



(21) 申请号 202380034356.4

佐藤瞳

(22) 申请日 2023.04.17

(74) 专利代理机构 中国贸促会专利商标事务所
有限公司 11038

(30) 优先权数据

2022-075575 2022.04.29 JP

专利代理师 肖靖

2022-191007 2022.11.30 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2024.10.16

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/IB2023/053900 2023.04.17

(87) PCT国际申请的公布数据

W02023/209494 JA 2023.11.02

(71) 申请人 株式会社半导体能源研究所

地址 日本

(72) 发明人 伊佐敏行 杉泽希 中村太纪

千田章裕 山根靖正 岛田大吾

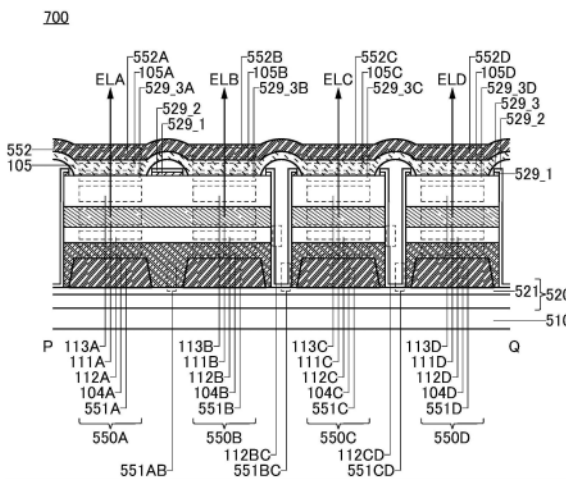
权利要求书2页 说明书63页 附图51页

(54) 发明名称

显示装置、显示模块、电子设备

(57) 摘要

提供一种方便性、实用性或可靠性优异的新颖显示装置。显示装置包括第一至第四发光器件,第一发光器件包含发光材料并包括夹在第一电极与第二电极之间的第一层及夹在第一层与第一电极之间的第二层。第二发光器件包含发光材料并包括夹在第三电极与第四电极之间的第三层及夹在第三层与第三电极之间的第四层,在第三电极与第一电极之间具有第一间隙,第四层与第二层在第一间隙上连续。第三发光器件包含发光材料并包括夹在第五电极与第六电极之间的第五层及夹在第五层与第五电极之间的第六层,在第五电极与第三电极之间具有第二间隙,在第六层与第四层之间具有与第二间隙重叠的第三间隙。



1. 一种显示装置, 包括:

第一发光器件;

第二发光器件;

第三发光器件; 以及

第四发光器件,

其中, 所述第一发光器件包括第一电极、第一层、第二层及第二电极,

所述第一层夹在所述第一电极与所述第二电极之间,

所述第一层包含第一发光材料,

所述第二层夹在所述第一层与所述第一电极之间,

所述第二发光器件包括第三电极、第三层、第四层及第四电极,

所述第三电极与所述第一电极邻接,

在所述第三电极与所述第一电极之间具有第一间隙,

所述第三层夹在所述第三电极与所述第四电极之间,

所述第三层包含第二发光材料,

所述第四层夹在所述第三层与所述第三电极之间,

所述第四层与所述第二层在所述第一间隙上连续,

所述第三发光器件包括第五电极、第五层、第六层及第六电极,

所述第五电极与所述第三电极邻接,

在所述第五电极与所述第三电极之间具有第二间隙,

所述第五层夹在所述第五电极与所述第六电极之间,

所述第五层包含第三发光材料,

所述第六层夹在所述第五层与所述第五电极之间,

在所述第六层与所述第四层之间具有第三间隙,

所述第三间隙与所述第二间隙重叠,

所述第四发光器件包括第七电极、第七层、第八层及第八电极,

所述第七电极与所述第五电极邻接,

在所述第七电极与所述第五电极之间具有第四间隙,

所述第七层夹在所述第七电极与所述第八电极之间,

所述第七层包含第四发光材料,

所述第八层夹在所述第七层与所述第七电极之间,

在所述第八层与所述第六层之间具有第五间隙,

并且, 所述第五间隙与所述第四间隙重叠。

2. 根据权利要求1所述的显示装置,

其中所述第一发光器件具有 1cd/A 以上且小于 10cd/A 的电流效率,

所述第二发光器件具有 1cd/A 以上且小于 10cd/A 的电流效率,

所述第三发光器件具有 10cd/A 以上且小于 100cd/A 的电流效率,

并且所述第四发光器件具有 10cd/A 以上且小于 100cd/A 的电流效率。

3. 根据权利要求1所述的显示装置,

其中所述第一发光器件在 3V 以上且小于 4V 的范围内具有发光开始电压,

- 所述第二发光器件在3V以上且小于4V的范围内具有发光开始电压，
所述第三发光器件在2V以上且小于3V的范围内具有发光开始电压，
并且所述第四发光器件在2V以上且小于3V的范围内具有发光开始电压。
4. 根据权利要求1所述的显示装置，
其中所述第一层包含发射荧光的所述第一发光材料，
所述第三层包含发射荧光的所述第二发光材料，
所述第五层包含发射磷光的所述第三发光材料，
并且所述第七层包含发射磷光的所述第四发光材料。
5. 根据权利要求1所述的显示装置，
其中所述第一发光材料的发射光谱在380nm以上且480nm以下的范围内具有最大峰，
所述第二发光材料的发射光谱在380nm以上且480nm以下的范围内具有最大峰，
所述第三发光材料的发射光谱在500nm以上且550nm以下的范围内具有最大峰，
并且所述第四发光材料的发射光谱在600nm以上且780nm以下的范围内具有最大峰。
6. 根据权利要求1至5中任一项所述的显示装置，
其中所述第一间隙、所述第二间隙及所述第四间隙都为0.1 μ m以上且15 μ m以下。
7. 根据权利要求1至5中任一项所述的显示装置，包括第一绝缘膜、导电膜及第二绝缘膜，
其中所述第一绝缘膜与所述导电膜重叠，
将所述第一电极、所述第三电极及所述第五电极夹在所述第一绝缘膜与所述导电膜之间，
所述导电膜包括所述第二电极、所述第四电极及所述第六电极，
所述第二绝缘膜夹在所述导电膜与所述第一绝缘膜之间，
所述第二绝缘膜与所述第一间隙重叠，
所述第二绝缘膜与所述第二间隙重叠，
所述第二绝缘膜嵌入所述第三间隙，
所述第二绝缘膜具有第一开口部、第二开口部及第三开口部，
所述第一开口部与所述第一电极重叠，
所述第二开口部与所述第三电极重叠，
并且所述第三开口部与所述第五电极重叠。
8. 一种显示模块，包括：
权利要求1至5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。
9. 一种电子设备，包括：
权利要求1至5中任一项所述的显示装置；以及
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、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、电子设备或半导体装置。

[0002] 注意,本发明的一个方式不局限于上述技术领域。本说明书等所公开的发明的一个方式的技术领域涉及一种物体、方法或制造方法。此外,本发明的一个方式涉及一种工序(process)、机器(machine)、产品(manufacture)或者组合物(composition of matter)。由此,更具体而言,作为本说明书所公开的本发明的一个方式的技术领域的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、这些装置的驱动方法或者这些装置的制造方法。

背景技术

[0003] 近年来,高清晰显示器面板被需求。作为被要求高清晰显示器面板的设备,例如有智能手机、平板终端、笔记本型计算机等。另外,电视装置、显示器装置等固定式显示器装置也随着高分辨率化被要求高清晰化。作为最需求高清晰度的设备,例如有应用于虚拟现实(VR:Virtual Reality)或增强现实(AR:Augmented Reality)的设备。

[0004] 此外,作为可以应用于显示器面板的显示装置,典型地可以举出液晶显示装置、具备有机EL(Electro Luminescence:电致发光)元件或发光二极管(LED:Light Emitting Diode)等发光元件的发光装置及以电泳方式等进行显示的电子纸等。

[0005] 例如,有机EL元件的基本结构是在一对电极之间夹有包含发光性有机化合物的层的结构。通过对该元件施加电压,可以得到来自发光性有机化合物的发光。由于应用上述有机EL元件的显示装置不需要液晶显示装置等所需要的背光源,所以可以实现薄型、轻量、高对比度且低功耗的显示装置。例如,专利文献1公开了使用有机EL元件的显示装置的例子。

[0006] 专利文献2公开了使用有机EL器件的应用于VR的显示装置。

[0007] [先行技术文献]

[0008] [专利文献]

[0009] [专利文献1]日本专利申请公开第2002-324673号公报

[0010] [专利文献2]国际专利申请公开第2018/087625号

发明内容

[0011] 发明所要解决的技术问题

[0012] 本发明的一个方式的目的之一是提供一种方便性、实用性或可靠性优异的新颖显示装置。另外,本发明的一个方式的目的之一是提供一种方便性、实用性或可靠性优异的新颖显示模块。此外,本发明的一个方式的目的之一是提供一种方便性、实用性或可靠性优异的新颖电子设备。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。

[0013] 注意,这些目的的记载不妨碍其他目的的存在。注意,本发明的一个方式并不需要实现所有上述目的。另外,可以从说明书、附图、权利要求书等的记载得知并抽出上述以外

的目的。

[0014] 解决技术问题的手段

[0015] (1) 本发明的一个方式是一种包括第一发光器件、第二发光器件、第三发光器件以及第四发光器件的显示装置。

[0016] 第一发光器件包括第一电极、第一层、第二层及第二电极。第一层夹在第一电极与第二电极之间,第一层包含第一发光材料。第二层夹在第一层与第一电极之间。

[0017] 第二发光器件包括第三电极、第三层、第四层及第四电极。第三电极与第一电极邻接,在第三电极与第一电极之间具有第一间隙,第三层夹在第三电极与第四电极之间,第三层包含第二发光材料。第四层夹在第三层与第三电极之间,第四层与第二层在第一间隙上连续。

[0018] 第三发光器件包括第五电极、第五层、第六层及第六电极。第五电极与第三电极邻接,在第五电极与第三电极之间具有第二间隙,第五层夹在第五电极与第六电极之间,第五层包含第三发光材料。第六层夹在第五层与第五电极之间,在第六层与第四层之间具有第三间隙,第三间隙与第二间隙重叠。

[0019] 第四发光器件包括第七电极、第七层、第八层及第八电极。第七电极与第五电极邻接,在第七电极与第五电极之间具有第四间隙,第七层夹在第七电极与第八电极之间,第七层包含第四发光材料。第八层夹在第七层与第七电极之间,在第八层与第六层之间具有第五间隙,第五间隙与第四间隙重叠。

[0020] (2) 此外,本发明的一个方式是上述显示装置,其中第一发光器件具有1cd/A以上且小于10cd/A的电流效率,第二发光器件具有1cd/A以上且小于10cd/A的电流效率,第三发光器件具有10cd/A以上且小于100cd/A的电流效率,并且第四发光器件具有10cd/A以上且小于100cd/A的电流效率。

[0021] (3) 此外,本发明的一个方式是上述显示装置,其中第一发光器件在3V以上且小于4V的范围内具有发光开始电压,第二发光器件在3V以上且小于4V的范围内具有发光开始电压,第三发光器件在2V以上且小于3V的范围内具有发光开始电压,并且第四发光器件在2V以上且小于3V的范围内具有发光开始电压。

[0022] (4) 此外,本发明的一个方式是上述显示装置,其中第一层包含发射荧光的第一发光材料,第三层包含发射荧光的第二发光材料,第五层包含发射磷光的第三发光材料,并且第七层包含发射磷光的第四发光材料。

[0023] (5) 此外,本发明的一个方式是上述显示装置,其中第一发光材料的发射光谱在380nm以上且480nm以下的范围内具有最大峰,第二发光材料的发射光谱在380nm以上且480nm以下的范围内具有最大峰,第三发光材料的发射光谱在500nm以上且550nm以下的范围内具有最大峰,并且第四发光材料的发射光谱在600nm以上且780nm以下的范围内具有最大峰。

[0024] (6) 此外,本发明的一个方式是上述显示装置,其中第一间隙、第二间隙及第四间隙都为0.1 μ m以上且15 μ m以下。

[0025] 由此,可以抑制在使第一发光器件、第二发光器件、第三发光器件和第四发光器件中的任一个发光时发生以非意图的亮度使其他发光器件发光的现象。此外,可以使第一发光器件、第二发光器件、第三发光器件及第四发光器件分别独立地发光。此外,可以抑制在

发光器件之间发生串扰现象。此外,可以扩大显示装置能够显示的色域。此外,可以提高显示装置的清晰度。此外,可以提高显示装置的像素开口率。此外,在显示装置的制造工序中,可以防止膜剥离的现象。此外,在显示装置的制造工序中,例如可以防止第一层或第三层剥离的现象。其结果是,可以提供一种方便性、实用性或可靠性优异的新颖显示装置。

[0026] (7) 此外,本发明的一个方式是包括第一绝缘膜、导电膜及第二绝缘膜的上述显示装置。

[0027] 第一绝缘膜与导电膜重叠,将第一电极、第三电极及第五电极夹在第一绝缘膜与导电膜之间。此外,导电膜包括第二电极、第四电极及第六电极。

[0028] 第二绝缘膜夹在导电膜与第一绝缘膜之间,第二绝缘膜与第一间隙重叠,第二绝缘膜与第二间隙重叠,第二绝缘膜嵌入第三间隙。

[0029] 第二绝缘膜具有第一开口部、第二开口部及第三开口部。第一开口部与第一电极重叠,第二开口部与第三电极重叠,第三开口部与第五电极重叠。

[0030] 由此,可以使用第二绝缘膜填充第三间隙。此外,可以使来源于第三间隙的水平差平坦化。此外,可以抑制来源于水平差而在导电膜552中产生切点或裂口的现象。其结果是,可以提供一种方便性、实用性或可靠性优异的新颖显示装置。

[0031] (8) 此外,本发明的一个方式是一种包括上述任一个所记载的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。

[0032] (9) 此外,本发明的一个方式是一种包括上述任一个所记载的显示装置以及电池、照相机、扬声器和麦克风中的至少一个的电子设备。

[0033] 在本说明书的附图中,根据其功能对构成要素进行分类而示出为彼此独立的方框的方框图,但是,实际上的构成要素难以根据其功能完全划分,而一个构成要素会涉及多个功能。

[0034] 在本说明书中,发光装置包括使用发光器件的图像显示器件。另外,发光装置有时还包括如下模块:发光器件安装有连接器诸如各向异性导电膜(ACF:Anisotropic Conductive Film)或TCP(Tape Carrier Package:带载封装)的模块;在TCP的端部设置有印刷线路板的模块;或者通过COG(Chip On Glass:玻璃覆晶封装)方式在发光器件上直接安装有IC(集成电路)的模块。再者,照明装置等有时包括发光装置。

[0035] 发明效果

[0036] 根据本发明的一个方式,可以提供一种方便性、实用性或可靠性优异的新颖显示装置。另外,根据本发明的一个方式,可以提供一种方便性、实用性或可靠性优异的新颖显示模块。另外,根据本发明的一个方式,可以提供一种方便性、实用性或可靠性优异的新颖电子设备。另外,根据本发明的一个方式,可以提供一种新颖显示装置。另外,根据本发明的一个方式,可以提供一种新颖显示模块。另外,根据本发明的一个方式,可以提供一种新颖电子设备。

[0037] 注意,这些效果的记载并不妨碍其他效果的存在。此外,本发明的一个方式并不需要具有所有上述效果。注意,可以从说明书、附图、权利要求书等的记载得知并抽出上述以外的效果。

附图说明

- [0038] 图1A至图1C是说明根据实施方式的显示装置的结构图。
- [0039] 图2A及图2B是说明根据实施方式的显示装置的结构图。
- [0040] 图3A至图3D是说明根据实施方式的显示装置的结构图。
- [0041] 图4A及图4B是说明根据实施方式的发光器件的结构图。
- [0042] 图5A及图5B是说明根据实施方式的发光器件的结构图。
- [0043] 图6A至图6C是说明根据实施方式的显示装置的结构图。
- [0044] 图7是说明根据实施方式的显示装置的结构图。
- [0045] 图8是说明根据实施方式的显示模块的结构图。
- [0046] 图9A及图9B是说明根据实施方式的显示装置的结构图。
- [0047] 图10是说明根据实施方式的显示装置的结构图。
- [0048] 图11是说明根据实施方式的显示装置的结构图。
- [0049] 图12是说明根据实施方式的显示装置的结构图。
- [0050] 图13是说明根据实施方式的显示装置的结构图。
- [0051] 图14是说明根据实施方式的显示装置的结构图。
- [0052] 图15是说明根据实施方式的显示模块的结构图。
- [0053] 图16A至图16C是说明根据实施方式的显示装置的结构图。
- [0054] 图17是说明根据实施方式的显示装置的结构图。
- [0055] 图18是说明根据实施方式的显示装置的结构图。
- [0056] 图19是说明根据实施方式的显示装置的结构图。
- [0057] 图20是说明根据实施方式的显示装置的结构图。
- [0058] 图21是说明根据实施方式的显示装置的结构图。
- [0059] 图22A至图22D是说明根据实施方式的电子设备的一个例子的图。
- [0060] 图23A至图23F是说明根据实施方式的电子设备的一个例子的图。
- [0061] 图24A至图24G是说明根据实施方式的电子设备的一个例子的图。
- [0062] 图25A及图25B是说明根据实施例的显示装置的结构图。
- [0063] 图26是说明根据实施例的显示装置的结构图。
- [0064] 图27A及图27B是说明根据实施例的显示装置的结构图。
- [0065] 图28A及图28B是说明根据实施例的显示装置的结构图。
- [0066] 图29A至图29D是说明根据实施例的显示装置的结构图。
- [0067] 图30是说明根据实施例的显示装置的微小区域的亮度分布图。
- [0068] 图31是说明根据实施例的显示装置的发射光谱图。
- [0069] 图32是说明根据实施例的显示装置的微小区域的亮度分布图。
- [0070] 图33是说明根据实施例的显示装置的发射光谱图。
- [0071] 图34是说明根据实施例的显示装置的微小区域的亮度分布图。
- [0072] 图35是说明根据实施例的显示装置的发射光谱图。
- [0073] 图36A及图36B是说明根据实施例的显示装置的结构图。
- [0074] 图37是说明根据实施例的发光器件的电流密度-亮度特性的图。
- [0075] 图38是说明根据实施例的发光器件的亮度-电流效率特性的图。

- [0076] 图39是说明根据实施例的发光器件的电压-亮度特性的图。
- [0077] 图40是说明根据实施例的发光器件的电压-电流特性的图。
- [0078] 图41是说明根据实施例的发光器件的发射光谱的图。
- [0079] 图42A是说明根据实施例的显示装置的显示状态的照片,图42B是说明像素配置的照片。
- [0080] 图43是说明根据实施例的显示装置的像素配置的照片。
- [0081] 图44是说明根据实施例的显示装置能够显示的色域的照片。
- [0082] 图45是说明根据实施例的显示装置的发射光谱的照片。
- [0083] 图46是说明根据实施例的发光器件的电压-亮度特性的图。
- [0084] 图47是说明根据实施例的发光器件的电压-电流密度特性的图。
- [0085] 图48是说明根据实施例的发光器件的归一化亮度的经过时间变化的图。

具体实施方式

[0086] 本发明的一个方式的显示装置包括第一发光器件、第二发光器件、第三发光器件以及第四发光器件。第一发光器件包括第一电极、第一层、第二层及第二电极。第一层夹在第一电极与第二电极之间,第一层包含第一发光材料。第二层夹在第一层与第一电极之间。第二发光器件包括第三电极、第三层、第四层及第四电极。第三电极与第一电极邻接,在第三电极与第一电极之间具有第一间隙,第三层夹在第三电极与第四电极之间,第三层包含第二发光材料。第四层夹在第三层与第三电极之间,第四层与第二层在第一间隙上连续。第三发光器件包括第五电极、第五层、第六层及第六电极。第五电极与第三电极邻接,在第五电极与第三电极之间具有第二间隙,第五层夹在第五电极与第六电极之间,第五层包含第三发光材料。第六层夹在第五层与第五电极之间,在第六层与第四层之间具有第三间隙,第三间隙与第二间隙重叠。第四发光器件包括第七电极、第七层、第八层及第八电极。第七电极与第五电极邻接,在第七电极与第五电极之间具有第四间隙,第七层夹在第七电极与第八电极之间,第七层包含第四发光材料。第八层夹在第七层与第七电极之间,在第八层与第六层之间具有第五间隙,第五间隙与第四间隙重叠。

[0087] 由此,可以抑制在使第一发光器件、第二发光器件、第三发光器件和第四发光器件中的任一个发光时发生以非意图的亮度使其他发光器件发光的现象。此外,可以使第一发光器件、第二发光器件、第三发光器件及第四发光器件分别独立地发光。此外,可以抑制在发光器件之间发生串扰现象。此外,可以扩大显示装置能够显示的色域。此外,可以提高显示装置的清晰度。此外,可以提高显示装置的像素开口率。此外,在显示装置的制造工序中,可以防止膜剥离的现象。此外,在显示装置的制造工序中,例如可以防止第一层或第三层剥离的现象。其结果是,可以提供一种方便性、实用性或可靠性优异的新颖显示装置。

[0088] 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,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局限在以下所示的实施方式所记载的内容中。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。

[0089] (实施方式1)

[0090] 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700的结构。

[0091] 图1A是说明本发明的一个方式的显示装置700的结构的立体图。图1B是说明显示装置700的一部分的俯视图,图1C是沿着图1B所示的切断线P-Q的截面图。

[0092] 图2A及图2B是说明本发明的一个方式的显示装置700的一部分的俯视图。

[0093] 图3A至图3D是说明本发明的一个方式的显示装置700的一部分的俯视图。

[0094] <显示装置700的结构例子1>

[0095] 在本实施方式中说明的显示装置700包括衬底510及功能层520(参照图1A)。显示装置700包括发光器件550A、发光器件550B、发光器件550C及发光器件550D(参照图1A及图1B)。

[0096] 此外,功能层520包括绝缘膜521,发光器件550A、发光器件550B、发光器件550C及发光器件550D形成在绝缘膜521上(参照图1C)。功能层520夹在衬底510与发光器件550A之间。

[0097] <<发光器件550A的结构例子>>

[0098] 发光器件550A包括电极551A、层111A、层112A及电极552A。此外,发光器件550A包括层113A。注意,关于可用于发光器件550A的详细结构,在实施方式2至实施方式6中进行说明。

[0099] 例如,可以将具有 1cd/A 以上且小于 10cd/A 的电流效率的发光器件用作发光器件550A。此外,例如,可以将在 3V 以上且小于 4V 的范围内具有发光开始电压的发光器件用作发光器件550A。注意,在本说明书中,将得到 10cd/m^2 以上的亮度的最小电压称为发光开始电压。

[0100] <<层111A的结构例子>>

[0101] 层111A夹在电极551A与电极552A之间,层111A包含发光材料EMA。例如,可以将发射荧光的发光材料EMA用于层111A。

[0102] 此外,例如,可以将其发射光谱在 380nm 以上且 480nm 以下的范围内具有最大峰的发光材料用作发光材料EMA。

[0103] 此外,层112A夹在层111A与电极551A之间。

[0104] <<发光器件550B的结构例子>>

[0105] 发光器件550B包括电极551B、层111B、层112B及电极552B。此外,发光器件550B包括层113B。注意,关于可用于发光器件550B的详细结构,在实施方式2至实施方式6中进行说明。

[0106] 电极551B与电极551A邻接,在电极551B与电极551A之间具有间隙551AB。注意,间隙551AB为 $0.1\mu\text{m}$ 以上且 $15\mu\text{m}$ 以下。

[0107] 此外,当电极551B为其端部具有梯度的形状(也称为锥形形状)时,将电极551B与电极551A最靠近的部分的距离定义为间隙551AB的长度。例如,电极551B的下端部分与电极551A的下端部分最靠近(参照图1C)。此时,将电极551B的下端部分与电极551A的下端部分之间的距离定义为间隙551AB的长度。

[0108] 此外,当将电极551B形成在被供应与电极551B相同的电位的一个导电膜上时,并且,当将电极551A形成在被供应与电极551A相同的电位的另一个导电膜上时,将电极551B或一个导电膜与电极551A或另一个导电膜最靠近的部分的距离定义为间隙551AB的长度。

例如,当将电极551B形成在被用作布线的一个导电膜上且将电极551A形成在被用作布线的另一个导电膜上时,将一个导电膜与另一个导电膜之间的距离定义为间隙551AB的长度。此外,例如,当将电极551B形成在被用作反射膜的一个导电膜上且将电极551A形成在被用作反射膜的另一个导电膜上时,将一个导电膜与另一个导电膜之间的距离定义为间隙551AB的长度。

[0109] 例如,可以将具有1cd/A以上且小于10cd/A的电流效率的发光器件用作发光器件550B。此外,例如,可以将具有3V以上且小于4V的范围内具有发光开始电压的发光器件用作发光器件550B。由此,可以抑制在使发光器件550A和发光器件550B中的任一个发光时发生以非意图的亮度使其中另一个发光器件发光的现象。

[0110] <<层111B的结构例子>>

[0111] 层111B夹在电极551B与电极552B之间,层111B包含发光材料EMB。例如,可以将发射荧光的发光材料EMB用于层111B。

[0112] 此外,例如,可以将其发射光谱在380nm以上且480nm以下的范围内具有最大峰的发光材料用作发光材料EMB。由此,发光器件550A及发光器件550B所发射的光在视感度低的区域中。此外,当使发光器件550A和发光器件550B中的任一个发光时,不容易识别其中另一个发光器件所发射的光。

[0113] 此外,层112B夹在层111B与电极551B之间,层112B与层112A在间隙551AB上连续。

[0114] <<发光器件550C的结构例子>>

[0115] 发光器件550C包括电极551C、层111C、层112C及电极552C。此外,发光器件550C包括层113C。注意,关于可用于发光器件550C的详细结构,在实施方式2至实施方式6中进行说明。

[0116] 电极551C与电极551B邻接,在电极551C与电极551B之间具有间隙551BC。注意,间隙551BC为0.1 μ m以上且15 μ m以下。

[0117] 例如,可以将具有10cd/A以上且小于100cd/A的电流效率的发光器件用作发光器件550C。此外,例如,可以将具有2V以上且小于3V的范围内具有发光开始电压的发光器件用作发光器件550C。由此,可以抑制在使发光器件550B发光时发生以非意图的亮度使发光器件550C发光的现象。

[0118] <<层111C的结构例子>>

[0119] 层111C夹在电极551C与电极552C之间,层111C包含发光材料EMC。例如,可以将发射磷光的发光材料EMC用于层111C。

[0120] 此外,例如,可以将其发射光谱在500nm以上且550nm以下的范围内具有最大峰的发光材料用作发光材料EMC。

[0121] 此外,层112C夹在层111C与电极551C之间,在层112C与层112B之间具有间隙112BC。间隙112BC与间隙551BC重叠。由此,可以从层112B分离层112C。此外,可以抑制在使发光器件550B发光时发生载流子从层112B流到层112C的现象。此外,可以抑制在使发光器件550B发光时发生以非意图的亮度使发光器件550C发光的现象。

[0122] 注意,在层112C与层112B之间具有间隙112BC。另一方面,在层112B与层112A之间不具有间隙而与层112A连续。由此,与重叠于间隙112BC的间隙551BC相比,可以缩短间隙551AB。此外,与发光器件C与邻接的其他发光器件之间的间隔相比,可以缩短发光器件A与

发光器件B之间的间隔。此外,与其他发光器件相比,可以提高发光器件B及发光器件A的开口率。

[0123] <<发光器件550D的结构例子>>

[0124] 发光器件550D包括电极551D、层111D、层112D及电极552D。此外,发光器件550D包括层113D。注意,关于可用于发光器件550D的详细结构,在实施方式2至实施方式6中进行说明。

[0125] 电极551D与电极551C邻接,在电极551D与电极551C之间具有间隙551CD。注意,间隙551CD为0.1 μ m以上且15 μ m以下。

[0126] 例如,可以将具有10cd/A以上且小于100cd/A的电流效率的发光器件用作发光器件550D。此外,例如,可以将2V以上且小于3V的范围内具有发光开始电压的发光器件用作发光器件550D。由此,可以抑制在使发光器件550C发光时发生以非意图的亮度使发光器件550D发光的现象。

[0127] <<层111D的结构例子>>

[0128] 层111D夹在电极551D与电极552D之间,层111D包含发光材料EMD。例如,可以将发射磷光的发光材料EMD用于层111D。

[0129] 此外,例如,可以将其发射光谱在600nm以上且780nm以下的范围内具有最大峰的发光材料用作发光材料EMD。

[0130] 此外,层112D夹在层111D与电极551D之间,在层112D与层112C之间具有间隙112CD。间隙112CD与间隙551CD重叠。由此,可以从层112C分离层112D。此外,可以抑制在使发光器件550C发光时发生载流子从层112C流到层112D的现象。此外,可以抑制在使发光器件550C发光时发生以非意图的亮度使发光器件550D发光的现象。

[0131] 由此,可以抑制在使发光器件550A、发光器件550B、发光器件550C和发光器件550D中的任一个发光时发生以非意图的亮度使其他发光器件发光的现象。此外,可以使发光器件550A、发光器件550B、发光器件550C及发光器件550D分别独立地发光。此外,可以抑制在发光器件之间发生串扰现象。此外,可以扩大显示装置能够显示的色域。此外,可以提高显示装置的清晰度。此外,可以提高显示装置的像素开口率。此外,在显示装置的制造工序中,可以防止膜剥离的现象。此外,在显示装置的制造工序中,例如可以防止层111A或层111B剥离的现象。其结果是,可以提供一种方便性、实用性或可靠性优异的新颖显示装置。

[0132] <显示装置700的结构例子2>

[0133] 此外,在本实施方式中说明的显示装置700包括绝缘膜521、导电膜552及绝缘膜529_3(参照图1C)。此外,显示装置700包括层105、膜529_1及膜529_2。

[0134] <<绝缘膜521的结构例子>>

[0135] 绝缘膜521与导电膜552重叠,将电极551A、电极551B及电极551C夹在绝缘膜521与导电膜552之间。

[0136] <<导电膜552的结构例子>>

[0137] 导电膜552包括电极552A、电极552B及电极552C。此外,导电膜552包括电极552D。

[0138] 例如,可以将导电材料用于导电膜552。具体而言,可以将包含金属、合金或导电化合物的材料的单层或叠层用于导电膜552。注意,在实施方式4中详细地说明可用于导电膜552的结构例子。

[0139] <<层105的结构例子>>

[0140] 层105包括层105A、层105B、层105C及层105D。在层105中可以使用容易从电极552A、电极552B及电极552C注入载流子的材料。例如,在层105中可以使用具有电子注入性的材料。注意,在实施方式4中详细地说明可用于层105的结构例子。

[0141] 在本说明书等中,有时将使用金属掩模或FMM(Fine Metal Mask:高精度金属掩模)制造的器件称为具有MM(Metal Mask:金属掩模)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制造的器件称为具有MML(Metal Mask Less)结构的器件。注意,因为MML结构的器件可以不使用金属掩模制造,所以可以超过起因于金属掩模的对准精度的清晰度的上限。此外,可以不需要金属掩模的制造所需要的设备及金属掩模的洗涤工序。此外,适于大量生产。

[0142] <<膜529_1的结构例子>>

[0143] 膜529_1具有多个开口部,一个开口部与电极551A及电极551B重叠,一个开口部与电极551C重叠,一个开口部与电极551D重叠。此外,膜529_1具有与间隙551BC重叠的开口部及与间隙551CD重叠的开口部。例如,可以将包含金属、金属氧化物、有机材料或无机绝缘材料的膜用作膜529_1。具体而言,可以使用遮光性金属膜。由此,可以遮蔽在加工工序中被照射的光而抑制因该光而发生发光器件的特性被伤害的现象。

[0144] <<膜529_2的结构例子>>

[0145] 膜529_2具有开口部,一个开口部与电极551A及电极551B重叠,一个开口部与电极551C重叠,一个开口部与电极551D重叠。此外,膜529_2与间隙551BC及间隙551CD重叠。

[0146] 膜529_2具有与层104A、层104B、层104C及层104D接触的区域。注意,层104B与层104A连续。

[0147] 膜529_2具有与层112A、层112B、层112C及层112D接触的区域。注意,层112B与层112A连续。

[0148] 膜529_2具有与层111A、层111B、层111C及层111D接触的区域。注意,层111B与层111A连续。

[0149] 膜529_2具有与层113A、层113B、层113C及层113D接触的区域。注意,层113B与层113A连续。

[0150] 此外,膜529_2包括与绝缘膜521接触的区域。例如,可以利用原子层沉积(ALD: Atomic Layer Deposition)法形成膜529_2。由此,可以形成覆盖性良好的膜。具体而言,可以将金属氧化膜等用于膜529_2。例如,可以使用氧化铝。

[0151] <<绝缘膜529_3的结构例子>>

[0152] 绝缘膜529_3夹在导电膜552与绝缘膜521之间。

[0153] 绝缘膜529_3与间隙551AB重叠,绝缘膜529_3与间隙551BC重叠。此外,绝缘膜529_3与间隙551CD重叠。

[0154] 绝缘膜529_3嵌入间隙112BC。此外,绝缘膜529_3嵌入间隙112CD。

[0155] 绝缘膜529_3具有开口部529_3A、开口部529_3B及开口部529_3C。开口部529_3A与电极551A重叠,开口部529_3B与电极551B重叠,开口部529_3C与电极551C重叠。

[0156] 例如,可以使用感光性树脂形成绝缘膜529_3。具体而言,可以使用丙烯酸树脂等。

[0157] 由此,可以使用绝缘膜529_3填充间隙112BC。此外,可以使来源于间隙112BC的水

平差平坦化。此外,可以抑制来源于水平差而在导电膜552中产生切点或裂口的现象。其结果是,可以提供一种方便性、实用性或可靠性优异的新颖显示装置。

[0158] 注意,例如,通过利用光刻法,可以从间隙551CD去除可用于发光器件550D的结构的一部分或全部。

[0159] 具体而言,在第一步骤中,将后面分别成为层104D、层112D、层111D、层113D的第一叠层膜形成在间隙551CD上。

[0160] 在第二步骤中,将后面成为膜529_1的第二膜形成在第一叠层膜上。

[0161] 在第三步骤中,通过光刻法将与间隙551CD重叠的开口部形成在第二膜中。

[0162] 在第四步骤中,作为抗蚀剂使用第二膜来去除第一叠层膜的一部分。例如,利用干蚀刻法从与间隙551CD重叠的区域去除第一叠层膜。具体而言,可以使用包含氧的气体从间隙551CD去除第一叠层膜。由此,在第一叠层膜中形成槽状结构。此外,形成层104D、层112D、层111D及层113D。

[0163] 在第五步骤中,例如,通过原子层沉积法(ALD:Atomic Layer Deposition)将后面成为膜529_2的第三膜形成在第二膜上。

[0164] 在第六步骤中,例如,使用感光性高分子形成绝缘膜529_3。由此,绝缘膜529_3嵌入间隙551CD。此外,将开口部529_3A、开口部529_3B、开口部529_3C及开口部529_3D形成在绝缘膜529_3中。

[0165] 在第七步骤中,通过蚀刻法将与电极551A重叠的开口部、与电极551B重叠的开口部、与电极551C重叠的开口部及与电极551C重叠的开口部形成在第三膜及第二膜中,而形成膜529_2及膜529_1。

[0166] 在第八步骤中,在层113D上形成层105D,在层105D上形成电极552D。

[0167] <显示装置700的结构例子3>

[0168] 在本实施方式中说明的显示装置700包括一组像素703。一组像素703与多个另一组像素邻接(参照图2A、图2B及图3A至图3D)。

[0169] 例如,在一组像素703的行方向(在附图中以箭头R表示的方向)上邻接另一组像素。此外,在一组像素703的列方向(在附图中以箭头C表示的方向)上邻接另一组像素。注意,列方向与行方向交叉。

[0170] 一组像素703包括发光器件550A、发光器件550B、发光器件550C及发光器件550D。

[0171] <<一组像素703的例子1>>

[0172] 如上所说明,发光器件550A包括层112A,发光器件550B包括层112B。并且,层112B与层112A连续。在附图中,由倾斜阴影表示连续的层112B(参照图2A)。换言之,两个发光器件共同使用层112B和与层112B连续的层。由此,在显示装置的制造工序中,可以防止膜剥离的现象。

[0173] 注意,例如可以将发光器件550A用作在列方向上邻接的另一组像素的发光器件。此外,在邻接于发光器件550B的发光器件550C的层112C与层112B之间具有间隙。

[0174] <<一组像素703的例子2>>

[0175] 如上所说明,发光器件550A包括层112A,发光器件550B包括层112B。并且,层112B与层112A连续。在附图中,由倾斜阴影表示连续的层112B(参照图2B)。此外,层112B还与在行方向上邻接的其他发光器件的层连续。换言之,四个发光器件共同使用层112B和与层

112B连续的层。由此,在显示装置的制造工序中,可以防止膜剥离的现象。

[0176] 注意,例如可以将发光器件550A用作在列方向上邻接的另一组像素的发光器件。此外,在邻接于发光器件550B的发光器件550C的层112C与层112B之间具有间隙。

[0177] <<一组像素703的例子3>>

[0178] 如上所说明,发光器件550A包括层112A,发光器件550B包括层112B。并且,层112B与层112A连续。在附图中,由倾斜阴影表示连续的层112B(参照图3A及图3C)。此外,在列方向上排列的三个以上的发光器件还可以包括层112B和与层112B连续的层。换言之,三个以上的发光器件共同使用层112B和与层112B连续的层。由此,在显示装置的制造工序中,可以防止膜剥离的现象。

[0179] 注意,例如可以将发光器件550A用作在列方向上邻接的另一组像素的发光器件。此外,在邻接于发光器件550B的发光器件550C的层112C与层112B之间具有间隙。

[0180] <<一组像素703的例子4>>

[0181] 如上所说明,发光器件550A包括层112A,发光器件550B包括层112B。并且,层112B与层112A连续。在附图中,由倾斜阴影表示连续的层112B(参照图3B及图3D)。此外,在列方向上排列的三个以上的发光器件还可以包括层112B和与层112B连续的层。此外,层112B还与在行方向上邻接的其他发光器件的层连续。换言之,四个以上的发光器件共同使用层112B和与层112B连续的层。由此,在显示装置的制造工序中,可以防止膜剥离的现象。

[0182] 注意,例如可以将发光器件550A用作在列方向上邻接的另一组像素的发光器件。此外,在邻接于发光器件550B的发光器件550C的层112C与层112B之间具有间隙。

[0183] 注意,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。

[0184] (实施方式2)

[0185] 在本实施方式中,参照图4A及图4B说明本发明的一个方式的发光器件550X的结构。

[0186] 图4A是说明本发明的一个方式的发光器件550X的结构的截面图,图4B是说明用于本发明的一个方式的发光器件550X的材料的能级的图。

[0187] 可以将在本实施方式中说明的发光器件550X的结构用于本发明的一个方式的显示装置。此外,可以根据发光器件550X的结构的说明用于发光器件550A。具体而言,可以将用于发光器件550X的结构的符号“X”换称为“A”来对发光器件550A进行说明。此外,同样地,可以将“X”换称为“B”、“C”或“D”来将发光器件550X的结构用于发光器件550B、发光器件550C或发光器件550D。

[0188] <发光器件550X的结构例子>

[0189] 在本实施方式中说明的发光器件550X包括电极551X、电极552X及单元103X。电极552X与电极551X重叠,单元103X夹在电极552X与电极551X之间。

[0190] <单元103X的结构例子>

[0191] 单元103X具有单层结构或叠层结构。例如,单元103X包括层111X、层112X及层113X(参照图4A)。单元103X具有发射光ELX的功能。

[0192] 层111X夹在层113X与层112X之间,层113X夹在电极552X与层111X之间,层112X夹在层111X与电极551X之间。

[0193] 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103X。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103X。

