法很难将相邻的发光器件间的间隔缩小到小于 $10\mu\text{m}$,但是根据本发明的一个方式的使用光刻法的方法,在玻璃衬底上的工艺中,例如可以将相邻的发光器件间的间隔、相邻的EL层间的间隔或相邻的像素电极间的间隔缩小到小于 $10\mu\text{m}$ 、 $5\mu\text{m}$ 以下、 $3\mu\text{m}$ 以下、 $2\mu\text{m}$ 以下、 $1.5\mu\text{m}$ 以下、 $1\mu\text{m}$ 以下或 $0.5\mu\text{m}$ 以下。另外,例如通过使用用于LSI的曝光装置,在Si Wafer上的工艺中,例如可以将相邻的发光器件间的间隔、相邻的EL层间的间隔或相邻的像素电极间的间隔缩小到 500nm 以下、 200nm 以下、 100nm 以下,甚至 50nm 以下。由此,可以大幅缩小可能存在于两个发光器件间的非发光区域的面积,由此可以使开口率接近于100%。例如,在本发明的一个方式的显示装置中,可以实现40%以上、50%以上、60%以上、70%以上、80%以上、甚至为90%以上且低于100%的开口率。

[0307] 另外,通过提高显示装置的开口率,可以提高显示装置的可靠性。更具体而言,在以使用有机EL器件且开口率为10%的显示装置的寿命为基准时,开口率为20% (即,开口率为基准的2倍) 的显示装置的寿命约为其3.25倍,开口率为40% (即,开口率为基准的4倍) 的显示装置的寿命约为其10.6倍。如此,随着开口率的提高可以降低流过有机EL器件的电流密度,由此可以提高显示装置的寿命。由于本发明的一个方式的显示装置可以具有更高的开口率,所以可以具有更高的显示品质。另外,随着显示装置的开口率的提高,可以得到显示装置的可靠性 (尤其是寿命) 显著地提高等非常好的效果。

[0308] 此外,与使用高精细金属掩模的情况相比,还可以使发光层本身的图案极小。此外,例如在使用金属掩模分别形成发光层时,由于在图案的中央和端部产生厚度不均匀,所以图案整体的面积中所占的能够用作发光区域的有效面积变小。另一方面,在上述制造方法中加工以均匀厚度沉积的膜,所以可以以均匀厚度形成岛状发光层。因此,即使使用微细图案也可以将发光层的几乎所有区域用作发光区域。因此,可以制造兼具高清晰度及高开口率的显示装置。此外,可以实现显示装置的小型化及轻量化。

[0309] 具体而言,本发明的一个方式的显示装置的清晰度例如可以为2000ppi以上,优选为3000ppi以上,更优选为5000ppi以上,进一步优选为6000ppi以上且20000ppi以下或30000ppi以下。

[0310] 在本实施方式中,主要说明本发明的一个方式的显示装置的截面结构,在实施方式3中详细地说明本发明的一个方式的显示装置的制造方法。

[0311] 图3A示出显示装置100的俯视图。显示装置100包括配置有多个像素110的显示部以及显示部外侧的连接部140。在显示部中,多个子像素配置为矩阵状。图3A示出两行六列的子像素,由这些子像素构成两行两列的像素。另外,也可以将连接部140称为阴极接触部。

[0312] 图3A所示的子像素的顶面形状相当于发光区域的顶面形状。注意,在本说明书等中,顶面形状是指平面中的形状,即从上方看的形状。

[0313] 另外,作为子像素的顶面形状,例如可以举出三角形、四角形 (包括矩形、正方形)、五角形等多角形、角部圆的上述多角形形状、椭圆形或圆形等。

[0314] 另外,构成子像素的电路布局不局限于图3A所示的子像素的范围,也可以配置在其外侧。例如,子像素110a所包括的晶体管既可以位于图3A所示的子像素110b的范围内,其一部分或全部又可以位于子像素110a的范围外。

[0315] 在图3A中,子像素110a、110b、110c的开口率 (也可以称为尺寸、发光区域的尺寸) 相同或大致相同,但是本发明的一个方式不局限于此。可以适当地决定子像素110a、110b、110c各自的开口率。子像素110a、110b、110c的开口率可以彼此不同,也可以使其中的两个以上相同或大致相同。

[0316] 图3A所示的像素110采用条形排列。图3A所示的像素110由子像素110a、110b、110c这三个子像素构成。子像素110a、110b、110c各自包括发射不同颜色光的发光器件。作为子像素110a、110b、110c,可以举出红色 (R)、绿色 (G)、蓝色 (B) 的三种颜色的子像素、黄色 (Y)、青色 (C) 及品红色 (M) 的三种颜色的子像素等。另外,子像素的种类不局限于三个,也可以使用四个以上。作为四个子像素,可以举出:R、G、B、白色 (W) 的四种颜色的子像素;R、G、B、Y的四种颜色的子像素;以及R、G、B、红外光 (IR) 的四种颜色的子像素;等。

[0317] 在本说明书等中,有时将行方向记作X方向且将列方向记作Y方向。X方向与Y方向

交叉,例如垂直地交叉(参照图3A)。在图3A所示的例子中,不同颜色的子像素在X方向上排列配置,相同颜色的子像素在Y方向上排列配置。

[0318] 在图3A所示的例子中,在俯视时连接部140位于显示部的下侧,但是对连接部140的位置没有特别的限制。连接部140只要在俯视时设置在显示部的上侧、右侧、左侧和下侧中的至少一个位置即可,也可以以围绕显示部的四边的方式设置。作为连接部140的顶面形状,例如可以采用带状、L字状、U字状或框状等。此外,连接部140也可以为一个或多个。

[0319] 图3B是沿着图3A的点划线X1-X2的截面图。图4A及图4B是图3B所示的截面图的一部分的放大图。图5至图8示出图4的变形例子。图9A及图9B是示出沿着图3A中的点划线Y1-Y2的截面图。

[0320] 如图3B所示,在显示装置100中,具有晶体管的层101上设置有绝缘层,绝缘层上设置有发光器件130a、130b、130c,以覆盖这些发光器件的方式设置有保护层131。保护层131上由树脂层122贴合有衬底120。此外,相邻的发光器件之间的区域设置有绝缘层125及绝缘层125上的绝缘层127。

[0321] 图3B示出多个绝缘层125及多个绝缘层127的截面,但是在俯视显示装置100时,可以将绝缘层125及绝缘层127分别形成为连续的一层。换言之,显示装置100例如可以包括一个绝缘层125及一个绝缘层127。另外,显示装置100也可以包括彼此分离的多个绝缘层125,也可以包括彼此分离的多个绝缘层127。

[0322] 本发明的一个方式的显示装置也可以采用如下结构中的任意个:向与形成有发光器件的衬底相反的方向发射光的顶部发射(top emission)型、向形成有发光器件的衬底一侧发射光的底部发射(bottom emission)型、向双面发射光的双面发射(dual emission)型。

[0323] 作为具有晶体管的层101例如可以采用一种叠层结构,其中衬底上设置有多晶体管的,以覆盖这些晶体管的方式设置有绝缘层。晶体管上的绝缘层既可以具有单层结构又可以具有叠层结构。作为晶体管上的绝缘层,图3B示出绝缘层255a、绝缘层255a上的绝缘层255b及绝缘层255b上的绝缘层255c。这些绝缘层也可以在相邻的发光器件间具有凹部。图3B等示出绝缘层255c设置有凹部的例子。另外,也可以将晶体管上的绝缘层(绝缘层255a至绝缘层255c)看作具有晶体管的层101的一部分。

[0324] 作为绝缘层255a、绝缘层255b及绝缘层255c,可以适当地使用氧化绝缘膜、氮化绝缘膜、氧氮化绝缘膜及氮氧化绝缘膜等的各种无机绝缘膜。作为绝缘层255a及绝缘层255c,优选使用氧化硅膜、氧氮化硅膜、氧化铝膜等的氧化绝缘膜或氧氮化绝缘膜。作为绝缘层255b,优选使用氮化硅膜、氮氧化硅膜等氮化绝缘膜或氮氧化绝缘膜。更具体而言,优选的是,作为绝缘层255a及绝缘层255c使用氧化硅膜,作为绝缘层255b使用氮化硅膜。绝缘层255b优选被用作蚀刻保护膜。

[0325] 在本说明书等中,“氧氮化物”是指在其组成中氧含量多于氮含量的材料,而“氮氧化物”是指在其组成中氮含量多于氧含量的材料。例如,在记载为“氧氮化硅”时指在其组成中氧含量多于氮含量的材料,而在记载为“氮氧化硅”时指在其组成中氮含量多于氧含量的材料。

[0326] 后面将在实施方式5中说明具有晶体管的层101的结构例子。

[0327] 发光器件130a、130b、130c分别发射不同颜色光。发光器件130a、130b、130c例如优

选为发射红色(R)、绿色(G)、蓝色(B)这三种颜色的光的组合。

[0328] 作为发光器件,例如优选使用OLED(Organic Light Emitting Diode:有机发光二极管)、QLED(Quantum-dot Light Emitting Diode:量子点发光二极管)。作为发光器件含有的发光物质,例如可以举出发射荧光的物质(荧光材料)、发射磷光的物质(磷光材料)、无机化合物(量子点材料等)及呈现热活化延迟荧光的物质(TADF材料)。此外,作为发光器件,也可以使用微型LED(Light Emitting Diode)等LED。

[0329] 发光器件的发光颜色可以为红外、红色、绿色、蓝色、青色、品红色、黄色或白色等。此外,当发光器件具有微腔结构时,可以进一步提高颜色纯度。

[0330] 关于发光器件的结构及材料,可以参照实施方式6。

[0331] 在发光器件所包括的一对电极中,一方的电极被用作阳极且另一方的电极被用作阴极。下面有时以像素电极被用作阳极且公共电极被用作阴极的情况为例进行说明。

[0332] 发光器件130a包括绝缘层255c上的像素电极111a、像素电极111a上的岛状第一层113a、岛状第一层113a上的公共层114以及公共层114上的公共电极115。在发光器件130a中,可以将第一层113a及公共层114统称为EL层。

[0333] 发光器件130b包括绝缘层255c上的像素电极111b、像素电极111b上的岛状第二层113b、岛状第二层113b上的公共层114以及公共层114上的公共电极115。在发光器件130b中,可以将第二层113b及公共层114统称为EL层。

[0334] 发光器件130c包括绝缘层255c上的像素电极111c、像素电极111c上的岛状第三层113c、岛状第三层113c上的公共层114以及公共层114上的公共电极115。在发光器件130c中,可以将第三层113c及公共层114统称为EL层。

[0335] 在本说明书等中,将发光器件所包括的EL层中的按每个发光器件设置的岛状层记作第一层113a、第二层113b或第三层113c且将多个发光器件共用的层记作公共层114。另外,在本说明书等中,有时将不包括公共层114的第一层113a、第二层113b及第三层113c称为岛状EL层、形成为岛状的EL层等。

[0336] 第一层113a、第二层113b及第三层113c彼此分离。通过在各发光器件中设置岛状EL层,可以抑制相邻的发光器件间的泄漏电流。因此,可以抑制因非意图性的发光而发生的串扰,从而可以实现对比度非常高的显示装置。尤其是,可以实现低亮度下电流效率高的显示装置。

[0337] 优选像素电极111a、像素电极111b及像素电极111c的端部都具有锥形形状。具体而言,优选像素电极111a、像素电极111b及像素电极111c的端部都具有锥角小于 90° 的锥形形状。在上述像素电极的端部具有锥形形状时,沿着像素电极的侧面设置的第一层113a、第二层113b及第三层113c也具有锥形形状。通过使像素电极的侧面具有锥形形状,可以提高沿着像素电极的侧面设置的EL层的覆盖性。另外,通过使像素电极的侧面具有锥形形状,可以通过洗涤处理等容易去除制造工序中的异物(例如,灰尘或微粒等),所以是优选的。

[0338] 在图3B中,在像素电极111a与第一层113a间不设置覆盖像素电极111a的顶面端部的绝缘层。另外,在像素电极111b与第二层113b间不设置覆盖像素电极111b的顶面端部的绝缘层。因此,可以使相邻的发光器件间的间隔非常小。由此,可以实现高清晰或高分辨率的显示装置。另外,也不需要用来形成该绝缘层的掩模,由此可以减少显示装置的制造成本。

[0339] 另外,通过采用在像素电极与EL层间不设置覆盖像素电极的端部的绝缘层的结构,即在像素电极与EL层间不设置绝缘层的结构,可以高效地提取来自EL层的发光。因此,本发明的一个方式的显示装置可以使视角依赖性极小。通过减少视角依赖性,可以提高显示装置中的图像的可见度。例如,在本发明的一个方式的显示装置中,视角(在从斜侧看屏幕时维持一定对比度的最大角度)可以为 100° 以上且小于 180° 、优选为 150° 以上且 170° 以下的范围内。另外,上下左右都可以采用上述视角。

[0340] 本实施方式的发光器件可以采用单结构(只有一个发光单元的结构),也可以采用串联结构(包括多个发光单元的结构)。发光单元至少包括一个发光层。

[0341] 第一层113a、第二层113b及第三层113c至少包括发光层。例如,优选采用第一层113a包括发射红色光的发光层,第二层113b包括发射绿色光的发光层且第三层113c包括发射蓝色光的发光层的结构。

[0342] 另外,在使用串联结构的发光器件时,优选的是,第一层113a包括具有发射红色光的发光单元的多个发光单元,第二层113b包括具有发射绿色光的发光单元的多个发光单元,并且第三层113c包括具有发射蓝色光的发光单元的多个发光单元。各发光单元间优选设置有电荷产生层。

[0343] 另外,第一层113a、第二层113b以及第三层113c也可以各自包括空穴注入层、空穴传输层、空穴阻挡层、电荷产生层、电子阻挡层、电子传输层和电子注入层中的一个以上。

[0344] 例如,第一层113a、第二层113b及第三层113c也可以依次包括空穴注入层、空穴传输层、发光层及电子传输层。另外,也可以在空穴传输层与发光层间包括电子阻挡层。另外,也可以在电子传输层上设置电子注入层。

[0345] 另外,例如,第一层113a、第二层113b及第三层113c也可以依次包括电子注入层、电子传输层、发光层及空穴传输层。另外,也可以在电子传输层与发光层间包括空穴阻挡层。另外,也可以在空穴传输层上设置空穴注入层。

[0346] 第一层113a、第二层113b及第三层113c优选包括发光层以及发光层上的载流子传输层(电子传输层或空穴传输层)。因为第一层113a、第二层113b及第三层113c的表面在显示装置的制造工序中露出,所以通过在发光层上设置载流子传输层,可以抑制发光层露出于最表面而降低发光层受到的损伤。由此,可以提高发光器件的可靠性。

[0347] 另外,第一层113a、第二层113b及第三层113c例如在像素电极上依次层叠有第一发光单元、电荷产生层及第二发光单元。

[0348] 第二发光单元优选包括发光层以及发光层上的载流子传输层(电子传输层或空穴传输层)。因为第二发光单元的表面在显示装置的制造工序中露出,所以通过在发光层上设置载流子传输层,可以抑制发光层露出于最表面而降低发光层受到的损伤。由此,可以提高发光器件的可靠性。另外,在包括三个以上的发光单元时,设置在最上层的发光单元中优选包括发光层以及发光层上的载流子传输层(电子传输层或空穴传输层)。

[0349] 公共层114例如包括电子注入层或空穴注入层。或者,公共层114既可以具有电子传输层与电子注入层的叠层,又可以具有空穴传输层与空穴注入层的叠层。发光器件130a、130b、130c共同使用公共层114。

[0350] 图3B示出第一层113a的端部位于像素电极111a的端部的外侧的例子。注意,虽然以像素电极111a及第一层113a为例进行说明,像素电极111b及第二层113b以及像素电极

111c及第三层113c也是同样的。

[0351] 在图3B中,第一层113a以覆盖像素电极111a的端部的方式形成。通过采用该结构,可以将像素电极的整个顶面用作发光区域,与岛状EL层的端部位于像素电极的端部的内侧的结构相比,更容易提高开口率。

[0352] 另外,通过使用EL层覆盖像素电极的侧面可以抑制像素电极与公共电极115接触,由此可以抑制发光器件的短路。另外,可以增大EL层的发光区域(即,与像素电极重叠的区域)与EL层的端部间的距离。EL层的端部有可能因加工而受到损伤,所以通过将离EL层的端部较远的区域用作发光区域,有时可以提高发光器件的可靠性。

[0353] 另外,发光器件130a、130b、130c共同使用公共电极115。多个发光器件共同包括的公共电极115电连接于设置在连接部140中的导电层123(参照图9A及图9B)。导电层123优选使用利用与像素电极111a、111b、111c相同的材料且通过与像素电极111a、111b、111c相同的工序形成的导电层。

[0354] 另外,图9A示出在导电层123上设置公共层114且导电层123与公共电极115通过公共层114电连接的例子。连接部140也可以不设置有公共层114。在图9B中,导电层123直接连接于公共电极115。例如,通过使用用来规定沉积范围的掩模(为了与高精细金属掩模区别,也称为范围掩模或粗金属掩模等),可以使沉积公共层114的区域与沉积公共电极115的区域不同。

[0355] 另外,在图3B中,掩模层118a位于发光器件130a所包括的第一层113a上,掩模层118b位于发光器件130b所包括的第二层113b上,并且掩模层118c位于发光器件130c所包括的第三层113c上。掩模层118a是在加工第一层113a时与第一层113a的顶面接触地设置的掩模层的残留部分。同样地,掩模层118b是在形成第二层113b时设置的掩模层的残留部分,掩模层118c是在形成第三层113c时设置的掩模层的残留部分。如此,本发明的一个方式的显示装置也可以残留有制造时用来保护EL层的掩模层的一部分。另外,掩模层118a至掩模层118c中的任意两个或全部可以使用相同材料,也可以使用彼此不同的材料。注意,以下有时将掩模层118a、掩模层118b及掩模层118c统称为掩模层118。

[0356] 在图3B中,掩模层118a的一个端部与第一层113a的端部对齐或大致对齐,掩模层118a的另一个端部位于第一层113a上。在此,掩模层118a的另一个端部优选与第一层113a及像素电极111a重叠。在此情况下,掩模层118a的另一个端部容易形成在第一层113a的平坦或大致平坦的面上。掩模层118b及掩模层118c也是同样的。另外,例如在加工为岛状的EL层(第一层113a、第二层113b或第三层113c)的顶面与绝缘层125间残留有掩模层118。关于掩模层,将在实施方式3中详细地说明。

[0357] 在端部对齐或大致对齐的情况以及顶面形状一致或大致一致的情况下,可以说在俯视时至少其轮廓的一部分在层叠的各层间彼此重叠。例如,包括上层与下层由同一掩模图案或其一部分相同的掩模图案加工而成的情况。但是,实际上有轮廓不重叠的情况,有时上层位于下层的内侧或者上层位于下层的外侧,这种情况也可以说“端部大致对齐”或“顶面形状大致一致”。

[0358] 第一层113a、第二层113b及第三层113c的各侧面被绝缘层125覆盖。绝缘层127隔着绝缘层125与第一层113a、第二层113b及第三层113c的各侧面重叠。

[0359] 另外,第一层113a、第二层113b及第三层113c的各顶面的一部分被掩模层118覆

盖。绝缘层125及绝缘层127隔着掩模层118与第一层113a、第二层113b及第三层113c的各顶面的一部分重叠。注意,第一层113a、第二层113b及第三层113c的各顶面不局限于与像素电极的顶面重叠的平坦部的顶面,也可以包括位于像素电极的顶面的外侧的倾斜部及平坦部(参照图8A的区域103)的顶面。

[0360] 通过由绝缘层125、绝缘层127及掩模层118中的至少一个覆盖第一层113a、第二层113b及第三层113c的顶面的一部分及侧面,可以抑制公共层114(或公共电极115)与像素电极111a、111b、111c、第一层113a、第二层113b及第三层113c的侧面接触,由此可以抑制发光器件的短路。由此,可以提高发光器件的可靠性。

[0361] 另外,在图3B中,以相同厚度示出第一层113a至第三层113c的厚度,但是本发明不局限于此。第一层113a至第三层113c的各厚度也可以不同。例如,优选对应加强第一层113a至第三层113c的每一个所发射的光的光程来设定厚度。由此,可以实现微腔结构而提高各发光器件的色纯度。

[0362] 绝缘层125优选与第一层113a、第二层113b及第三层113c的各侧面接触(参照图4A所示的第一层113a及第二层113b的端部及其附近的以虚线围绕的部分)。通过采用绝缘层125与第一层113a、第二层113b及第三层113c接触的结构,可以防止第一层113a、第二层113b及第三层113c的膜剥离。在绝缘层与第一层113a、第二层113b、或第三层113c密接时,相邻的第一层113a等可以由绝缘层固定或粘合。由此,可以提高发光器件的可靠性。另外,可以提高发光器件的制造成品率。

[0363] 另外,如图3B所示,通过由绝缘层125及绝缘层127覆盖第一层113a、第二层113b及第三层113c的顶面的一部分和侧面的双方,可以进一步防止EL层的膜剥离,由此可以提高发光器件的可靠性。另外,可以进一步提高发光器件的制造成品率。

[0364] 图3B示出第一层113a、掩模层118a、绝缘层125及绝缘层127的叠层结构位于像素电极111a的端部上的例子。同样地,第二层113b、掩模层118b、绝缘层125及绝缘层127的叠层结构位于像素电极111b的端部上,第三层113c、掩模层118c、绝缘层125及绝缘层127的叠层结构位于像素电极111c的端部上。

[0365] 图3B示出像素电极111a的端部被第一层113a覆盖且绝缘层125与第一层113a的侧面接触的结构。同样地,像素电极111b的端部被第二层113b覆盖,像素电极111c的端部被第三层113c覆盖,并且绝缘层125与第二层113b的侧面及第三层113c的侧面接触。

[0366] 绝缘层127以填充形成在绝缘层125中的凹部的方式设置在绝缘层125上。绝缘层127可以隔着绝缘层125与第一层113a、第二层113b及第三层113c的各顶面的一部分及侧面重叠。绝缘层127优选覆盖绝缘层125的侧面的至少一部分。

[0367] 通过设置绝缘层125及绝缘层127可以填充相邻的岛状层间的空间,所以可以减少设置在岛状层上的层(例如,载流子注入层及公共电极等)的被形成面的高低差很大的凹凸而进一步实现平坦化。因此,可以提高载流子注入层或公共电极等的覆盖性。

[0368] 公共层114及公共电极115设置在第一层113a、第二层113b、第三层113c、掩模层118、绝缘层125及绝缘层127上。在设置绝缘层125及绝缘层127之前,产生起因于设置有像素电极及岛状EL层的区域和不设置像素电极及岛状EL层的区域(发光器件间的区域)的台阶。本发明的一个方式的显示装置通过包括绝缘层125及绝缘层127而可以使该台阶平坦化,由此可以提高公共层114及公共电极115的覆盖性。因此,可以抑制断开导致的连接不

良。或者,可以抑制因台阶导致公共电极115局部薄膜化而使电阻上升。

[0369] 另外,虽然绝缘层127的顶面优选具有平坦性高的形状,但是也可以具有凸部、凸曲面、凹曲面或凹部。例如,绝缘层127的顶面优选具有平坦性高的平滑的凸曲面形状。

[0370] 接着,说明绝缘层125及绝缘层127的材料例子。

[0371] 绝缘层125可以为包含无机材料的绝缘层。作为绝缘层125例如可以使用氧化绝缘膜、氮化绝缘膜、氧氮化绝缘膜及氮氧化绝缘膜等无机绝缘膜。绝缘层125可以具有单层结构,也可以具有叠层结构。作为氧化绝缘膜,可以举出氧化硅膜、氧化铝膜、氧化镁膜、铟镓锌氧化物膜、氧化镓膜、氧化锗膜、氧化钇膜、氧化锆膜、氧化镧膜、氧化钼膜、氧化钨膜及氧化钽膜等。作为氮化绝缘膜,可以举出氮化硅膜及氮化铝膜等。作为氧氮化绝缘膜,可以举出氧氮化硅膜及氧氮化铝膜等。作为氮氧化绝缘膜,可以举出氮氧化硅膜及氮氧化铝膜等。尤其是在蚀刻中氧化铝与EL层的选择比高,在后面说明的绝缘层127的形成中,具有保护EL层的功能,因此是优选的。尤其是,通过将利用原子层沉积(ALD:Atomic Layer Deposition)法形成的氧化铝膜、氧化钨膜或氧化硅膜等无机绝缘膜用于绝缘层125,可以形成针孔较少且保护EL层的功能良好的绝缘层125。另外,绝缘层125也可以采用利用ALD法形成的膜与利用溅射法形成的膜的叠层结构。绝缘层125例如可以采用利用ALD法形成的氧化铝膜与利用溅射法形成的氮化硅膜的叠层结构。

[0372] 另外,绝缘层125优选具有相对于水和氧中的至少一方的阻挡绝缘层的功能。另外,绝缘层125优选具有抑制水和氧中的至少一方的扩散的功能。另外,绝缘层125优选具有俘获或固定(也被称为吸杂)水和氧中的至少一方的功能。

[0373] 在本说明书等中,阻挡绝缘层是指具有阻挡性的绝缘层。另外,在本说明书等中,阻挡性是指抑制所对应的物质的扩散的功能(也可以说透过性低)。或者,是指俘获或固定所对应的物质(吸杂)的功能。

[0374] 在绝缘层125被用作阻挡绝缘层或者具有吸杂功能的绝缘层时,可以具有抑制可能会从外部扩散到各发光器件的杂质(典型的是,水和氧中的至少一方)的进入的结构。通过采用该结构,可以提供一种可靠性高的发光器件,并且可以提供一种可靠性高的显示装置。

[0375] 另外,绝缘层125的杂质浓度优选低。由此,可以抑制杂质从绝缘层125混入到EL层而EL层劣化。另外,通过降低绝缘层125中的杂质浓度,可以提高对水和氧中的至少一方的阻挡性。例如,优选的是,绝缘层125中的氢浓度和碳浓度中的一方充分低,优选为氢浓度和碳浓度中的双方优选充分低。

[0376] 另外,绝缘层125和掩模层118a、118b、118c可以使用相同材料。在此情况下,有时掩模层118a、118b、118c中的任意个与绝缘层125的边界不清楚而无法区分。因此,有时会将掩模层118a、118b、118c中的任意个和绝缘层125确认为一个层。换言之,有时会观察成一个层与第一层113a、第二层113b及第三层113c的每一个的顶面的一部分及侧面接触且绝缘层127覆盖该一个层的侧面的至少一部分。

[0377] 设置在绝缘层125上的绝缘层127具有使形成在相邻的发光器件间的绝缘层125的高低差很大的凹凸平坦化的功能。换言之,通过包括绝缘层127,发挥提高形成公共电极115的面的平坦性的效果。

[0378] 作为绝缘层127,可以适当地使用包含有机材料的绝缘层。作为有机材料,优选使

用感光性的有机树脂,例如优选使用感光性丙烯酸树脂。注意,在本说明书等中,丙烯酸树脂不是仅指聚甲基丙烯酸酯或甲基丙烯酸树脂,有时也指广义上的丙烯酸类聚合物整体。

[0379] 另外,作为绝缘层127也可以使用丙烯酸树脂、聚酰亚胺树脂、环氧树脂、酰亚胺树脂、聚酰胺树脂、聚酰亚胺酰胺树脂、硅酮树脂、硅氧烷树脂、苯并环丁烯类树脂、酚醛树脂及上述树脂的前体等。另外,作为绝缘层127,也可以使用聚乙烯醇(PVA)、聚乙烯醇缩丁醛、聚乙烯吡咯烷酮、聚乙二醇、聚甘油、普鲁兰、水溶性纤维素或者醇可溶性聚酰胺树脂等有机材料。另外,作为感光性有机树脂也可以使用光致抗蚀剂。作为感光性有机树脂,可以使用正型材料或负型材料。

[0380] 作为绝缘层127也可以使用吸收可见光的材料。通过绝缘层127吸收来自发光器件的发光,可以抑制光从发光器件经过绝缘层127泄漏到相邻的发光器件(杂散光)。因此,能够提高显示装置的显示品质。另外,即使在显示装置中不使用偏振片也可以提高显示品质,所以可以实现显示装置的轻量化及薄型化。

[0381] 作为吸收可见光的材料,可以举出包括黑色等的颜料的材料、包括染料的材料、包括光吸收性的树脂材料(例如,聚酰亚胺等)以及可用于滤色片的树脂材料(滤色片材料)。尤其是,在使用混合或层叠两种颜色或三种以上的颜色的滤色片材料而成的树脂材料时可以提高遮蔽可见光的效果,所以是优选的。尤其是,通过混合三种以上的颜色的滤色片材料,可以实现黑色或近似于黑色的树脂层。

[0382] 另外,优选的是,用于绝缘层127的材料的体积收缩率低。由此,容易以所希望的形状形成绝缘层127。另外,优选的是,绝缘层127的固化后体积收缩率低。由此,在形成绝缘层127后的各种工序中容易保持绝缘层127的形状。具体而言,热固化后、光固化后或者光固化及热固化后的绝缘层127的体积收缩率各自优选为10%以下,更优选为5%以下,进一步优选为1%以下。在此,作为体积收缩率,可以使用起因于光照射的体积收缩率和起因于加热的体积收缩率中的一方的值或双方的总和。

[0383] 接着,使用图4A及图4B说明绝缘层127及其附近的结构。图4A是包括发光器件130a与发光器件130b间的绝缘层127及其周围的区域的截面放大图。以下,以发光器件130a与发光器件130b间的绝缘层127为例进行说明,发光器件130b与发光器件130c间的绝缘层127以及发光器件130c与发光器件130a间的绝缘层127等也是同样的。另外,图4B是图4A所示的第二层113b上的绝缘层127的端部及其附近的放大图。以下,有时以第二层113b上的绝缘层127的端部为例进行说明,第一层113a上的绝缘层127的端部及第三层113c上的绝缘层127的端部等也是同样的。

[0384] 如图4A所示,以覆盖像素电极111a的方式设置第一层113a,以覆盖像素电极111b的方式设置第二层113b。以与第一层113a的顶面的一部分接触的方式设置掩模层118a,以与第二层113b的顶面的一部分接触的方式设置掩模层118b。以与掩模层118a的顶面及侧面、第一层113a的侧面、绝缘层255c的顶面、掩模层118b的顶面及侧面以及第二层113b的侧面接触的方式设置绝缘层125。另外,绝缘层125覆盖第一层113a的顶面的一部分及第二层113b的顶面的一部分。以与绝缘层125的顶面接触的方式设置绝缘层127。另外,绝缘层127隔着绝缘层125与第一层113a的顶面的一部分及侧面以及第二层113b的顶面的一部分及侧面重叠,并且与绝缘层125的侧面的至少一部分接触。以覆盖第一层113a、掩模层118a、第二层113b、掩模层118b、绝缘层125及绝缘层127的方式设置公共层114,在公共层114的上设置

公共电极115。

[0385] 如图4B所示,绝缘层127优选在剖视显示装置时在端部具有锥角 θ_1 的锥形形状。锥角 θ_1 为绝缘层127的侧面与衬底面所成的角。注意,不局限于衬底面,锥角 θ_1 也可以为第二层113b的平坦部的顶面或像素电极111b的平坦部的顶面与绝缘层127的侧面所成的角。

[0386] 绝缘层127的锥角 θ_1 小于 90° ,优选为 60° 以下,更优选为 45° 以下,进一步优选为 20° 以下。通过使绝缘层127的端部具有上述正锥形可以以高覆盖性沉积设置在绝缘层127上的公共层114及公共电极115,所以可以抑制断开或局部薄膜化等。由此,可以提高公共层114及公共电极115的面内均匀性,从而可以提高显示装置的显示品质。

[0387] 另外,如图4A所示,在剖视显示装置时,绝缘层127的顶面优选具有凸曲面形状。绝缘层127的顶面的凸曲面形状优选为向中心平缓地凸出的形状。另外,绝缘层127的顶面的中心部的凸曲面部优选具有连续地连接于端部的锥形部的形状。通过作为绝缘层127采用上述形状,可以将公共层114及公共电极115以高覆盖性沉积在绝缘层127的整个顶面。

[0388] 如图4B所示,绝缘层127的端部优选位于绝缘层125的端部的外侧。由此,可以减少形成公共层114及公共电极115的面的凹凸,并且可以提高公共层114及公共电极115的覆盖性。

[0389] 如图4B所示,绝缘层125优选在剖视显示装置时在端部具有锥角 θ_2 的锥形形状。锥角 θ_2 为绝缘层125的侧面与衬底面所成的角。注意,不局限于衬底面,锥角 θ_2 也可以为第二层113b的平坦部的顶面或像素电极111b的平坦部的顶面与绝缘层125的侧面所成的角。

[0390] 绝缘层125的锥角 θ_2 小于 90° ,优选为 60° 以下,更优选为 45° 以下,进一步优选为 20° 以下。

[0391] 如图4B所示,掩模层118b优选在剖视显示装置时在端部具有锥角 θ_3 的锥形形状。锥角 θ_3 是掩模层118b的侧面与衬底面所成的角。注意,不局限于衬底面,锥角 θ_3 也可以为第二层113b的平坦部的顶面或像素电极111b的平坦部的顶面与绝缘层127的侧面所成的角。

[0392] 掩模层118b的锥角 θ_3 小于 90° ,优选为 60° 以下,更优选为 45° 以下,进一步优选为 20° 以下。通过使掩模层118b具有这种正锥形形状,可以以高覆盖性沉积设置在掩模层118b上的公共层114及公共电极115。

[0393] 掩模层118a的端部及掩模层118b的端部优选各自位于绝缘层125的端部的外侧。由此,可以减少形成公共层114及公共电极115的面的凹凸,并且可以提高公共层114及公共电极115的覆盖性。

[0394] 详细内容将在实施方式3中进行说明,在一次性地进行绝缘层125及掩模层118的蚀刻处理时,有时因侧蚀使绝缘层127的端部之下的绝缘层125及掩模层消失而形成空洞(也可以说孔)。因该空洞,形成公共层114及公共电极115的面上产生凹凸,公共层114及公共电极115中容易发生断开。因此,通过分成两次进行蚀刻处理且在两次蚀刻之间进行加热处理,即使经过第一次蚀刻处理形成空洞,也可以通过该加热处理使绝缘层127变形而填充该空洞。另外,在第二次蚀刻处理中蚀刻厚度较薄的膜,因此进行侧蚀的量减少而不容易形成空洞,即便形成空洞尺寸也极小。因此,可以抑制形成公共层114及公共电极115的面上产生凹凸,由此可以抑制公共层114及公共电极115断开。由于如上述那样进行两次蚀刻处理,所以有时锥角 θ_2 及锥角 θ_3 的角度互不相同。另外,锥角 θ_2 及锥角 θ_3 的角度也可以相同。另外,锥角 θ_2 及锥角 θ_3 的角度有时小于锥角 θ_1 。

[0395] 绝缘层127有时覆盖掩模层118a的侧面的至少一部分及掩模层118b的侧面的至少一部分。例如,图4B示出如下例子:绝缘层127覆盖并接触于位于通过第一次蚀刻处理形成的掩模层118b的端部的倾斜面而位于通过第二次蚀刻处理形成的掩模层118b的端部的倾斜面露出。有时可以通过锥角的不同来区分上述两个倾斜面。另外,有时通过两次蚀刻处理形成的侧面的锥角几乎没有差而不能进行区分。

[0396] 另外,图5A及图5B示出绝缘层127覆盖掩模层118a的整个侧面及掩模层118b的整个侧面的例子。具体而言,在图5B中,绝缘层127覆盖并接触于上述两个倾斜面的双方。由此,可以进一步减少形成公共层114及公共电极115的面的凹凸,所以是优选的。图5B示出绝缘层127的端部位于掩模层118b的端部的外侧的例子。如图4B所示,绝缘层127的端部可以位于掩模层118b的端部的内侧,也可以与掩模层118b的端部对齐或大致对齐。另外,如图5B所示,绝缘层127有时与第二层113b接触。

[0397] 在端部对齐或大致对齐的情况以及顶面形状一致或大致一致的情况下,可以说在俯视时至少其轮廓的一部分在层叠的各层间彼此重叠。例如,包括上层与下层由同一掩模图案或其一部分相同的掩模图案加工而成的情况。但是,实际上有轮廓不重叠的情况,有时上层位于下层的内侧或者上层位于下层的外侧,这种情况也可以说“端部大致对齐”或“顶面形状大致一致”。

[0398] 另外,图6A、图6B、图7A及图7B示出绝缘层127的侧面具有凹曲面形状(变细部分、凹部、凹下去的部分、凹陷等)的例子。根据绝缘层127的材料及形成条件(加热温度、加热时间及加热气氛等),有时绝缘层127的侧面形成有凹曲面形状。

[0399] 图6A及图6B示出绝缘层127覆盖掩模层118b的侧面的一部分而掩模层118b的侧面的剩余部分露出的例子。图7A及图7B示出绝缘层127覆盖并接触于掩模层118a的整个侧面及掩模层118b的整个侧面的例子。

[0400] 在图5至图7中,锥角 $\theta 1$ 至锥角 $\theta 3$ 也优选在上述范围内。

[0401] 另外,如图4至图7所示,优选的是,绝缘层127的一个端部与像素电极111a的顶面重叠且绝缘层127的另一个端部与像素电极111b的顶面重叠。通过采用上述结构,可以将绝缘层127的端部形成在第一层113a及第二层113b的平坦或大致平坦的区域上。因此,较容易形成绝缘层127、绝缘层125及掩模层118的锥形形状。另外,可以抑制像素电极111a、111b、第一层113a及第二层113b的膜剥离。另一方面,像素电极的顶面与绝缘层127重叠的部分越小发光器件的发光区域越宽,由此可以提高开口率,所以是优选的。

[0402] 另外,绝缘层127也可以不与像素电极的顶面重叠。例如,可以如图8A所示,绝缘层127不与像素电极的顶面重叠,绝缘层127的一个端部与像素电极111a的侧面重叠,绝缘层127的另一个端部与像素电极111b的侧面重叠。另外,也可以如图8B所示,绝缘层127不与像素电极重叠而设置在被像素电极111a与像素电极111b夹持的区域中。在图8A及图8B中,第一层113a及第二层113b的顶面中的位于像素电极的顶面的外侧的倾斜部及平坦部(区域103)的顶面的一部分或全部被掩模层118、绝缘层125及绝缘层127覆盖。与不设置掩模层118、绝缘层125及绝缘层127的结构相比,该结构可以减少形成公共层114及公共电极115的面的凹凸,从而可以提高公共层114及公共电极115的覆盖性。

[0403] 如上所述,在图4至图8所示的各结构中,通过设置绝缘层127、绝缘层125、掩模层118a及掩模层118b,可以在从第一层113a的大致平坦的区域到第二层113b的大致平坦的区

域以高覆盖性形成公共层114及公共电极115。并且,可以防止在公共层114及公共电极115中形成断开的部分及局部厚度较薄的部分。因此,可以抑制因各发光器件间的公共层114及公共电极115中发生因断开部分的连接不良以及因局部厚度较薄的部分的电阻上升。由此,根据本发明的一个方式的显示装置可以提高显示品质。

[0404] 优选在发光器件130a、130b、130c上设置有保护层131。通过设置保护层131,可以提高发光器件的可靠性。保护层131既可以为单层结构,又可以为两层以上的叠层结构。

[0405] 对保护层131的导电性没有限制。作为保护层131,可以使用绝缘膜、半导体膜和导电膜中的至少一种。

[0406] 当保护层131包括无机膜时,可以抑制发光器件的劣化,诸如防止公共电极115的氧化、抑制杂质(水分及氧等)进入发光器件中等,由此可以提高显示装置的可靠性。

[0407] 作为保护层131例如可以使用氧化绝缘膜、氮化绝缘膜、氧氮化绝缘膜及氮氧化绝缘膜等无机绝缘膜。这些无机绝缘膜的具体例子可以参照绝缘层125的说明。尤其是,保护层131优选包括氮化绝缘膜或氮氧化绝缘膜,更优选包括氮化绝缘膜。

[0408] 另外,也可以将包含In-Sn氧化物(也被称为ITO)、In-Zn氧化物、Ga-Zn氧化物、Al-Zn氧化物或铟镓锌氧化物(也称为In-Ga-Zn氧化物、IGZO)等的无机膜用于保护层131。该无机膜优选具有高电阻,具体而言,该无机膜优选具有比公共电极115高的电阻。该无机膜还可以包含氮。

[0409] 在经过保护层131提取发光器件的发光的情况下,保护层131的可见光透过性优选高。例如,ITO、IGZO以及氧化铝都是可见光透过性高的无机材料,所以是优选的。

[0410] 作为保护层131,例如可以使用氧化铝膜和氧化铝膜上的氮化硅膜的叠层结构或者氧化铝膜和氧化铝膜上的IGZO膜的叠层结构等。通过使用该叠层结构,可以抑制进入EL层一侧的杂质(水及氧等)。

[0411] 并且,保护层131也可以包括有机膜。例如,保护层131也可以包括有机膜和无机膜的双方。作为可用于保护层131的有机材料,例如可以举出可用于绝缘层127的有机绝缘材料等。

[0412] 保护层131也可以具有使用不同沉积方法形成的两层结构。具体而言,也可以利用ALD法形成保护层131的第一层而利用溅射法形成保护层131的第二层。

[0413] 另外,也可以在衬底120的树脂层122一侧的面设置遮光层。此外,可以在衬底120的外侧配置各种光学构件。作为光学构件,可以使用偏振片、相位差板、光扩散层(扩散薄膜等)、防反射层及聚光薄膜(condensing film)等。此外,在衬底120的外侧也可以配置抑制尘埃的附着的抗静电膜、不容易被弄脏的具有拒水性的膜、抑制使用时的损伤的硬涂膜、冲击吸收层等表面保护层。例如,通过作为表面保护层设置玻璃层或二氧化硅层(SiO_x 层),可以抑制表面被弄脏或受损伤,所以是优选的。另外,作为表面保护层也可以使用DLC(类金刚石碳)、氧化铝(AlO_x)、聚酯类材料或聚碳酸酯类材料等。另外,作为表面保护层优选使用对可见光的透过率高的材料。另外,表面保护层优选使用硬度高的材料。

[0414] 衬底120可以使用玻璃、石英、陶瓷、蓝宝石、树脂、金属、合金、半导体等。提取来自发光器件的光一侧的衬底使用使该光透过的材料。通过将具有柔性的材料用于衬底120,可以提高显示装置的柔性。作为衬底120,也可以使用偏振片。

[0415] 作为衬底120,可以使用如下材料:聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)或聚萘二甲酸乙

二醇酯 (PEN) 等聚酯树脂、聚丙烯腈树脂、丙烯酸树脂、聚酰亚胺树脂、聚甲基丙烯酸甲酯树脂、聚碳酸酯 (PC) 树脂、聚醚砜 (PES) 树脂、聚酰胺树脂 (尼龙、芳族聚酰胺等)、聚硅氧烷树脂、环烯烃树脂、聚苯乙烯树脂、聚酰胺-酰亚胺树脂、聚氨酯树脂、聚氯乙烯树脂、聚偏二氯乙烯树脂、聚丙烯树脂、聚四氟乙烯 (PTFE) 树脂、ABS树脂以及纤维素纳米纤维等。此外,也可以作为衬底120使用其厚度为具有柔性程度的玻璃。

[0416] 在将圆偏振片重叠于显示装置的情况下,优选将光学各向同性高的衬底用作显示装置所包括的衬底。光学各向同性高的衬底的双折射较低 (也可以说双折射量较少)。

[0417] 光学各向同性高的衬底的相位差值 (retardation value) 的绝对值优选为30nm以下,更优选为20nm以下,进一步优选为10nm以下。

[0418] 作为光学各向同性高的薄膜,可以举出三乙酸纤维素 (TAC, 也被称为Cellulose triacetate) 薄膜、环烯烃聚合物 (COP) 薄膜、环烯烃共聚物 (COC) 薄膜及丙烯酸树脂薄膜等。

[0419] 当作为衬底使用薄膜时,有可能因薄膜的吸水而发生显示装置出现皱纹等形状变化。因此,作为衬底优选使用吸水率低的薄膜。例如,优选使用吸水率为1%以下的薄膜,更优选使用吸收率为0.1%以下的薄膜,进一步优选为使用吸收率为0.01%以下的薄膜。

[0420] 作为树脂层122,可以使用紫外线固化粘合剂等光固化粘合剂、反应固化粘合剂、热固化粘合剂、厌氧粘合剂等各种固化粘合剂。作为这些粘合剂,可以举出环氧树脂、丙烯酸树脂、硅酮树脂、酚醛树脂、聚酰亚胺树脂、酰亚胺树脂、PVC (聚氯乙烯) 树脂、PVB (聚乙烯醇缩丁醛) 树脂、EVA (乙烯-醋酸乙烯酯) 树脂等。尤其优选使用环氧树脂等透湿性低的材料。另外,也可以使用两液混合型树脂。此外,也可以使用粘合薄片等。

[0421] 图10A示出与图3A不同的显示装置100的俯视图。图10A所示的像素110由子像素110a、110b、110c、110d这四个子像素构成。

[0422] 子像素110a、110b、110c、110d可以包括发射彼此不同颜色的光的发光器件。例如,作为子像素110a、110b、110c、110d,可以举出:R、G、B、W的四种颜色的子像素;R、G、B、Y的四种颜色的子像素;以及R、G、B、IR的四个子像素;等。

[0423] 另外,本发明的一个方式的显示装置也可以在像素中包括受光器件。

[0424] 此外,也可以采用图10A所示的像素110所包括的四个子像素中的三个包括发光器件的结构且剩下的一个包括受光器件的结构。

[0425] 作为受光器件,例如,可以使用pn型或pin型光电二极管。受光器件被用作检测出入射到受光器件的光来产生电荷的光电转换器件 (也称为光电转换元件)。受光器件所产生的电荷量取决于入射到受光器件的光量。

[0426] 受光器件可以检测出可见光和红外光中的一个或两个。在检测可见光时,例如可以检测蓝色、紫色、蓝紫色、绿色、黄绿色、黄色、橙色、红色等颜色中的一个或多个。在检测红外光时,在暗处也可以检测对象物,所以是优选的。

[0427] 尤其是,作为受光器件,优选使用具有包含有机化合物的层的有机光电二极管。有机光电二极管容易实现薄型化、轻量化及大面积化,且形状及设计的自由度高,由此可以应用于各种各样的显示装置。

[0428] 在本发明的一个方式中,使用有机EL器件作为发光器件,并使用有机光电二极管作为受光器件。有机EL器件及有机光电二极管能够形成在同一衬底上。因此,可以将有机光

电二极管安装在使用有机EL器件的显示装置中。

[0429] 也就是说,通过将反向偏压施加到像素电极与公共电极之间来驱动受光器件,可以检测出入射到受光器件的光而产生电荷并以电流的方式提取。

[0430] 受光器件也可以采用与发光器件同样的制造方法。受光器件所包括的岛状活性层(也称为光电转换层)由于不是使用高精细金属掩模形成而是在整个面上沉积成为活性层的膜之后进行加工来形成,所以可以以均匀的厚度形成岛状活性层。此外,通过在活性层上设置掩模层,可以降低在显示装置的制造工序中活性层受到的损伤,由此可以提高受光器件的可靠性。

[0431] 关于受光器件的结构及材料,可以参照实施方式7。

[0432] 图10B是沿着图10A的点划线X3-X4的截面图。图10A中的沿着点划线X1-X2的截面图可以参照图3B,沿着点划线Y1-Y2的截面图可以参照图9A或图9B。

[0433] 如图10B所示,在显示装置100中,具有晶体管的层101上设置有绝缘层,绝缘层上设置有发光器件130a及受光器件150,以覆盖发光器件及受光器件的方式设置保护层131,并且由树脂层122贴合衬底120。另外,相邻的发光器件与受光器件间的区域设置有绝缘层125以及绝缘层125上的绝缘层127。

[0434] 图10B示出发光器件130a向衬底120一侧发射的光(光 L_{em})、从衬底120一侧入射到受光器件150的光(光 L_{in})的例子。

[0435] 以上是发光器件130a的结构。

[0436] 发光器件150包括绝缘层255c上的像素电极111d、像素电极111d上的第四层113d、第四层113d上的公共层114以及公共层114上的公共电极115。第四层113d至少包括活性层。

[0437] 第四层113d是设置在受光器件150中且不设置在发光器件中的层。另一方面,公共层114是发光器件及受光器件共用的连续的层。

[0438] 注意,受光器件和发光器件共用的层有时发光器件中的功能与受光器件中的功能不同。在本说明书中,有时根据发光器件中的功能称呼构成要素。例如,空穴注入层分别在发光器件和受光器件中具有空穴注入层和空穴传输层的功能。与此同时,电子注入层分别在发光器件和受光器件中具有电子注入层和电子传输层的功能。另外,受光器件及发光器件共用的层也有时发光器件中的功能与受光器件中的功能相同。空穴传输层在发光器件及受光器件中都被用作空穴传输层,电子传输层在发光器件及受光器件中都被用作电子传输层。

[0439] 掩模层118a位于第一层113a与绝缘层125间,掩模层118d位于第四层113d与绝缘层125间。同样地,掩模层118a是在加工第一层113a时设置在第一层113a上的掩模层的残留部分。同样地,掩模层118d是在加工包括活性层的第四层113d时以与第四层113d的顶面接触的方式设置的掩模层的残留部分。掩模层118a及掩模层118d可以包括相同材料,也可以包括不同材料。

[0440] 图10A示出子像素110d的开口率(也可以称为尺寸或者发光区域或受光区域的尺寸)大于子像素110a、110b、110c的例子,但是本发明的一个方式不局限于此。可以适当决定子像素110a、110b、110c、110d各自的开口率。子像素110a、110b、110c、110d的开口率可以彼此不同,也可以使其中的两个以上相同或大致相同。

