(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 118891970 A
(43)申请公布日 2024.11.01

(21)申请号 202380027960.4

(22)申请日 2023.03.20

(30)优先权数据
2022-059150 2022.03.31 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2024.09.14

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/IB2023/052698 2023.03.20

(87)PCT国际申请的公布数据
WO2023/187545 JA 2023.10.05

(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 佐佐木俊毅 大泽信晴 福崎真也

(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 汤易成 张佳鑫

(51)Int.Cl.
H10K 50/19(2006.01)
H10K 71/20(2006.01)
H10K 71/40(2006.01)
H10K 101/20(2006.01)

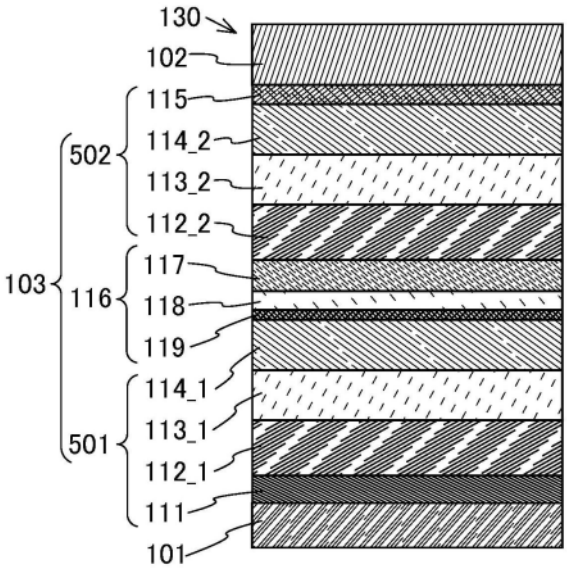
权利要求书1页 说明书60页 附图29页

(54)发明名称

发光器件的制造方法

(57)摘要

提供一种高清晰且高效率的显示装置。提供一种发光器件的制造方法,包括如下步骤:形成第一电极,在第一电极上形成包括在第一发光层与第二发光层之间的包含碱金属或碱金属化合物的中间层的有机化合物层,通过光刻法加工有机化合物层,进行加热处理,以覆盖第一电极及有机化合物层的方式形成第二电极。



CN 118891970 A

1.一种发光器件的制造方法,包括如下步骤:

形成第一电极;

在所述第一电极上形成包括在第一发光层与第二发光层之间的包含碱金属或碱金属化合物的中间层的有机化合物层;

通过光刻法加工所述有机化合物层;进行加热处理;以及

以覆盖所述第一电极及所述有机化合物层的方式形成第二电极。

2.一种发光器件的制造方法,包括如下步骤:

形成第一电极;

在所述第一电极上形成包括在第一发光层与第二发光层之间的包含碱金属或碱金属化合物的中间层的有机化合物层;

在所述有机化合物层上形成牺牲层;

在所述牺牲层上由抗蚀剂形成掩模;

通过光刻法加工所述有机化合物层;

去除所述牺牲层的至少一部分且进行加热处理;以及

以覆盖所述第一电极及所述有机化合物层的方式形成第二电极。

3.一种发光器件的制造方法,包括如下步骤:

形成第一电极;

在所述第一电极上形成包括在第一发光层与第二发光层之间的包含碱金属或碱金属化合物的中间层的有机化合物层;

在所述有机化合物层上形成牺牲层;

在所述牺牲层上由抗蚀剂形成掩模;

通过光刻法加工所述有机化合物层;

形成覆盖所述有机化合物层的侧面的绝缘层;

去除所述牺牲层的至少一部分且进行加热处理;以及

以覆盖所述第一电极及所述有机化合物层的方式形成第二电极。

4.根据权利要求1至3中任一项所述的发光器件的制造方法,

其中以100℃以上的温度进行所述加热处理。

5.根据权利要求1至3中任一项所述的发光器件的制造方法,

其中以100℃以上且120℃以下的温度进行所述加热处理。

6.根据权利要求1至3中任一项所述的发光器件的制造方法,

其中以100℃以上且低于包含在所述有机化合物层的顶面的有机化合物的玻璃转化温度的温度进行所述加热处理。

发光器件的制造方法

技术领域

[0001] 本发明的一个方式涉及一种发光器件的制造方法。

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

背景技术

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

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

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

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

[先行技术文献]

[专利文献]

[0007] [专利文献1]国际专利申请公开第2018/087625号

[专利文献2]日本专利申请公开第2018-201012号公报

发明内容

发明所要解决的技术问题

[0008] 本发明的一个方式的目的之一是提供一种可用于显示品质高的显示装置的发光器件的制造方法。另外,本发明的一个方式的目的之一是提供一种可用于高清晰的显示装置的发光器件的制造方法。另外,本发明的一个方式的目的之一是提供一种可用于高分辨率的显示装置的发光器件的制造方法。另外,本发明的一个方式的目的之一是提供一种可用于可靠性高的显示装置的发光器件的制造方法。另外,本发明的一个方式的目的之一是提供一种可用于方便性、实用性或可靠性优异的新颖的显示装置的发光器件的制造方法。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的显

示模块的制造方法。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的电子设备的制造方法。另外,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、显示装置、新颖的显示模块、新颖的电子设备或新颖的半导体装置的制造方法。

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

解决技术问题的手段

[0010] 本发明的一个方式是一种发光器件的制造方法,包括如下步骤:形成第一电极;在第一电极上形成包括在第一发光层与第二发光层之间的包含碱金属或碱金属化合物的中间层的有机化合物层;通过光刻法加工有机化合物层;进行加热处理;以覆盖第一电极及有机化合物层的方式形成第二电极。

[0011] 此外,本发明的一个方式是一种发光器件的制造方法,包括如下步骤:形成第一电极;在第一电极上形成包括在第一发光层与第二发光层之间的包含碱金属或碱金属化合物的中间层的有机化合物层;在有机化合物层上形成牺牲层;在牺牲层上由抗蚀剂形成掩模;通过光刻法加工有机化合物层;去除牺牲层的至少一部分;进行加热处理;以覆盖第一电极及有机化合物层的方式形成第二电极。

[0012] 此外,本发明的一个方式是一种发光器件的制造方法,包括如下步骤:形成第一电极;在第一电极上形成包括在第一发光层与第二发光层之间的包含碱金属或碱金属化合物的中间层的有机化合物层;在有机化合物层上形成牺牲层;在牺牲层上由抗蚀剂形成掩模;通过光刻法加工有机化合物层;形成覆盖有机化合物层的侧面的绝缘层;去除牺牲层的至少一部分且进行加热处理;以覆盖第一电极及有机化合物层的方式形成第二电极。

[0013] 另外,本发明的一个方式是一种发光器件的制造方法,其中在上述各结构中以100℃以上的温度进行加热处理。

[0014] 另外,本发明的一个方式是一种发光器件的制造方法,其中在上述各结构中以100℃以上且120℃以下的温度进行加热处理。

[0015] 另外,本发明的一个方式是一种发光器件的制造方法,其中在上述各结构中,以100℃以上且低于包含在有机化合物层的顶面的有机化合物的玻璃转化温度的温度进行加热处理。

发明效果

[0016] 本发明的一个方式可以提供一种可用于显示品质高的显示装置的发光器件的制造方法。另外,本发明的一个方式可以提供一种可用于高清晰的显示装置的发光器件的制造方法。另外,本发明的一个方式可以提供一种可用于高分辨率的显示装置的发光器件的制造方法。另外,本发明的一个方式可以提供一种可用于可靠性高的显示装置的发光器件的制造方法。另外,本发明的一个方式可以提供一种可用于方便性、实用性或可靠性优异的新颖的显示装置的发光器件的制造方法。另外,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模块的制造方法。另外,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的制造方法。另外,可以提供一种可用于新颖的显示装置的发光器件、新颖的显示模块、新颖的电子设备或新颖的半导体装置的制造方法。

[0017] 注意,这些效果的记载不妨碍其他效果的存在。本发明的一个方式并不需要具有

所有上述效果。可以从说明书、附图、权利要求书的记载中抽取上述效果以外的效果。

附图简要说明

[0018] 图1A及图1B是示出发光器件的图。

图2A至图2D是示出发光器件的制造方法的一个例子的截面图。

图3A至图3D是示出发光器件的制造方法的一个例子的截面图。

图4A至图4D是示出发光器件的制造方法的一个例子的截面图。

图5A至图5C是示出发光器件的制造方法的一个例子的截面图。

图6A及图6B是发光装置的俯视图及截面图。

图7A至图7D是示出发光器件的图。

图8A至图8E是示出显示装置的制造方法的一个例子的截面图。

图9A至图9D是示出显示装置的制造方法的一个例子的截面图。

图10A至图10D是示出显示装置的制造方法的一个例子的截面图。

图11A至图11C是示出显示装置的制造方法的一个例子的截面图。

图12A至图12C是示出显示装置的制造方法的一个例子的截面图。

图13A至图13C是示出显示装置的制造方法的一个例子的截面图。

图14A及图14B是示出显示模块的结构例子的立体图。

图15A及图15B是示出显示装置的结构例子的截面图。

图16A至图16D是示出电子设备的一个例子的图。

图17A至图17F是示出电子设备的一个例子的图。

图18是示出发光器件1及比较发光器件2的亮度-电流密度特性的图。

图19是示出发光器件1及比较发光器件2的亮度-电压特性的图。

图20是示出发光器件1及比较发光器件2的电流效率-亮度特性的图。

图21是示出发光器件1及比较发光器件2的电流密度-电压特性的图。

图22是示出发光器件1及比较发光器件2的电流效率-电流密度特性的图。

图23是示出发光器件1及比较发光器件2的发射光谱的图。

图24是示出参考发光器件3及比较发光器件4的亮度-电流密度特性的图。

图25是示出参考发光器件3及比较发光器件4的亮度-电压特性的图。

图26是示出参考发光器件3及比较发光器件4的电流效率-亮度特性的图。

图27是示出参考发光器件3及比较发光器件4的电流密度-电压特性的图。

图28是示出参考发光器件3及比较发光器件4的发射光谱的图。

图29是示出样品1的TDS分析结果的图。

图30是示出比较样品2的TDS分析结果的图。

图31是示出比较样品3的TDS分析结果的图。

实施发明的方式

[0019] 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。

[0020] 注意,在以下说明的发明的结构中,在不同的附图之间共同使用相同的附图标记

来表示相同的部分或具有相同功能的部分,而省略其重复说明。此外,当表示具有相同功能的部分时有时使用相同的阴影线,而不特别附加附图标记。

[0021] 另外,为了便于理解,有时附图中示出的各构成要素的位置、大小及范围等并不表示其实际的位置、大小及范围等。因此,所公开的本发明并不必然限于附图中公开的位置、大小及范围等。

[0022] 另外,根据情况或状态,可以互相调换“膜”和“层”。例如,可以将“导电层”变换为“导电膜”。此外,可以将“绝缘膜”变换为“绝缘层”。

[0023] 注意,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)制造的器件称为MM(Metal Mask)结构的器件。此外,在本说明书等中,有时将不使用金属掩模或FMM制造的器件称为具有MML(Metal Mask Less)结构的器件。

[0024] 在本说明书等中,有时将空穴或电子表示为“载流子”。具体而言,有时将空穴注入层或电子注入层称为“载流子注入层”,将空穴传输层或电子传输层称为“载流子传输层”,将空穴阻挡层或电子阻挡层称为“载流子阻挡层”。注意,上述载流子注入层、载流子传输层及载流子阻挡层有时无法根据截面形状或特性等明确地进行区分。另外,有时一个层兼具有载流子注入层、载流子传输层和载流子阻挡层中的两者或三者的功能。

[0025] 在本说明书等中,发光器件(也被称为发光元件)在一对电极间包括EL层。EL层至少包括发光层。在本说明书等中,受光器件(也被称为受光元件)在一对电极间至少包括用作光电转换层的活性层。在本说明书等中,有时将一对电极中的一方记为像素电极且另一方记为公共电极。

[0026] 本说明书等中,锥形形状是指构成要素的侧面的至少一部分相对于衬底面倾斜地设置的形状。例如,优选具有倾斜的侧面和衬底面(也称为锥角)小于90°的区域。注意,构成要素的侧面及衬底面不一定必须完全平坦,也可以是具有微小曲率的近似平面状或具有微细凹凸的近似平面状。

[0027] (实施方式1)

作为将有机半导体膜制造成规定形状的方法之一,广泛地采用使用金属掩模的真空蒸镀法(掩模蒸镀)。但是,最近,随着高密度化、高清晰化的进展,由于以位置对准精度、与衬底的配置间隔的问题为代表的各种原因,掩模蒸镀的进一步高清晰化接近极限。另一方面,通过利用光刻法加工有机半导体膜的形状,可以形成更致密的图案。此外,由于上述方法容易实现大面积化,所以进行了有关使用光刻法的有机半导体膜的加工的研究。

[0028] 有机EL元件在电极间(第一电极与第二电极间)包括包含发光物质的有机化合物层(相当于上述有机半导体膜)且具有通过使从电极注入到该有机化合物层的载流子(空穴及电子)复合而产生的能量获得发光的结构。

[0029] 在此,由于在有机化合物层中电流不容易流过且其能垒大,所以在注入载流子尤其注入电子时基本上需要高电压。因此,现在,作为接触于阴极的电子注入层例如使用锂(Li)等碱金属或该碱金属的化合物,来实现低电压化。

[0030] 但是,在利用上述光刻法制造包括上述包含碱金属或碱金属化合物的有机半导体层的发光器件时,有如下问题:因大气中的氧或水、工序中的药液或水的影响而导致驱动电压的大幅度上升或者电流效率的显著下降。

[0031] 作为解决上述问题的手段之一,有如下方法:在形成发光器件的有机化合物层的

中途(在形成包含碱金属或碱金属化合物的层之前)进行光刻工序。就是说,在采用这个方法时,在形成电子注入层之前的阶段通过光刻法加工有机化合物层,然后进行电子注入层的形成工序及之后的工序,由此可以避免特性下降。

[0032] 然而,串联型发光器件不能应用上述避免方法,不能避免起因于利用光刻工序的特性的大幅度下降。

[0033] 这是因为:串联型发光器件包括具有多个发光层隔着中间层串联层叠的结构的有机半导体层,该中间层包括含有碱金属或碱金属化合物的层,以对阳极侧的发光层注入电子。中间层存在于发光层与发光层间,所以在利用光刻法加工发光层时中间层也一定暴露于光刻工序。

[0034] 因此,通过中间层中的含有碱金属或碱金属化合物的层暴露于光刻工序,与将电子注入层暴露于光刻工序的情况同样,导致发光器件的驱动电压的大幅度上升和电流效率的显著下降。

[0035] 本发明人等发现:包含碱金属或碱金属化合物的层具有容易吸附大气中的水的性质,这是由于将该层暴露于光刻工序而导致发光器件的驱动电压大幅度上升及电流效率显著降低的原因,并且,通过进行从该层充分去除水的工序,即使将该层暴露于光刻工序也可以制造特性良好的串联型发光器件。

[0036] 于是,在本发明的一个方式的发光器件的制造方法中,在利用光刻法加工包含碱金属或碱金属化合物的有机化合物层的工序之后进行加热处理。

[0037] 通过利用这种方法制造发光器件,可以从包含碱金属或碱金属化合物的有机化合物层充分去除水。因此,可以抑制发光器件的驱动电压的大幅度上升,并可以防止电流效率的降低。其结果是,可以得到具有良好特性的发光器件。另外,可以提供一种能够进行足以用于VR、AR等的高清晰显示且特性良好的显示装置。

[0038] 图1A示出可以利用本发明的一个方式的发光器件的制造方法制造的发光器件的一个例子的发光器件130。发光器件130是包括在包含阳极的第一电极101与包含阴极的第二电极102之间具有多个发光单元的有机化合物层103的串联型发光器件。在发光器件130中,作为有机化合物层103包括具有第一发光层113_1的第一发光单元501、具有第二发光层113_2的第二发光单元502以及中间层116。

[0039] 注意,在本实施方式中,以作为有机化合物层103包括一个中间层116及两个发光单元的发光器件为例说明本发明的一个方式的发光器件的制造方法,但是通过本发明的一个方式的发光器件的制造方法,也可以制造作为有机化合物层103包括n(n为1以上的整数)层的中间层(也称为电荷产生层)及n+1层的发光单元的发光器件。例如,图1B所示的发光器件130是串联型发光器件的例子,其中,n为2,并且作为有机化合物层103包括第一发光单元501、第一中间层116_1、第二发光单元502、第二中间层116_2及第三发光单元503。各发光单元中的发光层所呈现的光的色域既可以相同又可以不同。另外,该发光层既可以具有单层又可以具有叠层结构。例如,通过采用第一发光单元及第三发光单元呈现蓝色区域的发光且第二发光单元中的具有叠层结构的发光层呈现红色区域的发光及绿色区域的发光的结构,可以得到白色发光。

[0040] 另外,发光器件130是利用光刻法的本发明的一个方式的发光器件的制造方法制造的发光器件,有机化合物层103中的至少第二发光层113_2及比第二发光层113_2更靠近

第一电极101一侧的各层被同时加工,所以其端部在垂直方向上大致对齐。

[0041] 另外,在发光器件130中,中间层116至少包含碱金属或碱金属化合物。更具体而言,中间层116是包括N型层119及P型层117的层,N型层119优选包含碱金属或碱金属化合物。作为碱金属的具体例子,可以举出锂、钠、钾、铷、铯、钫等。作为碱金属化合物的具体例子,可以举出上述碱金属的化合物,例如可以举出氧化锂等锂化合物。此外,除了碱金属或碱金属化合物以外,N型层119还可以包含具有电子传输性的有机化合物。

[0042] 另外,P型层117比N型层119更靠近第二电极102一侧。此外,N型层119和P型层117之间也可以设置有用来顺利地进行这两个层之间的电子授受的电子中继层118。

[0043] 另外,第一发光单元501及第二发光单元502也可以除了发光层以外还包括其他功能层。在图1A中,第一发光单元501中除了第一发光层113_1以外还设置有空穴注入层111、第一空穴传输层112_1及第一电子传输层114_1,第二发光单元502中除了第二发光层113_2以外还设置有第二空穴传输层112_2、第二电子传输层114_2及电子注入层115,但是本发明的有机化合物层103的结构不局限于此,既可以没有设置上述层中的任意层,又可以设置有其他层。作为其他层,典型地有载流子阻挡层、激子阻挡层等。

[0044] 另外,中间层116包括N型层119,所以该N型层119被用作阳极一侧的发光单元中的电子注入层。因此,阳极一侧的发光单元(图1A中的第一发光单元501)可以包括或不包括电子注入层。另外,同样地,中间层116包括P型层117,所以该P型层117被用作阴极一侧的发光单元中的空穴注入层。因此,阴极一侧的发光单元(图1A中的第二发光单元502)可以包括或不包括空穴注入层。

[0045] 接着,参照图2至图5说明本发明的一个方式的发光器件的制造方法。

[0046] 首先,如图2A所示,在衬底105上形成第一电极101。

[0047] 第一电极101例如可以通过光刻法形成。具体而言,在形成在衬底105上的导电膜上形成抗蚀剂掩模之后,通过蚀刻法去除导电膜的一部分。例如可以通过湿蚀刻法去除导电膜的一部分。此外,也可以通过干蚀刻法去除导电膜的一部分。

[0048] 接着,如图2B所示,在衬底105及第一电极101上形成将在后面成为有机化合物层103的有机化合物膜103f。注意,在图2至图5中,为了简化起见,只示出有机化合物膜103f所包括的膜中的有机化合物膜501f、中间膜116f及有机化合物膜502f。注意,有机化合物膜501f是将在后面成为第一发光单元501的膜,中间膜116f是将在后面成为中间层116的膜,有机化合物膜502f是将在后面成为第二发光单元502的膜。

[0049] 有机化合物膜103f所包括的中间膜116f至少包含碱金属或碱金属化合物。更具体而言,中间膜116f是包括N型膜及P型膜的膜,N型膜优选包含碱金属或碱金属化合物。作为碱金属的具体例子,可以举出锂、钠、钾、铷、铯、钫等。作为碱金属化合物的具体例子,可以举出上述碱金属的化合物,例如可以举出氧化锂等锂化合物。此外,除了碱金属或碱金属化合物以外,N型膜还可以包含具有电子传输性的有机化合物。

[0050] 有机化合物膜103f例如可以利用蒸镀法形成,具体而言可以利用真空蒸镀法形成。另外,有机化合物膜103f也可以利用转印法、印刷法、喷墨法、涂敷法等的方法形成。

[0051] 接着,如图2C所示,在有机化合物膜103f上依次形成将在后面成为牺牲层158的牺牲膜158f以及将在后面成为掩模层159的掩模膜159f。关于牺牲膜158f及掩模膜159f的形成方法的具体例子,可以参照在后面的实施方式中详细示出的牺牲膜158Rf及掩模膜159Rf

的形成方法。

[0052] 接着,如图2D所示,在掩模膜159f上的与第一电极101重叠的位置形成抗蚀剂掩模190。抗蚀剂掩模190可以通过涂敷感光树脂(光致抗蚀剂)而进行曝光及显影来形成。抗蚀剂掩模190也可以使用正型抗蚀剂材料或负型抗蚀剂材料制造。

[0053] 接着,使用抗蚀剂掩模190去除掩模膜159f的一部分而形成掩模层159。然后,去除抗蚀剂掩模190。接着,将掩模层159用作掩模(也称为硬掩模)去除牺牲膜158f的一部分,来形成牺牲层158(参照图3A)。

[0054] 注意,牺牲膜158f及掩模膜159f的具体加工方法可以参照在后面的实施方式中详细示出的牺牲膜158Rf及掩模膜159Rf的加工方法。关于抗蚀剂掩模190R的具体去除方法,可以参照在后面的实施方式中详细示出的抗蚀剂掩模190R的去除方法。

[0055] 接着,如图3B所示,加工有机化合物膜103f(有机化合物膜501f、中间膜116f及有机化合物膜502f)来形成有机化合物层103(第一发光单元501、中间层116及第二发光单元502)。例如,将掩模层159及牺牲层158用作硬掩模,去除有机化合物膜103f的一部分,由此形成有机化合物层103。关于有机化合物膜103f的具体加工方法,可以参照在后面的实施方式中详细示出的有机化合物膜103Rf的加工方法。

[0056] 如上所述,在本发明的一个方式中,通过在掩模膜159f上形成抗蚀剂掩模190且使用抗蚀剂掩模190去除掩模膜159f的一部分,来形成掩模层159。然后,通过将掩模层159用作掩模去除有机化合物膜103f的一部分,来形成有机化合物层103。因此,可以说通过利用光刻法加工有机化合物膜103f来形成有机化合物层103。另外,有机化合物膜103f包括中间膜116f,中间膜116f至少包含碱金属或碱金属化合物。因此,可以说通过利用光刻法加工包含碱金属或碱金属化合物的有机化合物膜103f,形成包含碱金属或碱金属化合物的有机化合物层103。另外,也可以使用抗蚀剂掩模190去除有机化合物膜103f的一部分。然后,也可以去除抗蚀剂掩模190。

[0057] 接着,如图3C所示,优选去除掩模层159。在掩模层159的去除工序中,可以使用与掩模膜159f的加工工序同样的方法。掩模层159的去除方法在后面的实施方式中详细地说明。

[0058] 在去除掩模层之后,也可以进行加热处理。例如,也可以在惰性气体气氛或减压气氛下进行加热处理。加热处理可以在50℃以上且200℃以下,优选为60℃以上且150℃以下,更优选为70℃以上且120℃以下的衬底温度下进行。通过采用减压气氛,可以以更低温进行干燥,所以是优选的。

[0059] 通过该加热处理,可以去除有机化合物层103所包含的水及吸附于有机化合物层103表面的水,尤其是包含碱金属或碱金属化合物的层的中间层116所包含的水。由此,即使采用包含碱金属或碱金属化合物的层的中间层116暴露于光刻工序的制造方法,也可以防止发光器件的驱动电压的大幅度上升及电流效率的显著降低。

[0060] 接着,如图3D所示,以覆盖有机化合物层103及牺牲层158的方式形成将在后面成为无机绝缘层125的无机绝缘膜125f。在后面的实施方式中详细地示出无机绝缘膜125f的具体沉积方法。

[0061] 接着,如图4A所示,在无机绝缘膜125f上形成将在后面成为绝缘层127的绝缘膜127f。绝缘膜127f例如优选通过旋涂法使用感光材料形成,更具体地说,优选使用含有丙烯

酸树脂的感光树脂组成物形成。在后面的实施方式中详细地示出绝缘膜127f的具体沉积方法。

[0062] 接着,进行曝光来用可见光线或紫外线使绝缘膜127f的一部分敏化。这里,在将含有丙烯酸树脂的正型感光树脂组成物用于绝缘膜127f的情况下,向将在后面工序中没形成绝缘层127的区域的第一电极101上照射可见光线或紫外线。注意,在将负型感光材料用于绝缘膜127f的情况下,向将形成绝缘层127的区域照射可见光线或紫外线。在后面的实施方式中详细地示出对绝缘膜127f进行曝光的具体方法。

[0063] 接着,如图4B所示,进行显影去除绝缘膜127f的一部分,来形成绝缘层127a。绝缘层127a形成在不与第一电极101重叠的区域中。在后面的实施方式中详细地示出绝缘层127a的具体形成方法。

[0064] 接着,如图4C所示,使用绝缘层127a作为掩模进行蚀刻处理来去除无机绝缘膜125f的一部分,由此减小牺牲层158的一部分的厚度。由此,在绝缘层127a下形成无机绝缘层125。此外,牺牲层158的厚度薄的部分的表面露出。如此,通过在有机化合物层103上残留牺牲层158,可以防止在后面的工序的处理中有机化合物层103受到损伤。由此,可以制造可靠性高的发光器件。

[0065] 在后面的实施方式中详细地示出将绝缘层127a用作掩模的蚀刻处理的具体方法。另外,在后面的实施方式中详细地示出残留牺牲层158的效果。

[0066] 接着,进行加热处理。通过进行加热处理,可以将绝缘层127a的形状变形为其侧面具有锥形形状,来形成绝缘层127(图4D)。该加热处理以低于有机化合物层的耐热温度的温度进行。加热处理可以以50℃以上且200℃以下,优选为60℃以上且150℃以下,更优选为70℃以上且130℃以下的衬底温度进行。加热气氛既可以为大气气氛,也可以为惰性气体气氛。另外,加热气氛既可以为大气气氛又可以为减压气氛。在后面的实施方式中详细地示出将绝缘层127a用作掩模的蚀刻处理后的加热处理的详细内容。

[0067] 接着,如图5A所示,将绝缘层127用作掩模进行蚀刻处理去除牺牲层158的一部分(也可以说牺牲层158的厚度较薄的部分)。注意,无机绝缘层125的一部分也有时被去除。由此,在牺牲层158中形成开口,有机化合物层103的顶面的一部分露出。

[0068] 通过湿蚀刻进行利用以绝缘层127为掩模的蚀刻处理的牺牲层158的一部分的去除。通过使用湿蚀刻法,与使用干蚀刻法的情况相比,可以减少有机化合物层103受到的损伤。在后面的实施方式中详细地示出以绝缘层127为掩模的蚀刻处理去除牺牲层158的一部分的具体方法。

[0069] 此外,在使有机化合物层103的顶面的一部分露出之后,还进行加热处理。通过该加热处理,可以去除有机化合物层103所包含的水、吸附于有机化合物层103表面的水以及作为包含碱金属或碱金属化合物的层的中间层116所包含的水等。另外,绝缘层127的形状有时由于该加热处理变化。具体而言,绝缘层127有时以覆盖无机绝缘层125的端部、牺牲层158的端部和有机化合物层103的顶面中的至少一个的方式扩大。

[0070] 在该加热处理的温度过低时,不能充分去除有机化合物层103所包含的水、吸附于有机化合物层103表面的水以及作为包含碱金属或碱金属化合物的层的中间层116所包含的水等。另外,在该加热处理的温度过高时,有时发生有机化合物层103的劣化及绝缘层127的形状过度变化。由此,加热处理温度优选高于从有机化合物层103脱离水的温度且低于含

在有机化合物层103中的有机化合物的玻璃转化温度,优选低于含在有机化合物层103的顶面中的有机化合物的玻璃转化温度。具体而言,衬底温度优选为80℃以上且130℃以下,更优选为90℃以上且120℃以下,进一步优选为100℃以上且120℃以下,更进一步优选为100℃以上且110℃以下。加热气氛既可以为大气气氛,也可以为惰性气体气氛。注意,加热气氛可以为大气压气氛或减压气氛,为了防止从有机化合物层103脱离的水再吸附,优选采用减压气氛。

[0071] 通过该加热处理,可以充分去除有机化合物层103所包含的水、吸附于有机化合物层103表面的水以及作为包含碱金属或碱金属化合物的层的中间层116所包含的水等,而不发生有机化合物层103的劣化及绝缘层127的形状的过度变化。由此,即使采用包含碱金属或碱金属化合物的层的中间层116暴露于光刻工序的制造方法,也可以防止发光器件的驱动电压的大幅度上升及电流效率的显著降低。

[0072] 接着,如图5B所示,在有机化合物层103及绝缘层127上形成第二电极102。第二电极102可以通过利用溅射法或真空蒸镀法等方法形成。或者,也可以层叠通过蒸镀法形成的膜与通过溅射法形成的膜来形成第二电极102。

[0073] 通过上述工序,可以制造发光器件130。

[0074] 另外,在加热处理之后,如图5C所示,也可以在有机化合物层103上形成有机化合物层502b及第二电极102。由于在光刻工序之后沉积有机化合物层502b,所以作为可用于有机化合物层502b的材料,可以选择耐热性低的材料,从而材料的选择范围扩大。

[0075] 在发光器件130中,有机化合物层502b例如可以使用被用作电子注入层的材料。具体而言,作为有机化合物层502b,可以形成包含碱金属或碱金属化合物的层。通过在光刻工序之后形成包含碱金属或碱金属化合物的层,可以防止发光器件的驱动电压的大幅度上升或电流效率的显著降低。此外,在设置有机化合物层502b时,有机化合物层103及有机化合物层502b的叠层结构相当于实施方式1中的有机化合物层103。

[0076] 如上所述,在本发明的一个方式的发光器件的制造方法中,岛状的有机化合物层103不是使用高精细金属掩模版形成的而是在一个面上沉积膜之后进行加工来形成的,所以可以以均匀的厚度形成岛状层。并且,可以制造实现高清晰的显示装置或者高开口率的显示装置的发光器件。另外,即使是利用光刻法制造的串联型发光器件,也可以提供特性良好的发光器件。

[0077] 本实施方式可以与其他实施方式或实施例适当地组合。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。

[0078] (实施方式2)

在本实施方式中,说明可用于在实施方式1中说明的发光器件130的各层的材料。

[0079] 首先,说明可用于中间层116的材料。中间膜116f是至少包含碱金属或碱金属化合物的膜。更具体而言,中间膜116f是包括N型膜及P型膜的膜,N型膜优选包含碱金属或碱金属化合物。作为碱金属的具体例子,可以举出锂、钠、钾、铷、铯、钫等。作为碱金属化合物的具体例子,可以举出上述碱金属的化合物,例如可以举出氧化锂等锂化合物。此外,除了碱金属或碱金属化合物以外,N型膜还可以包含具有电子传输性的有机化合物。

[0080] 作为碱金属或碱金属化合物,更优选使用锂或锂化合物,具体而言,可以使用锂、锂配合物、锂化合物及锂合金等。具体而言,可以举出锂、氧化锂、氮化锂、碳酸锂、氟化锂、

8-羟基喹啉-锂(简称:Liq)、2-甲基-8-羟基喹啉-锂(简称:Li-mq)等包含烷基的锂配合物等。

[0081] 作为可用于N型层119的具有电子传输性的有机化合物,优选使用电场强度[V/cm]的平方根为600时的电子迁移率为$1\times10^{-7}cm^2/Vs$以上,优选为$1\times10^{-6}cm^2/Vs$以上的物质。此外,只要是电子传输性高于空穴传输性的物质,就可以使用上述以外的物质。

[0082] 作为上述有机化合物,优选使用包含缺π电子型杂芳环的有机化合物。作为包含缺π电子型杂芳环的有机化合物,例如优选使用包含具有多唑骨架的杂芳环的有机化合物、包含具有吡啶骨架的杂芳环的有机化合物、包含具有二嗪骨架的杂芳环的有机化合物和包含具有三嗪骨架的杂芳环的有机化合物中的任何一个或多个。

[0083] 作为可以用于N型层119的具有电子传输性的有机化合物,具体而言,可以举出: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-(p-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:mDBTBIm-II)、4,4'-双(5-甲基苯并恶唑-2-基)二苯乙烯(简称:BzOs)等具有唑骨架的有机化合物;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)、红菲咯啉(简称:Bphen)、浴铜灵(简称:BCP)、2,9-双(萘-2-基)-4,7-二苯基-1,10-菲咯啉(简称:NBphen)、2,2'-(1,3-亚苯)双(9-苯基-1,10-菲咯啉)(简称:mPPhen2P)等包含具有吡啶骨架的杂芳环的有机化合物;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-(3'-(二苯并噻吩-4-基)联苯]二苯并[f,h]喹喔啉(简称:2mDBTBPDBq-II)、2-[3'-(9H-咔唑-9-基)联苯-3-基]二苯并[f,h]喹喔啉(简称:2mCzBPDBq)、2-[4'-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)-3,1'-联苯-1-基]二苯并[f,h]喹喔啉(简称:2mpPCBPDBq)、2-[4-(3,6-二苯基-9H-咔唑-9-基)苯基]二苯并[f,h]喹喔啉(简称:2CzPDBq-Ⅲ)、7-[3-(二苯并噻吩-4-基)苯基]二苯并[f,h]喹喔啉(简称:7mDBTPDBq-II)、6-[3-(二苯并噻吩-4-基)苯基]二苯并[f,h]喹喔啉(简称:6mDBTPDBq-Ⅱ)、9-[(3'-二苯并噻吩-4-基)联苯-3-基]萘并[1',2':4,5]呋喃并[2,3-b]吡嗪(简称:9mDBtBPNfpr)、9-[(3'-二苯并噻吩-4-基)联苯-4-基]萘并[1',2':4,5]呋喃并[2,3-b]吡嗪(简称:9pmDBtBPNfpr)、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)、4,6-双[3-(9H-咔唑-9-基)苯基]嘧啶(简称:4,6mCzP2Pm)、9,9'-[嘧啶-4,6-二基双(联苯-3,3'-二基)]双(9H-咔唑)(简称:4,6mCzBP2Pm)、8-(1,1'-联苯-4-基)-4-[3-(二苯并噻吩-4-基)苯基]-[1]苯并呋喃并[3,2-d]嘧啶(简称:8BP-4mDBtPBfpm)、3,8-双[3-(二苯并噻吩-4-基)苯基]苯并呋喃并[2,3-b]吡嗪(简称:3,8mDBtP2Bfpr)、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)、8-[3'-(二苯并噻吩-4-基)联苯-3-基]萘并[1',2':4,5]呋喃并[3,2-d]嘧啶(简称:8mDBtBPNfpm)、8-[(2,2'-联萘)-6-基]-4-[3-(二苯并噻吩-4-基)苯基]-[1]苯并呋喃并[3,2-d]嘧啶(简称:8(βN2)-4mDBtPBfpm)、2,2'-(吡啶-2,6-二基)双(4-苯基苯并[h]喹唑啉)(简称:2,6(P-Bqn)2Py)、2,2'-(吡啶-2,6-二基)双{4-[4-(2-萘基)苯基]-6-苯基嘧啶}(简称:2,6(NP-PPm)2Py)、6-(联苯-3-基)-4-[3,5-双(9H-咔唑-9-基)苯基]-2-苯基嘧啶(简称:6mBP-4Cz2PPm)、2,6-双(4-萘-1-基苯

基)-4-[4-(3-吡啶基)苯基]嘧啶(简称:2,4NP-6PyPPm)、4-[3,5-双(9H-咔唑-9-基)苯基]-2-苯基-6-(联苯-4-基)嘧啶(简称:6BP-4Cz2PPm)、7-[4-(9-苯基-9H-咔唑-2-基)喹唑啉-2-基]-7H-二苯并[c,g]咔唑(简称:PC-cgDBCzQz)等具有二嗪骨架的有机化合物;2-(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)、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)、9-[3-(4,6-二苯基-1,3,5-三嗪-2-基)苯基]-9'-苯基-2,3'-联-9H-咔唑(简称:mPCCzPTzn-02)、2-[3'-(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)联苯-3-基]-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(简称:mFBPTzn)、5-[3-(4,6-二苯基-1,3,5-三嗪-2-基)苯基]-7,7-二甲基-5H,7H-茚并[2,1-b]咔唑(简称:mINc(II)PTzn)、2-{3-[3-(二苯并噻吩-4-基)苯基]苯基}-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(简称:mDBtBPTzn)、2,4,6-三(3'-(吡啶-3-基)联苯-3-基)-1,3,5-三嗪(简称:TmPPPyTz)、2-[3-(2,6-二甲基-3-吡啶基)-5-(9-菲基)苯基]-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(简称:mPn-mDMePyPTzn)、11-[4-(联苯-4-基)-6-苯基-1,3,5-三嗪-2-基]-11,12-二氢-12-苯基吲哚[2,3-a]咔唑(简称:BP-Icz(II)Tzn)、2-[3'-(三亚苯-2-基)联苯-3-基]-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(简称:mTpBPTzn)、3-[9-(4,6-二苯基-1,3,5-三嗪-2-基)-2-二苯并噻吩基]-9-苯基-9H-咔唑(简称:PCDBfTzn)、2-(联苯-3-基)-4-苯基-6-{8-[(1,1':4',1"-三联苯)-4-基-1-二苯并呋喃基}-1,3,5-三嗪(简称:mBP-TPDBfTzn)等具有三嗪骨架的有机化合物。尤其是,优选使用Bphen、BCP、NBphen及mPPhen2P等具有菲咯啉骨格的有机化合物,mPPhen2P等具有菲咯啉二聚物结构的有机化合物的稳定性良好,所以是更优选的。

[0084] 此外,用作电荷产生层的P型层117优选由包含具有受主性的材料和具有空穴传输性的有机化合物的复合材料构成。作为用于复合材料的具有空穴传输性的有机化合物,可以使用各种有机化合物如芳香胺化合物、杂芳香化合物、芳烃、高分子化合物(低聚物、树枝状聚合物、聚合物等)等。作为用于复合材料的具有空穴传输性的有机化合物,优选使用空穴迁移率为$1\times10^{-6}cm^2/Vs$以上的有机化合物。用于复合材料的具有空穴传输性的有机化合物优选为包含稠合芳烃环或富π电子型杂芳环的化合物。作为稠合芳烃环,优选为蒽环、萘环等。此外,作为富π电子型杂芳环,优选为包含吡咯骨架、呋喃骨架和噻吩骨架中的至少一个的稠合芳环,具体地优选为咔唑环、二苯并噻吩环或者这些环还与芳环或杂芳环稠合的环。

[0085] 这些具有空穴传输性的有机化合物更优选具有咔唑骨架、二苯并呋喃骨架、二苯并噻吩骨架和蒽骨架中的任一个。尤其是,可以为具有包含二苯并呋喃环或二苯并噻吩环的取代基的芳香胺、包含萘环的芳香单胺、或者9-芴基通过亚芳基键合于胺的氮的芳香单胺。注意,当这些具有空穴传输性的有机化合物是包括N,N-双(4-联苯)氨基的物质时,可以制造寿命长的发光器件,所以是优选的。

[0086] 作为上述具有空穴传输性的有机化合物,具体而言,可以举出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-p-三联苯(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"-二苯基三苯胺(简称:BBAβNB)、4-[4-(2-萘基)苯基]-4',4"-二苯基三苯胺(简称:BBAβNBi)、4,4'-二苯基-4"-(6;1'-联萘基-2-基)三苯胺(简称:BBAαNβNB)、4,4'-二苯基-4"-(7;1'-联萘基-2-基)三苯胺(简称:BBAαNβNB-03)、4,4'-二苯基-4"-(7-苯基)萘基-2-基三苯胺(简称:BBAPβNB-03)、4,4'-二苯基-4"-(6;2'-联萘基-2-基)三苯胺(简称:BBA(βN2)B)、4,4'-二苯基-4"-(7;2'-联萘基-2-基)-三苯胺(简称:BBA(βN2)B-03)、4,4'-二苯基-4"-(4;2'-联萘基-1-基)三苯胺(简称:BBAβNαNB)、4,4'-二苯基-4"-(5;2'-联萘基-1-基)三苯胺(简称:BBAβNαNB-02)、4-(4-联苯基)-4'-(2-萘基)-4"-苯基三苯胺(简称:TPBiAβNB)、4-(3-联苯基)-4'-[4-(2-萘基)苯基]-4"-苯基三苯胺(简称:mTPBiAβNBi)、4-(4-联苯基)-4'-[4-(2-萘基)苯基]-4"-苯基三苯胺(简称:TPBiAβNBi)、4-苯基-4'-(1-萘基)三苯胺(简称:αNBA1BP)、4,4'-双(1-萘基)三苯胺(简称:αNBB1BP)、4,4'-二苯基-4"-[4'-(咔唑-9-基)联苯-4-基]三苯胺(简称:YGTBi1BP)、4'-[4-(3-苯基-9H-咔唑-9-基)苯基]三(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-芴]-2-胺(简称:PCBNBSF)、N,N-双(-联苯-4-基)-9,9'-螺二[9H-芴]-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-(联苯-4-基)-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)三苯胺(简称:BPAFLP)、4-苯基-3'-(9-苯基芴-9-基)三苯胺(简称:mBPAFLP)、4-苯基-4'-[4-(9-苯基芴-9-基)苯基]三苯胺(简称:BPAFLBi)、4-苯基-4'-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯胺(简称:PCBA1BP)、4,4'-二苯基-4"-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯胺(简称:PCBBi1BP)、4-(1-萘基)-4'-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯胺(简称:PCBANB)、4,4'-二(1-萘基)-4"-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯胺(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。