[0194] <<层112X的结构例子>>

[0195] 例如,可以将具有空穴传输性的材料用于层112X。此外,可以将层112X称为空穴传输层。注意,优选将其带隙大于层111X中的发光材料的材料用于层112X。因此,可以抑制从层111X所产生的激子向层112X的能量转移。

[0196] [具有空穴传输性的材料]

[0197] 可以将空穴迁移率为 $1 \times 10^{-6} \text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上的材料适当地用于具有空穴传输性的材料。

[0198] 例如,可以将胺化合物或具有富 π 电子型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。

[0199] 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'-二苯基-N,N'-双(3-甲基苯基)4,4'-二胺联苯(简称:TPD)、N,N'-双(9,9'-螺二[9H-芴]-2-基)-N,N'-二苯基-4,4'-二胺联苯(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]-9,9'-螺二[9H-芴]-2-胺(简称:PCBASF)等。

[0200] 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。

[0201] 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。

[0202] 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。

[0203] <<层113X的结构例子>>

[0204] 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113X。此外,可以将层113X称为电子传输层。注意,优选将其带隙大于层111X中的发光材料的材料用于层113X。因此,可以抑制从层111X所产生的激子向层113X的能量转移。

[0205] [具有电子传输性的材料]

[0206] 例如,可以将如下材料适当地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。

[0207] 例如,可以将金属配合物或具有缺 π 电子型杂芳环骨架的有机化合物用于具有电子传输性的材料。

[0208] 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-苯并噻唑基)苯酚]锌(II)(简称:ZnPBO)、双[2-(2-苯并噻唑基)苯酚]镉(II)(简称:ZnBTZ)等。

[0209] 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。

[0210] 作为具有聚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-噁二唑(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-噁二唑-2-基]苯(简称:OXD-7)、9-[4-(5-苯基-1,3,4-噁二唑-2-基)苯基]-9H-咔唑(简称:CO11)、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。

[0211] 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]噻喔啉(简称:2mDBTPDBq-II)、2-[3'-(二苯并噻吩-4-基)联苯-3-基]二苯并[f,h]噻喔啉(简称:2mDBTBPDq-II)、2-[3'-(9H-咔唑-9-基)联苯-3-基]二苯并[f,h]噻喔啉(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]噻唑啉(简称:4,8mDBtP2Bqn)等。

[0212] 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。

[0213] 作为具有三噻骨架的杂环化合物,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-1,3,5-三噻(简称:mFBPTzn)、2-(联苯-4-基)-4-苯基-6-(9,9'-螺二[9H-芴]-2-基)-1,3,5-三噻(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-1,3,5-三噻(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-1,3,5-三噻(简称:mBnfBPTzn-02)等。

[0214] [具有蒽骨架的材料]

[0215] 可以将具有蒽骨架的有机化合物用于层113X。尤其是,可以适当地使用具有蒽骨架和杂环骨架的双方的有机化合物。

[0216] 例如,可以将具有蒽骨架和含氮五元环骨架的双方的有机化合物用于层113X。此外,可以将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用于层113X。具体而言,可以将吡唑环、咪唑环、恶唑环、噻唑环等适当地用于该杂环骨架。

[0217] 此外,例如,可以将具有蒽骨架和含氮六元环骨架的双方的有机化合物用于层

113X。此外,可以将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用于层113X。具体而言,可以将吡嗪环、吡啶环、哒嗪环等适当地用于该杂环骨架。

[0218] [混合材料的结构例子]

[0219] 此外,可以将混合多种物质的材料用于层113X。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具有电子传输性的物质的混合材料用于层113X。注意,具有电子传输性的材料的HOMO能级更优选为-6.0eV以上。

[0220] 注意,可以与将另行说明的复合材料用于层104X的结构组合而将该混合材料适当地用于层113X。例如,可以将具有电子接收性的物质与具有空穴传输性的材料的复合材料用于层104X。具体而言,可以将具有电子接收性的物质与具有-5.7eV以上且-5.4eV以下的较深HOMO能级HM1的物质的复合材料用于层104X(参照图4B)。通过与将这种复合材料用于层104X的结构组合而将该混合材料用于层113X,可以提高发光器件的可靠性。

[0221] 此外,优选的是,组合将该混合材料用于层113X且将上述复合材料用于层104X的结构及将具有空穴传输性的材料用于层112X的结构。例如,可以将相对于上述较深HOMO能级HM1在-0.2eV以上且0eV以下的范围具有HOMO能级HM2的物质用于层112X(参照图4B)。由此,可以提高发光器件的可靠性。注意,在本说明书等中,有时将上述发光器件称为Recombination-Site Tailoring Injection结构(ReSTI结构)。

[0222] 碱金属、碱金属化合物或碱金属配合物优选以在层113X的厚度方向上有浓度差(包括浓度为0的情况)的方式存在。

[0223] 例如,可以使用具有8-羟基喹啉结构的金属配合物。此外,也可以使用具有8-羟基喹啉结构的金属配合物的甲基取代物(例如,2-甲基取代物或5-甲基取代物)等。

[0224] 作为具有8-羟基喹啉结构的金属配合物,可以使用8-羟基喹啉-锂(简称:Liq)、8-羟基喹啉-钠(简称:Naq)等。尤其是,一价的金属离子的配合物中,优选使用锂配合物,更优选使用Liq。

[0225] <<层111X的结构例子1>>

[0226] 例如,可以将发光材料或者发光材料及主体材料用于层111X。此外,可以将层111X称为发光层。优选在空穴与电子复合的区域中配置层111X。由此,可以高效地将载流子复合所产生的能量转换为光而发射。

[0227] 此外,优选从用于电极等的金属远离的方式配置层111X。因此,可以抑制因用于电极等的金属而发生猝灭现象。

[0228] 此外,优选的是,调节从具有反射性的电极等到层111X的距离,以在对应于发光波长的合适位置配置层111X。由此,通过利用电极等所反射的光与层111X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111X,可以获得微腔结构。

[0229] 例如,可以将荧光物质、磷光物质或呈现热活化延迟荧光(TADF:Thermally Activated Delayed Fluorescence)的物质(也称为TADF材料)用于发光材料。由此,可以将因载流子的复合而产生的能量从发光材料作为光ELX发射(参照图4A)。

[0230] [荧光物质]

[0231] 可以将荧光物质用于层111X。例如,可以将下述荧光物质用于层111X。注意,荧光

物质不局限于此,可以将各种已知的荧光物质用于层111X。

[0232] 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)、花-2,5,8,11-四(叔丁基)花(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-亚苯基二胺)(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。

[0233] 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。

[0234] 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-亚苯基二胺(简称:2DPAPPA)、N,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、N-(9,10-二苯基-2-蒽基)-N,9-二苯基-9H-咔唑-3-胺(简称:2PCAPA)、9,10-双-(联苯-2-基)-2-[N-(9-苯基-咔唑-3-基)-N-苯基-氨基]-蒽(简称:2PCABPhA)、N-(9,10-二苯基-2-蒽基)-N,N',N'-三苯基-1,4-亚苯基二胺(简称:2DPAPA)、9,10-双(2-联苯基)-2-(N,N',N'-三苯基-1,4-亚苯基二胺-N-基)蒽(简称:2DPABPhA)、9,10-双(2-联苯基)-2-[N-(4-(9H)咔唑-9-基)苯基-N-苯基氨基]蒽(简称:2YGABPhA)、N,N,9-三苯基蒽-9-胺(简称:DPhAPhA)、香豆素545T、N,N'-二苯基喹吖啶酮(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。

[0235] 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)茚并[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。

[0236] [磷光物质]

[0237] 可以将磷光物质用于层111X。例如,可以将下述磷光物质用于层111X。注意,磷光

物质不局限于此,可以将各种已知的磷光物质用于层111X。

[0238] 例如,可以将如下材料用于层111X: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。

[0239] [磷光物质(蓝色)]

[0240] 作为具有4H-三唑骨架的有机金属铱配合物等,例如可以使用三{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(triazolato))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。

[0241] 作为具有1H-三唑骨架的有机金属铱配合物等,例如可以使用三[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。

[0242] 作为具有咪唑骨架的有机金属铱配合物等,例如可以使用fac-三[1-(2,6-二异丙基苯基)-2-苯基-1H-咪唑]铱(III)(简称:[Ir(iPrpim)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。

[0243] 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,例如可以使用双[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。

[0244] 上述物质是发射蓝色磷光的化合物,并且是在440nm至520nm具有发光波长的峰的化合物。

[0245] [磷光物质(绿色)]

[0246] 作为具有嘧啶骨架的有机金属铱配合物等,例如可以使用三(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(mpppm)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。

[0247] 作为具有吡嗪骨架的有机金属铱配合物等,例如可以使用(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。

[0248] 作为具有吡啶骨架的有机金属铱配合物等,例如可以使用三(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-κN)苯并呋喃并[2,3-b]吡啶-κC]双[2-(5-d₃-甲基-2-吡啶基-κN²)苯基-κC]铱(III) (简称:[Ir(5mpppy-d₃)₂(mbfpypy-d₃)])、[2-d₃-甲基-(2-吡啶基-κN)苯并呋喃并[2,3-b]吡啶-κC]双[2-(2-吡啶基-κN)苯基-κC]铱(III) (简称:[Ir(ppy)₂(mbfpypy-d₃)])等。

[0249] 作为稀土金属配合物,例如可以举出三(乙酰丙酮根)(单菲咯啉)铽(III) (简称:[Tb(acac)₃(Phen)])等。

[0250] 上述物质主要是发射绿色磷光的化合物,并且在500nm至600nm具有发光波长的峰。另外,具有嘧啶骨架的有机金属铱配合物具有特别良好的可靠性或发光效率。

[0251] [磷光物质(红色)]

[0252] 作为具有嘧啶骨架的有机金属铱配合物等,例如可以使用(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。

[0253] 作为具有吡嗪骨架的有机金属铱配合物等,例如可以使用(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。

[0254] 作为具有吡啶骨架的有机金属铱配合物等,例如可以使用三(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。

[0255] 作为稀土金属配合物等,例如可以使用三(1,3-二苯基-1,3-丙二酮根)(单菲咯啉)铕(III) (简称:[Eu(DBM)₃(Phen)])、三[1-(2-噻吩甲酰基)-3,3,3-三氟丙酮根](单菲咯啉)铕(III) (简称:[Eu(TTA)₃(Phen)])等。

[0256] 作为铂配合物等,例如可以使用2,3,7,8,12,13,17,18-八乙基-21H,23H-卟啉铂(II) (简称:PtOEP)等。

[0257] 上述物质是发射红色磷光的化合物,并且在600nm至700nm具有发光峰。另外,具有吡嗪骨架的有机金属铱配合物可以获得红色发光,其具有能够适当地用于显示装置的色度。

[0258] [呈现热活化延迟荧光(TADF)的物质]

[0259] 可以将TADF材料用于层111X。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。

[0260] 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,可以使用各种已知的TADF材料。

[0261] 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通过反系间窜跃转换(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为发光。

[0262] 以两种物质形成激发态的激基复合物(Exciplex)由于S1能级和T1能级之差极小

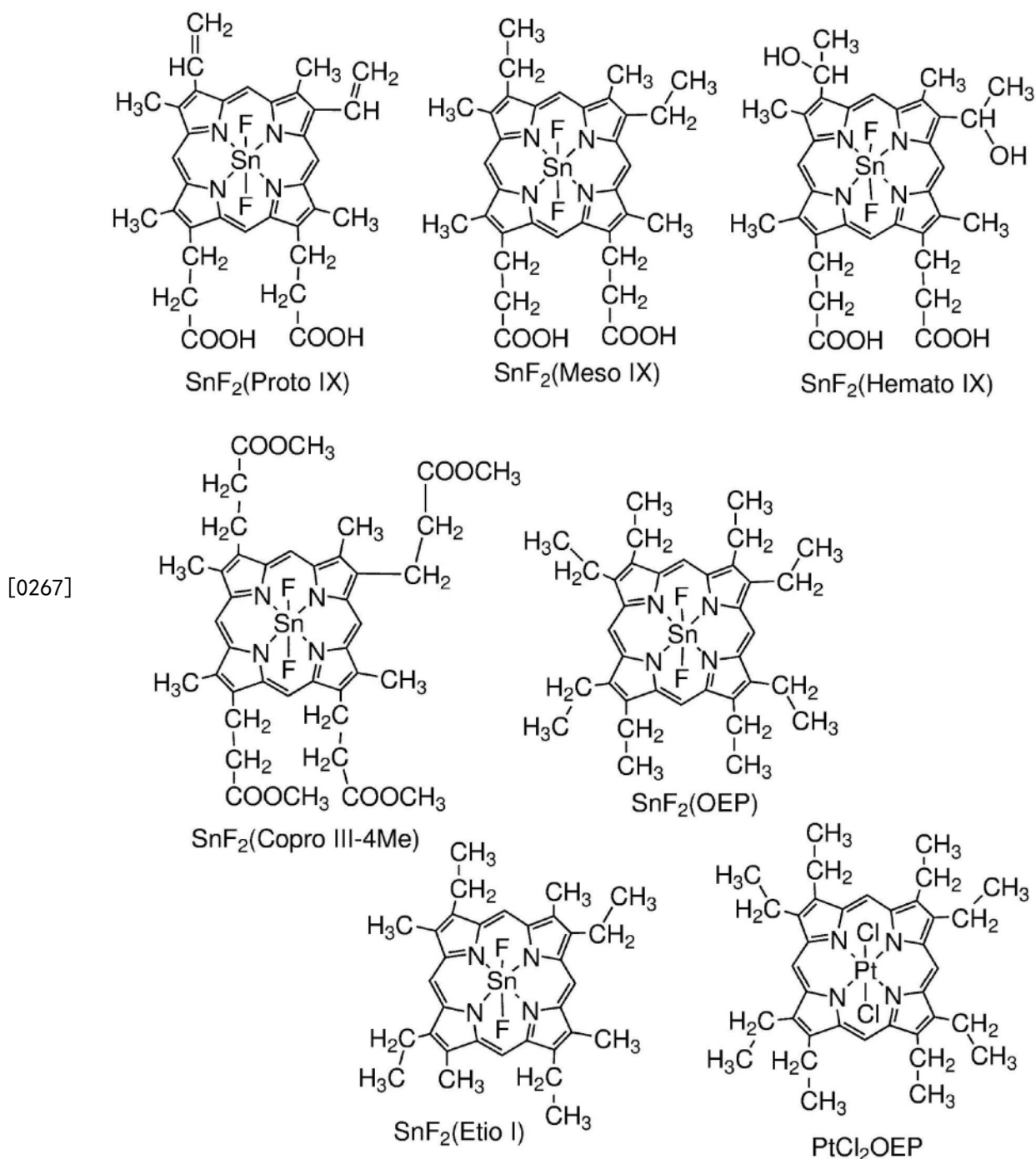
而具有能够将三重激发能转换为单重激发能的TADF材料的功能。

[0263] 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能级与T1能级之差为0.3eV以下,更优选为0.2eV以下。

[0264] 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。

[0265] 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。

[0266] [化学式1]

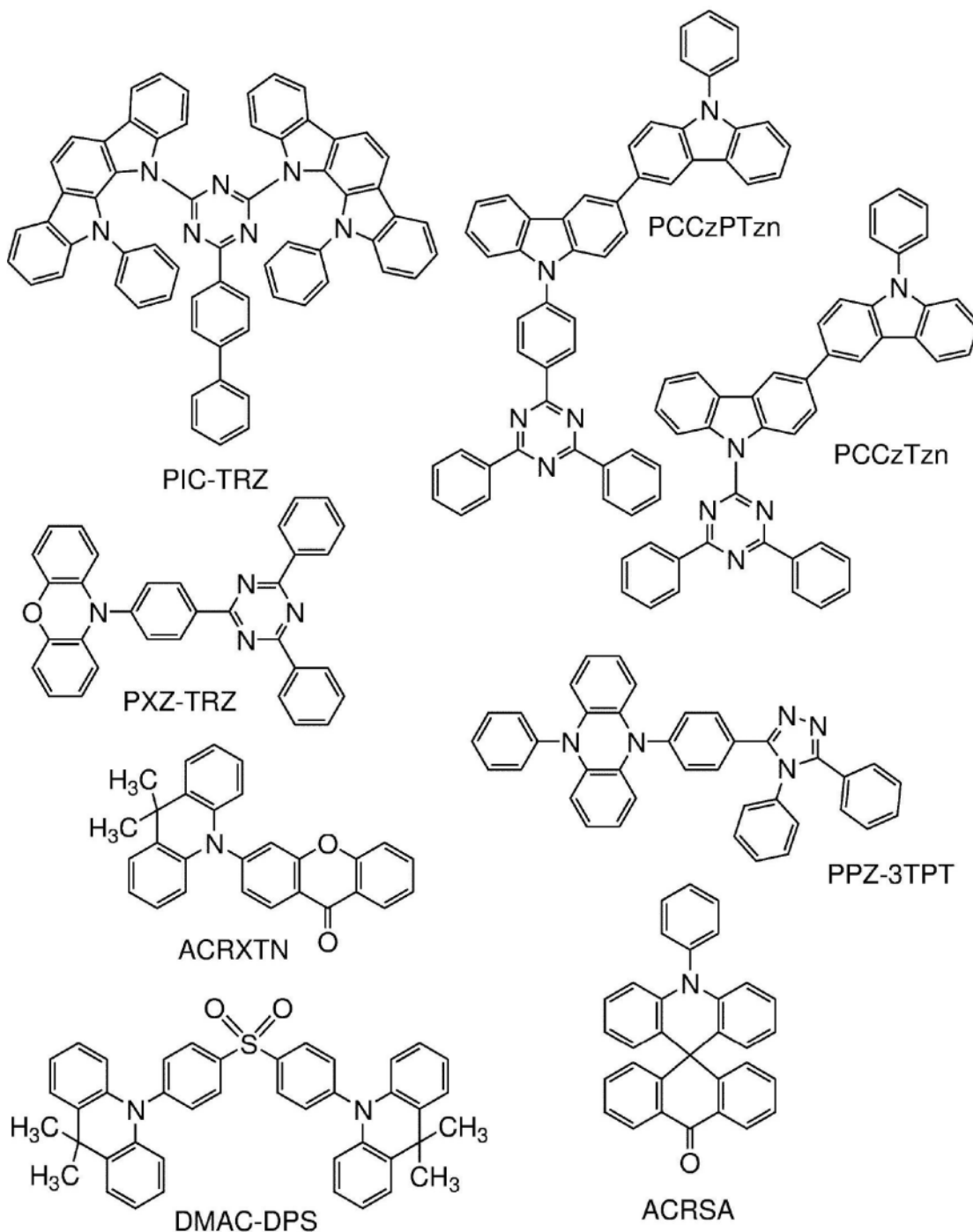


[0268] 此外,例如可以将具有富 π 电子型杂芳环和缺 π 电子型杂芳环的一方或双方的杂环化合物用于TADF材料。

[0269] 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-苯基吡啶并[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'-联吡啶(简称:PCCzTzn)、2-{4-[3-(N-苯基-9H-吡啶-3-基)-9H-吡啶-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]硫砷(简称:DMAC-DPS)、

10-苯基-10H,10'H-螺[吡啶-9,9'-蒽]-10'-酮(简称:ACRSA)等。

[0270] [化学式2]



[0272] 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 电子型杂芳环的骨架中,吡啶骨架、二噻吩骨架(噻吩骨架、吡噻吩骨架、呋噻吩骨架)及三噻吩骨架稳定且可靠性良好,所以是优选的。尤其是,苯并呋喃并吡啶骨架、苯并噻吩并吡啶骨架、苯并呋喃并吡噻吩骨架、苯并噻吩并吡噻吩骨架的电子接收性高且可靠性良好,所以是优选的。

[0273] 此外,在具有富 π 电子型杂芳环的骨架中,吡啶骨架、吩恶噻吩骨架、吩噻吩骨架、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、咪唑骨架、吡唑并咪唑骨架、联咪唑骨架、3-(9-苯基-9H-咪唑-3-基)-9H-咪唑骨架。

[0274] 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 电子型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、吩嗪骨架等。

[0275] 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、噁二唑骨架、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。

[0276] 如此,可以使用缺 π 电子骨架及富 π 电子骨架代替缺 π 电子型杂芳环和富 π 电子型杂芳环中的至少一个。

[0277] <<层111X的结构例子2>>

[0278] 可以将具有载流子传输性的材料用作主体材料。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:Thermally Activated Delayed Fluorescence)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111X中的发光材料的材料用于主体材料。因此,可以抑制层111X所产生的从激子到主体材料的能量转移。

[0279] [具有空穴传输性的材料]

[0280] 可以将空穴迁移率为 $1 \times 10^{-6} \text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上的材料适当地用于具有空穴传输性的材料。例如,可以将可用于层112X的具有空穴传输性的材料用于层111X。

[0281] [具有电子传输性的材料]

[0282] 可以将金属配合物或具有缺 π 电子型杂芳环骨架的有机化合物用于具有电子传输性的材料。例如,可以将可用于层113X的具有电子传输性的材料用于层111X。

[0283] [具有蒽骨架的材料]

[0284] 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。

[0285] 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,在主体材料具有咪唑骨架时,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咪唑骨架的情况下,其HOMO能级比咪唑浅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,从上述空穴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咪唑骨架。

[0286] 因此,作为主体材料优选使用具有9,10-二苯基蒽骨架和咪唑骨架的物质、具有9,10-二苯基蒽骨架和苯并咪唑骨架的物质、具有9,10-二苯基蒽骨架和二苯并咪唑骨架的物质。

[0287] 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。

[0288] 尤其是,CzPA、cgDBCzPA、2mBnfPPA、PCzPA呈现非常良好的特性。

[0289] [呈现热活化延迟荧光(TADF)的物质]

[0290] 可以将TADF材料用作主体材料。在将TADF材料用作主体材料时,可以通过反系间窜跃将在TADF材料中生成的三重态激发能转换为单重态激发能。此外,可以将激发能转移到发光物质。换言之,TADF材料被用作能量供体,发光物质被用作能量受体。由此,可以提高发光器件的发光效率。

[0291] 当上述发光物质为荧光物质时这是非常有效的。此外,此时,为了得到高发光效率,TADF材料的S1能级优选比荧光物质的S1能级高。此外,TADF材料的T1能级优选比荧光物质的S1能级高。因此,TADF材料的T1能级优选比荧光物质的T1能级高。

[0292] 此外,优选使用呈现与荧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,激发能顺利地由TADF材料转移到荧光物质,可以高效地得到发光,所以是优选的。

[0293] 为了高效地从三重激发能通过反系间窜跃生成单重激发能,优选在TADF材料中产生载流子的复合。此外,优选的是在TADF材料中生成的三重激发能不转移到荧光物质的三重激发能。为此,荧光物质优选在荧光物质所具有的发光体(成为发光的原因的骨架)的周围具有保护基。作为该保护基,优选为不具有 π 键的取代基,优选为饱和烃,具体而言,可以举出碳原子数为3以上且10以下的烷基、取代或未取代的碳原子数为3以上且10以下的环烷基、碳原子数为3以上且10以下的三烷基硅基,更优选具有多个保护基。不具有 π 键的取代基由于几乎没有传输载流子的功能,所以对载流子传输或载流子复合几乎没有影响,可以使TADF材料与荧光物质的发光体彼此远离。

[0294] 在此,发光体是指在荧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,优选具有芳香环,并优选具有稠合芳香环或稠合杂芳环。

[0295] 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、蒾骨架、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物质具有高荧光量子产率,所以是优选的。

[0296] 例如,可以将可用于发光材料的TADF材料用于主体材料。

[0297] [混合材料的结构例子1]

[0298] 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。混合的材料中的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111X的载流子传输性。此外,可以更简便地进行复合区域的控制。

[0299] [混合材料的结构例子2]

[0300] 可以将混合磷光物质的材料用于主体材料。磷光物质在作为发光物质使用荧光物质时可以被用作对荧光物质供应激发能的能量供体。

[0301] [混合材料的结构例子3]

[0302] 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,从而可以提高发光效率。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。

[0303] 可以将磷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。

[0304] 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(CV)测量法测量还原电位及氧化电位。

[0305] 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。

[0306] 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。

[0307] (实施方式3)

[0308] 在本实施方式中,参照图4A及图4B说明本发明的一个方式的发光器件550X的结构。

[0309] 可以将在本实施方式中说明的发光器件550X的结构用于本发明的一个方式的显示装置。此外,可以将根据发光器件550X的结构的说明用于发光器件550A。具体而言,可以将用于发光器件550X的结构的符号“X”换称为“A”来对发光器件550A进行说明。此外,同样地,可以将“X”换称为“B”、“C”或“D”来将发光器件550X的结构用于发光器件550B、发光器件550C或发光器件550D。

[0310] <发光器件550X的结构例子>

[0311] 在本实施方式中说明的发光器件550X包括电极551X、电极552X、单元103X及层104X。电极552X与电极551X重叠,单元103X夹在电极551X与电极552X之间。此外,层104X夹

在电极551X与单元103X之间。注意,例如,可以将在实施方式2中说明的结构用于单元103X。

[0312] <电极551X的结构例子>

[0313] 例如,可以将导电材料用于电极551X。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551X。

[0314] 例如,可以将高效地反射光的膜用于电极551X。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551X。

[0315] 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551X。由此,可以使发光器件550X具有微腔结构。此外,与其他的光相比可以更高效地取出规定波长的光。此外,可以取出光谱的半宽窄的光。此外,可以取出鲜明的颜色的光。

[0316] 此外,例如可以将对可见光具有透光性的膜用于电极551X。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的单层或叠层用于电极551X。

[0317] 尤其是,优选将具有4.0eV以上的功函数的材料用于电极551X。

[0318] 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。

[0319] 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。

[0320] 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。

[0321] <<层104X的结构例子1>>

[0322] 例如,可以将具有空穴注入性的材料用于层104X。此外,可以将层104X称为空穴注入层。

[0323] 例如,可以将在电场强度[V/cm]的平方根为600时空穴迁移率为 $1 \times 10^{-3} \text{cm}^2/\text{Vs}$ 以下的材料用于层104X。此外,可以将具有 $1 \times 10^4 \Omega \cdot \text{cm}$ 以上且 $1 \times 10^7 \Omega \cdot \text{cm}$ 以下的电阻率的膜用于层104X。此外,层104X优选具有 $5 \times 10^4 \Omega \cdot \text{cm}$ 以上且 $1 \times 10^7 \Omega \cdot \text{cm}$ 以下的电阻率,更优选具有 $1 \times 10^5 \Omega \cdot \text{cm}$ 以上且 $1 \times 10^7 \Omega \cdot \text{cm}$ 以下的电阻率。

[0324] <<层104X的结构例子2>>

[0325] 具体而言,可以将具有电子接收性的物质用于层104X。此外,可以将包含多种物质的复合材料用于层104X。由此,例如可以容易从电极551X注入空穴。此外,可以降低发光器件550X的驱动电压。

[0326] [具有电子接收性的物质]

[0327] 可以将有机化合物及无机化合物用于具有电子接收性的物质。具有电子接收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。

[0328] 例如,可以将具有吸电子基团(卤基或氰基)的化合物用于具有电子接收性的物质。此外,具有电子接收性的有机化合物可以利用蒸镀容易地沉积。因此,可以提高发光器件550X的生产率。

[0329] 具体而言,可以使用7,7,8,8-四氰基-2,3,5,6-四氟醌二甲烷(简称:F4-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。

[0330] 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。

[0331] 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。

[0332] 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。

[0333] 此外, 可以将钼氧化物或钒氧化物、钽氧化物、钨氧化物、锰氧化物等的过渡金属氧化物用于具有电子接收性的物质。

[0334] 此外, 可以使用酞菁类化合物如酞菁(简称: H_2Pc)等; 酞菁类配合物化合物如铜酞菁(简称: $CuPc$)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-4,4'-二氨基联苯(简称: DNTPD)等。

[0335] 此外, 可以使用聚(3,4-乙烯二氧噻吩)/聚(苯乙烯磺酸)(简称: PEDOT/PSS)等高分子等。

[0336] [复合材料的结构例子1]

[0337] 此外, 例如, 可以将包含具有电子接收性的物质及具有空穴传输性的材料的复合材料用于层104X。由此, 除了功函数较大的材料以外, 还可以将功函数较小的材料用于电极551X。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551X的材料。

[0338] 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。例如, 可以将可用于层112X的具有空穴传输性的材料用作复合材料。

[0339] 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-5.4eV以下。由此, 可以容易将空穴注入到单元103X。此外, 可以容易将空穴注入到层112X。此外, 可以提高发光器件550X的可靠性。

[0340] 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-4,4'-二氨基联苯(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。

[0341] 作为咪唑衍生物, 例如可以使用3-[N-(9-苯基咪唑-3-基)-N-苯基氨基]-9-苯基咪唑(简称: PCzPCA1)、3,6-双[N-(9-苯基咪唑-3-基)-N-苯基氨基]-9-苯基咪唑(简称: PCzPCA2)、3-[N-(1-萘基)-N-(9-苯基咪唑-3-基)氨基]-9-苯基咪唑(简称: PCzPCN1)、4,4'-二(N-咪唑基)联苯(简称: CBP)、1,3,5-三[4-(N-咪唑基)苯基]苯(简称: TCPB)、9-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-9H-咪唑(简称: CzPA)、1,4-双[4-(N-咪唑基)苯基]-2,3,5,6-四苯基苯等。

[0342] 作为芳烃, 例如可以使用2-叔丁基-9,10-二(2-萘基)蒽(简称: t-BuDNA)、2-叔丁基-9,10-二(1-萘基)蒽、9,10-双(3,5-二苯基苯基)蒽(简称: DPPA)、2-叔丁基-9,10-双(4-

苯基苯基) 蒽 (简称: t-BuDBA)、9,10-二(2-萘基) 蒽 (简称: DNA)、9,10-二苯基蒽 (简称: DPAnth)、2-叔丁基蒽 (简称: t-BuAnth)、9,10-双(4-甲基-1-萘基) 蒽 (简称: DMNA)、2-叔丁基-9,10-双[2-(1-萘基) 苯基] 蒽、9,10-双[2-(1-萘基) 苯基] 蒽、2,3,6,7-四甲基-9,10-二(1-萘基) 蒽、2,3,6,7-四甲基-9,10-二(2-萘基) 蒽、9,9'-联蒽、10,10'-二苯基-9,9'-联蒽、10,10'-双(2-苯基苯基)-9,9'-联蒽、10,10'-双[(2,3,4,5,6-五苯基) 苯基]-9,9'-联蒽、蒽、并四苯、红荧烯、花、2,5,8,11-四(叔丁基) 花、并五苯、晕苯等。

[0343] 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] 蒽 (简称: DPVPA) 等。

[0344] 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。

[0345] 此外,例如可以将具有咔唑骨架、二苯并呋喃骨架、二苯并噻吩骨架及蒽骨架中的任意个的物质适合用于复合材料的具有空穴传输性的材料。此外,可以使用如下物质,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550X的可靠性。

[0346] 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'-(咔唑-9-基) 联苯-4-基] 三苯基胺 (简称: YGTBi1BP)、4'-[4-(3-苯基-9H-咔唑-9-基) 苯基] 三(1,1'-联苯-4-基) 胺 (简称: YGTBi1BP-02)、4-[4'-(咔唑-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-咔唑-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(联苯-4-

基)-9,9'-螺二[9H-芴]-4-胺(简称:BBASF(4))、N-(联苯-2-基)-N-(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)-9,9'-螺二[9H-芴]-4-胺(简称:oFBiSF)、N-(4-联苯)-N-(9,9-二甲基-9H-芴-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-苯基芴-9-基)三苯基胺(简称:BPAFLP)、4-苯基-3'-(9-苯基芴-9-基)三苯基胺(简称:mBPAFLP)、4-苯基-4'-[4-(9-苯基芴-9-基)苯基]三苯基胺(简称:BPAFLBi)、4-苯基-4'-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯基胺(简称:PCBA1BP)、4,4'-二苯基-4'-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯基胺(简称:PCBBi1BP)、4-(1-萘基)-4'-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯基胺(简称:PCBANB)、4,4'-二(1-萘基)-4'-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯基胺(简称:PCBNBB)、N-苯基-N-[4-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)苯基]-9,9'-螺二[9H-芴]-2-胺(简称:PCBASf)、N-(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)、N,N-双(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)-9,9'-螺二-9H-芴-4-胺、N,N-双(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)-9,9'-螺二-9H-芴-3-胺、N,N-双(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)-9,9'-螺二-9H-芴-2-胺、N,N-双(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)-9,9'-螺二-9H-芴-1-胺等。

[0347] [复合材料的结构例子2]

[0348] 例如,可以将包含具有电子接收性的物质、具有空穴传输性的材料及碱金属的氟化物或碱土金属的氟化物的复合材料用作具有空穴注入性的材料。尤其是,可以适合使用氟原子的原子比率为20%以上的复合材料。因此,可以降低层104X的折射率。此外,可以在发光器件550X内部形成折射率低的层。此外,可以提高发光器件550X的外部量子效率。

[0349] 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。

[0350] (实施方式4)

[0351] 在本实施方式中,参照图4A及图4B说明本发明的一个方式的发光器件550X的结构。

[0352] 可以将在本实施方式中说明的发光器件550X的结构用于本发明的一个方式的显示装置。此外,可以根据发光器件550X的结构的说明用于发光器件550A。具体而言,可以将用于发光器件550X的结构的符号“X”换称为“A”来对发光器件550A进行说明。此外,同样地,可以将“X”换称为“B”、“C”或“D”来将发光器件550X的结构用于发光器件550B、发光器件550C或发光器件550D。

[0353] <发光器件550X的结构例子>

[0354] 在本实施方式中说明的发光器件550X包括电极551X、电极552X、单元103X及层105X。电极552X具有与电极551X重叠的区域,单元103X具有夹在电极551X与电极552X之间的区域。此外,层105X具有夹在单元103X与电极552X之间的区域。注意,例如,可以将实施方式2中说明的结构用于单元103X。

[0355] <电极552X的结构例子>

[0356] 例如,可以将导电材料用于电极552X。具体而言,可以将包含金属、合金或导电化合物的材料的单层或叠层用于电极552X。

[0357] 例如,可以将实施方式3中说明的可以用于电极551X的材料用于电极552X。尤其是,优选将与电极551X相比低功函数的材料用于电极552X。具体而言,可以使用具有3.8eV以下的功函数的材料。

[0358] 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552X。

[0359] 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(例如镁与银的合金或铝与锂的合金)用于电极552X。

[0360] <<层105X的结构例子>>

[0361] 例如,可以将具有电子注入性的材料用于层105X。此外,可以将层105X称为电子注入层。

[0362] 具体而言,可以将具有电子供给性的物质用于层105X。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105X。或者,可以将电子化合物用于层105X。由此,例如可以从电极552X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552X。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552X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552X。此外,可以降低发光器件550X的驱动电压。

[0363] [具有电子供给性的物质]

[0364] 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。

[0365] 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。

[0366] 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。

[0367] [复合材料的结构例子1]

[0368] 此外,可以将复合多种物质的材料用于具有电子注入性的材料。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。

[0369] [具有电子传输性的材料]

[0370] 例如,可以将如下材料适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。由此,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。

[0371] 可以将金属配合物或具有缺 π 电子芳杂环骨架的有机化合物用于具有电子传输性的材料。例如,可以将可用于层113X的具有电子传输性的材料用于层105X。

[0372] [复合材料的结构例子2]

[0373] 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105X的折射率。此外,可以提高发光器件550X的外部量子效率。

[0374] [复合材料的结构例子3]

[0375] 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105X。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。

[0376] 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552X注入到层105X的情况下,可以降低两者之间存在的势垒。

[0377] 此外,可以在层105X中使用一种复合材料,其中通过电子自旋共振(ESR:Electron spin resonance)测量的层105X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。

[0378] [具有非共用电子对的有机化合物]

[0379] 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 π 电子芳杂环的化合物。具体而言,可以使用具有吡啶环、二噻环(噻啶环、吡噻环、哒噻环)以及三噻环中的至少一个的化合物。由此,可以降低发光器件550X的驱动电压。

[0380] 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CV(循环伏安法)、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及LUMO能级。

[0381] 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)、二噻喔啉并[2,3-a:2',3'-c]吩噻(简称:HATNA)、2,4,6-三[3'-(吡啶-3-基)联苯基-3-基]-1,3,5-三噻(简称:TmPPPyTz)、2,2'-(1,3-亚苯基)双[(9-苯基-1,10-菲罗啉)](简称:mPPhen2P)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。

[0382] 此外,例如,作为具有非共用电子对的有机化合物,可以使用铜酞菁。铜酞菁的电子数为奇数。

[0383] [第一金属]

[0384] 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105X。

[0385] 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,适合用于真空蒸镀。尤其是,Ag的熔点低,因此这是优选的。此外,通过将与水或氧之间的反应性低的金属用于第一金属,可以提高发光器件550X的抗湿性。

[0386] 通过将Ag用于电极552X及层105X,可以提高层105X与电极552X的贴紧性。

[0387] 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105X。例如,第8族金属的铁(Fe)属于元素周期表中的偶数族。

[0388] [电子化合物]

[0389] 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。

[0390] 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。

[0391] (实施方式5)

[0392] 在本实施方式中,参照图5A说明本发明的一个方式的发光器件550X的结构。

[0393] 图5A是说明本发明的一个方式的发光器件的结构的一个截面图。

[0394] 可以将在本实施方式中说明的发光器件550X的结构用于本发明的一个方式的显示装置。此外,可以根据发光器件550X的结构的说明用于发光器件550A。具体而言,可以将用于发光器件550X的结构的符号“X”换称为“A”来对发光器件550A进行说明。此外,同样地,可以将“X”换称为“B”、“C”或“D”来将发光器件550X的结构用于发光器件550B、发光器件550C或发光器件550D。

[0395] <发光器件550X的结构例子>

[0396] 此外,在本实施方式中说明的发光器件550X包括电极551X、电极552X、单元103X及中间层106X(参照图5A)。电极552X具有与电极551X重叠的区域,单元103X具有夹在电极551X与电极552X之间的区域。中间层106X具有夹在电极552X与单元103X之间的区域。

[0397] <<中间层106X的结构例子1>>

[0398] 中间层106X具有通过施加电压向阳极一侧供应电子并向阴极一侧供应空穴的功能。此外,可以将中间层106X称为电荷产生层。

[0399] 例如,可以将实施方式3中说明的可用于层104X的具有空穴注入性的材料用于中间层106X。具体而言,可以将复合材料用于中间层106X。

[0400] 例如可以将层叠有包含该复合材料的膜及包含具有空穴传输性的材料的膜的叠层膜用于中间层106X。注意,包含具有空穴传输性的材料的膜被夹在包含该复合材料的膜与阴极之间。

[0401] <<中间层106X的结构例子2>>

[0402] 可以将层叠层106X1及层106X2的叠层膜用于中间层106X。层106X1包括被夹在单元103X与电极552X之间的区域,层106X2包括被夹在单元103X与层106X1之间的区域。

[0403] <<层106X1的结构例子>>

[0404] 例如,可以将可用于在实施方式3中说明的层104X的具有空穴注入性的材料用于层106X1。具体而言,可以将复合材料用于层106X1。此外,可以将具有 $1 \times 10^4 \Omega \cdot \text{cm}$ 以上且 $1 \times 10^7 \Omega \cdot \text{cm}$ 以下的电阻率的膜用于层106X1。层106X1优选具有 $5 \times 10^4 \Omega \cdot \text{cm}$ 以上且 $1 \times 10^7 \Omega \cdot \text{cm}$ 以下的电阻率,更优选具有 $1 \times 10^5 \Omega \cdot \text{cm}$ 以上且 $1 \times 10^7 \Omega \cdot \text{cm}$ 以下的电阻率。

