



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114975808 A

(43) 申请公布日 2022.08.30

(21) 申请号 202210177240.3

H01L 51/52 (2006.01)

(22) 申请日 2022.02.24

H01L 51/54 (2006.01)

(30) 优先权数据

2021-028509 2021.02.25 JP

2021-079545 2021.05.10 JP

2021-170317 2021.10.18 JP

H01L 27/32 (2006.01)

(71) 申请人 株式会社半导体能源研究所

地址 日本神奈川县

(72) 发明人 渡部刚吉 植田蓝莉 河野优太

大泽信晴 濑尾哲史

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司 31100

专利代理人 葛臻翼 刘多益

(51) Int.Cl.

H01L 51/50 (2006.01)

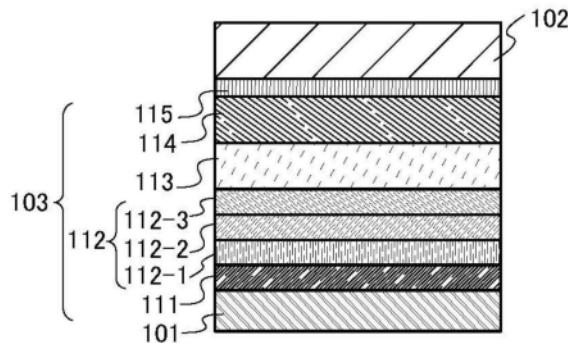
权利要求书4页 说明书89页 附图48页

(54) 发明名称

发光器件、显示装置、发光装置、电子设备以及照明装置

(57) 摘要

提供一种发光效率高的发光器件、显示装置、发光装置、电子设备以及照明装置。该发光器件包括第一电极、第二电极以及位于所述第一电极与所述第二电极之间的EL层，所述EL层至少包括发光层、第一层、第二层以及第三层，所述第一层位于所述第一电极与所述发光层之间，所述第三层位于所述第一层与所述发光层之间，所述第二层位于所述第一层与所述第三层之间，所述第一层包含第一有机化合物，所述第二层包含第二有机化合物，所述第三层包含第三有机化合物，所述第二有机化合物的寻常光折射率高于所述第一有机化合物的寻常光折射率及所述第三有机化合物的寻常光折射率。



1. 一种发光器件,包括:

第一电极;

第二电极;以及

位于所述第一电极与所述第二电极之间的EL层,

其中,所述EL层至少包括发光层、第一层、第二层以及第三层,

所述第一层位于所述第一电极与所述发光层之间,

所述第三层位于所述第一层与所述发光层之间,

所述第二层位于所述第一层与所述第三层之间,

所述第一层包含第一有机化合物,

所述第二层包含第二有机化合物,

所述第三层包含第三有机化合物,

并且,所述第二有机化合物在450nm以上且650nm以下范围内任意波长下的寻常光折射率高于所述第一有机化合物在所述任意波长下的寻常光折射率及所述第三有机化合物在所述任意波长下的寻常光折射率。

2. 根据权利要求1所述的发光器件,

其中所述第二有机化合物在波长633nm下的寻常光折射率高于所述第一有机化合物在所述波长633nm下的寻常光折射率及所述第三有机化合物在所述波长633nm下的寻常光折射率。

3. 根据权利要求1所述的发光器件,

其中所述第一有机化合物的HOMO能级与所述第三有机化合物的HOMO能级的差异为0.2eV以下。

4. 根据权利要求1所述的发光器件,

其中所述第一有机化合物与所述第三有机化合物为相同有机化合物。

5. 根据权利要求1所述的发光器件,

其中所述第一有机化合物的HOMO能级与所述第二有机化合物的HOMO能级的差异为0.2eV以下。

6. 根据权利要求1所述的发光器件,

其中所述第三层不包含氟。

7. 根据权利要求1所述的发光器件,

其中所述第一层至所述第三层的厚度各自为25nm以上且70nm以下。

8. 根据权利要求1所述的发光器件,

其中所述第二层的厚度大于所述第一层的厚度及所述第三层的厚度。

9. 根据权利要求1所述的发光器件,

其中所述第一层与所述第二层接触,

并且所述第二层与所述第三层接触。

10. 根据权利要求1所述的发光器件,

其中所述第一电极包括反射电极。

11. 根据权利要求1所述的发光器件,

其中从所述第三层的GSP (mV/nm) 减去所述第二层的GSP (mV/nm) 的值为10 (mV/nm) 以

下。

12. 根据权利要求1所述的发光器件，

其中所述第二层的GSP (mV/nm) 减去所述第一层的GSP (mV/nm) 的值为10 (mV/nm) 以下。

13. 根据权利要求1所述的发光器件，

其中所述第三层的GSP (mV/nm) 大于所述第二层的GSP (mV/nm) 。

14. 根据权利要求1所述的发光器件，

其中所述第三层的GSP (mV/nm) 大于所述第一层的GSP (mV/nm) 。

15. 根据权利要求1所述的发光器件，

其中所述第二层的GSP (mV/nm) 大于所述第一层的GSP (mV/nm) 。

16. 根据权利要求1所述的发光器件，

其中所述第一有机化合物与所述第三有机化合物为不同有机化合物。

17. 一种发光器件，包括：

第一发光器件；以及

第二发光器件，

其中，所述第一发光器件包括权利要求1所述的发光器件，

所述第二发光器件包括第三电极与所述第二电极之间的EL层，

所述第二发光器件的EL层至少包括发光层、第四层、第五层以及第六层，

所述第四层、所述第五层以及所述第六层具有与所述第一层、所述第二层及所述第三层相同的结构，

并且，所述第一发光器件的所述发光层所包含的所述发光材料的发光峰波长与所述第二发光器件的所述发光层所包含的发光材料的发光峰波长的差异为30nm以上。

18. 一种发光器件，包括：

第一发光器件；以及

第二发光器件，

其中，所述第一发光器件包括权利要求1所述的发光器件，

所述第二发光器件包括第三电极与所述第二电极之间的EL层，

所述第二发光器件的EL层至少包括发光层、第四层、第五层以及第六层，

所述第四层、所述第五层以及所述第六层分别具有与所述第一层、所述第二层及所述第三层相同的厚度，

并且，所述第一发光器件的所述发光层所包含的所述发光材料的发光峰波长与所述第二发光器件的所述发光层所包含的发光材料的发光峰波长的差异为30nm以上。

19. 一种显示装置，包括：

权利要求1所述的发光器件；以及

传感器、操作按钮、扬声器或麦克风。

20. 一种电子设备，包括：

权利要求19所述的显示装置；以及

传感器、操作按钮、扬声器或麦克风。

21. 一种发光装置，包括：

权利要求1所述的发光器件；以及

晶体管或衬底。

22. 一种照明装置,包括:

权利要求1所述的发光器件;以及  
外壳。

23. 一种发光器件,包括:

第一电极;

第二电极;以及

位于所述第一电极与所述第二电极之间的EL层,

其中,所述EL层至少包括发光层、第一层、第二层以及第三层,

所述第一层位于所述第一电极与所述发光层之间,

所述第三层位于所述第一层与所述发光层之间,

所述第二层位于所述第一层与所述第三层之间,

所述第一层包含第一有机化合物,

所述第二层包含第二有机化合物,

所述第三层包含第三有机化合物,

并且,所述第二有机化合物在455nm以上且465nm以下范围内任意波长下的寻常光折射率高于所述第一有机化合物在所述任意波长下的寻常光折射率及所述第三有机化合物在所述任意波长下的寻常光折射率。

24. 一种发光器件,包括:

第一电极;

第二电极;以及

位于所述第一电极与所述第二电极之间的EL层,

其中,所述EL层至少包括发光层、第一层、第二层以及第三层,

所述第一层位于所述第一电极与所述发光层之间,

所述第三层位于所述第一层与所述发光层之间,

所述第二层位于所述第一层与所述第三层之间,

所述发光层包含在峰波长下发光的发光材料,

所述第一层包含第一有机化合物,

所述第二层包含第二有机化合物,

所述第三层包含第三有机化合物,

并且,所述第二有机化合物在所述峰波长下的寻常光折射率高于所述第一有机化合物在所述峰波长下的寻常光折射率及所述第三有机化合物在所述峰波长下的寻常光折射率。

25. 根据权利要求24所述的发光器件,

其中所述峰波长下的所述第二有机化合物的寻常光折射率与所述第一有机化合物的寻常光折射率的差异及所述峰波长下的所述第二有机化合物的寻常光折射率与所述第三有机化合物的寻常光折射率的差异各自为0.2以上且小于0.5。

26. 根据权利要求25所述的发光器件,

其中所述第一有机化合物与所述第三有机化合物在所述峰波长下的寻常光折射率的差异为0.1eV以下。

27. 根据权利要求25所述的发光器件，  
其中所述第二层的厚度与所述第二有机化合物在所述峰波长下的寻常光折射率之积  
为所述峰波长的1/4的70%以上且130%以下。

## 发光器件、显示装置、发光装置、电子设备以及照明装置

### 技术领域

[0001] 本发明的一个方式涉及一种有机化合物、发光元件、发光器件、显示模块、照明模块、显示装置、发光装置、电子设备、照明装置及电子器件。注意，本发明的一个方式不局限于上述技术领域。本说明书等所公开的发明的一个方式的技术领域涉及一种物体、方法或制造方法。此外，本发明的一个方式涉及一种工序 (process)、机器 (machine)、产品 (manufacture) 或者组合物 (composition of matter)。由此，更具体而言，作为本说明书所公开的本发明的一个方式的技术领域的一个例子可以举出半导体装置、显示装置、液晶显示装置、发光装置、照明装置、蓄电装置、存储装置、摄像装置以及这些装置的驱动方法或者这些装置的制造方法。

### 背景技术

[0002] 使用有机化合物且利用电致发光 (EL:Electroluminescence) 的发光器件 (有机EL 器件) 的实用化非常活跃。在这些发光器件的基本结构中，在一对电极之间夹有包含发光材料的有机化合物层 (EL层)。通过对该器件施加电压，注入载流子，利用该载流子的复合能量，可以获得来自发光材料的发光。

[0003] 因为这种发光器件是自发光型发光器件，所以当用于显示器的像素时比起液晶有可见度更高、不需要背光源等优势，特别适合于平板显示器。此外，使用这种发光器件的显示器可以被制造成薄且轻，这也是极大的优点。再者，非常快的响应速度也是该发光器件的特征之一。

[0004] 此外，因为这种发光器件的发光层可以在二维上连续地形成，所以可以获得面发光。因为这是在以白炽灯或LED为代表的点光源或者以荧光灯为代表的线光源中难以得到的特征，所以作为可应用于照明等的面光源，上述发光器件的利用价值也高。

[0005] 如上所述，使用发光器件的显示器或照明装置适用于各种各样的电子设备，但是为了追求具有更良好的特性的发光器件的研究开发也日益活跃。

[0006] 光提取效率低是有机EL器件的常见问题之一。为了提高该光提取效率，提出了在EL层内部形成由低折射率材料构成的层的结构 (例如，参照专利文献1)。

[0007] [专利文献1]美国专利申请公开第2020/0176692号说明书

[0008] [非专利文献1]Y.Noguchi et al., "Spontaneous Orientation Polarization of Polar Molecules and Interface Properties of Organic Electronic Devices", Journal of the Vacuum Society of Japan, 2015, Vol.58, No.3.

### 发明内容

[0009] 本发明的一个方式的目的是提供一种发光效率高的发光器件。此外，本发明的一个方式的目的是提供一种功耗低的发光器件、发光装置、电子设备、显示装置或电子器件。

[0010] 本发明只要实现上述目的中的任一个即可。

[0011] 本发明的一个方式是一种发光器件，包括第一电极、第二电极以及位于所述第一

电极与所述第二电极之间的EL层，所述EL层至少包括发光层、第一层、第二层以及第三层，所述第一层位于所述第一电极与所述发光层之间，所述第三层位于所述第一层与所述发光层之间，所述第二层位于所述第一层与所述第三层之间，所述第一层包含第一有机化合物，所述第二层包含第二有机化合物，所述第三层包含第三有机化合物，所述第二有机化合物在450nm以上且650nm以下范围内任意波长下的寻常光折射率高于所述第一有机化合物在所述波长下的寻常光折射率及所述第三有机化合物在所述波长下的寻常光折射率。

[0012] 此外，本发明的另一个方式是一种发光器件，包括第一电极、第二电极以及位于所述第一电极与所述第二电极之间的EL层，所述EL层至少包括发光层、第一层、第二层以及第三层，所述第一层位于所述第一电极与所述发光层之间，所述第三层位于所述第一层与所述发光层之间，所述第二层位于所述第一层与所述第三层之间，所述第一层包含第一有机化合物，所述第二层包含第二有机化合物，所述第三层包含第三有机化合物，所述第二有机化合物在455nm以上且465nm以下范围内任意波长下的寻常光折射率高于所述第一有机化合物在所述波长下的寻常光折射率及所述第三有机化合物在所述波长下的寻常光折射率。

[0013] 此外，本发明的另一个方式是一种发光器件，包括第一电极、第二电极以及位于所述第一电极与所述第二电极之间的EL层，所述EL层至少包括发光层、第一层、第二层以及第三层，所述第一层位于所述第一电极与所述发光层之间，所述第三层位于所述第一层与所述发光层之间，所述第二层位于所述第一层与所述第三层之间，所述第一层包含第一有机化合物，所述第二层包含第二有机化合物，所述第三层包含第三有机化合物，所述第二有机化合物在波长633nm下的寻常光折射率高于所述第一有机化合物在波长633nm下的寻常光折射率及所述第三有机化合物在波长633nm下的寻常光折射率。

[0014] 此外，本发明的另一个方式是一种发光器件，包括第一电极、第二电极以及位于所述第一电极与所述第二电极之间的EL层，所述EL层至少包括发光层、第一层、第二层以及第三层，所述第一层位于所述第一电极与所述发光层之间，所述第三层位于所述第一层与所述发光层之间，所述第二层位于所述第一层与所述第三层之间，所述发光层包含呈现峰波长为波长 $\lambda$ nm的发光的发光材料，所述第一层包含第一有机化合物，所述第二层包含第二有机化合物，所述第三层包含第三有机化合物，所述第二有机化合物在所述波长 $\lambda$ nm下的寻常光折射率高于所述第一有机化合物在所述波长 $\lambda$ nm下的寻常光折射率及所述第三有机化合物在所述波长 $\lambda$ nm下的寻常光折射率。

[0015] 此外，本发明的另一个方式是一种具有上述结构的发光器件，其中所述第一有机化合物的HOMO能级与所述第三有机化合物的HOMO能级的差异为0.2eV以下。

[0016] 此外，本发明的另一个方式是一种具有上述结构的发光器件，其中所述第一有机化合物与所述第三有机化合物相同。

[0017] 此外，本发明的另一个方式是一种具有上述结构的发光器件，其中所述第三层不包含氟。

[0018] 此外，本发明的另一个方式是一种具有上述结构的发光器件，其中所述第一层至所述第三层的厚度各自为25nm以上且70nm以下。

[0019] 此外，本发明的另一个方式是一种具有上述结构的发光器件，其中所述第二层的厚度大于所述第一层的厚度及所述第三层的厚度。

[0020] 此外，本发明的另一个方式是一种具有上述结构的发光器件，其中波长 $\lambda$ nm下的所

述第二有机化合物的寻常光折射率与所述第一有机化合物的寻常光折射率的差异及所述第二有机化合物的寻常光折射率与所述第三有机化合物的寻常光折射率的差异各自为0.2以上且小于0.5。

[0021] 此外,本发明的另一个方式是一种具有上述结构的发光器件,其中所述第一有机化合物与所述第三有机化合物在所述波长 $\lambda_{\text{nm}}$ 下的寻常光折射率的差异为0.1以下。

[0022] 此外,本发明的另一个方式是一种具有上述结构的发光器件,其中所述第二层的厚度与所述第二有机化合物在所述波长 $\lambda_{\text{nm}}$ 下的寻常光折射率之积为所述波长 $\lambda_{\text{nm}}$ 的1/4的70%以上且130%以下。

[0023] 此外,本发明的另一个方式是一种具有上述结构的发光器件,其中所述 $\lambda$ 为所述发光材料的发光峰波长。

[0024] 此外,本发明的另一个方式是一种具有上述结构的发光器件,其中所述 $\lambda$ 为450以上且650以下范围内任意值。

[0025] 此外,本发明的另一个方式是一种具有上述结构的发光器件,其中所述 $\lambda$ 为455以上且465以下范围内任意值。

[0026] 此外,本发明的另一个方式是一种具有上述结构的发光器件,其中所述 $\lambda$ 为633。

[0027] 此外,本发明的另一个方式是一种具有上述结构的发光器件,其中所述第一电极包括反射电极。

[0028] 此外,本发明的另一个方式是一种具有上述结构的发光器件,其中从所述第三层的GSP (mV/nm) 减去所述第二层的GSP (mV/nm) 的值为10 (mV/nm) 以下。

[0029] 此外,本发明的另一个方式是一种具有上述结构的发光器件,其中所述第二层的GSP (mV/nm) 减去所述第一层的GSP (mV/nm) 的值为10 (mV/nm) 以下。

[0030] 此外,本发明的另一个方式是一种具有上述结构的发光器件,其中所述第三层的GSP (mV/nm) 大于所述第二层的GSP (mV/nm) 。

[0031] 此外,本发明的另一个方式是一种具有上述结构的发光器件,其中所述第三层的GSP (mV/nm) 大于所述第一层的GSP (mV/nm) 。

[0032] 此外,本发明的另一个方式是一种具有上述结构的发光器件,其中所述第二层的GSP (mV/nm) 大于所述第一层的GSP (mV/nm) 。

[0033] 此外,本发明的另一个方式是一种具有上述结构的发光器件,其中所述第一有机化合物与所述第三有机化合物不同。

[0034] 此外,本发明的另一个方式是一种显示装置,包括第一发光器件及第二发光器件,所述第一发光器件具有上述任意结构,所述第二发光器件包括第三电极与所述第二电极之间的EL层,所述第二发光器件的EL层至少包括发光层、第四层、第五层以及第六层,所述第四层、所述第五层以及所述第六层具有与所述第一层、所述第二层及所述第三层相同的结构,所述第一发光器件的发光层所包含的发光材料的发光峰波长与所述第二发光器件的发光层所包含的发光材料的发光峰波长的差异为30nm以上。

[0035] 此外,本发明的另一个方式是一种显示装置,包括:上述任意发光器件;传感器;操作按钮;以及扬声器或麦克风。

[0036] 此外,本发明的另一个方式是一种电子设备,包括:上述显示装置;传感器;操作按钮;以及扬声器或麦克风。

[0037] 此外,本发明的另一个方式是一种发光装置,包括:上述任意发光器件;以及晶体管或衬底。

[0038] 此外,本发明的另一个方式是一种照明装置,包括:上述任意发光器件;以及外壳。

[0039] 在本说明书中,发光装置包括使用发光器件的图像显示器件。此外,发光装置有时还包括如下模块:发光器件安装有连接器诸如各向异性导电膜或TCP (Tape Carrier Package:带载封装) 的模块;在TCP的端部设置有印刷线路板的模块;或者通过COG (Chip On Glass:玻璃覆晶封装) 方式在发光器件上直接安装有IC (集成电路) 的模块。再者,照明装置等有时包括发光装置。

[0040] 本发明的一个方式可以提供一种发光效率高的发光器件。本发明的一个方式可以提供一种功耗低的发光器件、发光装置、电子设备、显示装置和电子器件中的任一个。

[0041] 注意,这些效果的记载不妨碍其他效果的存在。此外,本发明的一个方式并不需要实现所有上述效果。此外,可以从说明书、附图、权利要求书等的记载得知并抽出上述以外的效果。

## 附图说明

[0042] 图1A、图1B、图1C以及图1D是发光器件的示意图;  
图2A及图2B是示出有源矩阵型发光装置的图;  
图3A及图3B是示出有源矩阵型发光装置的图;  
图4是示出有源矩阵型发光装置的图;  
图5A及图5B是示出无源矩阵型发光装置的图;  
图6A及图6B是示出照明装置的图;  
图7A、图7B1、图7B2以及图7C是示出电子设备的图;  
图8A、图8B以及图8C是示出电子设备的图;  
图9是示出照明装置的图;  
图10是示出照明装置的图;  
图11是示出车载显示装置及照明装置的图;  
图12A及图12B是示出电子设备的图;  
图13A、图13B以及图13C是示出电子设备的图;  
图14A至图14D是示出显示装置的结构例子的图;  
图15A至图15F是示出显示装置的制造方法例子的图;  
图16A至图16F是示出显示装置的制造方法例子的图;  
图17是示出PCBDBtBB-02及mmTBmTPoFBi-02的折射率的图;  
图18是示出发光器件1、对比发光器件1以及对比发光器件2的亮度-电流密度特性的图;  
图19是示出发光器件1、对比发光器件1以及对比发光器件2的亮度-电压特性的图;  
图20是示出发光器件1、对比发光器件1以及对比发光器件2的电流效率-亮度特性的图;  
图21是示出发光器件1、对比发光器件1以及对比发光器件2的电流密度-电压特性

的图；

图22是示出发光器件1、对比发光器件1以及对比发光器件2的蓝光效率指数-亮度特性的图；

图23是示出发光器件1、对比发光器件1以及对比发光器件2的发射光谱的图；

图24是示出BBA (βN2) B-03及mmtBuBioFBi的折射率的图；

图25是示出发光器件10及对比发光器件10的亮度-电流密度特性的图；

图26是示出发光器件10及对比发光器件10的亮度-电压特性的图；

图27是示出发光器件10及对比发光器件10的电流效率-亮度特性的图；

图28是示出发光器件10及对比发光器件10的电流密度-电压特性的图；

图29是示出发光器件10及对比发光器件10的蓝光效率指数-电流密度特性的图；

图30是示出发光器件10及对比发光器件10的发射光谱的图；

图31是示出发光器件10及对比发光器件10的视角特性的图；

图32是示出发光器件10及对比发光器件10的相对亮度-时间变化特性的图；

图33是示出发光器件20的亮度-电流密度特性的图；

图34是示出发光器件20的亮度-电压特性的图；

图35是示出发光器件20的电流效率-亮度特性的图；

图36是示出发光器件20的电流密度-电压特性的图；

图37是示出发光器件20的蓝光效率指数-亮度特性的图；

图38是示出发光器件20的发射光谱的图；

图39是示出发光器件20的归一化亮度-时间变化特性的图；

图40是示出发光器件30的亮度-电流密度特性的图；

图41是示出发光器件30的亮度-电压特性的图；

图42是示出发光器件30的电流效率-亮度特性的图；

图43是示出发光器件30的电流密度-电压特性的图；

图44是示出发光器件30的蓝光效率指数-电流密度特性的图；

图45是示出发光器件30的发射光谱的图；

图46是示出发光器件30的相对亮度-时间变化特性的图；

图47A、图47B是示出BBA (βN2) B-03、mmtBuBioFBi以及mmtBumTPoFBi-04的折射率的图；

图48是示出发光器件40、发光器件41以及对比发光器件40的亮度-电流密度特性的图；

图49是示出发光器件40、发光器件41以及对比发光器件40的电流效率-亮度特性的图；

图50是示出发光器件40、发光器件41以及对比发光器件40的亮度-电压特性的图；

图51是示出发光器件40、发光器件41以及对比发光器件40的电流密度-电压特性的图；

图52是示出发光器件40、发光器件41以及对比发光器件40的蓝光效率指数-亮度特性的图；

图53是示出发光器件40、发光器件41以及对比发光器件40的功率效率-亮度特性

的图；

图54是示出发光器件40、发光器件41以及对比发光器件40的发射光谱的图；

图55是示出发光器件40、发光器件41以及对比发光器件40的归一化亮度-时间变化特性的图；

图56是示出对比发光器件50及发光器件50的亮度-电流密度特性的图；

图57是示出对比发光器件50及发光器件50的亮度-电压特性的图；

图58是示出对比发光器件50及发光器件50的电流效率-亮度特性的图；

图59是示出对比发光器件50及发光器件50的电流密度-电压特性的图；

图60是示出对比发光器件50及发光器件50的功率效率-亮度特性的图；

图61是示出对比发光器件50及发光器件50的发射光谱的图；

图62A、图62B是示出mmtBumTPoFBi-04、PCBBiPDBt-02以及mmtBuBiFF的折射率的图；

图63是示出mmtBumBPTzn、Li-6mq以及BisBTc的折射率的图；

图64是示出mmtBumTPoFBi-04、DBfBB1TP以及mmtBuBioFBi的折射率的图；

图65是示出DPhA-tBu4DABNA在甲苯溶液中的发射光谱的图；

图66是示出发光器件60的亮度-电流密度特性的图；

图67是示出发光器件60的电流效率-亮度特性的图；

图68是示出发光器件60的亮度-电压特性的图；

图69是示出发光器件60的电流密度-电压特性的图；

图70是示出发光器件60的蓝光效率指数-亮度特性的图；

图71是示出发光器件60的发射光谱的图。

## 具体实施方式

[0043] 以下，参照附图详细地说明本发明的实施方式。注意，本发明不局限于以下说明，而所属技术领域的普通技术人员可以很容易地理解一个事实就是其方式及详细内容在不脱离本发明的宗旨及其范围的情况下可以被变换为各种各样的形式。因此，本发明不应该被解释为仅局限在以下所示的实施方式所记载的内容中。

[0044] 在光入射到具有光学各向异性的材料的情况下，将具有平行于光轴的振动面的光称为非寻常光(线)，并将具有垂直于光轴的振动面的光称为寻常光(线)，但是有时该材料对于寻常光和非寻常光分别具有不同的折射率。在此情况下，通过进行各向异性分析，可以分别算出寻常光折射率与非寻常光折射率。在本说明书中，在所测量的材料具有寻常光折射率和非寻常光折射率的双方时，使用寻常光折射率作为指标。

### [0045] 实施方式1

图1A是示出本发明的一个方式的发光器件的图。图1A所示的发光器件包括第一电极101、第二电极102以及EL层103，该EL层103至少包括空穴传输层112(第一空穴传输层112-1、第二空穴传输层112-2以及第三空穴传输层112-3)、发光层113。此外，发光层113为至少包含发光材料的层，空穴传输层112位于发光层113与第一电极101之间。此外，EL层103也可以包括图1A所示的空穴注入层111、电子传输层114以及电子注入层115等，也可以形成载流子阻挡层或激子阻挡层、中间层等其他功能层。

[0046] 在本发明的一个方式中,第一空穴传输层112-1至第三空穴传输层112-3分别包含第一有机化合物至第三有机化合物,并且第一空穴传输层112-1至第三空穴传输层112-3分别包含80%以上的第一有机化合物至第三有机化合物。

[0047] 此外,在本发明的一个方式的发光器件中,第二有机化合物与第一有机化合物及第三有机化合物相比具有高寻常光折射率。也就是说,第二空穴传输层112-2与第一空穴传输层112-1及第三空穴传输层112-3相比具有高寻常光折射率。

[0048] 借助于这种结构,本发明的一个方式的发光器件的发光材料所发射的光在各空穴传输层的界面反射,由此与只用反射电极反射光的情况相比,能够反射更多的光,从而提高外部量子效率。同时,可以减少反射电极上的表面等离激元的影响,由此可以减少能量损失并高效地提取光。

[0049] 在此,在本发明的一个方式中,对于某一波长 $\lambda$ nm的光的第二有机化合物的寻常光折射率与第一有机化合物的寻常光折射率的差异及第二有机化合物的寻常光折射率与第三有机化合物的寻常光折射率的差异各自为0.1以上且小于0.5,优选为0.2以上且小于0.5,更优选为0.3以上且小于0.5。通过将这些寻常光折射率的差异设定在上述范围,即使将具有与本发光器件相同的结构的空穴传输层112应用于包含呈现不同波长的光的发光材料的其他发光器件,也不容易发生问题且不需要分别制造各颜色的空穴传输层112,从而在成本方面占优势。

[0050] 此外,对于波长 $\lambda$ nm的光的第二空穴传输层112-2的寻常光折射率与第一空穴传输层112-1的寻常光折射率的差异及第二空穴传输层112-2的寻常光折射率与第三空穴传输层112-3的寻常光折射率的差异各自更优选为0.2以上且小于0.5。波长 $\lambda$ nm为450nm以上且650nm以下范围内任意波长或整个波长区域,在发光器件呈现蓝色区域的发光的情况下,波长 $\lambda$ nm为455nm至465nm范围内任意波长或整个波长区域。此外,波长 $\lambda$ nm优选为发光材料的发光峰波长。此外,通常被用作折射率的指标的波长 $\lambda$ nm为633nm。作为波长 $\lambda$ nm,可以以这些值为指标。

[0051] 第一有机化合物及第三有机化合物对于波长 $\lambda$ nm的光的寻常光折射率优选为1.40以上且1.75以下,具体而言,对于蓝色发光区域(455nm以上且465nm以下)的寻常光折射率优选为1.40以上且1.75以下,或者,对于通常用于折射率的测量的633nm的光的寻常光折射率优选为1.40以上且1.70以下。此外,第一空穴传输层112-1及第三空穴传输层112-3的寻常光折射率更优选在上述范围内。此外,第一有机化合物与第三有机化合物在波长 $\lambda$ nm下的寻常光折射率的差异优选为0.1以下。

[0052] 第二有机化合物对于波长 $\lambda$ nm的光的寻常光折射率优选为1.75以上,具体而言,对于蓝色发光区域(455nm以上且465nm以下)的寻常光折射率优选为1.75以上且2.4以下,或者,对于通常用于折射率的测量的633nm的光的寻常光折射率优选为1.75以上且2.30以下。此外,第二空穴传输层112-2的寻常光折射率更优选在上述范围内。

[0053] 此外,第一有机化合物与第三有机化合物的HOMO能级的差异优选为0.2eV以下,更优选为0.1eV以下,因此可以提高空穴传输性。此外,第二有机化合物与第一有机化合物及第三有机化合物的HOMO能级的差异各自优选为0.2eV以下,更优选为0.1eV以下,因此可以提高空穴传输性。

[0054] 在此,在本发明的一个方式的发光器件中,第一空穴传输层112-1至第三空穴传输

层112-3的厚度各自优选为25nm以上且70nm以下。此外,在本发明的一个方式的发光器件中,如果第一空穴传输层112-1及第三空穴传输层112-3各自在不与第二空穴传输层112-2接触一侧设置空穴注入层或电子阻挡层等缓冲层,就可以改进发光器件特性,由此第二空穴传输层112-2的厚度优选大于第一空穴传输层112-1的厚度及第三空穴传输层112-3的厚度。此外,第二空穴传输层112-2在波长 $\lambda$ nm下的寻常光折射率与厚度之积优选为 $\lambda/4$ 的70%以上且130%以下,因此可以增强光干涉。通过采用这种结构,可以使在第三空穴传输层112-3与第二空穴传输层112-2的界面反射的光与在第二空穴传输层112-2与第一空穴传输层112-1的界面反射的光干涉而被放大,由此可以提供具有更高的效率的发光器件。

[0055] 此外,第一有机化合物与第三有机化合物更优选相同,因此可以确保高空穴传输性并减少在制造发光器件时使用的材料。此外,为了确保可靠性,第三空穴传输层112-3优选不包含氟。此外,当应用于呈红、绿以及蓝三种原色的显示器件之间共享的空穴传输层时,增强指定光时的光学干涉太强是不优选的,所以第一有机化合物及第三有机化合物优选不包含原子折射低的氟。

[0056] 第一空穴传输层112-1及第三空穴传输层112-3由折射率较低的物质构成,但是,一般来说,高载流子传输性与低折射率之间有此消彼长的关系。这是因为有机化合物中的载流子传输性大多来源于不饱和键的存在而具有很多不饱和键的有机化合物倾向于具有高折射率的缘故。即使使用折射率低的材料,也在载流子传输性低的情况下发生由于驱动电压的上升或载流子失衡导致的发光效率或可靠性降低等问题,由此不能得到具有良好特性的发光器件。此外,即使使用具有充分的载流子传输性且折射率低的材料,也在结构不稳定时会发生玻璃化转变温度(Tg)或耐久性方面的问题,由此不能得到高可靠性发光器件。

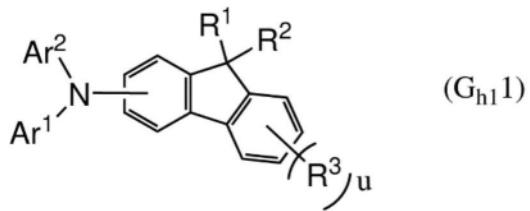
[0057] 鉴于此,作为可以用于第一空穴传输层112-1及第三空穴传输层112-3的有机化合物,优选使用包含第一芳香基、第二芳香基以及第三芳香基且这些第一芳香基、第二芳香基以及第三芳香基与同一氮原子键合的单胺化合物。

[0058] 该单胺化合物优选为如下化合物:相对于分子内的总碳原子数的由sp<sup>3</sup>杂化轨道形成键合的碳原子的比例优选为23%以上且55%以下,并且在该单胺化合物的<sup>1</sup>H-NMR测量结果中,小于4ppm的信号的积分值超过4ppm以上的信号的积分值。

[0059] 此外,优选的是,该单胺化合物具有至少一个芴骨架,上述第一芳香基、上述第二芳香基和上述第三芳香基中的任一个或多个为芴骨架。此外,芴基胺具有提升HOMO能级的效果,由此当该单胺化合物的氮与三个芴键合时,可能会大幅度提升HOMO能级。在此情况下,与周边材料的HOMO能级(例如,第二有机化合物的HOMO能级)之间的差异变大,可能会影响到驱动电压及可靠性等。因此,更优选的是,该第一芳香基、该第二芳香基以及该第三芳香基中的任一个或两个为芴骨架。

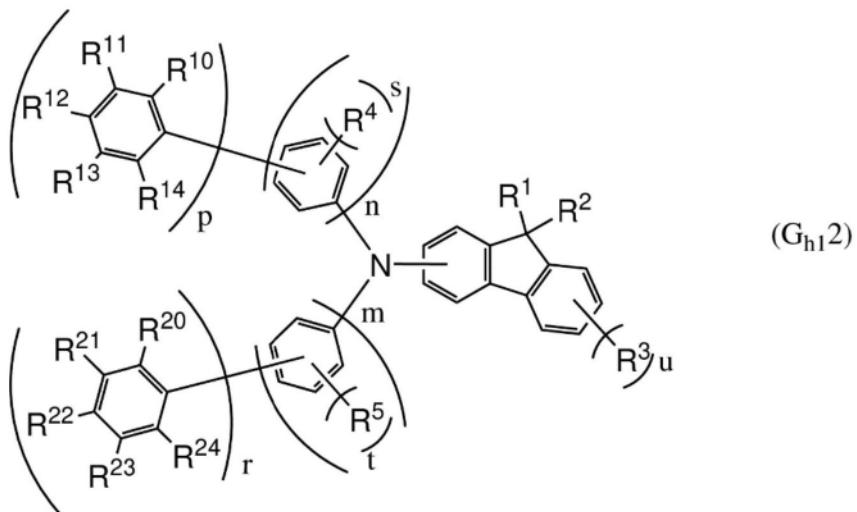
[0060] 作为上述具有空穴传输性的有机化合物,例如可以举出具有以下通式(G<sub>h1</sub>1)至(G<sub>h1</sub>4)所示的结构的有机化合物。

[0061] [化学式1]



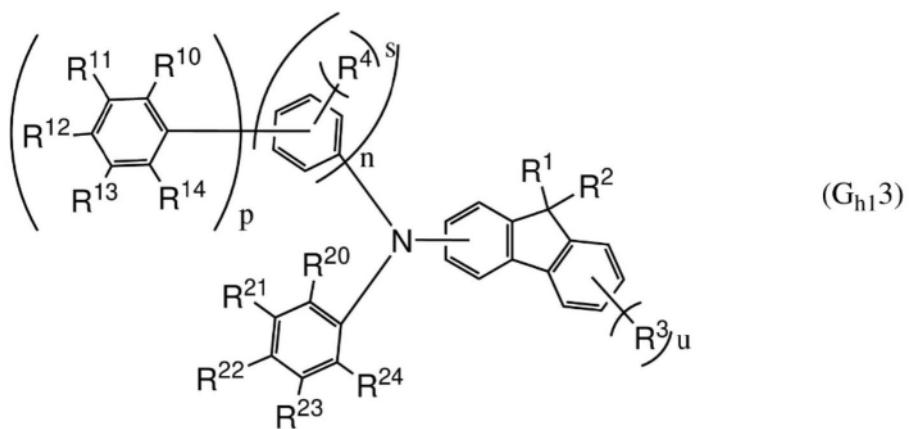
[0062] 注意,在上述通式(G<sub>h1</sub>1)中,Ar<sup>1</sup>及Ar<sup>2</sup>分别独立地表示具有两个或三个苯环彼此键合的取代基。注意,Ar<sup>1</sup>和Ar<sup>2</sup>中的一方或双方具有一个或多个的碳原子只由sp<sup>3</sup>杂化轨道形成键合的碳原子数为1至12的烃基,包含在键合到Ar<sup>1</sup>及Ar<sup>2</sup>的上述烃基中的碳原子的总数为8以上,且包含在Ar<sup>1</sup>或Ar<sup>2</sup>中的上述烃基中的碳原子的总数为6以上。注意,在作为烃基与Ar<sup>1</sup>或Ar<sup>2</sup>键合多个碳原子数为1或2的直链烷基的情况下,该直链烷基也可以彼此键合形成环。

[0063] [化学式2]



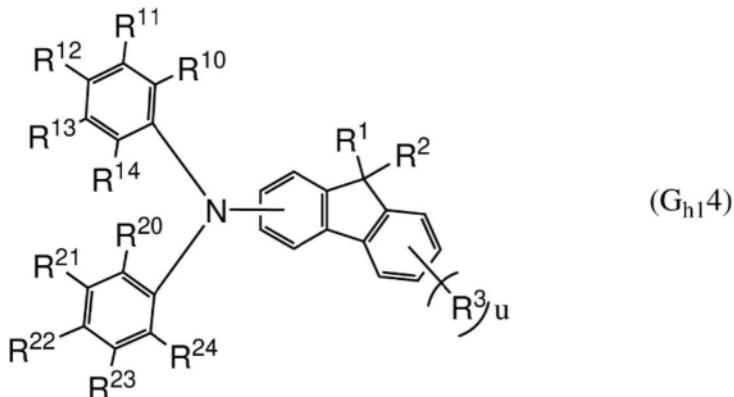
[0064] 在上述通式(G<sub>h1</sub>2)中,m及r分别独立地表示1或2,m+r为2或3。此外,t表示0至4的整数,优选表示0。此外,R<sup>5</sup>表示氢或碳原子数为1至3的烃基。注意,在m为2时两个亚苯基所具有的取代基的种类、取代基的数量及键的位置既可以相同又可以不同,在r为2时两个苯基所具有的取代基的种类、取代基的数量及键的位置既可以相同又可以不同。此外,在t为2至4的整数时,多个R<sup>5</sup>既可以彼此相同又可以互不相同,也可以R<sup>5</sup>的相邻的基彼此键合而形成环。

[0065] [化学式3]



[0066] 在上述通式 (G<sub>h1</sub>2) 及 (G<sub>h1</sub>3) 中, n及p分别独立地表示1或2, n+p为2或3。此外, s表示0至4的整数, 优选表示0。此外, R<sup>4</sup>表示氢或碳原子数为1至3的烃基, 在n为2时两个亚苯基所具有的取代基的种类、取代基的数量及键的位置既可以相同又可以不同, 在p为2时两个苯基所具有的取代基的种类、取代基的数量及键的位置既可以相同又可以不同。此外, 在s为2至4的整数时, 多个R<sup>4</sup>既可以彼此相同又可以互不相同。

[0067] [化学式4]



[0068] 在上述通式 (G<sub>h1</sub>2) 至 (G<sub>h1</sub>4) 中, R<sup>10</sup>至R<sup>14</sup>及R<sup>20</sup>至R<sup>24</sup>分别独立地表示氢或者碳原子只由sp<sup>3</sup>杂化轨道形成键合的碳原子数为1至12的烃基。R<sup>10</sup>至R<sup>14</sup>中的至少三个及R<sup>20</sup>至R<sup>24</sup>中的至少三个优选为氢。作为碳原子只由sp<sup>3</sup>杂化轨道形成结合的碳原子数为1至12的烃基, 优选使用叔丁基及环己基。注意, 假设包含在R<sup>10</sup>至R<sup>14</sup>及R<sup>20</sup>至R<sup>24</sup>中的碳原子的总数为8以上且包含在R<sup>10</sup>至R<sup>14</sup>或者R<sup>20</sup>至R<sup>24</sup>中的碳原子的总数为6以上。此外, 也可以R<sup>4</sup>、R<sup>10</sup>至R<sup>14</sup>及R<sup>20</sup>至R<sup>24</sup>的相邻的基彼此键合而形成环。

[0069] 此外, 在上述通式 (G<sub>h1</sub>1) 至 (G<sub>h1</sub>4) 中, u表示0至4的整数, 优选表示0。在u为2至4的整数时, 多个R<sup>3</sup>既可以彼此相同又可以互不相同。此外, R<sup>1</sup>、R<sup>2</sup>及R<sup>3</sup>分别独立地表示碳原子数为1至4的烷基, R<sup>1</sup>及R<sup>2</sup>也可以彼此键合而形成环。

[0070] 此外, 作为可以用于第一空穴传输层112-1及第三空穴传输层112-3的具有空穴传输性的材料的一个例子, 可以举出具有至少一个芳香基, 该芳香基包含第一至第三苯环及至少三个烷基的芳基胺化合物。此外, 假设第一至第三苯环依次键合且第一苯环直接键合到胺中的氮。

[0071] 注意, 第一苯环也可以还具有取代或未取代的苯基, 优选具有未取代的苯基。此外, 第二苯环或第三苯环也可以具有键合有烷基的苯基。

[0072] 此外, 假设氢原子不直接与该第一至第三苯环中的两个以上的苯环, 优选为所有苯环的1位及3位的碳原子键合而与上述第一至第三苯环、上述键合有烷基的苯基、上述至少三个烷基和上述胺中的氮原子中的任一个键合。

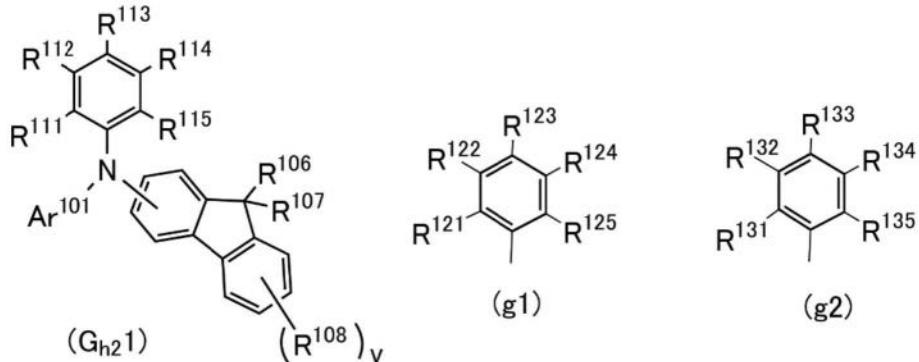
[0073] 此外, 上述芳基胺化合物优选还具有第二芳香基。作为第二芳香基, 优选使用未取代的单环或者具有取代或未取代的三环以下的稠合环的基, 其中更优选使用具有取代或未取代的三环以下的稠合环且该稠合环具有成环碳原子数为6至13的稠合环, 进一步优选使用具有芴环的基。此外, 作为第二芳香基优选使用二甲基芴基。

[0074] 此外, 上述芳基胺化合物优选还具有第三芳香基。第三芳香基为具有一个至三个取代或未取代的苯环的基。

[0075] 上述至少三个烷基、键合于苯基的烷基优选为碳原子数为2至5的链烷基。尤其是，作为该烷基优选使用碳原子数为3至5的具有支链的链烷基，更优选使用叔丁基。

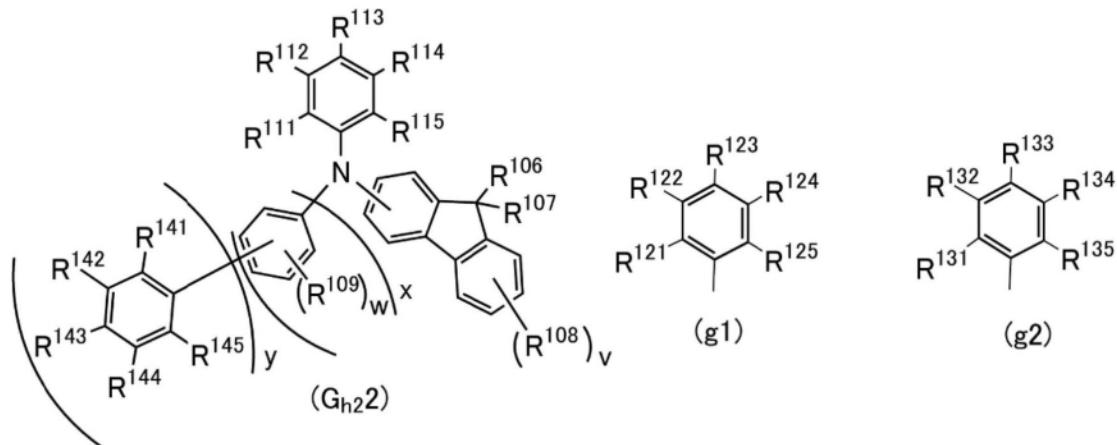
[0076] 作为上述具有空穴传输性的材料，例如可以举出具有如下述通式(G<sub>h2</sub>1)至(G<sub>h2</sub>3)那样的结构的有机化合物。

[0077] [化学式5]



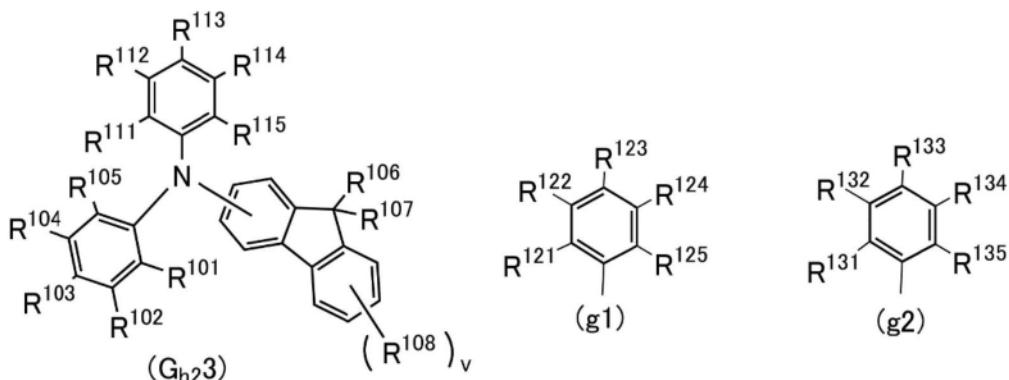
[0078] 在上述通式(G<sub>h2</sub>1)中，Ar<sup>101</sup>表示取代或未取代的苯环或者两个或三个取代或未取代的苯环彼此键合的取代基。

[0079] [化学式6]



[0080] 此外，在上述通式(G<sub>h2</sub>2)中，x及y分别独立地表示1或2，x+y为2或3。此外，R<sup>109</sup>表示碳原子数为1至4的烷基，w表示0至4的整数。此外，R<sup>141</sup>至R<sup>145</sup>分别独立地表示氢、碳原子数为1至6的烷基和碳原子数为5至12的环烷基中的任一个。在w为2以上的整数时，多个R<sup>109</sup>既可以彼此相同又可以互不相同。此外，在x为2时，两个亚苯基所具有的取代基的种类、取代基的数量及键的位置既可以彼此相同又可以互不相同。此外，在y为2时，两个具有R<sup>141</sup>至R<sup>145</sup>的苯基所具有的取代基的种类及取代基的数量既可以彼此相同又可以互不相同。

[0081] [化学式7]



[0082] 注意,在上述通式( $G_{h_2}3$ )中, $R^{101}$ 至 $R^{105}$ 分别独立地表示氢、碳原子数为1至6的烷基、碳原子数为6至12的环烷基和取代或未取代的苯基中的任一个。

[0083] 此外,在上述通式( $G_{h_2}1$ )至( $G_{h_2}3$ )中, $R^{106}$ 、 $R^{107}$ 及 $R^{108}$ 分别独立地表示碳原子数为1至4的烷基,v表示0至4的整数。在v为2以上时,多个 $R^{108}$ 既可以彼此相同又可以互不相同。此外, $R^{111}$ 至 $R^{115}$ 中的一个以上述通式(g1)表示的取代基,其余的分别独立地表示氢、碳原子数为1至6的烷基和取代或未取代的苯基中的任一个。此外,在上述通式(g1)中, $R^{121}$ 至 $R^{125}$ 中的一个以上述通式(g2)表示的取代基,其余的分别独立地表示氢、碳原子数为1至6的烷基和键合有碳原子数为1至6的烷基的苯基中的任一个。此外,在上述通式(g2)中, $R^{131}$ 至 $R^{135}$ 分别独立地表示氢、碳原子数为1至6的烷基和键合有碳原子数为1至6的烷基的苯基中的任一个。此外, $R^{111}$ 至 $R^{115}$ 、 $R^{121}$ 至 $R^{125}$ 及 $R^{131}$ 至 $R^{135}$ 中的至少三个以上是碳原子数为1至6的烷基, $R^{111}$ 至 $R^{115}$ 中的取代或未取代的苯基为1以下, $R^{121}$ 至 $R^{125}$ 及 $R^{131}$ 至 $R^{135}$ 中的键合有碳原子数为1至6的烷基的苯基为1以下。此外,在 $R^{112}$ 及 $R^{114}$ 、 $R^{122}$ 及 $R^{124}$ 以及 $R^{132}$ 及 $R^{134}$ 的三个组合中的至少两个组合中,至少一方R为氢以外的基。

[0084] 上述具有空穴传输性的有机化合物在蓝色发光区域(455nm以上且465nm以下)中的寻常光折射率为1.40以上且1.75以下,或者,对于通常用于折射率的测量的633nm的光的寻常光折射率优选为1.40以上且1.70以下,并且该有机化合物的空穴传输性良好。同时,Tg也很高,由此可以得到高可靠性有机化合物。这种有机化合物具有充分的空穴传输性,由此可以适用于第一空穴传输层112-1及第三空穴传输层112-3的材料。

[0085] 除此之外,还可以使用1,1-双[4-[N,N-二(对甲苯基)氨]苯基]环己烷(简称:TAPC)等。

[0086] 此外,第二空穴传输层112-2由折射率较高的有机化合物构成。作为该有机化合物,优选使用包含稠合芳烃环、稠合杂芳环的化合物。稠合芳烃环优选为萘环、蒽环、菲环或三亚苯环等具有萘结构的环,并且稠合杂芳环优选具有咔唑环、二苯并呋喃环、二苯并噻吩环的结构。此外,例如,苯并[*b*]萘并[1,2-*d*]呋喃具有二苯并呋喃环的结构,因此是优选的。

[0087] 此外,优选使用包含一个以上的第三周期以后的元素的有机化合物、包含三联苯基骨架的有机化合物或包含该两者的有机化合物等。例如,用萘基取代的联苯基或用二苯并呋喃基取代的苯基可以说是包含三联苯基骨架。具体而言,优选使用N,N-双[4-(6-苯基苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃-8-基)苯基]-4-氨基-对三联苯基(简称:BnfBB1TP)、4,4'-双[4-(2-萘基)苯基]-4"-苯基三苯基胺(简称: $\beta$ NB $\beta$ B1BP)、N,N-双[4-(二苯并呋喃-4-基)苯基]-4-氨基-对三联苯基(简称:DBfBB1TP)、4-[4'-(咔唑-9-基)联苯基-4-基]-4'-(2-萘基)-4"-苯基三苯基胺(简称:YGTB $\beta$ NB)、5,5'-二苯基-2,2'-二-5H-[1]苯并噁吩并[3,2-c]咔

唑(简称:BisBTc)等。

[0088] 此外,第一电极101优选包括反射40%以上的可见光,优选反射70%以上的可见光的反射电极。此外,第二电极102优选为可见光的反射率为20%至80%,优选为40%至70%的透反射电极。借助于这种结构,本发明的一个方式的发光器件可以为从第二电极102一侧发射光的顶部发射型发光器件,并且可以通过调整EL层的厚度而形成具有微腔结构的发光器件。

[0089] 此时,反射电极在EL层103一侧的界面与第一空穴传输层112-1在反射电极一侧的界面的光学距离优选为 $\lambda/8$ 至 $3\lambda/8$ 。此外,发光层113的主要发光区域与第一空穴传输层112-1在反射电极一侧的界面的光学距离优选为 $3\lambda/8$ 至 $5\lambda/8$ 。此外,反射电极在EL层103一侧的界面与第三空穴传输层112-3在反射电极一侧的界面的光学距离优选为 $3\lambda/8$ 至 $5\lambda/8$ 。此外,发光层113的主要发光区域与第三空穴传输层112-3在发光层一侧的界面的光学距离优选为 $\lambda/8$ 至 $3\lambda/8$ 。通过采用这种结构,在各层的界面及反射电极上反射的光各自被放大,从而可以形成效率和色纯度都高的发光器件。在难以正确决定发光层的主要发光区域的情况下,可以根据发光层的传输性而推定的位置为准设定发光层的主要发光区域。

[0090] 此外,在本发明的一个方式中,通过层叠折射率不同的多个空穴传输层,提高光提取效率。但是,与此同时,本发明的一个方式的发光器件需要比一般的发光器件的层数多的层,由此有时层的界面增加,容易产生来自界面的电阻,这导致驱动电压上升。

[0091] 一般来说,考虑与电极的空穴的授受,在有机半导体器件的空穴传输区域中,需要对由具有与活性层或发光层不同的HOMO能级的有机化合物构成的层依次注入空穴。当然,在各层间的HOMO能级之差过大时驱动电压过高,所以通过在电极与活性层(发光层)间配置由其HOMO能级位于它们的HOMO能级间的有机化合物构成的层来缓和HOMO能级之差。然而,在HOMO能级之差不太大的层有时也根据所使用的有机化合物的组合而其驱动电压显著地提高。目前没有避免上述情况的方法,而将该情况的原因归为材料的匹配性问题。

[0092] 另一方面,作为有机化合物,存在着极性分子及非极性分子。极性分子具有永久偶极矩,但是在蒸镀极性分子时,在蒸镀膜具有无规律取向时上述极性的偏差被消除而在膜内不发生分子极性为原因的极化。但是,在该蒸镀膜具有上述分子取向时,有时因极化的偏差而发生巨大表面电势(Giant Surface Potential)。

[0093] 巨大表面电势是蒸镀膜的表面电势与膜厚度成比地增加的现象,并可以被认为是因有机化合物的永久偶极矩在膜厚度方向上略有偏离而发生的自发取向极化现象。为了将表面电势的大小视为不取决于膜厚度的数值,使用蒸镀膜的表面电势除以膜厚度的值,即蒸镀膜的表面电势的电位梯度(倾斜度)即可。在本说明书中,将上述的蒸镀膜的表面电势的电位梯度记为GSP(mV/nm)。

[0094] 通过考虑该GSP的值,可以解决目前被视为材料匹配性问题的失配,容易得到特性优良的有机半导体器件。

[0095] 在本发明的一个方式中,从第一空穴传输层112-1的GSP减去第三空穴传输层112-3的GSP的值( $\Delta GSP_{1-3}$ )优选为10(mV/nm)以下,更优选为0(mV/nm)以下。此外,从第二空穴传输层112-2的GSP减去第三空穴传输层112-3的GSP的值( $\Delta GSP_{2-3}$ )优选为10(mV/nm)以下,更优选为0(mV/nm)以下。此外, $\Delta GSP_{1-3}$ 和 $\Delta GSP_{2-3}$ 的双方进一步优选为10(mV/nm)以下,还进一步优选为0(mV/nm)以下。

[0096] 此外,从第一空穴传输层112-1的GSP减去第二空穴传输层112-2的GSP的值( $\Delta GSP_{1-2}$ )优选为10(mV/nm)以下,更优选为0(mV/nm)以下。

[0097] 通过采用这种结构,可以容易得到驱动电压低,功耗低且功率效率高的具有良好特性的发光器件。

[0098] 此外,第三空穴传输层112-3的GSP优选高于第一空穴传输层112-1的GSP,第三空穴传输层112-3的GSP优选高于第二空穴传输层112-2的GSP。此外,第三空穴传输层112-3的GSP更优选高于第一空穴传输层112-1和第二空穴传输层112-2双方的GSP。通过采用这种结构,可以得到驱动电压低,功耗低且功率效率高的具有良好特性的发光器件。

[0099] 此外,第二空穴传输层112-2的GSP优选高于第一空穴传输层112-1的GSP。通过采用这种结构,可以更容易得到驱动电压低,功耗低且功率效率高的具有良好特性的发光器件。

[0100] 此外,各层的GSP可以通过测量构成各层的材料(有机化合物)的蒸镀膜的GSP而求出。

[0101] 在此,说明求出有机化合物的GSP的方法。

[0102] 一般来说,将通过开尔文探针测量而测得的蒸镀膜的表面电势在膜厚方向上标绘出时的倾斜度表示巨大表面电势的大小,即GSP(mV/nm)。在层叠有两个不同层时,可以利用积累在其界面的极化电荷密度(mC/m<sup>2</sup>)与GSP相关联地变化而估计GSP。

[0103] 非专利文献1公开了将具有不同自发极化的有机薄膜(薄膜1及薄膜2。注意,薄膜1位于阳极侧且薄膜2位于阴极侧。)层叠而使电流流过时,如下算式成立。

[0104] [算式1]

$$\sigma_{if} = \frac{Q_{if}}{S} = (V_i - V_{bi}) \frac{\epsilon_2}{d_2} \quad \dots (1)$$