[0087] 此外,作为具有空穴传输性的材料,还可以使用如下芳香胺化合物:N,N'-二(p-甲苯基)-N,N'-二苯基-p-苯二胺(简称:DTDPPA)、4,4'-双[N-(4-二苯氨基苯基)-N-苯氨基]联苯(简称:DPAB)、4,4'-双(N-{4-[N'-(3-甲基苯基)-N'-苯基氨基]苯基}-N-苯基氨基)联苯(简称:DNTPD)、1,3,5-三[N-(4-二苯氨基苯基)-N-苯氨基]苯(简称:DPA3B)等。

[0088] 作为含在P型层117的具有受主性的物质可以使用具有吸电子基团(卤基、氰基等)的有机化合物,可以举出7,7,8,8-四氰-2,3,5,6-四氟醌二甲烷(简称:F_4-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:F_6-TCNNQ)、2-(7-

二氰基亚甲基-1,3,4,5,6,8,9,10-八氟-7H-芘-2-亚基)丙二腈等。尤其是,吸电子基团键合于具有多个杂原子的稠合芳环的化合物诸如HAT-CN等热稳定,所以是优选的。此外,具有吸电子基团(尤其是如氟基等卤基、氰基)的[3]轴烯衍生物的电子接收性非常高所以特别优选的,具体而言,可以举出: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。作为具有受主性的物质,除了上述有机化合物以外还可以使用钼氧化物、钒氧化物、钌氧化物、钨氧化物、锰氧化物等过渡金属氧化物。

[0089] 电子中继层118包含具有电子传输性的物质,并且能够防止N型层119和P型层117的相互作用,并顺利地传递电子。电子中继层118所包含的具有电子传输性的物质的LUMO(最低未占据分子轨道:Lowest Unoccupied Molecular Orbital)能级优选在P型层117中的受主性物质的LUMO能级与第一电极101一侧的发光单元中的接触于中间层116的层(图1A中第一发光单元501中的第一电子传输层114_1)所包含的有机化合物的LUMO能级之间。具体而言,电子中继层118中的具有电子传输性的物质的LUMO能级优选为-5.0eV以上,更优选为-5.0eV以上且-3.0eV以下。此外,作为电子中继层118中的具有电子传输性的物质,优选使用酞菁类材料或具有金属-氧键合和芳香配体的金属配合物。

[0090] 接着,说明上述发光器件130的中间层116以外的结构。

[0091] 第一电极101是包括阳极的电极。第一电极101也可以具有叠层结构,此时接触于有机化合物层103的层被用作阳极。阳极优选使用功函数大(具体为4.0eV以上)的金属、合金、导电化合物以及它们的混合物等形成。具体地,例如可以举出氧化铟-氧化锡(ITO:Indium Tin Oxide,铟锡氧化物)、包含硅或氧化硅的氧化铟-氧化锡、氧化铟-氧化锌、包含氧化钨及氧化锌的氧化铟(IWZO)等。虽然通常通过溅射法沉积这些导电金属氧化物膜,但是也可以应用溶胶-凝胶法等来形成。作为形成方法的例子,可以举出使用对氧化铟添加有1wt%至20wt%的氧化锌的靶材通过溅射法形成氧化铟-氧化锌的方法等。此外,也可以使用对氧化铟添加有0.5wt%至5wt%的氧化钨和0.1wt%至1wt%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)。除此之外,作为用于阳极的材料例如可以举出金(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,作为用于阳极的材料也可以使用石墨烯。此外,通过将构成上述中间层116中的P型层117的复合材料用于接触于阳极的层(典型为空穴注入层),可以在选择电极材料时无需顾及功函数。

[0092] 有机化合物层103具有叠层结构。在图1A中,作为该叠层结构示出包括具有第一发光层113_1的第一发光单元501、中间层116及具有第二发光层113_2的第二发光单元502的结构。注意,在此示出夹着中间层层叠有两个发光单元的结构,但是也可以采用层叠有三个以上的发光单元的结构。此时,发光单元和发光单元之间设置有中间层。各发光单元也具有叠层结构。发光单元的结构不局限于图1A所示的结构,可以适当地使用空穴注入层、空穴传输层、电子传输层、电子注入层、载流子阻挡层(空穴阻挡层、电子阻挡层)、激子阻挡层等各种功能层构成。

[0093] 空穴注入层111与阳极接触,并具有使空穴容易注入到有机化合物层103(第一发光单元501)的功能。可以使用酞菁类化合物如酞菁(简称:H_2Pc);酞菁类配合物化合物如铜

酞菁(简称:CuPc);芳香胺化合物如4,4'-双[N-(4-二苯氨基苯基)-N-苯基氨基]联苯(简称:DPAB)、4,4'-双(N-{4-[N'-(3-甲基苯基)-N'-苯基氨基]苯基}-N-苯基氨基)联苯(简称:DNTPD);或者高分子如聚(3,4-乙烯二氧噻吩)/(聚苯乙烯磺酸)(简称:PEDOT/PSS)等来形成空穴注入层111。

[0094] 另外,空穴注入层111也可以由具有电子受主性的物质形成。作为具有电子受主性的物质,可以同样地使用上述的作为用于构成中间层116中的P型层117的复合材料的受主性物质举出的物质。

[0095] 另外,同样地,空穴注入层111也可以使用上述的构成中间层116中的P型层117的复合材料形成。

[0096] 注意,在空穴注入层111中,用于复合材料的具有空穴传输性的有机化合物更优选为HOMO(最高占据分子轨道:Highest Occupied Molecular Orbital)能级为-5.7eV以上且-5.4eV以下的具有较深的HOMO能级的物质。当用于复合材料的具有空穴传输性的有机化合物具有较深的HOMO能级时,空穴容易注入到空穴传输层,且可以容易得到寿命长的发光器件。此外,在用于复合材料的具有空穴传输性的有机化合物为具有较深的HOMO能级的物质时,空穴的感应适当地得到抑制,因此可以实现寿命更长的发光器件。

[0097] 通过形成空穴注入层111,可以提高空穴注入性,从而可以得到驱动电压低的发光器件。

[0098] 此外,在具有受主性的物质中具有受主性的有机化合物可以利用蒸镀容易地形成,所以是易于使用的材料。

[0099] 另外,因为中间层116中的P型层117被用作空穴注入层所以第二发光单元502不设置有空穴注入层,但是第二发光单元也可以设置有空穴注入层。

[0100] 空穴传输层(第一空穴传输层112_1、第二空穴传输层112_2)包含具有空穴传输性的有机化合物而形成。具有空穴传输性的有机化合物优选具有$1\times10^{-6}cm^2/Vs$以上的空穴迁移率。

[0101] 作为上述具有空穴传输性的材料,可以举出: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'-二氨基联苯(简称:TPD)、N,N'-双(9,9'螺二[9H-芴]-2-基)-N,N'-二苯基-4,4'-二氨基联苯(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-咔唑-3-基)三苯胺(简称:PCBA1BP)、4,4'-二苯基-4"-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯胺(简称:PCBBi1BP)、4-(1-萘基)-4'-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯胺(简称:PCBANB)、4,4'-二(1-萘基)-4"-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯胺(简称:PCBNBB)、9,9-二甲基-N-苯基-N-[4-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)苯基]芴-2-胺(简称:PCBAF)、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)等具有芳香胺骨架的化合物;1,3-双(N-咔唑基)苯(简称:mCP)、4,4'-二(N-咔唑基)联苯(简称:CBP)、3,6-双(3,5-二苯基苯基)-9-苯基咔唑(简称:CzTP)、3,3'-双(9-苯基-9H-咔唑)(简称:PCCP)、9,9'-双(联苯-4-基)-3,3'-联-9H-咔唑(简称:BisBPCz)、9,9'-双(1,1'-联苯-3-基)-3,3'-联-9H-咔唑(简称:BismBPCz)、9-(1,1'-联苯-3-基)-9'-(1,1'-联苯-4-基)-9H,9'H-3,3'-联咔唑(简称:mBPCCBP)、9-(2-萘基)-9'-苯基-9H,9'H-3,3'-联咔唑(简称:βNCCP)、9-(3-联苯)-9'-(2-萘基)-3,3'-联-9H-咔唑(简称:βNCCmBP)、9-(4-联苯)-9'-(2-

萘基)-3,3'-联-9H-咔唑(简称:βNCCBP)、9,9'-二-2-萘基-3,3'-9H,9'H-联咔唑(简称:Bis βNCz)、9-(2-萘基)-9'-[1,1':4',1"-三联苯]-3-基-3,3'-9H,9'H-联咔唑、9-(2-萘基)-9'-[1,1':3',1"-三联苯]-3-基-3,3'-9H,9'H-联咔唑、9-(2-萘基)-9'-[1,1':3',1"-三联苯]-5'-基-3,3'-9H,9'H-联咔唑、9-(2-萘基)-9'-[1,1':4',1"-三联苯]-4-基-3,3'-9H,9'H-联咔唑、9-(2-萘基)-9'-[1,1':3',1"-三联苯]-4-基-3,3'-9H,9'H-联咔唑、9-(2-萘基)-9'-(三亚苯-2-基)-3,3'-9H,9'H-联咔唑、9-苯基-9'-(三亚苯-2-基)-3,3'-9H,9'H-联咔唑(简称:PCCzTp)、9,9'-联(三亚苯-2-基)-3,3'-9H,9'H-联咔唑、9-(4-联苯)-9'-(三亚苯-2-基)-3,3'-9H,9'H-联咔唑、9-(三亚苯-2-基)-9'-[1,1':3',1"-三联苯]-4-基-3,3'-9H,9'H-联咔唑等具有咔唑骨架的化合物;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)等具有噻吩骨架的化合物;以及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)等具有呋喃骨架的化合物。其中,具有芳香胺骨架的化合物及具有咔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。此外,也可以使用作为用于空穴注入层111的复合材料的具有空穴传输性的材料举出的物质也可以适当地用作构成空穴传输层的材料。

[0102] 发光层(第一发光层113_1、第二发光层113_2)优选包含发光物质及主体材料。注意,发光层也可以包含其他材料。此外,也可以为组成不同的两层叠层。

[0103] 发光物质可以是荧光发光物质、磷光发光物质、呈现热活化延迟荧光(TADF)的物质或其他发光物质。

[0104] 在发光层中,作为可以用作荧光发光物质的材料,例如可以举出如下物质。注意,除此之外,还可以使用其他荧光发光物质。

[0105] 可以举出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]芘-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]芘-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-9,10-二基二-4,1-亚苯基)双(N,N',N'-三苯基-1,4-苯二胺)(简称:DPABPA)、N,9-二苯基-N-[4-(9,10-二苯基-2-蒽基)苯基]-9H-咔唑-3-胺(简称:2PCAPPA)、N-[4-(9,10-二苯基-2-蒽基)苯基]-N,N',N'-三苯基-1,4-苯二胺(简称:2DPAPPA)、N,N,N',N',N",N",N"',N"'-八苯基二苯并[g,p]䓛-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(联苯-2-基)-2-蒽基]-N,9-二苯基-9H-咔唑-3-胺(简称:2PCABPhA)、N-(9,10-二苯基-2-蒽基)-N,N',N'-三苯基-1,4-苯二胺(简称:2DPAPA)、N-[9,10-双(联苯-2-基)-2-蒽基]-N,N',N'-三苯基-1,4-苯二胺(简称:2DPABPhA)、9,10-双(联

苯-2-基)-N-[4-(9H-咔唑-9-基)苯基]-N-苯基蒽-2-胺(简称:2YGABPhA)、N,N,9-三苯基蒽-9-胺(简称:DPhAPhA)、香豆素545T、N,N'-二苯基喹吖酮(简称:DPQd)、红荧烯、5,12-双(1,1'-联苯-4-基)-6,11-二苯基并四苯(简称:BPT)、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]喹嗪-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)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[ij]喹嗪-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]喹嗪-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]喹嗪-9-基)乙烯基]-4H-吡喃-4-亚基}丙二腈(简称:BisDCJTM)、N,N'-二苯基-N,N'-(1,6-芘-二基)双[(6-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。尤其是,以1,6FLPAPrn、1,6mMemFLPAPrn、1,6BnfAPrn-03等芘二胺化合物为代表的稠合芳香二胺化合物具有良好的空穴俘获性和高发光效率或良好可靠性,所以是优选的。

[0106] 当在发光层中作为发光物质使用磷光发光物质时,作为可使用的材料,例如可以举出如下物质。

[0107] 可以举出: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:$[Ir(mpptz\text{-}dmp)_3]$)、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:$[Ir(iPrptz\text{-}3b)_3]$)等具有4H-三唑骨架的有机金属铱配合物;三[3-甲基-1-(2-甲基苯基)-5-苯基-1H-1,2,4-三唑]铱(III)(简称:$[Ir(Mptz1\text{-}mp)_3]$)、三(1-甲基-5-苯基-3-丙基-1H-1,2,4-三唑)铱(III)(简称:$[Ir(Prptz1\text{-}Me)_3]$)等具有1H-三唑骨架的有机金属铱配合物;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:$[Ir(dmpimpt\text{-}Me)_3]$)等具有咪唑骨架的有机金属铱配合物;以及双[2-(4',6'-二氟苯基)吡啶根-N,$C^{2'}$]铱(III)四(1-吡唑基)硼酸盐(简称:FIr6)、双[2-(4',6'-二氟苯基)吡啶根-N,$C^{2'}$]铱(III)吡啶甲酸酯(picolinate)(简称:FIrpic)、双{2-[3',5'-双(三氟甲基)苯基]吡啶根-N,$C^{2'}$}铱(III)吡啶甲酸酯(简称:$[Ir(CF_3ppy)_2(pic)]$)、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。上述物质是发射蓝色磷光的化合物,并且是在450nm至520nm的波长区域中具有发光峰的化合物。

[0108] 此外,可以举出: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(mpmppm)$_2$(acac))、(乙酰丙酮根)双(4,6-二苯基嘧啶根)铱(III)(简称:[Ir(dppm)$_2$(acac)])等具有嘧啶骨架的有机金属铱配合物;(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)])等具有吡嗪骨架的有机金属铱配合物;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(5mppy-d3)$_2$(mbfpypy-d3))、{2-(甲基-d3)-8-[4-(1-甲基乙基-1-d)-2-吡啶基-κN]苯并呋喃并[2,3-b]吡啶-7-基-κC}双{5-(甲基-d3)-2-[5-(甲基-d3)-2-吡啶基-κN]苯基-κC}铱(III)(简称:Ir(5mtpy-d6)$_2$(mbfpypy-iPr-d4))、[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))、[2-(4-甲基-5-苯基-2-吡啶基-κN)苯基-κC]双[2-(2-吡啶基-κN)苯基-κC]铱(III)(简称:Ir(ppy)$_2$(mdppy))等具有吡啶骨架的有机金属铱配合物;以及三(乙酰丙酮根)(单菲咯啉)铽(III)(简称:[Tb(acac)$_3$(Phen)])等稀土金属配合物。上述物质主要是呈现绿色磷光的化合物,并且在500nm至600nm的波长区域中具有发光峰。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及发光效率,所以是特别优选的。

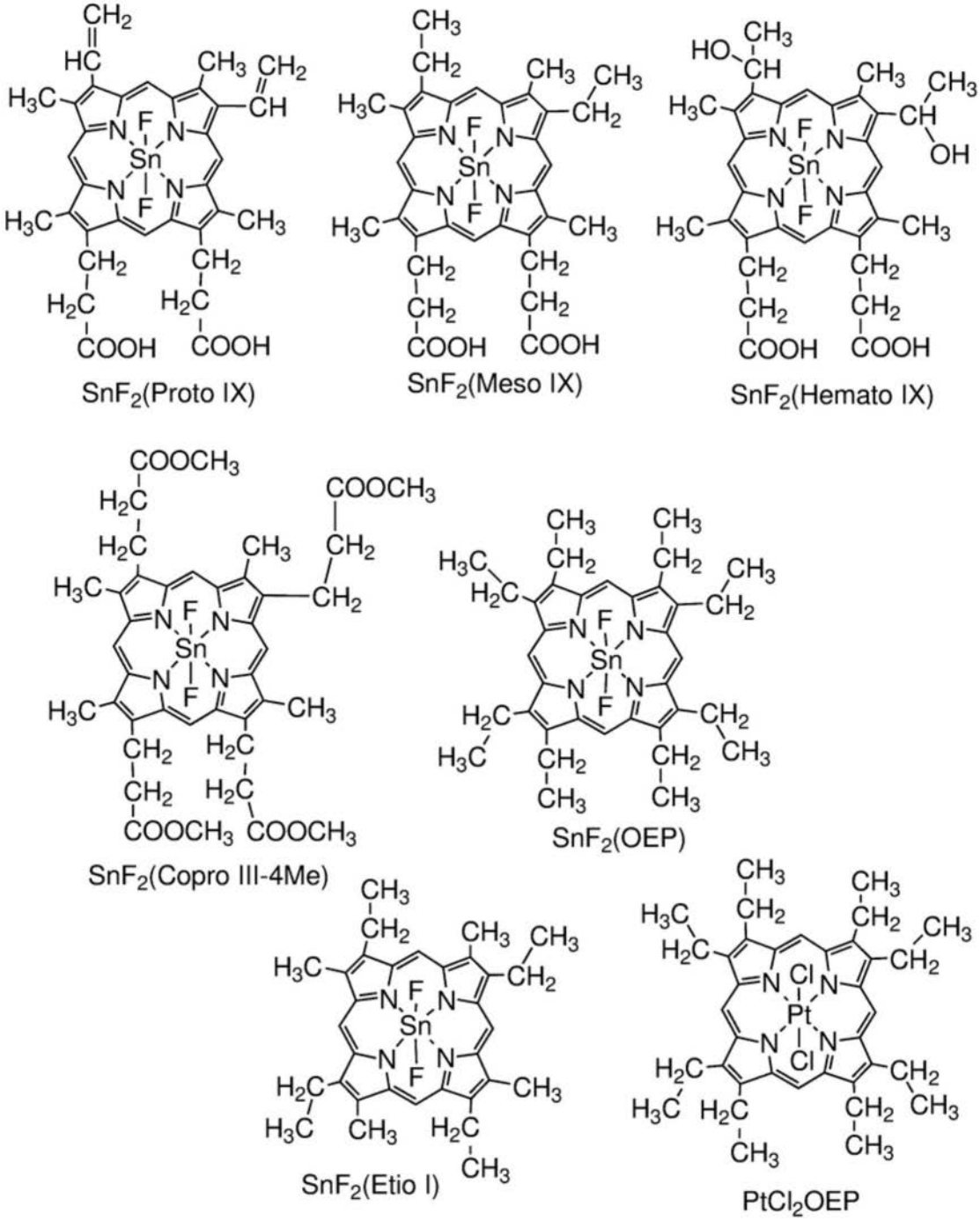
[0109] 此外,可以举出:(二异丁酰基甲烷根)双[4,6-双(3-甲基苯基)嘧啶根]铱(III)(简称:[Ir(5mdppm)$_2$(dibm)])、双[4,6-双(3-甲基苯基)嘧啶根](二新戊酰基甲烷根)铱(III)(简称:[Ir(5mdppm)$_2$(dpm)])、双[4,6-二(萘-1-基)嘧啶根](二新戊酰基甲烷根)铱(III)(简称:[Ir(d1npm)$_2$(dpm)])等具有嘧啶骨架的有机金属铱配合物;(乙酰丙酮根)双(2,3,5-三苯基吡嗪根)铱(III)(简称:[Ir(tppr)$_2$(acac)])、双(2,3,5-三苯基吡嗪根)(二新戊酰基甲烷根)铱(III)(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)])等具有吡嗪骨架的有机金属铱配合物;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)])等具有吡啶骨架的有机金属铱配合物;2,3,7,8,12,13,17,18-八乙基-21H,23H-卟啉铂(II)(简称:PtOEP)等铂配合物;以及三(1,3-二苯基-1,3-丙二酮根(propanedionato))(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)])等稀土金属配合物。上述物质是呈现红色磷光的化合物,并且在600nm至700nm的波长区域中具有发光峰。此外,具有吡嗪骨架的有机金属铱配合物可以获得色度良好的红色发光。

[0110] 此外,除了上述磷光化合物以外,还可以选择已知的磷光化合物而使用。

[0111] 作为TADF材料可以使用富勒烯及其衍生物、吖啶及其衍生物以及伊红衍生物等。此外,还可以举出包含镁(Mg)、锌(Zn)、镉(Cd)、锡(Sn)、铂(Pt)、铟(In)或钯(Pd)等的含金属卟啉。作为该含金属卟啉,例如,也可以举出由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。

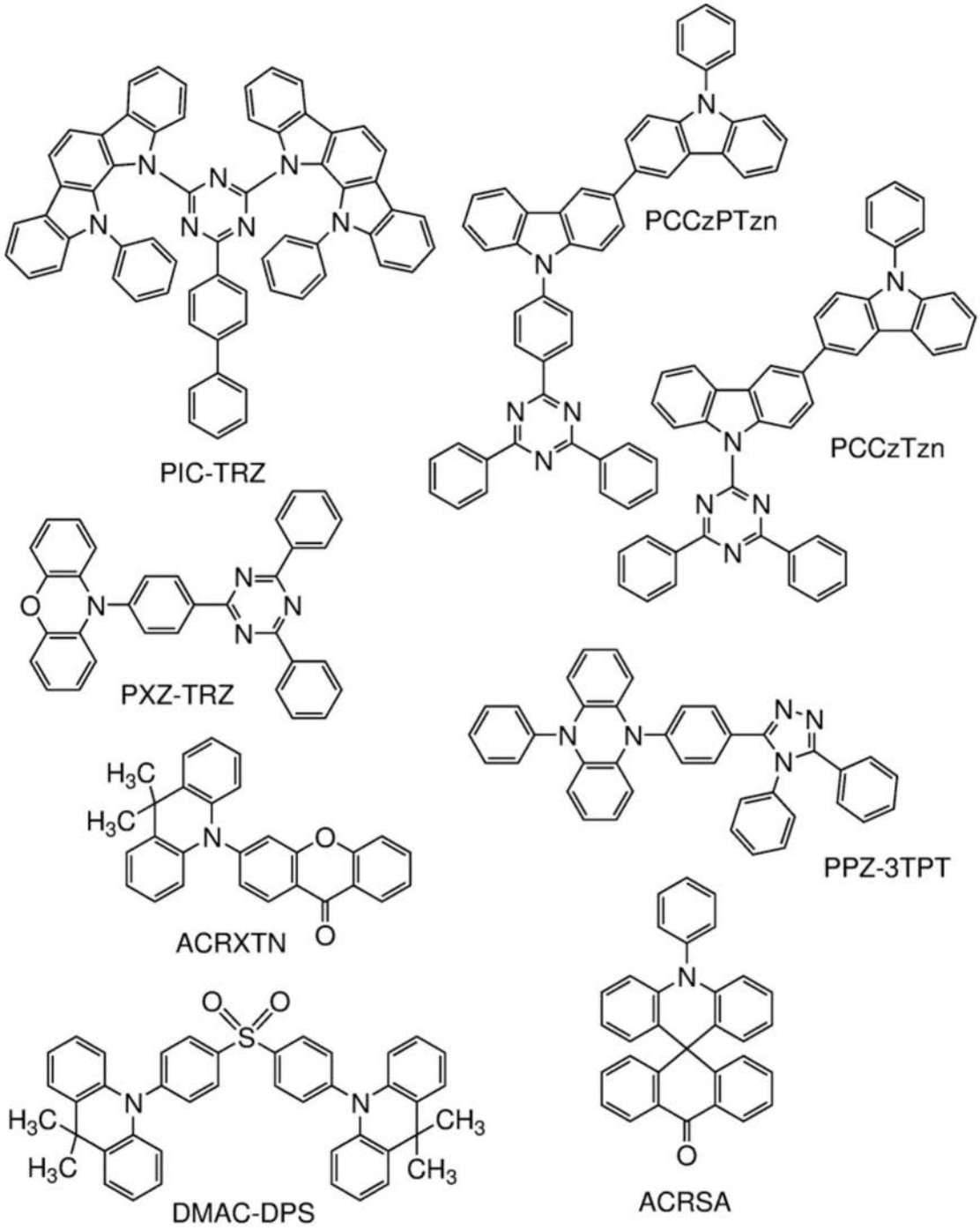
[0112] [化学式1]



[0113] 此外,还可以使用由下述结构式表示的2-(联苯-4-基)-4,6-双(12-苯基吲哚[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-

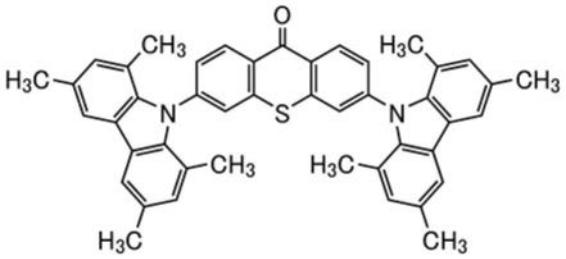
二苯基-1,2,4-三唑(简称:PPZ-3TPT)、3-(9,9-二甲基-9H-吖啶-10-基)-9H-氧杂蒽-9-酮(简称:ACRXTN)、双[4-(9,9-二甲基-9,10-二氢吖啶)苯基]硫砜(简称:DMAC-DPS)、10-苯基-10H,10'H-螺[吖啶-9,9'-蒽]-10'-酮(简称:ACRSA)等具有富π电子型杂芳环和缺π电子型杂芳环中的一方或双方的杂环化合物。该杂环化合物具有富π电子型杂芳环和缺π电子型杂芳环,电子传输性和空穴传输性都高,所以是优选的。其中,在具有缺π电子杂芳环的骨架中,吡啶骨架、二嗪骨架(嘧啶骨架、吡嗪骨架、哒嗪骨架)及三嗪骨架稳定且可靠性良好,所以是优选的。尤其是,苯并呋喃并嘧啶骨架、苯并噻吩并嘧啶骨架、苯并呋喃并吡嗪骨架、苯并噻吩并吡嗪骨架的受主性高且可靠性良好,所以是优选的。此外,在具有富π型电子杂芳环的骨架中,吖啶骨架、吩恶嗪骨架、吩噻嗪骨架、呋喃骨架、噻吩骨架及吡咯骨架稳定且可靠性良好,所以优选具有上述骨架中的至少一个。此外,作为呋喃骨架优选使用二苯并呋喃骨架,作为噻吩骨架优选使用二苯并噻吩骨架。作为吡咯骨架,特别优选使用吲哚骨架、咔唑骨架、吲哚咔唑骨架、联咔唑骨架、3-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)-9H-咔唑骨架。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。注意,也可以使用键合有氰基等吸电子基团的芳环代替缺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。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、boranthrene等含硼骨架、苯甲腈或氰苯等具有腈基或氰基的芳环、杂芳环、二苯甲酮等羰骨架、氧化膦骨架、砜骨架等。如此,可以使用缺π电子骨架及富π电子骨架代替缺π电子杂芳环以及富π电子型杂芳环中的至少一个。

[0114] [化学式2]



[0115] 此外,作为TADF材料,也可以使用单重激发态和三重激发态间处于热平衡状态的TADF材料。这种TADF材料由于发光寿命(激发寿命)短,所以可以抑制发光器件的高亮度区域中的效率降低。具体而言,可以举出具有下述分子结构的材料。

[0116] [化学式3]



[0117] TADF材料是指S1能级和T1能级之差较小且具有通过反系间窜越将三重激发能转换为单重激发能的功能的材料。因此,能够通过微小的热能量将三重激发能上转换(up-convert)为单重激发能(反系间窜越)并能够高效地产生单重激发态。此外,可以将三重激发能转换为发光。

[0118] 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。

[0119] 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。

[0120] 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。

[0121] 作为发光层的主体材料,可以使用具有电子传输性的材料及/或具有空穴传输性的材料、上述TADF材料等各种载流子传输材料。

[0122] 作为具有空穴传输性的材料,可以同样地使用上述具有空穴传输性的材料。

[0123] 作为具有电子传输性的材料,可以同样地使用上述具有电子传输性的材料。

[0124] 作为能够用作主体材料的TADF材料,可以使用与上面作为TADF材料举出的材料同样的材料。当使用TADF材料作为主体材料时,由TADF材料生成的三重激发能经反系间窜越转换为单重激发能并进一步能量转移到发光物质,由此可以提高发光器件的发光效率。此时,TADF材料被用作能量施主,发光物质被用作能量受主。

[0125] 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。

[0126] 此外,优选使用呈现与荧光发光物质的最低能量一侧的吸收带的波长重叠的发光的TADF材料。由此,激发能顺利地从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。

[0127] 为了高效地从三重激发能通过反系间窜越生成单重激发能,优选在TADF材料中产生载流子复合。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。在此,发光体是指在荧光发光物质中成为发光的原因的原子团(骨架)。发光体优选为具有π键的骨架,优选包含芳环,并优选具有稠合芳环或稠合杂芳环。作为稠合芳环或稠合杂芳环,可以举出菲骨架、二苯乙烯骨架、吖啶酮骨架、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、䓛骨架、三亚苯骨架、并四苯骨架、芘骨架、苝骨架、香豆素骨架、喹吖啶酮骨架、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。

[0128] 在将荧光发光物质用作发光物质的情况下,作为主体材料,优选使用具有蒽骨架的材料。通过将具有蒽骨架的物质用作荧光发光物质的主体材料,可以实现发光效率及耐久性都高的发光层。在用作主体材料的具有蒽骨架的物质中,具有二苯基蒽骨架(尤其是9,10-二苯基蒽骨架)的物质在化学上稳定,所以是优选的。此外,在主体材料具有咔唑骨架的情况下,空穴的注入/传输性得到提高,所以是优选的,在具有苯环稠合到咔唑的苯并咔唑骨架的情况下,其HOMO能级比咔唑浅0.1eV左右,空穴容易注入,所以是更优选的。尤其是,在主体材料具有二苯并咔唑骨架的情况下,其HOMO能级比咔唑浅0.1eV左右,不仅空穴容易注入,而且空穴传输性及耐热性也得到提高,所以是优选的。因此,进一步优选用作主体材料的物质是具有9,10-二苯基蒽骨架和咔唑骨架(或者苯并咔唑骨架或二苯并咔唑骨架)的物质。注意,从上述空穴注入/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。作为这种物质的例子,可以举出9-苯基-3-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-9H-咔唑(简称:PCzPA)、3-[4-(1-萘基)苯基]-9-苯基-9H-咔唑(简称:PCPN)、9-[4-(10-苯基-9-蒽基)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)、6-[3-(9,10-二苯基-2-蒽基)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:αN-βNPAnth)、9-(1-萘基)-10-(2-萘基)蒽(简称:α,βADN)、2-(10-苯基蒽-9-基)二苯并呋喃、2-(10-苯基-9-蒽基)苯并[b]萘并[2,3-d]呋喃(简称:Bnf(II)PhA)、9-(2-萘基)-10-[3-(2-萘基)苯基]蒽(简称:βN-mβNPAnth)、1-[4-(10-(联苯-4-基)-9-蒽基)苯基]-2-乙基-1H-苯并咪唑(简称:EtBImPBPhA)等。尤其是,CzPA、cgDBCzPA、2mBnfPPA、PCzPA呈现非常良好的特性,所以是优选的。

[0129] 此外,主体材料也可以是混合多种物质的材料,当使用混合的主体材料时,优选混合具有电子传输性的材料和具有空穴传输性的材料。通过混合具有电子传输性的材料和具有空穴传输性的材料,可以使发光层113的传输性的调整变得更加容易,也可以更简便地进行复合区域的控制。具有空穴传输性的材料与具有电子传输性的材料的含量的重量比例为1:19至19:1即可。

[0130] 注意,作为上述混合的材料的一部分,可以使用磷光发光物质。磷光发光物质在作为发光物质使用荧光发光物质时可以被用作对荧光发光物质供应激发能的能量施主。

[0131] 此外,也可以使用这些混合了的材料形成激基复合物。通过以形成呈现与发光物质的最低能量一侧的吸收带的波长重叠的光的激基复合物的方式选择混合材料,可以使能量转移变得顺利,从而高效地得到发光,所以是优选的。此外,通过采用该结构可以降低驱动电压,因此是优选的。

[0132] 注意,形成激基复合物的材料的至少一个可以为磷光发光物质。由此,可以高效地将三重激发能经反系间窜越转换为单重激发能。

[0133] 关于高效地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。此外,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。注意,材料的LUMO能级及HOMO能级可以从通过循环伏安(CV)测量测得的材料的电化学特性(还原电位及氧化电位)求出。

[0134] 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。

[0135] 电子传输层(第一电子传输层114_1、第二电子传输层114_2)是包含具有电子传输性的物质的层。作为具有电子传输性的材料,优选使用电场强度[V/cm]的平方根为600时的电子迁移率为$1\times10^{-7}cm^2/Vs$以上,优选为$1\times10^{-6}cm^2/Vs$以上的物质。此外,只要是电子传输性高于空穴传输性的物质,就可以使用上述以外的物质。作为上述有机化合物,优选使用包含缺π电子型杂芳环的有机化合物。作为包含缺π电子型杂芳环的有机化合物,例如优选使用包含具有多唑骨架的杂芳环的有机化合物、包含具有吡啶骨架的杂芳环的有机化合物、包含具有二嗪骨架的杂芳环的有机化合物以及包含具有三嗪骨架的杂芳环的有机化合物中的任何一个或多个。

[0136] 作为上述可用于电子传输层的具有电子传输性的有机化合物,可以同样地使用作为上述中间层116的N型层中的具有电子传输性的有机化合物可以使用的有机化合物。其中,包含具有二嗪骨架的杂芳环的有机化合物、包含具有吡啶骨架的杂芳环的有机化合物或包含具有三嗪骨架的杂芳环的有机化合物具有良好的可靠性,所以是优选的。尤其是,包含具有二嗪(嘧啶或吡嗪)骨架的杂芳环的有机化合物、包含具有三嗪骨架的杂芳环的有机化合物具有高电子传输性,有助于降低驱动电压。

[0137] 此外,电子传输层优选在电场强度[V/cm]的平方根为600时的电子迁移率为$1\times10^{-7}cm^2/Vs$以上且$5\times10^{-5}cm^2/Vs$以下。通过降低电子传输层中的电子的传输性可以控制向发光层的电子的注入量,由此可以防止发光层变成电子过多的状态。当在使用复合材料形成空穴注入层且该复合材料中的具有空穴传输性的材料的HOMO能级为-5.7eV以上且-5.4eV以下的较深的HOMO能级的情况下使用该结构时,可以获得长寿命,所以是特别优选的。注意,此时,具有电子传输性的材料的HOMO能级优选为-6.0eV以上。

[0138] 作为电子注入层115也可以设置有包含氟化锂(LiF)、氟化铯(CsF)、氟化钙(CaF_2)、8-羟基喹啉-锂(简称:Liq)、镱(Yb)等的碱金属、碱土金属、稀土金属或者它们的化合物或配合物的层。电子注入层115可以使用将碱金属、碱土金属或它们的化合物包含在由具有电子传输性的物质构成的层中的层或电子化合物(electride)。作为电子化合物,例如可以举出对钙和铝的混合氧化物以高浓度添加电子的物质等。

[0139] 注意,作为电子注入层115,也可以使用对具有电子传输性的物质(优选为具有联吡啶骨架的有机化合物)包含上述碱金属或碱土金属的氟化物为微晶状态的浓度以上(50wt%以上)的层。由于该层为折射率低的层,所以可以提供外部量子效率更良好的发光器件。

[0140] 第二电极102是包括阴极的电极。第二电极102也可以具有叠层结构,此时接触于有机化合物层103的层被用作阴极。作为形成阴极的物质,可以使用功函数小(具体为3.8eV以下)的金属、合金、导电化合物以及它们的混合物等。作为这种阴极材料的具体例子,可以举出锂(Li)或铯(Cs)等碱金属、镁(Mg)、钙(Ca)或者锶(Sr)等的属于元素周期表中的第1族或第2族的元素、包含它们的合金(MgAg、AlLi)、铕(Eu)、镱(Yb)等稀土金属以及包含它们的合金等。然而,通过在第二电极102和电子传输层之间设置电子注入层,可以不顾及功函数的大小而将各种导电材料诸如Al、Ag、ITO、包含硅或氧化硅的氧化铟-氧化锡等用作阴极。

[0141] 在第二电极102由对可见光具有透射性的材料构成的情况下,可以形成从第二电极102一侧发光的发光器件。

[0142] 这些导电材料可以通过真空蒸镀法、溅射法等干法、喷墨法、旋涂法等沉积。此外,也可以通过利用溶胶-凝胶法等湿法或利用金属材料的膏剂的湿法形成。

[0143] 此外,作为有机化合物层103的形成方法,不论干法或湿法,都可以使用各种方法。例如,也可以使用真空蒸镀法、凹版印刷法、胶版印刷法、丝网印刷法、喷墨法或旋涂法等。

[0144] 此外,也可以通过使用不同沉积方法形成上述的各电极或各层。

[0145] 本实施方式可以与其他实施方式或实施例适当地组合。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。

[0146] (实施方式3)

如图6A及图6B所示,多个发光器件130形成在绝缘层175上而构成显示装置。在本实施方式中,详细地说明本发明的一个方式的显示装置。

[0147] 显示装置100包括以矩阵状排列多个像素178的像素部177。像素178包括子像素110R、子像素110G及子像素110B。

[0148] 在本说明书等中,有时例如使用子像素110这称呼说明子像素110R、子像素110G及子像素110B之间共同的内容。另外,关于用字母进行区别的其他构成要素,有时使用省略字母的附图标记说明该构成要素之间共同的内容。

[0149] 子像素110R呈现红色光,子像素110G呈现绿色光,并且子像素110B呈现蓝色光。由此,可以在像素部177上显示图像。注意,在本实施方式中,以红色(R)、绿色(G)及蓝色(B)的三种颜色的子像素为例进行说明,也可以组合其他颜色的子像素。另外,子像素不局限于三个,也可以为四个以上。作为四个子像素,例如可以举出:R、G、B、白色(W)的四种颜色的子像素;R、G、B、Y的四种颜色的子像素;以及R、G、B、红外光(IR)的四种颜色的子像素;等。

[0150] 在本说明书等中,有时将行方向记为X方向且将列方向记为Y方向。X方向与Y方向交叉,例如垂直交叉。

[0151] 在图6A所示的例子中,不同颜色的子像素在X方向上排列配置,相同颜色的子像素在Y方向上排列配置。注意,也可以不同颜色的子像素在Y方向上排列配置,相同颜色的子像素在X方向上排列配置。

[0152] 像素部177的外侧也可以设置有连接部140及区域141。例如,区域141设置在像素

部177与连接部140之间。区域141设置有有机化合物层103。另外,连接部140设置有导电层151C。

[0153] 在图6A所示的例子中,连接部140及区域141位于像素部177的右侧,但是对连接部140及区域141的位置没有特别的限制。此外,连接部140及区域141也可以为一个或多个。

[0154] 图6B是沿图6A中的点划线A1-A2的截面图的例子。如图6B所示,显示装置100包括绝缘层171、绝缘层171上的导电层172、绝缘层171及导电层172上的绝缘层173、绝缘层173上的绝缘层174以及绝缘层174上的绝缘层175。绝缘层171设置在衬底(未图示)上。绝缘层175、绝缘层174及绝缘层173设置有到达导电层172的开口,以嵌入该开口的方式设置有插头176。

[0155] 在像素部177中,绝缘层175及插头176上设置有发光器件130。以覆盖发光器件130的方式设置有保护层131。衬底120由树脂层122贴合于保护层131上。另外,优选在相邻的发光器件130间设置无机绝缘层125以及无机绝缘层125上的绝缘层127。

[0156] 图6B示出多个无机绝缘层125及多个绝缘层127的截面,但是在俯视显示装置100时,无机绝缘层125及绝缘层127优选分别被形成为连续的一层。也就是说,绝缘层127优选为在第一电极上具有开口部的绝缘层。

[0157] 图6B示出发光器件130R、发光器件130G及发光器件130B作为发光器件130。发光器件130R、发光器件130G及发光器件130B发射互不相同的颜色的光。例如,发光器件130R可以发射红色光,发光器件130G可以发射绿色光,发光器件130B可以发射蓝色光。另外,发光器件130R、发光器件130G或发光器件130B也可以发射其他可见光或红外光。

[0158] 本发明的一个方式的显示装置例如可以具有向与形成有发光器件的衬底相反的方向发射光的顶部发射结构(top emission)。另外,本发明的一个方式的显示装置也可以具有底部发射结构(bottom emission)。

