



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 118077314 A

(43) 申请公布日 2024. 05. 24

(21) 申请号 202280068197.5

(22) 申请日 2022.10.03

(30) 优先权数据

2021-169265 2021.10.15 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2024.04.09

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/IB2022/059399 2022.10.03

(87) PCT国际申请的公布数据

W02023/062474 JA 2023.04.20

(71) 申请人 株式会社半导体能源研究所

地址 日本神奈川县

(72) 发明人 渡部刚吉 大泽信晴 濑尾哲史

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司 31100

专利代理师 胡秋瑾 宋俊寅

(51) Int.Cl.

H05B 33/24 (2006.01)

G09F 9/30 (2006.01)

H05B 33/12 (2006.01)

H10K 50/00 (2006.01)

H10K 59/00 (2006.01)

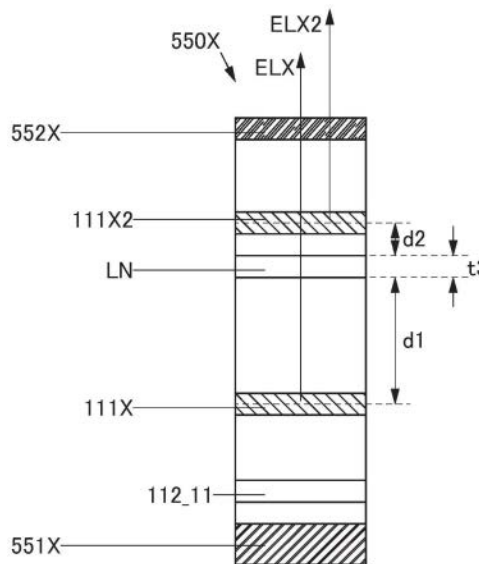
权利要求书3页 说明书54页 附图25页

(54) 发明名称

发光器件、显示装置、电子设备、发光装置、照明装置

(57) 摘要

提供一种方便性、实用性或可靠性优异的新颖发光器件。发光器件包括第一电极、第二电极、第一层、第二层以及第三层，第一层被夹在第一电极与第二电极之间，第二层被夹在第二电极与第一层之间，第三层被夹在第二层与第一层之间。第一层包含第一发光材料，第一发光材料的发射光谱在波长 λ_1 处具有峰，第一层在波长 λ_1 处具有寻常光折射率 n_1 。第二层包含第二发光材料，第二发光材料的发射光谱在波长 λ_2 处具有峰，第二层在波长 λ_2 处具有寻常光折射率 n_2 。第三层在波长 λ_1 处具有比寻常光折射率 n_1 低的寻常光折射率 n_{31} ，第三层在波长 λ_2 处具有比寻常光折射率 n_2 低的寻常光折射率 n_{32} 。



1. 一种发光器件,包括:

第一电极;

第二电极;

第一层;

第二层;以及

第三层,

其中,所述第一层被夹在所述第一电极与所述第二电极之间,

所述第二层被夹在所述第二电极与所述第一层之间,

所述第三层被夹在所述第二层与所述第一层之间,

所述第一层包含第一发光材料,

所述第一发光材料的发射光谱在波长 λ_1 处具有峰,

所述第一层在波长 λ_1 处具有寻常光折射率 n_1 ,

所述第二层包含第二发光材料,

所述第二发光材料的发射光谱在波长 λ_2 处具有峰,

所述第二层在波长 λ_2 处具有寻常光折射率 n_2 ,

所述第三层在波长 λ_1 处具有比寻常光折射率 n_1 低的寻常光折射率 n_{31} ,

并且,所述第三层在波长 λ_2 处具有比寻常光折射率 n_2 低的寻常光折射率 n_{32} 。

2. 一种发光器件,包括:

第一电极;

第二电极;

第一层;

第二层;以及

第三层,

其中,所述第一层被夹在所述第一电极与所述第二电极之间,

所述第二层被夹在所述第二电极与所述第一层之间,

所述第三层被夹在所述第二层与所述第一层之间,

所述第一层包含第一发光材料及第一主体材料,

所述第一发光材料的发射光谱在波长 λ_1 处具有峰,

膜状态下的所述第一主体材料在波长 λ_1 处具有寻常光折射率 n_1 ,

所述第二层包含第二发光材料及第二主体材料,

所述第二发光材料的发射光谱在波长 λ_2 处具有峰,

膜状态下的所述第二主体材料在波长 λ_2 处具有寻常光折射率 n_2 ,

所述第三层在波长 λ_1 处具有比寻常光折射率 n_1 低的寻常光折射率 n_{31} ,

并且,所述第三层在波长 λ_2 处具有比寻常光折射率 n_2 低的寻常光折射率 n_{32} 。

3. 根据权利要求1或2所述的发光器件,其中所述第三层对波长455nm以上且波长465nm以下的光具有1.50以上且1.75以下的寻常光折射率。

4. 根据权利要求1或2所述的发光器件,其中所述第三层对波长633nm的光具有1.45以上且1.70以下的寻常光折射率。

5. 根据权利要求1或2所述的发光器件,

其中在所述第三层与所述第一层的中心平面之间具有距离 d_1 ，
在所述第三层与所述第二层的中心平面之间具有距离 d_2 ，
所述第三层具有厚度 t_3 ，

并且所述距离 d_1 、所述距离 d_2 、所述厚度 t_3 、所述波长 λ_1 、所述波长 λ_2 、所述寻常光折射率 n_1 、所述寻常光折射率 n_2 、所述寻常光折射率 n_{31} 及所述寻常光折射率 n_{32} 满足如下算式(1)及算式(2)。

[算式1]

$$n_1 \times d_1 + n_{31} \times t_3 < \frac{1}{2} \times \lambda_1 \quad \dots (1)$$

$$n_2 \times d_2 + n_{32} \times t_3 < \frac{1}{2} \times \lambda_2 \quad \dots (2)$$

6. 根据权利要求1或2所述的发光器件，其中波长 λ_1 及波长 λ_2 都在430nm以上且490nm以下的范围内。

7. 根据权利要求1或2所述的发光器件，其中所述第二发光材料为与所述第一发光材料相同的材料。

8. 根据权利要求1或2所述的发光器件，还包括第四层，
其中所述第四层被夹在所述第一电极与所述第一层之间，
所述第四层在波长 λ_1 处具有比寻常光折射率 n_1 低的寻常光折射率 n_{41} ，
并且所述第四层在波长 λ_2 处具有比寻常光折射率 n_2 低的寻常光折射率 n_{42} 。

9. 根据权利要求8所述的发光器件，其中所述第四层对波长455nm以上且波长465nm以下的光具有1.50以上且1.75以下的寻常光折射率。

10. 根据权利要求8所述的发光器件，其中所述第四层对波长633nm的光具有1.45以上且1.70以下的寻常光折射率。

11. 根据权利要求8所述的发光器件，其中所述第四层包含与所述第三层相同的材料。

12. 根据权利要求1或2所述的发光器件，还包括第五层，
其中所述第五层被夹在所述第二层与所述第一层之间，
并且所述第五层向所述第二层供应空穴并向所述第一层供应电子。

13. 根据权利要求12所述的发光器件，其中所述第三层被夹在所述第二层与所述第五层之间。

14. 一种显示装置，包括：

第一发光器件；以及

第二发光器件，

其中，所述第一发光器件具有权利要求12所述的结构，

所述第五层包含电子接收物质，

所述第二发光器件与所述第一发光器件相邻，

所述第二发光器件包括第三电极、第四电极及第六层，

在所述第三电极与所述第一电极之间包括间隙，

所述第六层被夹在所述第三电极与所述第四电极之间，

所述第六层包含所述电子接收物质，

在所述第六层与所述第五层之间包括厚度比所述第五层薄的区域，并且，所述区域与

所述间隙重叠。

15. 一种显示装置, 包括:

第一发光器件; 以及

第二发光器件,

其中, 所述第一发光器件具有权利要求12所述的结构,

所述第五层包含含有卤基或氰基的有机化合物或过渡金属氧化物,

所述第二发光器件与所述第一发光器件相邻,

所述第二发光器件包括第三电极、第四电极及第六层,

在所述第三电极与所述第一电极之间包括间隙,

所述第六层被夹在所述第三电极与所述第四电极之间,

所述第六层包含含有卤基或氰基的所述有机化合物或所述过渡金属氧化物,

在所述第六层与所述第五层之间包括厚度比所述第五层薄的区域, 并且, 所述区域与所述间隙重叠。

16. 一种显示装置, 包括:

权利要求1或2所述的发光器件; 以及

晶体管或衬底。

17. 一种电子设备, 包括:

权利要求14所述的显示装置; 以及

传感器、操作按钮、扬声器或麦克风。

18. 一种发光装置, 包括:

权利要求1或2所述的发光器件; 以及

晶体管或衬底。

19. 一种照明装置, 包括:

权利要求18所述的发光装置; 以及

框体。

发光器件、显示装置、电子设备、发光装置、照明装置

技术领域

[0001] 本发明的一个方式涉及一种发光器件、显示装置、电子设备、发光装置、照明装置或半导体装置。

[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] 光提取效率低是有机EL器件的常见问题之一。为了提高光提取效率,提出了在EL层内部形成由低折射率材料构成的层的结构(例如,参照专利文献1)。

[先行技术文献]

[专利文献]

[0004] [专利文献1]美国专利申请公开第2020/0176692号说明书

发明内容

发明所要解决的技术问题

[0005] 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的发光器件。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的显示装置。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的电子设备。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的发光装置。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的照明装置。此外,本发明的一个方式的目的之一是提供一种新颖的发光器件、新颖的显示装置、新颖的电子设备、新颖的发光装置、新颖的照明装置或新颖的半导体装置。

[0006] 注意,这些目的的记载并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。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目的。

解决技术问题的手段

[0007] (1) 本发明的一个方式是一种包括第一电极、第二电极、第一层、第二层以及第三层的发光器件。

[0008] 第一层被夹在第一电极与第二电极之间,第二层被夹在第二电极与第一层之间,第三层被夹在第二层与第一层之间。

[0009] 第一层包含第一发光材料,第一发光材料的发射光谱在波长 λ_1 处具有峰,第一层

在波长 λ_1 处具有寻常光折射率 n_1 。

[0010] 第二层包含第二发光材料,第二发光材料的发射光谱在波长 λ_2 处具有峰,第二层在波长 λ_2 处具有寻常光折射率 n_2 。

[0011] 第三层在波长 λ_1 处具有比寻常光折射率 n_1 低的寻常光折射率 n_{31} ,第三层在波长 λ_2 处具有比寻常光折射率 n_2 低的寻常光折射率 n_{32} 。

[0012] (2) 另外,本发明的一个方式是一种包括第一电极、第二电极、第一层、第二层以及第三层的发光器件。

[0013] 第一层被夹在第一电极与第二电极之间,第二层被夹在第二电极与第一层之间,第三层被夹在第二层与第一层之间。

[0014] 第一层包含第一发光材料及第一主体材料,第一发光材料的发射光谱在波长 λ_1 处具有峰,膜状态下的第一主体材料在波长 λ_1 处具有寻常光折射率 n_1 。

[0015] 第二层包含第二发光材料及第二主体材料,第二发光材料的发射光谱在波长 λ_2 处具有峰,膜状态下的第二主体材料在波长 λ_2 处具有寻常光折射率 n_2 。

[0016] 第三层在波长 λ_1 处具有比寻常光折射率 n_1 低的寻常光折射率 n_{31} ,第三层在波长 λ_2 处具有比寻常光折射率 n_2 低的寻常光折射率 n_{32} 。

[0017] (3) 另外,本发明的一个方式是上述发光器件,其中第三层对波长455nm以上且波长465nm以下的光具有1.50以上且1.75以下的寻常光折射率。

[0018] (4) 另外,本发明的一个方式是上述发光器件,其中第三层对波长633nm的光具有1.45以上且1.70以下的寻常光折射率。

[0019] (5) 另外,本发明的一个方式是上述发光器件,其中在第三层与第一层的中心平面之间具有距离 d_1 ,在第三层与第二层的中心平面之间具有距离 d_2 ,第三层具有厚度 t_3 。

[0020] 此外,距离 d_1 、距离 d_2 、厚度 t_3 、波长 λ_1 、波长 λ_2 、寻常光折射率 n_1 、寻常光折射率 n_2 、寻常光折射率 n_{31} 及寻常光折射率 n_{32} 满足如下算式(1)及算式(2)。

[0021] [算式1]

$$n_1 \times d_1 + n_{31} \times t_3 < \frac{1}{2} \times \lambda_1 \quad \dots (1)$$

$$n_2 \times d_2 + n_{32} \times t_3 < \frac{1}{2} \times \lambda_2 \quad \dots (2)$$

[0022] 由此,可以高效地提取第一层所发射的光及第二层所发射的光。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发光器件。

[0023] (6) 另外,本发明的一个方式是上述发光器件,其中波长 λ_1 及波长 λ_2 都在430nm以上且490nm以下的范围内。

[0024] (7) 另外,本发明的一个方式是上述发光器件,其中第二发光材料为与第一发光材料相同的材料。

[0025] 由此,可以高效地提取第一层所发射的光及第二层所发射的光。另外,可以实现蓝色指标高的发光器件。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发光器件。

[0026] (8) 另外,本发明的一个方式是包括第四层的上述发光器件。

[0027] 第四层被夹在第一电极与第一层之间,第四层在波长 λ_1 处具有比寻常光折射率 n_1 低的寻常光折射率 n_{41} ,第四层在波长 λ_2 处具有比寻常光折射率 n_2 低的寻常光折射率 n_{42} 。

[0028] (9) 另外,本发明的一个方式是上述发光器件,其中第四层对波长455nm以上且波长465nm以下的光具有1.50以上且1.75以下的寻常光折射率。

[0029] (10) 另外,本发明的一个方式是上述发光器件,其中第四层对波长633nm的光具有1.45以上且1.70以下的寻常光折射率。

[0030] (11) 另外,本发明的一个方式是上述发光器件,其中第四层包含与第三层相同的材料。

[0031] (12) 另外,本发明的一个方式是包括第五层的上述发光器件。

[0032] 第五层被夹在第二层与第一层之间,第五层向第二层供应空穴并向第一层供应电子。

[0033] (13) 另外,本发明的一个方式是上述发光器件,其中第三层被夹在第二层与第五层之间。

[0034] 由此,可以实现电流效率高的发光器件。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发光器件。

[0035] (14) 另外,本发明的一个方式是一种包括第一发光器件以及第二发光器件的显示装置。

[0036] 第一发光器件具有上述结构,第五层包含电子接收物质。

[0037] 第二发光器件与第一发光器件相邻,第二发光器件包括第三电极、第四电极及第六层。

[0038] 在第三电极与第一电极之间包括间隙。

[0039] 第六层被夹在第三电极与第四电极之间,第六层包含电子接收物质。另外,在第六层与第五层之间包括厚度比第五层薄的区域,该区域与上述间隙重叠。

[0040] (15) 另外,本发明的一个方式是一种包括第一发光器件以及第二发光器件的显示装置。

[0041] 第一发光器件具有上述结构,第五层包含含有卤基或氰基的有机化合物或过渡金属氧化物。

[0042] 第二发光器件与第一发光器件相邻,第二发光器件包括第三电极、第四电极及第六层。

[0043] 在第三电极与第一电极之间包括间隙。

[0044] 第六层被夹在第三电极与第四电极之间,第六层包含含有卤基或氰基的有机化合物或过渡金属氧化物。另外,在第六层与第五层之间包括厚度比第五层薄的区域,该区域与上述间隙重叠。

[0045] 由此,例如,可以抑制流过厚度比上述第四层薄的区域的电流。此外,可以抑制流过第四层与第五层之间的电流。另外,可以抑制发生伴随第一发光器件的工作而与其相邻的第二发光器件非意图性地发光的现象。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的显示装置。

[0046] (16) 本发明的一个方式是一种包括上述发光器件以及晶体管或衬底的显示装置。

[0047] (17) 本发明的一个方式是一种包括上述显示装置以及传感器、操作按钮、扬声器或麦克风的电子设备。

[0048] (18) 本发明的一个方式是一种包括上述发光器件以及晶体管或衬底的发光装置。

[0049] (19) 另外,本发明的一个方式是一种包括上述发光装置以及框体的照明装置。

[0050] 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。

[0051] 另外,本说明书中的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;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。

发明效果

[0052] 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的发光器件。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的显示装置。另外,根据本发明的一个方式,可以提供一种方便性、实用性或可靠性优异的新颖的电子设备。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的发光装置。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的照明装置。另外,根据本发明的一个方式,可以提供一种新颖的发光器件。另外,根据本发明的一个方式,可以提供一种新颖的显示装置。另外,根据本发明的一个方式,可以提供一种新颖的电子设备。另外,根据本发明的一个方式,可以提供一种新颖的发光装置。另外,根据本发明的一个方式,可以提供一种新颖的照明装置。另外,根据本发明的一个方式,可以提供一种新颖的半导体装置。

[0053] 注意,这些效果的记载并不妨碍其他效果的存在。注意,本发明的一个方式并不需要具备所有上述效果。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。

附图简要说明

[0054] 图1A及图1B是说明根据实施方式的发光器件的结构图。

图2是说明根据实施方式的发光器件的结构图。

图3是说明根据实施方式的发光器件的结构图。

图4是说明根据实施方式的显示装置的结构图。

图5是说明根据实施方式的显示装置的结构图。

图6A及图6B是有源矩阵型发光装置的示意图。

图7A及图7B是有源矩阵型发光装置的示意图。

图8是有源矩阵型发光装置的示意图。

图9A及图9B是无源矩阵型发光装置的示意图。

图10A及图10B是示出照明装置的图。

图11A至图11D是示出电子设备的图。

图12A至图12C是示出电子设备的图。

图13是示出照明装置的图。

图14是示出照明装置的图。

图15是示出车载显示装置及照明装置的图。

图16A至图16C是示出电子设备的图。

图17A及图17B是说明根据实施例的发光器件的结构图。

图18是说明根据实施例的发光器件的电流密度-亮度特性的图。

图19是说明根据实施例的发光器件的亮度-电流效率特性的图。

图20是说明根据实施例的发光器件的电压-亮度特性的图。

图21是说明根据实施例的发光器件的电压-电流特性的图。

图22是说明根据实施例的发光器件的亮度-蓝色指标特性的图。

图23是说明根据实施例的发光器件的发射光谱的图。

图24是说明根据实施例的发光器件的归一化亮度的经时变化的图。

实施发明的方式

[0055] 本发明的一个方式的发光器件包括第一电极、第二电极、第一层、第二层以及第三层。第一层被夹在第一电极与第二电极之间,第二层被夹在第二电极与第一层之间,第三层被夹在第二层与第一层之间。第一层包含第一发光材料,第一发光材料的发射光谱在波长 λ_1 处具有峰,第一层在波长 λ_1 处具有寻常光折射率 n_1 。第二层包含第二发光材料,第二发光材料的发射光谱在波长 λ_2 处具有峰,第二层在波长 λ_2 处具有寻常光折射率 n_2 。第三层在波长 λ_1 处具有比寻常光折射率 n_1 低的寻常光折射率 n_{31} ,第三层在波长 λ_2 处具有比寻常光折射率 n_2 低的寻常光折射率 n_{32} 。

[0056] 由此,可以高效地提取第一层所发射的光及第二层所发射的光。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发光器件。

[0057] 参照附图对实施方式进行详细说明。注意,本发明不局限于以下说明,而所属技术领域的普通技术人员可以很容易地理解一个事实就是其方式及详细内容在不脱离本发明的宗旨及其范围的情况下可以被变换为各种各样的形式。因此,本发明不应该被解释为仅限定在以下所示的实施方式所记载的内容中。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。

[0058] (实施方式1)

在本实施方式中,参照图1说明本发明的一个方式的发光器件550X的结构。

[0059] 图1A是说明本发明的一个方式的发光器件的结构截面图。此外,图1B是说明用于本发明的一个方式的发光器件的发光材料的发射光谱的示意图。

[0060] 在本说明书等中,有时将使用金属掩模或FMM(Fine Metal Mask,高精细金属掩模版)而制造的器件称为具有MM(Metal Mask)结构的器件。此外,在本说明书等中,将不使用金属掩模或FMM而制造的器件称为具有MML(Metal Mask Less)结构的器件。

[0061] 此外,在本说明书等中,有时将在各颜色的发光器件(这里为蓝色(B)、绿色(G)及红色(R))中分别形成发光层或分别涂布发光层的结构称为SBS(Side By Side)结构。此外,在本说明书等中,有时将可发射白色光的发光器件称为白色发光器件。白色发光器件通过与着色层(例如,滤色片)组合可以实现以全彩色显示的显示装置。

[0062] 此外,发光器件大致可以分为单结构和串联结构。单结构的器件优选具有如下结构:在一对电极间包括一个发光单元,而且该发光单元包括一个以上的发光层。为了得到白色发光,以两个以上的发光层的各发光处于补色关系的方式选择发光层即可。例如,通过使第一发光层的发光颜色与第二发光层的发光颜色处于补色关系,可以得到在发光器件整体

上以白色发光的结构。此外,包括三个以上的发光层的发光器件也是同样的。

[0063] 串联结构的器件优选具有如下结构:在一对电极间包括两个以上的多个发光单元,而且各发光单元包括一个以上的发光层。为了得到白色发光,采用组合从多个发光单元的发光层发射的光来得到白色发光的结构即可。注意,得到白色发光的结构与单结构中的结构同样。此外,在串联结构的器件中,优选在多个发光单元间设置电荷产生层等中间层。

[0064] 此外,在对上述白色发光器件(单结构或串联结构)和SBS结构的发光器件进行比较的情况下,可以使SBS结构的发光器件的功耗比白色发光器件低。在想要降低功耗时优选采用SBS结构的发光器件。另一方面,白色发光器件的制造工序比SBS结构的发光器件简单,由此可以降低制造成本或者提高制造成品率,所以是优选的。

[0065] <发光器件550X的结构例子1>

在本实施方式中说明的发光器件550X包括电极551X、电极552X、层111X、层111X2及层LN(参照图1A)。层111X具有发射光ELX的功能,层111X2具有发射光ELX2的功能。

[0066] 层111X被夹在电极551X与电极552X之间,层111X2被夹在电极552X与层111X之间。另外,层LN被夹在层111X2与层111X之间。

[0067] <<层111X的结构例子1>>

层111X包含发光材料EM1。发光材料EM1的发射光谱 ϕ_1 在波长 λ_1 处具有峰(参照图1B)。注意,在本说明书中,将发射光谱的最大称为峰。

[0068] 可以根据发光材料EM1的溶液的发射光谱的最大决定波长 λ_1 。例如,可以将甲苯等有机溶剂用于发光材料EM1的溶液的调整。

[0069] 此外,可以根据从发光器件550X发射的光ELX的光谱的最大决定波长 λ_1 。

[0070] 另外,层111X在波长 λ_1 处具有寻常光折射率 n_1 。层111X例如对波长455nm以上且波长465nm以下的光具有1.75以上且2.1以下的寻常光折射率。另外,对波长633nm的光具有1.70以上且2.05以下的寻常光折射率。

[0071] 注意,在材料具有各向异性时,有时寻常光折射率与异常光折射率不同。在所测量的薄膜处于上述状态时,可以通过进行各向异性分析分别算出寻常光折射率与异常光折射率。注意,在本说明书中,在所测量的材料具有寻常光折射率及异常光折射率的双方时,使用寻常光折射率作为指标。另外,折射率例如可以通过使用光谱椭偏仪而测量。

[0072] <<层111X的结构例子2>>

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。优选在空穴与电子再结合的区域中配置层111X。由此,可以高效地将载流子复合所产生的能量作为光发射。

[0073] 在层111X包含发光材料EM1及主体材料H01且发光材料EM1的发射光谱在波长 λ_1 处具有最大时,膜状态下的主体材料H01在波长 λ_1 处具有寻常光折射率 n_1 。

[0074] 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。

[0075] 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。

[0076] 例如,可以将荧光发光物质、磷光发光物质或呈现热活化延迟荧光(TADF: Thermally Activated Delayed Fluorescence)的物质(也称为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1A)。

[0077] [荧光发光物质]

可以将荧光发光物质用于层111X。例如,可以将下述荧光发光物质用于层111X。注意,荧光发光物质不局限于此,可以将各种已知的荧光发光物质用于层111X。

[0078] 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]苊-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]苊-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)、芘-2,5,8,11-四(叔丁基)芘(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-2,4,1-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''-(苊-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。

[0079] 尤其是,以1,6FLPAPrn、1,6mMemFLPAPrn、1,6BnfAPrn-03等苊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。

[0080] 另外,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''''-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)、N-[9,10-双(1,1'-联苯-2-基)-2-蒽基]-N,9-二苯基-9H-咔唑-3-胺(简称:2PCABPhA)、N-(9,10-二苯基-2-蒽基)-N,N',N''-三苯基-1,4-亚苯基二胺(简称:2DPAPA)、N-[9,10-双(1,1'-联苯-2-基)-2-蒽基]-N,N',N''-三苯基-1,4-亚苯基二胺(简称:2DPABPhA)、9,10-双(1,1'-联苯-2-基)-N-[4-(9H-咔唑-9-基)苯基]-N-苯基蒽-2-胺(简称:2YGABPhA)、N,N,9-三苯基蒽-9-胺(简称:DPhAPhA)、香豆素545T、N,N'-二苯基喹吡啶酮(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。

[0081] 另外,可以使用2-(2-{2-[4-(二甲氨基)苯基]乙基}-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[i,j]喹啉-9-基)乙基]-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)苊并[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[i,j]喹啉-9-基)乙基]-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。

[0082] [磷光发光物质]

可以将磷光发光物质用于层111X。例如,可以将下述磷光发光物质用于层111X。注意,磷光发光物质不局限于此,可以将各种已知的磷光发光物质用于层111X。

[0083] 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。

[0084] [磷光发光物质(蓝色)]

作为具有4H-三唑骨架的有机金属铱配合物等,可以使用三{2-[5-(2-甲基苯基)-4-(2,6-二甲基苯基)-4H-1,2,4-三唑-3-基-κN2]苯基-κC}铱(III)(简称:[Ir(mpptz-dmp)₃])、三(5-甲基-3,4-二苯基-4H-1,2,4-三唑)铱(III)(简称:[Ir(Mptz)₃])、三[4-(3-联苯)-5-异丙基-3-苯基-4H-1,2,4-三唑]铱(III)(简称:[Ir(iPrptz-3b)₃])等。

[0085] 作为具有1H-三唑骨架的有机金属铱配合物等,可以使用三[3-甲基-1-(2-甲基苯基)-5-苯基-1H-1,2,4-三唑]铱(III)(简称:[Ir(Mptz1-mp)₃])、三(1-甲基-5-苯基-3-丙基-1H-1,2,4-三唑)铱(III)(简称:[Ir(Prptz1-Me)₃])等。

[0086] 作为具有咪唑骨架的有机金属铱配合物等,可以使用fac-三[1-(2,6-二异丙基苯基)-2-苯基-1H-咪唑]铱(III)(简称:[Ir(iPrpmi)₃])、三[3-(2,6-二甲基苯基)-7-甲基咪唑[1,2-f]菲啶根(phenanthridinato)]铱(III)(简称:[Ir(dmpimpt-Me)₃])等。

[0087] 作为以具有吸电子基团的苯基吡啶衍生物为配体的有机金属铱配合物等,可以使用双[2-(4',6'-二氟苯基)吡啶根-N,C^{2'}]铱(III)四(1-吡唑)硼酸盐(简称:FIr6)、双[2-(4',6'-二氟苯基)吡啶根-N,C^{2'}]铱(III)吡啶甲酸盐(简称:FIrpic)、双{2-[3',5'-双(三氟甲基)苯基]吡啶根-N,C^{2'}}铱(III)吡啶甲酸盐(简称:[Ir(CF₃ppy)₂(pic)])、双[2-(4',6'-二氟苯基)吡啶根-N,C^{2'}]铱(III)乙酰丙酮(简称:FIracac)等。

[0088] 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。

[0089] [磷光发光物质(绿色)]

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

[0090] 作为具有吡嗪骨架的有机金属铱配合物等,可以使用(乙酰丙酮根)双(3,5-二甲基-2-苯基吡嗪根)铱(III)(简称:[Ir(mppr-Me)₂(acac)])、(乙酰丙酮根)双(5-异丙基-3-甲基-2-苯基吡嗪根)铱(III)(简称:[Ir(mppr-iPr)₂(acac)])等。

[0091] 作为具有吡啶骨架的有机金属铱配合物等,可以使用三(2-苯基吡啶根-N,C^{2'})铱(III)(简称:[Ir(ppy)₃])、双(2-苯基吡啶根-N,C^{2'})铱(III)乙酰丙酮(简称:[Ir(ppy)₂(acac)])、双(苯并[h]喹啉)铱(III)乙酰丙酮(简称:[Ir(bzq)₂(acac)])、三(苯并[h]喹啉)铱(III)(简称:[Ir(bzq)₃])、三(2-苯基喹啉-N,C^{2'})铱(III)(简称:[Ir(pq)₃])、双(2-苯基喹啉-N,C^{2'})铱(III)乙酰丙酮(简称:[Ir(pq)₂(acac)])、[2-d3-甲基-8-(2-吡啶基-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。

[0092] 作为稀土金属配合物,可以举出三(乙酰丙酮根)(单菲咯啉)铽(III)(简称:[Tb(acac)₃(Phen)])等。

[0093] 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。此外,由于具有嘧啶骨架的有机金属铱配合物具有特别优异的可靠性或发光效率,所以是特别优选的。

[0094] [磷光发光物质(红色)]

作为具有嘧啶骨架的有机金属铱配合物等,可以使用(二异丁酰基甲烷根)双[4,6-双(3-甲基苯基)嘧啶根]铱(III)(简称:[Ir(5mdppm)₂(dibm)])、双[4,6-双(3-甲基苯基)嘧啶根](二新戊酰基甲烷根)铱(III)(简称:[Ir(5mdppm)₂(dpm)])、双[4,6-二(萘-1-基)嘧啶根](二新戊酰基甲烷根)铱(III)(简称:[Ir(d1npm)₂(dpm)])等。

[0095] 作为具有吡嗪骨架的有机金属铱配合物等,可以使用(乙酰丙酮根)双(2,3,5-三苯基吡嗪根)铱(III)(简称:[Ir(tppr)₂(acac)])、双(2,3,5-三苯基吡嗪根)(二新戊酰基甲烷根)铱(III)(简称:[Ir(tppr)₂(dpm)])、(乙酰丙酮根)双[2,3-双(4-氟苯基)喹喔啉合(quinoxalinato)]铱(III)(简称:[Ir(Fdpq)₂(acac)])等。

[0096] 作为具有吡啶骨架的有机金属铱配合物等,可以使用三(1-苯基异喹啉-N,C^{2'})铱(III)(简称:[Ir(piq)₃])、双(1-苯基异喹啉-N,C^{2'})铱(III)乙酰丙酮(简称:[Ir(piq)₂(acac)])等。