[0105] [算式2]

$$\sigma_{if} = P_1 - P_2 = \frac{\epsilon_1 V_1}{d_1} - \frac{\epsilon_2 V_2}{d_2} \quad \dots (2)$$

[0106] 在算式(1)中,  $\sigma_{if}$  表示极化电荷密度,  $V_i$  表示空穴注入电压,  $V_{bi}$  表示阈值电压,  $d_2$  表示薄膜2的膜厚,  $\epsilon_2$  表示薄膜2的介电常数。 $V_i$ 、 $V_{bi}$  可以从器件的电容-电压特性估计。此外, 介电常数可以使用寻常光折射率  $n_o$  (633nm) 的平方。如此, 根据从电容-电压特性估计的  $V_i$ 、 $V_{bi}$ 、从折射率算出的薄膜2的介电常数  $\epsilon_2$  以及薄膜2的膜厚  $d_2$ , 可以通过算式(1)求出极化电荷密度  $\sigma_{if}$ 。

[0107] 接着, 在算式(2)中,  $\sigma_{if}$  表示极化电荷密度,  $P_n$  表示薄膜n的GSP,  $\epsilon_n$  表示薄膜n的介电常数。在此, 可以从上述算式(1)求出极化电荷密度  $\sigma_{if}$ , 所以通过作为薄膜2使用GSP为已知的物质, 可以估计薄膜1的GSP。

[0108] 如上所述, 可以将要求出GSP的有机化合物的蒸镀膜作为薄膜1, 通过上述方法求出GSP。

[0109] 在本说明书中, 将GSP已知为48(mV/nm)的Alq<sub>3</sub>作为薄膜2, 以求出各薄膜的GSP。

[0110] 此外, 蒸镀膜的取向性已知依赖于蒸镀时的衬底温度, GSP的值也有可能同样依赖于蒸镀时的衬底温度。在本说明书中, 作为测量值, 采用将蒸镀时的衬底温度设定为室温来

蒸镀而成的膜的值。

[0111] 接着,说明本发明的一个方式的发光器件的其他结构及材料的例子。如上所述,本发明的一个方式的发光器件在第一电极101和第二电极102这一对电极之间包括由多个层构成的EL层103,该EL层103至少包括包含发光材料的发光层113及空穴传输层112(第一空穴传输层112-1、第二空穴传输层112-2以及第三空穴传输层112-3)。

[0112] 第一电极101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, 钇锡氧化物)、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形成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,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)。此外,作为用于第一电极101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,作为用于第一电极101的材料也可以使用石墨烯。此外,通过将后面说明的复合材料用于EL层103中的接触于第一电极101的层(典型为空穴注入层111),可以在选择电极材料时无需顾及功函数。

[0113] 此外,在第一电极101由对发光器件所发射的光具有透过的材料构成的情况下,可以形成图1C所示的从第一电极101一侧发光的发光器件。在第一电极101包括对发光器件所发射的光具有反射性的电极且第二电极102由对发光器件所发射的光具有透过的材料构成的情况下,可以形成图1D所示的从第二电极102一侧发光的发光器件。因为空穴传输层112设置在发光层113与第一电极101之间,所以第一电极101优选包括对发光器件所发射的光具有反射性的电极。

[0114] EL层103优选具有叠层结构,除了上述发光层113及空穴传输层112以外,该叠层结构没有特别的限制,可以采用空穴注入层、电子传输层、电子注入层、载流子阻挡层(空穴阻挡层及电子阻挡层)、激子阻挡层、电荷产生层等各种层结构。可以不设置任何层。在本实施方式中,说明如下两种结构:如图1A所示,除了发光层113及空穴传输层112以外,还包括空穴注入层111、电子传输层114、电子注入层115的结构;以及如图1B所示,使用电荷产生层116代替电子注入层115的结构。

[0115] 空穴注入层111与第一电极101接触,并具有使空穴容易注入到EL层103的功能。可以使用酞菁类配合物化合物如酞菁(简称:H<sub>2</sub>Pc)、铜酞菁(CuPc)等;芳香胺化合物如4,4'-双[N-(4-二苯基氨基苯基)-N-苯基氨基]联苯(简称:DPAB)、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)等;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。

[0116] 此外,空穴注入层111也可以由具有受主性的物质构成。作为具有受主性的物质可以使用具有吸电子基团(卤基或氰基)的有机化合物,可以举出7,7,8,8-四氰基-2,3,5,6-四氟醌二甲烷(简称:F<sub>4</sub>-TCNQ)、氯醌、2,3,6,7,10,11-六氟-1,4,5,8,9,12-六氮杂三亚苯(简称:HAT-CN)、1,3,4,5,7,8-六氟四氰(hexafluorotetracyano)-萘醌二甲烷(naphthoquinodimethane)(简称:F6-TCNNQ)、2-(7-二氟基亚甲基-1,3,4,5,6,8,9,10-八

氟-7H-茈-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香环的化合物诸如HAT-CN等热稳定,所以是优选的。此外,包括吸电子基团(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: $\alpha, \alpha'$ ,  $\alpha''$ -1,2,3-环烷三亚基(ylidene)三[4-氟-2,3,5,6-四氟苯乙腈]、 $\alpha, \alpha', \alpha''$ -1,2,3-环丙三亚基三[2,6-二氯-3,5-二氟-4-(三氟甲基)苯乙腈]、 $\alpha, \alpha', \alpha''$ -1,2,3-环烷三亚基三[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。通过对一对电极施加电压,具有受主性的物质可以从邻接的空穴传输层(或空穴传输材料)抽出电子。

[0117] 此外,空穴注入层111可以由包含上述具有受主性的材料和具有空穴传输性的材料的复合材料构成。作为用于复合材料的具有空穴传输性的材料,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材料,优选使用空穴迁移率为 $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以上的物质。用于复合材料的具有空穴传输性的材料优选为包含稠合芳烃环或富 $\pi$ 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 $\pi$ 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,具体优选为咔唑环、二苯并噻吩环或者这些环还与芳香环或杂芳环稠合的环。

[0118] 作为这种具有空穴传输性的材料,更优选具有咔唑骨架、二苯并呋喃骨架、二苯并噻吩骨架及蒽骨架中的任意骨架。尤其是,可以为具有包括二苯并呋喃环或二苯并噻吩环的取代基的芳香胺、包括萘环的芳香单胺、或者9-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材料是包括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。作为上述具有空穴传输性的材料,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''-苯基三苯基胺(简称:BnfBB1BP)、N,N-双(4-联苯)苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃-6-胺(简称:BBABnf(6))、N,N-双(4-联苯)苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃-8-胺(简称:BBABnf(8))、N,N-双(4-联苯)苯并[b]萘并[2,3-d]呋喃-4-胺(简称:BBABnf(II)(4))、N,N-双[4-(二苯并呋喃-4-基)苯基]-4-氨基-对三联苯基(简称:DBfBB1TP)、N-[4-(二苯并噻吩-4-基)苯基]-N-苯基-4-联苯胺(简称:ThBA1BP)、4-(2-萘基)-4',4''-二苯基三苯基胺(简称:BBA $\beta$ NB)、4-[4-(2-萘基)苯基]-4',4''-二苯基三苯基胺(简称:BBA $\beta$ NBi)、4,4'-二苯基-4''-(6;1'-联萘基-2-基)三苯基胺(简称:BBA $\alpha$ N $\beta$ NB)、4,4'-二苯基-4''-(7;1'-联萘基-2-基)三苯基胺(简称:BBA $\alpha$ N $\beta$ NB-03)、4,4'-二苯基-4''-(7-苯基)萘基-2-基三苯基胺(简称:BBAP $\beta$ NB-03)、4,4'-二苯基-4''-(6;2'-联萘基-2-基)三苯基胺(简称:BBA( $\beta$ N2)B)、4,4'-二苯基-4''-(7;2'-联萘基-2-基)-三苯基胺(简称:BBA( $\beta$ N2)B-03)、4,4'-二苯基-4''-(4;2'-联萘基-1-基)三苯基胺(简称:BBA $\beta$ NaNB-02)、4-(4-联苯基)-4'-(2-萘基)-4''-苯基三苯基胺(简称:TPBiA $\beta$ NB)、4-(3-联苯基)-4'-[4-(2-萘基)苯基]-4''-苯基三苯基胺(简称:mTPBiA $\beta$ NBi)、4-(4-联苯基)-4'-[4-(2-萘基)苯基]-4''-苯基三苯基胺(简称:TPBiABNBi)、4-苯基-4'-(1-萘基)三苯基胺(简称: $\alpha$ NBA1BP)、4,4'-双(1-萘基)三苯基胺(简称: $\alpha$ NBB1BP)、4,4'-二苯基-4''-[4'-(咔唑-9-基)联苯-4-基]三苯基胺(简称:YGTBi1BP)、4'-[4-(3-苯基-9H-咔唑-9-基)苯基]三

(1,1'-联苯-4-基)胺(简称:YGTBi1BP-02)、4-[4'- (咔唑-9-基)联苯-4-基]-4'-(2-萘基)-4"-苯基三苯基胺(简称:YGTBi $\beta$ NB)、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([1,1'-联苯]-4-基)-9,9'-螺二[9H-芴]-2-胺(简称:BBASF(4))、N-(1,1'-联苯-2-基)-N-(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)-9,9'-螺二[9H-芴]-4-胺(简称:oFBiSF)、N-(4-联苯基)-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)三苯基胺(简称:BPAFLP)、4-苯基-3'-(9-苯基芴-9-基)三苯基胺(简称:mBPAFLP)、4-苯基-4'-[4-(9-苯基芴-9-基)苯基]三苯基胺(简称:BPAFLBi)、4-苯基-4'-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯基胺(简称:PCBA1BP)、4,4'-二苯基-4"- (9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯基胺(简称:PCBBi1BP)、4-(1-萘基)-4'-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯基胺(简称:PCBANB)、4,4'-二(1-萘基)-4"- (9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯基胺(简称:PCBNBB)、N-苯基-N-[4-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)苯基]-9,9'-螺二[9H-芴]-2-胺(简称:PCBASF)、N-(1,1'-联苯-4-基)-N-[4-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)苯基]-9,9'-二甲基-9H-芴-2-胺(简称:PCBBiF)、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。

[0119] 此外,作为具有空穴传输性的材料,作为其他芳香胺化合物,还可以使用N,N'-二(对甲苯基)-N,N'-二苯基-对苯二胺(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。此外,优选使用用于第一空穴传输层112-1及第三空穴传输层112-3的有机化合物。

[0120] 注意,用于复合材料的具有空穴传输性的材料更优选为HOMO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材料具有较深的HOMO能级时,空穴容易注入到空穴传输层112,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材料为具有较深的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。

[0121] 注意,通过对上述复合材料还混合碱金属或碱土金属的氟化物(优选的是该层中的氟原子的原子比率为20%以上),可以降低该层的折射率。由此,也可以在EL层103内部形成折射率低的层,且可以提高发光器件的外部量子效率。

[0122] 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。

[0123] 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。

[0124] 空穴传输层112以包含具有空穴传输性的材料的方式形成。具有空穴传输性的材料优选具有 $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以上的空穴迁移率。本发明的一个方式的发光器件的空穴传输层112具有上述结构,所以可以得到特性良好的发光器件。例如,可以得到外部量子效率、电流效率、蓝光效率指数中的任一个或多个良好的发光器件。此外,在不采用上述结构的情况下

下,空穴传输层112可以由单层或多层构成,并且作为具有空穴传输性的材料,可以使用上述空穴注入层的可以用于复合材料的具有空穴传输性的材料。

[0125] 此外,电子阻挡层也可以设置在空穴传输层112与发光层113之间。作为电子阻挡层,优选使用具有空穴传输性且LUMO能级比发光层113高0.25eV以上的物质。

[0126] 发光层113优选包含发光物质及主体材料。注意,发光层113也可以包含其他材料。此外,也可以为组成不同的两层叠层。

[0127] 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。本发明的一个方式可以在发光层113为呈现荧光发光的层,尤其是,为呈现蓝色荧光发光的层的情况下更适合地使用。

[0128] 在发光层113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。

[0129] 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)联苯基-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]茈-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]茈-1,6-二胺(简称:1,6mMemFLPAPrn)、N,N'-双[4-(9H-咔唑-9-基)苯基]-N,N'-二苯基二苯乙烯-4,4'-二胺(简称:YGA2S)、4-(9H-咔唑-9-基)-4'-(10-苯基-9-蒽基)三苯胺(简称:YGAPA)、4-(9H-咔唑-9-基)-4'-(9,10-二苯基-2-蒽基)三苯胺(简称:2YGAPPA)、N,9-二苯基-N-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-9H-咔唑-3-胺(简称:PCAPA)、二萘嵌苯、2,5,8,11-四-叔丁基二萘嵌苯(简称:TBP)、4-(10-苯基-9-蒽基)-4'-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯胺(简称:PCBAPA)、N,N'-(2-叔丁基蒽-9,10-二基-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''-八苯基二苯并[g,p]蒄(chrysene)-2,7,10,15-四胺(简称:DBC1)、香豆素30、N-(9,10-二苯基-2-蒽基)-N,9-二苯基-9H-咔唑-3-胺(简称:2PCAPA)、N-[9,10-双(1,1'-联苯基-2-基)-2-蒽基]-N,9-二苯基-9H-咔唑-3-胺(简称:2PCABPhA)、N-(9,10-二苯基-2-蒽基)-N,N',N'-三苯基-1,4-苯二胺(简称:2DPAPA)、N-[9,10-双(1,1'-联苯基-2-基)-2-蒽基]-N,N',N'-三苯基-1,4-苯二胺(简称:2DPABPhA)、9,10-双(1,1'-联苯基-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'-联苯基-4-基)-6,11-二苯基并四苯(简称:BPT)、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)蒄并[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-茈-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等茈二胺化合物为代表的稠合芳族二胺化合物具有合适的空穴俘获性且高发光效率及高可靠性,所以是优选的。

[0130] 当在发光层113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。

[0131] 例如可以使用如下材料,三{2-[5-(2-甲基苯基)-4-(2,6-二甲基苯基)-4H-1,2,4-三唑-3-基-κN2]苯基-κC}铱(III)(简称:[Ir(mpptz-dmp)<sub>3</sub>])、三(5-甲基-3,4-二苯基-4H-1,2,4-三唑)铱(III)(简称:[Ir(Mptz)<sub>3</sub>])、三[4-(3-联苯)-5-异丙基-3-苯基-4H-1,2,4-三唑]铱(III)(简称:[Ir(iPrptz-3b)<sub>3</sub>])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-mp)<sub>3</sub>])、三(1-甲基-5-苯基-3-丙基-1H-1,2,4-三唑)铱(III)(简称:[Ir(Prptz1-Me)<sub>3</sub>])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(iPrpmi)<sub>3</sub>])、三[3-(2,6-二甲基苯基)-7-甲基咪唑并[1,2-f]菲啶根(phenanthridinato)]铱(III)(简称:[Ir(dmpimpt-Me)<sub>3</sub>])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<sup>2</sup>']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<sup>2</sup>']铱(III)吡啶甲酸酯(简称:FIrpic)、双{2-[3',5'-双(三氟甲基)苯基]吡啶根-N,C<sup>2</sup>'}铱(III)吡啶甲酸酯(简称:[Ir(CF<sub>3</sub>ppy)<sub>2</sub>(pic)])、双[2-(4',6'-二氟苯基)吡啶根-N,C<sup>2</sup>']铱(III)乙酰丙酮(简称:Fir(acac))等以具有拉电子基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440nm至520nm的波长区域中具有发光峰的化合物。

[0132] 此外,可以举出:三(4-甲基-6-苯基嘧啶根)铱(III)(简称:[Ir(mpmp)<sub>3</sub>])、三(4-叔丁基-6-苯基嘧啶根)铱(III)(简称:[Ir(tBuppm)<sub>3</sub>])、(乙酰丙酮根)双(6-甲基-4-苯基嘧啶根)铱(III)(简称:[Ir(mpmp)<sub>2</sub>(acac)])、(乙酰丙酮根)双(6-叔丁基-4-苯基嘧啶根)铱(III)(简称:[Ir(tBuppm)<sub>2</sub>(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)<sub>2</sub>(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(mpmpmp)<sub>2</sub>(acac))、(乙酰丙酮根)双(4,6-二苯基嘧啶根)铱(III)(简称:[Ir(dppm)<sub>2</sub>(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(mpmp-Me)<sub>2</sub>(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(mpmp-iPr)<sub>2</sub>(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<sup>2</sup>')铱(III)(简称:[Ir(ppy)<sub>3</sub>])、双(2-苯基吡啶根-N,C<sup>2</sup>')铱(III)乙酰丙酮(简称:[Ir(ppy)<sub>2</sub>(acac)])、双(苯并[h]喹啉)铱(III)乙酰丙酮(简称:[Ir(bzq)<sub>2</sub>(acac)])、三(苯并[h]喹啉)铱(III)(简称:[Ir(bzq)<sub>3</sub>])、三(2-苯基喹啉-N,C<sup>2</sup>')铱(III)(简称:[Ir(pq)<sub>3</sub>])、双(2-苯基喹啉-N,C<sup>2</sup>')铱(III)乙酰丙酮(简称:[Ir(pq)<sub>2</sub>(acac)])、[2-d<sub>3</sub>-甲基-8-(2-吡啶基-κN)苯并呋喃并[2,3-b]吡啶-κC]双[2-(5-d<sub>3</sub>-甲基-2-吡啶基-κN<sup>2</sup>)苯基-κC]铱(III)(简称:[Ir(5mppy-d<sub>3</sub>)<sub>2</sub>(mbfpypy-d<sub>3</sub>)])、[2-(甲基-

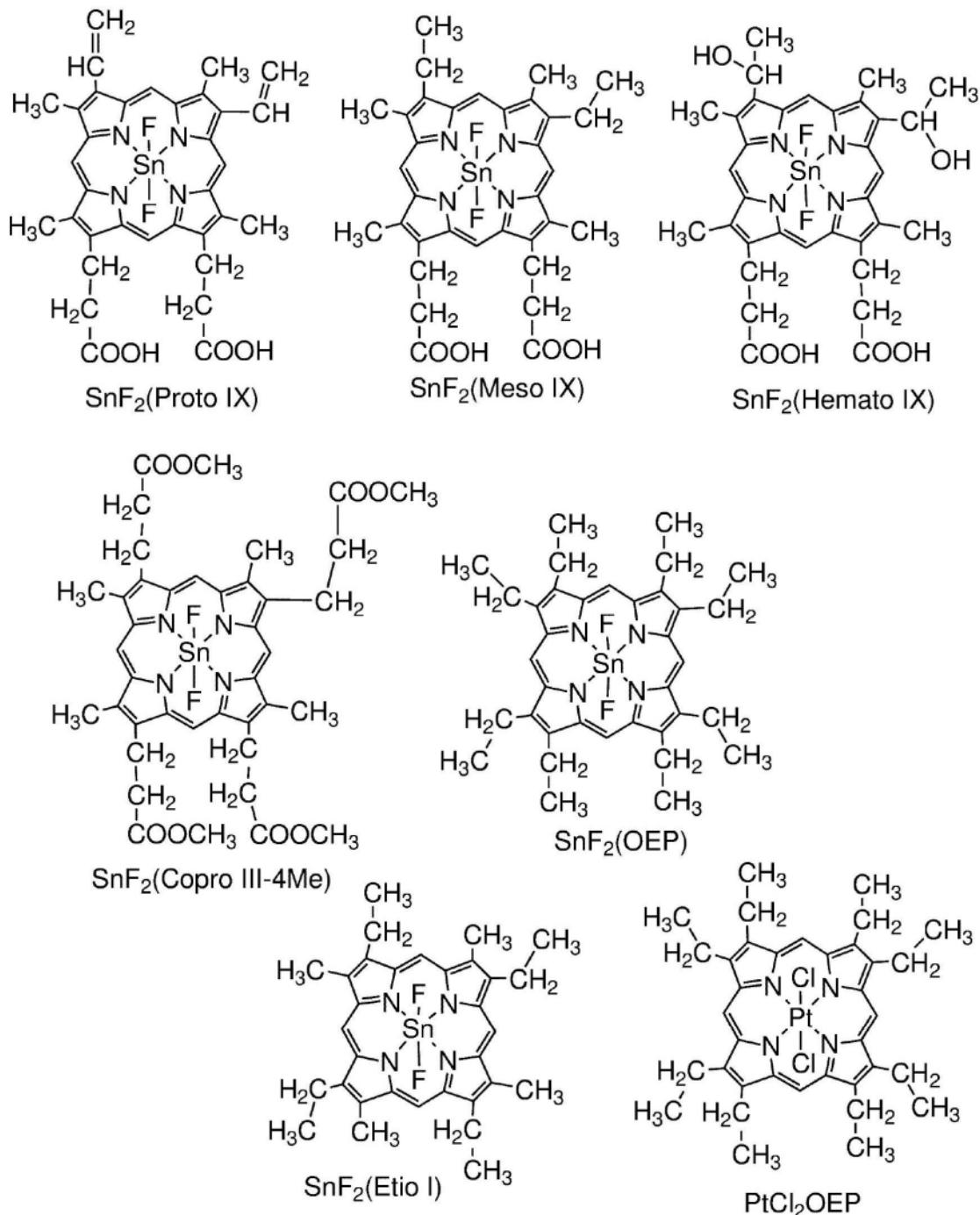
d3) -8-[4-(1-甲基乙基-1-d)-2-吡啶基-κN]苯并呋喃并[2,3-b]吡啶-7-基-κC]双[5-(甲基-d3)-2-[5-(甲基-d3)-2-吡啶基-κN]苯基-κC]铱(III) (简称:Ir(5mtpy-d6)2(mbfpypy-iPr-d4))、[2-d<sub>3</sub>-甲基-(2-吡啶基-κN)苯并呋喃并[2,3-b]吡啶-κC]双[2-(2-吡啶基-κN)苯基-κC]铱(III) (简称:[Ir(ppy)<sub>2</sub>(mbfpypy-d<sub>3</sub>)])、[2-(4-甲基-5-苯基-2-吡啶基-κN)苯基-κC]双[2-(2-吡啶基-κN)苯基-κC]铱(III) (简称:Ir(ppy)<sub>2</sub>(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)<sub>3</sub>(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。

[0133] 此外,可以举出:(二异丁酰基甲烷根)双[4,6-双(3-甲基苯基)嘧啶基]铱(III) (简称:[Ir(5mdppm)<sub>2</sub>(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)<sub>2</sub>(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)<sub>2</sub>(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)<sub>2</sub>(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)<sub>2</sub>(dpm)])、(乙酰丙酮根)双[2,3-双(4-氟苯基)喹喔啉合]铱(III) (简称:[Ir(Fdpq)<sub>2</sub>(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<sup>2</sup>)铱(III) (简称:[Ir(piq)<sub>3</sub>])、双(1-苯基异喹啉-N,C<sup>2</sup>)铱(III)乙酰丙酮(简称:[Ir(piq)<sub>2</sub>(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(propanedionato)) (单菲咯啉)铕(III) (简称:[Eu(DBM)<sub>3</sub>(Phen)])、三[1-(2-噻吩甲酰基)-3,3,3-三氟丙酮] (单菲咯啉)铕(III) (简称:[Eu(TTA)<sub>3</sub>(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。

[0134] 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。

[0135] 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<sub>2</sub>(Proto IX))、中卟啉-氟化锡配合物(SnF<sub>2</sub>(Meso IX))、血卟啉-氟化锡配合物(SnF<sub>2</sub>(Hemato IX))、粪卟啉四甲酯-氟化锡配合物(SnF<sub>2</sub>(Copro III-4Me))、八乙基卟啉-氟化锡配合物(SnF<sub>2</sub>(OEP))、初卟啉-氟化锡配合物(SnF<sub>2</sub>(Etio I))以及八乙基卟啉-氯化铂配合物(PtCl<sub>2</sub>OEP)等。

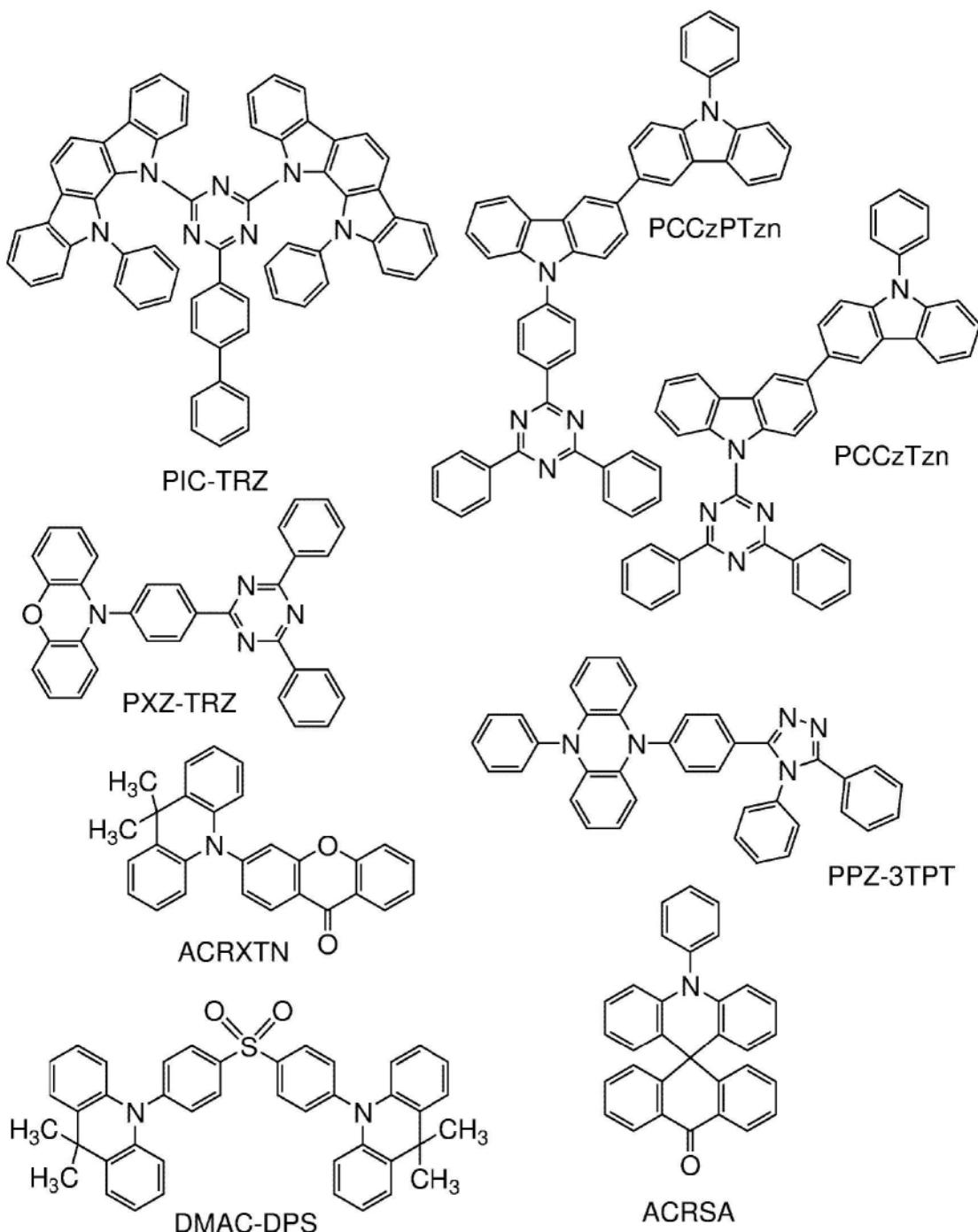
[0136] [化学式8]



[0137] 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-苯基吖啶[2,3-a]咔唑-11-基)-1,3,5-三嗪(简称:PIC-TRZ)、9-[4-(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)、9-[4-(4,6-二苯基-1,3,5-三嗪-2-基)苯基]-9'-苯基-9H,9'H-3,3'-联咔唑(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

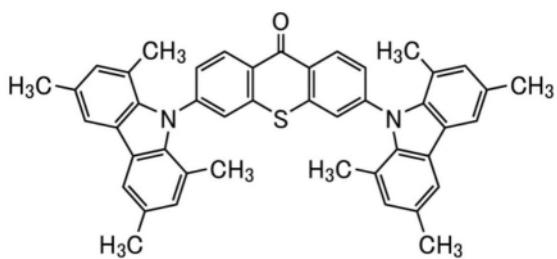
环,电子传输性和空穴传输性都高,所以是优选的。其中,在具有缺 $\pi$ 电子杂芳环的骨架中,吡啶骨架、二嗪骨架(嘧啶骨架、吡嗪骨架、哒嗪骨架)及三嗪骨架稳定且可靠性良好,所以是优选的。尤其是,苯并呋喃并嘧啶骨架、苯并噻吩并嘧啶骨架、苯并呋喃并吡嗪骨架、苯并噻吩并吡嗪骨架的接受性高且可靠性良好,所以是优选的。此外,在具有富 $\pi$ 电子杂芳环的骨架中,吖啶骨架、吩恶嗪骨架、吩噻嗪骨架、呋喃骨架、噻吩骨架及吡咯骨架稳定且可靠性良好,所以优选具有上述骨架中的至少一个。此外,作为呋喃骨架优选使用二苯并呋喃骨架,作为噻吩骨架优选使用二苯并噻吩骨架。作为吡咯骨架,特别优选使用吲哚骨架、咔唑骨架、吲哚咔唑骨架、联咔唑骨架、3-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)-9H-咔唑骨架。在富 $\pi$ 电子型杂芳环和缺 $\pi$ 电子型杂芳环直接键合的物质中,富 $\pi$ 电子杂芳环的电子供给性和缺 $\pi$ 电子型杂芳环的电子接受性都高而S<sub>1</sub>能级与T<sub>1</sub>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香环代替缺 $\pi$ 电子型杂芳环。此外,作为富 $\pi$ 电子骨架,可以使用芳香胺骨架、吩嗪骨架等。此外,作为缺 $\pi$ 电子骨架,可以使用氧杂蒽骨架、二氧化噻吨(thioxanthene dioxide)骨架、噁二唑骨架、三唑骨架、咪唑骨架、蒽醌骨架、苯基硼烷或boranthrene等含硼骨架、苯甲腈或氰苯等具有腈基或氰基的芳香环或杂芳环、二苯甲酮等羰骨架、氧化膦骨架、砜骨架等。如此,可以使用缺 $\pi$ 电子骨架及富 $\pi$ 电子骨架代替缺 $\pi$ 电子杂芳环以及富 $\pi$ 电子杂芳环中的至少一个。

[0138] [化学式9]



[0139] 此外,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,所以可以抑制发光元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。

[0140] [化学式10]



[0141] 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。

[0142] 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将三重激发能转换为单重激发能的TADF材料的功能。

[0143] 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。

[0144] 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。

[0145] 作为发光层的主体材料,可以使用具有电子传输性的材料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。

[0146] 作为具有空穴传输性的材料,优选使用具有胺骨架或富π电子型杂芳环骨架的有机化合物。例如,可以举出:4,4'-双[N-(1-萘基)-N-苯基氨基]联苯(简称:NPB)、N,N'-双(3-甲基苯基)-N,N'-二苯基-[1,1'-联苯]-4,4'-二胺(简称:TPD)、4,4'-双[N-(螺-9,9'-二芴-2-基)-N-苯基氨基]联苯(简称:BSPB)、4-苯基-4'--(9-苯基芴-9-基)三苯胺(简称:BPAFLP)、4-苯基-3'--(9-苯基芴-9-基)三苯胺(简称:mBPAFLP)、4-苯基-4'--(9-苯基-9H-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]-9,9'-螺二[9H-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)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]-6-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、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,也可以使用作为空穴传输层112的具有空穴传输性的材料的例子举出的有机化合物。

[0147] 作为具有电子传输性的材料,例如优选使用:双(10-羟基苯并[h]喹啉)铍(II)(简称:BeBq<sub>2</sub>)、双(2-甲基-8-羟基喹啉)(4-苯基苯酚)铝(III)(简称:BA1q)、双(8-羟基喹啉)锌(II)(简称:Znq)、双[2-(2-苯并噁唑基)苯酚]锌(II)(简称:ZnPBO)、双[2-(2-苯并噁唑基)苯酚]锌(II)(简称:ZnBTZ)等金属配合物或包括缺π电子型杂芳环的有机化合物。作为包括缺π电子型杂芳环的有机化合物,例如可以举出: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-(对叔丁基苯基)-1,3,4-噁二唑-2-基]苯(简称:0XD-7)、9-[4-(5-苯基-1,3,4-噁二唑-2-基)苯基]-9H-咔唑(简称:C011)、2,2',2"- (1,3,5-苯三基)三(1-苯基-1H-苯并咪唑)(简称:TPBI)、2-[3-(二苯并噁吩-4-基)苯基]-1-苯基-1H-苯并咪唑(简称:mDBTBIm-II)、4,4'-双(5-甲基苯恶唑-2-基)二苯乙烯(简称:Bz0s)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-(二苯并噁吩-4-基)苯基]二苯并[f,h]噁唑(简称:2mDBTPDBq-II)、2-[3'-(二苯并噁吩-4-基)联苯-3-基]二苯并[f,h]噁唑(简称:2mCzBPDBq)、2-[4'-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)-3,1'-联苯基-1-基]二苯并[f,h]噁唑(简称:2mpPCBPDBq)、2-[4-(3,6-二苯基-9H-咔唑-9-基)苯基]二苯并[f,h]噁唑(简称:2CzPDBq-III)、7-[3-(二苯并噁吩-4-基)苯基]二苯并[f,h]噁唑(简称:7mDBTPDBq-II)、6-[3-(二苯并噁吩-4-基)苯基]二苯并[f,h]噁唑(简称:6mDBTPDBq-II)、9-[3'-二苯并噁吩-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'-二苯并噁吩-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-(4-二苯并噁吩基)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(联苯基-3,3'-二基)]双(9H-咔唑)(简称:4,6mCzBP2Pm)、8-(1,1'-联苯基-4-基)-4-[3-(二苯并噁吩-4-基)苯基]-[1]苯并呋喃并[3,2-d]嘧啶(简称:8BP-4mDBtPBfpm)、3,8-双3-(二苯并噁吩-4-基)苯基]苯并呋喃并[2,3-b]吡嗪(简称:3,8mDBtP2Bfpr)、4,8-双3-(二苯并噁吩-4-基)苯基]-[1]苯并呋喃并[3,2-d]嘧啶(简称:4,8mDBtP2Bfpm)、8-[3'-(二苯并噁吩-4-基)(1,1'-联苯基-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-(二苯并噁吩-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]噁唑啉)(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-(1,1'-联苯基-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-(1,1'-联苯基-4-基)嘧啶(简称:6BP-4Cz2PPm)、7-[4-(9-苯基-9H-咔唑-2-基)噁唑-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-[1,1'-联苯基]-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)-1,1'-联苯基-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]呋唑(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)联苯基-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-[1,1'-二苯基]-4-基-6-苯基-1,3,5-三嗪-2-基)-11,12-二氢-12-苯基-吲哚[2,3-a]呋唑(简称:BP-Icz(II)Tzn)、2-[3'-(三亚苯-2-基)-1,1'-联苯基-3-基]-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(简称:mTpBPTzn)、9-[4-(4,6-二苯基-1,3,5-三嗪-2-基)-2-二苯并噻吩基]-2-苯基-9H-呋唑(简称:PCDBfTzn)、2-[1,1'-联苯基]-3-基-4-苯基-6-(8-[1,1':4',1"]-三联苯基)-4-基-1-二苯并呋喃基)-1,3,5-三嗪(简称:mBP-TPDBfTzn)等包含具有三嗪骨架的杂芳环的有机化合物。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。

[0148] 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跃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。

[0149] 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。

[0150] 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波长的发光的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。

[0151] 为了高效地从三重激发能通过反系间窜跃生成单重激发能,优选在TADF材料中产生载流子复合。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。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,优选包含芳香环,并优选具有稠合芳香环或稠合杂芳环。作为稠合芳香环或稠合杂芳环,可以举出菲骨架、二苯乙烯骨架、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。

[0152] 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,在包含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9,10-二苯基蒽骨架及咔唑骨架(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: $\alpha$ N- $\beta$ NPAanth)、9-(1-萘基)-10-(2-萘基)蒽(简称 $\alpha$ , $\beta$ ADN)、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 $\beta$ N- $m$  $\beta$ NPAanth)、1-[4-(10-[1,1'-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呈现非常好的特性,所以是优选的。

[0153] 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和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。

[0154] 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。

[0155] 此外,也可以使用这些混合了的材料形成激基复合物。通过以形成发射与发光物质的最低能量一侧的吸收带的波长重叠的光的激基复合物的方式选择混合材料,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。

[0156] 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跃转换为单重激发能。

[0157] 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)测定测得的材料的电化学特性(还原电位及氧化电位)求出。

[0158] 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值)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,与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。

[0159] 电子传输层114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 $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 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。

[0160] 作为可以用于电子传输层的上述具有电子传输性的材料,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-(对叔丁基苯基)-1,3,4-噁二唑-2-基]苯(简称:OXD-7)、9-[4-(5-苯基-1,3,4-噁二唑-2-基)苯基]-9H-咔唑(简称:C011)、2,2',2''-(1,3,5-苯三基)三(1-苯基-1H-苯并咪唑)(简称:TPBI)、2-[3-(二苯并噻吩-4-基)苯基]-1-苯基-1H-苯并咪唑(简称:mDBTBI<sub>m</sub>-II)、4,4'-双(5-甲基苯恶唑-2-基)二苯乙烯(简称:Bz0s)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]唑喔啉(简称:2mDBTPDBq-II)、2-[3'-(二苯并噻吩-4-基)联苯-3-基]二苯并[f,h]唑喔啉(简称:2mDBTPDBq-II)、2-[3'-(9H-咔唑-9-基)联苯-3-基]二苯并[f,h]唑喔啉(简称:2mCzBPDBq)、2-[4'-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)-3,1'-联苯基-1-基]二苯并[f,h]唑喔啉(简称:2mpPCBPDBq)、2-[4-(3,6-二苯基-9H-咔唑-9-基)苯基]二苯并[f,h]唑喔啉(简称:2CzPDBq-III)、7-[3-(二苯并噻吩-4-基)苯基]二苯并[f,h]唑喔啉(简称:7mDBTPDBq-II)、6-[3-(二苯并噻吩-4-基)苯基]二苯并[f,h]唑喔啉(简称:6mDBTPDBq-II)、9-[3'-(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'-(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:4,6mDBT2Pm-II)、4,6-双[3-(9H-咔唑-9-基)苯基]嘧啶(简称:4,6mCzP2Pm)、9,9'-双(4,6-二基双(联苯基-3,3'-二基))双(9H-咔唑)(简称:4,6mCzBP2Pm)、8-(1,1'-联苯基-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)(1,1'-联苯基-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-(1,1'-联苯基-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-(1,1'-联苯基-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-[ (1,1'-联苯基)-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]-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)-1,1'-联苯基-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-(二苯并噁吟-4-基)苯基]苯基}-4,6-二苯基-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-[1,1'-二苯基]-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)-1,1'-联苯基-3-基]-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(简称:mTpBPTzn)、9-[4-(4,6-二苯基-1,3,5-三嗪-2-基)-2-二苯并噁吟基]-2-苯基-9H-咔唑(简称:PCDBfTzn)、2-[1,1'-联苯基]-3-基-4-苯基-6-(8-[1,1':4',1"-三联苯基]-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。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。

[0161] 此外,通过将折射率较低的具有电子传输性的材料用于电子传输层114,可以得到特性更良好的发光器件。

[0162] 优选的是,作为可以用于电子传输层的折射率低且具有电子传输性的有机化合物,优选具有至少一个氮原子数为1至3的六元环杂芳环,包括多个成环碳原子数为6至14的稠合芳香烃环,多个上述稠合芳香烃环中的至少两个是苯环,并包含多个以sp<sup>3</sup>杂化轨道形成键合的烃基。

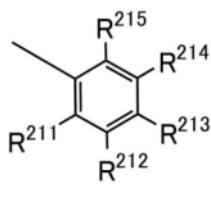
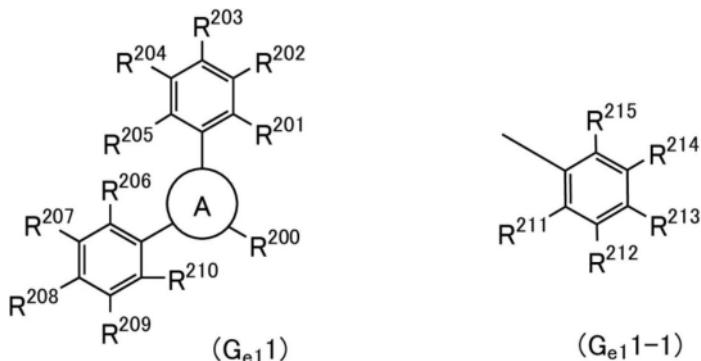
[0163] 此外,在这种有机化合物中,分子的总碳原子数中以sp<sup>3</sup>杂化轨道形成键合的碳原子数之比例优选占10%以上且60%以下,更优选占10%以上且50%以下。或者,在这种有机化合物中,在利用<sup>1</sup>H-NMR对该有机化合物进行测量的结果中小于4ppm的信号的积分值优选为4ppm以上的信号的积分值的1/2倍以上。

[0164] 优选的是,上述具有电子传输性的有机化合物的分子量优选为500以上且2000以下。此外,该有机化合物中的所有的以sp<sup>3</sup>杂化轨道形成键合的烃基键合到上述成环碳原子

数为6至14的稠合芳香烃环,该有机化合物的LUMO没有分布在该稠合芳香烃环上。

[0165] 该具有电子传输性的有机化合物优选为由下述通式(G<sub>e1</sub>1)或(G<sub>e1</sub>1-1)表示的有机化合物。

[0166] [化学式11]



[0167] 在通式中,A表示氮原子数为1至3的六元环杂芳环,并优选为吡啶环、嘧啶环、吡嗪环、哒嗪环或者三嗪环。

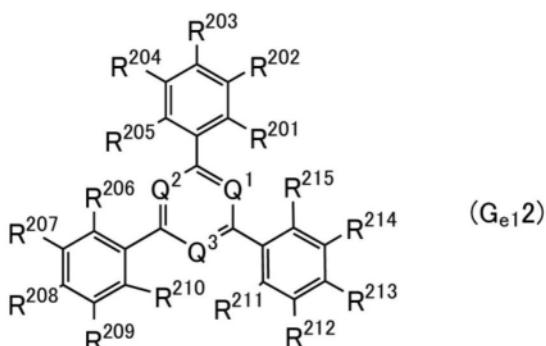
[0168] 此外,R<sup>200</sup>表示氢、碳原子数为1至6的烷基、碳原子数为3至10的脂环基或者由式(G1-1)表示的取代基。

[0169] R<sup>201</sup>至R<sup>215</sup>中的至少一个是具有取代基的苯基,其他的分别独立地表示氢、碳原子数为1至6的烷基、碳原子数为3至10的脂环基、取代或未取代的成环碳原子数为6至14的芳香烃基或者取代或未取代的吡啶基。R<sup>201</sup>、R<sup>203</sup>、R<sup>205</sup>、R<sup>206</sup>、R<sup>208</sup>、R<sup>210</sup>、R<sup>211</sup>、R<sup>213</sup>及R<sup>215</sup>优选为氢。上述具有取代基的苯基具有一个或两个取代基,该取代基分别独立地为碳原子数为1至6的烷基、碳原子数为3至10的脂环基或者取代或未取代的成环碳原子数为6至14的芳香烃基。

[0170] 由上述通式(G<sub>e1</sub>1)表示的有机化合物具有多个选自碳原子数为1至6的烷基和碳原子数为3至10的脂环基中的烃基,分子的总碳原子数中以sp<sup>3</sup>杂化轨道形成键合的碳原子数之比例占10%以上且60%以下。

[0171] 此外,该具有电子传输性的有机化合物优选为由下述通式(G<sub>e1</sub>2)表示的有机化合物。

[0172] [化学式12]



[0173] 在通式中,Q<sup>1</sup>至Q<sup>3</sup>中的两个或三个表示N,在上述Q<sup>1</sup>至Q<sup>3</sup>中的两个是N时,其余的一个表示CH。

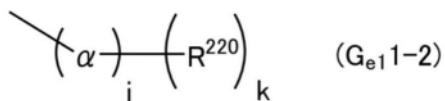
[0174] 此外,R<sup>201</sup>至R<sup>215</sup>中的至少一个是具有取代基的苯基,其他的分别独立地表示氢、碳原子数为1至6的烷基、碳原子数为3至10的脂环基、取代或未取代的成环碳原子数为6至14

的芳香烃基或者取代或未取代的吡啶基。 $R^{201}$ 、 $R^{203}$ 、 $R^{205}$ 、 $R^{206}$ 、 $R^{208}$ 、 $R^{210}$ 、 $R^{211}$ 、 $R^{213}$ 及 $R^{215}$ 优选为氢。上述具有取代基的苯基具有一个或两个取代基,该取代基分别独立地为碳原子数为1至6的烷基、碳原子数为3至10的脂环基或者取代或未取代的成环碳原子数为6至14的芳香烃基。

[0175] 优选的是,由上述通式( $G_{e1}2$ )表示的有机化合物具有多个选自碳原子数为1至6的烷基和碳原子数为3至10的脂环基中的烃基,分子的总碳原子数中以 $sp^3$ 杂化轨道形成键合的碳原子数之比例占10%以上且60%以下。

[0176] 此外,在由上述通式( $G_{e1}1$ )或( $G_{e1}2$ )表示的有机化合物中,具有取代基的苯基优选为由下述式( $G_{e1}1-2$ )表示的基。

[0177] [化学式13]



[0178] 在式中, $\alpha$ 表示取代或未取代的亚苯基,间位取代亚苯基是优选的。此外,当间位取代亚苯基具有一个取代基时,优选该取代基也在间位取代。该取代基优选为碳原子数为1至6的烷基或者碳原子数为3至10的脂环基,更优选为碳原子数为1至6的烷基,进一步优选为叔丁基。

[0179]  $R^{220}$ 表示碳原子数为1至6的烷基、碳原子数为3至10的脂环基或者取代或未取代的成环碳原子数为6至14的芳香烃基。

[0180] 此外, $j$ 及 $k$ 表示1或2。注意,在 $j$ 是2的情况下,多个 $\alpha$ 可以相同,也可以不同。此外,在 $k$ 是2的情况下,多个 $R^{220}$ 可以相同,也可以不同。 $R^{220}$ 优选为苯基,更优选为在两个间位中的一方或双方具有碳原子数为1至6的烷基或者碳原子数为3至10的脂环基的苯基。该苯基在两个间位中的一方或双方所具有的取代基更优选为碳原子数为1至6的烷基,进一步优选为叔丁基。

[0181] 上述具有电子传输性的有机化合物在蓝色发光区域(455nm以上且465nm以下)中的寻常光折射率为1.50以上且1.75以下,或者,对于通常用于折射率的测量的633nm的光的寻常光折射率为1.45以上且1.70以下,并且该有机化合物的电子传输性良好。

[0182] 此外,当将上述具有电子传输性的有机化合物用于电子传输层114时,电子传输层114优选还包含碱金属或碱土金属的金属配合物。包含二嗪骨架的杂环化合物、包含三嗪骨架的杂环化合物、包含吡啶骨架的杂环化合物在与碱金属的有机金属配合物之间形成激基复合物时的能量易于稳定(激基复合物的发光波长易于长波长化),所以从驱动寿命的观点来看是很优选的。尤其是,包含二嗪骨架的杂环化合物或包含三嗪骨架的杂环化合物的LUMO能级深,由此在使激基复合物的能量稳定化时是很优选的。

[0183] 此外,上述碱金属的有机金属配合物优选为钠或锂的金属配合物。此外,上述碱金属的有机金属配合物优选包含具有羟基喹啉骨架的配体。此外,上述碱金属的有机金属配合物更优选为具有8-羟基喹啉结构的锂配合物或其衍生物。作为具有8-羟基喹啉结构的锂配合物的衍生物,优选为具有包含烷基的8-羟基喹啉结构的锂配合物,特别优选包含甲基。

[0184] 具有烷基的8-羟基喹啉-锂可以实现折射率低的金属配合物。具体而言,在薄膜状态下,对于455nm以上且465nm以下的范围内的波长的光的寻常光折射率可以为1.45以上且

1.70以下，并且对于633nm波长的光的寻常光折射率可以为1.40以上且1.65以下。

[0185] 具体而言，作为上述金属配合物，例如可以举出8-羟基喹啉-锂(简称:Liq)、8-羟基喹啉-钠(简称:Naq)等。尤其优选的是，一价的金属离子的复合物，其中优选为锂的复合物，更优选为Liq。在具有8-羟基喹啉结构的情况下，优选使用其甲基取代物(例如2-甲基取代物、5-甲基取代物或6-甲基取代物)等。尤其是，当使用包括在6位具有烷基的8-羟基喹啉结构的碱金属配合物时，有降低发光器件的驱动电压的效果。

[0186] 此外，电子传输层114优选在电场强度[V/cm]的平方根为600时的电子迁移率为 $1 \times 10^{-7} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以上且 $5 \times 10^{-5} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以下。通过降低电子传输层114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。

[0187] 可以在电子传输层114和第二电极102之间设置由氟化锂(LiF)、氟化铯(CsF)、氟化钙(CaF<sub>2</sub>)、8-羟基喹啉-锂(简称:Liq)等的碱金属、碱土金属或它们的化合物或配合物的层作为电子注入层115。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。

[0188] 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。该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。

[0189] 此外，可以设置电荷产生层116，而代替图1A的电子注入层115(图1B)。电荷产生层116是通过施加电位，可以对与该层的阴极一侧接触的层注入空穴，并且对与该层的阳极一侧接触的层注入电子的层。电荷产生层116至少包括P型层117。P型层117优选使用上述构成空穴注入层111的复合材料来形成。此外，P型层117也可以将作为构成复合材料的材料包含上述包含接受性材料的膜和包含空穴传输材料的膜层叠来形成。通过对P型层117施加电位，电子和空穴分别注入到电子传输层114和第二电极102，使得发光器件工作。

[0190] 此外，电荷产生层116除了包括P型层117之外，优选还包括电子中继层118及电子注入缓冲层119中的任一方或双方。

[0191] 电子中继层118至少包含具有电子传输性的物质，并且能够防止电子注入缓冲层119和P型层117的相互作用，并顺利地传递电子。优选将电子中继层118所包含的具有电子传输性的物质的LUMO能级设定在P型层117中的接受性物质的LUMO能级与电子传输层114中的接触于电荷产生层116的层所包含的物质的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。

[0192] 电子注入缓冲层119可以使用碱金属、碱土金属、稀土金属以及这些物质的化合物(碱金属化合物(包括氧化锂等氧化物、卤化物、碳酸锂或碳酸铯等碳酸盐)、碱土金属化合物(包括氧化物、卤化物、碳酸盐)或稀土金属的化合物(包括氧化物、卤化物、碳酸盐))等电

子注入性高的物质。

[0193] 此外,在电子注入缓冲层119包含具有电子传输性的物质及施主性物质的情况下,作为施主性物质,除了碱金属、碱土金属、稀土金属和这些物质的化合物(碱金属化合物(包括氧化锂等氧化物、卤化物、碳酸锂或碳酸铯等碳酸盐)、碱土金属化合物(包括氧化物、卤化物、碳酸盐)或稀土金属的化合物(包括氧化物、卤化物、碳酸盐))以外,还可以使用四硫并四苯(tetrathianaphthacene)(简称:TTN)、二茂镍、十甲基二茂镍等有机化合物。

[0194] 此外,作为具有电子传输性的物质,可以使用与上面所说明的用于电子传输层114的材料同样的材料形成。由于该材料为折射率较低的有机化合物,所以通过将其用于电子注入缓冲层119,可以得到外部量子效率良好的发光器件。

[0195] 作为形成第二电极102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-氧化锡等用作第二电极102。这些导电材料可以通过真空蒸镀法、溅射法等干式法、喷墨法、旋涂法等形成。此外,第二电极102可以通过利用溶胶-凝胶法等湿式法或利用金属材料的膏剂的湿式法形成。

[0196] 在第二电极102由对可见光具有透过的材料构成的情况下,可以形成图1D所示的从阴极一侧发光的发光器件。在将第一电极101形成在衬底一侧的情况下,该发光器件可以为所谓的顶部发射型发光器件。

[0197] 这些导电材料可以通过真空蒸镀法、溅射法等干式法、喷墨法、旋涂法等形成。此外,也可以通过利用溶胶-凝胶法等湿式法或利用金属材料的膏剂的湿式法形成。

[0198] 此外,作为EL层103的形成方法,不论干式法或湿式法,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。

[0199] 此外,也可以通过使用不同成膜方法形成上面所述的各电极或各层。

[0200] 注意,设置在第一电极101与第二电极102之间的层的结构不局限于上述结构。但是,优选采用在离第一电极101及第二电极102远的部分设置空穴与电子复合的发光区域的结构,以便抑制由于发光区域与用于电极或载流子注入层的金属接近而发生的猝灭。

[0201] 此外,为了抑制从在发光层中产生的激子的能量转移,接触于发光层113的如空穴传输层和电子传输层,尤其是靠近发光层113中的复合区域的载流子传输层优选使用如下物质构成,即具有比构成发光层的发光材料或者包含在发光层中的发光材料所具有的带隙大的带隙的物质。

[0202] 接着,说明具有层叠有多个发光单元的结构的发光器件(以下也称为叠层型元件或串联元件)的方式。该发光器件是在阳极和阴极之间具有多个发光单元的发光器件。一个发光单元具有与图1A所示的EL层103大致相同的结构。就是说,可以说,串联型发光器件是具有多个发光单元的发光器件,而图1A或图1B所示的发光器件是具有一个发光单元的发光器件。

[0203] 在串联型发光器件中,在阳极和阴极之间层叠有第一发光单元和第二发光单元,并且在第一发光单元和第二发光单元之间设置有电荷产生层。阳极和阴极分别相当于图1A

中的第一电极101和第二电极102，并且可以应用与图1A的说明同样的材料。此外，第一发光单元和第二发光单元可以具有相同结构，也可以具有不同结构。

[0204] 串联型发光器件的电荷产生层具有在对阳极及阴极施加电压时，对一个发光单元注入电子并对另一个发光单元注入空穴的功能。就是说，在以阳极的电位比阴极的电位高的方式施加电压的情况下，电荷产生层只要是对第一发光单元注入电子并对第二发光单元注入空穴的层即可。

[0205] 电荷产生层优选具有与图1B所示的电荷产生层116同样的结构。因为有机化合物与金属氧化物的复合材料具有良好的载流子注入性及载流子传输性，从而能够实现低电压驱动及低电流驱动。注意，在发光单元的阳极一侧的面接触于电荷产生层的情况下，电荷产生层可以具有发光单元的空穴注入层的功能，所以在发光单元中也可以不设置空穴注入层。

[0206] 此外，当在串联型发光器件的电荷产生层中设置电子注入缓冲层119时，因为该电子注入缓冲层119具有阳极一侧的发光单元中的电子注入层的功能，所以在阳极一侧的发光单元中不一定必须设置电子注入层。

[0207] 虽然以上说明了具有两个发光单元的发光器件，但是可以同样地应用层叠三个以上的发光单元的发光器件。如根据本实施方式的发光器件，通过在一对电极之间将多个发光单元使用电荷产生层隔开并配置，该元件可以在保持低电流密度的同时实现高亮度发光，并且能够实现长寿命。此外，可以实现能够进行低电压驱动且低功耗的发光装置。

[0208] 此外，通过使各发光单元的发光颜色不同，可以以整个发光器件得到所希望的颜色的发光。例如，通过在具有两个发光单元的发光器件中获得来自第一发光单元的红色和绿色的发光颜色以及来自第二发光单元的蓝色的发光颜色，可以得到在整个发光器件中进行白色发光的发光器件。

[0209] 此外，上述EL层103、第一发光单元、第二发光单元及电荷产生层等各层及电极例如可以利用蒸镀法(包括真空蒸镀法)、液滴喷射法(也称为喷墨法)、涂敷法、凹版印刷法等方法形成。此外，其也可以包含低分子材料、中分子材料(包括低聚物、树枝状聚合物)或者高分子材料。

[0210] 此外，本实施方式可以与其他实施方式自由地组合。

[0211] 实施方式2

在本实施方式中，对使用实施方式1所示的发光器件的发光装置进行说明。

[0212] 在本实施方式中，参照图2A及图2B对使用实施方式1所示的发光器件而制造的发光装置进行说明。注意，图2A是示出发光装置的俯视图，并且图2B是沿图2A中的点划线A-B及点划线C-D切断的截面图。该发光装置作为用来控制发光器件的发光的单元包括由虚线表示的驱动电路部(源极线驱动电路)601、像素部602、驱动电路部(栅极线驱动电路)603。此外，附图标记604是密封衬底，附图标记605是密封材料，由密封材料605围绕的内侧是空间607。

[0213] 注意，引导布线608是用来传送输入到源极线驱动电路601及栅极线驱动电路603的信号的布线，并且从用作外部输入端子的FPC(柔性印刷电路)609接收视频信号、时钟信号、起始信号、复位信号等。注意，虽然在此只图示出FPC，但是该FPC还可以安装有印刷线路板(PWB)。本说明书中的发光装置不仅包括发光装置主体，而且还包括安装有FPC或PWB的发

光装置。

[0214] 下面,参照图2B说明截面结构。虽然在元件衬底610上形成有驱动电路部及像素部,但是在此示出作为驱动电路部的源极线驱动电路601和像素部602中的一个像素。

[0215] 元件衬底610除了可以使用由玻璃、石英、有机树脂、金属、合金、半导体等构成的衬底以外还可以使用由FRP (Fiber Reinforced Plastics: 纤维增强塑料)、PVF (聚氟乙烯)、聚酯或丙烯酸树脂等构成的塑料衬底。