[0159] 作为发光器件130含有的发光物质,例如可以举出发射荧光的物质(荧光材料)、发射磷光的物质(磷光材料))及呈现热活化延迟荧光的物质(热活化延迟荧光(Thermally Activated Delayed Fluorescence:TADF)材料)等的有机化合物或有机金属配合物。另外,也可以使用量子点等无机化合物。

[0160] 发光器件130R具有如实施方式1所示的结构,并包括由导电层151R及导电层152R构成的第一电极(像素电极)、第一电极上的有机化合物层103R、有机化合物层103R上的公共层104以及公共层104上的第二电极(公共电极)102。公共层104可以设置也可以不设置,但是在设置有公共层104时,可以减少加工时有机化合物层103R受到的损伤,所以是优选的。在设置有公共层104时,公共层104优选为电子注入层。另外,在设置有公共层104时,有机化合物层103R与公共层104的叠层结构相当于实施方式1中的有机化合物层103。

[0161] 发光器件130G具有如实施方式1所示的结构,包括由导电层151G及导电层152G构成的第一电极(像素电极)、第一电极上的有机化合物层103G、有机化合物层103G上的公共层104以及公共层104上的第二电极(公共电极)102。公共层104可以设置也可以不设置,但是在设置有公共层104时,可以减少加工时有机化合物层103G受到的损伤,所以是优选的。在设置有公共层104时,公共层104优选为电子注入层。另外,在设置有公共层104时,有机化合物层103G与公共层104的叠层结构相当于实施方式1中的有机化合物层103。

[0162] 发光器件130B具有如实施方式1所示的结构,包括由导电层151B及导电层152B构

成的第一电极(像素电极)、第一电极上的有机化合物层103B、有机化合物层103B上的公共层104以及公共层104上的第二电极(公共电极)102。公共层104可以设置也可以不设置,但是在设置有公共层104时,可以减少加工时有机化合物层103B受到的损伤,所以是优选的。在设置有公共层104时,公共层104优选为电子注入层。另外,在设置有公共层104时,有机化合物层103B与公共层104的叠层结构相当于实施方式1中的有机化合物层103。

[0163] 发光器件所包括的像素电极和公共电极中的一方被用作阳极,另一方被用作阴极。以下,除非特别的叙述,在像素电极被用作阳极且公共电极被用作阴极的前提下进行说明。

[0164] 有机化合物层103R、有机化合物层103G及有机化合物层103B各自或按每个发光颜色独立地形成为岛状。通过按每个发光器件130将有机化合物层103设置为岛状,高清晰显示装置中也可以抑制相邻的发光器件130之间的泄漏电流。由此,可以抑制串扰,而可以实现对比度极高的发光装置。尤其是,可以实现在低亮度下电流效率高的显示装置。

[0165] 通过沉积EL膜并使用光刻法对该EL膜进行加工,来形成岛状有机化合物层103。

[0166] 有机化合物层103优选以覆盖发光器件130的第一电极(像素电极)的顶面及侧面的方式设置。由此,与有机化合物层103的端部位于像素电极的端部的内侧的结构相比更容易提高显示装置100的开口率。另外,通过以有机化合物层103覆盖发光器件130的像素电极的侧面,可以抑制像素电极与第二电极102接触,因此可以抑制发光器件130的短路。另外,可以增加有机化合物层103的发光区域(即与像素电极重叠的区域)和有机化合物层103的端部之距离。并且,因为有机化合物层103的端部有可能因加工而受损伤,所以通过将远离有机化合物层103的端部的区域用作发光区域,可以提高发光器件130的可靠性。

[0167] 另外,在本发明的一个方式的显示装置中,发光器件的第一电极(像素电极)优选具有叠层结构。例如,在图6B所示的例子中,发光器件130的第一电极具有导电层151和导电层152的叠层结构。例如,在显示装置100具有顶部发射结构且发光器件130的像素电极被用作阳极时,优选的是,导电层151为可见光反射率高的层,导电层152例如为具有可见光透射性且功函数大的层。在显示装置100具有顶部发射结构时,像素电极的可见光反射率越高,越可以提高有机化合物层103所发射的光提取效率。另外,在像素电被用作阳极时,像素电极的功函数越大,越容易向有机化合物层103注入空穴。由此,通过发光器件130的像素电极具有可见光反射率高的导电层151和功函数大的导电层152的叠层结构,发光器件130可以为光提取效率高且驱动电压低的发光元件。

[0168] 在导电层151为其可见光反射率高的层的情况下,导电层151的可见光反射率例如优选为40%以上且100%以下、更优选为70%以上且100%以下。另外,在导电层152为具有可见光透射性的电极时,可见光透射率例如优选为40%以上。

[0169] 在此,在像素电极具有多个层的叠层结构的情况下,像素电极例如因该多个层间的反应而变质。例如,在通过湿蚀刻法去除形成像素电极后形成的膜时,因药液接触像素电极而发生电偶腐蚀。

[0170] 鉴于此,在本实施方式的显示装置100中,以覆盖导电层151的顶面及侧面的方式形成导电层152。由此,例如在使用湿蚀刻法去除形成包括导电层151及导电层152的像素电极之后形成的膜的情况下也可以抑制药液接触导电层151。因此,例如可以抑制像素电极中发生电偶腐蚀。因此,显示装置100可以通过成品率高的方法制造,所以可以实现廉价的显

示装置。另外,可以抑制显示装置100中发生不良,因此显示装置100可以为可靠性高的显示装置。

[0171] 作为导电层151,例如可以使用金属材料。具体而言,例如也可以使用铝(Al)、钛(Ti)、铬(Cr)、锰(Mn)、铁(Fe)、钴(Co)、镍(Ni)、铜(Cu)、镓(Ga)、锌(Zn)、铟(In)、锡(Sn)、钼(Mo)、钽(Ta)、钨(W)、钯(Pd)、金(Au)、铂(Pt)、银(Ag)、钇(Y)、钕(Nd)等金属以及适当地组合它们的合金。

[0172] 作为导电层152,可以使用含有选自铟、锡、锌、镓、钛、铝和硅中的任一个或多个的氧化物。例如,优选使用含有氧化铟、铟锡氧化物、铟锌氧化物、氧化锌、包含镓的氧化锌、氧化钛、包含镓的铟锌氧化物、包含铝的铟锌氧化物、包含硅的铟锡氧化物和包含硅的铟锌氧化物等中的任一个或多个的导电氧化物。尤其是,包含硅的铟锡氧化物的功函数较大,其功函数例如为4.0eV以上,所以可以将其适合用作导电层152。

[0173] 导电层151及导电层152分别也可以具有含有不同材料的多个层的叠层结构。在此情况下,导电层151也可以包括使用导电氧化物等可用于导电层152的材料的层,导电层152也可以包括使用金属材料等可用于导电层151的材料的层。例如,在导电层151具有两层以上的叠层结构的情况下,接触于导电层152的层可以为使用可用于导电层152的材料的层。

[0174] 导电层151的侧面优选具有锥形形状。具体而言,导电层151的侧面优选具有锥角小于90°的锥形形状。此时,沿着导电层151的侧面设置的导电层152也具有锥形形状。通过使导电层152的侧面具有锥形形状,可以提高沿着导电层152的侧面设置的有机化合物层103的覆盖性。

[0175] 图7A是导电层151具有包含不同材料的多个层的叠层结构时的图。如图7A所示,导电层151包括导电层151a、导电层151a上的导电层151b以及导电层151b上的导电层151c。也就是说,图7A所示的导电层151具有三层叠层结构。如此,在导电层151具有多个层的叠层结构的情况下,使构成导电层151的层中的至少一层的可见光反射率高于导电层152的可见光反射率,即可。

[0176] 在图7A所示的例子中,由导电层151a与导电层151c夹持导电层151b。导电层151a及导电层151c可以使用与导电层151b相比不容易变质的材料。例如,导电层151a可以使用与导电层151b相比不容易发生因接触于绝缘层175而发生的迁移(migration)的材料。另外,导电层151c可以使用如下材料:与导电层151b相比不容易被氧化;并且其氧化物的电阻率比用于导电层151b的材料的氧化物低。

[0177] 如此,通过采用由导电层151a与导电层151c夹持导电层151b的结构,可以扩大导电层151b的材料的选择范围。由此,例如可以使导电层151b成为其可见光反射率比导电层151a和导电层151c中的至少一方高的层。例如,作为导电层151b可以使用铝。另外,作为导电层151b也可以使用含铝的合金。另外,作为导电层151a可以使用钛,钛这材料虽然可见光反射率比铝低,但即使接触绝缘层175也与铝相比不容易发生迁移。并且,作为导电层151c可以使用钛,钛这材料虽然可见光反射率比铝低,但与铝相比不容易被氧化且氧化物的电阻率比氧化铝的电阻率低。

[0178] 另外,作为导电层151c也可以使用银或含银的合金。银具有可见光反射率比钛高的特性。再者,银与铝相比不容易被氧化,并且氧化银的电阻率比氧化铝的电阻率低。由此,在作为导电层151c使用银或含银的合金时,可以在适当地提高导电层151的可见光反射率

的同时抑制因导电层151b的氧化导致的像素电极的电阻上升。在此,作为含银的合金例如可以使用银、钯与铜的合金(Ag-Pd-Cu,也记作APC)。另外,在作为导电层151c使用银或含银的合金且作为导电层151b使用铝时,可以与导电层151b的可见光反射率相比提高导电层151c的可见光反射率。在此,作为导电层151b也可以使用银或含银的合金。另外,作为导电层151a也可以使用银或含银的合金。

[0179] 另一方面,使用钛的膜的蚀刻加工性比使用银的膜优异。因此,通过作为导电层151c使用钛,可以容易形成导电层151c。另外,使用铝的膜的蚀刻加工性也比使用银的膜优异。

[0180] 如此,通过使导电层151具有多个层的叠层结构,可以提高显示装置的特性。例如,可以使显示装置100成为光提取效率及可靠性都高的显示装置。

[0181] 这里,在发光器件130采用微腔结构的情况下,通过作为导电层151c使用作为可见光反射率高的材料的银或含银的合金,可以适当地提高显示装置100的光提取效率。

[0182] 如上所述,导电层151的侧面优选具有锥形形状。具体而言,导电层151的侧面优选具有锥角小于90°的锥形形状。例如,在图7A所示的结构的导电层151中,优选的是,导电层151a、导电层151b和导电层151c中的至少一个的侧面具有锥形形状。

[0183] 图7A所示的导电层151可以通过光刻法形成。具体而言,首先,依次沉积将成为导电层151a的导电膜、将成为导电层151b的导电膜以及将成为导电层151c的导电膜。接着,在将成为导电层151c的导电膜上形成抗蚀剂掩模。然后,例如通过蚀刻法去除不与抗蚀剂掩模重叠的区域的导电膜。在此,通过在与以侧面不具有锥形形状(即侧面呈垂直)的方式形成导电层151的情况相比抗蚀剂掩模更易于后退(缩小)的条件下加工导电膜,可以形成侧面具有锥形形状的导电层151。

[0184] 在此,在以抗蚀剂掩模容易后退(缩小)的条件加工导电膜时,导电膜有时容易在水平方向上加工。换言之,与以侧面呈垂直的方式形成导电层151的情况相比,蚀刻的各向同性有时变高。

[0185] 另外,在导电层151具有由不同材料构成的多个层的叠层结构时,该多个层的水平方向上的加工容易性有时不同。例如,导电层151a、导电层151b及导电层151c的水平方向上的加工容易性有时不同。

[0186] 在此情况下,有时在加工导电膜后如图7A所示那样导电层151b的侧面位于导电层151a及导电层151c的侧面的内侧而形成突出部。由此,有如下担忧:导电层152的对于导电层151的覆盖性降低而发生导电层152的断开。

[0187] 鉴于此,优选如图7A那样设置绝缘层156。图7A示出以具有与导电层151b的侧面重叠的区域的方式在导电层151a上设置绝缘层156的例子。由此,可以抑制起因于突出部的导电层152的断开或薄膜化,因此可以抑制连接不良或驱动电压上升。

[0188] 注意,虽然图7A示出导电层151b的整个侧面被绝缘层156覆盖的结构,但导电层151b的侧面的一部分也可以不被绝缘层156覆盖。具有如下所示的结构的像素电极中也是同样的,导电层151b的侧面的一部分也可以不被绝缘层156覆盖。

[0189] 在导电层151具有图7A所示的结构时,导电层152覆盖导电层151a、导电层151b、导电层151c及绝缘层156且与导电层151a、导电层151b及导电层151c电连接。由此,例如通过湿蚀刻法去除在形成导电层152之后沉积的膜的情况下,也可以不使药液接触导电层151a、

导电层151b和导电层151c。因此,可以抑制在导电层151a、导电层151b和导电层151c中发生腐蚀。因此,可以通过成品率高的方法制造显示装置100。另外,可以抑制不良发生,由此可以实现可靠性高的显示装置100。

[0190] 在此,如图7A所示,绝缘层156优选具有弯曲面。由此,例如与绝缘层156的侧面呈垂直(平行于Z方向)的情况相比可以抑制覆盖绝缘层156的导电层152中发生断开。另外,在绝缘层156的侧面具有锥形形状,具体的是锥角小于90°的锥形形状的情况下,例如与绝缘层156的侧面呈垂直的情况相比,可以抑制覆盖绝缘层156的导电层152中发生断开。由此,可以通过成品率高的方法制造显示装置100。另外,不良的发生得到抑制,而可以使显示装置100成为可靠性高的显示装置。

[0191] 注意,图7A示出导电层151b的侧面位于导电层151a的侧面及导电层151c的侧面的内侧的结构,但是本发明的一个方式不局限于此。例如,导电层151b的侧面也可以位于导电层151a的侧面的外侧。另外,导电层151b的侧面也可以位于导电层151c的侧面的外侧。

[0192] 图7B至图7D示出第一电极101的其他结构。图7B示出在图1的第一电极101中绝缘层156除了导电层151b的侧面以外还覆盖导电层151a、导电层151b及导电层151c的侧面的结构。

[0193] 图7C示出在图1的第一电极101中不设置绝缘层156的结构。

[0194] 图7D示出如下结构:在图1的第一电极101中,导电层151不具有叠层结构且导电层152具有叠层结构。

[0195] 导电层152a为对导电层152b的密接性例如比绝缘层175高的层。作为导电层152a,例如可以使用含有选自铟、锡、锌、镓、钛、铝和硅中的任一个或多个的氧化物。例如,优选使用包含氧化铟、铟锡氧化物、铟锌氧化物、氧化锌、包含镓的氧化锌、氧化钛、铟钛氧化物、钛酸锌、铝锌氧化物、包含镓的铟锌氧化物、包含铝的铟锌氧化物、包含硅的铟锡氧化物和包含硅的铟锌氧化物等中的任一个或多个的导电氧化物。由此,可以抑制导电层152b的膜剥离。另外,可以使导电层152b不接触于绝缘层175。

[0196] 导电层152b为可见光反射率(例如对400nm以上且小于750nm之范围内的指定波长的光的反射率)比导电层151、导电层152a及导电层152c高的层。导电层152b的可见光反射率例如可以为70%以上且100%以下,优选为80%以上且100%以下,更优选为90%以上且100%以下。另外,作为导电层152b,例如可以使用其可见光反射率高于铝的材料。具体而言,例如,作为导电层152b可以使用银或含银的合金。作为含银的合金例如可以举出银、钯与铜的合金(APC)。由此,可以使显示装置100成为光提取效率高的显示装置。注意,作为导电层152b也可以使用除银之外的金属。

[0197] 在将导电层151及导电层152用作阳极的情况下,导电层152c优选为功函数大的层。导电层152c例如为功函数比导电层152b大的层。作为导电层152c,例如可以使用与可用于导电层152a的材料同样的材料。例如,可以将同一种材料用于导电层152a和导电层152c。例如,当将铟锡氧化物用于导电层152a时,可以将铟锡氧化物还用于导电层152c。

[0198] 注意,在将导电层151及导电层152用作阴极的情况下,导电层152c优选为功函数小的层。导电层152c例如为功函数比导电层152b小的层。

[0199] 另外,导电层152c优选为可见光透射率(例如对400nm以上且小于750nm之范围内的指定波长的光的透射率)高的层。例如,导电层152c的可见光透射率优选比导电层151及

导电层152b的可见光透射率高。例如,导电层152c的可见光透射率可以为60%以上且100%以下,优选为70%以上且100%以下,更优选为80%以上且100%以下。由此,可以减少有机化合物层103所发的光中被导电层152c吸收的光。另外,如上所述,导电层152c下的导电层152b可以为可见光反射率高的层。因此,可以使显示装置100成为光提取效率高的显示装置。

[0200] 接着,参照图8至图13说明具有图6A所示的结构的显示装置100的制造方法例子。

[0201] [制造方法例子]

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

[0202] 此外,构成显示装置的薄膜(绝缘膜、半导体膜、导电膜等)可以利用旋涂法、浸渍法、喷涂法、喷墨法、分配器法、丝网印刷法、胶版印刷法、刮刀(doctor knife)法、狭缝式涂布法、辊涂法、帘式涂布法或刮刀式涂布法等湿式沉积方法形成。

[0203] 尤其是,当制造发光器件时,可以利用蒸镀法等真空工艺以及旋涂法、喷墨法等溶液工艺。作为蒸镀法,可以举出溅射法、离子镀法、离子束蒸镀法、分子束蒸镀法、真空蒸镀法等物理蒸镀法(PVD法)以及化学气相沉积法(CVD法)等。尤其是,可以利用蒸镀法(真空蒸镀法等)、涂敷法(浸涂法、染料涂布法、棒式涂布法、旋涂法、喷涂法)、印刷法(喷墨法、丝网印刷(孔版印刷)法、胶版印刷(平版印刷)法、柔版印刷(凸版印刷)法、照相凹版印刷法或微接触印刷法等)等方法形成有机化合物层所包括的功能层(空穴注入层、空穴传输层、空穴阻挡层、发光层、电子阻挡层、电子传输层及电子注入层等)。

[0204] 此外,当对构成显示装置的薄膜进行加工时,例如可以利用光刻法进行加工。或者,也可以利用纳米压印法、喷砂法、剥离法等对薄膜进行加工。此外,也可以通过利用金属掩模等遮蔽掩模的沉积方法直接形成岛状的薄膜。

[0205] 光刻法典型地有如下两种方法。一个是在要进行加工的薄膜上形成抗蚀剂掩模,例如通过蚀刻对该薄膜进行加工,并去除抗蚀剂掩模的方法。另一个是形成具有感光性的薄膜之后进行曝光、显影,将该薄膜加工为所希望的形状的方法。

[0206] 在光刻法中,作为用于曝光的光,例如可以使用i线(波长为365nm)、g线(波长为436nm)、h线(波长为405nm)或将这些光混合而成的光。另外,还可以使用紫外线、KrF激光或ArF激光等。此外,也可以利用液浸曝光技术进行曝光。此外,作为用于曝光的光,也可以使用极紫外(EUV:Extreme Ultra-Violet)光或X射线。此外,代替用于曝光的光,也可以使用电子束。当使用极紫外光、X射线或电子束时,可以进行极其精细的加工,所以是优选的。另外,在通过电子束等光束的扫描进行曝光时,不需要光掩模。

[0207] 在薄膜的蚀刻中,可以利用干蚀刻法、湿蚀刻法或喷砂法等。

[0208] 首先,如图8A所示在衬底(未图示)上形成绝缘层171。接着,在绝缘层171上形成导电层172及导电层179,以覆盖导电层172及导电层179的方式在绝缘层171上形成绝缘层173。接着,在绝缘层173上形成绝缘层174,并在绝缘层174上形成绝缘层175。

[0209] 作为衬底,可以使用至少具有能够承受后面的热处理程度的耐热性的衬底。在使

用绝缘衬底作为衬底的情况下,可以使用玻璃衬底、石英衬底、蓝宝石衬底、陶瓷衬底或有机树脂衬底等。此外,还可以使用以硅或碳化硅等为材料的单晶半导体衬底或多晶半导体衬底、以硅锗等为材料的化合物半导体衬底、SOI衬底等半导体衬底。

[0210] 接着,如图8A所示,在绝缘层175、绝缘层174及绝缘层173中形成到达导电层172的开口。接着,以嵌入该开口的方式形成插头176。

[0211] 接着,如图8A所示,在插头176及绝缘层175上形成将在后面成为导电层151R、导电层151G、导电层151B及导电层151C的导电膜151f。导电膜151f例如可以利用溅射法或真空蒸镀法形成。另外,作为导电膜151f例如可以使用金属材料。

[0212] 接着,如图8A所示,在导电膜151f上形成抗蚀剂掩模191。抗蚀剂掩模191可以通过涂敷感光材料(光致抗蚀剂)而进行曝光及显影来形成。

[0213] 接着,如图8B所示,例如利用蚀刻法,具体地说例如利用干蚀刻法去除例如不与抗蚀剂掩模191重叠的区域的导电膜151f。注意,在导电膜151f例如包括使用铟锡氧化物等导电氧化物的层的情况下,也可以利用湿蚀刻法去除该层。由此,形成导电层151。注意,例如在利用干蚀刻法去除导电膜151f的一部分的情况下,有时凹部形成在绝缘层175的不重叠于导电层151的区域上。

[0214] 接着,如图8C所示,去除抗蚀剂掩模191。抗蚀剂掩模191例如可以通过使用氧等离子体的灰化被去除。或者,也可以使用氧气体和CF_4、C_4F_8、SF_6、CHF_3、Cl_2、H_2O、BCl_3或如He等第18族元素。或者,也可以通过湿蚀刻去除抗蚀剂掩模191。

[0215] 接着,如图8D所示,在导电层151R、导电层151G、导电层151B、导电层151C及绝缘层175上形成将在后面成为绝缘层156R、绝缘层156G、绝缘层156B及绝缘层156C的绝缘膜156f。绝缘膜156f例如可以利用CVD法、ALD法、溅射法或真空蒸镀法形成。

[0216] 绝缘膜156f可以使用无机材料。作为绝缘膜156f,例如可以使用氧化绝缘膜、氮化绝缘膜、氧氮化绝缘膜或氮氧化绝缘膜等无机绝缘膜。例如,作为绝缘膜156f可以使用包含硅的氧化绝缘膜、氮化绝缘膜、氧氮化绝缘膜或氮氧化绝缘膜等。例如,作为绝缘膜156f可以使用氧氮化硅。

[0217] 接着,如图8E所示,加工绝缘膜156f来形成绝缘层156R、绝缘层156G、绝缘层156B及绝缘层156C。例如,对绝缘膜156f的顶面大致均匀地进行蚀刻,由此可以形成绝缘层156。如此那样均匀地蚀刻而进行平坦化的处理也被称为回蚀处理。另外,也可以利用光刻法形成绝缘层156。

[0218] 接着,如图9A所示,在导电层151R、导电层151G、导电层151B、导电层151C、绝缘层156R、绝缘层156G、绝缘层156B、绝缘层156C及绝缘层175上形成将在后面成为导电层152R、导电层152G、导电层152B及导电层152C的导电膜152f。具体而言,例如以覆盖导电层151R、导电层151G、导电层151B、导电层151C、绝缘层156R、绝缘层156G、绝缘层156B及绝缘层156C的方式形成导电膜152f。

[0219] 导电膜152f例如可以利用溅射法或真空蒸镀法形成。另外,作为导电膜152f例如可以使用导电氧化物。或者,作为导电膜152f可以采用使用金属材料的膜和该膜上的使用导电氧化物的膜的叠层结构。例如,作为导电膜152f可以采用使用钛、银或含银的合金的膜和该膜上的使用导电氧化物的膜的叠层结构。

[0220] 另外,导电膜152f可以利用ALD法形成。在此,作为导电膜152f,可以使用含有选自

铟、锡、锌、镓、钛、铝和硅中的任一个或多个的氧化物。此时,通过以前驱物(一般有时被称为前体或金属前驱物等)的引入、该前驱物的吹扫、氧化剂(一般有时被称为反应剂、反应物或非金属前驱物等)的引入以及该氧化剂的吹扫为一个循环来反复进行该循环,可以形成导电膜152f。这里,在将铟锡氧化物等含有多种金属的氧化物膜形成为导电膜152f时,通过根据前驱物的种类改变循环次数,可以控制金属组成。

[0221] 例如,在作为导电膜152f沉积铟锡氧化物膜的情况下,在引入含有铟的前驱物之后吹扫该前驱物并引入氧化剂来形成In-O膜,接下来在引入含有锡的前驱物之后吹扫该前驱物并引入氧化剂来形成Sn-O膜。在此,通过使形成In-O膜时的循环次数多于形成Sn-O膜时的循环次数,可以使导电膜152f所包含的In原子数多于Sn原子数。

[0222] 另外,例如在作为导电膜152f沉积氧化锌膜的情况下,通过上述过程形成Zn-O膜。另外,例如在作为导电膜152f沉积铝锌氧化物膜的情况下,通过上述过程形成Zn-O膜及Al-O膜。另外,例如在作为导电膜152f沉积氧化钛膜的情况下,通过上述过程形成Ti-O膜。另外,例如在作为导电膜152f沉积含有硅的铟锡氧化物膜的情况下,通过上述过程形成In-O膜、Sn-O膜及Si-O膜。另外,例如在沉积含有镓的氧化锌膜的情况下,通过上述过程形成Ga-O膜及Zn-O膜。

[0223] 作为含有铟的前驱物,例如可以使用三乙基铟、三甲基铟或[1,1,1-三甲基-N-(三甲基硅基)酰胺]-铟。作为含有锡的前驱物,例如可以使用氯化锡或四(二甲基酰胺)锡。作为含有锌的前驱物,例如可以使用二乙基锌或二甲基锌。作为含有镓的前驱物,例如可以使用三乙基镓。作为含有钛的前驱物,例如可以使用氯化钛、四(二甲基酰胺)钛或钛酸四异丙基。作为含有铝的前驱物,例如可以使用氯化铝或三甲基铝。作为含有硅的前驱物,例如可以使用三硅基胺、双(二乙胺氨基)硅烷、三(二甲氨基)硅烷、双(叔丁基氨基)硅烷或双(乙基甲基胺基)硅烷。另外,作为氧化剂可以使用水蒸气、氧等离子体或臭氧气体。

[0224] 接着,如图9B所示,例如利用光刻法对导电膜152f进行加工,由此形成导电层152R、导电层152G、导电层152B及导电层152C。具体而言,例如在形成抗蚀剂掩模之后通过蚀刻法去除导电膜152f的一部分。例如可以通过湿蚀刻法去除导电膜152f。注意,也可以通过干蚀刻法去除导电膜152f。由此,形成包括导电层151及导电层152的像素电极。

[0225] 接着,优选进行导电层152的疏水化处理。通过疏水化处理,可以将作为处理对象的表面状态从亲水性变为疏水性,或者可以提高作为处理对象的表面的疏水性。通过进行导电层152的疏水化处理,可以提高导电层152与将在后面工序中形成的有机化合物层103的密接性来抑制膜剥离。注意,也可以不进行疏水化处理。

[0226] 接着,如图9C所示,在导电层152R、导电层152G、导电层152B及绝缘层175上形成将在后面成为有机化合物层103R的有机化合物膜103Rf。

[0227] 如图9C所示,在导电层152C上不形成有机化合物膜103Rf。例如,通过使用用来规定沉积范围的掩模(为了与高精细金属掩模版区别,也被称为区域掩模或粗金属掩模等),可以只在所希望的区域沉积有机化合物膜103Rf。通过采用使用区域掩模的沉积工序及使用抗蚀剂掩模的加工工序,可以以较简单的工艺制造发光器件。

[0228] 有机化合物膜103Rf例如可以利用蒸镀法形成,具体而言可以利用真空蒸镀法形成。另外,有机化合物膜103Rf也可以利用转印法、印刷法、喷墨法、涂敷法等的方法形成。

[0229] 接着,如图9C所示,在有机化合物膜103Rf、导电层152C及绝缘层175上依次形成将

在后面成为牺牲层158R的牺牲膜158Rf以及将在后面成为掩模层159R的掩模膜159Rf。

[0230] 注意,在本实施方式中,示出由牺牲膜158Rf和掩模膜159Rf的两层结构构成掩模膜的例子,但掩模膜可以具有单层结构,也可以具有三层以上的叠层结构。

[0231] 通过在有机化合物膜103Rf上设置牺牲层,可以降低在显示装置的制造工序中有机化合物膜103Rf受到的损伤,而可以提高发光器件的可靠性。

[0232] 作为牺牲膜158Rf使用对有机化合物膜103Rf的加工条件的耐性高的膜,具体而言与有机化合物膜103Rf的蚀刻选择比大的膜。作为掩模膜159Rf使用与牺牲膜158Rf的蚀刻选择比大的膜。

[0233] 另外,牺牲膜158Rf及掩模膜159Rf以低于有机化合物膜103Rf的耐热温度的温度形成。形成牺牲膜158Rf及牺牲膜159Rf时的衬底温度各自典型地为200℃以下,优选为150℃以下,更优选为120℃以下,进一步优选为100℃以下,更进一步优选为80℃以下。

[0234] 作为牺牲膜158Rf及掩模膜159Rf优选使用可以利用湿蚀刻法去除的膜。通过利用湿蚀刻法,与利用干蚀刻法的情况相比,可以减轻在牺牲膜158Rf及掩模膜159Rf的加工中有机化合物膜103Rf受到的损伤。

[0235] 牺牲膜158Rf及掩模膜159Rf例如可以利用溅射法、ALD法(热ALD法、PEALD法)、CVD法、真空蒸镀法形成。另外,也可以利用上述湿式沉积方法形成。

[0236] 接触于有机化合物膜103Rf上而形成的牺牲膜158Rf优选通过与形成掩模膜159Rf时相比对有机化合物膜103Rf带来的损伤少的形成方法形成。例如,与溅射法相比,更优选使用ALD法或真空蒸镀法形成牺牲膜158Rf。

[0237] 作为牺牲膜158Rf及掩模膜159Rf,例如可以使用金属膜、合金膜、金属氧化物膜、半导体膜、有机绝缘膜和无机绝缘膜等中的一种或多种。

[0238] 作为牺牲膜158Rf及掩模膜159Rf例如各自可以使用金、银、铂、镁、镍、钨、铬、钼、铁、钴、铜、钯、钛、铝、钇、锆及钽等金属材料或者包含该金属材料的合金材料。尤其优选使用铝或银等低熔点材料。通过作为牺牲膜158Rf和掩模膜159Rf中的一方或双方使用能够遮蔽紫外线的金属材料,可以抑制紫外线照射到有机化合物膜103Rf而可以抑制有机化合物膜103Rf的劣化,所以是优选的。

[0239] 另外,作为牺牲膜158Rf及掩模膜159Rf各自可以使用金属氧化物如In-Ga-Zn氧化物、氧化铟、In-Zn氧化物、In-Sn氧化物、铟钛氧化物(In-Ti氧化物)、铟锡锌氧化物(In-Sn-Zn氧化物)、铟钛锌氧化物(In-Ti-Zn氧化物)、铟镓锡锌氧化物(In-Ga-Sn-Zn氧化物)或包含硅的铟锡氧化物等。

[0240] 注意,也可以使用元素M(M为铝、硅、硼、钇、铜、钒、铍、钛、铁、镍、锗、锆、钼、镧、铈、钕、铪、钽、钨和镁中的一种或多种)代替上述镓。

[0241] 另外,作为牺牲膜及掩模膜优选使用包含具有对光,尤其具有紫外线遮光性的材料的膜。作为具有遮光性的材料,可以使用具有紫外线遮光性的金属、绝缘体、半导体及半金属等各种材料,因为该牺牲膜及掩模膜的一部分或全部将在后面工序中被去除,所以牺牲膜及掩模膜优选为可以通过蚀刻被加工的膜,尤其优选为加工性良好的膜。

[0242] 作为牺牲膜及掩模膜例如使用硅或锗等的半导体材料,这与半导体的制造工艺的亲和性高,因此是优选的。或者,可以使用上述半导体材料的氧化物或氮化物。或者,可以使用碳等的非金属材料或其化合物。另外,可以使用钛、钽、钨、铬、铝等的金属或包含它们中

的一个以上的合金。另外,可以使用氧化钛或氧化铬等包含上述金属的氧化物或者氮化钛、氮化铬或氮化钽等氮化物。

[0243] 另外,通过作为牺牲膜或掩模膜使用具有紫外线遮光性的材料的膜,可以抑制例如在曝光工序中紫外线被照射到有机化合物层。通过抑制紫外线给有机化合物层带来损伤,可以提高发光器件的可靠性。

[0244] 注意,含有具有紫外线遮光性的材料的膜在被用作后述的无机绝缘膜125f的材料时也发挥同样的效果。

[0245] 另外,作为牺牲膜158Rf及掩模膜159Rf各自可以使用各种无机绝缘膜。尤其是,氧化绝缘膜的与有机化合物膜103Rf的密接性比氮化绝缘膜的与有机化合物膜103Rf的密接性高,所以是优选的。例如,可以将氧化铝、氧化铪或氧化硅等无机绝缘材料用于牺牲膜158Rf及掩模膜159Rf。作为牺牲膜158Rf及掩模膜159Rf各自例如可以利用ALD法形成氧化铝膜。通过利用ALD法,可以减轻对基底(尤其对有机化合物层)带来的损伤,所以是优选的。

[0246] 例如,作为牺牲膜158Rf可以使用利用ALD法形成的无机绝缘膜(例如,氧化铝膜),并且作为掩模膜159Rf可以使用利用溅射法形成的无机膜(例如,In-Ga-Zn氧化物膜、铝膜或钨膜)。

[0247] 另外,作为牺牲层158Rf和将在后面形成的无机绝缘层125的双方可以使用相同无机绝缘膜。例如,作为牺牲层158Rf和无机绝缘层125的双方可以使用利用ALD法形成的氧化铝膜。在此,牺牲层158Rf和无机绝缘层125既可以采用相同沉积条件,也可以采用不同沉积条件。例如,通过以与无机绝缘层125同样的条件沉积牺牲膜158Rf,可以形成牺牲膜158Rf作为对水和氧中的至少一方的阻挡性高的绝缘层。另一方面,牺牲膜158Rf是其大部分或全部将在后面的工序中被去除的层,所以优选容易被加工。因此,牺牲层158Rf优选以与无机绝缘层125相比沉积时的衬底温度低的条件沉积。

[0248] 作为牺牲膜158Rf和掩模膜159Rf中的一方或双方也可以使用有机材料。例如,作为有机材料也可以使用可溶解于至少对位于有机化合物膜103Rf的最上部的膜在化学上稳定的溶剂的材料。尤其是,可以适当地使用溶解于水或醇的材料。当沉积上述材料时,优选的是,在将材料溶解于水或醇等溶剂的状态下通过湿式的沉积方法涂敷该材料,然后进行用来使溶剂蒸发的加热处理。此时,优选在减压气氛下进行加热处理,由此可以以低温且短时间去除溶剂,而可以降低给有机化合物膜103Rf带来的热损伤。

[0249] 牺牲膜158Rf及掩模膜159Rf各自也可以使用聚乙烯醇(PVA)、聚乙烯醇缩丁醛、聚乙烯吡咯烷酮、聚乙二醇、聚甘油、普鲁兰多糖、水溶性纤维素、可溶解于醇的聚酰胺树脂或全氟聚合物等氟树脂等有机树脂。

[0250] 例如,作为牺牲膜158Rf可以使用利用蒸镀法和上述湿式沉积方法中的任意个形成的有机膜(例如,PVA膜),并且作为掩模膜159Rf可以使用利用溅射法形成的无机膜(例如,氮化硅膜)。

[0251] 接着,如图9C所示,在掩模膜159Rf上形成抗蚀剂掩模190R。抗蚀剂掩模190R可以通过涂敷感光树脂(光致抗蚀剂)而进行曝光及显影来形成。

[0252] 抗蚀剂掩模190R可以利用正型抗蚀剂材料或负型抗蚀剂材料。

[0253] 抗蚀剂掩模190R在与导电层152R重叠的位置上设置。抗蚀剂掩模190R优选还在与导电层152C重叠的位置上设置。由此,可以抑制导电层152C在显示装置的制造工序中受到

损伤。注意,也可以在导电层152C上不设置抗蚀剂掩模190R。另外,如图9C中的沿B1-B2的截面图所示,抗蚀剂掩模190R优选以覆盖有机化合物膜103Rf的端部至导电层152C的端部(有机化合物膜103Rf一侧的端部)的方式设置。

[0254] 接着,如图9D所示,利用抗蚀剂掩模190R去除掩模膜159Rf的一部分,来形成掩模层159R。掩模层159R留在导电层152R及导电层152C上。然后,去除抗蚀剂掩模190R。接着,将掩模层159R用作掩模(也称为硬掩模)去除牺牲膜158Rf的一部分,来形成牺牲层158R。

[0255] 牺牲膜158Rf及掩模膜159Rf分别可以通过湿蚀刻法或干蚀刻法加工。牺牲膜158Rf及掩模膜159Rf的加工优选通过各向同性蚀刻进行。

[0256] 通过利用湿蚀刻法,与利用干蚀刻法的情况相比,可以减轻在牺牲膜158Rf及掩模膜159Rf的加工中有机化合物膜103Rf受到的损伤。在使用湿蚀刻法时,例如优选使用显影液、四甲基氢氧化铵水溶液(TMAH)、稀氢氟酸、草酸、磷酸、乙酸、硝酸或它们的混合液体的药液等。

[0257] 在加工掩模膜159Rf时有机化合物膜103Rf不露出,所以与加工牺牲膜158Rf的情况相比,加工方法的选择范围较宽。具体而言,在加工掩模膜159Rf时,即使作为蚀刻气体使用含氧气体也可以抑制有机化合物膜103Rf的劣化。

[0258] 另外,当在牺牲膜158Rf的加工中利用干蚀刻法时,通过作为蚀刻气体不使用含氧气体可以抑制有机化合物膜103Rf的劣化。在利用干蚀刻法的情况下,例如优选将包含CF_4、C_4F_8、SF_6、CHF_3、Cl_2、H_2O、BCl_3或如He等第18族元素的气体用作蚀刻气体。

[0259] 例如,在作为牺牲膜158Rf使用利用ALD法形成的氧化铝膜时,可以使用CHF_3及He或者CHF_3、He及CH_4通过干蚀刻法去除牺牲膜158Rf的一部分。另外,在作为掩模膜159Rf使用利用溅射法形成的In-Ga-Zn氧化物膜时,可以使用稀磷酸通过湿蚀刻法去除掩模膜159Rf的一部分。或者,也可以使用CH_4及Ar通过干蚀刻法去除掩模膜159Rf的一部分。或者,可以使用稀磷酸通过湿蚀刻法去除掩模膜159Rf的一部分。另外,在作为掩模膜159Rf使用利用溅射法形成的钨膜的情况下,可以使用SF_6、CF_4及O_2或者CF_4、Cl_2及O_2通过干蚀刻法去除掩模膜159Rf的一部分。

[0260] 抗蚀剂掩模190R可以通过与抗蚀剂掩模191同样的方法去除。抗蚀剂掩模190R例如可以通过使用氧等离子体的灰化被去除。或者,也可以使用氧气体和CF_4、C_4F_8、SF_6、CHF_3、Cl_2、H_2O、BCl_3或如He等第18族元素。或者,也可以通过湿蚀刻去除抗蚀剂掩模190R。此时,牺牲膜158Rf位于最表面且有机化合物膜103Rf不露出,所以在抗蚀剂掩模190R的去除工序中可以抑制有机化合物膜103Rf受到损伤。另外,可以扩大抗蚀剂掩模190R的去除方法的选择范围。

[0261] 接着,如图9D所示,加工有机化合物膜103Rf来形成有机化合物层103R。例如,将掩模层159R及牺牲层158R用作硬掩模去除有机化合物膜103Rf的一部分来形成有机化合物层103R。

[0262] 由此,如图9D所示,导电层152R上残留有有机化合物层103R、牺牲层158R及掩模层159R的叠层结构。此外,导电层152G及导电层152B露出。

[0263] 图9D示出有机化合物层103R的端部位于导电层152R的端部的外侧的例子。通过采用该结构,可以提高像素开口率。注意,虽然在图9D中未图示,但是由于上述蚀刻处理绝缘层175的不与有机化合物层103R重叠的区域中有时形成有凹部。

[0264] 另外,由于有机化合物层103R覆盖导电层152R的顶面及侧面,因此可以以不使导电层152R露出的方式进行后面工序。当导电层152R的端部露出时,例如有时在蚀刻工序中发生腐蚀。导电层152R的腐蚀所引起的生成物有时不稳定,例如在湿蚀刻中该生成物有可能溶解于溶液中,在干蚀刻中该生成物有可能飞散在气氛中。当生成物溶解于溶液中或飞散在气氛中时,例如,生成物有可能附着到被处理面及有机化合物层103R的侧面等上而对发光器件的特性带来不良影响或者有可能导致多个发光器件间形成泄漏路径。另外,在导电层152R的端部露出的区域中,有可能降低彼此接触的层的密接性而易于发生有机化合物层103R或导电层152R的膜剥离。