[0441] 子像素110d的开口率也可以高于子像素110a、110b、110c中的至少一个。在子像素

110d的受光面积较宽时,有时可以更容易地检测出对象物。例如,根据显示装置的清晰度及子像素的电路结构等,有时子像素110d的开口率高于其他子像素的开口率。

[0442] 另外,子像素110d的开口率也可以低于子像素110a、110b、110c中的至少一个。子像素110d的受光面积越小摄像范围越窄,由此可以抑制摄像结果变模糊而提高分辨率。因此,可以进行高清晰或高分辨率的摄像,所以是优选的。

[0443] 如此,子像素110d可以具有适合其用途的检测波长、清晰度及开口率。

[0444] 在本发明的一个方式的显示装置中,通过在各发光器件中设置岛状EL层可以抑制在子像素间产生泄漏电流。因此,可以抑制因非意图性的发光而发生的串扰,从而可以实现对比度非常高的显示装置。另外,通过在相邻的岛状EL层间设置端部具有锥形形状的绝缘层,可以抑制在公共电极的形成时发生断开,并且可以防止在公共电极中形成局部厚度较薄的部分。由此,可以抑制在公共层及公共电极中发生因断开部分的连接不良以及因局部厚度较薄的部分的电阻上升。由此,本发明的一个方式的显示装置可以同时实现高清晰化和高显示品质。

[0445] 本实施方式可以与其他实施方式适当地组合。此外,在本说明书中,在一个实施方式中示出多个结构例子的情况下,可以适当地组合该结构例子。

[0446] (实施方式3)

在本实施方式中,参照图11至图16对本发明的一个方式的显示装置的制造方法进行说明。注意,关于各构成要素的材料及形成方法,有时省略与上述实施方式1所说明的部分同样的部分。

[0447] 在图11至图15中并排示出沿着图3A所示的点划线X1-X2的截面图及沿点划线Y1-Y2的截面图。图16是绝缘层127的端部及其附近的放大图。

[0448] 构成显示装置的薄膜(绝缘膜、半导体膜及导电膜等)可以利用溅射法、化学气相沉积(CVD:Chemical Vapor Deposition)法、真空蒸镀法、脉冲激光沉积(PLD:Pulsed Laser Deposition)法、原子层沉积(ALD)法等形成。作为CVD法有等离子体增强化学气相沉积(PECVD:Plasma Enhanced CVD)法及热CVD法等。此外,作为热CVD法之一,有有机金属化学气相沉积(MOCVD:Metal Organic CVD)法。

[0449] 此外,构成显示装置的薄膜(绝缘膜、半导体膜、导电膜等)可以利用旋涂法、浸渍法、喷涂法、喷墨法、分配器法、丝网印刷法、胶版印刷法、刮刀(doctor knife)法、狭缝式涂布法、辊涂法、帘式涂布法或刮刀式涂布法等湿法沉积方法形成。

[0450] 尤其是,当制造发光器件时,可以利用蒸镀法等真空工艺以及旋涂法、喷墨法等溶液工艺。作为蒸镀法,可以举出溅射法、离子镀法、离子束蒸镀法、分子束蒸镀法、真空蒸镀法等物理蒸镀法(PVD法)以及化学气相沉积法(CVD法)等。尤其是,可以利用蒸镀法(真空蒸镀法)、涂布法(浸涂法、染料涂布法、棒式涂布法、旋涂法、喷涂法)、印刷法(喷墨法、丝网印刷(孔版印刷)法、胶版印刷(平版印刷)法、柔版印刷(凸版印刷)法、照相凹版印刷法或微接触印刷法等)等方法形成包括在EL层中的功能层(空穴注入层、空穴传输层、空穴阻挡层、发光层、电子阻挡层、电子传输层、电子注入层、电荷产生层等)。

[0451] 此外,当对构成显示装置的薄膜进行加工时,可以利用光刻法等进行加工。另外,可以利用纳米压印法、喷砂法、剥离法等对薄膜进行加工。此外,可以通过利用金属掩模等遮蔽掩模的沉积方法直接形成岛状薄膜。

[0452] 光刻法典型地有如下两种方法。一个是在要进行加工的薄膜上形成抗蚀剂掩模,通过蚀刻等对该薄膜进行加工,并去除抗蚀剂掩模的方法。另一个是形成具有感光性的薄膜之后进行曝光而显影,将该薄膜加工为所希望的形状的方法。

[0453] 在光刻法中,作为用于曝光的光,例如可以使用i线(波长365nm)、g线(波长436nm)、h线(波长405nm)或将这些光混合了的光。另外,还可以使用紫外线(也称为紫外光)、KrF激光或ArF激光等。此外,也可以利用液浸曝光技术进行曝光。此外,作为用于曝光的光,也可以使用极紫外光(EUV:Extreme Ultra-violet)或X射线。此外,代替用于曝光的光,也可以使用电子束。当使用极紫外光、X射线或电子束时,可以进行极其微细的加工,所以是优选的。注意,在通过利用电子束等光束进行扫描而进行曝光时,不需要光掩模。

[0454] 作为薄膜的蚀刻方法,可以利用干蚀刻法、湿蚀刻法及喷砂法等。

[0455] 首先,在具有晶体管的层101上依次形成绝缘层255a、绝缘层255b及绝缘层255c。接着,在绝缘层255c上形成像素电极111a、111b、111c及导电层123(图11A)。在形成像素电极时,例如可以使用溅射法或真空蒸镀法。

[0456] 接着,优选进行像素电极的疏水化处理。通过进行像素电极的疏水化处理,可以提高像素电极与在后面工序中形成的膜(在此,膜113A)的密接性,由此可以抑制膜剥离。另外,也可以不进行疏水化处理。

[0457] 疏水化处理例如可以通过像素电极的氟修饰来进行。氟修饰例如可以通过利用含氟气体的处理或加热处理、含氟气体气氛下的等离子体处理等来进行。作为含氟气体例如可以使用氟气体,例如可以使用碳氟化合物气体。作为碳氟化合物气体,例如可以使用四氟化碳(CF₄)气体、C₄F₆气体、C₂F₆气体、C₄F₈气体、C₅F₈气体等低级氟化碳气体。另外,作为含氟气体例如可以使用SF₆气体、NF₃气体、CHF₃气体等。另外,也可以对这些气体适当地添加氦气体、氩气体或氢气体等。

[0458] 另外,可以通过对像素电极的表面在包含氩等第18族元素的气体气氛下进行等离子体处理,然后进行利用硅烷化剂的处理,使像素电极的表面疏水化。作为硅烷化剂可以使用六甲基二硅氮烷(HMDS)、三甲基硅咪唑(TMSI)等。并且,也可以通过对像素电极的表面在包含氩等第18族元素的气体气氛下进行等离子体处理,然后进行利用硅烷偶联剂的处理,使像素电极的表面疏水化。

[0459] 通过在包含氩等第18族元素的气体气氛下对像素电极的表面进行等离子体处理,可以使像素电极的表面受损。由此,HMDS等的硅烷化剂中的甲基容易键合于像素电极的表面。另外,容易利用硅烷偶联剂生成硅烷偶联。由此,也可以通过对像素电极的表面在包含氩等第18族元素的气体气氛下进行等离子体处理,然后进行利用硅烷化剂或硅烷偶联剂的处理,使像素电极的表面疏水化。

[0460] 使用硅烷化剂或硅烷偶联剂等的处理例如可以使用旋涂法或浸渍法等涂敷硅烷化剂或硅烷偶联剂等来进行。另外,硅烷化剂或硅烷偶联剂等的处理例如可以通过使用气相法在像素电极上等形成具有硅烷化剂的膜或具有硅烷偶联剂的膜等而进行。在气相法中,首先,使包含硅烷化剂的材料或包含硅烷偶联剂的材料等挥发来使硅烷化剂或硅烷偶联剂等包含在气氛中。接着,将形成有像素电极等的衬底放置在该气氛中。由此,可以在像素电极上形成具有硅烷化剂或硅烷偶联剂等的膜,由此可以使像素电极的表面疏水化。

[0461] 接着,在像素电极上形成后面成为第一层113a的膜113A(图11A)。

[0462] 如图11A所示,在沿着点划线Y1-Y2的截面图中,导电层123上不形成有膜113A。例如,通过使用用来规定沉积范围的掩模(为了与高精度金属掩模区别,被称为范围掩模或粗金属掩模等),可以只在所希望的区域沉积膜113A。通过采用使用范围掩模的沉积工序及使用抗蚀剂掩模的加工工序,可以以较简单的工艺制造发光器件。

[0463] 膜113A例如可以利用蒸镀法形成,具体而言可以利用真空蒸镀法形成。另外,膜113A也可以利用转印法、印刷法、喷墨法、涂敷法的方法形成。

[0464] 接着,在膜113A上及导电层123上依次形成后面成为掩模层118a的掩模膜118A以及后面成为掩模层119a的掩模膜119A(图11A)。

[0465] 注意,在本实施方式中示出由掩模膜118A及掩模膜119A的两层结构形成掩模膜的例子,但是掩模膜也可以具有单层结构或三层以上的叠层结构。

[0466] 通过在膜113A上设置掩模层,可以降低在显示装置的制造工序中膜113A受到的损伤,而可以提高发光器件的可靠性。

[0467] 作为掩模膜118A使用对膜113A的加工条件的耐性高的膜,具体而言,使用与膜113A的蚀刻选择比大的膜。作为掩模膜119A,使用与掩模膜118A的蚀刻选择比大的膜。

[0468] 另外,掩模膜118A及掩模膜119A以低于膜113A的耐热温度的温度形成。形成掩模膜118A及掩模膜119A时的衬底温度各自典型地为200℃以下,优选为150℃以下,更优选为120℃以下,进一步优选为100℃以下,更进一步优选为80℃以下。

[0469] 作为耐热温度的指标,例如可以举出玻璃化转变点、软化点、熔点、热分解温度及5%失重温度等。膜113A至膜113C(即,第一层113a至第三层113c)的耐热温度可以采用上述任意温度,优选采用上述温度中最低的温度。

[0470] 作为掩模膜118A及掩模膜119A优选使用可以利用湿蚀刻法去除的膜。通过利用湿蚀刻法,与干蚀刻法相比,可以降低在加工掩模膜118A及掩模膜119A时膜113A受到的损伤。

[0471] 掩模膜118A及掩模膜119A例如可以利用溅射法、ALD法(热ALD法、PEALD法)、CVD法或真空蒸镀法形成。另外,也可以使用上述湿法沉积方法形成。

[0472] 另外,以接触于膜113A上的方式形成的掩模膜118A优选利用对膜113A带来的损伤比掩模膜119A少的形成方法形成。例如,与溅射法相比,更优选使用ALD法或真空蒸镀法形成掩模膜118A。

[0473] 作为掩模膜118A及掩模膜119A,例如可以使用金属膜、合金膜、金属氧化物膜、半导体膜、有机绝缘膜和无机绝缘膜等中的一种或多种。

[0474] 作为掩模膜118A及掩模膜119A例如各自可以使用金、银、铂、镁、镍、钨、铬、钼、铁、钴、铜、钡、钛、铝、钇、锆及钽等金属材料或者包含该金属材料的合金材料。尤其优选使用铝或银等低熔点材料。通过作为掩模膜118A和掩模膜119A中的一方或双方使用能够遮蔽紫外光的金属材料,可以抑制膜113A被照射紫外光,由此可以抑制膜113A的劣化,所以是优选的。

[0475] 另外,掩模膜118A及掩模膜119A分别可以使用In-Ga-Zn氧化物、氧化铟、In-Zn氧化物、In-Sn氧化物、铟钛氧化物(In-Ti氧化物)、铟锡锌氧化物(In-Sn-Zn氧化物)、铟钛锌氧化物(In-Ti-Zn氧化物)、铟镓锡锌氧化物(In-Ga-Sn-Zn氧化物)、包含硅的铟锡氧化物等的金属氧化物。

[0476] 注意,也可以使用元素M(M为铝、硅、硼、钇、铜、钒、铍、钛、铁、镍、锗、钼、镧、铈、

钹、钪、铟、钨和镁中的一种或多种)代替上述镓。尤其是,M优选为选自镓、铝和钇中的一种或多种。

[0477] 另外,作为掩模膜可以使用包含对光,尤其是对紫外光具有遮光性的材料的膜。例如,可以使用对紫外光具有反射性的膜或吸收紫外光的膜。作为具有遮光性的材料可以使用对紫外光具有遮光性的金属、绝缘体、半导体及半金属等各种材料,但是因为该掩模膜的一部分或全部在后面的工序中被去除,所以优选使用可以通过蚀刻被加工的膜,尤其优选使用加工性良好的膜。

[0478] 例如,作为非常适合半导体的制造工艺的材料,优选使用硅或锗等的半导体材料。另外,可以使用上述半导体材料的氧化物或氮化物。另外,可以使用碳等的非金属材料或其化合物。另外,可以使用钛、铟、钨、铬、铝等的金属或包含它们中的一个以上的合金。另外,可以使用包含氧化钛或氧化铬等上述金属的氧化物或者氮化钛、氮化铬或氮化铟等氮化物。

[0479] 通过作为掩模膜使用包含对紫外光具有遮光性的材料的膜,可以抑制在曝光工序等中EL层被照射紫外光。通过抑制EL层因紫外光受到损伤,可以提高发光器件的可靠性。

[0480] 注意,包含对紫外光具有遮光性的材料的膜被用于后述的绝缘膜125A的材料时也发挥同样的效果。

[0481] 另外,作为掩模膜118A及掩模膜119A,可以使用能够用于保护层131的各种无机绝缘膜。尤其是,氧化绝缘膜与膜113A的密接性比氮化绝缘膜与膜113A的密接性高,所以是优选的。例如,可以将氧化铝、氧化钪及氧化硅等无机绝缘材料用于掩模膜118A及掩模膜119A。作为掩模膜118A及掩模膜119A,例如可以利用ALD法形成氧化铝膜。通过利用ALD法,可以减轻对基底(尤其是EL层等)的损伤,所以是优选的。

[0482] 例如,作为掩模膜118A可以使用利用ALD法形成的无机绝缘膜(例如,氧化铝膜),并且作为掩模膜119A可以使用利用溅射法形成的无机膜(例如,In-Ga-Zn氧化物膜、铝膜或钨膜)。

[0483] 另外,作为掩模膜118A和后面形成的绝缘层125的双方可以使用相同无机绝缘膜。例如,作为掩模膜118A和绝缘层125的双方可以使用利用ALD法形成的氧化铝膜。在此,掩模膜118A和绝缘层125既可以采用相同沉积条件,也可以采用不同沉积条件。例如,通过与绝缘层125同样的条件沉积掩模膜118A,可以形成掩模膜118A作为对水和氧中的至少一方的阻挡性高的绝缘层。另一方面,掩模膜118A是其大部分或全部在后面的工序中被去除的层,所以优选容易被加工。因此,掩模膜118A优选以与绝缘层125相比沉积时的衬底温度低的条件沉积。

[0484] 作为掩模膜118A和掩模膜119A中的一方或双方也可以使用有机材料。例如,作为有机材料也可以使用可溶解于至少对位于膜113A的最上部的膜在化学上稳定的溶剂的材料。尤其是,可以将溶解于水或醇的材料适合用于掩模膜118A和掩模膜119A中的一方或双方。当沉积上述材料时,优选的是,在将材料溶解于水或醇等溶剂的状态下通过上述湿法沉积方法涂敷该材料,然后进行用来使溶剂蒸发的加热处理。此时,通过在减压气氛下进行加热处理,可以以低温且短时间去除溶剂,所以可以减少膜113A的热损伤,所以是优选的。

[0485] 此外,掩模膜118A及掩模膜119A也可以各自使用聚乙烯醇(PVA)、聚乙烯醇缩丁醛、聚乙烯吡咯烷酮、聚乙二醇、聚甘油、普鲁兰多糖、水溶性纤维素、可溶解于醇的聚酰胺

树脂或全氟聚合物等氢树脂等有机树脂。

[0486] 例如,作为掩模膜118A可以使用利用蒸镀法和上述湿法沉积方法中的任意个形成的有机膜(例如,PVA膜),并且作为掩模膜119A可以使用利用溅射法形成的无机膜(例如,氮化硅膜)。

[0487] 注意,如实施方式1所示,有时掩模膜的一部分作为掩模层残留在本发明的一个方式的显示装置中。

[0488] 接着,在掩模膜119A上形成抗蚀剂掩模190a(图11A)。抗蚀剂掩模190a可以通过涂敷感光性树脂(光致抗蚀剂)而进行曝光及显影来形成。

[0489] 抗蚀剂掩模190a也可以使用正型抗蚀剂材料或负型抗蚀剂材料制造。

[0490] 抗蚀剂掩模190a设置在与像素电极111a重叠的位置上。另外,抗蚀剂掩模190a优选还在与导电层123重叠的位置上设置。由此,可以抑制导电层123在显示装置的制造工序中受到损伤。注意,也可以在导电层123上不设置抗蚀剂掩模190a。

[0491] 另外,如图11A的沿Y1-Y2的截面图所示,抗蚀剂掩模190a优选以覆盖第一层113a的端部至导电层123的端部(第一层113a一侧的端部)的方式设置。由此,在对掩模膜118A及掩模膜119A进行了加工之后,掩模层118a及119a的端部仍然与第一层113a的端部重叠。另外,掩模层118a、119a以覆盖第一层113a的端部至导电层123的端部(第一层113a一侧的端部)的方式设置,由此可以抑制绝缘层255c露出(参照图11C的沿Y1-Y2的截面图)。由此,可以防止绝缘层255a至255c以及具有晶体管的层101中的绝缘层的一部分因蚀刻等被去除而使具有晶体管的层101中的导电层露出。因此,可以抑制该导电层非意图性地电连接于其他导电层。例如,可以抑制该导电层与公共电极115间短路。

[0492] 接着,使用抗蚀剂掩模190a去除掩模膜119A的一部分形成掩模层119a(图11B)。掩模层119a残留在像素电极111a上及导电层123上。然后,去除抗蚀剂掩模190a。接着,使用掩模层119a作为掩模(也被称为硬掩模)去除掩模膜118A的一部分形成掩模层118a(图11C)。

[0493] 掩模膜118A及掩模膜119A都可以利用湿蚀刻法或干蚀刻法加工。掩模膜118A及掩模膜119A的加工优选通过各向异性蚀刻进行。

[0494] 通过利用湿蚀刻法,与干蚀刻法相比,可以降低在加工掩模膜118A及掩模膜119A时膜113A受到的损伤。在利用湿蚀刻法时,例如优选使用显影液、四甲基氢氧化铵水溶液(TMAH)、稀氢氟酸、草酸、磷酸、乙酸、硝酸或包含它们的混合液体的药液等。

[0495] 另外,在加工掩模膜119A时膜113A不被露出,所以与加工掩模膜118A的情况相比,加工方法的选择范围较宽。具体而言,在掩模膜119A的加工中作为蚀刻气体使用含氧气体的情况下也可以进一步抑制膜113A的劣化。

[0496] 另外,在掩模膜118A的加工中使用干蚀刻法的情况下,通过作为蚀刻气体不使用含有氧的气体可以抑制膜113A的劣化。在利用干蚀刻法的情况下,例如优选将 CF_4 、 C_4F_8 、 SF_6 、 CHF_3 、 Cl_2 、 H_2O 、 BCl_3 或含有He等贵金属(也称为稀有气体)的气体用作蚀刻气体。

[0497] 例如,在作为掩模膜118A使用利用ALD法形成的氧化铝膜时,可以使用 CHF_3 和He或 CHF_3 、He及 CH_4 通过干蚀刻法加工掩模膜118A。另外,在作为掩模膜119A使用利用溅射法形成的In-Ga-Zn氧化物膜时,可以使用稀磷酸通过湿蚀刻法加工掩模膜119A。或者,也可以使用 CH_4 及Ar通过干蚀刻法进行加工。或者,可以使用稀磷酸通过湿蚀刻法加工掩模膜119A。另外,在作为掩模膜119A使用利用溅射法形成的钨膜的情况下,可以使用 SF_6 、 CF_4 及 O_2 或者

CF_4 、 Cl_2 及 O_2 通过干蚀刻法加工掩模膜119A。

[0498] 抗蚀剂掩模190a例如可以通过使用氧等离子体的灰化等去除。或者,也可以使用氧气体和 CF_4 、 C_4F_8 、 SF_6 、 CHF_3 、 Cl_2 、 H_2O 、 BCl_3 或He等的贵气体(稀有气体)。或者,也可以利用湿蚀刻去除抗蚀剂掩模190a。此时,掩模膜118A位于最外表面且膜113A不被露出,所以在抗蚀剂掩模190a的去除工序中可以抑制膜113A受到损伤。此外,可以扩大抗蚀剂掩模190a的去除方法的选择范围。

[0499] 接着,加工膜113A形成第一层113a。例如,使用掩模层119a及掩模层118a作为硬掩模去除膜113A的一部分形成第一层113a(图11C)。

[0500] 由此,如图11C所示,像素电极111a上残留有第一层113a、掩模层118a及掩模层119a的叠层结构。另外,像素电极111b及像素电极111c露出。

[0501] 图11C示出第一层113a的端部位于像素电极111a的端部的外侧的例子。通过采用上述结构,可以提高像素的开口率。注意,虽然在图11C中未图示,但是由于上述蚀刻处理绝缘层255c的不与第一层113a重叠的区域中有时形成有凹部。

[0502] 另外,通过使第一层113a覆盖像素电极111a的顶面及侧面,可以在不使像素电极111a露出的情况下进行后面的工序。在像素电极111a的端部露出时,在蚀刻工序等中有时会发生腐蚀。因像素电极111a的腐蚀而产生的生成物有时不稳定,例如,采用湿蚀刻时生成物有时会溶解于溶液中,采用干蚀刻时生成物有时会飞散到气氛中。当生成物溶解于溶液中或飞散在气氛中时,生成物有可能附着到被处理面及第一层113a的侧面等上而对发光器件的特性带来不良影响或者有可能导致多个发光器件间形成泄漏路径。另外,在像素电极111a的端部露出的区域中,彼此接触的层的密接性可能会降低而可能导致容易发生第一层113a或像素电极111a的膜剥离。

[0503] 因此,通过采用第一层113a覆盖像素电极111a的顶面及侧面的结构,例如可以提高发光器件的成品率及特性。

[0504] 此外,在相当于连接部140的区域中,导电层123上残留有掩模层118a及掩模层119a的叠层结构。

[0505] 另外,如上所述,在图11C的沿Y1-Y2的截面图中,掩模层118a、119a以覆盖第一层113a的端部及导电层123的端部的方式设置,绝缘层255c没有露出。由此,可以防止绝缘层255a至255c以及具有晶体管的层101中的绝缘层的一部分因蚀刻等被去除而使具有晶体管的层101中的导电层露出。因此,可以抑制该导电层非意图性地电连接于其他导电层。

[0506] 膜113A的加工优选通过各向异性蚀刻进行。尤其优选使用各向异性干蚀刻。或者,也可以使用湿蚀刻。

[0507] 另外,在使用干蚀刻法的情况下,通过作为蚀刻气体不使用含有氧的气体可以抑制膜113A的劣化。

[0508] 另外,作为蚀刻气体也可以使用含有氧的气体。在蚀刻气体含有氧时,可以提高蚀刻速率。因此,可以在保持充分的蚀刻速率的状态下以低功率条件进行蚀刻。因此,可以抑制对膜113A带来的损伤。并且,可以抑制蚀刻时产生的反应生成物的附着等不良。

[0509] 在使用干蚀刻法时,例如优选使用包含 H_2 、 CF_4 、 C_4F_8 、 SF_6 、 CHF_3 、 Cl_2 、 H_2O 、 BCl_3 和He、Ar等的贵气体(稀有气体)中的一种以上的气体作为蚀刻气体。或者,优选将这些气体的一种以上及含氧的气体用作蚀刻气体。或者,也可以将氧气体用作蚀刻气体。具体而言,例如,

可以将含 H_2 及Ar的气体或含 CF_4 及He的气体用作蚀刻气体。此外,例如,可以将含 CF_4 、He及氧的气体用作蚀刻气体。另外,例如,可以将包含 H_2 及Ar的气体及包含氧的气体用作蚀刻气体。

[0510] 如上所述,在本发明的一个方式中,通过在掩模膜119A上形成抗蚀剂掩模190a且使用抗蚀剂掩模190a去除掩模膜119A的一部分,来形成掩模层119a。然后,通过将掩模层119a用作硬掩模去除膜113A的一部分,来形成第一层113a。因此,可以说通过利用光刻法加工膜113A来形成第一层113a。另外,也可以使用抗蚀剂掩模190a去除膜113A的一部分。然后,也可以去除抗蚀剂掩模190a。

[0511] 接着,优选进行像素电极的疏水化处理。在加工膜113A时有时像素电极的表面状态变为亲水性。通过进行像素电极的疏水化处理,可以提高像素电极与在后面工序中形成的膜(在此,膜113B)的密接性,由此可以抑制膜剥离。另外,也可以不进行疏水化处理。

[0512] 接着,在像素电极111b、111c上及掩模层119a上形成后面成为第二层113b的膜113B(图12A)。

[0513] 膜113B可以与能用于膜113A的形成方法同样的方法形成。

[0514] 接着,在膜113B上依次形成后面成为掩模层118b的掩模膜118B及后面成为掩模层119b的掩模膜119B,然后形成抗蚀剂掩模190b(图12A)。掩模膜118B及掩模膜119B的材料及形成方法的条件与可以应用于掩模膜118A及掩模膜119A的条件相同。抗蚀剂掩模190b的材料及形成方法与可以应用于抗蚀剂掩模190a的条件相同。

[0515] 抗蚀剂掩模190b设置在与像素电极111b重叠的位置上。

[0516] 接着,使用抗蚀剂掩模190b去除掩模膜119B的一部分而形成掩模层119b。掩模层119b残留在像素电极111b上。然后,去除抗蚀剂掩模190b。接着,使用掩模层119b作为掩模去除掩模膜118B的一部分形成掩模层118b。接着,加工膜113B形成第二层113b。例如,使用掩模层119b及掩模层118b作为硬掩模去除膜113B的一部分形成第二层113b(图12B)。

[0517] 由此,如图12B所示,像素电极111b上残留有第二层113b、掩模层118b及掩模层119b的叠层结构。另外,掩模层119a及像素电极111c露出。

[0518] 接着,优选进行像素电极的疏水化处理。在加工膜113B时有时像素电极的表面状态变为亲水性。通过进行像素电极的疏水化处理,可以提高像素电极与在后面工序中形成的膜(在此,膜113C)的密接性,由此可以抑制膜剥离。另外,也可以不进行疏水化处理。

[0519] 接着,在像素电极111c上以及掩模层119a、119b上形成后面成为第三层113c的膜113C(图12B)。

[0520] 膜113C可以与能用于膜113A的形成方法同样的方法形成。

[0521] 接着,在膜113C上依次形成后面成为掩模层118c的掩模膜118C及后面成为掩模层119c的掩模膜119C,然后形成抗蚀剂掩模190c(图12B)。掩模膜118C及掩模膜119C的材料及形成方法的条件与可以应用于掩模膜118A及掩模膜119A的条件相同。抗蚀剂掩模190c的材料及形成方法与可以应用于抗蚀剂掩模190a的条件相同。

[0522] 抗蚀剂掩模190c设置在与像素电极111c重叠的位置上。

[0523] 接着,使用抗蚀剂掩模190c去除掩模膜119C的一部分而形成掩模层119c。掩模层119c残留在像素电极111c上。然后,去除抗蚀剂掩模190c。接着,使用掩模层119c作为掩模去除掩模膜118C的一部分形成掩模层118c。接着,加工膜113C形成第三层113c。例如,使用

掩模层119c及掩模层118c作为硬掩模去除膜113C的一部分形成第三层113c(图12C)。

[0524] 由此,如图12C所示,像素电极111c上残留有第三层113c、掩模层118c及掩模层119c的叠层结构。另外,掩模层119a、119b露出。

[0525] 注意,第一层113a、第二层113b、第三层113c的侧面优选分别垂直于或大致垂直于被形成面。例如,被形成面与这些侧面所成的角度优选为 60° 以上且 90° 以下。

[0526] 如上所述,利用光刻法形成的第一层113a、第二层113b及第三层113c中的相邻的两个层之间的距离可以减小到 $8\mu\text{m}$ 以下、 $5\mu\text{m}$ 以下、 $3\mu\text{m}$ 以下、 $2\mu\text{m}$ 以下或 $1\mu\text{m}$ 以下。在此,该距离例如可以以第一层113a、第二层113b及第三层113c中的相邻的两个相对端部间的距离规定。通过如上述那样减小岛状EL层间的距离,可以提供一种高清晰度及高开口率的显示装置。

[0527] 另外,如图10A及图10B所示,在制造包括发光器件和受光器件的双方的显示装置时,与第一层113a至第三层113c同样地形成受光器件所包括的第四层113d。第一层113a至第四层113d的形成顺序没有特别的限制。例如,通过先形成与像素电极的密接性高的层,可以抑制工序中的膜剥离。例如,在像素电极与第一层113a至第三层113c的密接性高于与第四层113d的密接性的情况下,优选先形成第一层113a至第三层113c。另外,先形成的层的厚度有时对后面形成层的工序中衬底与用来规定沉积范围的掩模间的间隔带来影响。通过先形成厚度较薄的层,可以抑制阴影(shadowing)(层形成在阴影部分)。例如,在形成串联结构的发光器件时在很多情况下第一层113a至第三层113c的厚度大于第四层113d,所以优选先形成第四层113d。另外,在使用高分子材料通过湿法形成膜的情况下,优选先形成该膜。例如,在作为活性层使用高分子材料时,优选先形成第四层113d。通过如上所述那样根据材料及沉积方法等决定形成顺序,可以提高显示装置的制造成品率。

[0528] 接着,优选去除掩模层119a、119b、119c(图13A)。根据后面工序有时掩模层118a、118b、118c、119a、119b、119c残留在显示装置中。通过在这阶段去除掩模层119a、119b、119c,可以抑制掩模层119a、119b、119c残留在显示装置中。例如,在作为掩模层119a、119b、119c使用导电材料时,通过预先去除掩模层119a、119b、119c,可以抑制因残留的掩模层119a、119b、119c产生泄漏电流及电容的形成等。

[0529] 注意,在本实施方式中,以去除掩模层119a、119b、119c的情况为例进行说明,但是也可以不去除掩模层119a、119b、119c。例如,在掩模层119a、119b、119c包含上述对紫外光具有遮光性的材料时,通过不去除掩模层119a、119b、119c进行下一个工序,可以保护EL层免受紫外光的影响,所以是优选的。

[0530] 掩模层的去除工序可以使用与掩模层的加工工序同样的方法。尤其是,通过使用湿蚀刻法,与使用干蚀刻法相比,在去除掩模层时,可以降低第一层113a、第二层113b、第三层113c受到的损伤。

[0531] 另外,也可以将掩模层溶解于水或醇等的溶剂来去除。作为醇,可以举出乙醇、甲基醇、异丙基醇(IPA)或甘油等。

[0532] 另外,在去除掩模层之后,为了去除包含在第一层113a、第二层113b及第三层113c中的水及吸附到第一层113a、第二层113b及第三层113c表面的水,也可以进行干燥处理。例如,可以在惰性气氛或减压气氛下进行加热处理。在加热处理中,作为衬底温度可以在 50°C 以上且 200°C 以下,优选在 60°C 以上且 150°C 以下,更优选在 70°C 以上且 120°C 以下的温

度下进行。通过采用减压气氛,可以以更低温进行干燥,所以是优选的。

[0533] 接着,以覆盖像素电极、第一层113a、第二层113b、第三层113c、掩模层118a、掩模层118b及掩模层118c的方式形成后面成为绝缘层125的绝缘膜125A(图13A)。接着,在绝缘膜125A上形成绝缘膜127a(图13B)。

[0534] 绝缘膜125A及绝缘膜127a优选以对第一层113a、第二层113b及第三层113c损伤少的形成方法沉积。尤其是,由于绝缘膜125A以与第一层113a、第二层113b及第三层113c的侧面接触的方式形成,所以优选以与绝缘膜127a相比对第一层113a、第二层113b及第三层113c损伤少的形成方法沉积。

[0535] 另外,绝缘膜125A及绝缘膜127a各自以低于第一层113a、第二层113b及第三层113c的耐热温度的温度形成。另外,通过提高沉积时的衬底温度,即使其厚度较薄也可以形成杂质浓度低且对水和氧中的至少一方的阻挡性高的绝缘膜125A。

[0536] 形成绝缘膜125A及绝缘膜127a时的各衬底温度优选为60℃以上、80℃以上、100℃以上或120℃以上且200℃以下、180℃以下、160℃以下、150℃以下或140℃以下。

[0537] 作为绝缘膜125A,优选以上述衬底温度范围形成3nm以上、5nm以上或10nm以上且200nm以下、150nm以下、100nm以下或50nm以下的厚度的绝缘膜。

[0538] 绝缘膜125A例如优选通过ALD法形成。通过利用ALD法,可以减少沉积损伤,且可以沉积覆盖性高的膜,所以是优选的。作为绝缘膜125A,例如优选通过ALD法形成氧化铝膜。

[0539] 除此之外,绝缘膜125A也可以利用其沉积速度高于ALD法的溅射法、CVD法或PECVD法形成。由此,可以高生产率地制造可靠性高的显示装置。

[0540] 绝缘膜127a优选使用上述湿法沉积方法形成。绝缘膜127a例如通过旋涂法使用感光性树脂形成,更具体而言,可以使用感光性丙烯酸树脂形成。

[0541] 另外,在绝缘膜127a的形成后进行加热处理(也称为前烘)。该加热处理以低于第一层113a、第二层113b及第三层113c的耐热温度的温度进行。加热处理时的衬底温度优选为50℃以上且200℃以下,更优选为60℃以上且150℃以下,进一步优选为70℃以上且120℃以下。由此,可以去除包括在绝缘膜127a中的溶剂。

[0542] 接着,如图13C所示,进行曝光来用可见光线或紫外线使绝缘膜127a的一部分感光。这里,在绝缘膜127a使用正型丙烯酸树脂时,向在后面工序中不形成绝缘层127的区域使用掩模照射可见光线或紫外线。绝缘层127形成在夹在像素电极111a、111b、111c中的任意两个之间的区域及导电层123的周围。因此,如图13C所示,使用掩模将可见光线或紫外线照射到像素电极111a上、像素电极111b上、像素电极111c上及导电层123上。

[0543] 另外,可以由上述感光的区域控制后面形成的绝缘层127的宽度。在本实施方式中,以绝缘层127具有与像素电极的顶面重叠的部分的方式进行加工(图4A及图4B)。如图8A或图8B所示,绝缘层127也可以不具有与像素电极的顶面重叠的部分。

[0544] 用于曝光的光优选包括i线(波长为365nm)。另外,用于曝光的光也可以包括g线(波长为436nm)和h线(波长为405nm)中的至少一方。

[0545] 另外,图13C示出作为绝缘膜127a使用正型感光性树脂且对不形成有绝缘层127的区域照射可见光线或紫外线的例子,但是本发明不局限于此。例如,作为绝缘膜127a也可以使用负型感光性树脂。在此情况下,对形成有绝缘层127的区域照射可见光线或紫外线。

[0546] 接着,如图14A及图16A所示,进行显影去除绝缘膜127a的被曝光的区域,来形成绝

缘层127b。图16A是图14A所示的第二层113b、绝缘层127b的端部及其附近的放大图。绝缘层127b形成在夹在像素电极111a、111b、111c中的任意两个之间的区域及导电层123的周围。在此,在作为绝缘膜127a使用丙烯酸树脂时,作为显影液优选使用碱性溶液,例如可以使用四甲基氢氧化铵水溶液(TMAH)。

[0547] 接着,也可以去除显影时的残渣物(所谓的浮渣)。例如,通过进行使用氧等离子体的灰化,可以去除残渣物。

[0548] 另外,也可以进行蚀刻以便调整绝缘层127b的表面的高度。绝缘层127b例如也可以通过利用氧等离子体的灰化被加工。另外,即使在作为绝缘膜127a使用非感光性材料的情况下,例如也可以通过该灰化调整绝缘膜127a的表面高度。

[0549] 接着,也可以对整个衬底进行曝光对绝缘层127b照射可见光线或紫外光线。该曝光的能量密度大于 $0\text{mJ}/\text{cm}^2$,优选为 $800\text{mJ}/\text{cm}^2$,更优选大于 $0\text{mJ}/\text{cm}^2$ 且为 $500\text{mJ}/\text{cm}^2$ 以下。通过在显影后进行上述曝光,有时可以提高绝缘层127b的透明度。另外,有时可以降低在后面工序中使绝缘层127b的形状变为锥形形状的加热处理所需的衬底温度。

[0550] 另一方面,如后面所述,通过不对绝缘层127b进行曝光,有时易于在后面工序中改变绝缘层127b的形状或者易于将绝缘层127变为锥形形状。因此,有时优选在显影后不对绝缘层127b或127进行曝光。

[0551] 例如,在作为绝缘层127b的材料使用光固化性树脂时,通过对绝缘层127b进行曝光而开始聚合,因此可以使绝缘层127b固化。另外,也可以在该阶段不对绝缘层127b进行曝光而在保持绝缘层127b的形状较容易变化的状态下进行后述的第一蚀刻处理、后烘和第二蚀刻处理中的至少一个。由此,可以抑制形成公共层114及公共电极115的面上产生凹凸,从而可以抑制公共层114及公共电极115断开。注意,也可以在后述的第一蚀刻处理、后烘和第二蚀刻处理中的任何处理之后对绝缘层127b(或绝缘层127)进行曝光。

[0552] 接着,如图14B及图16B所示,使用绝缘层127b作为掩模进行蚀刻处理去除绝缘膜125A的一部分而减薄掩模层118a、118b、118c的一部分的厚度。由此,在绝缘层127b的下方形成绝缘层125。另外,掩模层118a、118b、118c的厚度较薄的部分的表面被露出。图16B是图14B所示的第二层113b、绝缘层127b的端部及其附近的放大图。注意,以下有时将使用绝缘层127b作为掩模的蚀刻处理称为第一蚀刻处理。

[0553] 第一蚀刻处理可以以干蚀刻或湿蚀刻进行。另外,在使用与掩模层118a、118b、118c同样的材料沉积绝缘膜125A时,可以一次性地进行第一蚀刻处理,所以是优选的。

[0554] 如图16B所示,通过使用侧面具有锥形形状的绝缘层127b作为掩模进行蚀刻,可以较容易地将绝缘层125的侧面及掩模层118a、118b、118c的侧面上端部形成为锥形形状。

[0555] 在进行干蚀刻时,优选使用氯类气体。作为氯类气体,可以以单独或混合两种以上的气体的方式使用 Cl_2 、 BCl_3 、 SiCl_4 及 CCl_4 等。另外,可以以单独或混合两种以上的气体的方式将氧气体、氢气体、氦气体及氩气体等适当地添加到上述氯类气体。通过使用干蚀刻,可以以良好面内均匀性形成掩模层118a、118b、118c的厚度较小的区域。

[0556] 作为干蚀刻装置,可以使用具有高密度等离子体源的干蚀刻装置。例如,作为具有高密度等离子体源的干蚀刻装置,可以使用感应耦合等离子体(ICP:Inductively Coupled Plasma)蚀刻装置等。或者,可以使用包括平行平板型电极的电容耦合型等离子体(CCP:Capacitively Coupled Plasma)蚀刻装置。包括平行平板型电极的电容耦合型等离子体蚀

刻装置也可以采用对平行平板型电极中的一个施加高频电压的结构。或者,也可以采用对平行平板型电极中的一个施加不同的多个高频电压的结构。或者,也可以采用对平行平板型电极的各个施加频率相同的高频电压的结构。或者,也可以采用对平行平板型电极的各个施加频率不同的高频电压的结构。

[0557] 另外,当进行干蚀刻时,有时例如干蚀刻中产生的副产物等沉积于绝缘层127b的顶面及侧面等。由此,蚀刻气体中的成分、绝缘膜125A中的成分、掩模层118a、118b、118c中的成分等有时包含在显示装置完成后的绝缘层127中。

[0558] 另外,第一蚀刻处理优选以湿蚀刻进行。通过使用湿蚀刻法,与使用干蚀刻法的情况相比,可以减少对第一层113a、第二层113b及第三层113c带来的损伤。例如,湿蚀刻可以使用碱溶液等进行。例如,在氧化铝膜的湿蚀刻中优选使用作为碱溶液的四甲基氢氧化铵水溶液(TMAH)。在此情况下,可以以水坑法进行湿蚀刻。另外,在使用与掩模层118a、118b、118c同样的材料沉积绝缘膜125A时,可以一次性地进行上述蚀刻处理,所以是优选的。

[0559] 如图14B及图16B所示,在第一蚀刻处理中,不完全去除掩模层118a、118b、118c而在厚度减薄的状态下停止蚀刻处理。如此,通过在第一层113a、第二层113b及第三层113c上残留对应的掩模层118a、118b、118c,可以防止在后面工序中的处理中第一层113a、第二层113b及第三层113c受到损伤。

[0560] 注意,在图14B及图16B中掩模层118a、118b、118c的厚度减薄,但是本发明不局限于此。例如,根据绝缘膜125A的厚度及掩模层118a、118b、118c的厚度,有时在绝缘膜125A被加工为绝缘层125之前停止第一蚀刻处理。具体而言,有时只减薄绝缘膜125A的一部分的厚度就停止第一蚀刻处理。另外,在使用与掩模层118a、118b、118c同样的材料沉积绝缘膜125A时,绝缘膜125A与掩模层118a、118b、118c的边界不清楚,有时不能判断是否形成绝缘层125或者有时不能判断掩模层118a、118b、118c的厚度是否被减薄。

[0561] 另外,图14B及图16B示出绝缘层127b的形状与图14A及图16A没有变化的例子,但是本发明不局限于此。例如,有时绝缘层127b的端部下垂而覆盖绝缘层125的端部。另外,例如,有时绝缘层127b的端部与掩模层118a、118b、118c的顶面接触。如上所述,在显影之后不对绝缘层127b进行曝光的情况下,有时绝缘层127b的形状容易变化。

[0562] 接着,如图15A及图16C所示,进行加热处理(也被称为后烘)。如图15A及图16C所示,通过进行加热处理,可以将绝缘层127b变为侧面具有锥形形状的绝缘层127。注意,如上所述,在第一蚀刻处理结束时,有时绝缘层127b已变为侧面具有锥形形状的形状。该加热处理在低于EL层的耐热温度的温度下进行。加热处理可以以50℃以上且200℃以下,优选为60℃以上且150℃以下,更优选为70℃以上且130℃以下的衬底温度进行。加热气氛既可以为大气气氛,也可以为惰性气体气氛。另外,加热气氛既可以为大气气氛又可以为减压气氛。通过采用减压气氛,可以以更低温进行干燥,所以是优选的。本工序的加热处理中的衬底温度优选高于形成绝缘膜127a后的加热处理(前烘)。由此,可以提高绝缘层127与绝缘层125的密接性,并且也可以提高绝缘层127的耐腐蚀性。图16C是图15A所示的第二层113b、绝缘层127的端部及其附近的放大图。

[0563] 通过在第一蚀刻处理中不完全去除掩模层118a、118b、118c残留厚度较薄状态的掩模层118a、118b、118c,可以防止在上述加热处理中第一层113a、第二层113b及第三层113c受损伤而发生劣化。由此,可以提高发光器件的可靠性。

[0564] 注意,如图6A及图6B所示,根据绝缘层127的材料以及后烘的温度、时间及气氛,有时绝缘层127的侧面形成凹曲面形状。例如,后烘条件中的温度越高或时间越长,绝缘层127的形状越容易变化,有时形成凹曲面形状。另外,如上所述,在不对显影后的绝缘层127b进行曝光时,有时在后烘中绝缘层127的形状容易变化。

[0565] 接着,如图15B及图16D所示,使用绝缘层127作为掩模进行蚀刻处理去除掩模层118a、118b、118c的一部分。有时绝缘层125的一部分也被去除。由此,掩模层118a、118b、118c中分别形成开口而第一层113a、第二层113b、第三层113c及导电层123的顶面露出。图16D是图15B所示的第二层113b、绝缘层127的端部及其附近的放大图。注意,以下有时将使用绝缘层127作为掩模的蚀刻处理称为第二蚀刻处理。

[0566] 绝缘层125的端部被绝缘层127覆盖。另外,图15B及图16D示出掩模层118b的端部的一部分(具体而言,通过第一蚀刻处理形成的锥形形状的部分)被绝缘层127覆盖且通过第二蚀刻处理形成的锥形形状的部分露出的例子。换言之,图15B及图16D相当于图4A及图4B所示的结构。

[0567] 在不进行第一蚀刻处理且在后烘后一次性地进行绝缘层125及掩模层的蚀刻处理时,有时因侧蚀使绝缘层127的端部之下的绝缘层125及掩模层消失而形成空洞。因该空洞,形成公共层114及公共电极115的面上产生凹凸,公共层114及公共电极115中容易发生断开。即使经过第一蚀刻处理绝缘层125及掩模层的侧面被蚀刻而形成空洞,也可以通过之后进行的后烘由绝缘层127填充该空洞。然后,在第二次蚀刻处理中蚀刻厚度较薄的掩模层,因此进行侧蚀的量减少而不容易形成空洞,即便形成空洞尺寸也极小。因此,可以使形成公共层114及公共电极115的面更平坦。

[0568] 另外,如图5A、图5B、图7A及图7B所示,绝缘层127也可以覆盖掩模层118b的整个端部。例如,有时绝缘层127的端部下垂而覆盖掩模层118b的端部。另外,例如,有时绝缘层127的端部与第一层113a、第二层113b和第三层113c中的至少一个的顶面接触。如上所述,在不对显影后的绝缘层127b进行曝光时,有时绝缘层127的形状易于变化。

[0569] 另外,第二蚀刻处理优选通过湿蚀刻进行。通过使用湿蚀刻法,与使用干蚀刻法的情况相比,可以减少对第一层113a、第二层113b及第三层113c带来的损伤。湿蚀刻可以使用碱溶液等进行。

[0570] 如上所述,通过设置绝缘层127、绝缘层125、掩模层118a、掩模层118b及掩模层118c,在各发光器件间,可以抑制公共层114及公共电极115中发生因断开部分的连接不良及因局部厚度较薄的部分的电阻上升。由此,根据本发明的一个方式的显示装置可以提高显示品质。

[0571] 另外,也可以在使第一层113a、第二层113b及第三层113c的一部分露出之后再次进行加热处理。通过进行该加热处理,可以去除包含在EL层中的水及附着于EL层表面上的水等。另外,通过该加热处理有时绝缘层127的形状发生变化。具体而言,有时绝缘层127以覆盖绝缘层125的端部、掩模层118a、118b、118c的端部和第一层113a、第二层113b及第三层113c的顶面中的至少一个的方式扩大。例如,绝缘层127有时具有图5A及图5B所示的形状。例如,可以在惰性气体气氛或减压气氛下进行加热处理。在加热处理中,作为衬底温度可以在50℃以上且200℃以下,优选在60℃以上且150℃以下,更优选在70℃以上且120℃以下的温度下进行。通过采用减压气氛,可以以更低温进行脱水,所以是优选的。注意,优选考虑EL

层的耐热温度适当地设定上述加热处理的温度范围。考虑到EL层的耐热温度,上述温度范围中尤其优选70℃以上且120℃以下的温度。

[0572] 接着,在绝缘层127、第一层113a、第二层113b及第三层113c上依次形成公共层114、公共电极115及保护层131。并且,使用树脂层122在保护层131上贴合衬底120,由此可以制造显示装置(图3B)。

[0573] 公共层114可以通过蒸镀法(包括真空蒸镀法)、转印法、印刷法、喷墨法、涂布法等的方法形成。

[0574] 公共电极115例如可以利用溅射法或真空蒸镀法形成。或者,也可以层叠通过蒸镀法形成的膜与通过溅射法形成的膜。

[0575] 作为保护层131的沉积方法,可以举出真空蒸镀法、溅射法、CVD法及ALD法等。

[0576] 如上所述,在本实施方式的显示装置的制造方法中,岛状第一层113a、岛状第二层113b及第三层113c不使用高精细金属掩模版形成而是在一个面上沉积膜之后进行加工来形成的,所以可以以均匀的厚度形成岛状层。并且,可以实现高清晰的显示装置或者高开口率的显示装置。另外,即使清晰度或开口率高且子像素间距离极小,也可以抑制相邻的子像素中第一层113a、第二层113b及第三层113c彼此接触。由此,可以抑制子像素间产生泄漏电流。因此,可以抑制因非意图性的发光而发生的串扰,从而可以实现对比度非常高的显示装置。

[0577] 另外,通过在相邻的岛状EL层间设置端部具有锥形形状的绝缘层127,可以抑制在公共电极115的形成时发生断开,并且可以防止公共电极115中形成局部厚度较薄的部分。由此,可以抑制在公共层114及公共电极115中发生因断开部分的连接不良以及因局部厚度较薄的部分的电阻上升。由此,本发明的一个方式的显示装置可以同时实现高清晰化和高显示品质。

[0578] 本实施方式可以与其他实施方式适当地组合。

[0579] (实施方式4)

在本实施方式中,参照图17及图18说明本发明的一个方式的显示装置。

[0580] [像素的布局]

在本实施方式中,主要说明与图3A不同的像素布局。子像素的排列没有特别的限制,可以采用各种排列方法。作为子像素的排列,例如可以举出条纹排列、S条纹排列、矩阵排列、Delta排列、拜耳排列、Pentile排列等。