[0405] <<层106X2的结构例子>>

[0406] 例如,可以将可用于在实施方式4中说明的层105X的材料用于层106X2。

[0407] <<中间层106X的结构例子3>>

[0408] 可以将层叠层106X1、层106X2及中间层106X3的叠层膜用于中间层106X。中间层106X3包括被夹在层106X1与层106X2之间的区域。

[0409] <<层106X3的结构例子>>

[0410] 例如,可以将具有电子传输性的材料用于层106X3。此外,可以将层106X3称为电子继电层。通过使用层106X3,可以使接触于层106X3的阳极一侧的层远离接触于层106X3的阴极一侧的层。此外,可以减轻接触于层106X3的阳极一侧的层和接触于层106X3的阴极一侧的层之间的相互作用。由此,可以向接触于层106X3的阳极一侧的层顺利地供应电子。

[0411] 可以将如下物质适合用于层106X3,即其LUMO能级位于层106X1中的具有电子接收

性的物质的LUMO能级与层106X2中的物质的LUMO能级间的物质。

[0412] 例如,可以将如下物质用于层106X3,即在-5.0eV以上,优选在-5.0eV以上且-3.0eV以下的范围内具有LUMO能级的材料。

[0413] 具体而言,可以将酞菁类材料用于层106X3。例如,可以将铜酞菁(简称:CuPc)或具有金属-氧键合和芳香配体的金属配合物用于层106X3。

[0414] 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。

[0415] (实施方式6)

[0416] 在本实施方式中,参照图5B说明本发明的一个方式的发光器件550X的结构。

[0417] 图5B是说明本发明的一个方式的发光器件的结构的截面图,其具有与图5A所示的结构不同的结构。

[0418] 可以将在本实施方式中说明的发光器件550X的结构用于本发明的一个方式的显示装置。此外,可以根据发光器件550X的结构的说明用于发光器件550A。具体而言,可以将用于发光器件550X的结构的符号“X”换称为“A”来对发光器件550A进行说明。此外,同样地,可以将“X”换称为“B”、“C”或“D”来将发光器件550X的结构用于发光器件550B、发光器件550C或发光器件550D。

[0419] <发光器件550X的结构例子>

[0420] 在本实施方式中说明的发光器件550X包括电极551X、电极552X、单元103X、中间层106X及单元103X2(参照图5B)。

[0421] 单元103X夹在电极552X与电极551X之间,中间层106X夹在电极552X与单元103X之间。

[0422] 单元103X2夹在电极552X与中间层106X之间。注意,单元103X2具有发射光ELX2的功能。

[0423] 换言之,发光器件550X包括在电极551X与电极552X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。有时将包括位于电极551X与电极552X之间且被层叠的多个单元及位于多个单元之间的中间层106X的结构称为叠层型发光器件或串联型发光器件。

[0424] 因此,能够在将电流密度保持为低的同时获得高亮度发光。此外,可以提高可靠性。此外,可以降低在以同一亮度进行比较时的驱动电压。此外,可以抑制功耗。

[0425] <<单元103X2的结构例子1>>

[0426] 单元103X2包括层111X2,层112X2及层113X2。层111X2夹在层112X2与层113X2之间。

[0427] 此外,可以将可用于单元103X的结构用于单元103X2。例如,可以将与单元103X相同的结构用于单元103X2。

[0428] <<单元103X2的结构例子2>>

[0429] 可以将与单元103X不同的结构用于单元103X2。例如,可以将发射与单元103X的发光颜色的色相不同的光的结构用于单元103X2。

[0430] 具体而言,可以层叠发射红色光及绿色光的单元103X以及发射蓝色光的单元103X2而使用。由此,可以提供一种发射所希望的颜色的光的发光器件。例如可以提供一种发射白色光的发光器件。

[0431] <<中间层106X的结构例子>>

[0432] 中间层106X具有向单元103X和单元103X2中的一个供应电子并向其中另一个供应空穴的功能。例如,可以使用在实施方式5中说明的中间层106X。

[0433] <发光器件550X的制造方法>

[0434] 例如,可以通过干法、湿法、蒸镀法、液滴喷射法、涂敷法或印刷法等形成电极551X、电极552X、单元103X、中间层106X及单元103X2的各层。此外,可以通过不同方法形成各构成要素。

[0435] 具体而言,可以使用真空蒸镀装置、喷墨装置、旋涂机等涂敷装置、凹版印刷装置、胶版印刷装置、丝网印刷装置等制造发光器件550X。

[0436] 电极例如可以通过利用金属材料的膏剂的湿法或溶胶-凝胶法形成。此外,可以使用相对于氧化铟添加有1wt%以上且20wt%以下的氧化锌的靶材通过溅射法形成氧化铟-氧化锌膜。此外,可以使用相对于氧化铟添加有0.5wt%以上且5wt%以下的氧化钨和0.1wt%以上且1wt%以下的氧化锌的靶材通过溅射法形成包含氧化钨及氧化锌的氧化铟(IWZO)膜。

[0437] 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。

[0438] (实施方式7)

[0439] 在本实施方式中,参照图6至图7说明本发明的一个方式的装置的结构。

[0440] 图6是说明本发明的一个方式的装置结构的图。图6A是本发明的一个方式的装置的俯视图,图6B是说明图6A的一部分的俯视图。图6C是图6A所示的截断线X1-X2、截断线X3-X4及一组像素703(i, j)的截面图。

[0441] 图7是说明本发明的一个方式的装置的结构电路图。

[0442] 注意,在本说明书中,有时将取1以上的整数的值的变数用于符号。例如,有时将包含取1以上的整数的值的变数p的(p)用于指定最大为p个构成要素中的任一个的符号的一部分。另外,例如,有时将包含取1以上的整数的值的变数m及变数n的(m, n)用于指定最大为 $m \times n$ 个构成要素中的任一个的符号的一部分。

[0443] <显示装置700的结构例子1>

[0444] 本发明的一个方式的显示装置700具有区域731(参照图6A)。区域731具有一组像素703(i, j)。

[0445] <<一组像素703(i, j)的结构例子1>>

[0446] 一组像素703(i, j)包括像素702B(i, j)、像素702C(i, j)及像素702D(i, j)(参照图6B及图6C)。

[0447] 像素702B(i, j)包括像素电路530B(i, j)及发光器件550B。发光器件550B与像素电路530B(i, j)电连接。

[0448] 例如,可以将实施方式2至实施方式6中说明的发光器件用作发光器件550B。

[0449] 此外,像素702C(i, j)包括像素电路530B(i, j)及发光器件550B,发光器件550B与像素电路530C(i, j)电连接。同样地,像素702D(i, j)包括发光器件550D。

[0450] 注意,显示装置700包括发光器件550A,发光器件550A与发光器件550B邻接(参照图6B)。此外,例如,可以将实施方式1中说明的显示装置700的结构用于发光器件550A、发光器件550B、发光器件550C及发光器件550D。

[0451] <显示装置700的结构例子2>

[0452] 此外,本发明的一个方式的显示装置700包括功能层540及功能层520(参照图6C)。功能层540与功能层520重叠。

[0453] 功能层540包括发光器件550B。

[0454] 功能层520包括像素电路530B(i, j)及布线(参照图6C)。像素电路530B(i, j)与布线电连接。例如,可以将设在功能层520的开口部591B的导电膜用作布线,该布线使端子519B与像素电路530B(i, j)电连接。导电材料CP使端子519B与柔性印刷电路板FPC1电连接。此外,例如,可以将设在功能层520的开口部591C的导电膜用作布线。

[0455] <显示装置700的结构例子3>

[0456] 此外,本发明的一个方式的显示装置700包括驱动电路GD及驱动电路SD(参照图6A)。

[0457] <<驱动电路GD的结构例子>>

[0458] 驱动电路GD供应第一选择信号及第二选择信号。

[0459] <<驱动电路SD的结构例子>>

[0460] 驱动电路SD供应第一控制信号及第二控制信号。

[0461] <<布线的结构例子1>>

[0462] 布线包括导电膜G1(i)、导电膜G2(i)、导电膜S1(j)、导电膜S2(j)、导电膜AN0、导电膜VCOM2及导电膜V0(参照图7)。

[0463] 导电膜G1(i)被供应第一选择信号,导电膜G2(i)被供应第二选择信号。

[0464] 导电膜S1(j)被供应第一控制信号,导电膜S2(j)被供应第二控制信号。

[0465] <<像素电路530B(i, j)的结构例子1>>

[0466] 像素电路530B(i, j)与导电膜G1(i)及导电膜S1(j)电连接。导电膜G1(i)供应第一选择信号,导电膜S1(j)供应第一控制信号。

[0467] 像素电路530B(i, j)根据第一选择信号及第一控制信号驱动发光器件550B。另外,发光器件550B发射光。

[0468] 发光器件550B的一个电极与像素电路530B(i, j)电连接,另一个电极与导电膜VCOM2电连接。

[0469] <<像素电路530B(i, j)的结构例子2>>

[0470] 像素电路530B(i, j)包括开关SW21、开关SW22、晶体管M21、电容C21及节点N21。

[0471] 晶体管M21包括与节点N21电连接的栅电极、与发光器件550B电连接的第一电极以及与导电膜AN0电连接的第二电极。

[0472] 开关SW21包括与节点N21电连接的第一端子、与导电膜S1(j)电连接的第二端子及具有根据导电膜G1(i)的电位控制导通状态或非导通状态的功能的栅电极。

[0473] 开关SW22包括与导电膜S2(j)电连接的第一端子及具有根据导电膜G2(i)的电位控制导通状态或非导通状态的功能的栅电极。

[0474] 电容C21包括与节点N21电连接的导电膜以及与开关SW22的第二电极电连接的导电膜。

[0475] 由此,可以将图像信号储存在节点N21中。另外,可以使用开关SW22改变节点N21的电位。另外,可以使用节点N21的电位控制发光器件550B所发射的光的强度。其结果是,可以

提供一种方便性、实用性或可靠性优异的新颖装置。

[0476] <<像素电路530B(i, j)的结构例子3>>

[0477] 像素电路530B(i, j)包括开关SW23、节点N22及电容C22。

[0478] 开关SW23包括与导电膜V0电连接的第一端子、与节点N22电连接的第二端子以及具有根据导电膜G2(i)的电位控制导通状态或非导通状态的功能的栅电极。

[0479] 电容C22包括与节点N21电连接的导电膜以及与节点N22电连接的导电膜。

[0480] 另外,晶体管M21的第一电极与节点N22电连接。

[0481] 注意,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。

[0482] (实施方式8)

[0483] 在本实施方式中,说明本发明的一个方式的显示模块。

[0484] <显示模块>

[0485] 图8是说明显示模块280的结构的立体图。

[0486] 显示模块280包括显示装置100A及FPC290或连接器。FPC290从外部被供应数据信号或电源电位等,向显示装置100A供应数据信号或电源电位等。此外,也可以在FPC290上安装IC。注意,连接器是电连接导体的机构部件,该导体可以将显示装置100电连接于结合对象的部件。例如,可以将FPC290用于导体。此外,连接器能够离结合对象分开显示装置100A。

[0487] <<显示装置100A>>

[0488] 图9A是说明显示装置100A的结构的截面图。显示装置100A例如可以被用作显示模块280的显示装置100。衬底301相当于图8中的衬底71。

[0489] 显示装置100A包括衬底301、晶体管310、元件分离层315、绝缘层261、电容240、绝缘层255a、绝缘层255b、发光器件61R、发光器件61G及发光器件61B。绝缘层261设置在衬底301A上,晶体管310位于衬底301与绝缘层261之间。绝缘层255a设置在绝缘层261上,电容240位于绝缘层261与绝缘层255a之间,绝缘层255a位于发光器件61R与电容240之间、发光器件61G与电容240之间以及发光器件61B与电容240之间。

[0490] [晶体管310]

[0491] 晶体管310包括导电层311、一对低电阻区域312、绝缘层313及绝缘层314,在衬底301的一部分中形成沟道。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。衬底301具有掺杂有杂质的一对低电阻区域312。注意,该区域被用作源极及漏极。导电层311的侧面由绝缘层314覆盖。

[0492] 元件分离层315嵌入于衬底301并位于邻接的两个晶体管310之间。

[0493] [电容240]

[0494] 电容240包括导电层241、导电层245及绝缘层243,绝缘层243位于导电层241与导电层245之间。导电层241被用作电容240的一个电极,导电层245被用作电容240的另一个电极,绝缘层243被用作电容240的介电质。

[0495] 导电层241位于绝缘层261上,并嵌入于绝缘层254中。导电层241通过嵌入于绝缘层261中的插头275与晶体管310的源极和漏极中的一个电连接。绝缘层243覆盖导电层241。导电层245隔着绝缘层243与导电层241重叠。

[0496] [绝缘膜255]

[0497] 绝缘层255包括绝缘层255a、绝缘层255b及绝缘层255c,绝缘层255b位于绝缘层

255a与绝缘层255c之间。

[0498] [发光器件61R、发光器件61G、发光器件61B]

[0499] 发光器件61R、发光器件61G及发光器件61B设置在绝缘层255c上。例如,可以将实施方式1中说明的发光器件用作发光器件61R、发光器件61G及发光器件61B。

[0500] 发光器件61R包括导电层171及EL层172R,EL层172R覆盖导电层171的顶面及侧面。此外,牺牲层270R位于EL层172R上。发光器件61G包括导电层171及EL层172G,EL层172G覆盖导电层171的顶面及侧面。此外,牺牲层270G位于EL层172G上。发光器件61B包括导电层171及EL层172B,EL层172B覆盖导电层171的顶面及侧面。此外,牺牲层270B位于EL层172B上。

[0501] 导电层171通过嵌入于绝缘层243、绝缘层255a、绝缘层255b及绝缘层255c中的插头256、嵌入于绝缘层254中的导电层241及嵌入于绝缘层261中的插头275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。

[0502] [保护层271、绝缘层278、保护层273、粘合层122]

[0503] 保护层271及绝缘层278位于邻接的发光器件之间,例如位于发光器件61R与发光器件61G之间,绝缘层278设置在保护层271上。此外,发光器件61R、发光器件61G及发光器件61B上设置有保护层273。

[0504] 粘合层122贴合保护层273与衬底120。

[0505] [衬底120]

[0506] 衬底120相当于图8中的衬底73。注意,例如,可以将遮光层设置在衬底120的粘合层122一侧的面。此外,可以将各种光学构件配置在衬底120的外侧。

[0507] 衬底可以使用薄膜。尤其是,可以适当地使用吸水率较低的薄膜。例如,吸水率优选为1%以下,更优选为0.1%以下。由此,可以抑制薄膜的尺寸变化。此外,可以抑制产生皱纹等。此外,可以抑制显示装置的形状变化。

[0508] 例如,可以将偏振片、相位差板、光扩散层(例如,扩散薄膜)、防反射层及聚光薄膜(condensing film)等用作光学构件。

[0509] 可以将光学各向同性高的材料即双折射率小的材料用于衬底而将圆偏振片重叠于该显示装置。例如,可以将相位差值(retardation value)的绝对值为30nm以下、优选为20nm以下、更优选为10nm以下的材料用于衬底。例如,可以将三乙酸纤维素(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用于光学各向同性高的薄膜。

[0510] 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,可以将玻璃层或二氧化硅层(SiO_x 层)、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用于表面保护层。此外,可以将可见光透射率高的材料适当地用于表面保护层。此外,可以将硬度高的材料适当地用于表面保护层。

[0511] <<显示装置100B>>

[0512] 图9B是说明显示装置100B的结构的截面图。显示装置100B例如可以被用作显示模块280的显示装置100(参照图8)。

[0513] 显示装置100B包括衬底301、发光器件61W、电容240及晶体管310。发光器件61W例

如可以发射白色光。

[0514] 此外,显示装置100B包括着色层183R、着色层183G及着色层183B。着色层183R具有与一个发光器件61W重叠的区域,着色层183G具有与另一个发光器件61W重叠的区域,着色层183B具有与其他一个发光器件61W重叠的区域。

[0515] 例如,着色层183R可以使红色光透射,着色层183G可以使绿色光透射,着色层183B可以使蓝色光透射。

[0516] <<显示装置100C>>

[0517] 图10是说明显示装置100C的结构的面视图。显示装置100C例如可以被用作显示模块280的显示装置100(参照图8)。注意,在下面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。

[0518] 显示装置100C包括衬底301B和衬底301A。显示装置100C包括晶体管310B、电容240、发光器件61R、发光器件61G、发光器件61B及晶体管310A。晶体管310A在衬底301A的一部分中形成沟道,晶体管310B在衬底301B的一部分中形成沟道。

[0519] [绝缘层345,绝缘层346]

[0520] 绝缘层345接触于衬底301B的底面,绝缘层346位于绝缘层261上。例如,绝缘层345及绝缘层346可以使用可用于保护层273的无机绝缘膜。绝缘层345及绝缘层346被用作保护层,其可以抑制杂质扩散到衬底301B及衬底301A的现象。

[0521] [插头343]

[0522] 插头343穿过衬底301B及绝缘层345。绝缘层344覆盖插头343的侧面。例如,绝缘层344可以使用可用于保护层273的无机绝缘膜。绝缘层344被用作保护层,其可以抑制杂质扩散到衬底301B的现象。

[0523] [导电层342]

[0524] 导电层342位于绝缘层345与绝缘层346之间。此外,导电层342嵌入于绝缘层335,由导电层342及绝缘层335构成的面优选被平坦化。注意,导电层342与插头343电连接。

[0525] [导电层341]

[0526] 导电层341位于绝缘层346与绝缘层335之间。此外,导电层341嵌入于绝缘层336,由导电层341及绝缘层336构成的面优选被平坦化。导电层341与导电层342接合。由此,衬底301A与衬底301B电连接。

[0527] 导电层341优选使用与导电层342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(例如氮化钛膜、氮化钼膜或氮化钨膜)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)。

[0528] <<显示装置100D>>

[0529] 图11是说明显示装置100D的结构的面视图。显示装置100D例如可以被用作显示模块280的显示装置100(参照图8)。

[0530] 显示装置100D包括凸块347,凸块347接合导电层341与导电层342。此外,凸块347电连接导电层341与导电层342。例如,可以将包含金(Au)、镍(Ni)、铟(In)或锡(Sn)等的导电材料用于凸块347。此外,例如,可以作为凸块347使用焊料。

[0531] 此外,显示装置100D包括粘合层348。粘合层348贴合绝缘层345与绝缘层346。

[0532] <<显示装置100E>>

[0533] 图12是说明显示装置100E的结构的截面图。显示装置100E例如可以被用作显示模块280的显示装置100(参照图8)。衬底331相当于图8中的衬底71。可以将绝缘性衬底或半导体衬底用作衬底331。显示装置100E包括晶体管320。注意,显示装置100E与显示装置100A的不同之处在于晶体管结构为0S晶体管。

[0534] [绝缘层332]

[0535] 绝缘层332设置在衬底331上。例如,可以将与氧化硅膜相比不容易扩散氢或氧的膜用于绝缘层332。具体而言,可以将氧化铝膜、氧化铅膜或氮化硅膜等用于绝缘层332。由此,绝缘层332可以防止水或氢等杂质从衬底331扩散到晶体管320的现象。此外,可以防止氧从半导体层321向绝缘层332一侧脱离。

[0536] [晶体管320]

[0537] 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。

[0538] 导电层327设置在绝缘层332上,导电层327被用作晶体管320的第一栅电极。绝缘层326覆盖导电层327。绝缘层326的一部分被用作第一栅极绝缘层。绝缘层326至少在与半导体层321接触的区域中包括氧化物绝缘膜。具体而言,优选使用氧化硅膜等。此外,绝缘层326具有被平坦化的顶面。半导体层321设置在绝缘层326上。可以将具有半导体特性的金属氧化物膜用于半导体层321。一对导电层325以在半导体层321上并与其接触的方式设置,一对导电层325被用作源电极及漏电极。

[0539] [绝缘层328、绝缘层264]

[0540] 绝缘层328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。绝缘层264设置在绝缘层328上并被用作层间绝缘层。此外,绝缘层328及绝缘层264具有开口部,该开口部到达半导体层321。例如,可以将与绝缘层332同样的绝缘膜用于绝缘层328。由此,绝缘层328例如可以防止水或氢等杂质从绝缘层264扩散到半导体层321的现象。此外,可以防止从半导体层321脱离氧。

[0541] [绝缘层323]

[0542] 绝缘层323在上述开口部的内部与绝缘层264、绝缘层328及导电层325的侧面以及半导体层321的顶面接触。

[0543] [导电层324]

[0544] 导电层324在上述开口部的内部以与绝缘层323接触的方式被嵌入。导电层324具有进行了平坦化处理的顶面,其高度与绝缘层323的顶面及绝缘层264的顶面一致或大致一致。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。

[0545] [绝缘层329、绝缘层265]

[0546] 绝缘层329覆盖导电层324、绝缘层323及绝缘层264。绝缘层265设置在绝缘层329上并被用作层间绝缘层。例如,可以将与绝缘层328及绝缘层332同样的绝缘膜用于绝缘层329。由此,例如可以防止水或氢等杂质从绝缘层265扩散到晶体管320的现象。

[0547] [插头274]

[0548] 插头274嵌入在绝缘层265、绝缘层329、绝缘层264及绝缘层328中并与一对导电层325中的一个电连接。插头274包括导电层274a及导电层274b。导电层274a接触于绝缘层

265、绝缘层329、绝缘层264及绝缘层328的每一个的开口的侧面。此外,覆盖导电层325的顶面的一部分。导电层274b接触于导电层274a的顶面。例如,可以将不容易扩散氢及氧的导电材料适当地用于导电层274a。

[0549] <<显示装置100F>>

[0550] 图13是说明显示装置100F的结构的截面图。显示装置100F具有晶体管320A和晶体管320B的叠层结构。晶体管320A及晶体管320B都包含氧化物半导体,沟道形成在该氧化物半导体中。注意,不局限于两个晶体管的叠层结构,例如也可以具有三个以上的晶体管的叠层结构。

[0551] 晶体管320A及其周边的结构与上述显示装置100E的晶体管320及其周边的结构相同。此外,晶体管320B及其周边的结构与上述显示装置100E的晶体管320及其周边的结构相同。

[0552] <<显示装置100G>>

[0553] 图14是说明显示装置100G的结构的截面图。显示装置100G具有晶体管310和晶体管320的叠层结构。晶体管310的沟道形成在衬底301中。此外,晶体管320包含氧化物半导体,沟道形成在该氧化物半导体中。

[0554] 绝缘层261覆盖晶体管310,导电层251设置在绝缘层261上。绝缘层262覆盖导电层251,导电层252设置在绝缘层262上。此外,绝缘层263及绝缘层332覆盖导电层252。注意,导电层251及导电层252各自被用作布线。

[0555] 晶体管320设置在绝缘层332上,绝缘层265覆盖晶体管320。此外,电容240设置在绝缘层265上,电容240通过插头274与晶体管320电连接。

[0556] 例如,可以将晶体管320用作构成像素电路的晶体管。此外,例如,可以将晶体管310用于构成像素电路的晶体管或者用来驱动该像素电路的驱动电路(栅极驱动电路或源极驱动电路等)。此外,可以将晶体管310及晶体管320用于运算电路或存储电路等各种电路。由此,例如,在发光器件正下可以配置像素电路及驱动电路。此外,与将驱动电路设置在显示区域周边的结构相比,可以实现显示装置的小型化。

[0557] 本实施方式的至少一部分可以与本说明书所记载的其他实施方式适当地组合而实施。

[0558] (实施方式9)

[0559] 在本实施方式中,说明本发明的一个方式的显示装置。

[0560] <显示模块>

[0561] 图15是说明显示模块的结构的立体图。

[0562] 显示模块包括显示装置100H、IC(集成电路)176及FPC177或连接器。显示装置100H与IC176及FPC177电连接。FPC177从外部被供应信号及电力,向显示装置100H供应信号及电力。注意,连接器是电连接导体的机构部件,该导体可以将显示装置100H电连接于结合对象的部件。例如,可以将FPC177用于导体。此外,连接器能够离结合对象分开显示装置100H。

[0563] 显示模块包括IC176。例如,可以利用COG(Chip On Glass:玻璃覆晶封装)方式等将IC176设置在衬底14b上。此外,例如,可以利用COF(Chip On Film:薄膜覆晶封装)方式等将IC176设置于FPC。注意,例如,可以将栅极驱动电路或源极驱动电路等用于IC176。

[0564] <<显示装置100H>>

[0565] 显示装置100H包括显示部37b、连接部140、电路164及布线165等。

[0566] 图16A是说明显示装置100H的结构的面视图。显示装置100H包括衬底16b及衬底14b,衬底16b与衬底14b贴合。显示装置100H包括一个或多个连接部140。可以将连接部140设置在显示部37b的外侧。例如,可以沿着显示部37b的一个边设置。或者,可以以围绕四个边等多个边的方式设置。在连接部140中,发光器件的公共电极与导电层电连接,该导电层向公共电极供应规定电位。

[0567] 布线165从FPC177或IC176被供应信号及电力。布线165向显示部37b及电路164供应信号及电力。

[0568] 例如,可以将栅极驱动电路用作电路164。

[0569] 显示装置100H包括衬底14b、衬底16b、晶体管201、晶体管205、发光器件63R、发光器件63G及发光器件63B等(参照图16A)。例如,发光器件63R发射红色光83R,发光器件63G发射绿色光83G,发光器件63B发射蓝色光83B。此外,可以在衬底16b的外侧配置各种光学构件。例如,可以配置偏振片、相位差板、光扩散层(例如,扩散薄膜)、防反射层及聚光薄膜等。

[0570] 例如,可以将在实施方式1中说明的发光器件用作发光器件63R、发光器件63G及发光器件63B。

[0571] 发光器件包括导电层171,导电层171被用作像素电极。导电层171具有凹部,该凹部与设置在绝缘层214、绝缘层215及绝缘层213中的开口部重叠。此外,晶体管205包括导电层222b,导电层222b与导电层171电连接。

[0572] 显示装置100H包括绝缘层272。绝缘层272覆盖导电层171的端部并嵌入导电层171的凹部(参照图16A)。

[0573] 显示装置100H包括保护层273及粘合层142。保护层273覆盖发光器件63R、发光器件63G及发光器件63B。粘合层142粘合保护层273与衬底16b。粘合层142填充在衬底16b与保护层273之间。注意,例如,也可以以不重叠于发光器件的方式将粘合层142形成为框状,在由粘合层142、衬底16b及保护层273围绕的区域中填充与粘合层142不同的树脂。或者,也可以在该区域中填充惰性气体(氮或氩等),即采用中空密封结构。例如,粘合层142可以使用可用于粘合层122的材料。

[0574] 显示装置100H包括连接部140,连接部140包括导电层168。注意,导电层168被供应电源电位。此外,发光器件包括导电层173,导电层168与导电层173电连接,导电层173被供应电源电位。注意,导电层173被用作公共电极。此外,例如,通过加工一个导电膜可以形成导电层171及导电层168。

[0575] 显示装置100H是顶部发射型显示装置。发光器件向衬底16b一侧发射光。导电层171包含反射可见光的材料,导电层173使可见光透过。

[0576] [绝缘层211、绝缘层213、绝缘层215、绝缘层214]

[0577] 绝缘层211、绝缘层213、绝缘层215及绝缘层214依次设置在衬底14b上。注意,对绝缘层的个数没有限制,各绝缘层可以为单层或两层以上。

[0578] 例如,可以将无机绝缘膜用于绝缘层211、绝缘层213及绝缘层215。例如,可以使用氮化硅膜、氧氮化硅膜、氧化硅膜、氮氧化硅膜、氧化铝膜或氮化铝膜等。此外,也可以使用氧化钪膜、氧化钇膜、氧化锆膜、氧化镱膜、氧化铟膜、氧化镧膜、氧化铈膜或氧化铪膜等。此外,也可以层叠上述绝缘膜中的两个以上。

[0579] 绝缘层215及绝缘层214覆盖晶体管。绝缘层214被用作平坦化层。例如,优选将水及氢等杂质不容易扩散的材料用于绝缘层215或绝缘层214。由此,可以有效地抑制杂质从外部扩散到晶体管的现象。此外,可以提高显示装置的可靠性。

[0580] 例如,绝缘层214可以适当地使用有机绝缘层。具体而言,作为有机绝缘层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,可以将有机绝缘层和无机绝缘层的叠层结构用于绝缘层214。由此,可以将绝缘层214的最外表面层用作蚀刻保护层。例如,可以抑制在将导电层171加工为规定形状时凹部形成在绝缘层214中的现象。

[0581] [晶体管201、晶体管205]

[0582] 晶体管201及晶体管205都形成在衬底14b上。这些晶体管可以通过同一材料及同一工序制造。

[0583] 晶体管201及晶体管205包括导电层221、绝缘层211、导电层222a、导电层222b、半导体层231、绝缘层213以及导电层223。绝缘层211位于导电层221与半导体层231之间。导电层221被用作栅极,绝缘层211被用作第一栅极绝缘层。导电层222a及导电层222b被用作源极及漏极。绝缘层213位于导电层223与半导体层231之间。导电层223被用作栅极,绝缘层213被用作第二栅极绝缘层。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。

[0584] 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,可以采用平面型晶体管、交错型晶体管或反交错型晶体管等。此外,晶体管都可以具有顶栅结构或底栅结构。或者,也可以在形成沟道的半导体层上下设置有栅极。

[0585] 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,通过对两个栅极中的一个施加用来控制阈值电压的电位,对另一个施加用来进行驱动的电位,可以控制晶体管的阈值电压。

[0586] 对晶体管的半导体层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)。通过使用具有结晶性的半导体,可以抑制晶体管特性的劣化,所以是优选的。

[0587] 晶体管的半导体层优选包含金属氧化物。就是说,本实施方式的显示装置所包括的晶体管优选使用OS晶体管。

[0588] [半导体层]

[0589] 例如,可以将铟氧化物、镓氧化物及锌氧化物用于半导体层。此外,金属氧化物优选包含选自铟、元素M和锌中的两个或三个。注意,元素M为选自镓、铝、硅、硼、钇、锡、铜、钒、铍、钛、铁、镍、锆、锆、钼、钽、铈、钕、钆、钇、钆和镁中的一种或多种。尤其是,元素M优选为选自铝、镓、钇和锡中的一种或多种。

[0590] 尤其是,作为用于半导体层的金属氧化物,优选使用包含铟(In)、镓(Ga)及锌(Zn)的氧化物(也记为IGZO)。或者,优选使用包含铟、锡及锌的氧化物(也记为ITZO(注册商标))。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(也称为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)。

[0591] 在用于半导体层的金属氧化物为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。作为这种In-M-Zn氧化物的金属元素的原子数比,例如可以举出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。注意,附近的组成包括所希望的原子数比的 $\pm 30\%$ 的范围。

[0592] 例如,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为4时,Ga为1以上且3以下,Zn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为5时,Ga大于0.1且为2以下,Zn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为1时,Ga大于0.1且为2以下,Zn大于0.1且为2以下。

[0593] 半导体层也可以包括组成不同的两层以上的金属氧化物层。例如,可以适当地使用In:M:Zn=1:3:4[原子数比]或其附近的组成的第一金属氧化物层及设置在该第一金属氧化物层上的In:M:Zn=1:1:1[原子数比]或其附近的组成的第二金属氧化物层的叠层结构。此外,作为元素M特别优选使用镓或铝。

[0594] 例如,也可以使用选自铟氧化物、铟镓氧化物和IGZO中的任一个及选自IAZO、IAGZO和ITZO(注册商标)中的任一个的叠层结构等。

[0595] 作为具有结晶性的氧化物半导体,可以举出CAAC(c-axis-aligned crystalline)-OS及nc(nanocrystalline)-OS等。

[0596] 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、多晶硅及非晶硅等。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(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。

[0597] 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电路(例如,数据驱动电路)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。

[0598] OS晶体管的场效应迁移率比使用非晶硅的晶体管高得多。此外,OS晶体管的关闭状态下的源极-漏极间的泄漏电流(也称为关态电流(off-state current))极低,可以长期间保持与该晶体管串联连接的电容中储存的电荷。此外,通过使用OS晶体管,可以降低显示装置的功耗。

[0599] 此外,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。

[0600] 此外,当晶体管在饱和区域中驱动时,与Si晶体管相比,OS晶体管可以使随着栅

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,可以通过控制栅极-源极间电压详细决定流过源极-漏极间的电流。因此可以控制流过发光器件的电流量。由此,可以增大由像素电路表示的灰度数。

[0601] 此外,关于晶体管在饱和区域中驱动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,即使例如发光器件的电流-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晶体管在饱和区域中驱动时即使提高源极-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。

[0602] 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,可以实现黑色不纯的抑制、发光亮度的上升、多灰度化及发光器件不均匀的抑制等。

[0603] 电路164所包括的晶体管和显示部107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不同结构。同样地,显示部107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不同结构。

[0604] 显示部107所包括的所有晶体管都也可以为OS晶体管或Si晶体管。此外,显示部107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。

[0605] 例如,通过在显示部107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。此外,有时将组合LTPS晶体管和OS晶体管的结构称为LTPO。此外,例如优选的是,将OS晶体管用于被用作控制布线的导通/非导通的开关的晶体管且将LTPS晶体管用于控制电流的晶体管。

[0606] 例如,显示部107所包括的晶体管之一被用作用来控制流过发光器件的电流的晶体管,可以称为驱动晶体管。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,可以增大流过发光器件的电流。

[0607] 另一方面,显示部107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,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。

[0608] 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、高显示质量及低功耗。

[0609] 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极低。此外,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,例如可以进行在显示黑色时可发生的光泄露(所谓的黑色不纯)极少的显示。

[0610] 尤其是,通过使用MML结构的发光器件,可以使在邻接的发光器件之间流过的电流极少。

[0611] [晶体管209、晶体管210]

[0612] 图16B及图16C是说明可用于显示装置100H的晶体管的截面结构的另一个例子的截面图。

[0613] 晶体管209及晶体管210包括导电层221、绝缘层211、半导体层231、导电层222a、导电层222b、绝缘层225、导电层223以及绝缘层215。半导体层231具有沟道形成区域231i及一对低电阻区域231n。绝缘层211位于导电层221与沟道形成区域231i之间。导电层221被用作栅极,绝缘层211被用作第一栅极绝缘层。绝缘层225至少位于导电层223与沟道形成区域231i之间。导电层223被用作栅极,绝缘层225被用作第二栅极绝缘层。导电层222a电连接于一对低电阻区域231n中的一个,导电层222b电连接于一对低电阻区域231n中的另一个。绝缘层215覆盖导电层223。绝缘层218还覆盖晶体管。

[0614] [绝缘层225的结构例子1]

[0615] 在晶体管209中,绝缘层225覆盖半导体层231的顶面及侧面(参照图16B)。绝缘层225及绝缘层215具有开口部,在该开口部中,导电层222a及导电层222b各自与低电阻区域231n电连接。注意,导电层222a和导电层222b中的一个被用作源极,其中另一个被用作漏极。

[0616] [绝缘层225的结构例子2]

[0617] 在晶体管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(参照图16C)。例如,可以以导电层223为掩模将绝缘层225加工为规定形状。绝缘层215覆盖绝缘层225及导电层223。此外,绝缘层215具有开口部,导电层222a及导电层222b各自与低电阻区域231n电连接。

[0618] [连接部204]

[0619] 连接部204设置在衬底14b上。连接部204包括导电层166,导电层166与布线165电连接。注意,连接部204不与衬底16b重叠,导电层166露出。注意,可以加工一个导电膜来形成导电层166及导电层171。此外,导电层166通过连接层242与FPC177电连接。例如,作为连接层242,可以使用各向异性导电膜(ACF:Anisotropic Conductive Film)或各向异性导电膏(ACP:Anisotropic Conductive Paste)等。

[0620] <<显示装置100I>>

[0621] 图17是说明显示装置100I的结构的截面图。显示装置100I与显示装置100H的不同之处在于具有柔性。换言之,显示装置100I为柔性显示器。显示装置100I包括衬底17代替衬底14b,并包括衬底18代替衬底16b。衬底17及衬底18都具有柔性。

[0622] 显示装置100I包括粘合层156及绝缘层162。粘合层156贴合绝缘层162与衬底17。例如,粘合层156可以使用可用于粘合层122的材料。此外,例如,绝缘层162可以使用可用于绝缘层211、绝缘层213或绝缘层215的材料。注意,晶体管201及晶体管205设置在绝缘层162上。

[0623] 例如,在形成用衬底上形成绝缘层162,在绝缘层162上形成各晶体管及发光器件等。接着,例如,在发光器件上形成粘合层142,使用粘合层142贴合形成用衬底与衬底18。接着,从绝缘层162分离形成用衬底,使绝缘层162的表面露出。然后,在露出的绝缘层162的表面形成粘合层156,使用粘合层156贴合绝缘层162与衬底17。由此,可以将形成用衬底上形成的各构成要素转置到衬底17上而制造显示装置100I。

[0624] <<显示装置100J>>

[0625] 图18是说明显示装置100J的结构的截面图。显示装置100J与显示装置100H的不同之处在于:包括发光器件63W代替发光器件63R、发光器件63G及发光器件63B;以及包括着色层183R、着色层183G及着色层183B。

[0626] 显示装置100J在衬底16b与衬底14b之间包括着色层183R、着色层183G及着色层183B。着色层183R与一个发光器件63W重叠,着色层183G与另一个发光器件63W重叠,着色层183B与其他一个发光器件63W重叠。

[0627] 显示装置100J包括遮光层117。例如,在着色层183R与着色层183G之间、在着色层183G与着色层183B之间以及在着色层183B与着色层183R之间包括遮光层117。此外,遮光层117具有与连接部140重叠的区域及与电路164重叠的区域。

[0628] 发光器件63W例如可以发射白色光。此外,例如,着色层183R可以使红色光透射,着色层183G可以使绿色光透射,着色层183B可以使蓝色光透射。如此,显示装置100J例如可以发射红色光83R、绿色光83G及蓝色光83B来进行全彩色显示。

[0629] <<显示装置100K>>

[0630] 图19是说明显示装置100K的结构的截面图。显示装置100K与显示装置100H的不同之处在于采用底部发射结构。发光器件将光83R、光83G及光83B发射到衬底14b一侧。将使可见光透过的材料用于导电层171。此外,将反射可见光的材料用于导电层173。

[0631] <<显示装置100L>>

[0632] 图20是说明显示装置100L的结构的截面图。显示装置100L与显示装置100H的不同之处在于:具有柔性;以及采用底部发射结构。显示装置100L包括衬底17代替衬底14b,并包括衬底18代替衬底16b。衬底17及衬底18都具有柔性。发光器件将光83R、光83G及光83B发射到衬底14b一侧。

[0633] 此外,导电层221及导电层223既可对可见光具有透光性又可对可见光具有反射性。当导电层221及导电层223对可见光具有透光性时,可以提高显示部107的可见光透过率。另一方面,当导电层221及导电层223对可见光具有反射性时,可以减少入射到半导体层231的可见光。此外,可以减少半导体层231受损。由此,可以提高显示装置100K或显示装置100L的可靠性。

[0634] 注意,即使采用显示装置100H或显示装置100I等的顶部发射型显示装置也可以使构成晶体管205的层的至少一部分对可见光具有透光性。此时,导电层171也对可见光具有透光性。如上所述,可以提高显示部107的可见光透过率。

[0635] <<显示装置100M>>

[0636] 图21是说明显示装置100M的结构的截面图。显示装置100M与显示装置100H的不同之处在于:包括发光器件63W代替发光器件63R、发光器件63G及发光器件63B;包括着色层183R、着色层183G及着色层183B;以及采用底部发射结构。

[0637] 显示装置100M包括着色层183R、着色层183G及着色层183B。此外,显示装置100M包括遮光层117。

[0638] [着色层183R、着色层183G及着色层183B]

[0639] 着色层183R位于一个发光器件63W与衬底14b之间,着色层183G位于另一个发光器件63W与衬底14b之间,着色层183B位于其他一个发光器件63W与衬底14b之间。例如,可以在绝缘层215与绝缘层214之间设置着色层183R、着色层183G及着色层183B。

[0640] [遮光层117]

[0641] 遮光层117设置在衬底14b上,遮光层117位于衬底14b与晶体管205之间。注意,绝缘层153位于遮光层117与晶体管205之间。例如,遮光层117不与发光器件63W的发光区域重叠。此外,例如,遮光层117与连接部140及电路164重叠。