[0265] 因此,通过采用有机化合物层103R覆盖导电层152R的顶面及侧面的结构,例如可以提高发光器件的成品率及特性。

[0266] 如上所述,抗蚀剂掩模190R优选以在B1-B2间覆盖有机化合物层103R的端部至导电层152C的端部(有机化合物层103R一侧的端部)的方式设置。由此,如图9D所示,牺牲层158R及掩模层159R在点划线B1-B2间以覆盖有机化合物层103R的端部至导电层152C的端部(有机化合物层103R一侧的端部)的方式设置。因此,可以抑制例如在B1-B2间绝缘层175露出。由此,可以抑制绝缘层175、绝缘层174及绝缘层173的一部分被蚀刻等去除而导致导电层179露出。因此,可以抑制导电层179非意图性地电连接于其他导电层。例如,可以抑制导电层179与将在后面工序中形成的公共电极155之间的短路。

[0267] 优选利用各向异性蚀刻对有机化合物膜103Rf进行加工。尤其优选利用各向异性干蚀刻。或者,也可以使用湿蚀刻。

[0268] 在使用干蚀刻法时,通过作为蚀刻气体不使用含氧气体,可以抑制有机化合物膜103Rf的劣化。

[0269] 另外,作为蚀刻气体也可以使用含氧气体。在蚀刻气体包含氧时,可以提高蚀刻速度。因此,可以在保持充分的蚀刻速度的同时以低功率条件进行蚀刻。因此,可以抑制对有机化合物膜103Rf带来的损伤。并且,可以抑制蚀刻时产生的反应生成物的附着等不良。

[0270] 在使用干蚀刻法时,例如优选使用包含H_2、CF_4、C_4F_8、SF_6、CHF_3、Cl_2、H_2O、BCl_3和He或Ar等第18族元素中的一种以上的气体作为蚀刻气体。或者,优选使用包含上述气体中的一种以上和氧的气体作为蚀刻气体。或者,也可以使用氧气体作为蚀刻气体。具体而言,例如可以使用包含H_2及Ar的气体或者包含CF_4及He的气体作为蚀刻气体。此外,例如,可以将含CF_4、He及氧的气体用作蚀刻气体。另外,例如可以使用包含H_2及Ar的气体以及含氧气体作为蚀刻气体。

[0271] 如上所述,在本发明的一个方式中,通过在掩模膜159Rf上形成抗蚀剂掩模190R且使用抗蚀剂掩模190R去除掩模膜159Rf的一部分,来形成掩模层159R。然后,通过将掩模层159R用作掩模去除有机化合物膜103Rf的一部分,来形成有机化合物层103R。因此,可以说通过利用光刻法加工有机化合物膜103Rf来形成有机化合物层103R。另外,也可以使用抗蚀剂掩模190R去除有机化合物膜103Rf的一部分。然后,也可以去除抗蚀剂掩模190R。

[0272] 接着,例如优选进行导电层152G的疏水化处理。在加工有机化合物膜103Rf时,例如导电层152G的表面状态有时变为亲水性。通过进行导电层152G的疏水化处理,例如可以提高导电层152G与将在后面工序中形成的层(在此,有机化合物层103G)的密接性来抑制膜剥离。注意,也可以不进行疏水化处理。

[0273] 接着,如图10A所示,在导电层152G、导电层152B、掩模层159R及绝缘层175上形成将在后面成为有机化合物层103G的有机化合物膜103Gf。

[0274] 有机化合物膜103Gf可以以与可在形成有机化合物膜103Rf时利用的方法同样的方法形成。另外,有机化合物膜103Gf可以具有与有机化合物膜103Rf同样的结构。

[0275] 接着,如图10A所示,在有机化合物膜103Gf及掩模层159R上依次形成将在后面成为牺牲层158G的牺牲膜158Gf以及将在后面成为掩模层159G的掩模膜159Gf。然后,形成抗蚀剂掩模190G。牺牲膜158Gf及掩模膜159Gf的材料及形成方法与可用于牺牲膜158Rf及掩模膜159Rf的条件相同。抗蚀剂掩模190G的材料及形成方法与可以应用于抗蚀剂掩模190R的条件相同。

[0276] 抗蚀剂掩模190G在与导电层152G重叠的位置上设置。

[0277] 接着,如图10B所示,利用抗蚀剂掩模190G去除掩模膜159Gf的一部分,来形成掩模层159G。掩模层159G留在导电层152G上。然后,去除抗蚀剂掩模190G。接着,将掩模层159G用作掩模去除牺牲膜158Gf的一部分,来形成牺牲层158G。接着,加工有机化合物膜103Gf来形成有机化合物层103G。例如,将掩模层159G及牺牲层158G用作硬掩模去除有机化合物膜103Gf的一部分,来形成有机化合物层103G。

[0278] 由此,如图10B所示,导电层152G上残留有有机化合物层103G、牺牲层158G及掩模层159G的叠层结构。此外,掩模层159R及导电层152B露出。

[0279] 接着,例如优选进行导电层152B的疏水化处理。在加工有机化合物膜103Gf时,例如导电层152B的表面状态有时变为亲水性。通过进行导电层152B的疏水化处理,例如可以提高导电层152B与将在后面工序中形成的层(在此,有机化合物层103B)的密接性来抑制膜剥离。注意,也可以不进行疏水化处理。

[0280] 接着,如图10C所示,在导电层152B、掩模层159R、掩模层159G及绝缘层175上形成将在后面成为有机化合物层103B的有机化合物膜103Bf。

[0281] 有机化合物膜103Bf可以以与可在形成有机化合物膜103Rf时利用的方法同样的方法形成。另外,有机化合物膜103Bf可以具有与有机化合物膜103Rf同样的结构。

[0282] 接着,如图10C所示,在有机化合物膜103Bf及掩模层159R上依次形成将在后面成为牺牲层158B的牺牲膜158Bf以及将在后面成为掩模层159B的掩模膜159Bf。然后,形成抗蚀剂掩模190B。牺牲膜158Bf及掩模膜159Bf的材料及形成方法与可用于牺牲膜158Rf及掩模膜159Rf的条件相同。抗蚀剂掩模190B的材料及形成方法与可以应用于抗蚀剂掩模190R的条件相同。

[0283] 抗蚀剂掩模190B在与导电层152B重叠的位置上设置。

[0284] 接着,如图10D所示,利用抗蚀剂掩模190B去除掩模膜159Bf的一部分,来形成掩模层159B。掩模层159B留在导电层152B上。然后,去除抗蚀剂掩模190B。接着,将掩模层159B用作掩模去除牺牲膜158Bf的一部分,来形成牺牲层158B。接着,加工有机化合物膜103Bf来形成有机化合物层103B。例如,将掩模层159B及牺牲层158B用作硬掩模去除有机化合物膜103Bf的一部分,来形成有机化合物层103B。

[0285] 由此,如图10D所示,导电层152B上残留有有机化合物层103B、牺牲层158B及掩模层159B的叠层结构。此外,掩模层159R及掩模层159G露出。

[0286] 注意,有机化合物层103R、有机化合物层103G及有机化合物层103B的侧面各自优

选垂直于或大致垂直于被形成面。例如,被形成面与这些侧面所形成的角度优选为60度以上且90度以下。

[0287] 如上所述,可以将使用光刻法形成的有机化合物层103R、有机化合物层103G和有机化合物层103B中相邻的两个有机化合物层之间的距离缩小到8μm以下、5μm以下、3μm以下、2μm以下或1μm以下。在此,例如可以根据有机化合物层103R、有机化合物层103G和有机化合物层103B中相邻的两个有机化合物层的相对的端部之间距离规定该距离。如此,通过缩小岛状有机化合物层之间的距离,可以提供清晰度高且开口率大的显示装置。此外,还可以缩小相邻的发光器件间的第一电极的距离,例如可以为10μm以下、8μm以下、5μm以下、3μm以下、2μm以下。此外,相邻的发光器件间的第一电极的距离优选为2μm以上且5μm以下。

[0288] 接着,如图11A所示,优选去除掩模层159R、掩模层159G及掩模层159B。根据后面工序有时牺牲层158R、牺牲层158G、牺牲层158B、掩模层159R、掩模层159G及掩模层159B留在显示装置中。通过在这阶段去除掩模层159R、掩模层159G及掩模层159B,可以抑制掩模层159R、掩模层159G及掩模层159B留在显示装置中。例如,在将导电材料用于掩模层159R、掩模层159G及掩模层159B的情况下,通过预先去除掩模层159R、掩模层159G及掩模层159B,可以抑制由于留下的掩模层159R、掩模层159G及掩模层159B导致泄漏电流产生及电容形成等。

[0289] 注意,虽然在本实施方式中以去除掩模层159R、掩模层159G及掩模层159B的情况为例进行说明,但也可以不去除掩模层159R、掩模层159G及掩模层159B。例如,当掩模层159R、掩模层159G及掩模层159B包含上述具有紫外线遮光性的材料时,通过不去除上述掩模层来进入下个工序,可以保护有机化合物层免受紫外线,所以是优选的。

[0290] 作为掩模层的去除工序可以使用与掩模层的加工工序同样的方法。通过使用湿蚀刻法,与使用干蚀刻法的情况相比,可以减少在去除掩模层时有机化合物层103R、有机化合物层103G及有机化合物层103B受到的损伤。

[0291] 另外,也可以将掩模层溶解于水或醇等的溶剂来去除。作为醇,可以举出乙醇、甲醇、异丙醇(IPA)或甘油等。

[0292] 在去除掩模层之后,也可以进行干燥处理来去除包含在有机化合物层103R、有机化合物层103G及有机化合物层103B中的水以及吸附于有机化合物层103R、有机化合物层103G及有机化合物层103B的表面的水。例如,也可以在惰性气体气氛或减压气氛下进行加热处理。加热处理可以在50℃以上且200℃以下,优选为60℃以上且150℃以下,更优选为70℃以上且120℃以下的衬底温度下进行。通过采用减压气氛,可以以更低温进行干燥,所以是优选的。

[0293] 接着,如图11B所示,以覆盖有机化合物层103R、有机化合物层103G、有机化合物层103B、牺牲层158R、牺牲层158G及牺牲层158B的方式形成将在后面成为无机绝缘层125的无机绝缘膜125f。

[0294] 如后面所述,以接触于无机绝缘膜125f的顶面的方式形成将在后面成为绝缘层127的绝缘膜。因此,无机绝缘膜125f的顶面优选与用于该绝缘膜的材料(例如含有丙烯酸树脂的感光树脂组成物)的亲和性高。为了提高该亲和性,也可以进行表面处理以使无机绝缘膜125f的顶面疏水化(或者提高其疏水性)。例如,优选使用六甲基二硅氮烷(HMDS)等的硅烷化剂进行处理。通过如此使无机绝缘膜125f的顶面疏水化,可以以高密接性形成上述

绝缘膜。另外,作为表面处理,也可以进行上述疏水化处理。

[0295] 接着,如图11C所示,在无机绝缘膜125f上形成将在后面成为绝缘层127的绝缘膜127f。

[0296] 无机绝缘膜125f及绝缘膜127f优选通过给有机化合物层103R、有机化合物层103G及有机化合物层103B带来的损伤少的形成方法进行沉积。尤其是,无机绝缘膜125f以接触于有机化合物层103R、有机化合物层103G及有机化合物层103B的侧面的方式形成,所以无机绝缘膜125f优选通过给有机化合物层103R、有机化合物层103G及有机化合物层103B带来的损伤比沉积绝缘膜127f时更少的形成方法进行沉积。

[0297] 另外,无机绝缘膜125f及绝缘膜127f各自以低于有机化合物层103R、有机化合物层103G及有机化合物层103B的耐热温度的温度形成。通过提高沉积时的衬底温度,即使其厚度薄也可以形成杂质浓度低且对水和氧中的至少一方的阻挡性高的无机绝缘膜125f。

[0298] 形成无机绝缘膜125f及绝缘膜127f时的衬底温度各自优选为60℃以上、80℃以上、100℃以上或120℃以上且为200℃以下、180℃以下、160℃以下、150℃以下或140℃以下。

[0299] 作为无机绝缘膜125f,优选在上述衬底温度范围内形成厚度为3nm以上、5nm以上或10nm以上且为200nm以下、150nm以下、100nm以下或50nm以下的绝缘膜。

[0300] 无机绝缘膜125f例如优选利用ALD法形成。通过利用ALD法可以减少沉积损伤,并且可以沉积覆盖性高的膜,所以是优选的。作为无机绝缘膜125f,例如优选利用ALD法形成氧化铝膜。

[0301] 除此之外,无机绝缘膜125f也可以利用沉积速率比ALD法高的溅射法、CVD法或PECVD法形成。由此,可以以高生产率制造可靠性高的显示装置。

[0302] 绝缘膜127f优选利用上述湿式沉积方法形成。绝缘膜127f例如优选通过旋涂法使用感光材料形成,更具体地说,优选使用含有丙烯酸树脂的感光树脂组成物形成。

[0303] 例如,优选使用含有聚合物、酸产生剂及溶剂的树脂组成物形成绝缘膜127f。聚合物使用一种或多种单体形成,具有有规则或无规则地反复一种或多种结构单位(也称为构成单位)的结构。作为酸产生剂,可以使用通过照射光产生酸的化合物和通过加热产生酸的化合物中的一方或双方。树脂组成物还可以包含感光剂、敏化剂、催化剂、粘合助剂、表面活性剂和防氧化剂中的一个或多个。

[0304] 另外,优选在形成绝缘膜127f之后进行加热处理(也称为前烘)。该加热处理以比有机化合物层103R、有机化合物层103G及有机化合物层103B的耐热温度低的温度进行。加热处理中的衬底温度优选为50℃以上且200℃以下,更优选为60℃以上且150℃以下,进一步优选为70℃以上且120℃以下。由此,可以去除绝缘膜127f中的溶剂。

[0305] 接着,进行曝光来用可见光线或紫外线使绝缘膜127f的一部分感光。这里,在将含有丙烯酸树脂的正型感光树脂组成物用于绝缘膜127f的情况下,向将在后面工序中没形成绝缘层127的区域照射可见光线或紫外线。绝缘层127形成在被导电层152R、导电层152G和导电层152B中的任两个夹持的区域以及导电层152C周围。因此,向导电层152R、导电层152G和导电层152B及导电层152C照射可见光线或紫外线。注意,在将负型感光材料用于绝缘膜127f的情况下,向将形成绝缘层127的区域照射可见光线或紫外线。

[0306] 借助于向绝缘膜127f曝光的区域,可以控制将在后面形成的绝缘层127的宽度。在

本实施方式中,以绝缘层127具有与导电层151的顶面重叠的部分的方式进行加工。

[0307] 用于曝光的光优选具有i线(波长365nm)。另外,用于曝光的光也可以具有g线(波长436nm)和h线(波长405nm)中的至少一方。

[0308] 在此,通过作为牺牲层158(牺牲层158R、牺牲层158G及牺牲层158B)和无机绝缘膜125f中的一方或双方设置氧阻挡绝缘层(例如氧化铝膜等),可以抑制氧扩散到有机化合物层103R、有机化合物层103G及有机化合物层103B。当光(可见光线或紫外线)被照射到有机化合物层时,有时该有机化合物层所包含的有机化合物成为激发状态而促进与气氛内的氧反应。具体地说,当在含氧气氛下光(可见光线或紫外线)被照射到有机化合物层时,氧有可能键合于该有机化合物层所包含的有机化合物。通过在岛状有机化合物层上设置牺牲层158及无机绝缘膜125f,可以抑制气氛内的氧键合于该有机化合物层所包含的有机化合物。

[0309] 接着,如图12A所示,进行显影去除绝缘膜127f中的被曝光的区域,来形成绝缘层127a。绝缘层127a形成在被导电层152R、导电层152G和导电层152B中的任两个夹持的区域以及围绕导电层152C的区域。这里,在将丙烯酸树脂用于绝缘膜127f的情况下,作为显影液可以使用碱性溶液,例如可以使用TMAH。

[0310] 接着,也可以去除显影时的残渣(所谓的浮渣)。例如,通过进行利用氧等离子体的灰化,可以去除残渣。

[0311] 另外,也可以进行蚀刻以便调整绝缘层127a的表面的高度。绝缘层127a例如也可以通过利用氧等离子体的灰化被加工。另外,在作为绝缘膜127f使用非感光材料的情况下,也例如通过该灰化可以调整绝缘膜127f的表面高度。

[0312] 接着,如图12B所示,将绝缘层127a用作掩模进行蚀刻处理去除无机绝缘膜125f的一部分,来减小牺牲层158R、牺牲层158G及牺牲层158B的一部分的厚度。由此,在绝缘层127a下形成无机绝缘层125。另外,牺牲层158R、牺牲层158G及牺牲层158B的厚度较薄的部分的表面露出。下面,将绝缘层127a用作掩模的蚀刻处理有时被称为第一蚀刻处理。

[0313] 第一蚀刻处理可以通过干蚀刻或湿蚀刻来进行。当使用与牺牲层158R、牺牲层158G及牺牲层158B同样的材料沉积无机绝缘膜125f时,可以一次性地进行第一蚀刻处理,所以是优选的。

[0314] 通过将侧面呈锥形形状的绝缘层127a用作掩模进行蚀刻,可以使无机绝缘层125的侧面以及牺牲层158R、牺牲层158G及牺牲层158B的侧面上端部较容易地成为锥形形状。

[0315] 当进行干蚀刻时,优选使用氯类气体。作为氯类气体,可以使用Cl_2、BCl_3、$SiCl_4$及CCl_4等中的一种气体或混合上述两种以上的气体。另外,可以将氧气体、氢气体、氦气体及氩气体等中的一种气体或混合上述两种以上的气体适当地添加到上述氯类气体。通过利用干蚀刻,可以以优良面内均匀性形成牺牲层158R、牺牲层158G及牺牲层158B的厚度薄的区域。

[0316] 作为干蚀刻装置,可以使用具有高密度等离子体源的干蚀刻装置。例如,作为具有高密度等离子体源的干蚀刻装置,例如可以使用电感耦合等离子体(ICP:Inductively Coupled Plasma)蚀刻装置等。或者,可以使用包括平行平板型电极的电容耦合型等离子体(CCP:Capacitively Coupled Plasma)蚀刻装置。包括平行平板型电极的电容耦合型等离子体蚀刻装置也可以采用对平行平板型电极中的一个施加高频电压的结构。或者,也可以采用对平行平板型电极中的一方施加不同的多个高频电压的结构。或者,也可以采用对平

行平板型电极的各个施加频率相同的高频电压的结构。或者,也可以采用对平行平板型电极的各个施加频率不同的高频电压的结构。

[0317] 另外,当进行干蚀刻时,有时例如干蚀刻中产生的副产物沉积于绝缘层127a的顶面及侧面等。由此,蚀刻气体中的成分、无机绝缘膜125f中的成分、牺牲层158R、牺牲层158G及牺牲层158B中的成分等有时包含在显示装置完成后的绝缘层127中。

[0318] 另外,优选利用湿蚀刻进行第一蚀刻处理。通过利用湿蚀刻法,与利用干蚀刻法的情况相比,可以进一步减少有机化合物层103R、有机化合物层103G及有机化合物层103B受到的损伤。例如,湿蚀刻可以使用碱溶液进行。例如,在氧化铝膜的湿蚀刻中可以使用碱溶液的TMAH。此时,可以以涂胶方式进行湿蚀刻。当使用与牺牲层158R、牺牲层158G及牺牲层158B同样的材料沉积无机绝缘膜125f时,可以一次性地进行上述蚀刻处理,所以是优选的。

[0319] 在第一蚀刻处理中,不完全去除牺牲层158R、牺牲层158G及牺牲层158B,以厚度减薄的状态停止蚀刻处理。如此,通过在有机化合物层103R、有机化合物层103G及有机化合物层103B上留下对应的牺牲层158R、牺牲层158G及牺牲层158B,可以防止在后面工序的处理中有机化合物层103R、有机化合物层103G及有机化合物层103B受到损伤。

[0320] 接着,优选对整个衬底进行曝光而将可见光线或紫外线照射到绝缘层127a。该曝光的能量密度优选大于0mJ/cm^{2}且为800mJ/cm^{2}以下,更优选大于0mJ/cm^{2}且为500mJ/cm^{2}以下。通过在显影之后进行这种曝光,有时可以提高绝缘层127a的透明度。另外,有时可以降低后面工序中的将绝缘层127a变形为锥形形状的加热处理所需的衬底温度。

[0321] 在此,通过作为牺牲层158R、牺牲层158G及牺牲层158B设置氧阻挡绝缘层(例如氧化铝膜等),可以抑制氧扩散到有机化合物层103R、有机化合物层103G及有机化合物层103B。当光(可见光线或紫外线)被照射到有机化合物层时,有时该有机化合物层所包含的有机化合物成为激发状态而促进与气氛内的氧反应。具体地说,当在含氧气氛下光(可见光线或紫外线)被照射到有机化合物层时,氧有可能键合于该有机化合物层所包含的有机化合物。通过在岛状有机化合物层上设置牺牲层158R、牺牲层158G及牺牲层158B,可以抑制气氛内的氧键合于该有机化合物层所包含的有机化合物。

[0322] 接着,进行加热处理(也被称为后烘)。通过进行加热处理,可以将绝缘层127a变形为其侧面具有锥形形状的绝缘层127(图12C)。该加热处理以低于有机化合物层的耐热温度的温度进行。加热处理可以以50℃以上且200℃以下,优选为60℃以上且150℃以下,更优选为70℃以上且130℃以下的衬底温度进行。加热气氛既可以为大气气氛,也可以为惰性气体。另外,加热气氛既可以为大气气氛又可以为减压气氛。在本工序的加热处理中,优选与形成绝缘膜127f之后的加热处理(前烘)相比提高衬底温度。由此,可以提高绝缘层127与无机绝缘层125的密接性,并且也可以提高绝缘层127的抗腐蚀性。

[0323] 在第一蚀刻处理中,通过不完全去除牺牲层158R、牺牲层158G及牺牲层158B而残留厚度变薄的状态的牺牲层158R、牺牲层158G及牺牲层158B,可以防止在该加热处理中有机化合物层103R、有机化合物层103G及有机化合物层103B受到损伤而劣化。由此,可以提高发光器件的可靠性。

[0324] 注意,根据绝缘层127的材料以及后烘的温度、时间及气氛,有时绝缘层127的侧面形成凹曲面形状。例如,后烘条件中的温度越高或时间越长,绝缘层127的形状越容易变化,从而有时形成凹曲面形状。

[0325] 接着,如图13A所示,将绝缘层127用作掩模进行蚀刻处理,去除牺牲层158R、牺牲层158G及牺牲层158B的一部分。注意,无机绝缘层125的一部分也有时被去除。由此,牺牲层158R、牺牲层158G及牺牲层158B中分别形成开口,有机化合物层103R、有机化合物层103G、有机化合物层103B及导电层152C的顶面露出。以下,将绝缘层127用作掩模的蚀刻处理有时被称为第二蚀刻处理。

[0326] 无机绝缘层125的端部被绝缘层127覆盖。另外,图13A示出牺牲层158G的端部的一部分(具体而言,通过第一蚀刻处理形成的锥形形状的部分)被绝缘层127覆盖且通过第二蚀刻处理形成的锥形形状的部分露出的例子。

[0327] 在不进行第一蚀刻处理且在后烘后一次性地进行无机绝缘层125及牺牲层的蚀刻处理时,有时因侧蚀使绝缘层127的端部之下的无机绝缘层125、牺牲层158R、牺牲层158G、及牺牲层158B消失而形成空洞。因该空洞,形成公共电极155的面上产生凹凸,公共电极155中容易发生断开。即使经过第一蚀刻处理无机绝缘层125、牺牲层158R、牺牲层158G、及牺牲层158B被侧蚀而形成空洞,也可以通过之后进行的后烘由绝缘层127填充该空洞。然后,在第二蚀刻处理中蚀刻厚度进一步变薄的牺牲层158R、牺牲层158G、及牺牲层158B,因此被侧蚀量较少,不容易形成空洞,并且可形成的空洞也可以极小。因此,可以使形成公共电极155的面更平坦。

[0328] 绝缘层127也可以覆盖牺牲层158G的端部整体。例如,绝缘层127的端部有时下垂而覆盖牺牲层158G的端部。另外,例如,绝缘层127的端部有时接触于有机化合物层103R、有机化合物层103G和有机化合物层103B中的至少一个的顶面。如上所述,在不对显影之后的绝缘层127a进行曝光的情况下,绝缘层127的形状有时易于变化。

[0329] 第二蚀刻处理利用湿蚀刻进行。通过利用湿蚀刻法,与使用干蚀刻法的情况相比,可以减少有机化合物层103R、有机化合物层103G及有机化合物层103B受到的损伤。湿蚀刻可以使用TMAH等碱溶液进行。

[0330] 另一方面,在利用湿蚀刻法进行第二蚀刻处理时,如果因如有机化合物层103与其他层的密接性等问题而在有机化合物层103与牺牲层158之间、有机化合物层103与无机绝缘层125之间以及有机化合物层103与绝缘层175之间的界面有间隔,有时在第二蚀刻处理中使用的药液就进入该间隔中而接触像素电极。这里,当药液接触导电层151和导电层152的双方时,有时导电层151和导电层152中的自然电位更低一方的导电层由于电偶腐蚀而腐蚀。例如,当作为导电层151使用铝且作为导电层152使用铟锡氧化物时,有时导电层152腐蚀。由此,有时降低显示装置的成品率。另外,有时降低显示装置的可靠性。

[0331] 如上所述,在以覆盖导电层151的顶面及侧面的方式形成导电层152时,即使有机化合物层103与牺牲层158间、有机化合物层103与无机绝缘层125间以及有机化合物层103与绝缘层175的界面有间隔也可以防止在第二蚀刻处理中药液接触导电层151。由此,可以防止如导电层152等像素电极的腐蚀。

[0332] 并且,通过以具有重叠于导电层151的侧面的区域的方式形成绝缘层156且以覆盖导电层151及绝缘层156的方式形成导电层152可以防止导电层152的断开,所以例如可以防止在第二蚀刻处理中药液接触导电层151。由此,可以防止如导电层152等像素电极的腐蚀。

[0333] 如上所述,通过设置绝缘层127、无机绝缘层125、牺牲层158R、牺牲层158G及牺牲层158B,在各发光器件间,可以抑制公共电极155中发生因断开部分的连接不良及因局部厚

度较薄的部分的电阻上升。由此,本发明的一个方式的显示装置可以提高显示品质。

[0334] 另外,也可以在使有机化合物层103R、有机化合物层103G及有机化合物层103B的一部分露出之后还进行加热处理。通过该加热处理,可以去除包含在各有机化合物层中的水以及吸附于各有机化合物层表面的水等。另外,可以去除各有机化合物层所包括的包含碱金属或碱金属化合物的中间层的中间层所包含的水。另外,绝缘层127的形状有时由于该加热处理变化。具体而言,绝缘层127有时以覆盖无机绝缘层125的端部、牺牲层158R、牺牲层158G及牺牲层158B的端部和有机化合物层103R、有机化合物层103G及有机化合物层103B的顶面中的至少一个的方式扩大。

[0335] 在该加热处理的温度过低时,不能充分去除各有机化合物层所包含的水、吸附于各有机化合物层表面的水及包含碱金属或碱金属化合物的中间层所包含的水等。另外,在该加热处理的温度过高时,有时发生有机化合物层103的劣化及绝缘层127的形状过度变化。由此,加热处理温度优选高于从有机化合物层103脱离水的温度且低于含在有机化合物层103中的有机化合物的玻璃转化温度,优选低于含在有机化合物层103的顶面中的有机化合物的玻璃转化温度。具体而言,衬底温度优选为80℃以上且130℃以下,更优选为90℃以上且120℃以下,进一步优选为100℃以上且120℃以下,更进一步优选为100℃以上且110℃以下。加热气氛既可以为大气气氛,也可以为惰性气体气氛。注意,加热气氛可以为大气压气氛或减压气氛,为了防止从有机化合物层103脱离的水再吸附,优选采用减压气氛。

[0336] 通过该加热处理,可以充分去除各有机化合物层所包含的水、吸附于各有机化合物层表面的水及包含碱金属或碱金属化合物的中间层所包含的水等,而不发生有机化合物层103R、有机化合物层103G及有机化合物层103B的劣化及绝缘层127的形状的过度变化。由此,即使采用包含碱金属或碱金属化合物的层的中间层暴露于光刻工序的制造方法,也可以防止发光器件的驱动电压的大幅度上升及电流效率的显著降低。

[0337] 接着,如图13B所示,在有机化合物层103R、有机化合物层103G、有机化合物层103B、导电层152C及绝缘层127上形成公共层104及公共电极155。公共层104及公共电极155可以通过溅射法或真空蒸镀法等的方法形成。或者,也可以通过蒸镀法形成公共层104且通过溅射法形成公共电极155。

[0338] 接着,如图13C所示,在公共电极155上形成保护层131。保护层131可以通过真空蒸镀法、溅射法、CVD法或ALD法等方法形成。

[0339] 接着,使用树脂层122在保护层131上贴合衬底120,由此可以制造显示装置。如上所述,在本发明的一个方式的显示装置的制造方法中,以具有与导电层151的侧面重叠的区域的方式设置绝缘层156,且以覆盖导电层151及绝缘层156的方式形成导电层152。由此,可以提高显示装置的成品率,且可以抑制不良发生。

[0340] 如上所述,在本发明的一个方式的显示装置的制造方法中,岛状的有机化合物层103R、岛状的有机化合物层103G及岛状的有机化合物层103B不使用高精细金属掩模版形成而是在一个面上沉积膜之后进行加工来形成的,所以可以以均匀的厚度形成岛状层。并且,可以实现高清晰的显示装置或高开口率的显示装置。此外,即使清晰度或开口率高且子像素间距离极短,也可以抑制在相邻的子像素中有机化合物层103R、有机化合物层103G及有机化合物层103B彼此接触。因此,可以抑制在子像素间发生泄漏电流。由此,可以防止串扰且可以实现对比度极高的显示装置。另外,可以提供一种即使包括通过光刻法制造的串联

型发光器件也可以具有良好特性的显示装置。

[0341] (实施方式4)

在本实施方式中,对本发明的一个方式的显示装置进行说明。

[0342] 本实施方式的显示装置可以为高清晰的显示装置。因此,例如可以将本实施方式的显示装置用于手表型及手镯型等信息终端设备(可穿戴设备)的显示部以及头戴显示器(HMD)等VR用设备及眼镜型AR用设备等可戴在头上的可穿戴设备的显示部。

[0343] 另外,本实施方式的显示装置可以为高分辨率的显示装置或大型显示装置。因此,例如可以将本实施方式的显示装置用于如下装置的显示部:具有较大的屏幕的电子设备诸如电视装置、台式或笔记本型个人计算机、用于计算机等的显示器、数字标牌及弹珠机等大型游戏机等;数码相机;数字摄像机;数码相框;移动电话机;便携式游戏机;便携式信息终端;以及声音再现装置。

[0344] [显示模块]

图14A示出显示模块280的立体图。显示模块280包括发光装置100A及FPC290。

[0345] 显示模块280包括衬底291及衬底292。显示模块280包括显示部281。显示部281是显示模块280中的图像显示区域,并可以看到来自设置在下述像素部284中的各像素的光。

[0346] 图14B是示意性地示出衬底291一侧的结构的立体图。衬底291上层叠有电路部282、电路部282上的像素电路部283及像素电路部283上的像素部284。此外,衬底291的不被像素部284重叠的部分上设置有用来连接到FPC290的端子部285。端子部285与电路部282通过由多个布线构成的布线部286电连接。

[0347] 像素部284包括周期性地排列的多个像素284a。图14B的右侧示出一个像素284a的放大图。像素284a可以采用在上述实施方式中说明的各种结构。图14B示出像素284a具有与图6所示的像素178同样的结构的例子。

[0348] 像素电路部283包括周期性地排列的多个像素电路283a。

[0349] 一个像素电路283a控制一个像素284a所包括的多个器件的驱动。一个像素电路283a中可以设置有三个控制一个发光器件的发光的电路。例如,像素电路283a可以采用对于一个发光器件至少包括一个选择晶体管、一个电流控制用晶体管(驱动晶体管)和电容器的结构。此时,选择晶体管的栅极被输入栅极信号,源极或漏极被输入视频信号。由此,实现有源矩阵型显示装置。

[0350] 电路部282包括用于驱动像素电路部283的各像素电路283a的电路。例如,优选包括栅极线驱动电路和源极线驱动电路中的一方或双方。此外,还可以具有运算电路、存储电路和电源电路等中的至少一个。

[0351] FPC290用作从外部向电路部282供给视频信号或电源电位等的布线。此外,也可以在FPC290上安装IC。

[0352] 显示模块280可以采用像素部284的下侧层叠有像素电路部283和电路部282中的一方或双方的结构,所以可以使显示部281具有极高的开口率(有效显示面积比)。例如,显示部281的开口率可以为40%以上且低于100%,优选为50%以上且95%以下,更优选为60%以上且95%以下。此外,能够极高密度地配置像素284a,由此可以使显示部281具有极高的清晰度。例如,显示部281优选以20000ppi以下或30000ppi以下且2000ppi以上、更优选为3000ppi以上、进一步优选为5000ppi以上、更进一步优选为6000ppi以上的清晰度配置像

素284a。

[0353] 由于具有极高清晰度,所以显示模块280可以适合用于HMD等VR用设备或眼镜型AR用设备。例如,因为显示模块280具有极高清晰度的显示部281,所以在透过透镜观看显示模块280的显示部的结构中,即使用透镜放大显示部也使用者不能看到像素,由此可以实现具有高度沉浸感的显示。此外,不局限于此,显示模块280还可以应用于具有相对较小型的显示部的电子设备。例如,适合用于手表型设备等可穿戴式电子设备的显示部。

[0354] [显示装置100A]

图15A所示的显示装置100A包括衬底301、发光器件130R、发光器件130G、发光器件130B、电容器240及晶体管310。

[0355] 衬底301相当于图14A及图14B中的衬底291。晶体管310是在衬底301中具有沟道形成区域的晶体管。作为衬底301,例如可以使用如单晶硅衬底等半导体衬底。晶体管310包括衬底301的一部分、导电层311、低电阻区域312、绝缘层313及绝缘层314。导电层311被用作栅电极。绝缘层313位于衬底301与导电层311之间,并被用作栅极绝缘层。低电阻区域312是衬底301中掺杂有杂质的区域,并被用作源极或漏极。绝缘层314覆盖导电层311的侧面。

[0356] 此外,在相邻的两个晶体管310之间,以嵌入衬底301的方式设置有元件分离层315。

[0357] 此外,以覆盖晶体管310的方式设置有绝缘层261,并绝缘层261上设置有电容器240。

[0358] 电容器240包括导电层241、导电层245及位于它们之间的绝缘层243。导电层241被用作电容器240中的一个电极,导电层245被用作电容器240中的另一个电极,并且绝缘层243被用作电容器240的介电质。

[0359] 导电层241设置在绝缘层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271与晶体管310的源极和漏极中的一个电连接。绝缘层243以覆盖导电层241的方式设置。导电层245设置在隔着绝缘层243与导电层241重叠的区域中。

[0360] 以覆盖电容器240的方式设置有绝缘层255,绝缘层255上设置有绝缘层174,绝缘层174上设置有绝缘层175。绝缘层175上设置有发光器件130R、发光器件130G及发光器件130B。图15A示出发光器件130R、发光器件130G及发光器件130B具有图9A所示的叠层结构的例子。相邻的发光器件之间的区域中设置有绝缘物。例如,在图15A中,该区域中设置有无机绝缘层125及无机绝缘层125上的绝缘层127。

[0361] 以具有与发光器件130R所包括的导电层151R的侧面重叠的区域的方式设置有绝缘层156R,以具有与发光器件130G所包括的导电层151G的侧面重叠的区域的方式设置有绝缘层156G,以具有与发光器件130B所包括的导电层151B的侧面重叠的区域的方式设置有绝缘层156B。另外,以覆盖导电层151R及绝缘层156R的方式设置有导电层152R,以覆盖导电层151G及绝缘层156G的方式设置有导电层152G,以覆盖导电层151B及绝缘层156B的方式设置有导电层152B。再者,牺牲层158R位于发光器件130R所包括的有机化合物层103R上,牺牲层158G位于发光器件130G所包括的有机化合物层103G上,牺牲层158B位于发光器件130B所包括的有机化合物层103B上。

[0362] 导电层151R、导电层151G及导电层151B通过嵌入于绝缘层243、绝缘层255、绝缘层174及绝缘层175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271与晶体管310的源极和漏极中的一方电连接。绝缘层175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。

[0363] 此外,发光器件130R、发光器件130G及发光器件130B上设置有保护层131。保护层131上由树脂层122贴合有衬底120。发光器件130至衬底120的构成要素的详细内容可以参照实施方式3。衬底120相当于图14A的衬底292。

[0364] 图15B示出图15A所示的显示装置100A的变形例子。图15B所示的显示装置包括着色层132R、着色层132G及着色层132B,发光器件130具有重叠于着色层132R、着色层132G和着色层132B中的一个的区域。在图15B所示的发光装置中,发光器件130例如可以发射白色光。另外,例如,着色层132R、着色层132G及着色层132B分别可以透过红色光、绿色光及蓝色光。如此,在使用着色层的显示装置中,在被要求全彩色显示的显示装置的制造中也只制造发射白色光的发光器件即可,所以可以使上述显示装置的制造方法简化。

[0365] 本实施方式可以与其他实施方式或实施例适当地组合。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。

[0366] (实施方式5)

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。

[0367] 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。

[0368] 作为电子设备,例如除了电视装置、台式或笔记本型个人计算机、用于计算机等的显示器、数字标牌、弹珠机等大型游戏机等具有较大的屏幕的电子设备以外,还可以举出数码相机、数码摄像机、数码相框、移动电话机、便携式游戏机、便携式信息终端、声音再现装置等。

[0369] 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。作为这种电子设备可以举出手表型及手镯型信息终端设备(可穿戴设备)、可戴在头上的可穿戴设备等诸如头戴显示器等VR用设备、眼镜型AR用设备及MR用设备等。

[0370] 本发明的一个方式的显示装置优选具有极高的分辨率诸如HD(像素数为1280×720)、FHD(像素数为1920×1080)、WQHD(像素数为2560×1440)、WQXGA(像素数为2560×1600)、4K(像素数为3840×2160)、8K(像素数为7680×4320)等。尤其是,优选设定为4K、8K或其以上的分辨率。另外,本发明的一个方式的显示装置的像素密度(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。

[0371] 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)。

[0372] 本实施方式的电子设备可以具有各种功能。例如,可以具有如下功能:将各种信息(静态图像、动态图像、文字图像等)显示在显示部上的功能;触摸面板的功能;显示日历、日期或时间等的功能;执行各种软件(程序)的功能;进行无线通信的功能;读出储存在存储介质中的程序或数据的功能;等。

[0373] 使用图16A至图16D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。

[0374] 图16A所示的电子设备700A以及图16B所示的电子设备700B都包括一对显示面板751、一对框体721、通信部(未图示)、一对安装部723、控制部(未图示)、成像部(未图示)、一对光学构件753、边框757以及一对鼻垫758。

[0375] 显示面板751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。

[0376] 电子设备700A及电子设备700B都可以将由显示面板751显示的图像投影于光学构件753中的显示区域756。因为光学构件753具有透光性,所以使用者可以与通过光学构件753看到的透射图像重叠地看到显示于显示区域的图像。因此,电子设备700A及电子设备700B都是能够进行AR显示的电子设备。

[0377] 电子设备700A及电子设备700B上作为成像部也可以设置有能够拍摄前方的照相机。另外,通过在电子设备700A及电子设备700B设置陀螺仪传感器等的加速度传感器,可以检测使用者的头部朝向并将对应该方向的图像显示在显示区域756上。

[0378] 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。另外,代替无线通信装置或者除了无线通信装置以外还可以包括能够连接供应影像信号及电源电位的电缆的连接器。

[0379] 另外,电子设备700A以及电子设备700B设置有电池,可以以无线方式和有线方式中的一方或双方进行充电。

[0380] 框体721也可以设置有触摸传感器模块。触摸传感器模块具有检测框体721的外侧的面是否被触摸的功能。通过触摸传感器模块,可以检测使用者的点按操作或滑动操作等而执行各种处理。例如,通过点按操作可以执行动态图像的暂时停止或重新开始等的处理,通过滑动操作可以执行快进、快退等的处理等。另外,通过在两个框体721的每一个设置触摸传感器模块,可以扩大操作范围。

[0381] 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。

[0382] 在使用光学方式的触摸传感器时,作为受光器件可以使用光电转换器件(也称为光电转换元件)。在光电转换器件的活性层中可以使用无机半导体和有机半导体中的一方或双方。

[0383] 图16C所示的电子设备800A以及图16D所示的电子设备800B都包括一对显示部820、框体821、通信部822、一对安装部823、控制部824、一对成像部825以及一对透镜832。

[0384] 显示部820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。

[0385] 显示部820设置在框体821内部的通过透镜832能看到的位置上。另外,通过在一对显示部820的每一个上显示不同图像,可以进行利用视差的三维显示。

[0386] 可以将电子设备800A以及电子设备800B都称为面向VR的电子设备。装上电子设备800A或电子设备800B的使用者通过透镜832能看到显示在显示部820上的图像。

[0387] 电子设备800A及电子设备800B优选具有一种机构,其中能够调整透镜832及显示部820的左右位置,以根据使用者的眼睛的位置使透镜832及显示部820位于最合适的位置上。此外,优选具有一种机构,其中通过改变透镜832及显示部820之间的距离来调整焦点。