[0581] 本实施方式中的附图所示的子像素的顶面形状相当于发光区域(或受光区域)的顶面形状。

[0582] 另外,作为子像素的顶面形状,例如可以举出三角形、四角形(包括矩形、正方形)、五角形等多角形、角部圆的上述多角形形状、椭圆形或圆形等。

[0583] 另外,构成子像素的电路布局不局限于附图所示的子像素的范围,也可以配置在其外侧。

[0584] 图17A所示的像素110采用S条纹排列。图17A所示的像素110由子像素110a、110b、110c这三个子像素构成。

[0585] 图17B所示的像素110包括具有角部呈圆形的近似三角形或近似梯形的顶面形状的子像素110a、具有角部呈圆形的近似三角形或近似梯形的顶面形状的子像素110b以及具

有角部呈圆形的近似四角形或近似六角形的顶面形状的子像素110c。另外,子像素110b的发光面积大于子像素110a。如此,各子像素的形状及尺寸可以分别独立决定。例如,包括可靠性高的发光器件的子像素的尺寸可以更小。

[0586] 图17C所示的像素124a、124b采用Pentile排列。图17C示出交替配置包括子像素110a及子像素110b的像素124a及包括子像素110b及子像素110c的像素124b的例子。

[0587] 图17D及图17E所示的像素124a、124b采用Delta排列。像素124a在上行(第一行)包括两个子像素(子像素110a、110b),在下行(第二行)包括一个子像素(子像素110c)。像素124b在上行(第一行)包括一个子像素(子像素110c),在下行(第二行)包括两个子像素(子像素110a、110b)。

[0588] 图17D是各子像素具有带圆角的近似四角形的顶面形状的例子,图17E是各子像素具有圆形顶面形状的例子。

[0589] 图17F示出各颜色的子像素配置为锯齿形状的例子。具体而言,在俯视时,在列方向上排列的两个子像素(例如,子像素110a与子像素110b或者子像素110b与子像素110c)的上边的位置错开。

[0590] 在图17A至图17F所示的各像素中,例如优选的是,作为子像素110a使用发射红色光的子像素R,作为子像素110b使用发射绿色光的子像素G,并且作为子像素110c使用发射蓝色光的子像素B。注意,子像素的结构不局限于此,可以适当地决定子像素所发射的颜色及排列顺序。例如,也可以作为子像素110b使用发射红色光的子像素R,作为子像素110a使用发射绿色光的子像素G。

[0591] 在光刻法中,被加工的图案越微细越不能忽视光的衍射所带来的影响,所以在通过曝光转移光掩模的图案时其保真度下降,难以将抗蚀剂掩模加工为所希望的形状。因此,即使光掩模的图案为矩形,也易于形成带圆角的图案。因此,子像素的顶面形状有时呈带圆角的多角形形状、椭圆形或圆形等。

[0592] 并且,在本发明的一个方式的显示装置的制造方法中,使用抗蚀剂掩模将EL层加工为岛状。形成在EL层上的抗蚀剂膜需要以低于EL层的耐热温度的温度固化。因此,根据EL层的材料的耐热温度及抗蚀剂材料的固化温度而有时抗蚀剂膜的固化不充分。固化不充分的抗蚀剂膜在被加工时有时呈远离所希望的形状的形状。其结果是,EL层的顶面形状有时呈带圆角的多角形形状、椭圆形或圆形等。例如,当要形成顶面形状为正方形的抗蚀剂掩模时,有时形成圆形顶面形状的抗蚀剂掩模而EL层的顶面形状呈圆形。

[0593] 为了使EL层的顶面形状呈所希望的形状,也可以利用以设计图案与转移图案一致的方式预先校正掩模图案的技术(OPC(Optical Proximity Correction:光学邻近效应修正)技术)。具体而言,在OPC技术中,对掩模图案上的图形角部等追加校正用图案。

[0594] 如图18A至图18I所示,像素可以包括四个子像素。

[0595] 图18A至图18C所示的像素110采用条纹排列。

[0596] 图18A是各子像素具有矩形顶面形状的例子,图18B是各子像素具有连接两个半圆与矩形的顶面形状的例子,图18C是各子像素具有椭圆形顶面形状的例子。

[0597] 图18D至图18F所示的像素110采用矩阵排列。

[0598] 图18D是各子像素具有正方形的顶面形状的例子,图18E是各子像素具有角部呈圆形的近似正方形的顶面形状的例子,图18F是各子像素具有圆形顶面形状的例子。

[0599] 图18G及图18H示出一个像素110以两行三列构成的例子。

[0600] 图18G所示的像素110在上行(第一行)包括三个子像素(子像素110a、110b、110c)且在下行(第二行)包括一个子像素(子像素110d)。换言之,像素110在左列(第一列)包括子像素110a,在中间列(第二列)包括子像素110b,在右列(第三列)包括子像素110c,并包括横跨这三个列的子像素110d。

[0601] 图18H所示的像素110在上行(第一行)包括三个子像素(子像素110a、110b、110c)且在下行(第二行)包括三个子像素110d。换言之,像素110在左列(第一列)包括子像素110a及子像素110d,在中间列(第二列)包括子像素110b及子像素110d,在右列(第三列)包括子像素110c及子像素110d。如图18H所示,通过采用上行和下行的子像素的配置对齐的结构,可以高效地去除制造工艺中可能产生的粉尘等。因此,可以提供显示品质高的显示装置。

[0602] 图18I示出一个像素110以三行两列构成的例子。

[0603] 图18I所示的像素110在上行(第一行)包括子像素110a,在中间行(第二行)包括子像素110b,包括横跨第一行至第二行的子像素110c,在下行(第三行)包括一个子像素(子像素110d)。换言之,像素110在左列(第一列)包括子像素110a、110b,在右列(第二列)包括子像素110c,并包括横跨这两个列的子像素110d。

[0604] 图18A至图18I所示的像素110由子像素110a、110b、110c、110d这四个子像素构成。

[0605] 子像素110a、110b、110c、110d可以包括发射彼此不同颜色的光的发光器件。作为子像素110a、110b、110c、110d,可以举出:R、G、B、白色(W)的四种颜色的子像素;R、G、B、Y的四种颜色的子像素;以及R、G、B、红外光(IR)的子像素;等。

[0606] 在图18A至图18I所示的各像素110中,例如优选的是,作为子像素110a使用发射红色光的子像素R,作为子像素110b使用发射绿色光的子像素G,作为子像素110c使用发射蓝色光的子像素B,作为子像素110d使用发射白色光的子像素W、发射黄色光的子像素Y或发射近红外光的子像素IR。在采用上述结构时,在图18G及图18H所示的像素110中,R、G、B的布局成为条纹排列,所以可以提高显示品质。另外,在图18I所示的像素110中,R、G、B的布局成为所谓的S条纹排列,所以可以提高显示品质。

[0607] 另外,像素110也可以包括具有受光器件的子像素。

[0608] 在图18A至图18I所示的各像素110中,子像素110a至子像素110d中的任一个都可以为包括受光器件的子像素。

[0609] 在图18A至图18I所示的各像素110中,例如优选的是,作为子像素110a使用发射红色光的子像素R,作为子像素110b使用发射绿色光的子像素G,作为子像素110c使用发射蓝色光的子像素B,作为子像素110d使用包括受光器件的子像素S。在采用上述结构时,在图18G及图18H所示的像素110中,R、G、B的布局成为条纹排列,所以可以提高显示品质。另外,在图18I所示的像素110中,R、G、B的布局成为所谓的S条纹排列,所以可以提高显示品质。

[0610] 包括受光器件的子像素S所检测的光的波长没有特别的限制。子像素S可以检测可见光和红外光中的一方或双方。

[0611] 如图18J及图18K所示,像素可以包括五个子像素。

[0612] 图18J示出一个像素110以两行三列构成的例子。

[0613] 图18J所示的像素110在上行(第一行)包括三个子像素(子像素110a、110b、110c)且在下行(第二行)包括两个子像素(子像素110d、110e)。换言之,像素110在左列(第一列)

包括子像素110a、110d,在中间列(第二列)包括子像素110b,在右列(第三列)包括子像素110c,并包括横跨第二列至第三列的子像素110e。

[0614] 图18K示出一个像素110以三行两列构成的例子。

[0615] 图18K所示的像素110在上行(第一行)包括子像素110a,在中间行(第二行)包括子像素110b,包括横跨第一行至第二行的子像素110c,在下行(第三行)包括两个子像素(子像素110d、110e)。换言之,像素110在左列(第一列)包括子像素110a、110b、110d,在右列(第二列)包括子像素110c、110e。

[0616] 在图18J及图18K所示的各像素110中,例如优选作为子像素110a使用发射红色光的子像素R,作为子像素110b使用发射绿色光的子像素G,作为子像素110c使用发射蓝色光的子像素B。在采用上述结构时,在图18J所示的像素110中,R、G、B的布局成为条纹排列,所以可以提高显示品质。另外,在图18K所示的像素110中,R、G、B的布局成为S条纹排列,所以可以提高显示品质。

[0617] 另外,在图18J及图18K所示的各像素110中,例如优选作为子像素110d和子像素110e中的至少一方使用包括受光器件的子像素S。当在子像素110d和子像素110e的双方中使用受光器件时,受光器件的结构也可以互不相同。例如,所检测的光的波长区域的至少一部分也可以彼此不同。具体而言,子像素110d和子像素110e中的一方可以包括主要检测可见光的受光器件,另一方可以包括主要检测红外光的受光器件。

[0618] 另外,在图18J及图18K所示的各像素110中,例如作为子像素110d和子像素110e中的一方使用包括受光器件的子像素S且另一方使用包括可用作光源的发光器件的子像素。例如,优选作为子像素110d和子像素110e中的一方使用发射红外光的子像素IR且另一方使用包括检测红外光的受光器件的子像素S。

[0619] 在包括子像素R、G、B、IR、S的像素中,可以使用子像素R、G、B显示图像并使用子像素IR作为光源而由子像素S检测子像素IR所发射的红外光的反射光。

[0620] 如上所述,在本发明的一个方式的显示装置中,可以对由包括发光器件的子像素构成的像素采用各种布局。另外,本发明的一个方式的显示装置可以采用在像素中包括发光器件和受光器件的双方的结构。在此情况下,也可以采用各种布局。

[0621] 本实施方式可以与其他实施方式适当地组合。

[0622] (实施方式5)

在本实施方式中,参照图19至图29说明本发明的一个方式的显示装置。

[0623] 本实施方式的显示装置可以为高清晰的显示装置。因此,例如可以将本实施方式的显示装置用作手表型及手镯型等信息终端设备(可穿戴设备)的显示部以及头戴显示器(HMD)等VR用设备及眼镜型AR用设备等可戴在头上的可穿戴设备的显示部。

[0624] 另外,本实施方式的显示装置可以为高分辨率的显示装置或大型显示装置。因此,例如可以将本实施方式的显示装置用作如下装置的显示部:具有较大的屏幕的电子设备诸如电视装置、台式或笔记本型个人计算机、用于计算机等的显示器、数字标牌、弹珠机等大型游戏机等;数码相机;数字视频摄像机;数码相框;移动电话机;便携式游戏机;便携式信息终端;声音再现装置。

[0625] [显示模块]

图19A是显示模块280的立体图。显示模块280包括显示装置100A及FPC290。注意,

显示模块280所包括的显示装置不局限于显示装置100A,也可以是将在后面说明的显示装置100B至显示装置100F中的任意个。

[0626] 显示模块280包括衬底291及衬底292。显示模块280包括显示部281。显示部281是显示模块280中的图像显示区域,并可以看到来自设置在下述像素部284中的各像素的光。

[0627] 图19B是衬底291一侧的结构的立体示意图。衬底291上层叠有电路部282、电路部282上的像素电路部283及该像素电路部283上的像素部284。此外,衬底291的不与像素部284重叠的部分上设置有用来连接到FPC290的端子部285。端子部285与电路部282通过由多个布线构成的布线部286电连接。

[0628] 像素部284包括周期性地排列的多个像素284a。在图19B的右侧示出一个像素284a的放大图。像素284a可以采用上述实施方式所说明的各种结构。图19B示出像素284a具有与图3A所示的像素110同样的结构的例子。

[0629] 像素电路部283包括周期性地排列的多个像素电路283a。

[0630] 一个像素电路283a控制一个像素284a所包括的多个元件的驱动。一个像素电路283a可以由三个控制一个发光器件的发光的电路构成。例如,像素电路283a可以采用对于一个发光器件至少具有一个选择晶体管、一个电流控制用晶体管(驱动晶体管)和电容器的结构。此时,选择晶体管的栅极被输入栅极信号,源极被输入源极信号。由此,实现有源矩阵型显示装置。

[0631] 电路部282包括用于驱动像素电路部283的各像素电路283a的电路。例如,优选包括栅极线驱动电路和源极线驱动电路中的一方或双方。此外,还可以具有运算电路、存储电路和电源电路等中的至少一个。

[0632] FPC290用作从外部向电路部282供给视频信号或电源电位等的布线。此外,也可以在FPC290上安装IC。

[0633] 显示模块280可以采用像素部284的下侧层叠有像素电路部283和电路部282中的一方或双方的结构,所以可以使显示部281具有极高的开口率(有效显示面积比)。例如,显示部281的开口率可以为40%以上且低于100%,优选为50%以上且95%以下,更优选为60%以上且95%以下。此外,能够极高密度地配置像素284a,由此可以使显示部281具有极高的清晰度。例如,显示部281优选2000ppi以上、更优选为3000ppi以上、进一步优选为5000ppi以上、更进一步优选为6000ppi以上且20000ppi以下或30000ppi以下的清晰度配置像素284a。

[0634] 这种高清晰的显示模块280适合用于HMD等VR用设备或眼镜型AR用设备。例如,因为显示模块280具有极高清晰度的显示部281,所以在透过透镜观看显示模块280的显示部的结构中,即使用透镜放大显示部也使用者看不到像素,由此可以实现具有高度沉浸感的显示。此外,不局限于此,显示模块280还可以应用于具有相对较小型的显示部的电子设备。例如,适合用于手表型设备等可穿戴式电子设备的显示部。

[0635] [显示装置100A]

图20A所示的显示装置100A包括衬底301、发光器件130R、发光器件130G、发光器件130B、电容器240及晶体管310。

[0636] 衬底301相当于图19A及图19B中的衬底291。从衬底301到绝缘层255c的叠层结构相当于实施方式1中的具有晶体管的层101。

[0637] 晶体管310是在衬底301中具有沟道形成区域的晶体管。作为衬底301,例如可以使用如单晶硅衬底等半导体衬底。晶体管310包括衬底301的一部分、导电层311、低电阻区域312、绝缘层313及绝缘层314。导电层311被用作栅电极。绝缘层313位于衬底301与导电层311之间,并被用作栅极绝缘层。低电阻区域312是衬底301中掺杂有杂质的区域,并被用作源极和漏极中的一个。绝缘层314覆盖导电层311的侧面并被用作绝缘层。

[0638] 此外,在相邻的两个晶体管310之间,以嵌入衬底301的方式设置有元件分离层315。

[0639] 此外,以覆盖晶体管310的方式设置有绝缘层261,并绝缘层261上设置有电容器240。

[0640] 电容器240包括导电层241、导电层245及位于它们之间的绝缘层243。导电层241用作电容器240中的一个电极,导电层245用作电容器240中的另一个电极,并且绝缘层243用作电容器240的介电质。

[0641] 导电层241设置在绝缘层261上,并嵌入绝缘层254中。导电层241通过嵌入绝缘层261中的插头271与晶体管310的源极和漏极中的一个电连接。绝缘层243以覆盖导电层241的方式设置。导电层245设置在隔着绝缘层243与导电层241重叠的区域中。

[0642] 以覆盖电容器240的方式设置绝缘层255a,在绝缘层255a上设置绝缘层255b,并且在绝缘层255b上设置绝缘层255c。在绝缘层255c上设置发光器件130R、发光器件130G及发光器件130B。图20A示出发光器件130R、发光器件130G及发光器件130B具有图3B所示的叠层结构的例子。在相邻的发光器件间的区域中设置绝缘物。在图20A等中,在该区域中设置绝缘层125以及绝缘层125上的绝缘层127。

[0643] 掩模层118a位于发光器件130R所包括的第一层113a上,掩模层118b位于发光器件130G所包括的第二层113b上,并且掩模层118c位于发光器件130B所包括的第三层113c上。

[0644] 发光器件的像素电极111a、像素电极111b及像素电极111c通过埋入于绝缘层243、绝缘层255a、绝缘层255b及绝缘层255c中的插头256、埋入于绝缘层254中的导电层241以及埋入于绝缘层261中的插头271与晶体管310的源极和漏极中的一个电连接。绝缘层255c的顶面的高度与插头256的顶面的高度一致或大致一致。插头可以使用各种导电材料。图20A等示出像素电极具有反射电极与反射电极上的透明电极的两层结构的例子。

[0645] 另外,在发光器件130R、发光器件130G及发光器件130B上设置保护层131。在保护层131上由树脂层122贴合衬底120。发光器件至衬底120的构成要素的详细内容可以参照实施方式1。衬底120相当于图19A中的衬底292。

[0646] 图20B示出显示装置包括发光器件130R、130G及受光器件150的例子。受光器件150包括像素电极111d、第四层113d、公共层114与公共电极115的叠层。关于包括受光器件的显示装置的详细内容,可以参照实施方式2及实施方式7。

[0647] [显示装置100B]

图21所示的显示装置100B具有层叠在半导体衬底中形成沟道的晶体管310A及晶体管310B的结构。注意,在后述的显示装置的说明中,有时省略说明与先前说明的显示装置同样的部分。

[0648] 显示装置100B具有设置有晶体管310B、电容器240及发光器件的衬底301B与设置有晶体管310A的衬底301A贴合在一起的结构。

[0649] 这里,优选在衬底301B的底面设置绝缘层345。此外,优选在设置于衬底301A上的绝缘层261上设置绝缘层346。绝缘层345、346是被用作保护层的绝缘层,并可以抑制杂质扩散到衬底301B及衬底301A。作为绝缘层345、346,可以使用能够用于保护层131或后述的绝缘层332的无机绝缘膜。

[0650] 衬底301B设置有穿过衬底301B及绝缘层345的插头343。这里,优选覆盖插头343的侧面设置绝缘层344。绝缘层344是被用作保护层的绝缘层,并可以抑制杂质扩散到衬底301B。作为绝缘层344,可以使用能够用于保护层131的无机绝缘膜。

[0651] 在衬底301B的背面(与衬底120一侧相反的一侧的表面)一侧、绝缘层345下设置导电层342。导电层342优选以埋入在绝缘层335中的方式设置。此外,优选使导电层342及绝缘层335的底面平坦化。这里,导电层342与插头343电连接。

[0652] 另一方面,衬底301A在绝缘层346上设置有导电层341。导电层341优选以埋入在绝缘层336中的方式设置。此外,优选使导电层341及绝缘层336的顶面平坦化。

[0653] 通过使导电层341与导电层342接合,衬底301A与衬底301B电连接。这里,通过提高由导电层342及绝缘层335形成的面以及由导电层341及绝缘层336形成的面的平坦性,可以良好地贴合导电层341与导电层342。

[0654] 作为导电层341及导电层342,优选使用相同的导电材料。例如,可以使用包含选自Al、Cr、Cu、Ta、Ti、Mo、W中的元素的金属膜或以上述元素为成分的金属氮化物膜(氮化钛膜、氮化钼膜、氮化钨膜)等。作为导电层341及导电层342尤其优选使用铜。由此,可以采用Cu-Cu(铜-铜)直接接合技术(通过彼此连接Cu(铜)的焊盘来进行电导通的技术)。

[0655] [显示装置100C]

图22所示的显示装置100C具有导电层341及导电层342通过凸块347接合的结构。

[0656] 如图22所示,通过在导电层341与导电层342之间设置凸块347,可以使导电层341与导电层342电连接。凸块347例如可以使用包含金(Au)、镍(Ni)、铟(In)或锡(Sn)等的导电材料形成。此外,例如,有时作为凸块347使用焊料。此外,也可以在绝缘层345与绝缘层346之间设置粘合层348。此外,在设置凸块347时,也可以不设置绝缘层335及绝缘层336。

[0657] [显示装置100D]

图23所示的显示装置100D与显示装置100A的主要不同之处是晶体管的结构。

[0658] 晶体管320是在形成沟道的半导体层中使用金属氧化物(也称为氧化物半导体)的晶体管(OS晶体管)。

[0659] 晶体管320包括半导体层321、绝缘层323、导电层324、一对导电层325、绝缘层326及导电层327。

[0660] 衬底331相当于图19A及图19B中的衬底291。从衬底331到绝缘层255c的叠层结构相当于实施方式1中的具有晶体管的层101。作为衬底331可以使用绝缘衬底或半导体衬底。

[0661] 在衬底331上设置有绝缘层332。绝缘层332用作阻挡层,该阻挡层防止水或氢等杂质从衬底331扩散到晶体管320且防止氧从半导体层321向绝缘层332一侧脱离。作为绝缘层332,例如可以使用与氧化硅膜相比氢或氧不容易扩散的膜诸如氧化铝膜、氧化钪膜、氮化硅膜等。

[0662] 在绝缘层332上设置有导电层327,并以覆盖导电层327的方式设置有绝缘层326。导电层327用作晶体管320的第一栅电极,绝缘层326的一部分用作第一栅极绝缘层。绝缘层

326中的至少接触半导体层321的部分优选使用氧化硅膜等氧化物绝缘膜。绝缘层326的顶面优选被平坦化。

[0663] 半导体层321设置在绝缘层326上。半导体层321优选含有具有半导体特性的金属氧化物(氧化物半导体)膜。一对导电层325接触于半导体层321上并用作源电极及漏电极。

[0664] 另外,以覆盖一对导电层325的顶面及侧面以及半导体层321的侧面等的方式设置有绝缘层328,绝缘层328上设置有绝缘层264。绝缘层328被用作阻挡层,该阻挡层防止水或氢等杂质从绝缘层264等扩散到半导体层321以及氧从半导体层321脱离。作为绝缘层328,可以使用与上述绝缘层332同样的绝缘膜。

[0665] 绝缘层328及绝缘层264中设置有到达半导体层321的开口。该开口内部嵌入有接触于绝缘层264、绝缘层328及导电层325的侧面以及半导体层321的顶面的绝缘层323、以及导电层324。导电层324被用作第二栅电极,绝缘层323被用作第二栅极绝缘层。

[0666] 导电层324的顶面、绝缘层323的顶面及绝缘层264的顶面被进行平坦化处理以它们的高度都一致或大致一致,并以覆盖它们的方式设置有绝缘层329及绝缘层265。

[0667] 绝缘层264及绝缘层265被用作层间绝缘层。绝缘层329被用作阻挡层,该阻挡层防止水或氢等杂质从绝缘层265等扩散到晶体管320。绝缘层329可以使用与上述绝缘层328及绝缘层332同样的绝缘膜。

[0668] 与一对导电层325中的一方电连接的插头274嵌入绝缘层265、绝缘层329及绝缘层264。在此,插头274优选具有覆盖绝缘层265、绝缘层329、绝缘层264及绝缘层328各自的开口的侧面及导电层325的顶面的一部分的导电层274a以及与导电层274a的顶面接触的导电层274b。此时,作为导电层274a,优选使用不容易扩散氢及氧的导电材料。

[0669] [显示装置100E]

图24所示的显示装置100E具有层叠有分别在形成沟道的半导体中含有氧化物半导体的晶体管320A及晶体管320B的结构。

[0670] 晶体管320A、晶体管320B及其周边的结构可以援用上述显示装置100D。

[0671] 注意,在此,采用层叠两个包括氧化物半导体的晶体管的结构,但是不局限于该结构。例如,也可以采用层叠三个以上的晶体管的结构。

[0672] [显示装置100F]

在图25所示的显示装置100F中,层叠有沟道形成于衬底301的晶体管310及形成沟道的半导体层含有金属氧化物的晶体管320。

[0673] 以覆盖晶体管310的方式设置有绝缘层261,并且绝缘层261上设置有导电层251。此外,以覆盖导电层251的方式设置有绝缘层262,并且绝缘层262上设置有导电层252。导电层251及导电层252都被用作布线。此外,以覆盖导电层252的方式设置有绝缘层263及绝缘层332,并且绝缘层332上设置有晶体管320。此外,以覆盖晶体管320的方式设置有绝缘层265,并在绝缘层265上设置有电容器240。电容器240与晶体管320通过插头274电连接。

[0674] 晶体管320可以用作构成像素电路的晶体管。此外,晶体管310可以用作构成像素电路的晶体管或构成用来驱动该像素电路的驱动电路(栅极线驱动电路、源极线驱动电路)的晶体管。此外,晶体管310及晶体管320可以用作构成运算电路或存储电路等各种电路的晶体管。

[0675] 借助于这种结构,在发光器件正下不但可以形成像素电路还可以形成驱动电路

等,因此与在显示区域的周围设置驱动电路的情况相比,可以使显示装置小型化。

[0676] [显示装置100G]

图26是显示装置100G的立体图,图27A是显示装置100G的截面图。

[0677] 显示装置100G具有贴合衬底152与衬底151的结构。在图26中,以虚线表示衬底152。

[0678] 显示装置100G包括显示部162、连接部140、电路164、布线165等。图26示出显示装置100G安装有IC173及FPC172的例子。因此,也可以将图26所示的结构称为包括显示装置100G、IC(集成电路)及FPC的显示模块。

[0679] 连接部140设置在显示部162的外侧。连接部140可以沿着显示部162的一个边或多个边设置。此外,连接部140也可以为一个或多个。图26示出以围绕显示部的四个边的方式设置连接部140的例子。在连接部140中,发光器件的公共电极与导电层电连接,可以对公共电极供电。

[0680] 作为电路164,例如可以使用扫描线驱动电路。

[0681] 布线165具有对显示部162及电路164供应信号及电力的功能。该信号及电力从外部经由FPC172输入到布线165或者从IC173输入到布线165。

[0682] 图26示出通过COG(Chip On Glass:玻璃覆晶封装)方式或COF(Chip On Film:薄膜覆晶封装)方式等在衬底151上设置IC173的例子。作为IC173,例如可以使用包括扫描线驱动电路或信号线驱动电路等的IC。注意,显示装置100G及显示模块不一定必须设置有IC。另外,也可以将IC利用COF方式等安装于FPC。

[0683] 图27A示出显示装置100G的包括FPC172的区域的一部分、电路164的一部分、显示部162的一部分、连接部140的一部分及包括端部的区域的一部分的截面的一个例子。

[0684] 图27A所示的显示装置100G在衬底151与衬底152之间包括晶体管201、晶体管205、发射红色光的发光器件130R、发射绿色光的发光器件130G以及发光器件130B等。

[0685] 除了像素电极的结构不同以外,发光器件130R、130G、130B具有图3B所示的叠层结构。发光器件的详细内容可以参照实施方式1。

[0686] 发光器件130R包括导电层112a、导电层112a上的导电层126a以及导电层126a上的导电层129a。可以将导电层112a、126a、129a都称为像素电极,也可以将导电层112a、126a、129a中的一部分称为像素电极。

[0687] 发光器件130G包括导电层112b、导电层112b上的导电层126b以及导电层126b上的导电层129b。

[0688] 发光器件130B包括导电层112c、导电层112c上的导电层126c以及导电层126c上的导电层129c。

[0689] 导电层112a通过设置在绝缘层214中的开口与晶体管205所包括的导电层222b连接。导电层126a的端部位于导电层112a的端部的外侧。导电层126a的端部与导电层129a的端部对齐或大致对齐。例如,作为导电层112a及导电层126a使用被用作反射电极的导电层且作为导电层129a使用被用作透明电极的导电层。

[0690] 发光器件130G中的导电层112b、126b、129b以及发光器件130B中的导电层112c、126c、129c与发光器件130R中的导电层112a、126a、129a相同,所以省略详细说明。

[0691] 导电层112a、112b、112c的凹部以覆盖设置在绝缘层214中的开口的方式形成。该

凹部填充有层128。

[0692] 层128具有使导电层112a、112b、112c的凹部平坦化的功能。导电层112a、112b、112c及层128上设置有与导电层112a、112b、112c电连接的导电层126a、126b、126c。因此,与导电层112a、112b、112c的凹部重叠的区域也可以被用作发光区域,由此可以提高像素的开口率。

[0693] 层128可以为绝缘层或导电层。层128可以适当地使用各种无机绝缘材料、有机绝缘材料及导电材料。尤其是,层128优选使用绝缘材料形成,尤其优选使用有机绝缘材料形成。作为层128例如可以使用可用于上述绝缘层127的有机绝缘材料。

[0694] 导电层126a、129a的顶面及侧面被第一层113a覆盖。同样地,导电层126b、129b的顶面及侧面被第二层113b覆盖,导电层126c、129c的顶面及侧面被第三层113c覆盖。因此,可以将设置有导电层126a、126b、126c的整个区域用作发光器件130R、130G、130B的发光区域,由此可以提高像素的开口率。

[0695] 第一层113a、第二层113b及第三层113c的各顶面的一部分及侧面被绝缘层125、127覆盖。掩模层118a位于第一层113a与绝缘层125间。另外,掩模层118b位于第二层113b与绝缘层125间,掩模层118c位于第三层113c与绝缘层125间。第一层113a、第二层113b、第三层113c及绝缘层125、127上设置有公共层114,公共层114上设置有公共电极115。公共层114及公共电极115都是多个发光器件共用的连续的膜。

[0696] 此外,发光器件130R、130G、130B上设置有保护层131。保护层131和衬底152由粘合层142粘合。衬底152设置有遮光层117。作为发光器件的密封可以采用固体密封结构或中空密封结构等。在图27A中,衬底152和衬底151之间的空间被粘合层142填充,即采用固体密封结构。或者,也可以采用使用惰性气体(氮或氩等)填充该空间的中空密封结构。此时,粘合层142也可以以不与发光器件重叠的方式设置。另外,也可以使用与设置为框状的粘合层142不同的树脂填充该空间。

[0697] 在连接部140中,绝缘层214上设置有导电层123。导电层123示出具有如下叠层结构的例子:即加工与导电层112a、112b、112c相同的导电膜而得的导电膜、加工与导电层126a、126b、126c相同的导电膜而得的导电膜以及加工与导电层129a、129b、129c相同的导电膜而得的导电膜的叠层。导电层123的端部被掩模层118a、绝缘层125及绝缘层127覆盖。另外,导电层123上设置有公共层114,公共层114上设置有公共电极115。导电层123与公共电极115通过公共层114电连接。另外,连接部140也可以不形成有公共层114。在此情况下,导电层123与公共电极115直接接触并电连接。

[0698] 显示装置100G采用顶部发射型。发光器件将光发射到衬底152一侧。衬底152优选使用对可见光的透过性高的材料。像素电极包含反射可见光的材料,对置电极(公共电极115)包含使可见光透过的材料。

[0699] 衬底151至绝缘层214的叠层结构相当于实施方式1中的具有晶体管的层101。

[0700] 晶体管201及晶体管205都设置在衬底151上。这些晶体管可以使用同一材料及同一工序形成。

[0701] 在衬底151上依次设置有绝缘层211、绝缘层213、绝缘层215及绝缘层214。绝缘层211的一部分被用作各晶体管的栅极绝缘层。绝缘层213的一部分被用作各晶体管的栅极绝缘层。绝缘层215以覆盖晶体管的方式设置。绝缘层214以覆盖晶体管的方式设置,并被用作

平坦化层。此外,对栅极绝缘层的个数及覆盖晶体管的绝缘层的个数没有特别的限制,既可以作为一个,又可以为两个以上。

[0702] 优选的是,将水及氢等杂质不容易扩散的材料用于覆盖晶体管的绝缘层中的至少一个。由此,可以将绝缘层用作阻挡层。通过采用这种结构,可以有效地抑制杂质从外部扩散到晶体管中,从而可以提高显示装置的可靠性。

[0703] 作为绝缘层211、绝缘层213及绝缘层215优选使用无机绝缘膜。作为无机绝缘膜,例如可以使用氮化硅膜、氧氮化硅膜、氧化硅膜、氮氧化硅膜、氧化铝膜、氮化铝膜等。此外,也可以使用氧化钪膜、氧化钇膜、氧化锆膜、氧化镓膜、氧化钽膜、氧化镁膜、氧化镧膜、氧化铈膜及氧化钼膜等。此外,也可以层叠上述绝缘膜中的两个以上。

[0704] 用作平坦化层的绝缘层214优选使用有机绝缘层。作为能够用于有机绝缘层的材料,例如可以使用丙烯酸树脂、聚酰亚胺树脂、环氧树脂、聚酰胺树脂、聚酰亚胺酰胺树脂、硅氧烷树脂、苯并环丁烯类树脂、酚醛树脂及上述树脂的前体等。此外,绝缘层214也可以具有有机绝缘层及无机绝缘层的叠层结构。绝缘层214的最外表面层优选被用作蚀刻保护层。由此,在加工导电层112a、导电层126a或导电层129a等时,可以抑制在绝缘层214中形成凹部。或者,也可以在绝缘层214中在加工导电层112a、导电层126a或导电层129a时设置凹部。

[0705] 晶体管201及晶体管205包括:用作栅极的导电层221;用作栅极绝缘层的绝缘层211;用作源极及漏极的导电层222a及导电层222b;半导体层231;用作栅极绝缘层的绝缘层213;以及用作栅极的导电层223。在此,经过对同一导电膜进行加工而得到的多个层附有相同的阴影线。绝缘层211位于导电层221与半导体层231之间。绝缘层213位于导电层223与半导体层231之间。

[0706] 对本实施方式的显示装置所包括的晶体管的结构没有特别的限制。例如,可以使用平面型晶体管、交错型晶体管或反交错型晶体管等。此外,还可以采用顶栅型或底栅型的晶体管结构。或者,也可以在形成沟道的半导体层上下设置有栅极。

[0707] 作为晶体管201及晶体管205,采用两个栅极夹持形成沟道的半导体层的结构。此外,也可以连接两个栅极,并通过对该两个栅极供应同一信号,来驱动晶体管。或者,也可以通过对两个栅极中的一个施加用来控制阈值电压的电位,并对另一个施加用来进行驱动的电位,来控制晶体管的阈值电压。

[0708] 对用于晶体管的半导体材料的结晶性也没有特别的限制,可以使用非晶半导体、具有结晶性的半导体(微晶半导体、多晶半导体、单晶半导体或其一部分具有结晶区域的半导体)。当使用具有结晶性的半导体时可以抑制晶体管的特性劣化,所以是优选的。

[0709] 晶体管的半导体层优选使用金属氧化物(氧化物半导体)。就是说,本实施方式的显示装置优选使用在沟道形成区域中包含金属氧化物的晶体管(OS晶体管)。

[0710] 作为具有结晶性的氧化物半导体,可以举出CAAC(c-axis-aligned crystalline)-OS、nc(nanocrystalline)-OS等。

[0711] 或者,也可以使用将硅用于沟道形成区域的晶体管(Si晶体管)。作为硅可以举出单晶硅、多晶硅、非晶硅等。尤其是,可以使用半导体层中含有低温多晶硅(LTPS(Low Temperature Poly Silicon))的晶体管(以下,也称为LTPS晶体管)。LTPS晶体管具有高场效应迁移率以及良好的频率特性。

[0712] 通过使用LTPS晶体管等Si晶体管,可以在同一衬底上形成需要以高频率驱动的电

路(例如,源极驱动器电路)和显示部。因此,可以使安装到显示装置的外部电路简化,可以缩减构件成本及安装成本。

[0713] 与使用非晶硅的晶体管相比,OS晶体管的场效应迁移率非常高。另外,OS晶体管的关闭状态下的源极-漏极间的泄漏电流(以下,也称为关态电流(off-state current))极小,可以长期间保持与该晶体管串联连接的电容器中储存的电荷。另外,通过使用OS晶体管,可以降低显示装置的功耗。

[0714] 另外,在提高像素电路所包括的发光器件的发光亮度时,需要增大流过发光器件的电流。为此,需要提高像素电路所包括的驱动晶体管的源极-漏极间电压。因为OS晶体管的源极-漏极间的耐压比Si晶体管高,所以可以对OS晶体管的源极-漏极间施加高电压。由此,通过作为像素电路所包括的驱动晶体管使用OS晶体管,可以增大流过发光器件的电流而提高发光器件的发光亮度。

[0715] 另外,当晶体管在饱和区域中工作时,与Si晶体管相比,OS晶体管可以使对于栅极-源极间电压的变化的源极-漏极间电流的变化细小。因此,通过作为像素电路所包括的驱动晶体管使用OS晶体管,可以根据栅极-源极间电压的变化详细决定流过源极-漏极间的电流,所以可以控制流过发光器件的电流。由此,可以增大像素电路的灰度数。

[0716] 另外,关于晶体管在饱和区域中工作时流过的电流的饱和特性,与Si晶体管相比,OS晶体管即使逐渐地提高源极-漏极间电压也可以使稳定的电流(饱和电流)流过。因此,通过将OS晶体管用作驱动晶体管,即使例如EL器件的电流-电压特性发生不均匀,也可以使稳定的电流流过发光器件。也就是说,OS晶体管当在饱和区域中工作时即使提高源极-漏极间电压,源极-漏极间电流也几乎不变,因此可以使发光器件的发光亮度稳定。

[0717] 如上所述,通过作为像素电路所包括的驱动晶体管使用OS晶体管,可以实现“黑色模糊的抑制”、“发光亮度的上升”、“多灰度化”、“发光器件不均匀的抑制”等。

[0718] 例如,半导体层优选包含铟、M(M为选自镓、铝、硅、硼、钇、锡、铜、钒、铍、钛、铁、镍、锆、锆、钼、镧、铈、钕、钆、铟、钨和镁中的一种或多种)和锌。尤其是,M优选为选自铝、镓、钇和锡中的一种或多种。

[0719] 尤其是,作为半导体层,优选使用包含铟(In)、镓(Ga)及锌(Zn)的氧化物(也记作IGZO)。或者,优选使用包含铟、锡及锌的氧化物。或者,优选使用包含铟、镓、锡及锌的氧化物。或者,优选使用包含铟(In)、铝(Al)及锌(Zn)的氧化物(也记作IAZO)。或者,优选使用包含铟(In)、铝(Al)、镓(Ga)及锌(Zn)的氧化物(也称为IAGZO)。

[0720] 在半导体层使用In-M-Zn氧化物时,该In-M-Zn氧化物中的In的原子数比优选为M的原子数比以上。作为上述In-M-Zn氧化物的金属元素的原子数比,可以举出:In:M:Zn=1:1:1或其附近的组成、In:M:Zn=1:1:1.2或其附近的组成、In:M:Zn=1:3:2或其附近的组成、In:M:Zn=1:3:4或其附近的组成、In:M:Zn=2:1:3或其附近的组成、In:M:Zn=3:1:2或其附近的组成、In:M:Zn=4:2:3或其附近的组成、In:M:Zn=4:2:4.1或其附近的组成、In:M:Zn=5:1:3或其附近的组成、In:M:Zn=5:1:6或其附近的组成、In:M:Zn=5:1:7或其附近的组成、In:M:Zn=5:1:8或其附近的组成、In:M:Zn=6:1:6或其附近的组成、In:M:Zn=5:2:5或其附近的组成等。注意,附近的组成包括所希望的原子数比的 $\pm 30\%$ 的范围。

[0721] 当记载为原子数比为In:Ga:Zn=4:2:3或其附近的组成时包括如下情况:In的原子数比为4时,Ga的原子数比为1以上且3以下,Zn的原子数比为2以上且4以下。此外,当记载

为原子数比为In:Ga:Zn=5:1:6或其附近的组成时包括如下情况:In的原子数比为5时,Ga的原子数比大于0.1且为2以下,Zn的原子数比为5以上且7以下。此外,当记载为原子数比为In:Ga:Zn=1:1:1或其附近的组成时包括如下情况:In的原子数比为1时,Ga的原子数比大于0.1且为2以下,Zn的原子数比大于0.1且为2以下。

[0722] 电路164所包括的晶体管和显示部162所包括的晶体管既可以具有相同的结构,又可以具有不同的结构。电路164所包括的多个晶体管既可以具有相同的结构,又可以具有两种以上的结构。与同样,显示部162所包括的多个晶体管既可以具有相同的结构,又可以具有两种以上的结构。

[0723] 显示部162所包括的所有晶体管都可以为OS晶体管,显示部162所包括的所有晶体管都可以为Si晶体管,显示部162所包括的部分晶体管也可以为OS晶体管且剩下的晶体管也可以为Si晶体管。

[0724] 例如,通过在显示部162中使用LTPS晶体管和OS晶体管的双方,可以实现具有低功耗及高驱动能力的显示装置。另外,有时将组合LTPS晶体管和OS晶体管的结构称为LTP0。作为更优选的例子,优选的是,将OS晶体管用于被用作控制布线间的导通/非导通的开关的晶体管等且将LTPS晶体管用于控制电流的晶体管等。

[0725] 例如,显示部162所包括的晶体管的一个被用作用来控制流过发光器件的电流的晶体管且可以被称为驱动晶体管。驱动晶体管的源极和漏极中的一个与发光器件的像素电极电连接。作为该驱动晶体管优选使用LTPS晶体管。因此,可以增大在像素电路中流过发光器件的电流。

[0726] 另一方面,显示部162所包括的晶体管的其他之一被用作用来控制像素的选择和非选择的开关功能,也可以被称为选择晶体管。选择晶体管的栅极与栅极线电连接,源极和漏极中的一个与源极线(信号线)电连接。选择晶体管优选使用OS晶体管。因此,即便使帧频显著小(例如,1fps以下)也可以维持像素的灰度,由此通过在显示静态图像时停止驱动器,可以降低功耗。

[0727] 如此,本发明的一个方式的显示装置可以兼具高开口率、高清晰度、高显示品质及低功耗。

[0728] 本发明的一个方式的显示装置具有包括OS晶体管和具有MML(Metal Mask Less)结构的发光器件的结构。通过采用该结构,可以使可流过晶体管的泄漏电流以及可在相邻的发光器件间流过的泄漏电流(也称为横泄漏电流、侧泄漏电流等)极低。另外,通过采用上述结构,在图像显示在显示装置上时观看者可以观测到图像的鲜锐度、图像的锐度、高色饱和度和高对比度中的任一个或多个。此外,通过采用可流过晶体管的泄漏电流及发光器件间的横泄漏电流极低的结构,可以进行在显示黑色时可发生的光泄露(所谓的黑色模糊)等极少的显示。

[0729] 尤其是,在从MML结构的发光器件中采用上述SBS结构时,设置在发光器件间的层(例如是在发光器件共同使用的有机层,也称为公共层)被断开,由此可以进行没有侧泄漏或侧泄漏极少的显示。

[0730] 图27B及图27C示出晶体管的其他结构例子。

[0731] 晶体管209及晶体管210包括:用作栅极的导电层221;用作栅极绝缘层的绝缘层211;包含沟道形成区域231i及一对低电阻区域231n的半导体层231;与一对低电阻区域

231n中的一个连接的导电层222a;与一对低电阻区域231n中的另一个连接的导电层222b;用作栅极绝缘层的绝缘层225;用作栅极的导电层223;以及覆盖导电层223的绝缘层215。绝缘层211位于导电层221与沟道形成区域231i之间。绝缘层225至少位于导电层223与沟道形成区域231i之间。再者,还可以设置有覆盖晶体管的绝缘层218。

[0732] 在图27B所示的例子中,在晶体管209中绝缘层225覆盖半导体层231的顶面及侧面。导电层222a及导电层222b通过设置在绝缘层225及绝缘层215中的开口与低电阻区域231n连接。导电层222a和导电层222b中的一个被用作源极,另一个被用作漏极。

[0733] 另一方面,在图27C所示的晶体管210中,绝缘层225与半导体层231的沟道形成区域231i重叠而不与低电阻区域231n重叠。例如,通过以导电层223为掩模加工绝缘层225,可以形成图27C所示的结构。在图27C中,绝缘层215覆盖绝缘层225及导电层223,并且导电层222a及导电层222b分别通过绝缘层215的开口与低电阻区域231n连接。

[0734] 在衬底151与衬底152不重叠的区域中设置有连接部204。在连接部204中,布线165通过导电层166及连接层242与FPC172电连接。导电层166示出具有如下叠层结构的例子:加工与导电层112a、112b、112c相同的导电膜而得的导电膜、加工与导电层126a、126b、126c相同的导电膜而得的导电膜以及加工与导电层129a、129b、129c相同的导电膜而得的导电膜的叠层。在连接部204的顶面上露出导电层166。因此,通过连接层242可以使连接部204与FPC172电连接。

[0735] 优选在衬底152的衬底151一侧的面设置遮光层117。遮光层117可以设置在相邻的发光器件间、连接部140及电路164等中。此外,可以在衬底152的外侧配置各种光学构件。

[0736] 作为衬底151及衬底152,可以使用可用于衬底120的材料。

[0737] 作为粘合层142,可以使用可用于树脂层122的材料。

[0738] 作为连接层242,可以使用各向异性导电膜(ACF:Anisotropic Conductive Film)、各向异性导电膏(ACP:Anisotropic Conductive Paste)等。

[0739] [显示装置100H]

图28A所示的显示装置100H与显示装置100G的主要不同之处是采用底部发射结构的显示装置。

[0740] 发光器件所发射的光射出到衬底151一侧。衬底151优选使用对可见光具有高透过性的材料。另一方面,对用于衬底152的材料的透光性没有限制。

[0741] 优选在衬底151与晶体管201之间及衬底151与晶体管205之间形成遮光层117。图28A示出衬底151上设置有遮光层117,遮光层117上设置有绝缘层153,绝缘层153上设置有晶体管201、205等的例子。

[0742] 发光器件130R包括导电层112a、导电层112a上的导电层126a以及导电层126a上的导电层129a。

[0743] 发光器件130G包括导电层112b、导电层112b上的导电层126b以及导电层126b上的导电层129b。

[0744] 作为导电层112a、112b、126a、126b、129a、129b各自使用对可见光具有高透过性的材料。作为公共电极115优选使用反射可见光的材料。

[0745] 另外,图27A及图28A等示出层128在顶面具有平坦部的例子,但是层128的形状没有特别的限制。图28B至图28D示出层128的变形例子。

[0746] 如图28B及图28D所示,在剖视时层128的顶面可以具有如下形状:中央及其附近凹陷的形状,即具有凹曲面的形状。

[0747] 另外,如图28C所示,在剖视时层128的顶面可以具有如下形状:中央及其附近凸出的形状,即具有凸曲面的形状。

[0748] 另外,层128的顶面也可以具有凸曲面和凹曲面中的一方或双方。另外,层128的顶面所具有的凸曲面及凹曲面的个数都没有限制,可以为一个或多个。

[0749] 另外,层128的顶面的高度与导电层112a的顶面的高度既可以一致或大致一致,也可以互不相同。例如,层128的顶面的高度可以低于或高于导电层112a的顶面的高度。

[0750] 另外,也可以说图28B示出层128容纳在形成于导电层112a中的凹部的内部的例子。另一方面,如图28D所示,层128也可以在形成于导电层112a中的外侧存在,即层128的顶面的宽度大于该凹部。

[0751] [显示装置100J]

图28A所示的显示装置100J与显示装置100G的主要不同之处是包括受光器件150。

[0752] 受光器件150包括导电层112d、导电层112d上的导电层126d以及导电层126d上的导电层129d。

[0753] 导电层112d通过设置在绝缘层214中的开口与晶体管205所包括的导电层222b连接。

[0754] 导电层126d的顶面及侧面以及导电层129d的顶面及侧面被第四层113d覆盖。第四层113d至少包括活性层。

[0755] 第四层113d的顶面的一部分及侧面被绝缘层125、127覆盖。掩模层118d位于第四层113d与绝缘层125间。第四层113d及绝缘层125、127上设置有公共层114,公共层114上设置有公共电极115。公共层114是受光器件及发光器件共用的连续的膜。

[0756] 显示装置100J例如可以采用实施方式4所说明的图18A至图18K所示的像素布局。关于包括受光器件的显示装置的详细内容,可以参照实施方式2及实施方式7。

[0757] 本实施方式可以与其他实施方式适当地组合。

[0758] (实施方式6)

在本实施方式中,对能够用于本发明的一个方式的显示装置的发光器件进行说明。

[0759] 在本说明书等中,有时将按每个发光器件分别形成发光颜色(例如,蓝色(B)、绿色(G)及红色(R))的结构称为SBS(Side By Side)结构。

[0760] 发光器件的发光颜色可以为红色、绿色、蓝色、青色、品红色、黄色或白色等。此外,当发光器件具有微腔结构时,可以进一步提高颜色纯度。

[0761] [发光器件]

如图30A所示,发光器件在一对电极(下部电极761、上部电极762)间包括EL层763。EL层763可以由层780、发光层771、层790等的多个层构成。

[0762] 发光层771至少包括发光物质(也被称为发光材料)。

[0763] 在下部电极761为阳极且上部电极762为阴极时,层780包括具有空穴注入性高的物质的层(空穴注入层)、具有空穴传输性高的物质的层(空穴传输层)和具有电子阻挡性高的物质的层(电子阻挡层)中的一个或多个。另外,层790包括具有电子注入性高的物质的层

(电子注入层)、具有电子传输性高的物质的层(电子传输层)和空穴阻挡性高的物质的层(空穴阻挡层)中的一个或多个。在下部电极761为阴极且上部电极762为阳极时,层780和层790的结构互调。

[0764] 包括设置在一对电极间的层780、发光层771及层790的结构可以被用作单一的发光单元,在本说明书中将图30A的结构称为单结构。

[0765] 另外,图30B示出图30A所示的发光器件所包括的EL层763的变形例子。具体而言,图30B所示的发光器件包括下部电极761上的层781、层781上的层782、层782上的发光层771、发光层771上的层791、层791上的层792及层792上的上部电极762。