[0216] 对用于像素或驱动电路的晶体管的结构没有特别的限制。例如,可以采用反交错型晶体管或交错型晶体管。此外,顶栅型晶体管或底栅型晶体管都可以被使用。对用于晶体管的半导体材料没有特别的限制,例如可以使用硅、锗、碳化硅、氮化镓等。或者可以使用In-Ga-Zn类金属氧化物等的包含铟、镓、锌中的至少一个的氧化物半导体。

[0217] 对用于晶体管的半导体材料的结晶性也没有特别的限制,可以使用非晶半导体或结晶半导体(微晶半导体、多晶半导体、单晶半导体或其一部分具有结晶区域的半导体)。当使用结晶半导体时可以抑制晶体管的特性劣化,所以是优选的。

[0218] 在此,氧化物半导体优选用于设置在上述像素或驱动电路中的晶体管和用于在后面说明的触摸传感器等的晶体管等半导体装置。尤其优选使用其带隙比硅宽的氧化物半导体。通过使用带隙比硅宽的氧化物半导体,可以降低晶体管的关态电流 (off-state current)。

[0219] 上述氧化物半导体优选至少包含铟 (In) 或锌 (Zn)。此外,上述氧化物半导体更优选为包含以In-M-Zn类氧化物 (M为Al、Ti、Ga、Ge、Y、Zr、Sn、La、Ce或Hf等金属) 表示的氧化物的氧化物半导体。

[0220] 尤其是,作为半导体层,优选使用如下氧化物半导体膜:具有多个结晶部,该多个结晶部的c轴都朝向垂直于半导体层的被形成面或半导体层的顶面的方向,并且在相邻的结晶部间不具有晶界。

[0221] 通过作为半导体层使用上述材料,可以实现电特性的变动被抑制的可靠性高的晶体管。

[0222] 此外,由于具有上述半导体层的晶体管的关态电流较低,因此能够长期间保持经过晶体管而储存于电容器中的电荷。通过将这种晶体管用于像素,能够在保持各显示区域所显示的图像的灰度的状态下,停止驱动电路。其结果是,可以实现功耗极低的电子设备。

[0223] 为了实现晶体管的特性稳定化等,优选设置基底膜。作为基底膜,可以使用氧化硅膜、氮化硅膜、氧氮化硅膜、氮氧化硅膜等无机绝缘膜并以单层或叠层制造。基底膜可以通过溅射法、CVD (Chemical Vapor Deposition: 化学气相沉积) 法(等离子体CVD法、热CVD法、MOCVD (Metal Organic CVD: 有机金属化学气相沉积) 法等) 或ALD (Atomic Layer Deposition: 原子层沉积) 法、涂敷法、印刷法等形成。注意,基底膜若不需要则也可以不设置。

[0224] 注意,FET623示出形成在驱动电路部601中的晶体管的一个。此外,驱动电路也可以利用各种CMOS电路、PMOS电路或NMOS电路形成。此外,虽然在本实施方式中示出在衬底上形成有驱动电路的驱动器一体型,但是不一定必须采用该结构,驱动电路也可以形成在外部,而不形成在衬底上。

[0225] 此外,像素部602由多个像素形成,该多个像素各自包括开关FET611、电流控制FET

612以及与该电流控制FET 612的漏极电连接的第一电极613,但是并不局限于此,也可以采用组合三个以上的FET和电容器的像素部。

[0226] 注意,形成绝缘物614来覆盖第一电极613的端部。在此,可以使用正型感光丙烯酸树脂膜形成绝缘物614。

[0227] 此外,将绝缘物614的上端部或下端部形成为具有曲率的曲面,以获得后面形成的EL层等的良好的覆盖性。例如,在使用正型感光丙烯酸树脂作为绝缘物614的材料的情况下,优选只使绝缘物614的上端部包括具有曲率半径(0.2μm至3μm)的曲面。作为绝缘物614,可以使用负型感光树脂或者正型感光树脂。

[0228] 在第一电极613上形成有EL层616及第二电极617。在此,作为用于第一电极613的材料,优选使用具有大功函数的材料。例如,除了可以使用诸如ITO膜、包含硅的铟锡氧化物膜、包含2wt%至20wt%的氧化锌的氧化铟膜、氮化钛膜、铬膜、钨膜、Zn膜、Pt膜等的单层膜以外,还可以使用由氮化钛膜和以铝为主要成分的膜构成的叠层膜以及由氮化钛膜、以铝为主要成分的膜和氮化钛膜构成的三层结构等。注意,通过采用叠层结构,布线的电阻值可以较低,可以得到好的欧姆接触,并且,可以将其用作阳极。

[0229] 此外,EL层616通过使用蒸镀掩模的蒸镀法、喷墨法、旋涂法等各种方法形成。EL层616包括实施方式1所示的结构。

[0230] 此外,作为用于形成于EL层616上的第二电极617的材料,优选使用具有小功函数的材料(A1、Mg、Li、Ca、或它们的合金或化合物(MgAg、MgIn、AlLi等)等)。注意,当使产生在EL层616中的光透过第二电极617时,优选使用由厚度减薄了的金属薄膜和透明导电膜(ITO、包含2wt%至20wt%的氧化锌的氧化铟、包含硅的铟锡氧化物、氧化锌(ZnO)等)构成的叠层作为第二电极617。

[0231] 此外,发光器件由第一电极613、EL层616、第二电极617形成。该发光器件是实施方式1所示的发光器件。此外,像素部包括多个发光器件,本实施方式的发光装置也可以包括实施方式1所示的发光器件和具有其他结构的发光器件的双方。此时,在本发明的一个方式的发光装置中,可以在发射不同波长的光的发光器件之间共享空穴传输层,由此可以得到制造工序简单且在成本方面占优势的发光装置。

[0232] 此外,通过使用密封材料605将密封衬底604贴合到元件衬底610,将发光器件618设置在由元件衬底610、密封衬底604以及密封材料605围绕的空间607中。注意,空间607中填充有填料,作为该填料,可以使用惰性气体(氮或氩等),还可以使用密封材料。通过在密封衬底中形成凹部且在其中设置干燥剂,可以抑制水分所导致的劣化,所以是优选的。

[0233] 此外,优选使用环氧类树脂或玻璃粉作为密封材料605。此外,这些材料优选为尽可能地不使水分或氧透过的材料。此外,作为用于密封衬底604的材料,除了可以使用玻璃衬底或石英衬底以外,还可以使用由FRP(Fiber Reinforced Plastics;玻璃纤维增强塑料)、PVF(聚氟乙烯)、聚酯、丙烯酸树脂等构成的塑料衬底。

[0234] 虽然在图2A及图2B中没有示出,但是也可以在阴极上设置保护膜。保护膜可以由有机树脂膜或无机绝缘膜形成。此外,也可以以覆盖密封材料605的露出部分的方式形成保护膜。此外,保护膜可以覆盖一对衬底的表面及侧面、密封层、绝缘层等的露出侧面而设置。

[0235] 作为保护膜可以使用不容易透过水等杂质的材料。因此,可以能够高效地抑制水等杂质从外部扩散到内部。

[0236] 作为构成保护膜的材料,可以使用氧化物、氮化物、氟化物、硫化物、三元化合物、金属或聚合物等。例如,可以使用含有氧化铝、氧化铪、硅酸铪、氧化镧、氧化硅、钛酸锶、氧化钽、氧化钛、氧化锌、氧化铌、氧化锆、氧化锡、氧化钇、氧化铈、氧化钪、氧化铒、氧化钒、氧化铟等的材料、含有氮化铝、氮化铪、氮化硅、氮化钽、氮化钛、氮化铌、氮化钼、氮化锆、氮化镓的材料、包含含有钛及铝的氮化物、含有钛及铝的氧化物、含有铝及锌的氧化物、含有锰及锌的硫化物、含有铈及锶的硫化物、含有铒及铝的氧化物、含有钇及锆的氧化物等的材料。

[0237] 保护膜优选通过台阶覆盖性 (step coverage) 良好的成膜方法来形成。这种方法中之一个是原子层沉积 (ALD:Atomic Layer Deposition) 法。优选将可以通过ALD法形成的材料用于保护膜。通过ALD法可以形成致密且裂缝或针孔等缺陷被减少或具有均匀的厚度的保护膜。此外,可以减少在形成保护膜时加工构件受到的损伤。

[0238] 例如,通过ALD法可以将均匀且缺陷少的保护膜形成在具有复杂的凹凸形状的表面或触摸面板的顶面、侧面以及背面上。

[0239] 如上所述,可以得到使用实施方式1所示的发光器件制造的发光装置。

[0240] 因为本实施方式中的发光装置使用实施方式1所示的发光器件,所以可以得到具有优良特性的发光装置。具体而言,使用实施方式1所示的发光器件的发光效率高,由此可以实现低功耗的发光装置。

[0241] 图3A及图3B示出通过形成呈现白色发光的发光器件且设置着色层(滤色片)等来实现全彩色化的发光装置的例子。图3A示出衬底1001、基底绝缘膜1002、栅极绝缘膜1003、栅电极1006、1007、1008、第一层间绝缘膜1020、第二层间绝缘膜1021、周边部1042、像素部1040、驱动电路部1041、发光器件的阳极1024R、1024G、1024B、分隔壁1025、EL层1028、发光器件的第二电极1029、密封衬底1031、密封材料1032等。

[0242] 此外,在图3A中,将着色层(红色着色层1034R、绿色着色层1034G、蓝色着色层1034B)设置在透明基材1033上。此外,还可以设置黑矩阵1035。对设置有着色层及黑矩阵的透明基材1033进行对准而将其固定到衬底1001上。此外,着色层及黑矩阵1035被保护层1036覆盖。

[0243] 图3B示出将着色层(红色着色层1034R、绿色着色层1034G、蓝色着色层1034B)形成在栅极绝缘膜1003和第一层间绝缘膜1020之间的例子。如上述那样,也可以将着色层设置在衬底1001和密封衬底1031之间。

[0244] 此外,虽然以上说明了具有从形成有FET的衬底1001一侧取出光的结构(底部发射型)的发光装置,但是也可以采用具有从密封衬底1031一侧取出发光的结构(顶部发射型)的发光装置。图4示出顶部发射型发光装置的截面图。在此情况下,衬底1001可以使用不使光透过的衬底。到制造用来使FET与发光器件的阳极连接的连接电极为止的工序与底部发射型发光装置同样地进行。然后,以覆盖电极1022的方式形成第三层间绝缘膜1037。该绝缘膜也可以具有平坦化的功能。第三层间绝缘膜1037可以使用与第二层间绝缘膜1021相同的材料或其他公知材料形成。

[0245] 发光器件的阳极1024R、1024G、1024B也可以是阴极。此外,在采用如图4所示那样的顶部发射型发光装置的情况下,阳极优选为反射电极。EL层1028的结构采用实施方式1所示的EL层103的结构,并且采用能够获得白色发光的元件结构。

[0246] 在采用图4所示的顶部发射结构的情况下,可以使用设置有着色层(红色着色层1034R、绿色着色层1034G、蓝色着色层1034B)的密封衬底1031进行密封。密封衬底1031也可以设置有位于像素和像素之间的黑矩阵1035。着色层(红色着色层1034R、绿色着色层1034G、蓝色着色层1034B)、黑矩阵1035也可以被保护层1036覆盖。此外,作为密封衬底1031,使用具有透光性的衬底。

[0247] 在顶部发射型发光装置中,可以优选地适用微腔结构。将反射电极用作阳极且将透反射电极用作阴极,由此可以得到具有微腔结构的发光器件。在反射电极与透反射电极之间至少含有EL层,并且至少含有成为发光区域的发光层。

[0248] 注意,反射电极的可见光反射率为40%至100%,优选为70%至100%,并且其电阻率为 $1 \times 10^{-2} \Omega \text{ cm}$ 以下。此外,透反射电极的可见光反射率为20%至80%,优选为40%至70%,并且其电阻率为 $1 \times 10^{-2} \Omega \text{ cm}$ 以下。

[0249] 从EL层所包含的发光层射出的光被反射电极和透反射电极反射,并且谐振。

[0250] 在该发光器件中,通过改变透明导电膜、上述复合材料或载流子传输材料等的厚度而可以改变反射电极与透反射电极之间的光程。由此,可以在反射电极与透反射电极之间加强谐振的波长的光且使不谐振的波长的光衰减。

[0251] 被反射电极反射回来的光(第一反射光)会给从发光层直接入射到透反射电极的光(第一入射光)带来很大的干涉,因此优选将反射电极与发光层的光程调节为 $(2n-1) \lambda/4$ (注意,n为1以上的自然数,λ为要增强的光的波长)。通过调节该光程,可以使第一反射光与第一入射光的相位一致,由此可以进一步增强从发光层发射的光。

[0252] 此外,在上述结构中,EL层可以含有多个发光层,也可以只含有一个发光层。例如,可以组合上述结构与上述串联型发光器件的结构,其中在一个发光器件中以其间夹着电荷产生层的方式设置多个EL层,并且,在每个EL层中形成一个或多个发光层。

[0253] 通过采用微腔结构,可以加强指定波长的正面方向上的发光强度,由此可以实现低功耗化。注意,在为使用红色、黄色、绿色以及蓝色的四个颜色的子像素显示图像的发光装置的情况下,因为可以获得由于黄色发光的亮度提高效果,而且可以在所有的子像素中采用适合各颜色的波长的微腔结构,所以能够实现具有良好的特性的发光装置。

[0254] 因为本实施方式中的发光装置使用实施方式1所示的发光器件,所以可以得到具有优良特性的发光装置。具体而言,实施方式1所示的发光器件的发光效率高,由此可以实现低功耗的发光装置。

[0255] 虽然到这里说明了有源矩阵型发光装置,但是下面说明无源矩阵型发光装置。图5A及图5B示出通过使用本发明制造的无源矩阵型发光装置。注意,图5A是示出发光装置的立体图,并且图5B是沿图5A的点划线X-Y切断而获得的截面图。在图5A及图5B中,在衬底951上的电极952与电极956之间设置有EL层955。电极952的端部被绝缘层953覆盖。在绝缘层953上设置有隔离层954。隔离层954的侧壁具有如下倾斜,即越接近衬底表面,两个侧壁之间的间隔越窄。换句话说,隔离层954的短边方向的截面是梯形,底边(朝向与绝缘层953的面方向相同的方向并与绝缘层953接触的边)比上边(朝向与绝缘层953的面方向相同的方向并与绝缘层953不接触的边)短。如此,通过设置隔离层954,可以防止起因于静电等的发光器件的不良。此外,在无源矩阵型发光装置中,通过使用实施方式1所示的发光器件,也可以得到可靠性良好的发光装置或者低功耗的发光装置。

[0256] 以上说明的发光装置能够控制配置为矩阵状的微小的多个发光器件中的每一个，所以作为进行图像的显示的显示装置可以适当地利用。

[0257] 此外，本实施方式可以与其他实施方式自由地组合。

[0258] 实施方式3

[发光装置]

以下说明使用上述发光器件的本发明的一个方式的发光装置的另一个例子及制造方法。

[0259] 图14A示出本发明的一个方式的发光装置450的俯视示意图。发光装置450包括多个发射红色的发光器件110R、多个发射绿色的发光器件110G及多个发射蓝色的发光器件110B。在图14A中，为了简单地区别各发光器件而对各发光器件的发光区域内附上R、G、B的符号。

[0260] 发光器件110R、发光器件110G以及发光器件110B都以矩阵状排列。图14A示出同一颜色的发光器件在一个方向上排列的所谓条纹排列。注意，发光器件的排列方法不局限于此，既可以采用三角状排列、之字形状等的排列方法，又可以采用Pentile排列。

[0261] 发光器件110R、发光器件110G以及发光器件110B在X方向上排列。此外，在与X方向交叉的Y方向上，同一颜色的发光器件排列。

[0262] 发光器件110R、发光器件110G以及发光器件110B是具有上述结构的发光器件。

[0263] 图14B是对应于图14A中的点划线A1-A2的截面示意图，图14C是对应于点划线B1-B2的截面示意图。

[0264] 图14B示出发光器件110R、发光器件110G以及发光器件110B的截面。发光器件110R包括第一电极101R、EL层120R、EL层121及第二电极102。发光器件110G包括第一电极101G、EL层120G、EL层(电子注入层)115及第二电极102。发光器件110B包括第一电极101B、EL层120B、EL层121及第二电极102。发光器件110R、发光器件110G以及发光器件110B共享EL层121及第二电极102。EL层121也可以被称为公共层。

[0265] 发光器件110R所包括的EL层120R至少包含发射在红色的波长区域具有强度的光的发光性的有机化合物。发光器件110G所包括的EL层120G至少包含发射在绿色的波长区域具有强度的光的发光性的有机化合物。发光器件110B所包括的EL层120B至少包含发射在蓝色的波长区域具有强度的光的发光性的有机化合物。发光器件110R、发光器件110G以及发光器件110B中的至少一个为本发明的一个方式的发光器件，该发光器件优选为发光器件110B。

[0266] EL层120R、EL层120G以及EL层120B各自至少包括发光层及空穴传输层，除此以外，还可以包括电子注入层、电子传输层、空穴注入层、载流子阻挡层、激子阻挡层等中的一个以上。EL层121也可以具有不包括发光层的结构。EL层121优选为电子注入层。此外，在电子传输层还具有电子注入层的功能的情况下，也可以不设置EL层121。

[0267] 第一电极101R、第一电极101G以及第一电极101B都设置在每个发光器件中。此外，第二电极102及EL层121作为各发光器件共通使用的连续的层设置。此外，EL层120R、EL层120G以及EL层120B中的空穴传输层在发光颜色不同的发光器件之间分开，但是优选具有相同结构。

[0268] 作为第一电极101和第二电极102中的任一方使用对可见光具有透光性的导电膜

且另一方使用具有反射性的导电膜。通过使第一电极101具有透光性且使第二电极102具有反射性可以实现底面发射型(底部发射型)的显示装置,与此相反,通过使第一电极101具有反射性且使第二电极102具有透光性可以实现顶面发射型(顶部发射结构)的显示装置。此外,通过使第一电极101和第二电极102的双方具有透光性,也可以实现双面发射型(双面发射结构)的显示装置。本发明的一个方式的发光器件适用于顶部发射型发光器件。

[0269] 以覆盖第一电极101R、第一电极101G以及第一电极101B的端部的方式设置绝缘层124。绝缘层124的端部优选为锥形形状。若不需要也可以不设置绝缘层124。

[0270] EL层120R、EL层120G及EL层120B各自包括与像素电极的顶面接触的区域及与绝缘层124的表面接触的区域。此外,EL层120R、EL层120G及EL层120B的端部位于绝缘层124上。

[0271] 如图14B所示,在颜色不同的发光器件之间,在两个EL层之间设置间隙。如此,优选以互不接触的方式设置EL层120R、EL层120G及EL层120B。由此,可以有效地防止电流流过相邻的两个EL层而产生非意图性发光(也称为串扰)。因此,可以提高对比度并实现显示品质高的显示装置。

[0272] 如图14C所示,以在Y方向上连续的方式形成带状的EL层120R。通过设置带状的EL层120R等,可以不需要用来分离它们的空间而可以减小发光器件间的非发光区域的面积,所以可以提高开口率。此外,作为一个例子图14C示出发光器件110R的截面,但是发光器件110G及发光器件110B也具有同样的形状。此外,每个发光器件的EL层也可以在Y方向上分开。

[0273] 此外,第二电极102上以覆盖发光器件110R、发光器件110G以及发光器件110B的方式设置有保护层131。保护层131具有防止水等的杂质从上方扩散到各发光器件的功能。

[0274] 保护层131例如可以具有至少包括无机绝缘膜的单层结构或叠层结构。作为无机绝缘膜,例如可以使用氧化硅膜、氧氮化硅膜、氮氧化硅膜、氮化硅膜、氧化铝膜、氧氮化铝膜、氧化铪膜等的氧氧化物膜或氮化物膜。或者,作为保护层131也可以使用铟镓氧化物、铟镓锌氧化物等的半导体材料。

[0275] 此外,作为保护层131也可以使用无机绝缘膜与有机绝缘膜的叠层膜。例如,优选在一对无机绝缘膜之间夹持有有机绝缘膜。并且,有机绝缘膜优选被用作平坦化膜。由此,可以使有机绝缘膜的顶面平坦,所以有机绝缘膜上的无机绝缘膜的覆盖性得到提高,由此可以提高阻挡性。此外,保护层131的顶面变平坦,所以当在保护层131的上方设置结构物(例如,滤色片、触摸传感器的电极或透镜阵列等)时可以减少起因于下方的结构的凹凸形状的影响,所以是优选的。

[0276] 此外,图14A示出与第二电极102电连接的连接电极101C。连接电极101C被供应用来对第二电极102供应的电位(例如,阳极电位或阴极电位)。连接电极101C设置在发光器件110R等排列的显示区域的外侧。此外,在图14A中,以虚线表示第二电极102。

[0277] 连接电极101C可以沿着显示区域的外周设置。例如,既可以沿着显示区域的外周的一个边设置,又可以横跨显示区域的外周的两个以上的边设置。就是说,在显示区域的顶面给形状为方形的情况下,连接电极101C的顶面形状可以为带状、L字状、“匚”字状(方括号状)或四角形等。

[0278] 图14D是对应于图14A中的点划线C1-C2的截面示意图。图14D示出连接电极101C与

第二电极102电连接的连接部130。在连接部130中,在连接电极101C上以与连接电极101C接触的方式设置第二电极102,并且以覆盖第二电极102的方式设置保护层131。此外,以覆盖连接电极101C的端部的方式设置绝缘层124。

[0279] [制造方法例子]

以下,参照附图说明本发明的一个方式的显示装置的制造方法的一个例子。在此,以上述结构例子中所示的发光装置450为例进行说明。图15A至图15F是以下例示出的显示装置的制造方法的各工序中的截面示意图。此外,在图15A等中的右侧还示出连接部130及其附近的截面示意图。

[0280] 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、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)法或热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。

[0281] 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、刮刀式涂布法等方法形成。

[0282] 此外,当对构成显示装置的薄膜进行加工时,可以利用光刻法等进行加工。除了上述方法以外,还可以利用纳米压印法、喷砂法、剥离法等对薄膜进行加工。此外,可以利用金属掩模等遮蔽掩模的成膜方法直接形成岛状的薄膜。

[0283] 光刻法典型地有如下两种方法。一个是在要进行加工的薄膜上形成抗蚀剂掩模,通过蚀刻等对该薄膜进行加工,并去除抗蚀剂掩模的方法。另一个是在沉积感光性薄膜之后,进行曝光及显影来将该薄膜加工为所希望的形状的方法。

[0284] 在光刻法中,作为用于曝光的光,例如可以使用i线(波长365nm)、g线(波长436nm)、h线(波长405nm)或将这些光混合了的光。此外,还可以使用紫外光、KrF激光或ArF激光等。此外,也可以利用液浸曝光技术进行曝光。此外,作为用于曝光的光,也可以使用极紫外(EUV:Extreme Ultra-violet)光或X射线等。此外,也可以使用电子束代替用于曝光的光。当使用极紫外光、X射线或电子束时,可以进行极其微细的加工,所以是优选的。注意,在通过利用电子束等光束进行扫描而进行曝光时,不需要光掩模。

[0285] 作为薄膜的蚀刻方法,可以利用干蚀刻法、湿蚀刻法及喷砂法等。

[0286] (衬底100的准备)

作为衬底100,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100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、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。

[0287] 尤其是,衬底100优选使用在上述半导体衬底或绝缘衬底上形成有包括晶体管等半导体元件的半导体电路的衬底。该半导体电路优选例如构成像素电路、栅极线驱动电路(栅极驱动器)、源极线驱动电路(栅极驱动器)等。除此以外,还可以构成运算电路、存储电路等。

[0288] (第一电极101R、101G、101B、连接电极101C的形成)

接着,在衬底100上形成第一电极101R、第一电极101G、第一电极101B(未图示)及连接电极101C。首先,沉积成为阳极(像素电极)的导电膜,通过光刻法形成抗蚀剂掩模,通过蚀刻去除导电膜的不要部分。然后,去除抗蚀剂掩模,由此可以形成第一电极101R、第一电极101G、第一电极101B。

[0289] 在作为各像素电极使用对可见光具有反射性的导电膜时,优选使用可见光的波长域整体的反射率尽量高的材料(例如,银或铝等)。由此,不仅可以提高发光器件的光提取效率,而且可以提高颜色再现性。在将对可见光具有反射性的导电膜用作各像素电极的情况下,可以得到在与衬底相反的方向上提取光的所谓的顶部发射型发光装置。在将具有透光性的导电膜用作各像素电极的情况下,可以得到在衬底方向上提取光的所谓的底部发射型发光装置。

[0290] (绝缘层124的形成)

接着,以覆盖第一电极101R、第一电极101G、第一电极101B的端部的方式形成绝缘层124(图15A)。作为绝缘层124,可以使用有机绝缘膜或无机绝缘膜。为了提高后面形成的EL膜的台阶覆盖性,优选使绝缘层124端部具有锥形形状。尤其在使用有机绝缘膜时优选使用感光性的材料,此时可以根据曝光及显影的条件容易控制端部的形状。此外,在不设置绝缘层124的情况下,可以进一步拉近发光器件之间的距离,由此可以得到更高清晰发光装置。

[0291] (EL膜120Rb的形成)

接着,在第一电极101R、第一电极101G、第一电极101B及绝缘层124上沉积后面成为EL层120R的EL膜120Rb。

[0292] EL膜120Rb至少包括包含发光材料的发光层及空穴传输层。除此之外,也可以层叠有被用作电子注入层、电子传输层、电荷产生层或空穴注入层的膜中的一个以上。EL膜120Rb例如可以通过蒸镀法、溅射法或喷墨法等形成。此外,不局限于此,可以适当地使用上述成膜方法。

[0293] 例如,作为EL膜120Rb优选使用依次层叠有空穴注入层、空穴传输层、发光层、电子传输层的叠层膜。此时,作为后面形成的EL层可以使用包括电子注入层115的膜。在本发明的一个方式的发光装置中,通过以覆盖发光层的方式设置电子传输层,可以抑制因后面光刻工序等而发光层受损伤,由此可以制造可靠性高的发光器件。

[0294] EL膜120Rb优选不设置在连接电极101C上。例如,在通过蒸镀法(或溅射法)形成EL膜120Rb时,为了避免在连接电极101C上沉积EL膜120Rb,优选使用遮蔽掩模或者在后面的蚀刻工序中去除该EL膜。

[0295] (牺牲膜144a的形成)

接着,以覆盖EL膜120Rb的方式形成牺牲膜144a。此外,牺牲膜144a接触于连接电极101C的顶面。

[0296] 牺牲膜144a可以使用对于EL膜120Rb等的各EL膜的蚀刻处理的耐性较高的膜,即蚀刻选择比较大的膜。此外,牺牲膜144a可以使用与后述的保护膜146a等保护膜的蚀刻选择比较大的膜。并且,牺牲膜144a可以使用通过对各EL膜带来的损伤较少的湿蚀刻法被去除的膜。

[0297] 作为牺牲膜144a,例如可以使用金属膜、合金膜、金属氧化物膜、半导体膜、无机绝

缘膜等的无机膜。牺牲膜144a可以通过溅射法、蒸镀法、CVD法、ALD法等的各种成膜方法形成。

[0298] 作为牺牲膜144a,例如可以使用金、银、铂、镁、镍、钨、铬、钼、铁、钴、铜、钯、钛、铝、钇、锆及钽等的金属材料或者包含该金属材料的合金材料。尤其是,优选使用铝或银等低熔点材料。

[0299] 此外,作为牺牲膜144a可以使用铟镓锌氧化物(In-Ga-Zn氧化物,也记为IGZO)等金属氧化物。此外,作为牺牲膜144a,可以使用氧化铟、铟锌氧化物(In-Zn氧化物)、铟锡氧化物(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)等。或者,也可以使用包含硅的铟锡氧化物等。

[0300] 注意,也可以应用于使用元素M(M为铝、硅、硼、钇、锡、铜、钒、铍、钛、铁、镍、锗、锆、钼、镧、铈、钕、铪、钽和镁中的一种或多种)代替上述镓的情况。尤其是,M优选为镓、铝和钇中的一种或多种。

[0301] 此外,作为牺牲膜144a可以使用氧化铝、氧化铪、氧化硅等无机绝缘材料。

[0302] 此外,作为牺牲膜144a,优选使用可溶解于至少对位于EL膜120Rb的最上部的膜具有化学稳定性的溶剂的材料。尤其是,可以将溶解于水或醇的材料适合用于牺牲膜144a。在沉积牺牲膜144a时,在将材料溶解于水或醇等溶剂的状态下通过湿式的成膜方法涂敷,然后进行加热处理以便使溶剂蒸发。此时,通过在减压气氛下进行加热处理,可以以低温且短时间去除溶剂,所以可以减少对EL膜120Rb带来的热损伤,所以是优选的。

[0303] 作为可用于牺牲膜144a的湿式的成膜方法,可以举出旋涂法、浸渍法、喷涂法、喷墨法、分配器法、丝网印刷法、胶版印刷法、刮刀法、狭缝式涂布法、辊涂法、帘式涂布法、刮刀式涂布法等。

[0304] 作为牺牲膜144a,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、水溶性纤维素或可溶解于醇的聚酰胺树脂等的有机材料。

[0305] (保护膜146a的形成)

接着,在牺牲膜144a上形成保护膜146a(图15B)。

[0306] 保护膜146a是在后面蚀刻牺牲膜144a时用作硬掩模的膜。此外,在后面的保护膜146a的加工时牺牲膜144a被露出。因此,作为牺牲膜144a及保护膜146a的组合选择彼此的蚀刻选择比较大的膜。因此,可以根据牺牲膜144a的蚀刻条件及保护膜146a的蚀刻条件选择可用于保护膜146a的膜。

[0307] 例如,当在保护膜146a的蚀刻中使用利用包含氟的气体(氟类气体)的干蚀刻时,可以将硅、氮化硅、氧化硅、钨、钛、钼、钽、氮化钽、包含钼及铌的合金或包含钼及钨的合金等用于保护膜146a。在此,作为相对于上述氟类气体的干蚀刻的蚀刻选择比大(即,蚀刻速度较慢)的膜,可以举出IGZO、ITO等的金属氧化物膜等,可以将该金属氧化物膜用于牺牲膜144a。

[0308] 此外,不局限于此,保护膜146a可以根据牺牲膜144a的蚀刻条件及保护膜146a的蚀刻条件从各种材料选择。例如,也可以从可用于上述牺牲膜144a的膜选择。

[0309] 此外,作为保护膜146a例如可以使用氮化物膜。具体而言,可以使用氮化硅、氮化铝、氮化铪、氮化钛、氮化钽、氮化钨、氮化镓、氮化锗等氮化物。

[0310] 此外,作为保护膜146a可以使用氧化物膜。典型的是,可以使用氧化硅、氧氮化硅、氧化铝、氧氮化铝、氧化铪、氧氮化铪等氧化物膜或者氧氮化物膜。

[0311] 此外,作为保护膜146a可以使用可用于EL膜120Rb等的有机膜。例如,可以将与用于EL膜120Rb、EL膜120Gb的有机膜相同的膜用于保护膜146a。通过使用这些有机膜,可以与EL膜120Rb等共通使用相同成膜装置,所以是优选的。

[0312] (抗蚀剂掩模143a的形成)

接着,在保护膜146a上的与第一电极101R重叠的位置及与连接电极101C重叠的位置上分别形成抗蚀剂掩模143a(图15C)。

[0313] 抗蚀剂掩模143a可以使用正型抗蚀剂材料或负型抗蚀剂材料等包括感光性树脂的抗蚀剂材料。

[0314] 在此,在不包括保护膜146a而在牺牲膜144a上形成抗蚀剂掩模143a的情况下,在牺牲膜144a中存在有针孔等的缺陷时有时因抗蚀剂材料的溶剂而EL膜120Rb被溶解。通过使用保护膜146a,可以防止这样不良的发生。

[0315] 此外,在作为牺牲膜144a使用不容易发生针孔等缺陷的膜时,也可以不使用保护膜146a而在牺牲膜144a上直接形成抗蚀剂掩模143a。

[0316] (保护膜146a的蚀刻)

接着,通过蚀刻去除保护膜146a的不被抗蚀剂掩模143a覆盖的一部分来形成带状的保护层147a。同时,也在连接电极101C上形成保护层147a。

[0317] 在蚀刻保护膜146a时,优选采用选择比高的蚀刻条件以便防止牺牲膜144a通过该蚀刻被去除。保护膜146a的蚀刻可以通过湿蚀刻或干蚀刻进行,通过使用干蚀刻可以抑制保护膜146a的图案缩小。

[0318] (抗蚀剂掩模143a的去除)

接着,去除抗蚀剂掩模143a(图15D)。

[0319] 在去除抗蚀剂掩模143a时可以利用湿蚀刻或干蚀刻。尤其是,优选通过使用氧气体作为蚀刻气体的干蚀刻(也被称为等离子体灰化)去除抗蚀剂掩模143a。

[0320] 此时,以EL膜120Rb被牺牲膜144a覆盖的状态去除抗蚀剂掩模143a,所以EL膜120Rb受到的影响得到抑制。尤其是,在EL膜120Rb暴露于氧时有时对电特性带来不好影响,所以在进行等离子体灰化等的利用氧气体的蚀刻时优选的。

[0321] (牺牲膜144a的蚀刻)

接着,使用保护层147a作为掩模通过蚀刻去除牺牲膜144a的不被保护层147a覆盖的一部分来形成带状的牺牲层145a(图15E)。同时,也在连接电极101C上形成牺牲层145a。

[0322] 牺牲膜144a的蚀刻可以通过湿蚀刻或干蚀刻进行,通过使用干蚀刻法可以抑制牺牲膜144a的图案缩小。

[0323] (EL膜120Rb、保护层147a的蚀刻)

接着,在蚀刻保护层147a的同时通过蚀刻去除不被牺牲层145a覆盖的EL膜120Rb的一部分来形成带状的EL层120R(图15F)。同时,连接电极101C上的保护层147a也被去除。

[0324] 通过进行相同处理蚀刻EL膜120Rb及保护层147a,可以简化工序,所以可以降低显示装置的制造成本,所以是优选的。

[0325] 尤其是,在蚀刻EL膜120Rb时优选利用使用不包含氧作为主要成分的蚀刻气体的

干蚀刻法。由此,可以抑制EL膜120Rb的变质而可以实现可靠性高的显示装置。作为不包含氧作为主要成分的蚀刻气体,例如可以举出CF<sub>4</sub>、C<sub>4</sub>F<sub>8</sub>、SF<sub>6</sub>、CHF<sub>3</sub>、Cl<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>O、BCl<sub>3</sub>、H<sub>2</sub>或He等稀有气体。此外,可以将上述气体及不包含氧的稀释气体的混合气体用于蚀刻气体。

[0326] 此外,也可以分别进行EL膜120Rb的蚀刻及保护层147a的蚀刻。此时,既可以先蚀刻EL膜120Rb,又可以先蚀刻保护层147a。

[0327] 在此,EL层120R及连接电极101C被牺牲层145a覆盖。

[0328] (EL膜120Gb的形成)

接着,在牺牲层145a、绝缘层124、第一电极101G、第一电极101B上沉积后面成为EL层120G的EL膜120Gb。此时,与上述EL膜120Rb同样,优选在连接电极101C上不设置EL膜120Gb。

[0329] EL膜120Gb的形成方法可以参照上述EL膜120Rb的记载。

[0330] (牺牲膜144b的形成)

接着,在EL膜120Gb上形成牺牲膜144b。牺牲膜144b可以通过与上述牺牲膜144a同样的方法形成。尤其是,牺牲膜144b可以使用与牺牲膜144a相同的材料。

[0331] 此时,同时在连接电极101C上以覆盖牺牲层145a的方式形成牺牲膜144a。

[0332] (保护膜146b的形成)

接着,在牺牲膜144b上形成保护膜146b。保护膜146b可以通过与上述保护膜146a同样的方法形成。尤其是,保护膜146b可以使用与上述保护膜146a相同的材料。

[0333] (抗蚀剂掩模143b的形成)

接着,在保护膜146b上的与第一电极101G重叠的区域及与连接电极101C重叠的区域分别形成抗蚀剂掩模143b(图16A)。

[0334] 抗蚀剂掩模143b可以通过与上述抗蚀剂掩模143a同样的方法形成。

[0335] (保护膜146b的蚀刻)

接着,通过蚀刻去除不被抗蚀剂掩模143b覆盖的保护膜146b的一部分来形成带状的保护层147b(图16B)。同时,也在连接电极101C上形成保护层147b。

[0336] 保护膜146b的蚀刻可以参照上述保护膜146a的记载。

[0337] (抗蚀剂掩模143b的形成)

接着,去除抗蚀剂掩模143b。抗蚀剂掩模143b的去除可以参照上述抗蚀剂掩模143a的记载。

[0338] (牺牲膜144b的蚀刻)

接着,使用保护层147b作为掩模通过蚀刻去除牺牲膜144b的不被保护层147b覆盖的一部分来形成带状的牺牲层145b。同时,也在连接电极101C上形成牺牲层145b。连接电极101C上层叠有牺牲层145a与牺牲层145b。

[0339] 牺牲膜144b的蚀刻可以参照上述牺牲膜144a的记载。

[0340] (EL膜120Gb、保护层147b的蚀刻)

接着,在蚀刻保护层147b的同时通过蚀刻去除不被牺牲层145b覆盖的EL膜120Gb的一部分来形成带状的EL层120G(图16C)。同时,连接电极101C上的保护层147b也被去除。

[0341] EL膜120Gb及保护层147b的蚀刻可以参照上述EL膜120Rb及保护层147a的记载。

[0342] 此时,EL层120R被牺牲层145a保护,所以可以防止EL膜120Gb的蚀刻工序中受到损

伤。

[0343] 通过上述步骤,可以以高位置精度分别形成带状的EL层120R及带状的EL层120G。

[0344] (EL层120B的形成)

通过对EL膜120Bb(未图示)进行上述工序,可以形成岛状EL层120B及岛状的牺牲层145c(图16D)。

[0345] 也就是说,在形成EL层120G之后,依次形成EL膜120Bb、牺牲膜144c、保护膜146c及抗蚀剂掩模143c(都未图示)。接着,蚀刻保护膜146c来形成保护层147c(未图示),然后去除抗蚀剂掩模143c。接着,蚀刻牺牲膜144c来形成牺牲层145c。然后,蚀刻保护层147c及EL膜120Bb来形成带状的EL层120B。

[0346] 此外,在形成EL层120B之后,同时也在连接电极101C上形成牺牲层145c。连接电极101C上层叠有牺牲层145a、牺牲层145b、牺牲层145c。

[0347] (牺牲层的去除)

接着,去除牺牲层145a、牺牲层145b、牺牲层145c来使EL层120R、EL层120G、EL层120B的顶面露出(图16E)。同时,连接电极101C的顶面也被露出。

[0348] 牺牲层145a、牺牲层145b、牺牲层145c可以通过湿蚀刻或干蚀刻去除。此时,优选采用尽量不对EL层120R、EL层120G、EL层120B带来损伤的方法。尤其是,优选使用湿蚀刻法。例如,优选利用使用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湿蚀刻。

[0349] 或者,优选将牺牲层145a、牺牲层145b、牺牲层145c溶解于水或醇等的溶剂而去除。在此,作为可以溶解牺牲层145a、牺牲层145b、牺牲层145c的醇,可以使用乙基醇、甲基醇、异丙基醇(IPA)或甘油等各种醇。

[0350] 优选在去除牺牲层145a、牺牲层145b、牺牲层145c之后进行干燥处理,以便去除包含在EL层120R、EL层120G、EL层120B内部的水及吸附于它们表面的水。例如,优选在非活性气体气氛或减压气氛下进行加热处理。在加热处理中,作为衬底温度可以在50℃以上且200℃以下,优选在60℃以上且150℃以下,更优选在70℃以上且120℃以下的温度下进行。通过采用减压气氛,可以以更低温进行干燥,所以是优选的。

[0351] 如此,可以分别制造EL层120R、EL层120G、EL层120B。

[0352] (电子注入层115的形成)

接着,以覆盖EL层120R、EL层120G、EL层120B的方式沉积电子注入层115。

[0353] 电子注入层115可以通过与EL膜120Rb等同样的方法沉积。在通过蒸镀法沉积电子注入层115时,优选使用遮蔽掩模进行沉积免得电子注入层115沉积在连接电极101C上。

[0354] (第二电极102的形成)

接着,以覆盖电子注入层115及连接电极101C的方式形成第二电极102(图16F)。

[0355] 第二电极102可以通过蒸镀法或溅射法等的成膜方法形成。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。此时,优选以包围沉积电子注入层115的区域的方式形成第二电极102。就是说,电子注入层115的端部可以与第二电极102重叠。第二电极102优选使用遮蔽掩模形成。

[0356] 第二电极102在显示区域的外侧与连接电极101C电连接。

[0357] (保护层的形成)

接着,在第二电极102上形成保护层。在沉积用于保护层的无机机绝缘膜时优选使用溅射法、PECVD法或ALD法。尤其是,ALD法是台阶覆盖性良好且不容易产生针孔等缺陷的方法,所以是优选的。此外,在沉积有机绝缘膜时,由于可以在所希望的区域均匀地形成膜,所以优选使用喷墨法。

[0358] 通过上述步骤,可以制造本发明的一个方式的发光装置。

[0359] 注意,上面说明形成顶面形状互不相同的第二电极102及电子注入层115的情况,但是也可以将第二电极102及电子注入层115设置在相同区域中。

[0360] 实施方式4

在本实施方式中,参照图6A及图6B对将实施方式1所示的发光器件用于照明装置的例子进行说明。图6B是照明装置的俯视图,图6A是沿着图6B所示的线e-f的截面图。

[0361] 在本实施方式的照明装置中,在用作支撑体的具有透光性的衬底400上形成有阳极401。阳极401相当于实施方式1中的第一电极101。当从阳极401一侧取出光时,阳极401使用具有透光性的材料形成。

[0362] 此外,在衬底400上形成用来对阴极404供应电压的焊盘412。

[0363] 在阳极401上形成有EL层403。EL层403相当于实施方式1中的EL层103的结构等。注意,作为它们的结构,参照各记载。

[0364] 以覆盖EL层403的方式形成阴极404。阴极404相当于实施方式1中的第二电极102。当从阳极401一侧取出光时,阴极404使用反射率高的材料形成。通过使阴极404与焊盘412连接,将电压供应到阴极404。

[0365] 如上所述,本实施方式所示的照明装置具备包括阳极401、EL层403以及阴极404的发光器件。由于该发光器件是发光效率高的发光器件,所以本实施方式的照明装置可以是低功耗的照明装置。

[0366] 使用密封材料405、406将形成有上述结构的发光器件的衬底400和密封衬底407固定来进行密封,由此制造照明装置。此外,也可以仅使用密封材料405和406中的一个。此外,也可以使内侧的密封材料406(在图6B中未图示)与干燥剂混合,由此可以吸收水分而提高可靠性。

[0367] 此外,通过以延伸到密封材料405、406的外部的方式设置焊盘412和阳极401的一部分,可以将其用作外部输入端子。此外,也可以在外部输入端子上设置安装有转换器等的IC芯片420等。

[0368] 以上,本实施方式所记载的照明装置在EL元件中使用实施方式1所示的发光器件,可以实现低功耗的照明装置。

[0369] 此外,本实施方式可以与其他实施方式自由地组合。

[0370] 实施方式5

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

[0371] 作为采用上述发光器件的电子设备,例如可以举出电视装置(也称为电视机或电视接收机)、用于计算机等的显示器、数码相机、数码摄像机、数码相框、移动电话机(也称为移动电话、移动电话装置)、便携式游戏机、便携式信息终端、声音再现装置、弹珠机等大型

游戏机等。以下,示出这些电子设备的具体例子。

[0372] 图7A示出电视装置的一个例子。在电视装置中,外壳7101中组装有显示部7103。此外,在此示出利用支架7105支撑外壳7101的结构。可以利用显示部7103显示图像,并且将实施方式1所示的发光器件排列为矩阵状而构成显示部7103。

[0373] 可以通过利用外壳7101所具备的操作开关或另行提供的遥控操作机7110进行电视装置的操作。通过利用遥控操作机7110所具备的操作键7109,可以控制频道及音量,由此可以控制显示在显示部7103上的图像。此外,也可以在遥控操作机7110中设置用来显示从该遥控操作机7110输出的信息的显示部7107。此外,还可以将实施方式1中记载的发光器件排列为矩阵状并用于显示部7107。

[0374] 此外,电视装置采用具备接收机、调制解调器等的结构。可以通过接收机接收一般的电视广播。再者,通过调制解调器连接到有线或无线方式的通信网络,能够进行单向(从发送者到接收者)或双向(发送者和接收者之间或接收者之间等)的信息通信。

[0375] 图7B1示出计算机,该计算机包括主体7201、外壳7202、显示部7203、键盘7204、外部连接端口7205、指向装置7206等。此外,该计算机通过将实施方式1所示的发光器件排列为矩阵状并用于显示部7203而制造。图7B1中的计算机也可以为如图7B2所示的方式。图7B2所示的计算机设置有显示部7210代替键盘7204及指向装置7206。显示部7210是触摸面板,通过利用指头或专用笔操作显示在显示部7210上的输入用显示,能够进行输入。此外,显示部7210不仅能够显示输入用显示,而且可以显示其他图像。此外,显示部7203也可以是触摸面板。因为两个屏面通过铰链连接,所以可以防止在收纳或搬运时发生问题如屏面受伤、破坏等。

[0376] 图7C示出便携式终端的一个例子。移动电话机具备组装在外壳7401中的显示部7402、操作按钮7403、外部连接端口7404、扬声器7405、麦克风7406等。此外,移动电话机包括将实施方式1所示的发光器件排列为矩阵状而制造的显示部7402。

[0377] 图7C所示的便携式终端也可以具有用指头等触摸显示部7402来输入信息的结构。在此情况下,能够用指头等触摸显示部7402来进行打电话或编写电子邮件等的操作。

[0378] 显示部7402主要有三种屏面模式。第一是以图像的显示为主的显示模式,第二是以文字等的信息的输入为主的输入模式,第三是混合显示模式和输入模式的两个模式的显示输入模式。

[0379] 例如,在打电话或编写电子邮件的情况下,可以采用将显示部7402主要用于输入文字的文字输入模式而输入在屏面上显示的文字。在此情况下,优选在显示部7402的屏面的大多部分中显示键盘或号码按钮。

[0380] 此外,通过在便携式终端内部设置具有陀螺仪和加速度传感器等检测倾斜度的传感器的检测装置,可以判断便携式终端的方向(纵或横)而自动进行显示部7402的屏面显示的切换。

[0381] 此外,通过触摸显示部7402或对外壳7401的操作按钮7403进行操作,来进行屏面模式的切换。或者,也可以根据显示在显示部7402上的图像的种类切换屏面模式。例如,当显示在显示部上的图像信号为动态图像的数据时,将屏面模式切换成显示模式,而当该图像信号为文字数据时,将屏面模式切换成输入模式。

[0382] 此外,当在输入模式下通过检测出显示部7402的光传感器所检测的信号而得知在

一定期间内没有显示部7402的触摸操作输入时,也可以进行控制以将屏面模式从输入模式切换成显示模式。

[0383] 也可以将显示部7402用作图像传感器。例如,通过用手掌或指头触摸显示部7402,来拍摄掌纹、指纹等,能够进行个人识别。此外,通过在显示部中使用发射近红外光的背光源或发射近红外光的感测用光源,也能够拍摄指静脉、手掌静脉等。

[0384] 此外,本实施方式所示的结构可以与实施方式1至实施方式4所示的结构适当地组合来使用。

[0385] 如上所述,具备实施方式1或实施方式2所示的发光器件的发光装置的应用范围极为广泛,而能够将该发光装置用于各种领域的电子设备。通过使用实施方式1或实施方式2所示的发光器件,可以得到功耗低的电子设备。

[0386] 图8A是示出扫地机器人的一个例子的示意图。

[0387] 扫地机器人5100包括顶面上的显示器5101及侧面上的多个照相机5102、刷子5103及操作按钮5104。虽然未图示,但是扫地机器人5100的底面设置有轮胎和吸入口等。此外,扫地机器人5100还包括红外线传感器、超音波传感器、加速度传感器、压电传感器、光传感器、陀螺仪传感器等各种传感器。此外,扫地机器人5100包括无线通信单元。

[0388] 扫地机器人5100可以自动行走,检测垃圾5120,可以从底面的吸入口吸引垃圾。

[0389] 此外,扫地机器人5100对照相机5102所拍摄的图像进行分析,可以判断墙壁、家具或台阶等障碍物的有无。此外,在通过图像分析检测布线等可能会绕在刷子5103上的物体的情况下,可以停止刷子5103的旋转。

[0390] 可以在显示器5101上显示电池的剩余电量和所吸引的垃圾的量等。可以在显示器5101上显示扫地机器人5100的行走路径。此外,显示器5101可以是触摸面板,可以将操作按钮5104显示在显示器5101上。

[0391] 扫地机器人5100可以与智能手机等便携式电子设备5140互相通信。照相机5102所拍摄的图像可以显示在便携式电子设备5140上。因此,扫地机器人5100的拥有者在出门时也可以知道房间的情况。此外,可以使用智能手机等便携式电子设备确认显示器5101的显示内容。

[0392] 可以将本发明的一个方式的发光装置用于显示器5101。

[0393] 图8B所示的机器人2100包括运算装置2110、照度传感器2101、麦克风2102、上部照相机2103、扬声器2104、显示器2105、下部照相机2106、障碍物传感器2107及移动机构2108。

[0394] 麦克风2102具有检测使用者的声音及周围的声音等的功能。此外,扬声器2104具有发出声音的功能。机器人2100可以使用麦克风2102及扬声器2104与使用者交流。

[0395] 显示器2105具有显示各种信息的功能。机器人2100可以将使用者所希望的信息显示在显示器2105上。显示器2105可以安装有触摸面板。显示器2105可以是可拆卸的信息终端,通过将该信息终端设置在机器人2100的所定位置,可以进行充电及数据的收发。

[0396] 上部照相机2103及下部照相机2106具有对机器人2100的周围环境进行摄像的功能。此外,障碍物传感器2107可以检测机器人2100使用移动机构2108移动时的前方的障碍物的有无。机器人2100可以使用上部照相机2103、下部照相机2106及障碍物传感器2107认知周围环境而安全地移动。可以将本发明的一个方式的发光装置用于显示器2105。

[0397] 图8C是示出护目镜型显示器的一个例子的图。护目镜型显示器例如包括外壳

5000、第一显示部5001、扬声器5003、LED灯5004(包括电源开关或操作开关)、连接端子5006、传感器5007(它具有测量如下因素的功能:力、位移、位置、速度、加速度、角速度、转速、距离、光、液、磁、温度、化学物质、声音、时间、硬度、电场、电流、电压、电力、辐射线、流量、湿度、倾斜度、振动、气味或红外线)、麦克风5008、第二显示部5002、支撑部5012、耳机5013等。

[0398] 可以将本发明的一个方式的发光装置用于第一显示部5001及第二显示部5002。

[0399] 图9示出将实施方式1所示的发光器件用于作为照明装置的台灯的例子。图9所示的台灯包括外壳2001和光源2002,并且作为光源2002也可以使用实施方式4所记载的照明装置。

[0400] 图10示出将实施方式1所示的发光器件用于室内的照明装置3001的例子。由于实施方式1所示的发光器件是发光效率高的发光器件,所以可以提供低功耗的照明装置。此外,因为实施方式1所示的发光器件能够实现大面积化,所以能够用于大面积的照明装置。此外,因为实施方式1所示的发光器件的厚度薄,所以能够制造实现薄型化的照明装置。

[0401] 还可以将实施方式1所示的发光器件安装在汽车的挡风玻璃或仪表盘上。图11示出将实施方式1所示的发光器件用于汽车的挡风玻璃或仪表盘的一个方式。显示区域5200至显示区域5203是使用实施方式1所示的发光器件设置的显示区域。

[0402] 显示区域5200和显示区域5201是设置在汽车的挡风玻璃上的安装有实施方式1所示的发光器件的显示装置。通过使用具有透光性的电极制造实施方式1所示的发光器件的阳极和阴极,可以得到能看到对面的景色的所谓的透视式显示装置。若采用透视式显示,即使设置在汽车的挡风玻璃上,也不妨碍视界。此外,在设置用来驱动的晶体管等的情况下,优选使用具有透光性的晶体管,诸如使用有机半导体材料的有机晶体管或使用氧化物半导体的晶体管等。

[0403] 显示区域5202是设置在立柱部分的安装有实施方式1所示的发光器件的显示装置。通过在显示区域5202上显示来自设置在车厢上的成像单元的图像,可以弥补被立柱遮挡的视界。此外,同样地,设置在仪表盘部分上的显示区域5203通过显示来自设置在汽车外侧的成像单元的图像,能够弥补被车厢遮挡的视界的死角,而提高安全性。通过显示图像以弥补不看到的部分,更自然且简单地确认安全。

[0404] 显示区域5203还可以提供导航信息、速度表、转速表、空调的设定等各种信息。使用者可以适当地改变显示内容及布置。此外,这些信息也可以显示在显示区域5200至显示区域5202上。此外,也可以将显示区域5200至显示区域5203用作照明装置。

[0405] 图12A和图12B示出可折叠的便携式信息终端5150。可折叠的便携式信息终端5150包括外壳5151、显示区域5152及弯曲部5153。图12A示出展开状态的便携式信息终端5150。图12B示出折叠状态的便携式信息终端5150。虽然便携式信息终端5150具有较大的显示区域5152,但是通过将便携式信息终端5150折叠,便携式信息终端5150变小而可便携性好。

[0406] 可以由弯曲部5153将显示区域5152折叠成一半。弯曲部5153由可伸缩的构件和多个支撑构件构成,在折叠时,可伸缩的构件被拉伸,以弯曲部5153具有2mm以上,优选为3mm以上的曲率半径的方式进行折叠。

[0407] 此外,显示区域5152也可以为安装有触摸传感器(输入装置)的触摸面板(输入/输出装置)。可以将本发明的一个方式的发光装置用于显示区域5152。

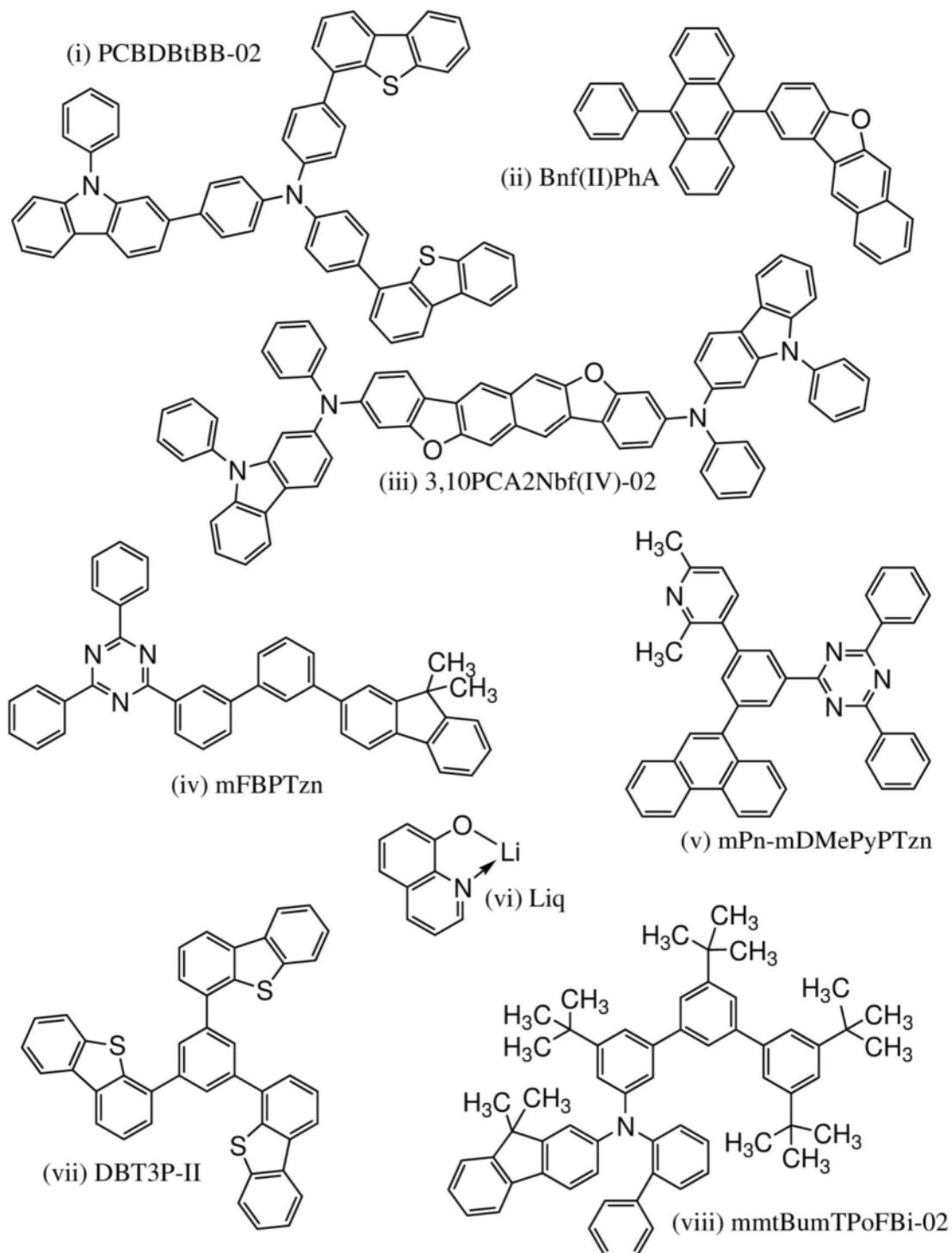
[0408] 此外,图13A至图13C示出能够折叠的便携式信息终端9310。图13A示出展开状态的便携式信息终端9310。图13B示出从展开状态和折叠状态中的一个状态变为另一个状态的中途的状态的便携式信息终端9310。图13C示出折叠状态的便携式信息终端9310。便携式信息终端9310在折叠状态下可携带性好,在展开状态下因为具有无缝拼接的较大的显示区域所以显示一览性强。