[0388] 使用者可以使用安装部823将电子设备800A或电子设备800B装在头上。例如在图16C中,安装部823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823就例如可以具有头盔型或带型的形状。

[0389] 成像部825具有取得外部的信息的功能。可以将成像部825所取得的数据输出到显示部820。在成像部825中可以使用图像传感器。另外,也可以设置多个摄像头以能够对应望远及广角等多种视角。

[0390] 注意,在此示出包括成像部825的例子,设置能够测量出与对象物的距离的测距传感器(以下,也称为检测部)即可。换言之,成像部825是检测部的一个方式。作为检测部例如可以使用图像传感器或激光雷达(LIDAR:Light Detection and Ranging)等距离图像传感器。通过使用由摄像头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。

[0391] 电子设备800A也可以包括用作骨传导耳机的振动机构。例如,作为显示部820、框体821和安装部823中的任一个或多个可以采用包括该振动机构的结构。由此,不需要另行设置头戴式耳机、耳机或扬声器等音响设备,而只装上电子设备800A就可以享受影像和声音。

[0392] 电子设备800A以及电子设备800B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。

[0393] 本发明的一个方式的电子设备也可以具有与耳机750进行无线通信的功能。耳机750包括通信部(未图示),并具有无线通信功能。耳机750通过无线通信功能可以从电子设备接收信息(例如声音数据)。例如,图16A所示的电子设备700A具有通过无线通信功能将信息发送到耳机750的功能。另外,例如图16C所示的电子设备800A具有通过无线通信功能将信息发送到耳机750的功能。

[0394] 另外,电子设备也可以包括耳机部。图16B所示的电子设备700B包括耳机部727。例如,可以采用以有线方式连接耳机部727和控制部的结构。连接耳机部727和控制部的布线的一部分也可以配置在框体721或安装部723的内部。

[0395] 同样,图16D所示的电子设备800B包括耳机部827。例如,可以采用以有线方式连接耳机部827和控制部824的结构。连接耳机部827和控制部824的布线的一部分也可以配置在框体821或安装部823的内部。另外,耳机部827和安装部823也可以包括磁铁。由此,可以用磁力将耳机部827固定到安装部823,收纳变得容易,所以是优选的。

[0396] 电子设备也可以包括能够与耳机或头戴式耳机等连接的声音输出端子。另外,电

子设备也可以包括声音输入端子和声音输入机构中的一方或双方。作为声音输入机构,例如可以使用麦克风等收音装置。通过将声音输入机构设置到电子设备,可以使电子设备具有所谓的耳麦的功能。

[0397] 如此,作为本发明的一个方式的电子设备,眼镜型(电子设备700A以及电子设备700B等)和护目镜型(电子设备800A以及电子设备800B等)的双方都是优选的。

[0398] 另外,本发明的一个方式的电子设备可以以有线或无线方式将信息发送到耳机。

[0399] 图17A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。

[0400] 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。

[0401] 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。

[0402] 图17B是包括框体6501的麦克风6506一侧的端部的截面示意图。

[0403] 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。

[0404] 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。

[0405] 在显示部6502的外侧的区域中,显示面板6511的一部分叠回,且该叠回部分连接有FPC6515。FPC6515安装有IC6516。FPC6515与设置于印刷电路板6517的端子连接。

[0406] 显示面板6511可以使用本发明的一个方式的显示装置。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。

[0407] 图17C示出电视装置的一个例子。在电视装置7100中,框体7171中组装有显示部7000。在此示出利用支架7173支撑框体7171的结构。

[0408] 显示部7000可以使用本发明的一个方式的发光装置。由此,可以实现可靠性高的电子设备。

[0409] 可以通过利用框体7171所具备的操作开关以及另外提供的遥控操作机7151进行图17C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,也可以通过用指头等触摸显示部7000进行电视装置7100的操作。另外,也可以在遥控操作机7151中具备显示从该遥控操作机7151输出的信息的显示部。通过利用遥控操作机7151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。

[0410] 另外,电视装置7100具备接收机及调制解调器等。可以通过利用接收机接收一般的电视广播。再者,通过调制解调器连接到有线或无线方式的通信网络,从而进行单向(从发送者到接收者)或双向(发送者和接收者之间或接收者之间等)的信息通信。

[0411] 图17D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。

[0412] 显示部7000可以使用本发明的一个方式的发光装置。由此,可以实现可靠性高的

电子设备。

[0413] 图17E和图17F示出数字标牌的一个例子。

[0414] 图17E所示的数字标牌7300包括框体7301、显示部7000及扬声器7303等。此外,还可以包括LED灯、操作键(包括电源开关或操作开关)、连接端子、各种传感器、麦克风等。

[0415] 图17F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。

[0416] 在图17E和图17F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。

[0417] 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。

[0418] 通过将触摸面板用于显示部7000,不仅可以在显示部7000上显示静态图像或动态图像,使用者还能够直觉性地进行操作,所以是优选的。另外,在用于提供线路信息或交通信息等信息的用途时,可以通过直觉性的操作提高易用性。

[0419] 如图17E和图17F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。

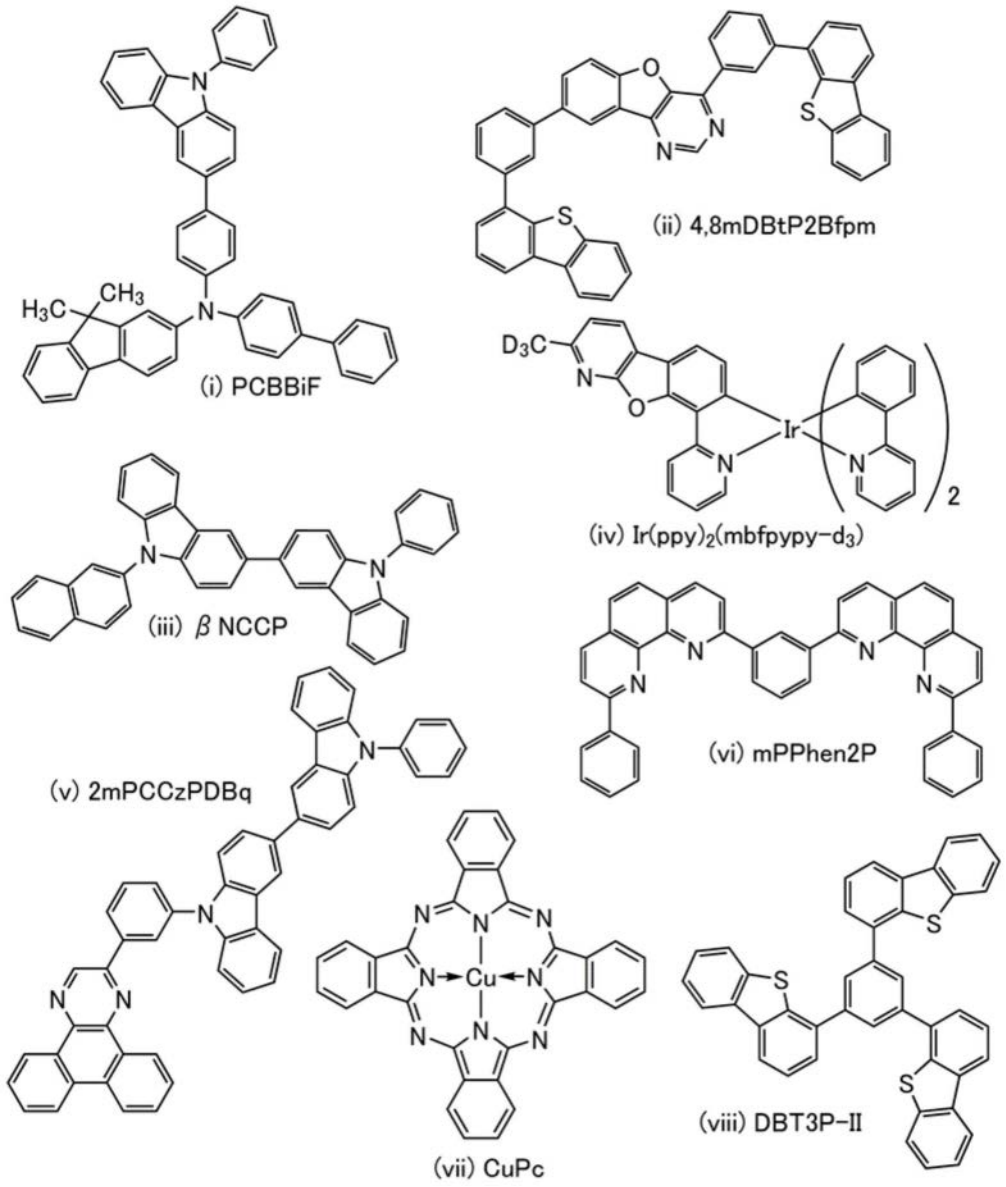
[0420] 此外,可以在数字标牌7300或数字标牌7400上以信息终端设备7311或信息终端设备7411的屏幕为操作单元(控制器)执行游戏。由此,不特定多个使用者可以同时参加游戏,享受游戏的乐趣。

[0421] 本实施方式可以与其他实施方式或实施例适当地组合。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。

[实施例1]

[0422] 在本实施例中,对发光器件1至发光器件4及比较发光器件5进行比较而说明通过本发明的一个方式的发光器件的制造方法得到的串联型发光器件的特性。下面示出在本实施例中使用的有机化合物的结构式。

[0423] [化学式4]



[0424] (发光器件1的制造方法)

首先,在玻璃衬底上作为反射电极通过溅射法以100nm的厚度沉积包含银(Ag)、钯(Pd)及铜(Cu)的合金(简称:APC),然后作为透明电极通过溅射法以100nm的厚度沉积包含氧化硅的铟锡氧化物(ITSO),来形成第一电极101。其电极面积为4mm^2(2mm×2mm)。此外,透明电极被用作阳极,并可以与上述反射电极组合而被视为第一电极101。

[0425] 接着,作为用来在衬底上形成发光器件的预处理,用水洗涤衬底表面,以200℃进行烘烤1小时,然后进行370秒钟的UV臭氧处理。

[0426] 然后,将衬底放入其内部被减压到10^{-4}Pa左右的真空蒸镀装置中,并在真空蒸镀装置内的加热室中,在170℃的温度下进行加热处理30分钟,然后对衬底进行冷却30分钟左右。

[0427] 接着,以使形成有第一电极101的面朝下的方式将衬底固定在设置在真空蒸镀装置内的支架上,通过蒸镀法在第一电极101上以由上述结构式(i)表示的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)和以分子量672包含氟的电子受体材料(OCHD-003)的重量比为1:0.03(=PCBBiF:OCHD-003)且厚度为10nm

的方式进行共蒸镀,由此形成空穴注入层。

[0428] 在空穴注入层上以厚度为70nm的方式蒸镀PCBBiF,由此形成第一空穴传输层。

[0429] 接着,在第一空穴传输层上以由上述结构式(ii)表示的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)、由上述结构式(iii)表示的9-(2-萘基)-9'-苯基-9H,9'H-3,3'-联咔唑(简称:βNCCP)和由上述结构式(iv)表示的[2-d_3-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-d_3))的重量比为0.5:0.5:0.1(=4,8mDBtP2Bfpm:βNCCP:Ir(ppy)$_2$(mbfpypy-d_3))且厚度为40nm的方式进行共蒸镀,由此形成第一发光层。

[0430] 接着,以厚度为10nm的方式蒸镀由上述结构式(v)表示的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),由此形成第一电子传输层。

[0431] 在形成第一电子传输层之后,以厚度为20nm的方式蒸镀由上述结构式(vi)表示的2,2'-(1,3-亚苯)双(9-苯基-1,10-菲咯啉)(简称:mPPhen2P),然后以厚度为0.3nm的方式蒸镀氧化锂(Li_2O),由此形成N型层。接着,通过以厚度为2nm的方式沉积由上述结构式(vii)表示的铜酞菁(简称:CuPc),由此形成电子中继层(ER层)。并且,以重量比为1:0.15(PCBBiF:OCHD-003)且厚度为10nm的方式共蒸镀PCBBiF及OCHD-003而形成P型层,由此形成包括N型层、ER层及P型层的中间层。

[0432] 在中间层上以厚度为40nm的方式蒸镀PCBBiF,由此形成第二空穴传输层。

[0433] 在第二空穴传输层上以重量比为0.5:0.5:0.1(=4,8mDBtP2Bfpm:βNCCP:Ir(ppy)$_2$(mbfpypy-d_3))且厚度为40nm的方式共蒸镀4,8mDBtP2Bfpm、βNCCP及Ir(ppy)$_2$(mbfpypy-d_3),由此形成第二发光层。

[0434] 然后,在以厚度为20nm的方式蒸镀2mPCCzPDBq并以厚度为20nm的方式蒸镀mPPhen2P,由此形成第二电子传输层之后,通过光刻法加工所形成的有机化合物层(空穴注入层、第一空穴传输层、第一发光层、第一电子传输层、中间层、第二空穴传输层、第二发光层及第二电子传输层)。

[0435] <<利用光刻法的加工>>

首先,从真空蒸镀装置取出衬底且暴露于大气之后使用三甲基铝(简称:TMA)作为前驱物,使用水蒸气作为氧化剂,利用ALD法以厚度为30nm的方式沉积氧化铝,由此形成第一牺牲层。

[0436] 然后,在第一牺牲层上通过溅射法以厚度为50nm的方式沉积包含铟、镓、锌及氧的复合氧化物(简称:IGZO),由此形成第二牺牲层。

[0437] 接着,在第二牺牲层上使用光致抗蚀剂形成抗蚀剂,利用光刻法以离第一电极的端部有3.5μm的位置上形成宽度为3μm的狭缝的方式进行加工。

[0438] 具体而言,以抗蚀剂为掩模使用包含磷酸的药液加工第二牺牲层,然后使用以CHF_3:He=1:9的流量比包含三氟甲烷(CHF_3)及氦(He)的蚀刻气体加工第一牺牲层。然后,使用包含氧(O_2)的蚀刻气体加工第二电子传输层、第二发光层、第二空穴传输层、中间层、第一电子传输层、第一发光层、第一空穴传输层及空穴注入层。以上是利用光刻法的加工工序。

在加工后,使用药液去除第二牺牲层及第一牺牲层,使第二电子传输层露出。

[0439] <<加热处理>>

在使第二电子传输层露出之后,将衬底放入其内部被减压到10^{-4}Pa左右的真空蒸镀装置中,并在真空蒸镀装置内的加热室中以80℃进行加热处理1小时。

[0440] 在冷却之后,将样品放回真空蒸镀装置内,在第二电子传输层上以体积比为1:1(=LiF:Yb)的方式共蒸镀氟化锂(LiF)及镱(Yb)而形成电子注入层115,最后以体积比为1:0.1且厚度为15nm的方式共蒸镀银(Ag)及镁(Mg)而形成第二电极102,由此制造发光器件1。

[0441] 第二电极102是具有反射光的功能及透射光的功能的半透射-半反射电极,本实施例的发光器件是具有从第二电极102提取光的顶部发射结构的串联型发光器件。此外,在第二电极102上作为盖层以厚度为70nm的方式蒸镀由上述结构式(viii)表示的4,4',4"-(苯-1,3,5-三基)三(二苯并噻吩)(简称:DBT3P-II)来提高光提取效率。

[0442] (发光器件2至发光器件4的制造方法)

在利用光刻法的加工工序之后使第二电子传输层露出后的加热处理的温度在发光器件2中为100℃,在发光器件3中为110℃,在发光器件4中为120℃。除了加热处理的温度以外,发光器件2至发光器件4与发光器件1同样地制造。

[0443] 注意,有时将去除第二牺牲层及第一牺牲层且使第二电子传输层露出后的加热处理的温度为80℃的发光器件称为发光器件1(80℃),将温度为100℃的发光器件称为发光器件2(100℃),将温度为110℃的发光器件称为发光器件3(110℃),将温度为120℃的发光器件称为发光器件4(120℃)。

[0444] (比较发光器件5的制造方法)

比较发光器件5与发光器件1至发光器件4的不同之处在于:在比较发光器件5中,不进行发光器件1中的利用光刻法的加工工序而形成第二电子传输层之后,直接形成电子注入层,接着形成盖层。就是说,比较发光器件5是通过连续真空工序制造的发光器件。除此之外与发光器件1至发光器件4同样地制造。

[0445] 发光器件1至发光器件4及比较发光器件5的器件结构如下表所示。

[0446] [表1]

		厚度(nm)	发光器件1(80℃)	发光器件2(100℃)	发光器件3(110℃)	发光器件4(120℃)	比较发光器件5
盖层		70	DBT3P-II				
第二电极		15	Ag：Mg（1：0.1）				
电子注入层		2	LiF：Yb（1：1）				
加热处理			80℃	100℃	110℃	120℃	-
通过光刻法的加工			通过光刻法进行加工				-
第二电子传输层	2	20	mPPhen2P				
	1	20	2mPCCzPDBq				
第二发光层		40	4,8mDBtP2Bfpm：βNCCP：$Ir(ppy)_2(mbfpypy-d_3)$（0.5：0.5：0.1）				
第二空穴传输层		40	PCBBiF				
中间层	P型层	10	PCBBiF:OCHD-003（1:0.15）				
	ER层	2	CuPc				
	N型层	0.3	Li_2O				
		20	mPPhen2P				
第一电子传输层		10	2mPCCzPDBq				
第一发光层		40	4,8mDBtP2Bfpm：βNCCP：$Ir(ppy)_2(mbfpypy-d_3)$（0.5：0.5：0.1）				
第一空穴传输层		70	PCBBiF				
空穴注入层		10	PCBBiF：OCHD-003（1：0.03）				
第一电极	2	100	ITSO				
	1	100	APC				

[0447] 在氮气氛的手套箱中,以不使上述发光器件1至发光器件4及比较发光器件5暴露于大气的方式使用玻璃衬底进行密封处理(将UV固化密封材料涂敷在器件的周围,以不对发光器件照射的方式只对密封材料照射UV,在大气压下以80℃进行热处理1小时),然后对各发光器件的初始特性进行测量。

[0448] 图18示出发光器件1至发光器件4及比较发光器件5的亮度-电流密度特性,图19示出亮度-电压特性,图20示出电流效率-亮度特性,图21示出电流密度-电压特性,图22示出电流效率-电流密度特性,图23示出发射光谱。另外,下述表示出电流密度50mA/cm^2下的主要特性。注意,使用分光辐射亮度计(拓普康公司制造的SR-UL1R)在常温下测量亮度、CIE色度及发射光谱。

[0449] [表2]

	电压(V)	电流密度(mA/cm^2)	亮度(cd/m^2)	色度x	色度y	电流效率(cd/A)
发光器件1（80℃）	12.7	50	68930	0.313	0.672	137.9
发光器件2（100℃）	12.9	50	82910	0.244	0.720	165.8
发光器件3（110℃）	11.7	50	80320	0.258	0.710	160.6
发光器件4（120℃）	12.0	50	75290	0.240	0.723	150.6
比较发光器件5	10.2	50	79890	0.228	0.733	159.7

[0450] 由图18至图23可知,作为不经过利用光刻法的加工工序的通过连续真空工序制造的发光器件的比较发光器件5是呈现良好的特性的发光器件。

[0451] 另一方面,从图20、图22及上述表可知,作为经过利用光刻法的加工工序的发光器件的发光器件1(80℃)的电流效率比比较发光器件5低。另外,可知发光器件2(100℃)、发光

器件3(110℃)、发光器件4(120℃)的电流效率比发光器件1(80℃)高。由此,使第二电子传输层露出后的加热处理的温度优选为100℃以上,更优选为100℃以上且120℃以下。

[0452] 另外,在该加热处理中,第二电子传输层露出。因此,为了抑制对第二电子传输层所包含的有机化合物造成的损伤,加热处理的温度优选为100℃以上且低于第二电子传输层所包含的有机化合物的玻璃转化温度的温度。另外,关于第二电子传输层所包含的有机化合物的mPPhen2P的玻璃转化温度,使用由PerkinElmer,Inc.制造的DSC8500进行差示扫描量热测量,其结果是,为135℃。

[0453] 发光器件1(80℃)的低电流效率的原因是使包含碱金属或其化合物的有机化合物层暴露于大气中的水、氧等,但是通过在发光器件2(100℃)、发光器件3(110℃)、发光器件4(120℃)中进行100℃以上的加热处理,去除包含碱金属或其化合物的有机化合物层的水、氧等,电流效率得到提高。

[0454] 注意,在比较发光器件2(100℃)、发光器件3(110℃)及发光器件4(120℃)时,发光器件2(100℃)的电流效率最高,其次是发光器件3(110℃)的电流效率第二高。由此,可以说使第二电子传输层露出之后的加热处理的温度优选为100℃以上且110℃以下。

[0455] 另外,从图19、图21及上述表可知,作为经过利用光刻法的加工工序的发光器件的发光器件1(80℃)及发光器件2(100℃)的驱动电压比比较发光器件5高。另一方面,可知:与发光器件1(80℃)及发光器件2(100℃)相比,发光器件3(110℃)及发光器件4(120℃)的驱动电压减少。由此,也可以说使第二电子传输层露出之后的加热处理的温度优选为110℃以上且120℃以下。

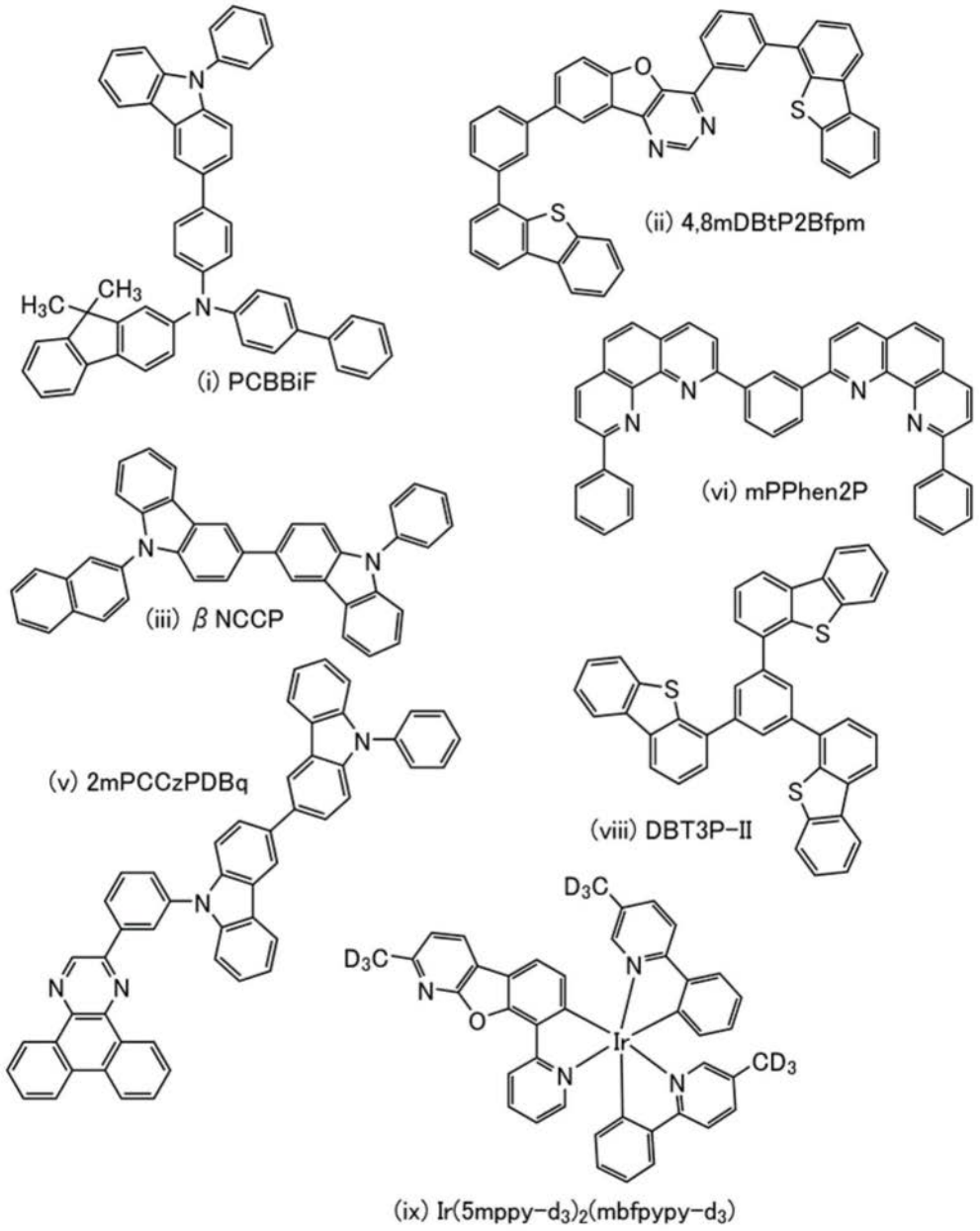
[0456] 与比较发光器件5相比,发光器件1(80℃)、发光器件2(100℃)的驱动电压增加的结果是因为碱金属或包含其化合物的有机化合物层暴露于大气的水、氧等影响及通过光刻法的加工工序中的加热,通过发光器件3(110℃)及发光器件4(120℃)中以110℃以上进行加热处理而去除包含碱金属或其化合物的有机化合物层的水、氧等,可以抑制驱动电压的增加。

[0457] 如此,可确认到即使经过利用光刻法的加工的制造方法,去除第二牺牲层及第一牺牲层且使第二电子传输层露出之后以100℃以上,更优选为100℃以上且120℃以下,更优选为100℃以上且110℃以下,或者110℃以上且120℃以下的温度进行加热处理的本发明的一个方式的发光器件的制造方法,可以制造示出高电流效率且驱动电压的增加得到抑制的发光器件。

[实施例2]

[0458] 在本实施例中,说明为了说明本发明的一个方式的发光器件的制造方法而制造的单型发光器件的参考发光器件6及比较器件7的特性。下面示出在本实施例中使用的有机化合物的结构式。

[0459] [化学式5]



[0460] (参考发光器件6的制造方法)

参考发光器件6是一种单型发光器件,其中包括空穴传输层(厚度为50nm)、发光层、电子传输层(厚度的总和为30nm)代替发光器件1中的第一空穴传输层(厚度为70nm)、第一发光层及第二电子传输层(厚度的总和为40nm),此外,不包括第一电子传输层、中间层、第二空穴传输层及第二发光层,并且,将由上述结构式(ix)表示的[2-d_3-甲基-8-(2-吡啶基-κN)苯并呋喃并[2,3-b]吡啶-κC]双[2-(5-d_3-甲基-2-吡啶基-κN2)苯基-κC]铱(III)(简称:Ir(5mppy-d_3)$_2$(mbfpypy-d_3))用于发光层代替发光器件1中用于第一发光层的Ir(ppy)$_2$(mbfpypy-d_3)。除此之外与发光器件1同样地制造。另外,去除第二牺牲层及第一牺牲层而使电子传输层露出之后的加热处理的温度为80℃。

[0461] (比较发光器件7的制造方法)

比较发光器件7与参考发光器件6的不同之处在于:在比较发光器件7中,不进行参考发光器件6中的利用光刻法的加工,在形成电子传输层之后,直接形成电子注入层,接着

形成盖层。就是说,比较发光器件7是通过连续真空工序制造的发光器件。除此之外与参考发光器件6同样地制造。

[0462] 参考发光器件6及比较发光器件7的器件结构如下表所示。

[0463] [表3]

		厚度	参考发光器件6 (80℃)	比较发光器件7
盖层		70 nm	DBT3P-II	
第二电极		15 nm	Ag: Mg (1: 0.1)	
电子注入层		2 nm	LiF: Yb (1: 1)	
加热处理			80℃	-
通过光刻法的加工			通过光刻法进行加工	-
电子传输层	2	20 nm	mPPhen2P	
	1	10 nm	2mPCCzPDBq	
发光层		40 nm	4,8mDBtP2Bfpm: βNCCP: $Ir(5mppy\text{-}d_3)_2(mbfpypy\text{-}d_3)$ (0.5: 0.5: 0.1)	
空穴传输层		50 nm	PCBBiF	
空穴注入层		10 nm	PCBBiF: OCHD-003 (1: 0.03)	
第一电极	2	100 nm	ITSO	
	1	100 nm	APC	

[0464] 在氮气氛的手套箱中,以不使上述参考发光器件6及比较发光器件7暴露于大气的方式使用玻璃衬底进行密封处理(将UV固化密封材料涂敷在器件的周围,以不对发光器件照射的方式只对密封材料照射UV,在大气压下以80℃进行热处理1小时),然后对各发光器件的初始特性进行测量。

[0465] 图24示出发光器件6及比较发光器件7的亮度-电流密度特性,图25示出亮度-电压特性,图26示出电流效率-亮度特性,图27示出电流密度-电压特性,图28示出发射光谱。另外,下述表示出电流密度50mA/cm^2下的主要特性。注意,使用分光辐射亮度计(拓普康公司制造的SR-UL1R)在常温下测量亮度、CIE色度及发射光谱。

[0466] [表4]

	电压 (V)	电流密度 (mA/cm^2)	亮度 (cd/m^2)	色度x	色度y	电流效率 (cd/A)
参考发光器件6 (80℃)	4.5	50	43870	0.243	0.718	87.7
比较发光器件7	4.3	50	42550	0.255	0.709	85.1

[0467] 由图24至图28及上述表可知,参考发光器件6及比较发光器件7都是呈现良好的特性的发光器件。

[0468] 虽然实施例1所示的经过利用光刻法的加工工序的串联型发光器件的发光器件1(80℃)的特性与比较发光器件5相比降低,但是本实施例所制造的经过利用光刻法的加工工序的单型发光器件的参考发光器件6(80℃)的特性与比较发光器件7相比没有变化。由此,由于在不包括作为中间层包含碱金属或其化合物的层的单型器件中水、氧等的影响小,所以即使在使电子传输层露出之后不进行100℃以上的加热处理,特性也不容易降低。

[0469] 由此可知,在本发明的一个方式的发光器件的制造方法中,在利用光刻法的加工之后使电子传输层露出而以100℃以上进行加热处理的工序在串联型器件的情况下特别有效。

[实施例3]

[0470] 在本实施例中,为了说明本发明的一个方式的发光器件的制造方法,示出对在玻璃衬底上形成有有机化合物层的样品1、比较样品2及比较样品3进行TDS(Thermal Desorption Spectroscopy:热脱附谱)分析测试的结果。

[0471] 注意,在本实施例中用于样品1、比较样品2及比较样品3的有机化合物与在实施例1中用于发光器件的有机化合物相同,所以在本实施例中省略结构式。

[0472] (样品1的制造方法)

样品1是在玻璃衬底上形成有与发光器件1同样的有机化合物层的样品,即,作为中间层模仿包含碱金属或碱金属化合物的串联型发光器件的有机化合物层的样品。注意,一部分层的厚度与发光器件1不同。另外,在样品1中,不进行利用光刻法的加工工序。

[0473] (比较样品2)

比较样品2是不包括样品1中的作为N型层的一部分的Li_2O及ER层的样品。其他部分与样品1同样地制造。就是说,比较样品2是模仿如下结构的样品:从串联型发光器件的有机化合物层去除包含碱金属或碱金属化合物的层。

[0474] (比较样品3的制造方法)

比较样品3是不包括样品1中的第一电子传输层、中间层、第二空穴传输层及第二发光层的样品,即模仿单型发光器件的有机化合物层的样品。

[0475] 以下表示出样品1、比较样品2、样品3及样品4的有机化合物层的结构。

[0476] [表5]

		厚度	样品1	比较样品2	比较样品3
第二电子传输层	2	20 nm	mPPhen2P		
	1	20 nm	2mPCCzPDBq		
第二发光层		40 nm	4,8mDBtP2Bfpm:βNCCP:$Ir(ppy)_2(mbfpypy\text{-}d_3)$ (0.5:0.5:0.1)		-
第二空穴传输层		40 nm	PCBBiF		-
中间层	P型层	10 nm	PCBBiF:OCHD-003 (1:0.15)		-
	ER层	2 nm	CuPc	-	-
	N型层	0.3 nm	Li_2O	-	-
		20 nm	mPPhen2P		-
第一电子传输层		10 nm	2mPCCzPDBq		-
第一发光层		40 nm	4,8mDBtP2Bfpm:βNCCP:$Ir(ppy)_2(mbfpypy\text{-}d_3)$ (0.5:0.5:0.1)		
第一空穴传输层		30 nm	PCBBiF		
空穴注入层		10 nm	PCBBiF:OCHD-003 (1:0.03)		

[0477] 对上述样品1、比较样品2、样品3及样品4分别进行TDS分析。TDS是一种分析装置,其中,利用四极质量分析计(quadrupole mass analyzer,四极质谱计)检测并识别当在高真空中对样品进行加热并提高该样品的温度时从该样品脱离并发生的气体成分,并且,当利用TDS时,可以观察到从样品的表面和内部脱离的气体及分子。使用电子科学株式会社制造的TDS(产品名称:EMD-WA1000S),测量条件为升温约5℃/分。

[0478] 图29至图31示出样品1、比较样品2及比较样品3的TDS分析结果。图29至图31示出相当于水分子的质荷比(M/z)为18时的结果。在各附图中,横轴表示衬底温度,纵轴表示检

测强度。

[0479] 由图29及图30可知,在样品1中在60℃及100℃附近出现峰值,但是在比较样品2中在所有温度范围内峰值较小。由此可知,与不包括包含碱金属或碱金属化合物的层的比较样品2的有机化合物层相比,包括包含碱金属或碱金属化合物的层的样品1的有机化合物层吸附更多的水。

[0480] 另外,由图29及图31可知,在比较样品3中在60℃及100℃附近出现峰值,但是样品1的这些温度下的检测强度比样品1强。由此可知,作为中间层模仿包含碱金属或碱金属化合物的串联型发光器件的样品1的有机化合物层吸附比不包括中间层的模仿单型发光器件的比较样品3的有机化合物层更多的水。

[0481] 由上述结果可知,作为中间层具有包含碱金属或其化合物的层的串联型有机化合物层容易吸附水。由此可知,根据本发明的一个方式的发光器件的制造方法,从有机化合物层去除水的工序在作为中间层具有包含碱金属或其化合物的层的串联型发光器件中特别有效。

[0482] 另外,由该结果可知,在串联型发光器件中,通过在使第二电子传输层露出之后以100℃以上且120℃以下进行加热处理可以去除水。因此,可知使第二电子传输层露出后的加热处理的温度优选为100℃以上且120℃以下。

[符号说明]

[0483] 100A:显示装置、100:显示装置、101:第一电极、102:第二电极、103:有机化合物层、103f:有机化合物膜、103B:有机化合物层、103Bf:有机化合物膜、103G:有机化合物层、103Gf:有机化合物膜、103R:有机化合物层、103Rf:有机化合物膜、104:公共层、105:衬底、110B:子像素、110G:子像素、110R:子像素、110:子像素、111:空穴注入层、112_1:第一空穴传输层、112_2:第二空穴传输层、113_1:第一发光层、113_2:第二发光层、113:发光层、114_1:第一电子传输层、114_2:第二电子传输层、115:电子注入层、116_1:第一中间层、116_2:第二中间层、116:中间层、117:P型层、118:电子中继层、119:N型层、120:衬底、122:树脂层、125f:无机绝缘膜、125:无机绝缘层、127a:绝缘层、127f:绝缘膜、127:绝缘层、130B:发光器件、130G:发光器件、130R:发光器件、130:发光器件、131:保护层、132B:着色层、132G:着色层、132R:着色层、140:连接部、141:区域、151a:导电层、151B:导电层、151b:导电层、151C:导电层、151c:导电层、151f:导电膜、151G:导电层、151R:导电层、151:导电层、152a:导电层、152B:导电层、152b:导电层、152C:导电层、152c:导电层、152f:导电膜、152G:导电层、152R:导电层、152:导电层、155:公共电极、156B:绝缘层、156C:绝缘层、156f:绝缘膜、156G:绝缘层、156R:绝缘层、156:绝缘层、158:牺牲层、158f:牺牲膜、158B:牺牲层、158Bf:牺牲膜、158G:牺牲层、158Gf:牺牲膜、158R:牺牲层、158Rf:牺牲膜、159:掩模层、159f:掩模膜、159B:掩模层、159Bf:掩模膜、159G:掩模层、159Gf:掩模膜、159R:掩模层、159Rf:掩模膜、171:绝缘层、172:导电层、173:绝缘层、174:绝缘层、175:绝缘层、176:插头、177:像素部、178:像素、179:导电层、190:抗蚀剂掩模、190B:抗蚀剂掩模、190G:抗蚀剂掩模、190R:抗蚀剂掩模、191:抗蚀剂掩模、240:电容器、241:导电层、243:绝缘层、245:导电层、254:绝缘层、255:绝缘层、256:插头、261:绝缘层、271:插头、280:显示模块、281:显示部、282:电路部、283a:像素电路、283:像素电路部、284a:像素、284:像素部、285:端子部、286:布线部、290:FPC、291:衬底、292:衬底、301:衬底、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、501:第一发光单元、501f:有机化合物膜、502b:有机化合物层、502:第二发光单元、502f:有机化合物膜、503:第三发光单元、700A:电子设备、700B:电子设备、721:框体、723:安装部、727:耳机部、750:耳机、751:显示面板、753:光学构件、756:显示区域、757:边框、758:鼻垫、800A:电子设备、800B:电子设备、820:显示部、821:框体、822:通信部、823:安装部、824:控制部、825:成像部、827:耳机部、832:透镜、6500:电子设备、6501:框体、6502:显示部、6503:电源按钮、6504:按钮、6505:扬声器、6506:麦克风、6507:照相机、6508:光源、6510:保护构件、6511:显示面板、6512:光学构件、6513:触摸传感器面板、6515:FPC、6516:IC、6517:印刷电路板、6518:电池、7000:显示部、7100:电视装置、7151:遥控操作机、7171:框体、7173:支架、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

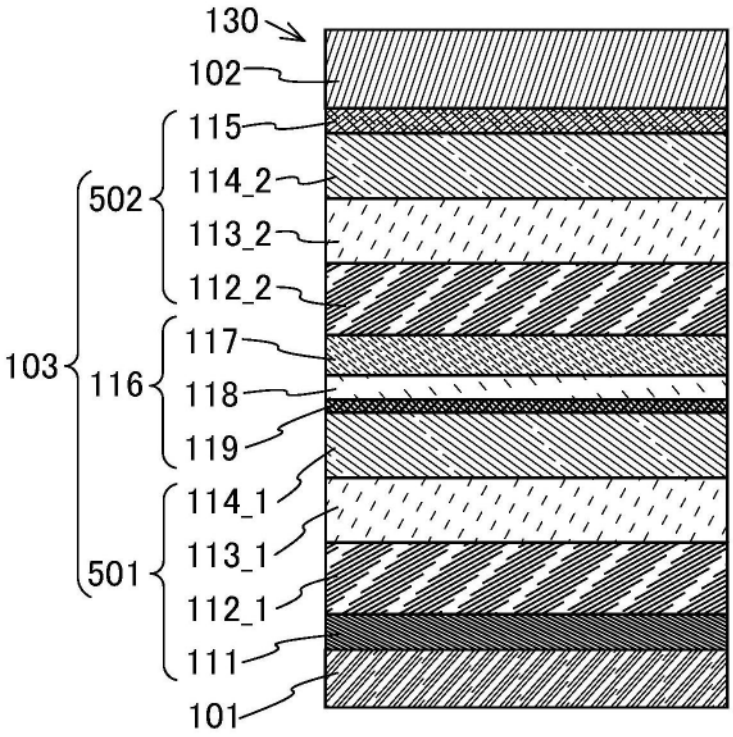

130
102
115
114_2
113_2
112_2
117
118
119
114_1
113_1
112_1
111
101
502
116
103
501