[0097] 作为稀土金属配合物等,可以举出三(1,3-二苯基-1,3-丙二酮基)(单菲咯啉)铈(III)(简称:[Eu(DBM)₃(Phen)])、三[1-(2-噻吩甲酰基)-3,3,3-三氟丙酮](单菲咯啉)铈(III)(简称:[Eu(TTA)₃(Phen)])等。

[0098] 作为铂配合物等,可以使用2,3,7,8,12,13,17,18-八乙基-21H,23H-卟啉铂(II)(简称:PtOEP)等。

[0099] 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。此外,具有吡嗪骨架的有机金属铱配合物可以获得红色发光,其具有能够适合用于显示装置の色度。

[0100] [呈现热活化延迟荧光(TADF)的物质]

可以将TADF材料用于层111X。例如,可以将以下所示的TADF材料用于发光材料。注意,不局限于此,可以将各种已知的TADF材料用于发光材料。

[0101] 由于TADF材料中S1能级与T1能级之差小而可以利用少量热能量将三重激发态反系间窜跃(上转换)为单重激发态。由此,可以高效地从三重激发态生成单重激发态。此外,可以将三重激发态转换成发光。

[0102] 以两种物质形成激发态的激基复合物(Exciplex)因S1能级和T1能级之差极小而具有可以将三重激发能转换为单重激发能的TADF材料的功能。

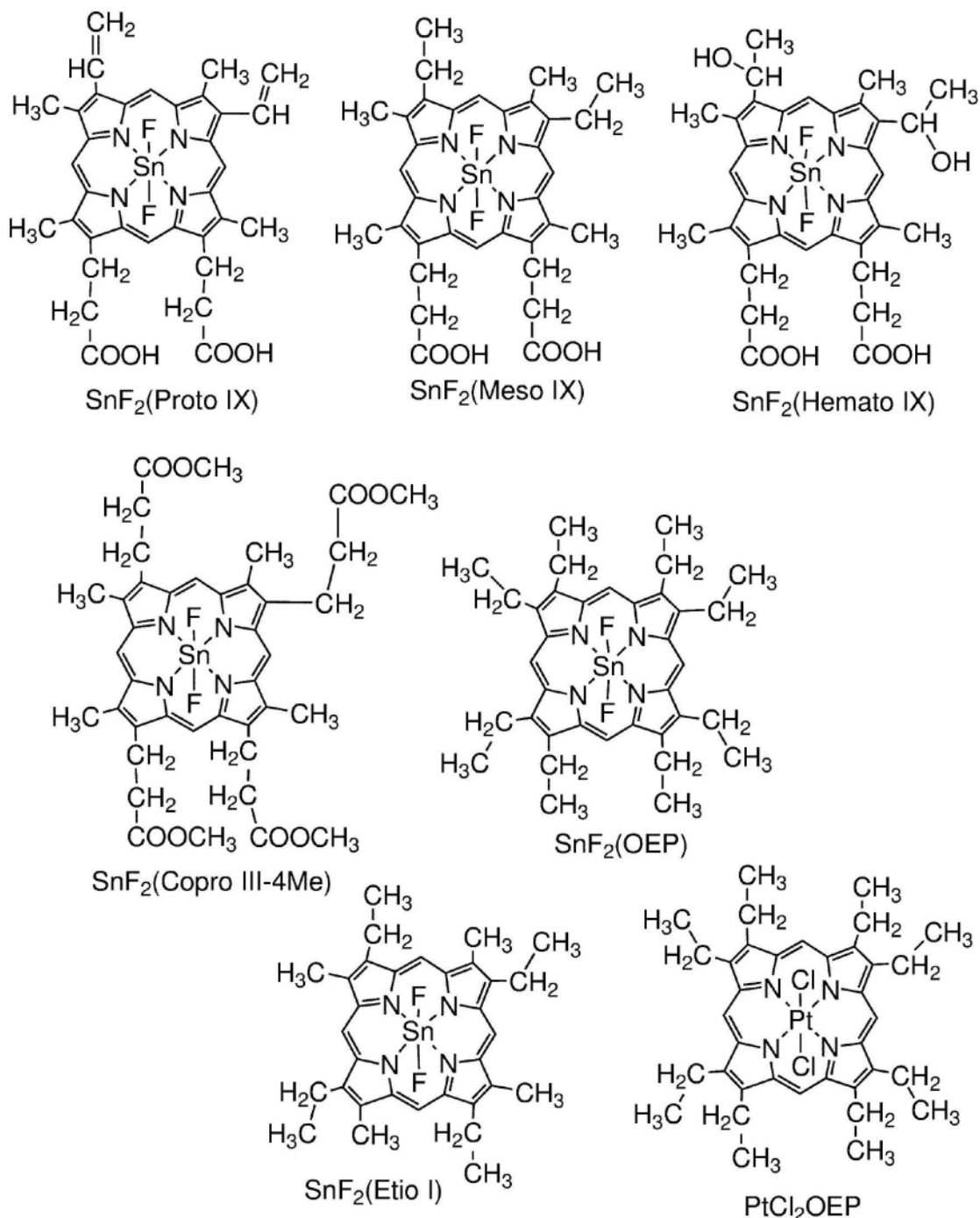
[0103] 注意,作为T1能级的指标,可以使用在低温(例如,77K至10K)下观察到的磷光光谱。关于TADF材料,优选的是,当以通过在荧光光谱的短波长侧的尾处引切线得到的外推线的波长能量为S1能级并以通过在磷光光谱的短波长侧的尾处引切线得到的外推线的波长能量为T1能级时,S1与T1之差为0.3eV以下,更优选为0.2eV以下。

[0104] 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。

[0105] 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。

[0106] 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_2 OEP)等。

[0107] [化学式1]

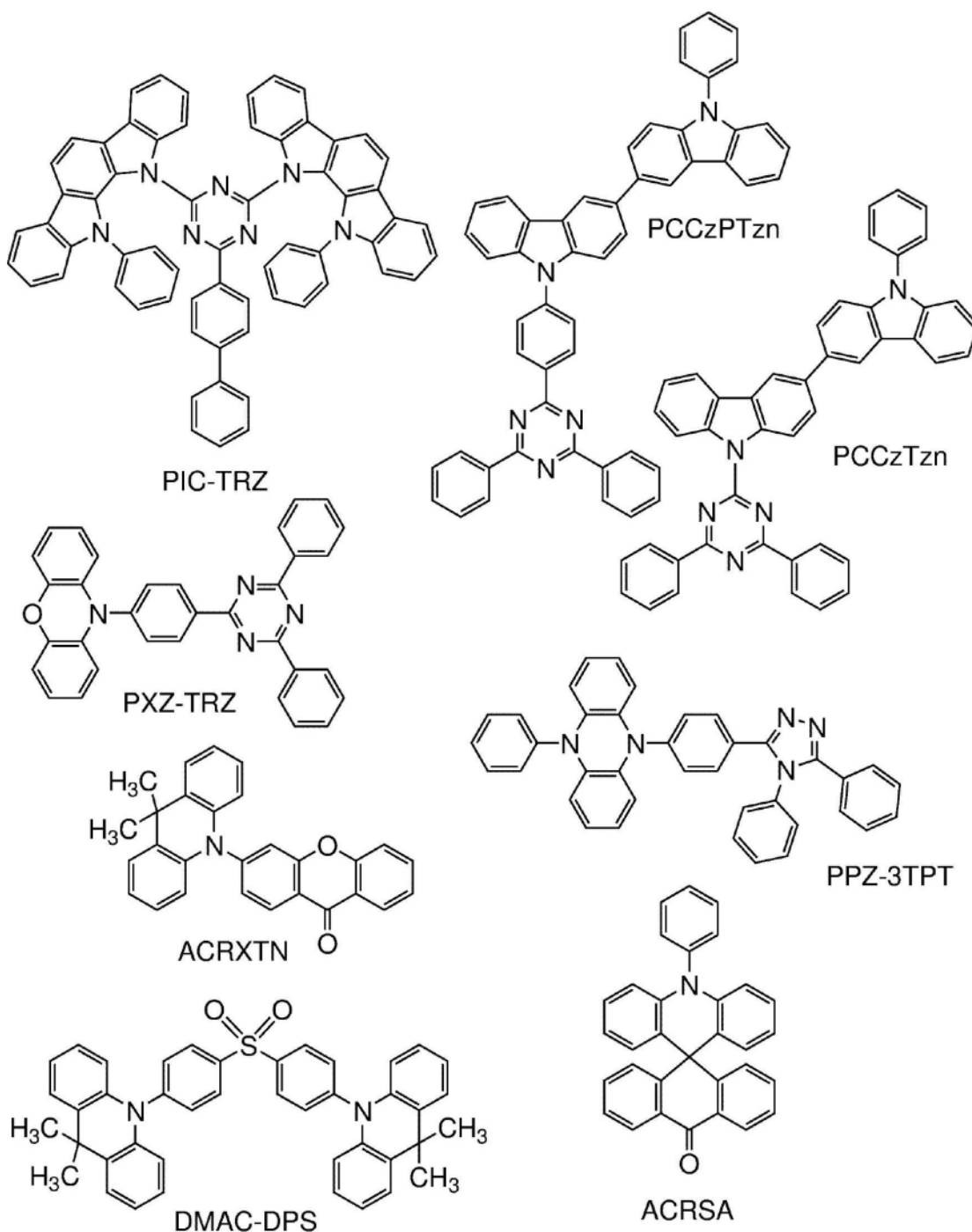


[0108] 另外,例如可以将具有富 π 电子型杂芳环和缺 π 电子型杂芳环的一方或双方的杂环化合物用于TADF材料。

[0109] 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'-联咔唑(简称:PCCzTzn)、2-{4-[3-(N-苯基-9H-咔唑-3-基)-9H-咔唑-9-基]苯基}-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(简称:PCCzPTzn)、2-[4-(10H-吩恶嗪-10-基)苯基]-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(简称:PXZ-TRZ)、3-[4-(5-苯基-5,10-二氢吩嗪-10-基)苯基]-4,5-二苯基-1,2,4-三唑(简称:PPZ-3TPT)、3-(9,9-二甲基-9H-吡啶-10-基)-9H-氧杂蒽-9-酮(简称:ACRXTN)、双[4-(9,9-二甲基-9,10-二氢吡啶)苯基]硫砷(简称:DMAC-DPS)、

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

[0110] [化学式2]



[0111] 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、二嗪骨架(咪啶骨架、吡嗪骨架、哒嗪骨架)及三嗪骨架稳定且可靠性良好,所以是优选的。尤其是,苯并呋喃并咪啶骨架、苯并噻吩并咪啶骨架、苯并呋喃并吡嗪骨架、苯并噻吩并吡嗪骨架的电子接收性高且可靠性良好,所以是优选的。

[0112] 另外,在具有富 π 电子型杂芳环的骨架中,吡啶骨架、吩恶嗪骨架、吩噻嗪骨架、呋喃骨架、噻吩骨架及吡咯骨架稳定且可靠性良好,所以优选具有上述骨架中的至少一个。另

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,特别优选使用吡啶骨架、咪唑骨架、吡啶并咪唑骨架、联咪唑骨架、3-(9-苯基-9H-咪唑-3-基)-9H-咪唑骨架。

[0113] 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。另外,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。

[0114] 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。

[0115] 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。

[0116] <<层111X的结构例子3>>

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。

[0117] [具有空穴传输性的材料]

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

[0118] 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。

[0119] 作为具有芳香胺骨架的化合物,例如可以使用4,4'-双[N-(1-萘基)-N-苯基氨基]联苯(简称:NPB)、N,N'-双(3-甲基苯基)-N,N'-二苯基-[1,1'-联苯]-4,4'-二胺(简称:TPD)、4,4'-双[N-(螺-9,9'-二芴-2-基)-N-苯基氨基]联苯(简称:BSPB)、4-苯基-4'-(9-苯基芴-9-基)三苯胺(简称:BPAFLP)、4-苯基-3'-(9-苯基芴-9-基)三苯胺(简称:mBPAFLP)、4-苯基-4'-(9-苯基-9H-咪唑-3-基)三苯胺(简称:PCBA1BP)、4,4'-二苯基-4''-(9-苯基-9H-咪唑-3-基)三苯胺(简称:PCBBi1BP)、4-(1-萘基)-4'-(9-苯基-9H-咪唑-3-基)三苯胺(简称:PCBANB)、4,4'-二(1-萘基)-4''-(9-苯基-9H-咪唑-3-基)三苯胺(简称:PCBNBB)、9,9-二甲基-N-苯基-N-[4-(9-苯基-9H-咪唑-3-基)苯基]芴-2-胺(简称:PCBAF)、N-苯基-N-[4-(9-苯基-9H-咪唑-3-基)苯基]螺-9,9'-二芴-2-胺(简称:PCBASF)等。

[0120] 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-咔唑) (简称:PCCP) 等。

[0121] 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。

[0122] 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。

[0123] [具有电子传输性的材料]

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

[0124] 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:ZnPB0)、双[2-(2-苯并噻唑基)苯酚]锌(II) (简称:ZnBTZ)等。

[0125] 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、具有二嗪骨架的杂环化合物、具有吡啶骨架的杂环化合物、具有三嗪骨架的杂环化合物等。尤其是,具有二嗪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,具有二嗪(嘧啶或吡嗪)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。

[0126] 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。

[0127] 作为具有二嗪骨架的杂环化合物,例如可以使用2-[3-(二苯并噻吩-4-基)苯基]二苯并[f,h]喹喔啉(简称:2mDBTPDBq-II)、2-[3'-(二苯并噻吩-4-基)联苯-3-基]二苯并[f,h]喹喔啉(简称:2mDBTBPDq-II)、2-[3'-(9H-咔唑-9-基)联苯-3-基]二苯并[f,h]喹喔啉(简称:2mCzBPDBq)、4,6-双[3-(菲-9-基)苯基]嘧啶(简称:4,6mPnP2Pm)、4,6-双[3-(4-二苯并噻吩基)苯基]嘧啶(简称:4,6mDBTP2Pm-II)、4,8-双[3-(二苯并噻吩-4-基)苯基]-苯并[h]喹唑啉(简称:4,8mDBtP2Bqn)等。

[0128] 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。

[0129] 作为具有三嗪骨架的杂环化合物,例如可以使用2-[3'-(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)-1,1'-联苯-3-基]-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(简称:mFBPTzn)、2-[(1,1'-联苯)-4-基]-4-苯基-6-[9,9'-螺二(9H-芴)-2-基]-1,3,5-三嗪(简称:BP-SFTzn)、2-{3-[3-(苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃-8-基)苯基]苯基}-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(简称:mBnfBPTzn)、2-{3-[3-(苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃-6-基)苯基]苯基}-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(简称:mBnfBPTzn-02)等。

[0130] [具有蒽骨架的材料]

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

[0131] 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。另外,在主体材料具有咔唑骨架时,空穴的注入及传输性提高,所以是优选的。尤其是,在主体材料具有二苯并咔唑骨架的情况下,其最高占据分子轨道(HOMO: Highest Occupied Molecular Orbital)能级比咔唑浅0.1eV左右,不仅空穴容易注入,而且空穴传输性及耐热性也得到提高,所以是优选的。注意,从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咔唑骨架。

[0132] 因此,作为主体材料优选使用具有9,10-二苯基蒽骨架和咔唑骨架的物质、具有9,10-二苯基蒽骨架和苯并咔唑骨架的物质、具有9,10-二苯基蒽骨架和二苯并咔唑骨架的物质。

[0133] 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]咪唑(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-咪唑(简称:PCzPA)、9-[4-(10-苯基-9-蒽基(anthracenyl))苯基]-9H-咪唑(简称:CzPA)、7-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-7H-二苯并[c,g]咪唑(简称:cgDBCzPA)、3-[4-(1-萘基)-苯基]-9-苯基-9H-咪唑(简称:PCPN)等。

[0134] 尤其是,CzPA、cgDBCzPA、2mBnfPPA、PCzPA呈现非常良好的特性。

[0135] [呈现热活化延迟荧光(TADF)的材料]

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。另外,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。

[0136] 当上述发光物质为荧光发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能级优选比荧光发光物质的S1能级高。此外,TADF材料的T1能级优选比荧光发光物质的S1能级高。因此,TADF材料的T1能级优选比荧光发光物质的T1能级高。

[0137] 此外,优选使用呈现与荧光发光物质的最低能量一侧的吸收带的波长重叠的发光TADF材料。由此,激发能顺利地由TADF材料转移到荧光发光物质,可以高效地得到发光,所以是优选的。

[0138] 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发光物质的三重激发能。为此,荧光发光物质优选在荧光发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材料与荧光发光物质的发光体彼此远离。

[0139] 在此,发光体是指在荧光发光物质中成为发光的原因的原子团(骨架)。发光体优选为具有 π 键的骨架,优选具有芳香环,并优选具有稠合芳香环或稠合杂芳环。

[0140] 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、苝骨架、蒹骨架、三亚苯骨架、并四苯骨架、芘骨架、花骨架、香豆素骨架、喹吡啶酮骨架、萘并双苯并呋喃骨架的荧光发光物质具有高荧光量子产率,所以是优选的。

[0141] 例如,可以将可用于发光材料的TADF材料用于主体材料。

[0142] [混合材料的结构例子1]

此外,可以将混合多种物质的材料用于主体材料。例如,可以将具有电子传输性的材料和具有空穴传输性的材料用于混合材料。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。

[0143] [混合材料的结构例子2]

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

[0144] [混合材料的结构例子3]

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。另外,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。

[0145] 可以将磷光发光物质用于形成激基复合物的材料的至少一个。由此,可以利用反系间窜跃。或者,可以高效地将三重激发能转换为单重激发能。

[0146] 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最低未占据分子轨道(LUMO:Lowest Unoccupied Molecular Orbital)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。另外,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。

[0147] 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。

[0148] <<层111X2的结构例子>>

层111X2包含发光材料EM2。发光材料EM2的发射光谱 ϕ_2 在波长 λ_2 处具有最大(参照图1B)。另外,层111X2在波长 λ_2 处具有寻常光折射率 n_2 。层111X2例如对波长455nm以上且波长465nm以下的光具有1.75以上且2.1以下的寻常光折射率。另外,对波长633nm的光具有1.70以上且2.05以下的寻常光折射率。

[0149] 可以根据发光材料EM2的溶液的发射光谱的最大决定波长 λ_2 。例如,可以将甲苯等有机溶剂用于发光材料EM2的溶液的调整。

[0150] 此外,可以根据从发光器件550X2发射的光ELX2的光谱的最大决定波长 λ_2 。

[0151] 另外,可以将可用于层111X的结构用于层111X2。例如,可以将与层111X相同的结构用于层111X2。

[0152] 另外,可以将与层111X不同的结构用于层111X2。例如,可以将发射其色相与层111X的发光颜色不同的光的结构用于层111X2。

[0153] 例如,可以将发射选自蓝色、绿色、红色等中的一个光的结构用于层111X且将发射其他颜色的光的结构用于层111X2。具体而言,可以将发射蓝色光的结构用于层111X且将发射红色光的结构用于层111X2。另外,可以将发射蓝色光的结构用于层111X且将发射黄色光的结构用于层111X2。另外,可以将发射蓝色光的结构用于层111X且将发射绿色光的结构用于层111X2。由此,可以提供一种发射所希望的颜色光的发光器件。例如,可以提供一种发射白色光的发光器件。

[0154] 在层111X2包含发光材料EM2及主体材料H02且发光材料EM2的发射光谱在波长 λ_2 处具有最大时,膜状态下的主体材料H02在波长 λ_2 处具有寻常光折射率 n_2 。

[0155] <<层LN的结构例子1>>

层LN在波长 λ_1 处具有比寻常光折射率 n_1 低的寻常光折射率 n_{31} 。另外,层LN在波长 λ_2 处具有比寻常光折射率 n_2 低的寻常光折射率 n_{32} 。另外,可以将层LN所包含的材料形成成为膜而测量层LN的折射率。例如,在层LN包含多个物质的情况下,也可以将各物质形成成为膜而测量折射率。另外,寻常光折射率 n_1 与寻常光折射率 n_{31} 之间的差异优选为0.12以上,更优选为0.15以上。另外,寻常光折射率 n_2 与寻常光折射率 n_{32} 之间的差异优选为0.12以上,更优选为0.15以上。位于层111X与层LN之间的层例如对波长455nm以上且波长465nm以下的光具有1.75以上且2.1以下的寻常光折射率。另外,对波长633nm的光具有1.70以上且2.05以下的寻常光折射率。另外,位于层111X2与层LN之间的层也是同样的。当寻常光折射率在上述范围内的层与层LN接触时,在该界面光被反射。

[0156] <<层LN的结构例子2>>

层LN对波长455nm以上且波长465nm以下的光具有1.50以上且1.75以下的寻常光折射率。另外,层LN对波长633nm的光具有1.45以上且1.70以下的寻常光折射率。

[0157] <<层LN的结构例子3>>

在层LN与层111X的中心平面之间具有距离 d_1 ,在层LN与层111X2的中心平面之间具有距离 d_2 (参照图1A)。另外,层LN具有厚度 t_3 。

[0158] 距离 d_1 、距离 d_2 、厚度 t_3 、波长 λ_1 、波长 λ_2 、寻常光折射率 n_1 、寻常光折射率 n_2 、寻常

光折射率 n_{31} 及寻常光折射率 n_{32} 满足如下算式(1)及算式(2)。通过将寻常光折射率高于层LN的层与层LN接触的界面配置在相对于层111X的规定距离,可以防止干涉效应所导致的光强度的相互降低,由此可以提高规定波长的光强度。另外,通过将寻常光折射率高于层LN的层与层LN接触的界面配置在相对于层111X2的规定距离,可以得到同样的效果。

[0159] [算式2]

$$n_1 \times d_1 + n_{31} \times t_3 < \frac{1}{2} \times \lambda_1 \quad \dots (1)$$

$$n_2 \times d_2 + n_{32} \times t_3 < \frac{1}{2} \times \lambda_2 \quad \dots (2)$$

[0160] 由此,可以高效地提取层111X所发射的光ELX及层111X2所发射的光ELX2。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发光器件。

[0161] <<层LN的结构例子4>>

层LN具有巨大表面电位(GSP:Giant Surface Potential)。该GSP除以厚度 t_3 的电位梯度(GSP的倾斜度)优选为20mV/nm以下。此外,从层LN的GSP的倾斜度减去层111X的GSP的倾斜度而得的值(Δ GSP)优选为10mV/nm以下,更优选为0mV/nm以下。此外,从层LN的GSP的倾斜度减去层111X2的GSP的倾斜度而得的值(Δ GSP)也是同样的。通过采用这种结构,可以使载流子顺利地注入到发光层。

[0162] 巨大表面电势(Giant surfase potential)是蒸镀膜的表面电势与厚度成比地增加的现象,并可以被认为是因有机化合物的永久偶极矩在厚度方向上略有偏离而发生的自发取向极化现象。为了将表面电势的大小视为不取决于厚度的数值,使用蒸镀膜的表面电势除以厚度的值,即蒸镀膜的表面电势的电位梯度(倾斜度)即可。在本说明书中,将上述的蒸镀膜的表面电势的电位梯度记为GSP的倾斜度(mV/nm)。

[0163] 在此,说明求出有机化合物的GSP的倾斜度的方法。

[0164] 一般来说,将通过开尔文探针测量而测得的蒸镀膜的表面电势在膜厚方向上标绘出时的倾斜度表示巨大表面电势的大小,即GSP的倾斜度(mV/nm)。在层叠有两个不同层时,可以利用积累在其界面的极化电荷密度(mC/m^2)与GSP的倾斜度相关联地变化而估计GSP的倾斜度。

[0165] 将具有不同自发极化的有机薄膜(薄膜1及薄膜2。注意,薄膜1位于阳极侧且薄膜2位于阴极侧。)层叠而使电流流过时,如下算式成立。

[0166] [算式3]

$$\sigma_{if} = \frac{Q_{if}}{S} = (V_i - V_{bi}) \frac{\epsilon_2}{d_2} \quad \dots (3)$$

[0167] [算式4]

$$\sigma_{if} = P_1 - P_2 = \frac{\epsilon_1 V_1}{d_1} - \frac{\epsilon_2 V_2}{d_2} \quad \dots (4)$$

[0168] 在算式(3)中, σ_{if} 表示极化电荷密度, V_i 表示空穴注入电压, V_{bi} 表示阈值电压, d_2 表示薄膜2的膜厚, ϵ_2 表示薄膜2的介电常数。 V_i 、 V_{bi} 可以从器件的电容-电压特性估计。此外,介电常数可以使用寻常光折射率 n_o (633nm)的平方。如此,根据从电容-电压特性估计的 V_i 、 V_{bi} 、从折射率算出的薄膜2的介电常数 ϵ_2 以及薄膜2的膜厚 d_2 ,可以通过算式(3)求出极化电荷密度 σ_{if} 。

[0169] 接着,在算式(4)中, σ_{if} 表示极化电荷密度, P_n 表示薄膜n的GSP的倾斜度, ϵ_n 表示薄膜n的介电常数, d_n 表示薄膜n的厚度。在此,可以从上述算式(3)求出极化电荷密度 σ_{if} ,所以通过作为薄膜2使用GSP为已知的物质,可以估计薄膜1的GSP的倾斜度。

[0170] 在本说明书中,将要求出GSP的倾斜度的有机化合物的蒸镀膜设为薄膜1,将使用三(8-羟基喹啉)铝(简称:Alq3)的薄膜设为薄膜2。另外,Alq3的GSP的倾斜度为48mV/nm。

[0171] 此外,蒸镀膜的取向性已知依赖于蒸镀时的衬底温度,GSP的倾斜度的值也有可能同样依赖于蒸镀时的衬底温度。在本说明书中,作为测量值,采用将蒸镀时的衬底温度设定为室温来蒸镀而成的膜的值。

[0172] <<发光材料EM1的结构例子>>

波长 λ_1 在430nm以上且490nm以下的范围内。

[0173] <<发光材料EM2的结构例子1>>

波长 λ_2 在430nm以上且490nm以下的范围内。

[0174] <<发光材料EM2的结构例子2>>

发光材料EM2为与发光材料EM1相同的材料。

[0175] 由此,可以高效地提取层111X所发射的光ELX及层111X2所发射的光ELX2。另外,可以实现蓝色指标高的发光器件。其结果是,可以提供一种方便性、实用性或可靠性优异的新型发光器件。

[0176] <发光器件550X的结构例子2>

在本实施方式中说明的发光器件550X包括层112_11(参照图1A)。层112_11被夹在电极551X与层111X之间。

[0177] <<层112_11的结构例子1>>

层112_11在波长 λ_1 处具有比寻常光折射率 n_1 低的寻常光折射率 n_{41} ,层112_11在波长 λ_2 处具有比寻常光折射率 n_2 低的寻常光折射率 n_{42} 。另外,寻常光折射率 n_1 与寻常光折射率 n_{41} 之间的差异优选为0.12以上,更优选为0.15以上。另外,寻常光折射率 n_2 与寻常光折射率 n_{42} 之间的差异优选为0.12以上,更优选为0.15以上。

[0178] <<层112_11的结构例子2>>

层112_11对波长455nm以上且波长465nm以下的光具有1.50以上且1.75以下的寻常光折射率。另外,层112_11对波长633nm的光具有1.45以上且1.70以下的寻常光折射率。

[0179] 例如,可以将能够用于层LN的材料用于层112_11。

[0180] 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。

[0181] (实施方式2)

在本实施方式中,参照图2说明本发明的一个方式的发光器件550X的结构。

[0182] 图2是说明本发明的一个方式的发光器件的结构的截面图。

[0183] <发光器件550X的结构例子1>

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、层104及层105(参照图2)。此外,发光器件550X包括单元103X2及层106。

[0184] 单元103X被夹在电极551X与电极552X之间。

[0185] 层104被夹在单元103X与电极551X之间,层105被夹在电极552X与单元103X2之间。

[0186] 此外,单元103X2被夹在电极552X与单元103X之间。

[0187] 层106被夹在单元103X2与单元103X之间。

[0188] <单元103X的结构例子>

单元103X具有单层结构或叠层结构。例如,单元103X包括层111X、层112及层113(参照图2)。单元103X具有发射光ELX的功能。

[0189] 层111X被夹在层112与层113之间,层112被夹在电极551X与层111X之间,层113被夹在电极552X与层111X之间。

[0190] 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。

[0191] <<层111X的结构例子>>

例如,可以将实施方式1中的说明层111X的结构用于层111X。

[0192] <<层112的结构例子>>

例如,可以将具有空穴传输性的材料用于层112。此外,可以将层112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112。因此,可以抑制从层111X所产生的激子向层112的能量转移。

[0193] [具有空穴传输性的材料]

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

[0194] 例如,可以将可用于层111X的具有空穴传输性的材料用于层112。具体而言,可以将可用于主体材料的具有空穴传输性的材料用于层112。

[0195] <<层113的结构例子>>

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113。此外,可以将层113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113。因此,可以抑制从层111X所产生的激子向层113的能量转移。

[0196] [具有电子传输性的材料]

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

[0197] 例如,可以将可用于层111X的具有电子传输性的材料用于层113。具体而言,可以将可用于主体材料的具有电子传输性的材料用于层113。

[0198] [具有蒽骨架的材料]

可以将具有蒽骨架的有机化合物用于层113。尤其是,可以适合使用具有蒽骨架和杂环骨架的双方的有机化合物。

[0199] 例如,可以使用具有蒽骨架及含氮五元环骨架的双方的有机化合物。此外,可以使用环中包含两个杂原子的含氮五元环骨架和蒽骨架的双方的有机化合物。具体而言,可以将吡唑环、咪唑环、恶唑环、噻唑环等适合用于该杂环骨架。

[0200] 例如,可以使用具有蒽骨架及含氮六元环骨架的双方的有机化合物。此外,可以使用环中包含两个杂原子的含氮六元环骨架和蒽骨架的双方的有机化合物。具体而言,可以将吡嗪环、吡啶环、哒嗪环等适合用于该杂环骨架。

[0201] [混合材料的结构例子]

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

[0202] <电极551X的结构例子>

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。

[0203] 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。

[0204] 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。

[0205] 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。

[0206] 尤其是,优选将具有4.0eV以上的功函数的材料用于电极551X。

[0207] 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。

[0208] 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。

[0209] 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。

[0210] <<层104的结构例子1>>

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

[0211] 例如,可以将电场强度[V/cm]的平方根为600时空穴迁移率为 1×10^{-3} cm/Vs以下的材料用于层104。另外,可以将具有 1×10^4 [$\Omega \cdot \text{cm}$]以上且 1×10^7 [$\Omega \cdot \text{cm}$]以下的电阻率的膜用于层104。另外,层104优选具有 5×10^4 [$\Omega \cdot \text{cm}$]以上且 1×10^7 [$\Omega \cdot \text{cm}$]以下的电阻率,更优选具有 1×10^5 [$\Omega \cdot \text{cm}$]以上且 1×10^7 [$\Omega \cdot \text{cm}$]以下的电阻率。

[0212] <<层104的结构例子2>>

具体而言,可以将具有电子接收性的物质用于层104。此外,可以将包含多种物质的复合材料用于层104。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。

[0213] [具有电子接收性的物质]