[0766] 在下部电极761为阳极且上部电极762为阴极时,例如可以将层781用作空穴注入层,将层782用作空穴传输层,将层791用作电子传输层,并且将层792用作电子注入层。另外,在下部电极761为阴极且上部电极762为阳极时,可以将层781用作电子注入层,将层782用作电子传输层,将层791用作空穴传输层,并将层792用作空穴注入层。通过采用这种层结构,可以高效地对发光层771注入载流子且可以提高发光层771中的载流子的再结合效率。

[0767] 如图30C及图30D所示,在层780与层790间设置多个发光层(发光层771、772、773)的结构也是单结构的一种。

[0768] 另外,如图30E及图30F所示,在本说明书中多个发光单元(EL层763a及EL层763b)隔着中间层785串联连接的结构被称为串联结构。另外,也可以将串联结构称为叠层结构。通过采用串联结构,可以实现能够以高亮度发光的发光器件。

[0769] 在图30C及图30D中,作为发光层771、发光层772及发光层773也可以使用发射相同颜色的光的发光物质,甚至也可以使用相同发光物质。例如,也可以作为发光层771、发光层772及发光层773使用发射蓝色光的发光物质。作为图30D所示的层764,也可以设置颜色转换层。

[0770] 另外,也可以将发射彼此不同颜色的光的发光物质用于发光层771、发光层772及发光层773。在发光层771、发光层772及发光层773各自所发射的光处于补色关系时,可以得到白色发光。作为图30D所示的层764,也可以设置滤色片(也被称为着色层)。通过白色光过滤色片,可以得到所希望的颜色的光。

[0771] 发射白色光的发光器件优选包含两种以上的发光物质。为了得到白色发光,选择各发光处于补色关系的两种以上的发光物质即可。例如,通过使第一发光层的发光颜色与第二发光层的发光颜色处于补色关系,可以得到在发光器件整体上以白色发光的发光器件。此外,包括三个以上的发光层的发光器件也是同样的。

[0772] 另外,在图30E及图30F中,也可以作为发光层771及发光层772使用发射相同颜色的光的发光物质,甚至也可以使用相同发光物质。另外,也可以将发射彼此不同颜色的光的发光物质用于发光层771及发光层772。在发光层771及发光层772各自所发射的光处于补色关系时,可以得到白色发光。图30F示出还设置层764的例子。作为层764可以使用颜色转换层和滤色片(着色层)中的一方或双方。

[0773] 另外,也在图30C、图30D、图30E及图30F中,也可以像图30B所示那样使层780及层790分别独立地具有由两个以上的层构成的叠层结构。

[0774] 接着,说明可用于发光器件的材料。

[0775] 作为下部电极761与上部电极762中的提取光一侧的电极使用使可见光透过的导

电膜。另外,作为不提取光一侧的电极优选使用反射可见光的导电膜。另外,在显示装置包括发射红外光的发光器件时,优选作为提取光一侧的电极使用透过可见光及红外光的导电膜且作为不提取光一侧的电极使用反射可见光及红外光的导电膜。

[0776] 另外,不提取光一侧的电极也可以使用透过可见光的导电膜。在此情况下,优选在反射层与EL层763间配置该电极。换言之,EL层763的发光也可以被该反射层反射而从显示装置提取。

[0777] 作为形成发光器件的一对电极的材料,可以适当地使用金属、合金、导电化合物以及它们的混合物等。具体而言,可以举出In-Sn氧化物(铟锡氧化物、ITO)、In-Si-Sn氧化物(ITSO)、In-Zn氧化物(铟锌氧化物)、In-W-Zn氧化物、铝、镍及镧的合金(Al-Ni-La)等含铝合金(铝合金)以及银、钯和铜的合金(也记载为Ag-Pd-Cu、APC)。除了上述以外,还可以举出铝(Al)、钛(Ti)、铬(Cr)、锰(Mn)、铁(Fe)、钴(Co)、镍(Ni)、铜(Cu)、镓(Ga)、锌(Zn)、铟(In)、锡(Sn)、钼(Mo)、钽(Ta)、钨(W)、钯(Pd)、金(Au)、铂(Pt)、银(Ag)、钇(Y)、钕(Nd)等金属以及适当地组合它们的合金。除了上述以外,可以使用属于元素周期表中第1族或第2族的元素(例如,锂(Li)、铯(Cs)、钙(Ca)、锶(Sr))、铕(Eu)、镱(Yb)等稀土金属、适当地组合它们的合金以及石墨烯等。

[0778] 发光器件优选采用光学微腔谐振器(微腔)结构。因此,发光器件所包括的一对电极中的一方优选包括对可见光具有透过性及反射性的电极(半透过半反射电极),另一方优选包括对可见光具有反射性的电极(反射电极)。在发光器件具有微腔结构时,可以使从发光层得到的发光在两个电极间谐振,并且可以提高从发光器件发射的光。

[0779] 注意,半透过半反射电极可以采用反射电极与对可见光具有透过性的电极(也称为透明电极)的叠层结构。

[0780] 透明电极的光透过率为40%以上。例如,优选将可见光(波长为400nm以上且小于750nm的光)的透过率为40%以上的电极用于发光器件。此外,半透过半反射电极的对可见光的反射率为10%以上且95%以下,优选为30%以上且80%以下。反射电极对可见光的反射率为40%以上且100%以下,优选为70%以上且100%以下。另外,这些电极的电阻率优选为 $1 \times 10^{-2} \Omega \text{cm}$ 以下。

[0781] 发光器件可以使用低分子化合物或高分子化合物,还可以包含无机化合物。构成发光器件的层可以通过蒸镀法(包括真空蒸镀法)、转印法、印刷法、喷墨法、涂敷法等的方法形成。

[0782] 发光层可以包含一种或多种发光物质。作为发光物质,适当地使用呈现蓝色、紫色、蓝紫色、绿色、黄绿色、黄色、橙色或红色等发光颜色的物质。此外,作为发光物质,也可以使用发射近红外光的物质。

[0783] 作为发光物质,可以举出荧光材料、磷光材料、TADF材料及量子点材料等。

[0784] 作为荧光发光材料,例如可以举出茈萘衍生物、蒽衍生物、三亚苯衍生物、苝衍生物、咔唑衍生物、二苯并噻吩衍生物、二苯并呋喃衍生物、二苯并喹啉衍生物、喹啉衍生物、吡啶衍生物、嘧啶衍生物、菲衍生物、萘衍生物等。

[0785] 作为磷光材料,例如可以举出具有4H-三唑骨架、1H-三唑骨架、咪唑骨架、嘧啶骨架、吡嗪骨架、吡啶骨架的有机金属配合物(尤其是铱配合物)、以具有吸电子基团的苯基吡啶衍生物为配体的有机金属配合物(尤其是铱配合物)、铂配合物、稀土金属配合物等。

[0786] 发光层除了发光物质(客体材料)以外还可以包含一种或多种有机化合物(主体材料、辅助材料等)。作为一种或多种有机化合物,可以使用空穴传输性高的物质(空穴传输材料)和电子传输性高的物质(电子传输材料)中的一或双方。此外,作为一种或多种有机化合物,也可以使用双极性材料或TADF材料。

[0787] 例如,发光层优选包含磷光材料、容易形成激基复合物的空穴传输材料及电子传输材料的组合。通过采用这样的结构,可以高效地得到利用从激基复合物到发光物质(磷光材料)的能量转移的ExTET的发光。通过以形成发射与发光物质的最低能量一侧的吸收带的波长重叠的光的激基复合物的方式选择材料,可以使能量转移变得顺利,从而高效地得到发光,所以是优选的。由于该结构而能够同时实现发光器件的高效率、低电压驱动及长寿命。

[0788] 另外,作为发光层以外的层,EL层763还可以包括包含空穴注入性高的物质、空穴传输性高的物质、空穴阻挡材料、电子传输性高的物质、电子注入性高的物质、电子阻挡材料或具有双极性的物质(电子传输性及空穴传输性高的物质)等的层。

[0789] 空穴注入层是将空穴从阳极注入到空穴传输层的包含空穴注入性高的材料的层。作为空穴注入性高的材料,可以举出芳香胺化合物以及包含空穴传输材料及受主性材料(电子接收性材料)的复合材料等。

[0790] 空穴传输层是将从阳极由空穴注入层注入的空穴传输到发光层中的层。空穴传输层是包含空穴传输材料的层。作为空穴传输材料,优选采用空穴迁移率为 $10^{-6}\text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上的物质。另外,只要是空穴传输性高于电子传输性的物质,就可以使用上述以外的物质。作为空穴传输材料,优选使用富 π 电子型杂芳族化合物(例如咪唑衍生物、噻吩衍生物、呋喃衍生物等)或者芳香胺(包含芳香胺骨架的化合物)等空穴传输性高的材料。

[0791] 电子传输层是将从阴极由电子注入层注入的电子传输到发光层中的层。电子传输层是包含电子传输材料的层。作为电子传输材料,优选采用电子迁移率为 $1 \times 10^{-6}\text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上的物质。另外,只要是电子传输性高于空穴传输性的物质,就可以使用上述以外的物质。作为电子传输材料,可以使用具有喹啉骨架的金属配合物、具有苯并喹啉骨架的金属配合物、具有恶唑骨架的金属配合物、具有噻唑骨架的金属配合物等,还可以使用恶二唑衍生物、三唑衍生物、咪唑衍生物、恶唑衍生物、噻唑衍生物、菲咯啉衍生物、具有喹啉配体的喹啉衍生物、苯并喹啉衍生物、喹喔啉衍生物、二苯并喹喔啉衍生物、吡啶衍生物、联吡啶衍生物、嘧啶衍生物、含氮杂芳族化合物等缺 π 电子型杂芳族化合物等电子传输性高的材料。

[0792] 电子注入层是将电子从阴极注入到电子传输层的包含电子注入性高的材料的层。作为电子注入性高的材料,可以使用碱金属、碱土金属或者包含上述物质的化合物。作为电子注入性高的材料,也可以使用包含电子传输材料及供体性材料(电子供给性材料)的复合材料。

[0793] 另外,优选的是,电子注入性高的材料的LUMO能级与用于阴极的材料的功函数值之差小(具体而言,0.5eV以下)。

[0794] 作为电子注入层,例如可以使用锂、铯、铷、氟化锂(LiF)、氟化铯(CsF)、氟化钙(CaF_x , x 为任意数)、8-(羟基喹啉)锂(简称:LiQ)、2-(2-吡啶基)苯酚锂(简称:LiPP)、2-(2-吡啶基)-3-羟基吡啶(pyridinolato)锂(简称:LiPPy)、4-苯基-2-(2-吡啶基)苯酚锂(简称:LiPPP)、锂氧化物(LiO_x)或碳酸铯等碱金属、碱土金属或它们的化合物。另外,电子注入

层也可以具有两层以上的叠层结构。作为该叠层结构,例如,可以举出第一层使用氟化锂第二层使用铯的结构。

[0795] 电子注入层也可以包含电子传输材料。例如,可以将具有非共用电子对并具有缺电子杂芳环的化合物用于电子传输材料。具体而言,可以使用具有吡啶环、二嗪环(嘧啶环、吡嗪环、哒嗪环)以及三嗪环中的至少一个的化合物。

[0796] 具有非共用电子对的有机化合物的最低空分子轨道(LUMO:Lowest Unoccupied Molecular Orbital)能级优选为-3.6eV以上且-2.3eV以下。一般来说,可以使用CV(循环伏安法)、光电子能谱法、光吸收能谱法及逆光电子能谱法等估计有机化合物的最高占据分子轨道(HOMO:Highest Occupied Molecular Orbital)能级及LUMO能级。

[0797] 例如,可以将4,7-二苯基-1,10-菲咯啉(简称:BPhen)、2,9-二(萘-2-基)-4,7-二苯基-1,10-菲咯啉(简称:NBPhen)、二噻喔啉并[2,3-a:2',3'-c]吩嗪(简称:HATNA)、2,4,6-三[3'-(吡啶-3-基)联苯-3-基]-1,3,5-三嗪(简称:TmPPPyTz)等用于具有非共用电子对的有机化合物。此外,与BPhen相比,NBPhen具有高玻璃化转变温度(Tg),从而具有高耐热性。

[0798] 在制造串联结构的发光器件时,在两个发光单元之间设置中间层(也被称为电荷产生层)。中间层具有在一对电极间施加电压时将电子注入到两个发光单元中的一方且将空穴注入到另一方的功能。

[0799] 作为中间层,例如可以适当地使用能够用于空穴注入层的材料。此外,作为中间层,可以使用包含空穴传输材料和受主性材料(电子接收性材料)的层。此外,作为中间层,可以适当地使用能够用于电子注入层的材料。此外,作为中间层,可以使用包含电子传输材料和供体性材料的层。通过形成这样的电荷产生层,可以抑制层叠发光单元的情况下的驱动电压的上升。

[0800] 本实施方式可以与其他实施方式适当地组合。

[0801] (实施方式7)

在本实施方式中,对能够用于本发明的一个方式的显示装置的受光器件以及具有接收且发射光的功能的显示装置进行说明。

[0802] 作为受光器件,例如,可以使用pn型或pin型光电二极管。受光器件被用作检测出入射到受光器件的光来产生电荷的光电转换器件(光电转换元件)。受光器件所产生的电荷量取决于入射到受光器件的光量。

[0803] 尤其是,作为受光器件,优选使用具有包含有机化合物的层的有机光电二极管。有机光电二极管容易实现薄型化、轻量化及大面积化,且形状及设计的自由度高,由此可以应用于各种各样的显示装置。

[0804] [受光器件]

如图31A所示,受光器件在一对电极(下部电极761、上部电极762)间包括层765。层765至少包括一个活性层,也可以还包括其他层。

[0805] 另外,图31B示出图31A所示的受光器件所包括的层765的变形例子。具体而言,图31B所示的受光器件包括下部电极761上的层766、层766上的活性层767、活性层767上的层768以及层768上的上部电极762。

[0806] 活性层767被用作光电转换层。

[0807] 在下部电极761为阳极且上部电极762为阴极时,层766包括空穴传输层和电子阻挡层中的一方或双方。另外,层768包括电子传输层和空穴阻挡层中的一方或双方。在下部电极761为阴极且上部电极762为阳极时,层766和层768的结构互调。

[0808] 在此,在本发明的一个方式的显示装置中,有时存在受光器件及发光器件共用的层(也可以说受光器件及发光器件共有的连续的层)。这种层有时发光器件中的功能和受光器件中的功能不同。在本说明书中,有时根据发光器件中的功能称呼构成要素。例如,空穴注入层分别在发光器件和受光器件中具有空穴注入层和空穴传输层的功能。与此同时,电子注入层分别在发光器件和受光器件中具有电子注入层和电子传输层的功能。另外,受光器件及发光器件共用的层也有时发光器件中的功能与受光器件中的功能相同。空穴传输层在发光器件及受光器件中都被用作空穴传输层,电子传输层在发光器件及受光器件中都被用作电子传输层。

[0809] 接着,说明可用于受光器件的材料。

[0810] 受光器件可以使用低分子化合物或高分子化合物,还可以包含无机化合物。构成受光器件的层可以通过蒸镀法(包括真空蒸镀法)、转印法、印刷法、喷墨法、涂敷法等的方法形成。

[0811] 受光器件所包括的活性层包含半导体。作为该半导体,可以举出硅等无机半导体及包含有机化合物的有机半导体。在本实施方式中,示出使用有机半导体作为活性层含有的半导体的例子。通过使用有机半导体,可以以同一方法(例如真空蒸镀法)形成发光层和活性层,并可以共同使用制造设备,所以是优选的。

[0812] 作为活性层含有的n型半导体的材料,可以举出富勒烯(例如C₆₀富勒烯、C₇₀富勒烯等)、富勒烯衍生物等具有电子接收性的有机半导体材料。作为富勒烯衍生物,例如可以举出[6,6]-苯基-C₇₁-丁酸甲酯(简称:PC71BM)、[6,6]-苯基-C₆₁-丁酸甲酯(简称:PC61BM)、1',1'',4',4''-四氢-二[1,4]甲烷萘并(methanonaphthaleno)[1,2:2',3',56,60:2'',3''] [5,6]富勒烯-C₆₀(简称:ICBA)等。

[0813] 另外,作为n型半导体的材料,例如可以举出N,N'-二甲基-3,4,9,10-花四羧酸二酰亚胺(简称:Me-PTCDI)等的花四羧酸衍生物及2,2'-(5,5'-(噻吩并[3,2-b]噻吩-2,5-二基)双(噻吩-5,2-二基))双(甲烷-1-基-1-亚基)二丙二腈(简称:FT2TDMN)。

[0814] 作为n型半导体的材料,可以举出具有喹啉骨架的金属配合物、具有苯并喹啉骨架的金属配合物、具有恶唑骨架的金属配合物、具有噻唑骨架的金属配合物、恶二唑衍生物、三唑衍生物、咪唑衍生物、恶唑衍生物、噻唑衍生物、菲咯啉衍生物、喹啉衍生物、苯并喹啉衍生物、喹喔啉衍生物、二苯并喹喔啉衍生物、吡啶衍生物、联吡啶衍生物、嘧啶衍生物、蔡衍生物、蒽衍生物、香豆素衍生物、若丹明衍生物、三嗪衍生物及酞衍生物等。

[0815] 作为活性层含有的p型半导体的材料,可以举出酞菁铜(II)(简称:CuPc)、四苯基二苯并二茛并茛(简称:DBP)、酞菁锌(简称:ZnPc)、酞菁锡(II)(简称:SnPc)、喹吖啶酮以及红荧烯等具有电子供给性的有机半导体材料。

[0816] 另外,作为p型半导体的材料,可以举出呋唑衍生物、噻吩衍生物、呋喃衍生物、具有芳香胺骨架的化合物等。再者,作为p型半导体的材料,可以举出蔡衍生物、蒽衍生物、茛衍生物、三亚苯衍生物、茛衍生物、吡咯衍生物、苯并呋喃衍生物、苯并噻吩衍生物、吡啶衍生物、二苯并呋喃衍生物、二苯并噻吩衍生物、吡啶呋喃衍生物、吡啶衍生物、酞菁衍生物、

萘酞菁衍生物、喹吖啶酮衍生物、红荧烯衍生物、并四苯衍生物、聚亚苯亚乙烯衍生物、聚对亚苯衍生物、聚茚衍生物、聚乙烯呋唑衍生物及聚噻吩衍生物等。

[0817] 具有电子供给性的有机半导体材料的HOMO能级优选比具有电子接收性的有机半导体材料的HOMO能级浅(高)。具有电子供给性的有机半导体材料的LUMO能级优选比具有电子接收性的有机半导体材料的LUMO能级浅(高)。

[0818] 优选使用球状的富勒烯作为具有电子接收性的有机半导体材料,且优选使用其形状与平面相似的有机半导体材料作为具有电子供给性的有机半导体材料。形状相似的分子具有容易聚集的趋势,当同一种分子凝集时,因分子轨道的能级相近而可以提高载流子传输性。

[0819] 另外,活性层也可以使用被用作供体的聚[[4,8-双[5-(2-乙基己基)-2-噻吩基]苯并[1,2-b:4,5-b']二噻吩-2,6-二基]-2,5-噻吩二基[5,7-双(2-乙基己基)-4,8-二氧-4H,8H-苯并[1,2-c:4,5-c']二噻吩-1,3-二基]]聚合物(简称:PBDB-T)或者PBDB-T衍生物等高分子化合物。例如,可以使用将受体材料分散到PBDB-T或PBDB-T衍生物的方法等。

[0820] 例如,优选共蒸镀n型半导体和p型半导体形成活性层。或者,也可以层叠n型半导体和p型半导体形成活性层。

[0821] 此外,也可以在活性层中混合三种以上的材料。例如,以扩大波长区域为目的,也可以除了n型半导体的材料及p型半导体的材料以外还混合第三材料。此时,第三材料可以是低分子化合物或高分子化合物。

[0822] 受光器件也可以还包括包含空穴传输性高的物质、电子传输性高的物质或双极性物质(电子传输性及空穴传输性都高的物质)等的层作为活性层以外的层。另外,不局限于此,也可以还包括包含空穴注入性高的物质、空穴阻挡材料、电子注入性高的材料或电子阻挡材料等的层。作为受光器件所包括的活性层以外的层例如可以使用上述可用于发光器件的材料。

[0823] 例如,作为空穴传输材料或电子阻挡材料,可以使用聚(3,4-乙烯二氧噻吩)/聚(苯乙烯磺酸)(PEDOT/PSS)等高分子化合物及钼氧化物、碘化铜(CuI)等无机化合物。(ZnO)等无机化合物、乙氧基化聚乙烯亚胺(PEIE)等有机化合物。受光器件例如也可以包含PEIE与ZnO的混合膜。

[0824] [具有检测光的功能的显示装置]

在本发明的一个方式的显示装置的显示部中发光器件以矩阵状配置,由此可以在该显示部上显示图像。另外,在该显示部中,受光器件以矩阵状配置,该显示部除了图像显示功能之外还具有摄像功能和感测功能中的一者或两者。显示部可以用于图像传感器或触摸传感器。也就是说,通过由显示部检测出光,能够拍摄图像或者检测出对象物(指头、手或笔等)的接近或接触。

[0825] 并且,本发明的一个方式的显示装置可以将发光器件用作传感器的光源。在本发明的一个方式的显示装置中,当显示部含有的发光器件所发射的光被对象物反射(或散射)时,受光器件能够检测出该反射光(或散射光),由此即使在黑暗处也能够拍摄图像或者检测出触摸。

[0826] 因此,不需要与显示装置另行设置受光部及光源,而可以减少电子设备的构件数量。例如,不需要另行设置安装在电子设备中的生物识别装置或者用于滚动等的静电电容

式的触摸面板等。因此,通过使用本发明的一个方式的显示装置,可以提供一种制造成本降低的电子设备。

[0827] 具体而言,本发明的一个方式的显示装置在像素中包括发光器件及受光器件。在本发明的一个方式的显示装置中,使用有机EL器件作为发光器件,并使用有机光电二极管作为受光器件。有机EL器件及有机光电二极管能够形成在同一衬底上。因此,可以将有机光电二极管安装在使用有机EL器件的显示装置中。

[0828] 在像素包括发光器件及受光器件的显示装置中,像素具有受光功能,所以该显示装置可以在显示图像的同时检测出对象物的接触或接近。例如,不仅是在显示装置所包括的所有的子像素中显示图像,而是可以用一部分的子像素作为光源发射光且用剩下子像素显示图像。

[0829] 当将受光器件用于图像传感器时,显示装置能够使用受光器件拍摄图像。例如,本实施方式的显示装置可以用作扫描仪。

[0830] 例如,可以使用图像传感器进行用来利用指纹、掌纹、虹膜、脉形状(包括静脉形状、动脉形状)或脸等的个人识别的摄像。

[0831] 例如,可以使用图像传感器拍摄可穿戴设备的使用者的眼睛周围、眼睛表面或眼睛内部(眼底等)。因此,可穿戴设备可以具有检测选自使用者的眨眼、黑暗的动作和眼皮的动作中的任一个或多个的功能。

[0832] 另外,受光器件可以用于触摸传感器(也称为直接触摸传感器)或空中触摸传感器(也称为悬浮传感器、悬浮触摸传感器、非接触传感器、非触摸传感器)等。

[0833] 在此,触摸传感器或空中触摸传感器可以检测出对象物(指头、手或笔等)的接近或接触。

[0834] 触摸传感器通过显示装置与对象物直接接触可以检测出对象物。另外,空中触摸传感器即使对象物没有接触显示装置也可以检测出该对象物。例如,优选的是,在显示装置与对象物之间的距离为0.1mm以上且300mm以下、优选为3mm以上且50mm以下的范围内显示装置可以检测出该对象物。通过采用该结构,可以在对象物没有直接接触显示装置的状态下进行操作,换言之可以以非接触(无接触)方式操作显示装置。通过采用上述结构,可以减少显示装置被弄脏或受损伤的风险或者对象物不直接接触附着于显示装置的污渍(例如,灰尘或病毒等)而操作显示装置。

[0835] 本发明的一个方式的显示装置可以使刷新频率可变。例如,可以根据显示在显示装置上的内容调整刷新频率(例如,在1Hz以上且240Hz以下的范围内进行调整)来降低功耗。此外,也可以根据该刷新频率使触摸传感器或空中触摸传感器的驱动频率改变。例如,在显示装置的刷新频率为120Hz时,可以将触摸传感器或空中触摸传感器的驱动频率设定为高于120Hz的频率(典型的是240Hz)。通过采用该结构,可以实现低功耗化且可以提高触摸传感器或空中触摸传感器的响应速度。

[0836] 图31C至图31E所示的显示装置100在衬底351与衬底359之间包括具有受光器件的层353、功能层355及具有发光器件的层357。

[0837] 功能层355包括驱动受光器件的电路及驱动发光器件的电路。可以在功能层355中设置开关、晶体管、电容器、电阻器、布线、端子等中的一个或多个。注意,在以无源矩阵方式驱动发光器件及受光器件时,也可以不设置开关及晶体管。

[0838] 例如,如图31C所示,具有发光器件的层357中的发光器件所发射的光被接触显示装置100的指头352反射,使得具有受光器件的层353中的受光器件检测出该反射光。由此,可以检测出与显示装置100接触的指头352。

[0839] 或者,如图31D及图31E所示,也可以具有检测或拍摄接近(不接触)显示装置的对象物的功能。图31D示出检测人的指头的例子,图31E示出检测人眼的周边、表面或内部的信息(眨眼次数、眼球的动作、眼皮的动作等)的例子。

[0840] 本实施方式可以与其他实施方式适当地组合。

[0841] (实施方式8)

在本实施方式中,使用图32至图34对本发明的一个方式的电子设备进行说明。

[0842] 本实施方式的电子设备在显示部中包括本发明的一个方式的显示装置。本发明的一个方式的显示装置容易实现高清晰化及高分辨率化。因此,可以用于各种电子设备的显示部。

[0843] 作为电子设备,例如除了电视装置、台式或笔记本型个人计算机、用于计算机等的显示器、数字标牌、弹珠机等大型游戏机等具有较大的屏幕的电子设备以外,还可以举出数码相机、数码摄像机、数码相框、移动电话机、便携式游戏机、便携式信息终端、声音再现装置等。

[0844] 特别是,因为本发明的一个方式的显示装置可以提高清晰度,所以可以适合用于包括较小的显示部的电子设备。作为这种电子设备可以举出手表型及手镯型信息终端设备(可穿戴设备)、可戴在头上的可穿戴设备等诸如头戴显示器等VR用设备、眼镜型AR用设备及MR用设备等。

[0845] 本发明的一个方式的显示装置优选具有极高的分辨率诸如HD(像素数为 1280×720)、FHD(像素数为 1920×1080)、WQHD(像素数为 2560×1440)、WQXGA(像素数为 2560×1600)、4K(像素数为 3840×2160)、8K(像素数为 7680×4320)等。尤其是,优选设定为4K、8K或其以上的分辨率。另外,本发明的一个方式的显示装置中的像素密度(清晰度)优选为100ppi以上,优选为300ppi以上,更优选为500ppi以上,进一步优选为1000ppi以上,更进一步优选为2000ppi以上,更进一步优选为3000ppi以上,还进一步优选为5000ppi以上,进一步优选为7000ppi以上。通过使用上述的具有高分辨率和高清晰度中的一方或双方的显示装置,在便携式或家用等的个人用途的电子设备中可以进一步提高真实感及纵深感等。此外,对本发明的一个方式的显示装置的屏幕比例(纵横比)没有特别的限制。例如,显示装置可以适应1:1(正方形)、4:3、16:9、16:10等各种屏幕比例。

[0846] 本实施方式的电子设备也可以包括传感器(该传感器具有测量如下因素的功能:力、位移、位置、速度、加速度、角速度、转速、距离、光、液、磁、温度、化学物质、声音、时间、硬度、电场、电流、电压、电力、辐射线、流量、湿度、倾斜度、振动、气味或红外线)。

[0847] 本实施方式的电子设备可以具有各种功能。例如,可以具有如下功能:将各种信息(静态图像、动态图像、文字图像等)显示在显示部上的功能;触摸面板的功能;显示日历、日期或时间等的功能;执行各种软件(程序)的功能;进行无线通信的功能;读出储存在存储介质中的程序或数据的功能;等。

[0848] 使用图32A至图32D说明可戴在头上的可穿戴设备的一个例子。这些可穿戴设备具有显示AR内容的功能、显示VR内容的功能、显示SR内容的功能和显示MR内容的功能中的至

少一个。当电子设备具有显示AR、VR、SR、MR等中的至少一个的内容的功能时,可以提高使用者的沉浸感。

[0849] 图32A所示的电子设备700A以及图32B所示的电子设备700B都包括一对显示面板751、一对框体721、通信部(未图示)、一对安装部723、控制部(未图示)、成像部(未图示)、一对光学构件753、眼镜架757以及一对鼻垫758。

[0850] 显示面板751可以应用本发明的一个方式的显示装置。因此,可以实现能够进行清晰度极高的显示的电子设备。

[0851] 电子设备700A及电子设备700B都可以将由显示面板751显示的图像投影于光学构件753中的显示区域756。因为光学构件753具有透光性,所以使用者可以与通过光学构件753看到的透过图像重叠地看到显示于显示区域的图像。因此,电子设备700A及电子设备700B都是能够进行AR显示的电子设备。

[0852] 电子设备700A及电子设备700B上作为成像部也可以设置有能够拍摄前方的照相机。另外,通过在电子设备700A及电子设备700B设置陀螺仪传感器等的加速度传感器,可以检测使用者的头部朝向并将对应该方向的图像显示在显示区域756上。

[0853] 通信部具有无线通信装置,通过该无线通信装置可以供应影像信号等。另外,代替无线通信装置或者除了无线通信装置以外还可以包括能够连接供应影像信号及电源电位的电缆的连接部。

[0854] 另外,电子设备700A以及电子设备700B设置有电池,可以以无线方式和有线方式中的一方或双方进行充电。

[0855] 框体721也可以设置有触摸传感器模块。触摸传感器模块具有检测框体721的外侧的面是否被触摸的功能。通过触摸传感器模块,可以检测使用者的点按操作或滑动操作等而执行各种处理。例如,通过点按操作可以执行动态图像的暂时停止或再生等的处理,通过滑动操作可以执行快进、快退等的处理等。另外,通过在两个框体721的每一个设置触摸传感器模块,可以扩大操作范围。

[0856] 作为触摸传感器模块,可以使用各种触摸传感器。例如,可以采用静电电容式、电阻膜方式、红外线方式、电磁感应方式、表面声波式、光学方式等各种方式。尤其是,优选将静电电容式或光学方式的传感器应用于触摸传感器模块。

[0857] 在使用光学方式的触摸传感器时,作为受光器件可以使用光电转换器件(光电转换元件)。在光电转换器件的活性层中可以使用无机半导体和有机半导体中的一方或双方。

[0858] 图32C所示的电子设备800A以及图32D所示的电子设备800B都包括一对显示部820、框体821、通信部822、一对安装部823、控制部824、一对成像部825以及一对透镜832。

[0859] 显示部820可以应用本发明的一个方式的显示装置。因此,可以实现能够进行清晰度极高的显示的电子设备。由此,使用者可以感受高沉浸感。

[0860] 显示部820设置在框体821内部的通过透镜832能看到的位置上。另外,通过在一对显示部820间上显示不同图像,可以进行利用视差的三维显示。

[0861] 可以将电子设备800A以及电子设备800B都称为面向VR的电子设备。装上电子设备800A或电子设备800B的使用者通过透镜832能看到显示在显示部820上的图像。

[0862] 电子设备800A及电子设备800B优选具有一种机构,其中能够调整透镜832及显示部820的左右位置,以根据使用者的眼睛的位置使透镜832及显示部820位于最合适的位置

上。此外,优选具有一种机构,其中通过改变透镜832及显示部820之间的距离来调整焦点。

[0863] 使用者可以使用安装部823将电子设备800A或电子设备800B装在头上。在图32C等中,示出安装部823具有如眼镜的镜脚(也称为脚丝等)那样的形状的例子,但是不局限于此。只要使用者能够装上,安装部823就例如可以具有头盔型或带型的形状。

[0864] 成像部825具有取得外部的信息的功能。可以将成像部825所取得的数据输出到显示部820。在成像部825中可以使用图像传感器。另外,也可以设置多个照相机以能够对应望远、广角等多种视角。

[0865] 注意,在此示出包括成像部825的例子,设置能够测量出与对象物的距离的测距传感器(以下,也称为检测部)即可。换言之,成像部825是检测部的一个方式。作为检测部例如可以使用图像传感器或激光雷达(LIDAR:Light Detection and Ranging)等距离图像传感器。通过使用由照相机取得的图像以及由距离图像传感器取得的图像,可以取得更多的信息,可以实现精度更高的姿态操作。

[0866] 电子设备800A也可以包括被用作骨传导耳机的振动机构。例如,作为显示部820、框体821和安装部823中的任一个或多个可以采用包括该振动机构的结构。由此,不需要另行设置头戴式耳机、耳机或扬声器等音响设备,而只装上电子设备800A就可以享受影像和声音。

[0867] 电子设备800A以及电子设备800B也可以都包括输入端子。可以将供应来自影像输出设备等的影像信号以及用于对设置在电子设备内的电池进行充电的电力等的电缆连接到输入端子。

[0868] 本发明的一个方式的电子设备也可以具有与耳机750进行无线通信的功能。耳机750包括通信部(未图示),并具有无线通信功能。耳机750通过无线通信功能可以从电子设备接收信息(例如声音数据)。例如,图32A所示的电子设备700A具有通过无线通信功能将信息发送到耳机750的功能。另外,例如图32C所示的电子设备800A具有通过无线通信功能将信息发送到耳机750的功能。

[0869] 另外,电子设备也可以包括耳机部。图32B所示的电子设备700B包括耳机部727。例如,可以采用以有线方式连接耳机部727和控制部的结构。连接耳机部727和控制部的布线的一部分也可以配置在框体721或安装部723的内部。

[0870] 同样,图32D所示的电子设备800B包括耳机部827。例如,可以采用以有线方式连接耳机部827和控制部824的结构。连接耳机部827和控制部824的布线的一部分也可以配置在框体821或安装部823的内部。另外,耳机部827和安装部823也可以包括磁铁。由此,可以用磁力将耳机部827固定到安装部823,收纳变得容易,所以是优选的。

[0871] 电子设备也可以包括能够与耳机或头戴式耳机等连接的声音输出端子。另外,电子设备也可以包括声音输入端子和声音输入机构中的一方或双方。作为声音输入机构,例如可以使用麦克风等收音装置。通过将声音输入机构设置到电子设备,可以使电子设备具有所谓的耳麦的功能。

[0872] 如此,作为本发明的一个方式的电子设备,眼镜型(电子设备700A以及电子设备700B等)和护目镜型(电子设备800A以及电子设备800B等)的双方都是优选的。

[0873] 另外,本发明的一个方式的电子设备可以以有线或无线方式将信息发送到耳机。

[0874] 图33A所示的电子设备6500是可以被用作智能手机的便携式信息终端设备。

[0875] 电子设备6500包括框体6501、显示部6502、电源按钮6503、按钮6504、扬声器6505、麦克风6506、照相机6507及光源6508等。显示部6502具有触摸面板功能。

[0876] 显示部6502可以使用本发明的一个方式的显示装置。

[0877] 图33B是包括框体6501的麦克风6506一侧的端部的截面示意图。

[0878] 框体6501的显示面一侧设置有具有透光性的保护构件6510,被框体6501及保护构件6510包围的空间内设置有显示面板6511、光学构件6512、触摸传感器面板6513、印刷电路板6517、电池6518等。

[0879] 显示面板6511、光学构件6512及触摸传感器面板6513使用粘合层(未图示)固定到保护构件6510。

[0880] 在显示部6502的外侧的区域中,显示面板6511的一部分叠回,且该叠回部分连接有FPC6515。FPC6515安装有IC6516。FPC6515与设置于印刷电路板6517的端子连接。

[0881] 显示面板6511可以使用本发明的一个方式的柔性显示器。由此,可以实现极轻量的电子设备。此外,由于显示面板6511极薄,所以可以在抑制电子设备的厚度的情况下安装大容量的电池6518。此外,通过折叠显示面板6511的一部分以在像素部的背面设置与FPC6515的连接部,可以实现窄边框的电子设备。

[0882] 图33C示出电视装置的一个例子。在电视装置7100中,框体7101中组装有显示部7000。在此示出利用支架7103支撑框体7101的结构。

[0883] 可以对显示部7000使用本发明的一个方式的显示装置。

[0884] 可以通过利用框体7101所具备的操作开关以及另外提供的遥控操作机7111进行图33C所示的电视装置7100的操作。另外,也可以在显示部7000中具备触摸传感器,也可以通过用指头等触摸显示部7000进行电视装置7100的操作。另外,也可以在遥控操作机7111中具备显示从该遥控操作机7111输出的信息的显示部。通过利用遥控操作机7111所具备的操作键或触摸面板,可以进行频道及音量的操作,并可以对显示在显示部7000上的影像进行操作。

[0885] 另外,电视装置7100具备接收机及调制解调器等。可以通过利用接收机接收一般的电视广播。再者,通过调制解调器连接到有线或无线方式的通信网络,从而进行单向(从发送者到接收者)或双向(发送者和接收者之间或接收者之间等)的信息通信。

[0886] 图33D示出笔记本型个人计算机的一个例子。笔记本型个人计算机7200包括框体7211、键盘7212、指向装置7213、外部连接端口7214等。在框体7211中组装有显示部7000。

[0887] 可以对显示部7000使用本发明的一个方式的显示装置。

[0888] 图33E和图33F示出数字标牌的一个例子。

[0889] 图33E所示的数字标牌7300包括框体7301、显示部7000及扬声器7303等。此外,还可以包括LED灯、操作键(包括电源开关或操作开关)、连接端子、各种传感器、麦克风等。

[0890] 图33F示出设置于圆柱状柱子7401上的数字标牌7400。数字标牌7400包括沿着柱子7401的曲面设置的显示部7000。

[0891] 在图33E和图33F中,可以将本发明的一个方式的显示装置用于显示部7000。

[0892] 显示部7000越大,一次能够提供的信息量越多。显示部7000越大,越容易吸引人的注意,例如可以提高广告宣传效果。

[0893] 通过将触摸面板用于显示部7000,不仅可以在显示部7000上显示静态图像或动态

图像,使用者还能够直觉性地进行操作,所以是优选的。另外,在用于提供线路信息或交通信息等信息的用途时,可以通过直觉性的操作提高易用性。

[0894] 如图33E和图33F所示,数字标牌7300或数字标牌7400优选可以通过无线通信与使用者所携带的智能手机等信息终端设备7311或信息终端设备7411联动。例如,显示在显示部7000上的广告信息可以显示在信息终端设备7311或信息终端设备7411的屏幕上。此外,通过操作信息终端设备7311或信息终端设备7411,可以切换显示部7000的显示。

[0895] 此外,可以在数字标牌7300或数字标牌7400上以信息终端设备7311或信息终端设备7411的屏幕为操作单元(控制器)执行游戏。由此,不特定多个使用者可以同时参加游戏,享受游戏的乐趣。

[0896] 图34A至图34G所示的电子设备包括框体9000、显示部9001、扬声器9003、操作键9005(包括电源开关或操作开关)、连接端子9006、传感器9007(该传感器具有测量如下因素的功能:力、位移、位置、速度、加速度、角速度、转速、距离、光、液、磁、温度、化学物质、声音、时间、硬度、电场、电流、电压、电力、辐射线、流量、湿度、倾斜度、振动、气味或红外线)、麦克风9008等。

[0897] 图34A至图34G所示的电子设备具有各种功能。例如,可以具有如下功能:将各种信息(静态图像、动态图像及文字图像等)显示在显示部上的功能;触摸面板的功能;显示日历、日期或时间等的功能;通过利用各种软件(程序)控制处理的功能;进行无线通信的功能;读出储存在存储介质中的程序或数据并进行处理的功能;等。注意,电子设备的功能不局限于上述功能,而可以具有各种功能。电子设备可以包括多个显示部。另外,也可以在电子设备中设置照相机等而使其具有如下功能:拍摄静态图像或动态图像,且将所拍摄的图像储存在存储介质(外部存储介质或内置于照相机的存储介质)中的功能;将所拍摄的图像显示在显示部上的功能;等。

[0898] 下面,详细地说明图34A至图34G所示的电子设备。

[0899] 图34A是示出便携式信息终端9101的立体图。可以将便携式信息终端9101例如用作智能手机。注意,在便携式信息终端9101中,也可以设置扬声器9003、连接端子9006、传感器9007等。另外,作为便携式信息终端9101,可以将文字或图像信息显示在其多个面上。在图34A中示出显示三个图标9050的例子。另外,可以将以虚线的矩形示出的信息9051显示在显示部9001的其他面上。作为信息9051的一个例子,可以举出提示收到电子邮件、SNS或电话等的信息;电子邮件或SNS等的标题;电子邮件或SNS等的发送者姓名;日期;时间;电池余量;以及电波强度等。或者,可以在显示有信息9051的位置上显示图标9050等。

[0900] 图34B是示出便携式信息终端9102的立体图。便携式信息终端9102具有将信息显示在显示部9001的三个以上的面上的功能。在此,示出信息9052、信息9053、信息9054分别显示于不同的面上的例子。例如,在将便携式信息终端9102放在上衣口袋里的状态下,使用者能够确认显示在从便携式信息终端9102的上方看到的位置上的信息9053。例如,使用者可以确认到该显示而无需从口袋里拿出便携式信息终端9102,由此能够判断是否接电话。

[0901] 图34C是示出平板终端9103的立体图。平板终端9103例如可以执行移动电话、电子邮件及文章的阅读和编辑、播放音乐、网络通信、计算机游戏等各种应用软件。平板终端9103在框体9000的正面包括显示部9001、照相机9002、麦克风9008及扬声器9003,在框体9000的左侧面包括被用作用于操作的按钮的操作键9005,在底面包括连接端子9006。

[0902] 图34D是示出手表型便携式信息终端9200的立体图。可以将便携式信息终端9200例如用作智能手表(注册商标)。另外,显示部9001的显示面弯曲,可沿着其弯曲的显示面进行显示。此外,便携式信息终端9200例如通过与可进行无线通信的耳麦相互通信可以进行免提通话。此外,通过利用连接端子9006,便携式信息终端9200可以与其他信息终端进行数据传输或进行充电。充电也可以通过无线供电进行。

[0903] 图34E至图34G是示出可以折叠的便携式信息终端9201的立体图。另外,图34E是将便携式信息终端9201展开的状态的立体图、图34G是折叠的状态的立体图、图34F是从图34E的状态和图34G的状态中的一个转换成另一个时中途的状态的立体图。便携式信息终端9201在折叠状态下可携带性好,而在展开状态下因为具有无缝拼接较大的显示区域所以显示的浏览性强。便携式信息终端9201所包括的显示部9001被由铰链9055连结的三个框体9000支撑。显示部9001例如可以在曲率半径0.1mm以上且150mm以下的范围弯曲。

[0904] 本实施方式可以与其他实施方式适当地组合。

[实施例]

[0905] 在本实施例中,参照图35至图40说明所制造的本发明的一个方式的显示装置。

[0906] 图35A是说明显示装置、发光器件130X及发光器件130Y的结构立体图,图35B是沿着图35A所示的切断线X1-X2的截面图。

[0907] 图36是说明根据实施例的发光器件的电流密度-亮度特性的图。

[0908] 图37是说明根据实施例的发光器件的亮度-电流效率特性的图。

[0909] 图38是说明根据实施例的发光器件的电压-亮度特性的图。

[0910] 图39是说明根据实施例的发光器件的电压-电流特性的图。

[0911] 图40是说明以1000cd/m²的亮度使根据实施例的发光器件发光时的发射光谱的图。

[0912] <显示装置>

本实施例所说明的制造的显示装置包括发光器件130X及发光器件130Y(参照图35A及图35B)。发光器件130Y与发光器件130X相邻,发光器件130Y与发光器件130X之间具有间隙。

[0913] 本实施例所说明的制造的发光器件D111具有与发光器件130X及发光器件130Y同样的结构。

[0914] 发光器件130X包括电极111X、电极115X、单元703X、单元703X2以及中间层706X,单元703X夹在电极111X与电极115X之间,单元703X2夹在电极115X与单元703X之间,中间层706X夹在单元703X2与单元703X之间,单元703X与中间层706X接触,单元703X包含有机化合物L。此外,发光器件130X包括层114X,层114X夹在电极115X与单元703X2之间。

[0915] 有机化合物L具有多个2,2'-联吡啶骨架或多个1,10'-菲咯啉骨架。

[0916] 发光器件130Y包括电极111Y、电极115Y、单元703Y、单元703Y2以及中间层706Y,电极111Y与电极111X之间具有间隙111XY,单元703Y夹在电极111Y与电极115Y之间,单元703Y2夹在电极115Y与单元703Y之间,中间层706Y夹在单元703Y2与单元703Y之间,单元703Y与中间层706Y接触,单元703Y包含有机化合物L。此外,发光器件130Y包括层114Y,层114Y夹在电极115Y与单元703Y2之间。

[0917] 单元703Y与单元703X之间具有间隙,该间隙与间隙111XY重叠。

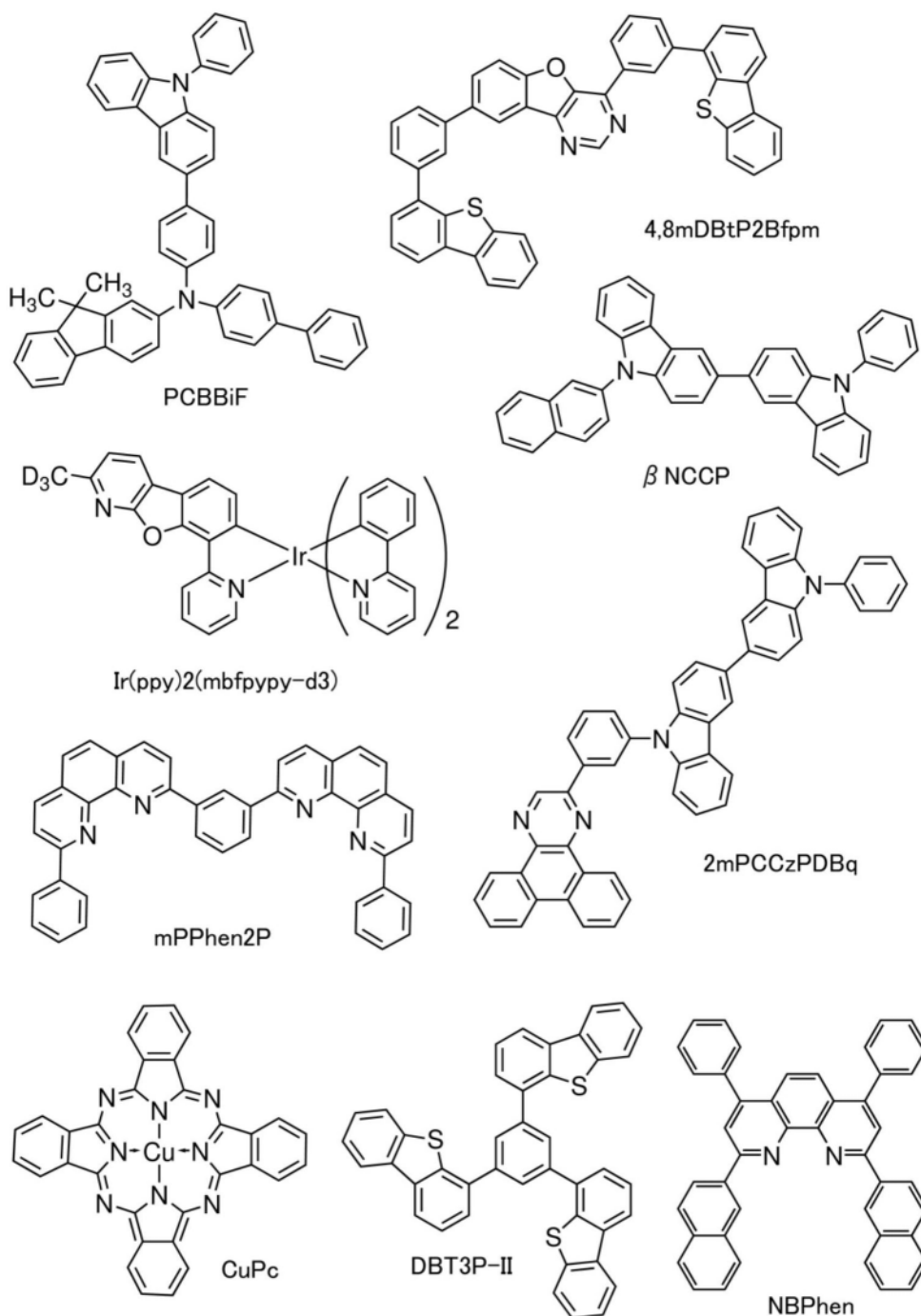
[0918] <<发光器件D111的结构>>

表1示出发光器件D111的结构。以下示出用于在本实施例中说明的发光器件的材料的结构式。注意,为了方便起见,在本实施例的表中下标文字及上标文字变成正常文字。例如,简称中的下标文字及单位中的上标文字都在表中变成正常文字。表中的这些记载可以参照说明书中的记载被变换为本来的记载。

[0919] [表1]