[0642] 遮光层117也可以设置在显示装置100K或显示装置100L。在此情况下,可以抑制发光器件63R、发光器件63G及发光器件63B所发射的光例如被衬底14b反射并在显示装置100K或显示装置100L内部扩散。由此,显示装置100K及显示装置100L可以为显示质量高的显示装置。另一方面,通过不设置遮光层117,可以提高发光器件63R、发光器件63G及发光器件63B所发射的光的光提取效率。

[0643] 本实施方式的至少一部分可以与本说明书所记载的其他实施方式适当地组合而实施。

[0644] (实施方式10)

[0645] 在本实施方式中,对本发明的一个方式的电子设备进行说明。

[0646] 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具有高可靠性,并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。

[0647] 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、用于计算机的显示器、数字标牌及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、便携式信息终端及声音再现装置等。

[0648] 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,所以可以适当地用于包括较小的显示部的电子设备。作为这种电子设备例如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。

[0649] 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。此外,本发明的一个方式的显示装置的像素密度(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及16:10等各种屏幕比例。

[0650] 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)。

[0651] 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;或者读出储存在存储介质中的程序或数据的功能;等。

[0652] 使用图22A至图22D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和MR等中的至少一个内容的功能时,可以提高使用者的沉浸感。

[0653] 图22A所示的电子设备6700A以及图22B所示的电子设备6700B都包括一对显示面板6751、一对框体6721、通信部(未图示)、一对安装部6723、控制部(未图示)、成像部(未图示)、一对光学构件6753、眼镜架6757以及一对鼻垫6758。

[0654] 显示面板6751可以应用本发明的一个方式的显示装置。由此,可以实现可靠性高的电子设备。

[0655] 电子设备6700A及电子设备6700B都可以将由显示面板6751显示的图像投影于光学构件6753中的显示区域6756。因为光学构件6753具有透光性,所以使用者可以与通过光学构件6753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6700A及电子设备6700B都是能够进行AR显示的电子设备。

[0656] 电子设备6700A及电子设备6700B上作为成像部也可以设置有能够拍摄前方的照相机。此外,通过在电子设备6700A及电子设备6700B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6756上。

[0657] 通信部具有无线通信装置,通过该无线通信装置例如可以供应影像信号。此外,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。

[0658] 此外,电子设备6700A以及电子设备6700B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。

[0659] 框体6721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6721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。此外,通过在两个框体6721的每一个设置触摸传感器模块,可以扩大操作范围。

[0660] 作为触摸传感器模块,可以使用各种触摸传感器。例如,可以采用静电电容方式、电阻膜方式、红外线方式、电磁感应方式、表面声波方式、光学方式等各种方式。尤其是,优选将静电电容方式或光学方式的传感器应用于触摸传感器模块。

[0661] 在使用光学方式的触摸传感器时,作为受光元件可以使用光电转换元件(也称为光电转换器件)。在光电转换元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。

[0662] 图22C所示的电子设备6800A以及图22D所示的电子设备6800B都包括一对显示部6820、框体6821、通信部6822、一对安装部6823、控制部6824、一对成像部6825以及一对透镜6832。

[0663] 显示部6820可以应用本发明的一个方式的显示装置。由此,可以实现可靠性高的电子设备。

[0664] 显示部6820设置在框体6821内部的通过透镜6832能看到的位置上。此外,通过在—对显示部6820的每个上显示不同图像,可以进行利用视差的三维显示。

[0665] 可以将电子设备6800A以及电子设备6800B都称为面向VR的电子设备。装上电子设备6800A或电子设备6800B的使用者通过透镜6832能看到显示在显示部6820上的图像。

[0666] 电子设备6800A及电子设备6800B优选具有一种机构,其中能够调整透镜6832及显示部6820的左右位置,以根据使用者的眼睛的位置使透镜6832及显示部6820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6832及显示部6820之间的距离来调整焦点。

[0667] 使用者可以使用安装部6823将电子设备6800A或电子设备6800B装在头上。例如在图22C中,安装部6823具有如眼镜的镜脚(也称为铰链或脚丝等)那样的形状,但是不局限于此。只要使用者能够装上,安装部6823就例如可以具有头盔型或带型的形状。

[0668] 成像部6825具有取得外部的信息的功能。可以将成像部6825所取得的数据输出到显示部6820。在成像部6825中可以使用图像传感器。此外,也可以设置多个照相机以能够对应望远及广角等多种视角。

[0669] 注意,在此示出包括成像部6825的例子,设置能够测量出与对象物的距离的测距传感器(也称为检测部)即可。换言之,成像部6825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光探测和测距(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。

[0670] 电子设备6800A也可以包括用作骨传导耳机的振动机构。例如,作为显示部6820、框体6821和安装部6823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6800A就可以享受影像和声音。

[0671] 电子设备6800A以及电子设备6800B也可以都包括输入端子。例如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。

[0672] 本发明的一个方式的电子设备也可以具有与耳机6750进行无线通信的功能。耳机6750包括通信部(未图示),并具有无线通信功能。耳机6750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22A所示的电子设备6700A具有通过无线通信功能将信息发送到耳机6750的功能。此外,例如图22C所示的电子设备6800A具有通过无线通信功能将信息发送到耳机6750的功能。

[0673] 此外,电子设备也可以包括耳机部。图22B所示的电子设备6700B包括耳机部6727。例如,可以采用以有线方式连接耳机部6727和控制部的结构。连接耳机部6727和控制部的布线的一部分也可以配置在框体6721或安装部6723的内部。

[0674] 同样,图22D所示的电子设备6800B包括耳机部6827。例如,可以采用以有线方式连接耳机部6827和控制部6824的结构。连接耳机部6827和控制部6824的布线的一部分也可以配置在框体6821或安装部6823的内部。此外,耳机部6827和安装部6823也可以包括磁铁。由此,可以用磁力将耳机部6827固定到安装部6823,收纳变得容易,所以是优选的。

[0675] 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。此外,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。

[0676] 如此,作为本发明的一个方式的电子设备,眼镜型(电子设备6700A以及电子设备6700B等)和护目镜型(电子设备6800A以及电子设备6800B等)的双方都是优选的。

[0677] 此外,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。

[0678] 图23A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。

[0679] 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。

[0680] 显示部6502可以使用本发明的一个方式的显示装置。由此,可以实现可靠性高的电子设备。

[0681] 图23B是包括框体6501的麦克风6506一侧的端部的截面示意图。

[0682] 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。

[0683] 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。

[0684] 在显示部6502的外侧的区域中,显示面板6511的一部分叠回,且该叠回区域连接有FPC6515。FPC6515安装有IC6516。FPC6515与设置于印刷电路板6517的端子连接。

[0685] 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。

[0686] 图23C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。

[0687] 显示部7000可以使用本发明的一个方式的显示装置。由此,可以实现可靠性高的电子设备。

[0688] 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23C所示的电视装置7100的操作。或者,也可以在显示部7000中具备触摸传感器,也可以通过用手指等触摸显示部7000进行电视装置7100的操作。此外,也可以在遥控操作机7111中具备显示从该遥控操作机7111输出的数据的显示部。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。

[0689] 此外,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。

[0690] 图23D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及外部连接端口7214等。框体7211中组装有显示部7000。

[0691] 显示部7000可以使用本发明的一个方式的显示装置。由此,可以实现可靠性高的

电子设备。

[0692] 图23E和图23F示出数字标牌的一个例子。

[0693] 图23E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、各种传感器及麦克风等。

[0694] 图23F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。

[0695] 在图23E和图23F中,可以将本发明的一个方式的显示装置用于显示部7000。由此,可以实现可靠性高的电子设备。

[0696] 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。

[0697] 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。此外,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。

[0698] 如图23E和图23F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。

[0699] 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。

[0700] 图24A至图24G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)及麦克风9008等。

[0701] 图24A至图24G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、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;或者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。电子设备也可以包括多个显示部。此外,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;以及将所拍摄的图像显示在显示部上的功能;等。

[0702] 下面,详细地说明图24A至图24G所示的电子设备。

[0703] 图24A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。此外,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24A中示出显示三个图标9050的例子。此外,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,有提示收到电子邮件、SNS、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,也可以在显示有信息9051的位置上例如显示图标9050。

[0704] 图24B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及信息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,由此例如能够判断是否接电话。

[0705] 图24C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、网络通信及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的左侧面包括用作操作按钮的操作键9005,并且在底面包括连接端子9006。

[0706] 图24D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)。此外,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。

[0707] 图24E至图24G是示出可以折叠的便携式信息终端9201的立体图。此外,图24E是将便携式信息终端9201展开的状态的立体图,图24G是折叠的状态的立体图,图24F是从图24E的状态和图24G的状态中的一个转换为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。

[0708] 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。

[0709] [实施例1]

[0710] 在本实施例中,参照图25至图35说明本发明的一个方式的显示装置。

[0711] 图25A是说明所制造的显示装置的结构俯视图,图25B是说明沿着切断线P-Q的截面的结构的截面图。

[0712] 图26是说明所制造的显示装置的结构扫描电子显微镜照片。注意,在观察时使用聚焦离子束/扫描电子显微镜复合装置(由日立高新技术公司制造)。

[0713] 图27A是说明所制造的显示装置的截面的结构的扫描透射电子显微镜照片,图27B是说明图27A的一部分的结构的扫描透射电子显微镜照片。

[0714] 图28A是说明所制造的显示装置的截面的结构的扫描透射电子显微镜照片,图28B是说明图28A的一部分的结构的扫描透射电子显微镜照片。

[0715] 图29A是说明所制造的显示装置的像素的结构的显微镜照片,图29B至图29D是说明使图29A的一部分发光的状态的图。

[0716] 图30是说明所制造的显示装置的发光器件550B的相对位置-亮度特性的图。

[0717] 图31是说明所制造的显示装置及发光器件550B的发射光谱的图。

[0718] 图32是说明所制造的显示装置的发光器件550C的相对位置-亮度特性的图。

[0719] 图33是说明所制造的显示装置及发光器件550C的发射光谱的图。

[0720] 图34是说明所制造的显示装置的发光器件550D的相对位置-亮度特性的图。

[0721] 图35是说明所制造的显示装置及发光器件550D的发射光谱的图。

[0722] <显示装置700>

[0723] 在本实施例中说明的所制造的显示装置700包括发光器件550A、发光器件550B、发光器件550C及发光器件550D(参照图25至图28)。

[0724] <<发光器件550A的结构>>

[0725] 发光器件550A包括电极551A、层111A、层112A及电极552A(参照图25至图28)。层111A夹在电极551A与电极552A之间,层111A包含发光材料EMA。层112A夹在层111A与电极551A之间。

[0726] <<发光器件550B的结构>>

[0727] 发光器件550B包括电极551B、层111B、层112B及电极552B。电极551B与电极551A邻接,在电极551B与电极551A之间具有间隙551AB。此外,层111B夹在电极551B与电极552B之间,层111B包含发光材料EMB。层112B夹在层111B与电极551B之间,层112B与层112A在间隙551AB上连续。注意,电极551B形成在被用作反射膜REFB1的导电膜上,电极551A形成在被用作反射膜REFA1的导电膜上。反射膜REFB1与反射膜REFA1之间的距离为 $0.68\mu\text{m}$ (参照图27B)。

[0728] <<发光器件550C的结构>>

[0729] 发光器件550C包括电极551C、层111C、层112C及电极552C(参照图25、图26及图28)。电极551C与电极551B邻接,在电极551C与电极551B之间具有间隙551BC。此外,层111C夹在电极551C与电极552C之间,层111C包含发光材料EMC。层112C夹在层111C与电极551C之间,在层112C与层112B之间具有间隙112BC,间隙112BC与间隙551BC重叠。注意,电极551C形成在被用作反射膜REFC1的导电膜上,电极551B形成在被用作反射膜REFB1的导电膜上。反射膜REFC1与反射膜REFB1之间的距离为 $0.65\mu\text{m}$ (参照图28B)。

[0730] <<发光器件550D的结构>>

[0731] 发光器件550D包括电极551D、层111D、层112D及电极552D(参照图25及图26)。电极551D与电极551C邻接,在电极551D与电极551C之间具有间隙551CD。此外,层111D夹在电极551D与电极552D之间,层111D包含发光材料EMD。层112D夹在层111D与电极551D之间,在层112D与层112C之间具有间隙112CD,间隙112CD与间隙551CD重叠。

[0732] <<显示装置的工作特性1>>

[0733] 当供应电力和显示信号时,显示装置显示图像。在室温下测定显示装置的工作特性。注意,当测定亮度、CIE色度及发射光谱时,使用与光学显微镜(由奥林巴斯株式会社制造的MX50)连接的二维分光辐射计(由拓普康公司制造的SR-5000HM)。

[0734] 表1示出仅使发光器件550B、发光器件550C或发光器件550D发光的状态(1dot显示)下的半径为 $1\mu\text{m}$ 的区域的CIE色度。此外,表1示出使与发光器件550B相同颜色的多个发光器件发光的状态、使与发光器件550C相同颜色的多个发光器件发光的状态或者使与发光器件550D相同颜色的多个发光器件发光的状态(全面显示)下的半径为 1mm 的区域的CIE色度。

[0735] [表1]

		发光器件B		发光器件C		发光器件D	
		色度x	色度y	色度x	色度y	色度x	色度y
[0736]	1dot显示 1μmφ 全面显示	0.143	0.036	0.260	0.703	0.690	0.310
	1mmφ	0.143	0.039	0.262	0.701	0.690	0.310

[0737] 向所制造的显示装置供应信号,使蓝色发光器件、绿色发光器件及红色发光器件发光,作为整体显示白色(参照图29A)。

[0738] 此外,将在显示装置的工作特性2至显示装置的工作特性4中进行详细的说明,多个同一颜色的发光器件所显示的颜色的发射光谱与一个发光器件所显示的颜色的发射光谱良好地一致。由此可确认,可以抑制在使一个发光器件发光时发生以非意图的亮度使其他发光器件发光的现象。此外,可以扩大显示装置能够显示的色域。可以提高显示装置的清晰度。此外,可以实现高清晰度(2731ppi)。此外,可以实现高像素开口率(43.3%)。此外,在显示装置的制造工序中,可以防止膜剥离的现象。此外,在显示装置的制造工序中,例如可以防止层111A或层111B剥离的现象。

[0739] <<显示装置的工作特性2>>

[0740] 向所制造的显示装置供应信号,仅使一组像素703所包括的发光器件550B发光,测定图中的R1-R2间的亮度的分布及C1-C2间的亮度的分布(参照图29B及图30)。由于发光器件550B具有长方形的发光区域,所以C1-C2间的亮度分布比R1-R2间的亮度分布宽。此外,可确认与发光器件550B邻接的其他发光器件没有发光。

[0741] 仅使发光器件550B发光。在此状态下,从半径为1μm的区域发射的光的发射光谱(550B-1dot)确认不到来自其他颜色的发光器件的发光(参照图31)。此外,在使整个显示装置所包括的与发光器件550B相同颜色的多个发光器件发光的状态下,从半径为1mm的区域发射的光的发射光谱(550B-1mmφ)确认不到来自其他颜色的发光器件的发光(参照图31)。

[0742] 由此可确认,可以抑制在使发光器件550B发光时发生以非意图的亮度使其他发光器件发光的现象。此外,可以扩大显示装置能够显示的色域。

[0743] <<显示装置的工作特性3>>

[0744] 向所制造的显示装置供应信号,仅使一组像素703所包括的发光器件550C发光,测定图中的R3-R4间的亮度的分布及C3-C4间的亮度的分布(参照图29C及图32)。由于发光器件550C具有正方形的发光区域,所以C3-C4间的亮度分布与R3-R4间的亮度分布大致相同。此外,可确认与发光器件550C邻接的其他发光器件没有发光。

[0745] 仅使发光器件550C发光。在此状态下,从半径为1μm的区域发射的光的发射光谱(550C-1dot)确认不到来自其他颜色的发光器件的发光(参照图33)。此外,在使整个显示装置所包括的与发光器件550C相同颜色的多个发光器件发光的状态下,从半径为1mm的区域发射的光的发射光谱(550C-1mmφ)确认不到来自其他颜色的发光器件的发光(参照图33)。

[0746] 由此可确认,可以抑制在使发光器件550C发光时发生以非意图的亮度使其他发光器件发光的现象。此外,可以扩大显示装置能够显示的色域。

[0747] <<显示装置的工作特性4>>

[0748] 向所制造的显示装置供应信号,仅使一组像素703所包括的发光器件550D发光,测定图中的R5-R6间的亮度的分布及C5-C6间的亮度的分布(参照图29D及图34)。由于发光器件550D具有正方形的发光区域,所以C5-C6间的亮度分布与R5-R6间的亮度分布大致相同。此外,可确认与发光器件550D邻接的其他发光器件没有发光。

[0749] 仅使发光器件550D发光。在此状态下,从半径为 $1\mu\text{m}$ 的区域发射的光的发射光谱(550D-1dot)确认不到来自其他颜色的发光器件的发光(参照图35)。此外,在使整个显示装置所包括的与发光器件550D相同颜色的多个发光器件发光的状态下,从半径为 1mm 的区域发射的光的发射光谱(550D-1mm ϕ)确认不到来自其他颜色的发光器件的发光(参照图35)。

[0750] 由此可确认,可以抑制在使发光器件550D发光时发生以非意图的亮度使其他发光器件发光的现象。此外,可以扩大显示装置能够显示的色域。

[0751] [实施例2]

[0752] 在本实施例中,参照图36至图41说明可用于所制造的本发明的一个方式的显示装置的发光器件1至发光器件3。

[0753] 图36A是说明发光器件550X的结构的图,图36B是说明与图36A不同的发光器件550X的结构的图。

[0754] 图37是说明发光器件1、发光器件2、发光器件3的电流密度-亮度特性的图。

[0755] 图38是说明发光器件1、发光器件2、发光器件3的亮度-电流效率特性的图。

[0756] 图39是说明发光器件1、发光器件2、发光器件3的电压-亮度特性的图。

[0757] 图40是说明发光器件1、发光器件2、发光器件3的电压-电流特性的图。

[0758] 图41是说明以 $1000\text{cd}/\text{m}^2$ 的亮度使发光器件1、发光器件2、发光器件3发光时的发射光谱的图。

[0759] <发光器件1>

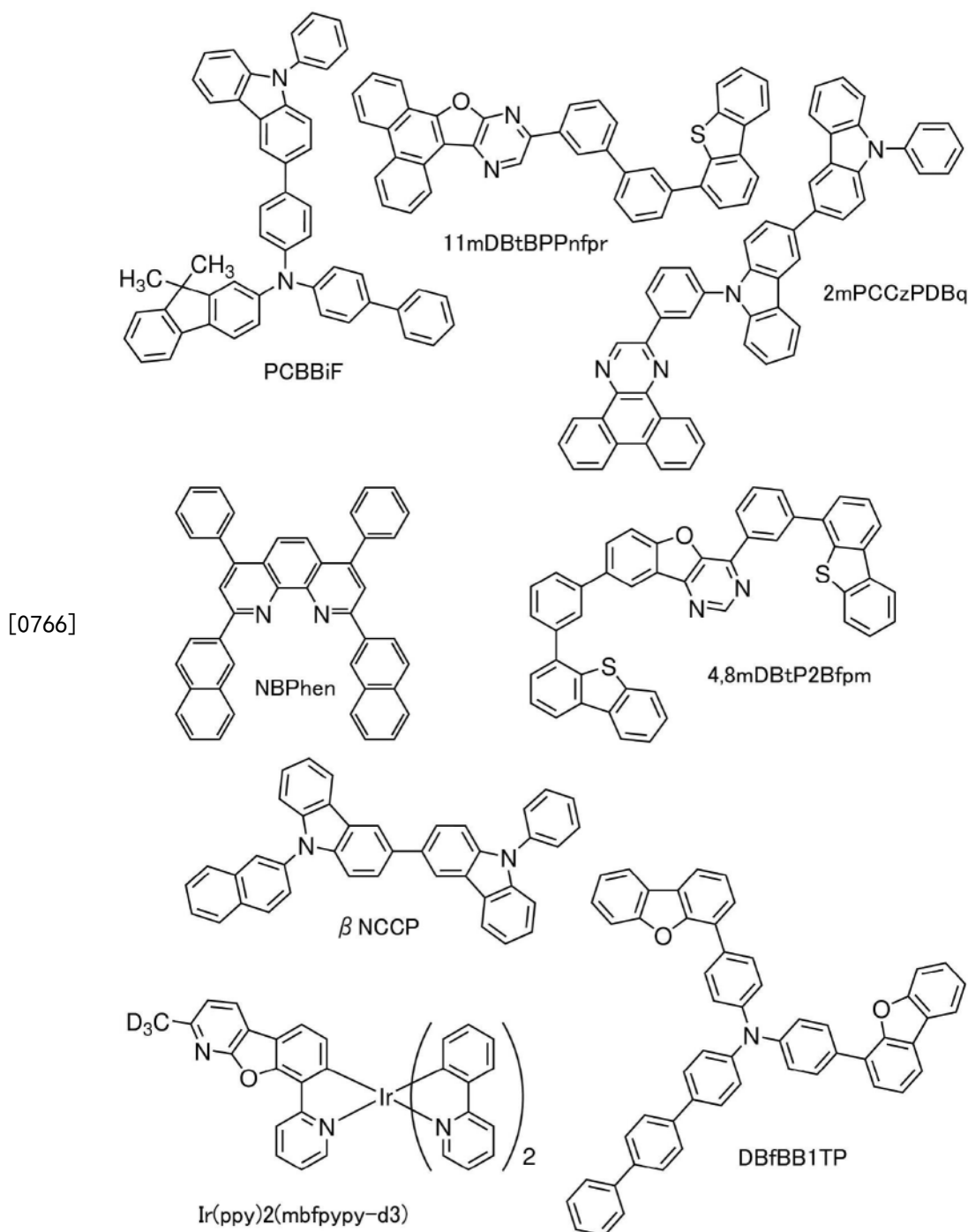
[0760] 在本实施例中说明的所制造的发光器件1具有与发光器件550X同样的结构(参照图36A)。注意,可以将发光器件1用作在实施例1中说明的显示装置的发光器件550C或发光器件550D。

[0761] <<发光器件1的结构>>

[0762] 表2示出发光器件1的结构。此外,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及上标以标准大小记载。例如,简称中的下标及单位中的上标都在表中以标准大小记载。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。

[0763] [表2]

构成要素 符号		材料	组成比	厚度 /nm
[0764]	层 CAP	ITO		70
	电极 552X	Ag:Mg	1:0.1	25
	层 105X	LiF:Yb	1:0.5	1.5
	层 113X2	NBPhen		20
	层 113X1	2mPCCzPDBq		20
		11mDBtBPPnfpr:	0.7:	
	层 111X	PCBBiF:	0.3:	40
		OCPG-006	0.05	
	层 112X	PCBBiF		25
	层 104X	PCBBiF:OCHD-003	1:0.03	10
	电极 551X	ITSO		70
	反射膜 REF3	Ti		6
	反射膜 REF2	Al		70
	反射膜 REF1	Ti		50
[0765]	[化学式3]			



[0767] <<发光器件1的制造方法>>

[0768] 通过包括下述步骤的方法制造在本实施例中说明的发光器件1。

[0769] [第一步骤]

[0770] 在第一步骤中,层叠反射膜REF1、反射膜REF2及反射膜REF3。具体而言,通过作为靶材使用钛(Ti)的溅射法形成反射膜REF1。注意,反射膜REF1包含Ti,具有50nm的厚度。此外,通过作为靶材使用铝(Al)的溅射法形成反射膜REF2。注意,反射膜REF2包含Al,具有70nm的厚度。此外,通过作为靶材使用钛(Ti)的溅射法形成反射膜REF3。注意,反射膜REF3包含Ti,具有6nm的厚度。

[0771] [第二步骤]

[0772] 在第二步骤中,在反射膜REF3上形成电极551X。具体而言,作为靶材使用含有硅或氧化硅的氧化铟-氧化锡(简称:ITSO)并通过溅射法形成电极551X。注意,电极551X包含ITSO,其厚度为70nm,其面积为 4mm^2 ($2\text{mm} \times 2\text{mm}$)。

[0773] 接着,用水对形成有电极的工件进行洗涤,以200℃烘烤1小时,然后进行UV臭氧处理370秒钟。然后,将该工件放入内部被减压到 10^{-4}Pa 左右的真空蒸镀装置中,在真空蒸镀装置的加热室中以170℃进行30分钟的真空烘烤。然后,进行自冷却30分钟左右。

[0774] [第三步骤]

[0775] 在第三步骤中,在电极551X上形成层104X。具体而言,通过电阻加热法共蒸镀材料。注意,层104X以PCBBiF:OCHD-003=1:0.03(重量比)包含N-(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)及电子受体材料(OCHD-003)且厚度为10nm。

[0776] [第四步骤]

[0777] 在第四步骤中,在层104X上形成层112X。具体而言,通过电阻加热法蒸镀材料。注意,层112X包含PCBBiF,其厚度为25nm。

[0778] [第五步骤]

[0779] 在第五步骤中,在层112X上形成层111X。具体而言,通过电阻加热法共蒸镀材料。注意,层111X以11mDBtBPPnfpr:PCBBiF:OCPG-006=0.7:0.3:0.05(重量比)包含11-[(3'-二苯并噻吩-4-基)联苯-3-基]菲并[9',10':4,5]呋喃并[2,3-b]吡嗪(简称:11mDBtBPPnfpr)、PCBBiF及磷光掺杂剂(OCPG-006),其厚度为40nm。

[0780] [第六步骤]

[0781] 在第六步骤中,在层111X上形成层113X1。具体而言,通过电阻加热法蒸镀材料。注意,层113X1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20nm。

[0782] [第七步骤]

[0783] 在第七步骤中,在层113X1上形成层113X2。具体而言,通过电阻加热法蒸镀材料。注意,层113X2包含2,9-二(2-萘基)-4,7-二苯基-1,10-菲咯啉(简称:NBPhen),其厚度为20nm。

[0784] [第八步骤]

[0785] 在第八步骤中,在层113X2上形成层105X。具体而言,通过电阻加热法共蒸镀材料。注意,层105X以LiF:Yb=1:0.5(重量比)包含氟化锂(LiF)及镱(Yb),其厚度为1.5nm。

[0786] [第九步骤]

[0787] 在第九步骤中,在层105X上形成电极552X。具体而言,通过电阻加热法共蒸镀材料。注意,电极552X以Ag:Mg=1:0.1(体积比)包含Ag及镁(Mg),其厚度为25nm。

[0788] [第十步骤]

[0789] 在第十步骤中,在电极552X上形成层CAP。具体而言,作为靶材使用氧化铟-氧化锡(简称:ITO)并通过溅射法形成层CAP。注意,层CAP包含ITO,其厚度为70nm。

[0790] <<发光器件1的工作特性>>

[0791] 发光器件1在被供应电力时发射光EL1(参照图36A)。在室温下测量发光器件1的工作特性(参照图37至图41)。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。

[0792] 表3示出所制造的发光器件在亮度1000cd/m²左右下发光时的主要初始特性。此外,表3还示出其他发光器件的特性,它们的结构将在下面记载。

[0793] [表3]

	电压	电流	电流密度	色度x	色度y	电流效率	发光开始电压
	(V)	(mA)	(mA/cm ²)			(cd/A)	(V)
[0794] 发光器件1	2.7	0.11	2.9	0.69	0.31	30.6	2.2
发光器件2	3.0	0.06	1.5	0.26	0.70	74.3	2.3
发光器件3	5.0	1.57	39.2	0.14	0.05	2.3	3.3

[0795] 可知发光器件1呈现良好的特性。例如,发光器件1以高电流效率发射红色光。此外,例如,与用于电视的NTSC规格的红色(色度x=0.67、色度y=0.33)相比,可以显示色纯度更高的红色。此外,例如,与用于数字电影的DCI-P3规格的红色(色度x=0.68、色度y=0.31)相比,可以显示色纯度更高的红色。由此可知,该发光器件适于色域宽的显示装置。

[0796] 在实施例1中说明的显示装置的发光器件550C或发光器件550D从邻接的其他发光器件分离。例如,可以隔着0.1μm以上且15μm以下的间隙配置呈现10cd/A以上且小于100cd/A的高电流效率的发光器件。具体而言,可以将发光器件1用作在实施例1中说明的显示装置的发光器件550C或发光器件550D。

[0797] <发光器件2>

[0798] 在本实施例中说明的所制造的发光器件2具有与发光器件550X同样的结构(参照图36A)。此外,可以将发光器件2用作在实施例1中说明的显示装置的发光器件550C或发光器件550D。

[0799] 注意,发光器件2的发光颜色与发光器件1不同。此外,发光器件2与发光器件1的不同之处在于层112X、层111X、层113X1及层113X2的结构。

[0800] 具体而言,发光器件2与发光器件1的不同之处在于:层112X具有10nm的厚度而代替25nm的厚度;层111X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'-联吡啶(简称:βNCCP)及[2-d3-甲基-(2-吡啶基-κN)苯并呋喃并[2,3-b]吡啶-κC]双[2-(2-吡啶基-κN)苯基-κC]铱(III)(简称:Ir(ppy)₂(mbfpypy-d3))而代替11mDBtBPPnfpr、PCBBiF及OCPG-006;层113X1具有10nm的厚度而代替20nm的厚度;以及层113X2具有15nm的厚度而代替20nm的厚度。

[0801] <<发光器件2的结构>>

[0802] 表4示出发光器件2的结构。此外,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。

[0803] [表4]

构成要素	符号	材料	组成比	厚度 /nm
	层 CAP	ITO		70
	电极 552X	Ag:Mg	1:0.1	25
	层 105X	LiF:Yb	1:0.5	1.5
	层 113X2	NBPhen		15
	层 113X1	2mPCCzPDBq		10
[0804]		4,8mDBtP2Bfpm:	0.6:	
	层 111X	β NCCP:	0.4:	40
		Ir(ppy) ₂ (mbfpypy-d3)	0.1	
	层 112X	PCBBiF		10
	层 104X	PCBBiF:OCHD-003	1:0.03	10
	电极 551X	ITSO		70
	反射膜 REF3	Ti		6
	反射膜 REF2	Al		70
	反射膜 REF1	Ti		50

[0805] <<发光器件2的制造方法>>

[0806] 通过包括下述步骤的方法制造在本实施例中说明的发光器件2。

[0807] 注意,发光器件2的制造方法与发光器件1的制造方法的不同之处在于第四步骤、第五步骤、第六步骤及第七步骤。在此,对不同之处进行详细说明,而关于使用相同方法的部分援用上述说明。

[0808] [第四步骤]

[0809] 在第四步骤中,在层104X上形成层112X。具体而言,通过电阻加热法蒸镀材料。注意,层112X包含PCBBiF,其厚度为10nm。

[0810] [第五步骤]

[0811] 在第五步骤中,在层112X上形成层111X。具体而言,通过电阻加热法共蒸镀材料。注意,层111X以4,8mDBtP2Bfpm: β NCCP:Ir(ppy)₂(mbfpypy-d3)=0.6:0.4:0.1(重量比)包含4,8mDBtP2Bfpm、 β NCCP及Ir(ppy)₂(mbfpypy-d3),其厚度为40nm。

[0812] [第六步骤]

[0813] 在第六步骤中,在层111X上形成层113X1。具体而言,通过电阻加热法蒸镀材料。注意,层113X1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。

[0814] [第七步骤]

[0815] 在第七步骤中,在层113X1上形成层113X2。具体而言,通过电阻加热法蒸镀材料。注意,层113X2包含NBPhen,其厚度为15nm。

[0816] <<发光器件2的工作特性>>

[0817] 发光器件2在被供应电力时发射光EL1(参照图36A)。在室温下测量发光器件2的工作特性(参照图37至图41)。

[0818] 可知发光器件2呈现良好的特性。例如,发光器件2以高电流效率发射绿色光。此

外,例如,可以显示与用于电视的NTSC规格的绿色(色度 $x=0.210$ 、色度 $y=0.710$)及DCI-P3规格的绿色(色度 $x=0.265$ 、色度 $y=0.690$)相同的色纯度高的绿色。由此可知,该发光器件适于色域宽的显示装置。

[0819] 在实施例1中说明的显示装置的发光器件550C或发光器件550D从邻接的其他发光器件分离。例如,可以隔着 $0.1\mu\text{m}$ 以上且 $15\mu\text{m}$ 以下的间隙配置呈现 10cd/A 以上且小于 100cd/A 的高电流效率的发光器件。具体而言,可以将发光器件2用作在实施例1中说明的显示装置的发光器件550C或发光器件550D。

[0820] <发光器件3>

[0821] 在本实施例中说明的所制造的发光器件3具有与发光器件550X同样的结构(参照图36B)。此外,可以将发光器件3用作在实施例1中说明的显示装置的发光器件550A及发光器件550B。

[0822] 注意,发光器件3的发光颜色与发光器件1不同。此外,发光器件3与发光器件1的不同之处在于层112X1、层112X2、层111X及层113X2的结构。

[0823] 具体而言,发光器件3与发光器件1的不同之处在于:层112X1具有 96nm 的厚度而代替 25nm 的厚度;在层112X1与层111X之间包括层112X2;层111X具有 25nm 的厚度并包含9-(1-萘基)-10-[4-(2-萘基)苯基]蒽(简称: $\alpha\text{N}-\beta\text{NPAnth}$)及3,10-双[N-(9-苯基-9H-吡啶-2-基)-N-苯基氨基]萘并[2,3-b;6,7-b']双苯并咪唑(简称:3,10PCA2Nbf(IV)-02)而代替具有 40nm 的厚度并包含11mDBtBPPnfpr、PCBBiF及OCPG-006;以及层113X2具有 15nm 的厚度而代替 20nm 的厚度。

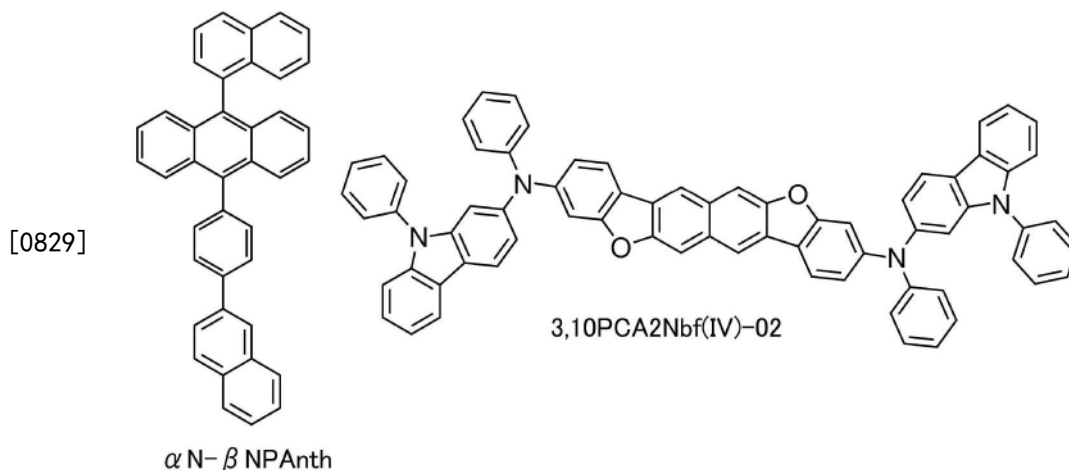
[0824] <<发光器件3的结构>>

[0825] 表5示出发光器件3的结构。此外,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。

[0826] [表5]

	构成要素 符号	材料	组成比	厚度
				/nm
	层 CAP	ITO		70
	电极 552X	Ag:Mg	1:0.1	25
	层 105X	LiF:Yb	1:0.5	1.5
	层 113X2	NBPhen		15
	层 113X1	2mPCCzPDBq		20
[0827]	层 111X	$\alpha\text{N}-\beta\text{NPAnth}$: 3,10PCA2Nbf(IV)-02	1:0.015	25
	层 112X2	DBfBB1TP		10
	层 112X1	PCBBiF		96
	层 104X	PCBBiF:OCHD-003	1:0.03	10
	电极 551X	ITSO		70
	反射膜 REF3	Ti		6
	反射膜 REF2	Al		70
	反射膜 REF1	Ti		50

[0828] [化学式4]



[0830] <<发光器件3的制造方法>>

[0831] 通过包括下述步骤的方法制造在本实施例中说明的发光器件3。

[0832] 注意,发光器件2的制造方法与发光器件1的制造方法的不同之处在于第四步骤、第四-二步骤、第五步骤及第七步骤。在此,对不同之处进行详细说明,而关于使用相同方法的部分援用上述说明。

[0833] [第四步骤]

[0834] 在第四步骤中,在层104X上形成层112X1。具体而言,通过电阻加热法蒸镀材料。注意,层112X1包含PCBBiF,其厚度为96nm。

[0835] [第四-二步骤]

[0836] 在第四步骤之后的第四-二步骤中,在层112X1上形成层112X2。具体而言,通过电阻加热法蒸镀材料。注意,层112X2包含N,N-双[4-(二苯并呋喃-4-基)苯基]-4-氨基-对三联苯基(简称:DBfBB1TP),其厚度为10nm。

[0837] [第五步骤]

[0838] 在第四-二步骤之后的第五步骤中,在层112X2上形成层111X。具体而言,通过电阻加热法共蒸镀材料。注意,层111X以 $\alpha N-\beta NPAAnth$:3,10PCA2Nbf(IV)-02=1:0.015(重量比)包含 $\alpha N-\beta NPAAnth$ 及3,10PCA2Nbf(IV)-02,其厚度为25nm。

[0839] [第六步骤]

[0840] 在第六步骤中,在层111X上形成层113X1。具体而言,通过电阻加热法蒸镀材料。注意,层113X1包含2mPCCzPDBq,其厚度为20nm。

[0841] <<发光器件3的工作特性>>

[0842] 发光器件3在被供应电力时发射光EL1(参照图36B)。在室温下测量发光器件3的工作特性(参照图37至图41)。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。

[0843] 可知发光器件3呈现良好的特性。例如,发光器件3发射蓝色光。此外,例如,与用于电视的NTSC规格的蓝色(色度 $x=0.140$ 、色度 $y=0.08$)相比,可以显示色纯度更高的蓝色。此外,例如,与用于数字电影的DCI-P3规格的蓝色(色度 $x=0.150$ 、色度 $y=0.06$)相比,可以显示色纯度更高的蓝色。由此可知,该发光器件适于色域宽的显示装置。

[0844] 在实施例1中说明的显示装置的发光器件550B包括与发光器件550A连续的层。例如,可以隔着 $0.1\mu m$ 以上且 $15\mu m$ 以下的间隙并不分离地配置呈现 $1cd/A$ 以上且小于 $10cd/A$ 的

电流效率的发光器件。具体而言,可以将发光器件3用作在实施例1中说明的显示装置的发光器件550A及发光器件550B。

[0845] [实施例3]

[0846] 在本实施例中,参照图42至图48说明本发明的一个方式的显示装置。

[0847] 图42A是说明所制造的显示装置的显示状态的照片,图42B是显示白色的状态下的像素的光学显微镜照片。

[0848] 图43是说明所制造的显示装置的像素的结构俯视图。

[0849] 图44是说明能够使用所制造的显示装置显示的色域的图。

[0850] 图45是说明所制造的显示装置的发射光谱的图。

[0851] 图46是说明所制造的显示装置中的蓝色发光器件的电压-亮度特性的图。

[0852] 图47是说明所制造的显示装置中的蓝色发光器件的电压-电流密度特性的图。

[0853] 图48是说明以恒定电流密度 ($50\text{mA}/\text{cm}^2$) 发光时的蓝色发光器件的归一化亮度的经过时间变化的图。

[0854] <显示装置700-2>

[0855] 以下示出在本实施例中说明的所制造的显示装置的规格。将使用氧化物半导体的OS晶体管用于像素电路。

[0856] 图42A是拍摄显示图像的状态下的显示装置的照片。此外,图42B是显示白色的状态下的像素的光学显微镜照片。

[0857] [表6]