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能够通过电场的施加从相邻的空穴传输层或具有空穴传输性的材料抽出电子。

[0214] 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。就是说,层104优选包含具有卤基或氰基的有机化合物。作为该卤基,特别优选使用氟(氟基)。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。

[0215] 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。

[0216] 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。

[0217] 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。

[0218] 具体而言,可以使用 α,α',α'' -1,2,3-环丙烷三亚基(ylidene)三[4-氰-2,3,5,6-四氟苯乙腈]、 α,α',α'' -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]、 α,α',α'' -1,2,3-环丙烷三亚基三[2,3,4,5,6-五氟苯乙腈]等。

[0219] 此外,可以将钼氧化物、钒氧化物、钆氧化物、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。就是说,层104优选包含过渡金属氧化物。

[0220] 此外,可以使用酞菁类配合物化合物如酞菁(简称: H_2Pc)或铜酞菁($CuPc$)等;具有芳香胺骨架的化合物如4,4'-双[N-(4-二苯基氨基苯基)-N-苯基氨基]联苯(简称:DPAB)、N,N'-双{4-[双(3-甲基苯基)氨基]苯基}-N,N'-二苯基-(1,1'-联苯)-4,4'-二胺(简称:DNTPD)等。

[0221] 此外,可以使用聚(3,4-乙烯二氧噻吩)/聚(苯乙烯磺酸)(PEDOT/PSS)等高分子等。

[0222] [复合材料的结构例子1]

另外,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104。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。

[0223] 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。

[0224] 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112。此外,可以提高发光器件550X的可靠性。

[0225] 作为具有芳香胺骨架的化合物,例如可以使用N,N'-二(对甲苯基)-N,N'-二苯基-对亚苯基二胺(简称:DTDPPA)、4,4'-双[N-(4-二苯基氨基苯基)-N-苯基氨基]联苯(简称:DPAB)、N,N'-双{4-[双(3-甲基苯基)氨基]苯基}-N,N'-二苯基-(1,1'-联苯)-4,4'-二胺(简称:DNTPD)、1,3,5-三[N-(4-二苯基氨基苯基)-N-苯基氨基]苯(简称:DPA3B)等。

[0226] 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。

[0227] 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。

[0228] 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。

[0229] 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。

[0230] 此外,例如可以将具有咔唑骨架、二苯并咪唑骨架、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咪唑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。

[0231] 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]咪唑-8-胺(简称:BnfABP)、N,N-双(4-联苯)-6-苯基苯并[b]萘并[1,2-d]咪唑-8-胺(简称:BBABnf)、4,4'-双(6-苯基苯并[b]萘并[1,2-d]咪唑-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]咪唑-6-胺(简称:BBABnf(6))、N,N-双(4-联苯)苯并[b]萘并[1,2-d]咪唑-8-胺(简称:BBABnf(8))、N,N-双(4-联苯)苯并[b]萘并[2,3-d]咪唑-4-胺(简称:BBABnf(II)(4))、N,N-双[4-(二苯并咪唑-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:BBAαNB)、4,4'-二苯基-4''-(7;1'-联萘基-2-基)三苯基胺(简称:BBAαNB-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:BBAβNB)、4,4'-二苯基-4''-(5;2'-联萘基-1-基)三苯基胺(简称:BBAβNB-02)、4-(4-联苯基)-4'- (2-萘基)-4''-苯基三苯基胺(简称:TPBiβNB)、4-(3-联苯基)-4'-[4-(2-萘基)苯基]-4''-苯基三苯基胺(简称:mTPBiβNBi)、4-(4-联苯基)-4'-[4-(2-萘基)苯基]-4''-苯基三苯基胺(简称:TPBiβNBi)、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-吡啶-3-基)苯基]-N-[4-(1-萘基)苯基]-9,9'-螺双[9H-苧]-2-胺(简称:PCBNBSF)、N,N-双([1,1'-联苯]-4-基)-9,9'-螺双[9H-苧]-2-胺(简称:BBASF)、N,N-双(1,1'-联苯-4-基)-9,9'-螺双[9H-苧]-4-胺(简称:BBASF(4))、N-(1,1'-联苯-2-基)-N-(9,9-二甲基-9H-苧-2-基)-9,9'-螺双[9H-苧]-4-胺(简称:oFBiSF)、N-(4-联苯)-N-(9,9-二甲基-9H-苧-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-苯基苧-9-基)三苯基胺(简称:BPAFLP)、4-苯基-3'-(9-苯基苧-9-基)三苯基胺(简称:mBPAFLP)、4-苯基-4'-[4-(9-苯基苧-9-基)苯基]三苯基胺(简称:BPAFLBi)、4-苯基-4'-(9-苯基-9H-吡啶-3-基)三苯基胺(简称:PCBA1BP)、4,4'-二苯基-4''-(9-苯基-9H-吡啶-3-基)三苯基胺(简称:PCBBi1BP)、4-(1-萘基)-4'-(9-苯基-9H-吡啶-3-基)三苯基胺(简称:PCBANB)、4,4'-二(1-萘基)-4''-(9-苯基-9H-吡啶-3-基)三苯基胺(简称:PCBNBB)、N-苯基-N-[4-(9-苯基-9H-吡啶-3-基)苯基]螺-9,9'-二苧-2-胺(简称:PCBASf)、N-(1,1'-联苯-4-基)-N-[4-(9-苯基-9H-吡啶-3-基)苯基]-9,9-二甲基-9H-苧-2-胺(简称:PCBBiF)、N,N-双(9,9-二甲基-9H-苧-2-基)-9,9'-螺双-9H-苧-4-胺、N,N-双(9,9-二甲基-9H-苧-2-基)-9,9'-螺双-9H-苧-3-胺、N,N-双(9,9-二甲基-9H-苧-2-基)-9,9'-螺双-9H-苧-2-胺、N,N-双(9,9-二甲基-9H-苧-2-基)-9,9'-螺双-9H-苧-1-胺等。

[0232] [复合材料的结构例子2]

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104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。

[0233] <单元103X2的结构例子>

单元103X2包括层111X2、层112_2及层113_2(参照图2)。单元103X2具有发射光ELX2的功能。

[0234] 层111X2被夹在层112_2与层113_2之间,层112_2被夹在电极551X与层111X2之间,层113_2被夹在电极552X与层111X2之间。

[0235] <<层111X2的结构例子>>

例如,可以将实施方式1中的说明层111X2的结构用于层111X2。

[0236] <<层112_2的结构例子>>

层112_2包括层112_21及层112_22。层112_22被夹在层111X2与层112_21之间。

[0237] <<层112_21的结构例子>>

例如,可以将实施方式1中的说明层LN的结构用于层112_21。

[0238] 具体而言,可以将如下材料用于层112_21,其中在蓝色发光区域(455nm以上且465nm以下)的寻常光折射率为1.40以上且1.75以下,或者,对于通常用于折射率的测量的633nm的光的寻常光折射率为1.40以上且1.70以下,并且具有空穴传输性。

[0239] 例如,可以将包含第一芳香基、第二芳香基以及第三芳香基且这些第一芳香基、第二芳香基以及第三芳香基与同一氮原子键合的单胺化合物用于层112_21。

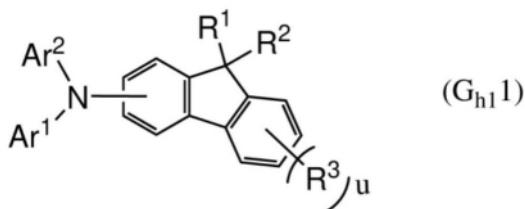
[0240] 该单胺化合物优选为如下化合物:相对于分子内的总碳原子数的以sp³杂化轨道形成键合的碳原子的比例优选为23%以上且55%以下,并且在单胺化合物的¹H-NMR测量

结果中,小于4ppm的信号积分值超过4ppm以上的信号的积分值。

[0241] 另外,优选的是,该单胺化合物具有至少一个茛骨架,第一芳香基、第二芳香基和第三芳香基中的任一个或多个为茛骨架。

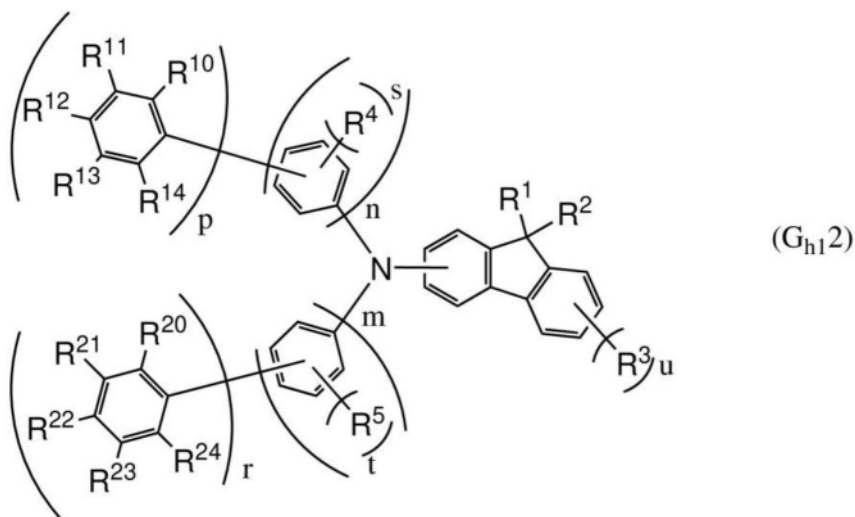
[0242] 作为上述具有空穴传输性的有机化合物,例如可以举出具有如下述通式(G_{h1}1)至(G_{h1}4)那样的结构的有机化合物。

[0243] [化学式3]



[0244] 注意,在上述通式(G_{h1}1)中,Ar¹及Ar²分别独立地表示具有苯环或者两个或三个苯环彼此键合的取代基。注意,Ar¹和Ar²中的一方或双方具有一个或多个的碳原子只以sp³杂化轨道形成键合的碳原子数为1至12的烃基,包含在键合到Ar¹及Ar²的所有烃基中的碳原子的总数为8以上,且包含在Ar¹或Ar²中的所有烃基中的碳原子的总数为6以上。注意,在作为烃基与Ar¹或Ar²键合多个碳原子数为1至2的直链烷基的情况下,该直链烷基也可以彼此键合形成环。碳原子只以sp³杂化轨道形成键合的碳原子数为1至12的烃基优选为碳原子数为3至8的烷基及碳原子数为6至12的环烷基。具体而言,可以使用甲基、乙基、丙基、异丙基、丁基、仲丁基、异丁基、叔丁基、戊基、异戊基、仲戊基、叔戊基、新戊基、己基、异己基、仲己基、叔己基、新己基、庚基、辛基、壬基、癸基、环己基、4-甲基环己基、环庚基、环辛基、环壬基、环癸基、十氢化萘基、环十一烷基及环十二烷基等,尤其优选的是叔丁基、环己基及环十二烷基。

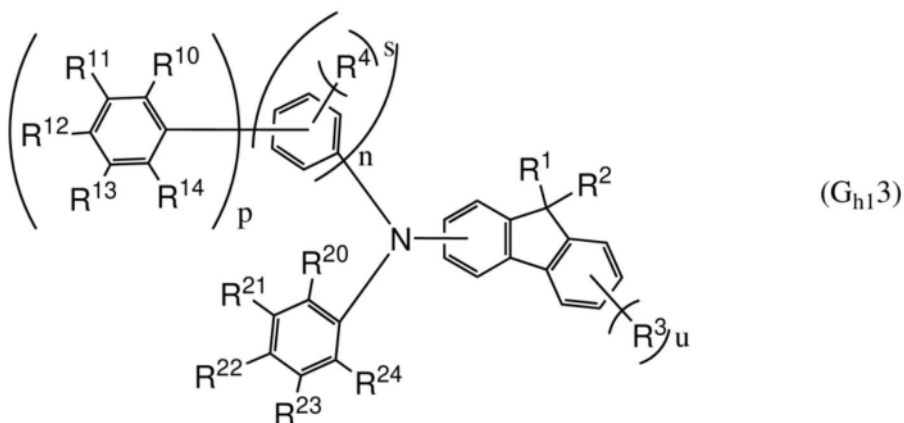
[0245] [化学式4]



[0246] 在上述通式(G_{h1}2)中,m及r分别独立地表示1或2,m+r为2或3。此外,t分别独立地表示0至4的整数,优选表示0。另外,R⁴及R⁵分别独立地表示氢或碳原子数为1至3的烃基。注意,在m为2时两个亚苯基所具有的取代基的种类、取代基的数量及键的位置既可以相同又可以不同,在r为2时两个苯基所具有的取代基的种类、取代基的数量及键的位置既可以相同又可以不同。此外,在t为2至4的整数时,多个R⁵既可以彼此相同又可以互不相同,也可以R⁵的

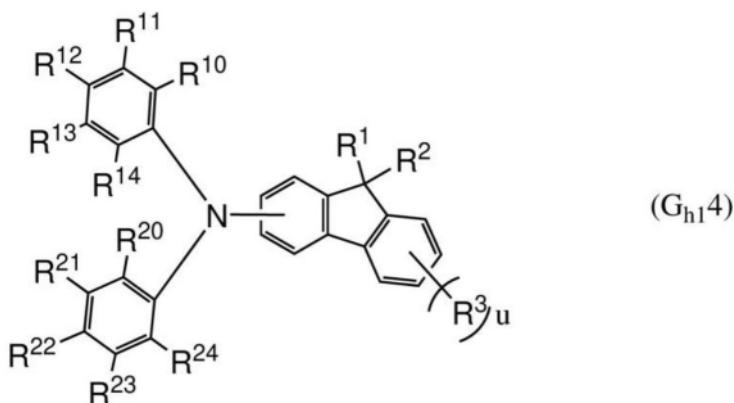
相邻的基彼此键合而形成环。

[0247] [化学式5]



[0248] 在上述通式 ($G_{h1}2$) 及 ($G_{h1}3$) 中, n 及 p 分别独立地表示 1 或 2, $n+p$ 分别独立地为 2 或 3。此外, s 分别独立地表示 0 至 4 的整数, 优选表示 0。另外, 在 s 为 2 至 4 的整数时, 多个 R^4 既可以彼此相同又可以互不相同。此外, R^4 表示氢或碳原子数为 1 至 3 的烃基, 在 n 为 2 时两个亚苯基所具有的取代基的种类、取代基的数量及键的位置既可以相同又可以不同, 在 p 为 2 时两个苯基所具有的取代基的种类、取代基的数量及键的位置既可以相同又可以不同。此外, 在 s 为 2 至 4 的整数时, 多个 R^4 既可以彼此相同又可以互不相同。作为碳原子数为 1 至 3 的烃基, 可以举出甲基、乙基、丙基、异丙基等。

[0249] [化学式6]



[0250] 在上述通式 ($G_{h1}2$) 至 ($G_{h1}4$) 中, R^{10} 至 R^{14} 及 R^{20} 至 R^{24} 分别独立地表示氢或者碳原子只以 sp^3 杂化轨道形成键合的碳原子数为 1 至 12 的烃基。 R^{10} 至 R^{14} 中的至少三个及 R^{20} 至 R^{24} 中的至少三个优选为氢。作为碳原子只以 sp^3 杂化轨道形成键合的碳原子数为 1 至 12 的烃基, 优选使用叔丁基及环己基。注意, 包含在 R^{10} 至 R^{14} 以及 R^{20} 至 R^{24} 中的碳原子的总数为 8 以上, 且包含在 R^{10} 至 R^{14} 或 R^{20} 至 R^{24} 中的碳原子的总数为 6 以上。此外, 也可以 R^{10} 至 R^{14} 及 R^{20} 至 R^{24} 的相邻的基彼此键合而形成环。

[0251] 碳原子只以 sp^3 杂化轨道形成键合的碳原子数为 1 至 12 的烃基优选为碳原子数为 3 至 8 的烷基及碳原子数为 6 至 12 的环烷基。具体而言, 优选使用丙基、异丙基、丁基、仲丁基、异丁基、叔丁基、戊基、异戊基、仲戊基、叔戊基、新戊基、己基、异己基、仲己基、叔己基、新己基、庚基、辛基、环己基、4-甲基环己基、环庚基、环辛基、环壬基、环癸基、十氢化萘基、环十一烷基及环十二烷基等, 尤其优选的是叔丁基、环己基及环十二烷基。

[0252] 此外,在上述通式(G_{h1}1)至(G_{h1}4)中,u分别独立地表示0至4的整数,优选表示0。在u为2至4的整数时,多个R³既可以彼此相同又可以互不相同。此外,R¹、R²及R³分别独立地表示碳原子数为1至4的烷基,R¹及R²也可以彼此键合而形成环。作为碳原子数为1至4的烃基,可以举出甲基、乙基、丙基、丁基。

[0253] 此外,作为具有空穴传输性的材料的一个例子,可以举出具有至少一个芳香基,该芳香基包含第一至第三苯环及至少三个烷基的芳基胺化合物。此外,假设第一至第三苯环依次键合且第一苯环直接键合到胺中的氮。

[0254] 注意,第一苯环也可以还具有取代或未取代的苯基,优选具有未取代的苯基。此外,上述第二苯环或上述第三苯环也可以具有键合有烷基的苯基。

[0255] 此外,假设氢原子不直接与该第一至第三苯环中的两个以上的苯环,优选为所有苯环的1位及3位的碳原子键合而与上述第一至第三苯环、上述键合有烷基的苯基、上述至少三个烷基和上述胺中的氮原子中的任一个键合。

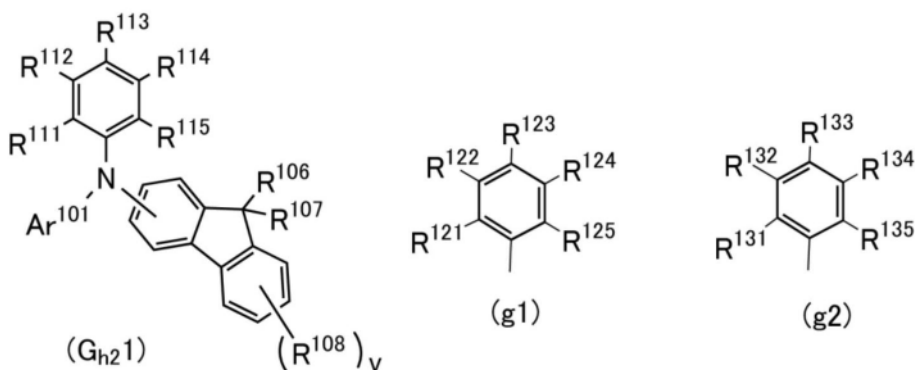
[0256] 此外,上述芳基胺化合物优选还具有第二芳香基。作为第二芳香基,优选使用未取代的单环或者具有取代或未取代的三环以下的稠合环的基,其中更优选使用具有取代或未取代的三环以下的稠合环且该稠合环具有成环碳原子数为6至13的稠合环,进一步优选使用具有苯环、萘环、茚环及茈烯环的基,特别优选使用具有茚环的基。此外,作为第二芳香基优选使用二甲基茚基。

[0257] 此外,上述芳基胺化合物优选还具有第三芳香基。第三芳香基为具有一个至三个取代或未取代的苯环的基。

[0258] 上述至少三个烷基、键合于苯基的烷基优选为碳原子数为2至5的链烷基。尤其是,作为该烷基优选使用碳原子数为3至5的具有支链的链烷基,更优选使用叔丁基。

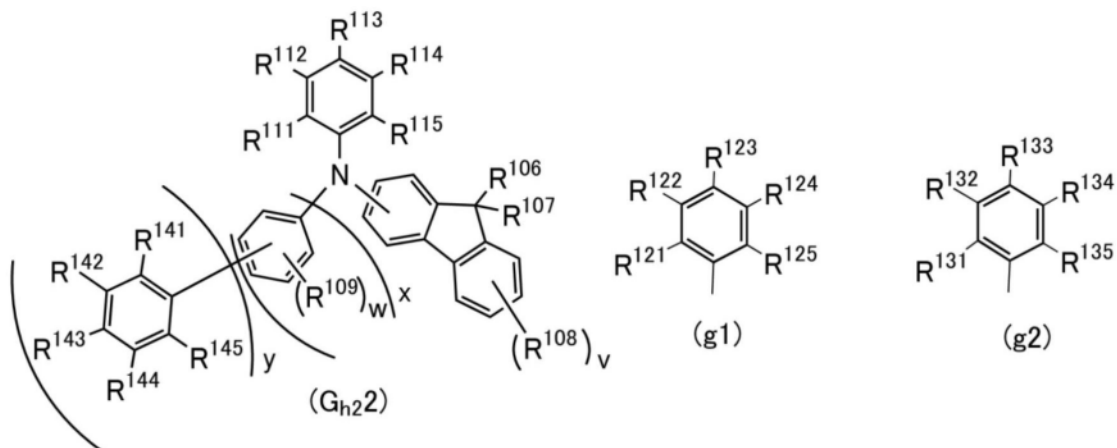
[0259] 作为上述具有空穴传输性的材料,例如可以举出具有如下述(G_{h2}1)至(G_{h2}3)那样的结构的有机化合物。

[0260] [化学式7]



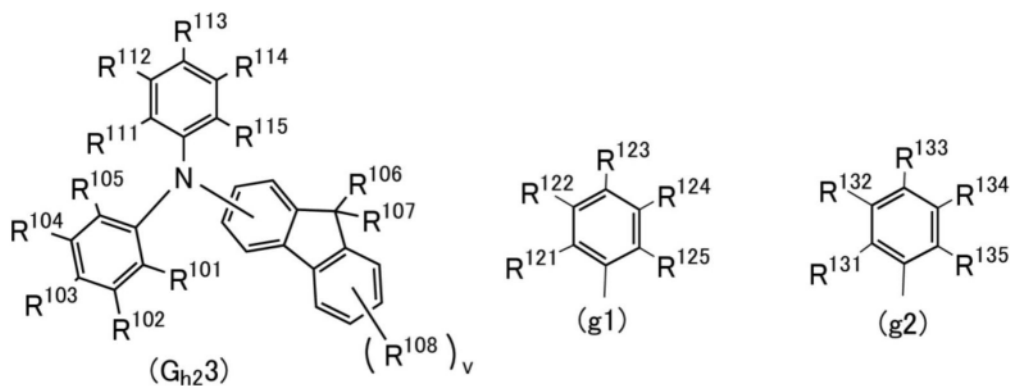
[0261] 在上述通式(G_{h2}1)中,Ar¹⁰¹表示取代或未取代的苯环或者两个或三个取代或未取代的苯环彼此键合的取代基。

[0262] [化学式8]



[0263] 此外,在上述通式(G_{h22})中,x及y分别独立地表示1或2,x+y为2或3。此外,R¹⁰⁹表示碳原子数为1至4的烷基,w表示0至4的整数。此外,R¹⁴¹至R¹⁴⁵分别独立地表示氢、碳原子数为1至6的烷基和碳原子数为5至12的环烷基中的任一个。在w为2以上时,多个R¹⁰⁹既可以彼此相同又可以互不相同。此外,在x为2时,两个亚苯基所具有的取代基的种类、取代基的数量及键的位置既可以彼此相同又可以互不相同。此外,在y为2时,两个具有R¹⁴¹至R¹⁴⁵的苯基所具有的取代基的种类及取代基的数量既可以彼此相同又可以互不相同。

[0264] [化学式9]



[0265] 注意,在上述通式(G_{h23})中,R¹⁰¹至R¹⁰⁵分别独立地表示氢、碳原子数为1至6的烷基、碳原子数为6至12的环烷基和取代或未取代的苯基中的任一个。

[0266] 此外,在上述通式(G_{h21})至(G_{h23})中,R¹⁰⁶、R¹⁰⁷及R¹⁰⁸分别独立地表示碳原子数为1至4的烷基,v表示0至4的整数。在v为2以上时,多个R¹⁰⁸既可以彼此相同又可以互不相同。此外,R¹¹¹至R¹¹⁵中的一个是以上述通式(g1)表示的取代基,其余的分别独立地表示氢、碳原子数为1至6的烷基和取代或未取代的苯基中的任一个。此外,在上述通式(g1)中,R¹²¹至R¹²⁵中的一个是以上述通式(g2)表示的取代基,其余的分别独立地表示氢、碳原子数为1至6的烷基和被碳原子数为1至6的烷基取代的苯基中的任一个。此外,在上述通式(g2)中,R¹³¹至R¹³⁵分别独立地表示氢、碳原子数为1至6的烷基和被碳原子数为1至6的烷基取代的苯基中的任一个。此外,R¹¹¹至R¹¹⁵、R¹²¹至R¹²⁵及R¹³¹至R¹³⁵中的至少三个以上是碳原子数为1至6的烷基,R¹¹¹至R¹¹⁵中的取代或未取代的苯基为1以下,R¹²¹至R¹²⁵及R¹³¹至R¹³⁵中的被碳原子数为1至6的烷基取代的苯基为1以下。此外,在R¹¹²及R¹¹⁴、R¹²²及R¹²⁴以及R¹³²及R¹³⁴的三个组合中的至少两个组合中,至少一方的R为氢以外。

[0267] 此外,当在通式(G_{h21})至(G_{h23})中上述取代或未取代的苯环、取代或未取代的苯基

具有取代基时,作为该取代基可以使用碳原子数为1至6的烷基、碳原子数为5至12的环烷基。另外,作为碳原子数为1至4的烷基,优选使用甲基、乙基、丙基、异丙基、丁基、仲丁基、异丁基、叔丁基。上述碳原子数为1至6的烷基优选为碳原子数为2以上的链烷基,从确保传输性的观点来看优选为碳原子数为5以下的链烷基。此外,具有显著的降低折射率效果的是碳原子数为3以上的支链链烷基。就是说,上述碳原子数为1至6的烷基优选为碳原子数为2至5的链烷基,更优选为碳原子数为3至5的支链链烷基。碳原子数为1至6的烷基优选为甲基、乙基、丙基、异丙基、丁基、仲丁基、异丁基、叔丁基、戊基,尤其优选为叔丁基。注意,作为碳原子数为5至12的环烷基可以使用环己基、4-甲基环己基、环庚基、环辛基、环壬基、环癸基、十氢化萘基、环十一烷基及环十二烷基等,为了实现低折射率,优选使用碳原子数为6以上的环烷基,尤其优选使用环己基及环十二烷基。

[0268] 上述具有空穴传输性的有机化合物在蓝色发光区域(455nm以上且465nm以下)的寻常光折射率为1.40以上且1.75以下,或者,对于通常用于折射率的测量的633nm的光的寻常光折射率为1.40以上且1.70以下,并且该有机化合物的空穴传输性良好。同时,玻璃化转变温度(Tg)也很高,由此可以得到高可靠性有机化合物。这种有机化合物还具有充分的空穴传输性。

[0269] 作为这种材料,例如可以举出:N,N-双(4-环己苯基)-9,9,-二甲基-9H-芴-2-胺(简称:dchPAF)、N-[(4'-环己基)-1,1'-联苯-4基]-N-(4-环己苯基)-9,9-二甲基-9H-芴-2-胺(简称:chBichPAF)、N,N-双(4-环己苯基)-N-(螺[环己烷-1,9'[9H]芴]-2'基)胺(简称:dchPASchF)、N-[(4'-环己基)-1,1'-联苯-4基]-N-(4-环己苯基)-N-(螺[环己烷-1,9'-[9H]-芴]-2'基)-胺(简称:chBichPASchF)、N-(4-环己苯基)-双(螺[环己烷-1,9'-[9H]芴]-2'-基)胺(简称:SchFB1chP)、N-[(3',5'-二叔丁基)-1,1'-联苯-4-基]-N-(4-环己苯基)-9,9-二甲基-9H-芴-2-胺(简称:mmtBuBichPAF)、N,N-双(3',5'-二叔丁基-1,1'-联苯-4-基)-9,9,-二甲基-9H-芴-2-胺(简称:dmmtBuBiAF)、N-(3,5-二叔丁基苯基)-N-(3',5',-二叔丁基-1,1'-联苯-4-基)-9,9,-二甲基-9H-芴-2-胺(简称:mmtBuBimmtBuPAF)、N,N-双(4-环己苯基)-9,9-二丙基-9H-芴-2-胺(简称:dchPAPrF)、N-[(3',5'-二环己基)-1,1'-联苯-4-基]-N-(4-环己苯基)-9,9-二甲基-9H-芴-2-胺(简称:mmchBichPAF)、N-(3,3'',5,5''-四叔丁基-1,1':3',1''-三联苯-5'-基)-N-(4-环己苯基)-9,9-二甲基-9H-芴-2-胺(简称:mmtBumTPchPAF)、N-(4-环十二烷基苯基)-N-(4-环己苯基)-9,9-二甲基-9H-芴-2-胺(简称:CdoPchPAF)、N-(3,3'',5,5''-四叔丁基-1,1':3',1''-三联苯-5'-基)-N-苯基-9,9-二甲基-9H-芴-2-胺(简称:mmtBumTPFA)、N-(1,1'-联苯-4-基)-N-(3,3'',5,5''-四叔丁基-1,1':3',1''-三联苯-5'-基)-9,9-二甲基-9H-芴-2-胺(简称:mmtBumTPFBi)、N-(1,1'-联苯-2-基)-N-(3,3'',5,5''-四叔丁基-1,1':3',1''-三联苯-5'-基)-9,9-二甲基-9H-芴-2-胺(简称:mmtBumTPoFBi)、N-[(3,3',5'-三叔丁基)-1,1'-联苯-5-基]-N-(4-环己苯基)-9,9-二甲基-9H-芴-2-胺(简称:mmtBumBichPAF)、N-(1,1'-联苯-2-基)-N-[(3,3',5'-三叔丁基)-1,1'-联苯-5-基]-9,9-二甲基-9H-芴-2-胺(简称:mmtBumBioFBi)、N-(4-叔丁基苯基)-N-(3,3'',5,5''-四叔丁基-1,1':3',1''-三联苯-5'-基)-9,9,-二甲基-9H-芴-2-胺(简称:mmtBumTPtBuPAF)、N-(3,3'',5',5''-四叔丁基-1,1':3',1''-三联苯-5-基)-N-苯基-9,9-二甲基-9H-芴-2-胺(简称:mmtBumTPFA-02)、N-(1,1'-联苯-4-基)-N-(3,3'',5',5''-四叔丁基-1,1':3',1''-三联苯-5-基)-9,9-二甲基-9H-芴-2-胺(简称:mmtBumTPFBi-02)、N-