[0409] 显示面板9311由铰链部9313所连接的三个外壳9315支撑。注意,显示面板9311也可以为安装有触摸传感器(输入装置)的触控面板(输入输出装置)。此外,通过在两个外壳9315之间的铰链部9313处弯折显示面板9311,可以使便携式信息终端9310从展开状态可逆性地变为折叠状态。可以将本发明的一个方式的发光装置用于显示面板9311。

#### 实施例1

[0410] 在本实施例中,说明在空穴传输区域至少包括三个层的发光器件中该三个层的折射率的高低组合各自不同的发光器件(发光器件1至发光器件8)。下面示出在本实施例中使用的有机化合物的结构式。

[0411] [化学式14]



[0412] (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的厚度沉积银(Ag),然后作为透明电极通过溅射法以10nm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。注意,其电极面积为4mm<sup>2</sup>(2mm×2mm)。此外,第一电极101是透明电极,并可以与上述反射电极组合而被视为第一电极。

[0413] 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℃烘烤1小时,然后进行370秒的UV臭氧处理。

[0414] 然后,将衬底放入其内部被减压到10<sup>-4</sup>Pa左右的真空蒸镀设备中,并在真空蒸镀设

备内的加热室中,在170°C的温度下进行30分钟的真空烘烤,然后对衬底进行30分钟左右的冷却。

[0415] 接着,以使形成有第一电极101的面朝下的方式将形成有第一电极101的衬底固定在设置于真空蒸镀设备内的衬底支架上,并且在第一电极101上通过蒸镀法以上述结构式(i)所示的4,4'-双(二苯并噻吩-4-基)-4"- (9-苯基-9H-咔唑-2-基)三苯基胺(简称:PCBDBtBB-02)与分子量为672且包含氟的电子受主材料(OCHD-003)的重量比为1:0.1(=PCBDBtBB-02:OCHD-003)且厚度为10nm的方式进行共蒸镀,由此形成空穴注入层111。

[0416] 在空穴注入层111上,以厚度为35nm的方式蒸镀上述结构式(viii)所示的N-(1,1'-联苯-2-基)-N-(3,3",5',5"-四-叔丁基-1,1':3',1"-三联苯基-5-基)-9,9-二甲基-9H-芴-2-胺(简称:mmtBumTPoFBi-02)作为第一层,以厚度为40nm的方式蒸镀PCBDBtBB-02作为第二层,并且以厚度为35nm的方式蒸镀mmtBumTPoFBi-02作为第三层,由此形成空穴传输层112。

[0417] 接着,在空穴传输层112上以厚度为10nm的方式蒸镀PCBDBtBB-02,由此形成电子阻挡层。

[0418] 然后,以由上述结构式(ii)表示的2-(10-苯基-9-蒽基)-苯并[b]萘并[2,3-d]呋喃(简称:Bnf(II)PhA)和由上述结构式(iii)表示的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)的重量比为1:0.015(=Bnf(II)PhA:3,10PCA2Nbf(IV)-02)且厚度为25nm的方式进行共蒸镀,由此形成发光层113。

[0419] 然后,在以厚度为10nm的方式蒸镀由上述结构式(iv)表示的2-[3'-(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)-1,1'-联苯-3-基]-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(简称:mFBPTzn)来形成空穴阻挡层之后,以由上述结构式(v)表示的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)与由上述结构式(vi)表示的8-羟基喹啉-锂(简称:Li<sub>q</sub>)的重量比为1:1(=mPn-mDMePyPTzn:Li<sub>q</sub>)且厚度为20nm的方式进行共蒸镀,由此形成电子传输层114。

[0420] 在形成电子传输层114之后,以厚度为1nm的方式沉积氟化锂(LiF)来形成电子注入层115,最后以厚度为15nm的方式以1:0.1的体积比共蒸镀银(Ag)和镁(Mg)来形成第二电极102,由此制造发光器件1。注意,第二电极102是具有反射光的功能及透射光的功能的透反射电极,本实施例的发光器件是从第二电极102取出光的顶部发射型器件。此外,在第二电极102上以厚度为70nm的方式蒸镀由上述结构式(vii)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。

[0421] (对比发光器件1的制造方法)

在对比发光器件1中,使用厚度为30nm的PCBDBtBB-02分别代替发光器件1的空穴传输层中的第一层和第三层。除此之外,都与发光器件1同样地制造。

[0422] (对比发光器件2的制造方法)

在对比发光器件2中,使用厚度为60nm的mmtBumTPoFBi-02代替发光器件1的空穴传输层中的第二层。除此之外,都与发光器件1同样地制造。

[0423] 以下的表示出发光器件1、对比发光器件1以及对比发光器件2的元件结构。

[0424] [表1]

		发光器件 1	对比发光器件 1	对比发光器件 2
覆盖层	70nm	DBT3P-II		
阴极	15nm	Ag:Mg (10: 1)		
电子注入层	1nm	LiF		
电子传输层	20nm	mPn-mDMePyPTzn:Liq (1: 1)		
空穴阻挡层	10nm	mFBPTzn		
发光层	25nm	Bnf(II)PhA:3,10PCA2Nbf(IV)-02 (1:0.015)		
电子阻挡层	10nm	PCBDBtBB-02		
空穴 传输层	3	L	H	L
	2	H	H	L
	1	L	H	L
空穴注入层	10nm	PCBDBtBB-02: OCHD-003 (1: 0.1)		
阳极	10nm	ITSO		
反射电极	100nm	Ag		

L:mmtBumTPoFBi-02, H:PCBDBtBB-02

[0425] [表2]

		H	L
空穴 传输层	3	30nm	35nm
	2	40nm	60nm
	1	30nm	35nm

[0426] 此外,图17示出PCBDBtBB-02、mmtBumTPoFBi-02的寻常光折射率的测量结果。利用光谱椭偏仪(J.A.Woollam Japan制造的M-2000U)测量寻常光折射率。此外,作为测量用样品,使用在石英衬底上通过真空蒸镀法以50nm左右的厚度沉积各层的材料而成的膜。

[0427] 由附图可知,PCBDBtBB-02和mmtBumTPoFBi-02是一种组合,其中它们的折射率的差异在波长为450nm至650nm的范围内为0.2以上且小于0.5。

[0428] 此外,从循环伏安(CV)测量结果分别算出PCBDBtBB-02和mmtBumTPoFBi-02的HOMO能级,该HOMO能级在溶剂为N,N-二甲基甲酰胺(DMF)时分别为-5.51eV和-5.43eV。由此可知,PCBDBtBB-02和mmtBumTPoFBi-02的HOMO能级的差异为0.1eV以下。此外,作为CV测量的测量仪,使用电化学分析仪(BAS株式会社(BAS Inc.)制造,ALS型号600A或600C),并且对将要测量的材料溶解于溶剂而成的溶液进行测量。

[0429] 在氮气氛的手套箱中,以不使上述发光器件及对比发光器件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元件的周围,以不对发光器件照射UV而只对密封材料照射UV,在大气压下以80℃进行热处理1小时),然后对该发光器件的初始特性进行测量。

[0430] 图18示出发光器件1、对比发光器件1以及对比发光器件2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示出蓝光效率指数-亮度特性,图23示出发射光谱。此外,表3示出发光器件1、对比发光器件1以及对比发光器件2的1000cd/m<sup>2</sup>附近的主要特性。注意,使用分光辐射计(拓普康公司制造、SR-UL1R)在常温下测量亮度、CIE色度及发射光谱。

[0431] 注意,蓝光效率指数(BI)是指将电流效率(cd/A)除以色度y而得的值(cd/A/y),是表示蓝光的发光特性的指标之一。蓝光有色度y越小色纯度越高的倾向。色纯度高的蓝光即使很少有亮度成分也可以显示出较宽的范围的蓝色。当使用色纯度高的蓝光时,显示出蓝色所需的亮度更低,因此可以得到降低功耗的效果。因此,考虑蓝色纯度的指标之一的色度y的BI适用于表示蓝光效率的参数,可以说发光器件的BI越高该发光器件被用作显示器的蓝色发光器件时的效率越良好。

[0432] [表3]

	电压 (V)	电流 (mA)	电流密度 (mA/cm <sup>2</sup> )	色度 x	色度 y	电流 效率 (cd/A)	BI (cd/A/y)
发光器件 1	4.4	0.44	10.9	0.14	0.05	9.3	200
对比发光 器件 1	4.0	0.54	13.5	0.14	0.05	8.1	172
对比发光 器件 2	4.4	0.43	10.8	0.14	0.05	8.2	175

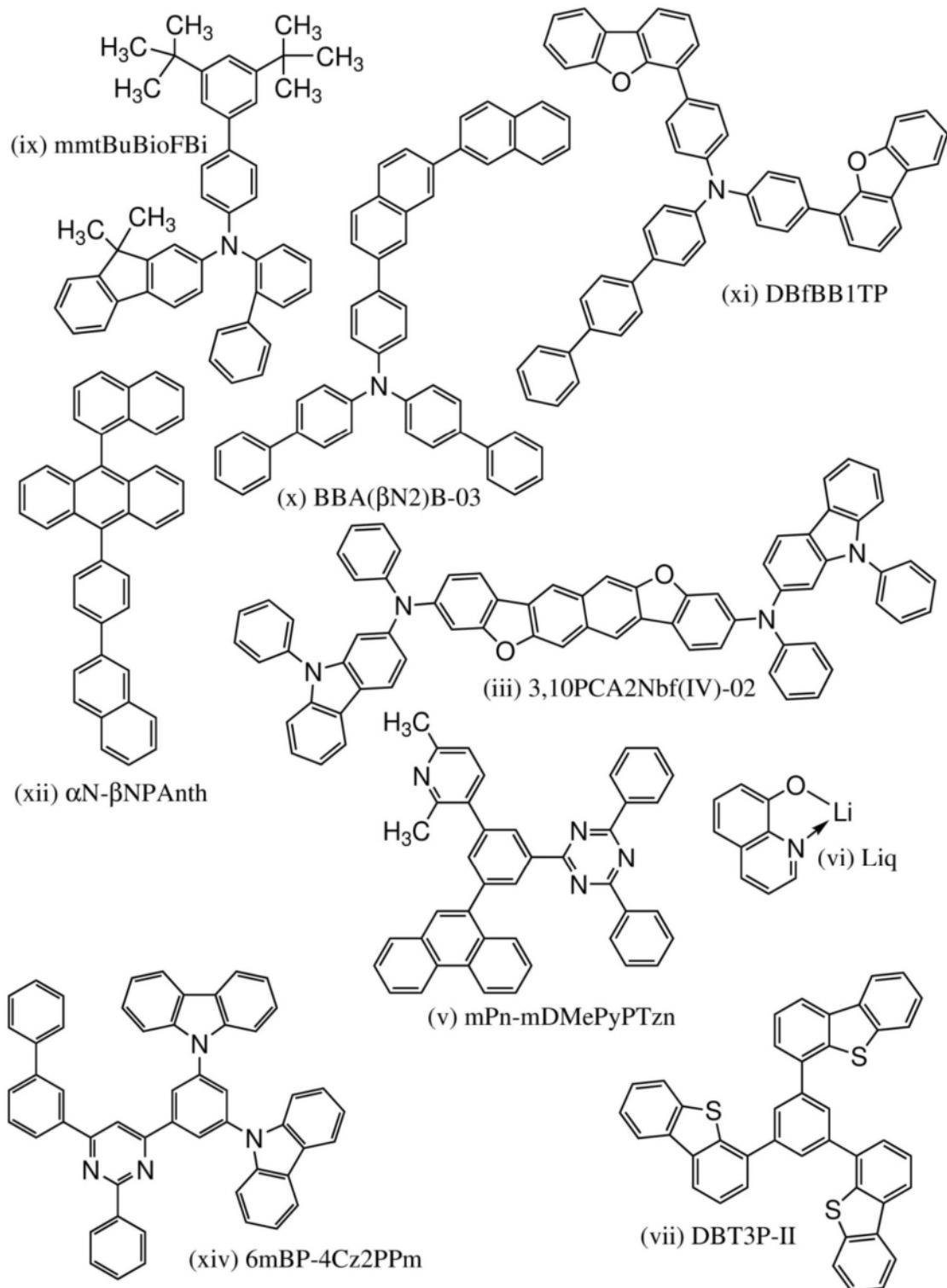
[0433] 由图18至图23及表3可知,本发明的一个方式的发光器件,即发光器件1与其他发光器件相比具有优良的电流效率及蓝光效率指数(BI)。尤其是,发光器件1的BI非常高,即200(cd/A/y)以上,可以说发光器件1是BI特别优良的发光器件。因此,本发明的一个方式特别适用于显示器中的发光器件。

## 实施例2

[0434] 在本实施例中,说明分别作为本发明的一个方式的发光器件和对比发光器件的发

光器件10和对比发光器件10。下面示出在本实施例中使用的有机化合物的结构式。

[0435] [化学式15]



[0437] 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℃烘烤1小时,然后进行370秒的UV臭氧处理。

[0438] 然后,将衬底放入其内部被减压到 $10^{-4}$ Pa左右的真空蒸镀设备中,并在真空蒸镀设备内的加热室中,在170℃的温度下进行30分钟的真空烘烤,然后对衬底进行30分钟左右的冷却。

[0439] 接着,以使形成有第一电极101的面朝下的方式将形成有第一电极101的衬底固定在设置于真空蒸镀设备内的衬底支架上,并且在第一电极101上通过蒸镀法以上述结构式(ix)所示的N-3',5'-二叔丁基-1,1'-联苯-4-基-N-1,1'-联苯-2-基-9,9-二甲基-9H-芴-2-胺(简称:mmtBuBioFBi)与分子量为672且包含氟的电子受主材料(0CHD-003)的重量比为1:0.1(=mmtBuBioFBi:0CHD-003)且厚度为10nm的方式进行共蒸镀,由此形成空穴注入层111。

[0440] 在空穴注入层111上,以厚度为30nm的方式蒸镀mmtBuBioFBi作为第一层,以厚度为50nm的方式蒸镀上述结构式(x)所示的4,4'-二苯基-4''-(7;2'-联萘基-2-基)三苯基胺(简称:BBA(βN2)B-03)作为第二层,并且以厚度为40nm的方式蒸镀mmtBuBioFBi作为第三层,由此形成空穴传输层112。

[0441] 接着,在空穴传输层112上以厚度为10nm的方式蒸镀上述结构式(xi)所示的N,N-双[4-(二苯并呋喃-4-基)苯基]-4-氨基-对三联苯(简称:DBfBB1TP),由此形成电子阻挡层。

[0442] 然后,以由上述结构式(xii)表示的9-(1-萘基)-10-[4-(2-萘基)苯基]蒽(简称: $\alpha$ -N-βNPAnth)和由上述结构式(iii)表示的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)的重量比为1:0.015(= $\alpha$ -N-βNPAnth:3,10PCA2Nbf(IV)-02)且厚度为20nm的方式进行共蒸镀,由此形成功发光层113。

[0443] 然后,在以厚度为10nm的方式蒸镀由上述结构式(xiv)表示的6-(1,1'-联苯-3-基)-4-[3,5-双(9H-咔唑-9-基)苯基]-2-苯基嘧啶(简称:6mBP-4Cz2PPm),来形成空穴阻挡层之后,以由上述结构式(v)表示的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)与由上述结构式(vi)表示的8-羟基喹啉-锂(简称:Liq)的重量比为1:1(= $m$ Pn- $m$ DMePyPTzn:Liq)且厚度为20nm的方式进行共蒸镀,由此形成电子传输层114。

[0444] 在形成电子传输层114之后,以厚度为1nm的方式沉积氟化锂(LiF)来形成电子注入层115,最后以厚度为15nm的方式以1:0.1的体积比共蒸镀银(Ag)和镁(Mg)来形成第二电极102,由此制造发光器件10。注意,第二电极102是具有反射光的功能及透射光的功能的透反射电极,本实施例的发光器件是从第二电极102取出光的顶部发射型器件。此外,在第二电极102上以厚度为70nm的方式蒸镀由上述结构式(vii)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。

[0445] (对比发光器件10的制造方法)

在对比发光器件10中,将发光器件10的空穴传输层中的第一层的厚度改变为35nm,并且第二层由mmtBuBioFBi构成。除此之外,都与发光器件10同样地制造。

[0446] 以下的表示出发光器件10及对比发光器件10的元件结构。

[0447] [表4]

		发光器件 10	对比发光器件 10
覆盖层	70nm	DBT3P-II	
阴极	15nm	Ag:Mg (10: 1)	
电子注入层	1nm	LiF	
电子传输层	20nm	mPn-mDMePyPTzn:Liq (1: 1)	
空穴阻挡层	10nm	6mBP-4Cz2PPm	
发光层	20nm	$\alpha$ N- $\beta$ NPAanth: 3,10PCA2Nbf (IV) -02 (1:0.015)	
电子阻挡层	10nm	DBfBB1TP	
空穴 传输层	3 40nm	mmtBuBioFBi	
	2 50nm	BBA ( $\beta$ N2) B-03	mmtBuBioFBi
	1 *3	mmtBuBioFBi	
空穴注入层	10nm	mmtBuBioFBi: OCHD-003 (1: 0.1)	
阳极	10nm	ITSO	
反射电极	100nm	Ag	

\*3发光器件10:30nm,对比发光器件10:35nm

[0448] 此外,图24示出BBA ( $\beta$ N2) B-03、mmtBuBioFBi的寻常光折射率的测量结果。利用光谱椭偏仪 (J.A.Woolam Japan制造的M-2000U) 测量寻常光折射率。此外,作为测量用样品,使用在石英衬底上通过真空蒸镀法以50nm左右的厚度沉积各层的材料而成的膜。

[0449] 由附图可知,BBA ( $\beta$ N2) B-03和mmtBuBioFBi是一种组合,其中它们的折射率的差异在波长为450nm至650nm的范围内为0.2以上且小于0.5。

[0450] 此外,从循环伏安(CV) 测量结果分别算出BBA ( $\beta$ N2) B-03和mmtBuBioFBi的HOMO能级,该HOMO能级在溶剂为N,N-二甲基甲酰胺(DMF) 时分别为-5.47eV和-5.42eV。由此可知,BBA ( $\beta$ N2) B-03和mmtBuBioFBi的HOMO能级的差异为0.1eV以下。此外,作为CV测量的测量仪,使用电化学分析仪 (BAS株式会社 (BAS Inc.) 制造,ALS型号600A或600C),并且对将要测量的材料溶解于溶剂而成的溶液进行测量。

[0451] 在氮气氛的手套箱中,以不使上述发光器件及对比发光器件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元件的周围,以不对发光器件照射UV而只对密封材料照射UV,在大气压下以80℃进行热处理1小时),然后对该发光器件的初始特性进行测量。

[0452] 图25示出发光器件10及对比发光器件10的亮度-电流密度特性,图26示出亮度-电压特性,图27示出电流效率-亮度特性,图28示出电流密度-电压特性,图29示出蓝光效率指数-电流密度特性,图30示出发射光谱,并且图31示出视角特性。此外,表5示出发光器件10及对比发光器件10的1000cd/m<sup>2</sup>附近的主要特性。注意,使用分光辐射计(拓普康公司制造、SR-UL1R)在常温下测量亮度、CIE色度及发射光谱。作为视角特性,将垂直于发光器件的发光面的方向设定为0°,从-80°至80°每隔10°测量发射光谱,由此得到了各角度下的发光元件的光子强度比。利用多通道光谱分析仪(由日本滨松光子学株式会社制造的PMA-12)进行测量。

[0453] [表5]

	电压 (V)	电流 (mA)	电流密度 (mA/cm <sup>2</sup> )	色度 x	色度 y	电流 效率 (cd/A)	BI (cd/A/y)
发光器件 10	4.6	0.39	9.8	0.14	0.04	8.5	201
对比发光 器件 10	4.4	0.58	14.4	0.14	0.04	7.3	176

[0454] 由图25至图31及表5可知,本发明的一个方式的发光器件10具有优良的电流效率及蓝光效率指数(BI)。尤其是,发光器件10的BI非常高,即200(cd/A/y)以上,可以说发光器件10是BI特别优良的发光器件。因此,本发明的一个方式特别适用于显示器中的发光器件。

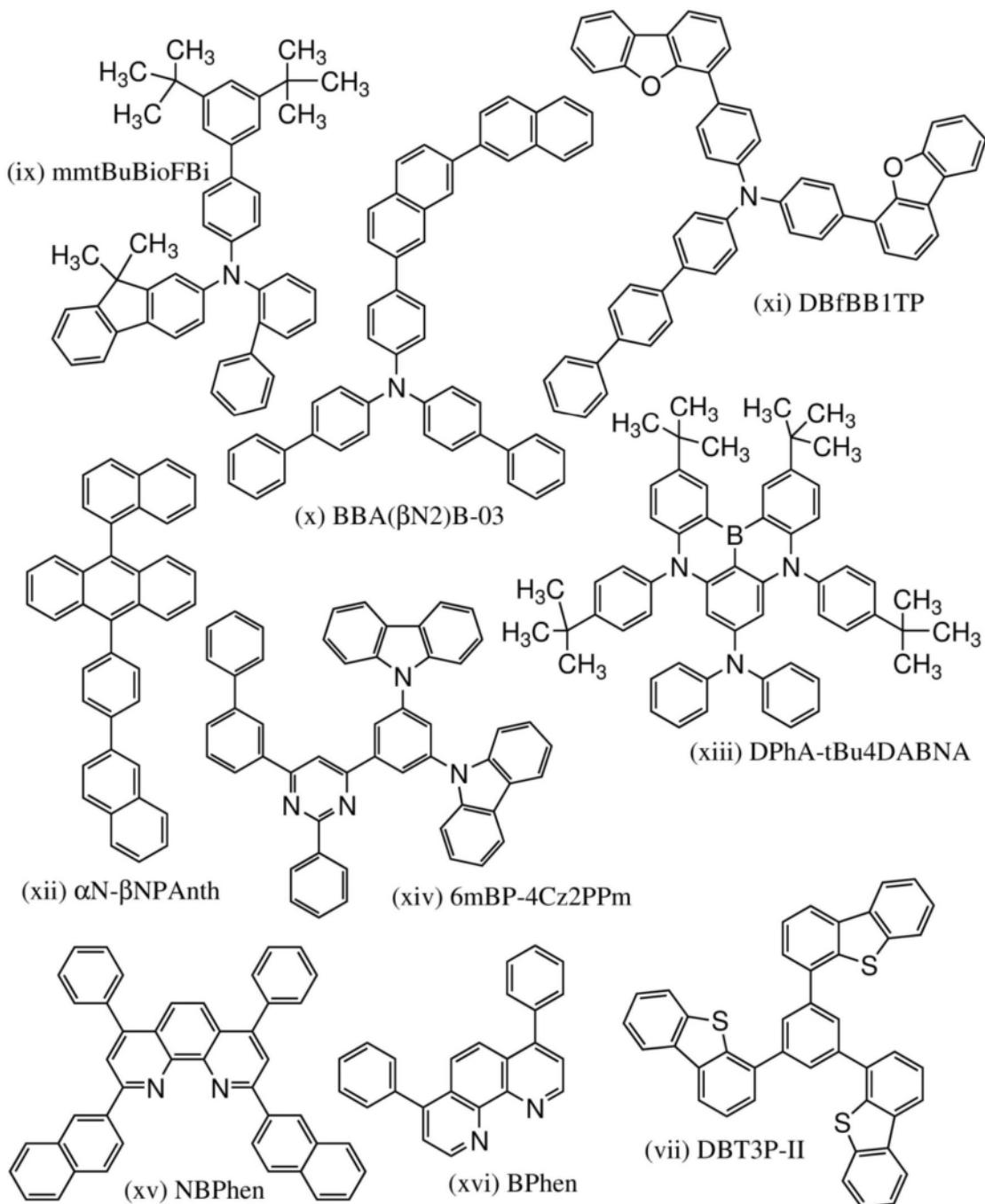
[0455] 此外,由图31可知,发光器件10与对比发光器件10的视角特性几乎没有差异。因此,根据本发明的一个方式,可以在视角特性不改变的状态下提高发光器件的效率。

[0456] 此外,图32示出电流密度50mA/cm<sup>2</sup>的条件下的相对于驱动时间的亮度变化的图表。由此可知,本发明的一个方式的发光器件10的可靠性优越于对比发光器件10。

### 实施例3

[0457] 在本实施例中,说明作为本发明的一个方式的发光器件20。下面示出在本实施例中使用的有机化合物的结构式。

[0458] [化学式16]



[0459] (发光器件20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的厚度沉积银(Ag),然后作为透明电极通过溅射法以10nm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。注意,其电极面积为4mm<sup>2</sup>(2mm×2mm)。此外,第一电极101是透明电极,并可以与上述反射电极组合而被视为第一电极。

[0460] 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℃烘烤1小时,然后进行370秒的UV臭氧处理。

[0461] 然后,将衬底放入其内部被减压到10<sup>-4</sup>Pa左右的真空蒸镀设备中,并在真空蒸镀设备内的加热室中,在170℃的温度下进行30分钟的真空烘烤,然后对衬底进行30分钟左右的冷却。

[0462] 接着,以使形成有第一电极101的面朝下的方式将形成有第一电极101的衬底固定在设置于真空蒸镀设备内的衬底支架上,并且在第一电极101上通过蒸镀法以上述结构式(ix)所示的N-3',5'-二叔丁基-1,1'-联苯-4-基-N-1,1'-联苯-2-基-9,9-二甲基-9H-芴-2-胺(简称:mmtBuBioFBi)与分子量为672且包含氟的电子受主材料(0CHD-003)的重量比为1:0.04(=mmtBuBioFBi:0CHD-003)且厚度为10nm的方式进行共蒸镀,由此形成空穴注入层111。

[0463] 在空穴注入层111上,以厚度为35nm的方式蒸镀mmtBuBioFBi作为第一层,以厚度为50nm的方式蒸镀上述结构式(x)所示的4,4'-二苯基-4"--(7;2'-联萘基-2-基)三苯基胺(简称:BBA(βN2)B-03)作为第二层,并且以厚度为40nm的方式蒸镀mmtBuBioFBi作为第三层,由此形成空穴传输层112。

[0464] 接着,在空穴传输层112上以厚度为10nm的方式蒸镀上述结构式(xi)所示的N,N-双[4-(二苯并呋喃-4-基)苯基]-4-氨基-对三联苯(简称:DBfBB1TP),由此形成电子阻挡层。

[0465] 然后,以由上述结构式(xii)表示的9-(1-萘基)-10-[4-(2-萘基)苯基]蒽(简称:αN-βNPAnth)和由上述结构式(xiii)表示的2,12-二-叔丁基-5,9-二(4-叔丁基苯基)-N,N-二苯基-5H,9H-[1,4]苯并氮杂硼并[2,3,4-k1]吩氮杂硼(phenazaborin)-7-胺(简称:DPhA-tBu4DABNA)的重量比为1:0.015(=αN-βNPAnth:DPhA-tBu4DABNA)且厚度为20nm的方式进行共蒸镀,由此形成发光层113。

[0466] 然后,在以厚度为5nm的方式蒸镀由上述结构式(xiv)表示的6-(1,1'-联苯-3-基)-4-[3,5-双(9H-咔唑-9-基)苯基]-2-苯基嘧啶(简称:6mBP-4Cz2PPm),来形成空穴阻挡层之后,以厚度为5nm的方式蒸镀由上述结构式(xv)表示的2,9-二(2-萘基)-4,7-二苯基-1,10-菲咯啉(简称:NBPhen),由此形成电子传输层114。

[0467] 在形成电子传输层114之后,以由上述结构式(xvi)表示的红菲咯啉(缩写:BPhen)和氟化锂(LiF)的体积比为1:3(=BPhen:LiF)且厚度为27nm的方式进行共蒸镀,来形成电子注入层115,最后以厚度为15nm的方式以1:0.1的体积比共蒸镀银(Ag)和镁(Mg)来形成第二电极102,由此制造发光器件20。注意,第二电极102是具有反射光的功能及透射光的功能的透反射电极,本实施例的发光器件是从第二电极102取出光的顶部发射型器件。此外,在第二电极102上以厚度为70nm的方式蒸镀由上述结构式(vii)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。

[0468] 以下的表示出发光器件20的元件结构。

[0469] [表6]

结构	厚度	材料
覆盖层	70nm	DBT3P-II
阴极	15nm	Ag:Mg (10: 0.5)
电子注入层	27nm	LiF: BPhen (3: 1)
电子传输层	5nm	NBPhen
空穴阻挡层	5nm	6mBP-4Cz2PPm
发光层	20nm	$\alpha$ N- $\beta$ NPAanth: DPhA- tBu4DABNA (1:0.015)
电子阻挡层	10nm	DBfBB1TP
空穴 传输层	第三空穴传输层 40nm	mmtBuBioFBi
	第二空穴传输层 50nm	BBA ( $\beta$ N2) B-03
	第一空穴传输层 35nm	mmtBuBioFBi
空穴注入层	10nm	mmtBuBioFBi: OCHD-003 (1: 0.1)
阳极	10nm	ITSO
反射电极	100nm	Ag

[0470] 此外,图24示出BBA ( $\beta$ N2) B-03、mmtBuBioFBi的寻常光折射率的测量结果。利用光谱椭偏仪 (J.A.Woolam Japan制造的M-2000U) 测量寻常光折射率。此外,作为测量用样品,使用在石英衬底上通过真空蒸镀法以50nm左右的厚度沉积各层的材料而成的膜。

[0471] 由附图可知,BBA ( $\beta$ N2) B-03和mmtBuBioFBi是一种组合,其中它们的折射率的差异在波长为450nm至650nm的范围内为0.2以上且小于0.5。

[0472] 此外,从循环伏安(CV)测量结果分别算出BBA ( $\beta$ N2) B-03和mmtBuBioFBi的HOMO能级,该HOMO能级在溶剂为N,N-二甲基甲酰胺(DMF)时分别为-5.47eV和-5.42eV。由此可知,BBA ( $\beta$ N2) B-03和mmtBuBioFBi的HOMO能级的差异为0.1eV以下。此外,作为CV测量的测量仪,使用电化学分析仪(BAS株式会社(BAS Inc.)制造,ALS型号600A或600C),并且对将要测量的材料溶解于溶剂而成的溶液进行测量。

[0473] 在氮气氛的手套箱中,以不使上述发光器件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元件的周围,以不对发光器件照射UV而只对密封材料照射UV,在大气压下以80°C进行热处理1小时),然后对该发光器件的初始特性进行测量。

[0474] 图33示出发光器件20的亮度-电流密度特性,图34示出亮度-电压特性,图35示出电流效率-亮度特性,图36示出电流密度-电压特性,图37示出蓝光效率指数-亮度特性,图38示出发射光谱。此外,表7示出发光器件20的1000cd/m<sup>2</sup>附近的主要特性。注意,使用分光辐射计(拓普康公司制造、SR-UL1R)在常温下测量亮度、CIE色度及发射光谱。

[0475] [表7]

电压 (V)	电流 (mA)	电流密度 (mA/cm <sup>2</sup> )	色度 x	色度 y	电流 效率 (cd/A)	BI (cd/A/y)
4.8	0.54	13.6	0.15	0.03	8.1	253

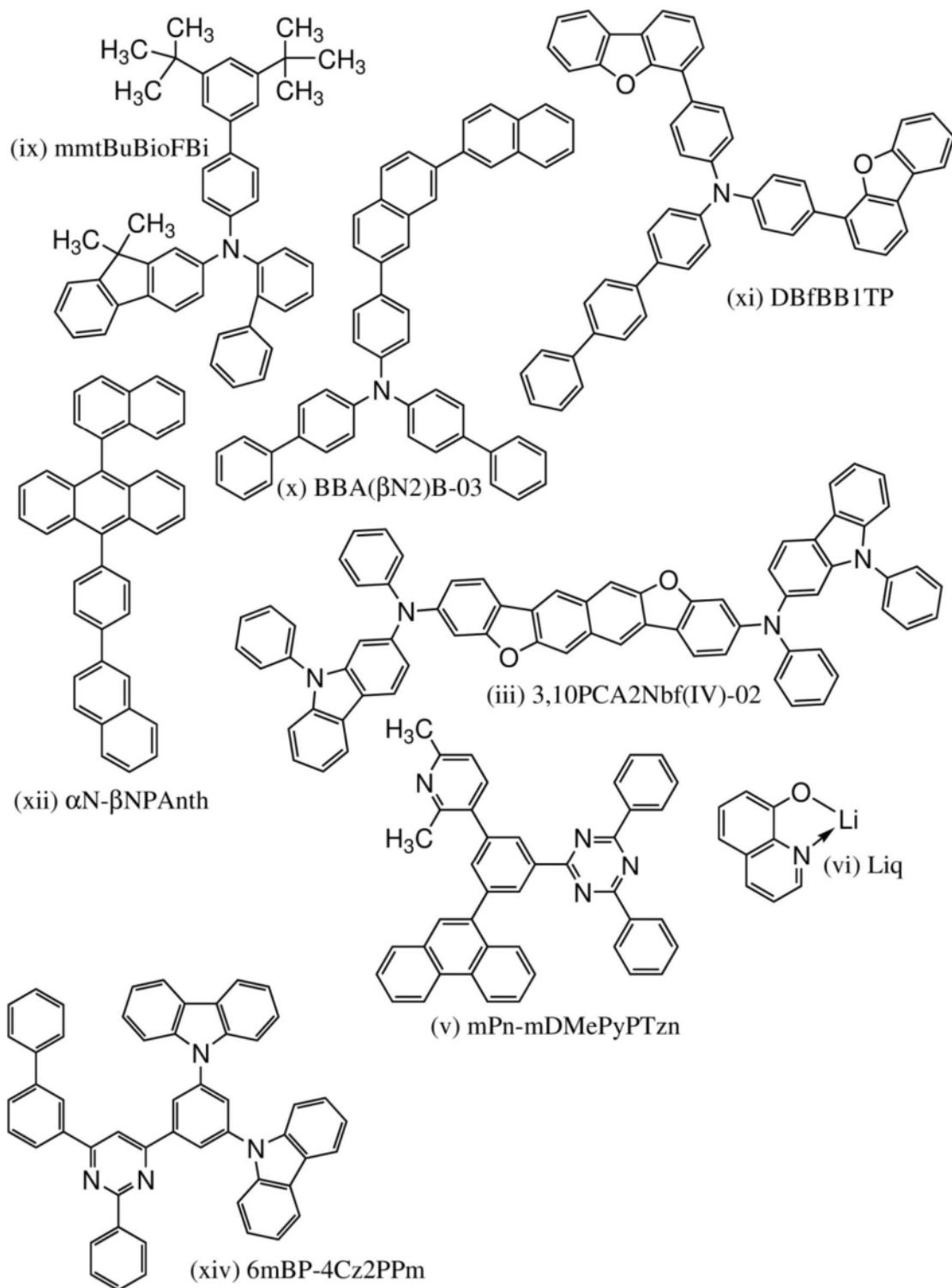
[0476] 由图33至图38及表7可知,本发明的一个方式的发光器件20具有非常好的电流效率及蓝光效率指数(BI)。尤其是,发光器件20的BI非常高,即250(cd/A/y)以上,可以说发光器件20是BI特别优良的发光器件。因此,本发明的一个方式特别适用于显示器中的发光器件。

[0477] 此外,图39示出电流密度50mA/cm<sup>2</sup>的条件下的相对于驱动时间的亮度变化的图表。由此可知,本发明的一个方式的发光器件20的可靠性很高。

#### 实施例4

[0478] 在本实施例中,说明作为本发明的一个方式的发光器件30。下面示出在本实施例中使用的有机化合物的结构式。

[0479] [化学式17]



[0480] (发光器件30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的厚度沉积银(Ag),然后作为透明电极通过溅射法以5nm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。注意,其电极面积为4mm<sup>2</sup>(2mm×2mm)。此外,第一电极101是透明电极,并可以与上述反射电极组合而被视为第一电极。

[0481] 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℃烘烤1小时,然后进行370秒的UV臭氧处理。

[0482] 然后,将衬底放入其内部被减压到 $10^{-4}$ Pa左右的真空蒸镀设备中,并在真空蒸镀设备内的加热室中,在170℃的温度下进行30分钟的真空烘烤,然后对衬底进行30分钟左右的冷却。

[0483] 接着,以使形成有第一电极101的面朝下的方式将形成有第一电极101的衬底固定在设置于真空蒸镀设备内的衬底支架上,并且在第一电极101上通过蒸镀法以上述结构式(ix)所示的N-3',5'-二叔丁基-1,1'-联苯-4-基-N-1,1'-联苯-2-基-9,9-二甲基-9H-芴-2-胺(简称:mmtBuBioFBi)与分子量为672且包含氟的电子受主材料(OCHD-003)的重量比为1:0.1(=mmtBuBioFBi:OCHD-003)且厚度为10nm的方式进行共蒸镀,由此形成空穴注入层111。

[0484] 在空穴注入层111上,以厚度为42.5nm的方式蒸镀mmtBuBioFBi作为第一层,以厚度为50nm的方式蒸镀上述结构式(x)所示的4,4'-二苯基-4''-(7;2'-联萘基-2-基)三苯基胺(简称:BBA(βN2)B-03)作为第二层,并且以厚度为40nm的方式蒸镀mmtBuBioFBi作为第三层,由此形成空穴传输层112。

[0485] 接着,在空穴传输层112上以厚度为10nm的方式蒸镀上述结构式(xi)所示的N,N-双[4-(二苯并呋喃-4-基)苯基]-4-氨基-对三联苯(简称:DBfBB1TP),由此形成电子阻挡层。

[0486] 然后,以由上述结构式(xii)表示的9-(1-萘基)-10-[4-(2-萘基)苯基]蒽(简称:αN-βNPAnth)和由上述结构式(iii)表示的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)的重量比为1:0.015(=αN-βNPAnth:3,10PCA2Nbf(IV)-02)且厚度为20nm的方式进行共蒸镀,由此形成发光层113。

[0487] 然后,在以厚度为10nm的方式蒸镀由上述结构式(xiv)表示的6-(1,1'-联苯-3-基)-4-[3,5-双(9H-咔唑-9-基)苯基]-2-苯基嘧啶(简称:6mBP-4Cz2PPm),来形成空穴阻挡层之后,以由上述结构式(v)表示的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)与由上述结构式(vi)表示的8-羟基喹啉-锂(简称:Liq)的重量比为0.4:0.6(=mPn-mDMePyPTzn:Liq)且厚度为20nm的方式进行共蒸镀,由此形成电子传输层114。

[0488] 在形成电子传输层114之后,以厚度为1nm的方式沉积氟化锂(LiF)来形成电子注入层115,最后以厚度为15nm的方式以1:0.1的体积比共蒸镀银(Ag)和镁(Mg)来形成第二电极102,由此制造发光器件30。注意,第二电极102是具有反射光的功能及透射光的功能的透反射电极,本实施例的发光器件是从第二电极102取出光的顶部发射型器件。此外,在第二电极102上以厚度为65nm的方式蒸镀有机化合物作为覆盖层来提高光提取效率。

[0489] 以下的表示出发光器件30的元件结构。

[0490] [表8]

		发光器件 30
阴极	15nm	Ag:Mg (10: 1)
电子注入层	1nm	LiF
电子传输层	20nm	mPn-mDMePyPTzn:Liq (0.4: 0.6)
空穴阻挡层	10nm	6mBP-4Cz2PPm
发光层	20nm	$\alpha$ N- $\beta$ NPAAnth: 3,10PCA2Nbf (IV) -02 (1:0.015)
电子阻挡层	10nm	DBfBB1TP
空穴 传输层	3 40nm	mmtBuBioFBi
	2 50nm	BBA ( $\beta$ N2) B-03
	1 42.5nm	mmtBuBioFBi
空穴注入层	10nm	mmtBuBioFBi: OCHD-003 (1: 0.1)
阳极	5nm	ITSO
反射电极	100nm	Ag

[0491] 此外,图24示出BBA ( $\beta$ N2) B-03、mmtBuBioFBi的寻常光折射率的测量结果。利用光谱椭偏仪 (J.A.Woolam Japan制造的M-2000U) 测量寻常光折射率。此外,作为测量用样品,使用在石英衬底上通过真空蒸镀法以50nm左右的厚度沉积各层的材料而成的膜。

[0492] 由附图可知,BBA ( $\beta$ N2) B-03和mmtBuBioFBi是一种组合,其中它们的折射率的差异在波长为450nm至650nm的范围内为0.2以上且小于0.5。

[0493] 此外,从循环伏安 (CV) 测量结果分别算出BBA ( $\beta$ N2) B-03和mmtBuBioFBi的HOMO能级,该HOMO能级在溶剂为N,N-二甲基甲酰胺 (DMF) 时分别为-5.47eV和-5.42eV。由此可知,BBA ( $\beta$ N2) B-03和mmtBuBioFBi的HOMO能级的差异为0.1eV以下。此外,作为CV测量的测量仪,使用电化学分析仪 (BAS株式会社 (BAS Inc.) 制造,ALS型号600A或600C),并且对将要测量的材料溶解于溶剂而成的溶液进行测量。

[0494] 在氮气氛的手套箱中,以不使上述发光器件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元件的周围,以不对发光器件照射UV而只对密封材料照射UV,在大气压下以80°C进行热处理1小时),然后对该发光器件的初始特性进行测量。

[0495] 图40示出发光器件30的亮度-电流密度特性,图41示出亮度-电压特性,图42示出电流效率-亮度特性,图43示出电流密度-电压特性,图44示出蓝光效率指数-电流密度特性,图45示出发射光谱。此外,表9示出发光器件30的1000cd/m<sup>2</sup>附近的主要特性。注意,使用

分光辐射计(拓普康公司制造、SR-UL1R)在常温下测量亮度、CIE色度及发射光谱。

[0496] [表9]

	电压 (V)	电流 (mA)	电流密度 (mA/cm <sup>2</sup> )	色度 x	色度 y	电流 效率 (cd/A)	BI (cd/A/y)
发光器件 30	4.6	0.36	8.9	0.14	0.04	9.2	216

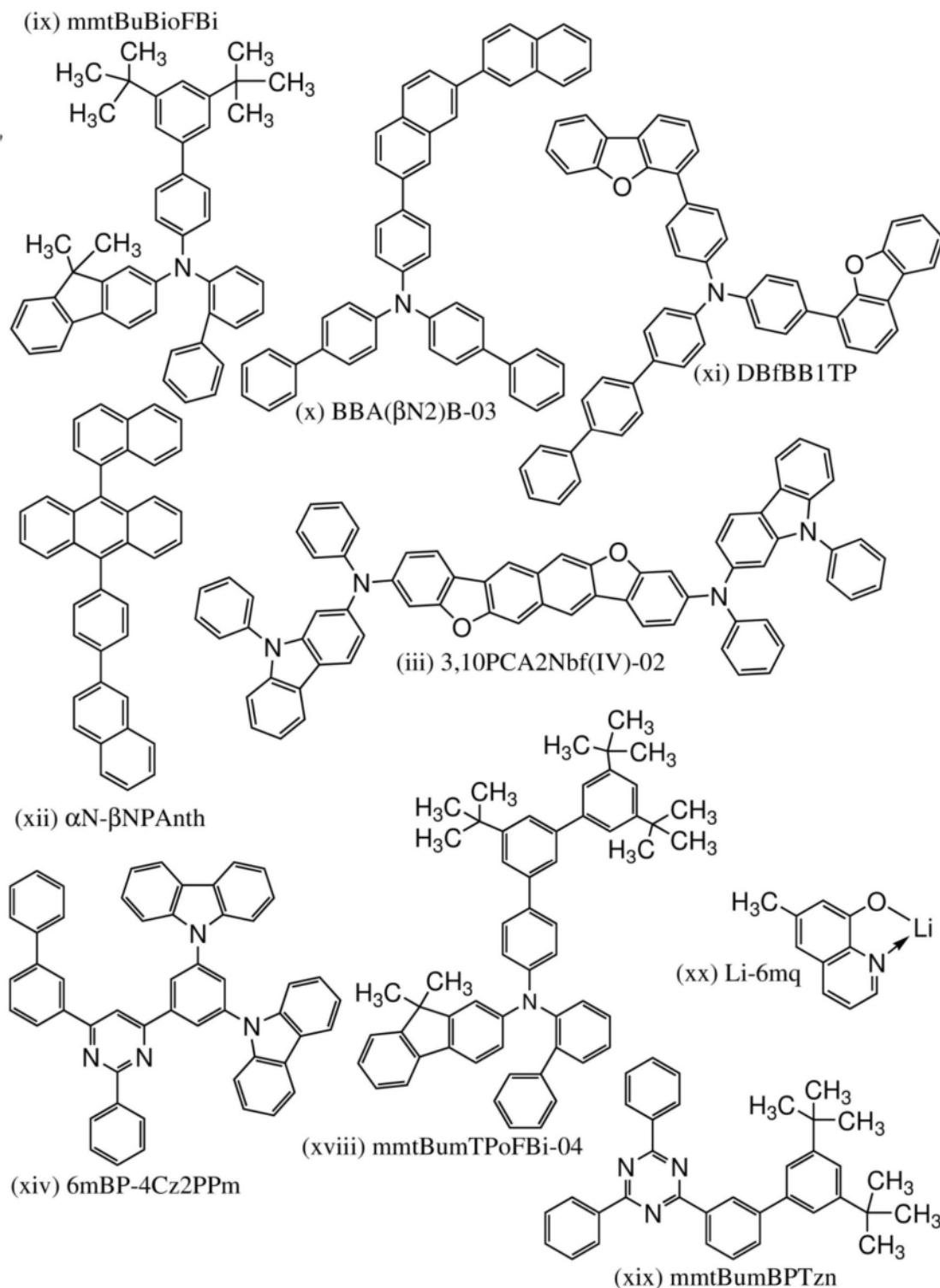
[0497] 由图40至图45及表9可知,本发明的一个方式的发光器件30具有良好的电流效率及蓝光效率指数(BI)。尤其是,发光器件30的BI非常高,即200(cd/A/y)以上,可以说发光器件30是BI特别优良的发光器件。因此,本发明的一个方式特别适用于显示器中的发光器件。

[0498] 此外,图46示出电流密度50mA/cm<sup>2</sup>的条件下的相对于驱动时间的亮度变化的图表。由此可知,本发明的一个方式的发光器件30的可靠性很高。

#### 实施例5

[0499] 在本实施例中,说明第一空穴传输层、第二空穴传输层以及第三空穴传输层中的GSP值的序列不同的发光器件40及发光器件41。下面示出在本实施例中使用的有机化合物的结构式。

[0500] [化学式18]



[0501] (发光器件40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的厚度沉积银(Ag),然后作为透明电极通过溅射法以5nm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。注意,其电极面积为4mm<sup>2</sup>(2mm×2mm)。此外,第一电极101是透明电极,并可以与上述反射电极组合而被视为第一电极。

[0502] 接着,作为用来在衬底上形成功能器件的预处理,用水洗涤衬底表面,以200℃烘烤1小时,然后进行370秒的UV臭氧处理。

[0503] 然后,将衬底放入其内部被减压到 $10^{-4}$ Pa左右的真空蒸镀设备中,并在真空蒸镀设备内的加热室中,在170℃的温度下进行30分钟的真空烘烤,然后对衬底进行30分钟左右的冷却。

[0504] 接着,以使形成有第一电极101的面朝下的方式将形成有第一电极101的衬底固定在设置于真空蒸镀设备内的衬底支架上,并且在第一电极101上通过蒸镀法以上述结构式(ix)所示的N-3',5'-二叔丁基-1,1'-联苯-4-基-N-1,1'-联苯-2-基-9,9-二甲基-9H-芴-2-胺(简称:mmtBuBioFBi)与分子量为672且包含氟的电子受主材料(OCHD-003)的重量比为1:0.1(=mmtBuBioFBi:OCHD-003)且厚度为10nm的方式进行共蒸镀,由此形成空穴注入层111。

[0505] 在空穴注入层111上,以厚度为40nm的方式蒸镀mmtBuBioFBi作为第一层,以厚度为50nm的方式蒸镀上述结构式(x)所示的4,4'-二苯基-4''-(7;2'-联萘基-2-基)三苯基胺(简称:BBA(βN2)B-03)作为第二层,并且以厚度为40nm的方式蒸镀mmtBuBioFBi作为第三层,由此形成空穴传输层112。

[0506] 接着,在空穴传输层112上以厚度为10nm的方式蒸镀上述结构式(xi)所示的N,N-双[4-(二苯并呋喃-4-基)苯基]-4-氨基-对三联苯(简称:DBfBB1TP),由此形成电子阻挡层。

[0507] 然后,以由上述结构式(xii)表示的9-(1-萘基)-10-[4-(2-萘基)苯基]蒽(简称: $\alpha$ N-βNPAnth)和由上述结构式(iii)表示的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)的重量比为1:0.015(= $\alpha$ N-βNPAnth:3,10PCA2Nbf(IV)-02)且厚度为20nm的方式进行共蒸镀,由此形成发光层113。

[0508] 然后,在以厚度为10nm的方式蒸镀由上述结构式(xiv)表示的6-(1,1'-联苯-3-基)-4-[3,5-双(9H-咔唑-9-基)苯基]-2-苯基嘧啶(简称:6mBP-4Cz2PPm)来形成空穴阻挡层之后,以由上述结构式(xix)表示的2-{(3',5'-二-叔丁基)-1,1'-联苯-3-基}-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(简称:mmtBumBPTzn)与由上述结构式(xx)表示的6-甲基-8-羟基喹啉-锂(简称:Li-6mq)的重量比为1:1(=mmtBumBPTzn:Li-6mq)且厚度为20nm的方式进行共蒸镀,由此形成电子传输层114。

[0509] 在形成电子传输层114之后,以厚度为1nm的方式沉积氟化锂(LiF)来形成电子注入层115,最后以厚度为15nm的方式以1:0.1的体积比共蒸镀银(Ag)和镁(Mg)来形成第二电极102,由此制造发光器件40。注意,第二电极102是具有反射光的功能及透射光的功能的透反射电极,本实施例的发光器件是从第二电极102取出光的顶部发射型器件。此外,在第二电极102上以厚度为65nm的方式蒸镀有机化合物作为覆盖层来提高光提取效率。

[0510] (发光器件41的制造方法)

在发光器件41中,使用以厚度为52.5nm的方式沉积由上述结构式(xviii)表示的N-(3'',5'',5''-三-叔丁基-1,1':3',1''-三联苯基-4-基)-N-(1,1'-联苯-2-基)-9,9-二甲基-9H-芴-2-胺(简称:mmtBumTPoFBi-04)而形成的层代替发光器件40的空穴传输层112中的第一层。除此之外,都与发光器件40同样地制造。

[0511] (对比发光器件40的制造方法)

在对比发光器件40中,以厚度为130nm的方式沉积mmtBuBioFBi来形成空穴传输层

112.除此之外,都与发光器件40或发光器件41同样地制造。

[0512] 以下的表示出发光器件40、发光器件41以及对比发光器件40的元件结构。

[0513] [表10]

	厚度	发光器件 40	发光器件 41	对比发光器件 40
阴极	15nm		Ag:Mg (10: 1)	
电子注入层	1nm		LiF	
电子传输层	20nm		mmtBumBPTzn: Li-6mq (1: 1)	
空穴阻挡层	10nm		6mBP-4Cz2PPm	
发光层	20nm		$\alpha$ N- $\beta$ NPAnth: 3,10PCA2Nbf (IV) -02 (1:0.015)	
电子阻挡层	10nm		DBfBB1TP	
空穴 传输层	3 2 1	另一表	L1 H L1	L1 H L2
空穴注入层	10nm	mmtBuBioFBi : OCHD-003 (1: 0.1)	mmtBumTP oFBi-04: OCHD-003 (1: 0.1)	mmtBuBioFBi : OCHD-003 (1: 0.1)
阳极	5nm		ITSO	
反射电极	100nm		Ag	

L1:mmtBuBioFBi,H:BBA ( $\beta$ N2) B-03,L2:mmtBumTPoFBi-04

[0514] [表11]

		发光器件 40	发光器件 41	对比发光器件 40
空穴传输层	3	40nm		130nm
	2	50nm		
	1	40nm	52.5nm	

[0515] 此外,图47A及图47B示出mmtBuBioFBi、BBA (βN2) B-03以及mmtBumTPoFBi-04的寻常光折射率的测量结果。利用光谱椭偏仪 (J.A.Woollam Japan制造的M-2000U) 测量寻常光折射率。此外,作为测量用样品,使用在石英衬底上通过真空蒸镀法以50nm左右的厚度沉积各层的材料而成的膜。

[0516] 由附图可知,BBA (βN2) B-03和mmtBuBioFBi、BBA (βN2) B-03和mmtBumTPoFBi-04各自是一种组合,其中它们的折射率的差异在波长为450nm至650nm的范围内为0.2以上且小于0.5。

[0517] 此外,从循环伏安 (CV) 测量结果分别算出BBA (βN2) B-03、mmtBuBioFBi以及mmtBumTPoFBi-04的HOMO能级,该HOMO能级在溶剂为N,N-二甲基甲酰胺 (DMF) 时分别为-5.47eV、-5.42eV以及-5.42eV。由此可知,BBA (βN2) B-03和mmtBuBioFBi的HOMO能级的差异及BBA (βN2) B-03和mmtBumTPoFBi-04的HOMO能级的差异各自为0.1eV以下。此外,作为CV测量的测量仪,使用电化学分析仪 (BAS株式会社 (BAS Inc.) 制造,ALS型号600A或600C),并且对将要测量的材料溶解于溶剂而成的溶液进行测量。

[0518] 此外,以下的表示出mmtBuBioFBi、BBA (βN2) B-03以及mmtBumTPoFBi-04的GSP。由该表可知,发光器件40是不考虑GSP而制造的器件,而发光器件41是考虑GSP而制造的器件,其中第三层的GSP的值最大且从第一层的GSP减去第二层的GSP的值为10 (mV/nm) 以下。

[0519] [表12]

	mmtBuBioFBi	BBA (βN2) B-03	mmtBumTPoFBi-04
GSP (mV/nm)	25.5	10.6	16.7

[0520] 在氮气氛的手套箱中,以不使上述发光器件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元件的周围,以不对发光器件照射UV而只对密封材料照射UV,在大气压下以80°C进行热处理1小时),然后对该发光器件的初始特性进行测量。

[0521] 图48示出发光器件40、发光器件41以及对比发光器件40的亮度-电流密度特性,图49示出电流效率-亮度特性,图50示出亮度-电压特性,图51示出电流密度-电压特性,图52示出蓝光效率指数-亮度特性,图53示出功率效率-亮度特性,并且图54示出发射光谱。此

外,表13示出发光器件40、发光器件41以及对比发光器件40的主要特性。注意,使用分光辐射计(拓普康公司制造、SR-UL1R)在常温下测量亮度、CIE色度及发射光谱。此外,假设为朗伯(Lambertian)算出功率效率。

[0522] [表13]

	电压 (V)	电流 (mA)	电流密度 (mA/cm <sup>2</sup> )	色度 x	色度 y	电流 效率 (cd/A)	功率 效率 (lm/W)	BI (cd/A /y)
发光 器件 40	5.0	0.48	11.9	0.14	0.04	9.2	5.8	215
发光 器件 41	4.2	0.46	11.4	0.14	0.04	9.3	7.0	226
对比 发光 器件 40	4.6	0.56	14.0	0.14	0.04	7.9	5.4	200

[0523] 由图48至图54及表13可知,本发明的一个方式的发光器件40、发光器件41以及对比发光器件40都具有优良的特性。尤其是,具有本发明的结构的发光器件40及发光器件41中的空穴传输层由第一层至第三层构成,由此发光器件40及发光器件41都是电流效率、BI优良的发光器件。

[0524] 还可知,与对比发光器件40相比,发光器件40的驱动电压上升,因为发光器件40中的空穴传输层112具有三层结构,这带来了界面电阻等的影响。但是,该结构提高电流效率的效果很大,所以即使发光器件40的驱动电压上升,发光器件40的功率效率也高于对比发光器件40。