图1A

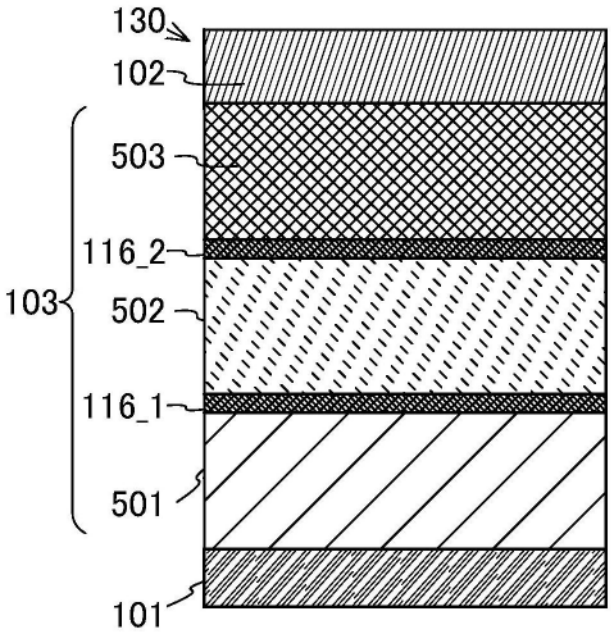

130
102
503
116_2
502
116_1
501
101
103

图1B

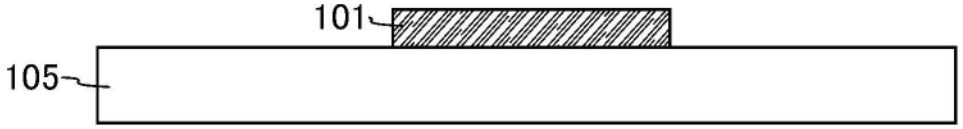


图2A

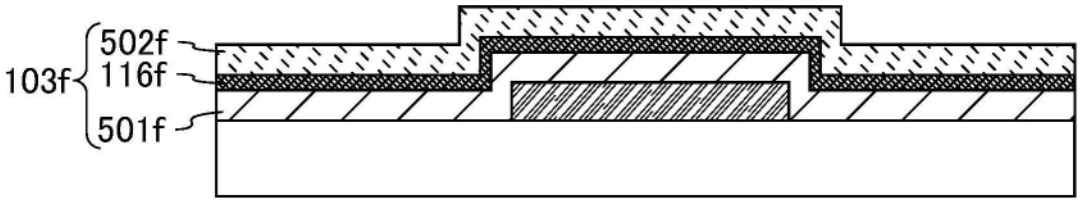


图2B

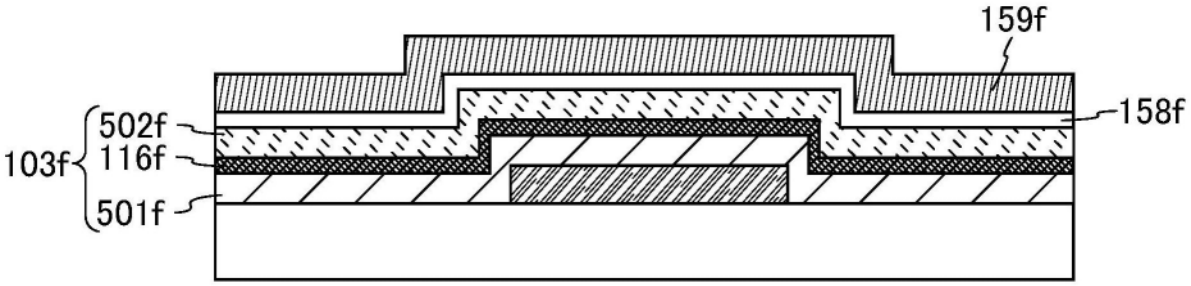


图2C

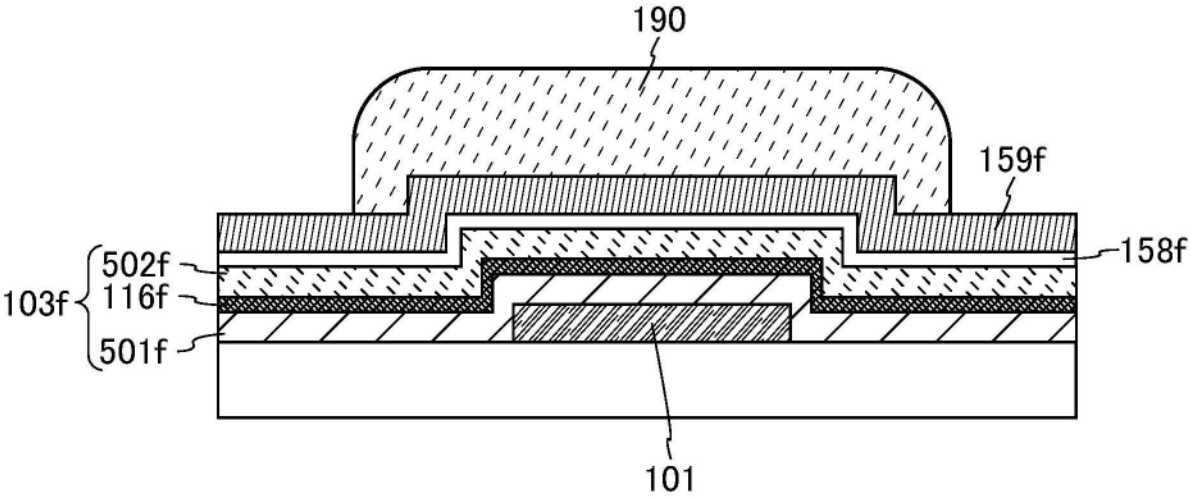


图2D

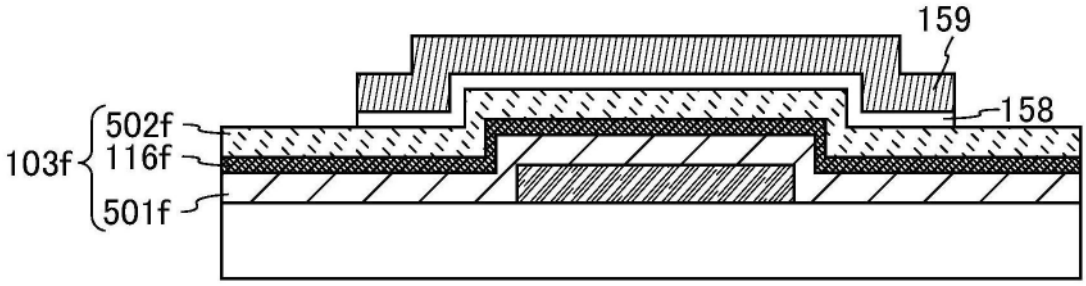

159
158
103f
502f
116f
501f

图3A

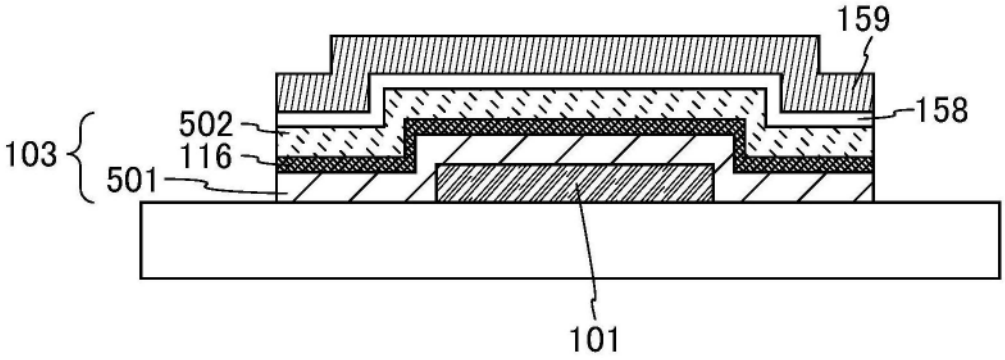

159
158
103
502
116
501
101

图3B

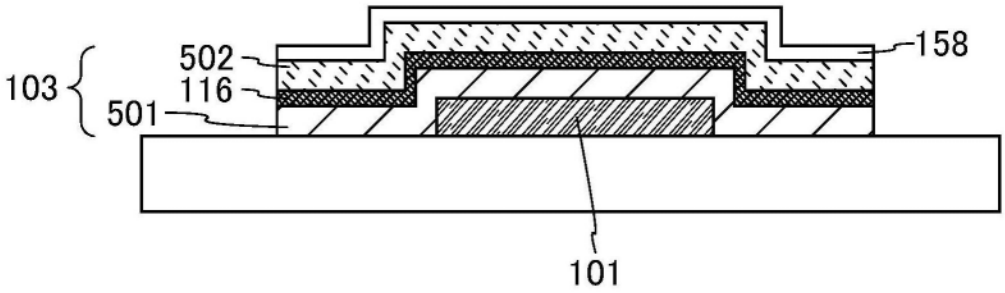

158
103
502
116
501
101

图3C

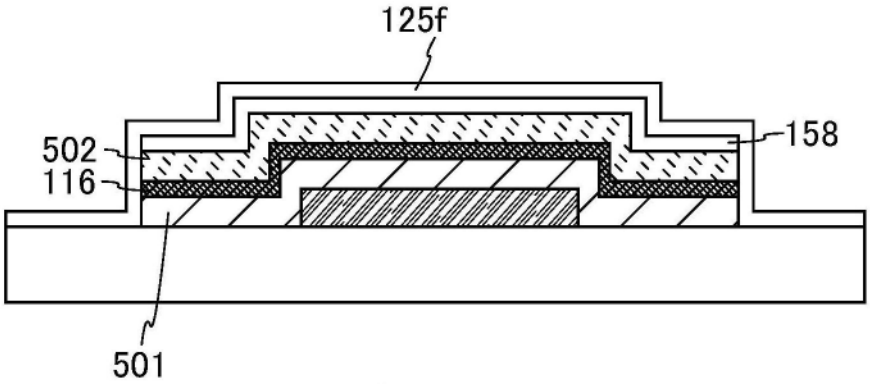


图3D

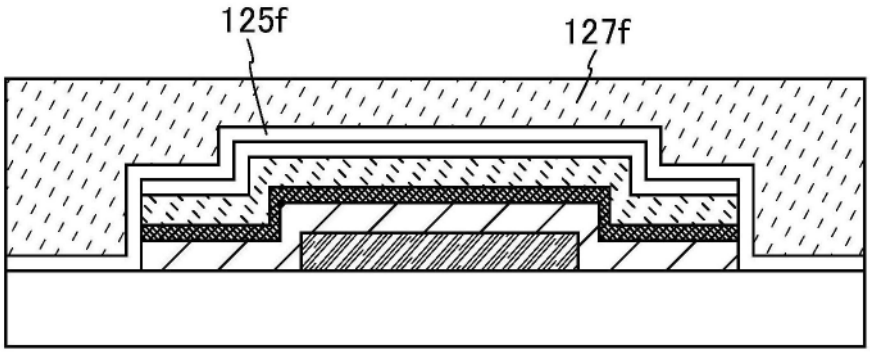


图4A

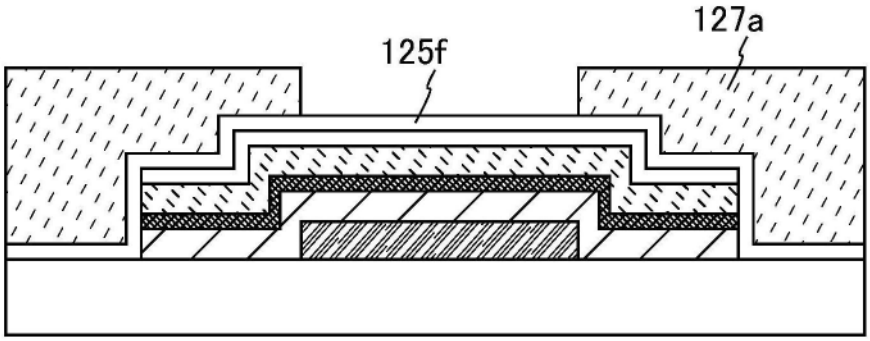


图4B

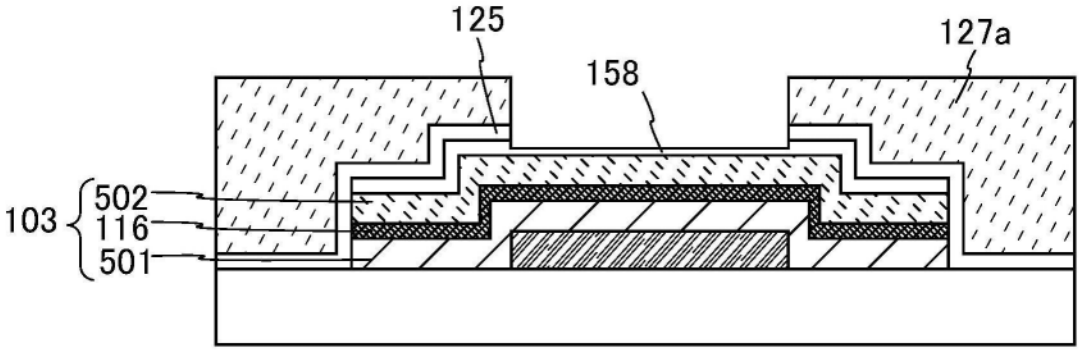


图4C

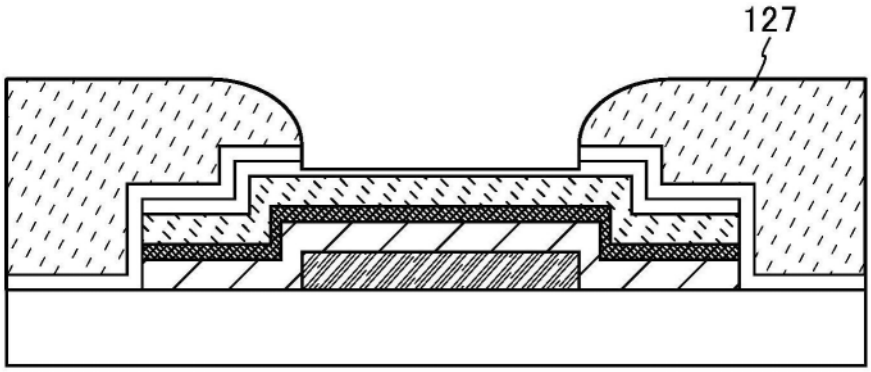


图4D

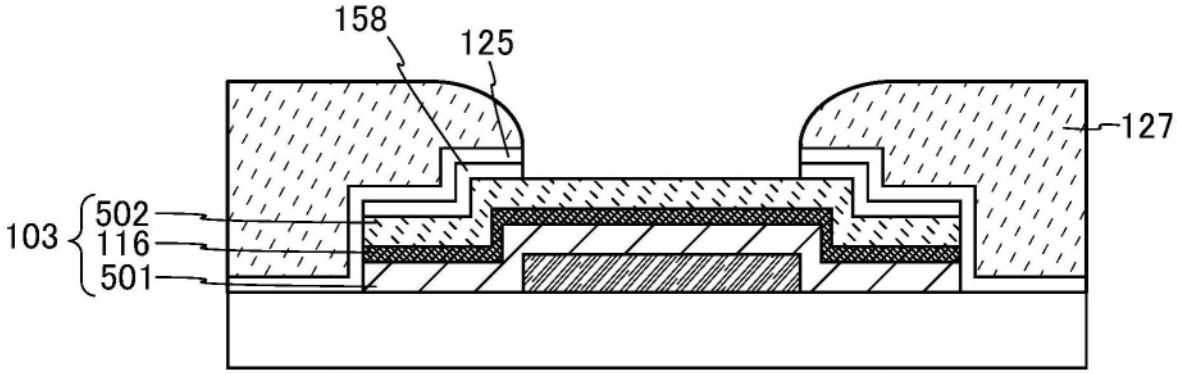


图5A

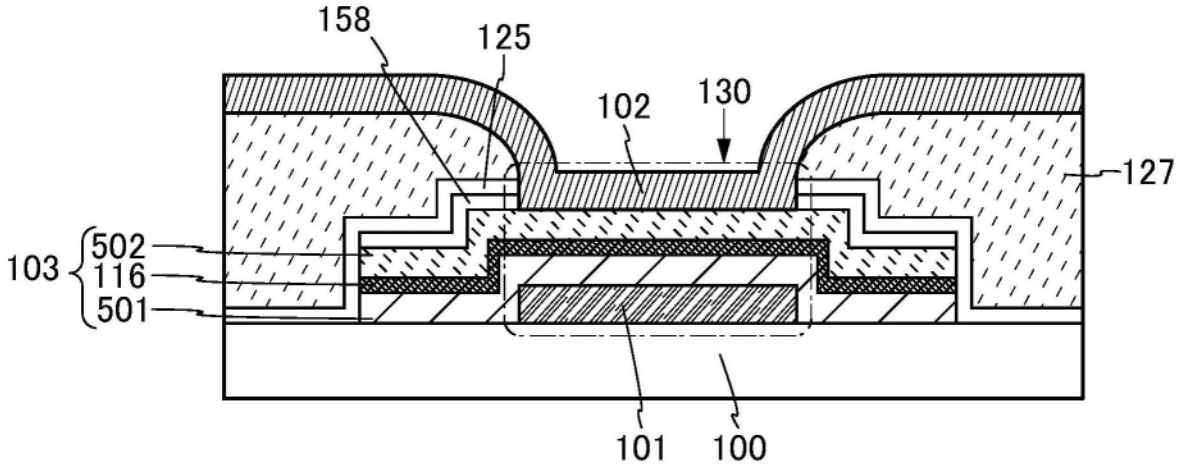

158
125
102
130
127
103
502
116
501
101
100

图5B

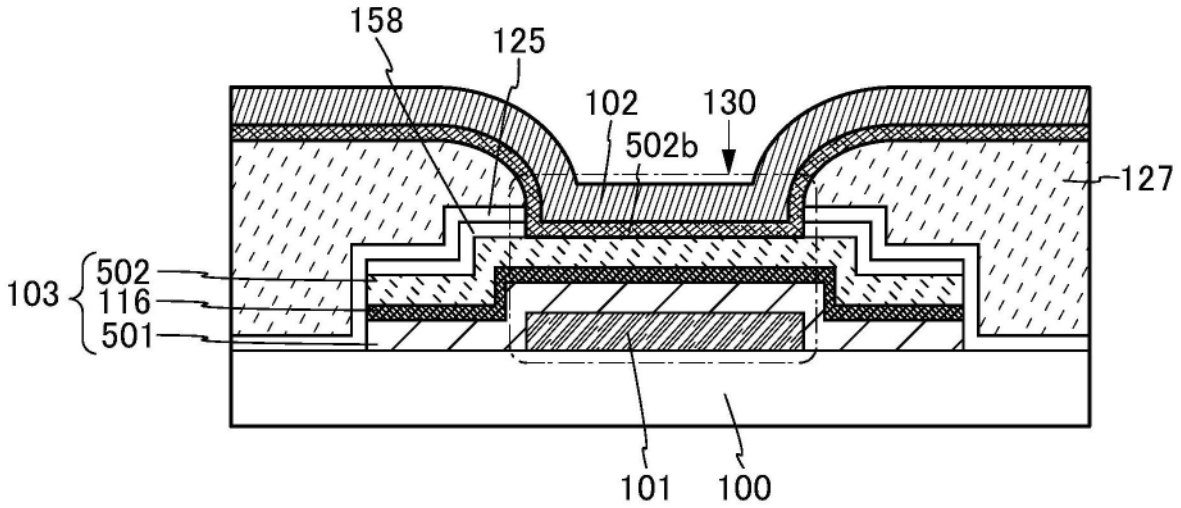

158
125
102
130
502b
127
103
502
116
501
101
100

图5C

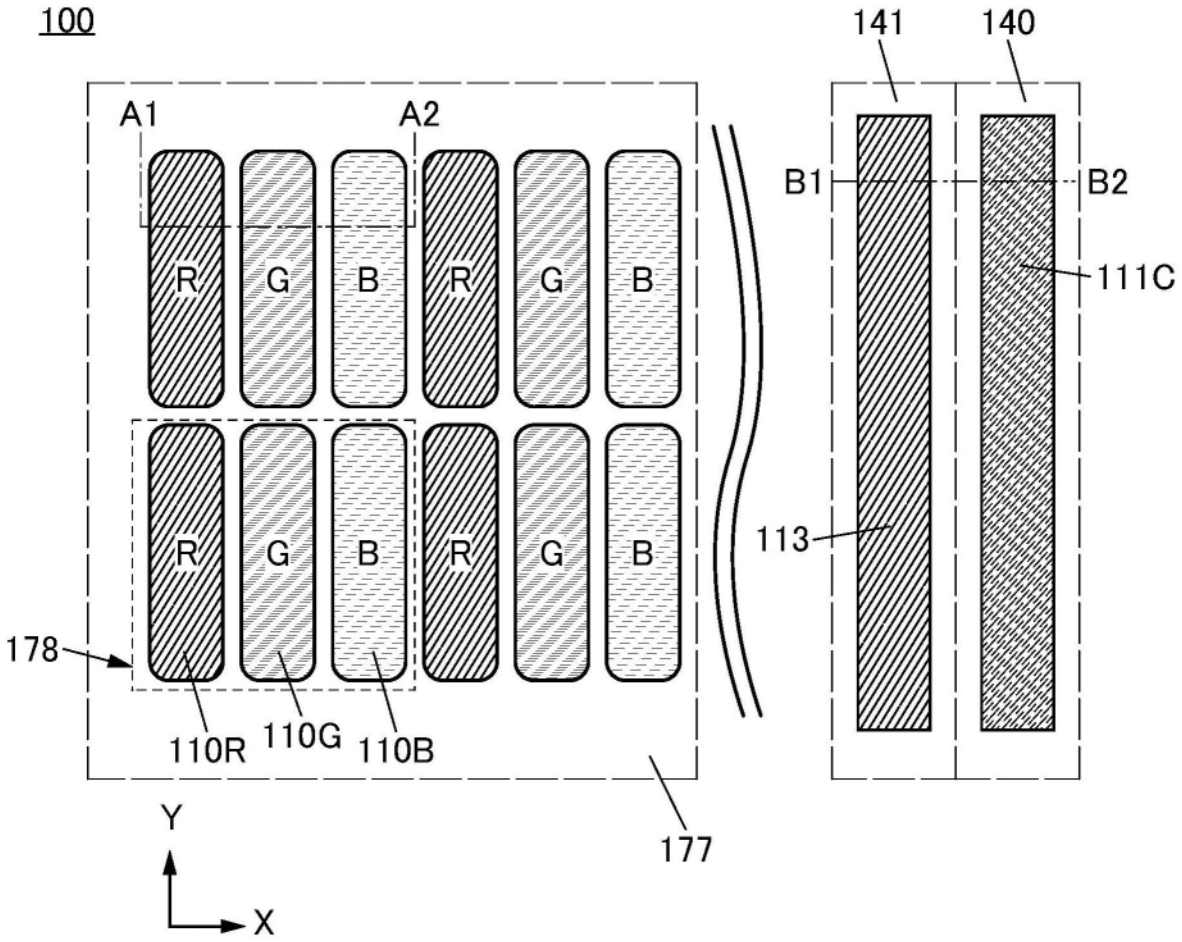

100
141
140
A1
A2
B1
B2
111C
R
G
B
113
178
110R
110G
110B
177
Y
X

图6A

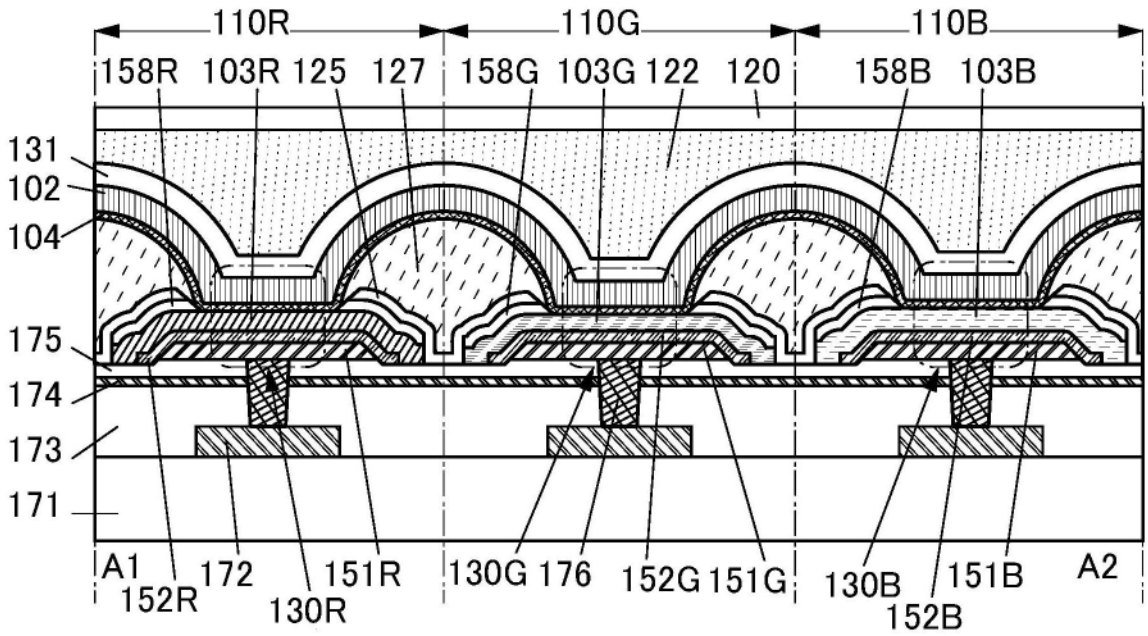

110R
110G
110B
158R
103R
125
127
158G
103G
122
120
158B
103B
131
102
104
175
174
173
171
A1
152R
172
130R
151R
130G
176
152G
151G
130B
152B
151B
A2

图6B

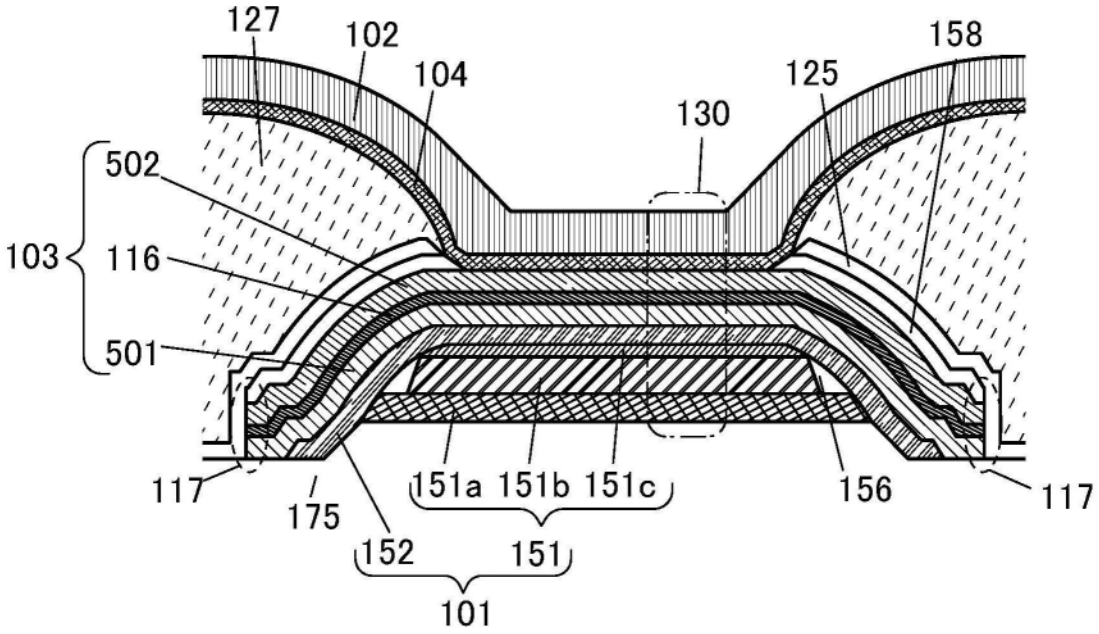

127
102
104
158
125
130
502
103
116
501
117
175
152
151a 151b 151c
151
156
117
101

图7A

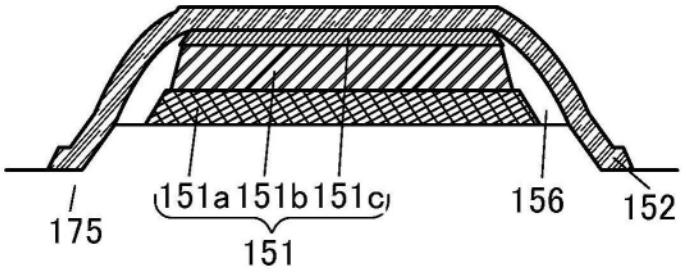

175
151a151b151c
151
156
152

图7B

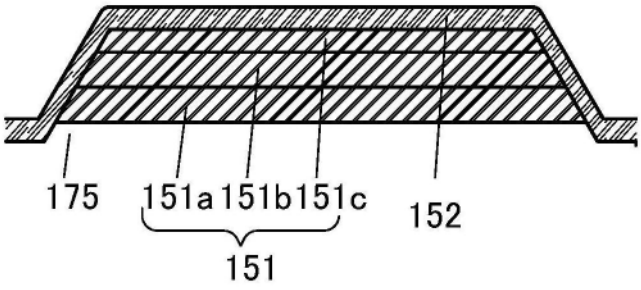

175
151a151b151c
151
152

图7C

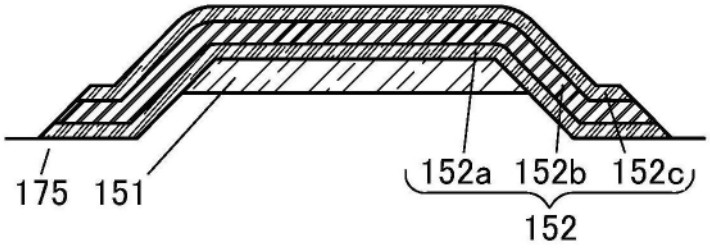


图7D

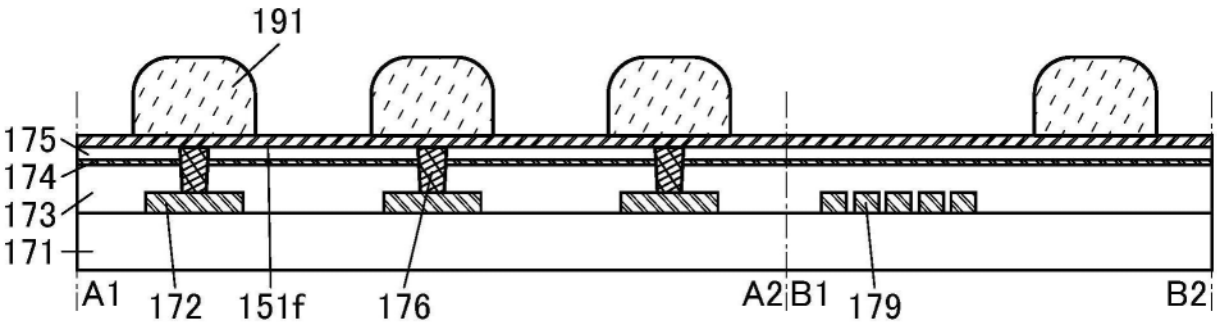


图8A

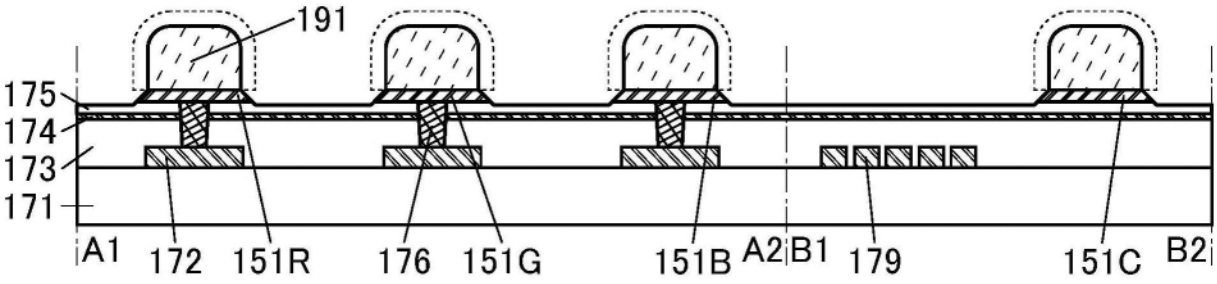


图8B

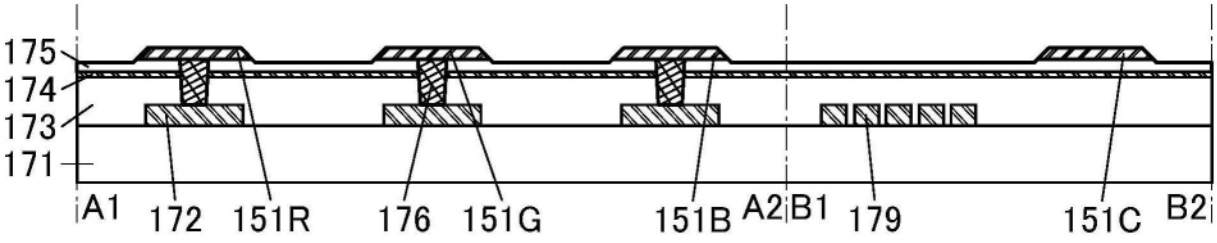


图8C

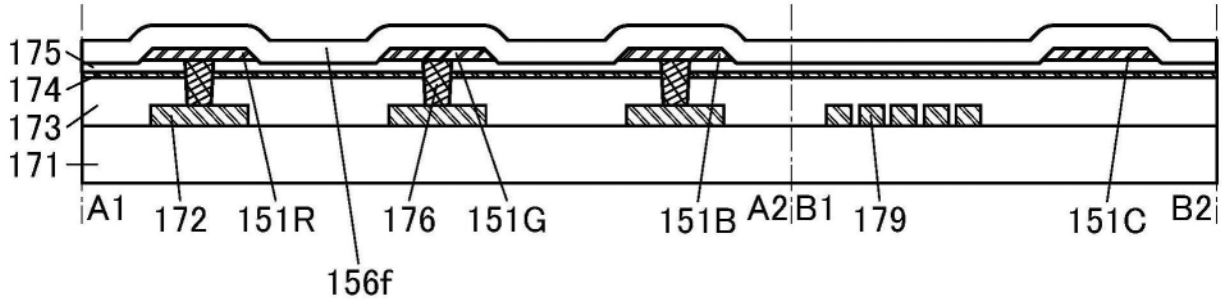


图8D

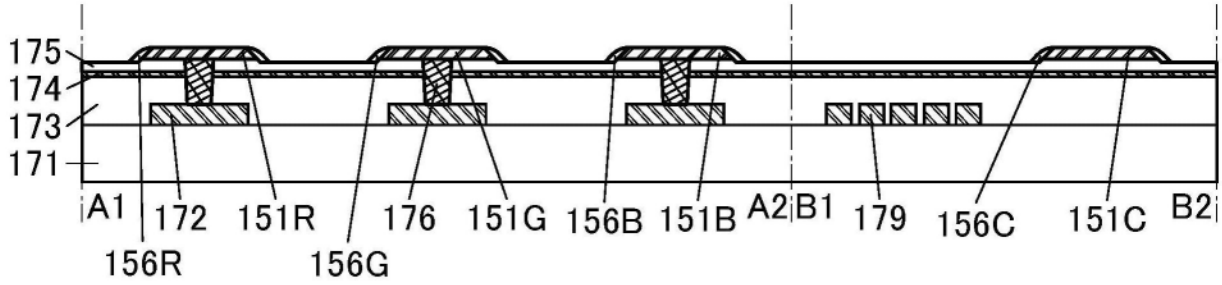


图8E

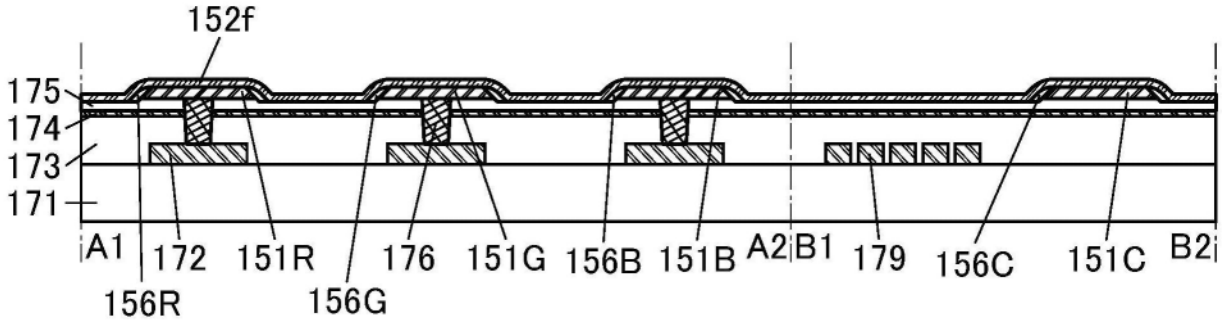


图9A

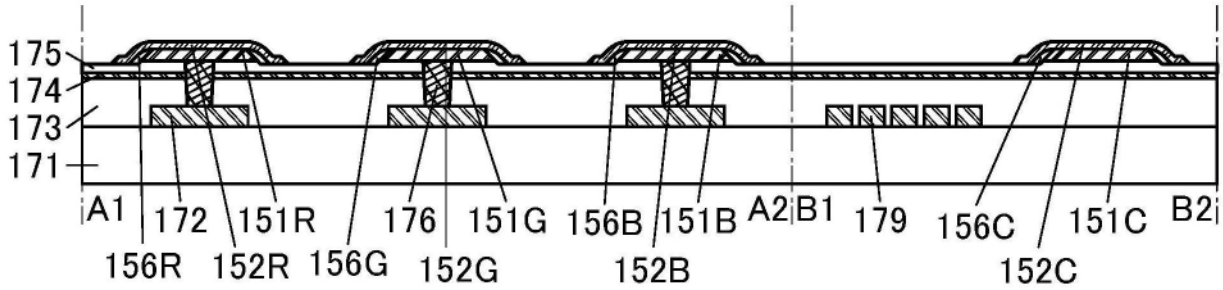


图9B

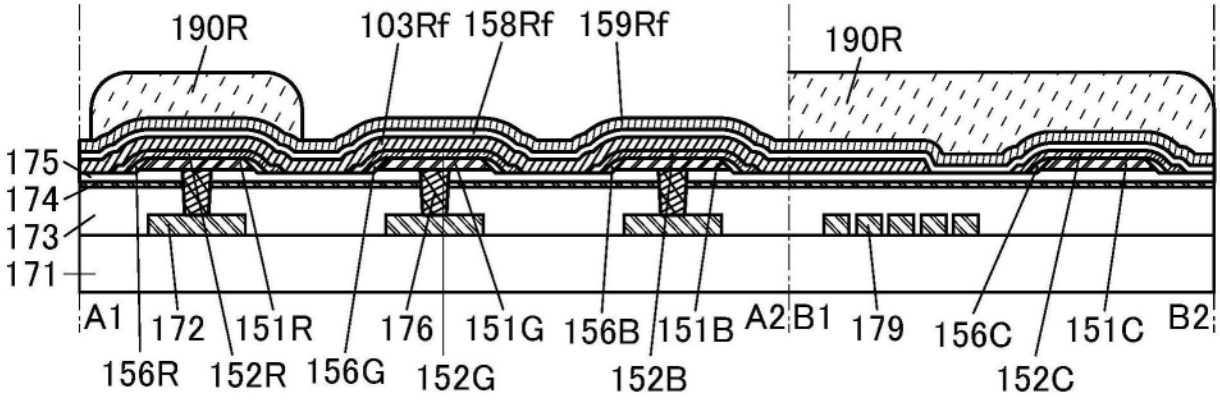

190R
103Rf
158Rf
159Rf
190R
175
174
173
171
A1
172
151R
176
151G
156B
151B
A2
B1
179
156C
151C
B2
156R
152R
156G
152G
152B
152C

图9C

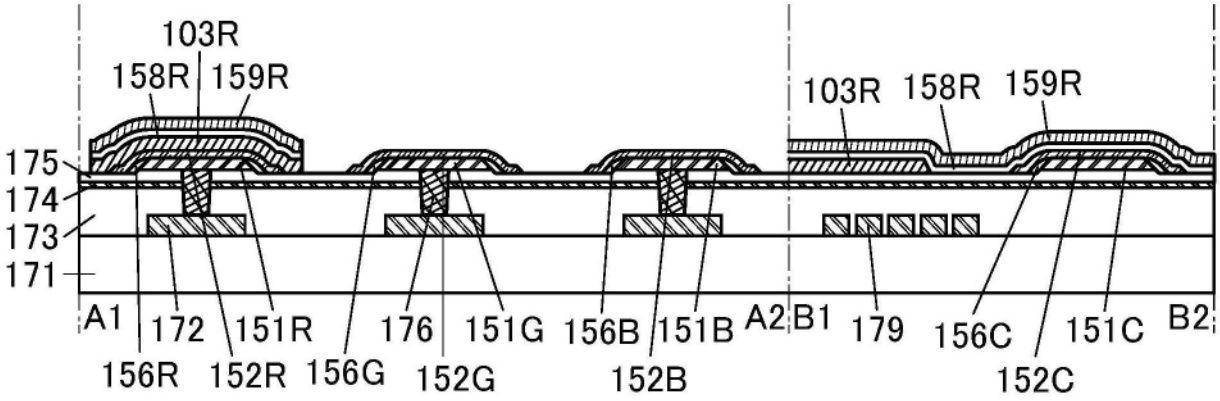

103R
158R
159R
103R
158R
159R
175
174
173
171
A1
172
151R
176
151G
156B
151B
A2
B1
179
156C
151C
B2
156R
152R
156G
152G
152B
152C