	规格
屏幕尺寸	1.50英寸
面板尺寸	30.41mm(H) x 22.81mm(V)
结构	OLED/OS
像素数	3840(H) x 2880(V)
像素密度	3207 ppi
[0858] 像素尺寸	7.92 μm (H) x 7.92 μm (V)
像素配置	RGB S-条纹
开口率	61.0 %
着色方法	SBS (利用光刻法)
发射方式	顶部发射方式
源极驱动器	IC键合
栅极驱动器	内置

[0859] <<像素的结构>>

[0860] 在本实施例中制造的显示装置700-2包括一组像素703,一组像素703包括发光器件550A、发光器件550B、发光器件550C及发光器件550D(参照图43)。注意,蓝色发光器件、绿色发光器件及红色发光器件被配置为利用光刻法进行微型加工且彼此相邻的并排(SBS: Side-By-Side)方式。此外,各发光器件都包括利用光刻法进行微型加工的包含发光性有机化合物的膜。

[0861] <<能够显示的色域>>

[0862] 使用在本实施例中制造的显示装置700-2显示蓝色、绿色、红色,由此求出CIE1931颜色空间中的色度(chromaticity)坐标。将蓝色、绿色、红色的色度坐标标绘在色度图上并示出显示装置700-2能够显示的色域(参照图44)。

[0863] 此外,使用在本实施例中制造的显示装置700-2比较以大约 $100\text{cd}/\text{m}^2$ 的亮度显示蓝色的状态下的发射光谱与以大约 $1\text{cd}/\text{m}^2$ 的亮度显示蓝色的状态下的发射光谱(参照图45)。观测到在460nm附近具有峰的光谱。关于以最大亮度归一化的归一化分光亮度,以大约 $1\text{cd}/\text{m}^2$ 的亮度显示蓝色的状态下的发射光谱(虚线)与以大约 $100\text{cd}/\text{m}^2$ 的亮度显示蓝色的状态下的发射光谱(实线)一致。

[0864] 此外,与此同样,比较以大约 $100\text{cd}/\text{m}^2$ 的亮度显示绿色的状态下的发射光谱与以大约 $1\text{cd}/\text{m}^2$ 的亮度显示绿色的状态下的发射光谱(参照图45)。观测到在530nm附近具有峰的光谱。关于以最大亮度归一化的归一化分光亮度,以大约 $1\text{cd}/\text{m}^2$ 的亮度显示绿色的状态下的发射光谱(虚线)与以大约 $100\text{cd}/\text{m}^2$ 的亮度显示绿色的状态下的发射光谱(实线)大致一致。

[0865] 此外,与此同样,比较以大约 $100\text{cd}/\text{m}^2$ 的亮度显示红色的状态下的发射光谱与以大约 $1\text{cd}/\text{m}^2$ 的亮度显示红色的状态下的发射光谱(参照图45)。观测到在630nm附近具有峰的光谱。关于以最大亮度归一化的归一化分光亮度,以大约 $1\text{cd}/\text{m}^2$ 的亮度显示红色的状态下的发射光谱(虚线)与以大约 $100\text{cd}/\text{m}^2$ 的亮度显示红色的状态下的发射光谱(实线)一致。

[0866] <<发光器件550B的工作特性>>

[0867] 发光器件550B显示蓝色光。制造具有与发光器件550B相同的结构的发光器件4并评价工作特性。注意,发光器件4以3207ppi(纵方向 $7.92\mu\text{m}$ 间距、横方向 $7.92\mu\text{m}$ 间距)的清晰度配置,发光器件4具有34.7%的开口率。此外,与显示装置700-2的制造方法同样,利用光刻法对包含有机化合物的膜进行微型加工,由此制造发光器件4。

[0868] 此外,制造与发光器件550B相同的结构的比较器件并比较工作特性。注意,比较器件与发光器件4的不同之处在于:尺寸为 $2\text{mm}\times 2\text{mm}$;开口率为100%;以及没有利用光刻法对包含发光性有机化合物的膜进行加工。

[0869] 在室温下测量发光器件的工作特性(参照图46及图47)。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。

[0870] 此外,观测以恒定电流密度($50\text{mA}/\text{cm}^2$)使发光器件发光时的亮度的经过时间变化(参照图48)。

[0871] 可知发光器件4呈现良好特性。此外,呈现与比较器件相等的特性。

[0872] [符号说明]

[0873] AN0:导电膜、C21:电容、C22:电容、CAP:层、CP:导电材料、EMA:材料、EMB:材料、EMC:材料、EMD:材料、GD:驱动电路、M21:晶体管、N21:节点、N22:节点、SD:驱动电路、SW21:开关、SW22:开关、SW23:开关、14b:衬底、16b:衬底、17:衬底、18:衬底、37b:显示部、61B:发光器件、61G:发光器件、61R:发光器件、61W:发光器件、63B:发光器件、63G:发光器件、63R:发光器件、63W:发光器件、71:衬底、73:衬底、83B:光、83G:光、83R:光、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、100I:显示装置、100J:显示装置、100K:显示装置、100L:显示装置、100M:显示装置、100:显示装置、103X:单元、104A:层、104B:层、104C:层、104D:层、104X:层、

105A:层、105B:层、105C:层、105D:层、105X:层、105:层、106X:中间层、107:显示部、111A:层、111B:层、111C:层、111D:层、111X:层、112A:层、112B:层、112BC:间隙、112C:层、112CD:间隙、112D:层、112X:层、113A:层、113B:层、113C:层、113D:层、113X:层、117:遮光层、120:衬底、122:粘合层、140:连接部、142:粘合层、153:绝缘层、156:粘合层、162:绝缘层、164:电路、165:布线、166:导电层、168:导电层、171:导电层、172B:EL层、172G:EL层、172R:EL层、173:导电层、176:IC、177:FPC、183B:着色层、183G:着色层、183R:着色层、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、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、255: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、270B:牺牲层、270G:牺牲层、270R:牺牲层、271:保护层、272:绝缘层、273:保护层、274a:导电层、274b:导电层、274:插头、275:插头、278:绝缘层、280:显示模块、290:FPC、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、510:衬底、519B:端子、520:功能层、521:绝缘膜、529_1:膜、529_2:膜、529_3:绝缘膜、529_3A:开口部、529_3B:开口部、529_3C:开口部、529_3D:开口部、530B:像素电路、530C:像素电路、540:功能层、550A:发光器件、550B:发光器件、550C:发光器件、550D:发光器件、550X:发光器件、551A:电极、551AB:间隙、551B:电极、551BC:间隙、551C:电极、551CD:间隙、551D:电极、551X:电极、552A:电极、552B:电极、552C:电极、552D:电极、552X:电极、552:导电膜、591B:开口部、591C:开口部、700:显示装置、702B:像素、702C:像素、702D:像素、703:像素、731:区域、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、6700A:电子设备、6700B:电子设备、6721:框体、6723:安装部、6727:耳机部、6750:耳机、6751:显示面板、6753:光学构件、6756:显示区域、6757:眼镜架、6758:鼻垫、6800A:电子设备、6800B:电子设备、6820:显示部、6821:框体、6822:通信部、6823:安装部、6824:控制部、6825:成像部、6827:耳机部、6832:透镜、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