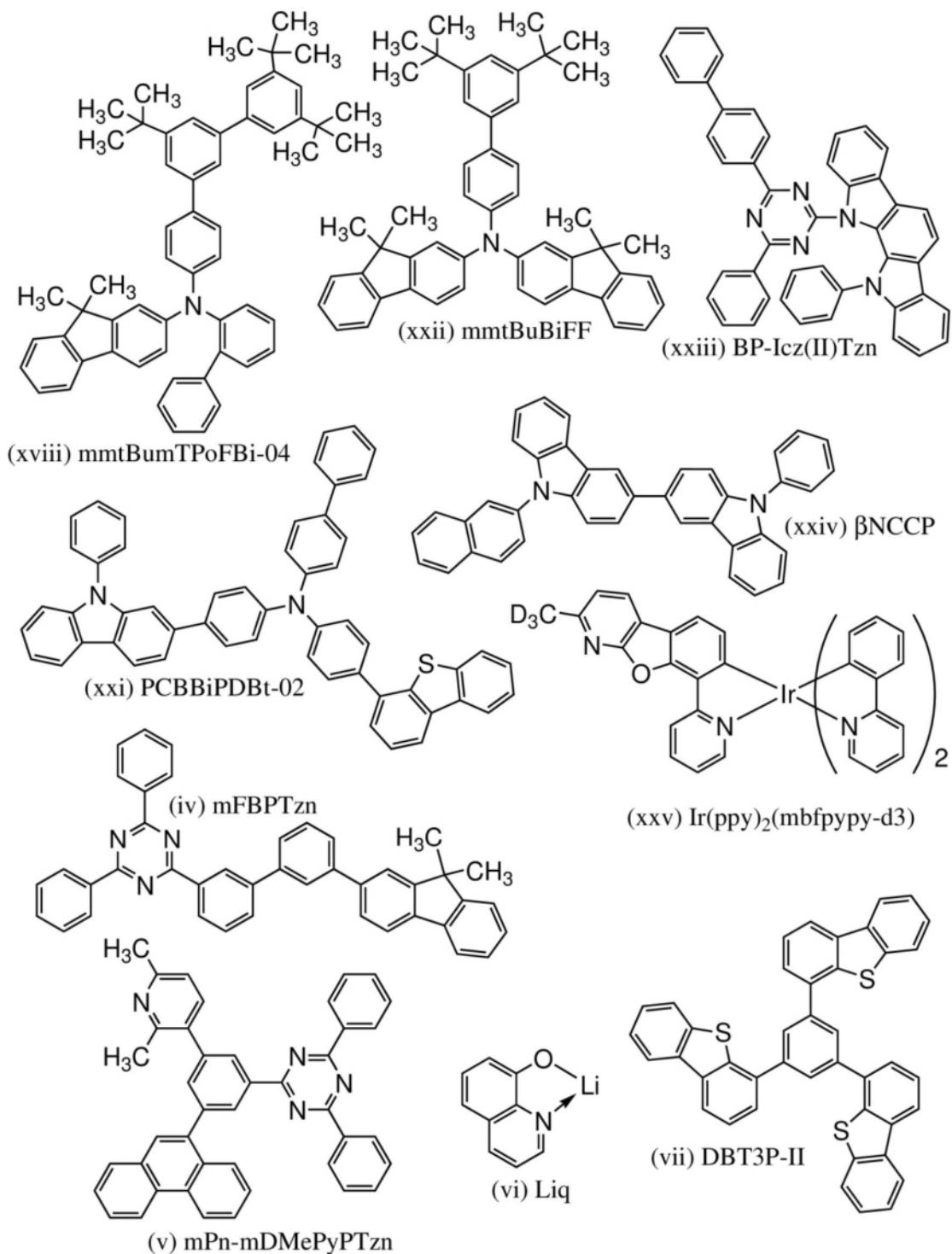
[0525] 另一方面,关于考虑GSP形成第一层至第三层的发光器件41,虽然空穴传输层112具有三层结构,但是驱动电压较低,该值低于空穴传输层具有单层结构的对比发光器件40。其结果是,可知发光器件41的功率效率非常良好。

[0526] 此外,图55示出电流密度50mA/cm<sup>2</sup>的条件下的相对于驱动时间的亮度变化的图表。由此可知,本发明的一个方式的发光器件40及发光器件41的可靠性高于对比发光器件40。

#### 实施例6

[0527] 在本实施例中,说明第一空穴传输层、第二空穴传输层以及第三空穴传输层中的GSP值的序列不同的发光器件50及发光器件51。下面示出在本实施例中使用的有机化合物的结构式。

[0528] [化学式19]



[0529] (发光器件50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的厚度沉积银(Ag),然后作为透明电极通过溅射法以10nm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。注意,其电极面积为4mm<sup>2</sup>(2mm×2mm)。此外,第一电极101是透明电极,并可以与上述反射电极组合而被视为第一电极。

[0530] 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℃烘烤1小时,然后进行370秒的UV臭氧处理。

[0531] 然后,将衬底放入其内部被减压到10<sup>-4</sup>Pa左右的真空蒸镀设备中,并在真空蒸镀设

备内的加热室中,在170°C的温度下进行30分钟的真空烘烤,然后对衬底进行30分钟左右的冷却。

[0532] 接着,以使形成有第一电极101的面朝下的方式将形成有第一电极101的衬底固定在设置于真空蒸镀设备内的衬底支架上,并且在第一电极101上通过蒸镀法以上述结构式(xviii)所示的N-(3”,5”,5”-三-叔丁基-1,1’ :3’,1”-三联苯基-4-基)-N-(1,1’-联苯-2-基)-9,9-二甲基-9H-芴-2-胺(简称:mmtBumTPoFBi-04)与分子量为672且包含氟的电子受主材料(OCHD-003)的重量比为1:0.1(=mmtBumTPoFBi-04:OCHD-003)且厚度为10nm的方式进行共蒸镀,由此形成空穴注入层111。

[0533] 在空穴注入层111上,以厚度为50nm的方式蒸镀mmtBumTPoFBi-04作为第一层,以厚度为50nm的方式蒸镀上述结构式(xxii)所示的3-(二苯并噻吩-4-基)-4’-苯基-4”-(9-苯基-9H-咔唑-2-基)三苯基胺(简称:PCBBiPDBt-02)作为第二层,并且以厚度为50nm的方式蒸镀上述结构式(xxii)所示的N-(3’,5’-二-叔丁基-1,1’-联苯-4-基)-双(9,9-二甲基-9H-芴)-2,2’-胺(简称:mmtBuBiFF)作为第三层,由此形成空穴传输层112。

[0534] 然后,以由上述结构式(xxiii)表示的11-(4-[1,1’-二苯基]-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)、由上述结构式(xxiv)表示的9-(2-萘基)-9’-苯基-9H,9’H-3,3’-联咔唑(简称:βNCCP)以及由上述结构式(xxv)表示的[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)<sub>2</sub>(mbfpypy-d3))的重量比为0.5:0.5:0.1(=BP-Icz(II)Tzn:βNCCP:Ir(ppy)<sub>2</sub>(mbfpypy-d3))且厚度为40nm的方式进行共蒸镀,由此形成发光层113。

[0535] 然后,在以厚度为10nm的方式蒸镀由上述结构式(iv)表示的2-[3’-(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)-1,1’-联苯-3-基]-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(简称:mFBPTzn)来形成空穴阻挡层之后,以由上述结构式(v)表示的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)与由上述结构式(vi)表示的8-羟基喹啉-锂(简称:Liq)的重量比为1:1(=mPn-mDMePyPTzn:Liq)且厚度为25nm的方式进行共蒸镀,由此形成电子传输层114。

[0536] 在形成电子传输层114之后,以厚度为1nm的方式沉积氟化锂(LiF)来形成电子注入层115,最后以厚度为15nm的方式以1:0.1的体积比共蒸镀银(Ag)和镁(Mg)来形成第二电极102,由此制造发光器件50。注意,第二电极102是具有反射光的功能及透射光的功能的透反射电极,本实施例的发光器件是从第二电极102取出光的顶部发射型器件。此外,在第二电极102上以厚度为70nm的方式蒸镀由上述结构式(vii)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。

[0537] (对比发光器件50的制造方法)

在对比发光器件50中,交换使用发光器件50中的mmtBumTPoFBi-04和PCBBiPDBt-02。除此之外,都与发光器件50同样地制造。

[0538] 以下的表示出发光器件50及对比发光器件50的元件结构。

[0539] [表14]

	厚度	发光器件 50	对比发光器件 50
覆盖层	70nm	DBT3P-II	
阴极	15nm	Ag:Mg (10: 1)	
电子注入层	1nm	LiF	
电子传输层	20nm	mPn-mDMePyPTzn:Liq (1: 1)	
空穴阻挡层	10nm	mFBPTzn	
发光层	40nm	BP-Icz (II) Tzn: $\beta$ NCCP: Ir (ppy) <sub>2</sub> (mbfpypy-d3) (0.5: 0.5: 0.1)	
	50nm	mmtBuBiFF	
空穴传输层	50nm	PCBBiPDBt-02	mmtBumTPoFBi-04
	50nm	mmtBumTPoFBi-04	PCBBiPDBt-02
空穴注入层	10nm	mmtBumTPoFBi-04: OCHD-003 (1: 0.1)	PCBBiPDBt-02: OCHD-003 (1: 0.1)
		ITSO	
阳极	10nm		
反射电极	100nm	Ag	

[0540] 此外,图62A及图62B示出mmtBumTPoFBi-04、PCBBiPDBt-02以及mmtBuBiFF的寻常光折射率的测量结果。利用光谱椭偏仪 (J.A.Woollam Japan制造的M-2000U) 测量寻常光折射率。此外,作为测量用样品,使用在石英衬底上通过真空蒸镀法以50nm左右的厚度沉积各层的材料而成的膜。

[0541] 由附图可知,在发光器件50的具有三层结构的空穴传输层中,第二层的折射率较高,第一层及第三层的折射率较低。另一方面,在对比发光器件50的具有三层结构的空穴传输层中,第一层的折射率较高,第二层及第三层的折射率较低。

[0542] 此外,从循环伏安(CV) 测量结果分别算出mmtBumTPoFBi-04、PCBBiPDBt-02以及mmtBuBiFF的HOMO能级,该HOMO能级在溶剂为N,N-二甲基甲酰胺(DMF) 时分别为-5.42eV、-5.48eV以及-5.33eV。由此可知,mmtBumTPoFBi-04和PCBBiPDBt-02的HOMO能级的差异、PCBBiPDBt-02和mmtBuBiFF的HOMO能级的差异以及mmtBumTPoFBi-04和mmtBuBiFF的HOMO能级的差异各自为0.2eV以下。此外,作为CV测量的测量仪,使用电化学分析仪 (BAS株式会社 (BAS Inc.) 制造,ALS型号600A或600C),并且对将要测量的材料溶解于溶剂而成的溶液进行测量。

[0543] 此外,以下的表示出mmtBumTPoFBi-04、PCBBiPDBt-02以及mmtBuBiFF的GSP。由该

表可知,发光器件50是考虑GSP而制造的发光器件,其中第三层的GSP的值最大且第一层的GSP的值最小。另一方面,在对比发光器件50中,第三层的GSP的值最大且从第一层的GSP减去第二层的GSP的值为10 (mV/nm) 以上。

[0544] [表15]

	mmtBumTPoFBi-04	PCBBiPDBt-02	mmtBuBiFF
GSP (mV/nm)	16.7	28.3	39.5

[0545] 在氮气氛的手套箱中,以不使上述发光器件及对比发光器件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元件的周围,以不对发光器件照射UV而只对密封材料照射UV,在大气压下以80℃进行热处理1小时),然后对该发光器件的初始特性进行测量。

[0546] 图56示出发光器件50及对比发光器件50的亮度-电流密度特性,图57示出亮度-电压特性,图58示出电流效率-亮度特性,图59示出电流密度-电压特性,图60示出功率效率-亮度特性,并且图61示出发射光谱。此外,表16示出发光器件50及对比发光器件50的1000cd/m<sup>2</sup>附近的主要特性。注意,使用分光辐射计(拓普康公司制造、SR-UL1R)在常温下测量亮度、CIE色度及发射光谱。此外,假设为朗伯(Lambertian)算出功率效率。

[0547] [表16]

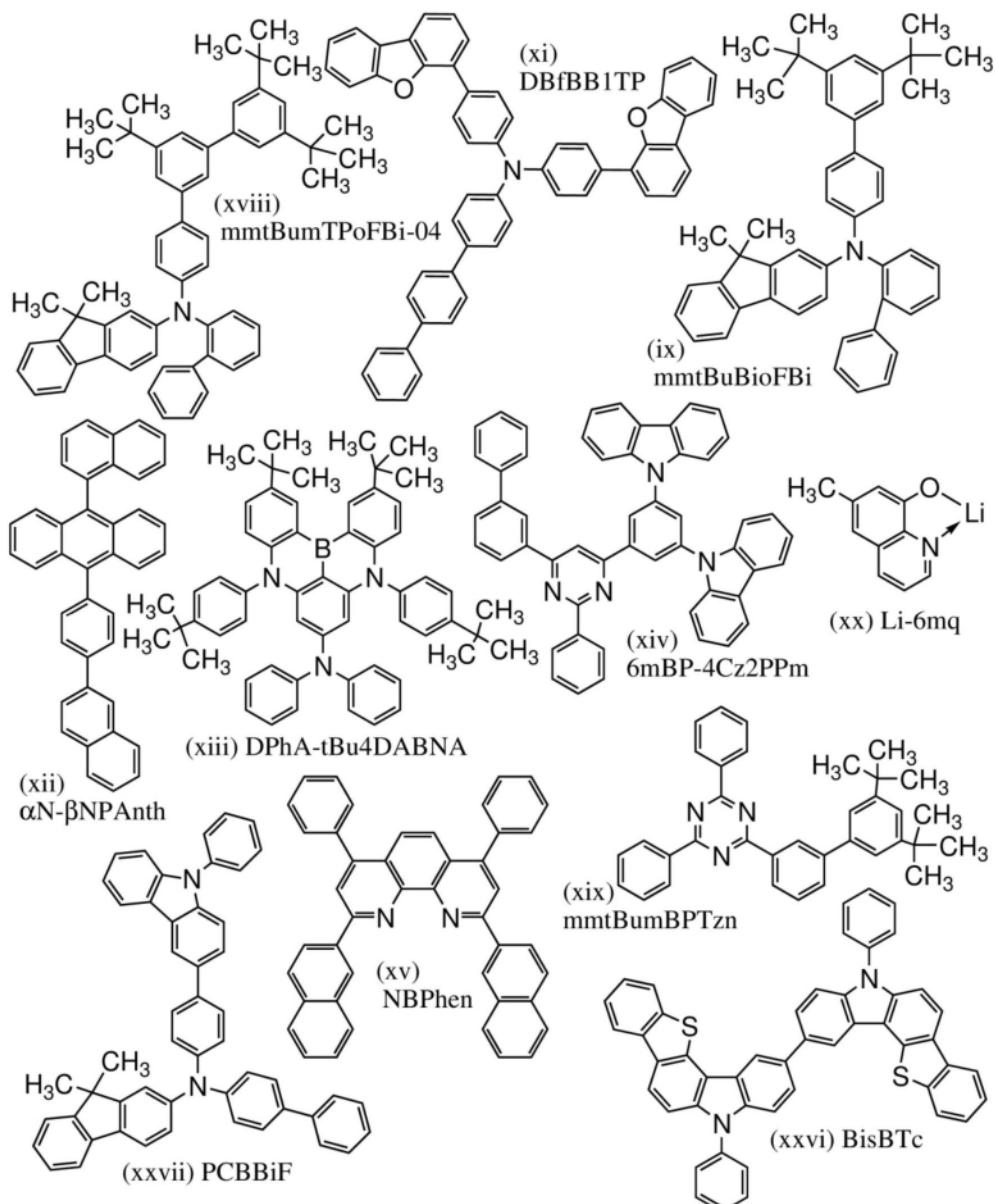
	电压 (V)	电流 (mA)	电流密度 (mA/cm <sup>2</sup> )	色度 x	色度 y	电流效率 (cd/A)	功率效率 (lm/W)
发光 器件 50	2.6	0.03	0.7	0.22	0.73	185	223
对比 发光 器件 50	3.5	0.02	0.5	0.25	0.72	173	155

[0548] 由图56至图61及表16可知,本发明的一个方式的发光器件50及对比发光器件50都具有优良的特性。尤其是,具有本发明的结构的发光器件50中的空穴传输层由实施方式1所示的一层至第三层构成,由此发光器件50是电流效率优良的发光器件。此外,发光器件50的驱动电压低且功率效率非常良好,因为第一层至第三层的GSP为第一层<第二层<第三层。

### 实施例7

[0549] 在本实施例中,说明作为本发明的一个方式的发光器件的发光器件60。此外,发光器件60是隔着电荷产生层设有多个发光层的串联型发光器件。下面示出在本实施例中使用的有机化合物的结构式。

## [0550] [化学式20]



## [0551] (发光器件60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的厚度沉积银(Ag),然后作为透明电极通过溅射法以5nm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。注意,其电极面积为4mm<sup>2</sup>(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。

[0552] 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℃烘烤1小时,然后进行370秒的UV臭氧处理。

[0553] 然后,将衬底放入其内部被减压到10<sup>-4</sup>Pa左右的真空蒸镀设备中,并在真空蒸镀设备内的加热室中,在170℃的温度下进行30分钟的真空烘烤,然后对衬底进行30分钟左右的冷却。

[0554] 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于真空蒸镀设备内的衬底支架上,并且在第一电极101上通过蒸镀法以上述结构式(xviii)所示的N-(3",

5',5"-三-叔丁基-1,1':3',1"-三联苯基-4-基)-N-(1,1'-联苯-2-基)-9,9-二甲基-9H-芴-2-胺(简称:mmtBumTPoFBi-04)与分子量为672且包含氟的电子受主材料(OCHD-003)的重量比为1:0.1(=mmtBumTPoFBi-04:OCHD-003)且厚度为10nm的方式进行共蒸镀,由此形成空穴注入层111。

[0555] 在空穴注入层111上,以厚度为35nm的方式蒸镀mmtBumTPoFBi-04作为第一层,以厚度为50nm的方式蒸镀上述结构式(xi)所示的N,N-双[4-(二苯并呋喃-4-基)苯基]-4-氨基-对三联苯(简称:DBfBB1TP)作为第二层,并且以厚度为40nm的方式蒸镀上述结构式(ix)所示的N-3',5'-二叔丁基-1,1'-联苯-4-基-N-1,1'-联苯-2-基-9,9-二甲基-9H-芴-2-胺(简称:mmtBuBioFBi)作为第三层,由此形成空穴传输层A。

[0556] 接着,在空穴传输层A上以厚度为10nm的方式蒸镀DBfBB1TP,由此形成电子阻挡层A。

[0557] 然后,以由上述结构式(xii)表示的9-(1-萘基)-10-[4-(2-萘基)苯基]蒽(简称: $\alpha$ -N- $\beta$ NPAnth)和由上述结构式(xiii)表示的2,12-二-叔丁基-5,9-二(4-叔丁基苯基)-N,N-二苯基-5H,9H-[1,4]苯并氮杂硼并[2,3,4-k1]吩氮杂硼(phenazaborin)-7-胺(简称:DPhA-tBu4DABNA)的重量比为1:0.015(= $\alpha$ N- $\beta$ NPAnth:DPhA-tBu4DABNA)且厚度为20nm的方式进行共蒸镀,由此形成发光层A。

[0558] 然后,在以厚度为10nm的方式蒸镀由上述结构式(xiv)表示的6-(1,1'-联苯-3-基)-4-[3,5-双(9H-咔唑-9-基)苯基]-2-苯基嘧啶(简称:6mBP-4Cz2PPm),来形成空穴阻挡层A之后,以厚度为20nm的方式蒸镀由上述结构式(xv)表示的2,9-二(2-萘基)-4,7-二苯基-1,10-菲咯啉(简称:NBPhen),由此形成电子传输层A。

[0559] 在形成电子传输层A之后,以厚度为0.1nm的方式蒸镀氧化锂(Li<sub>2</sub>O),并且以由上述结构式(xxvii)表示的N-(1,1'-联苯-4-基)-N-[4-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)苯基]-9,9-二甲基-9H-芴-2-胺(简称:PCBBiF)和OCHD-003的重量比为1:0.1(=PCBBiF:OCHD-003)且厚度为10nm的方式进行共蒸镀,由此电荷产生层。

[0560] 在电荷产生层上以厚度为40nm的方式蒸镀PCBBiF,由此形成空穴传输层B。

[0561] 接着,在空穴传输层B上以厚度为10nm的方式蒸镀DBfBB1TP,由此形成电子阻挡层B。

[0562] 然后,以 $\alpha$ -N- $\beta$ NPAnth和DPhA-tBu4DABNA的重量比为1:0.015(= $\alpha$ N- $\beta$ NPAnth:DPhA-tBu4DABNA)且厚度为20nm的方式进行共蒸镀,由此形成发光层B。

[0563] 然后,在以厚度为10nm的方式蒸镀6mBP-4Cz2PPm来形成空穴阻挡层B之后,以由上述结构式(ix)表示的2-{(3',5'-二-叔丁基)-1,1'-联苯-3-基}-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(简称:mmtBumBPTzn)与由上述结构式(xx)表示的6-甲基-8-羟基喹啉-锂(简称:Li-6mq)的重量比为1:1(=mmtBumBPTzn:Li-6mq)且厚度为20nm的方式进行共蒸镀,由此形成电子传输层B。

[0564] 在形成电子传输层B之后,以厚度为2nm的方式蒸镀氟化锂(LiF)来形成电子注入层115,最后以厚度为15nm的方式以1:0.1的体积比共蒸镀银(Ag)和镁(Mg)来形成第二电极102,由此制造发光器件60。

[0565] 第二电极102是具有反射光的功能及透射光的功能的透反射电极,本实施例的发光器件是从第二电极102取出光的顶部发射型串联器件。此外,在第二电极102上以厚度为

65nm的方式蒸镀上述结构式(xxvi)所示的5,5'-二苯基-2,2'-二-5H-[1]苯并噻吩并[3,2-c]呋唑(简称:BisBTc)作为覆盖层来提高光提取效率。

[0566] 以下的表示出发光器件60的元件结构。

[0567] [表17]

		厚度	发光器件 60
覆盖层	65nm	BisBTc	
阴极	15nm	Ag:Mg (10: 1)	
电子注入层	2nm	LiF	
电子传输层 B	20nm	mmtBumBPTzn: Li-6mq (1: 1)	
空穴阻挡层 B	10nm	6mBP-4Cz2PPm	
发光层 B	20nm	$\alpha$ N- $\beta$ NPAnth: DPhA-tBu4DABNA (1: 0.015)	
电子阻挡层 B	10nm	DBfBB1TP	
空穴传输层 B	40nm	PCBBiF	
电荷产生层	10nm	PCBBiF: OCHD-003 (1: 0.1)	
	0.1nm	Li <sub>2</sub> O	
电子传输层 A	20nm	NBPhen	
空穴阻挡层 A	10nm	6mBP-4Cz2PPm	
发光层 A	20nm	$\alpha$ N- $\beta$ NPAnth: DPhA-tBu4DABNA (1: 0.015)	
电子阻挡层 A	10nm	DBfBB1TP	
空穴传输层 A	3	40nm	mmtBuBioFBi
	2	50nm	DBfBB1TP
	1	35nm	mmtBumTPoFBi-04
空穴注入层	10nm	mmtBumTPoFBi-04: OCHD-003 (1: 0.1)	
阳极	5nm	ITSO	
反射电极	100nm	Ag	

[0568] 此外,图63及图64示出mmtBumTPoFBi-04、DBfBB1TP、mmtBuBioFBi、mmtBumBPTzn、Li-6mq以及BisBTc的折射率的测量结果。利用光谱椭偏仪(J.A.Woollam Japan制造的M-2000U)测量寻常光折射率。此外,作为测量用样品,使用在石英衬底上通过真空蒸镀法以50nm左右的厚度沉积各层的材料而成的膜。

[0569] 由图63及图64可知:mmtBumTPoFBi-04、mmtBuBioFBi、mmtBumBPTzn以及Li-6mq在波长为455nm以上且465nm以下整个范围内的寻常光折射率为1.50以上且1.75以下,就是低折射率材料;DBfBB1TP、BisBTc在波长为455nm以上且465nm以下整个范围内的寻常光折射率为1.90以上且2.40以下,就是高折射率材料。此外,发光器件60是呈现蓝色发光的发光器件。

[0570] 此外,图65示出作为发光物质的DPhA-tBu4DABNA在甲苯溶液中的发射光谱。由图65可知,DPhA-tBu4DABNA的发射光谱的半宽为22nm,最大强度的1/e的谱线宽度为29nm,并且它们在换算为能量时分别为0.13eV和0.17eV,就是说,该发光物质呈现谱线宽度窄的发光。

[0571] 在氮气氛的手套箱中,以不使上述发光器件60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元件的周围,以不对发光器件照射UV而只对密封材料照射UV,在大气压下以80°C进行热处理1小时),然后对该发光器件的初始特性进行测量。

[0572] 图66示出发光器件60的亮度-电流密度特性,图67示出电流效率-亮度特性,图68示出亮度-电压特性,图69示出电流密度-电压特性,图70示出蓝光效率指数-亮度特性,图71示出发射光谱。此外,表18示出发光器件60的电流密度10mA/cm<sup>2</sup>附近的主要特性。注意,使用分光辐射计(拓普康公司制造,SR-UL1R)在常温下测量亮度、CIE色度及发射光谱。

[0573] [表18]

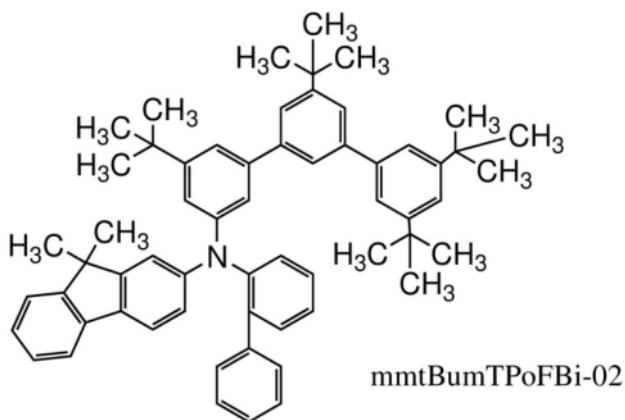
	电压 (V)	电流 (mA)	电流密度 (mA/cm <sup>2</sup> )	色度 x	色度 y	电流 效率 (cd/A)	BI (cd/A/ y)	BI MAX (cd/A/ y)
发光 器件 60	7.8	0.31	7.7	0.15	0.03	13.2	458	460

[0574] 由图66至图71及表18可知,发光器件60的BI非常高,即458(cd/A/y)以上,最大值为460(cd/A/y),就是说,发光器件60是蓝光效率指数(BI)非常好的发光器件。因此,本发明的一个方式特别适用于显示器中的发光器件。

[0575] 《参考合成例子1》

在本合成例子中,说明在实施例1中使用的N-(1,1'-联苯-2-基)-N-(3,3",5",5"-四-叔丁基-1,1':3',1"-三联苯基-5-基)-9,9-二甲基-9H-芴-2-胺(简称:mmtBumTPoFBi-02)的合成方法。以下示出mmtBumTPoFBi-02的结构式。

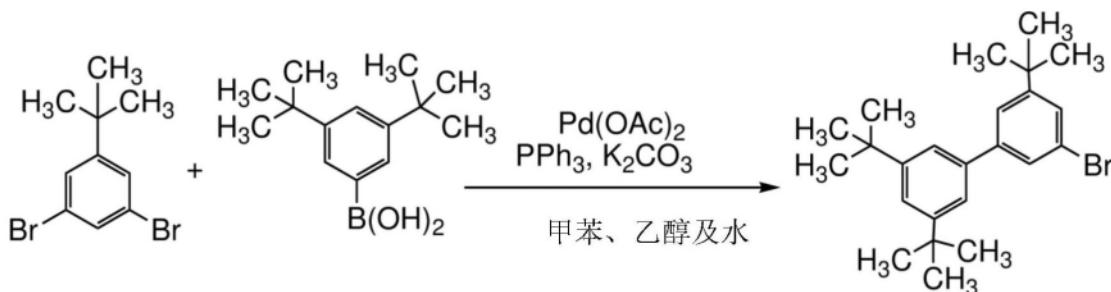
[0576] [化学式21]



[0577] <步骤1:3-溴-3',5,5'-三-叔丁基联苯的合成>

将37.2g (128mmol) 的1,3-二溴-5-叔丁基苯、20.0g (85mmol) 的3,5-二叔丁基苯基硼酸、35.0g (255mmol) 的碳酸钾、570mL的甲苯、170mL的乙醇、130mL的自来水放入三口烧瓶中,在减压下进行脱气处理之后,对该烧瓶内的空气进行氮气置换,对该混合物添加382mg (1.7mmol) 的醋酸钯 (简称:Pd (OAc)<sub>2</sub>)、901mg (3.4mmol) 的三苯基膦,以40℃进行加热5小时左右。然后,使混合物回到室温,并分离为有机层及水层。对该有机层添加硫酸镁去除水分之后,进行浓缩。利用硅胶柱色谱法对所得到的溶液进行纯化,以63%的收率得到21.5g的目的物的无色油状物。如下式示出步骤1的合成方案。

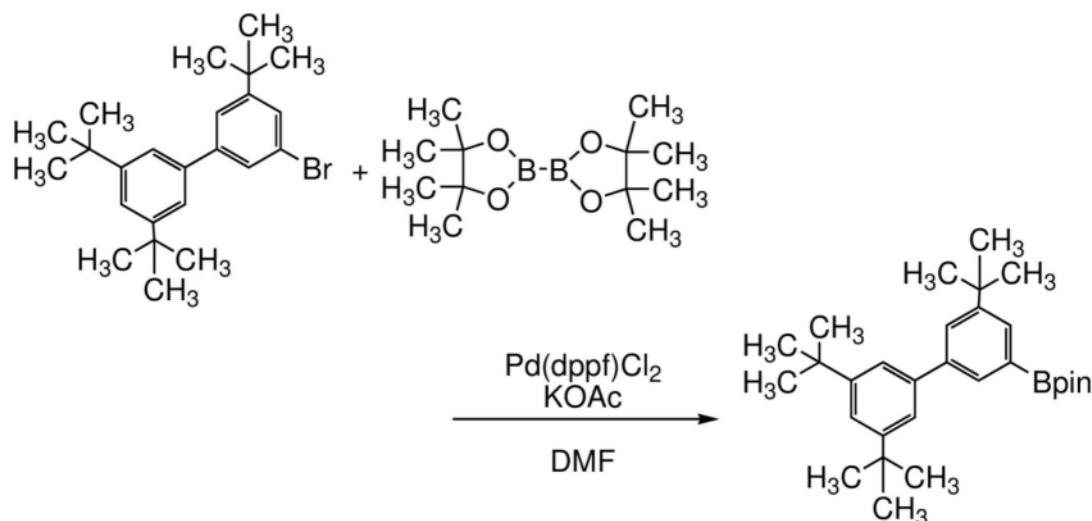
[0578] [化学式22]



[0579] <步骤2:2-(3',5,5'-三-叔丁基[1,1'-联苯]-3-基)-4,4,5,5-四甲基-1,3,2-二杂氧戊硼烷的合成>

将通过步骤1得到的3-溴-3',5,5'-三-叔丁基联苯15.0g (38mmol)、4,4,4',4',5,5,5',5-八甲基-2,2'-联-1,3,2-二杂氧戊硼烷10.5g (41mmol)、醋酸钾11.0g (113mmol)、N,N-二甲基甲酰胺 (简称:DMF) 125mL放入三口烧瓶中,在减压下进行脱气处理之后,用氮气置换烧瓶内的空气,添加[1,1'-双(二苯基膦基)二茂铁]二氯钯(II) (简称:Pd (dppf) Cl<sub>2</sub>) 1.5g (1.9mmol),以100℃加热该混合物约3小时。然后,使烧瓶的温度回到室温分离为有机层及水层,用乙酸乙酯进行萃取。对该萃取溶液添加硫酸镁去除水分来使该萃取溶液浓缩。利用硅胶柱层析法对所得到的混合物的甲苯溶液进行纯化得到溶液,浓缩该溶液,由此得到高浓度的甲苯溶液。对该甲苯溶液添加乙醇,进行减压浓缩来得到乙醇悬浮液。在20℃左右下过滤析出物,在80℃左右下使所得到的固体减压干燥,以81%的收率得到13.6g的目的物的白色固体。下式示出步骤2的合成方案。

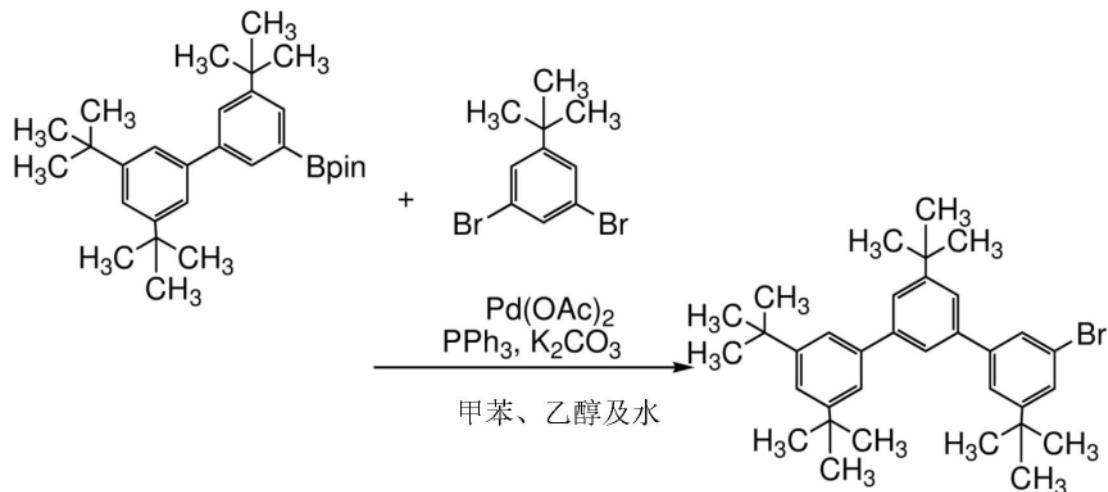
[0580] [化学式23]



[0581] <步骤3:3-溴-3”,5,5’ ,5”-四-叔丁基-1,1’ :3’ ,1”-三联苯基的合成>

将2-(3’,5,5’-三-叔丁基[1,1’-联苯]-3-基)-4,4,5,5-四甲基-1,3,2-二杂氧戊硼烷5.0g (11.1mmol)、1,3-二溴-5-叔丁基苯4.8g (16.7mmol)、碳酸钾4.6g (33.3mmol)、甲苯56mL、乙醇22mL、自来水17mL放入三口烧瓶中,在减压下进行脱气处理之后,用氮气置换烧瓶内的空气,添加醋酸钯50mg (0.22mmol)、三苯基膦116mg (0.44mmol),以80℃加热该混合物约10小时。然后,使混合物回到室温,并分离为有机层及水层。对该溶液添加硫酸镁去除水分来使该溶液浓缩。利用硅胶柱层析法对所得到的己烷溶液进行纯化,以51.0%的收率得到3.0g的目的物的白色固体。此外,下式示出步骤3的3-溴-3”,5,5’ ,5”-四-叔丁基-1,1’ :3’ ,1”-三联苯基的合成方案。

[0582] [化学式24]

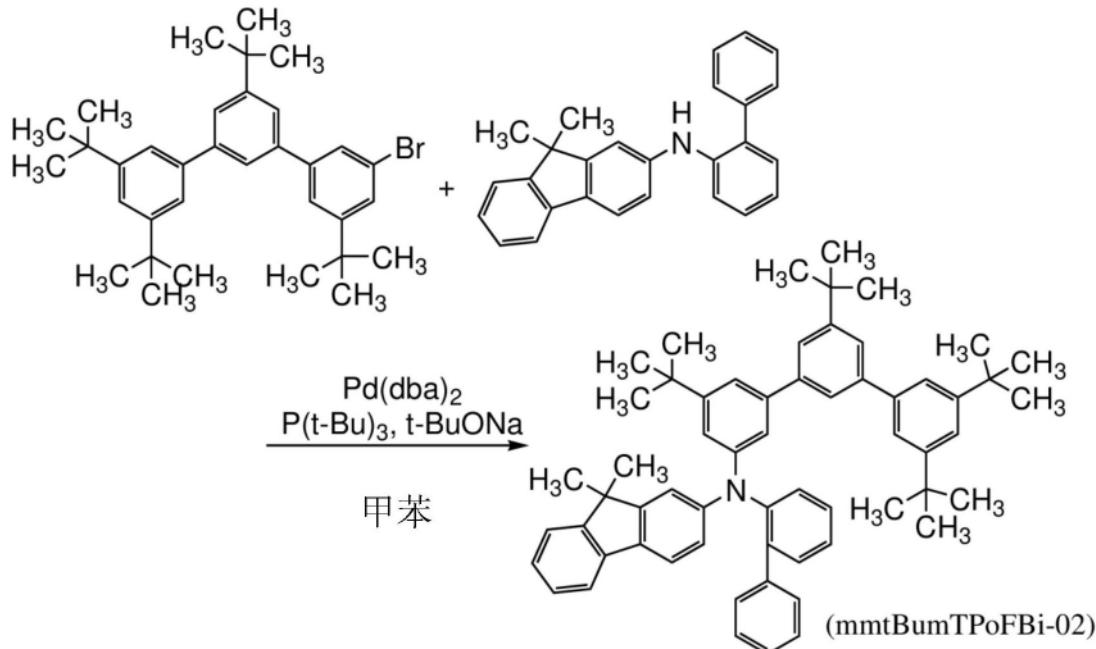


[0583] <步骤4:mmmtBumTPoFBi-02的合成>

将5.8g (10.9mmol)的通过步骤3得到的3-溴-3”,5,5’ ,5”-四-叔丁基-1,1’ :3’ ,1”-三联苯基、3.9g (10.9mmol)的N-(1,1’-联苯-4-基)-N-苯基-9,9-二甲基-9H-芴-2-胺、3.1g (32.7mmol)的叔丁醇钠、55mL的甲苯放入三口烧瓶中,在减压下进行脱气处理之后,用氮气置换烧瓶内的空气,添加64mg (0.11mmol)的双(二亚苄基丙酮)钯(0) (简称:Pd(dba)2)、132mg (0.65mmol)的三-叔丁基膦,以80℃加热该混合物约2小时。然后,使烧瓶的温度回到60℃左右,添加1mL左右的水,将析出的固体过滤出来,用甲苯进行洗涤。浓缩滤

液,利用硅胶柱层析法对所得到的甲苯溶液进行纯化。浓缩所得到的溶液,得到高浓度的甲苯溶液。对该甲苯溶液添加乙醇,进行减压浓缩来得到乙醇悬浮液。在20℃左右下过滤析出物,在80℃左右下对所得到的固体进行减压干燥,以91%的收率得到8.1g的目的物的白色固体。下式示出mmtBumTPoFBi-02的合成方案。

[0584] [化学式25]



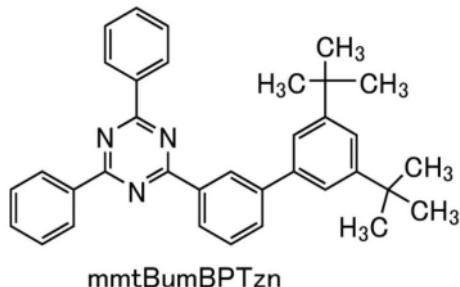
[0585] 此外,下面示出通过上述步骤得到的白色粉末的利用核磁共振分光法( $^1\text{H-NMR}$ )得到的分析结果。由此可知,可以合成 $\text{mmtBumTPoFBi-02}$ 。

[0586]  $^1\text{H-NMR}$ .  $\delta$  (CDCl<sub>3</sub>) : 7.56 (d, 1H, J = 7.4 Hz), 7.50 (dd, 1H, J = 1.7 Hz), 7.33-7.46 (m, 11H), 7.27-7.29 (m, 2H), 7.22 (dd, 1H, J = 2.3 Hz), 7.15 (d, 1H, J = 6.9 Hz), 6.98-7.07 (m, 7H), 6.93 (s, 1H), 6.84 (d, 1H, J = 6.3 Hz), 1.38 (s, 9H), 1.37 (s, 18H), 1.31 (s, 6H), 1.20 (s, 9H).

[0587] 《参考合成例子2》

在本合成例子中,说明实施例1中使用的2-{(3',5'-二叔丁基)-1,1'-联苯-3-基}-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(简称:mmtBumBPTzn)的合成方法。以下示出mmtBumBPTzn的结构。

[0588] [化学式26]

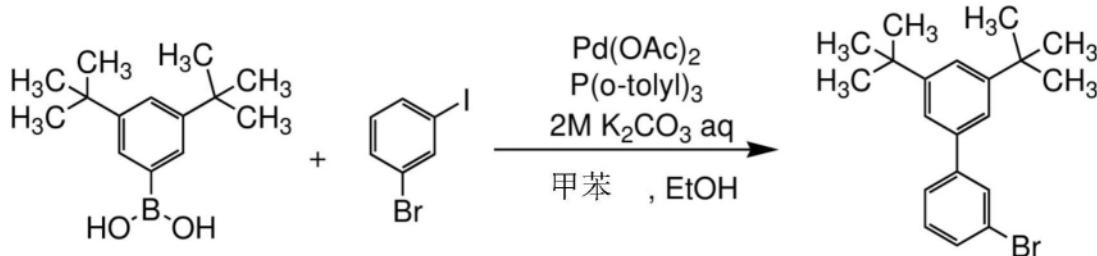


[0589] <步骤1:3-溴-3',5'-二叔丁基联苯的合成>

将3,5-二叔丁基苯基硼酸1.0g (4.3mmol)、1-溴-3-碘苯1.5g (5.2mmol)、2mol/L碳

酸钾水溶液4.5mL、甲苯20mL以及乙醇3mL放在三口烧瓶中,在减压下进行搅拌来进行脱气。并且,对其加入三(2-甲基苯基)膦(简称:P(o-tolyl)<sub>3</sub>)52mg(0.17mmol)、醋酸钯(II)10mg(0.043mmol),在氮气氛下以80℃进行反应14小时。在反应结束后利用甲苯进行萃取,利用硫酸镁使所得到的有机层干燥。对该混合物进行重力过滤,通过硅胶柱层析法(展开溶剂:己烷)对所得到的滤液进行纯化,由此得到目的的白色固体1.0g(收率:68%)。以下示出步骤1的合成方案。

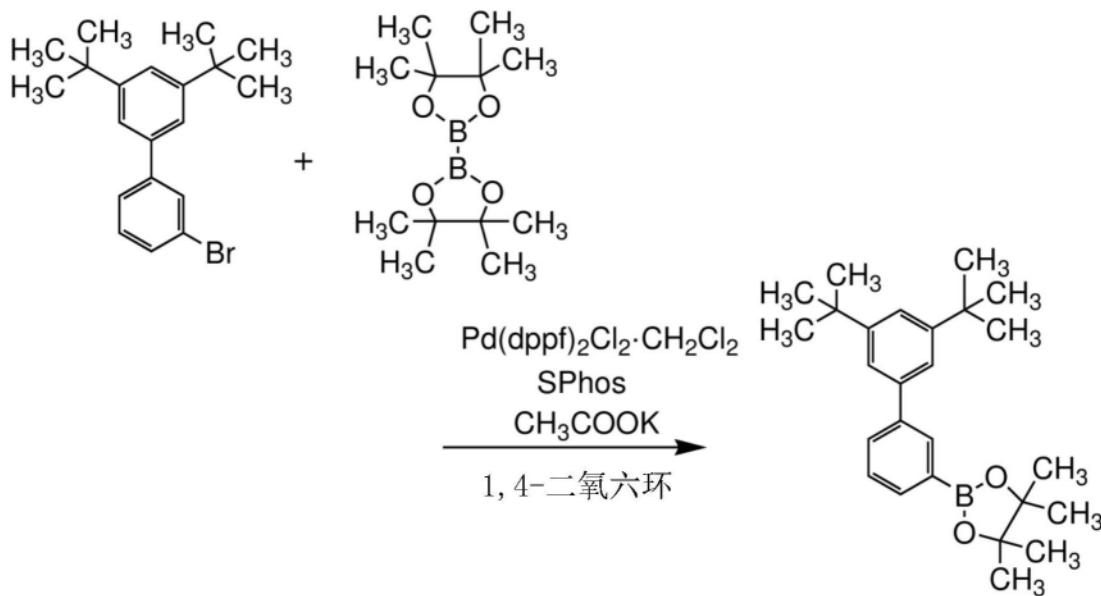
[0590] [化学式27]



[0591] <步骤2:2-(3',5'-二叔丁基联苯-3-基)-4,4,5,5,-四甲基-1,3,2-二杂氧戊硼烷的合成>

将3-溴-3',5'-二叔丁基联苯1.0g(2.9mmol)、双(戊酰)二硼0.96g(3.8mmol)、醋酸钾0.94g(9.6mmol)、1,4-二氧六环30mL放在三口烧瓶中,在减压下进行搅拌来进行脱气。并且,对其加入2-二环己基膦基-2',6'-二甲氧基联苯0.12g(0.30mmol)、[1,1'-双(二苯基膦基)二茂铁]二氯化钯(II)二氯甲烷加成物(简称: $\text{Pd}(\text{dppf})_2\text{Cl}_2 \cdot \text{CH}_2\text{Cl}_2$ )0.12g(0.15mmol),在氮气氛下以110℃进行反应24小时。在反应结束后利用甲苯进行萃取,利用硫酸镁使所得到的有机层干燥。对该混合物进行重力过滤。通过硅胶柱层析法(展开溶剂:甲苯)对所得到的滤液进行纯化,由此得到目的的黄色油0.89g(收率:78%)。以下示出步骤2的合成方案。

[0592] [化学式28]

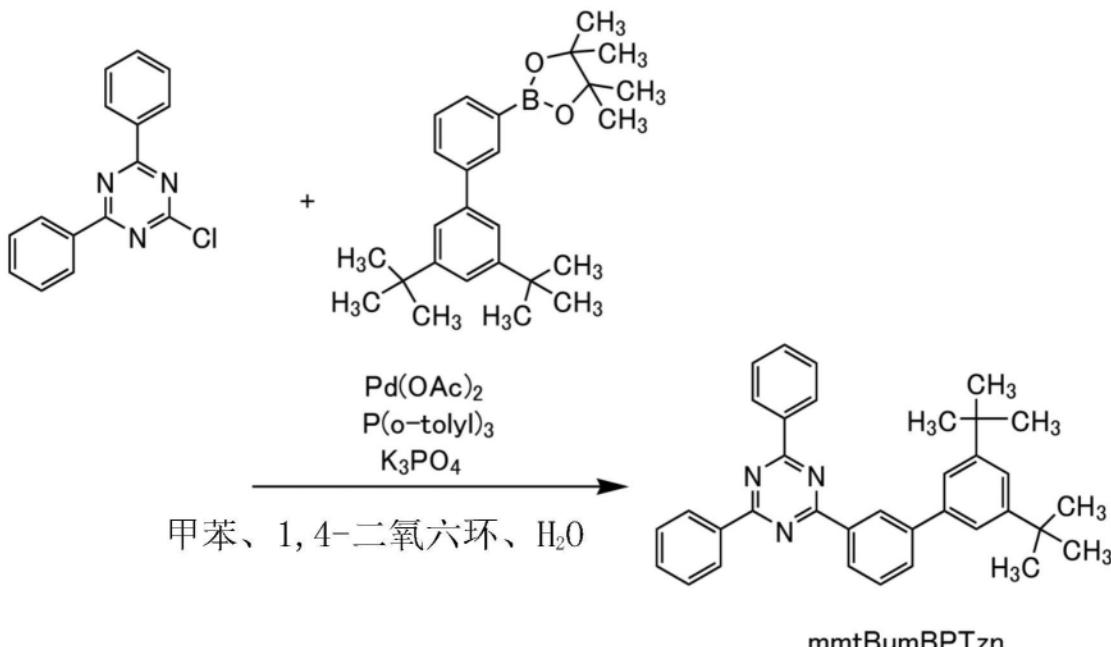


[0593] <步骤3:mmtBumBPTzn的合成>

将4,6-二苯基-2-氯-1,3,5-三嗪1.5g(5.6mmol)、2-(3',5'-二叔丁基联苯-3-

基)-4,4,5,5-四甲基-1,3,2-二杂氧戊硼烷2.4g (6.2mmol)、磷酸三钾2.4g (11mmol)、水10mL、甲苯28mL及1,4-二氧六环10mL放在三口烧瓶中,在减压下进行搅拌来进行脱气。并且,对其加入醋酸钯(II) 13mg (0.056mmol) 及三(2-甲基苯基)膦34mg (0.11mmol),在氮气氛围下加热回流14小时,进行反应。在反应结束后利用乙酸乙酯进行萃取,利用硫酸镁去除所得的有机层的水。通过硅胶柱层析法(作为展开溶剂将比例从氯仿:己烷=1:5变为1:3)对通过该混合物的重力过滤而得的滤液进行纯化,然后利用己烷进行重结晶,由此得到目的的白色固体2.0g (收率:51%)。以下式示出步骤3的合成方案。

[0594] [化学式29]



[0595] 在氩气体气流下、压力3.4Pa及220℃的条件下,利用梯度升华法对所得到的白色固体2.0g进行升华纯化。对固体进行加热。在升华纯化后,以80%的回收率得到目的物的白色固体1.8g。

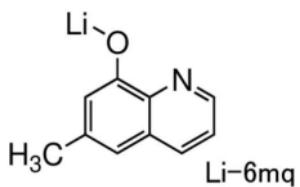
[0596] 以下示出利用核磁共振分光法( $^1\text{H-NMR}$ )的上述步骤3中得到的白色固体的分析结果。由该结果可知，在本实施例中，得到 $\text{mmtBumBPTzn}$ 。

[0597]  $^1\text{H}$  NMR (CDCl<sub>3</sub>, 300MHz) :  $\delta$  = 1.44 (s, 18H), 7.51-7.68 (m, 10H), 7.83 (d, 1H), 8.73-8.81 (m, 5H), 9.01 (s, 1H)。

[0598] 《参考合成例子3》

在本实施例中,说明在实施例1中使用的6-甲基-8-羟基喹啉-锂(简称:Li-6mq)的合成方法。以下示出Li-6mq的结构式。

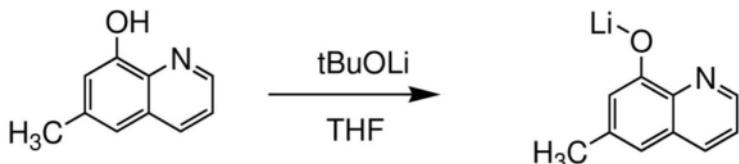
[0599] [化学式30]



[0600] 将8-羟基-6-甲基喹啉2.0g (12.6mmol) 和脱水四氢呋喃(简称:THF) 130mL放在三口烧瓶中, 进行搅拌。对该溶液加入叔丁醇锂(简称:tBuOLi) 1M THF溶液10.1mL

(10.1mmol), 在室温下进行搅拌47小时。浓缩反应溶液而得到黄色固体。对该固体加入乙腈, 照射超音波并进行过滤, 由此得到淡黄色固体。进行该洗涤操作两次。作为滤渣得到Li-6mq的淡黄色固体1.6g (收率95%)。以下示出本合成方案。

[0601] [化学式31]



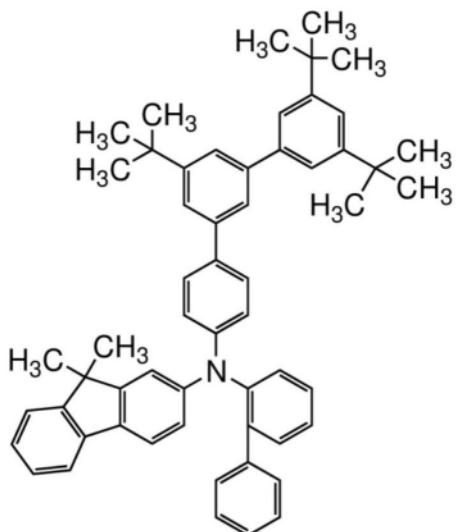
[0602] 接着, 测量Li-6mq的脱水丙酮溶液中的吸收光谱及发射光谱。吸收光谱利用紫外可见分光光度计(由日本分光株式会社制造的V550型)进行测量, 示出减去仅将脱水丙酮放入石英皿中测得的光谱而得到的光谱。此外, 发射光谱使用荧光分光光度计(由日本分光株式会社制造, FP-8600)测量。

[0603] 其结果是, 脱水丙酮溶液中的Li-6mq在390nm具有吸收峰且在540nm(激发波长385nm)具有发光波长的峰。

[0604] 《参考合成例子4》

在本实施例中, 说明N-(3", 5', 5"-三-叔丁基-1, 1': 3', 1"-三联苯基-4-基)-9, 9-二甲基-9H-芴-2-胺(简称:mmmtBumTPoFBi-04)的合成方法。以下示出mmmtBumTPoFBi-04的结构式。

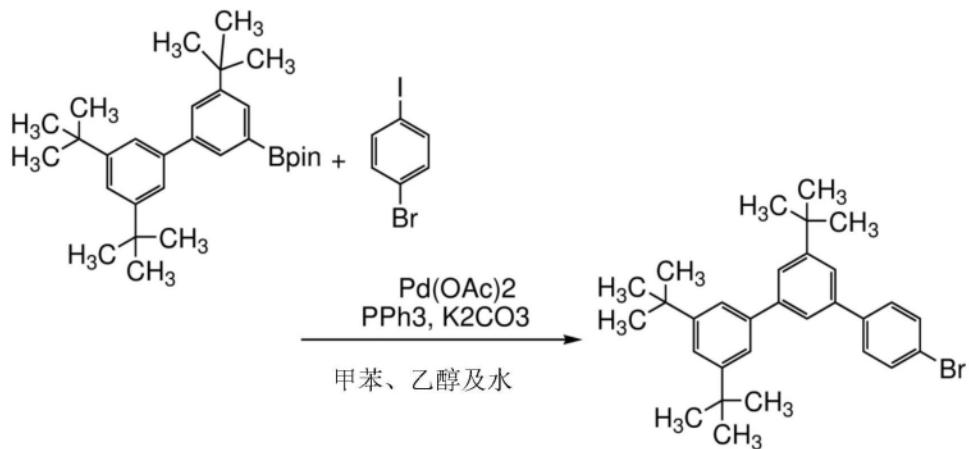
[0605] [化学式32]



[0606] <步骤1:4-溴-3", 5', 5"-三-叔丁基-1, 1': 3', 1"-三联苯基的合成>

将2-(3', 5, 5'-三-叔丁基[1, 1'-联苯]-3-基)-4, 4, 5, 5-四甲基-1, 3, 2-二杂氧戊硼烷9.0g (20.1mmol)、1-溴-4-碘苯6.8g (24.1mmol)、碳酸钾8.3g (60.3mmol)、甲苯100mL、乙醇40mL、自来水30mL放入三口烧瓶中, 在减压下进行脱气处理之后, 用氮气置换烧瓶内的空气, 添加醋酸钯91mg (0.40mmol)、三苯基膦211mg (0.80mmol), 以80℃加热该混合物约4小时。然后, 使混合物回到室温, 并分离为有机层及水层。对该溶液添加硫酸镁使水分干燥, 进行浓缩。利用硅胶柱层析法对所得到的溶液的己烷溶液进行纯化, 以62.5%的收率得到6.0g的目的物的白色固体。此外, 下式示出步骤1的合成方案。

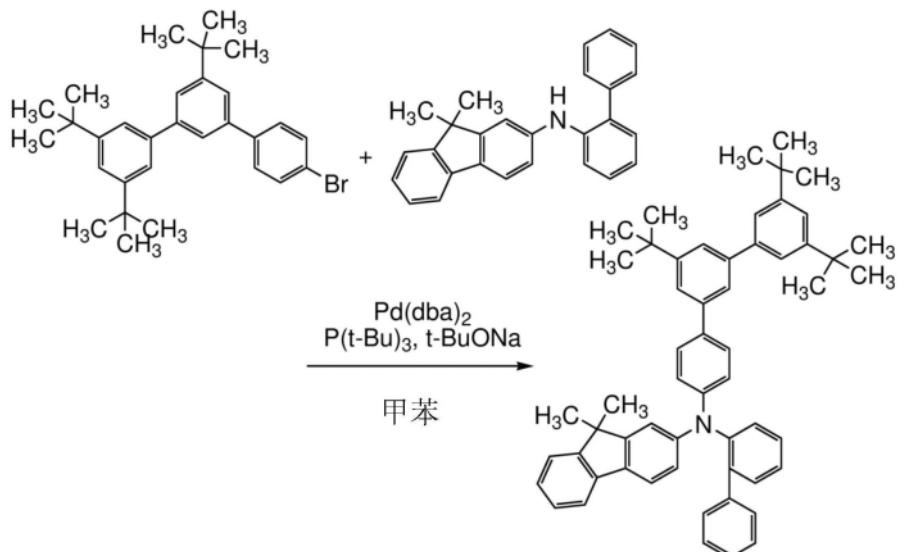
## [0607] [化学式33]



## [0608] &lt;步骤2:mmtBumTPoFBi-04的合成&gt;

将3.0g (6.3mmol) 的4-溴-3”,5”,5”-三-叔丁基-1,1’:3”,1”-三联苯基、2.3g (6.3mmol) 的N- (1,1’-联苯-4-基) -N- 苯基-9,9-二甲基-9H-芴-2-胺、1.8g (18.9mmol) 的叔丁醇钠、32mL的甲苯放入三口烧瓶中,在减压下进行脱气处理之后,用氮气置换烧瓶内的空气,添加72mg (0.13mmol) 的双(二亚苄基丙酮) 钯 (0) 、76mg (0.38mmol) 的三-叔丁基膦,以120℃加热该混合物约8小时。然后,使该混合物的温度降低到60℃左右,添加1mL左右的水,将析出的固体过滤出来,用甲苯进行洗涤。浓缩滤液,利用硅胶柱层析法对所得到的甲苯溶液进行纯化。浓缩所得到的溶液,得到高浓度的甲苯溶液。对该甲苯溶液添加乙醇,进行减压浓缩来得到乙醇悬浮液。在20℃左右下过滤析出物,在80℃左右下对所得到的固体进行减压干燥,以75%的收率得到3.6g的目的物的白色固体。下式示出步骤2的合成方案。

## [0609] [化学式34]



[0610] 此外,下面示出通过上述步骤2得到的白色固体的利用核磁共振分光法(<sup>1</sup>H-NMR)得到的分析结果。由此可知,在本合成例子中可以合成mmtBumTPoFBi-04。

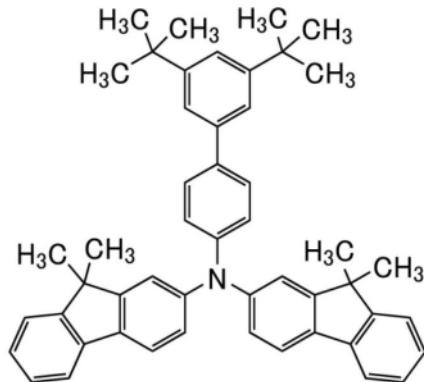
[0611] <sup>1</sup>H-NMR.  $\delta$  (CDCl<sub>3</sub>) : 7.54-7.56 (m, 1H) , 7.53 (dd, 1H, J=1.7Hz) , 7.50 (dd, 1H, J=1.7Hz) , 7.27-7.47 (m, 13H) , 7.23 (dd, 1H, J=6.3Hz, 1.2Hz) , 7.18-7.19 (m, 2H) , 7.08-7.00 (m, 5H) , 6.88 (d, 1H, J=1.7Hz) 6.77 (dd, 1H, J=8.0Hz, 2.3Hz) , 1.42 (s, 9H) , 1.39 (s, 18H) ,

1.29 (s, 6H) .