结构	符号	材料	组成比	厚度 /nm
层	CAP	DBT3P-II		70
电极	115X	Ag:Mg	1:0.1	15
层	114X	LiF:Yb	2:1	2
层	713X22	mPPhen2P		20
层	713X21	2mPCCzPDBq		20
		4,8mDBtP2Bfp _m :		
层	711X2	βNCCP: Ir(ppy) ₂ (mbfp _{ppy} -d3)	0.5:0.5:0.1	40
层	712X2	PCBBiF		40
层	706X1	PCBBiF:OCHD-003	1:0.15	10
层	706X3	CuPc		2
层	706X2	Li ₂ O		0.1
层	713X12	mPPhen2P		20
层	713X11	2mPCCzPDBq		10
		4,8mDBtP2Bfp _m :		
层	711X	βNCCP: Ir(ppy) ₂ (mbfp _{ppy} -d3)	0.5:0.5:0.1	40
层	712X	PCBBiF		70
层	704X	PCBBiF:OCHD-003	1:0.15	10
电极	111X	ITSO		100
反射膜	REF	APC		

[0920] [化学式12]



[0921] <<发光器件D111的制造方法>>

通过包括下述步骤的方法制造本实施例所说明的发光器件D111。

[0922] [第1步骤]

在第1步骤中,形成反射膜REF。具体而言,通过利用包含银(Ag)、钯(Pd)及铜(Cu)的合金(简称:APC)作为靶材的溅射法而进行形成。

[0923] 反射膜REF包含APC,其厚度为100nm。

[0924] [第2步骤]

在第2步骤中,在反射膜REF上形成电极111X。具体而言,通过利用包含硅或氧化硅的氧化铟-氧化锡(简称:ITS0)作为靶材的溅射法而进行形成。

[0925] 电极111X包含ITS0,其厚度为100nm,其面积为 4mm^2 ($2\text{mm} \times 2\text{mm}$)。

[0926] 接着,用水对形成有电极111X的基材进行洗涤,以200℃焙烧1小时,然后进行UV臭氧处理370秒。然后,将基材放入其内部被减压到 10^{-4} Pa左右的真空蒸镀装置中,并在真空蒸镀装置内的加热室中,以170℃进行真空焙烧30分钟。然后,对基材进行冷却30分钟左右。

[0927] [第3步骤]

在第3步骤中,在电极111X上形成层704X。具体而言,利用电阻加热法共蒸镀材料。

[0928] 层704X以PCBBiF:0CHD-003=1:0.15(重量比)包含PCBBiF及电子接收性材料(简称:0CHD-003),其厚度为10nm。此外,0CHD-003包含氟且分子量为672。

[0929] [第4步骤]

在第4步骤中,在层704X上形成层712X。具体而言,利用电阻加热法蒸镀材料。

[0930] 层712X包含N-(1,1'-联苯-4-基)-N-[4-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)苯基]-9,9-二甲基-9H-芴-2-胺(简称:PCBBiF),其厚度为70nm。

[0931] [第5步骤]

在第5步骤中,在层712X上形成层711X。具体而言,利用电阻加热法共蒸镀材料。

[0932] 注意,层711X以4,8mDBtP2Bfpm: β NCCP:Ir(ppy)₂(mbfppy-d3)=0.5:0.5:0.1(重量比)包含4,8-双[3-(二苯并噻吩-4-基)苯基]-[1]苯并呋喃并[3,2-d]嘧啶(简称:4,8mDBtP2Bfpm)、9-(2-萘基)-9'-苯基-9H,9'H-3,3'-联咔唑(简称: β NCCP)及[2-d3-甲基-(2-吡啶基- κ N)苯并呋喃并[2,3-b]吡啶- κ C]双[2-(2-吡啶基- κ N)苯基- κ C]铱(III)(简称:Ir(ppy)₂(mbfppy-d3)),其厚度为40nm。

[0933] [第6步骤]

在第6步骤中,在层711X上形成层713X11。具体而言,利用电阻加热法蒸镀材料。

[0934] 层713X11包含2-{3-[3-(N-苯基-9H-咔唑-3-基)-9H-咔唑-9-基]苯基}二苯并[f,h]喹喔啉(简称:2mPCCzPDBq),其厚度为10nm。

[0935] [第7步骤]

在第7步骤中,在层713X11上形成层713X12。具体而言,利用电阻加热法蒸镀材料。

[0936] 层713X12包含2,2'-(3,3'-亚苯基)双(9-苯基-1,10-菲咯啉)(简称:mPPhen2P),其厚度为20nm。

[0937] [第8步骤]

在第8步骤中,在层713X12上形成层706X2。具体而言,利用电阻加热法蒸镀材料。

[0938] 层706X2包含氧化锂(简称:Li2O),其厚度为0.1nm。

[0939] [第9步骤]

在第9步骤中,在层706X2上形成层706X3。具体而言,利用电阻加热法蒸镀材料。

[0940] 此外,层706X3包含酞菁铜(简称:CuPc),其厚度为2nm。

[0941] [第10步骤]

在第10步骤中,在层706X3上形成层706X1。具体而言,利用电阻加热法共蒸镀材料。

[0942] 此外,层706X1包含PCBBiF及0CHD-003,其中PCBBiF:0CHD-003=1:0.15(重量比),其厚度为10nm。

[0943] [第11步骤]

在第11步骤中,在层706X1上形成层712X2。具体而言,利用电阻加热法蒸镀材料。

[0944] 层712X2包含PCBBiF,其厚度为40nm。

[0945] [第12步骤]

在第12步骤中,在层712X2上形成层711X2。具体而言,利用电阻加热法共蒸镀材料。

[0946] 层711X2以4,8mDBtP2Bfpm: β NCCP:Ir(ppy)₂(mbfpypy-d3)=0.5:0.5:0.1(重量比)包含4,8mDBtP2Bfpm、 β NCCP及Ir(ppy)₂(mbfpypy-d3),其厚度为40nm。

[0947] [第13步骤]

在第13步骤中,在层711X2上形成层713X21。具体而言,利用电阻加热法蒸镀材料。

[0948] 此外,层713X21包含2mPCCzPDBq,其厚度为20nm。

[0949] [第14步骤]

在第14步骤中,在层713X21上形成层713X22。具体而言,利用电阻加热法蒸镀材料。

[0950] 层713X22包含mPPhen2P,其厚度为20nm。

[0951] [第15-1步骤]

将样品从真空蒸镀装置取出并暴露于大气之后,在第15-1步骤中,在层713X22上形成牺牲层SCR1。具体而言,通过使用三甲基铝(简称:TMA)作为前驱物并使用水蒸气作为氧化剂的ALD法进行沉积。

[0952] 此外,牺牲层SCR1包含氧化铝,其厚度为30nm。

[0953] [第15-2步骤]

在第15-2步骤中,在牺牲层SCR1上形成牺牲层SCR2。具体而言,通过使用包含铟、镓、锌及氧的复合氧化物(简称:IGZO)作为靶材的溅射法而进行沉积。

[0954] 牺牲层SCR2包含IGZO,其厚度为50nm。

[0955] [第15-3步骤]

在第15-3步骤中,使用光致抗蚀剂在牺牲层SCR2上形成抗蚀剂,利用光刻法将牺牲层SCR2、牺牲层SCR1、层713X22、层713X21、层711X2、层712X2、706X1、706X3、706X2、层713X12、层713X11、层711X、层712X及层704X加工为规定形状。

[0956] 具体而言,使用包含磷酸的药液对牺牲层SCR2进行加工,然后使用以CHF₃:He=1:9(流量比)包含三氟甲烷(简称:CHF₃)及氦(He)的蚀刻气体对牺牲层SCR1进行加工。然后,改变蚀刻条件,将层704X至层713X22的叠层膜加工为规定形状。具体而言,使用包含氧(简称:O₂)的蚀刻气体进行加工。

[0957] 作为预定的形状,采用不与上述叠层膜的电极111X重叠的区域中形成有狭缝的形状。具体而言,在重叠于电极111X与电极111Y之间的间隙111XY的区域中,在离电极111X的端部3.5 μ m的位置形成宽度为3 μ m的狭缝(参照图35B)。由此,形成间隙706XY2。

[0958] [第15-4步骤]

在第15-4步骤中,去除牺牲层SCR2、牺牲层SCR1及抗蚀剂,加工成层713X22露出的状态。

[0959] 接着,将基材放入其内部被减压到10⁻⁴Pa左右的真空蒸镀装置中,并在真空蒸镀装置内的加热室中,在80℃的温度下进行1小时的真空焙烧。然后,对基材进行冷却30分钟左右。

[0960] [第16步骤]

在第16步骤中,在层713X22上形成层114X。具体而言,利用电阻加热法共蒸镀材料。

[0961] 层114X以LiF:Yb=2:1(重量比)包含氟化锂(简称:LiF)及镱(简称:Yb),其厚度为2nm。

[0962] [第17步骤]

在第17步骤中,在层114X上形成电极115X。具体而言,利用电阻加热法共蒸镀材料。

[0963] 电极115X以Ag:Mg=1:0.1(体积比)包含Ag及Mg,其厚度为15nm。

[0964] [第18步骤]

在第18步骤中,在电极115X上形成层CAP。具体而言,利用电阻加热法蒸镀材料。

[0965] 注意,层CAP包含4,4',4''-(苯-1,3,5-三基)三(二苯并噻吩)(简称:DBT3P-II),其厚度为70nm。

[0966] <<发光器件D111的工作特性>>

在供应电力时发光器件D111发射光EL1X及光EL2X(参照图35B)。在室温下测量发光器件D111的工作特性(参照图36至图40)。注意,使用分光辐射计(拓普康公司制造的SR-UL1R)测量亮度、CIE色度以及发射光谱。

[0967] 表2示出使所制造的发光器件以1000cd/m²左右的亮度发光时的主要初始特性。此外,表2还示出下面说明其结构的其他发光器件的特性。

[0968] [表2]

	电压 (V)	电流 (mA)	电流密度 (mA/cm ²)	色度x	色度y	电流效率 (cd/A)
发光器件D111	7.2	0.02	0.5	0.26	0.71	201.3
比较器件D110	8.2	0.02	0.6	0.27	0.71	171.4
比较器件D101	5.7	0.02	0.5	0.27	0.70	201.5
比较器件D100	6.4	0.02	0.5	0.27	0.70	199.2
发光器件D211	8.0	0.02	0.5	0.31	0.68	170.1
比较器件D210	9.8	0.03	0.7	0.32	0.67	136.7
比较器件D201	5.8	0.02	0.5	0.29	0.69	201.0
比较器件D200	6.0	0.02	0.6	0.31	0.67	196.0

[0969] 可知发光器件D111呈现良好的特性。例如,发光器件D111呈现与发光器件D101相等的电流效率。另外,抑制了形成狭缝的第15-1步骤至第15-4步骤给电流效率带来的影响。

[0970] 此外,与将NBPhen用于层713X12及层713X22的比较器件D110相比,发光器件D111呈现更高的电流效率。另外,以低驱动电压发光。

[0971] 另外,确认到形成有狭缝的比较器件D110的驱动电压比没有形成狭缝的比较器件D100高1.8V。另一方面,形成有狭缝的发光器件D111的驱动电压比没有形成狭缝的比较器件D101高1.5V。由此,确认到如下效果:抑制形成狭缝的第15-1步骤至第15-4步骤所引起的

驱动电压上升。由此可知,对形成狭缝的步骤中的大气暴露、药液暴露及蚀刻工序具有高耐性。

[0972] 此外,可知发光器件D211呈现良好的特性。例如,发光器件D211呈现高电流效率。

[0973] 此外,与将NBPhen用于层713X12及层713X22的比较器件D210相比,发光器件D211呈现更高的电流效率。另外,以低驱动电压发光。

[0974] 另外,确认到形成有狭缝的比较器件D210的驱动电压比没有形成狭缝的比较器件D200高3.8V。另一方面,形成有狭缝的发光器件D211的驱动电压比没有形成狭缝的比较器件D201高2.2V。由此,确认到如下效果:抑制形成狭缝的第15-1步骤至第15-4步骤所引起的驱动电压上升。由此可知,对形成狭缝的步骤中的大气暴露、药液暴露及蚀刻工序具有高耐性。

[0975] <发光器件D211>

本实施例所说明的制造的发光器件D211具有与发光器件130X同样的结构(参照图35B)。发光器件D211的结构与发光器件D111的不同之处在于层114X。具体而言,层114X的厚度是0.5nm而不是0.1nm,在这一点上与发光器件D111不同(参照表3)。在此,对不同之处进行详细说明,而关于具有相同结构的部分援用上述说明。

[0976] [表3]

	层706X2 (nm)	狭缝	层713X22 层713X12
发光器件D111	0.1	有	mPPhen2P
比较器件D110	0.1	有	NBPhen
比较器件D101	0.1	无	mPPhen2P
比较器件D100	0.1	无	NBPhen
发光器件D211	0.5	有	mPPhen2P
比较器件D210	0.5	有	NBPhen
比较器件D201	0.5	无	mPPhen2P
比较器件D200	0.5	无	NBPhen

[0977] <<发光器件D211的制造方法>>

通过包括下述步骤的方法制造本实施例所说明的发光器件D211。

[0978] 注意,发光器件D211的制造方法与发光器件D111的制造方法的不同之处在于:在第8步骤中,形成厚度为0.5nm的Li2O代替厚度为0.1nm的Li2O。在此,对不同之处进行详细说明,而关于使用同样方法的部分援用上述说明。

[0979] [第8步骤]

在第8步骤中,在层713X12上形成层706X2。具体而言,利用电阻加热法蒸镀材料。

[0980] 层706X2包含Li2O,其厚度为0.5nm。

[0981] <<发光器件D211的工作特性>>

在供应电力时发光器件D211发射光EL1 (参照图35B)。在室温下测量发光器件D211的工作特性(参照图36至图40)。

[0982] 表2示出使所制造的发光器件以1000cd/m²左右的亮度发光时的主要初始特性。

[0983] (参考例子1)

在本参考例中说明的制造的比较器件与发光器件D111及发光器件D211的不同之处在于:将2,9-二(萘-2-基)-4,7-二苯基-1,10-菲咯啉(简称:NBPhen)用于层713X12及层713X22。在此,对不同之处进行详细说明,而关于使用相同结构的部分援用上述说明。

[0984] <<比较器件D110及比较器件D210的结构>>

表3示出比较器件D110与发光器件D111之间的结构不同点及比较器件D210与发光器件D211之间的结构不同点。

[0985] <<比较器件D110及比较器件D210的制造方法>>

通过包括下述步骤的方法制造比较器件D110及比较器件D210。

[0986] 注意,比较器件D110及比较器件D210的制造方法与发光器件D111及发光器件D211的不同之处在于:在形成层713X12的第7步骤及形成层713X22的第14步骤中,使用NBPhen代替mPPhen2P。在此,对不同之处进行详细说明,而关于使用同样方法的部分援用上述说明。

[0987] [第7步骤]

在第7步骤中,在层713X11上形成层713X12。具体而言,利用电阻加热法蒸镀材料。

[0988] 层713X12包含NBPhen,其厚度为20nm。

[0989] [第14步骤]

在第14步骤中,在层713X21上形成层713X22。具体而言,利用电阻加热法蒸镀材料。

[0990] 层713X22包含NBPhen,其厚度为20nm。

[0991] <<比较器件D110及比较器件D210的工作特性>>

对比较器件D110及比较器件D210的工作特性进行测量。测量在室温下进行。

[0992] 表2示出比较器件D110及比较器件D210的工作特性的主要初始特性。

[0993] (参考例子2)

本参考例所说明的制造的比较器件与发光器件D111及发光器件D211的不同之处在于:在相邻的比较器件间没有形成狭缝。在此,对不同之处进行详细说明,而关于使用相同结构的部分援用上述说明。

[0994] <<比较器件D101及比较器件D201的结构>>

表3示出比较器件D101与发光器件D111之间的结构不同点及比较器件D201与发光器件D211之间的结构不同点。

[0995] <<比较器件D101及比较器件D201的制造方法>>通过包括下述步骤的方法制造比较器件D101及比较器件D201。

[0996] 注意,比较器件D101及比较器件D201的制造方法与发光器件D111及发光器件D211的不同之处在于:不采用第15-1步骤至第15-4步骤而在第14步骤之后直接进入第16步骤。在此,关于使用同样方法的部分,援用上述说明。

[0997] [第14步骤]

在第14步骤中,在层713X21上形成层713X22。具体而言,利用电阻加热法蒸镀材

料。

[0998] 层713X22包含NBPhen,其厚度为20nm。

[0999] [第16步骤]

在第14步骤后的第16步骤中,在层713X22上形成层114X。具体而言,利用电阻加热法共蒸镀材料。

[1000] 层114X以LiF:Yb=2:1(重量比)包含氟化锂(简称:LiF)及镱(简称:Yb),其厚度为2nm。

[1001] <<比较器件D101及比较器件D201的工作特性>>

对比较器件D101及比较器件D201的工作特性进行测量。测量在室温下进行。

[1002] 表2示出比较器件D101及比较器件D201的工作特性的主要初始特性。

[1003] (参考例子3)

在本参考例中说明的制造的比较器件与发光器件D111及发光器件D211的不同之处在于:将2,9-二(萘-2-基)-4,7-二苯基-1,10-菲咯啉(简称:NBPhen)用于层713X12及层713X22;以及在相邻的比较器件间没有形成狭缝。在此,对不同之处进行详细说明,而关于使用相同结构的部分援用上述说明。

[1004] <<比较器件D100及比较器件D200的结构>>

表3示出比较器件D100与发光器件D111之间的结构不同点及比较器件D200与发光器件D211之间的结构不同点。

[1005] <<比较器件D100及比较器件D200的制造方法>>通过包括下述步骤的方法制造比较器件D100及比较器件D200。

[1006] 注意,比较器件D100及比较器件D200的制造方法与发光器件D111及发光器件D211的不同之处在于:在形成层713X12的第7步骤及形成层713X22的第14步骤中,使用NBPhen代替mPPhen2P;以及不采用第15-1步骤至第15-4步骤而在第14步骤之后直接进入第16步骤。在此,对不同之处进行详细说明,而关于使用同样方法的部分援用上述说明。

[1007] [第7步骤]

在第7步骤中,在层713X11上形成层713X12。具体而言,利用电阻加热法蒸镀材料。

[1008] 层713X12包含NBPhen,其厚度为20nm。

[1009] [第14步骤]

在第14步骤中,在层713X21上形成层713X22。具体而言,利用电阻加热法蒸镀材料。

[1010] 层713X22包含NBPhen,其厚度为20nm。

[1011] [第16步骤]

在第14步骤后的第16步骤中,在层713X22上形成层114X。具体而言,利用电阻加热法共蒸镀材料。

[1012] 层114X以LiF:Yb=2:1(重量比)包含氟化锂(简称:LiF)及镱(简称:Yb),其厚度为2nm。

[1013] <<比较器件D110及比较器件D210的工作特性>>对比较器件D110及比较器件D210的工作特性进行测量。测量在室温下进行。

[1014] 表2示出比较器件D110及比较器件D210的工作特性的主要初始特性。

[符号说明]

[1015] 100A:显示装置、100B:显示装置、100C:显示装置、100D:显示装置、100E:显示装置、100F:显示装置、100G:显示装置、100H:显示装置、100J:显示装置、100:显示装置、101:具有晶体管的层、103:区域、110a:子像素、110b:子像素、110c:子像素、110d:子像素、110e:子像素、110:像素、111a:像素电极、111b:像素电极、111c:像素电极、111d:像素电极、111X:电极、112a:导电层、112b:导电层、112c:导电层、112d:导电层、113a:第一层、113A:膜、113b:第二层、113B:膜、113c:第三层、113C:膜、113d:第四层、114:公共层、114X:层、115:公共电极、115X:电极、117:遮光层、118a:掩模层、118A:掩模膜、118b:掩模层、118B:掩模膜、118c:掩模层、118C:掩模膜、118d:掩模层、118:掩模层、119a:掩模层、119A:掩模膜、119b:掩模层、119B:掩模膜、119c:掩模层、119C:掩模膜、120:衬底、122:树脂层、123:导电层、124a:像素、124b:像素、125A:绝缘膜、125:绝缘层、126a:导电层、126b:导电层、126c:导电层、126d:导电层、127a:绝缘膜、127b:绝缘层、127:绝缘层、128:层、129a:导电层、129b:导电层、129c:导电层、129d:导电层、130a:发光器件、130B:发光器件、130b:发光器件、130c:发光器件、130G:发光器件、130R:发光器件、130X:发光器件、131:保护层、140:连接部、142:粘合层、150:受光器件、151:衬底、152:衬底、153:绝缘层、162:显示部、164:电路、165:布线、166:导电层、172:FPC、173:IC、190a:抗蚀剂掩模、190b:抗蚀剂掩模、190c:抗蚀剂掩模、201:晶体管、204:连接部、205:晶体管、209:晶体管、210:晶体管、211:绝缘层、213:绝缘层、214:绝缘层、215:绝缘层、218:绝缘层、221:导电层、222a:导电层、222b:导电层、223:导电层、225:绝缘层、231i:沟道形成区域、231n:低电阻区域、231:半导体层、240:电容器、241:导电层、242:连接层、243:绝缘层、245:导电层、251:导电层、252:导电层、254:绝缘层、255a:绝缘层、255b:绝缘层、255c:绝缘层、256:插头、261:绝缘层、262:绝缘层、263:绝缘层、264:绝缘层、265:绝缘层、271:插头、274a:导电层、274b:导电层、274:插头、280:显示模块、281:显示部、282:电路部、283a:像素电路、283:像素电路部、284a:像素、284:像素部、285:端子部、286:布线部、290:FPC、291:衬底、292:衬底、301A:衬底、301B:衬底、301:衬底、310A:晶体管、310B:晶体管、310:晶体管、311:导电层、312:低电阻区域、313:绝缘层、314:绝缘层、315:元件分离层、320A:晶体管、320B:晶体管、320:晶体管、321:半导体层、323:绝缘层、324:导电层、325:导电层、326:绝缘层、327:导电层、328:绝缘层、329:绝缘层、331:衬底、332:绝缘层、335:绝缘层、336:绝缘层、341:导电层、342:导电层、343:插头、344:绝缘层、345:绝缘层、346:绝缘层、347:凸块、348:粘合层、351:衬底、352:插头、353:层、355:功能层、357:层、359:衬底、700A:电子设备、700B:电子设备、703a:单元、703a2:单元、703b:单元、703b2:单元、703X:单元、703X2:单元、704a:层、704b:层、704X:层、706a:中间层、706a1:层、706a2:层、706b:中间层、706b1:层、706b2:层、706X:中间层、706X1:层、706X2:层、706X3:层、711X:层、711X2:层、712X:层、712X2:层、713X:层、713X2:层、721:框体、723:安装部、727:耳机部、750:耳机、751:显示面板、753:光学构件、756:显示区域、757:眼镜架、758:鼻垫、761:下部电极、762:上部电极、763a:EL层、763b:EL层、763:EL层、764:层、765:层、766:层、767:活性层、768:层、771:发光层、772:发光层、773:发光层、780:层、781:层、782:层、785:中间层、790:层、791:层、792:层、800A:电子设备、800B:电子设备、820:显示部、821:框体、822:通信部、823:安装部、824:控制部、825:成像部、827:耳机部、832:透镜、6500:电子设备、6501:框体、6502:显示部、6503:电源按钮、6504:按钮、6505:扬声器、6506:

麦克风、6507:照相机、6508:光源、6510:保护构件、6511:显示面板、6512:光学构件、6513:触摸传感器面板、6515:FPC、6516:IC、6517:印刷电路板、6518:电池、7000:显示部、7100:电视装置、7101:框体、7103:支架、7111:遥控操作机、7200:笔记本型个人计算机、7211:框体、7212:键盘、7213:指向装置、7214:外部连接端口、7300:数字标牌、7301:框体、7303:扬声器、7311:信息终端设备、7400:数字标牌、7401:柱子、7411:信息终端设备、9000:框体、9001:显示部、9002:照相机、9003:扬声器、9005:操作键、9006:连接端子、9007:传感器、9008:麦克风、9050:图标、9051:信息、9052:信息、9053:信息、9054:信息、9055:铰链、9101:便携式信息终端、9102:便携式信息终端、9103:平板终端、9200:便携式信息终端、9201:便携式信息终端