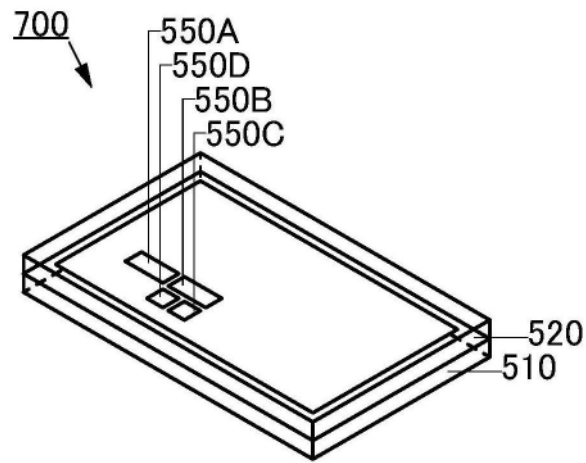


图1A

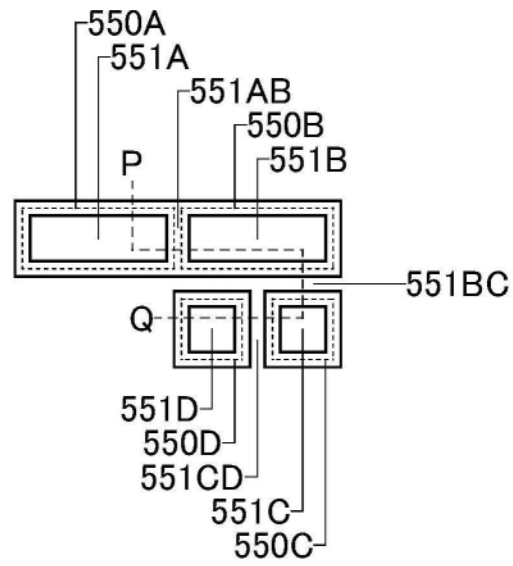


图1B

700

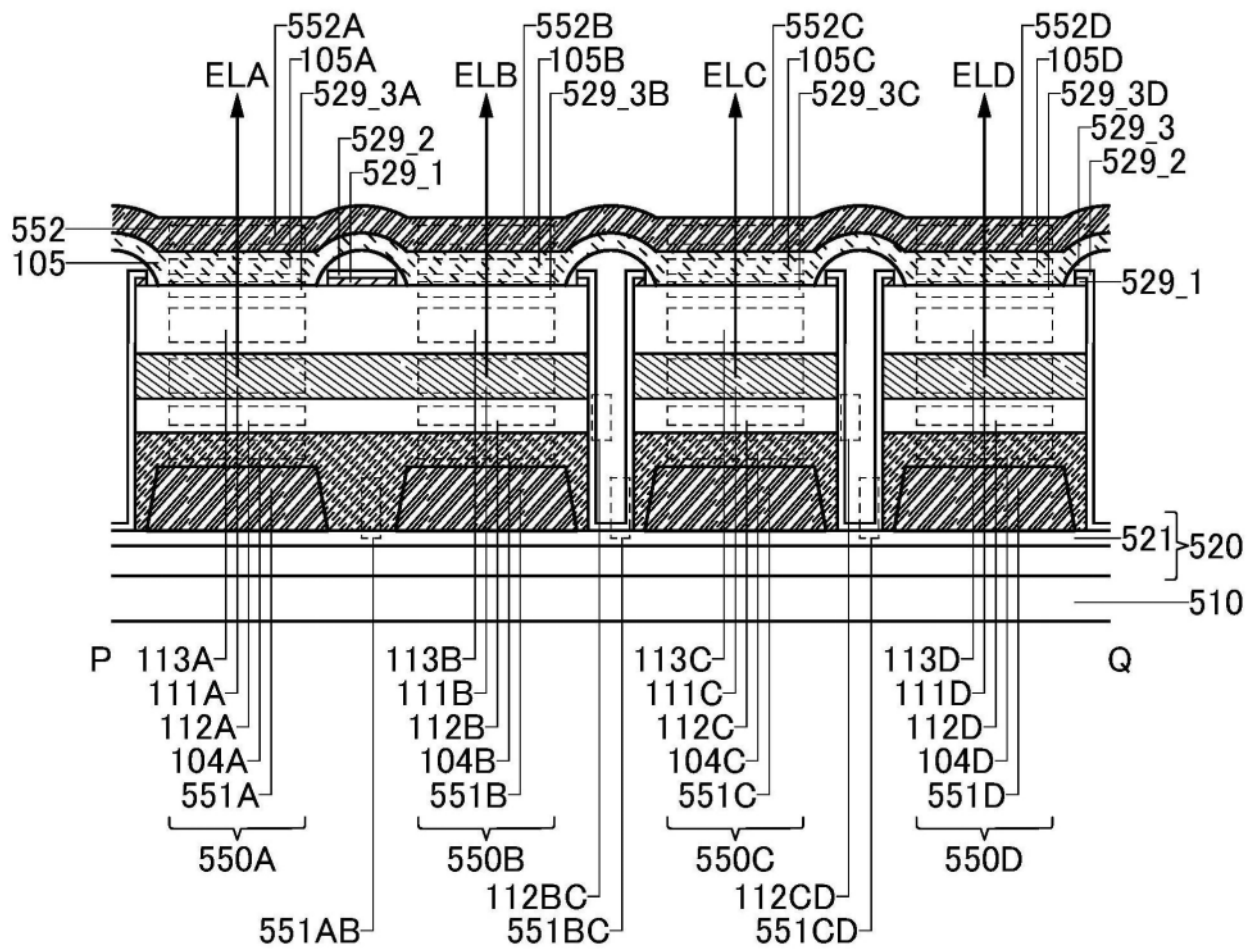


图1C

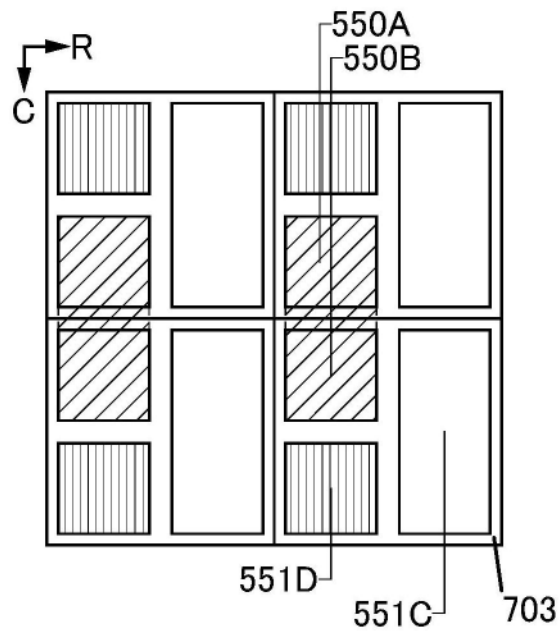


图2A

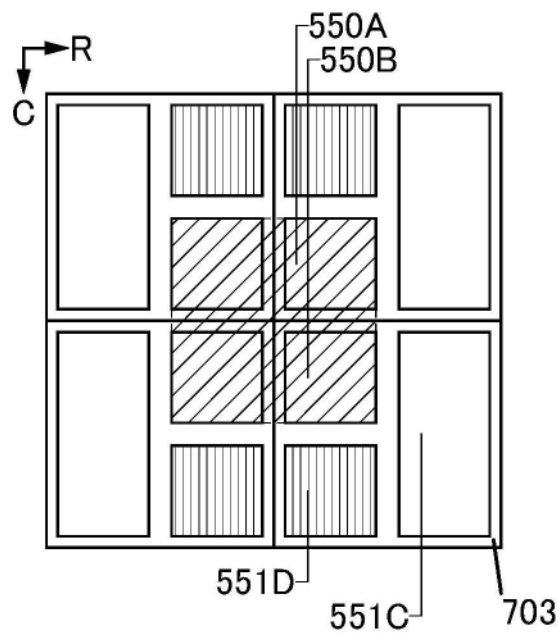


图2B

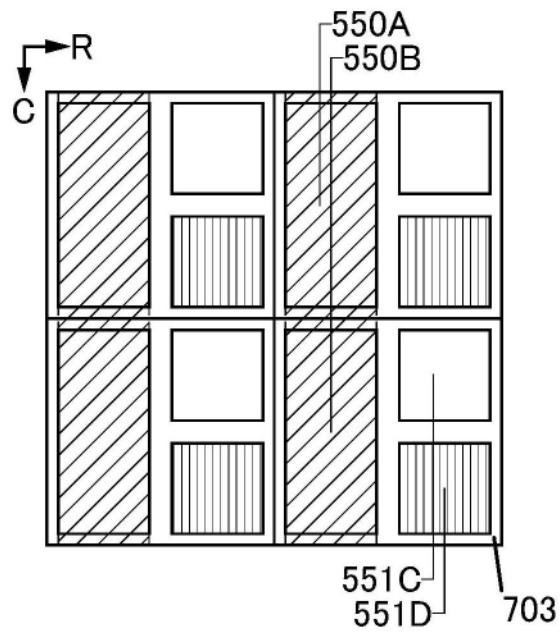


图3A

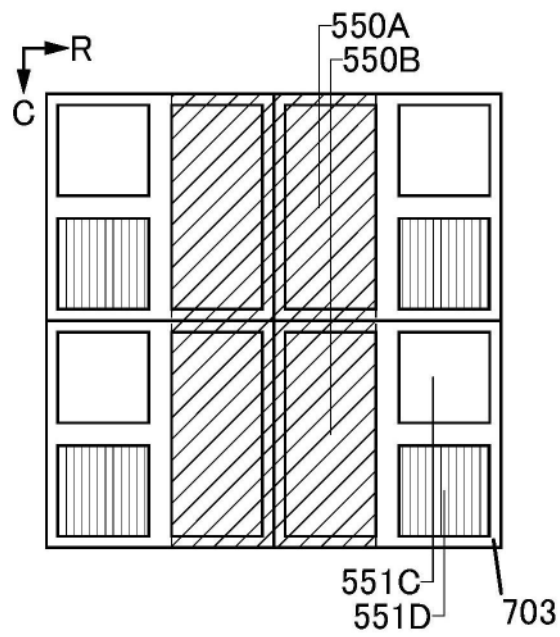


图3B

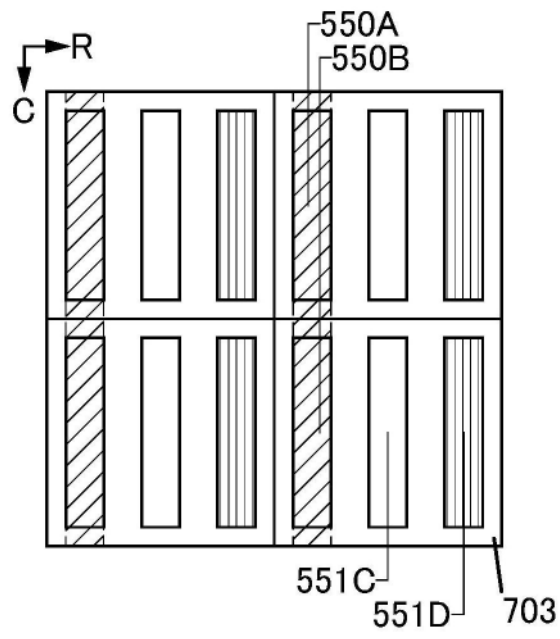


图3C

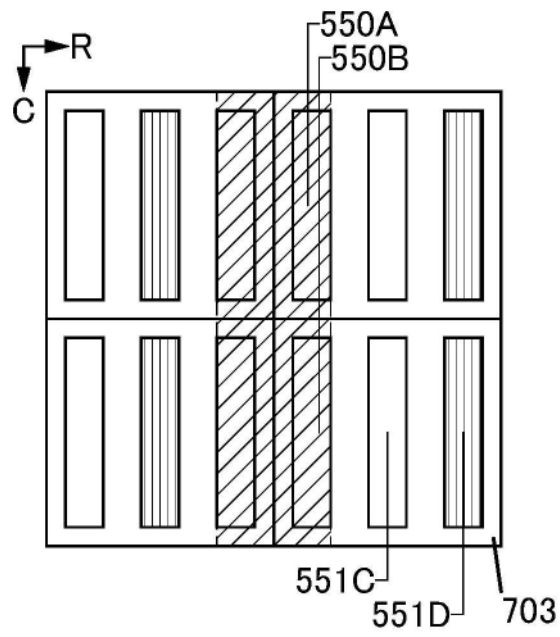


图3D

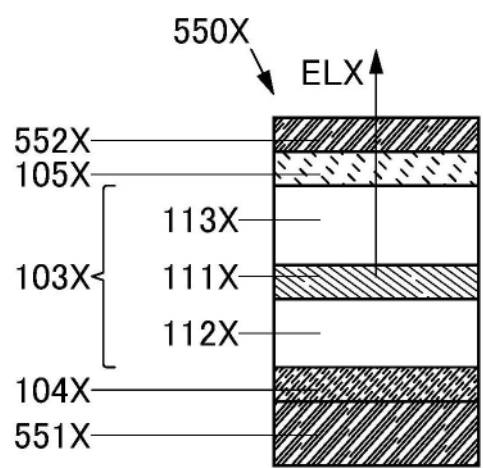


图4A

0eV —

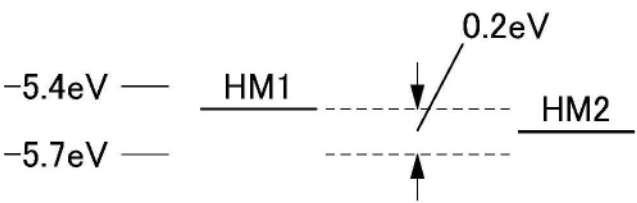


图4B

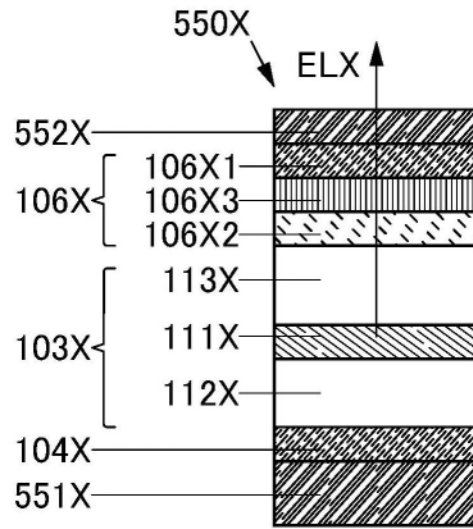


图5A

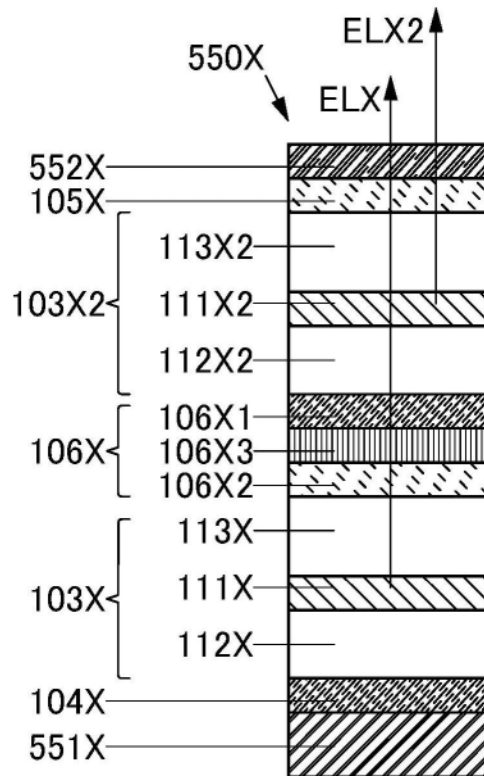


图5B

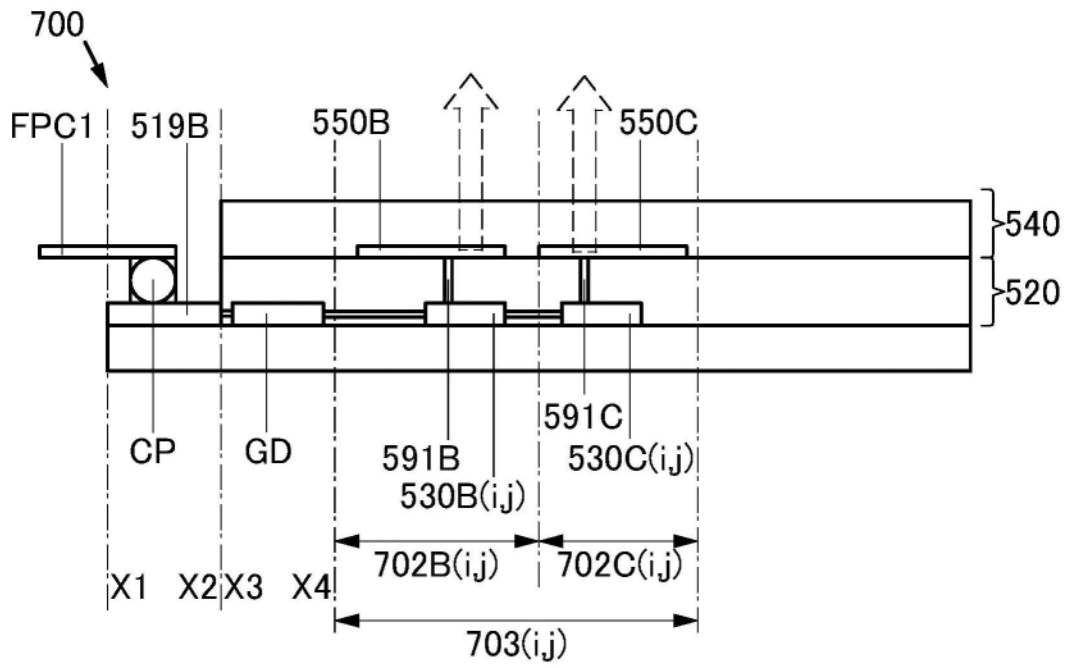


图6C

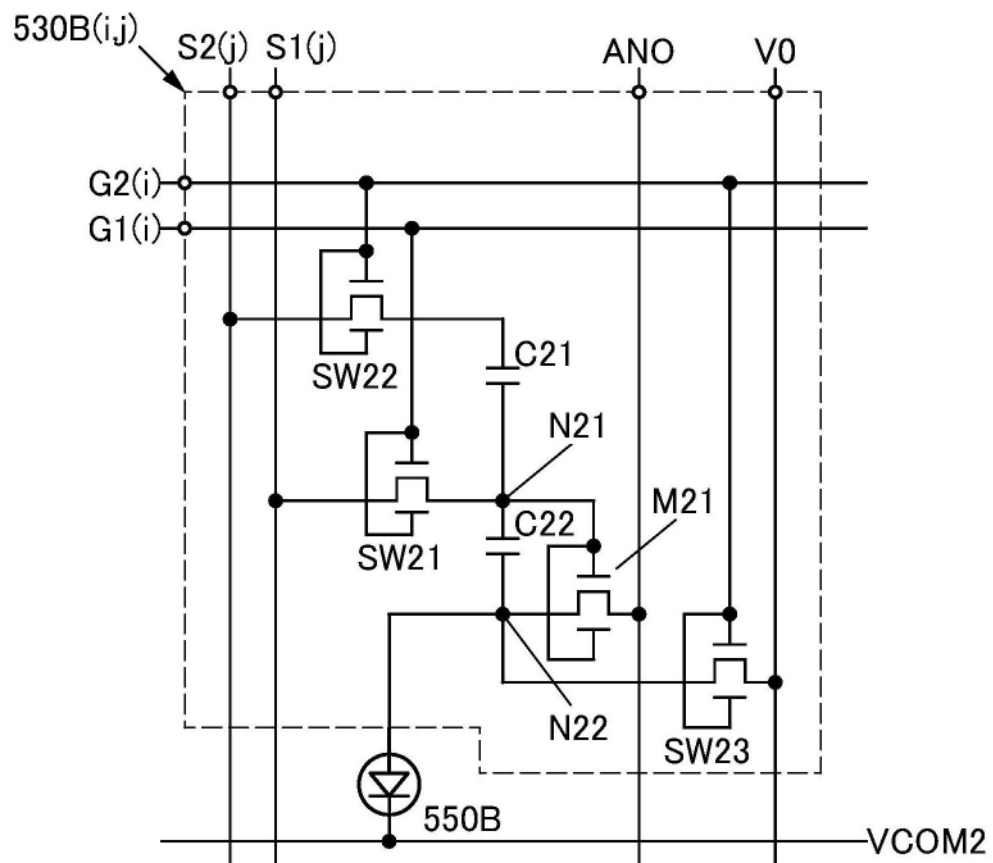


图7

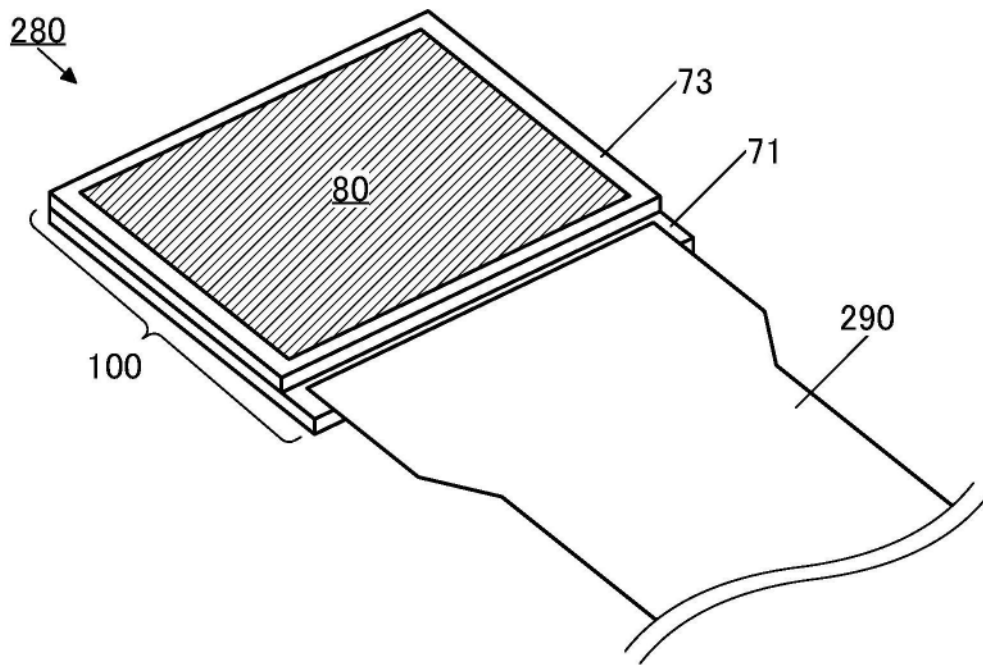


图8

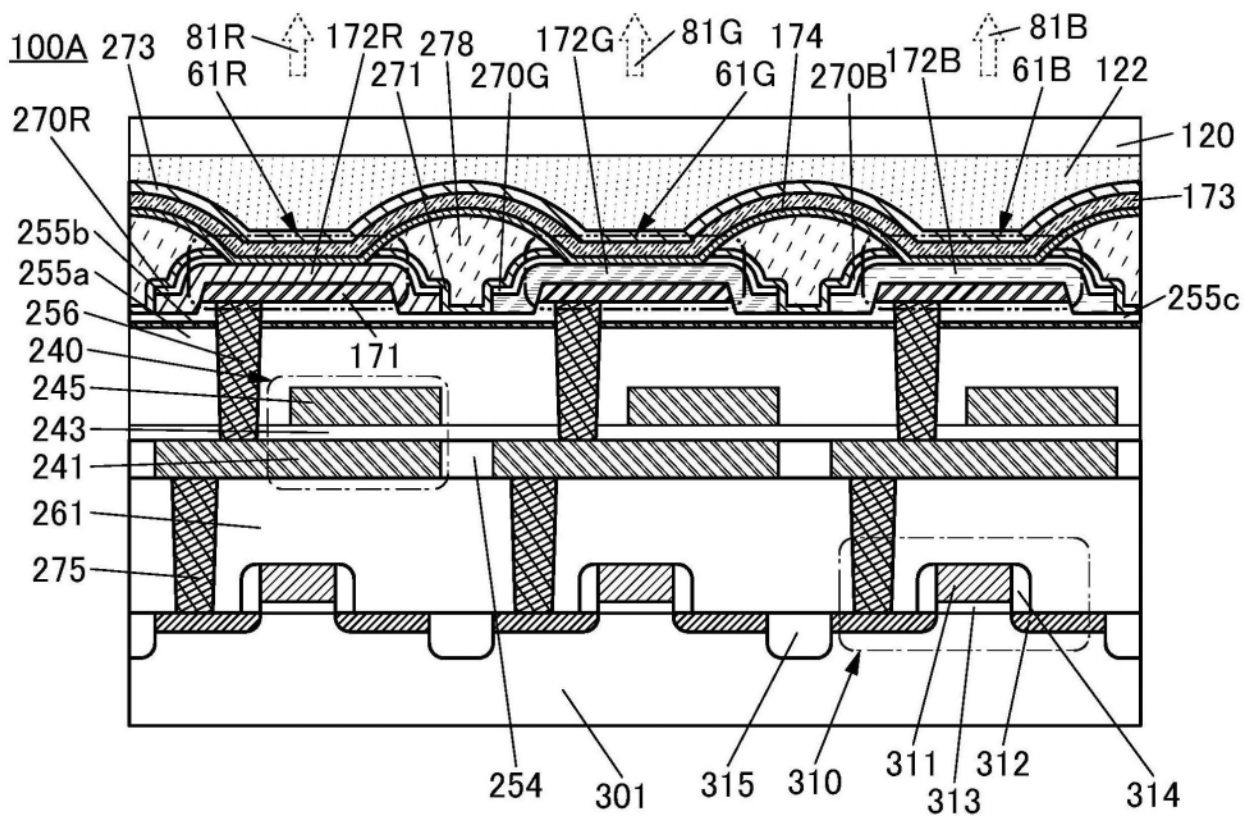


图9A

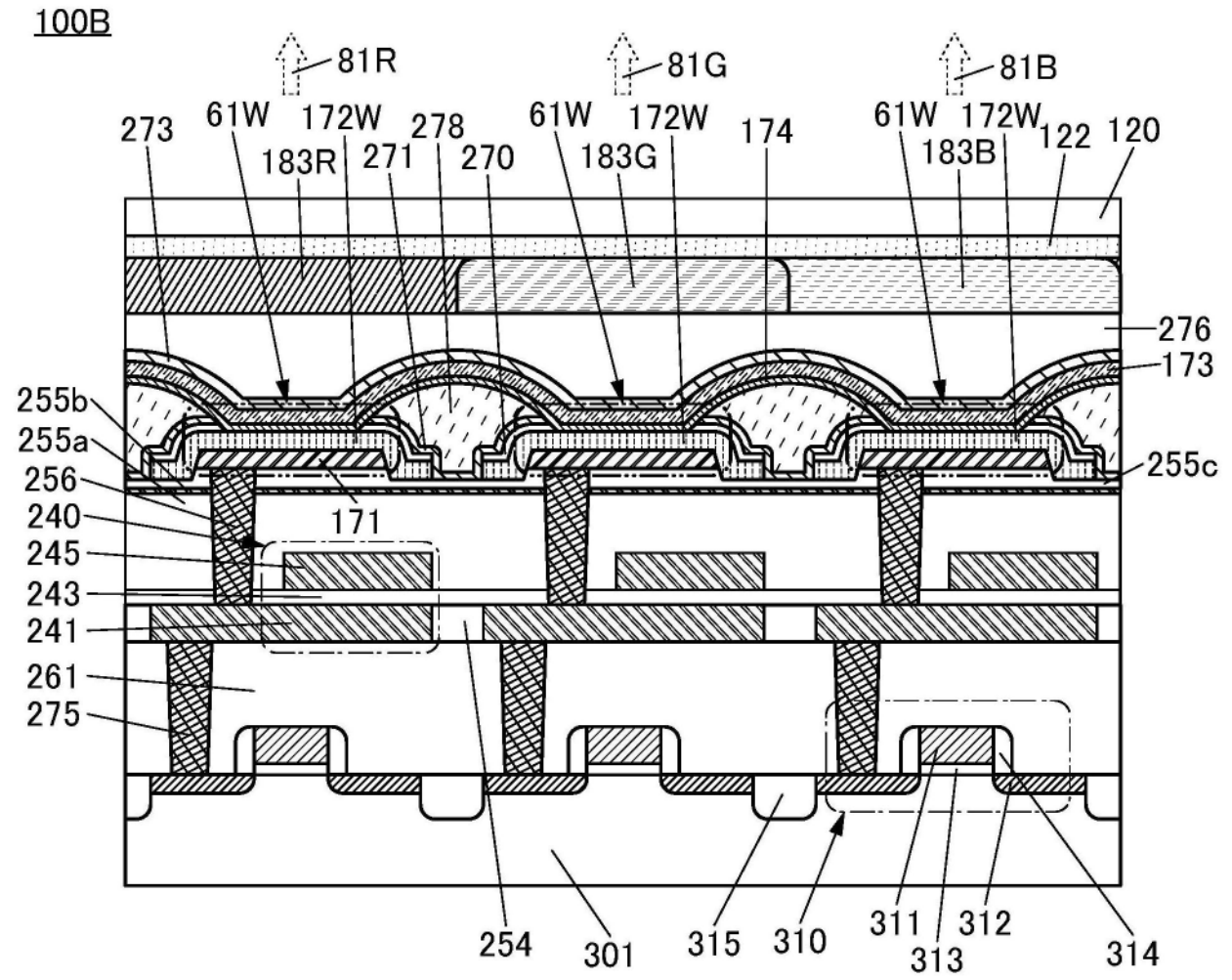


图9B

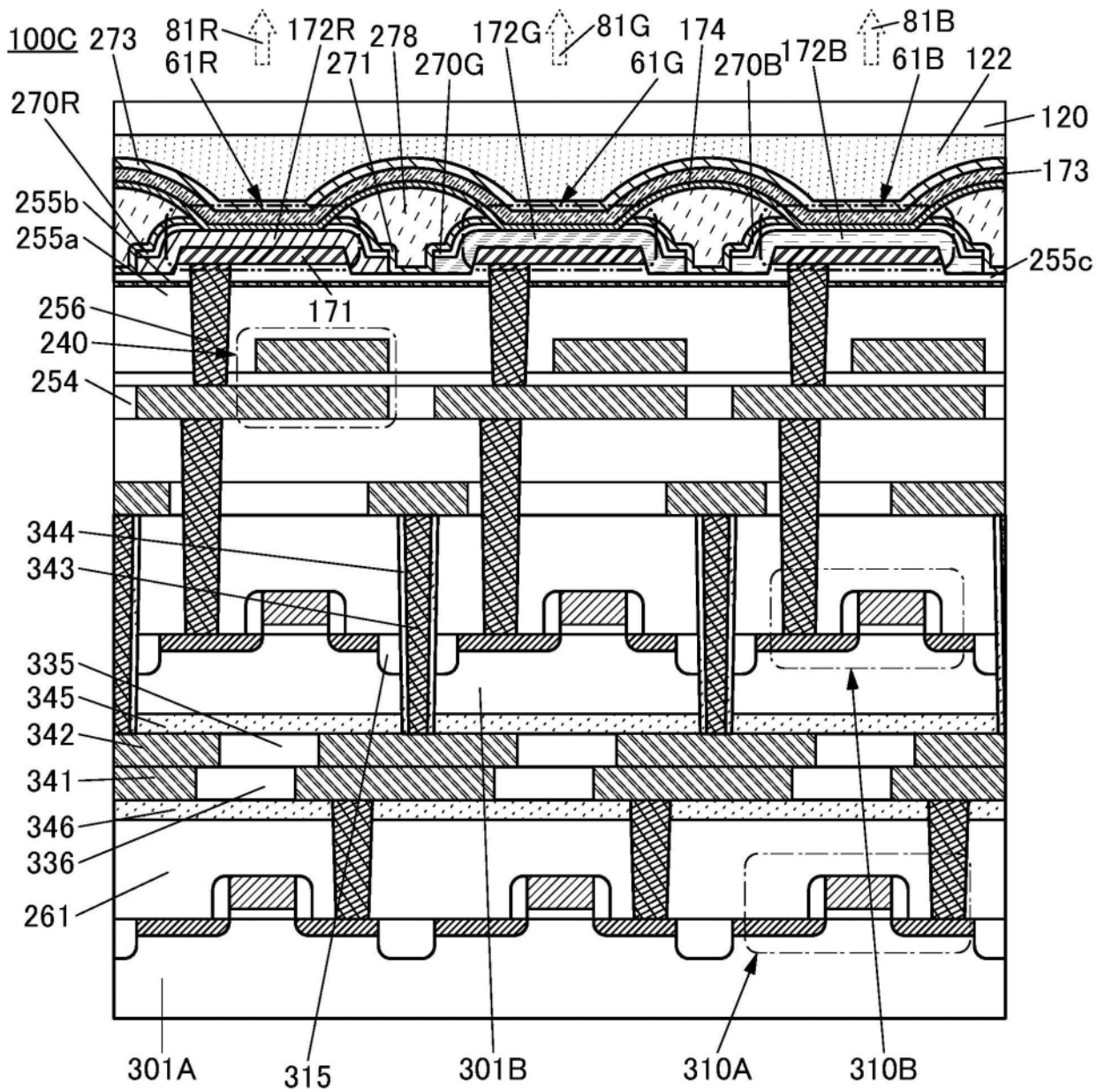


图10

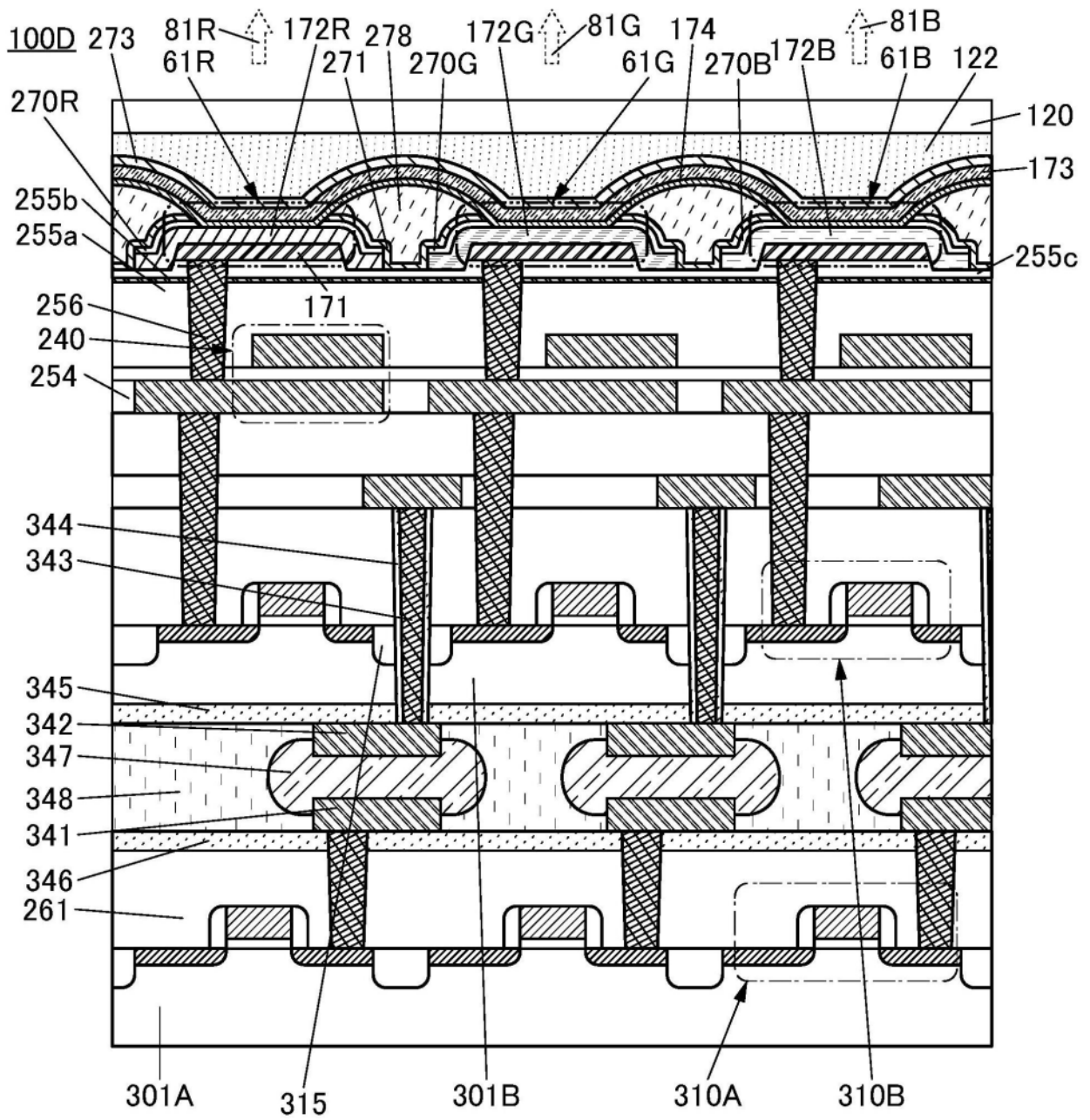


图11

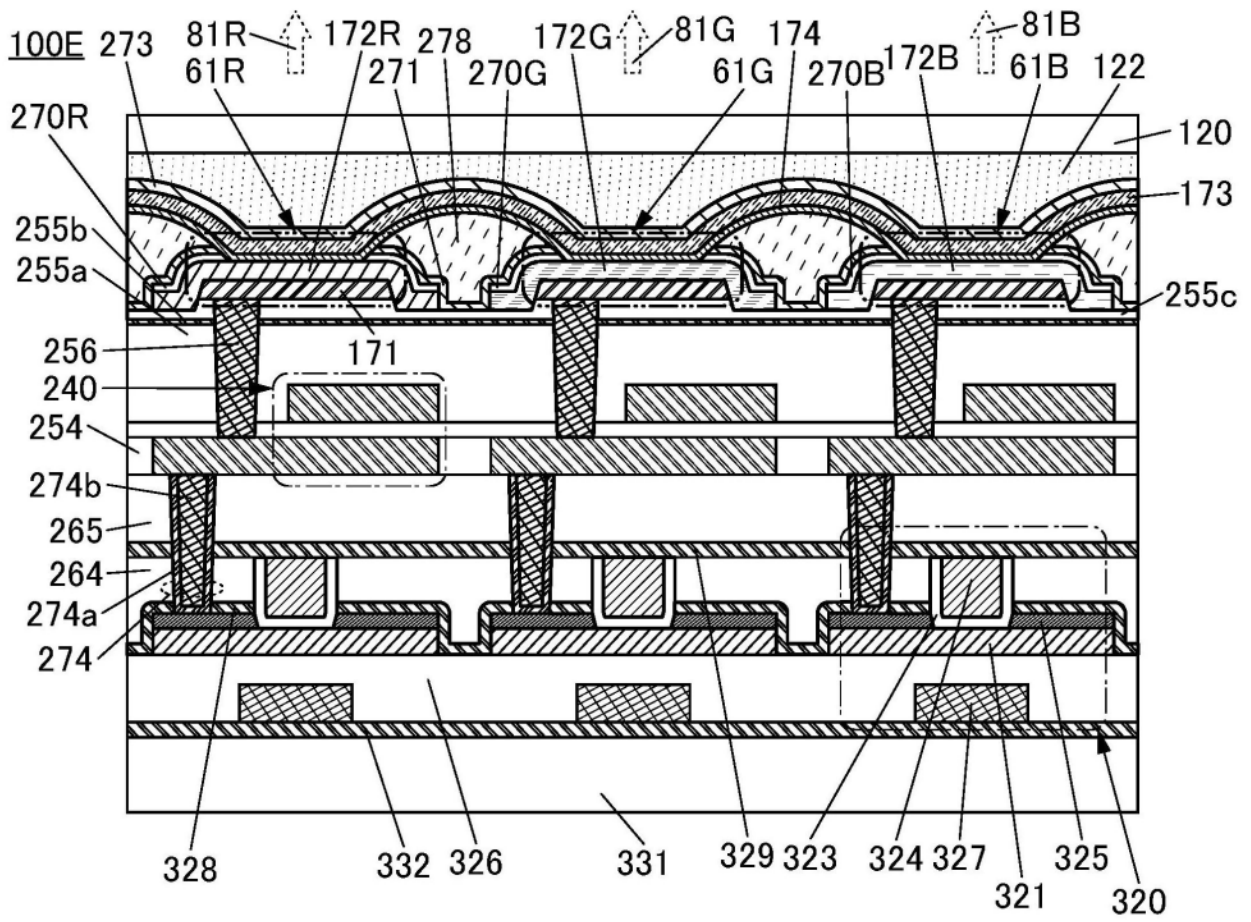


图12

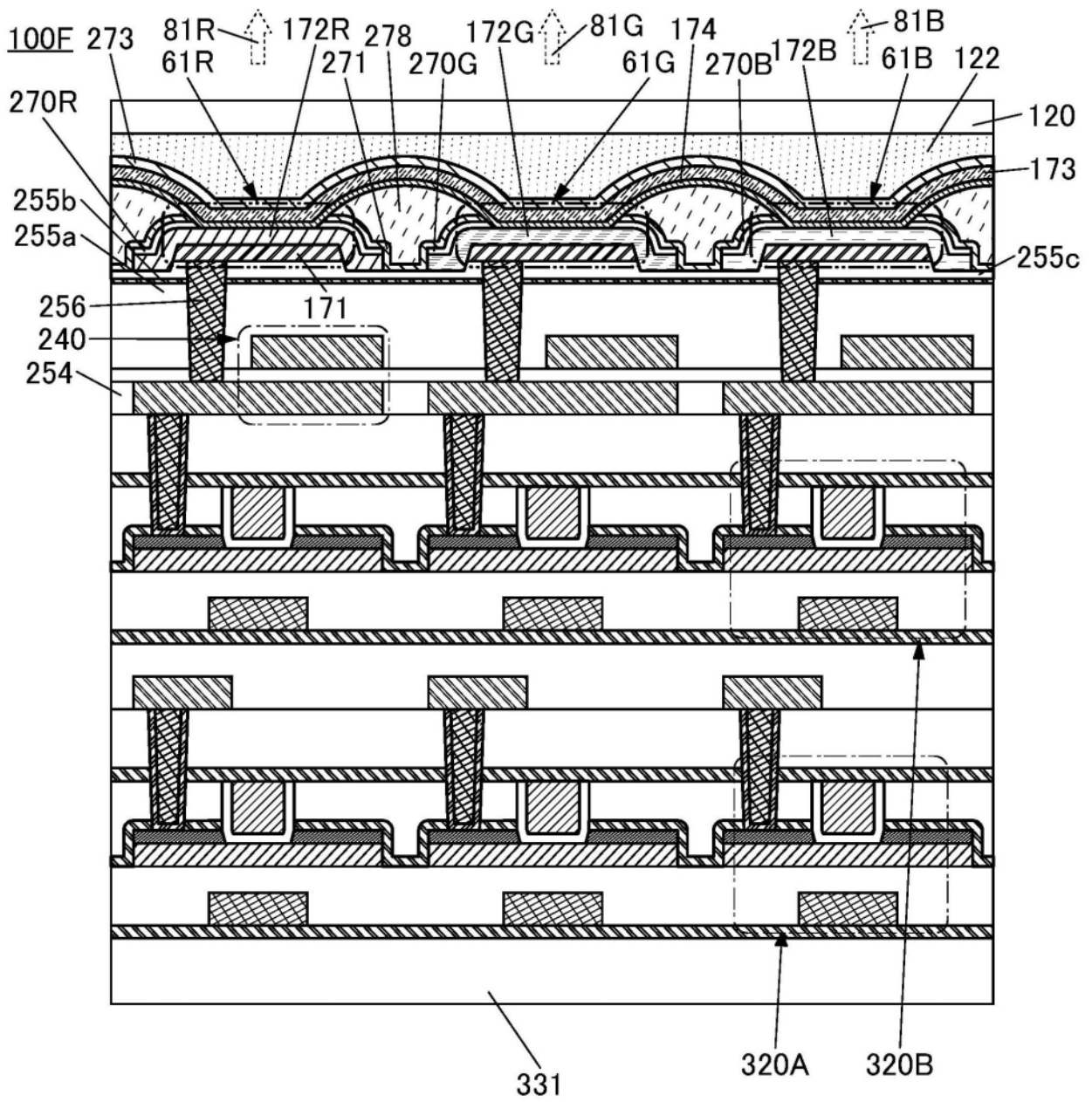


图13

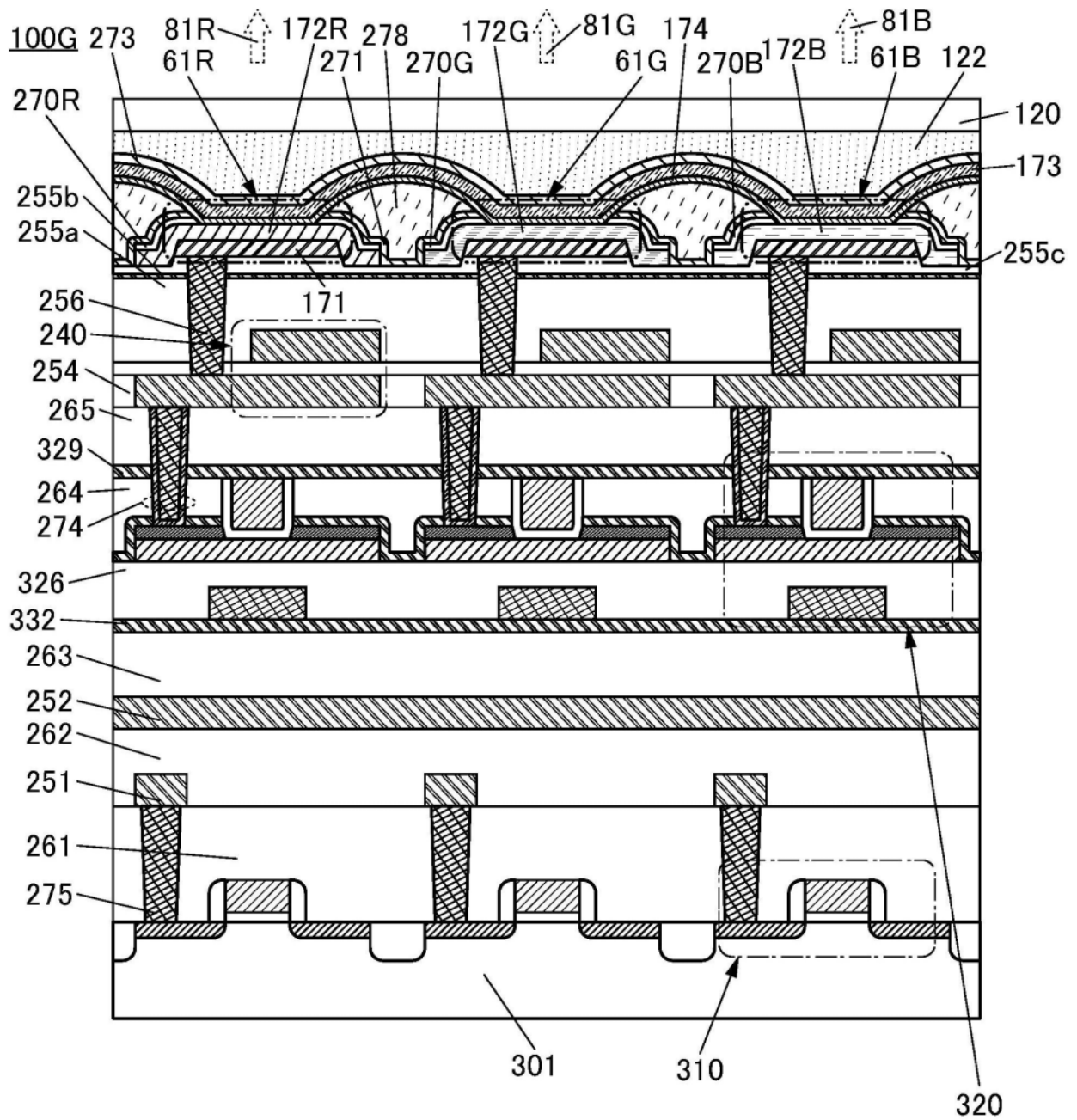


图14

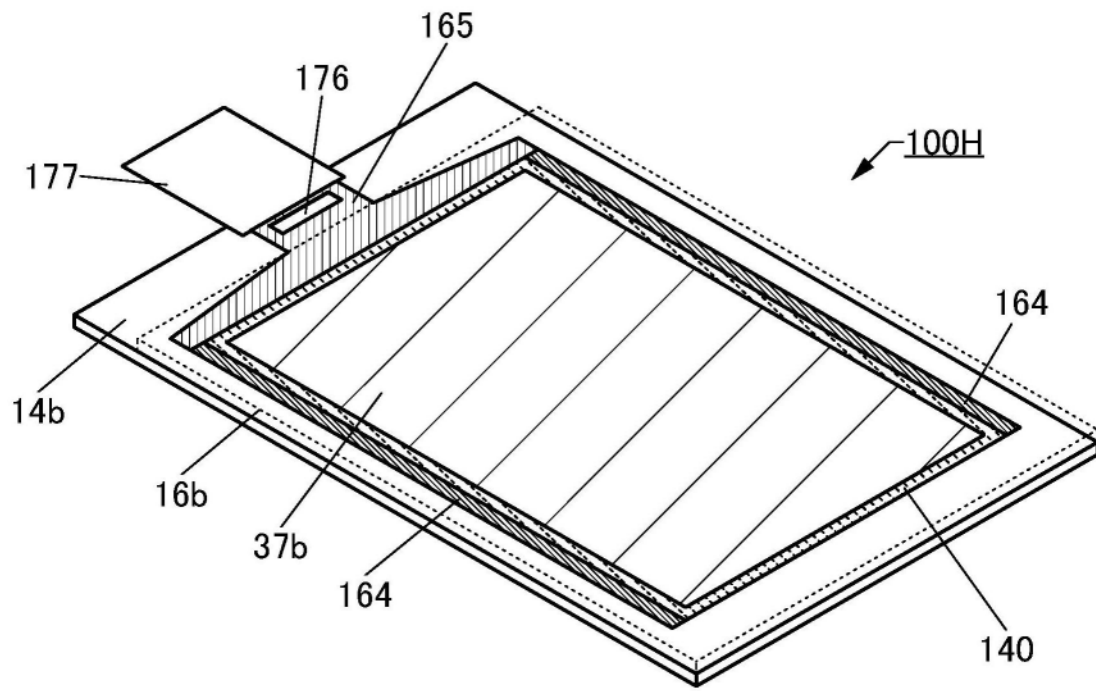


图15

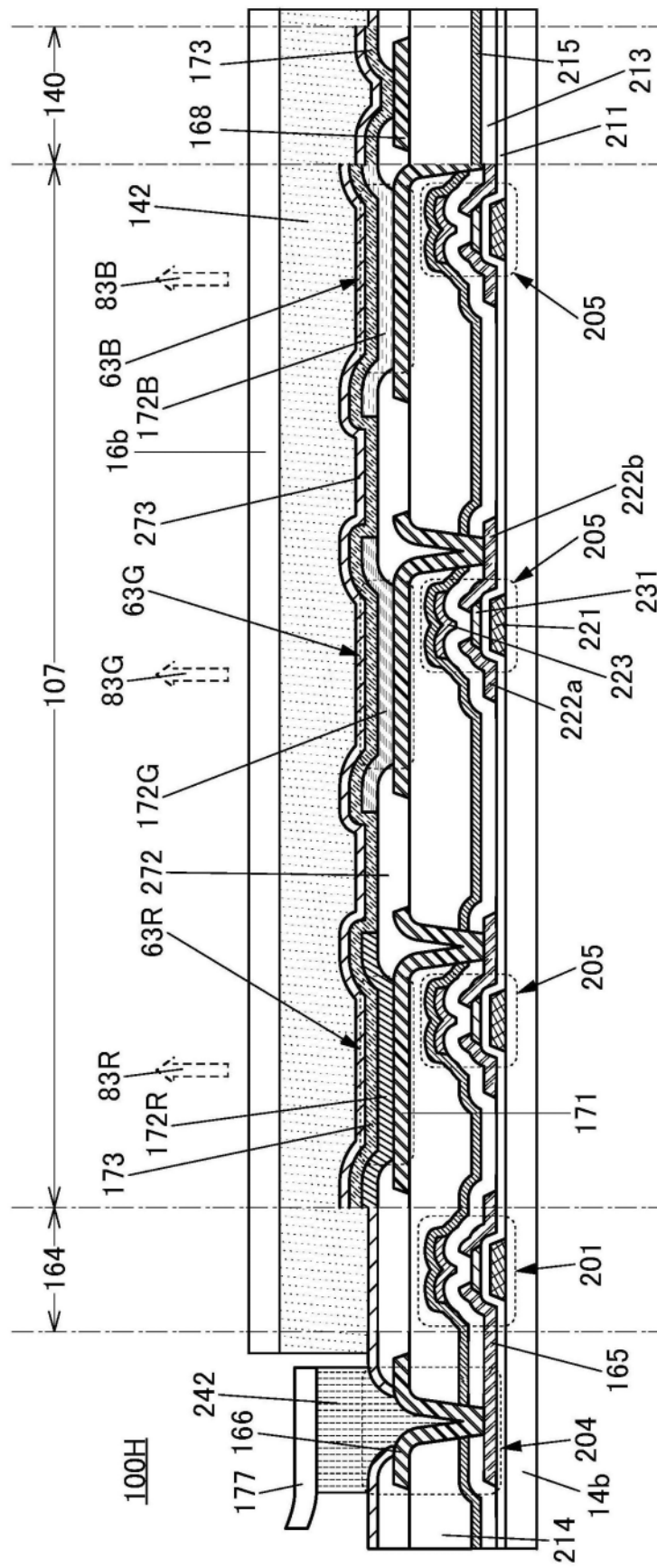


图16A

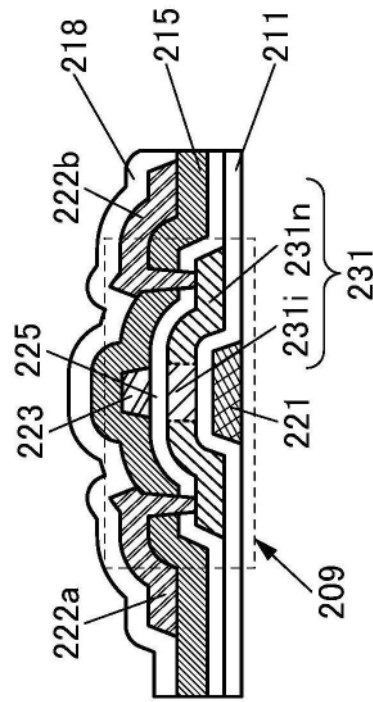


图16B