(1,1'-联苯-2-基)-N-(3,3'',5',5''-四-叔丁基-1,1':3',1''-三联苯-5-基)-9,9-二甲基-9H-芴-2-胺(简称:mmtBumTPoFbi-02)、N-(4-环己苯基)-N-(3,3'',5',5''-四-叔丁基-1,1':3',1''-三联苯-5-基)-9,9-二甲基-9H-芴-2-胺(简称:mmtBumTPchPAF-02)、N-(1,1'-联苯-2-基)-N-(3'',5',5''-三-叔丁基-1,1':3',1''-三联苯-5-基)-9,9-二甲基-9H-芴-2-胺(简称:mmtBumTPoFbi-03)、N-(4-环己苯基)-N-(3'',5',5''-三-叔丁基-1,1':3',1''-三联苯-5-基)-9,9-二甲基-9H-芴-2-胺(简称:mmtBumTPchPAF-03)、N-(1,1'-联苯-2-基)-N-(3'',5',5''-三-叔丁基-1,1':3',1''-三联苯-4-基)-9,9-二甲基-9H-芴-2-胺(简称:mmtBumTPoFbi-04)、N-(4-环己苯基)-N-(3'',5',5''-三-叔丁基-1,1':3',1''-三联苯基-4-基)-9,9-二甲基-9H-芴-2-胺(简称:mmtBumTPoFbi-05)、N-(4-环己苯基)-N-(3,3'',5''-三-叔丁基-1,1':4',1''-三联苯-5-基)-9,9-二甲基-9H-芴-2-胺(简称:mmtBumTPchPAF-05)及N-(3',5'-二叔丁基-1,1'-联苯-4-基)-N-(1,1'-联苯-2-基)-9,9-二甲基-9H-芴-2-胺(简称:mmtBuBioFbi)等。

[0270] 除此之外,还可以使用1,1-双{4-[双二(4-甲基苯基)氨基]苯基}环己烷(简称:TAPC)等。

[0271] <<层112_22的结构例子>>

例如,可以将可用于层112的具有空穴传输性的材料用于层112_22。

[0272] <<层113_2的结构例子>>

例如,可以将可用于层113的具有电子传输性的材料、具有萘骨架的材料及混合材料等用于层113_2。

[0273] <电极552X的结构例子>

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。

[0274] 例如,可以将可以用于电极551X的材料用于电极552X。尤其是,可以将与电极551X相比低功函数的材料适当地用于电极552X。具体而言,优选使用具有3.8eV以下的功函数的材料。

[0275] 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。

[0276] 具体而言,可以将锂(Li)、铯(Cs)等、镁(Mg)、钙(Ca)、锶(Sr)等、铕(Eu)、镱(Yb)等及包含它们的合金(MgAg、AlLi)用于电极552X。

[0277] <<层105的结构例子>>

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

[0278] 具体而言,可以将具有电子供体性的物质用于层105。或者,可以将具有电子供体性的物质及具有电子传输性的材料的复合材料用于层105。或者,可以将电子化合物用于层105。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。或者,可以降低发光器件550X的驱动电压。

[0279] [具有电子供体性的物质]

例如,可以将碱金属、碱土金属、稀土金属或它们的化合物(氧化物、卤化物、碳酸盐等)用作具有电子供体性的物质。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体性的物质。

[0280] 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。

[0281] 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。

[0282] [复合材料的结构例子1]

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

[0283] [具有电子传输性的材料]

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

[0284] 例如,可以将可用于单元103X的具有电子传输性的材料用于复合材料。

[0285] [复合材料的结构例子2]

此外,可以将微晶状态的碱金属的氟化物和具有电子传输性的材料用于复合材料。此外,可以将微晶状态的碱土金属的氟化物及具有电子传输性的材料用于复合材料。尤其是,可以适合使用包含50wt%以上的碱金属的氟化物或碱土金属的氟化物的复合材料。此外,可以适合使用包含具有联吡啶骨架的有机化合物的复合材料。因此,可以降低层105的折射率。此外,可以提高发光器件550X的外部量子效率。

[0286] [复合材料的结构例子3]

例如,可以将包含具有非共用电子对的第一有机化合物及第一金属的复合材料用于层105。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。

[0287] 由此,包含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105的情况下,可以降低两者之间存在的势垒。此外,第一金属与水及氧之间的反应性较弱,由此可以提高发光器件550X的抗湿性。

[0288] 此外,可以在层105中使用一种复合材料,其中通过电子自旋共振(ESR: Electron spin resonance)测量的自旋密度优选为 1×10^{16} spins/cm³以上,更优选为 5×10^{16} spins/cm³以上,进一步优选为 1×10^{17} spins/cm³以上。

[0289] [包含非共用电子对的有机化合物]

例如,可以将具有电子传输性的材料用于具有非共用电子对的有机化合物。例如,可以使用具有缺 π 电子杂芳环的化合物。具体而言,可以使用具有吡啶环、二嗪环(咪啶环、吡嗪环、哒嗪环)以及三嗪环中的至少一个的化合物。由此,可以降低发光器件550X的驱动电压。

[0290] 此外,具有非共用电子对的有机化合物的LUMO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能级及LUMO能级。

[0291] 例如,作为具有非共用电子对的有机化合物,可以使用4,7-二苯基-1,10-菲咯啉(简称:BPhen)、2,9-二(萘-2-基)-4,7-二苯基-1,10-菲咯啉(简称:NBPhen)、二喹啉啉并[2,3-a:2',3'-c]吩嗪(简称:HATNA)、2,4,6-三[3'-(吡啶-3-基)联苯基-3-基]-1,3,5-三嗪(简称:TmPPPyTz)等。此外,与BPhen相比,NBPhen具有高玻璃化转变温度(Tg),从而具有高耐热性。

[0292] 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。

[0293] [第一金属]

例如,在具有非共用电子对的第一有机化合物的电子数为偶数的情况下,可以将属于元素周期表中的奇数族的第一金属及第一有机化合物的复合材料用于层105。

[0294] 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。

[0295] 通过将Ag用于电极552X及层105,可以提高层105与电极552X的贴紧性。

[0296] 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105。例如,第8族金属的铁(Fe)属于元素周期表中的偶数族。

[0297] [电子化合物]

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

[0298] <层106的结构例子1>

层106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,可以将层106称为电荷产生层。

[0299] 例如,可以将可用于层104的具有空穴注入性的材料用于层106。具体而言,可以将复合材料用于层106。

[0300] 另外,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层106。

[0301] <层106的结构例子2>

层106包括层106_1、层106_2及层106_3。层106_1包括被夹在电极552X与单元103X之间的区域,层106_2包括被夹在层106_1与单元103X之间的区域,层106_3包括被夹在层106_1与层106_2之间的区域。

[0302] <<层106_1的结构例子>>

例如,可以将可用于层104的具有空穴注入性的材料用于层106_1。具体而言,可以将复合材料用于层106_1。另外,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106_1。层106_1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。

[0303] <<层106_2的结构例子>>

例如,可以将可用于层105的材料用于层106_2。

[0304] <<层106_3的结构例子>>

例如,可以将具有电子传输性的材料用于层106_3。此外,可以将层106_3称为电子继电层。通过使用层106_3,可以使接触于层106_3的阳极一侧的层远离接触于层106_3的阴极一侧的层。此外,可以减轻接触于层106_3的阳极一侧的层和接触于层106_3的阴极一侧的层之间的相互作用。由此,可以向接触于层106_3的阳极一侧的层顺利地供应电子。

[0305] 可以将如下物质适合用于层106_3,即其LUMO能级位于接触于层106_3的阴极一侧的层中的具有电子接收性的物质的LUMO能级与接触于层106_3的阳极一侧的层中的物质的LUMO能级间的物质。

[0306] 例如,可以将如下物质用于层106_3,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。

[0307] 具体而言,可以将酞菁类材料用于层106_3。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106_3。

[0308] 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。

[0309] (实施方式3)

在本实施方式中,参照图3说明本发明的一个方式的发光器件550X的结构。

[0310] 图3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2所示的结构不同的结构。

[0311] <发光器件550X的结构例子1>

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、层104及层105(参照图3)。此外,发光器件550X包括单元103X2及层106。

[0312] 注意,该发光器件550X与在实施方式2中参照图2说明的发光器件550X的不同之处在于:层113包括层113_11及层113_12;以及层112_2由单层构成。在此,仅对不同之处进行详细的说明,而关于具有相同结构的部分援用实施方式2的说明。

[0313] <<层113的结构例子>>

层113包括层113_11及层113_12。层113_11被夹在层111X与层113_12之间。

[0314] <<层113_11的结构例子>>

例如,可以将实施方式2中说明的可用于层113的具有电子传输性的材料、具有葱骨架的材料及混合材料等用于层113_11。

[0315] <<层113_12的结构例子>>

例如,可以将实施方式1中的说明层LN的结构用于层113_12。

[0316] 具体而言,可以将如下材料用于层113_12,即蓝色发光区域(455nm以上且465nm以下)的寻常光折射率为1.50以上且1.75以下或者通常用于折射率的测量的633nm的光的寻常光折射率为1.45以上且1.70以下的具有电子传输性的材料。

[0317] 例如,可以将如下有机化合物用于层113_12,即具有至少一个氮原子数为1个以上且3个以下的六元环杂芳环,包括多个成环碳原子数为6至14的芳香烃环,多个上述芳香烃环中的至少两个是苯环,并包含多个以sp³杂化轨道形成键合的烃基的有机化合物。

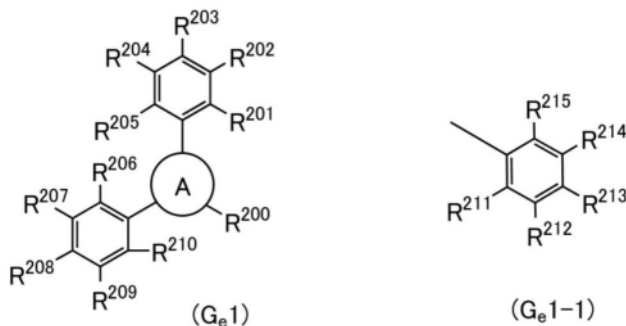
[0318] 在该有机化合物中,分子的总碳原子数中以sp³杂化轨道形成键合的碳原子数之比例优选占10%以上且60%以下,更优选占10%以上且50%以下。或者,在这种有机化合物中,在利用¹H-NMR对该有机化合物进行测量的结果中小于4ppm的信号积分值优选为4ppm

以上的信号的积分值的1/2倍以上。

[0319] 注意,优选的是,该有机化合物中的所有的以sp³杂化轨道形成键合的烃基都键合到上述成环碳原子数为6至14的稠合芳香烃环,该有机化合物的LUMO没有分布在该稠合芳香烃环上。

[0320] 例如,可以将由下述通式(G_e1)表示的有机化合物用于层113_12。

[0321] [化学式10]



[0322] 在通式中,A表示氮原子数为1以上且3以下的六元环杂芳环,并优选为吡啶环、嘧啶环、吡嗪环、哒嗪环或者三嗪环。

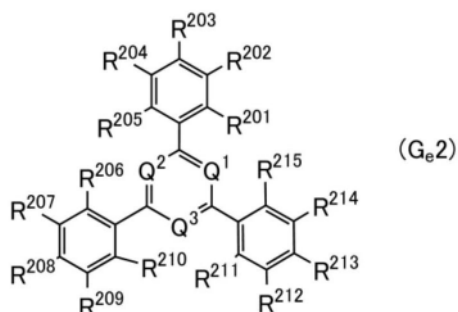
[0323] 另外,R²⁰⁰表示氢、碳原子数为1至6的烷基、碳原子数为3至10的脂环基或者以通式(G_e1-1)表示的取代基。

[0324] 此外,R²⁰¹至R²¹⁵中的至少一个是具有取代基的苯基,其他的分别独立地表示氢、碳原子数为1至6的烷基、碳原子数为3至10的脂环基、取代或未取代的成环碳原子数为6至14的芳香烃基或者取代或未取代的吡啶基。R²⁰¹、R²⁰³、R²⁰⁵、R²⁰⁶、R²⁰⁸、R²¹⁰、R²¹¹、R²¹³及R²¹⁵都优选为氢。上述具有取代基的苯基具有一个或两个取代基,该取代基分别独立地为碳原子数为1至6的烷基、碳原子数为3至10的脂环基或者取代或未取代的成环碳原子数为6至14的芳香烃基。

[0325] 注意,由上述通式(G_e1)表示的有机化合物包括选自碳原子数为1至6的烷基及碳原子数为3至10的脂环基中的多个烃基,相对于分子内的总碳原子数的以sp³杂化轨道形成键合的总碳原子数的比率为10%以上且60%以下。

[0326] 例如,可以将由下述通式(G_e2)表示的有机化合物用于层113_12。

[0327] [化学式11]



[0328] 在上述通式中,Q¹至Q³中的两个或三个表示氮原子,在Q¹至Q³中的两个为氮原子时,其余的一个表示CH。

[0329] R²⁰¹至R²¹⁵中的至少一个是具有取代基的苯基,R²⁰¹至R²¹⁵中的其他分别独立地表示氢、碳原子数为1至6的烷基、碳原子数为3至10的脂环基、取代或未取代的成环碳原子数

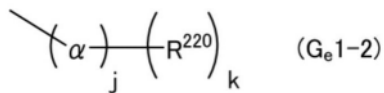
为6至14的芳香烃基和取代或未取代的吡啶基中的任一个。

[0330] 具有取代基的苯基具有一个或两个取代基,取代基分别独立地为碳原子数为1至6的烷基、碳原子数为3至10的脂环烃基或者取代或未取代的成环碳原子数为6至14的芳香烃基。

[0331] 此外,例如可以将以通式(G_e2)表示的有机化合物中的sp³碳占该有机化合物所包含的所有碳的10%以上且60%以下的有机化合物用于层113_12。注意,sp³碳以sp³杂化轨道与其他原子形成键合。

[0332] 另外,在由上述通式(G_e1)或(G_e2)表示的有机化合物中,具有取代基的苯基优选为由下述式(G_e1-2)表示的基。

[0333] [化学式12]



[0334] 在式中,α表示取代或未取代的亚苯基,间位取代亚苯基是优选的。另外,当间位取代亚苯基具有一个取代基时,优选该取代基也在间位取代。该取代基优选为碳原子数为1至6的烷基或者碳原子数为3至10的脂环基,更优选为碳原子数为1至6的烷基,进一步优选为叔丁基。

[0335] R²²⁰表示碳原子数为1至6的烷基、碳原子数为3至10的脂环基或者取代或未取代的成环碳原子数为6至14的芳香烃基。

[0336] 另外,j及k分别独立地表示1或2。注意,在j是2的情况下,多个α可以相同,也可以不同。另外,在k为2时,多个R²²⁰可以彼此相同或不同。R²²⁰优选为苯基,更优选为在两个间位中的一方或双方具有碳原子数为1至6的烷基或者碳原子数为3至10的脂环基的苯基。该苯基在两个间位中的一方或双方所具有的取代基更优选为碳原子数为1至6的烷基,进一步优选为叔丁基。

[0337] <<层112_2的结构例子>>

例如,可以将实施方式2所说明的能够用于层112的具有空穴传输性的材料用于层112_2。

[0338] 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。

[0339] (实施方式4)

在本实施方式中,参照图4及图5说明本发明的一个方式的显示装置700的结构。

[0340] 图4是说明本发明的一个方式的显示装置700的结构的截面图。图5是说明与图4不同的本发明的一个方式的显示装置700的结构的截面图。

[0341] <显示装置700的结构例子1>

在本实施方式中说明的显示装置700包括发光器件550X(i, j)及发光器件550Y(i, j)(参照图4)。发光器件550Y(i, j)与发光器件550X(i, j)相邻。

[0342] 另外,显示装置700包括基材510及功能层520。功能层520包括绝缘膜521,发光器件550X(i, j)及发光器件550Y(i, j)形成在绝缘膜521上。功能层520被夹在基材510与发光器件550X(i, j)之间。

[0343] <<发光器件550X(i, j)的结构例子>>

发光器件550X(i, j)包括电极551X(i, j)、电极552X(i, j)、单元103X(i, j)、单元

103X2(i, j) 及层106X(i, j)。另外,发光器件550X(i, j) 包括层104X(i, j) 及层105X(i, j)。

[0344] 例如,可以将实施方式2或实施方式3中说明的发光器件550X用作发光器件550X(i, j)。具体而言,可以将可用于电极551X的结构用于电极551X(i, j)。另外,可以将可用于单元103X的结构用于单元103X(i, j), 可以将可用于单元103X2的结构用于单元103X2(i, j)。另外,可以将可用于层106的结构用于层106X(i, j)。另外,可以将可用于层104的结构用于层104X(i, j), 可以将可用于层105的结构用于层105X(i, j)。

[0345] <<发光器件550Y(i, j) 的结构例子1>>

在本实施方式中说明的发光器件550Y(i, j) 包括电极551Y(i, j)、电极552Y(i, j)、单元103Y(i, j)、单元103Y2(i, j) 及层106Y(i, j)。另外,发光器件550Y(i, j) 包括层104Y(i, j) 及层105Y(i, j)。

[0346] 电极551Y(i, j) 与电极551X(i, j) 相邻,在电极551Y(i, j) 与电极551X(i, j) 之间包括间隙551XY(i, j)。注意,供应给电极551Y(i, j) 的电位可以与电极551X(i, j) 相同或不同。通过供应不同电位,可以在与发光器件550X(i, j) 不同的条件下驱动发光器件550Y(i, j)。

[0347] 电极552Y(i, j) 与电极551Y(i, j) 重叠。

[0348] 单元103Y(i, j) 被夹在电极551Y(i, j) 与电极552Y(i, j) 之间,单元103Y2(i, j) 被夹在电极552Y(i, j) 与单元103Y(i, j) 之间。另外,层106Y(i, j) 被夹在单元103Y2(i, j) 与单元103Y(i, j) 之间。

[0349] 层104Y(i, j) 被夹在单元103Y(i, j) 与电极551Y(i, j) 之间,层105Y(i, j) 被夹在电极552Y(i, j) 与单元103Y2(i, j) 之间。

[0350] 例如,可以将可用于电极551X(i, j) 的结构用于电极551Y(i, j)。另外,可以将可用于电极552X(i, j) 的导电膜的一部分用于电极552Y(i, j)。

[0351] 例如,可以将实施方式2或实施方式3中说明的发光器件550X用作发光器件550Y(i, j)。具体而言,可以将可用于电极551X的结构用于电极551Y(i, j)。另外,可以将可用于单元103X的结构用于单元103Y(i, j), 可以将可用于单元103X2的结构用于单元103Y2(i, j)。另外,可以将可用于层106的结构用于层106Y(i, j)。另外,可以将可用于层104的结构用于层104Y(i, j), 可以将可用于层105的结构用于层105Y(i, j)。

[0352] 注意,可以将发光器件550X(i, j) 的结构的一部分用于发光器件550Y(i, j) 的结构的一部分。由此,可以共用部分结构。此外,可以简化制造工序。

[0353] 另外,发光器件550Y(i, j) 可以发射其色相与发光器件550X(i, j) 的发光颜色不同的光。例如,可以使单元103Y(i, j) 发射的光ELY的色相与光ELX的色相不同。另外,可以使单元103Y2(i, j) 发射的光ELY2的色相与光ELX2的色相不同。

[0354] 另外,发光器件550Y(i, j) 可以发射其色相与发光器件550X(i, j) 的发光颜色相同的光。例如,发光器件550X(i, j) 及发光器件550Y(i, j) 也可以都发射白色光。

[0355] 注意,可以重叠地配置着色层与发光器件550X(i, j) 而从白色光取出规定色相的光。另外,可以重叠地配置其他着色层与发光器件550Y(i, j) 而从白色光取出其他规定色相的光。

[0356] 此外,例如,发光器件550X(i, j) 及发光器件550Y(i, j) 也可以都发射蓝色光。可以重叠地配置颜色转换层与发光器件550X(i, j) 而将蓝色光转换成规定色相的光。另外,可以重叠地配置其他颜色转换层与发光器件550Y(i, j) 而将蓝色光转换成其他规定色相的光。

例如可以将蓝色光转换成绿色光或红色光。

[0357] <显示装置700的结构例子2>

另外,在本实施方式中说明的显示装置700包括绝缘膜528(参照图4)。

[0358] <<绝缘膜528的结构例子>>

绝缘膜528包括开口部,一个开口部与电极551X(i, j)重叠,其他开口部与电极551Y(i, j)重叠。另外,绝缘膜528与间隙551XY(i, j)重叠。

[0359] <<间隙551XY(i, j)的结构例子>>

被夹在电极551X(i, j)与电极551Y(i, j)之间的间隙551XY(i, j)例如具有凹槽形状。由此,沿着该凹槽形成台阶。另外,在沉积在间隙551XY(i, j)上的膜与沉积在电极551X(i, j)上的膜之间形成断开或厚度较薄的部分。

[0360] 例如,在使用加热蒸镀法等具有各向异性的沉积方法时,断开或厚度较薄的部分沿着上述台阶在被夹在层106X(i, j)与层106Y(i, j)之间的区域106XY(i, j)中形成。

[0361] 由此,例如,可以抑制流过区域106XY(i, j)的电流。另外,可以抑制流过层106X(i, j)与层106Y(i, j)之间的电流。另外,可以抑制如下现象的发生:伴随发光器件550X(i, j)的工作而相邻的发光器件550Y(i, j)非意图性发光。

[0362] <显示装置700的结构例子3>

在本实施方式中说明的显示装置700包括发光器件550X(i, j)及发光器件550Y(i, j)(参照图5)。发光器件550Y(i, j)与发光器件550X(i, j)相邻。

[0363] 注意,该显示装置700与参照图4说明的显示装置700的不同之处在于包括绝缘膜528_1、绝缘膜528_2及绝缘膜528_3代替绝缘膜528。在此,仅对不同之处进行详细的说明,而关于具有相同结构的部分,援用上述说明。

[0364] <<绝缘膜528_1的结构例子>>

绝缘膜528_1包括开口部,一个开口部与电极551X(i, j)重叠,其他开口部与电极551Y(i, j)重叠(参照图5)。另外,绝缘膜528_1包括与间隙551XY(i, j)重叠的开口部。

[0365] <<绝缘膜528_2的结构例子>>

绝缘膜528_2包括开口部,一个开口部与电极551X(i, j)重叠,其他开口部与电极551Y(i, j)重叠。另外,绝缘膜528_2与间隙551XY(i, j)重叠。

[0366] 绝缘膜528_2包括与层104X(i, j)、单元103X(i, j)、层106X(i, j)及单元103X2(i, j)接触的区域。

[0367] 另外,绝缘膜528_2包括与层104Y(i, j)、单元103Y(i, j)、层106Y(i, j)及单元103Y2(i, j)接触的区域。

[0368] 另外,绝缘膜528_2包括与绝缘膜521接触的区域。

[0369] <<绝缘膜528_3的结构例子>>

绝缘膜528_3包括开口部,一个开口部与电极551X(i, j)重叠,其他开口部与电极551Y(i, j)重叠。另外,绝缘膜528_3填充在与间隙551XY(i, j)重叠的区域形成的凹槽。

[0370] 由此,例如可以使层106X(i, j)与层106Y(i, j)之间电绝缘。此外,例如可以抑制流过区域106XY(i, j)的电流。另外,可以抑制如下现象的发生:伴随发光器件550X(i, j)的工作而相邻的发光器件550Y(i, j)非意图性发光。另外,可以减小在单元103X2(i, j)的顶面与单元103Y2(i, j)的顶面之间产生的台阶。此外,可以抑制如下现象的发生:因该台阶在电极

552X(i, j) 与电极552Y(i, j) 之间形成断开或膜厚度较薄的部分。此外, 可以将一个导电膜用于电极552X(i, j) 及电极552Y(i, j)。

[0371] 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。

[0372] (实施方式5)

在本实施方式中, 对使用实施方式1至3中的任一个所示的发光器件的发光装置进行说明。

[0373] 在本实施方式中, 参照图6对使用实施方式1至3中的任一个所示的发光器件而制造的发光装置进行说明。注意, 图6A是示出发光装置的俯视图, 并且图6B是沿图6A中的线A-B及线C-D切断的截面图。该发光装置作为用来控制发光器件的发光的单元包括由虚线表示的像素部602及驱动电路部, 驱动电路部包括源极线驱动电路601及栅极线驱动电路603。另外, 发光装置包括密封衬底604及密封剂605, 空间607由密封剂605围绕。

[0374] 注意, 引导布线608是用来传送输入到源极线驱动电路601及栅极线驱动电路603的信号的布线, 并且从被用作外部输入端子609的FPC(柔性印刷电路)接收视频信号、时钟信号、起始信号、复位信号等。注意, 虽然在此只图示出FPC, 但是该FPC还可以安装有印刷电路板(PWB)。本说明书中的发光装置不仅包括发光装置主体, 而且还包括安装有FPC或PWB的发光装置。

[0375] 下面, 参照图6B说明截面结构。虽然在元件衬底610上形成有驱动电路部及像素部, 但是在此示出作为驱动电路部的源极线驱动电路601和像素部602中的一个像素。

[0376] 元件衬底610除了可以使用由玻璃、石英、有机树脂、金属、合金、半导体等构成的衬底以外还可以使用由FRP(Fiber Reinforced Plastics: 纤维增强塑料)、PVF(聚氟乙烯)、聚酯或丙烯酸树脂等构成的塑料衬底。

[0377] 对用于像素或驱动电路的晶体管的结构没有特别的限制。例如, 可以采用反交错型晶体管或交错型晶体管。另外, 顶栅型晶体管或底栅型晶体管都可以被使用。对用于晶体管的半导体材料没有特别的限制, 例如可以使用硅、锗、碳化硅、氮化镓等。或者可以使用In-Ga-Zn类金属氧化物等的包含铟、镓、锌中的至少一个的氧化物半导体。

[0378] 对用于晶体管的半导体材料的结晶性也没有特别的限制, 可以使用非晶半导体或结晶半导体(微晶半导体、多晶半导体、单晶半导体或其一部分具有结晶区域的半导体)。当使用结晶半导体时可以抑制晶体管的特性劣化, 所以是优选的。

[0379] 在此, 氧化物半导体优选用于设置在上述像素或驱动电路中的晶体管和用于在后面说明的触摸传感器等的晶体管等半导体装置。尤其优选使用其带隙比硅宽的氧化物半导体。通过使用带隙比硅宽的氧化物半导体, 可以降低晶体管的关态电流(off-state current)。

[0380] 上述氧化物半导体优选至少包含铟(In)或锌(Zn)。另外, 上述氧化物半导体更优选为包含以In-M-Zn类氧化物(M为Al、Ti、Ga、Ge、Y、Zr、Sn、La、Ce或Hf等金属)表示的氧化物的氧化物半导体。

[0381] 尤其是, 作为半导体层, 优选使用如下氧化物半导体膜: 具有多个结晶部, 该多个结晶部的c轴都朝向垂直于半导体层的被形成面或半导体层的顶面的方向, 并且在相邻的结晶部间不具有晶界。

[0382] 通过作为半导体层使用上述材料, 可以实现电特性的变动被抑制的可靠性高的晶

体管。

[0383] 另外,由于具有上述半导体层的晶体管的关态电流较低,因此能够长期间保持经过晶体管而储存于电容器中的电荷。通过将这种晶体管用于像素,能够在保持各显示区域所显示的图像的灰度的状态下,停止驱动电路。其结果是,可以实现功耗极低的电子设备。

[0384] 为了实现晶体管的特性稳定化等,优选设置基底膜。作为基底膜,可以使用氧化硅膜、氮化硅膜、氧氮化硅膜、氮氧化硅膜等无机绝缘膜并以单层或叠层制造。基底膜可以通过溅射法、CVD(Chemical Vapor Deposition:化学气相沉积)法(等离子体CVD法、热CVD法、MOCVD(Metal Organic CVD:有机金属化学气相沉积)法等)、ALD(Atomic Layer Deposition:原子层沉积)法、涂敷法、印刷法等形成。注意,基底膜若不需要则也可以不设置。

[0385] 注意,FET623示出形成在源极线驱动电路601中的晶体管的一个。另外,驱动电路也可以利用各种CMOS电路、PMOS电路或NMOS电路形成。另外,虽然在本实施方式中示出在衬底上形成有驱动电路的驱动器一体型,但是不一定必须采用该结构,驱动电路也可以形成在外部,而不形成在衬底上。

[0386] 另外,像素部602由多个像素形成,该多个像素都包括开关FET611、电流控制FET612以及与该电流控制FET612的漏极电连接的第一电极613,但是并不局限于此,也可以采用组合三个以上的FET和电容器的像素部。

[0387] 注意,形成绝缘物614来覆盖第一电极613的端部。在此,可以使用正型感光丙烯酸树脂膜形成绝缘物614。

[0388] 另外,将绝缘物614的上端部或下端部形成为具有曲率的曲面,以获得后面形成的EL层等的良好的覆盖性。例如,在使用正型感光丙烯酸树脂作为绝缘物614的材料的情况下,优选只使绝缘物614的上端部包括具有曲率半径(0.2 μm 以上且3 μm 以下)的曲面。作为绝缘物614,可以使用负型感光树脂或者正型感光树脂。

[0389] 在第一电极613上形成有EL层616及第二电极617。在此,作为用于被用作阳极的第一电极613的材料,优选使用具有大功函数的材料。例如,除了可以使用诸如ITO膜、包含硅的铟锡氧化物膜、包含2wt%以上且20wt%以下的氧化锌的氧化铟膜、氮化钛膜、铬膜、钨膜、Zn膜、Pt膜等的单层膜以外,还可以使用由氮化钛膜和以铝为主要成分的膜构成的叠层膜以及由氮化钛膜、以铝为主要成分的膜和氮化钛膜构成的三层结构等。注意,通过采用叠层结构,布线的电阻值可以较低,可以得到良好的欧姆接触,并且,可以将其用作阳极。

[0390] 另外,EL层616通过使用蒸镀掩模的蒸镀法、喷墨法、旋涂法等各种方法形成。EL层616包括实施方式1至3中的任一个所示的结构。另外,作为构成EL层616的其他材料,也可以使用低分子化合物或高分子化合物(包含低聚物、树枝状聚合物)。

[0391] 另外,作为用于形成于EL层616上并被用作阴极的第二电极617的材料,优选使用具有功函数小的材料(Al、Mg、Li、Ca、或它们的合金或化合物(MgAg、MgIn、AlLi等等))。注意,当使产生在EL层616中的光透过第二电极617时,优选使用由厚度减薄了的金属薄膜和透明导电膜(ITO、包含2wt%以上且20wt%以下的氧化锌的氧化铟、包含硅的铟锡氧化物、氧化锌(ZnO)等)构成的叠层作为第二电极617。

[0392] 另外,发光器件由第一电极613、EL层616、第二电极617形成。该发光器件是实施方式1至3中的任一个所示的发光器件。另外,像素部由多个发光器件构成,本实施方式的发光

装置也可以包括实施方式1至3中的任一个所示的发光器件和具有其他结构的发光器件的双方。

[0393] 另外,通过使用密封剂605将密封衬底604贴合到元件衬底610,将发光器件618设置在由元件衬底610、密封衬底604以及密封剂605围绕的空间607中。注意,空间607中填充有填料,作为该填料可以使用惰性气体(氮或氩等),还可以使用密封剂。通过在密封衬底中形成凹部且在其中设置干燥剂,可以抑制水分所导致的劣化,所以是优选的。

[0394] 另外,优选使用环氧类树脂或玻璃粉作为密封剂605。另外,这些材料优选为尽可能地不使水分及氧透过的材料。另外,作为用于密封衬底604的材料,除了可以使用玻璃衬底或石英衬底以外,还可以使用由FRP(Fiber Reinforced Plastics:玻璃纤维增强塑料)、PVF(聚氟乙烯)、聚酯或丙烯酸树脂等构成的塑料衬底。