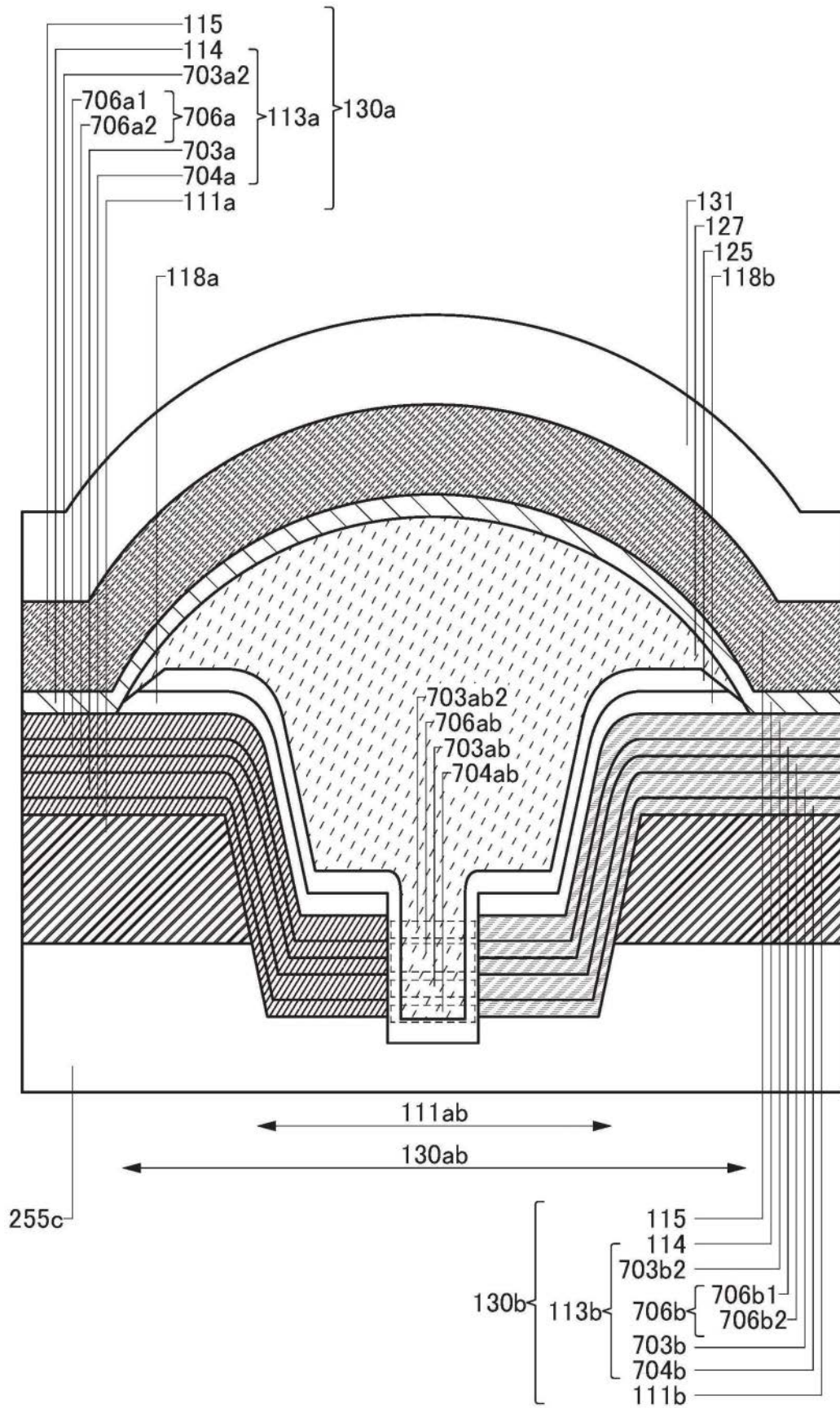


图1

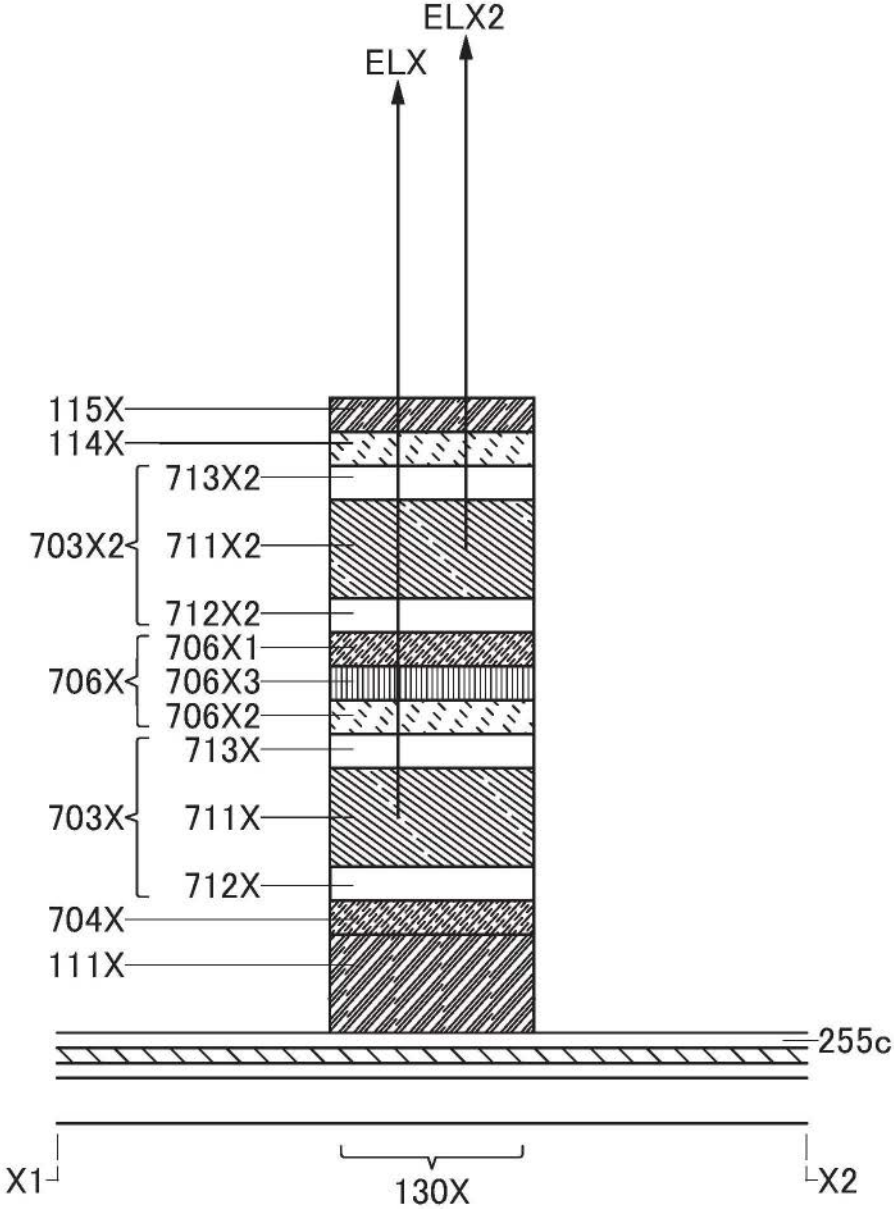


图2

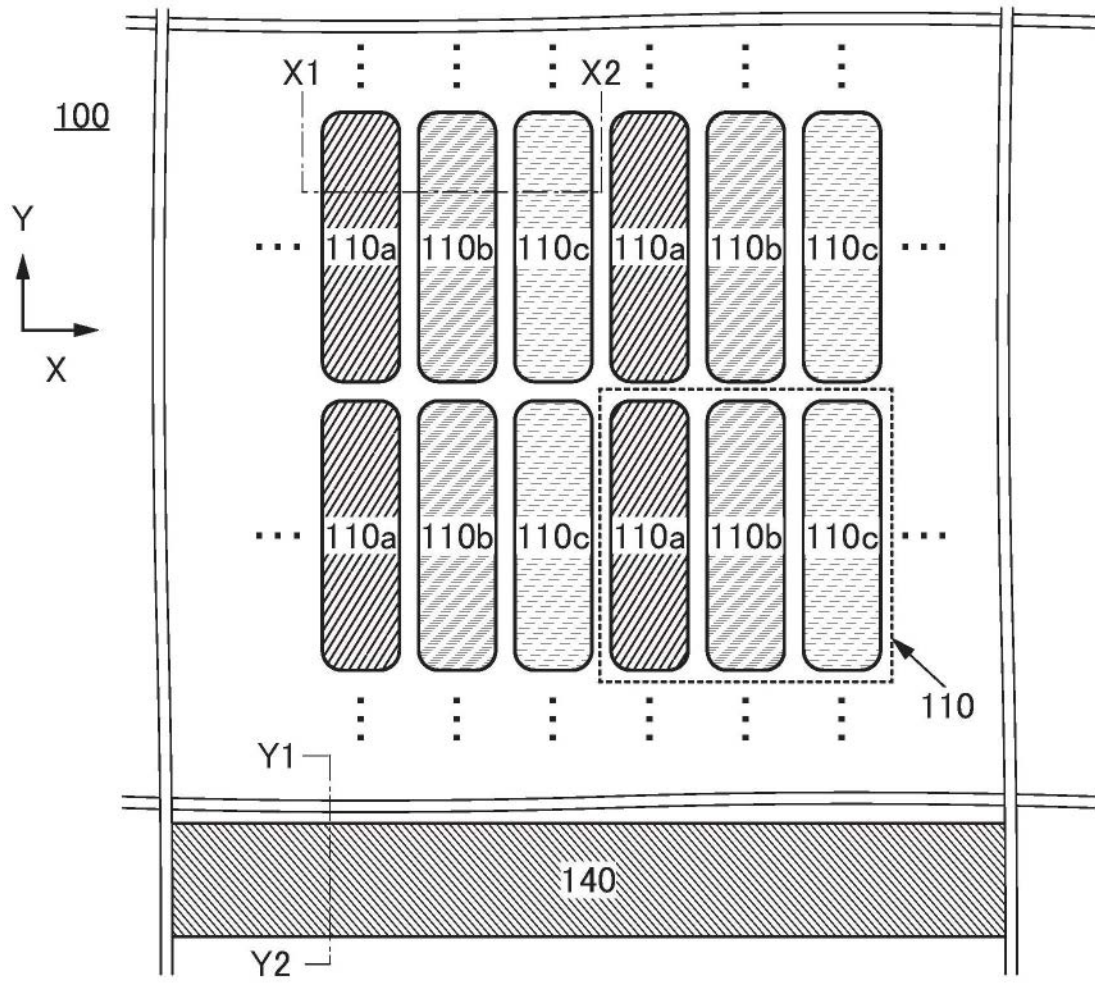


图3A

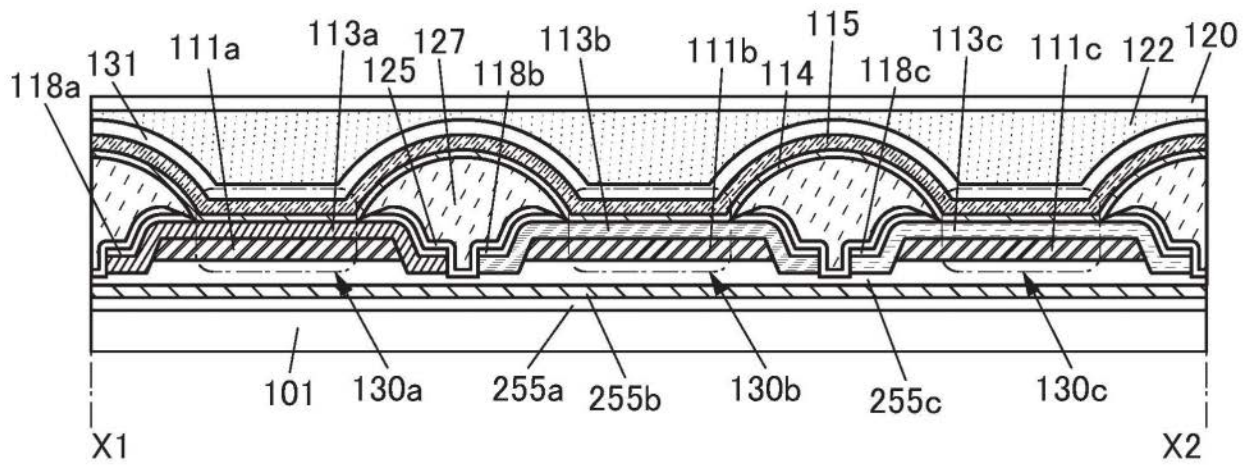


图3B

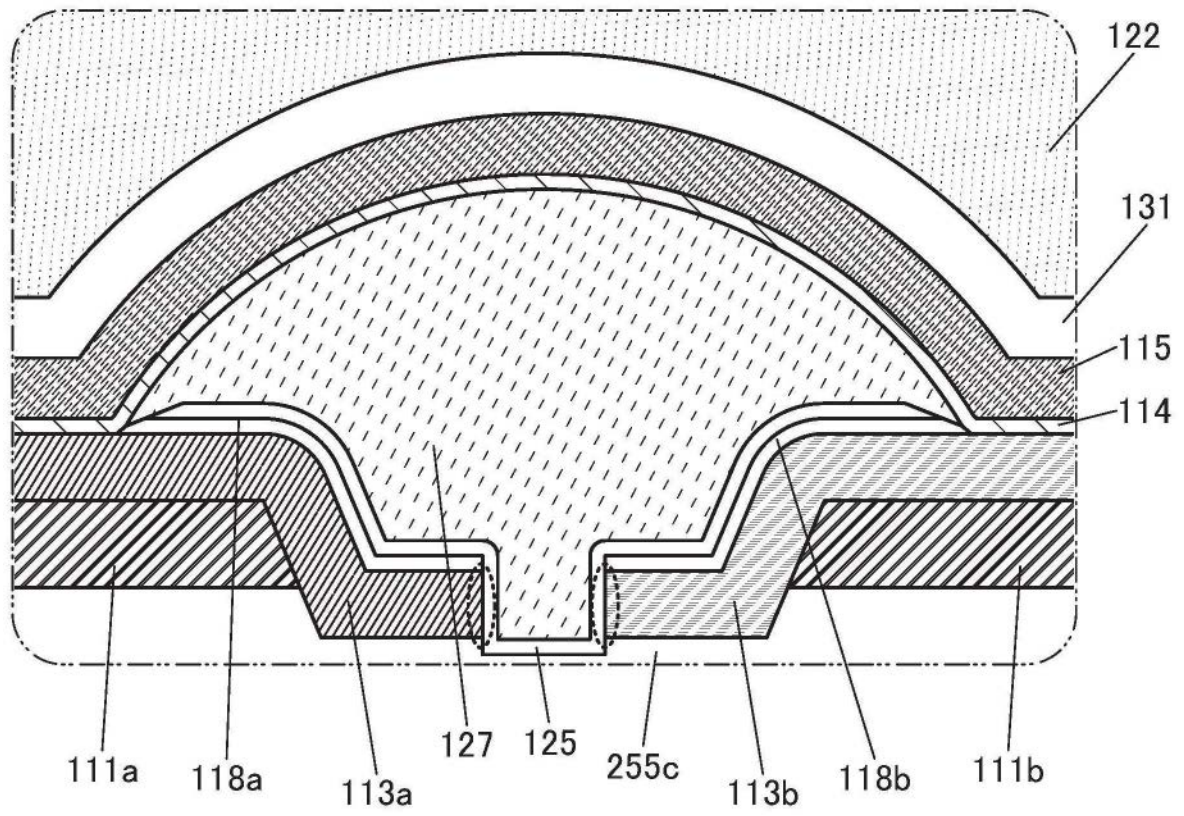


图4A

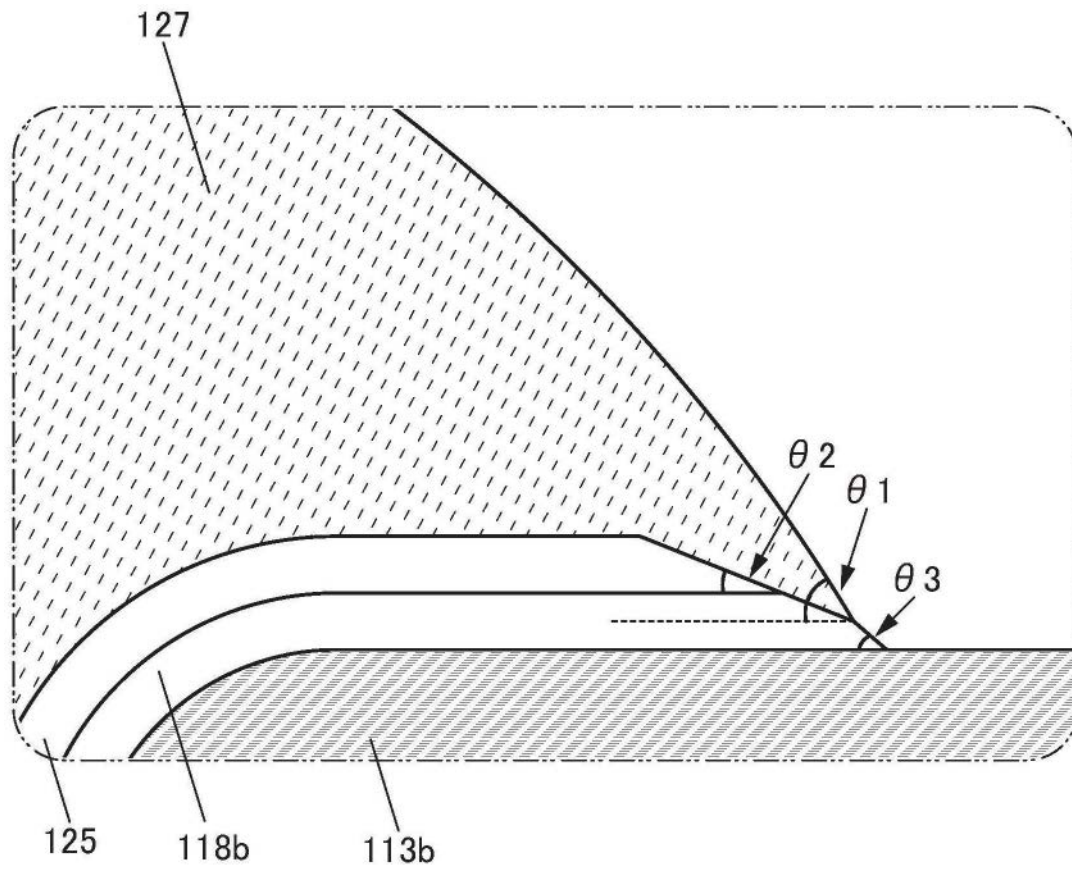


图4B

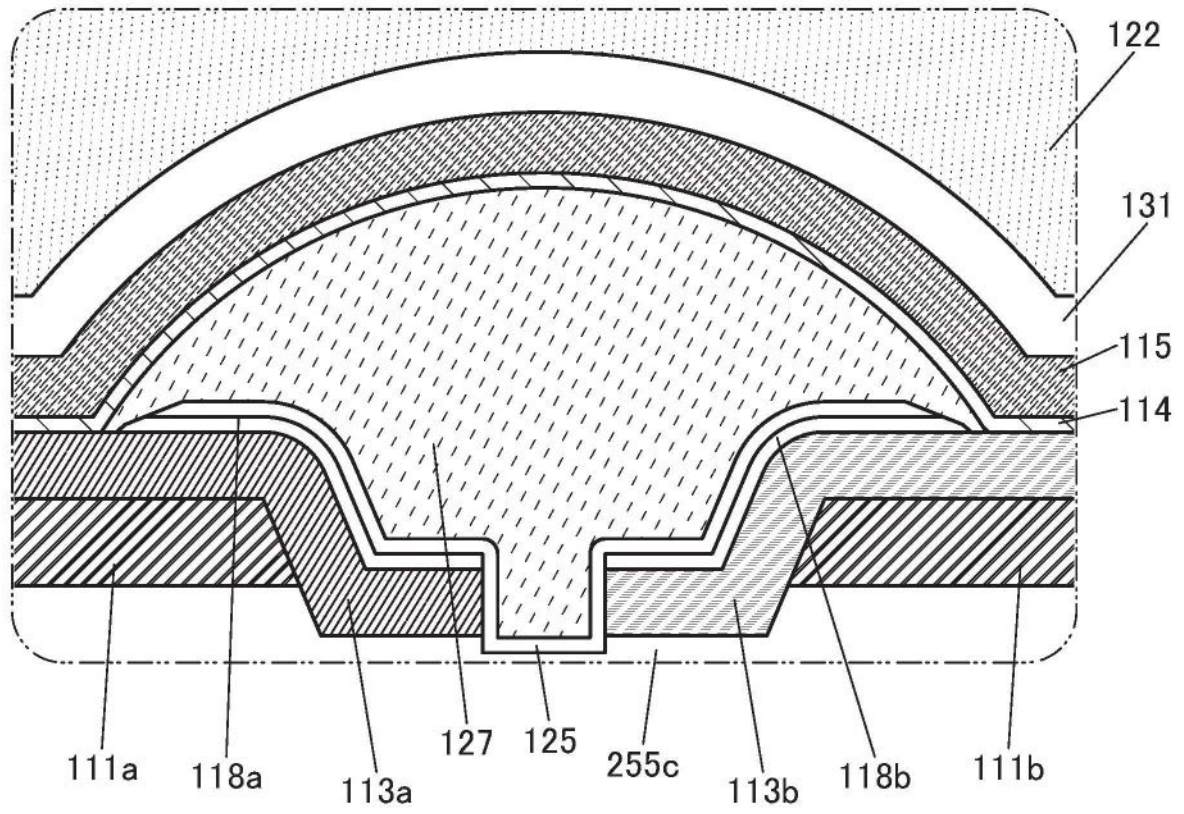


图5A

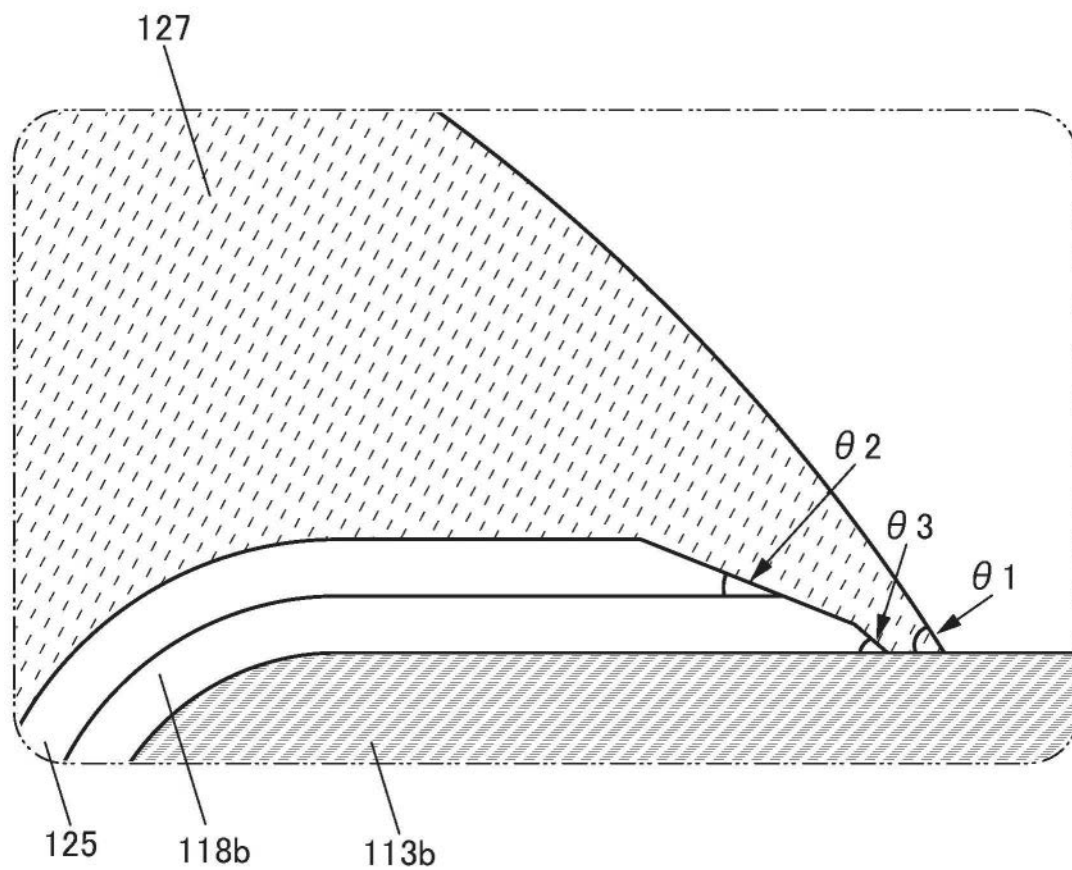


图5B

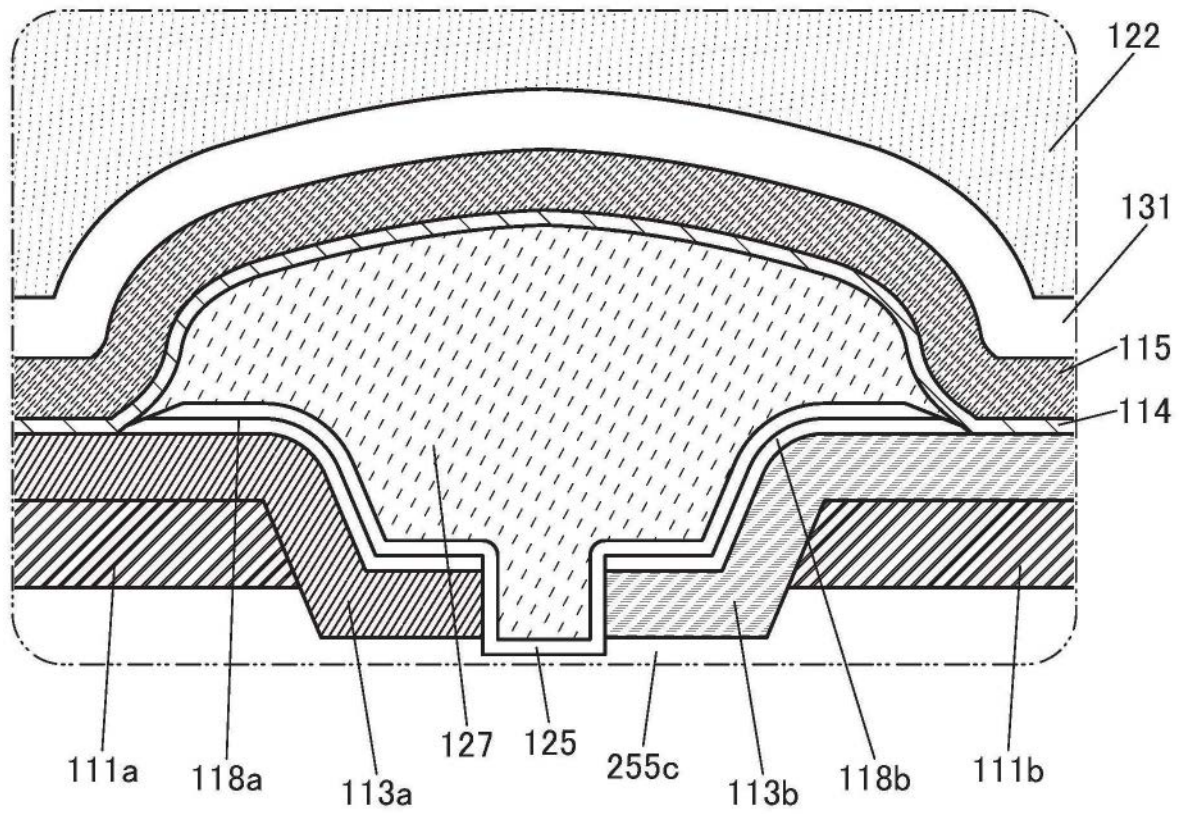


图6A

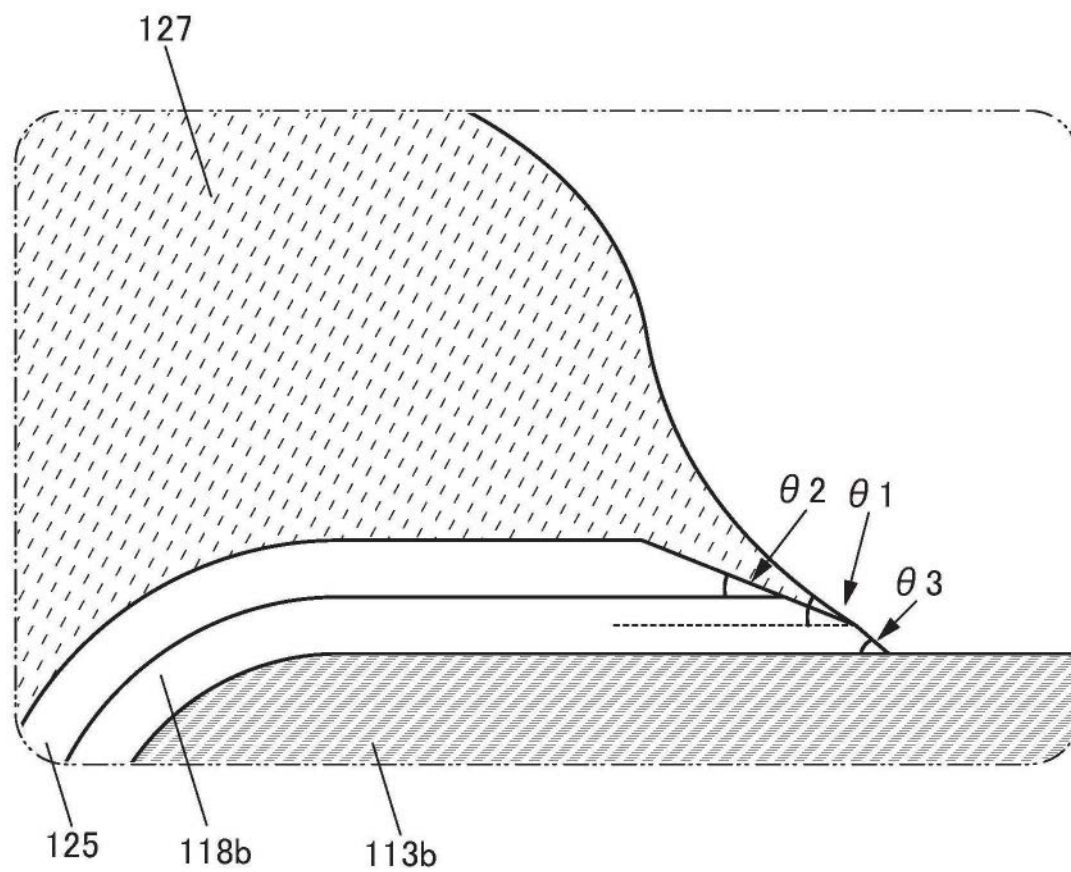


图6B

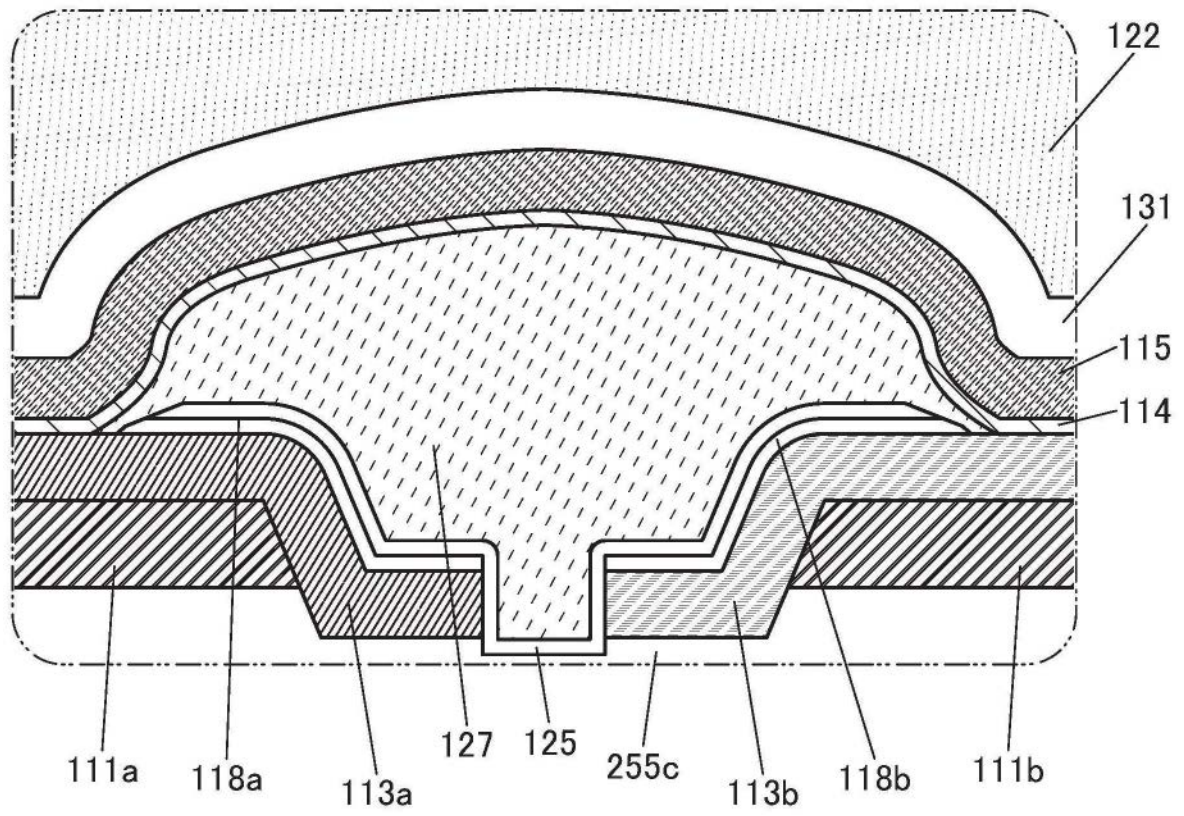


图7A

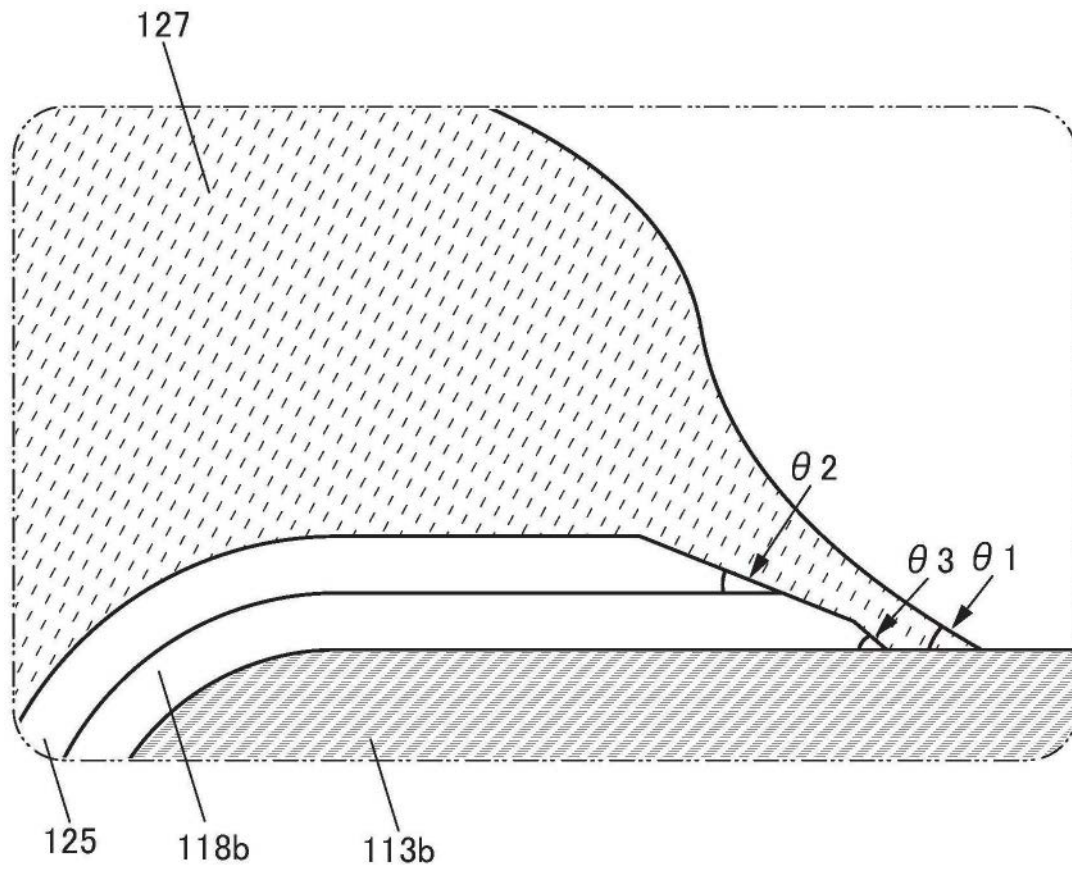


图7B

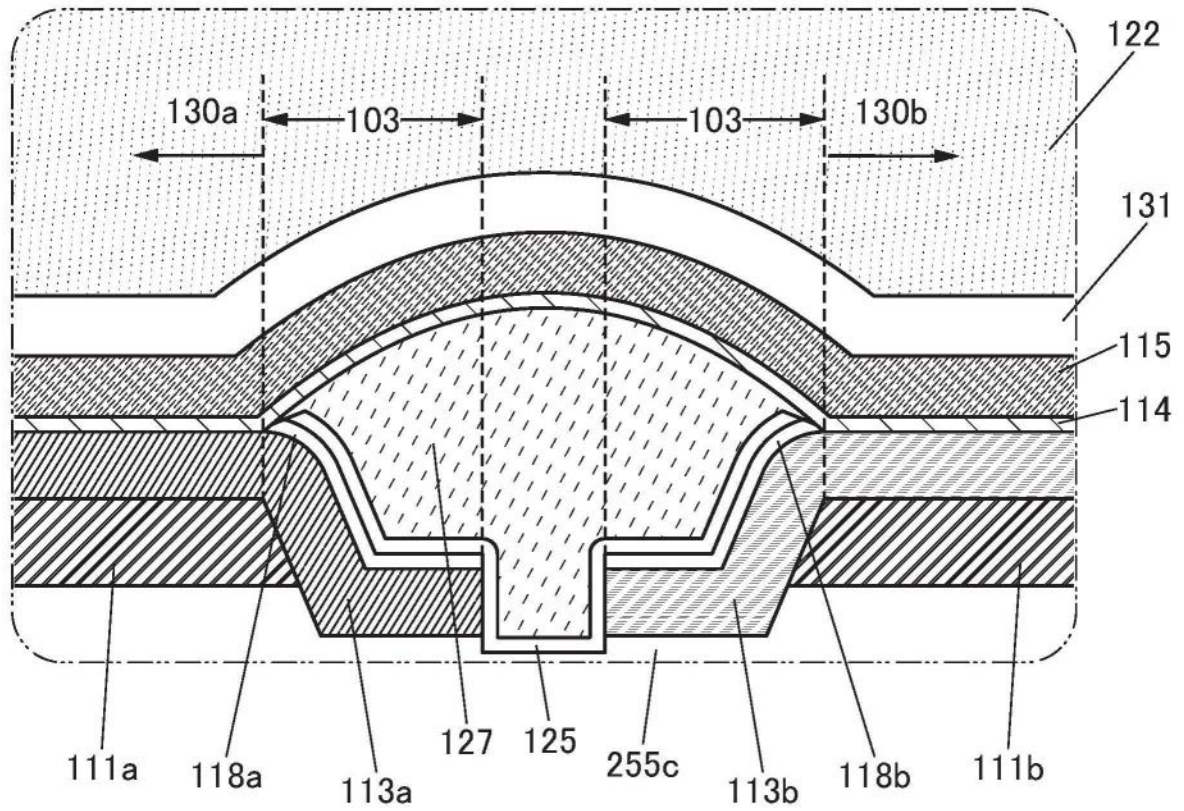


图8A

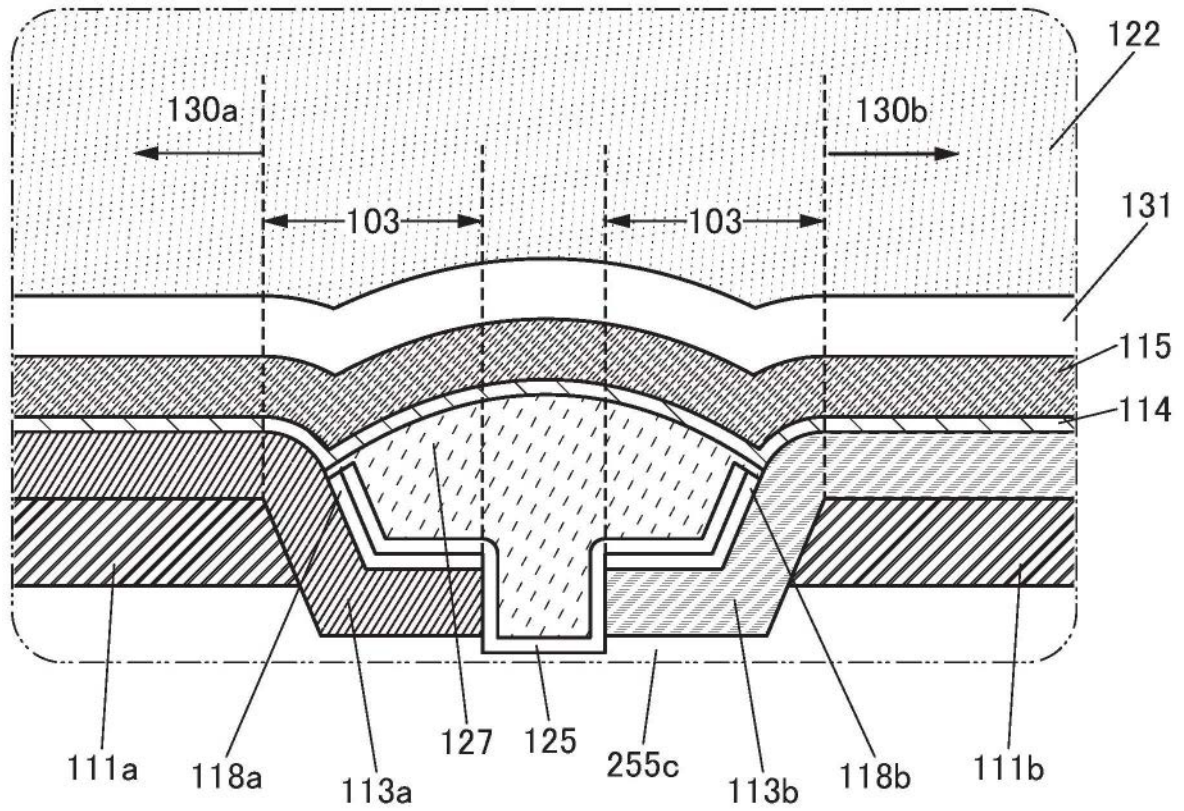


图8B

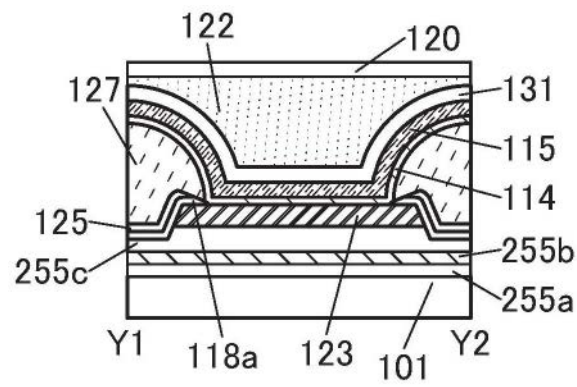


图9A

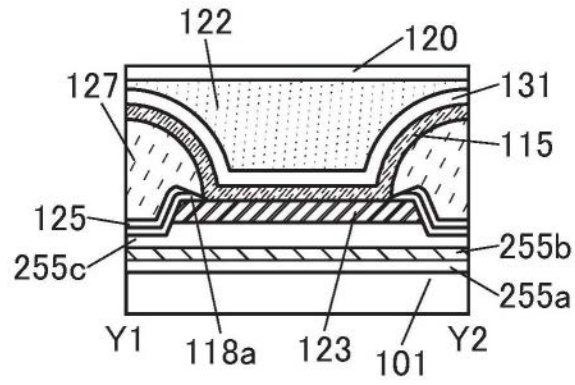


图9B

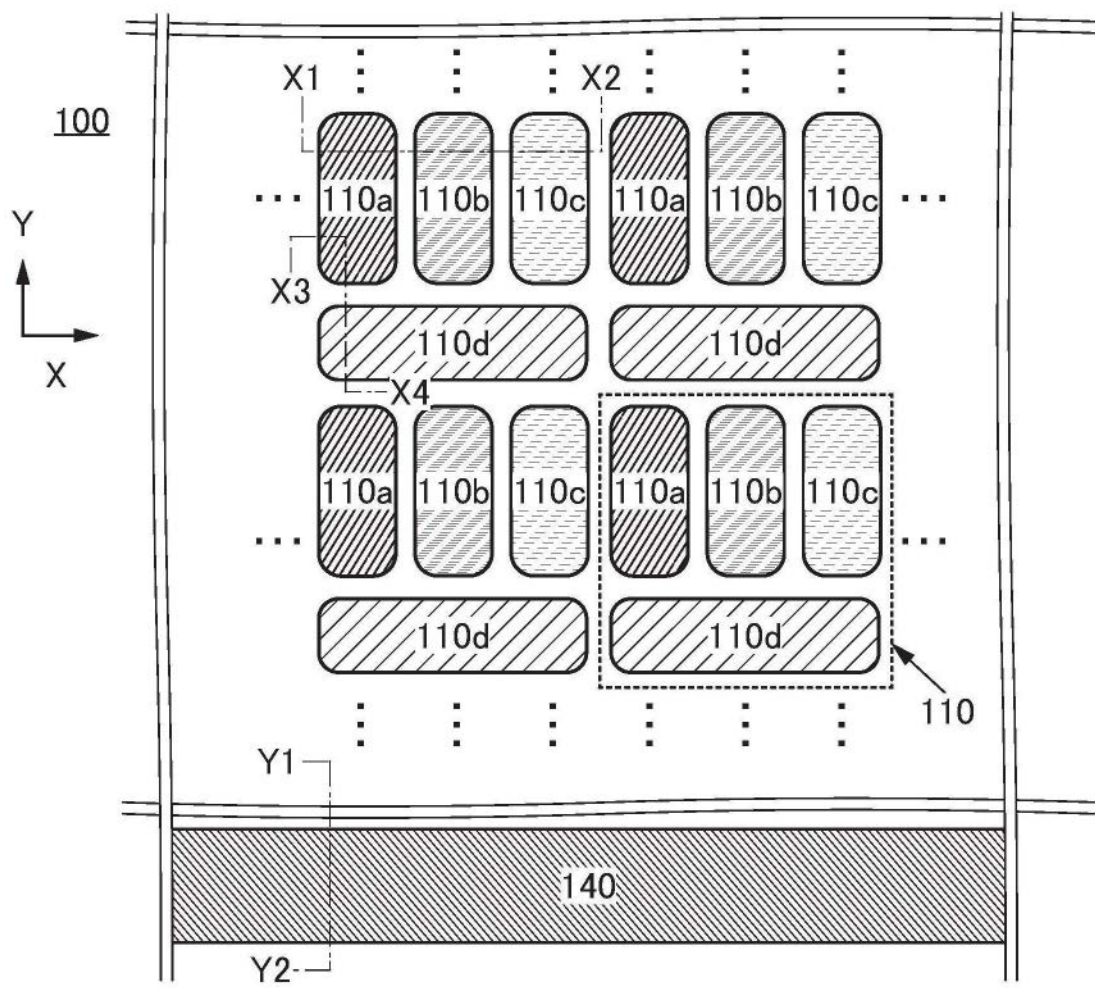


图10A

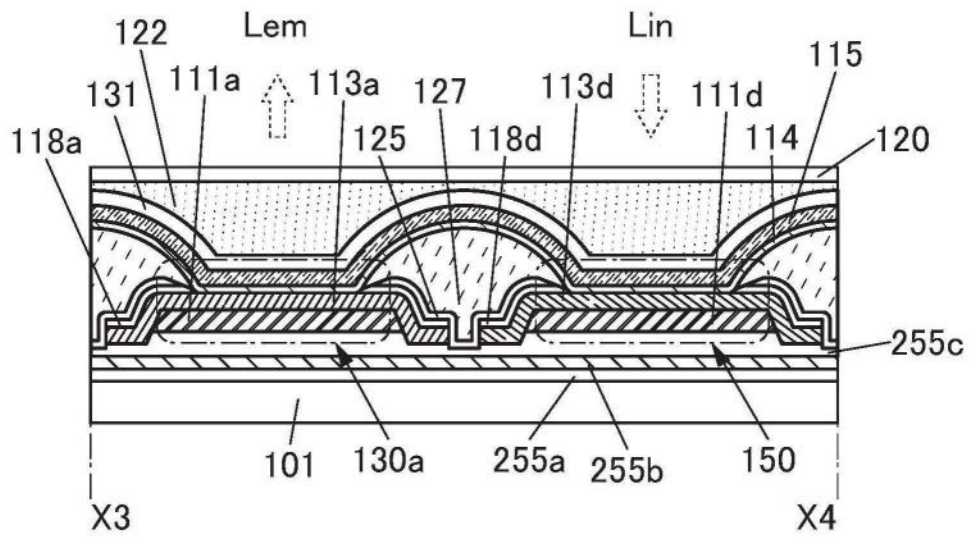


图10B

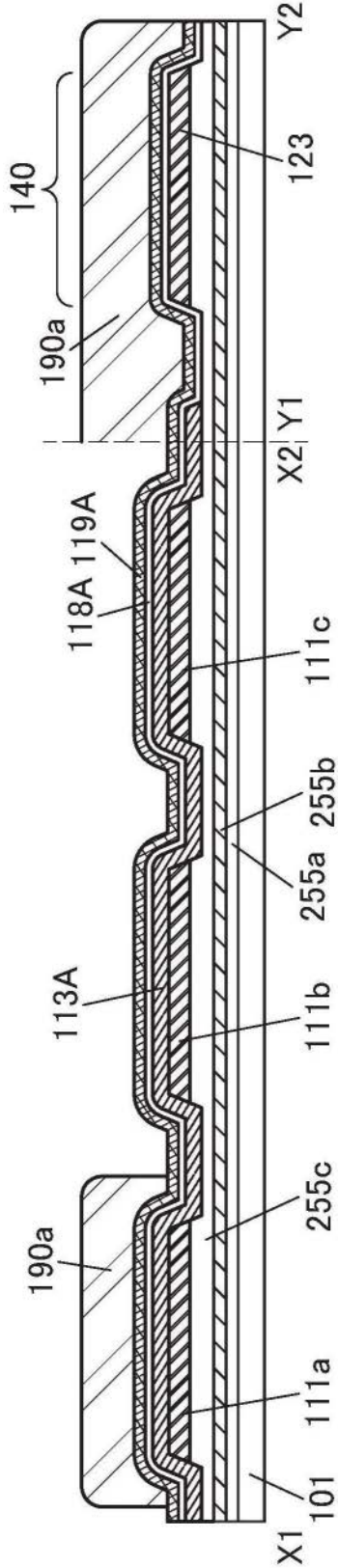


图11A

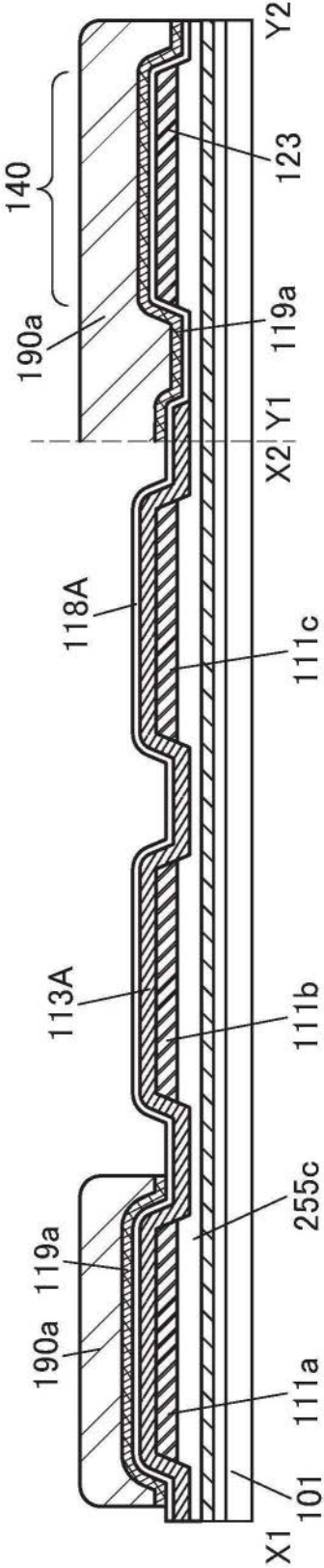


图11B

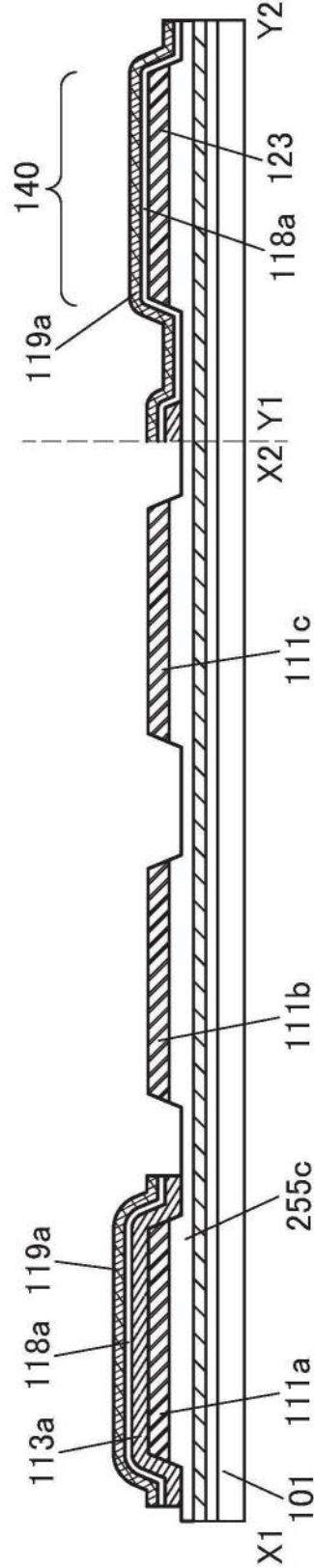


图11C

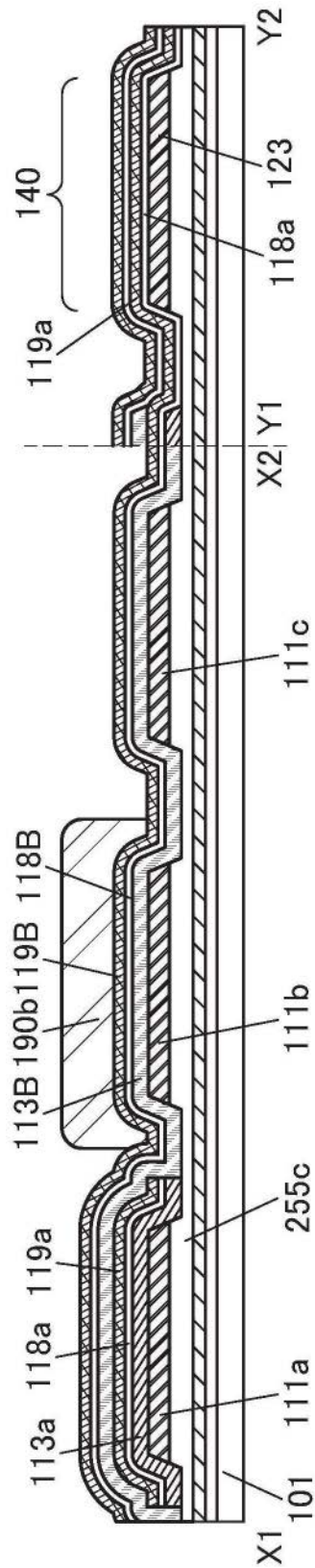


图12A

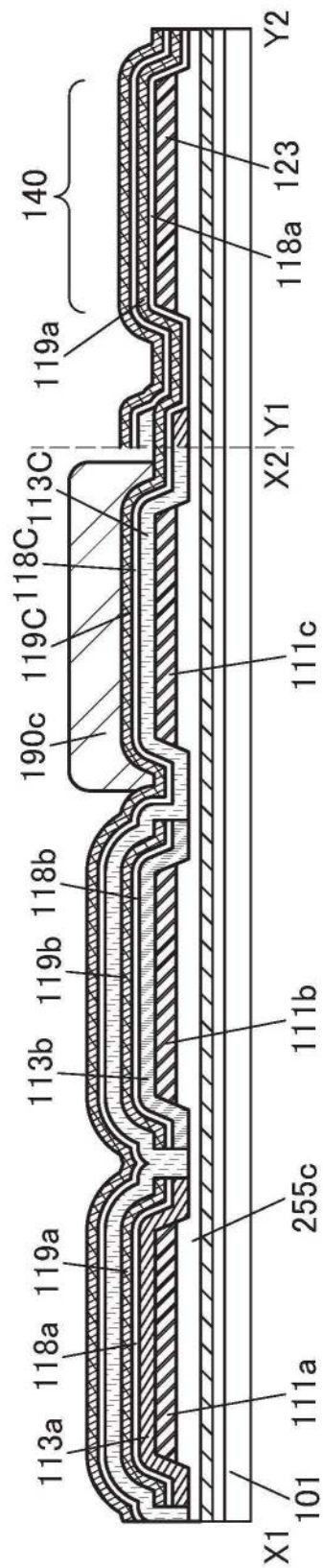


图12B

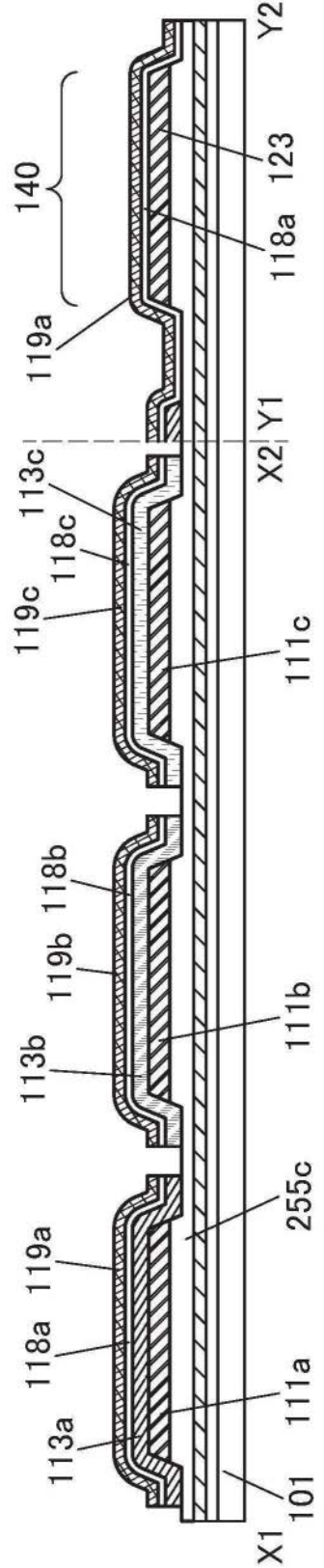


图12C

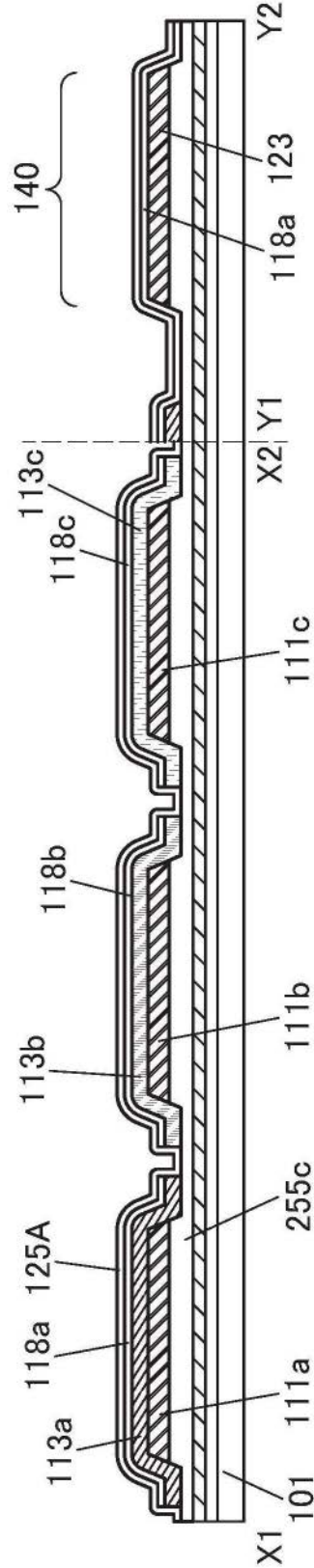


图13A

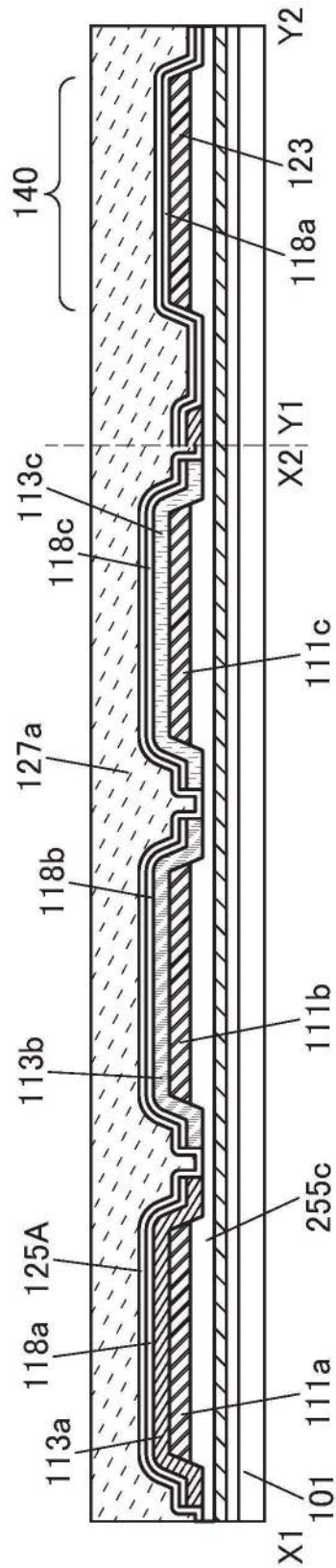


图13B

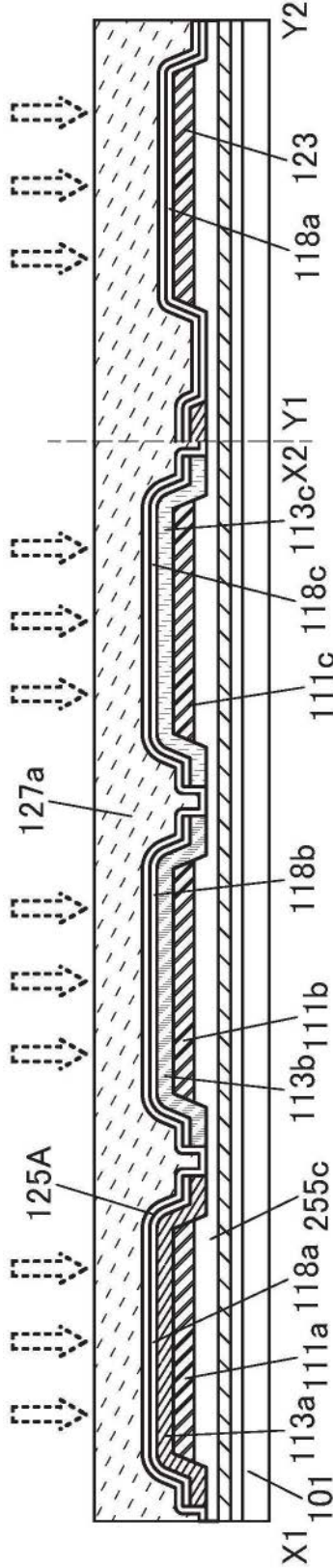


图13C

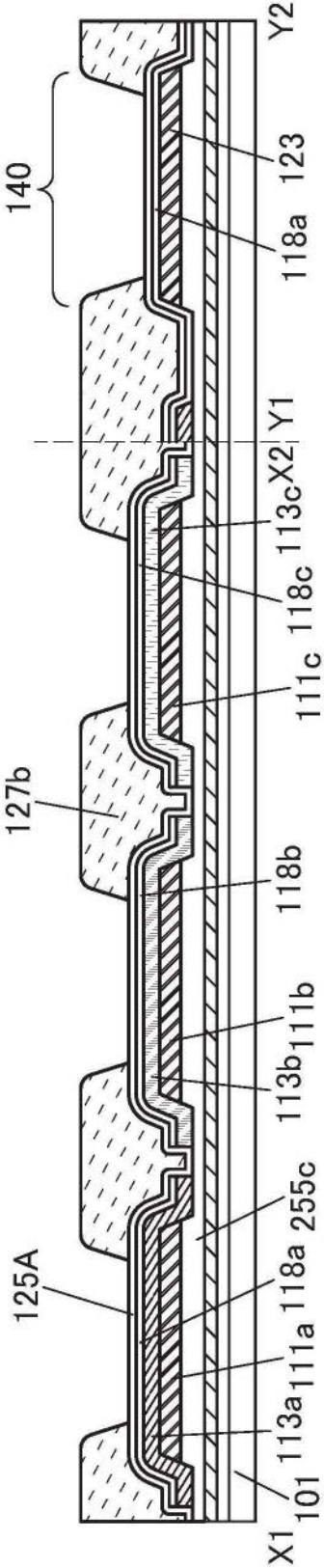


图14A

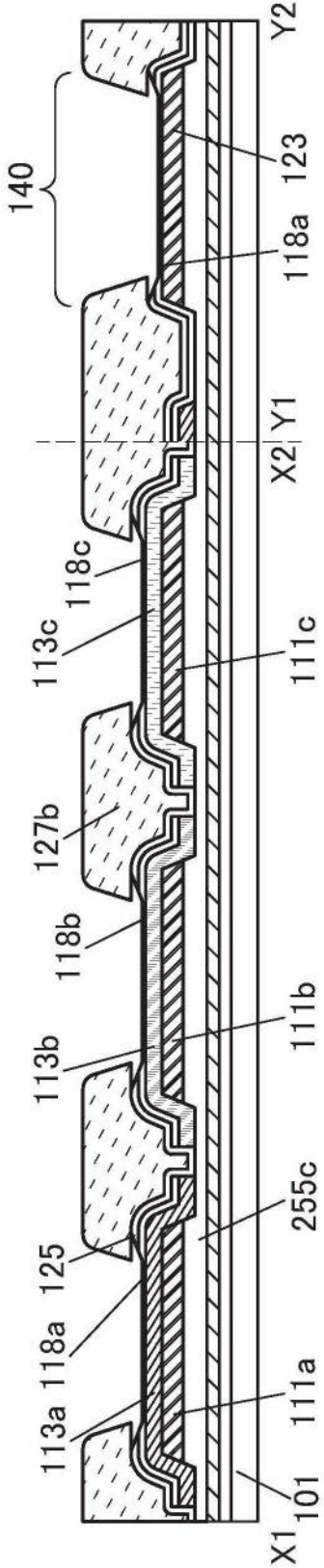


图14B

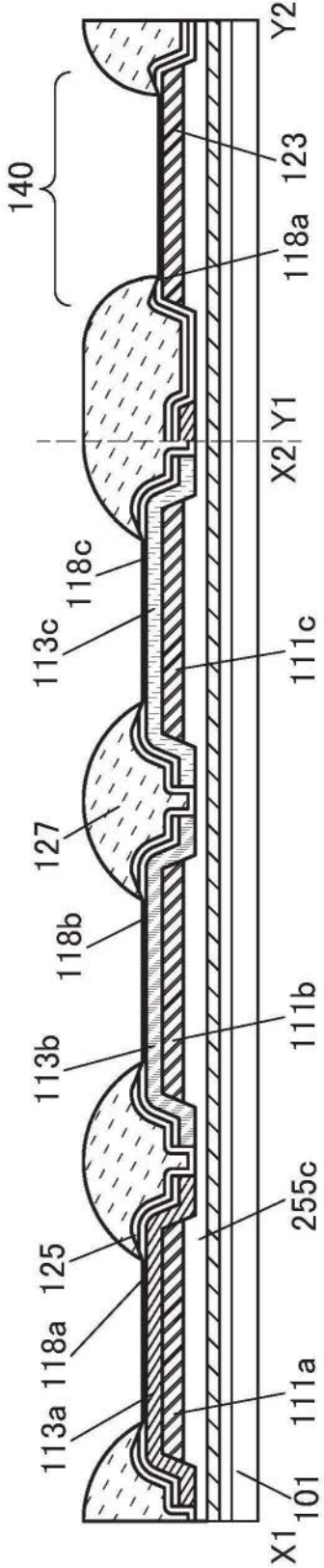


图15A

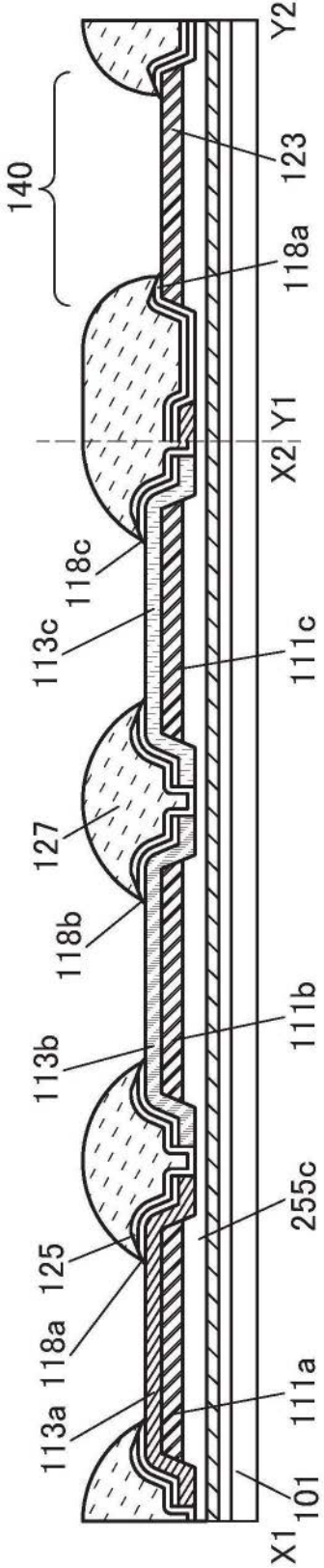


图15B

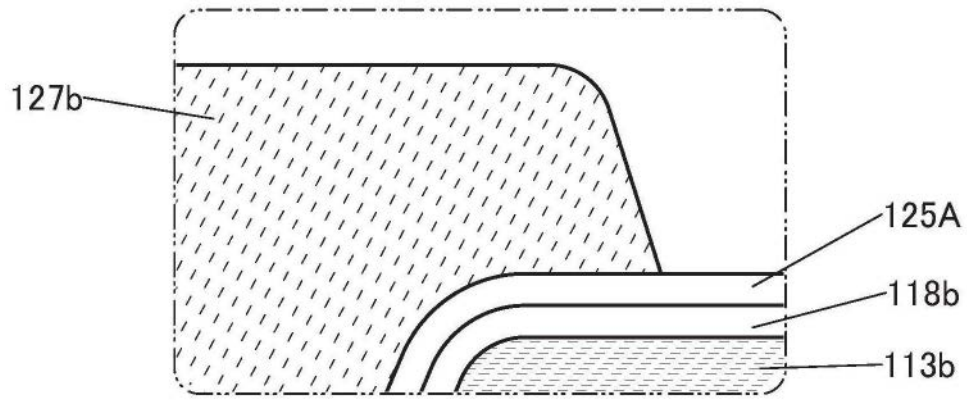


图16A

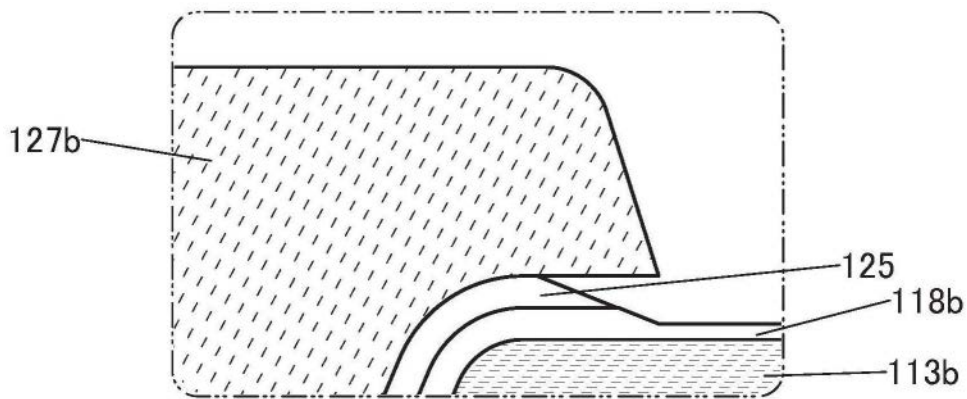


图16B

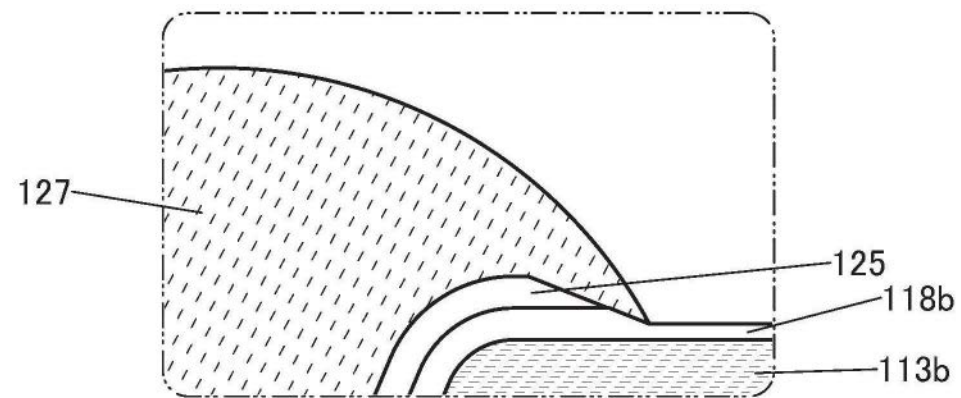


图16C

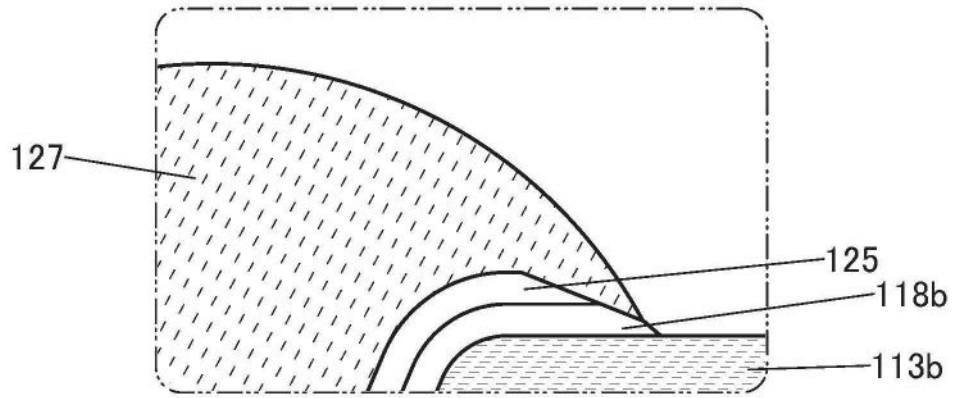