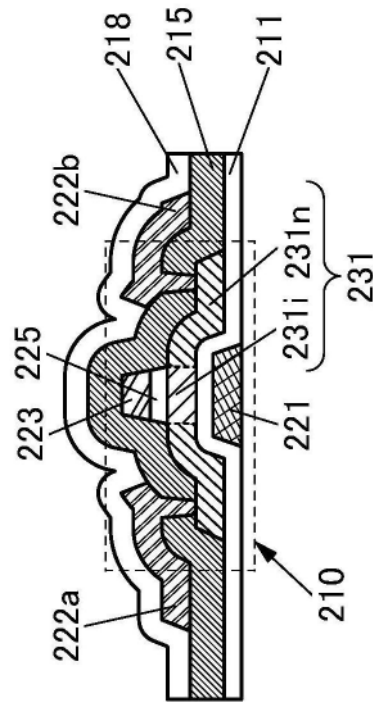


图16C

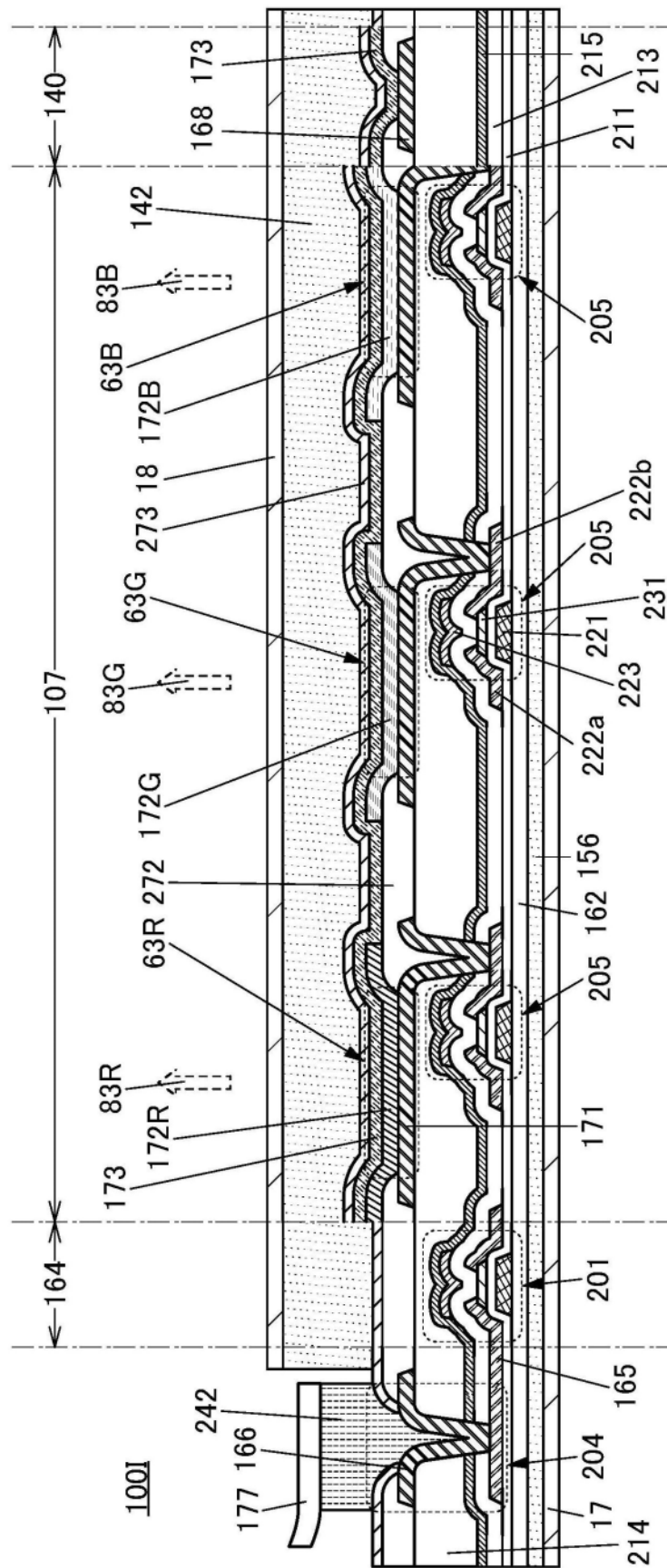


图17

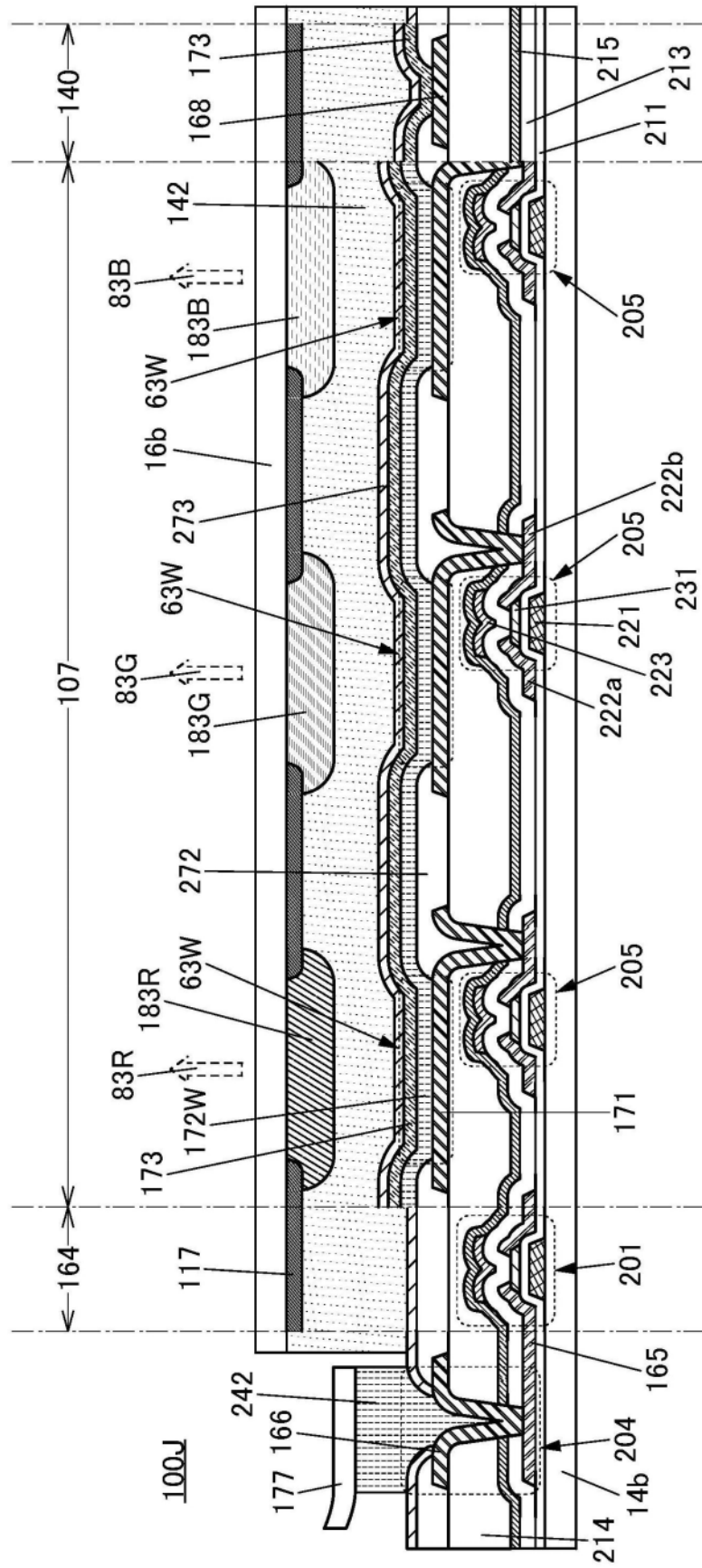


图18

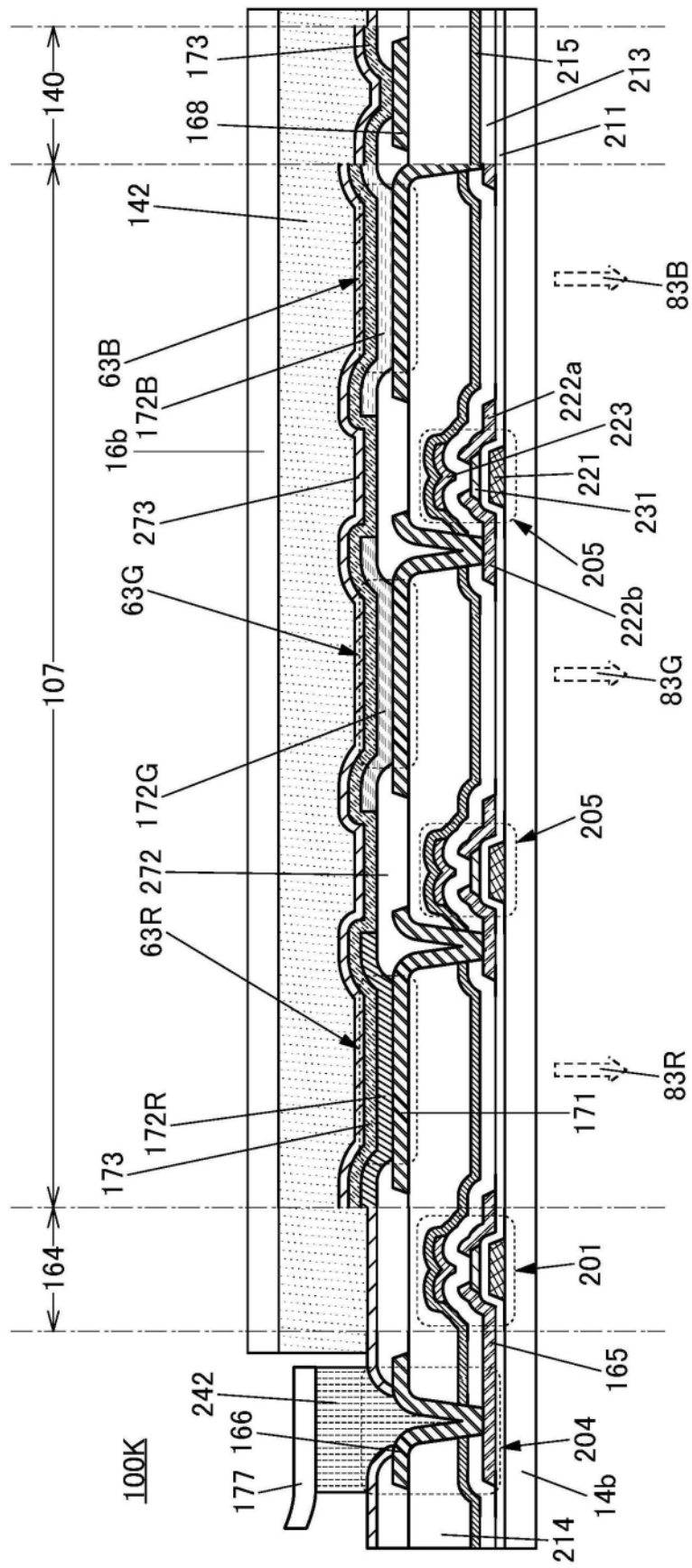


图19

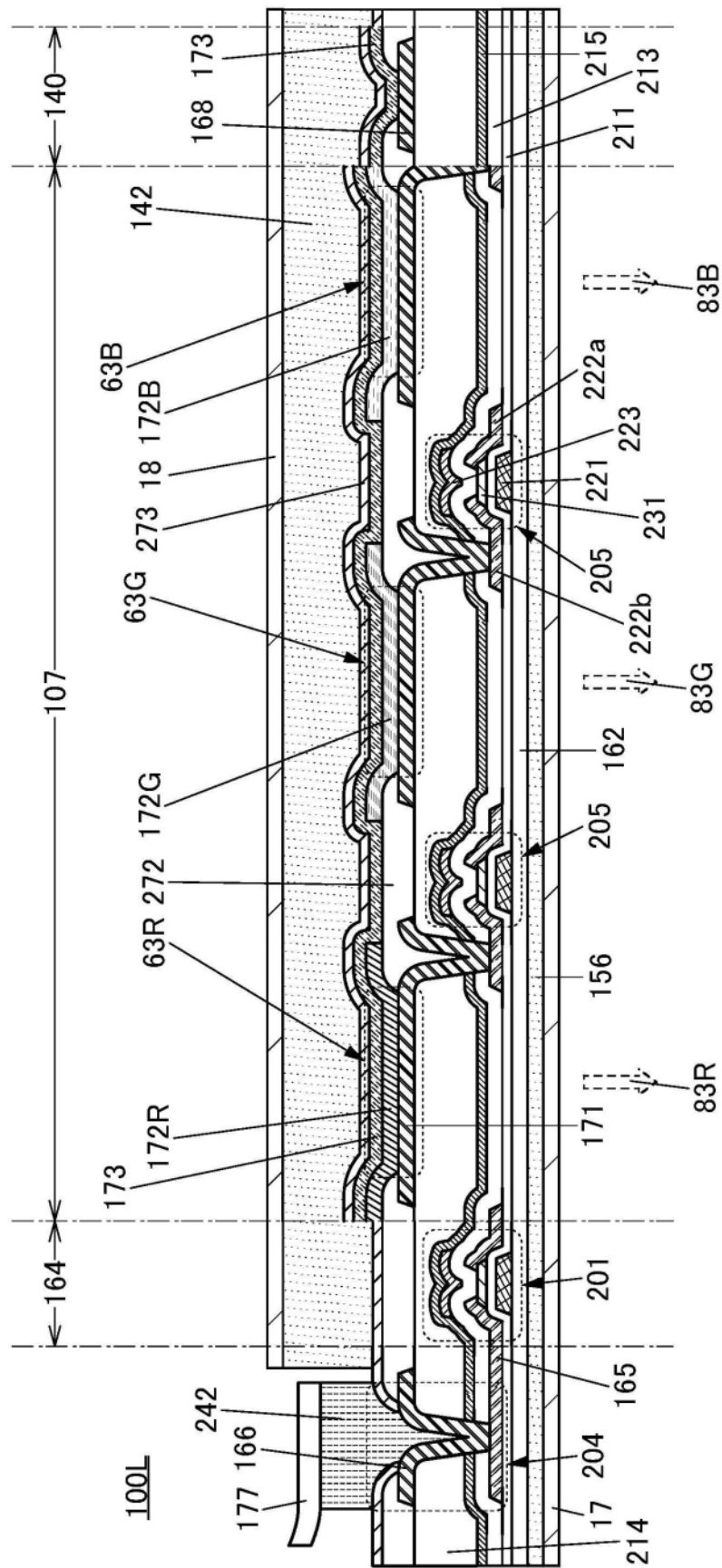


图20

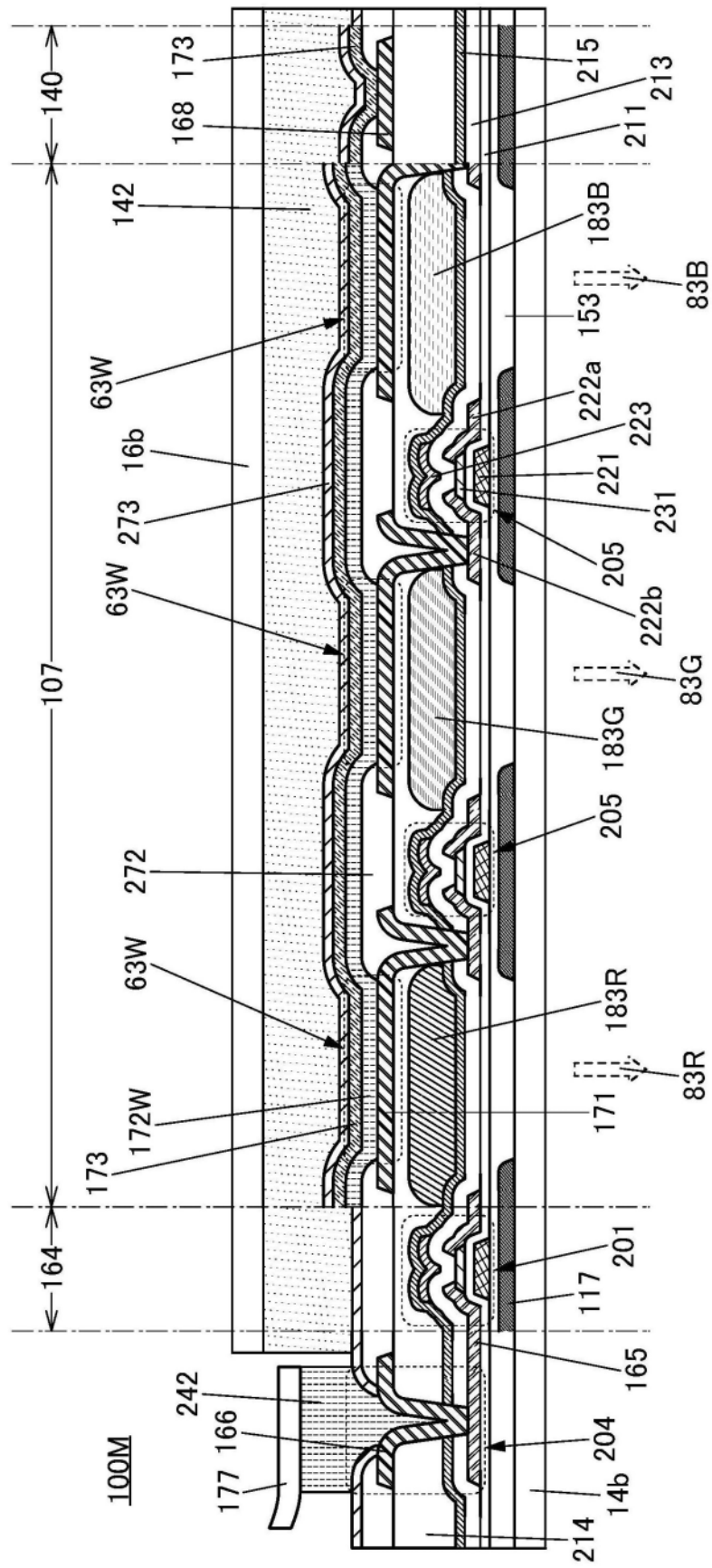


图21

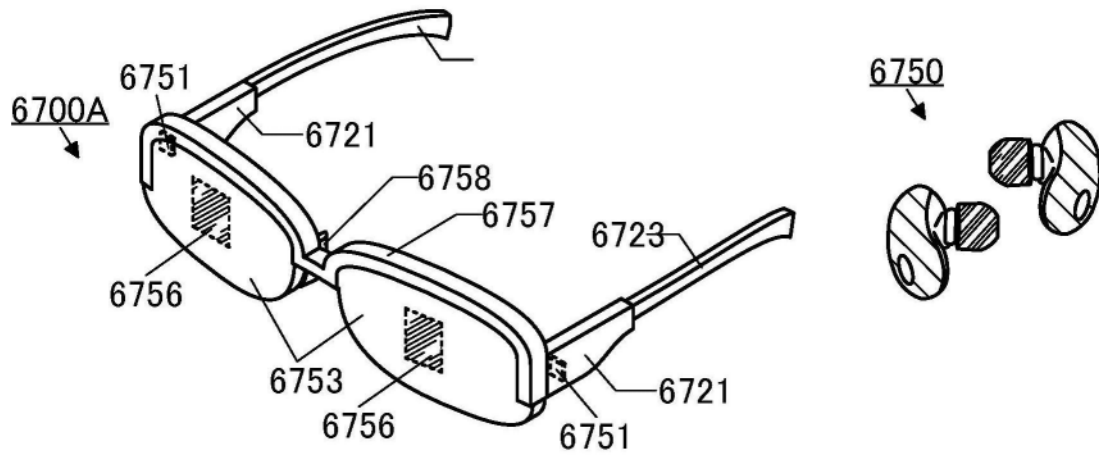


图22A

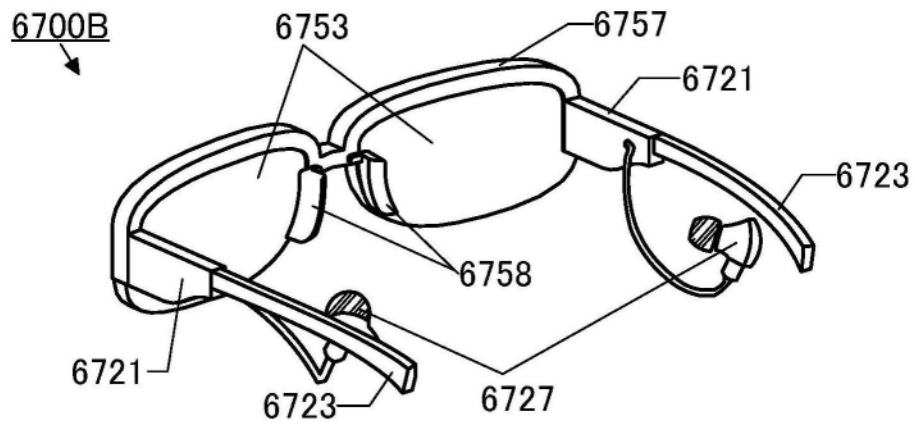


图22B

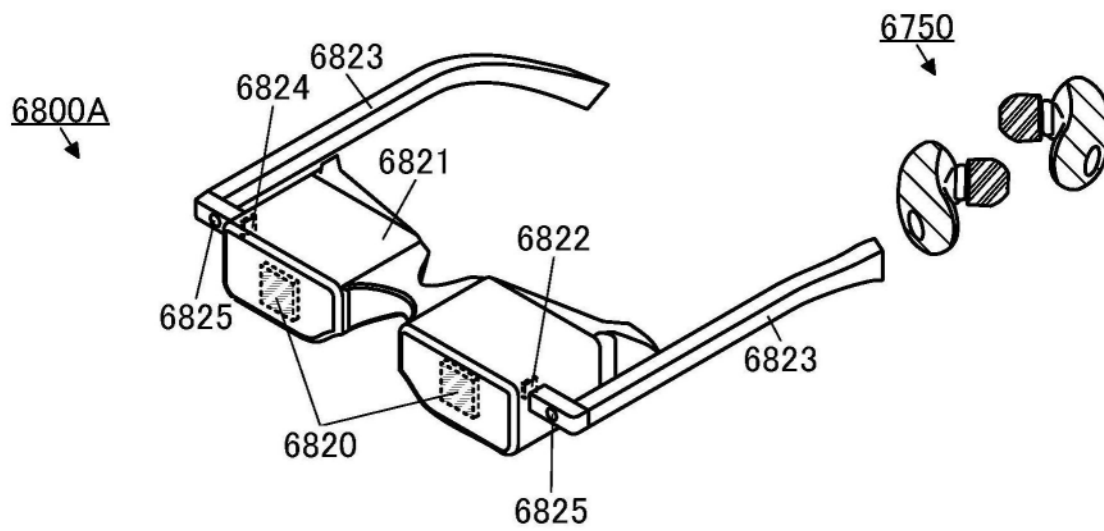


图22C

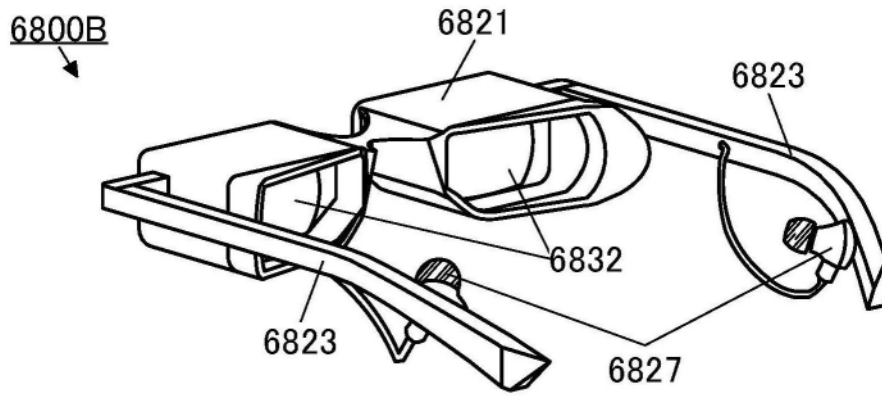


图22D

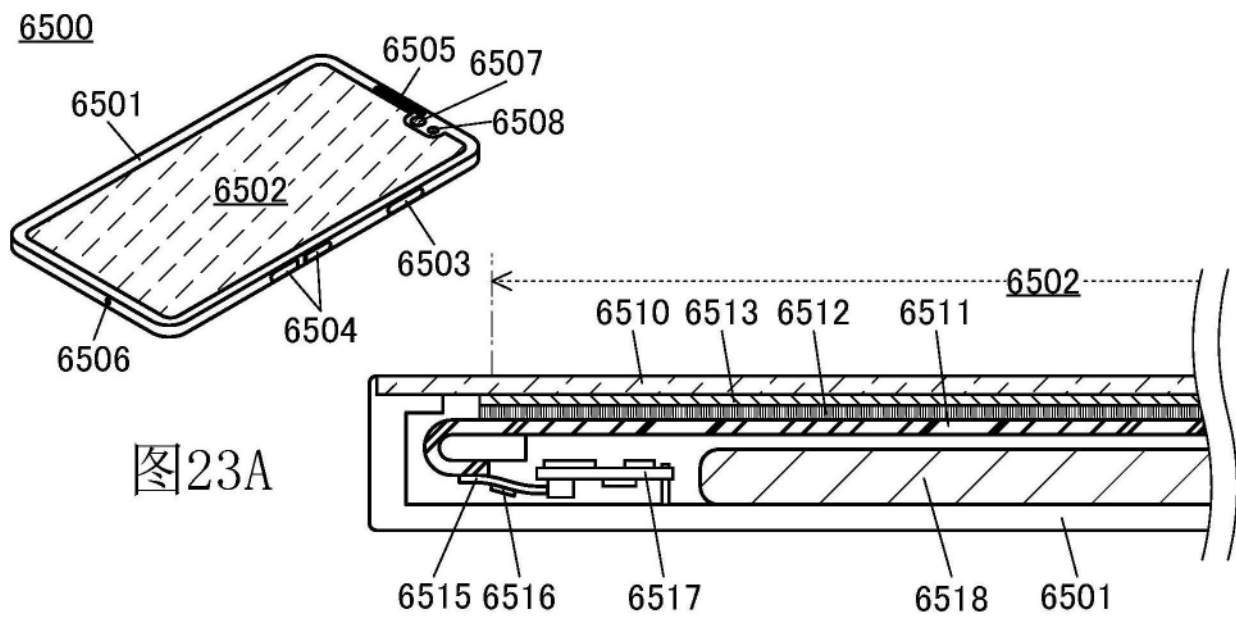


图23A

图23B

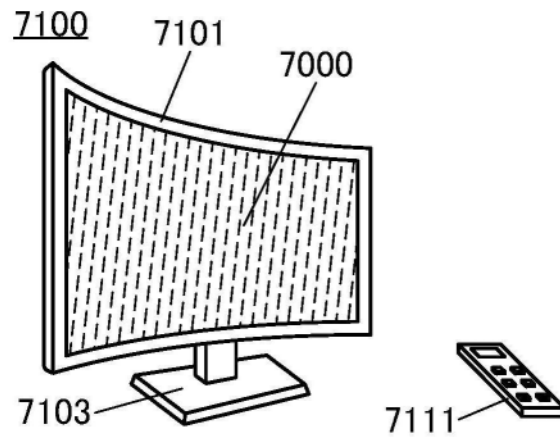


图23C

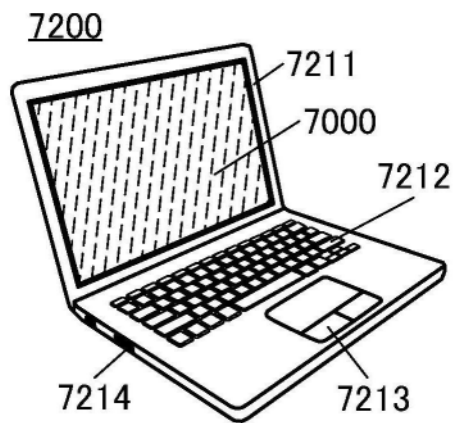


图23D

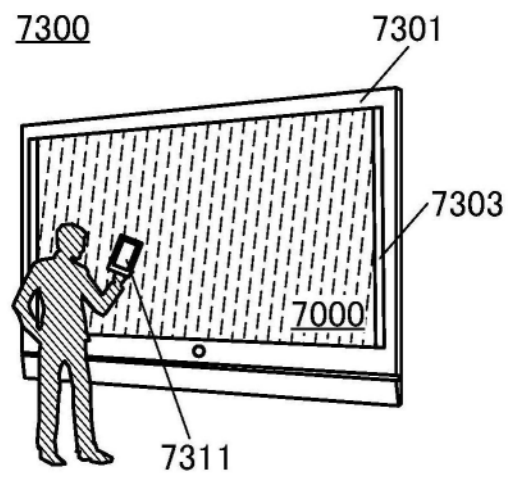


图23E

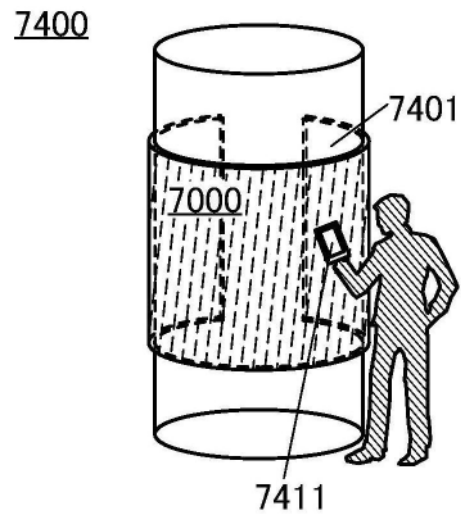


图23F

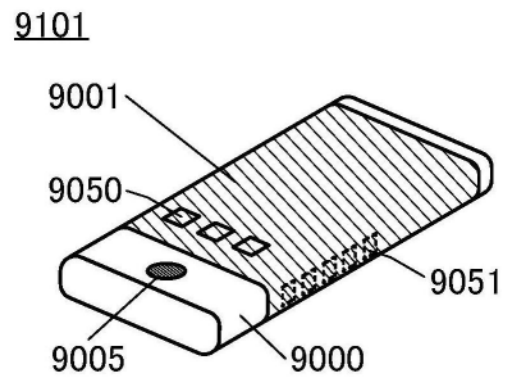


图24A

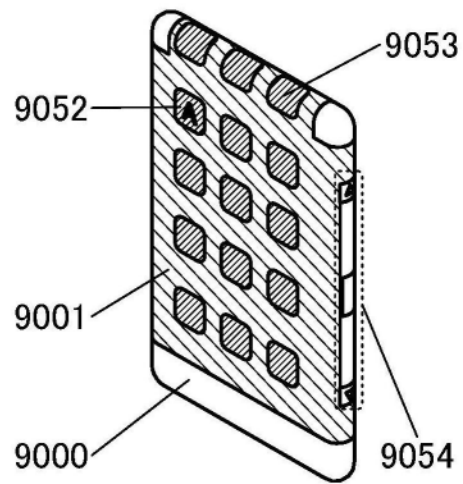
9102

图24B

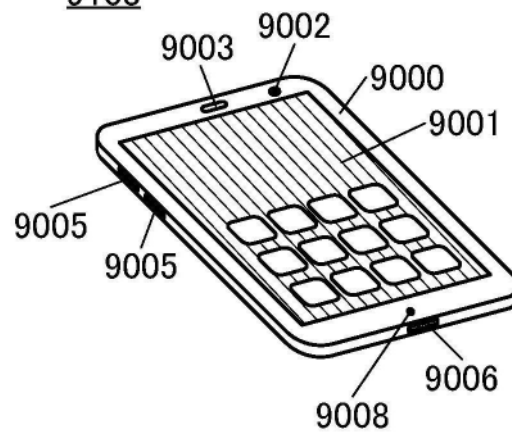
9103

图24C

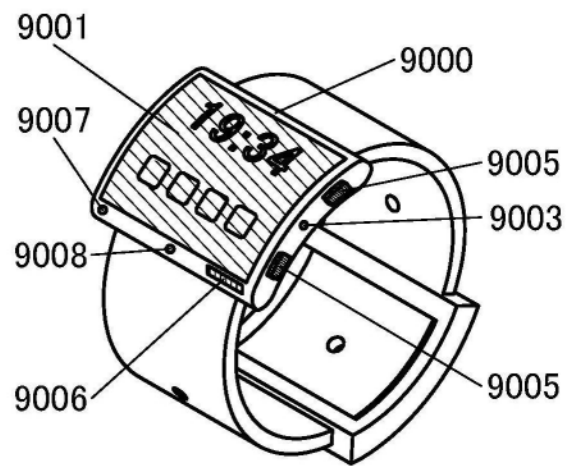
9200

图24D

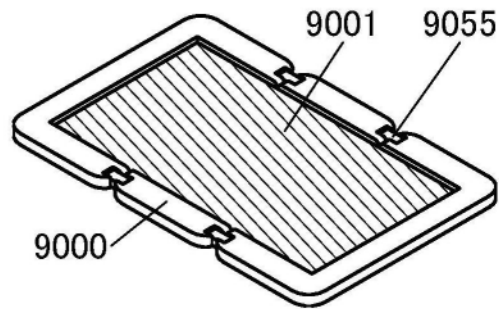
9201

图24E

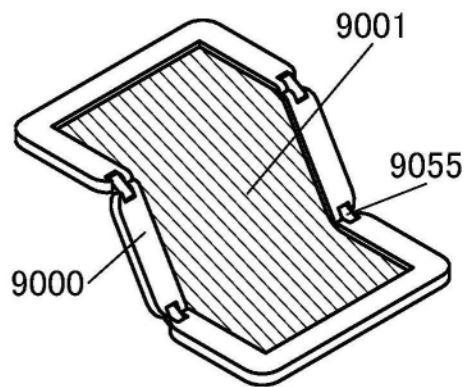
9201

图24F

9201

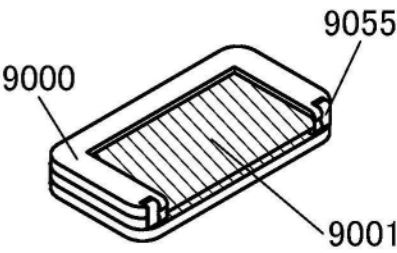


图24G

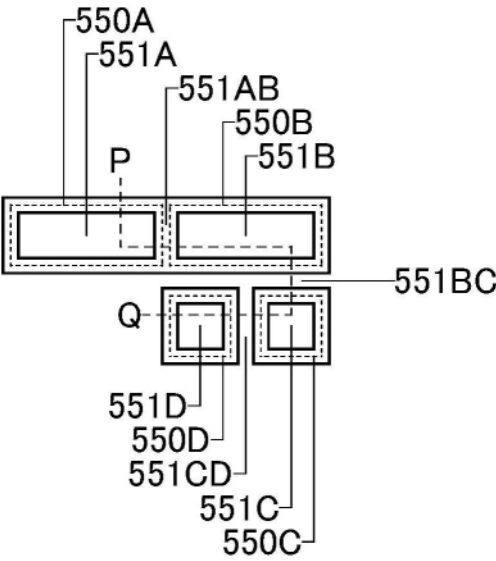


图25A

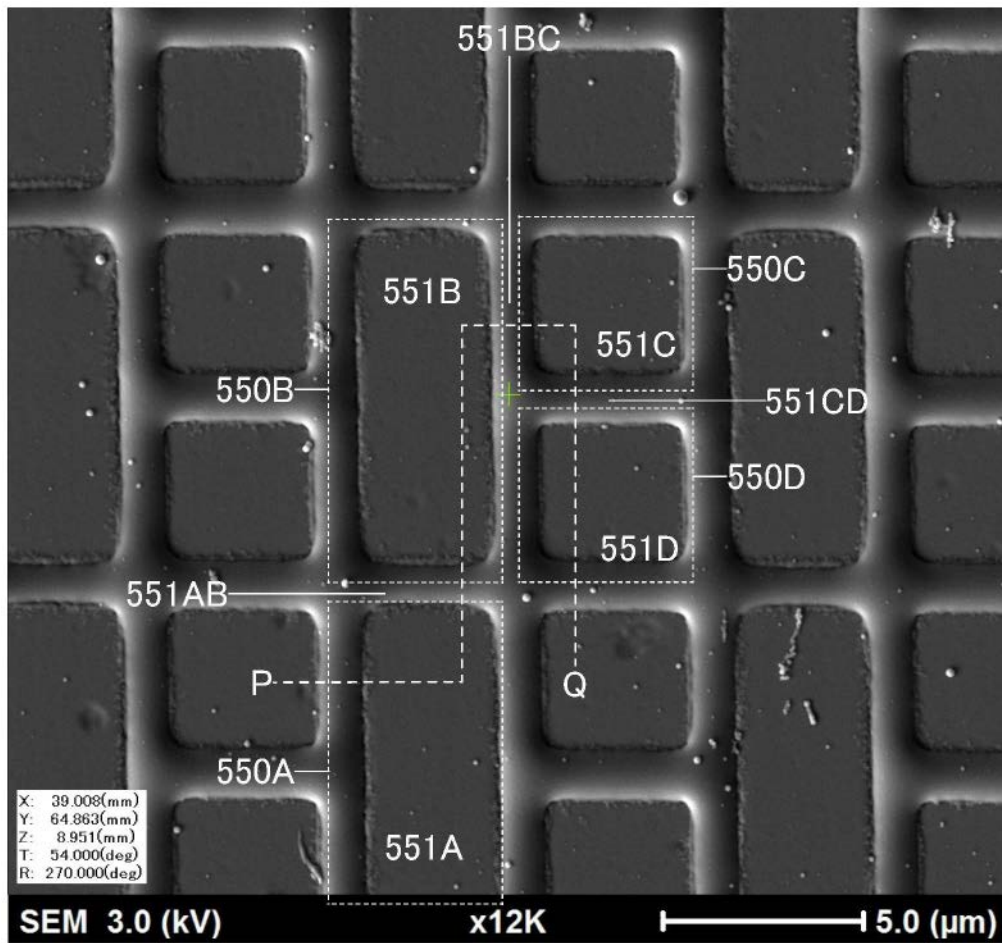


图26

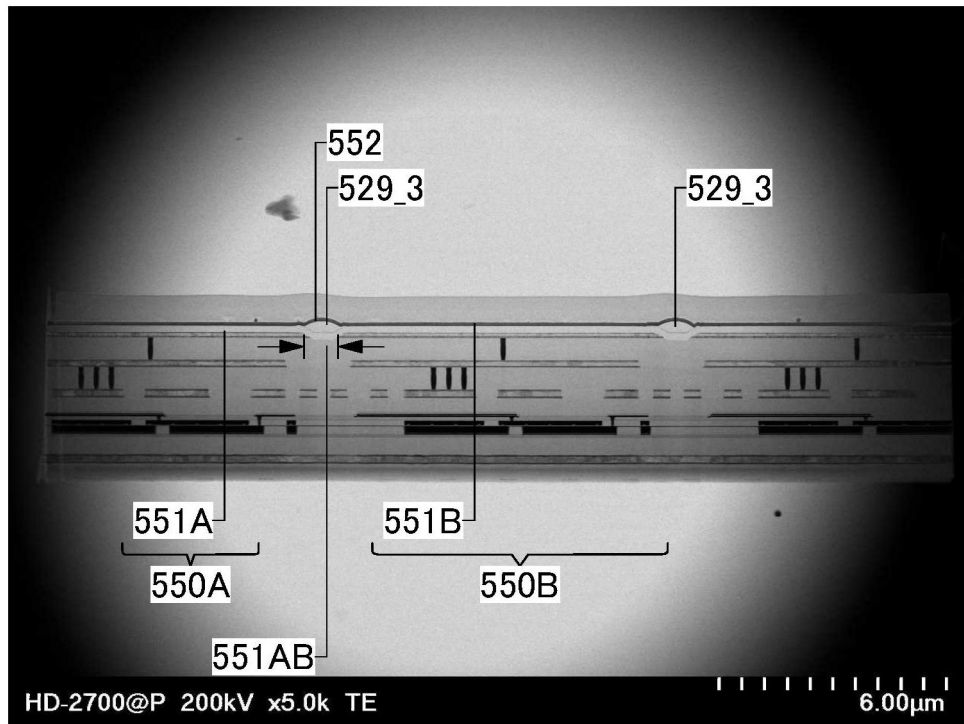


图27A

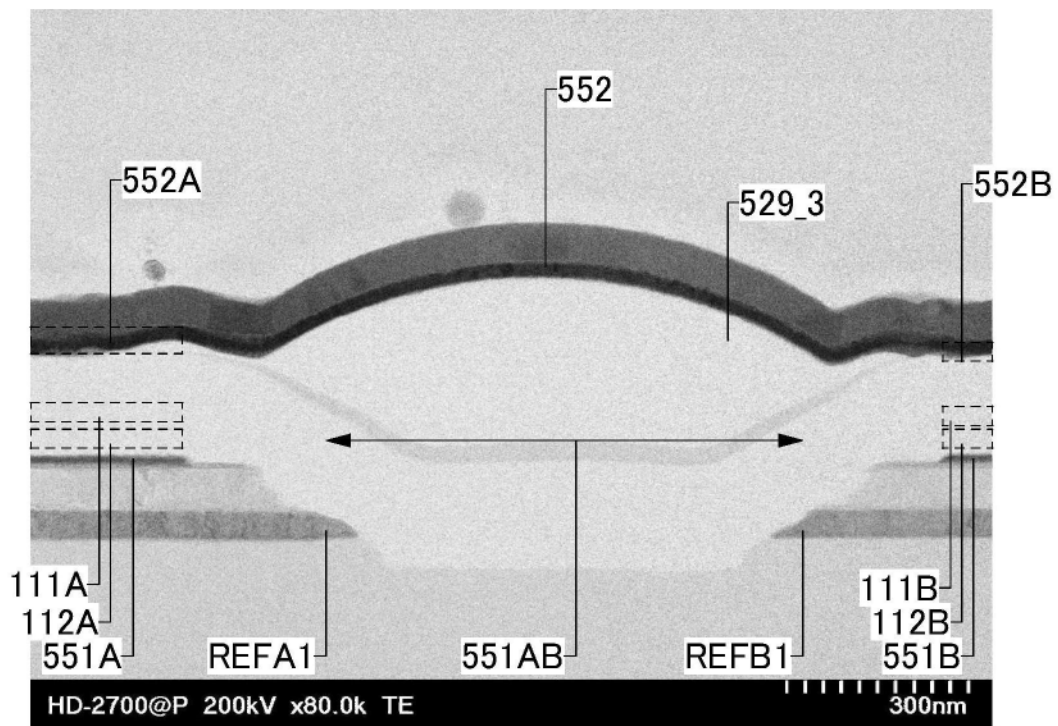