[0395] 虽然在图6A及图6B中没有示出,但是也可以在第二电极上设置保护膜。保护膜可以由有机树脂膜或无机绝缘膜形成。另外,也可以以覆盖密封剂605的露出部分的方式形成保护膜。另外,保护膜可以覆盖一对衬底的表面及侧面、密封层、绝缘层等的露出侧面而设置。

[0396] 作为保护膜可以使用不容易透过水等杂质的材料。因此,可以能够高效地抑制水等杂质从外部扩散到内部。

[0397] 作为构成保护膜的材料,可以使用氧化物、氮化物、氟化物、硫化物、三元化合物、金属或聚合物等。例如,可以使用含有氧化铝、氧化镓、硅酸镓、氧化镧、氧化硅、钛酸锶、氧化钽、氧化钛、氧化锌、氧化铈、氧化锆、氧化锡、氧化钇、氧化铈、氧化钪、氧化钪、氧化钪、氧化铟等的材料或含有氮化铝、氮化镓、氮化硅、氮化钽、氮化钛、氮化铈、氮化钪、氮化锆、氮化镱的材料、包含含有钛及铝的氮化物、含有钛及铝的氧化物、含有铝及锌的氧化物、含有锰及锌的硫化物、含有铈及锶的硫化物、含有钪及铝的氧化物、含有钪及锆的氧化物等的材料。

[0398] 保护膜优选通过台阶覆盖性(step coverage)良好的沉积方法来形成。这种方法中之一个是原子层沉积(ALD:Atomic Layer Deposition)法。优选将可以通过ALD法形成的材料用于保护膜。通过ALD法可以形成致密且裂缝或针孔等缺陷被减少或具备均匀的厚度的保护膜。另外,可以减少在形成保护膜时加工构件受到的损伤。

[0399] 例如,通过ALD法可以将均匀且缺陷少的保护膜形成在具有复杂的凹凸形状的表面或触摸面板的顶面、侧面以及背面上。

[0400] 如上所述,可以得到使用实施方式1至3中的任一个所示的发光器件制造的发光装置。

[0401] 因为本实施方式中的发光装置使用实施方式1至3中的任一个所示的发光器件,所以可以得到具有优良特性的发光装置。具体而言,实施方式1至3中的任一个所示的发光器件的发光效率良好,由此可以实现低功耗的发光装置。

[0402] 图7示出通过形成呈现白色发光的发光器件并设置着色层(滤色片)等来实现全彩色化的发光装置的例子。图7A示出衬底1001、基底绝缘膜1002、栅极绝缘膜1003、栅电极1006、栅电极1007、栅电极1008、第一层间绝缘膜1020、第二层间绝缘膜1021、周边部1042、像素部1040、驱动电路部1041、发光器件的电极1024W、电极1024R、电极1024G、电极1024B、分隔壁1025、EL层1028、发光器件的电极1029、密封衬底1031、密封剂1032等。

[0403] 另外,在图7A中,将着色层(红色着色层1034R、绿色着色层1034G、蓝色着色层1034B)设置在透明基材1033上。另外,还可以设置黑矩阵1035。对设置有着色层及黑矩阵的透明基材1033进行对准而将其固定到衬底1001上。另外,着色层及黑矩阵1035被保护层1036覆盖。另外,图7A示出具有光不透过着色层而透射到外部的发光层及光透过各颜色的着色层而透射到外部的发光层,不透过着色层的光成为白色光且透过着色层的光成为红色光、绿色光、蓝色光,因此能够以四个颜色的像素显示图像。

[0404] 图7B示出将着色层(红色着色层1034R、绿色着色层1034G、蓝色着色层1034B)形成在栅极绝缘膜1003和第一层间绝缘膜1020之间的例子。如上述那样,也可以将着色层设置在衬底1001和密封衬底1031之间。

[0405] 另外,虽然以上说明了具有从形成有FET的衬底1001一侧提取光的结构(底部发射型)的发光装置,但是也可以采用具有从密封衬底1031一侧提取发光的结构(顶部发射型)的发光装置。图8示出顶部发射型发光装置的截面图。在此情况下,衬底1001可以使用不使光透过的衬底。到制造用来使FET与发光器件的阳极连接的连接电极为止的工序与底部发射型发光装置同样地进行。然后,以覆盖电极1022的方式形成第三层间绝缘膜1037。该绝缘膜也可以具有平坦化的功能。第三层间绝缘膜1037可以使用与第二层间绝缘膜相同的材料或其他公知材料形成。

[0406] 虽然在此发光器件的电极1024W、电极1024R、电极1024G、电极1024B都是阳极,但是也可以是阴极。另外,在采用如图8所示那样的顶部发射型发光装置的情况下,电极1024W、电极1024R、电极1024G、电极1024B优选为反射电极。EL层1028的结构采用实施方式1至3中的任一个所示的结构,并且采用能够获得白色发光的元件结构。

[0407] 在采用图8所示的顶部发射结构的情况下,可以使用设置有着色层(红色着色层1034R、绿色着色层1034G、蓝色着色层1034B)的密封衬底1031进行密封。密封衬底1031也可以设置有位于像素和像素之间的黑矩阵1035。着色层(红色着色层1034R、绿色着色层1034G、蓝色着色层1034B)或黑矩阵1035也可以被保护层覆盖。另外,作为密封衬底1031,使用具有透光性的衬底。另外,虽然在此示出了以红色、绿色、蓝色、白色的四个颜色进行全彩色显示的例子,但是并不局限于此,也可以以红色、黄色、绿色、蓝色的四个颜色或红色、绿色、蓝色的三个颜色进行全彩色显示。

[0408] 在顶部发射型发光装置中,可以优选地适用微腔结构。将反射电极用作第一电极且将半透射半反射电极用作第二电极,由此可以得到具有微腔结构的发光器件。在反射电极与半透射半反射电极之间至少含有EL层,并且至少含有成为发光区域的发光层。

[0409] 注意,反射电极是可见光反射率为40%至100%,优选为70%至100%,并且其电阻率为 $1 \times 10^{-2} \Omega \text{cm}$ 以下的膜。另外,半透射半反射电极是可见光反射率为20%至80%,优选为40%至70%,并且其电阻率为 $1 \times 10^{-2} \Omega \text{cm}$ 以下的膜。

[0410] 从EL层所包含的发光层射出的光被反射电极和半透射半反射电极反射,并且谐振。

[0411] 在该发光器件中,通过改变透明导电膜、上述复合材料或载流子传输材料等的厚度而可以改变反射电极与半透射半反射电极之间的光程。由此,可以在反射电极与半透射半反射电极之间加强谐振的波长的光且使不谐振的波长的光衰减。

[0412] 被反射电极反射回来的光(第一反射光)会给从发光层直接入射到半透射半反射

电极的光(第一入射光)带来很大的干涉,因此优选将反射电极与发光层的光程调节为 $(2n-1)\lambda/4$ (注意, n 为1以上的自然数, λ 为要增强的光的波长)。通过调节该光程,可以使第一反射光与第一入射光的相位一致,由此可以进一步增强从发光层发射的光。

[0413] 另外,在上述结构中,EL层可以含有多个发光层,也可以只含有一个发光层。例如,也可以采用如下结构:组合上述串联型发光器件的结构,在一个发光器件中以其间夹着电荷产生层的方式设置多个EL层,并且,在每个EL层中形成一个或多个发光层。

[0414] 通过采用微腔结构,可以加强指定波长的正面方向的发光强度,由此可以实现低功耗化。注意,在为使用红色、黄色、绿色以及蓝色的四个颜色的子像素显示图像的发光装置的情况下,因为可以获得由于黄色发光的亮度提高效果,而且可以在所有的子像素中采用适合各颜色的波长的微腔结构,所以能够实现具有良好的特性的发光装置。

[0415] 因为本实施方式中的发光装置使用实施方式1至3中的任一个所示的发光器件,所以可以得到具有优良特性的发光装置。具体而言,使用实施方式1至3中的任一个所示的发光器件的发光效率良好,由此可以实现低功耗的发光装置。

[0416] 虽然到这里说明了有源矩阵型发光装置,但是下面说明无源矩阵型发光装置。图9示出通过使用本发明制造的无源矩阵型发光装置。注意,图9A是示出发光装置的立体图,并且图9B是沿图9A的线X-Y切断而获得的截面图。在图9中,在衬底951上的电极952与电极956之间设置有EL层955。电极952的端部被绝缘层953覆盖。在绝缘层953上设置有隔离层954。隔离层954的侧壁具有如下倾斜,即越接近衬底表面,两个侧壁之间的间隔越窄。换句话说,隔离层954的短边方向的截面是梯形,底边(朝向与绝缘层953的面方向相同的方向并与绝缘层953接触的边)比上边(朝向与绝缘层953的面方向相同的方向并与绝缘层953不接触的边)短。如此,通过设置隔离层954,可以防止起因于静电等的发光器件的不良。另外,在无源矩阵型发光装置中,通过使用实施方式1至3中的任一个所示的发光器件,也可以得到可靠性良好的发光装置或者低功耗的发光装置。

[0417] 以上说明的发光装置能够控制配置为矩阵状的微小的多个发光器件中的每一个,所以作为进行图像的显示的显示装置可以适当地利用。

[0418] 另外,本实施方式可以与其他实施方式自由地组合。

[0419] (实施方式6)

在本实施方式中,参照图10对将实施方式1至3中的任一个所示的发光器件用于照明装置的例子进行说明。图10B是照明装置的俯视图,图10A是沿着图10B的线e-f的截面图。

[0420] 在本实施方式的照明装置中,在被用作支撑体的具有透光性的衬底400上形成有第一电极401。第一电极401相当于实施方式1至3中的任一个中的电极551X。当从第一电极401一侧提取光时,第一电极401使用具有透光性的材料形成。

[0421] 另外,在衬底400上形成用来对第二电极404供应电压的焊盘412。

[0422] 第一电极401上形成有EL层403。EL层403相当于组合实施方式2或3中的层104、单元103X及层105的结构或组合实施方式2或3中的层104、单元103X、层106、单元103X2及层105的结构等。注意,作为它们的结构,参照各记载。

[0423] 以覆盖EL层403的方式形成第二电极404。第二电极404相当于实施方式2或3中的电极552X。当从第一电极401一侧提取光时,第二电极404使用反射率高的材料形成。通过使第二电极404与焊盘412连接,将电压供应到第二电极404。

[0424] 如上所述,本实施方式所示的照明装置具备包括第一电极401、EL层403以及第二电极404的发光器件。由于该发光器件是发光效率高的发光器件,所以本实施方式的照明装置可以是低功耗的照明装置。

[0425] 使用密封剂405及密封剂406将形成有具有上述结构的发光器件的衬底400和密封衬底407固定来进行密封,由此制造照明装置。另外,也可以仅使用密封剂405和密封剂406中的一个。另外,也可以使内侧的密封剂406(在图10B中未图示)与干燥剂混合,由此可以吸收水分而提高可靠性。

[0426] 另外,通过以延伸到密封剂405、密封剂406的外部的的方式设置焊盘412和第一电极401的一部分,可以将其用作外部输入端子。另外,也可以在外部输入端子上设置安装有转换器等的IC芯片420等。

[0427] 本实施方式所记载的照明装置的EL元件使用实施方式1至3中的任一个所示的发光器件,由此可以实现低功耗的照明装置。

[0428] (实施方式7)

在本实施方式中,对在其一部分包括实施方式1至3中的任一个所示的发光器件的电子设备的例子进行说明。实施方式1至3中的任一个所示的发光器件是发光效率良好且功耗低的发光器件。其结果是,本实施方式所记载的电子设备可以实现包括功耗低的发光部的电子设备。

[0429] 作为采用上述发光器件的电子设备,例如可以举出电视装置(也称为电视机或电视接收机)、用于计算机等的显示器、数码相机、数码摄像机、数码相框、移动电话机(也称为移动电话、移动电话装置)、便携式游戏机、便携式信息终端、声音再现装置、弹珠机等大型游戏机等。以下,示出这些电子设备的具体例子。

[0430] 图11A示出电视装置的一个例子。在电视装置中,框体7101中组装有显示部7103。另外,在此示出利用支架7105支撑框体7101的结构。可以利用显示部7103显示图像,并且将实施方式1至3中的任一个所示的发光器件排列为矩阵状而构成显示部7103。

[0431] 可以通过利用框体7101所具备的操作开关或另行提供的遥控操作机7110进行电视装置的操作。通过利用遥控操作机7110所具备的操作键7109,可以控制频道或音量,由此可以控制显示在显示部7103上的图像。另外,也可以在遥控操作机7110中设置显示部7107来显示输出的信息。

[0432] 另外,电视装置采用具备接收机或调制解调器等的结构。可以通过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,能够进行单向(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。

[0433] 图11B示出计算机,该计算机包括主体7201、框体7202、显示部7203、键盘7204、外部连接端口7205、指向装置7206等。另外,该计算机通过将实施方式1至3中的任一个所示的发光器件排列为矩阵状并用于显示部7203而制造。图11B中的计算机也可以为如图11C所示的方式。图11C所示的计算机设置有第二显示部7210代替键盘7204及指向装置7206。第二显示部7210是触摸面板,通过利用指头或专用笔操作显示在第二显示部7210上的输入用显示,能够进行输入。另外,第二显示部7210不仅能够显示输入用显示,而且可以显示其他图像。另外,显示部7203也可以是触摸面板。因为两个屏面通过铰链连接,所以可以防止在收纳或搬运时发生问题如屏面受伤、破坏等。

[0434] 图11D示出便携式终端的一个例子。便携式终端具备组装在框体7401中的显示部7402、操作按钮7403、外部连接端口7404、扬声器7405、麦克风7406等。另外,便携式终端包括将实施方式1至3中的任一个所示的发光器件排列为矩阵状而制造的显示部7402。

[0435] 图11D所示的便携式终端也可以具有用指头等触摸显示部7402来输入信息的结构。在此情况下,能够用指头等触摸显示部7402来进行打电话或编写电子邮件等的操作。

[0436] 显示部7402主要有三种屏面模式。第一是以图像的显示为主的显示模式,第二是以文字等的信息的输入为主的输入模式,第三是混合显示模式和输入模式的两个模式的显示输入模式。

[0437] 例如,在打电话或编写电子邮件的情况下,可以采用将显示部7402主要用于输入文字的文字输入模式而输入在屏面上显示的文字。在此情况下,优选在显示部7402的屏面的大部分中显示键盘或号码按钮。

[0438] 另外,通过在便携式终端内部设置具有陀螺仪传感器和加速度传感器等检测倾斜度的传感器的检测装置,可以判断便携式终端的方向(纵或横)而自动进行显示部7402的屏面显示的切换。

[0439] 另外,通过触摸显示部7402或对框体7401的操作按钮7403进行操作,来进行屏面模式的切换。或者,也可以根据显示在显示部7402上的图像的种类切换屏面模式。例如,当显示在显示部上的图像信号为动态图像的数据时,将屏面模式切换成显示模式,而当该图像信号为文字数据时,将屏面模式切换成输入模式。

[0440] 另外,当在输入模式下通过检测出显示部7402的光传感器所检测的信号而得知在一定期间内没有显示部7402的触摸操作输入时,也可以进行控制以将屏面模式从输入模式切换成显示模式。

[0441] 也可以将显示部7402用作图像传感器。例如,通过用手掌或指头触摸显示部7402,来拍摄掌纹、指纹等,能够进行个人识别。另外,通过在显示部中使用发射近红外光的背光源或发射近红外光的感测用光源,也能够拍摄指静脉、手掌静脉等。

[0442] 图12A是示出扫地机器人的一个例子的示意图。

[0443] 扫地机器人5100包括顶面上的显示器5101及侧面上的多个照相机5102、刷子5103及操作按钮5104。虽然未图示,但是扫地机器人5100的底面设置有轮胎和吸入口等。此外,扫地机器人5100还包括红外线传感器、超音波传感器、加速度传感器、压电传感器、光传感器、陀螺仪传感器等各种传感器。另外,扫地机器人5100包括无线通信单元。

[0444] 扫地机器人5100可以自动行走,检测垃圾5120,可以从底面的吸入口吸引垃圾。

[0445] 另外,扫地机器人5100对照相机5102所拍摄的图像进行分析,可以判断墙壁、家具或台阶等障碍物的有无。另外,在通过图像分析检测布线等可能会绕在刷子5103上的物体的情况下,可以停止刷子5103的旋转。

[0446] 可以在显示器5101上显示电池的剩余电量或所吸引的垃圾的量等。可以在显示器5101上显示扫地机器人5100的行走路径。另外,显示器5101可以是触摸面板,可以将操作按钮5104显示在显示器5101上。

[0447] 扫地机器人5100可以与智能手机等便携式电子设备5140互相通信。照相机5102所拍摄的图像可以显示在便携式电子设备5140上。因此,扫地机器人5100的拥有者在出门时也可以知道房间的情况。另外,可以使用智能手机等便携式电子设备5140确认显示器5101

的显示内容。

[0448] 可以将本发明的一个方式的发光装置用于显示器5101。

[0449] 图12B所示的机器人2100包括运算装置2110、照度传感器2101、麦克风2102、上部照相机2103、扬声器2104、显示器2105、下部照相机2106、障碍物传感器2107及移动机构2108。

[0450] 麦克风2102具有检测使用者的声音及周围的声音等的功能。另外,扬声器2104具有发出声音的功能。机器人2100可以使用麦克风2102及扬声器2104与使用者交流。

[0451] 显示器2105具有显示各种信息的功能。机器人2100可以将使用者所希望的信息显示在显示器2105上。显示器2105也可以安装有触摸面板。显示器2105可以是可拆卸的信息终端,通过将该信息终端设置在机器人2100的所定位置,可以进行充电及数据的收发。

[0452] 上部照相机2103及下部照相机2106具有对机器人2100的周围环境进行摄像的功能。另外,障碍物传感器2107可以检测机器人2100使用移动机构2108移动时的前方的障碍物的有无。机器人2100可以使用上部照相机2103、下部照相机2106及障碍物传感器2107认知周围环境而安全地移动。可以将本发明的一个方式的发光装置用于显示器2105。

[0453] 图12C是示出护目镜型显示器的一个例子的图。护目镜型显示器例如包括框体5000、显示部5001、扬声器5003、LED灯5004、操作键(包括电源开关或操作开关)、连接端子5006、传感器5007(它具有测量如下因素的功能:力、位移、位置、速度、加速度、角速度、转速、距离、光、液、磁、温度、化学物质、声音、时间、硬度、电场、电流、电压、电力、辐射线、流量、湿度、倾斜度、振动、气味或红外线)、麦克风5008、显示部5002、支撑部5012、耳机5013等。

[0454] 可以将本发明的一个方式的发光装置用于显示部5001及显示部5002。

[0455] 图13示出将实施方式1至3中的任一个所示的发光器件用于作为照明装置的台灯的例子。图13所示的台灯包括框体2001和光源2002,并且作为光源2002使用实施方式6所记载的照明装置。

[0456] 图14示出将实施方式1至3中的任一个所示的发光器件用于室内的照明装置3001的例子。由于实施方式1至3中的任一个所示的发光器件是发光效率高的发光器件,所以可以提供低功耗的照明装置。另外,因为实施方式1至3中的任一个所示的发光器件能够实现大面积化,所以能够用于大面积的照明装置。另外,因为实施方式1至3中的任一个所示的发光器件的厚度薄,所以能够作为实现薄型化的照明装置使用。

[0457] 还可以将实施方式1至3中的任一个所示的发光器件安装在汽车的挡风玻璃或仪表盘上。图15示出将实施方式1至3中的任一个所示的发光器件用于汽车的挡风玻璃或仪表盘的一个方式。显示区域5200至显示区域5203是使用实施方式1至3中的任一个所示的发光器件设置的显示区域。

[0458] 显示区域5200和显示区域5201是设置在汽车的挡风玻璃上的安装有实施方式1至3中的任一个所示的发光器件的显示装置。通过使用具有透光性的电极制造实施方式1至3中的任一个所示的发光器件的第一电极和第二电极,可以得到能看到对面的景色的所谓的透视式显示装置。若采用透视式显示,即使设置在汽车的挡风玻璃上,也不妨碍视界。另外,在设置用来驱动的晶体管等的情况下,优选使用具有透光性的晶体管,诸如使用有机半导体材料的有机晶体管或使用氧化物半导体的晶体管等。

[0459] 显示区域5202是设置在立柱部分的安装有实施方式1至3中的任一个所示的发光器件的显示装置。通过在显示区域5202上显示来自设置在车厢上的成像单元的图像,可以补充被立柱遮挡的视界。另外,同样地,设置在仪表盘部分上的显示区域5203通过显示来自设置在汽车外侧的成像单元的图像,能够补充被车厢遮挡的视界的死角,而提高安全性。通过显示图像以补充不看到的部分,更自然且简单地确认安全。

[0460] 显示区域5203可以通过显示导航信息、速度或转速、行车距离、燃料剩余量、排档状态、空调的设定等提供各种信息。使用者可以适当地改变显示内容或布置。另外,这些信息也可以显示在显示区域5200至显示区域5202上。另外,也可以将显示区域5200至显示区域5203用作照明装置。

[0461] 此外,图16A至图16C示出能够折叠的便携式信息终端9310。图16A示出展开状态的便携式信息终端9310。图16B示出从展开状态和折叠状态中的一个状态变为另一个状态的中途的状态的便携式信息终端9310。图16C示出折叠状态的便携式信息终端9310。便携式信息终端9310在折叠状态下可携带性好,在展开状态下因为具有无缝拼接的较大的显示区域所以显示一览性强。

[0462] 显示面板9311由铰链9313所连接的三个框体9315支撑。注意,显示面板9311也可以为安装有触摸传感器(输入装置)的触摸面板(输入输出装置)。另外,通过在两个框体9315之间的铰链9313处弯折显示面板9311,可以使便携式信息终端9310从展开状态可逆性地变为折叠状态。可以将本发明的一个方式的发光装置用于显示面板9311。

[0463] 另外,本实施方式所示的结构可以与实施方式1至3所示的结构适当地组合来使用。

[0464] 如上所述,具备实施方式1至3中的任一个所示的发光器件的发光装置的应用范围极为广泛,而能够将该发光装置用于各种领域的电子设备。通过使用实施方式1至3中的任一个所示的发光器件,可以得到功耗低的电子设备。

[0465] 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。

[实施例]

[0466] 在本实施例中,参照图17至图24说明本发明的一个方式的发光器件1。

[0467] 图17A是说明发光器件550X的结构图。另外,图17B是说明用于发光器件1的发光材料的发射光谱的示意图。

[0468] 图18是说明发光器件1的电流密度-亮度特性的图。

[0469] 图19是说明发光器件1的亮度-电流效率特性的图。

[0470] 图20是说明发光器件1的电压-亮度特性的图。

[0471] 图21是说明发光器件1的电压-电流特性的图。

[0472] 图22是说明发光器件1的亮度-蓝色指标特性的图。注意,蓝色指标(BI:Blue Index)是表示蓝色发光器件的特性的指标之一,其是电流效率(cd/A)除以y色度的值。一般来说,色纯度高的蓝色光对表现宽色域很有用。此外,有蓝色光的色纯度越高y色度越小的趋势。由此,电流效率(cd/A)除以y色度的值是表示蓝色发光器件的有用性的指标。换言之,为了实现具有宽色域及高效率的显示装置,BI较高的蓝色发光器件可以说是优选的。

[0473] 图23是说明以1000cd/m²的亮度使发光器件1发光时的发射光谱的图。

[0474] 图24是说明以 $50\text{mA}/\text{cm}^2$ 的恒定电流密度使比较器件1、发光器件1发光时的归一化亮度的时间变化特性的图。

[0475] <发光器件1>

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17A)。

[0476] 本发明的一个方式的发光器件550X包括电极551X、电极552X、层111X、层111X2及层112_21。

[0477] 层111X被夹在电极551X与电极552X之间,层111X2被夹在电极552X与层111X之间,层112_21被夹在层111X2与层111X之间。

[0478] 层111X包含发光材料EM1,发光材料EM1的发射光谱在波长 λ_1 处具有最大,层111X在波长 λ_1 处具有寻常光折射率 n_1 。

[0479] 层111X2包含发光材料EM2,发光材料EM2的发射光谱在波长 λ_2 处具有最大,层111X2在波长 λ_2 处具有寻常光折射率 n_2 。

[0480] 层112_21在波长 λ_1 处具有比寻常光折射率 n_1 低的寻常光折射率 n_{31} ,层112_21在波长 λ_2 处具有比寻常光折射率 n_2 低的寻常光折射率 n_{32} 。

[0481] 另外,在发光器件550X中,在层112_21与层111X的中心平面之间具有距离 d_1 ,在层112_21与层111X2的中心平面之间具有距离 d_2 ,层112_21具有厚度 t_3 。

[0482] 此外,距离 d_1 、距离 d_2 、厚度 t_3 、波长 λ_1 、波长 λ_2 、寻常光折射率 n_1 、寻常光折射率 n_2 、寻常光折射率 n_{31} 及寻常光折射率 n_{32} 满足如下算式(1)及算式(2)。

[0483] [算式5]

$$n_1 \times d_1 + n_{31} \times t_3 < \frac{1}{2} \times \lambda_1 \quad \dots (1)$$

$$n_2 \times d_2 + n_{32} \times t_3 < \frac{1}{2} \times \lambda_2 \quad \dots (2)$$

[0484] <<发光器件1的结构>>

表1示出发光器件1的结构。以下还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。

[0485] 距离 d_1 为 50.1nm ,距离 d_2 为 20nm 。此外,厚度 t_3 为 40nm 。另外,波长 λ_1 及波长 λ_2 为 455nm ,寻常光折射率 n_1 及寻常光折射率 n_2 为 1.93 ,寻常光折射率 n_{31} 及寻常光折射率 n_{32} 为 1.73 。利用光谱椭偏仪(J.A.Woollam Japan制造的M-2000U)测量材料的折射率。另外,作为测量样品使用形成在石英衬底上的该材料的厚度大约为 50nm 的薄膜,并且作为薄膜的形成方法利用真空蒸镀法。

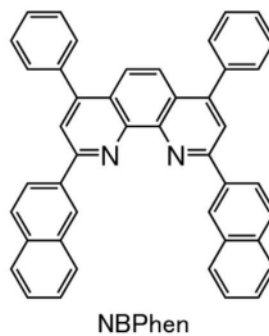
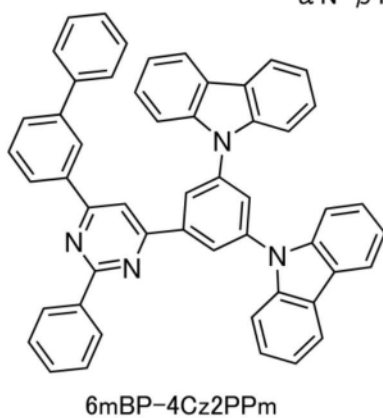
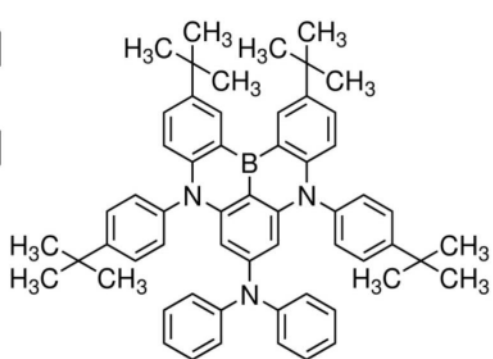
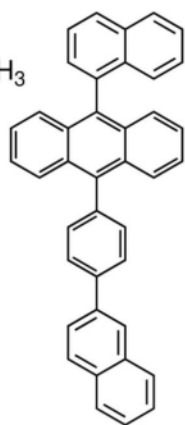
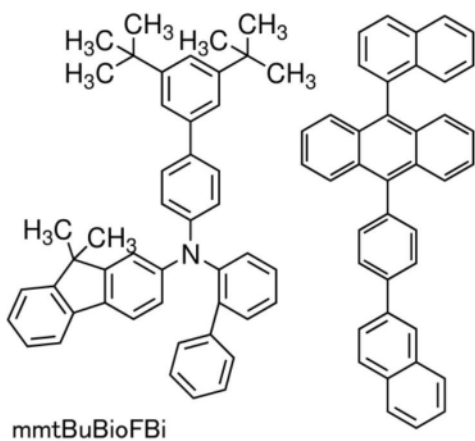
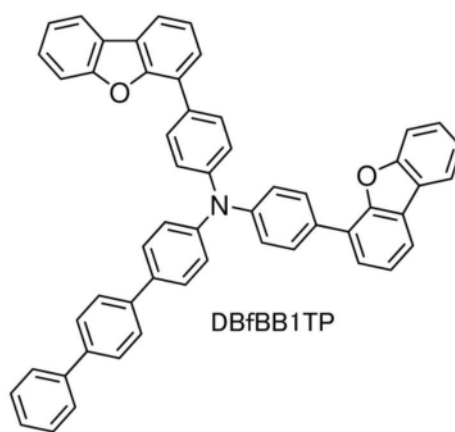
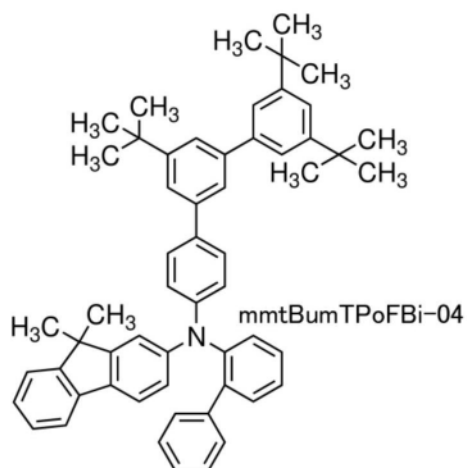
[0486] 因此,上述算式(1)的左边是 $(1.93 \times 50.1) + (1.73 \times 40) = 165.893$,右边是 $(0.5 \times 455) = 227.5$,满足上述算式(1)。

[0487] 另外,上述算式(2)的左边是 $(1.93 \times 20) + (1.73 \times 40) = 107.8$,右边是 $(0.5 \times 455) = 227.5$,还满足上述算式(2)。