图16D

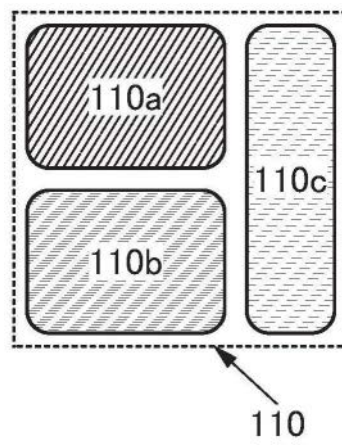


图17A

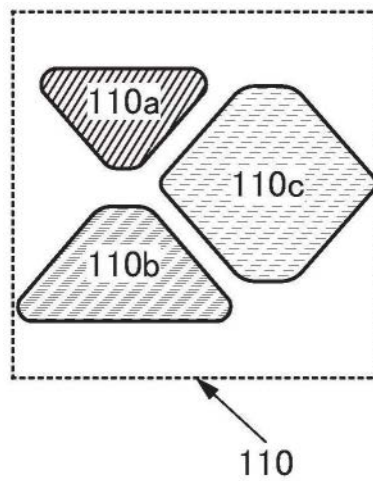


图17B

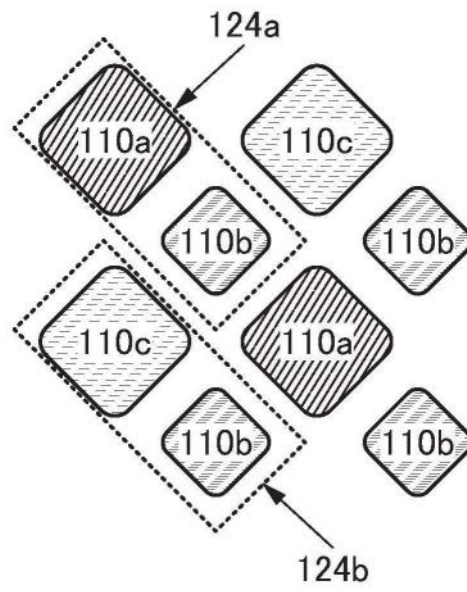


图17C

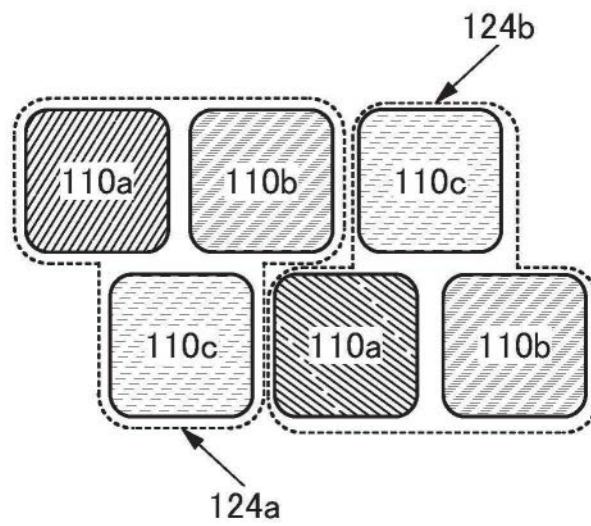


图17D

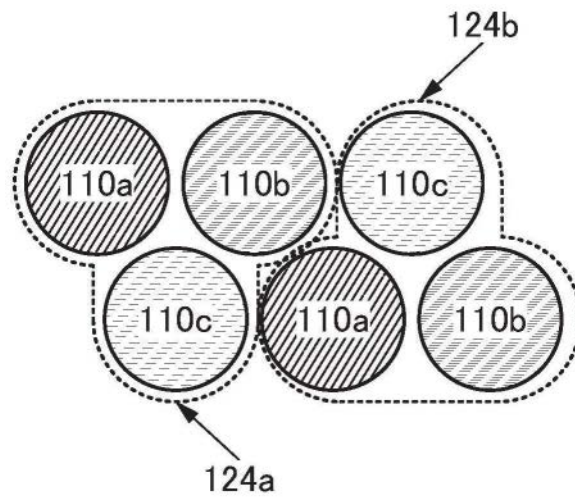


图17E

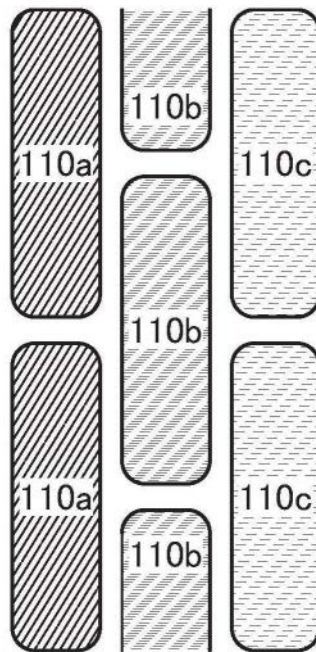


图17F

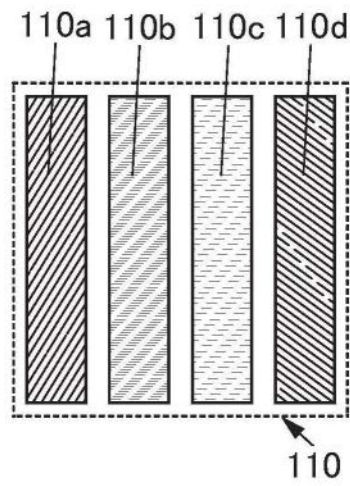


图18A

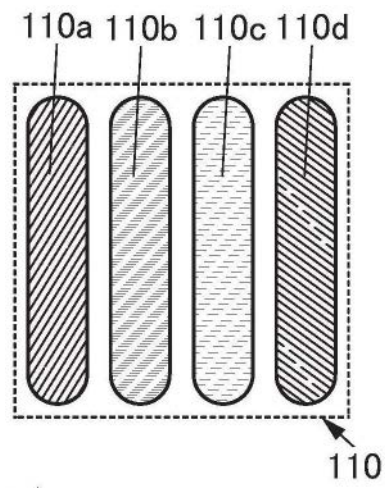


图18B

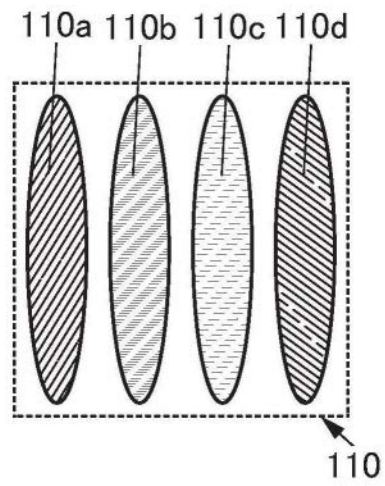


图18C

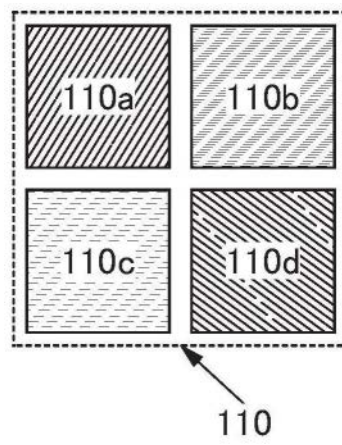


图18D

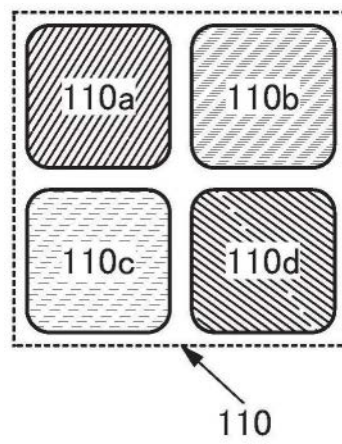


图18E

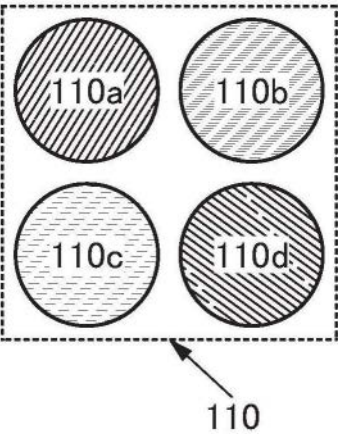


图18F

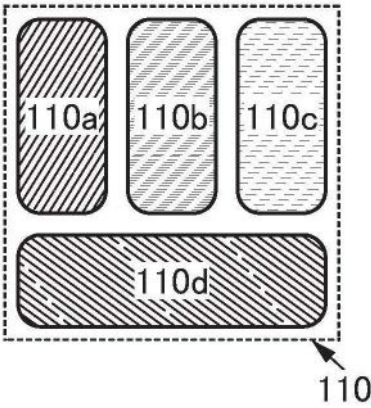


图18G

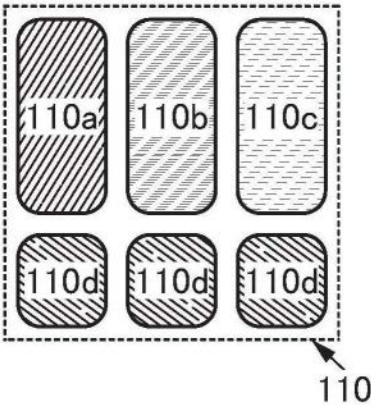


图18H

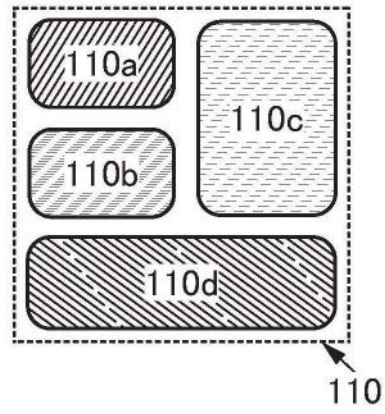


图18I

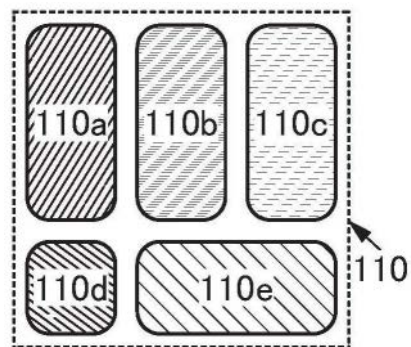


图18J

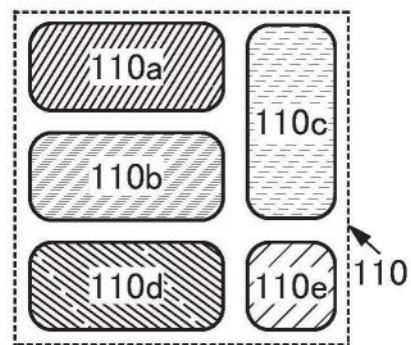


图18K

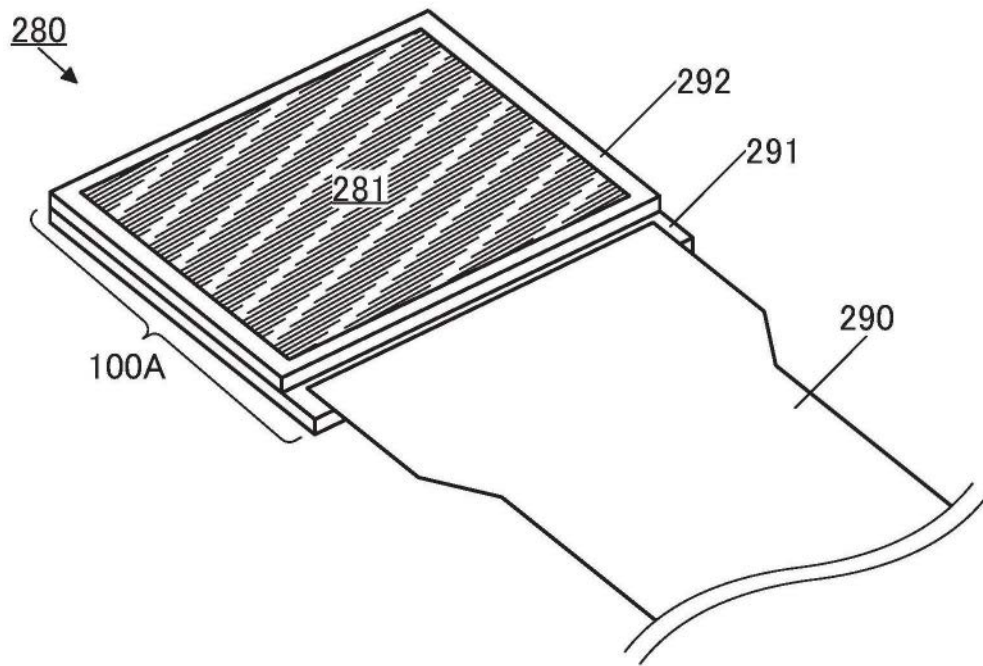


图19A

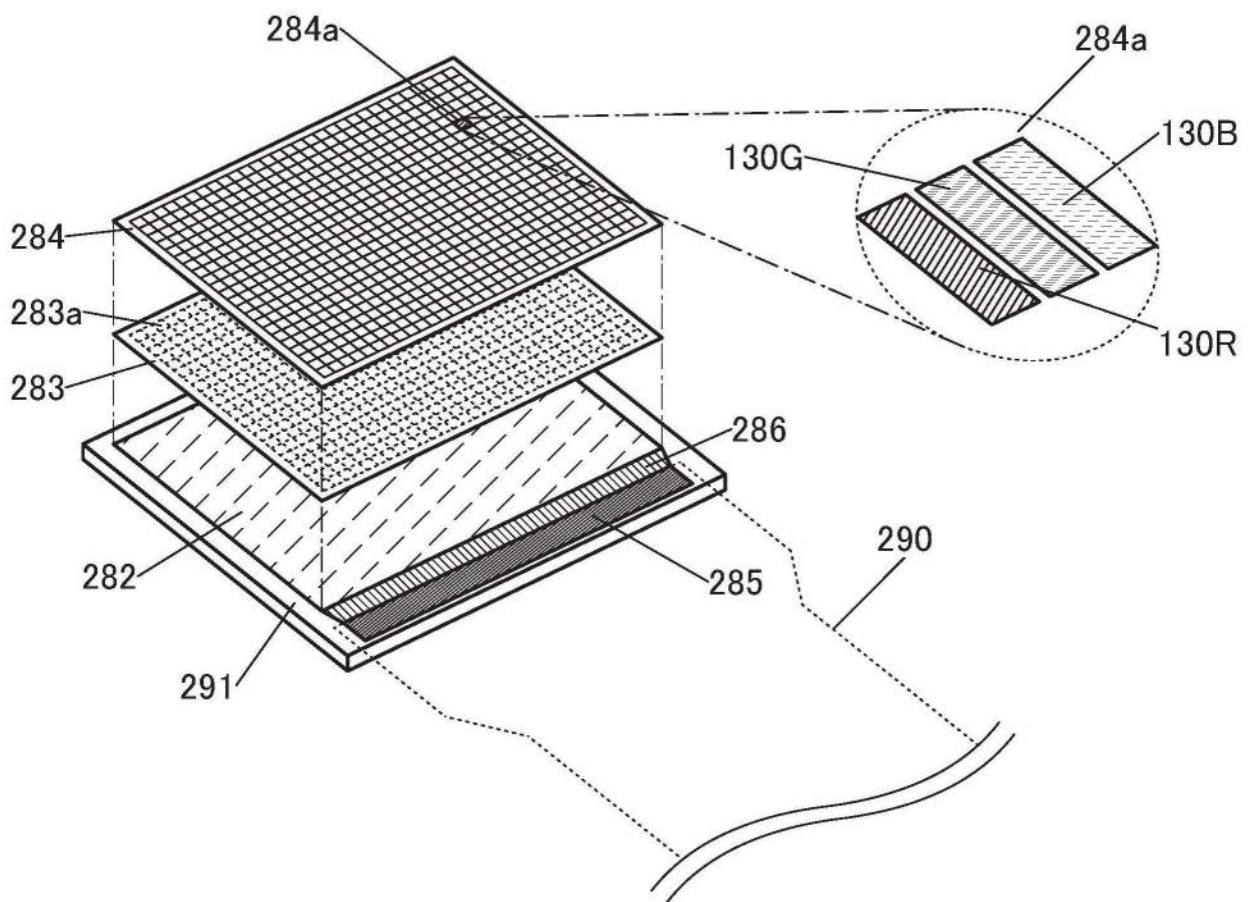


图19B

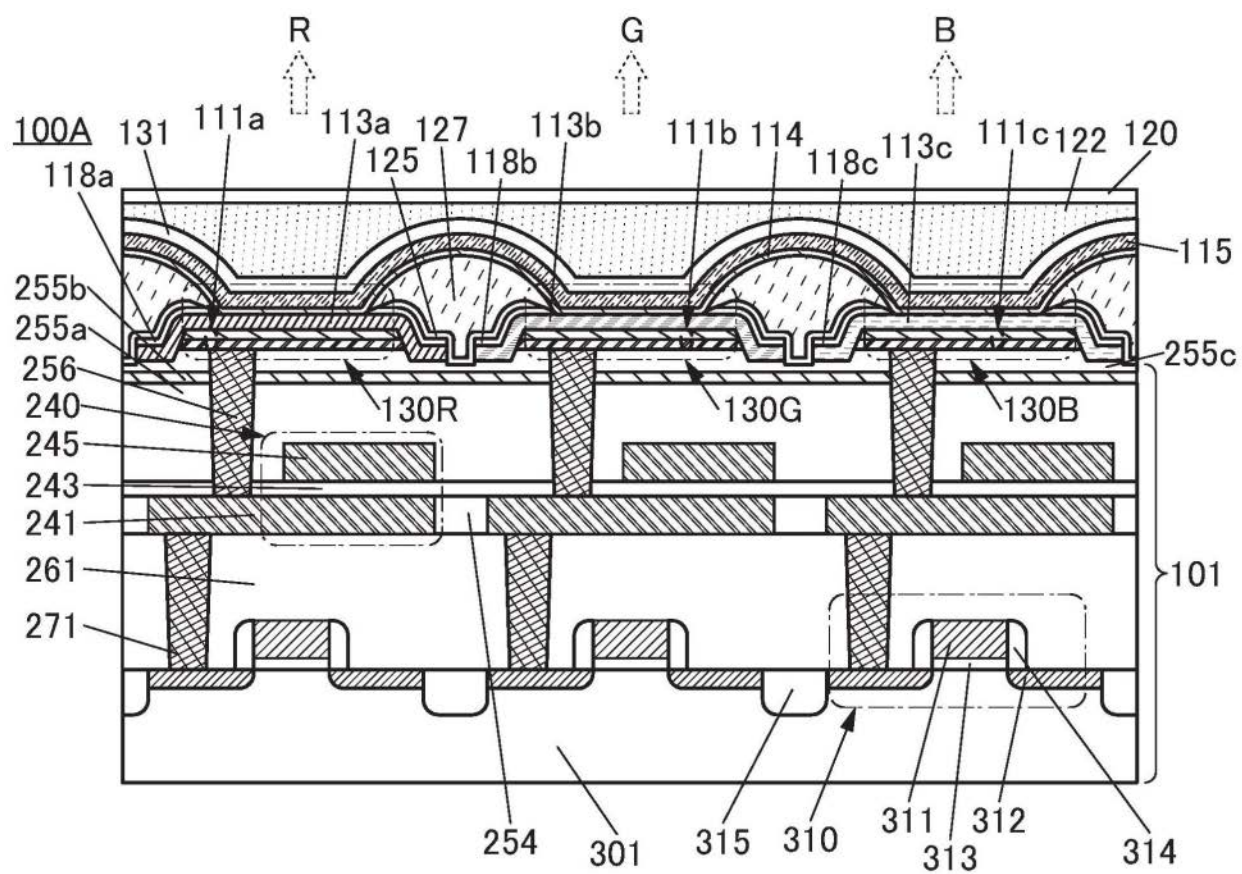


图20A

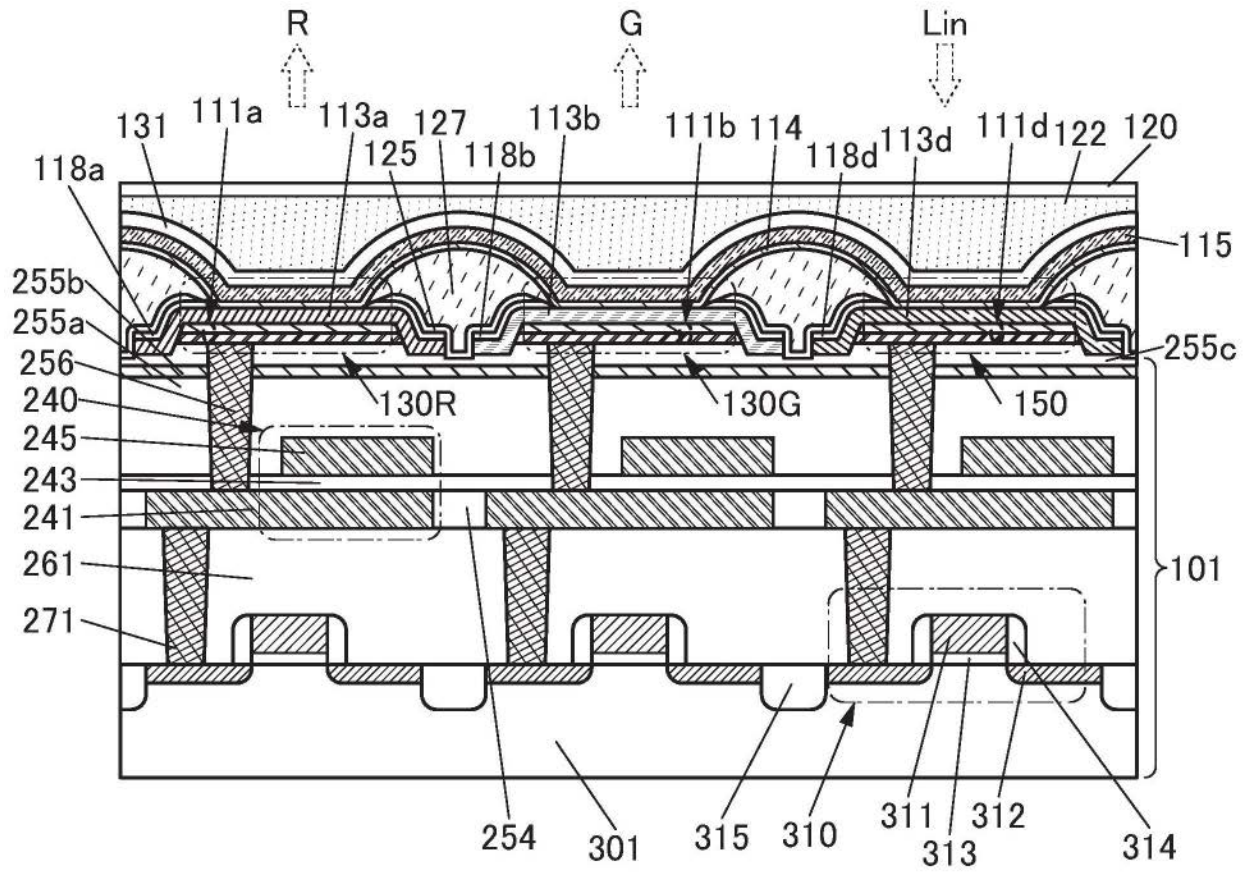


图20B

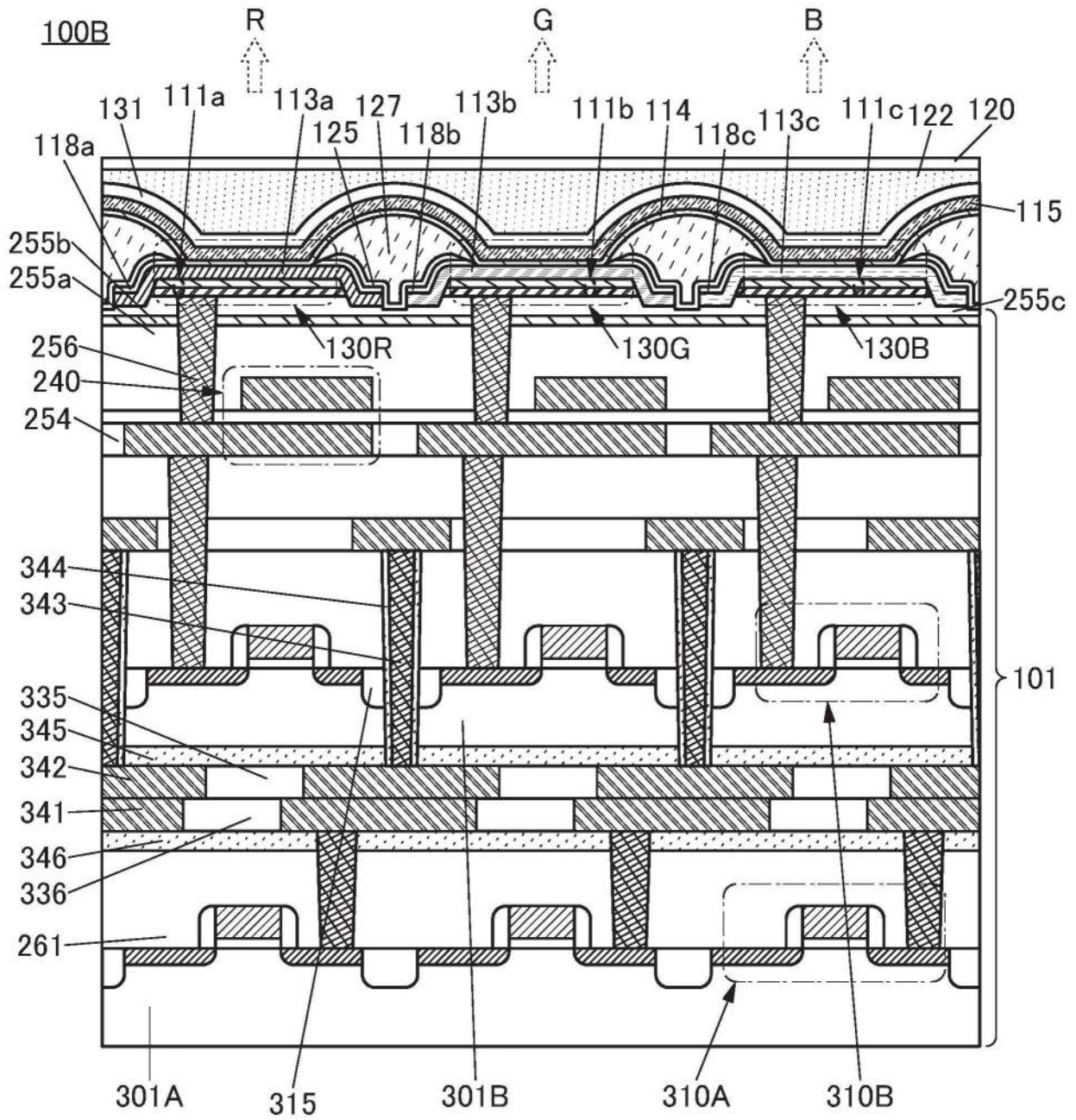


图21

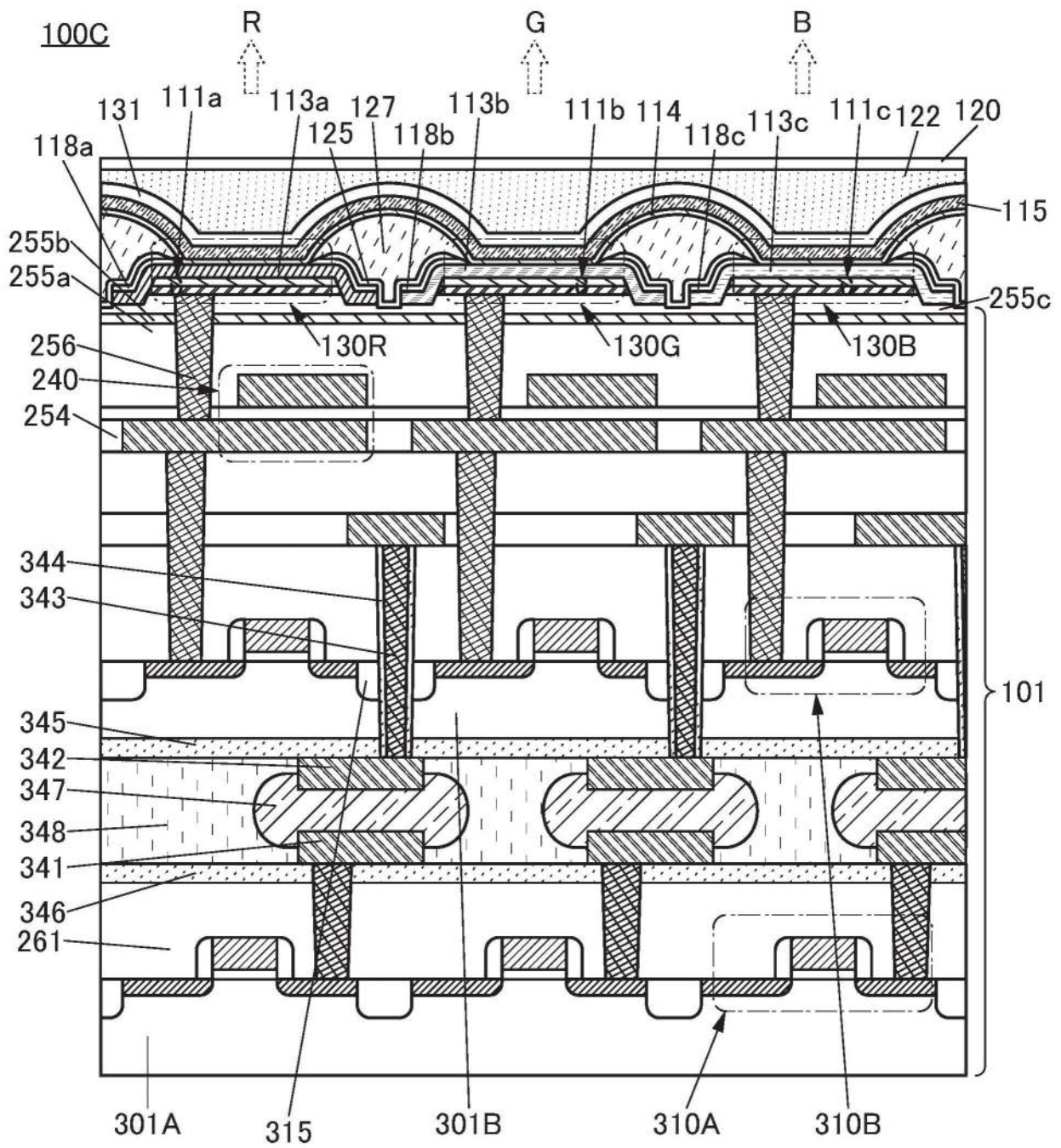


图22

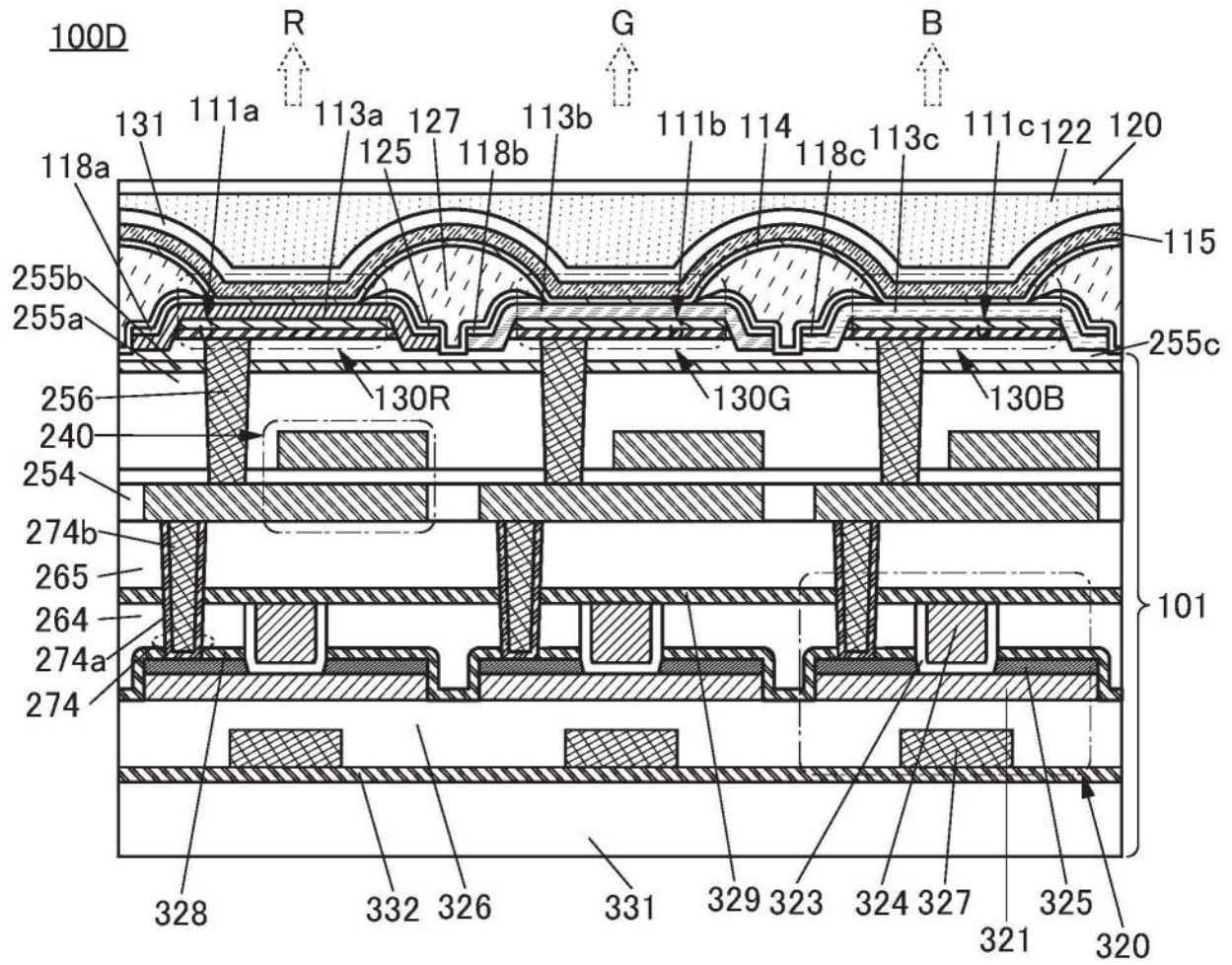


图23

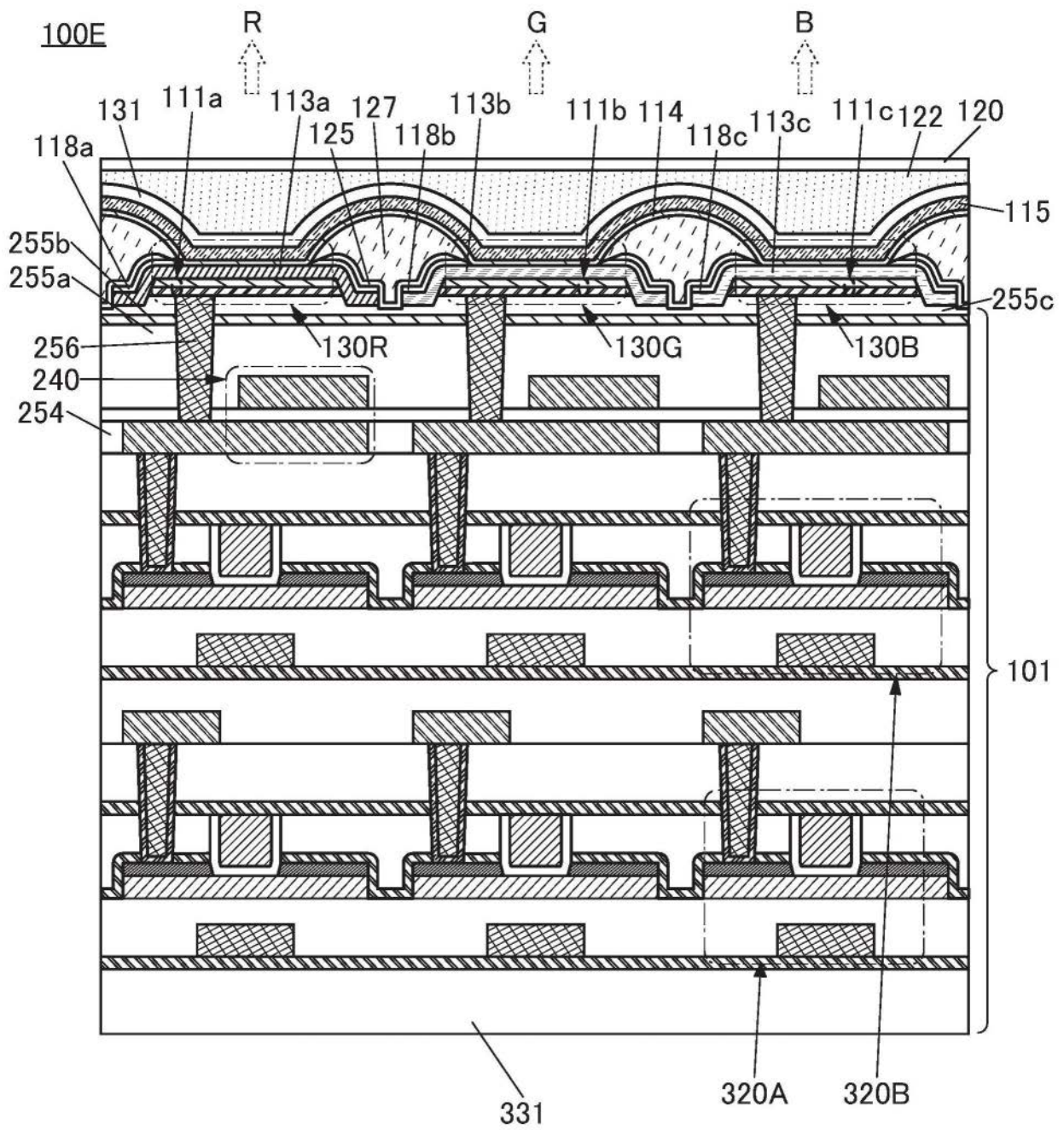


图24

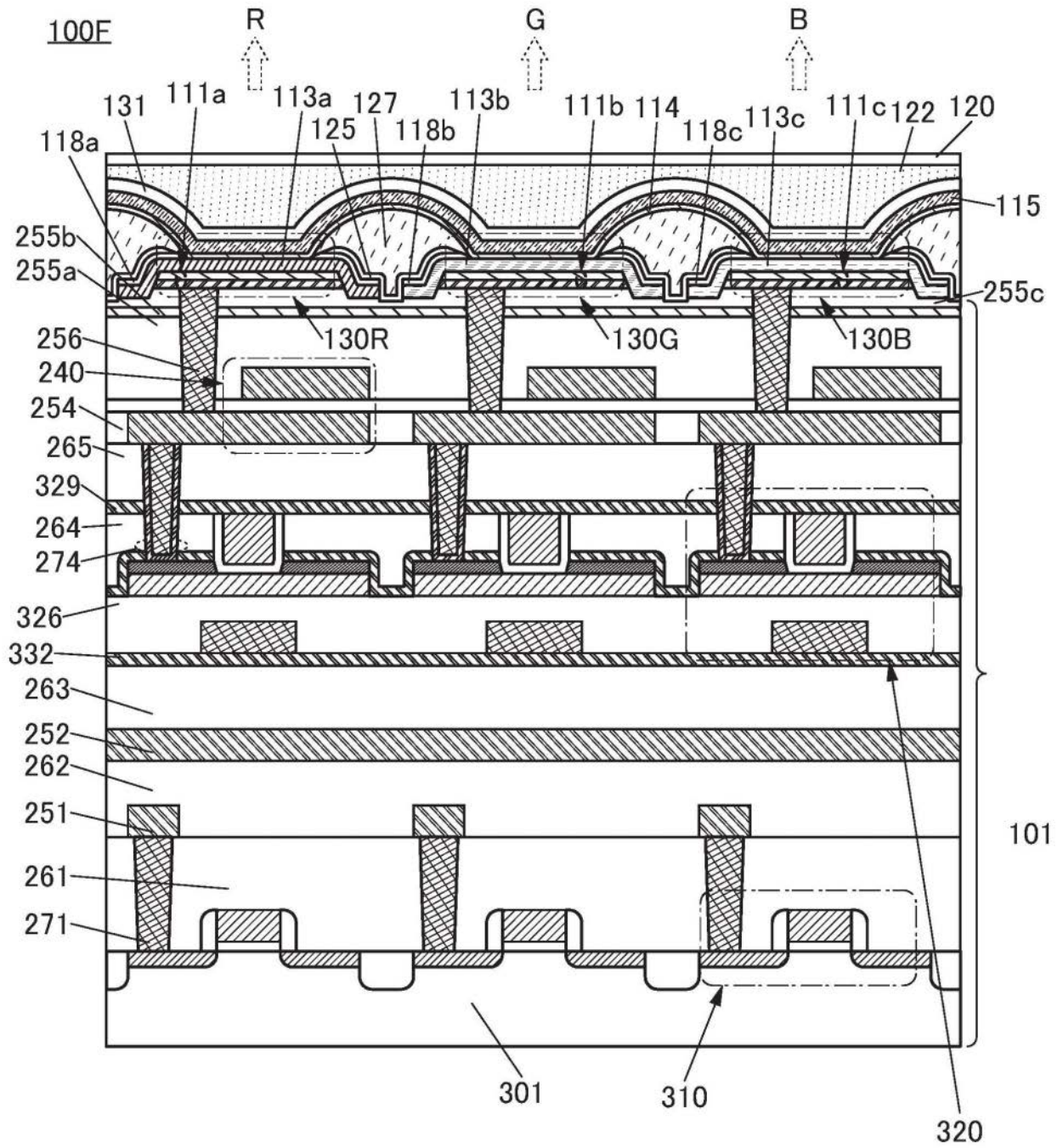


图25

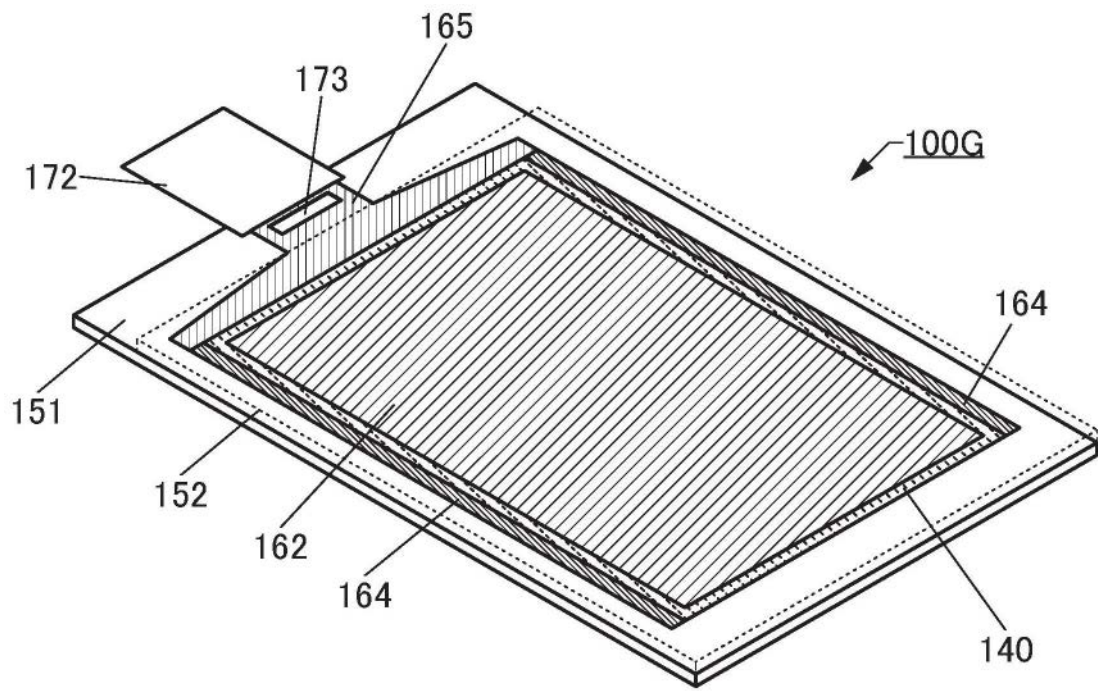


图26

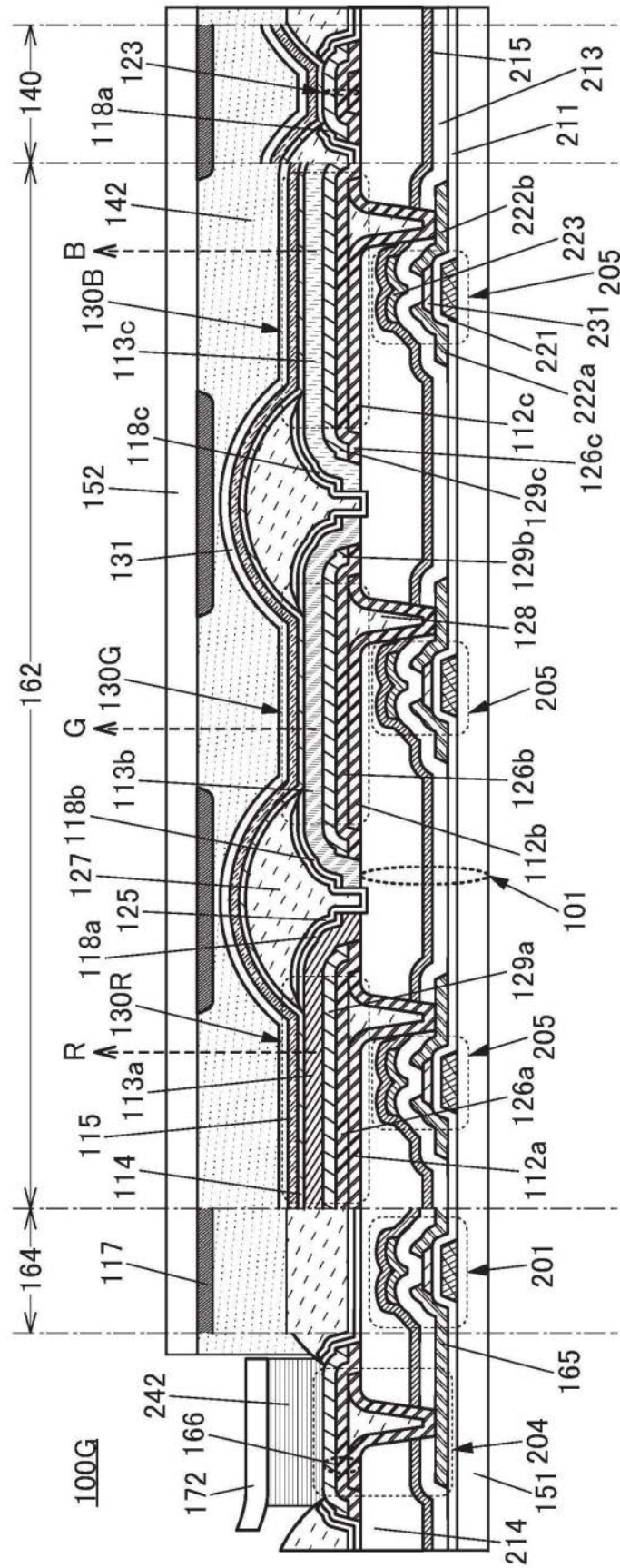


图27A

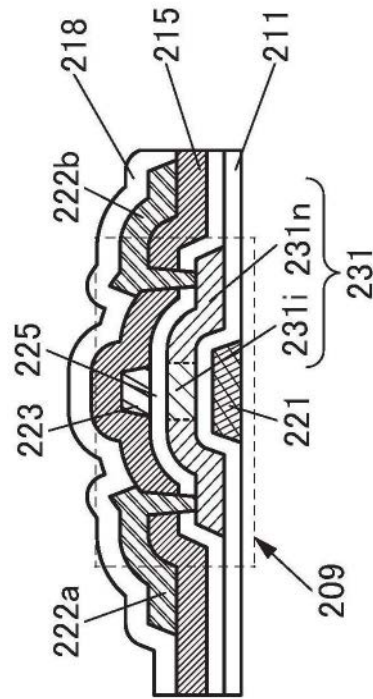


图27B

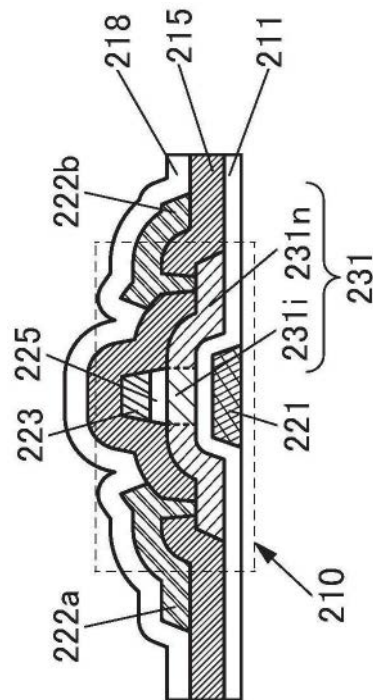


图27C

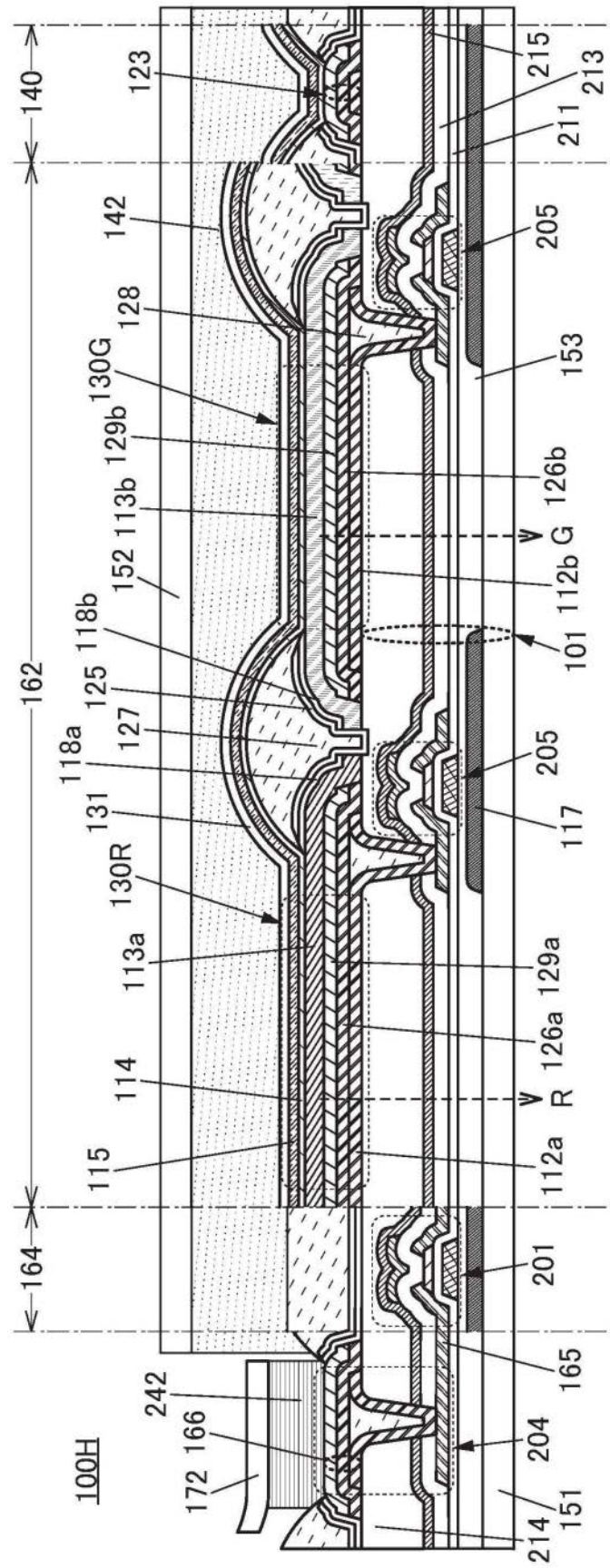


图28A

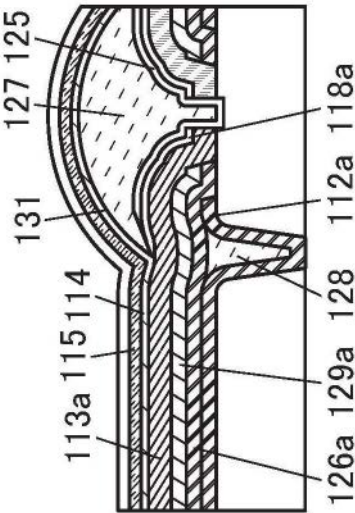


图28B

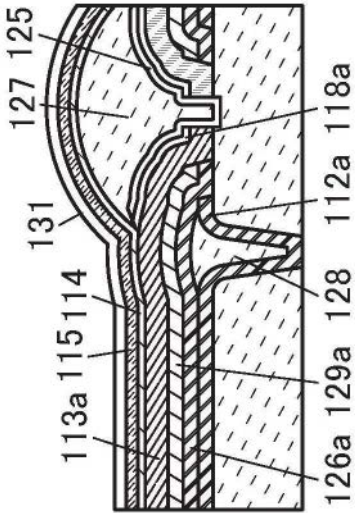


图28C

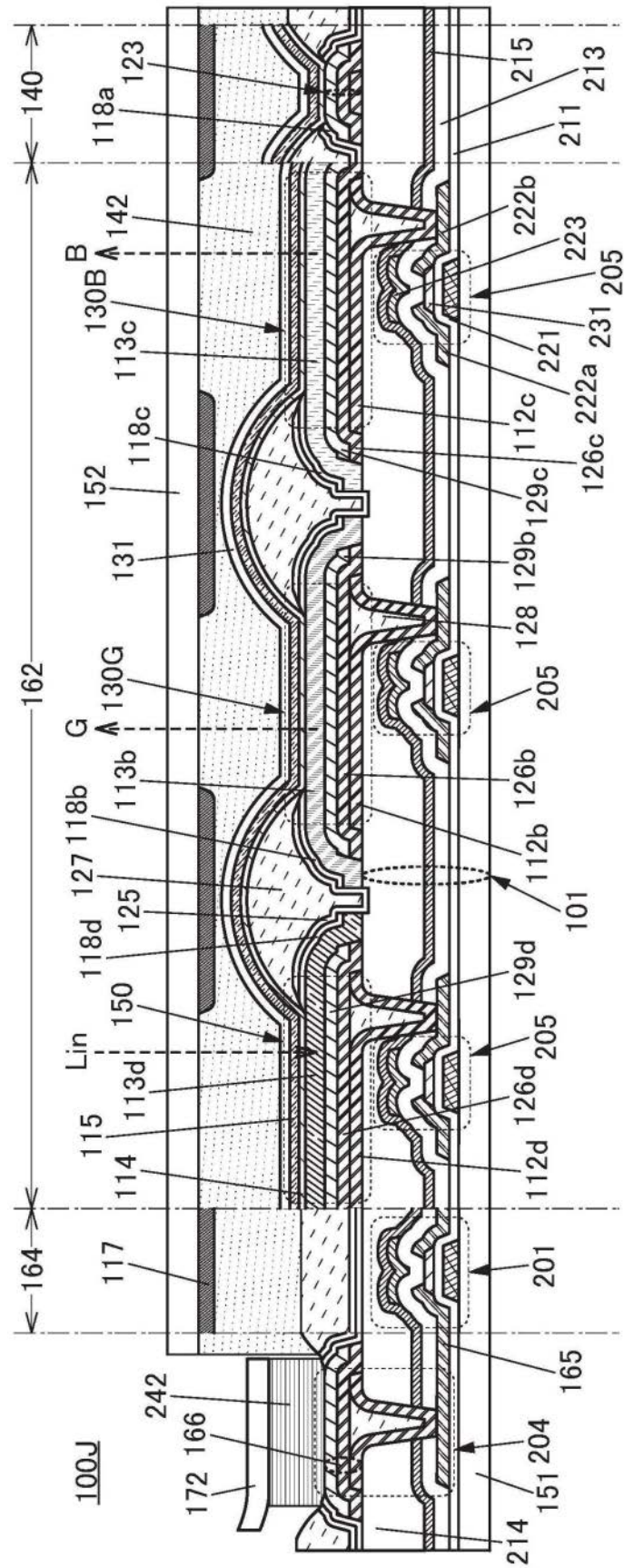


图29