[0612] 《参考合成例子5》

在本合成例子中,说明N- (3',5' -二-叔丁基-1,1' -联苯-4-基) -双 (9,9-二甲基-9H-芴) -2,2' -胺 (简称:mmtBuBiFF) 的合成方法。以下示出mmtBuBiFF的结构式。

[0613] [化学式35]

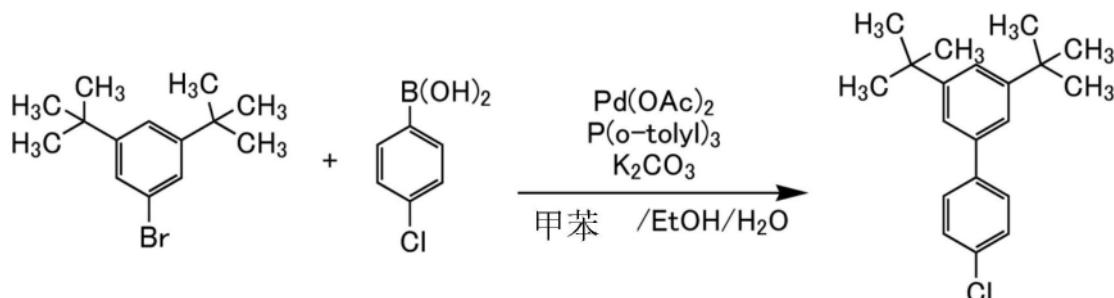


[0614] <步骤1:3',5' -二-叔丁基-4-氯-1,1' -联苯的合成>

将3,5-二-叔丁基-1-溴苯30.0g (114mmol)、4-氯苯基硼酸19.2g (123mmol)、碳酸钾46.1g (334mmol)、甲苯550mL、乙醇140mL、水160mL放入三口烧瓶中,在减压下进行脱气处理之后,对该烧瓶内进行氮气置换。对该混合物添加醋酸钯251mg (1.12mmol)、三(2-甲基苯基)膦695mg (2.28mmol),以90℃加热回流该混合物约5小时。然后,使混合物回到室温,并使有机层及水层分离。对该有机层添加硫酸镁使水分干燥之后,浓缩被过滤的溶液,由此得到褐色浓缩溶液。

通过硅胶柱层析法对所得到的混合物进行纯化。将所得到的溶液浓缩使其干燥固化。然后,添加己烷并进行再结晶。将析出白色固体的混合溶液用冰冷却之后进行过滤。对所得到的固体以100℃左右进行真空干燥,以88%的收率得到29.6g的目的物的白色固体。如下式子示出步骤1的合成方案。

[0615] [化学式36]

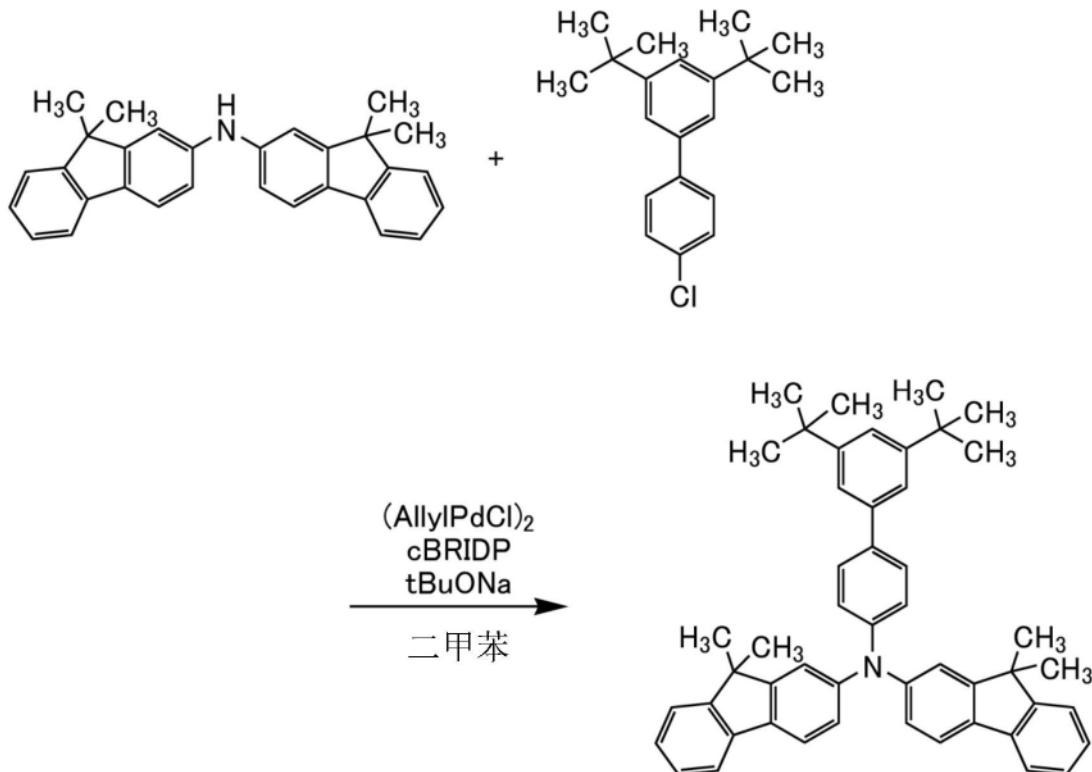


[0616] <步骤2:mmtBuBiFF的合成>

将双 (9,9-二甲基-9H-芴-2-基) 胺30.4g (75.7mmol)、3',5' -二-叔丁基-4-氯-1,1' -联苯22.8g (75.8mmol)、叔丁醇钠21.9g (228mmol)、二甲苯380mL放入三口烧瓶中,在减压下进行脱气处理之后,对该烧瓶内进行氮气置换。对该混合物加热至60℃左右并进行搅拌。这里,添加283mg (0.773mmol) 的氯化烯丙基钯 (II) 二聚物 (简称:(Allyl)PdCl)2、1.05g (2.98mmol) 的二叔丁基(1-甲基-2,2-二苯基环丙基)膦 (简称:cBRIDP (注册商标)),对该混合物以100℃进行加热5小时。然后,使该混合物的温度回到60℃左右,添加2mL左右

的水,使固体析出。将析出的固体过滤出来,由此得到溶液。浓缩滤液,利用硅胶柱层析法对所得到的滤液进行纯化。浓缩所得到的溶液,得到浓缩甲苯溶液。将该甲苯溶液滴落到乙醇,再沉淀。在10℃左右下过滤析出物,在100℃左右下对所得到的固体进行减压干燥,以88%的收率得到44.2g的目的物的白色固体。如下式子示出步骤2的合成方案。

[0617] [化学式37]



[0618] 此外,下面示出利用核磁共振分光法(<sup>1</sup>H-NMR)分析通过上述步骤2得到的白色固体的结果。由此可知,在本合成例中可以合成N- (3',5' - 二-叔丁基-1,1' - 联苯-4-基) - 双(9,9-二甲基-9H-芴) - 2,2' - 胺(简称:mmtBuBiFF)。

[0619] <sup>1</sup>H-NMR (500MHz DMSO-d6) :  $\delta = 7.75$  (t, 4H,  $J = 7.8\text{Hz}$ ) , 7.62 (d, 2H,  $J = 9.0\text{Hz}$ ) , 7.51 (d, 2H,  $J = 5.0\text{Hz}$ ) , 7.42 (s, 2H) , 7.38 (s, 1H) , 7.34-7.25 (m, 6H) , 7.18 (d, 2H,  $J = 8.0\text{Hz}$ , 2.0Hz) , 7.03 (dd, 2H,  $J = 8.0\text{Hz}$ , 2.0Hz) , 1.37 (s, 12H) , 1.34 (s, 18H) 。

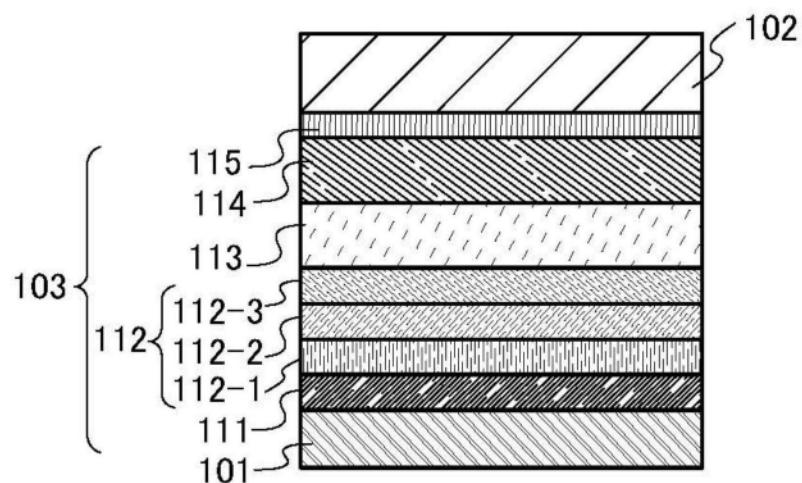


图1A

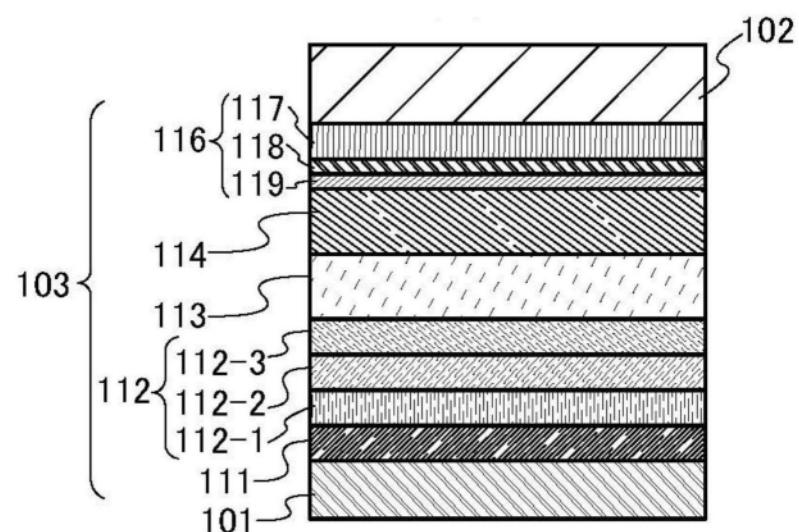


图1B

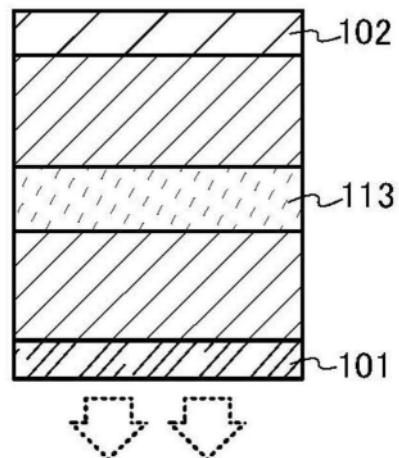


图1C

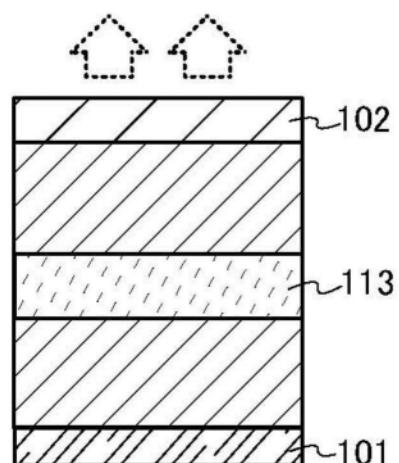
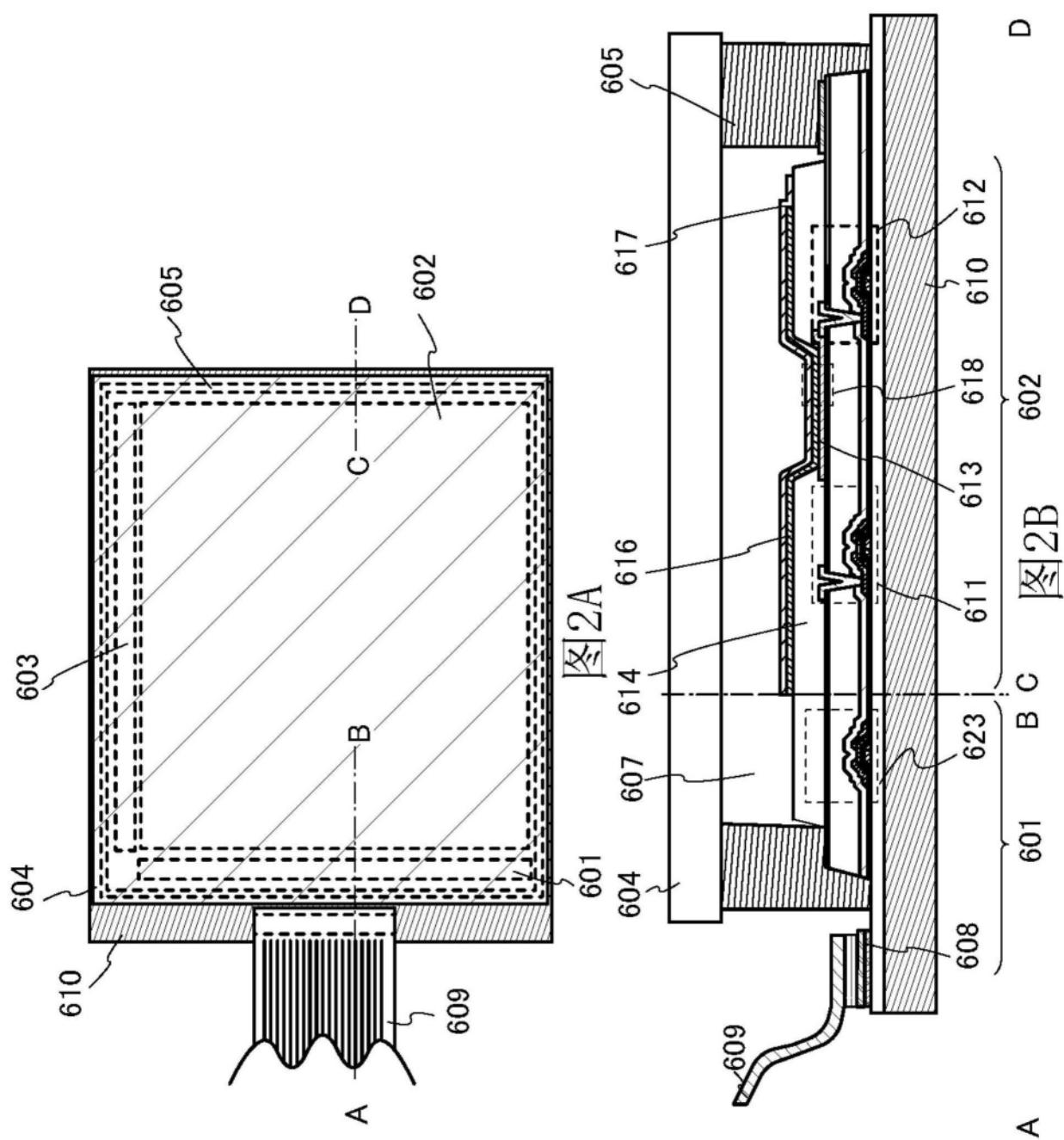
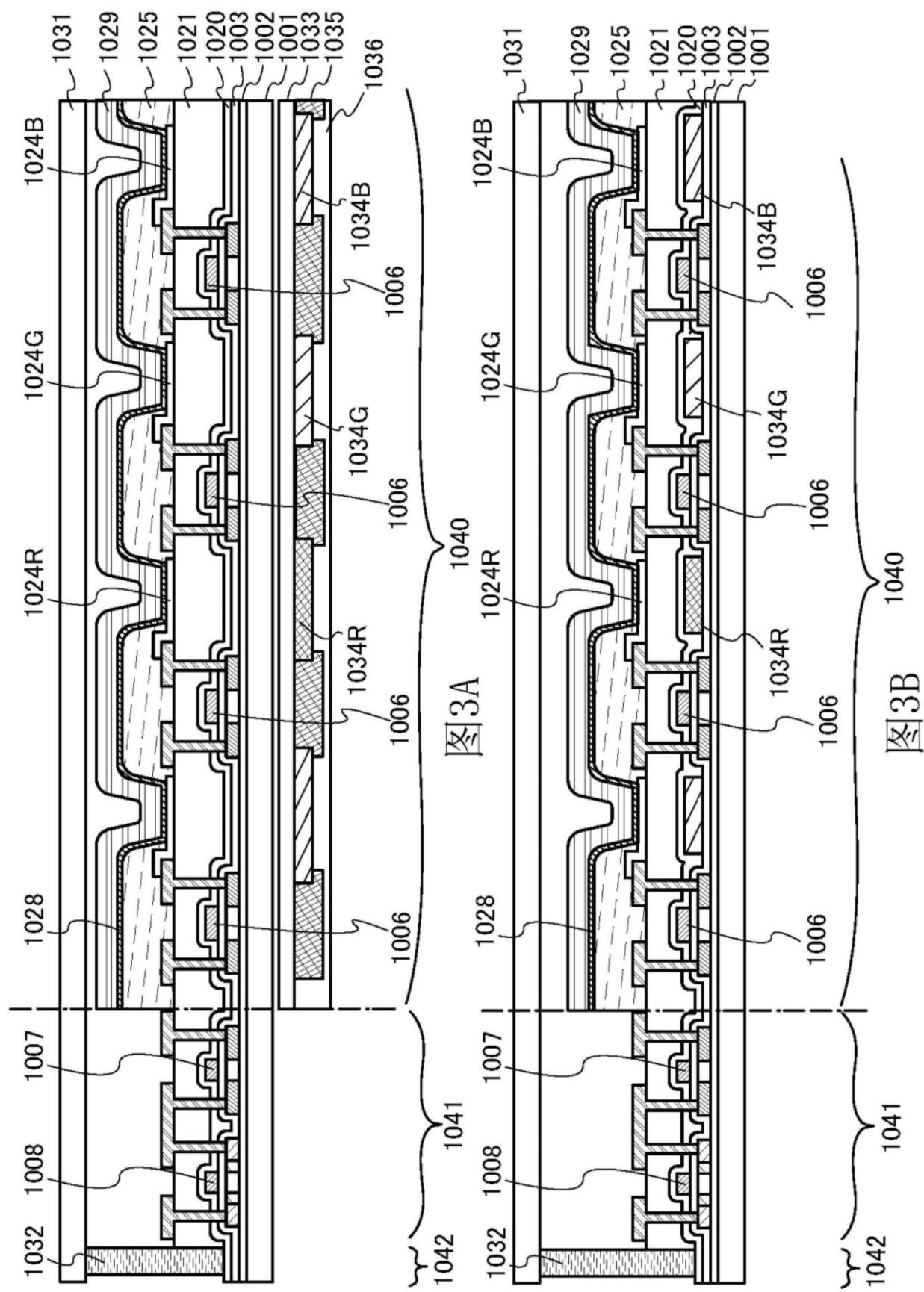


图1D





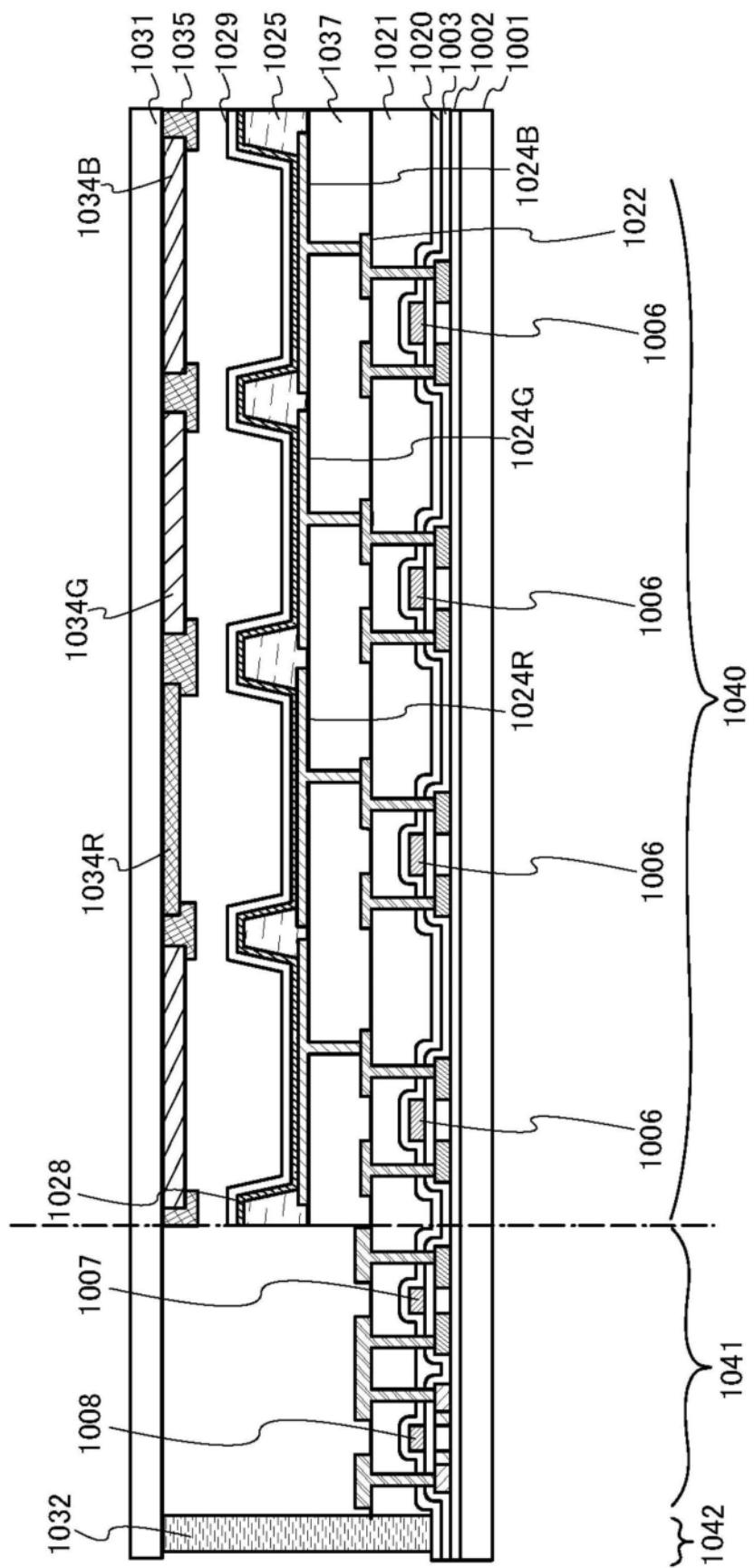


图4

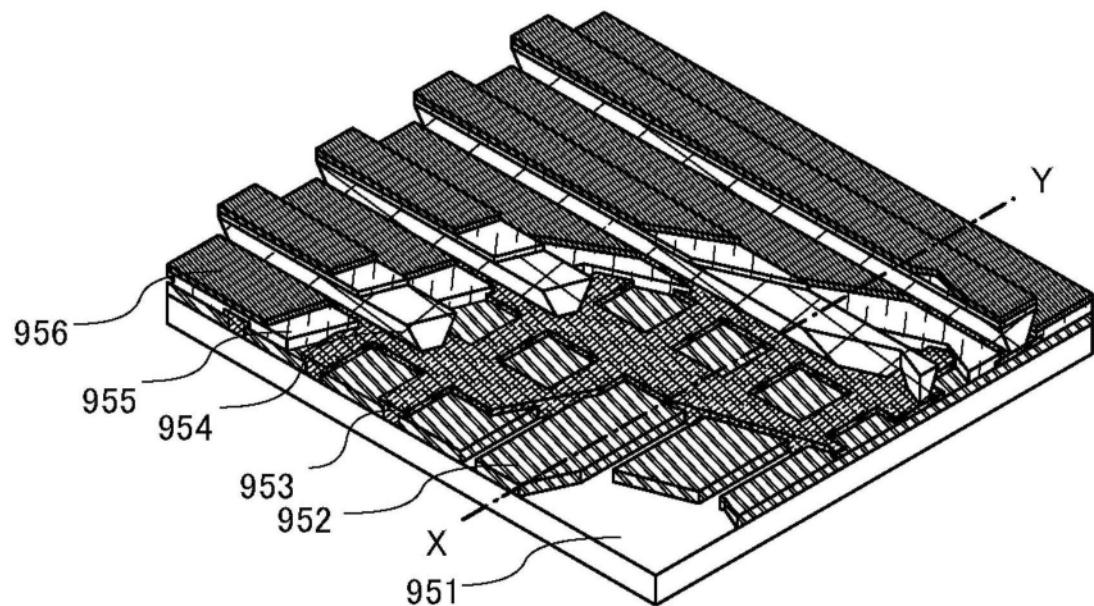


图5A

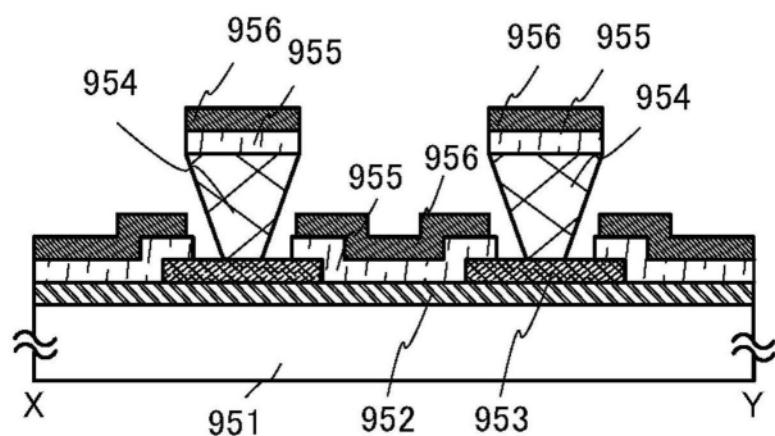


图5B

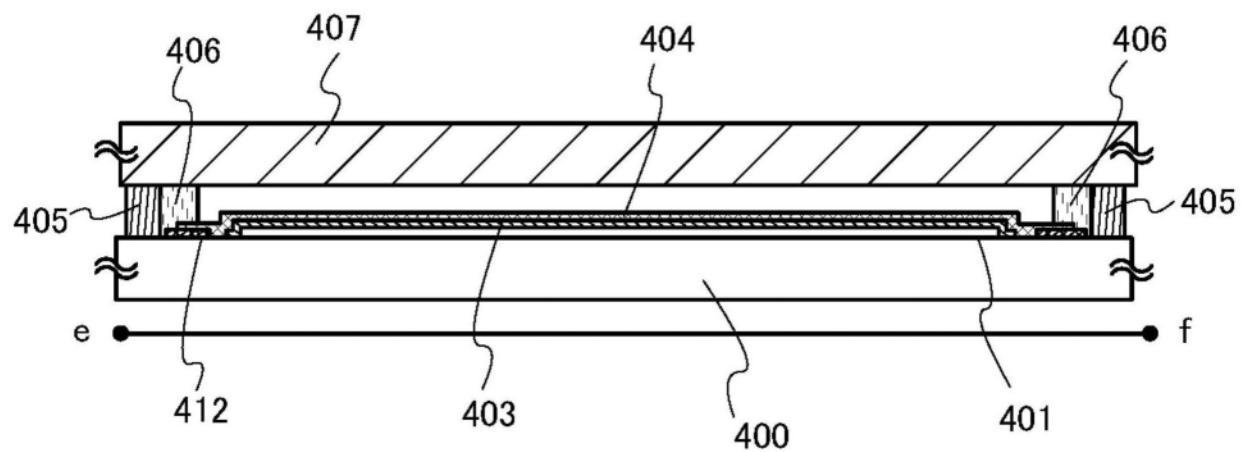


图6A

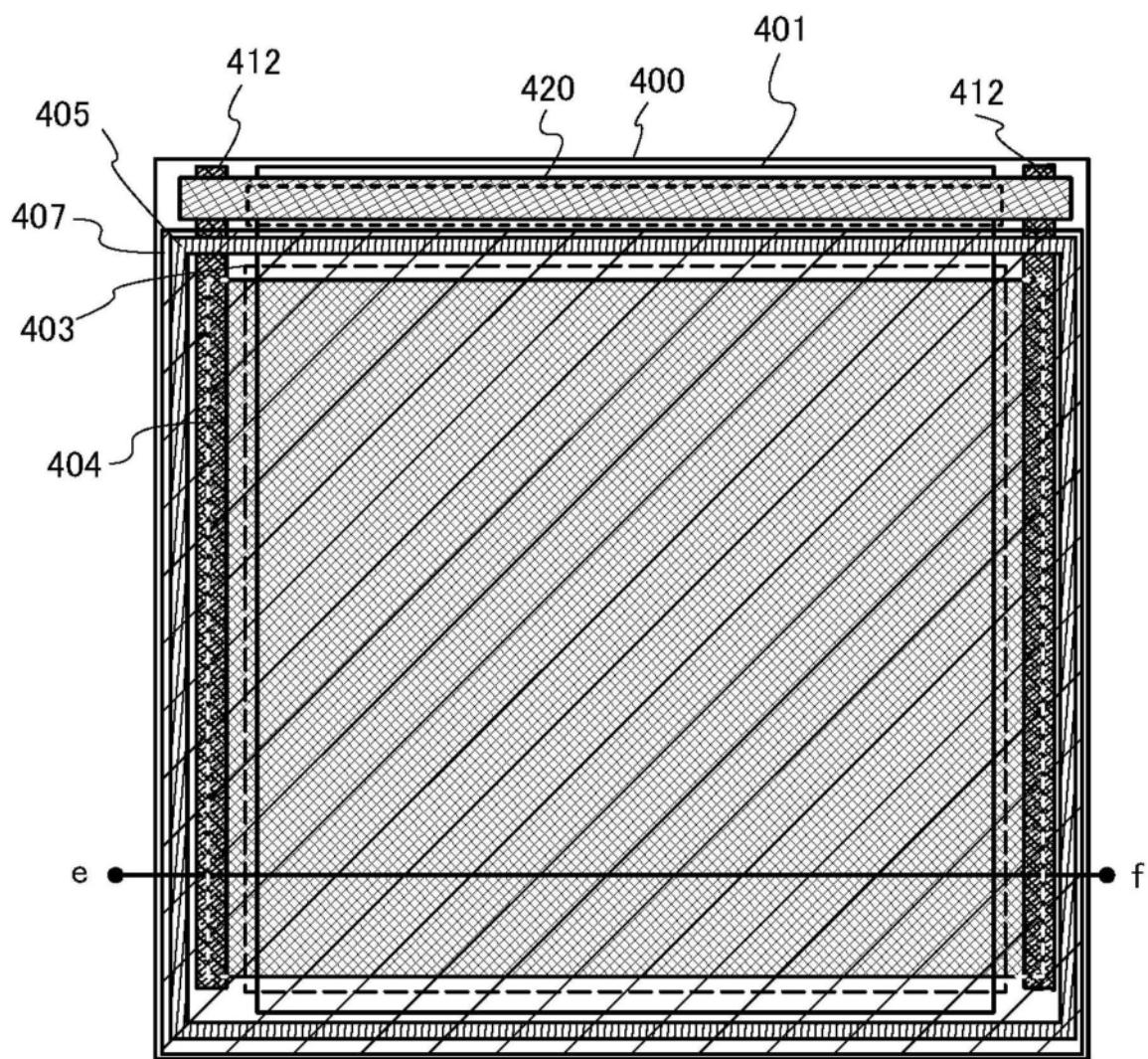


图6B

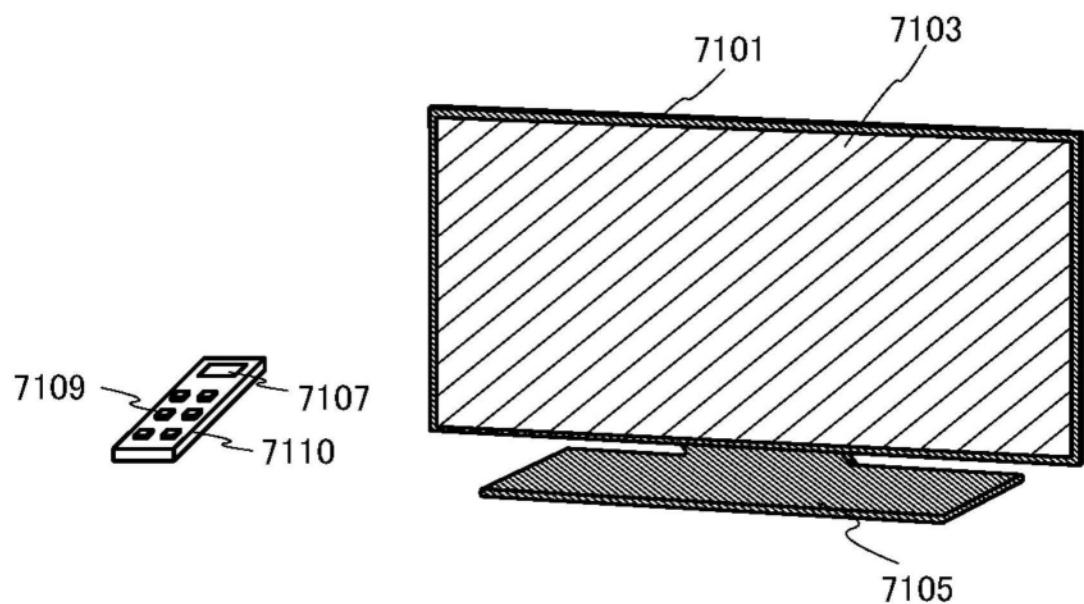


图7A

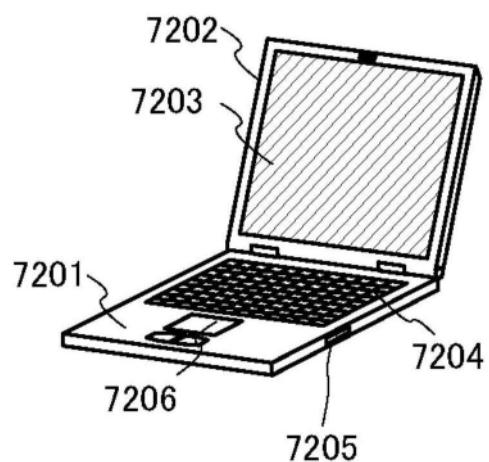


图7B1

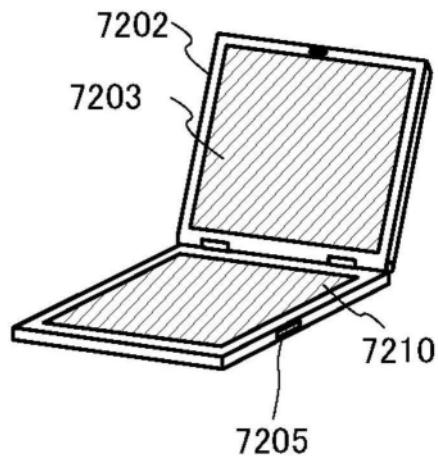


图7B2

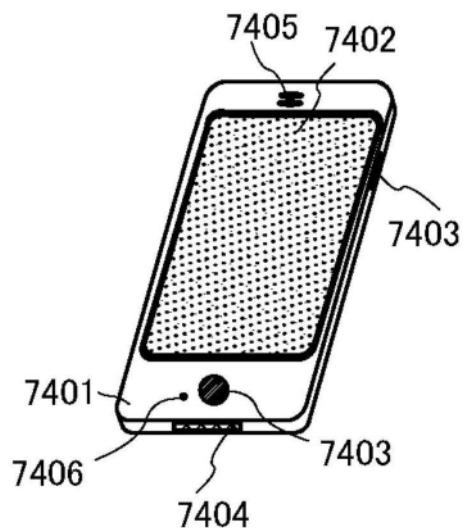


图7C

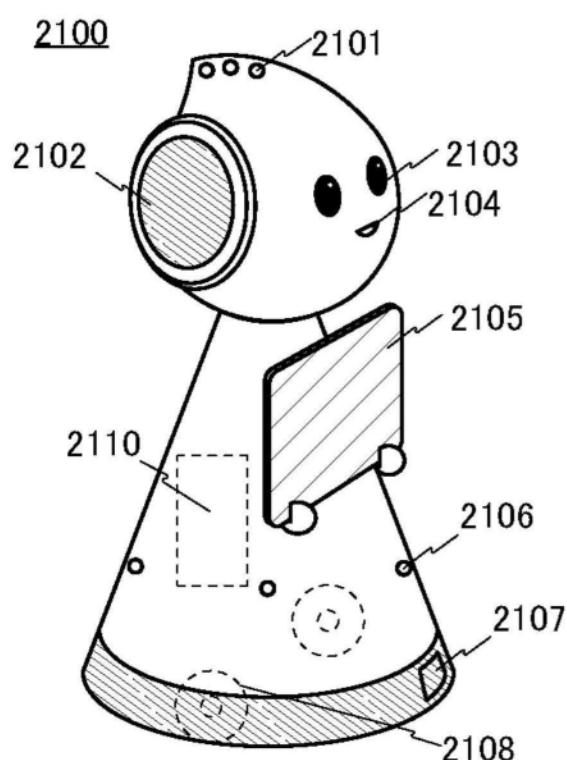
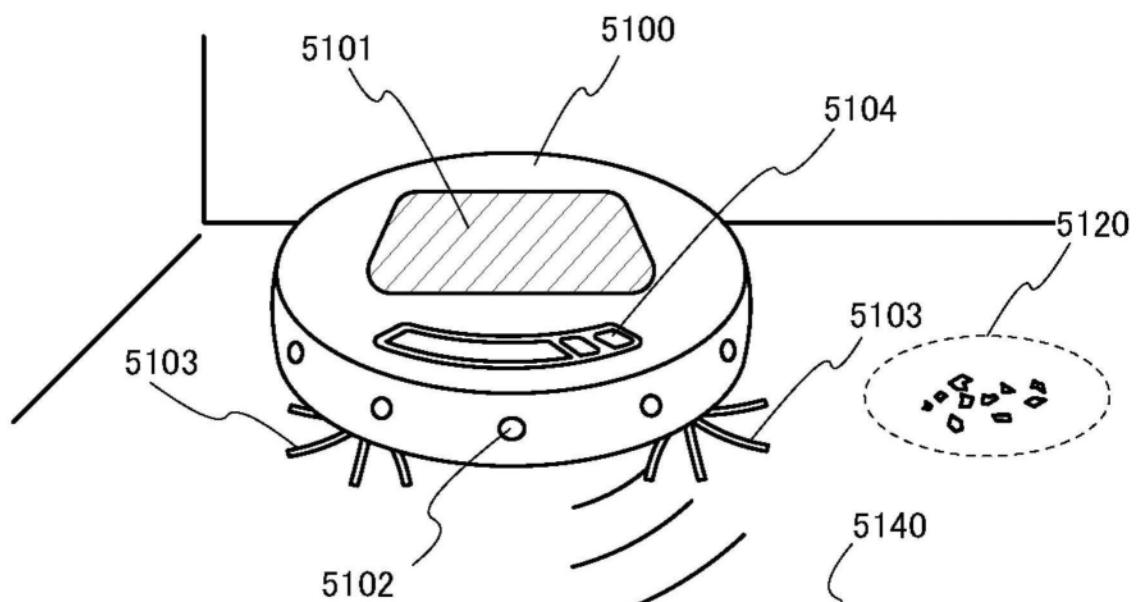