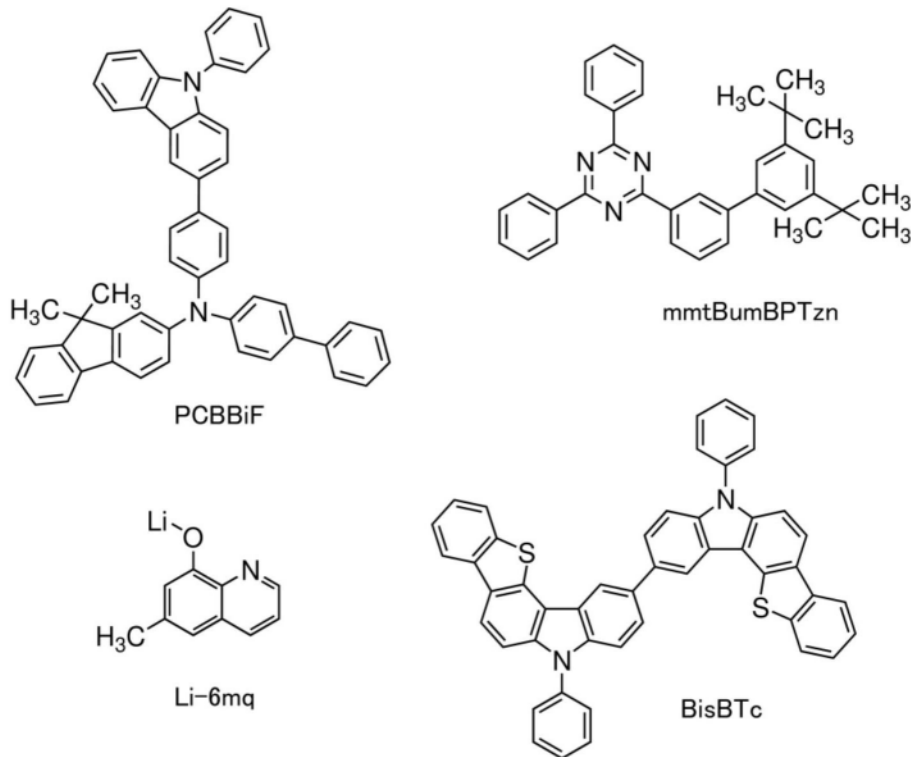
[0488] [表1]

构成要素 符号	材料	组成比	厚度 /nm
层 CAP	BisBTc		65
电极 552X	Ag:Mg	10:1	15
层 105	LiF		2
层 113_22	mmtBumBPTzn:Li-6mq	0.5:0.5	20
层 113_21	6mBP-4Cz2PPm		10
层 111X2	α N- β NP Anth:DPhA-tBu4DABNA	1:0.015	20
层 112_22	DBfBB1TP		10
层 112_21	mmtBumTPoFBi-04		40
层 106_1	PCBBiF:OCHD-003	1:0.1	10
层 106_2	Li ₂ O		0.1
层 113_12	NBPhen		20
层 113_11	6mBP-4Cz2PPm		10
层 111X	α N- β NP Anth:DPhA-tBu4DABNA	1:0.015	20
层 112_14	DBfBB1TP		10
层 112_13	mmtBuBioFBi		40
层 112_12	DBfBB1TP		50
层 112_11	mmtBumTPoFBi-04		35
层 104	mmtBumTPoFBi-04:OCHD-003	1:0.1	10
电极 551X	ITSO		5
反射膜 REF	Ag		100

[0489] [化学式13]



[0490] [化学式14]



[0491] <<发光器件1的制造方法>>

通过使用包括如下步骤的方法,制造在本实施例中说明的发光器件1。

[0492] [第一步骤]

在第一步骤中,形成反射膜REF。具体而言,反射膜REF通过作为靶材使用银(简称:Ag)的溅射法而形成。

[0493] 此外,反射膜REF包含Ag,其厚度为100nm。

[0494] [第二步骤]

在第二步骤中,在反射膜REF上形成电极551X。具体而言,电极551X通过作为靶材使用包含硅或氧化硅的氧化铟-氧化锡(简称:ITSO)的溅射法而形成。

[0495] 此外,电极551X包含ITSO,其厚度为5nm,其面积为4mm²(2mm×2mm)。

[0496] 接着,使用水洗涤形成有电极551X的基材,以200℃烘烤1小时,然后进行370秒钟的UV臭氧处理。然后,将基材放入其内部被减压到10⁻⁴Pa左右的真空蒸镀装置中,并在真空蒸镀装置内的加热室中以170℃进行30分钟的真空烘烤。然后,将基材冷却30分钟左右。

[0497] [第三步骤]

在第三步骤中,在电极551X上形成层104。具体而言,利用电阻加热法共蒸镀材料。

[0498] 此外,层104包含N-(3'',5',5''-三-叔丁基-1,1':3',1''-三联苯-4-基)-N-(1,1'-联苯-2-基)-9,9-二甲基-9H-芴-2-胺(简称:mmtBumTPoFbi-04)及电子接收材料(简称:OCHD-003),其中mmtBumTPoFbi-04:OCHD-003=1:0.1(重量比),其厚度为10nm。此外,OCHD-003包含氟,其分子量为672。

[0499] [第四步骤]

在第四步骤中,在层104上形成层112_11。具体而言,利用电阻加热法蒸镀材料。

[0500] 此外,层112_11包含mmtBumTPoFbi-04,其厚度为35nm。另外,mmtBumTPoFbi-04的膜具有巨大表面电位(GSP),除以厚度的其电位梯度(GSP的倾斜度)为16.2mV/nm。并且,

mmtBumTPoFBi-04的膜的波长455nm以上且波长465nm以下的寻常光折射率为1.72以上且1.73以下,633nm的寻常光折射率为1.66。

[0501] [第五步骤]

在第五步骤中,在层112_11上形成层112_12。具体而言,利用电阻加热法蒸镀材料。

[0502] 此外,层112_12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50nm。

[0503] [第六步骤]

在第六步骤中,在层112_12上形成层112_13。具体而言,利用电阻加热法蒸镀材料。

[0504] 此外,层112_13包含N-3',5'-二叔丁基-1,1'-联苯-4-基-N-1,1'-联苯-2-基-9,9,-二甲基-9H-芴-2-胺(简称:mmtBuBioFBi),其厚度为40nm。并且,mmtBuBioFBi的膜的波长455nm以上且波长465nm以下的寻常光折射率为1.73以上且1.74以下,633nm的寻常光折射率为1.66。

[0505] [第七步骤]

在第七步骤中,在层112_13上形成层112_14。具体而言,利用电阻加热法蒸镀材料。

[0506] 此外,层112_14包含DBfBB1TP,其厚度为10nm。

[0507] [第八步骤]

在第八步骤中,在层112_14上形成层111X。具体而言,利用电阻加热法共蒸镀材料。

[0508] 此外,层111X包含9-(1-萘基)-10-[4-(2-萘基)苯基]蒽(简称: α N- β NPAnth)及2,12-二(叔丁基)-5,9-二(4-叔丁基苯基)-N,N-二苯基-5H,9H-[1,4]苯并氮杂硼并[2,3,4-k1]吩氮杂硼(phenazaborin)-7-胺(简称:DPhA-tBu4DABNA),其中 α N- β NPAnth:DPhA-tBu4DABNA=1:0.015(重量比),其厚度为20nm。

[0509] [第九步骤]

在第九步骤中,在层111X上形成层113_11。具体而言,利用电阻加热法蒸镀材料。另外, α N- β NPAnth的膜具有巨大表面电位(GSP),除以厚度的其电位梯度(GSP的倾斜度)为10.8mV/nm。并且, α N- β NPAnth的膜的波长455nm以上且波长465nm以下的寻常光折射率为1.92以上且1.93以下,633nm的寻常光折射率为1.81。

[0510] 此外,层113_11包含6-(1,1'-联苯-3-基)-4-[3,5-双(9H-吡啶-9-基)苯基]-2-苯基嘧啶(简称:6mBP-4Cz2PPm),其厚度为10nm。

[0511] [第十步骤]

在第十步骤中,在层113_11上形成层113_12。具体而言,利用电阻加热法蒸镀材料。

[0512] 此外,层113_12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。

[0513] [第十一步骤]

在第十一步骤中,在层113_12上形成层106_2。具体而言,利用电阻加热法蒸镀材

料。

[0514] 此外,层106_2包含氧化锂(简称:Li₂O),其厚度为0.1nm。

[0515] [第十二步骤]

在第十二步骤中,在层106_2上形成层106_1。具体而言,利用电阻加热法共蒸镀材料。

[0516] 此外,层106_1包含N-(1,1'-联苯-4-基)-N-[4-(9-苯基-9H-吡啶-3-基)苯基]-9,9-二甲基-9H-芴-2-胺(简称:PCBBiF)及OCHD-003,其中PCBBiF:OCHD-003=1:0.1(重量比),其厚度为10nm。

[0517] [第十三步骤]

在第十三步骤中,在层106_1上形成层112_21。具体而言,利用电阻加热法蒸镀材料。

[0518] 此外,层112_21包含mmtBumTPoFBi-04,其厚度为40nm。

[0519] [第十四步骤]

在第十四步骤中,在层112_21上形成层112_22。具体而言,利用电阻加热法蒸镀材料。

[0520] 此外,层112_22包含DBfBB1TP,其厚度为10nm。

[0521] [第十五步骤]

在第十五步骤中,在层112_22上形成层111X2。具体而言,利用电阻加热法共蒸镀材料。

[0522] 此外,层111X2包含 α N- β NPAnth及DPhA-tBu4DABNA,其中 α N- β NPAnth:DPhA-tBu4DABNA=1:0.015(重量比),其厚度为20nm。

[0523] [第十六步骤]

在第十六步骤中,在层111X2上形成层113_21。具体而言,利用电阻加热法蒸镀材料。

[0524] 此外,层113_21包含6mBP-4Cz2PPm,其厚度为10nm。

[0525] [第十七步骤]

在第十七步骤中,在层113_21上形成层113_22。具体而言,利用电阻加热法共蒸镀材料。

[0526] 此外,层113_22包含2-{(3',5'-二-叔丁基)-1,1'-联苯-3-基}-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(简称:mmtBumBPTzn)及6-甲基-8-羟基喹啉-锂(简称:Li-6mq),其中mmtBumBPTzn:Li-6mq=0.5:0.5(重量比),其厚度为20nm。

[0527] [第十八步骤]

在第十八步骤中,在层113_22上形成层105。具体而言,利用电阻加热法蒸镀材料。

[0528] 此外,层105包含氟化锂(简称:LiF),其厚度为2nm。

[0529] [第十九步骤]

在第十九步骤中,在层105上形成电极552X。具体而言,利用电阻加热法共蒸镀材料。

[0530] 此外,电极552X包含Ag及镁(简称:Mg),其中Ag:Mg=10:1(体积比),其厚度为15nm。

[0531] [第二十步骤]

在第二十步骤中,在电极552X上形成层CAP。具体而言,利用电阻加热法蒸镀材料。

[0532] 此外,层CAP包含5,5'-二苯基-2,2'-二-5H-[1]苯并噻吩并[3,2-c]咪唑(简称:BisBTc),其厚度为65nm。

[0533] <<发光器件1的工作特性>>

发光器件1在被供应电力时发射光EL1(参照图17A)。在室温下测量发光器件1的工作特性(参照图18至图23)。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。

[0534] 表2示出以亮度1000cd/m²左右使所制造的发光器件发光时的主要初始特性。另外,表2示出以恒定电流密度(50mA/cm²)使发光器件发光的情况下亮度降低到初始亮度的90%为止的经过时间LT90。此外,表2还示出后述的其他发光器件的特性。

[0535] [表2]

	电压 (V)	电流 (mA)	电流密度 (mA/cm ²)	色度x	色度y	电流效率 (cd/A)	B.I. (cd/A/y)	LT90 (hr)
发光器件1	8.0	0.29	7.4	0.15	0.03	13.8	461.6	156
比较器件1	7.8	0.31	7.7	0.15	0.03	13.2	458.2	157

[0536] 可知,发光器件1呈现良好特性。例如,发光器件1呈现高于比较器件1的电流效率。另外,发光器件1示出高于比较器件1的蓝色指标的值。另外,在比较电流效率及蓝色指标的最大值时,发光器件1明显地示出更高的值。

[0537] (参考例1)

在本参考例中说明的所制造的比较器件1具有与发光器件550X同样的结构(参照图17A)。

[0538] <<比较器件1的结构>>

比较器件1的结构与发光器件1的结构的不同之处在于:在层112_21中使用PCBBiF代替mmtBumTPoFbi-04。PCBBiF的膜的波长455nm的寻常光折射率为1.93。

[0539] <<比较器件1的制造方法>>

通过使用包括如下步骤的方法,制造在本参考例中说明的比较器件1。注意,比较器件1的制造方法与发光器件1的制造方法的不同之处在于:在形成层112_21的步骤中使用PCBBiF代替mmtBumTPoFbi-04。在此,仅对不同之处进行详细的说明,而关于使用相同方法的部分援用上述说明。

[0540] [第十三步骤]

在第十三步骤中,在层106_1上形成层112_21。具体而言,利用电阻加热法蒸镀材料。

[0541] 此外,层112_21包含PCBBiF,其厚度为40nm。

[0542] <<比较器件1的工作特性>>

比较器件1在被供应电力时发射光EL1(参照图17A)。在室温下测量比较器件1的工作特性(参照图18至图23)。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。

[0543] 表2示出以亮度1000cd/m²左右使所制造的比较器件发光时的主要初始特性。另

外,表2示出以恒定电流密度(50mA/cm²)使发光器件发光的情况下亮度降低到初始亮度的90%为止的经过时间LT90。此外,表2还示出后述的其他发光器件的特性。

[符号说明]

[0544] CAP:层、LN:层、103X:单元、103X2:单元、103Y:单元、103Y2:单元、104:层、104X:层、104Y:层、105:层、105X:层、105Y:层、106:层、106_1:层、106_2:层、106_3:层、106X:层、106XY:区域、106Y:层、111X:层、111X2:层、112:层、112_2:层、112_11:层、112_12:层、112_13:层、112_14:层、112_21:层、112_22:层、113:层、113_:层、113_2:层、113_11:层、113_12:层、113_21:层、113_22:层、400:衬底、401:电极、403:EL层、404:电极、405:密封剂、406:密封剂、407:密封衬底、412:焊盘、420:IC芯片、510:基材、520:功能层、521:绝缘膜、528:绝缘膜、528_1:绝缘膜、528_2:绝缘膜、528_3:绝缘膜、550X:发光器件、550X2:发光器件、550Y:发光器件、551X:电极、551XY:间隙、551Y:电极、552X:电极、552Y:电极、601:源极线驱动电路、602:像素部、603:栅极线驱动电路、604:密封衬底、605:密封剂、607:空间、608:布线、609:外部输入端子、610:元件衬底、611:开关FET、612:电流控制FET、613:电极、614:绝缘物、616:EL层、617:电极、618:发光器件、623:FET、700:显示装置、951:衬底、952:电极、953:绝缘层、954:隔离层、955:EL层、956:电极、1001:衬底、1002:基底绝缘膜、1003:栅极绝缘膜、1006:栅电极、1007:栅电极、1008:栅电极、1020:层间绝缘膜、1021:层间绝缘膜、1022:电极、1024B:电极、1024G:电极、1024R:电极、1024W:电极、1025:分隔壁、1028:EL层、1029:电极、1031:密封衬底、1032:密封剂、1033:基材、1034B:着色层、1034G:着色层、1034R:着色层、1035:黑矩阵、1036:保护层、1037:层间绝缘膜、1040:像素部、1041:驱动电路部、1042:周边部、2001:框体、2002:光源、2100:机器人、2101:照度传感器、2102:麦克风、2103:上部照相机、2104:扬声器、2105:显示器、2106:下部照相机、2107:障碍物传感器、2108:移动机构、2110:运算装置、3001:照明装置、5000:框体、5001:显示部、5002:显示部、5003:扬声器、5004:LED灯、5006:连接端子、5007:传感器、5008:麦克风、5012:支撑部、5013:耳机、5100:扫地机器人、5101:显示器、5102:照相机、5103:刷子、5104:操作按钮、5120:垃圾、5140:便携式电子设备、5200:显示区域、5201:显示区域、5202:显示区域、5203:显示区域、7101:框体、7103:显示部、7105:支架、7107:显示部、7109:操作键、7110:遥控操作机、7201:主体、7202:框体、7203:显示部、7204:键盘、7205:外部连接端口、7206:指向装置、7210:显示部、7401:框体、7402:显示部、7403:操作按钮、7404:外部连接端口、7405:扬声器、7406:麦克风、9310:便携式信息终端、9311:显示面板、9313:铰链、9315:框体