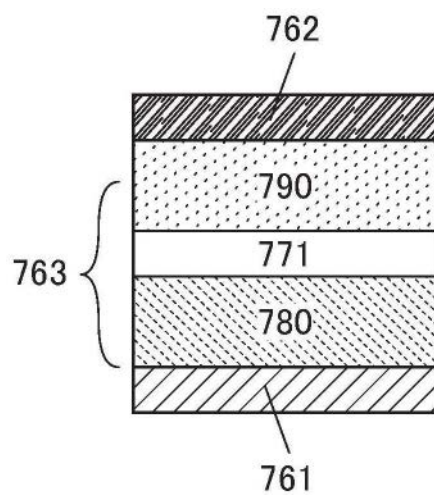


图30A

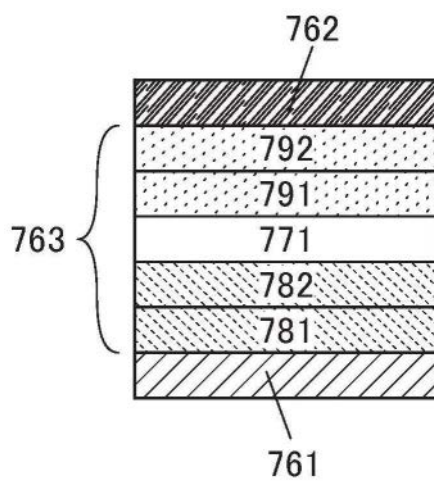


图30B

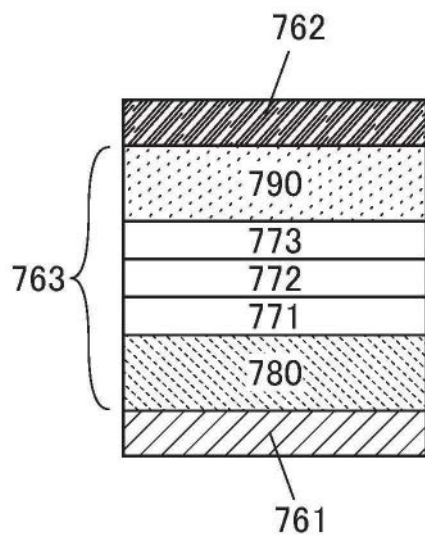


图30C

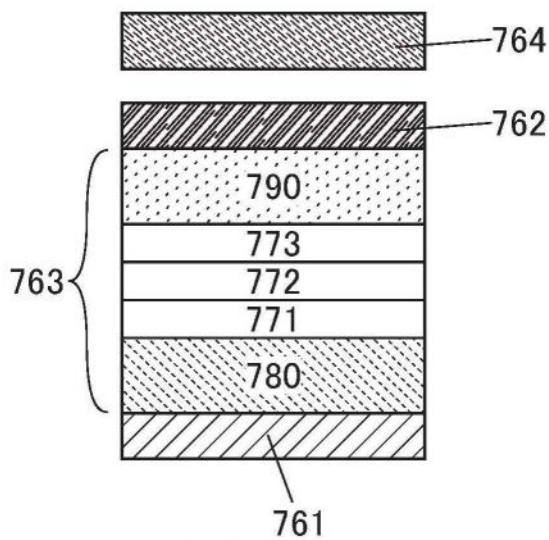


图30D

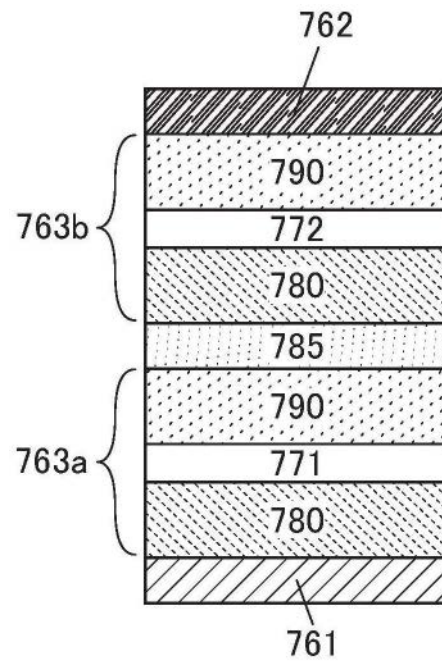


图30E

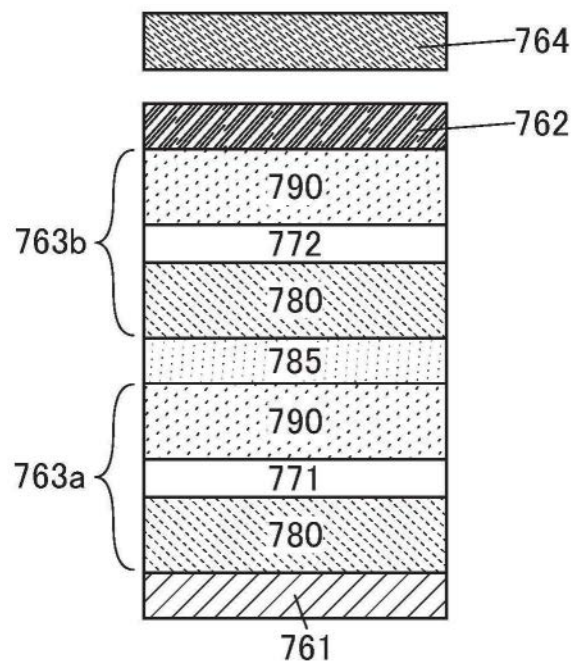


图30F

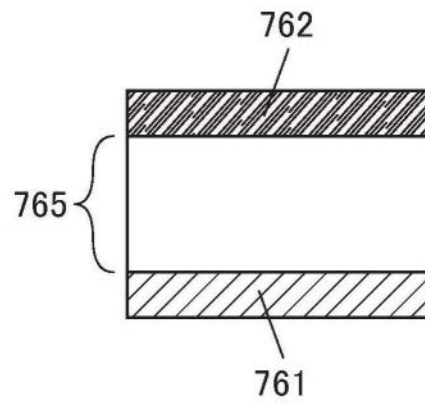


图31A

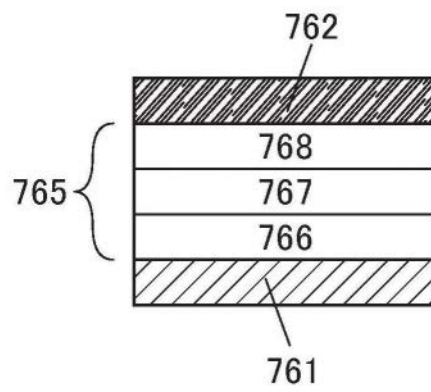


图31B

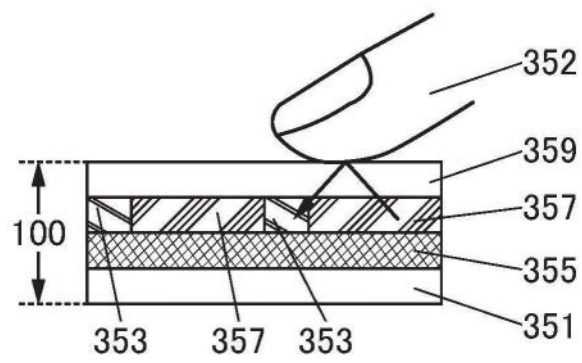


图31C

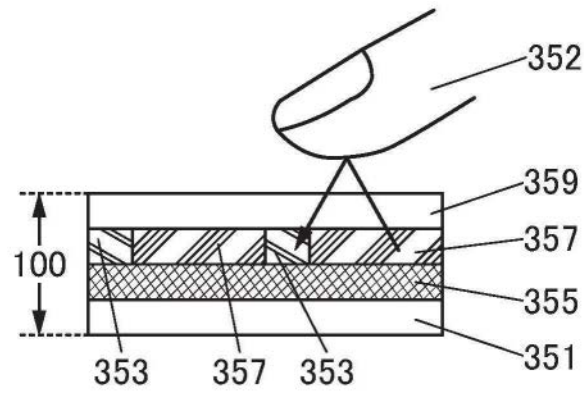


图31D

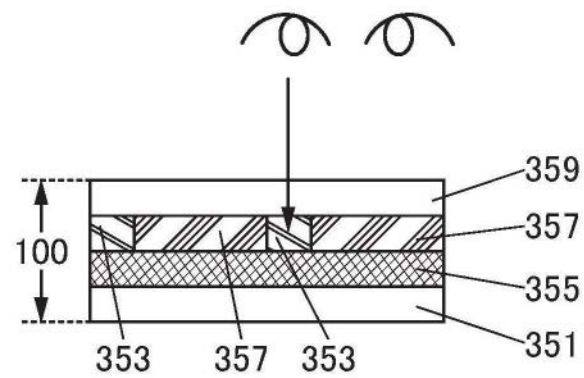


图31E

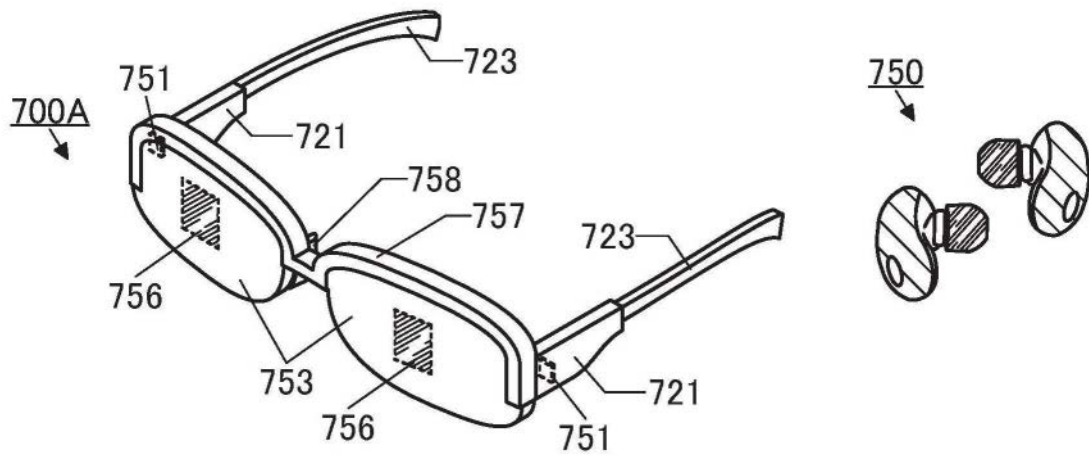


图32A

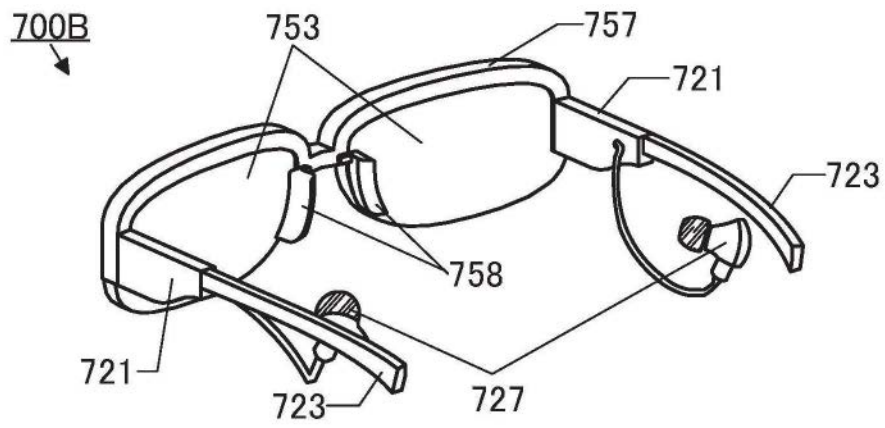


图32B

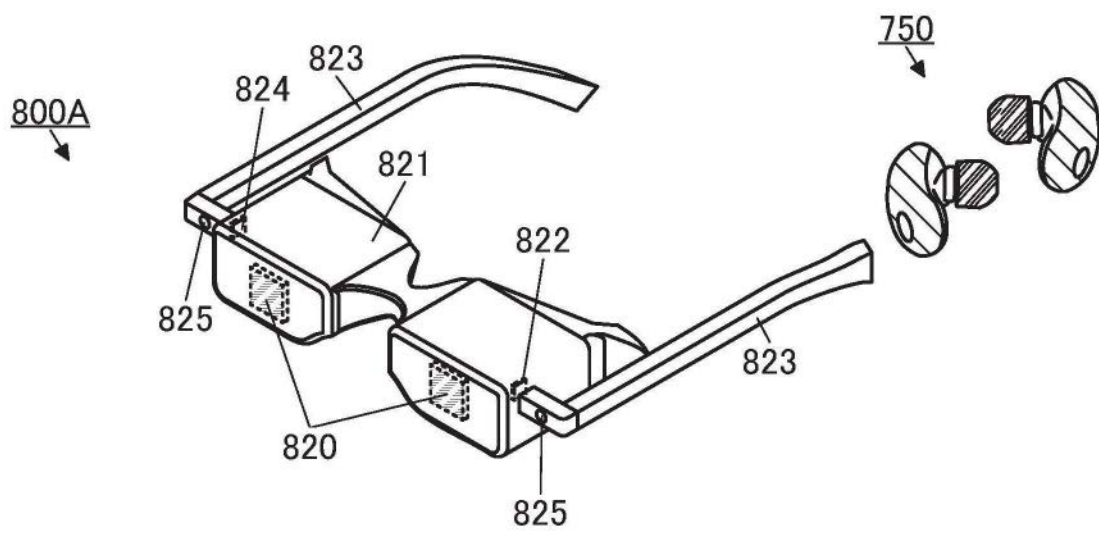


图32C

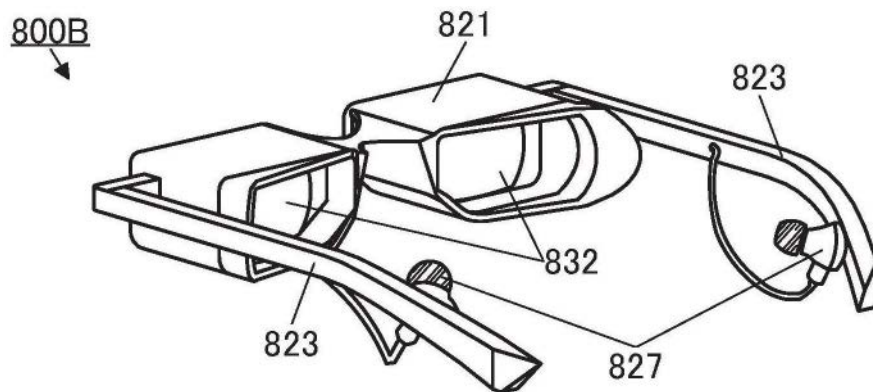


图32D

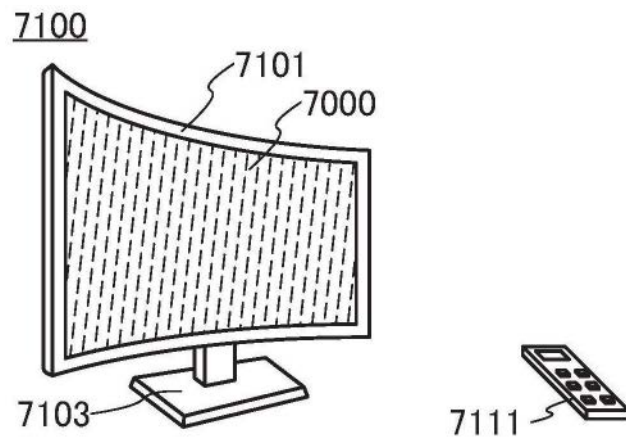
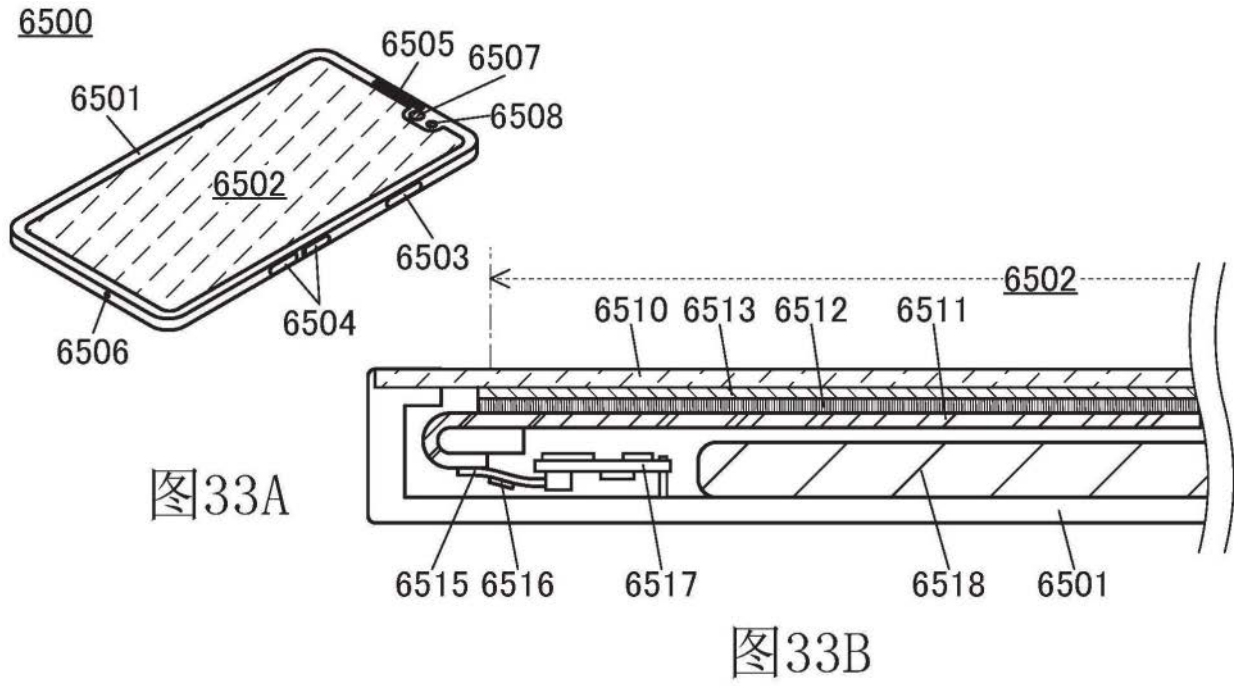


图33C

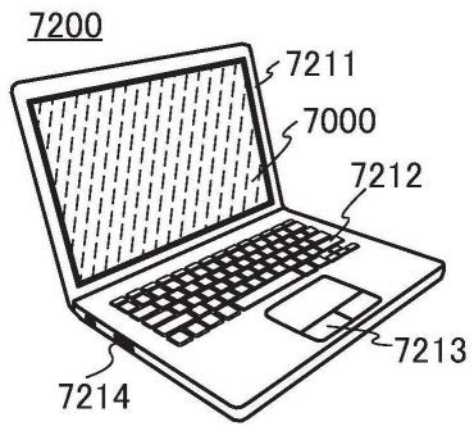


图33D

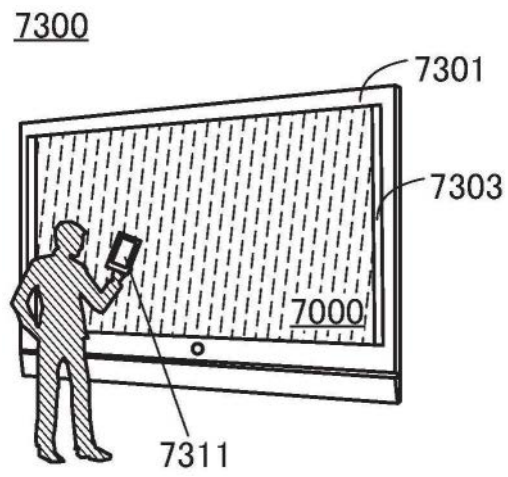


图33E

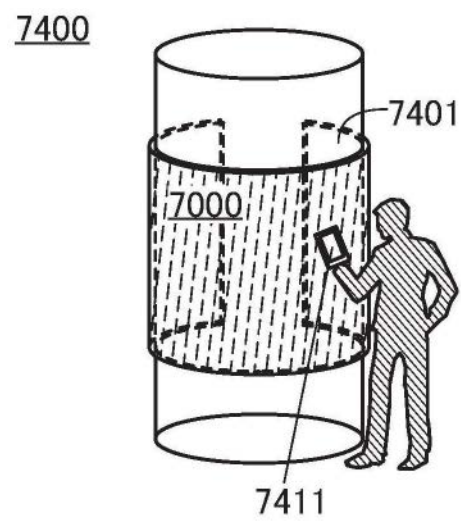


图33F

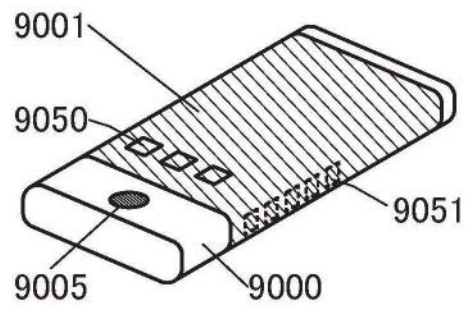
9101

图34A

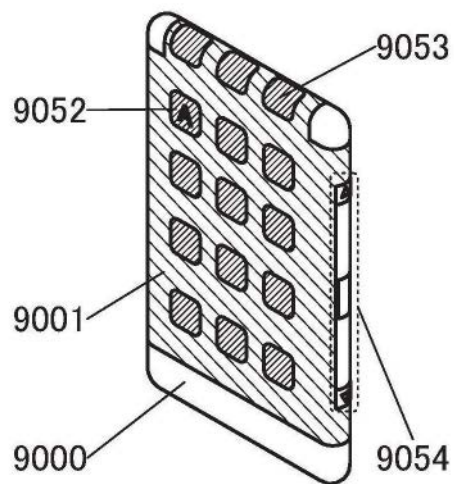
9102

图34B

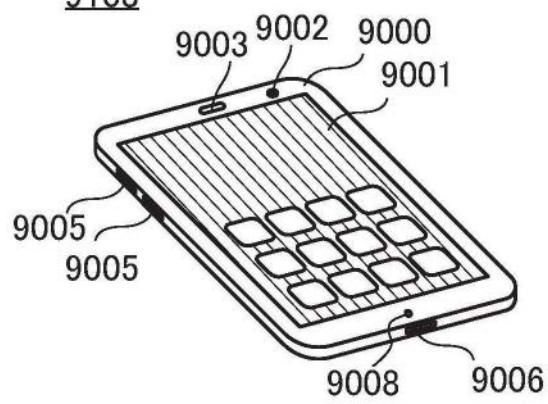
9103

图34C

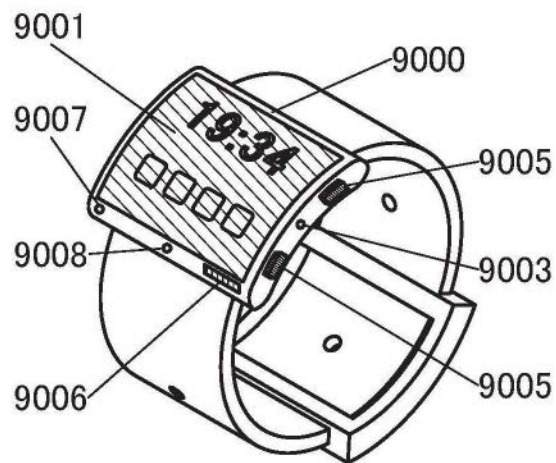
9200

图34D

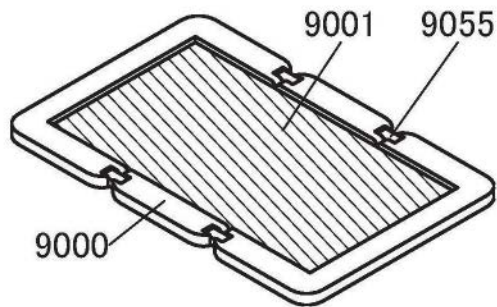
9201

图34E

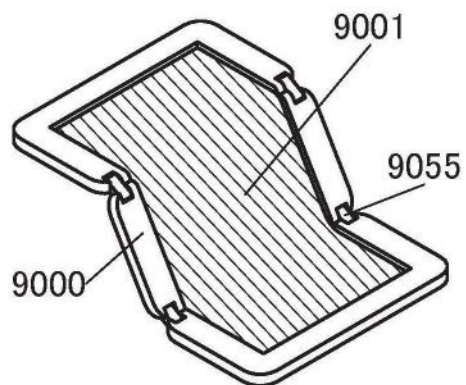
9201

图34F

9201

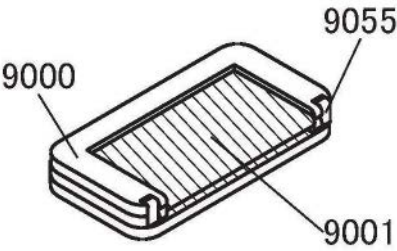


图34G

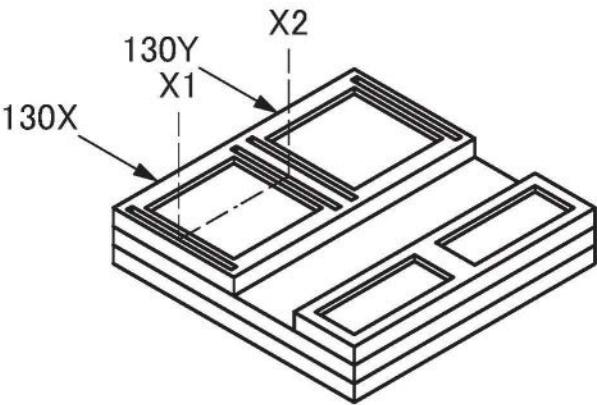


图35A

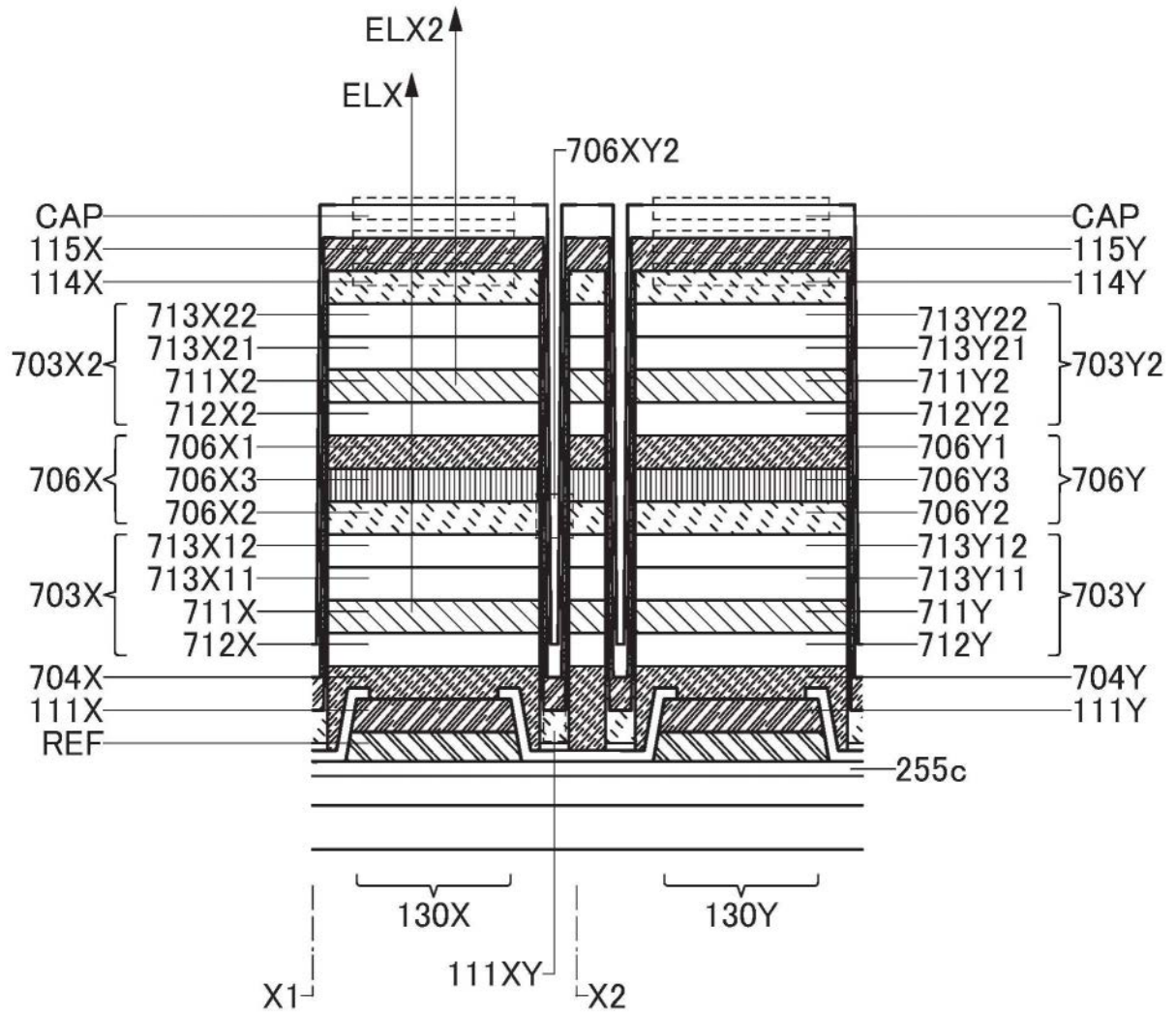


图35B

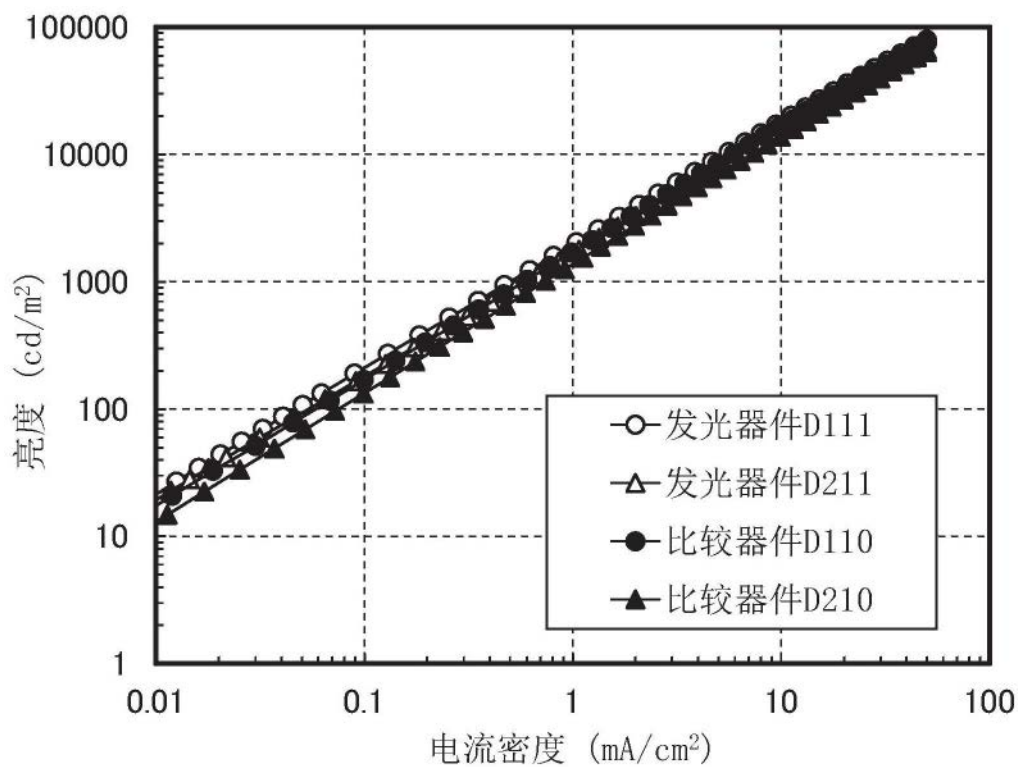


图36

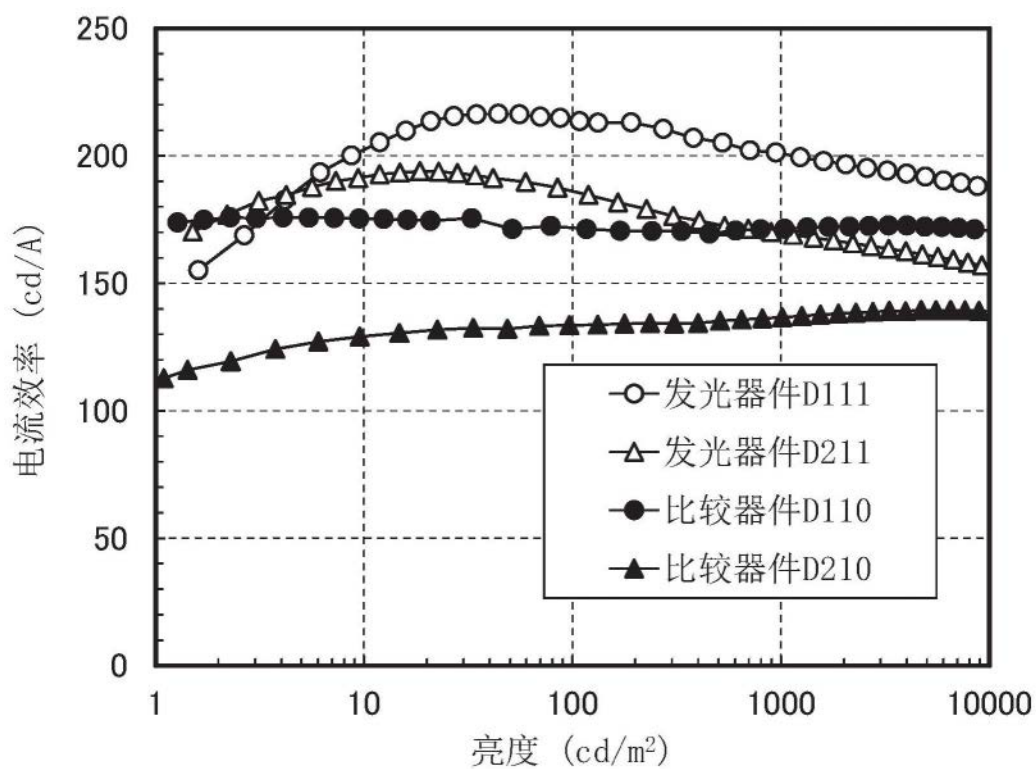


图37

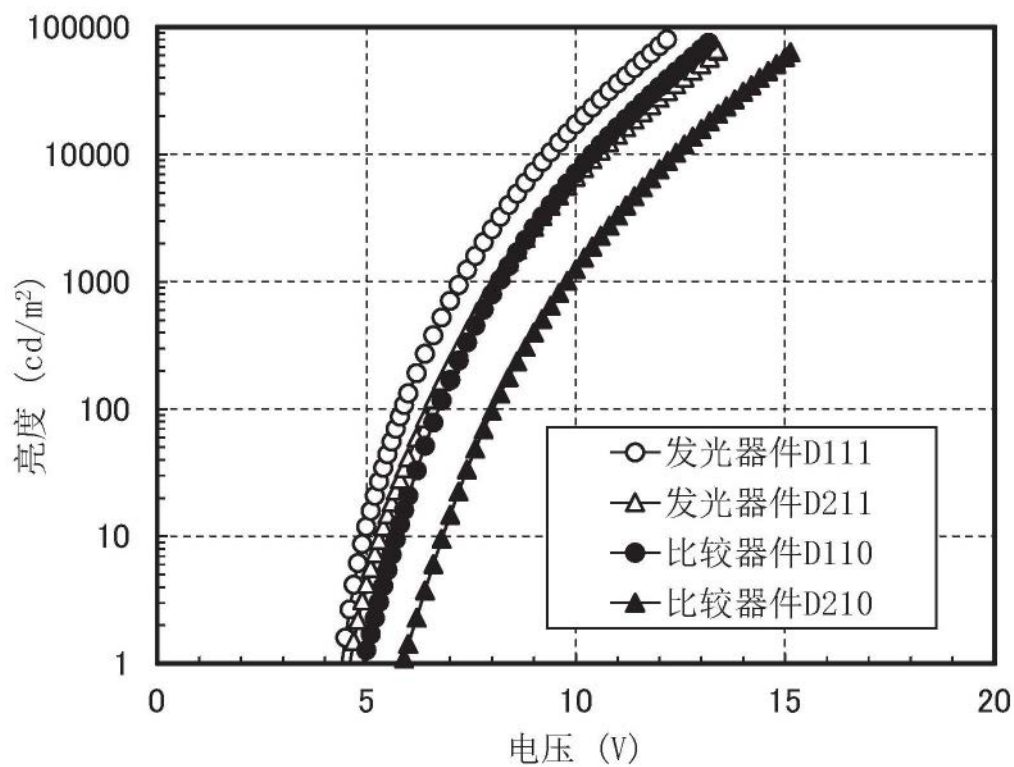


图38

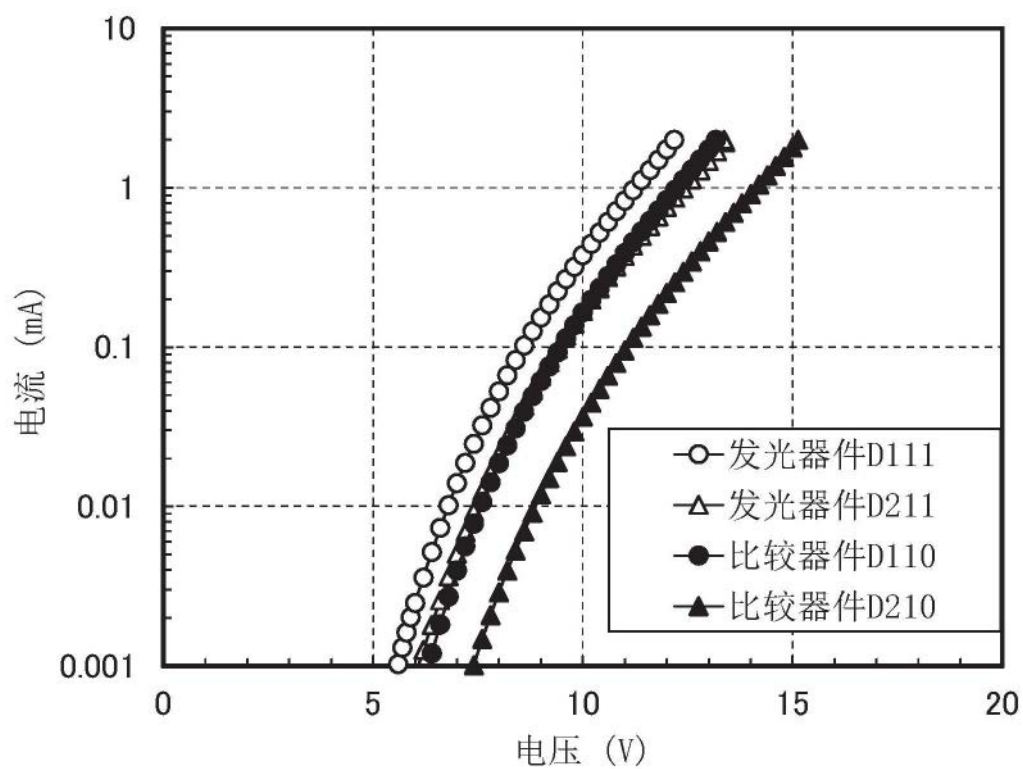


图39

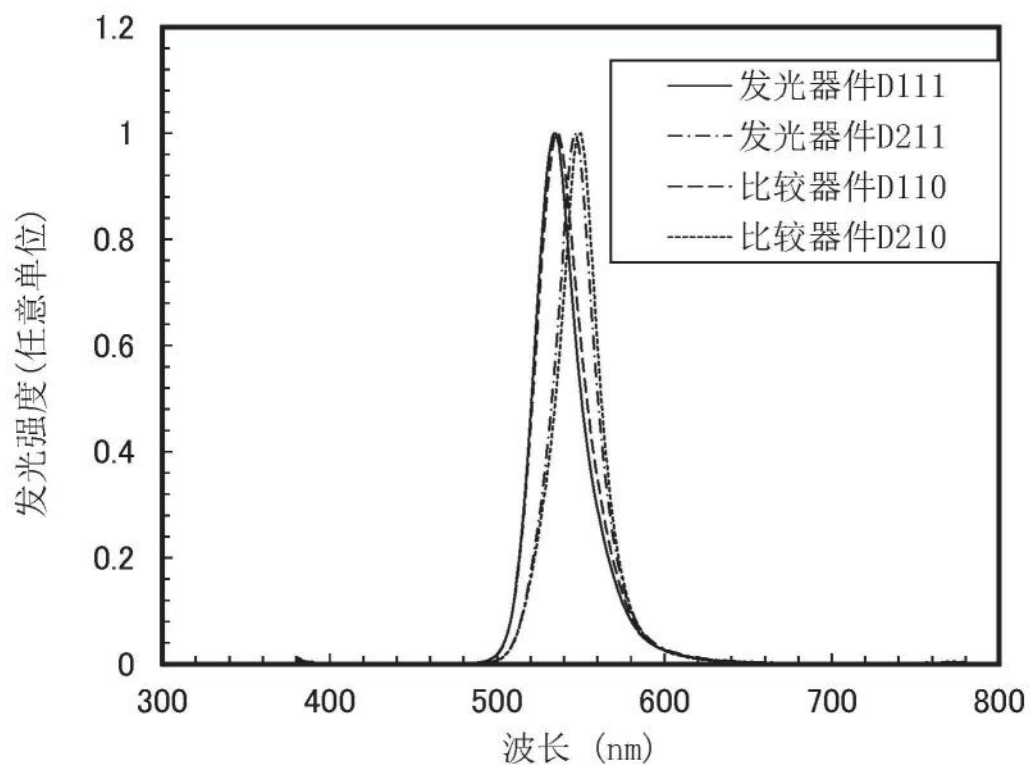


图40