图9D

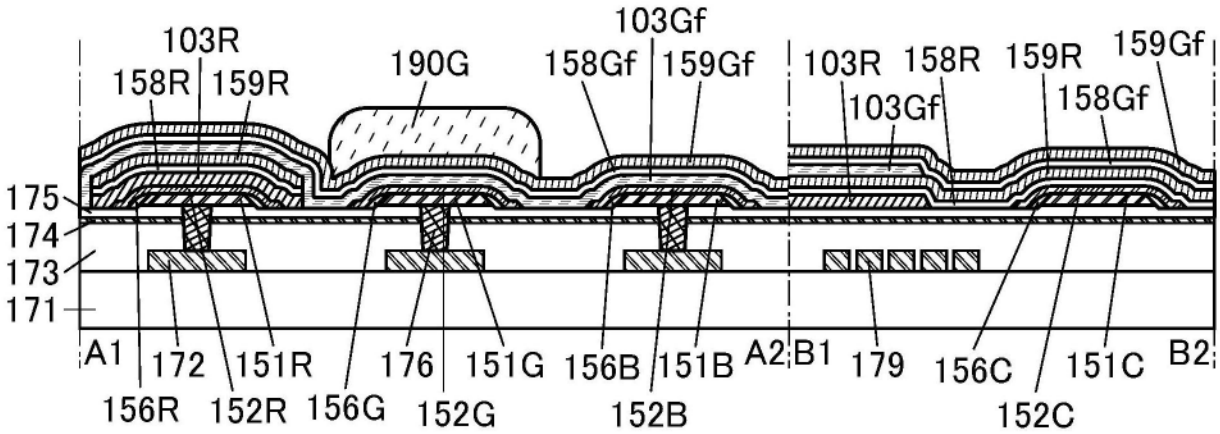

103Gf
103R
158R
159R
190G
158Gf
159Gf
103R
158R
159R
159Gf
103Gf
158Gf
175
174
173
171
A1
172
151R
176
151G
156B
151B
A2
B1
179
156C
151C
B2
156R
152R
156G
152G
152B
152C

图10A

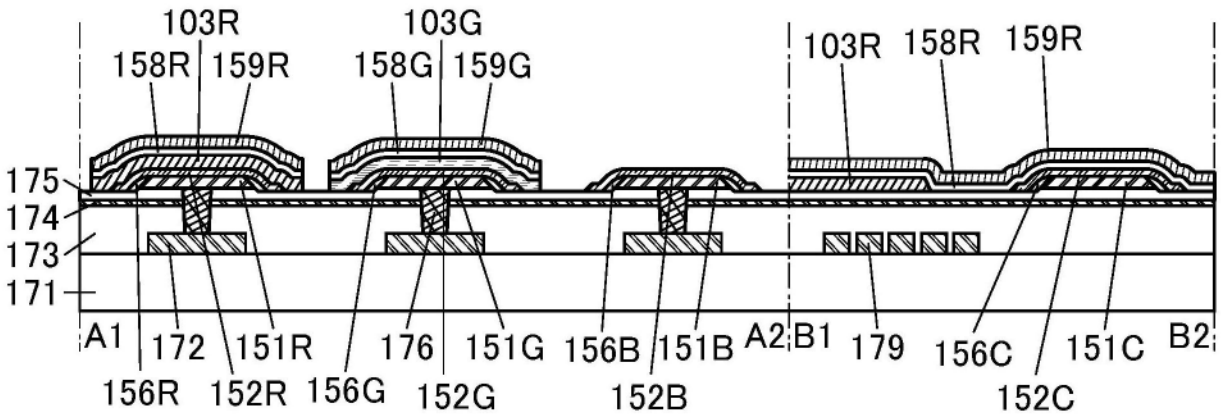


图10B

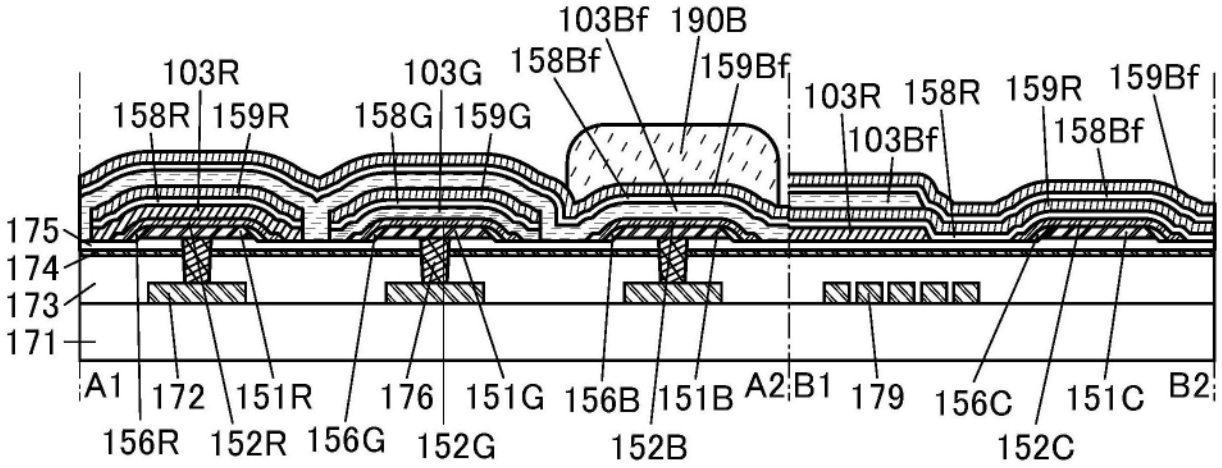


图10C

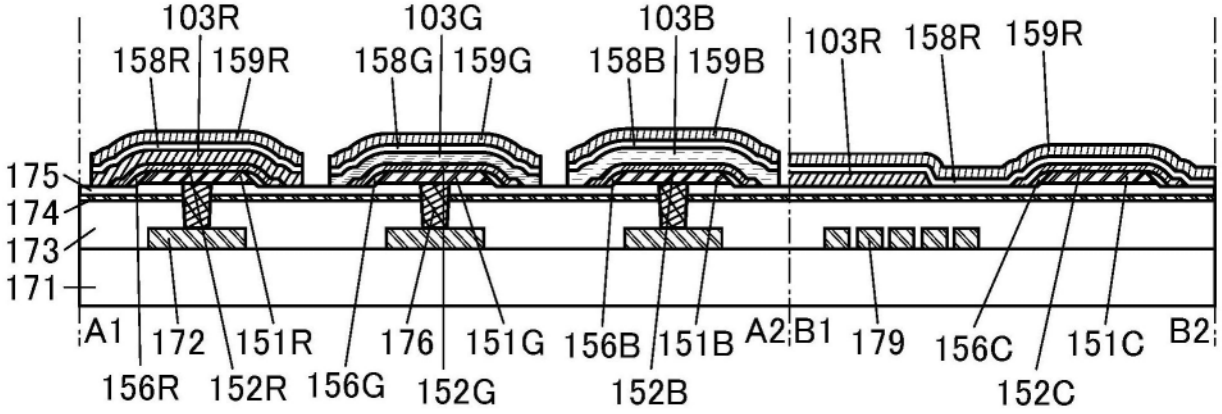


图10D

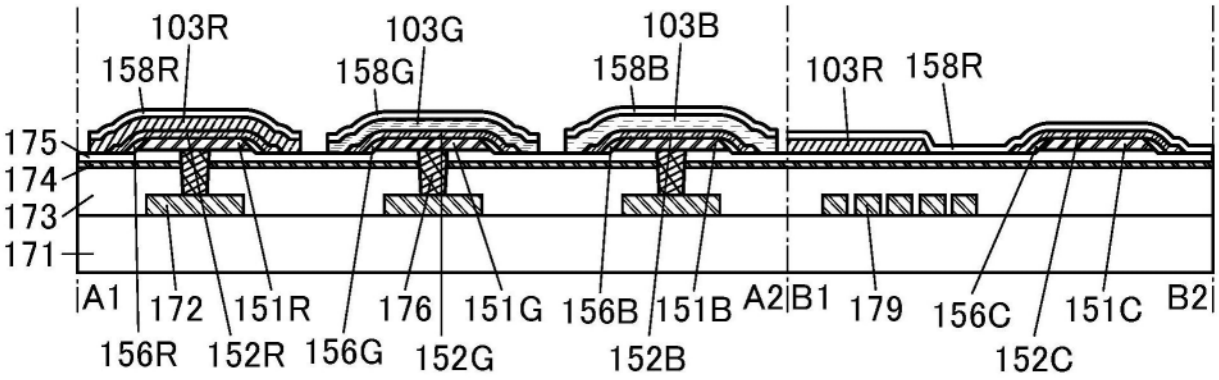


图11A

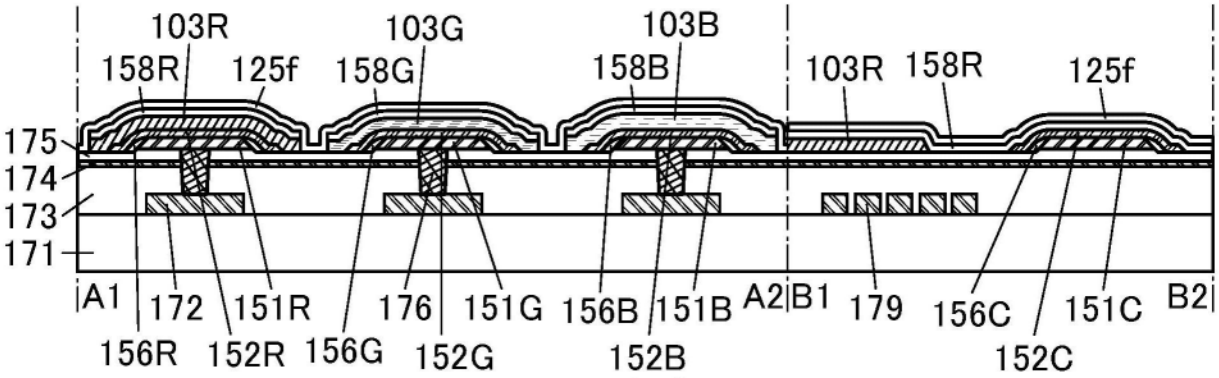


图11B

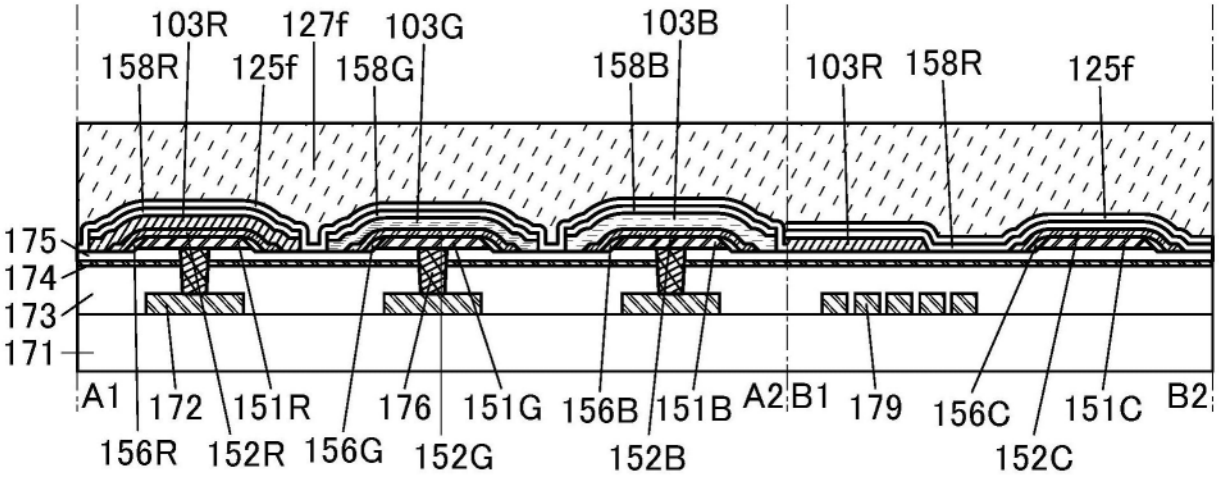


图11C

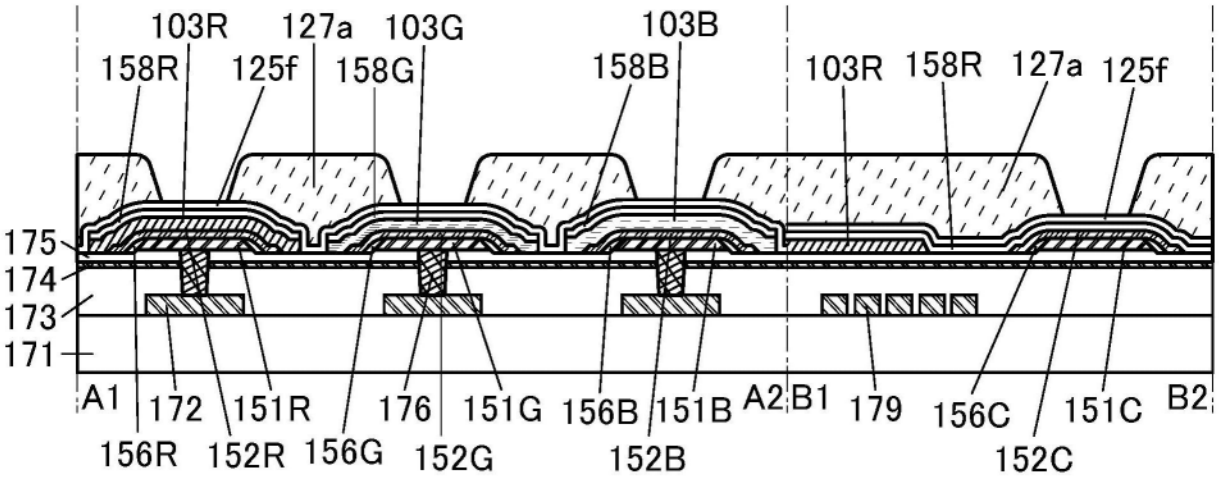


图12A

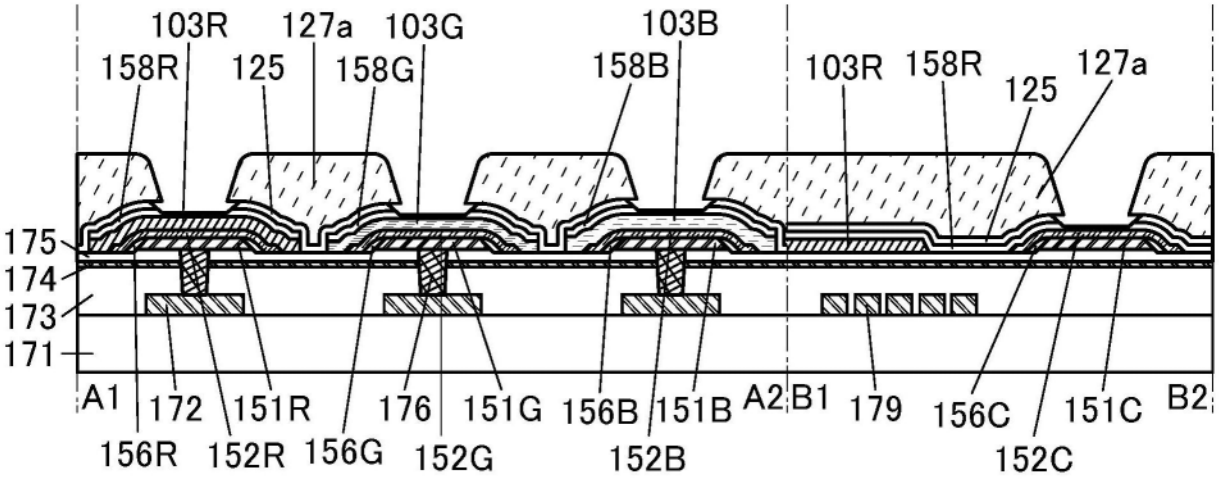


图12B

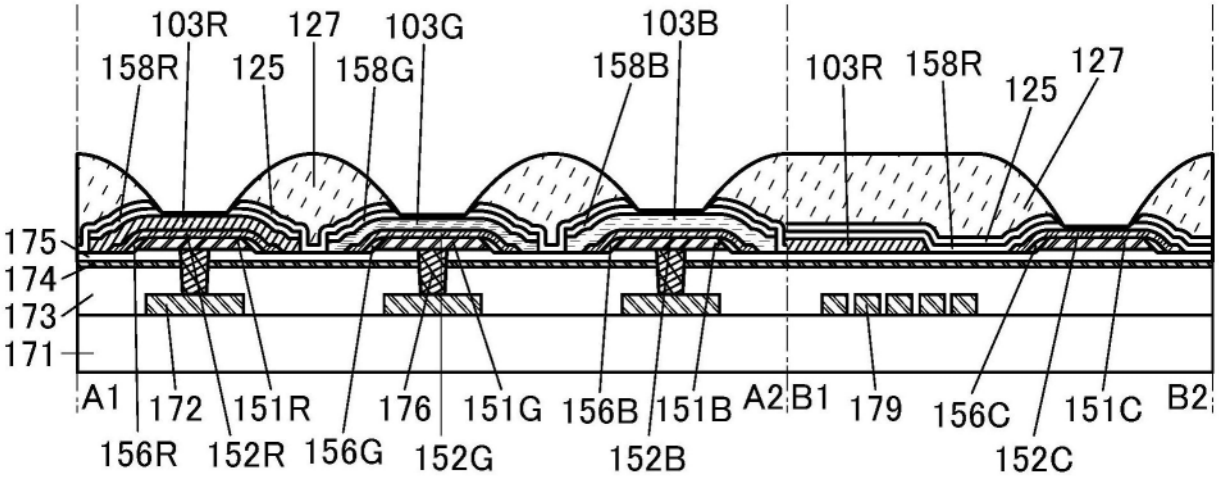


图12C

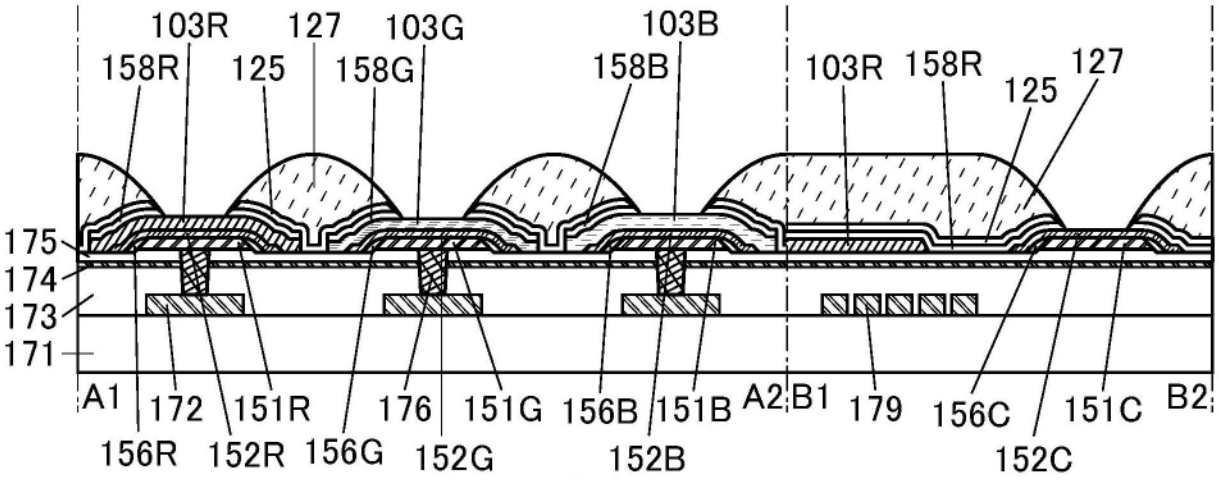

103R
127
103G
103B
158R
125
158G
158B
103R
158R
125
127
175
174
173
171
A1
172
151R
176
151G
156B
151B
A2
B1
179
156C
151C
B2
156R
152R
156G
152G
152B
152C

图13A

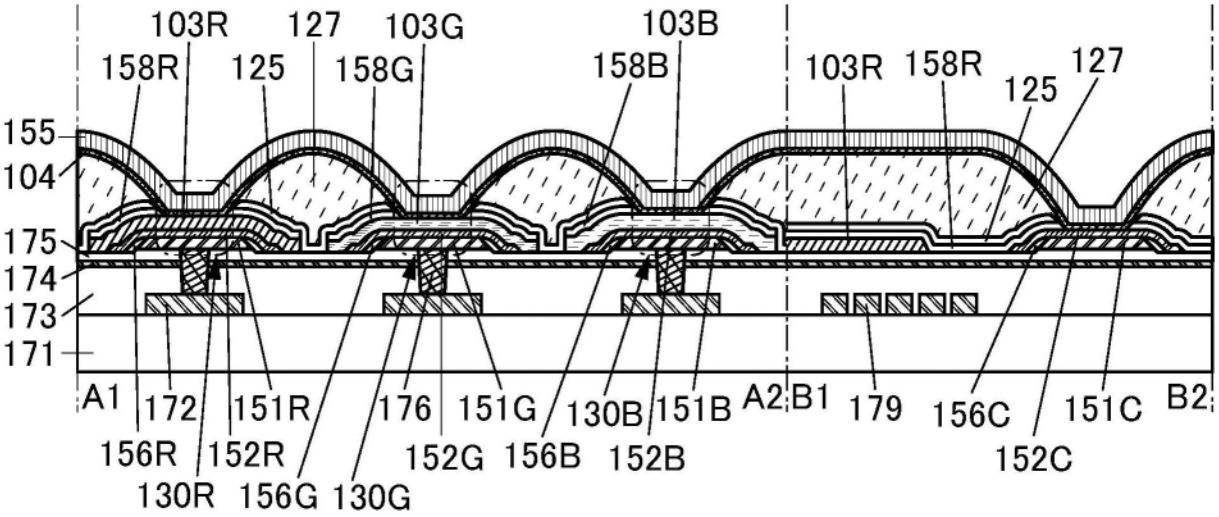

103R
127
103G
103B
158R
125
158G
158B
103R
158R
125
127
155
104
175
174
173
171
A1
172
151R
176
151G
130B
151B
A2
B1
179
156C
151C
B2
156R
152R
152G
156B
152B
152C
130R
156G
130G

图13B

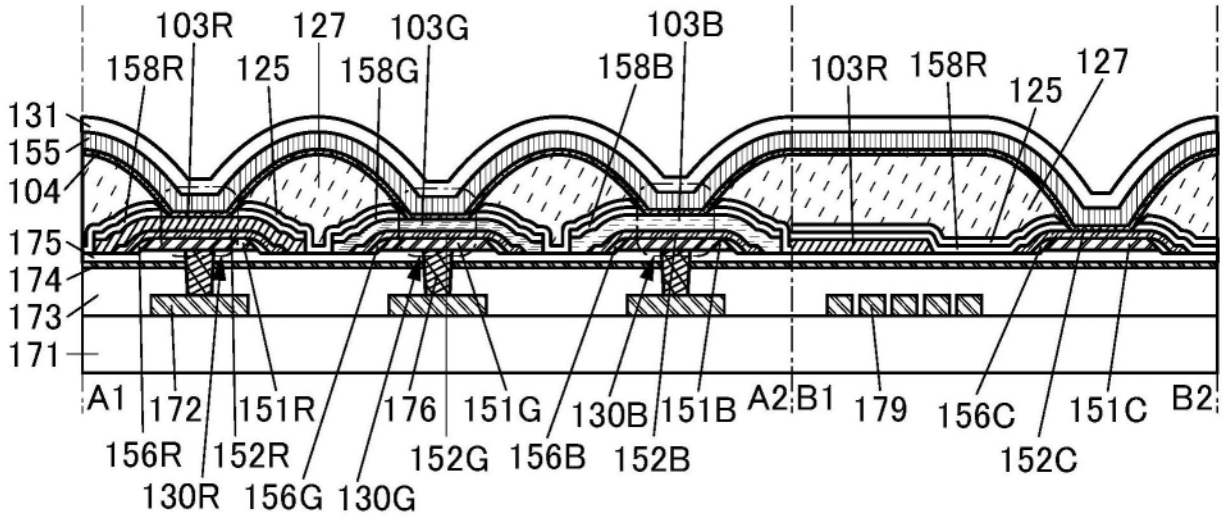

103R
127
103G
103B
158R
125
158G
158B
103R
158R
125
127
131
155
104
175
174
173
171
A1
172
151R
176
151G
130B
151B
A2
B1
179
156C
151C
B2
156R
152R
152G
156B
152B
152C
130R
156G
130G

图13C

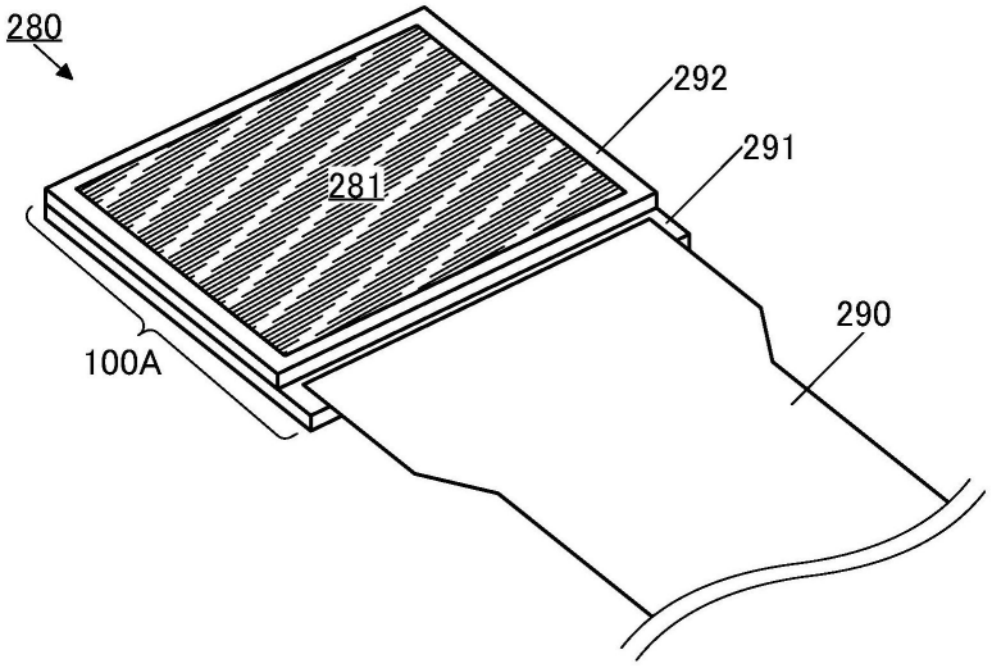

280
292
291
281
290
100A

图14A

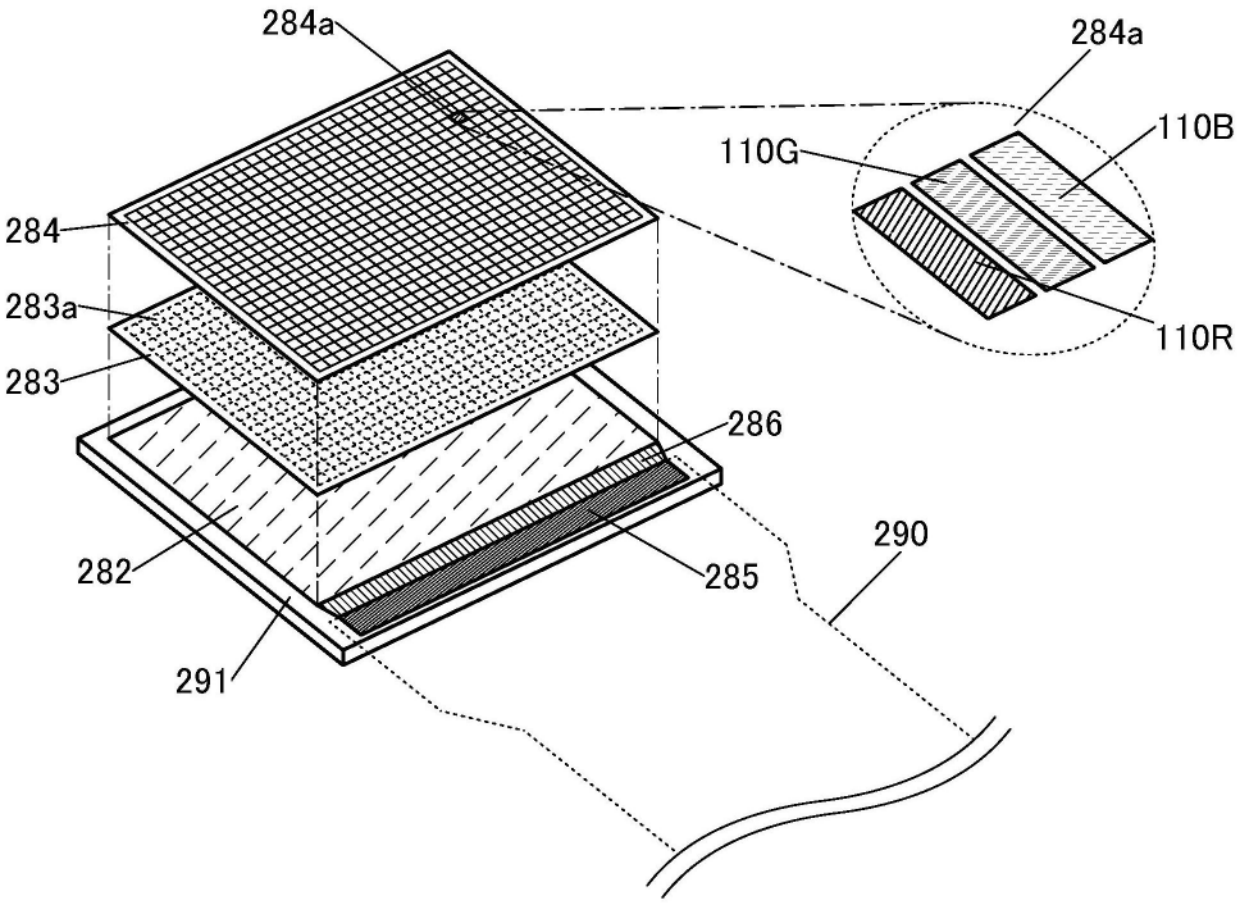


图14B

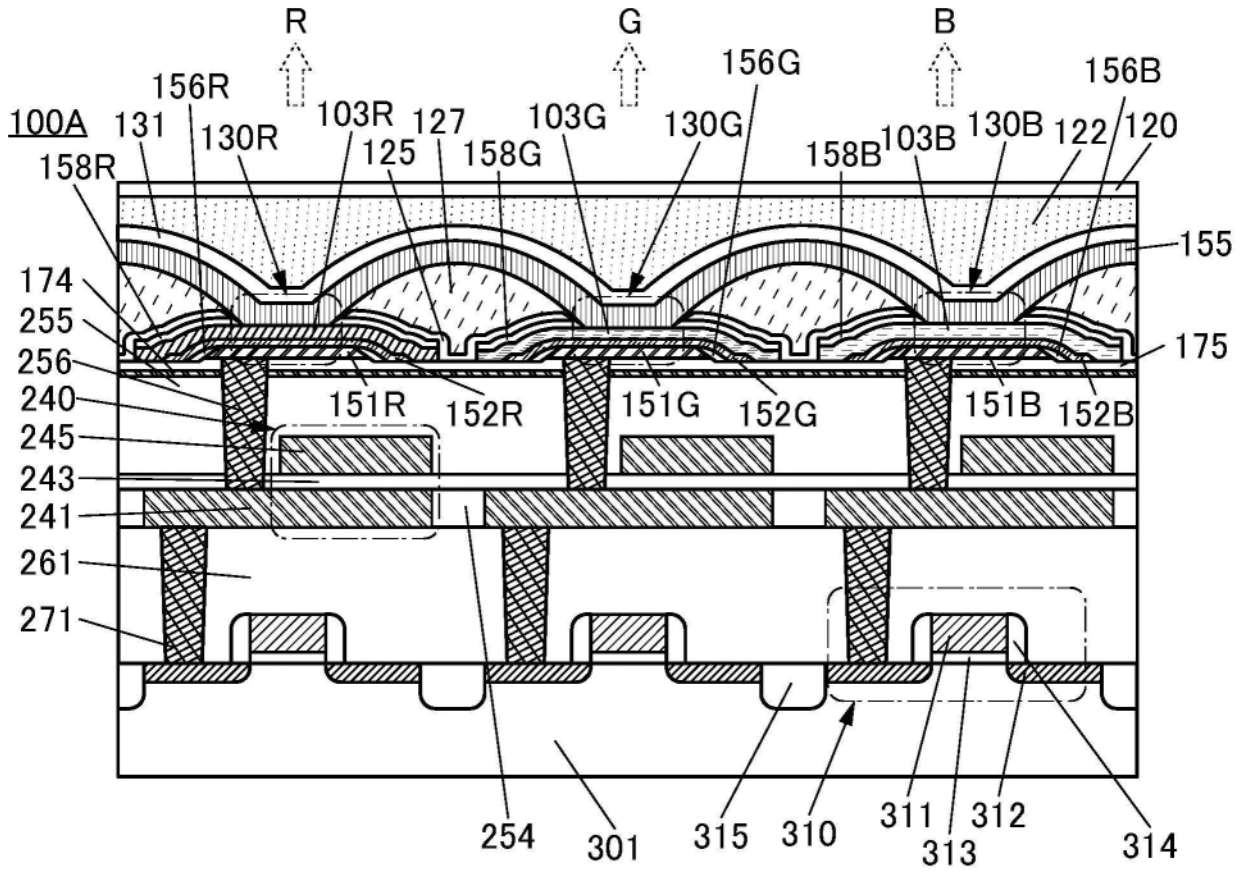

R
G
B
100A
131
156R
130R
103R
125
127
158G
103G
130G
156G
158B
103B
130B
122
120
156B
158R
155
174
255
256
240
245
243
241
261
271
151R
152R
151G
152G
151B
152B
175
254
301
315
310
311
313
312
314

图15A

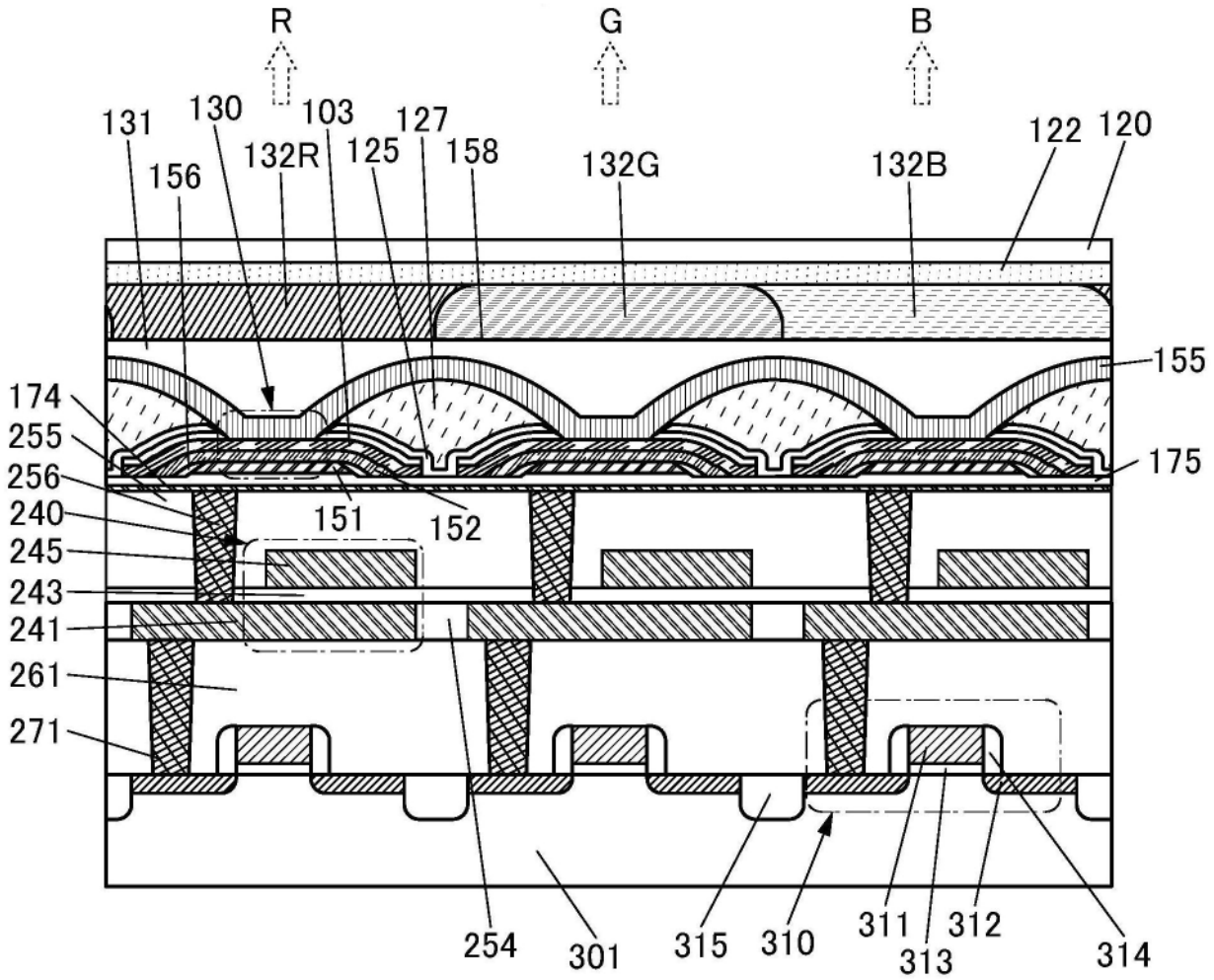

R
G
B
131
130
103
127
158
156
132R
125
132G
132B
122
120
155
174
255
256
240
245
243
241
261
271
151
152
175
254
301
315
310
311
313
312
314