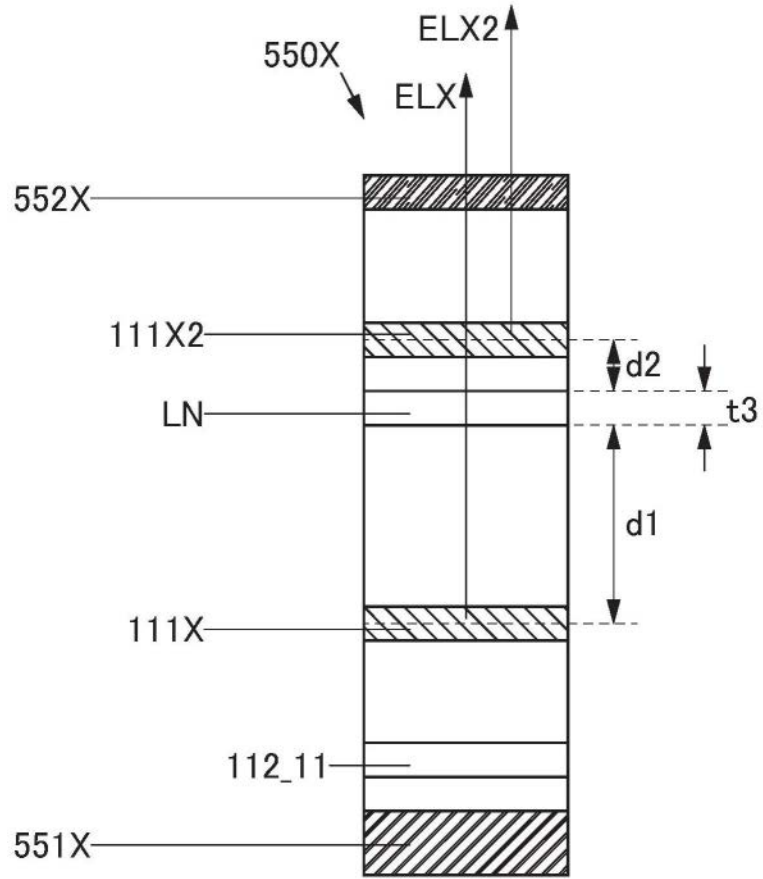


图1A

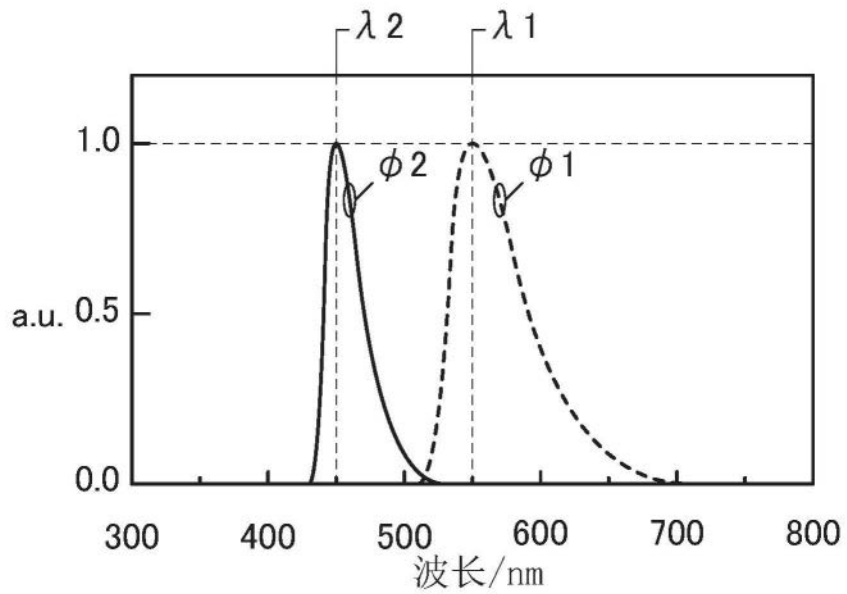


图1B

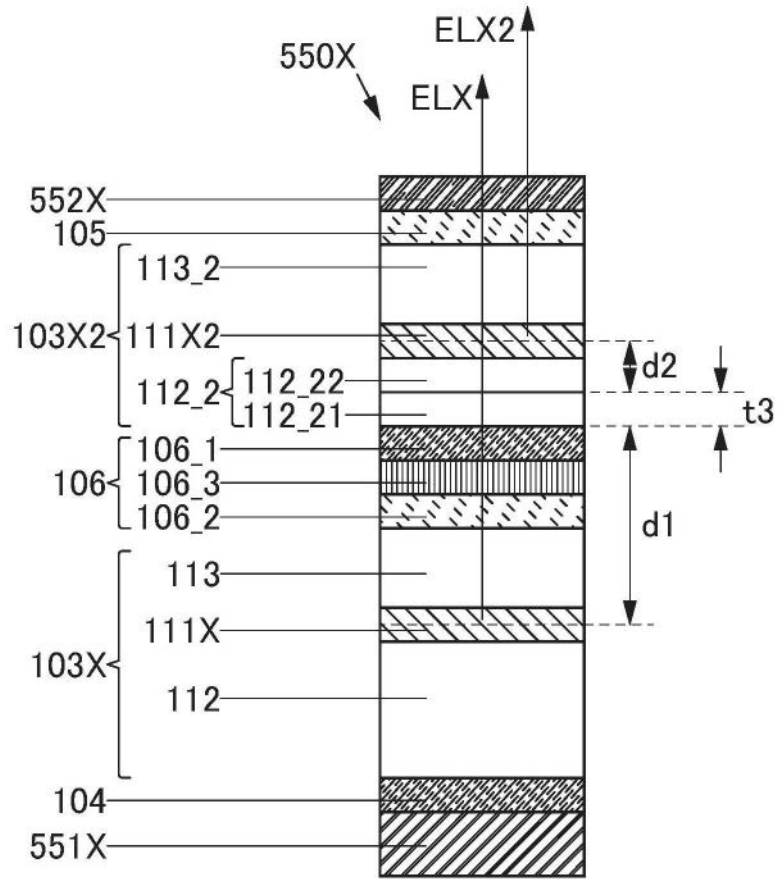


图2

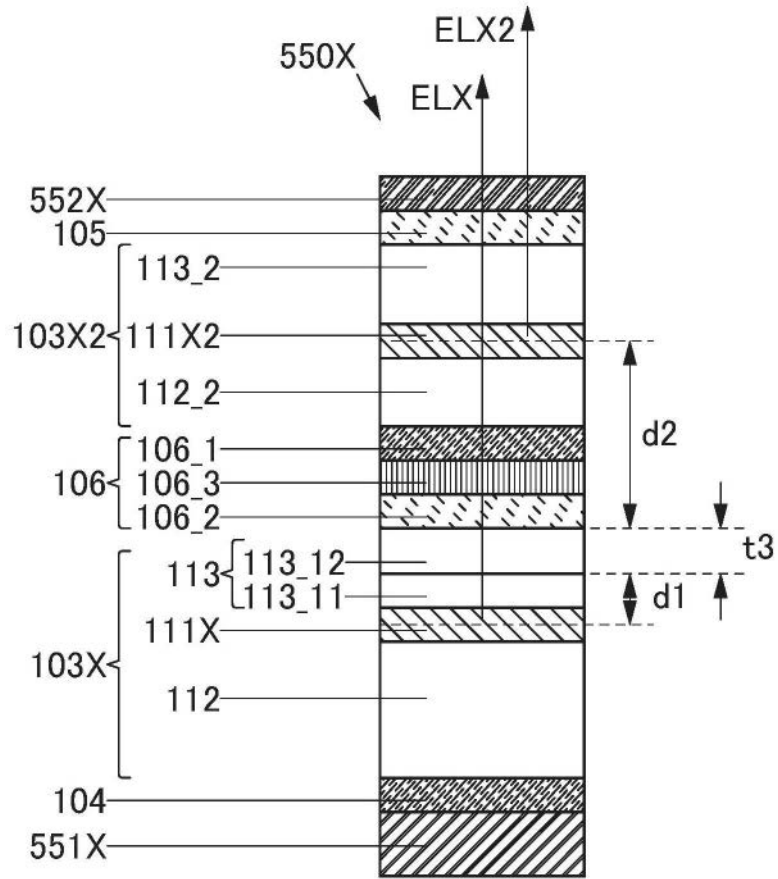


图3

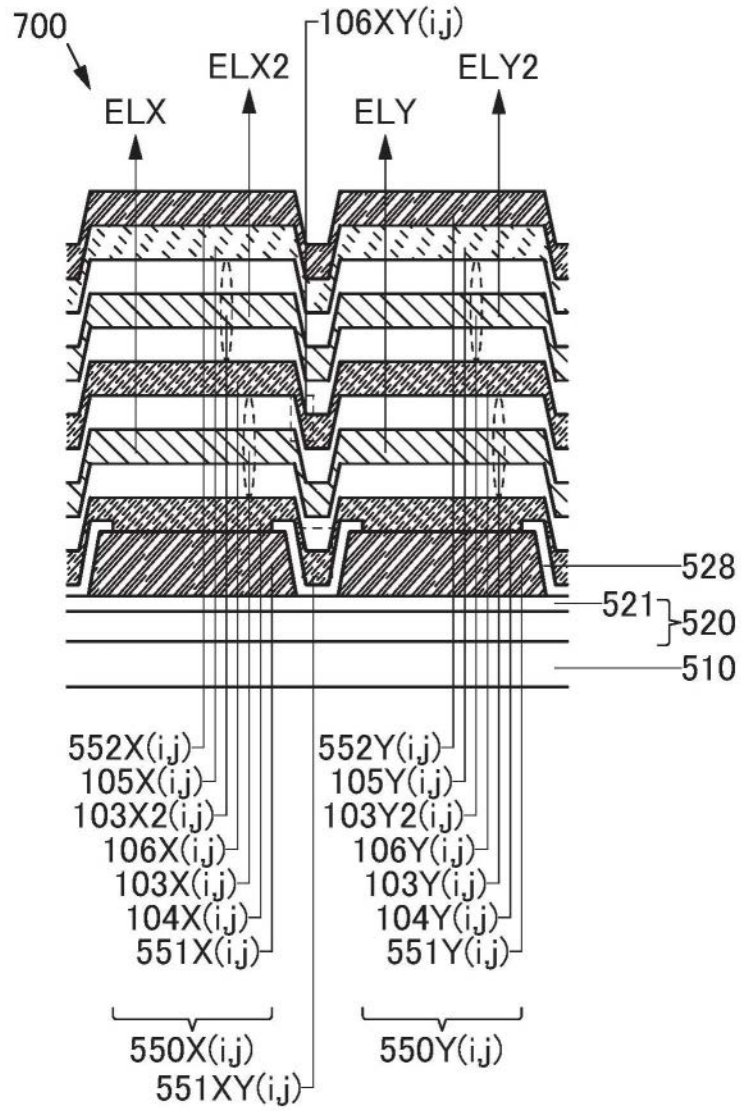


图4

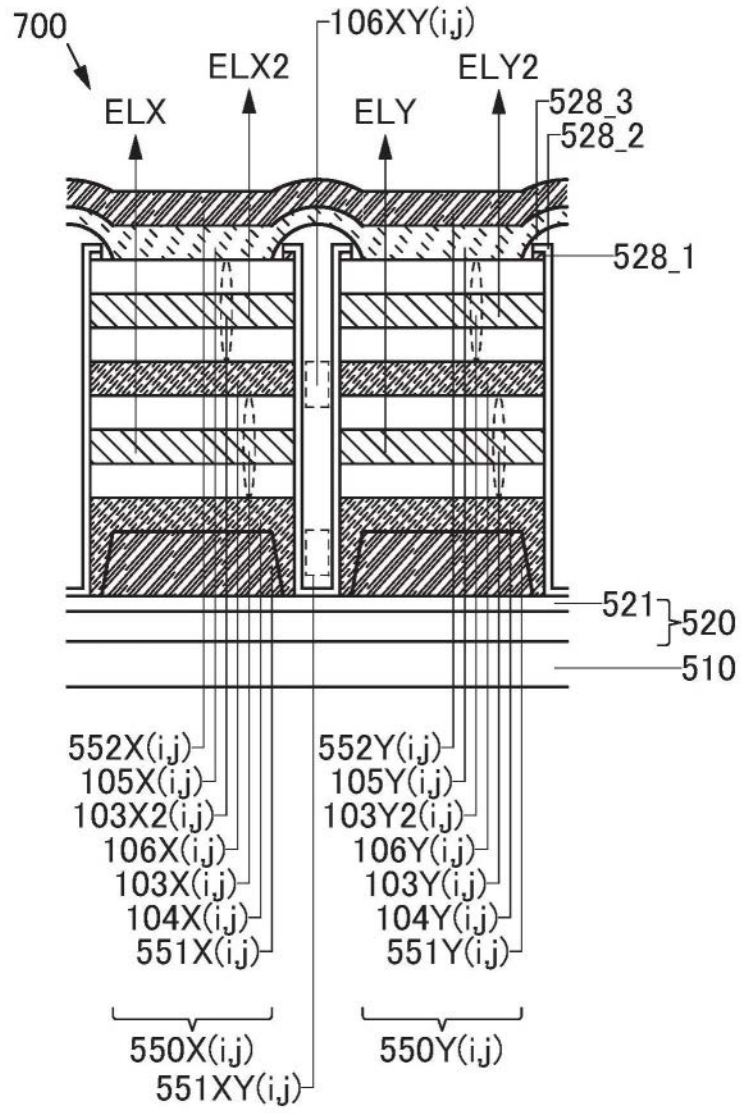


图5

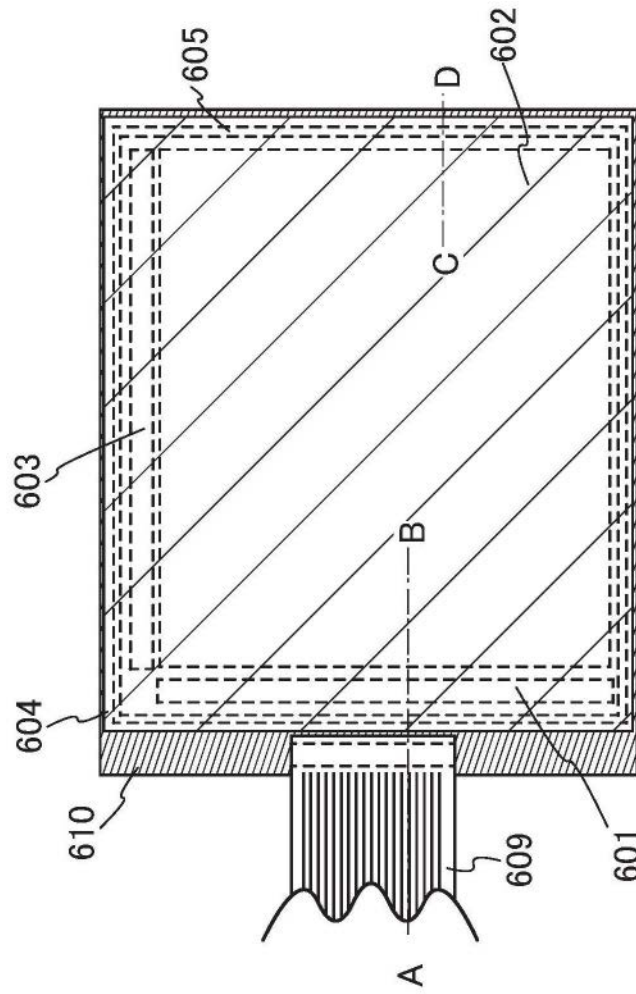


图6A

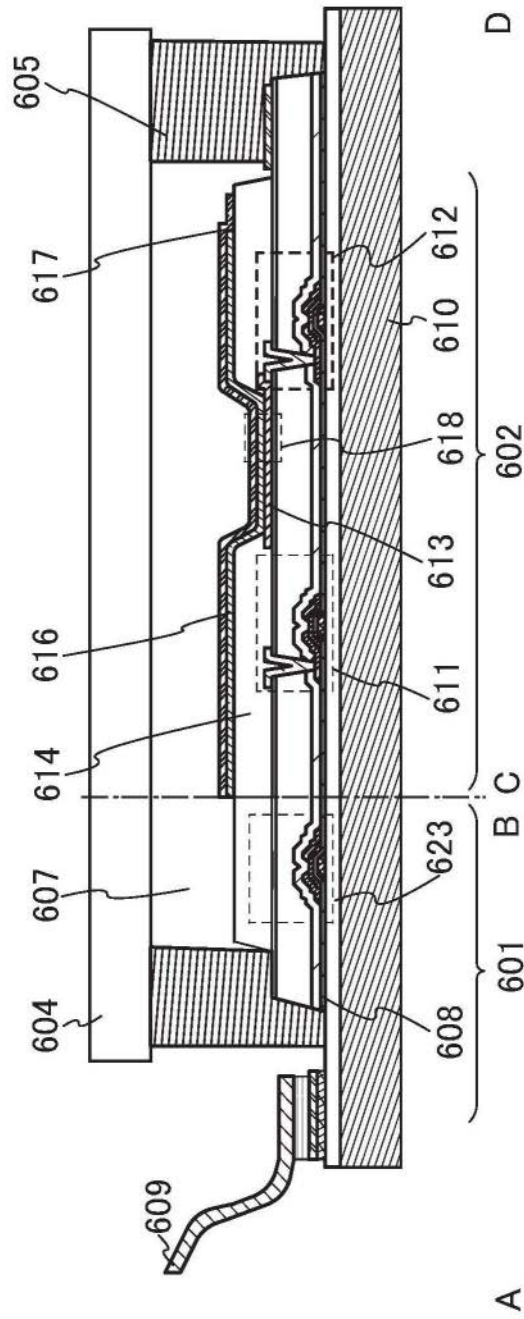


图6B

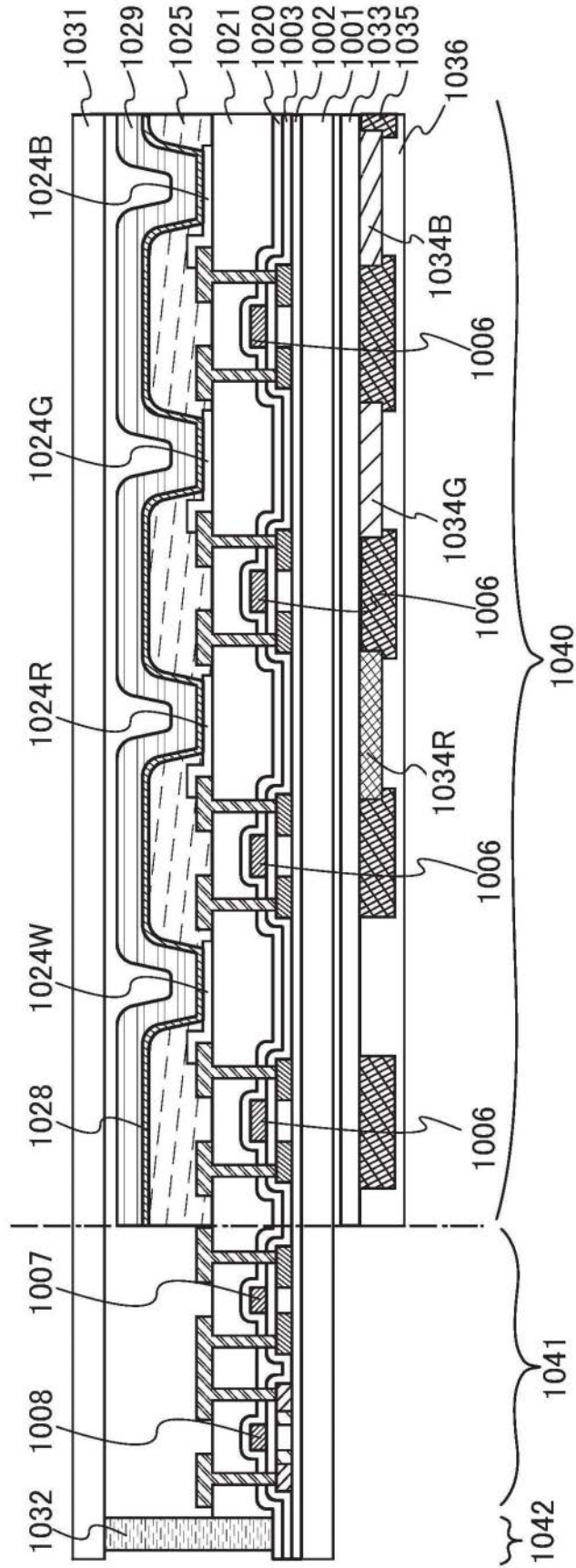


图7A

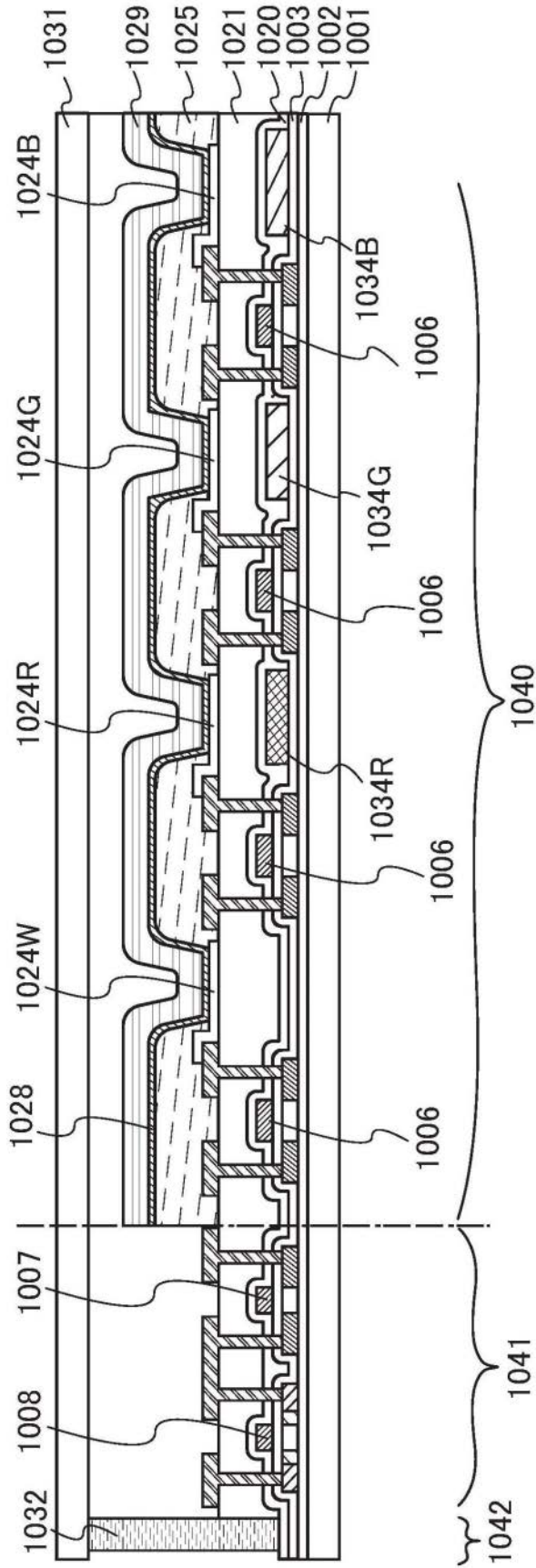


图7B

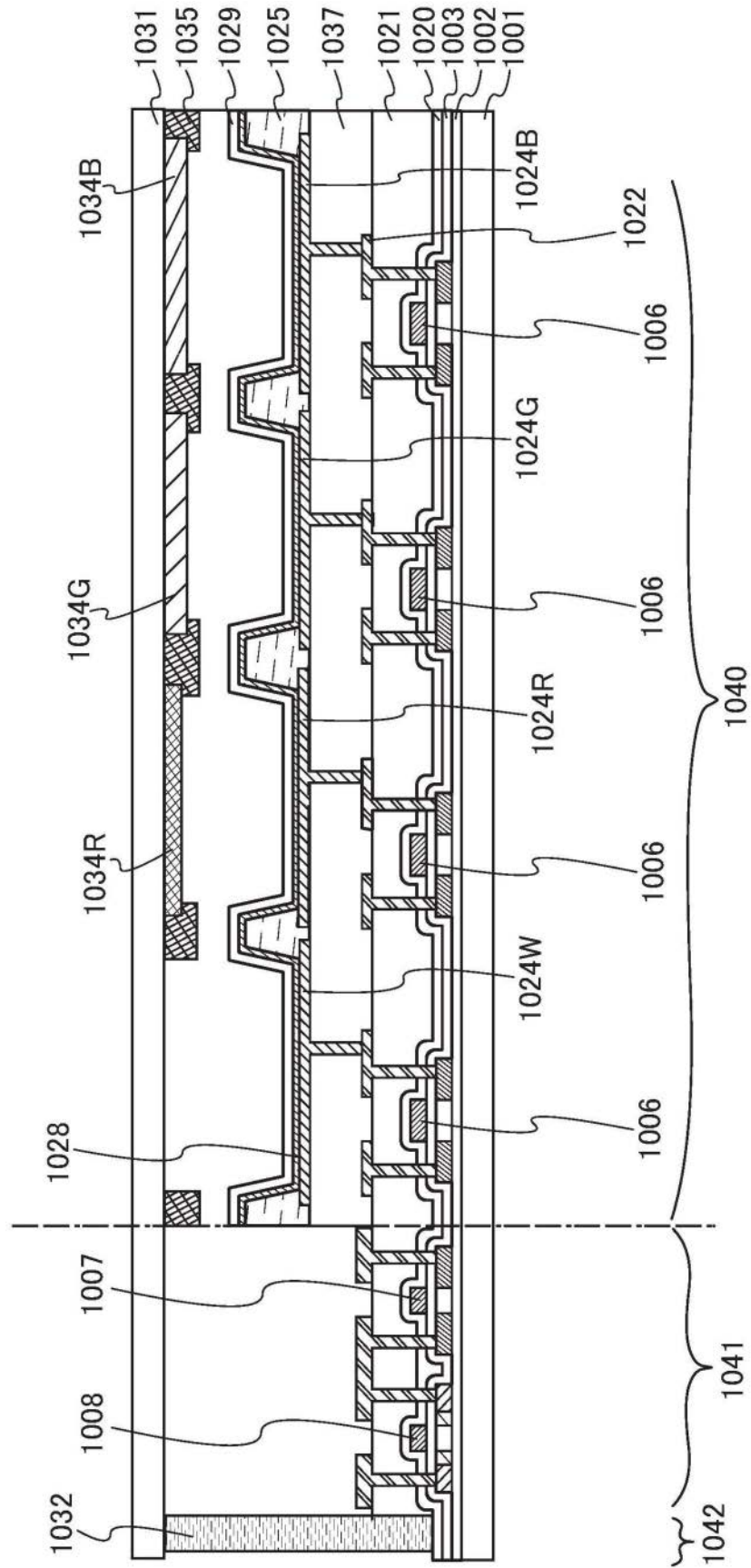


图8

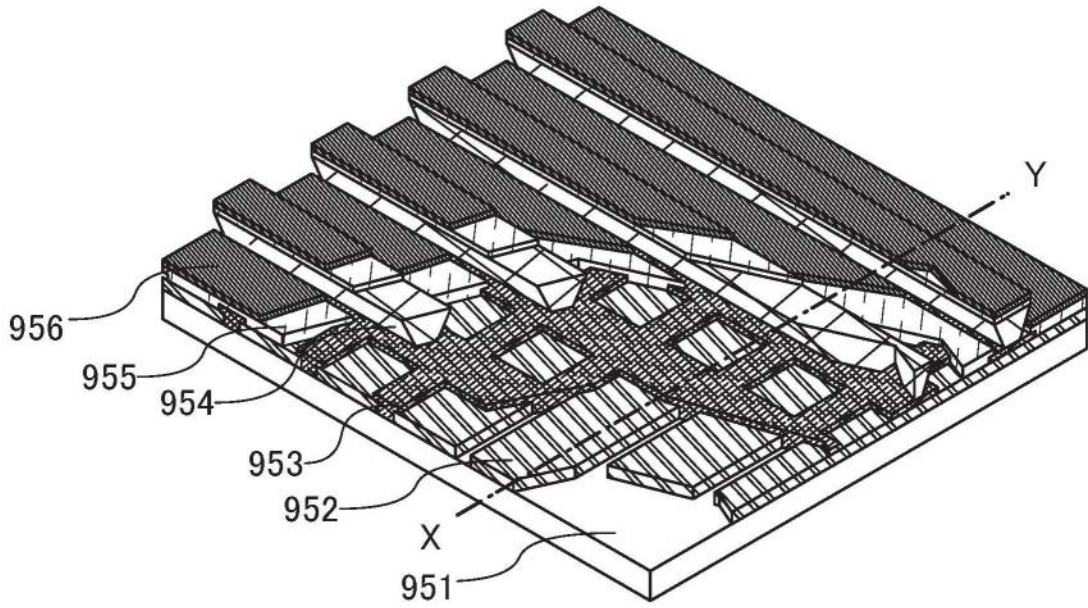


图9A

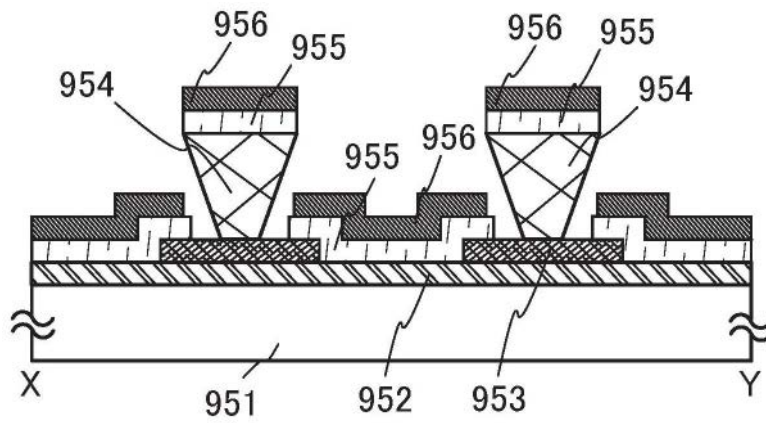


图9B

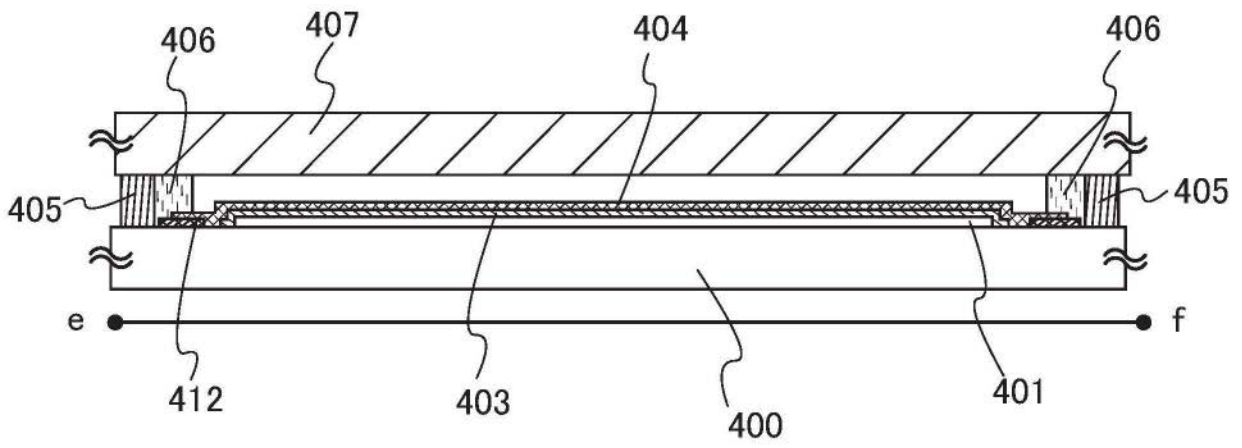


图10A

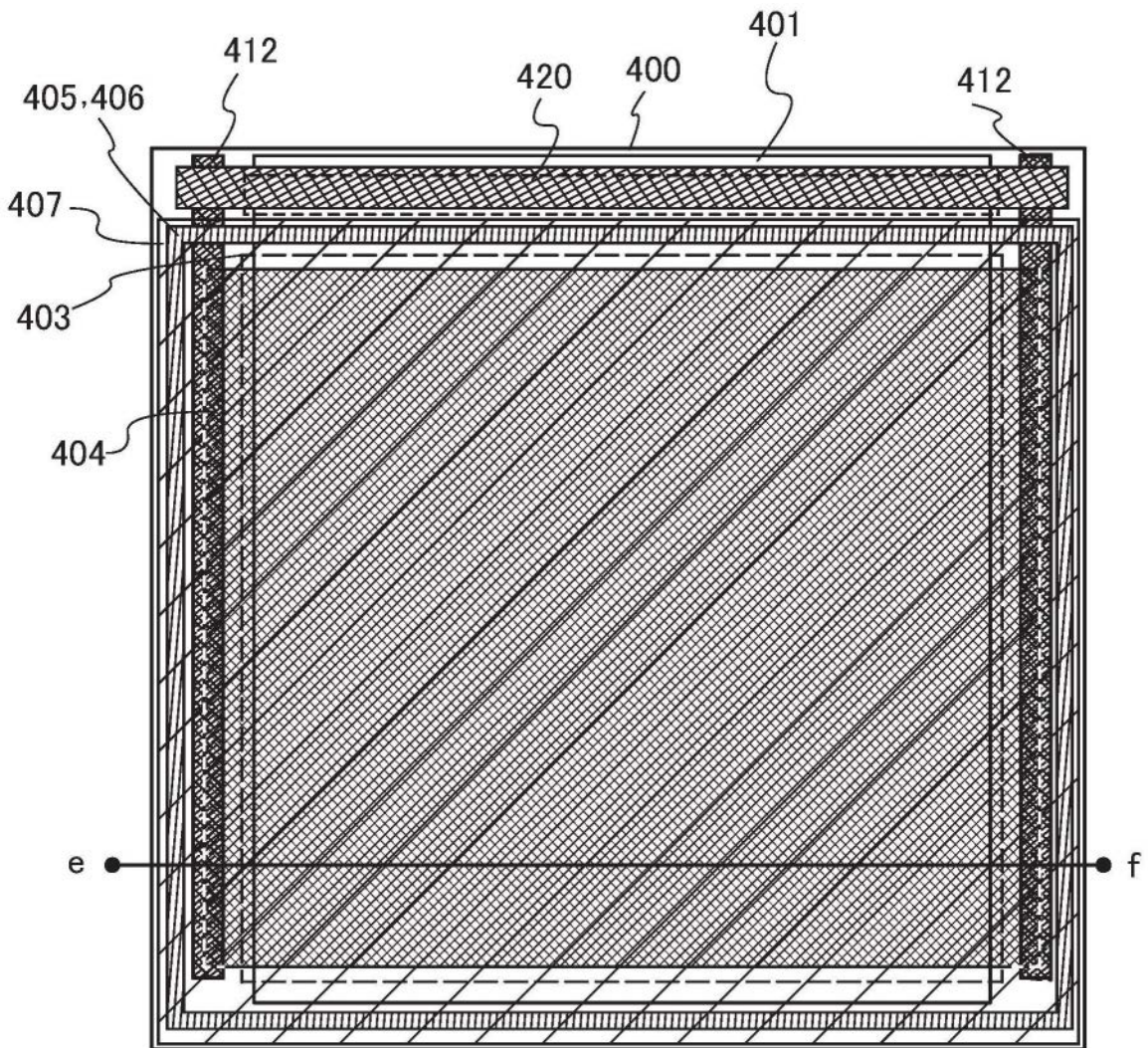


图10B

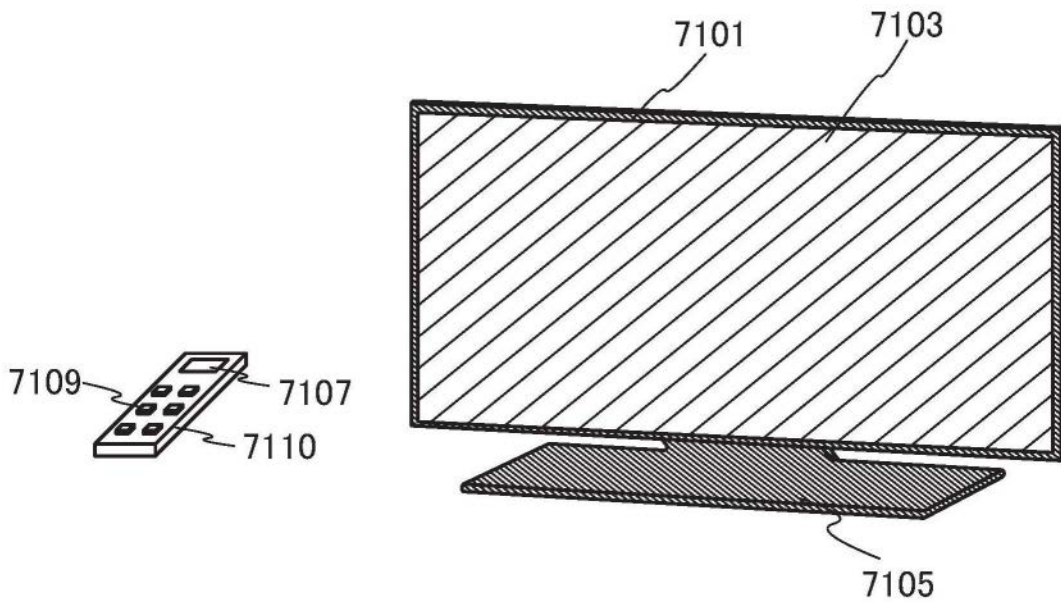


图11A

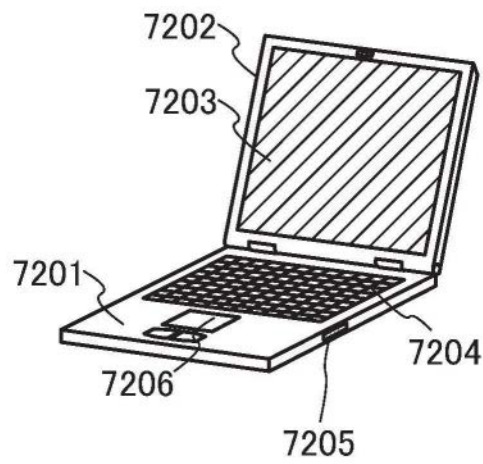


图11B

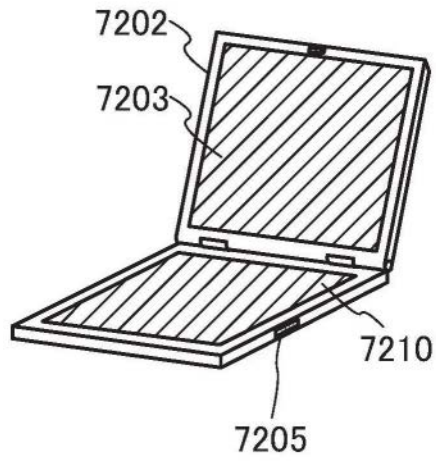


图11C

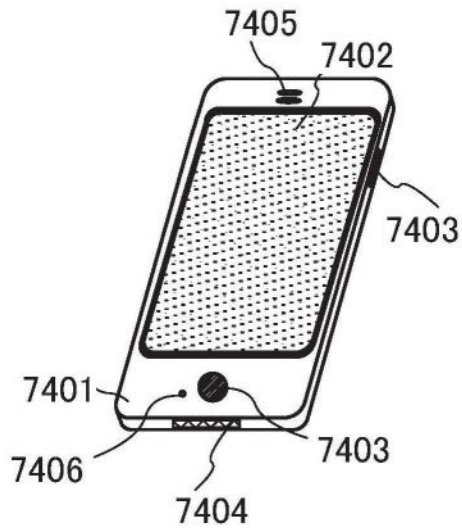