图8B

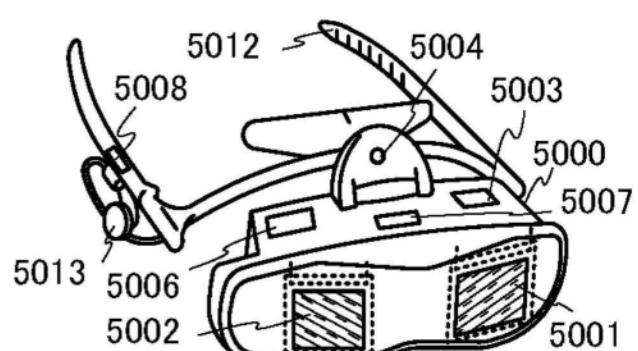


图8C

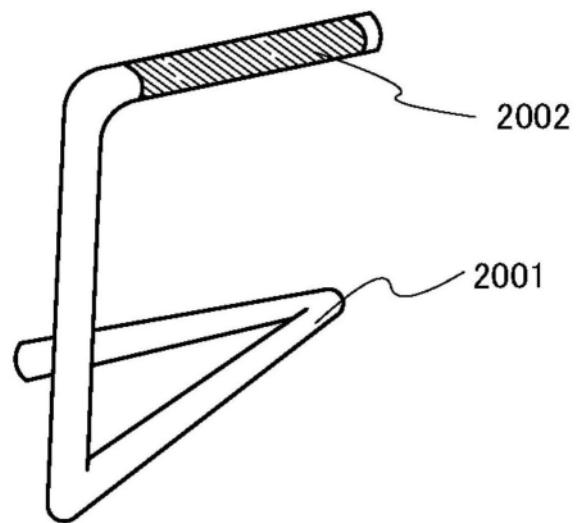


图9

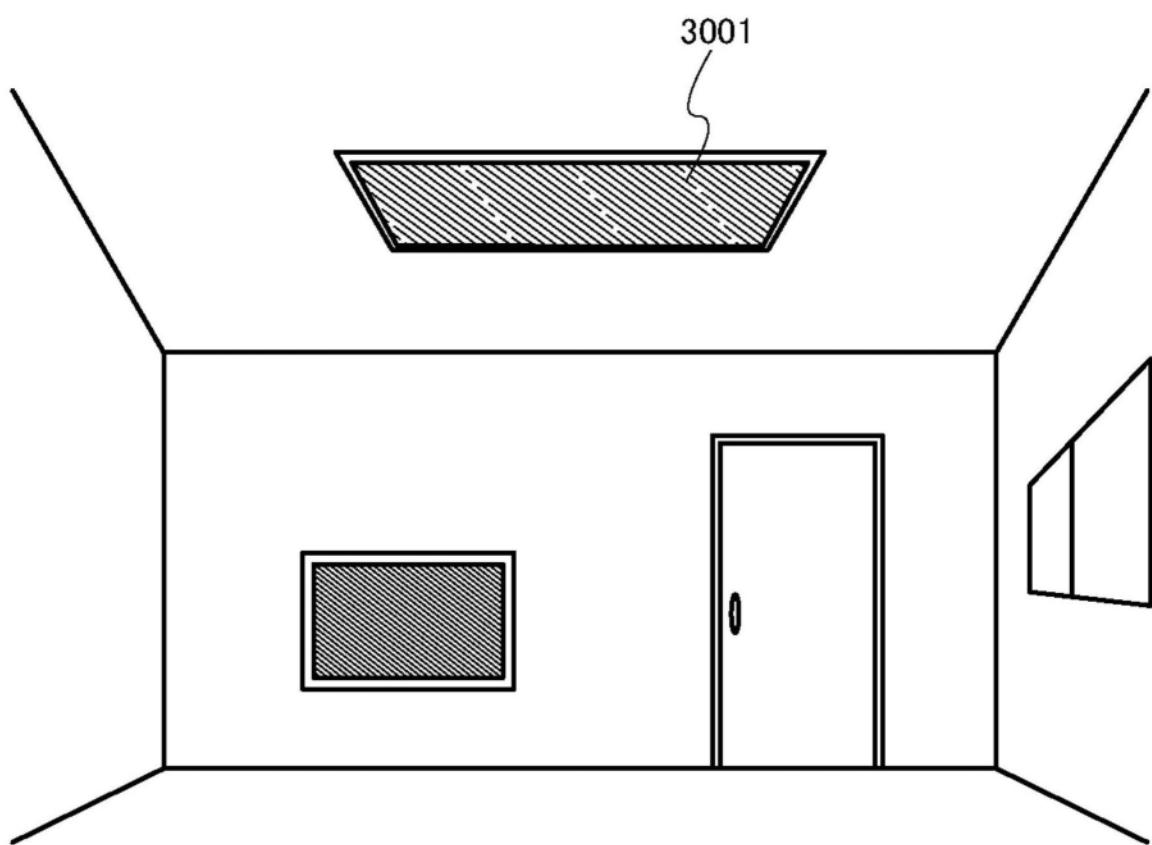


图10

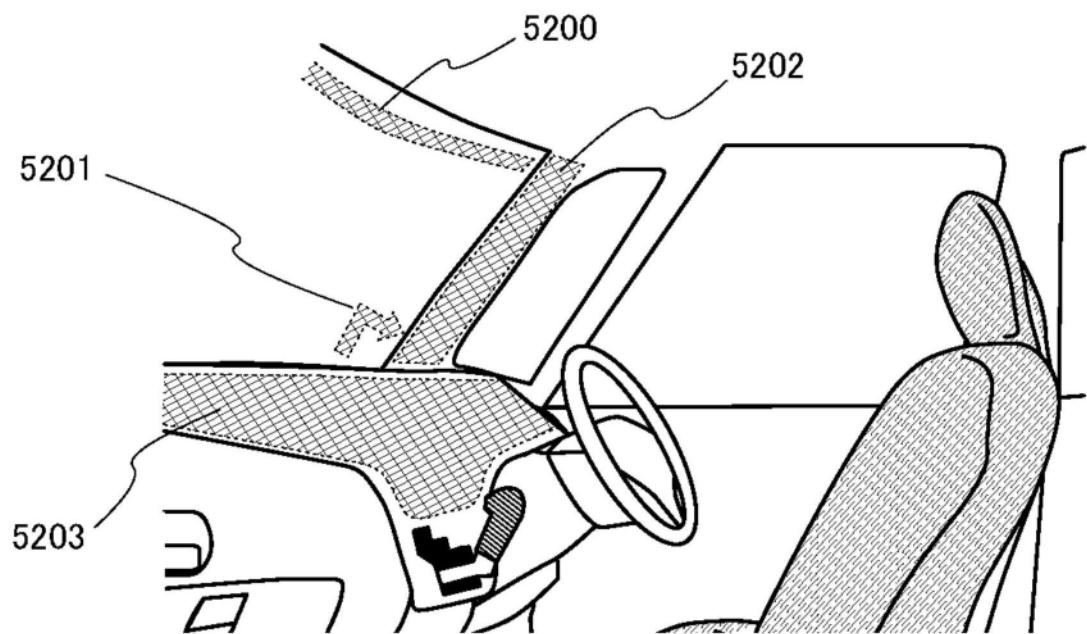


图11

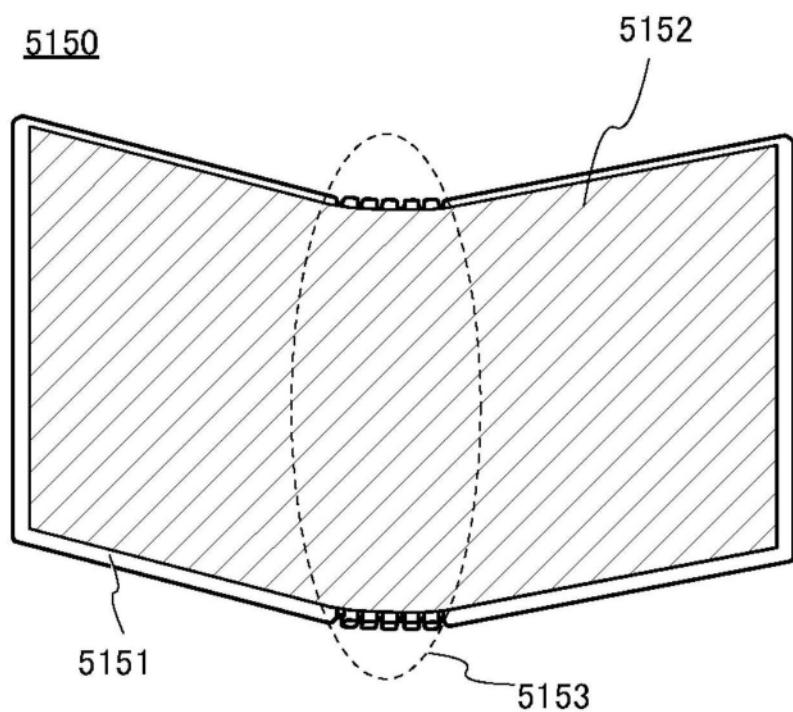


图12A

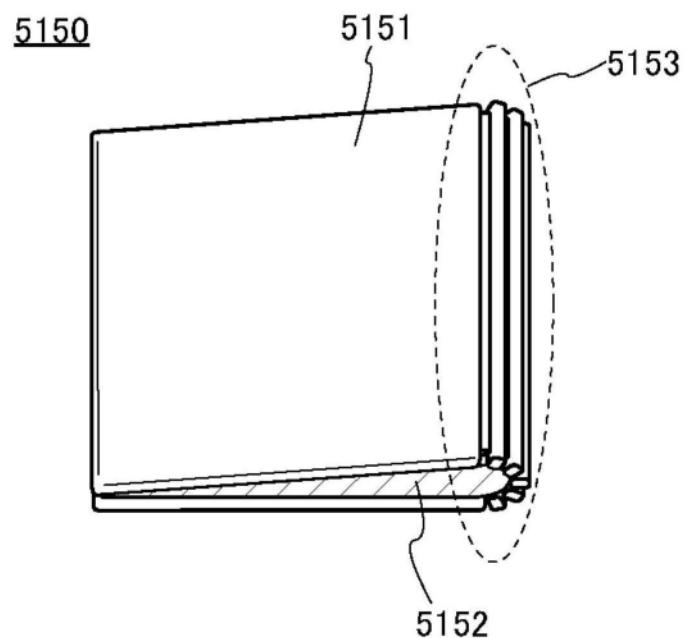


图12B

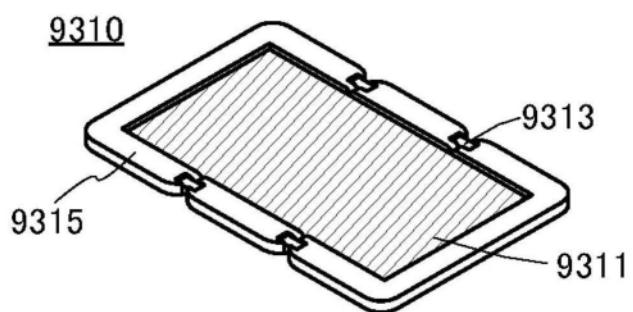


图13A

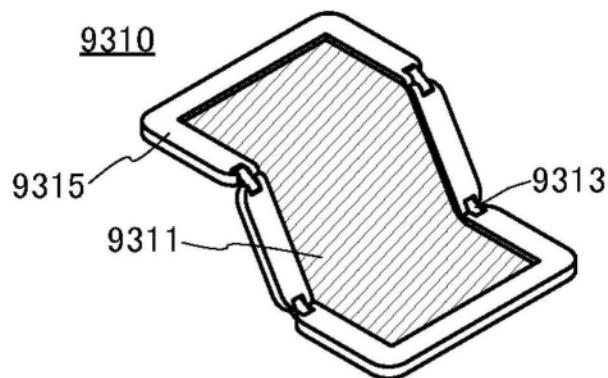


图13B

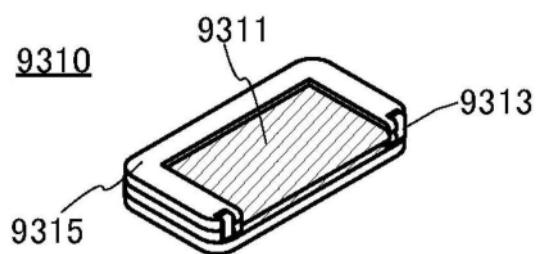


图13C

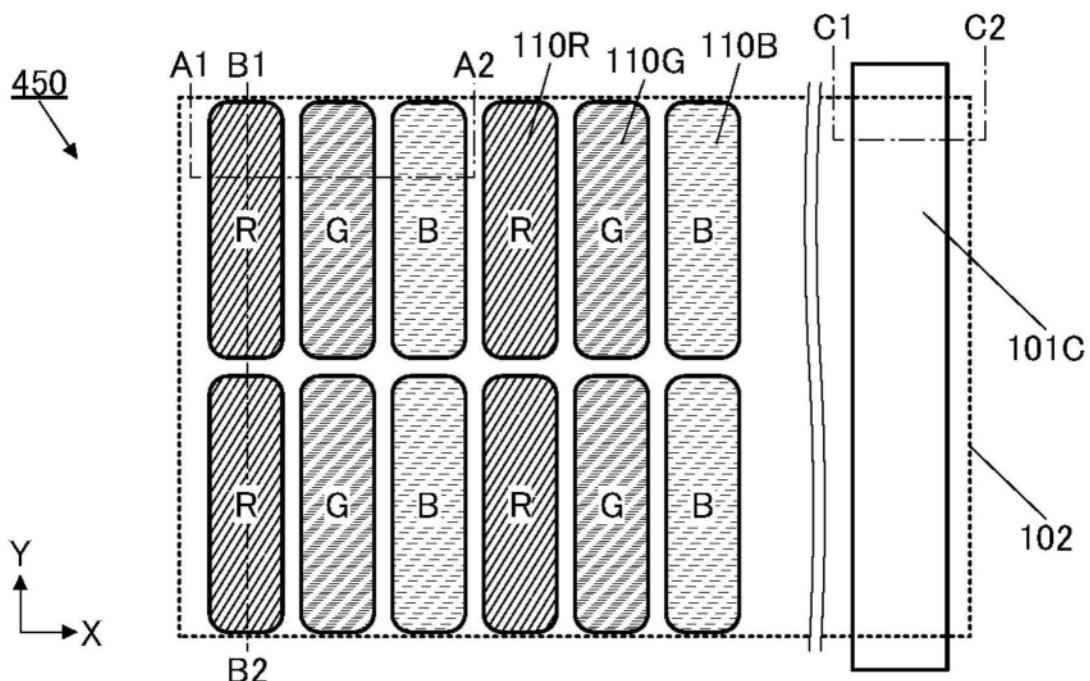


图14A

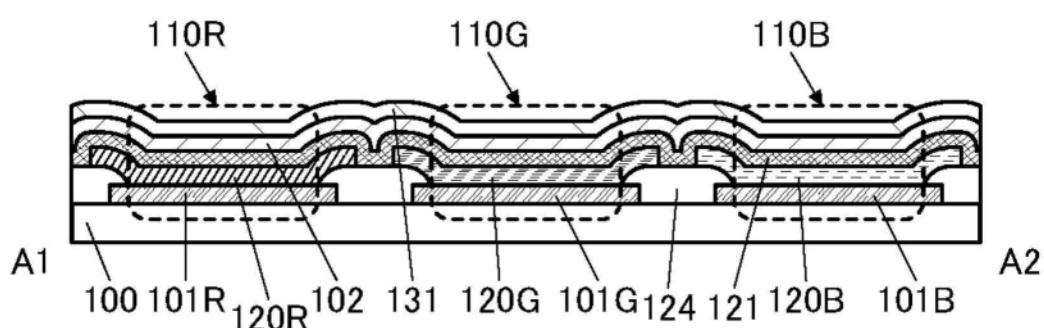


图14B

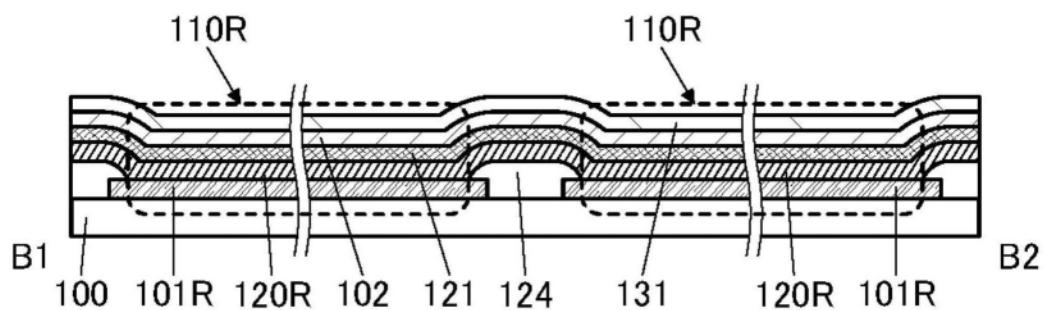


图14C

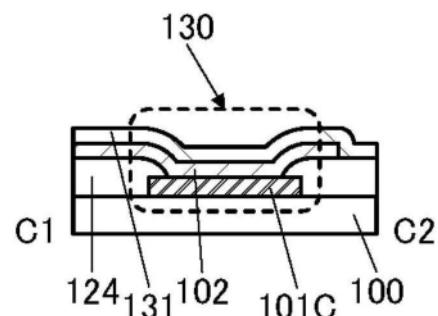


图14D

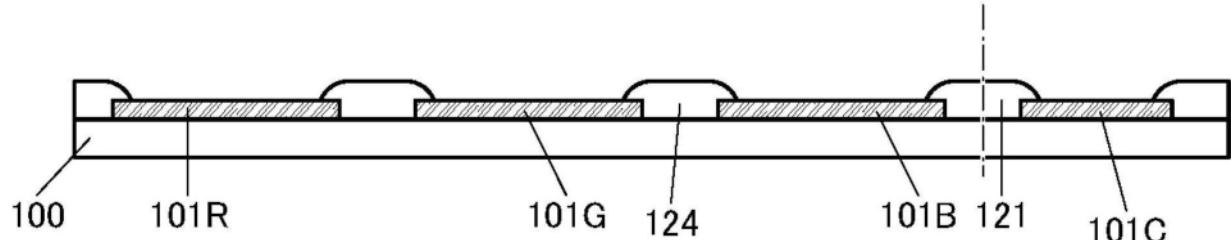


图15A

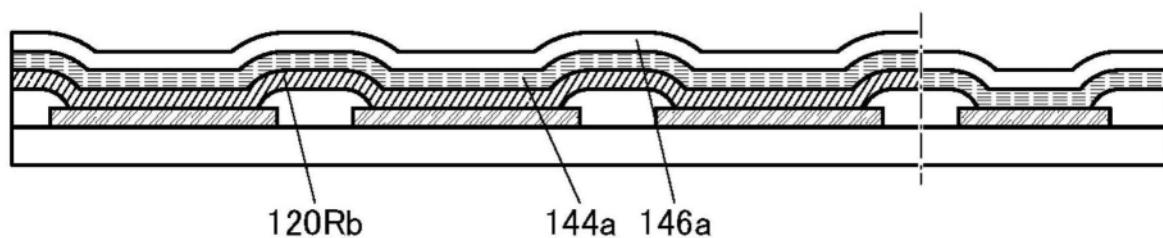


图15B

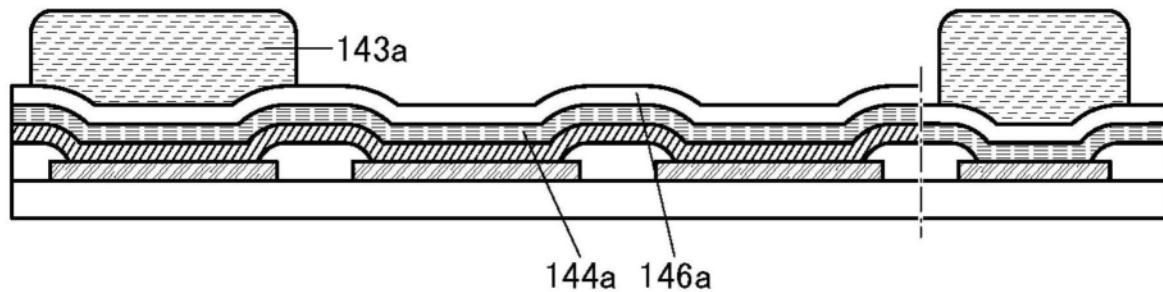


图15C

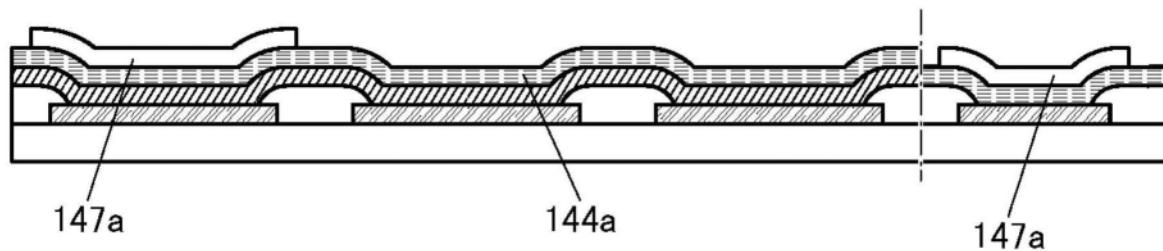


图15D

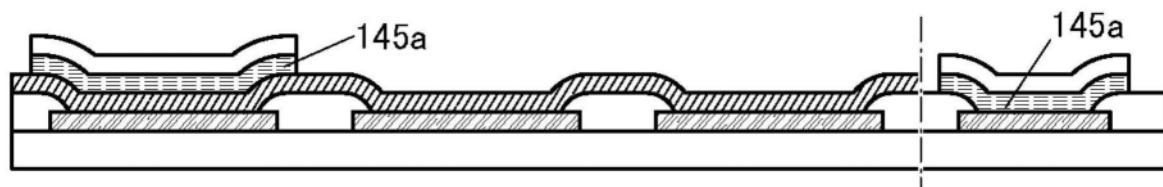


图15E

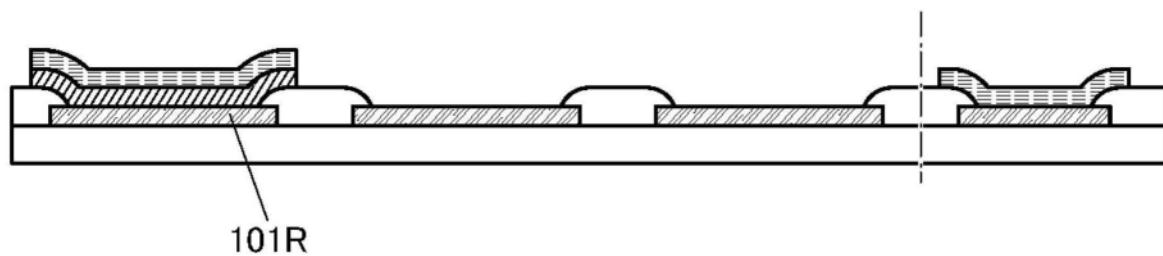


图15F

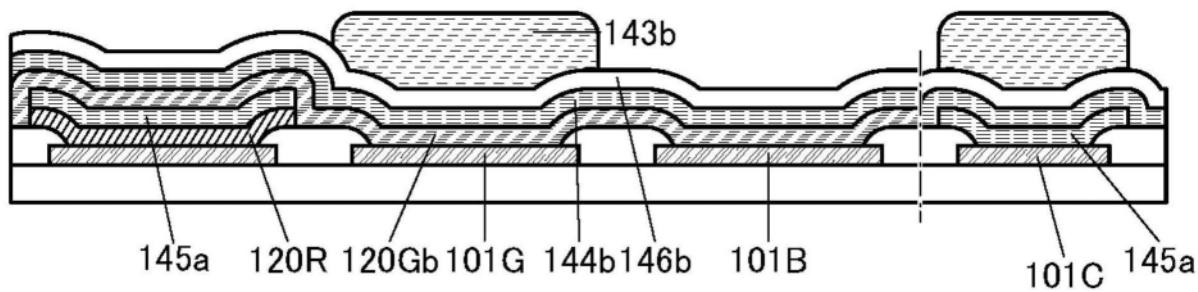


图16A

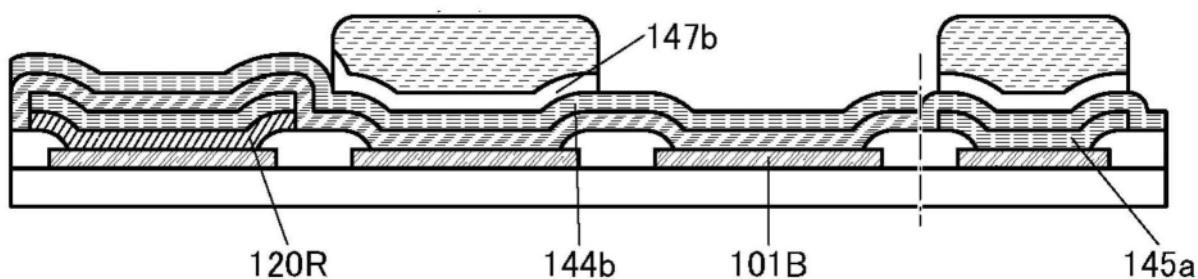


图16B

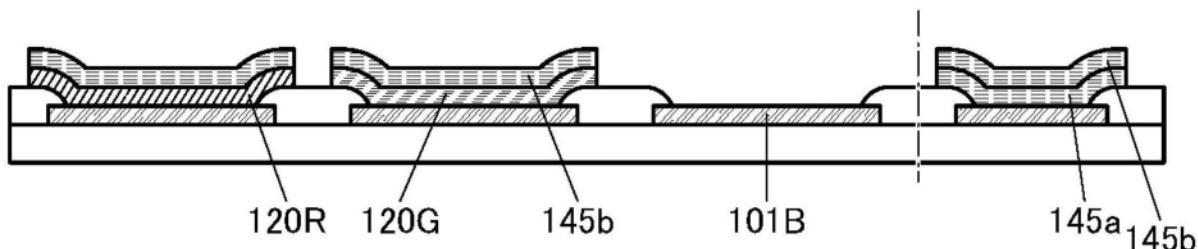


图16C

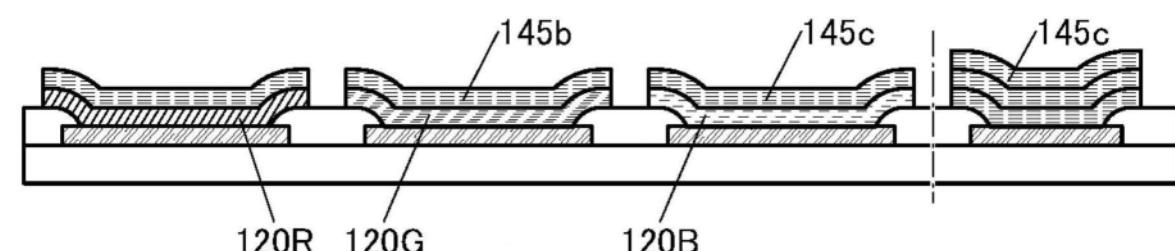


图16D

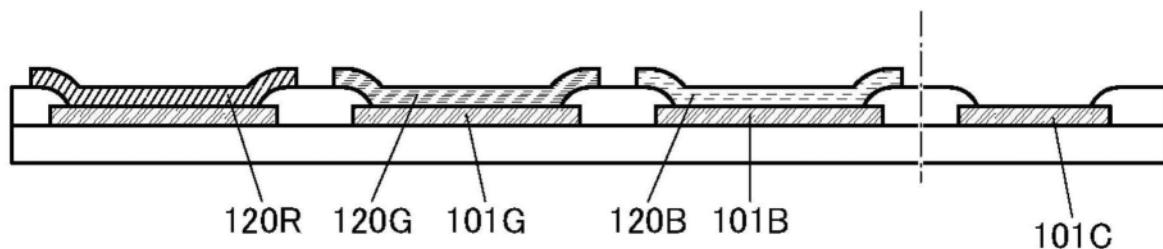


图16E

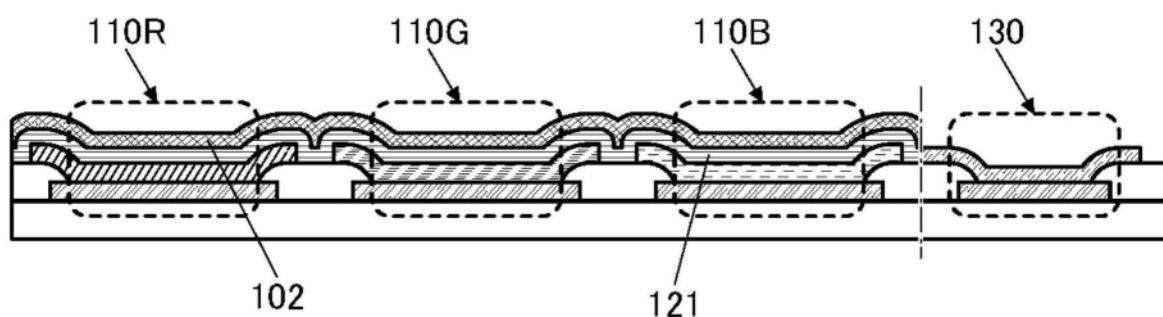


图16F

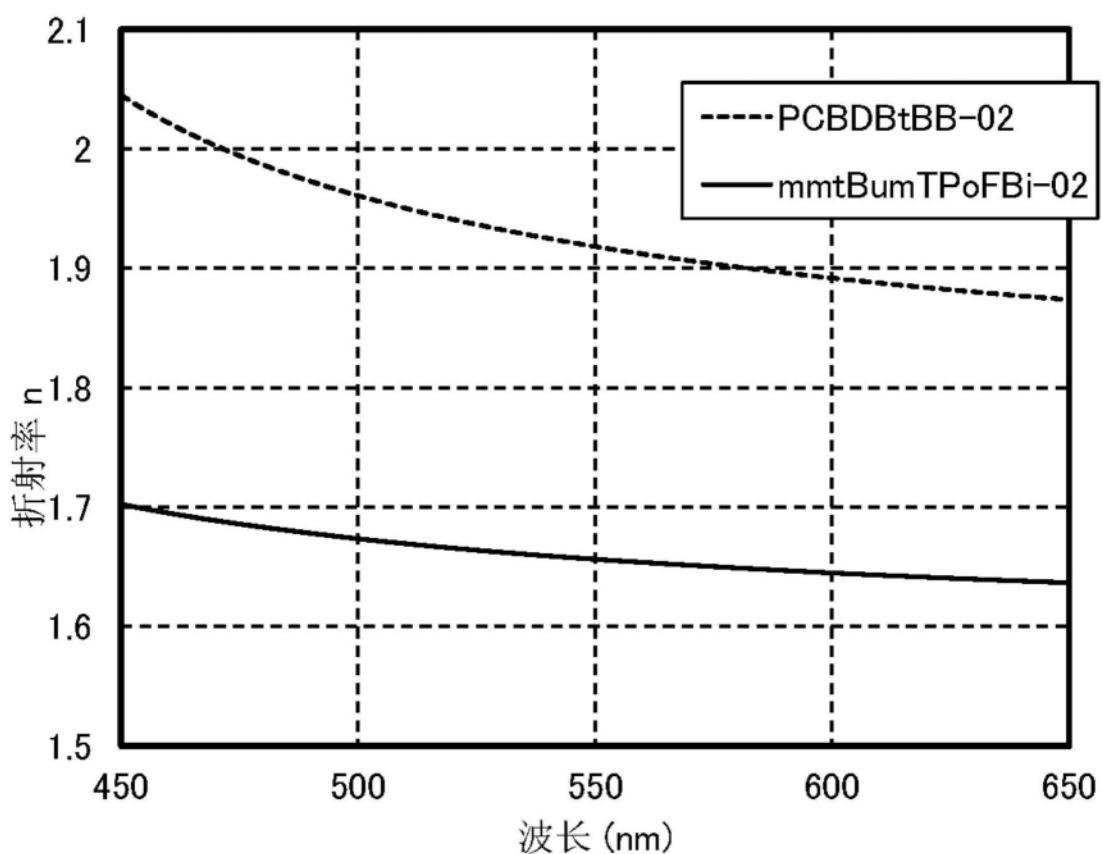


图17

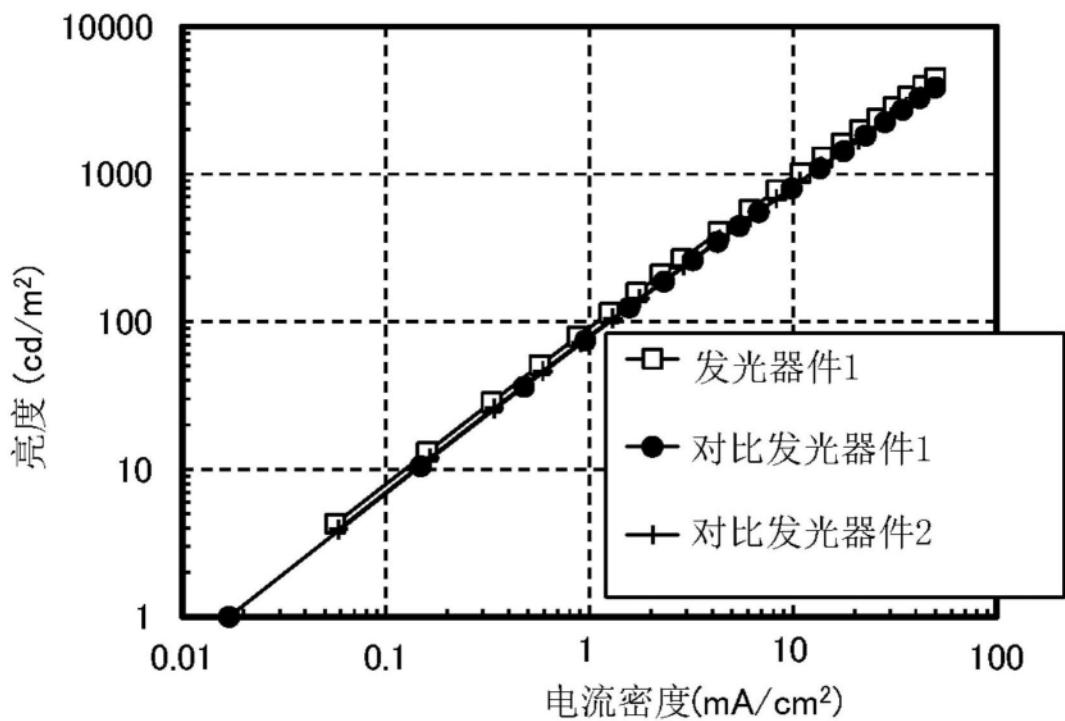


图18

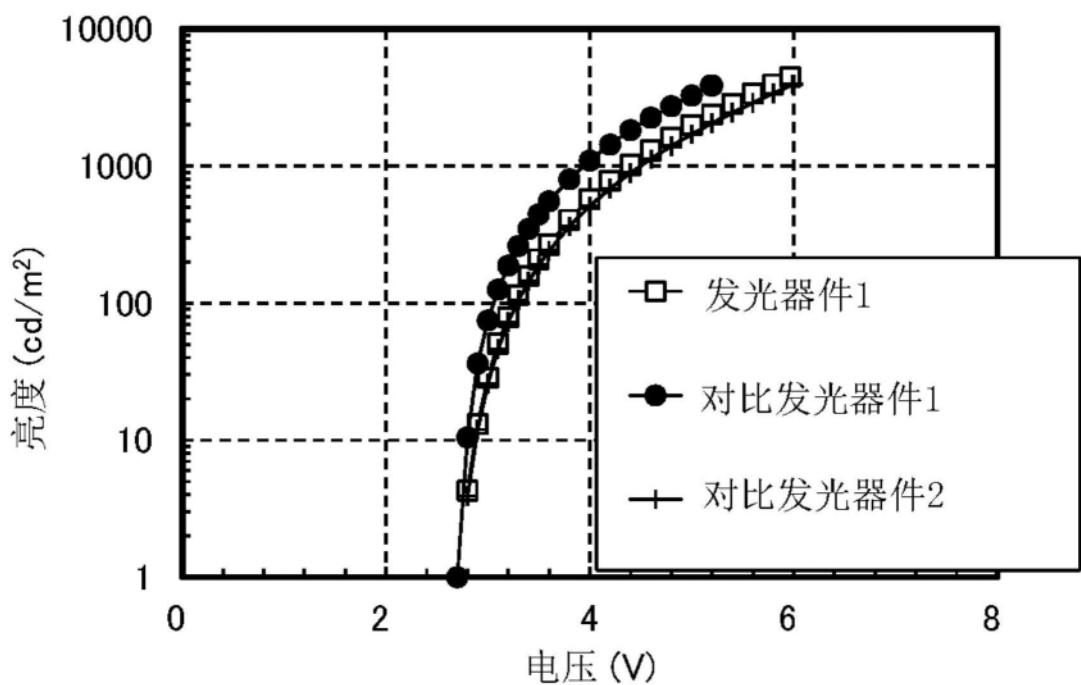


图19

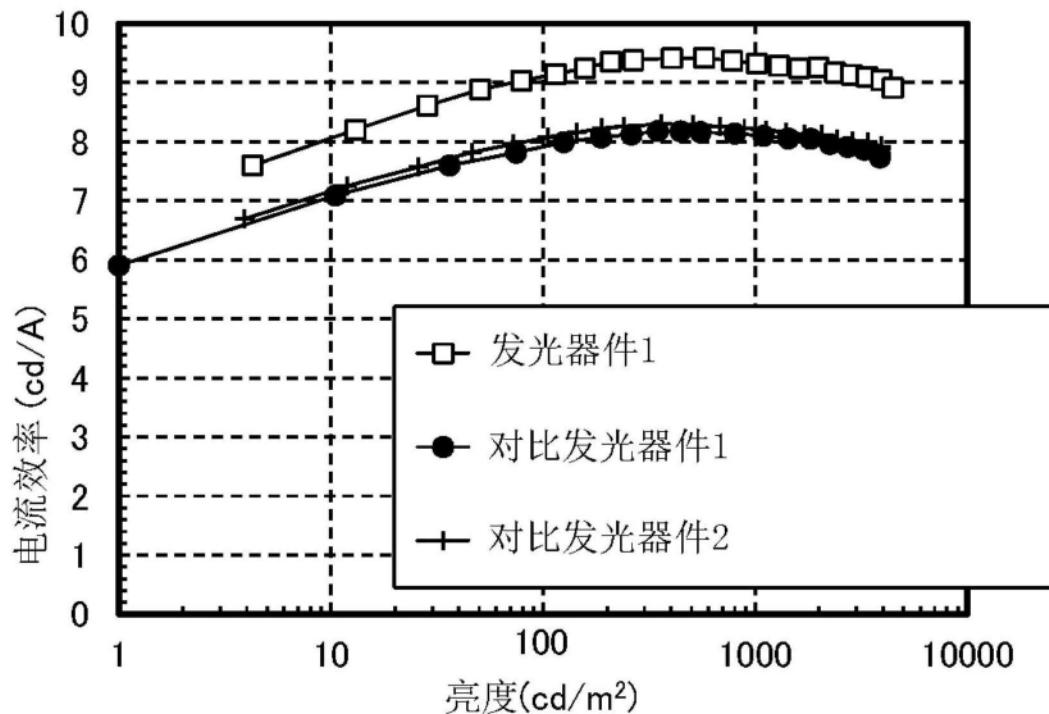


图20

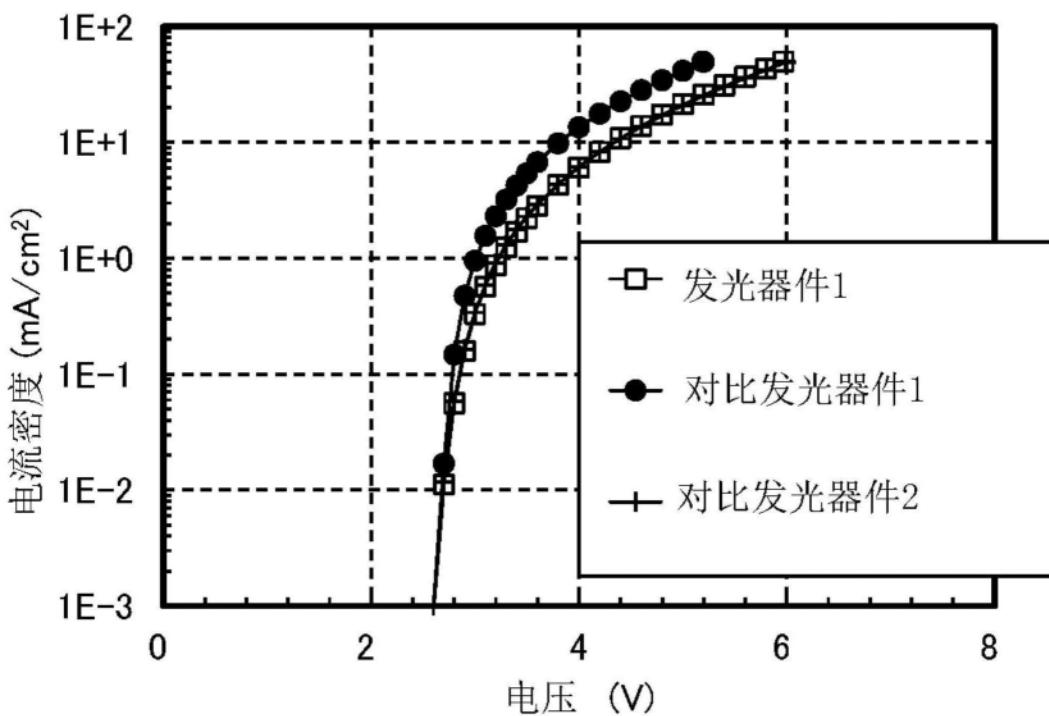


图21

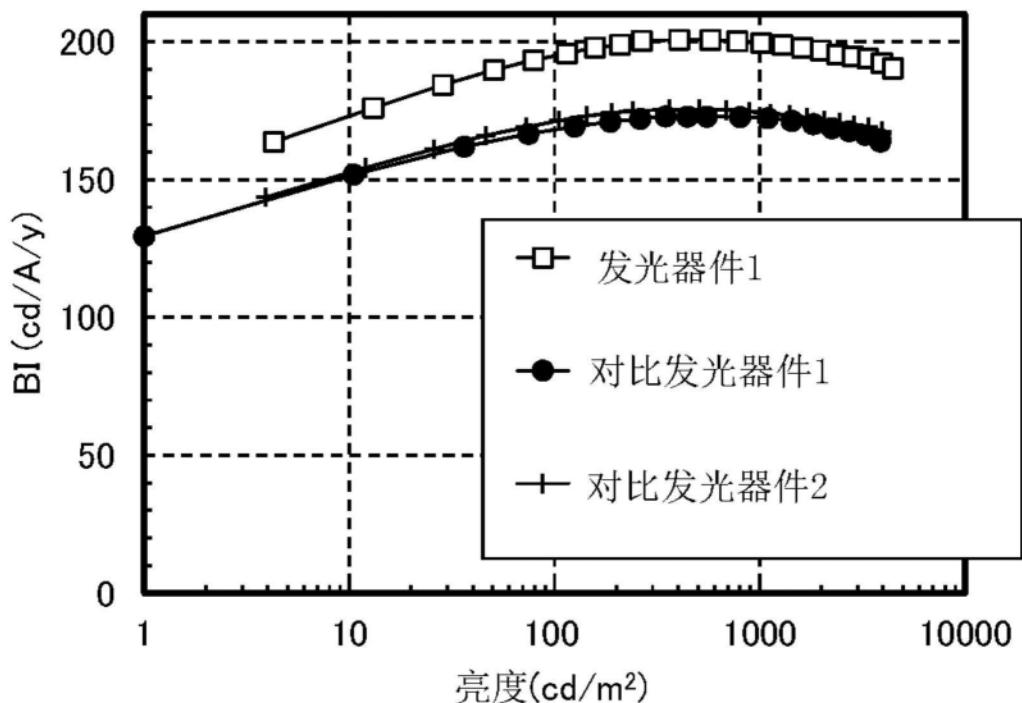


图22

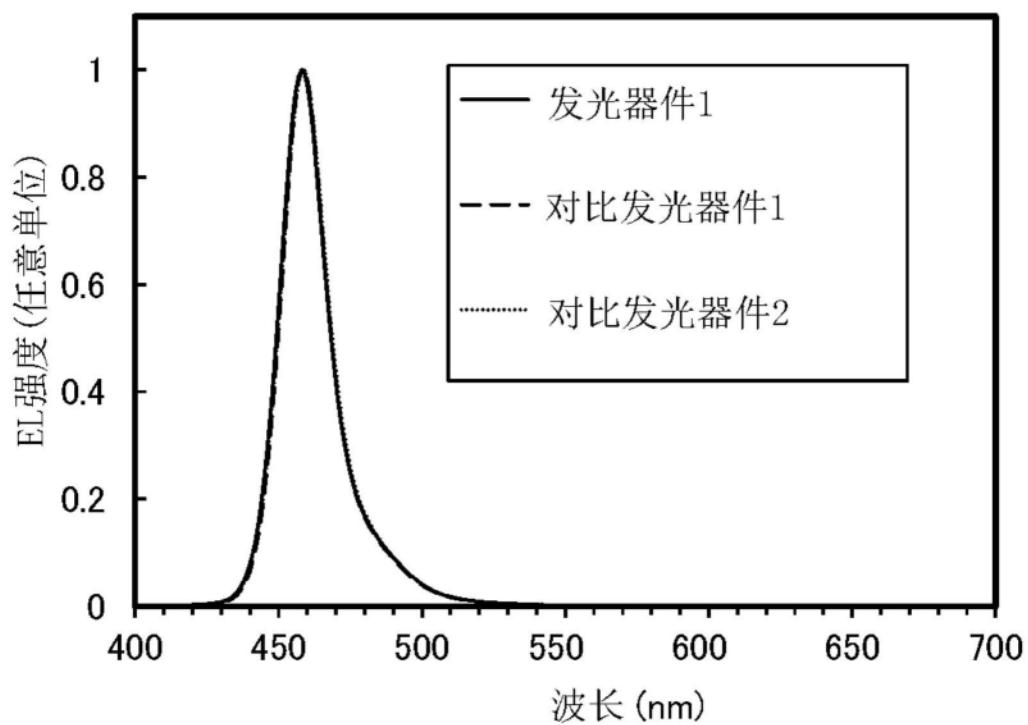


图23

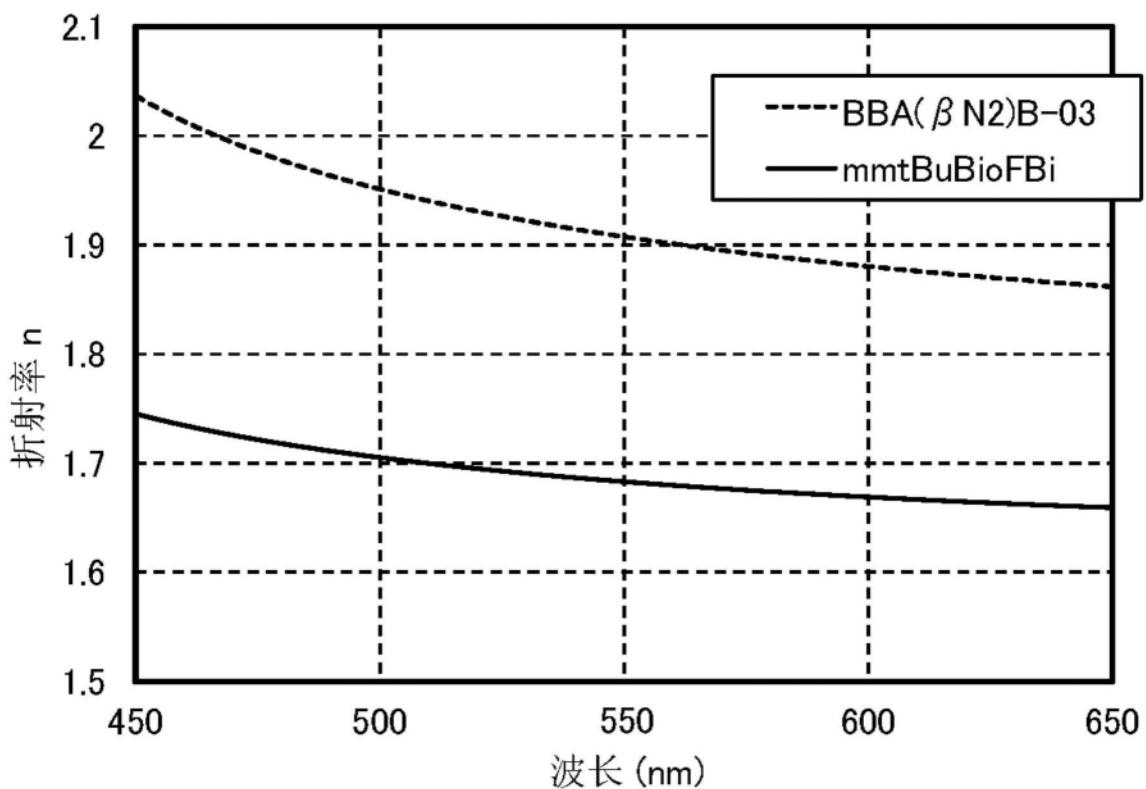


图24