图27B

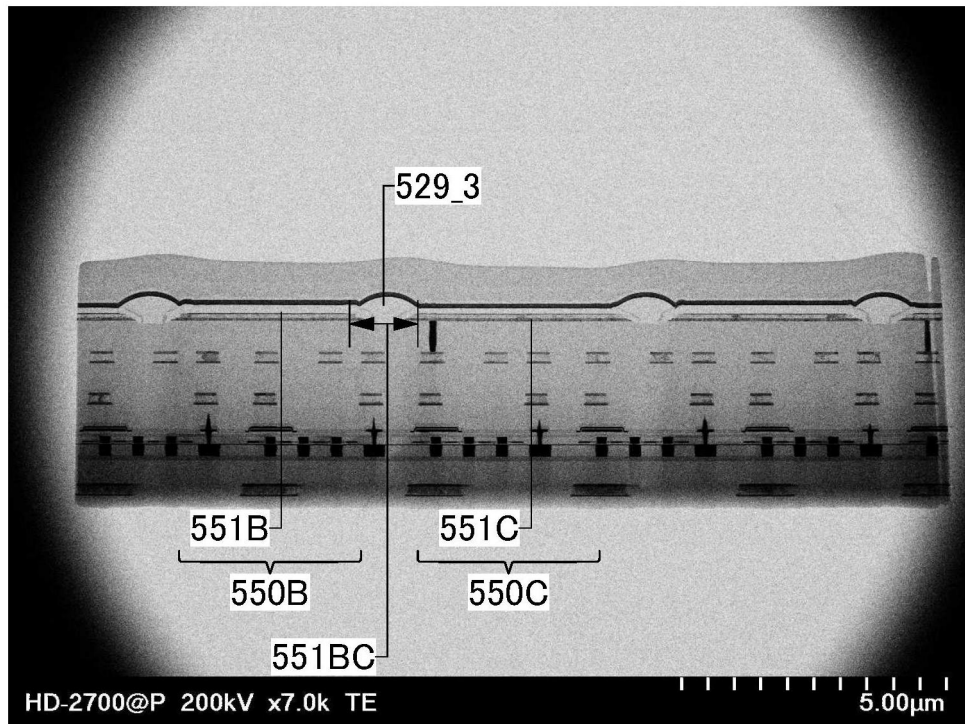


图28A

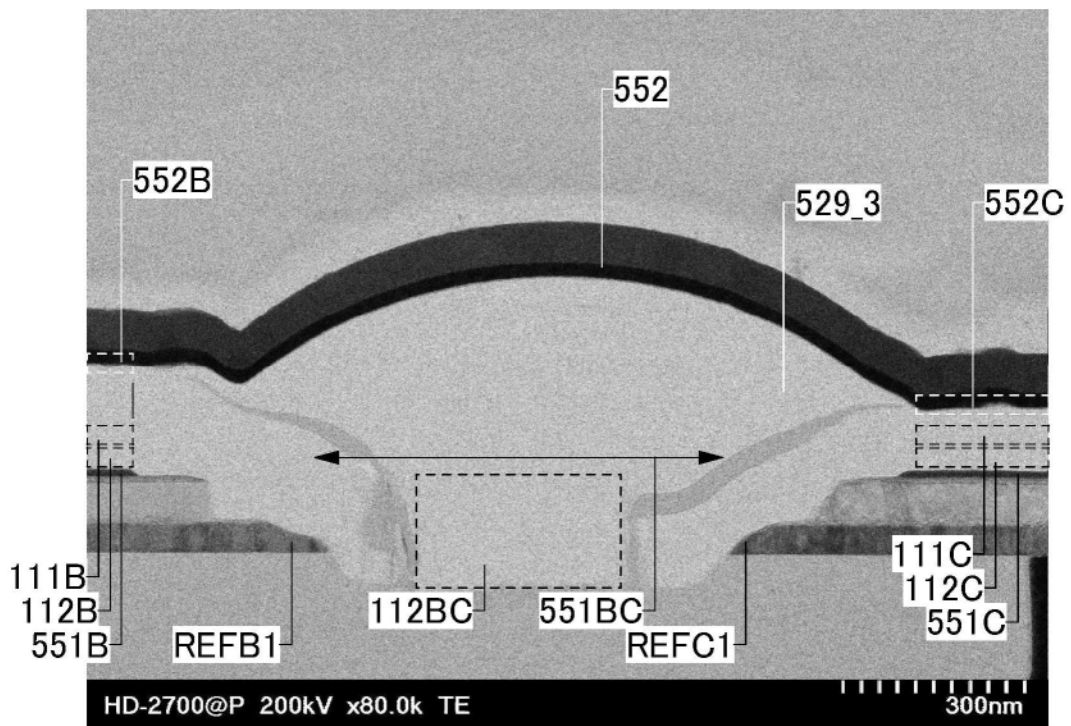


图28B

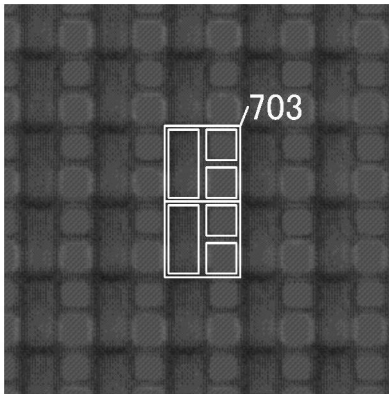


图29A

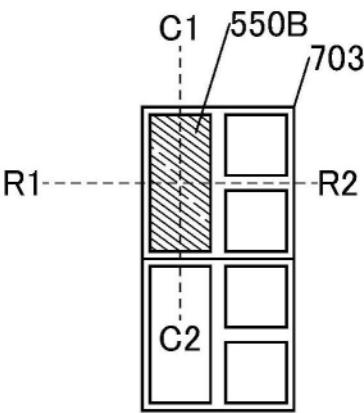


图29B

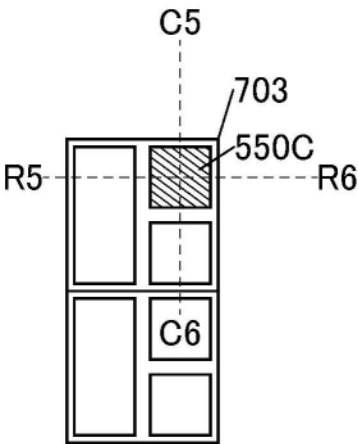


图29C

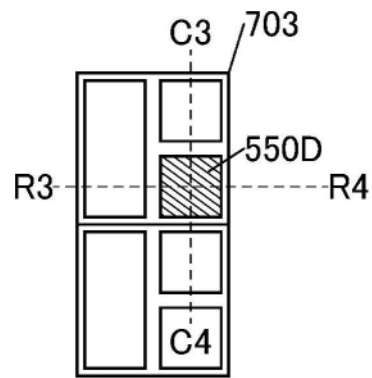


图29D

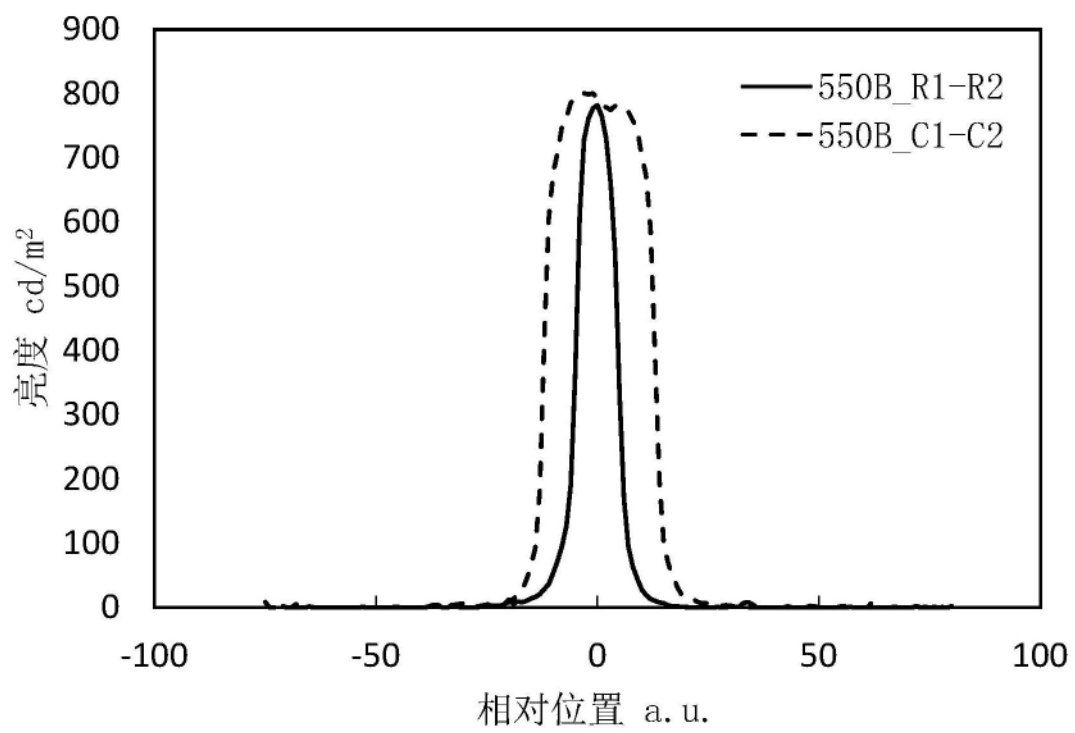


图30

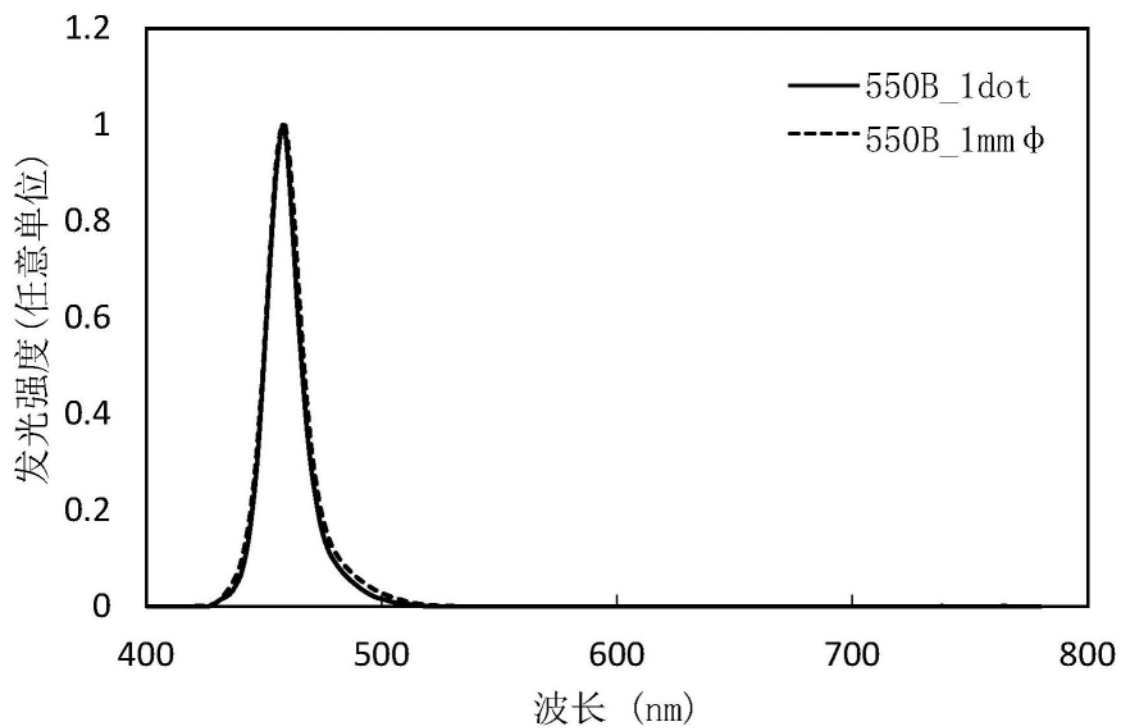


图31

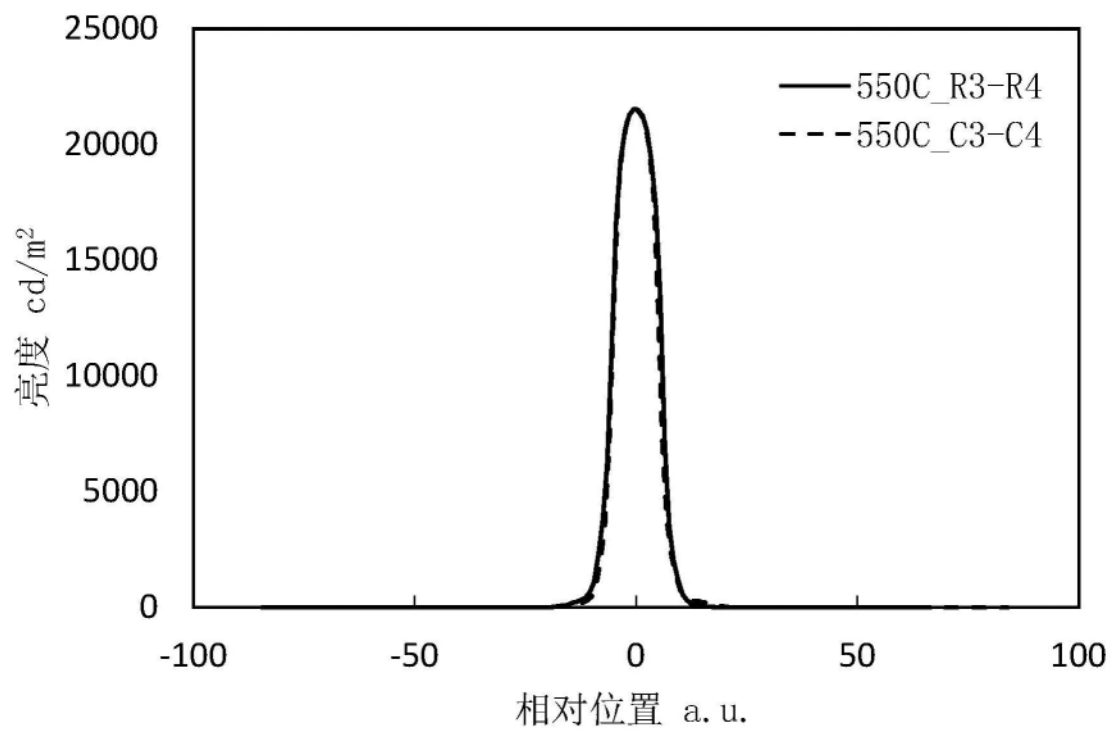


图32

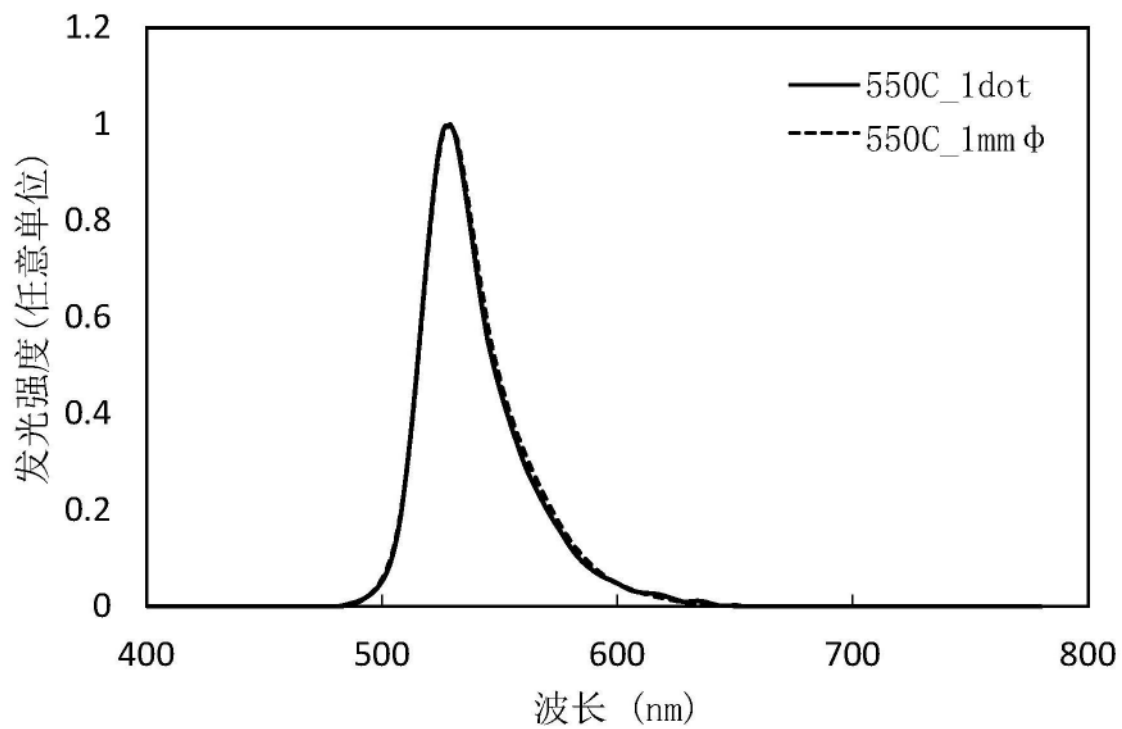


图33

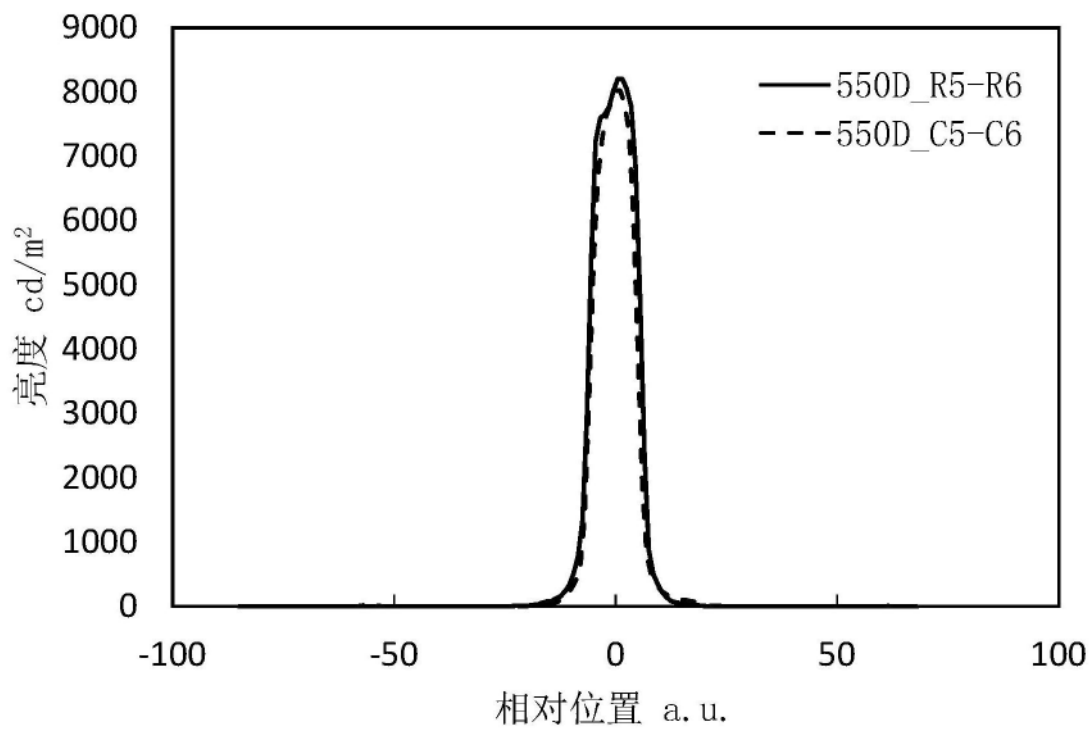


图34

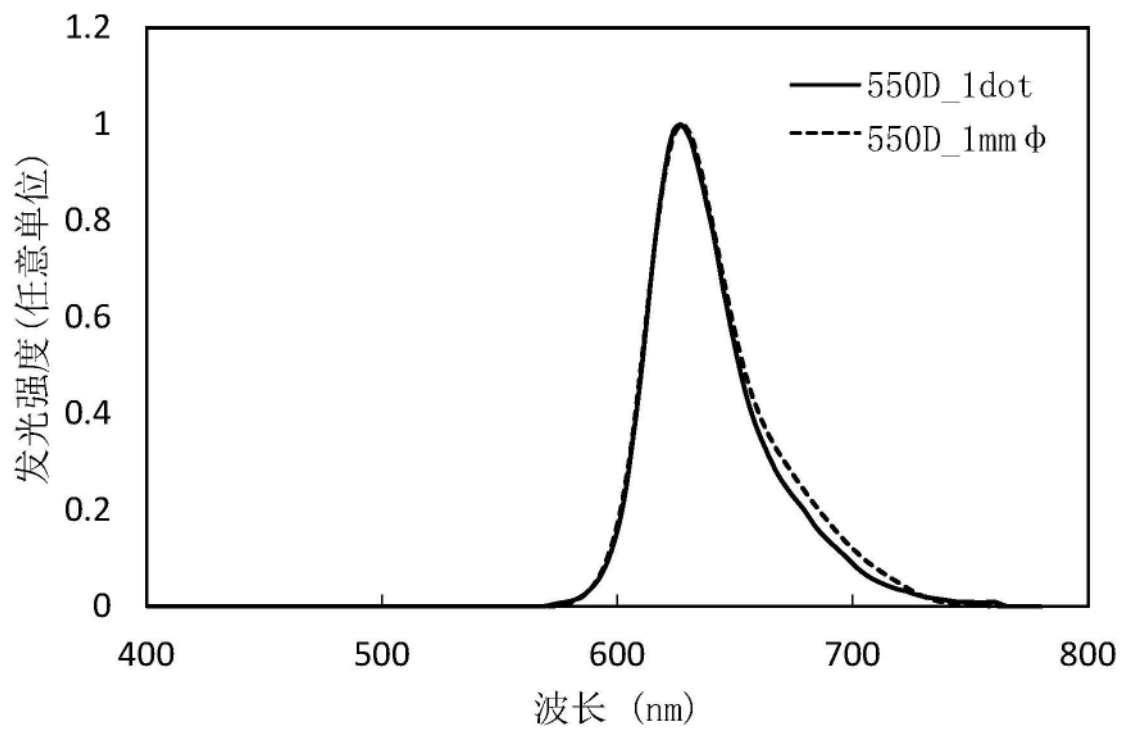


图35

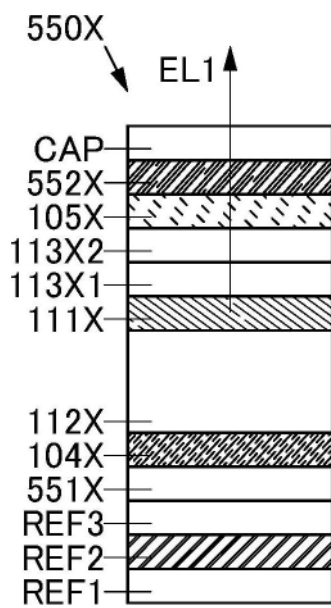


图36A

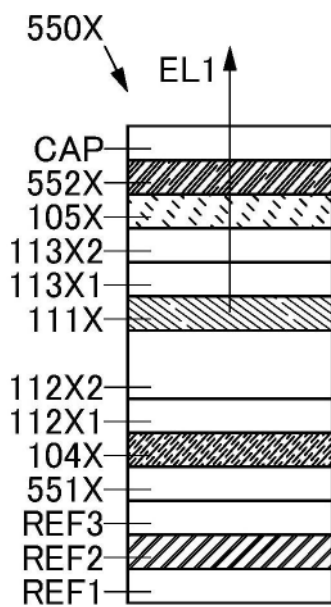


图36B

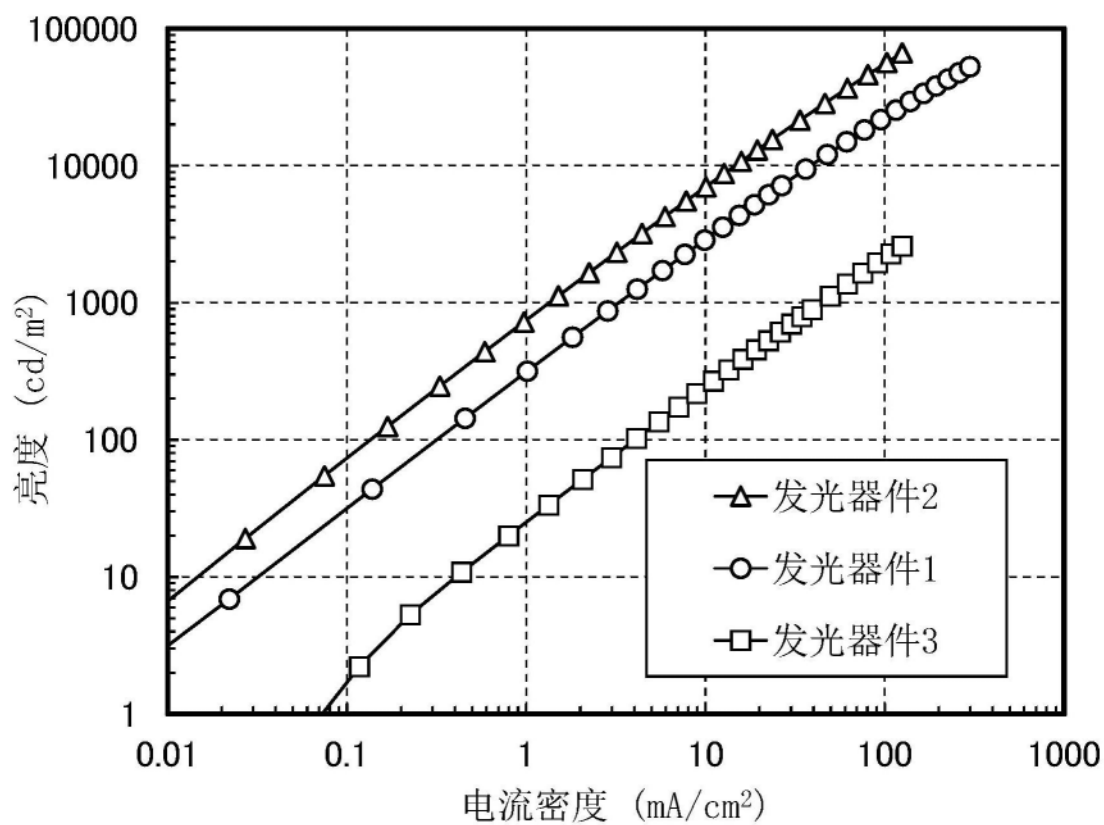


图37

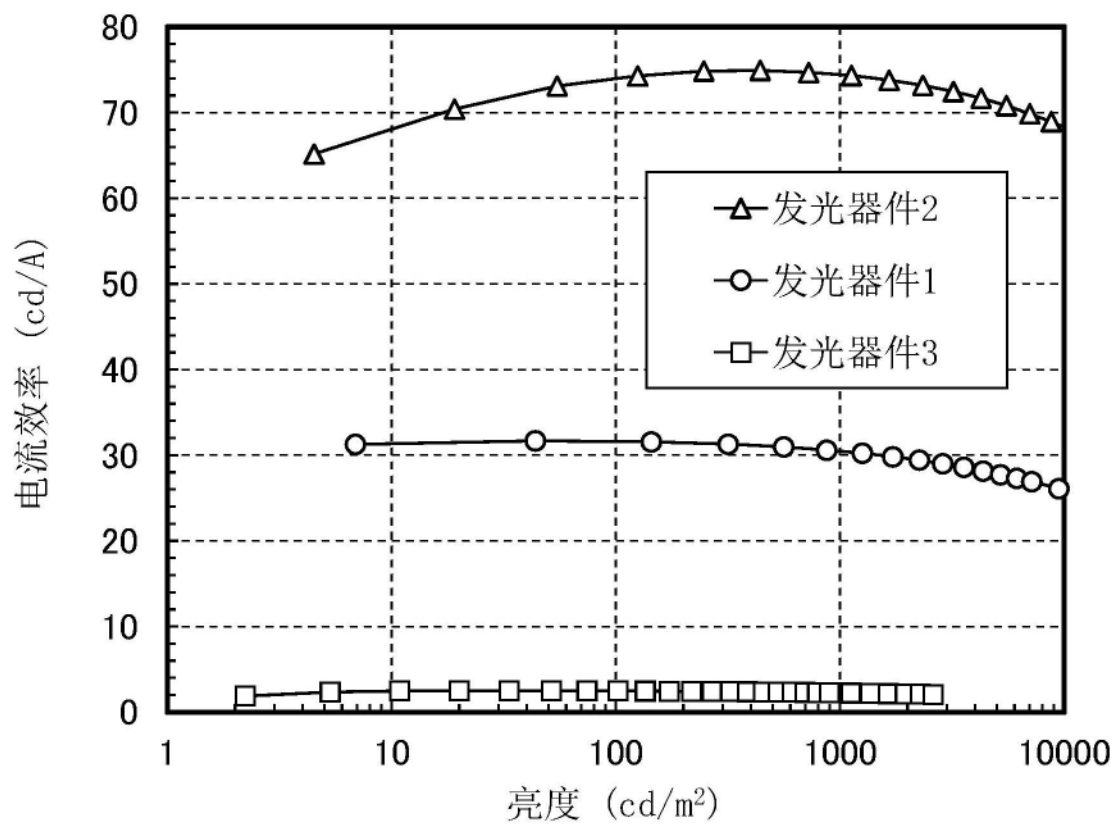


图38

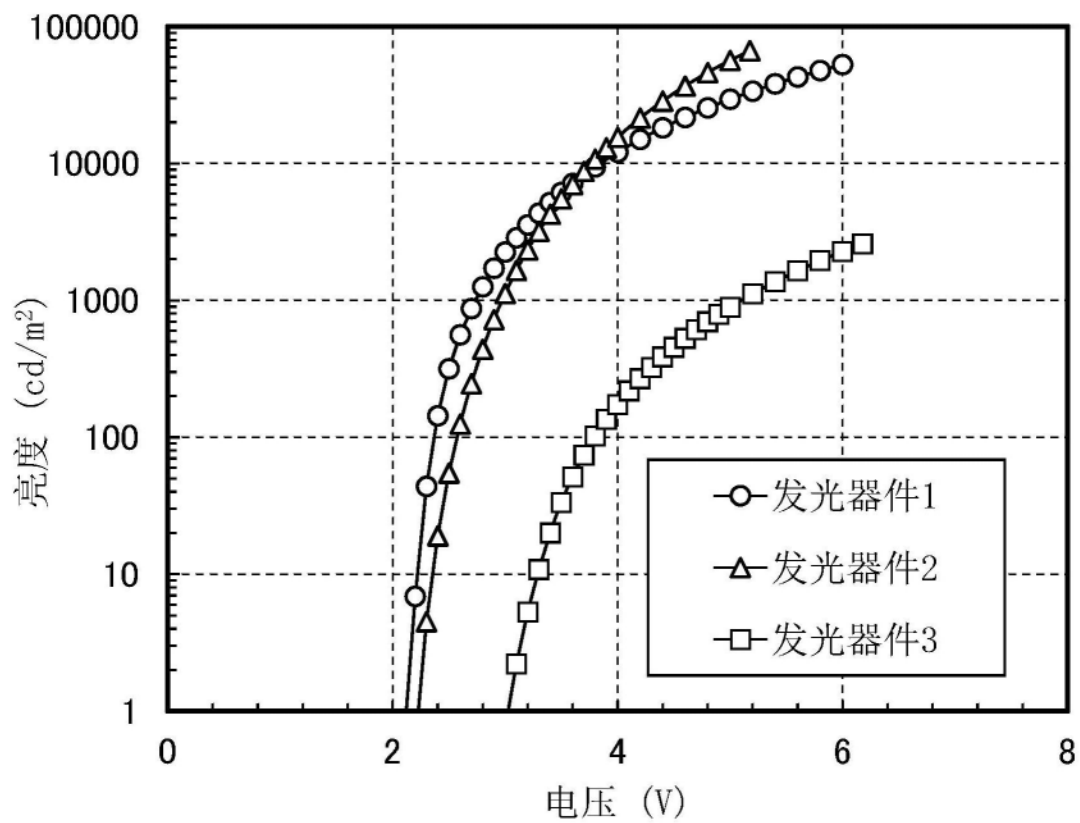


图39

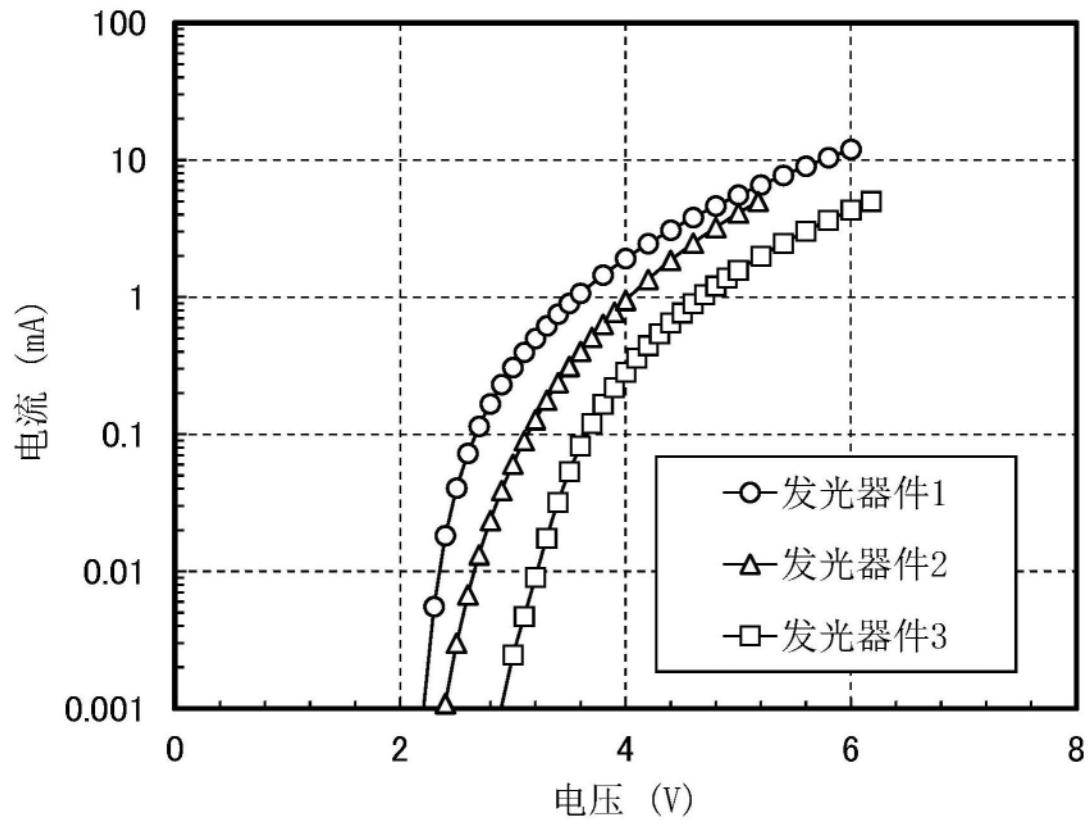


图40

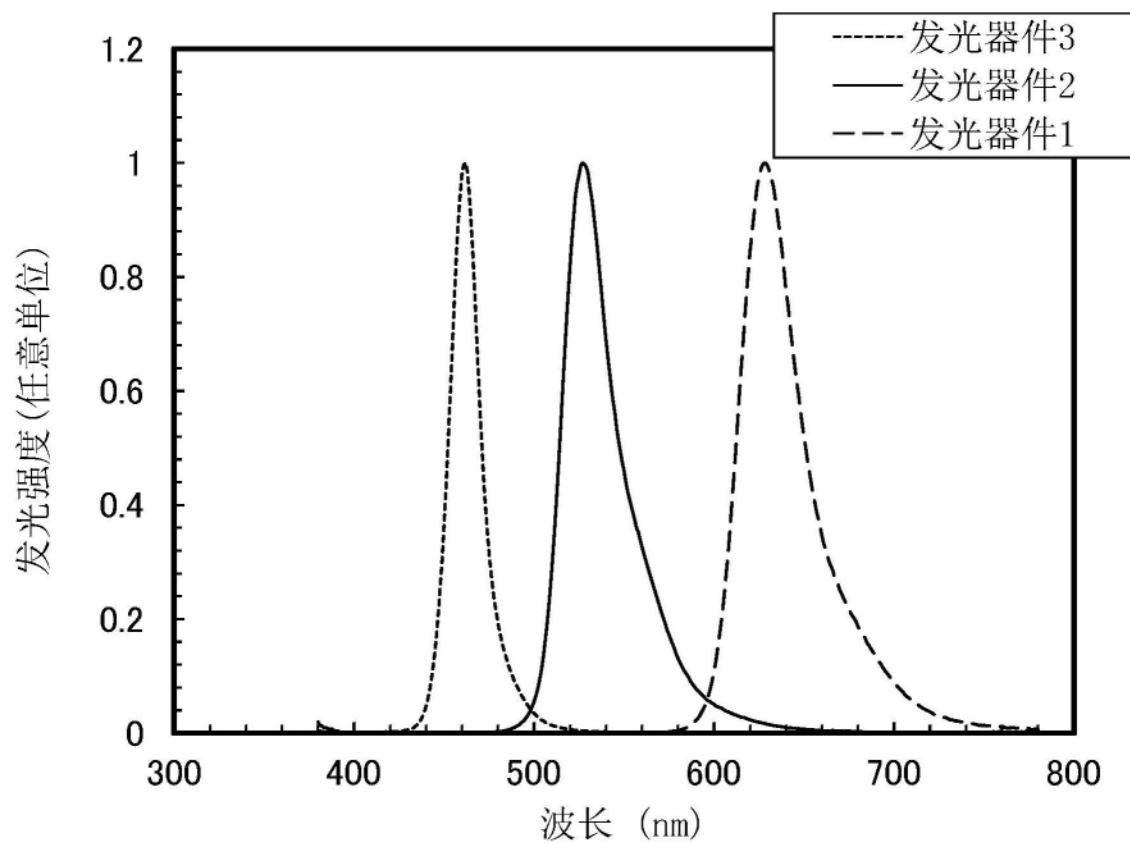
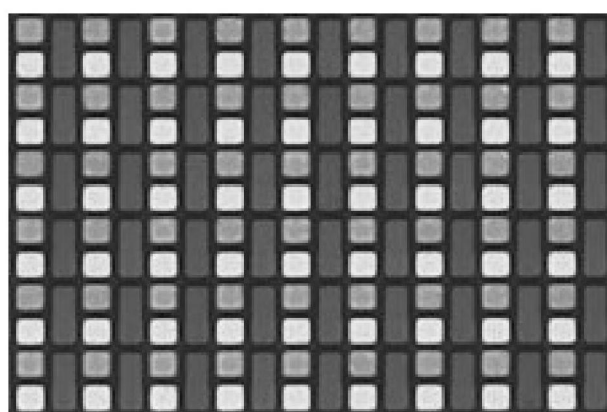


图41



图42A



10 μ m

图42B

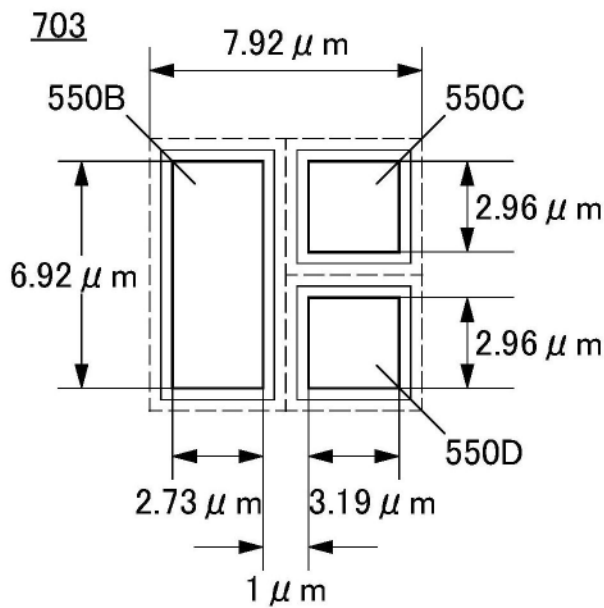


图43

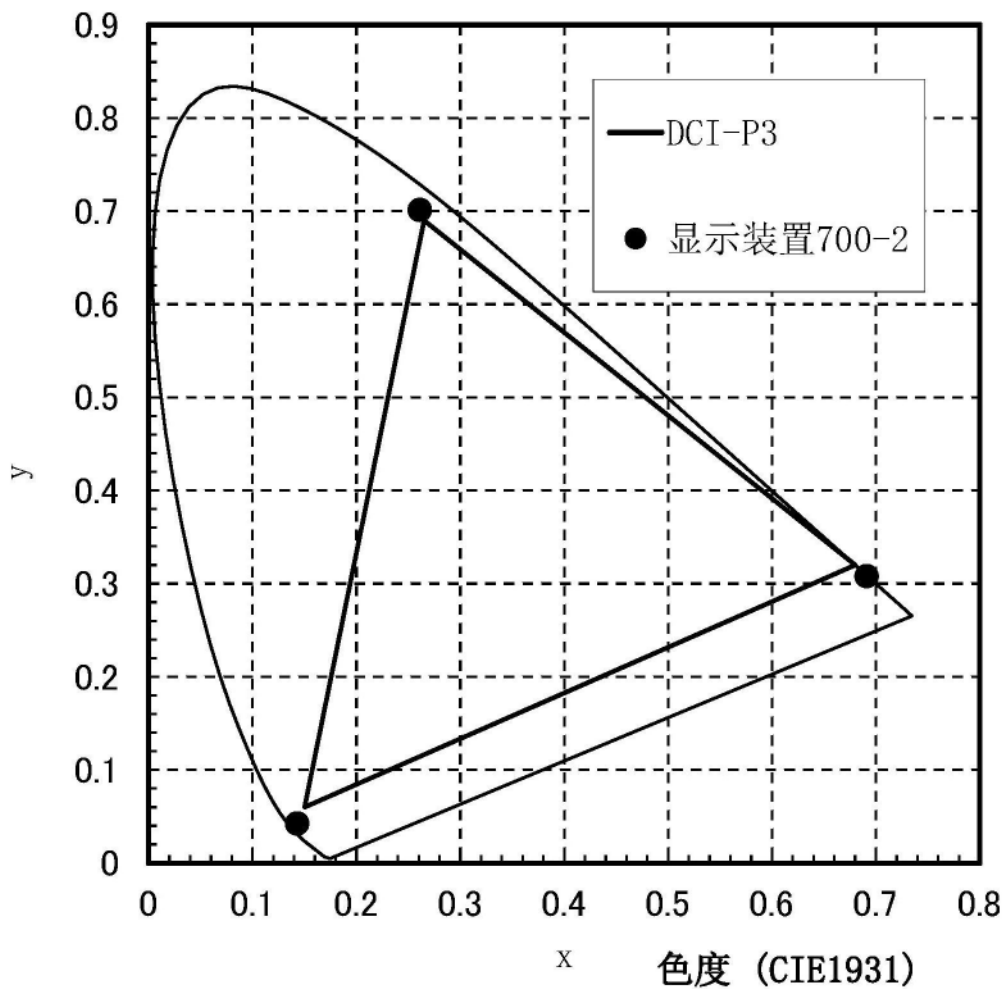


图44

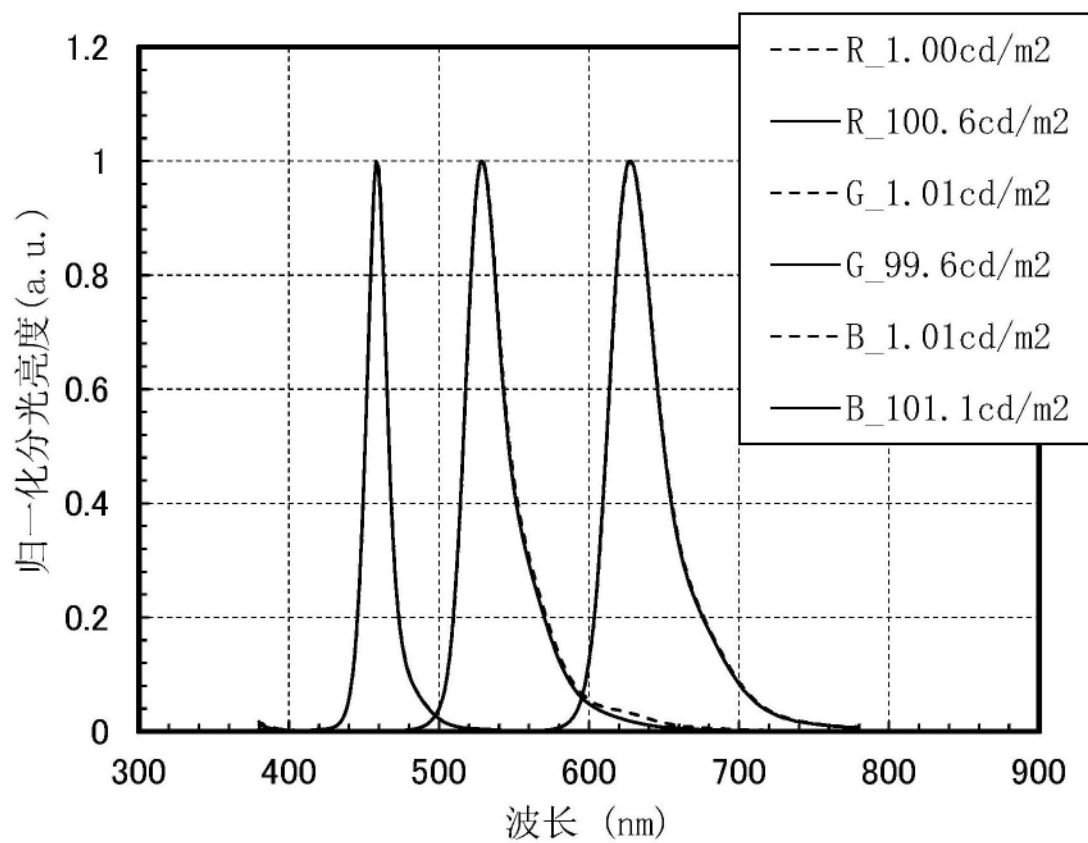


图45

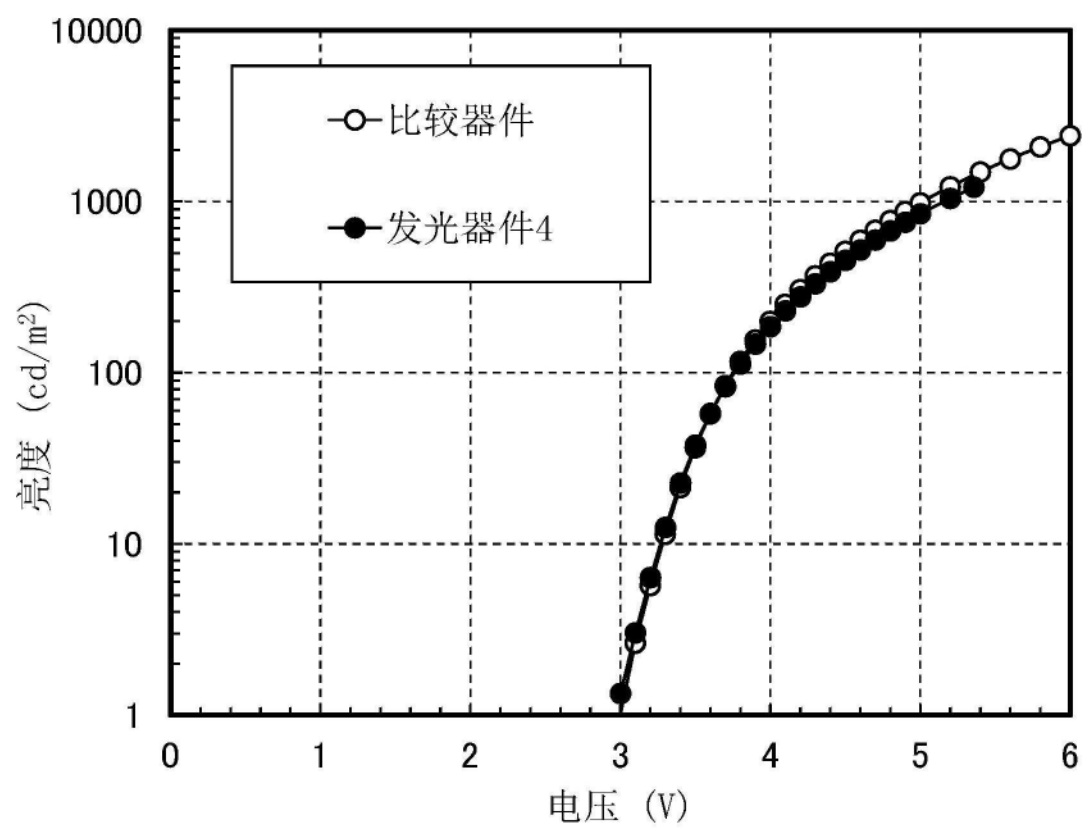


图46

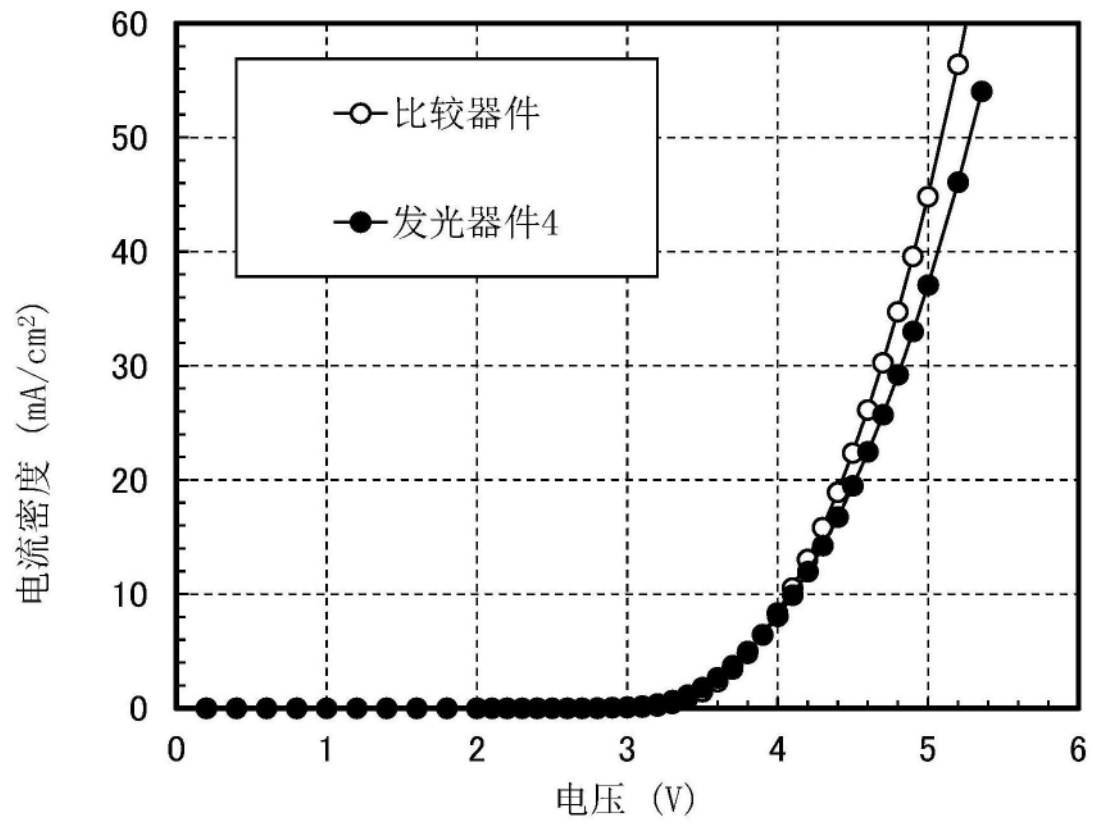


图47

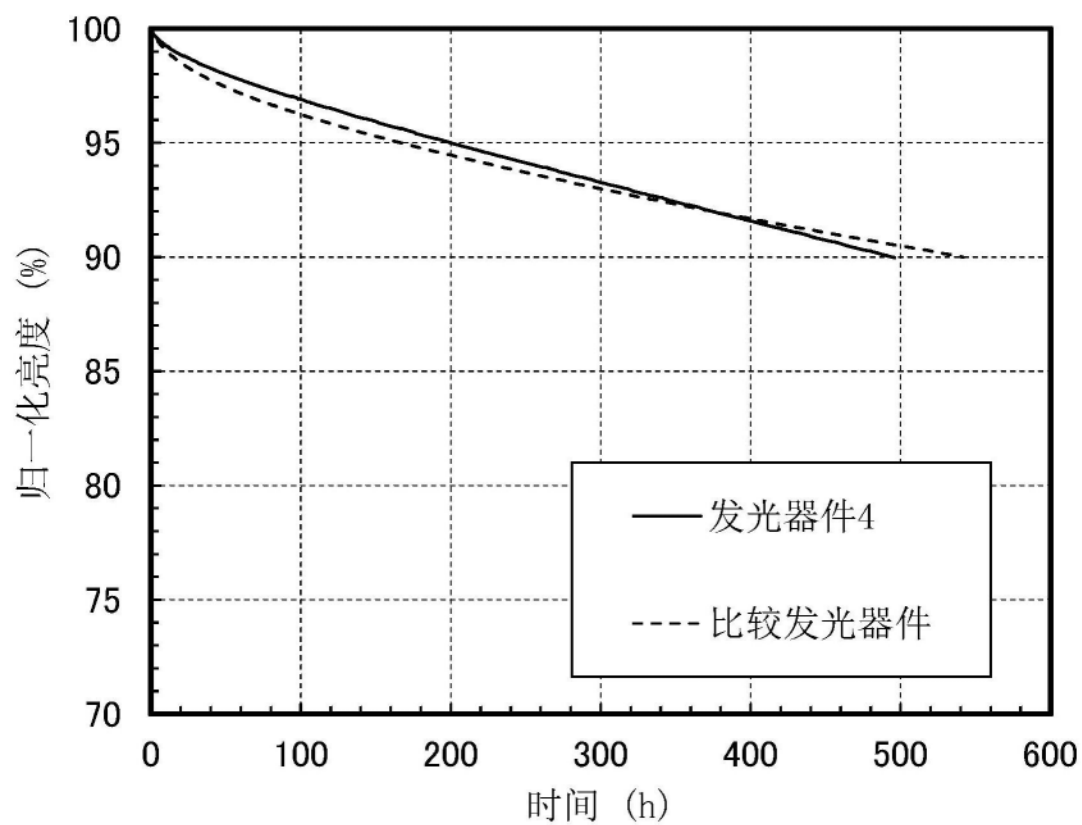


图48