图11D

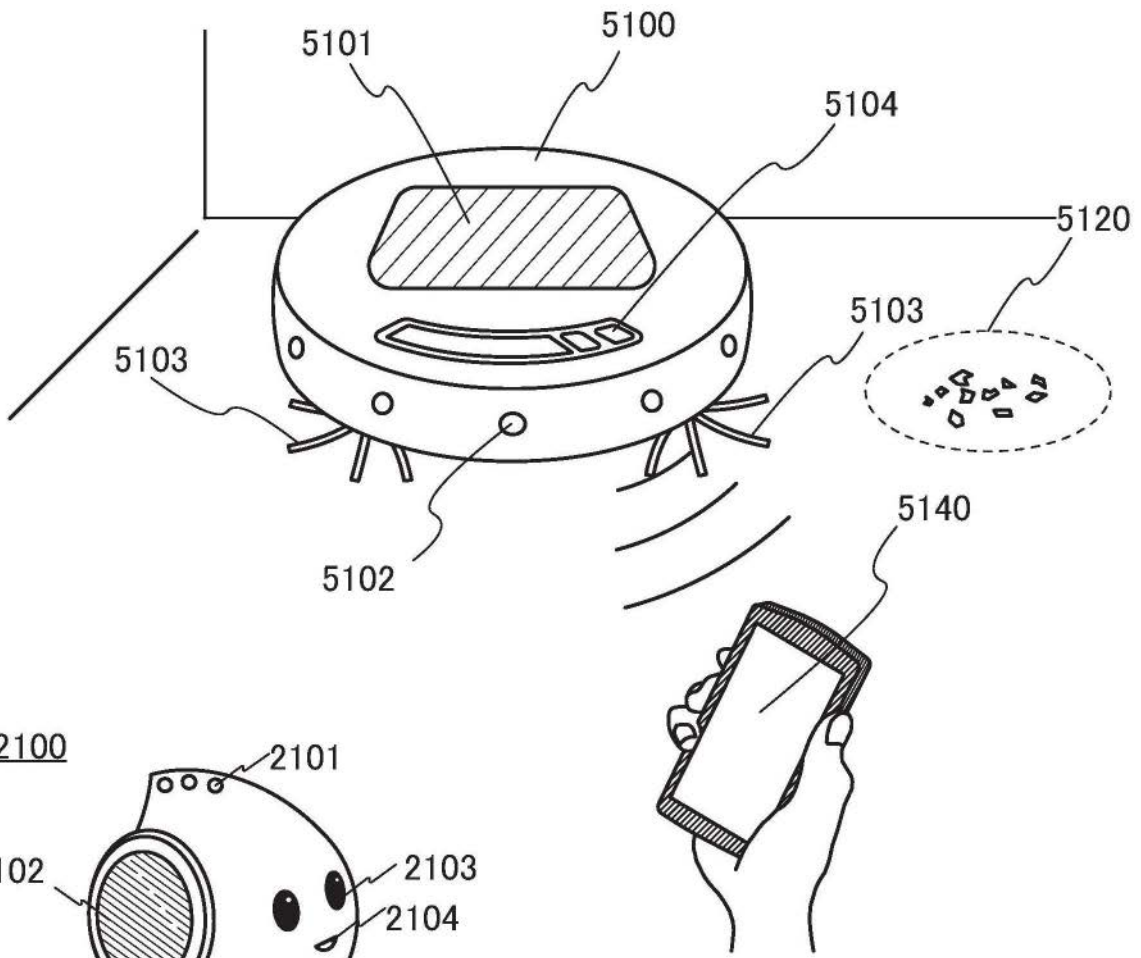


图12A

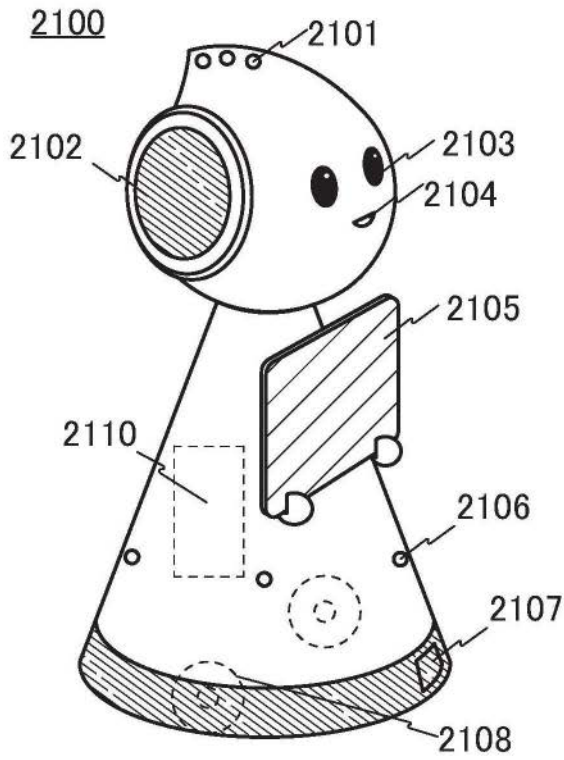


图12B

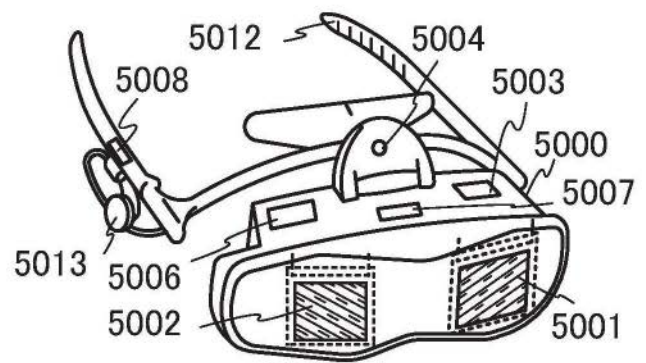


图12C

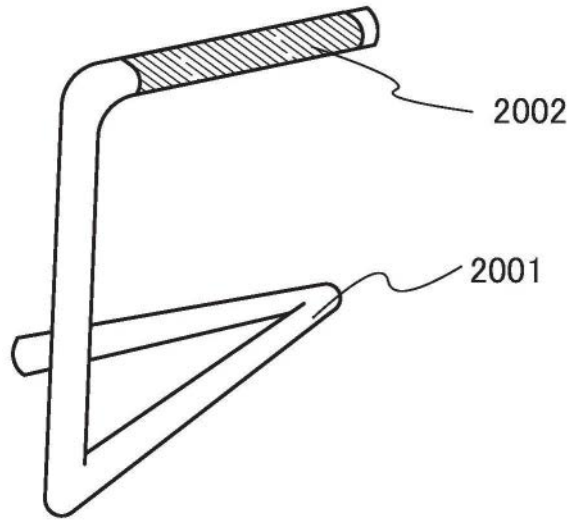


图13

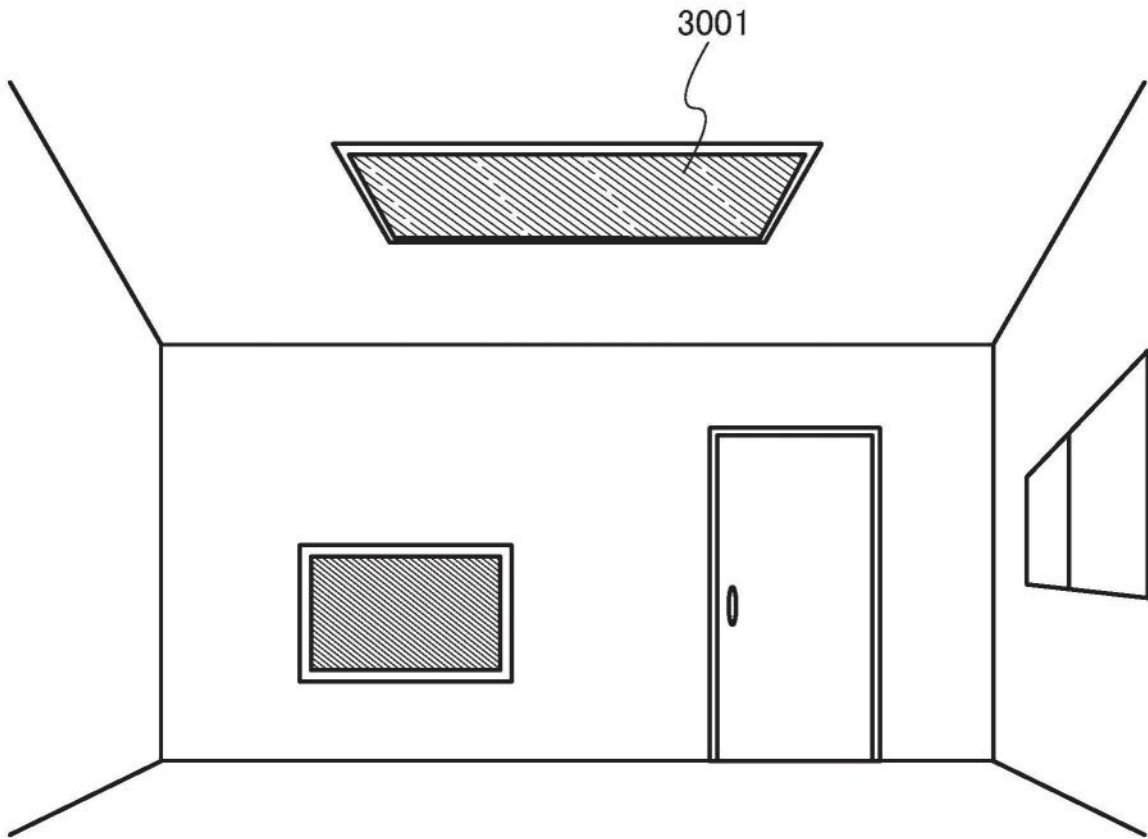


图14

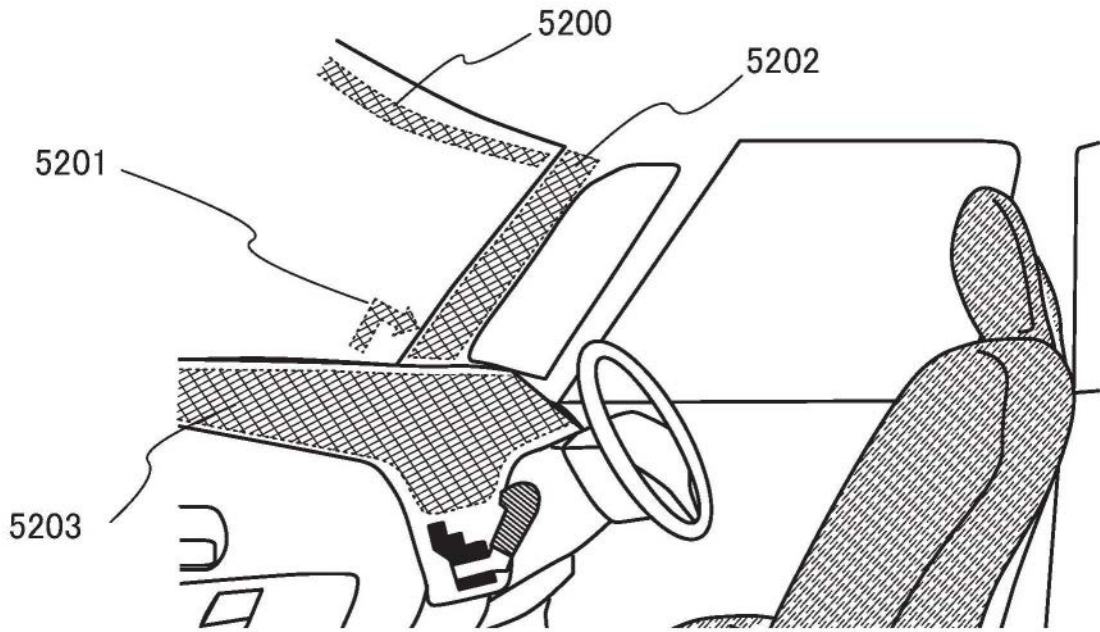


图15

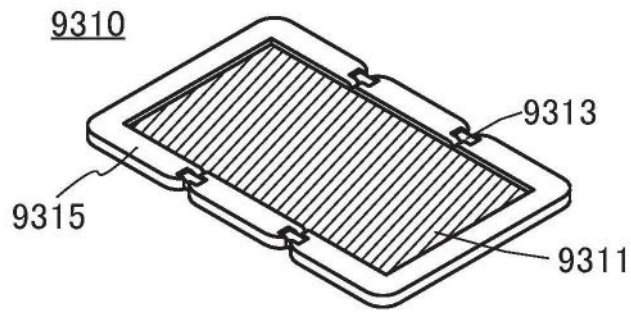


图16A

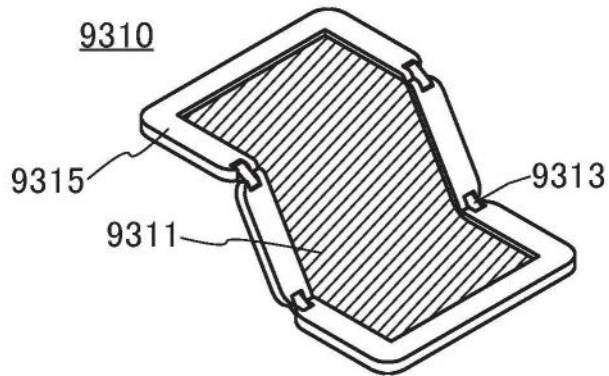


图16B

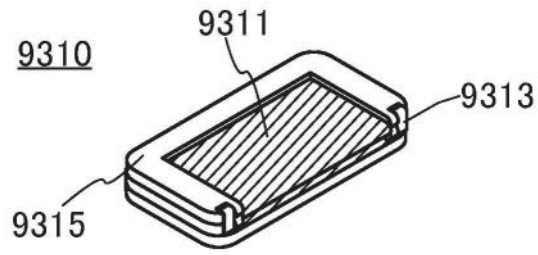


图16C

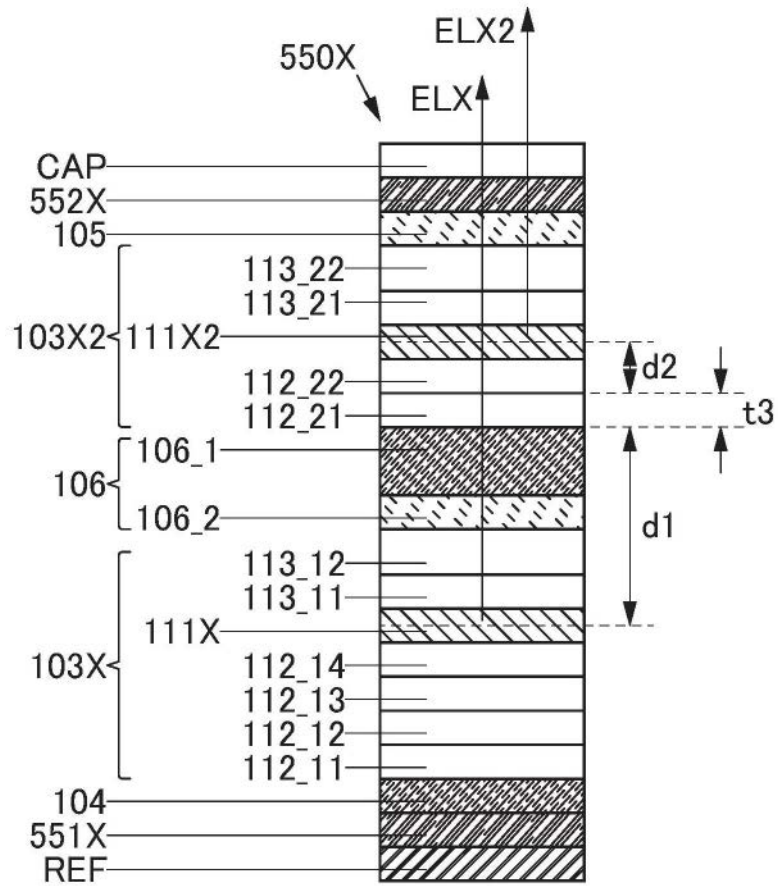


图17A

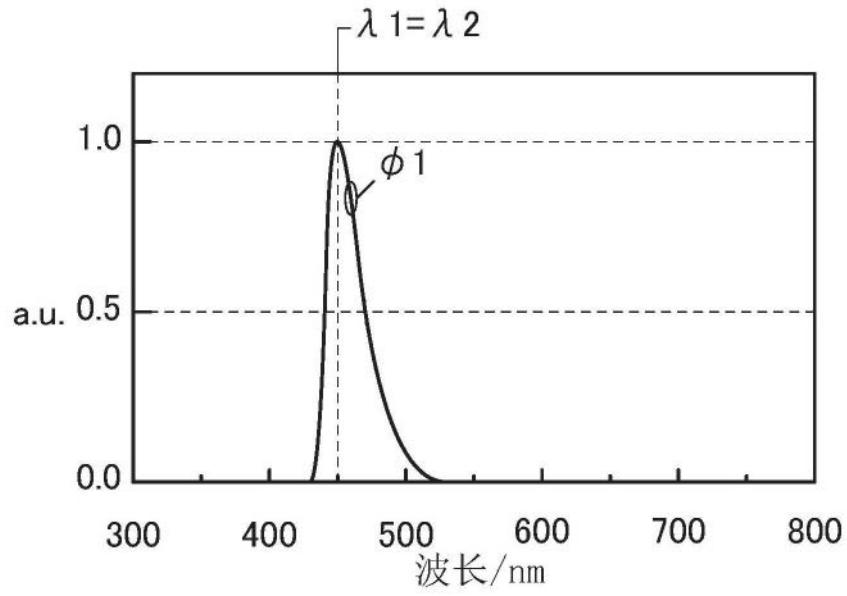


图17B

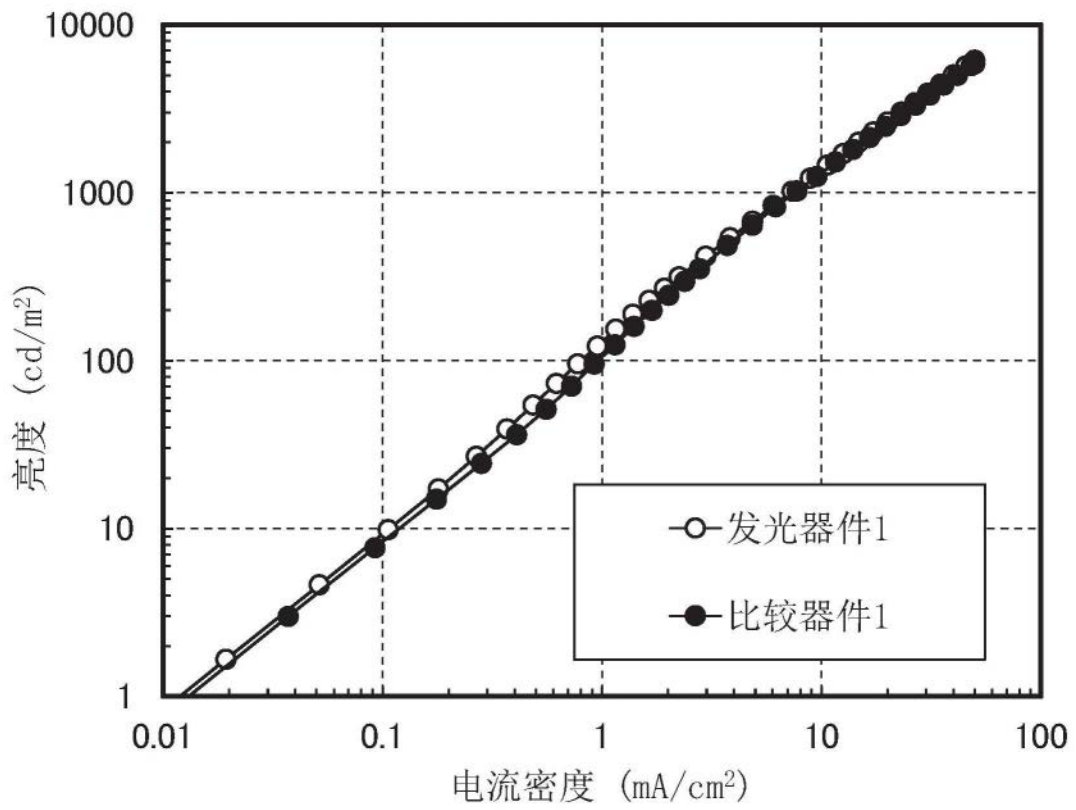


图18

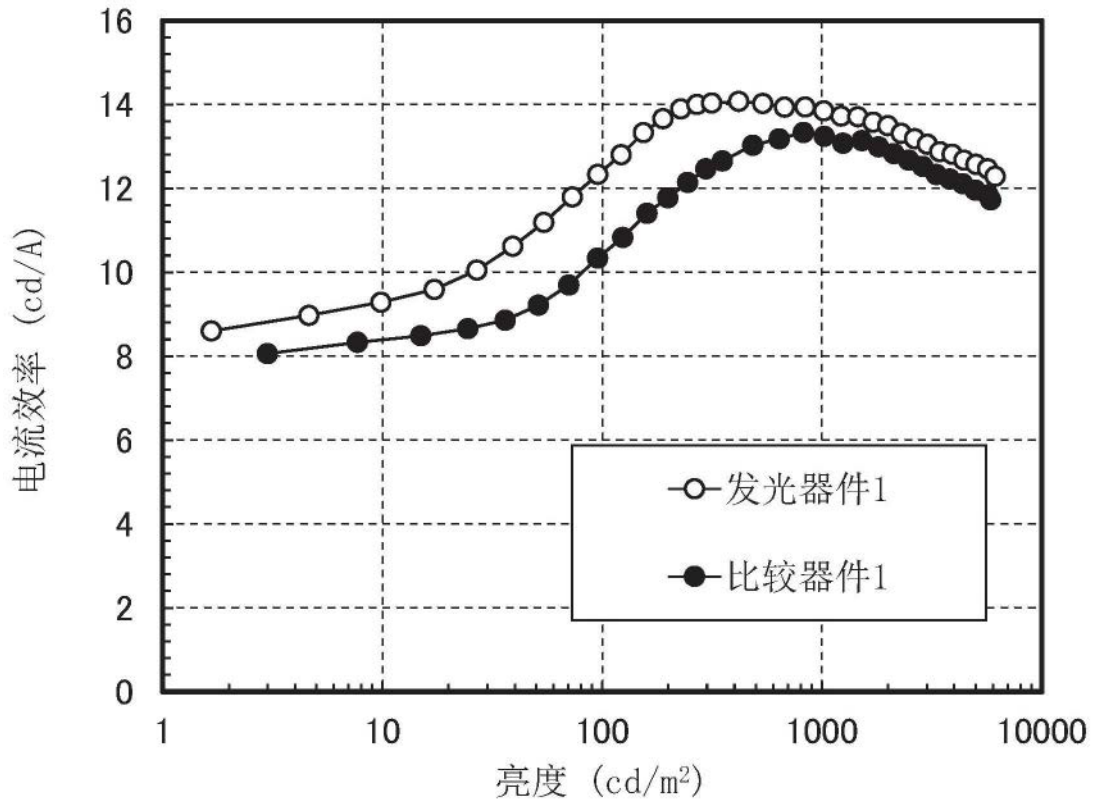


图19

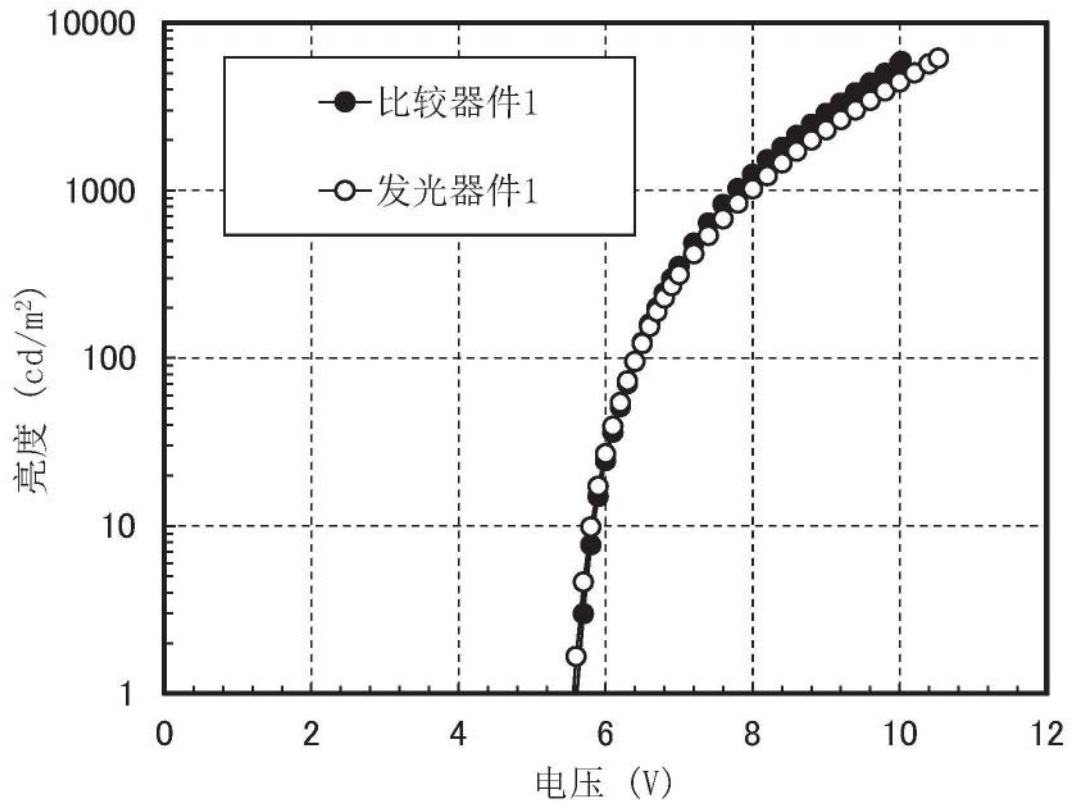


图20

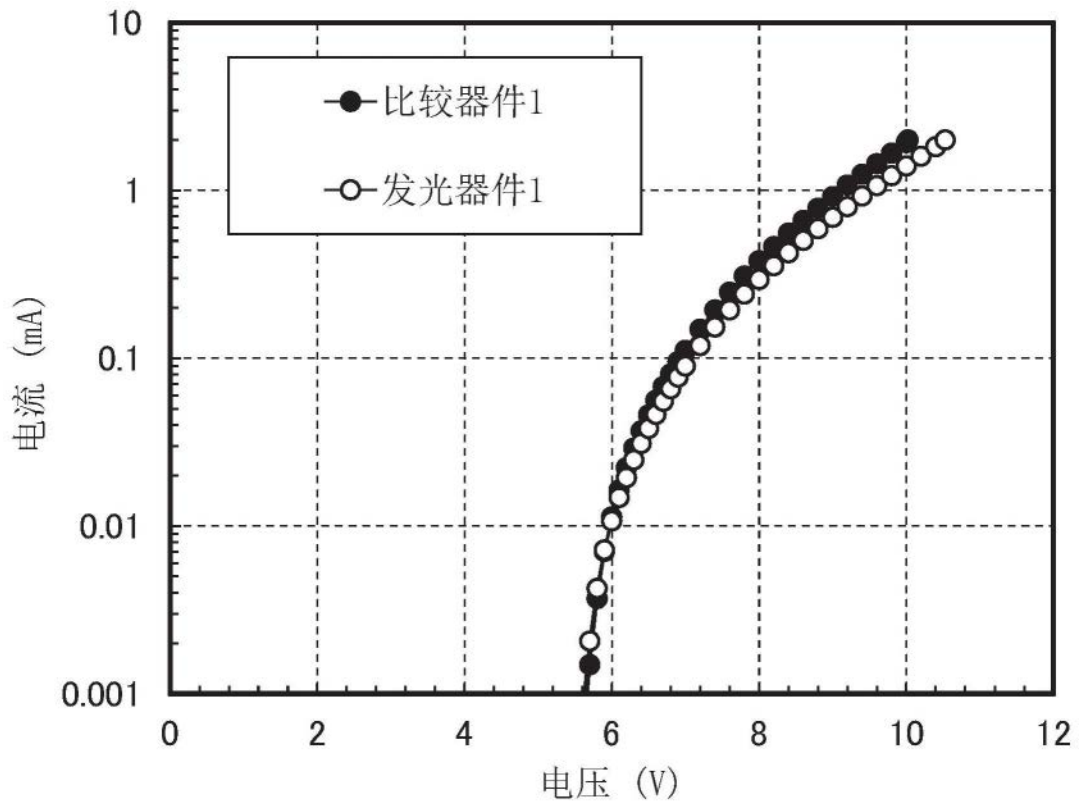


图21

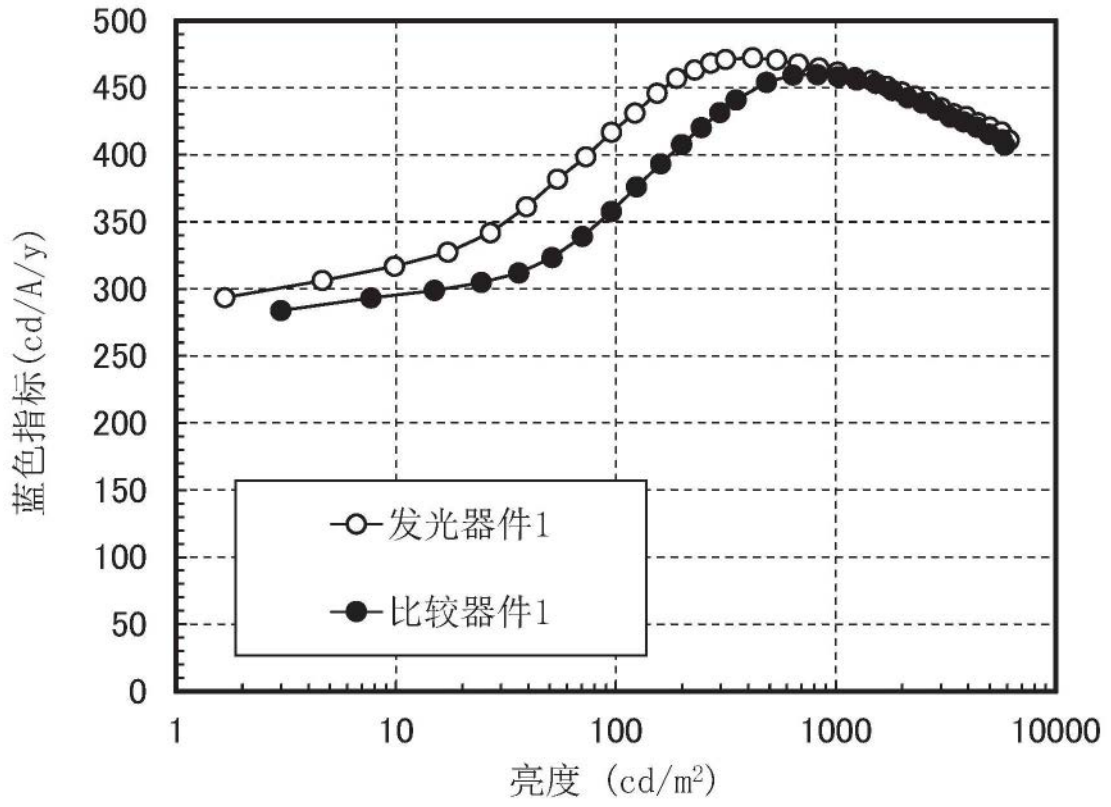


图22

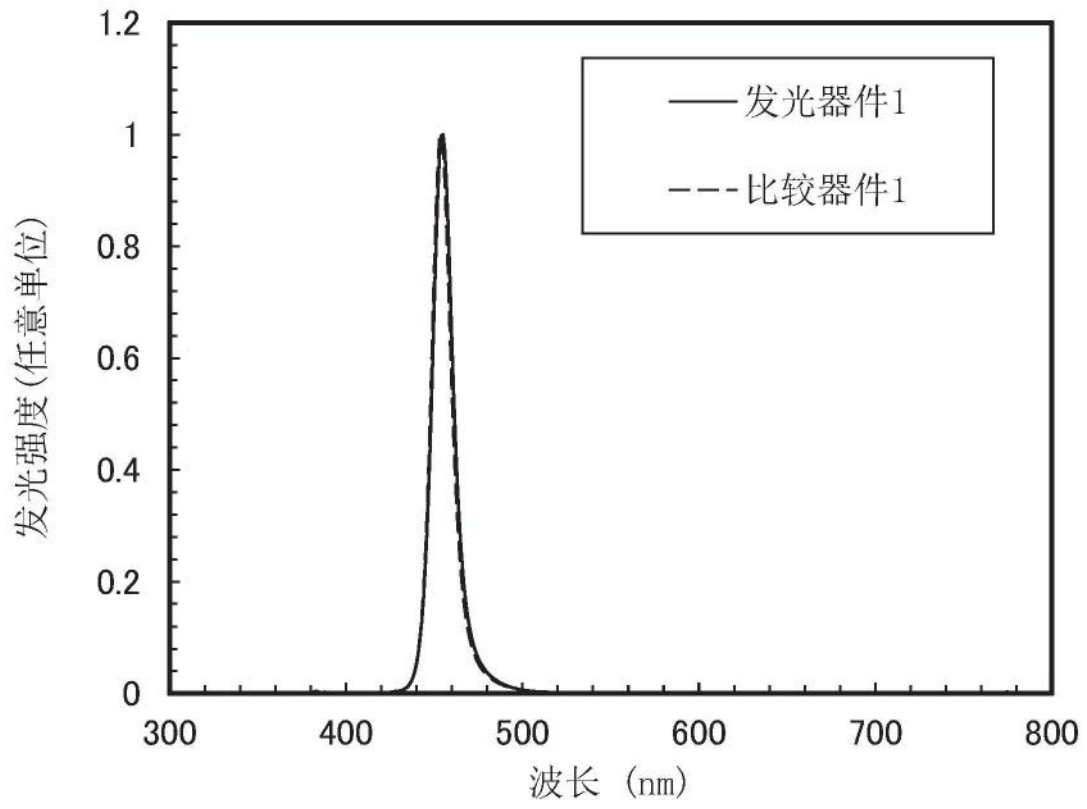


图23

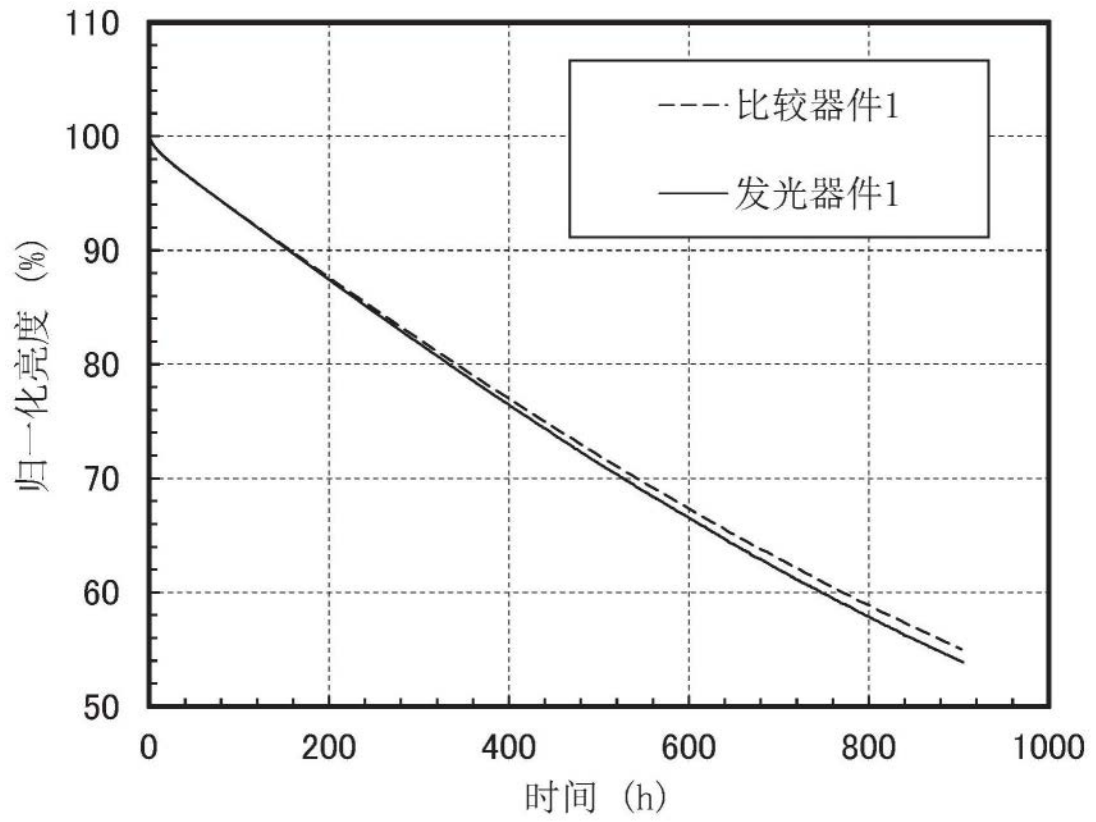


图24