图15B

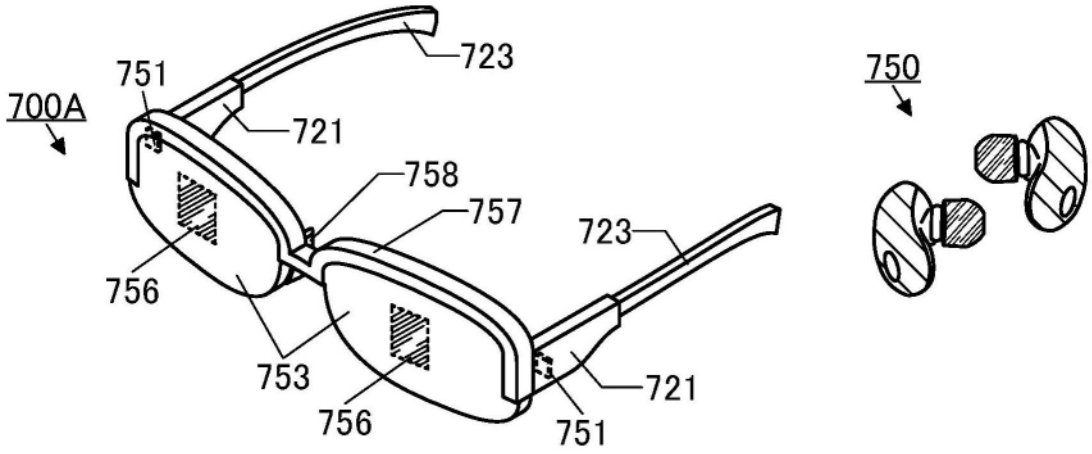

700A
751
723
721
758
757
723
756
753
756
721
751
750

图16A

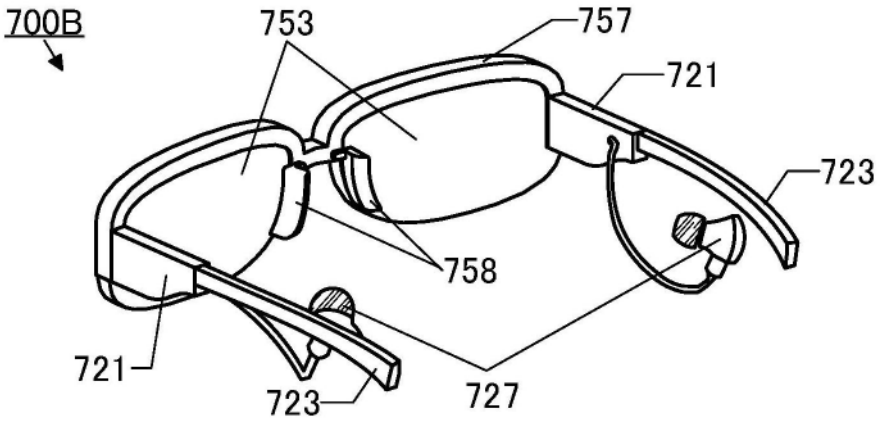


图16B

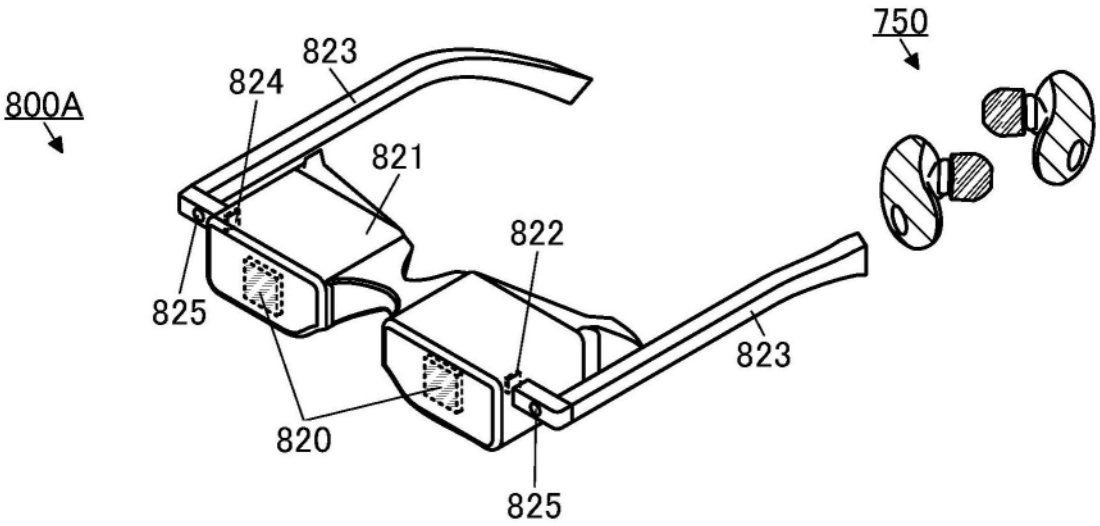


图16C

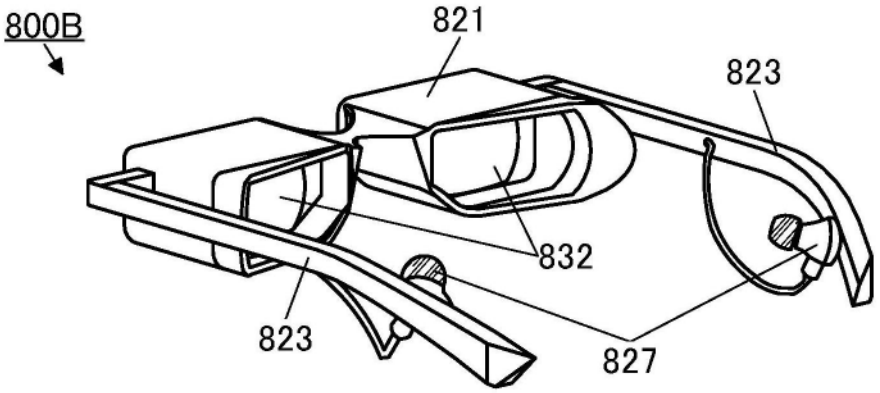


图16D

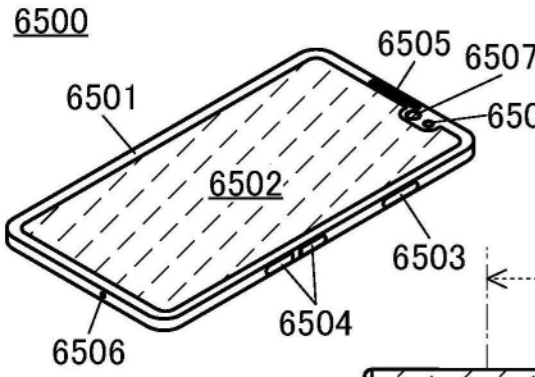


图17A

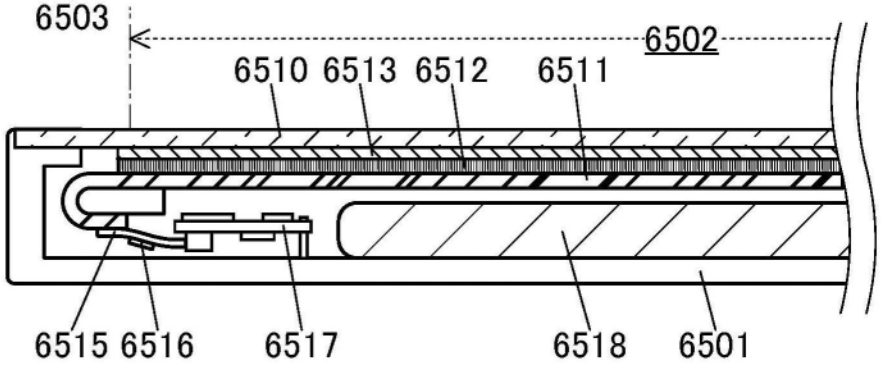
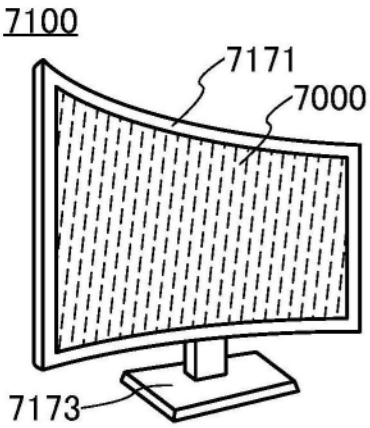


图17B





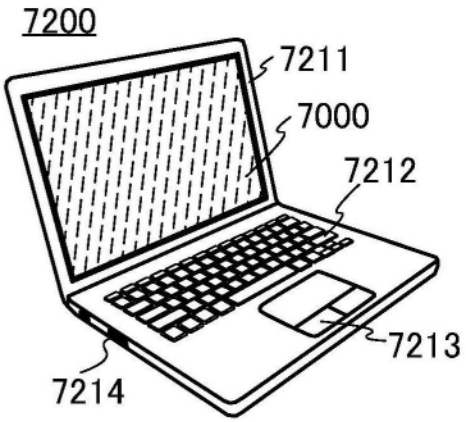


图17C 图17D

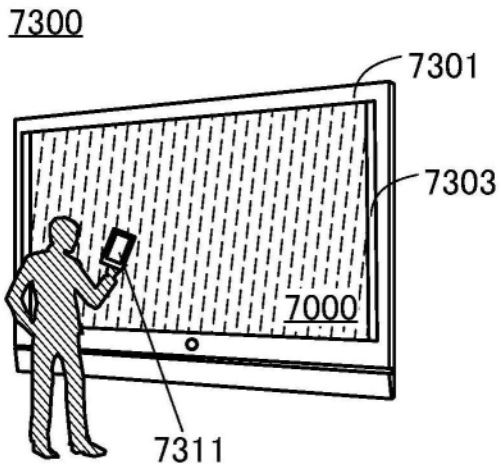


图17E

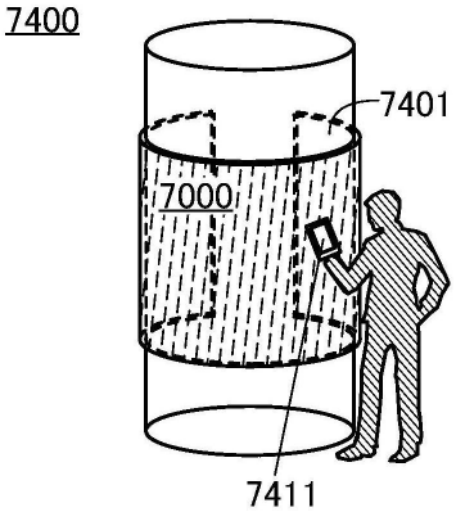


图17F

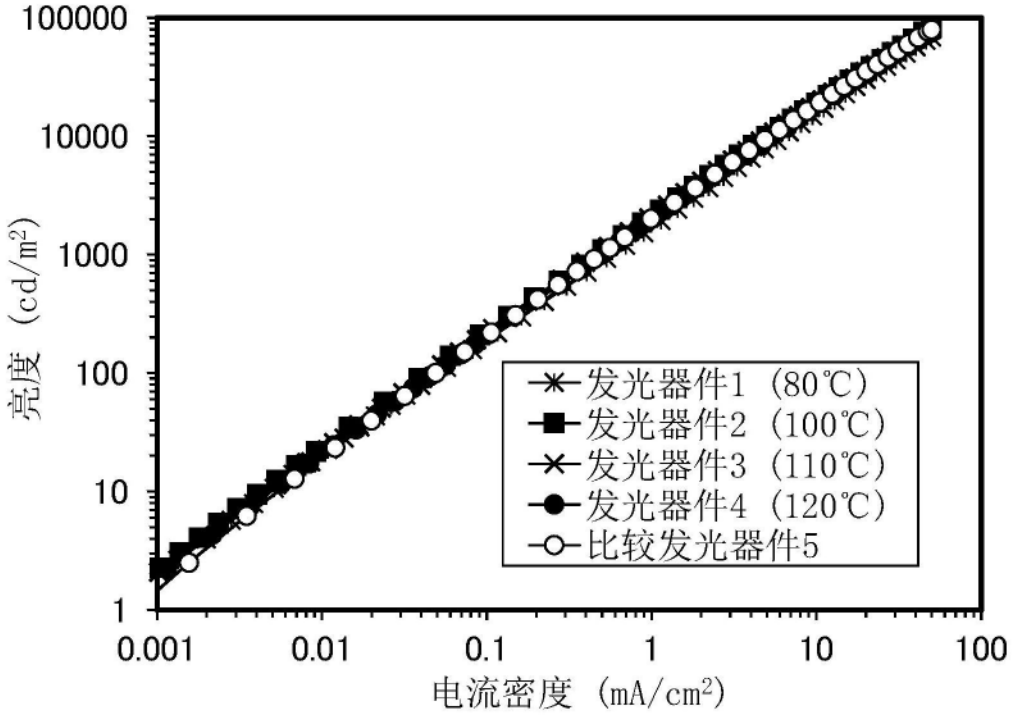

100000
10000
1000
100
10
1
亮度 (cd/m²)
0.001
0.01
0.1
1
10
100
电流密度 (mA/cm²)
发光器件1 (80℃)
发光器件2 (100℃)
发光器件3 (110℃)
发光器件4 (120℃)
比较发光器件5

图18

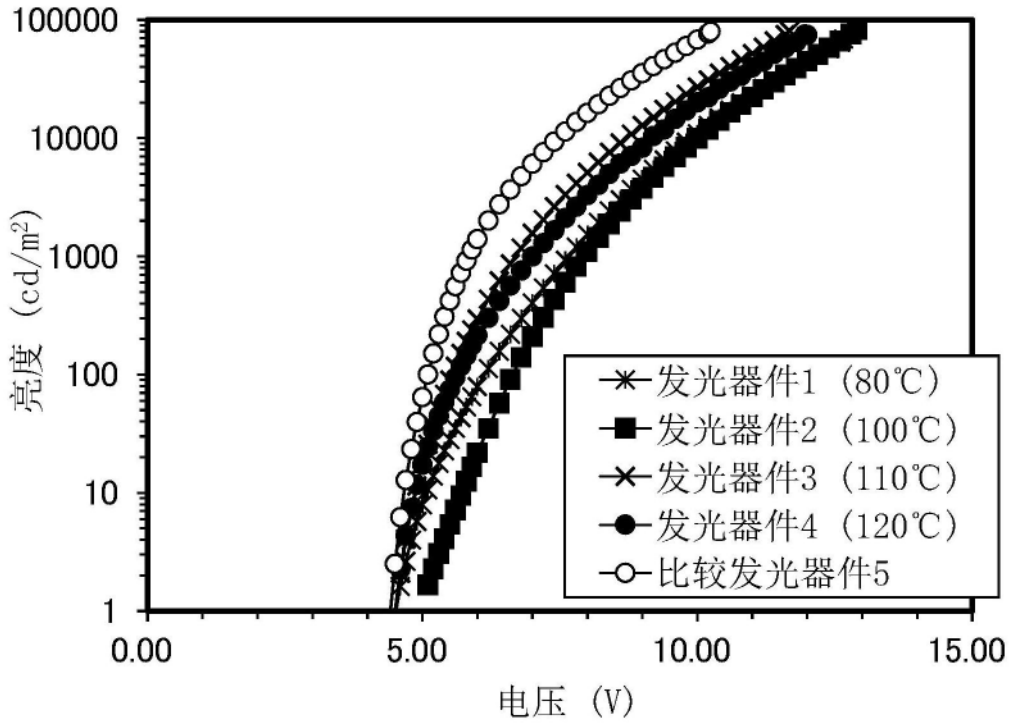

100000
10000
1000
100
10
1
亮度 (cd/m²)
0.00
5.00
10.00
15.00
电压 (V)
发光器件1 (80℃)
发光器件2 (100℃)
发光器件3 (110℃)
发光器件4 (120℃)
比较发光器件5

图19

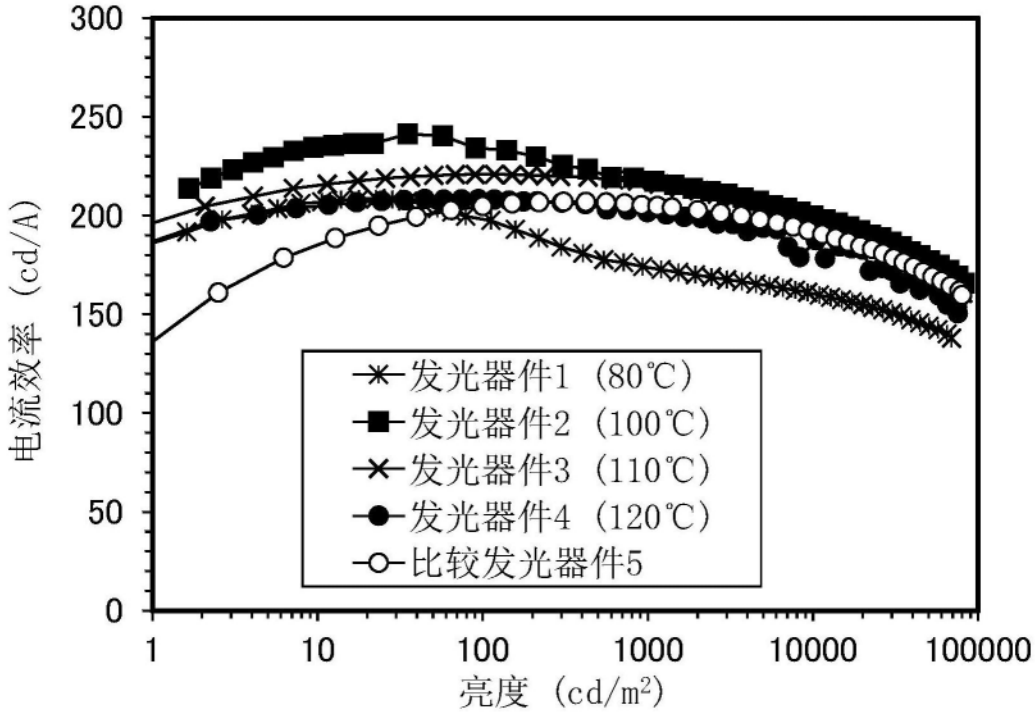

300
250
200
150
100
50
0
电流效率 (cd/A)
1
10
100
1000
10000
100000
亮度 (cd/m²)
发光器件1 (80℃)
发光器件2 (100℃)
发光器件3 (110℃)
发光器件4 (120℃)
比较发光器件5

图20

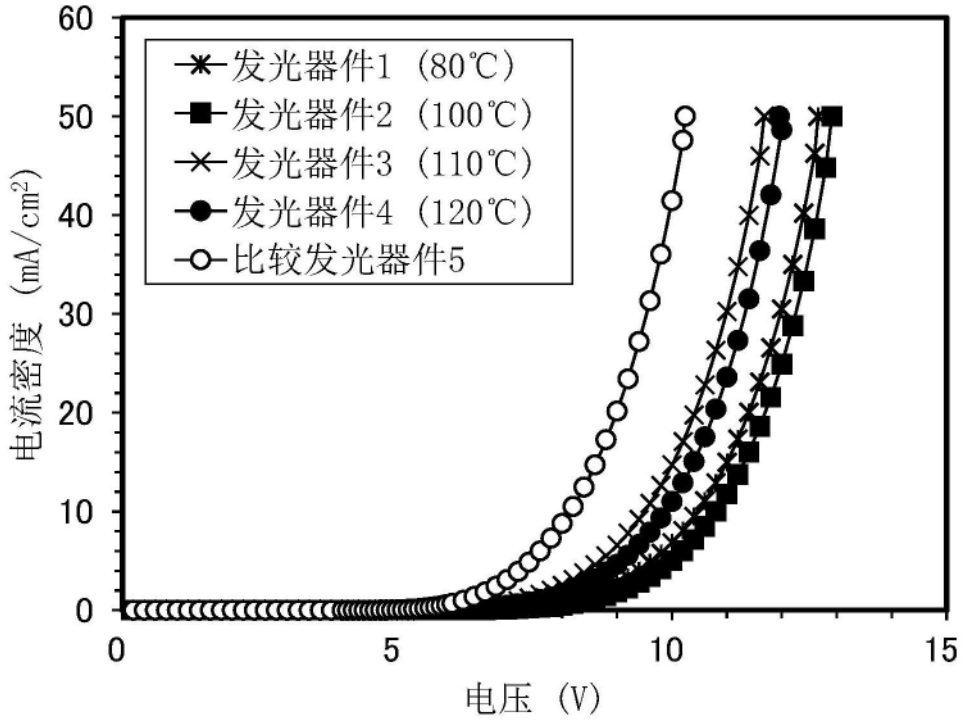

60
50
40
30
20
10
0
电流密度 (mA/cm²)
0
5
10
15
电压 (V)
发光器件1 (80℃)
发光器件2 (100℃)
发光器件3 (110℃)
发光器件4 (120℃)
比较发光器件5

图21

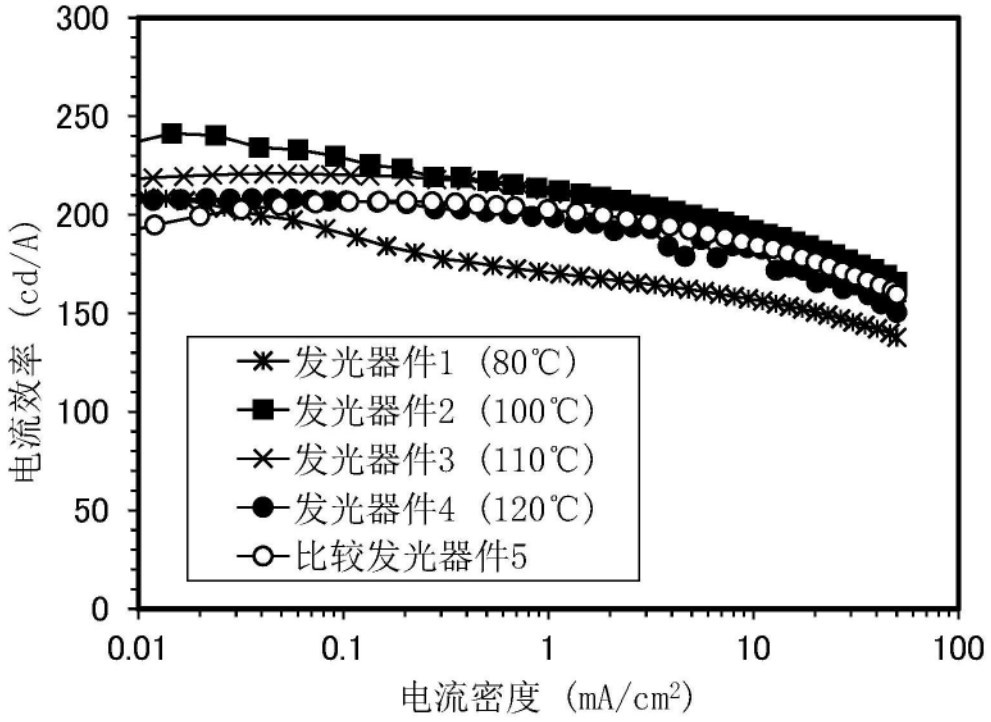

300
250
200
150
100
50
0
电流效率（cd/A）
0.01
0.1
1
10
100
电流密度（mA/cm²）
发光器件1（80℃）
发光器件2（100℃）
发光器件3（110℃）
发光器件4（120℃）
比较发光器件5

图22

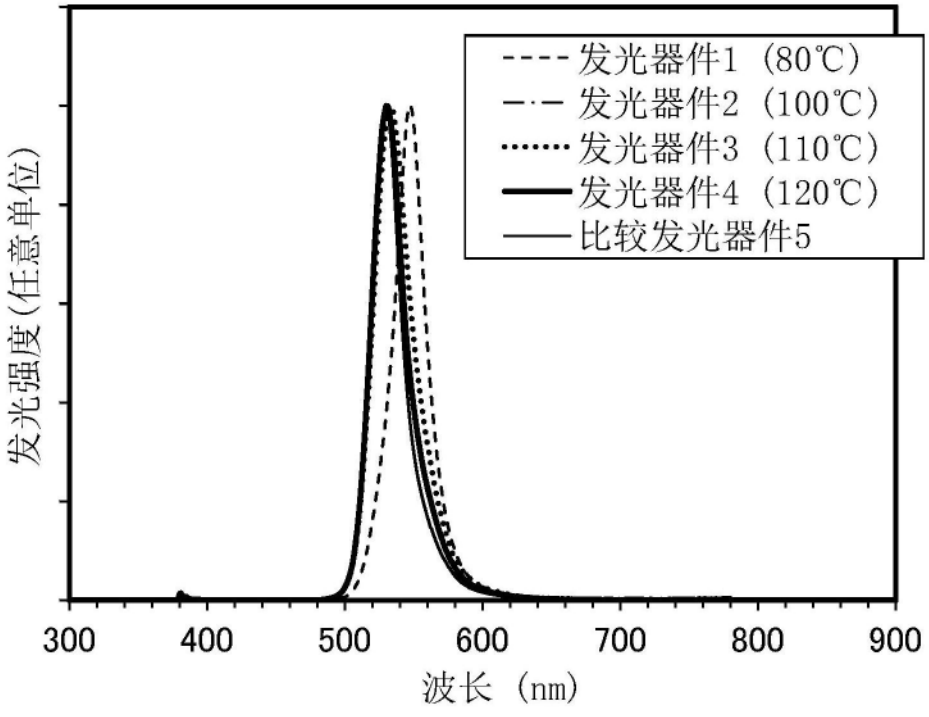

发光强度(任意单位)
300
400
500
600
700
800
900
波长（nm）
发光器件1（80℃）
发光器件2（100℃）
发光器件3（110℃）
发光器件4（120℃）
比较发光器件5

图23

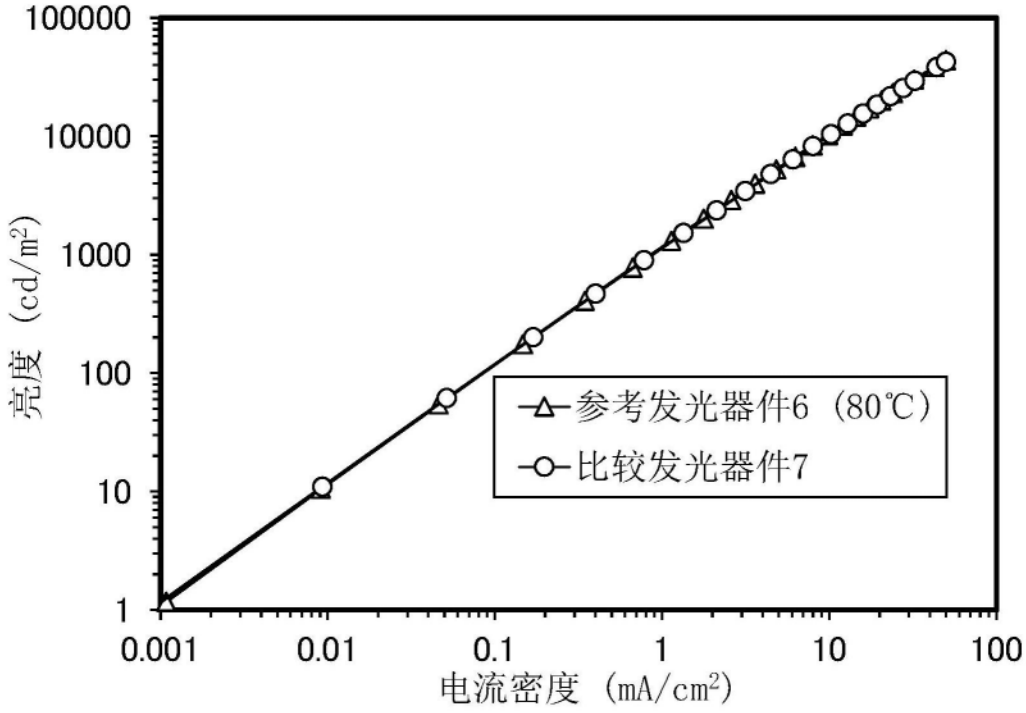

100000
10000
1000
100
10
1
亮度（cd/m²）
0.001
0.01
0.1
1
10
100
电流密度（mA/cm²）
参考发光器件6（80℃）
比较发光器件7

图24

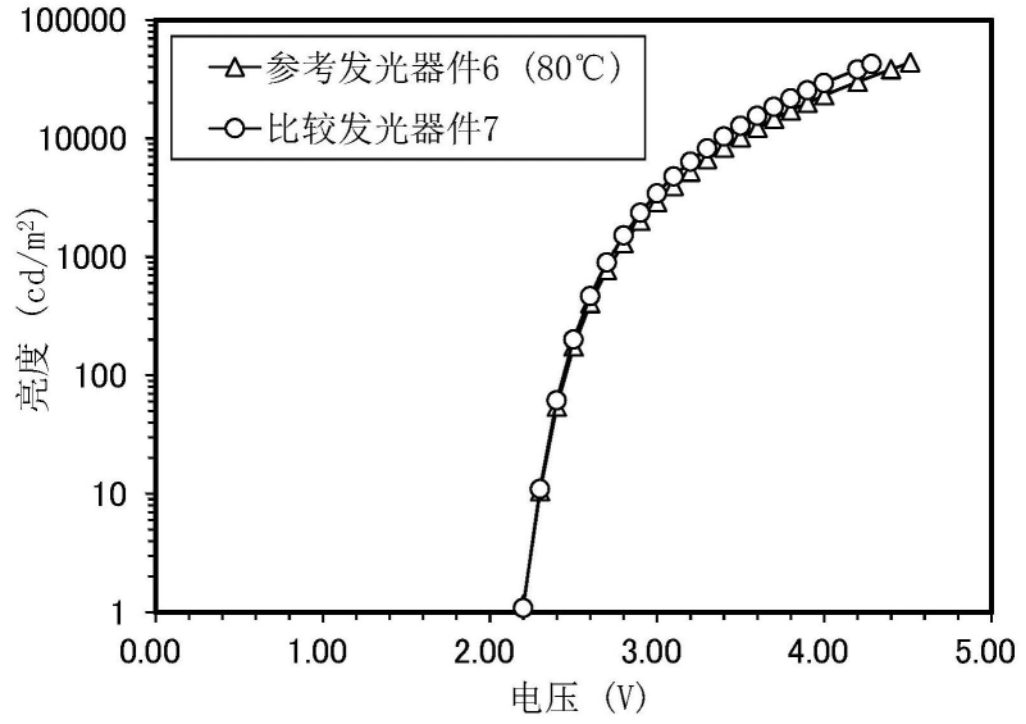

100000
10000
1000
100
10
1
亮度（cd/m²）
0.00
1.00
2.00
3.00
4.00
5.00
电压（V）
参考发光器件6（80℃）
比较发光器件7

图25

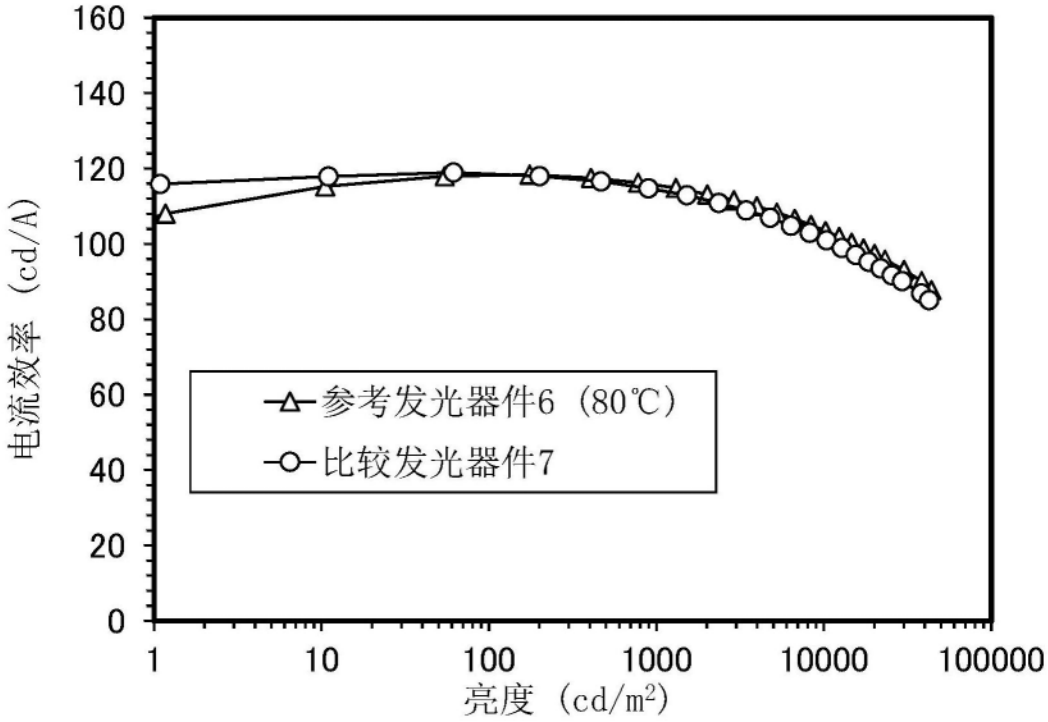

160
140
120
100
80
60
40
20
0
电流效率（cd/A）
参考发光器件6（80℃）
比较发光器件7
1
10
100
1000
10000
100000
亮度（cd/m²）

图26

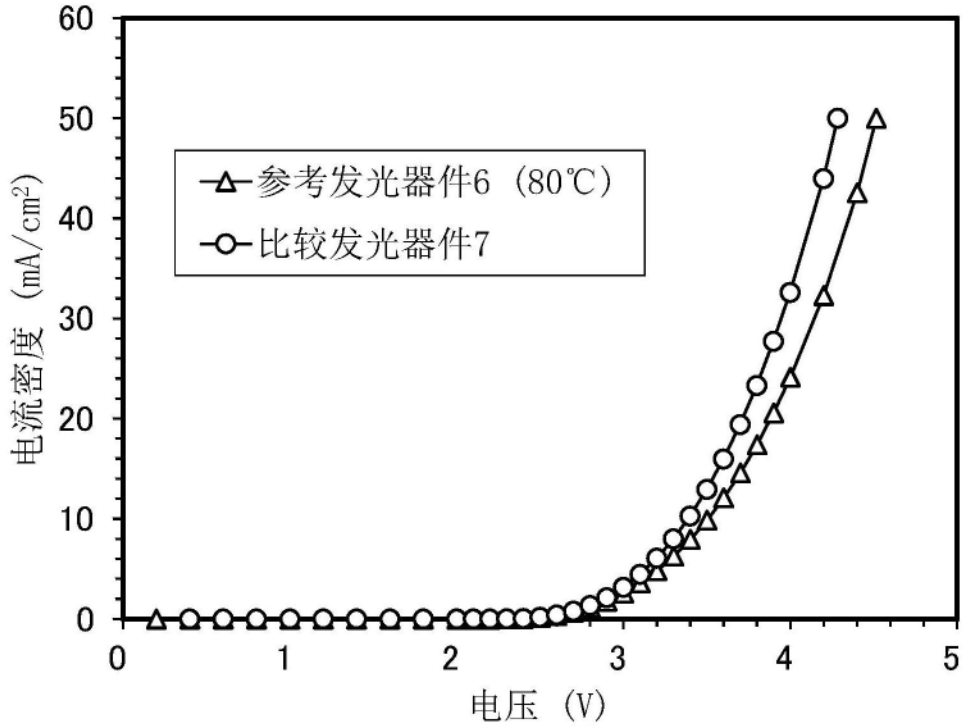

60
50
40
30
20
10
0
电流密度（mA/cm²）
参考发光器件6（80℃）
比较发光器件7
0
1
2
3
4
5
电压（V）

图27

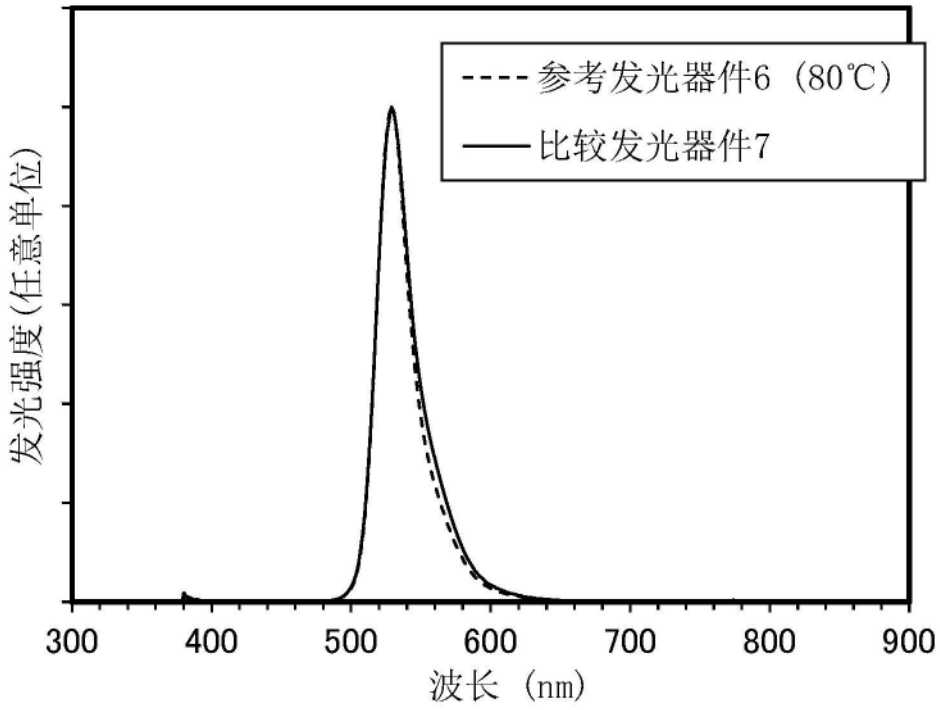

参考发光器件6（80℃）
比较发光器件7
发光强度(任意单位)
300
400
500
600
700
800
900
波长（nm）

图28

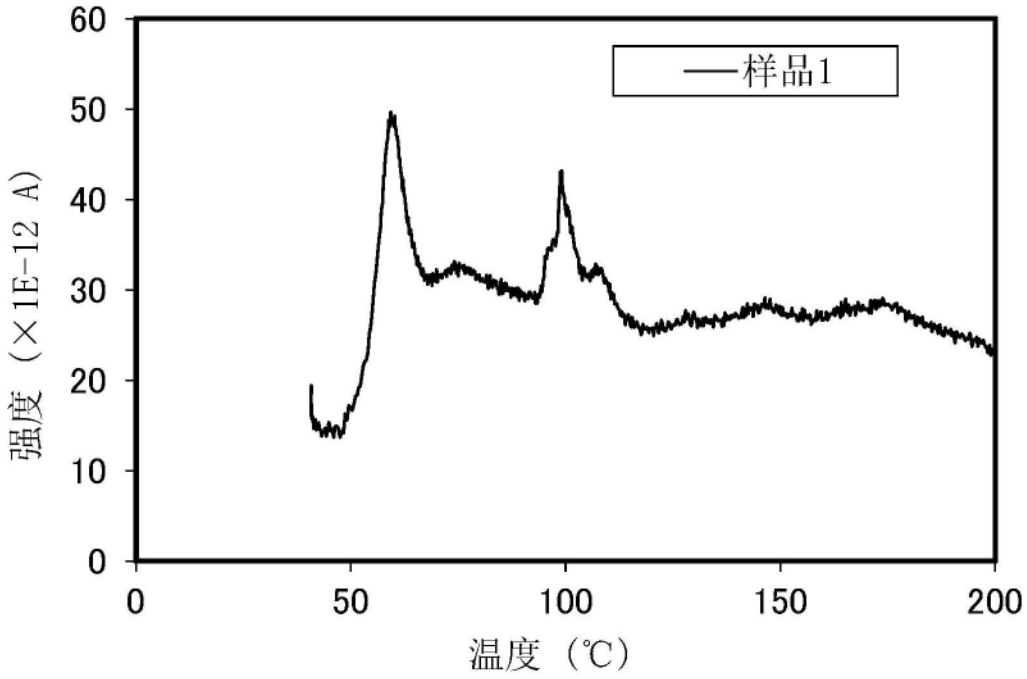

样品1
强度（×1E-12 A）
60
50
40
30
20
10
0
0
50
100
150
200
温度（℃）

图29

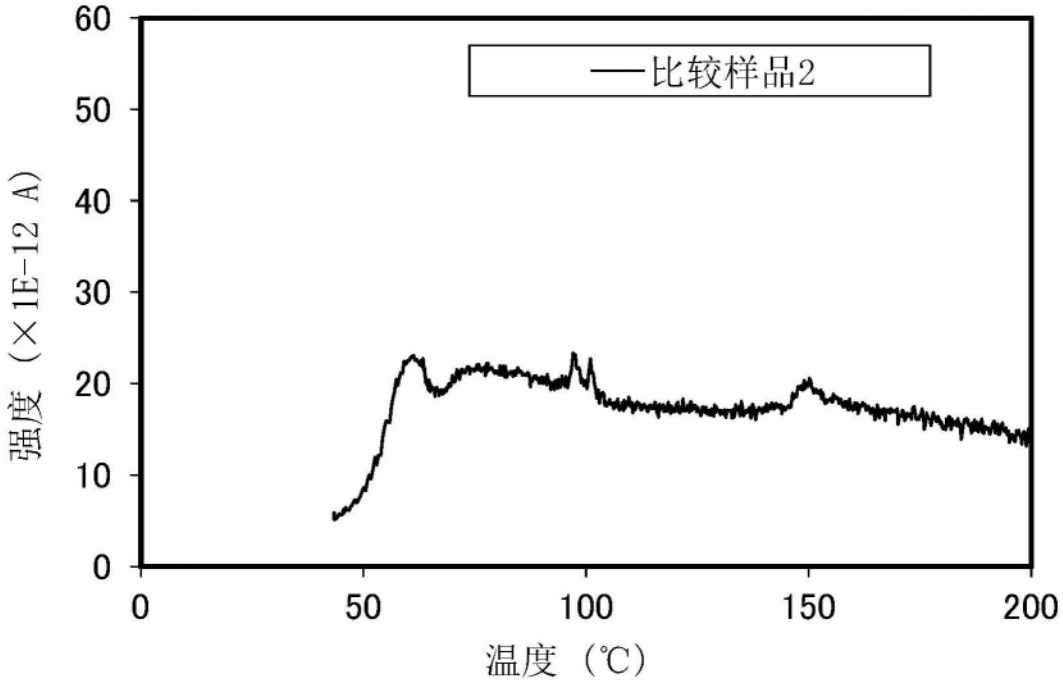

比较样品2
强度（×1E-12 A）
温度（℃）
0
10
20
30
40
50
60
0
50
100
150
200

图30

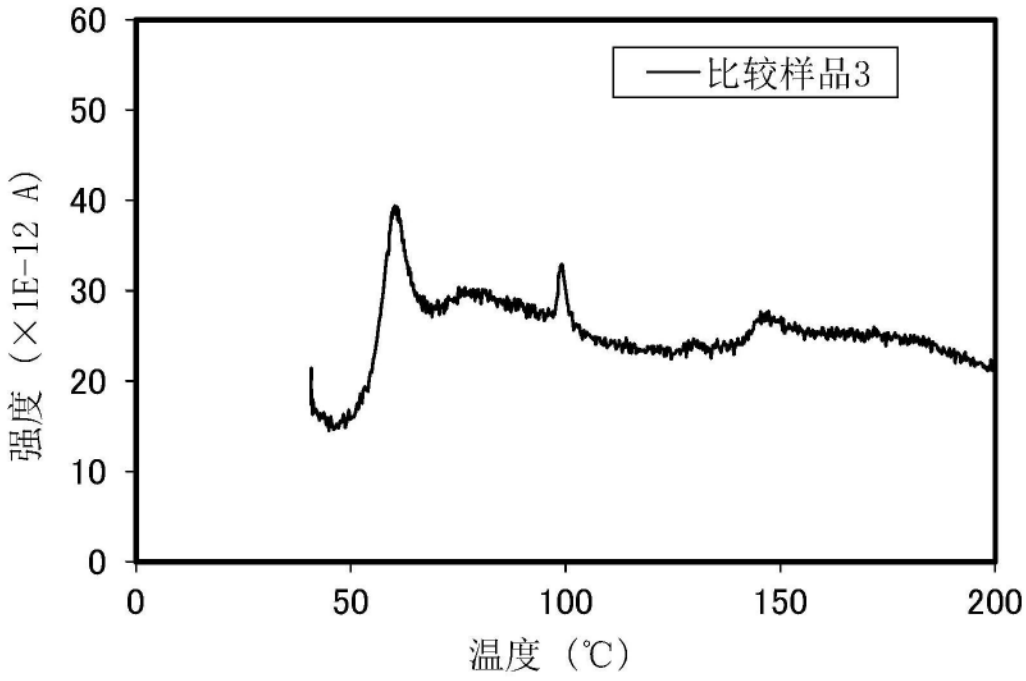

比较样品3
强度（×1E-12 A）
温度（℃）
0
10
20
30
40
50
60
0
50
100
150
200

图31