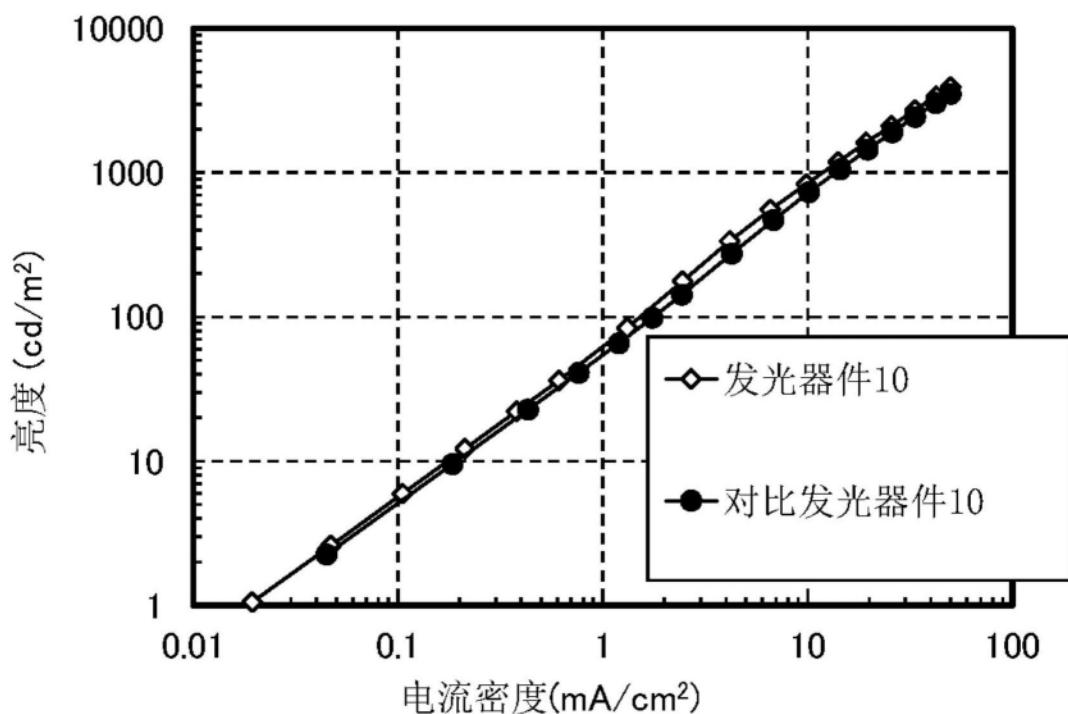


图25

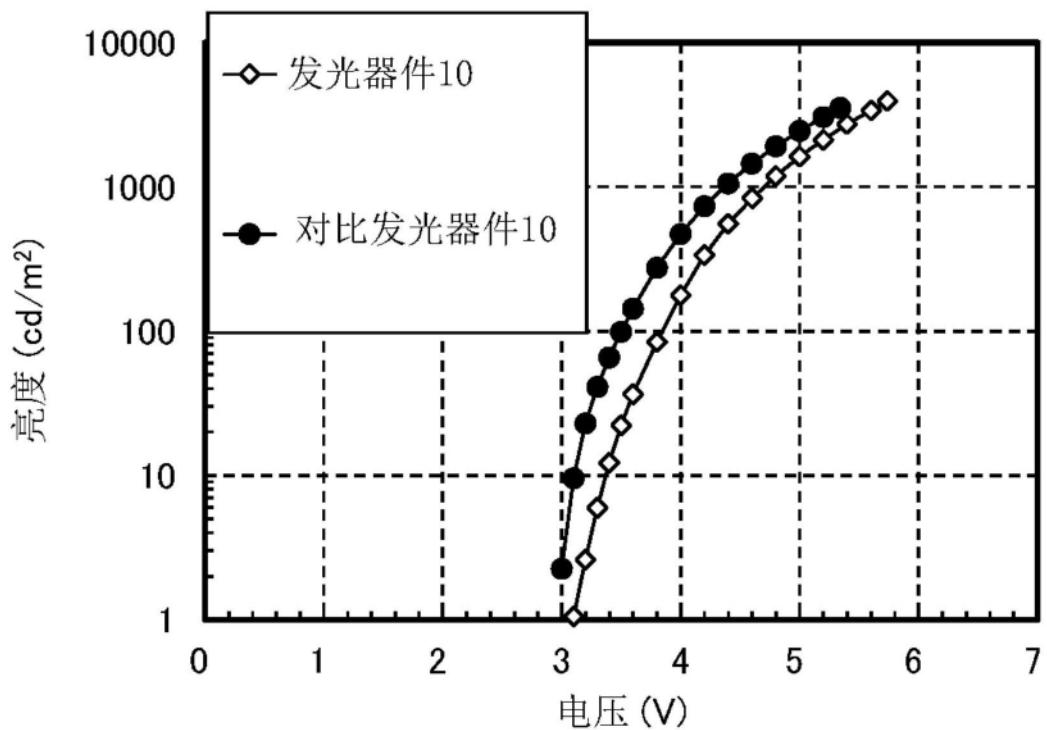


图26

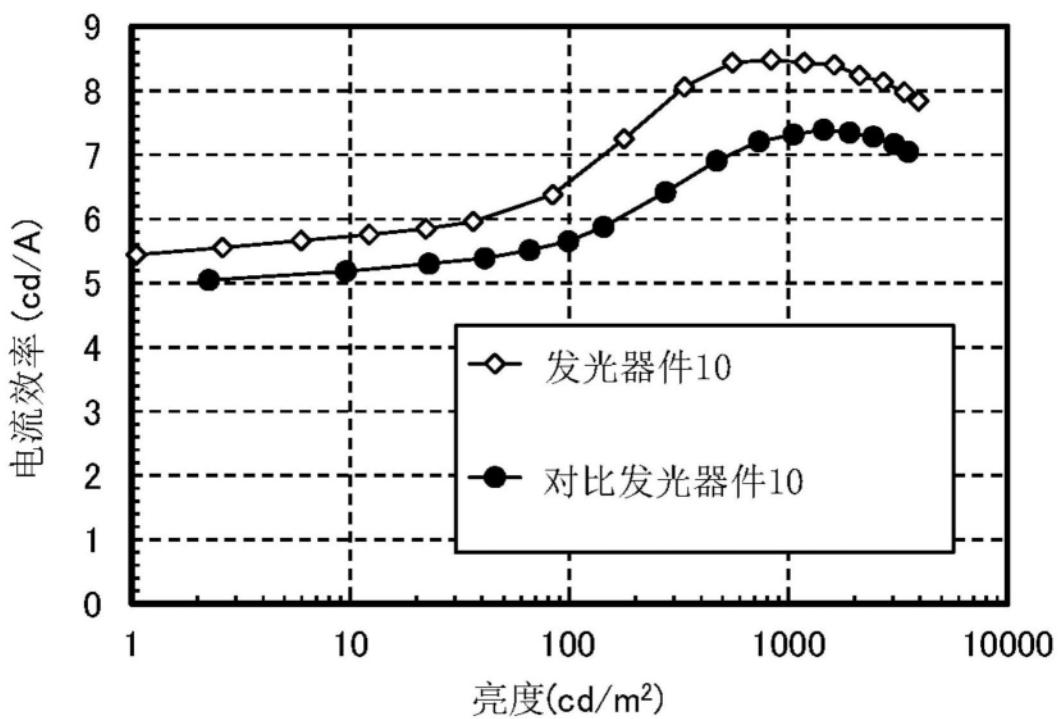


图27

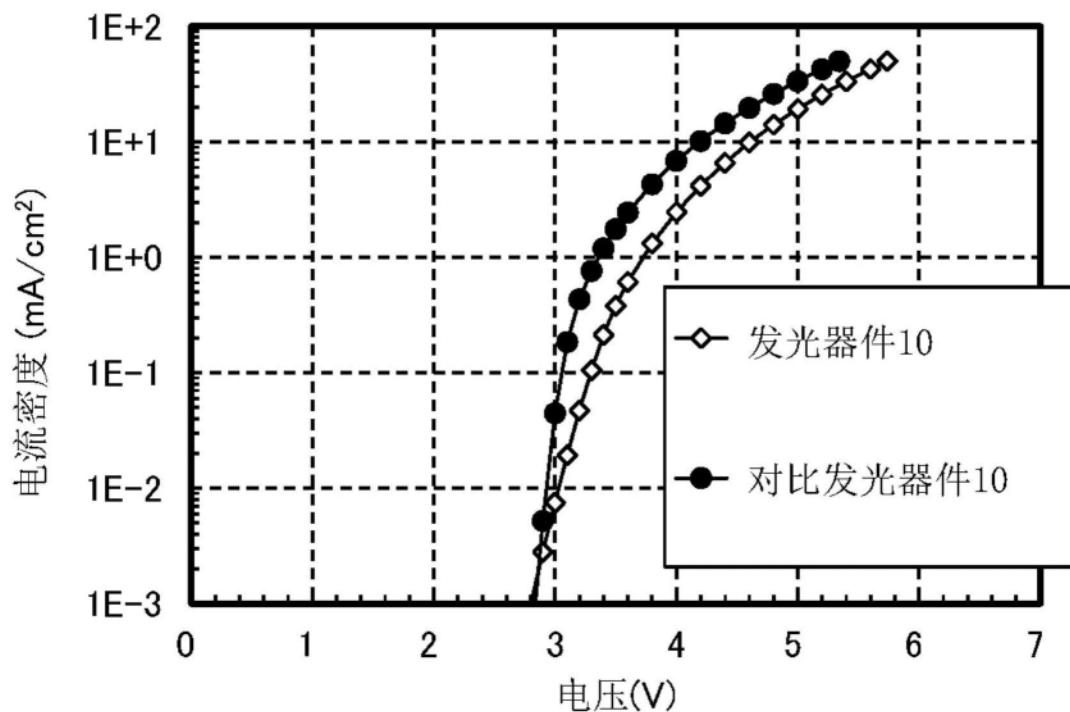


图28

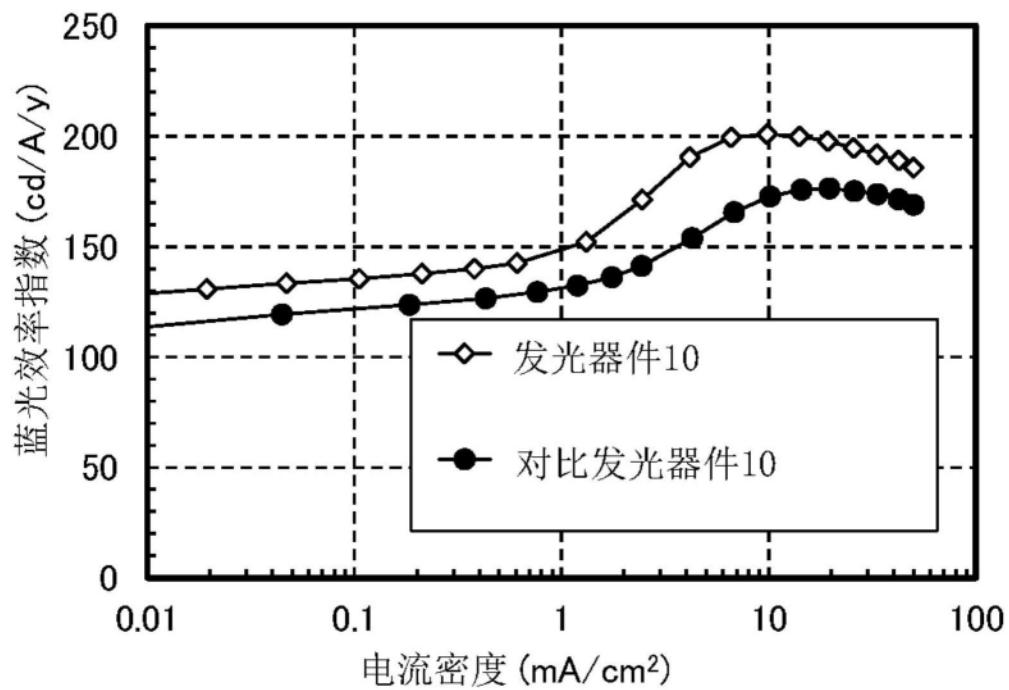


图29

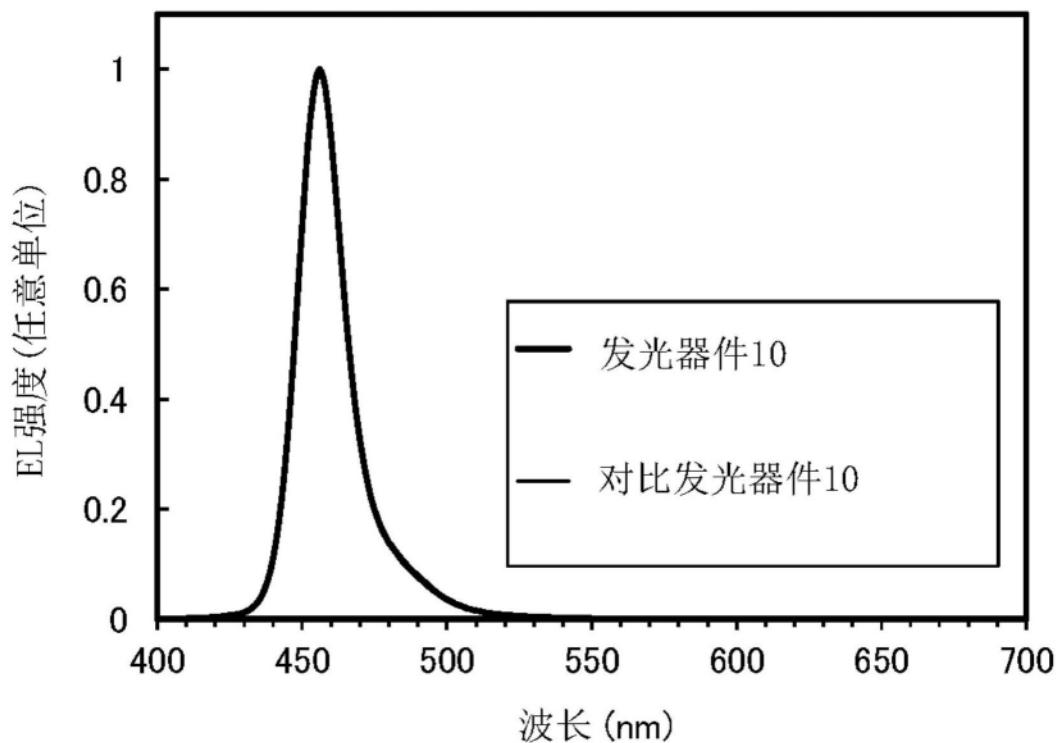


图30

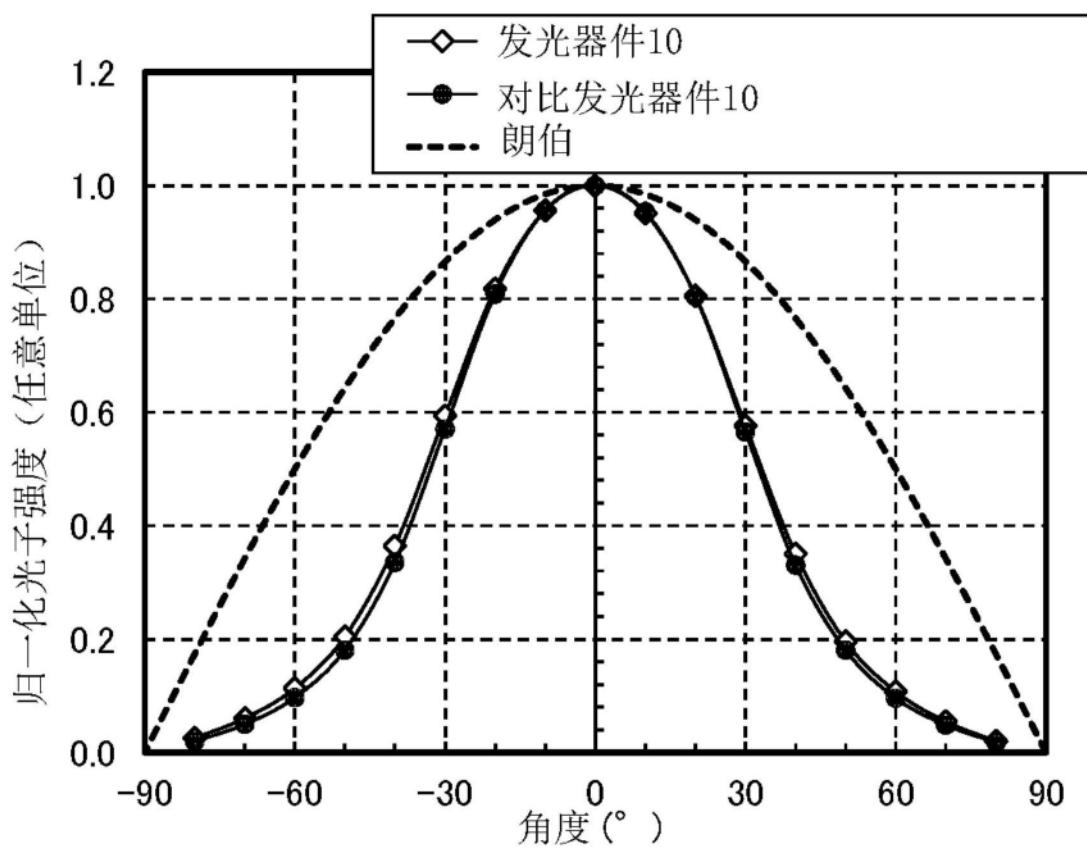


图31

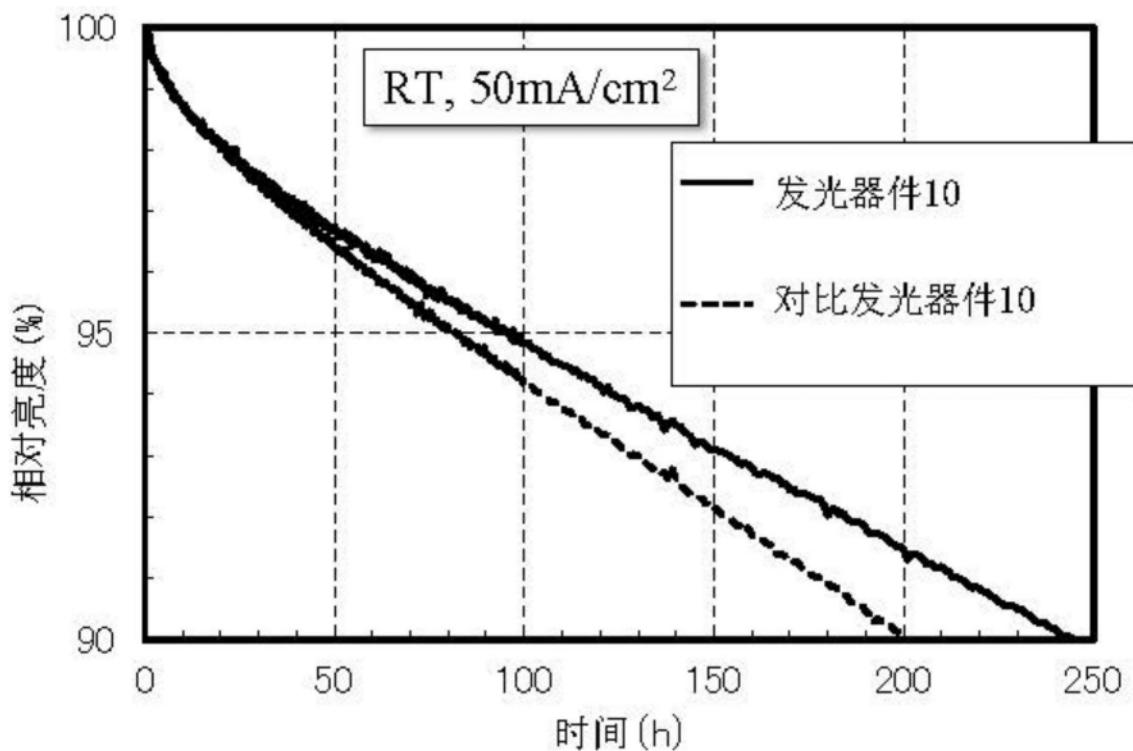


图32

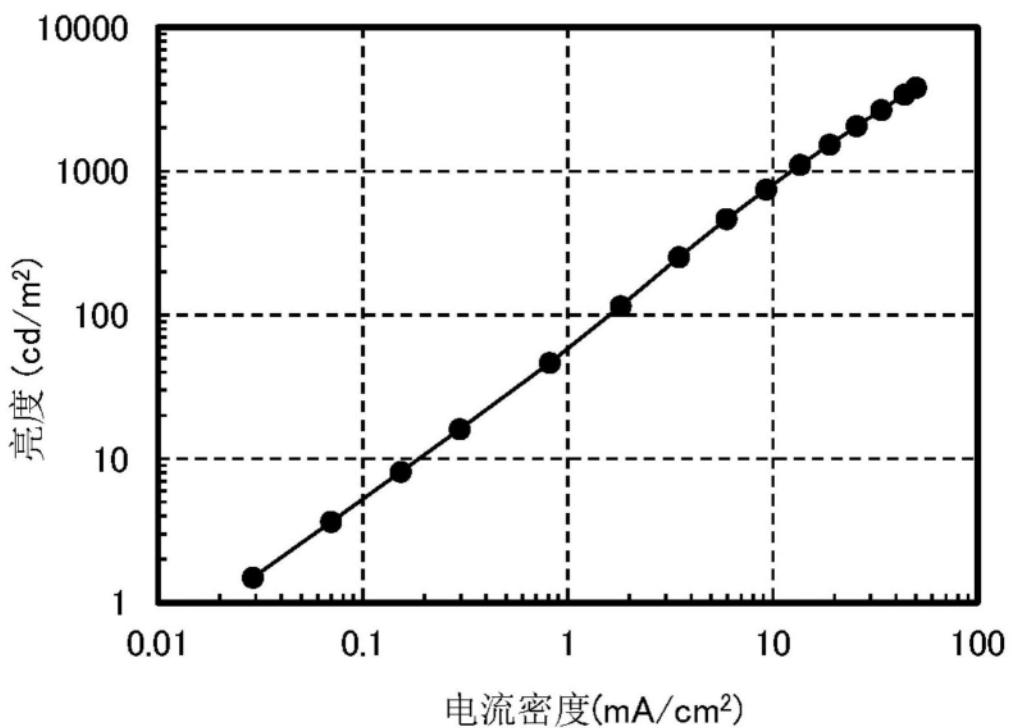


图33

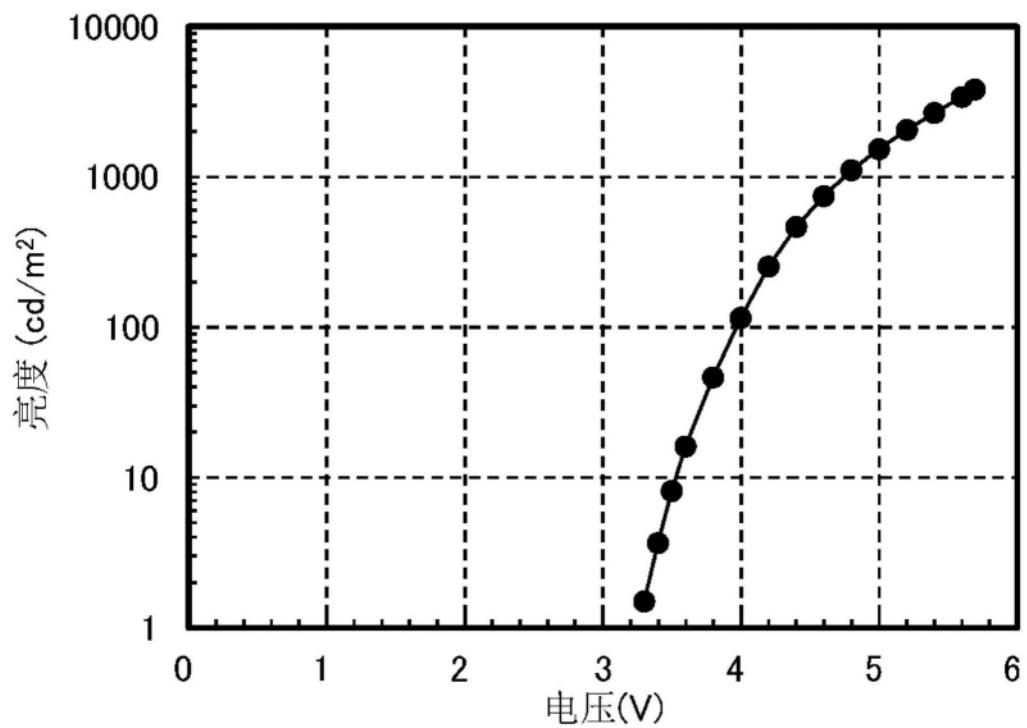


图34

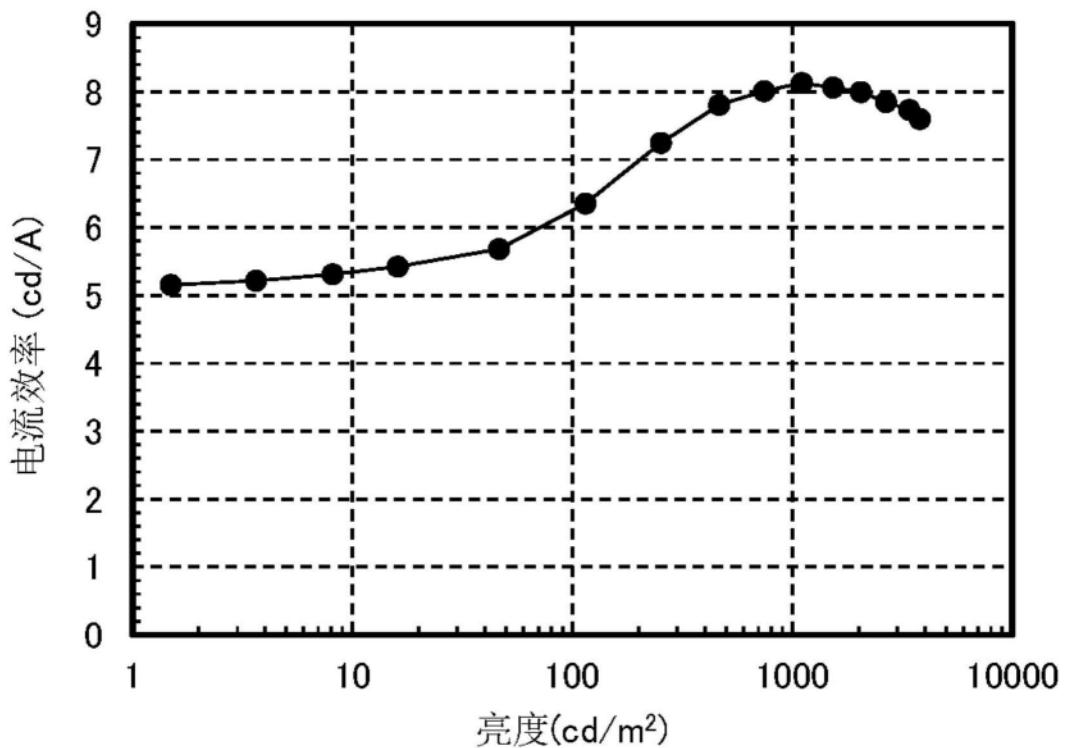


图35

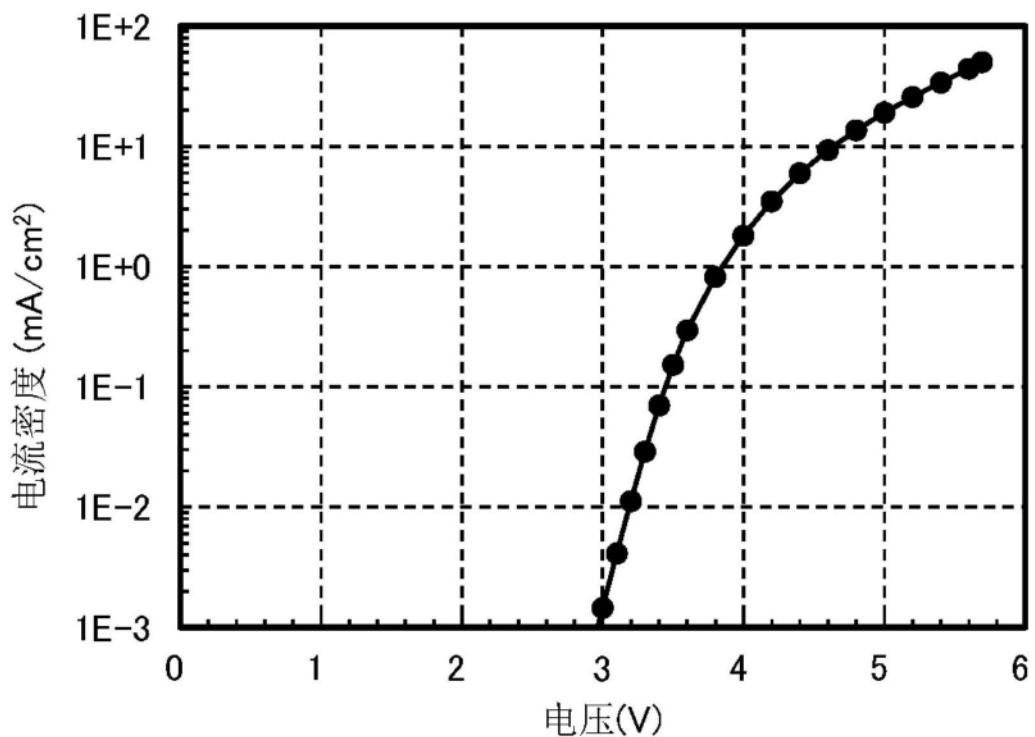


图36

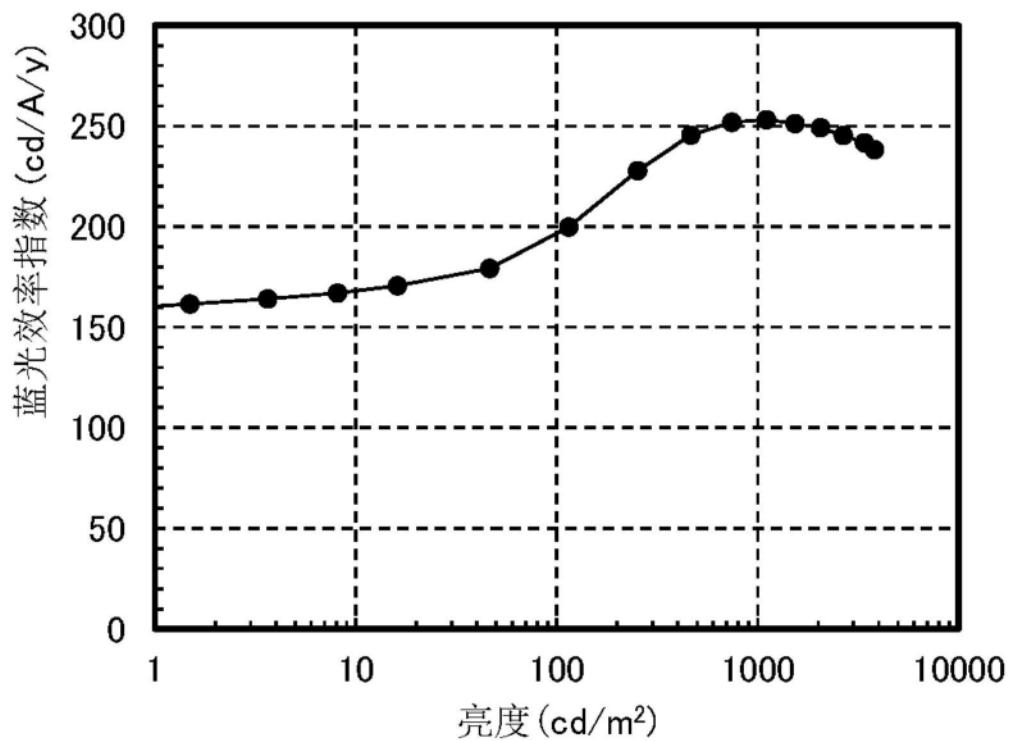


图37

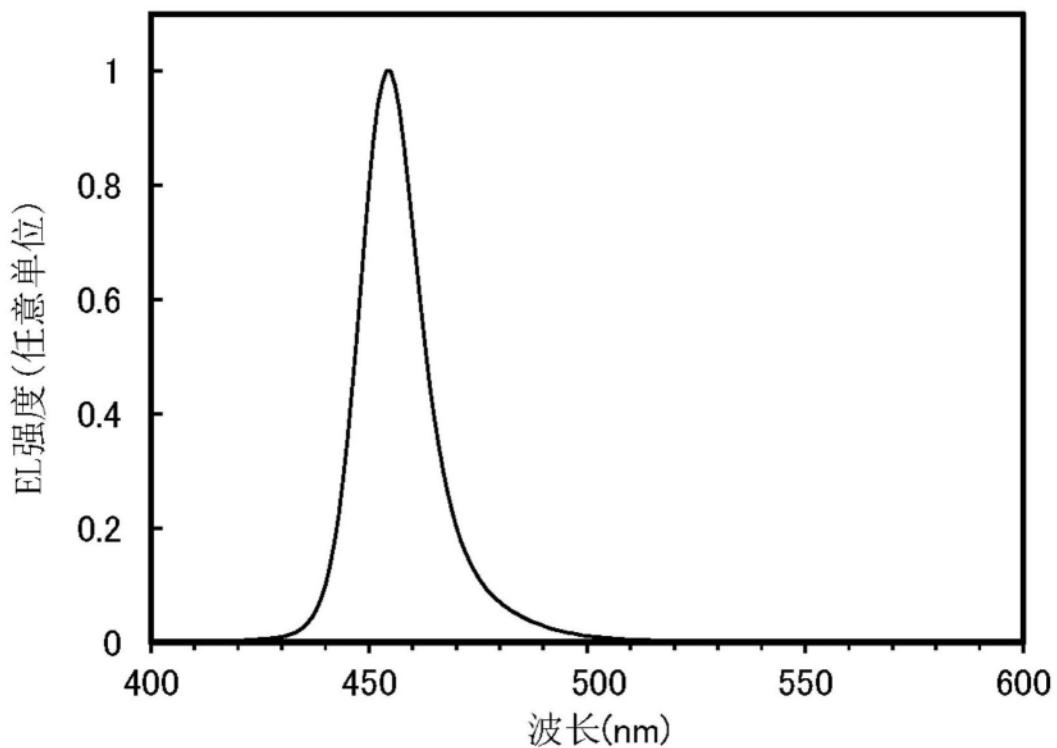


图38

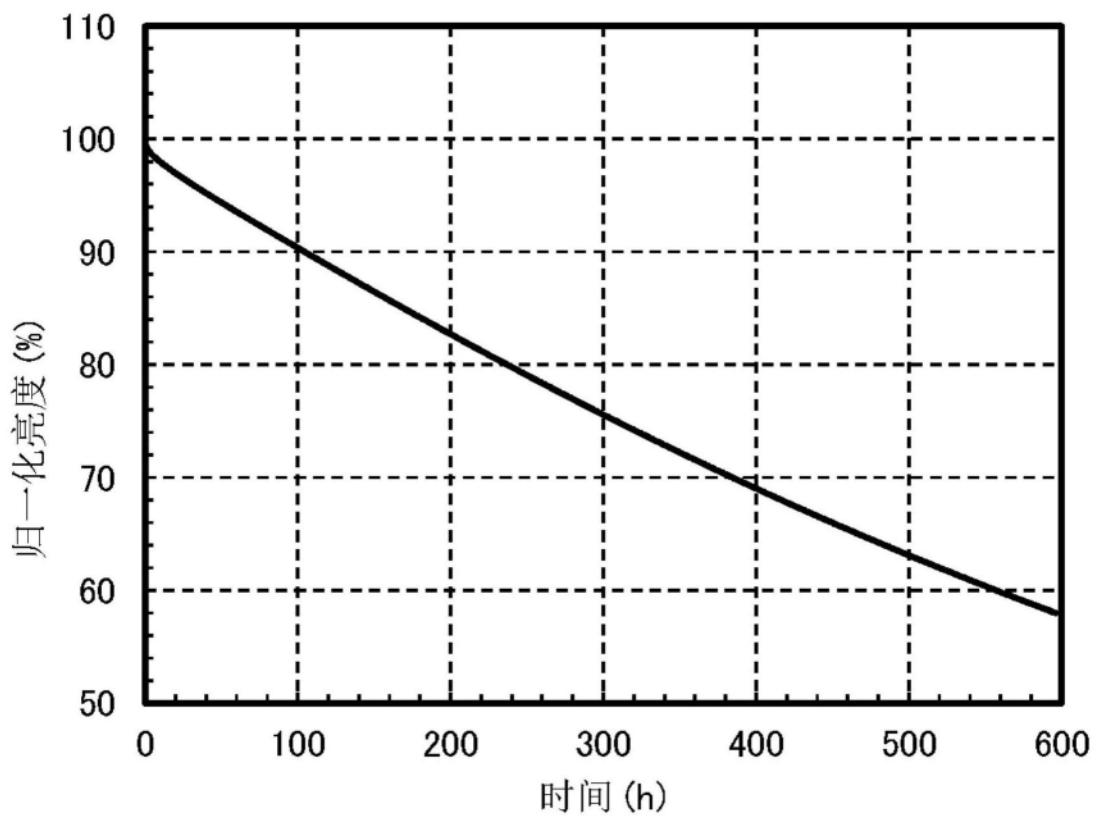


图39

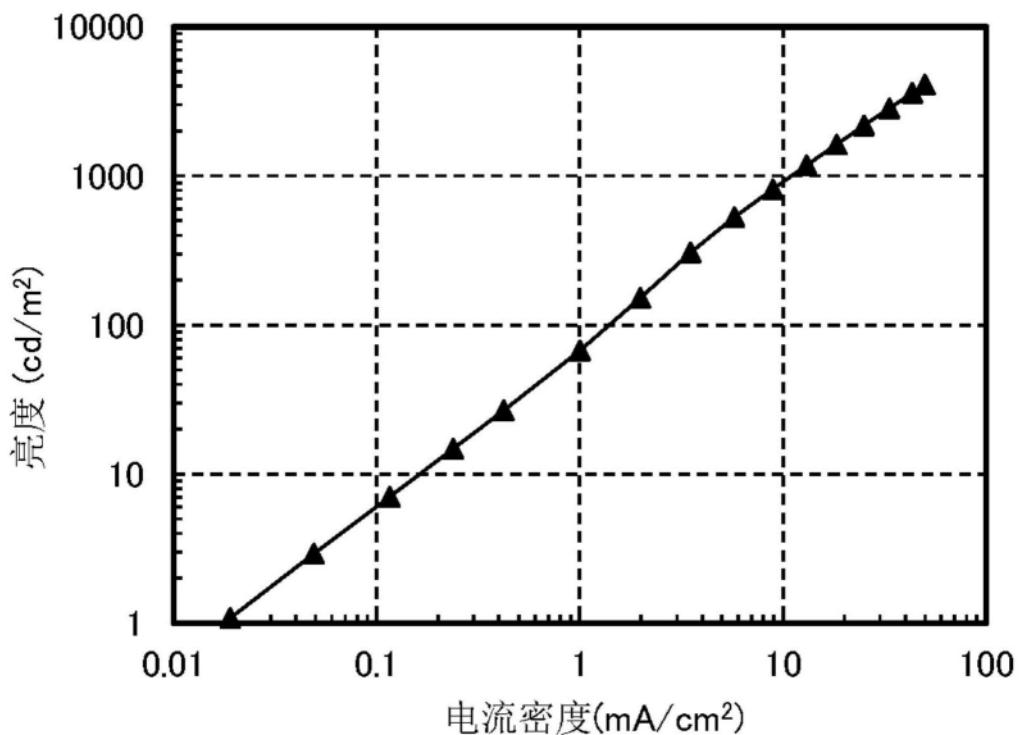


图40

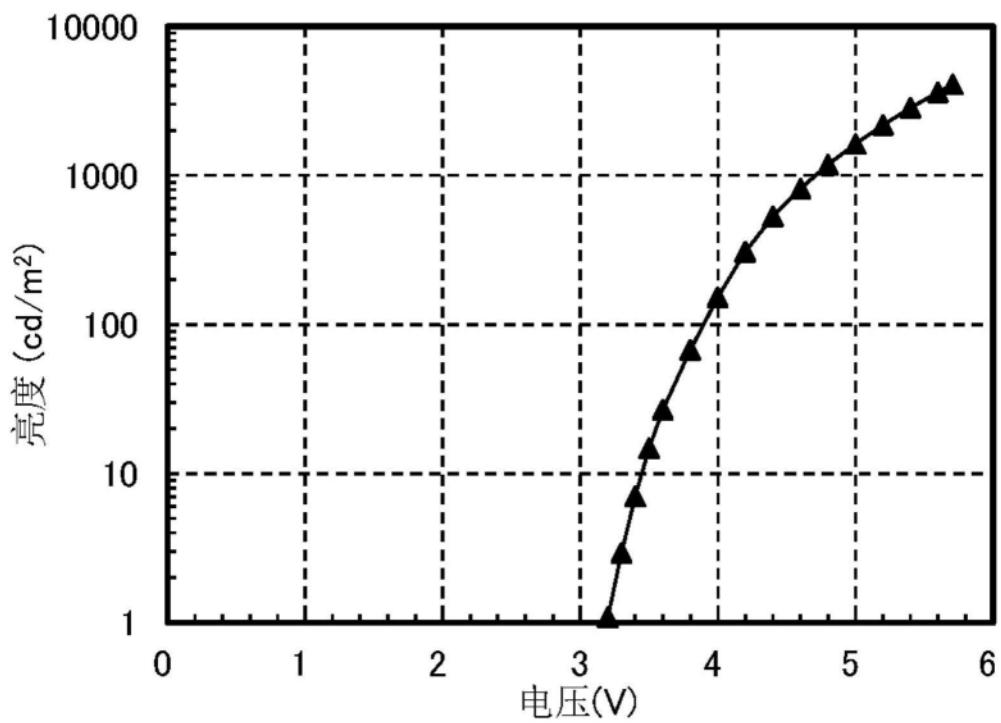


图41

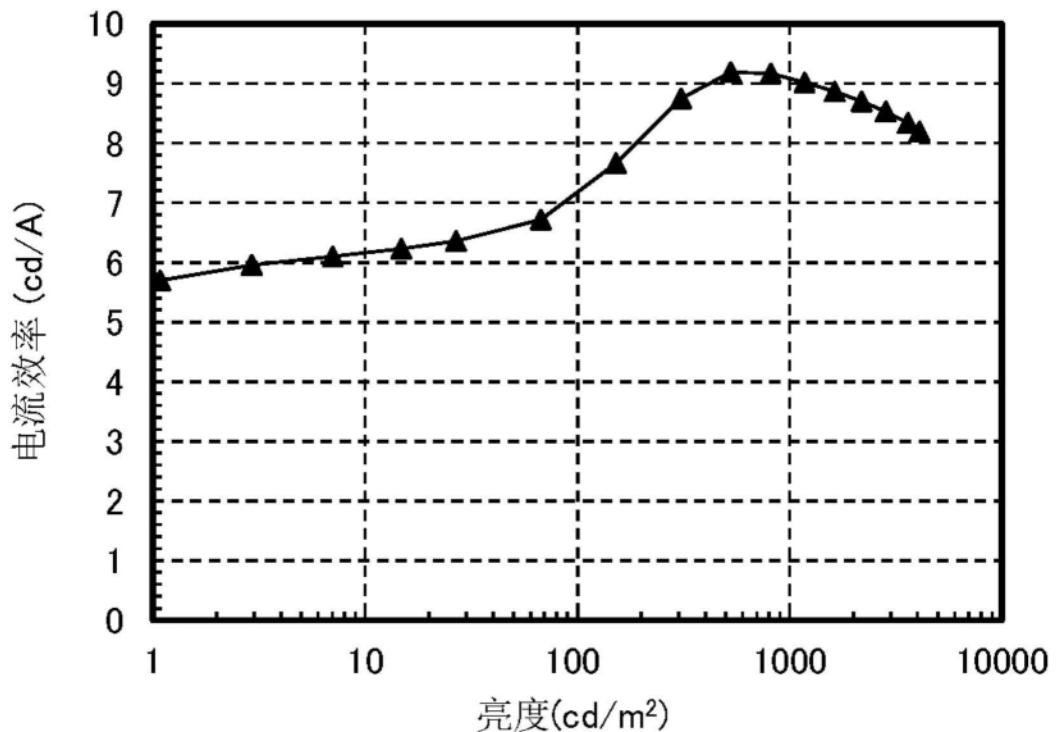


图42

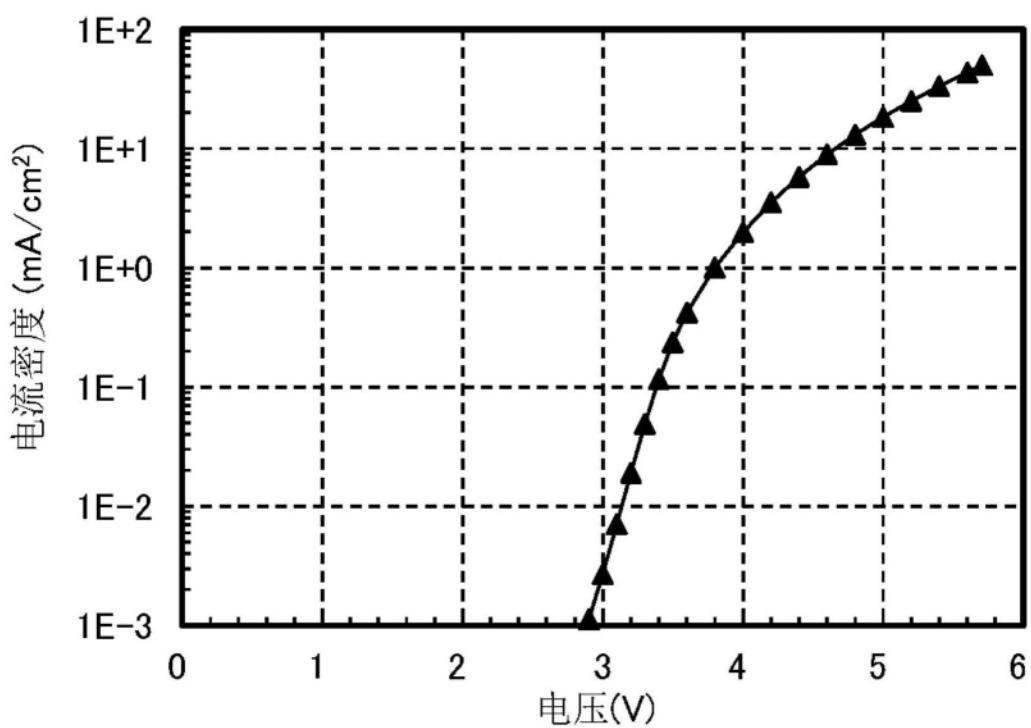


图43

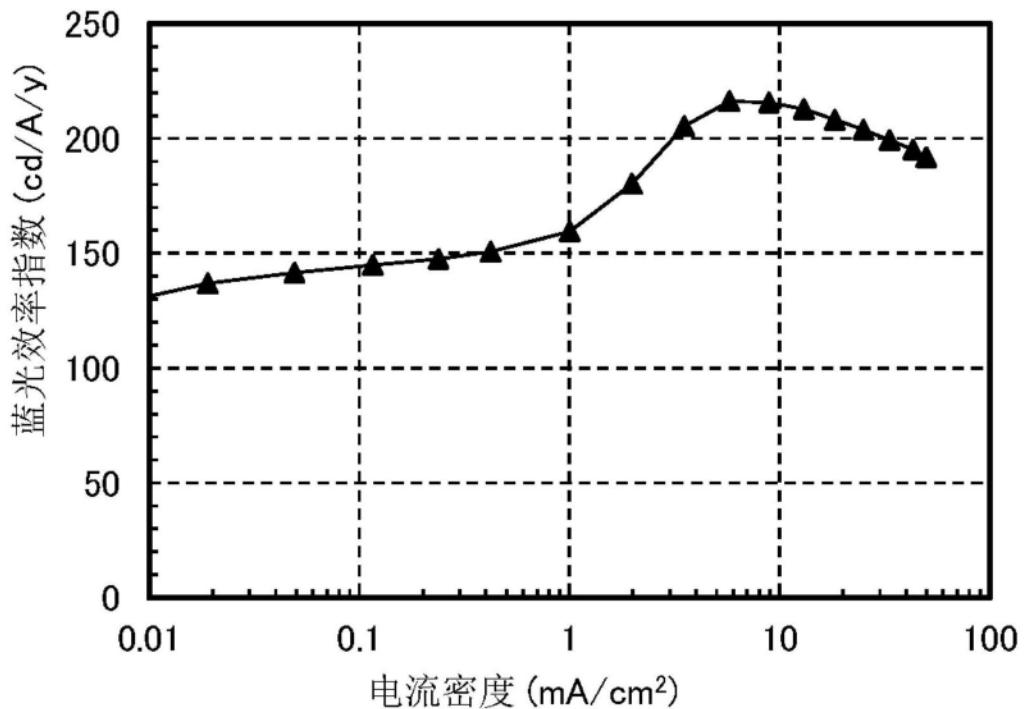


图44

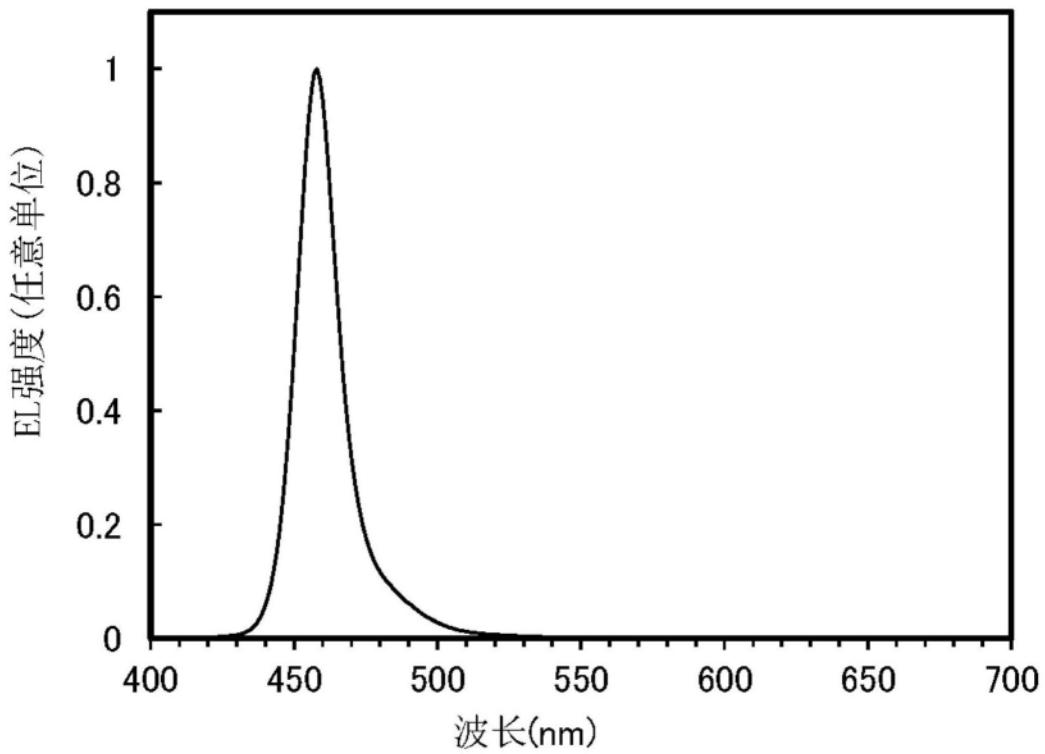


图45

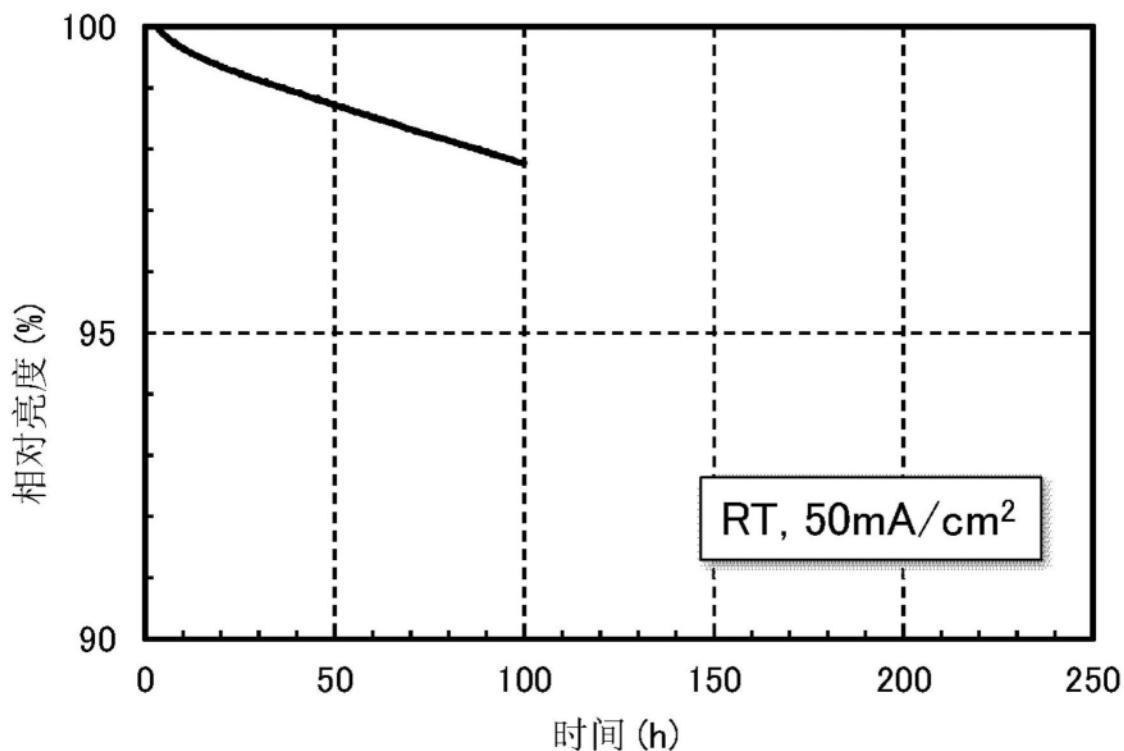


图46

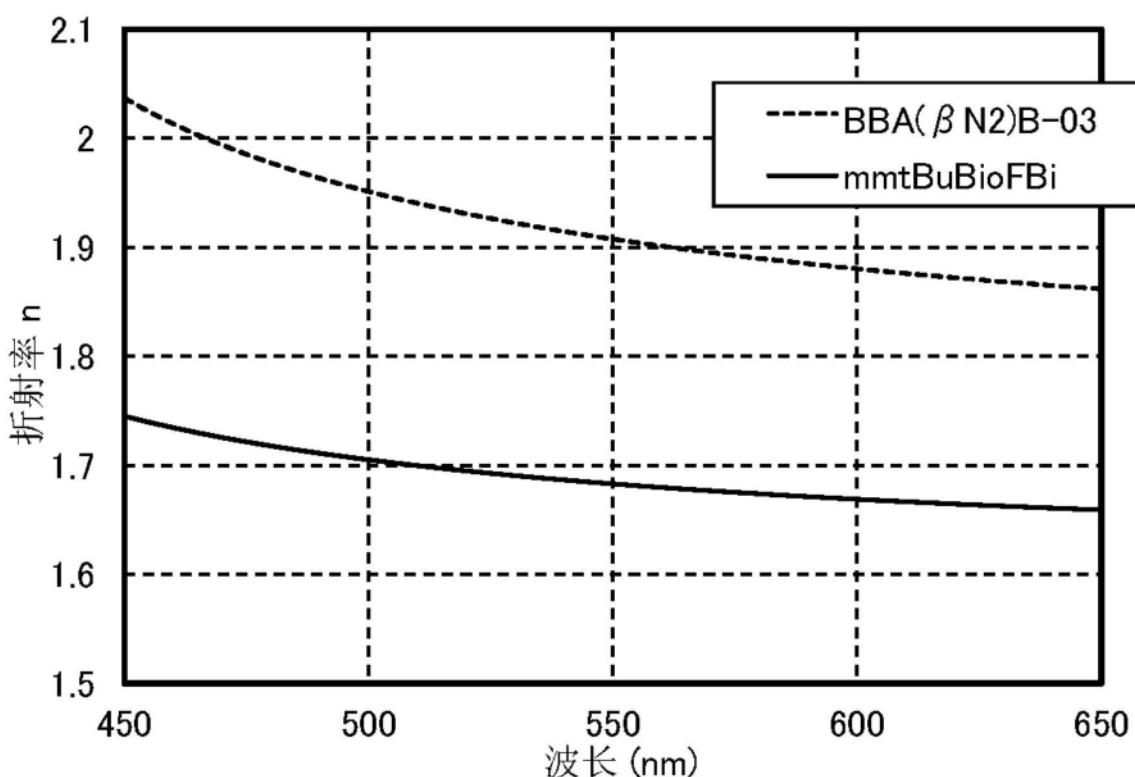


图47A

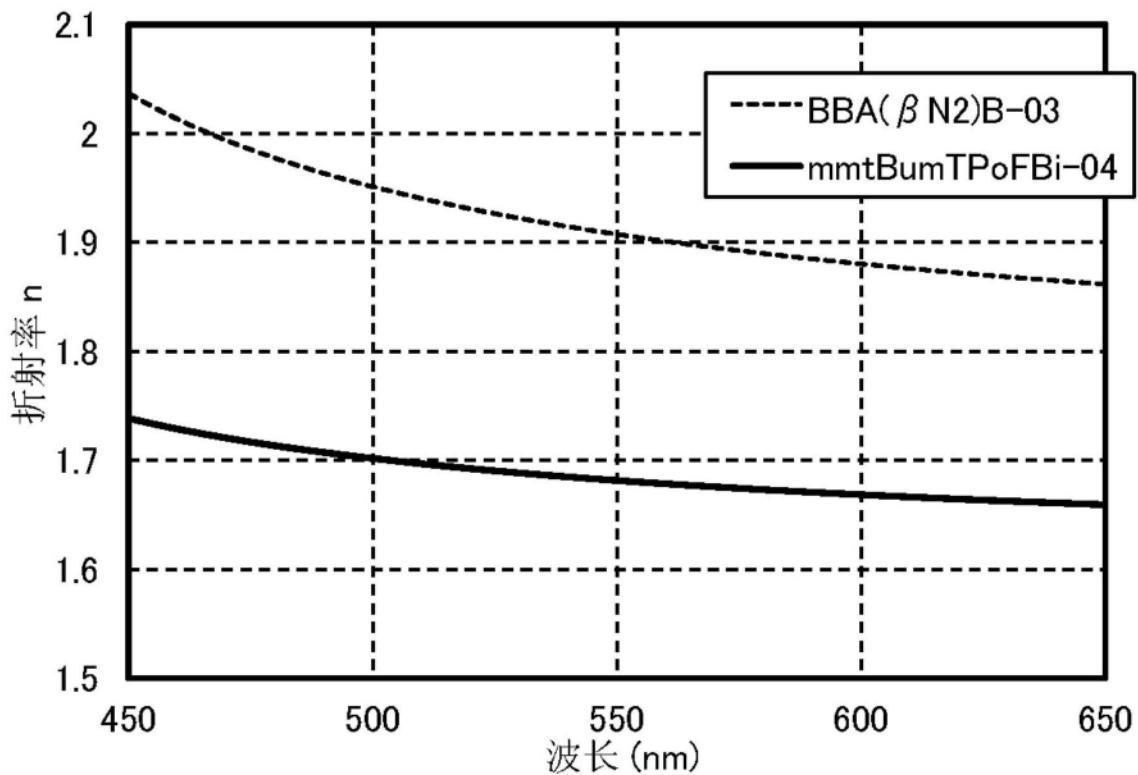


图47B

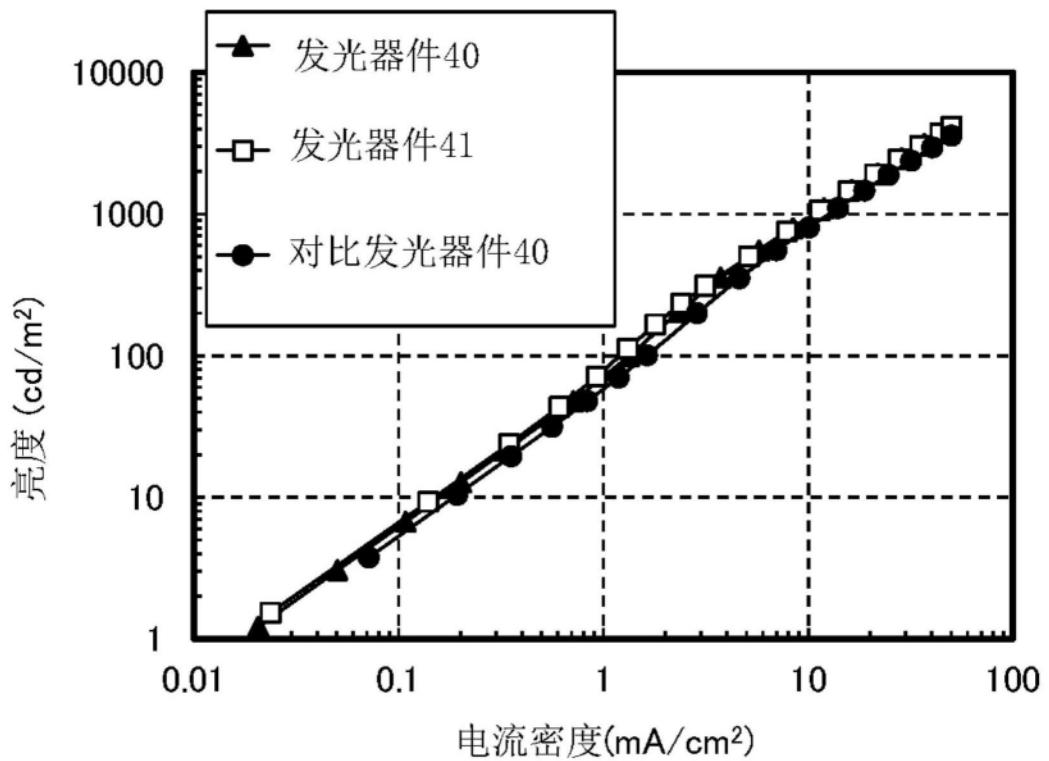


图48

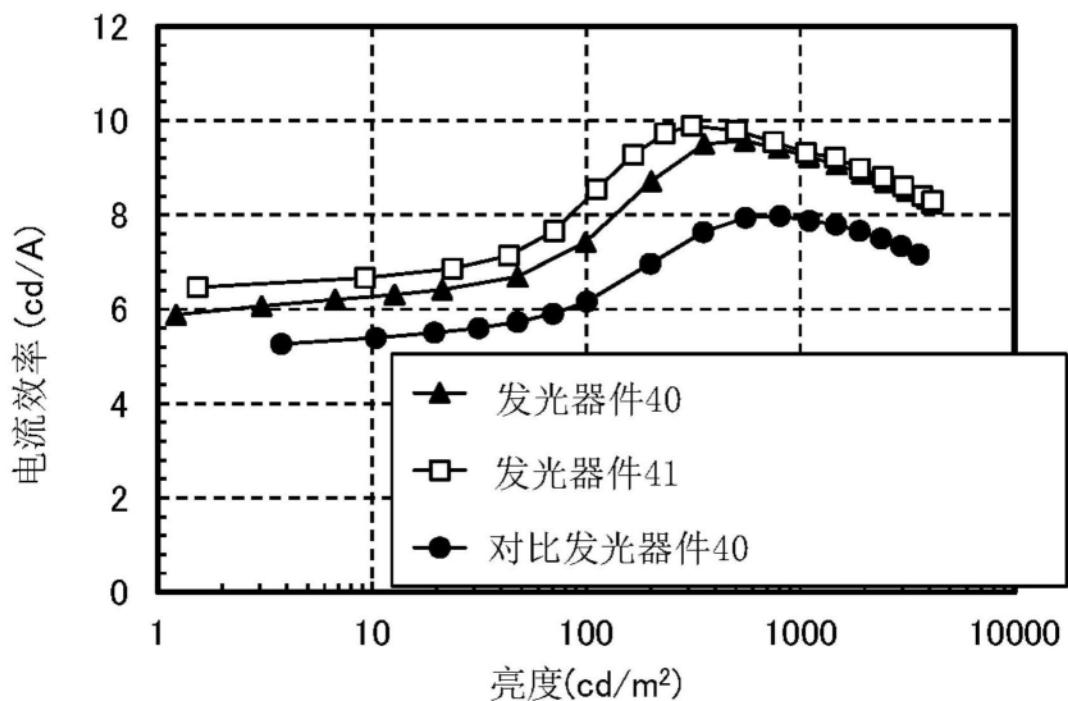


图49

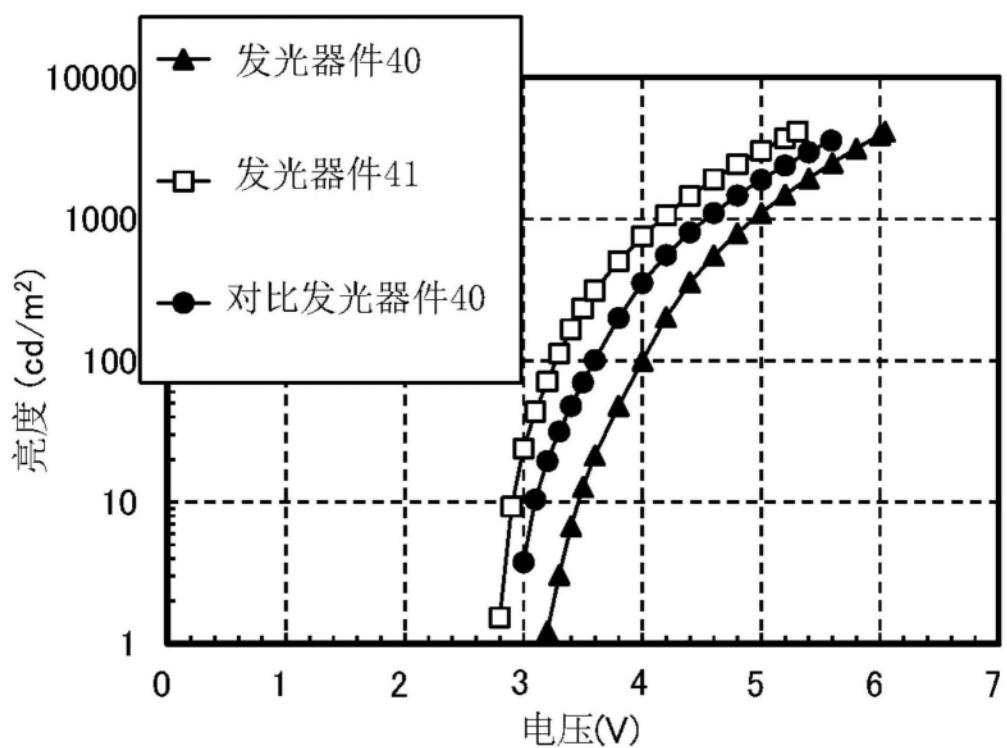


图50

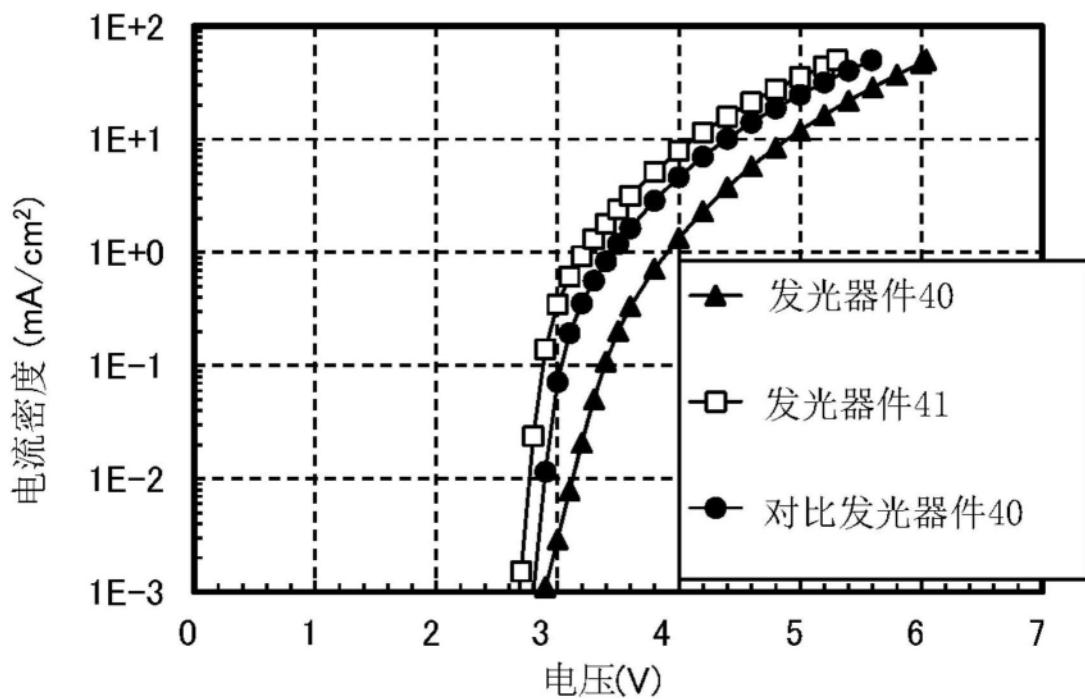


图51

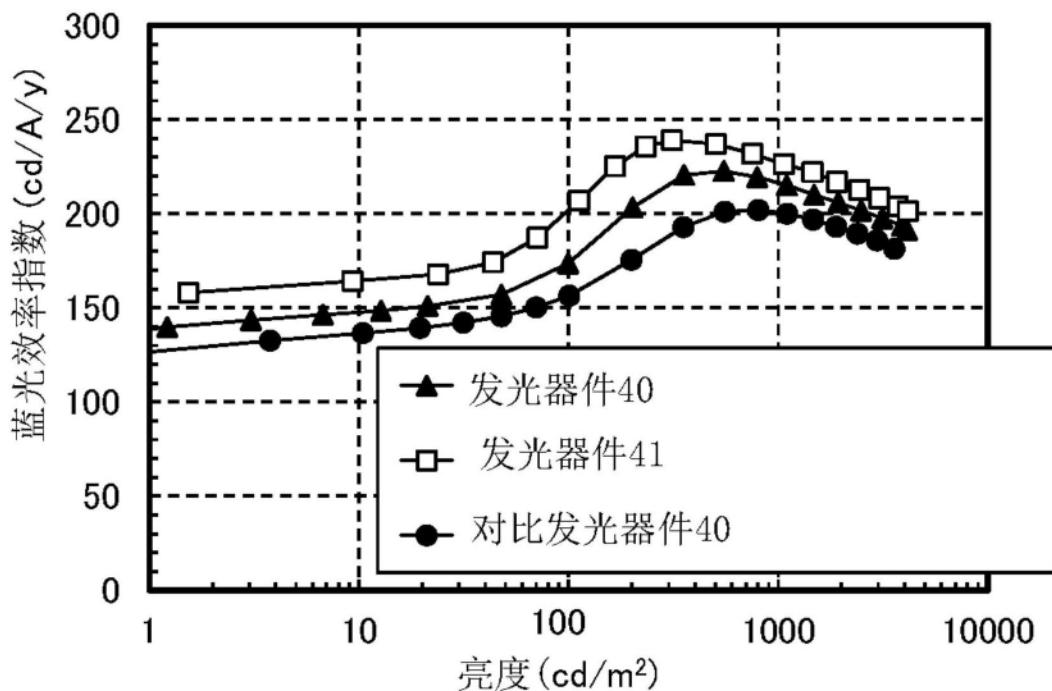


图52

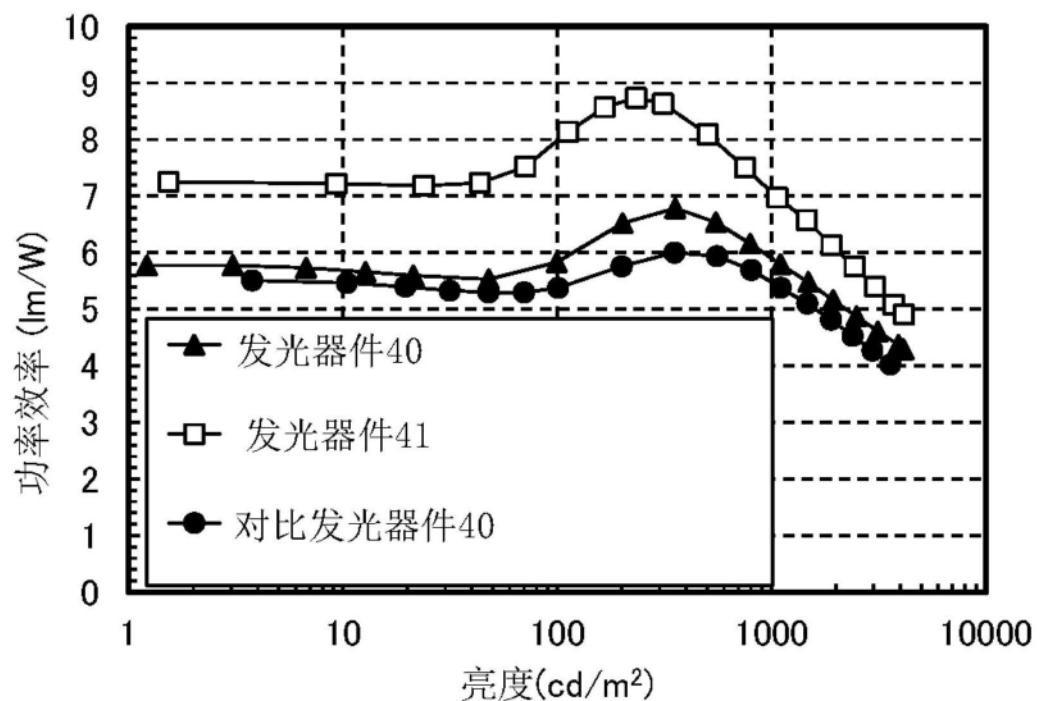


图53

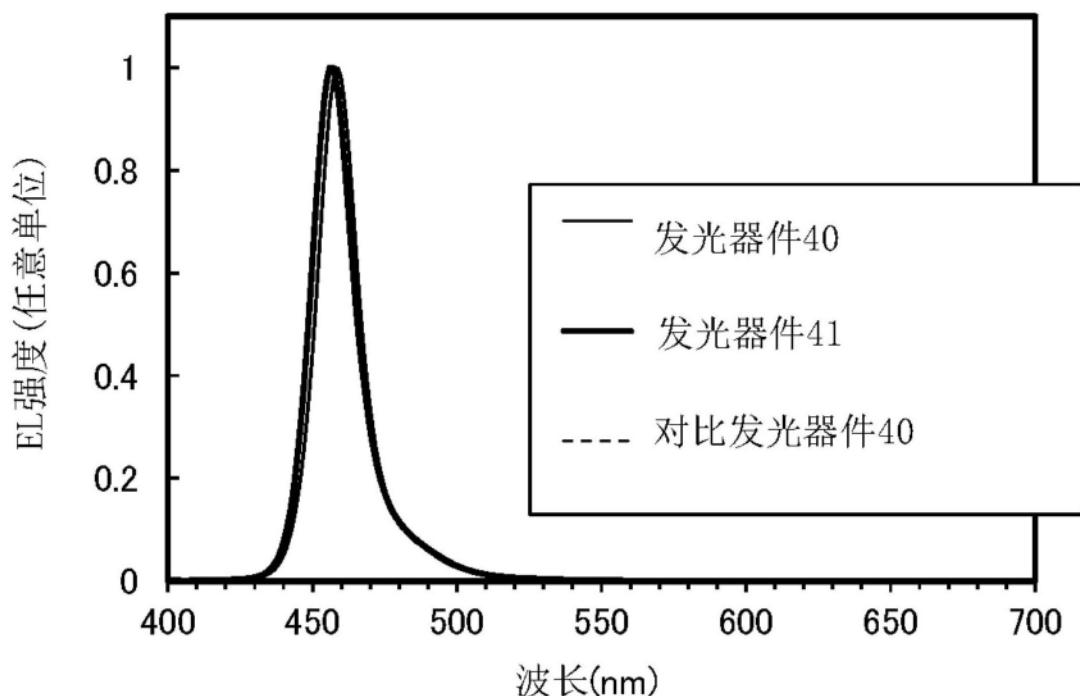


图54

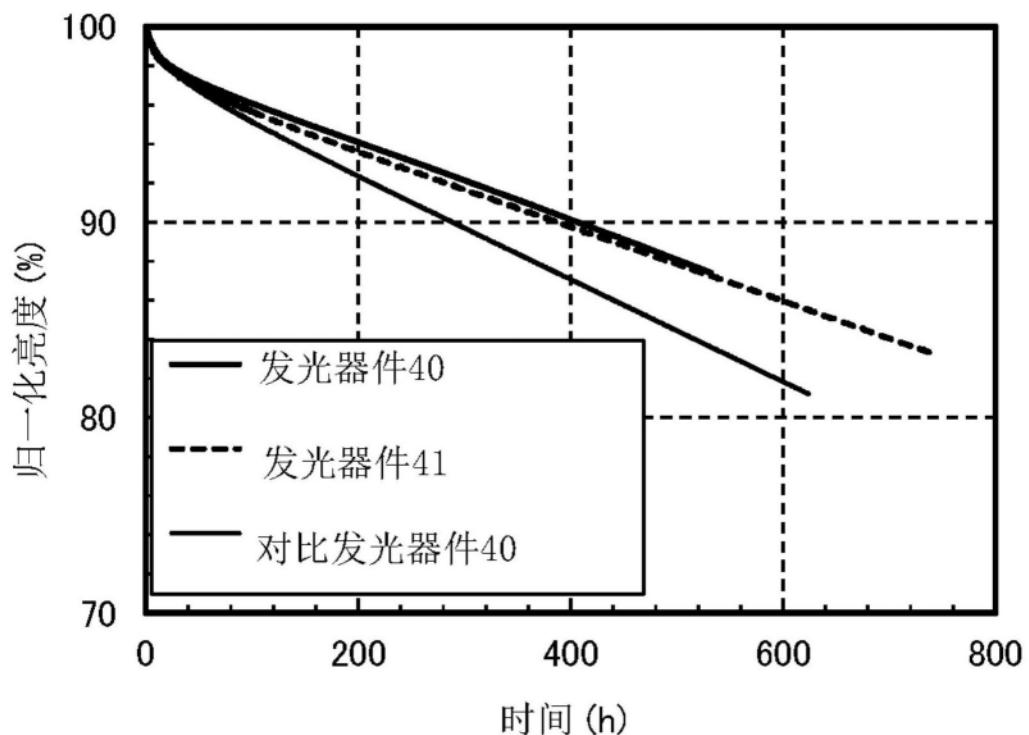


图55

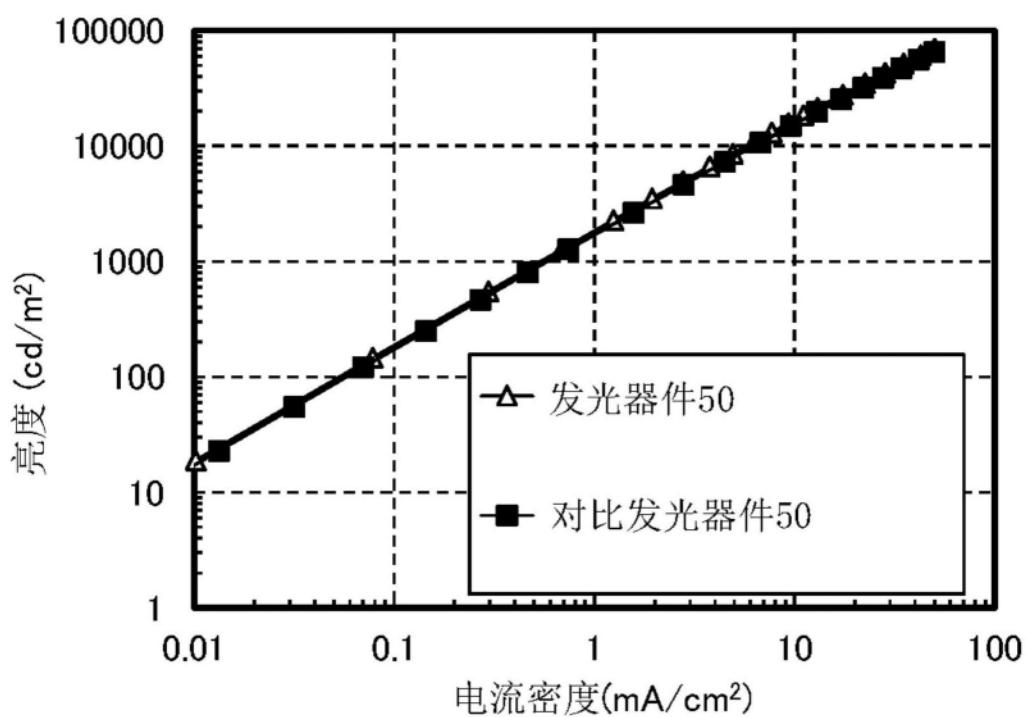


图56

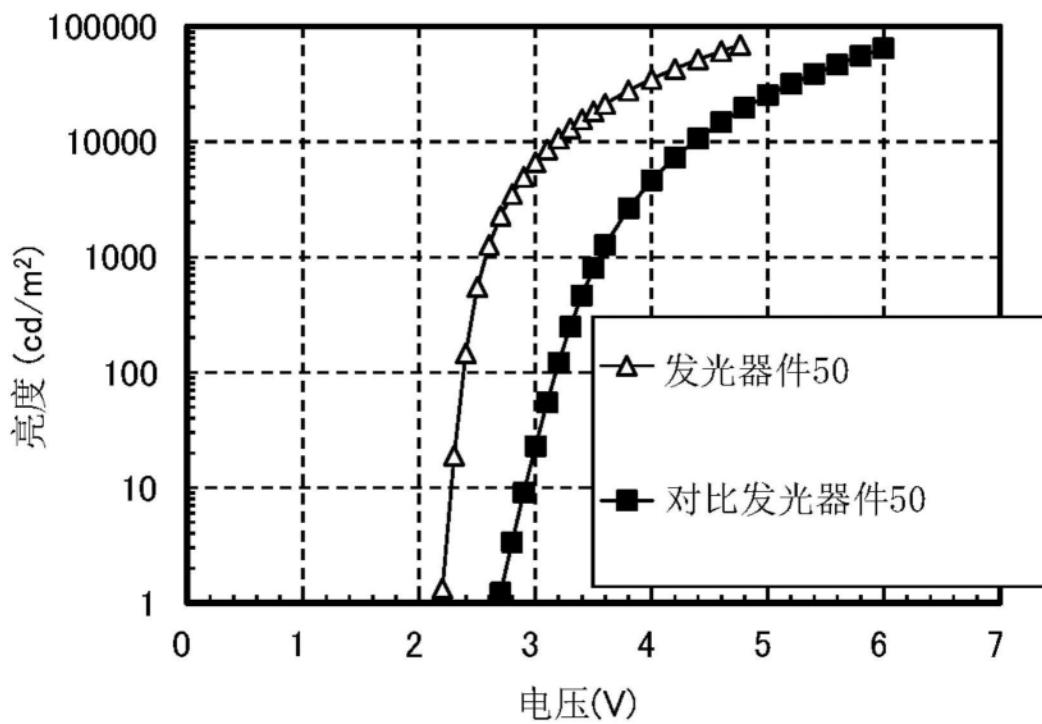


图57

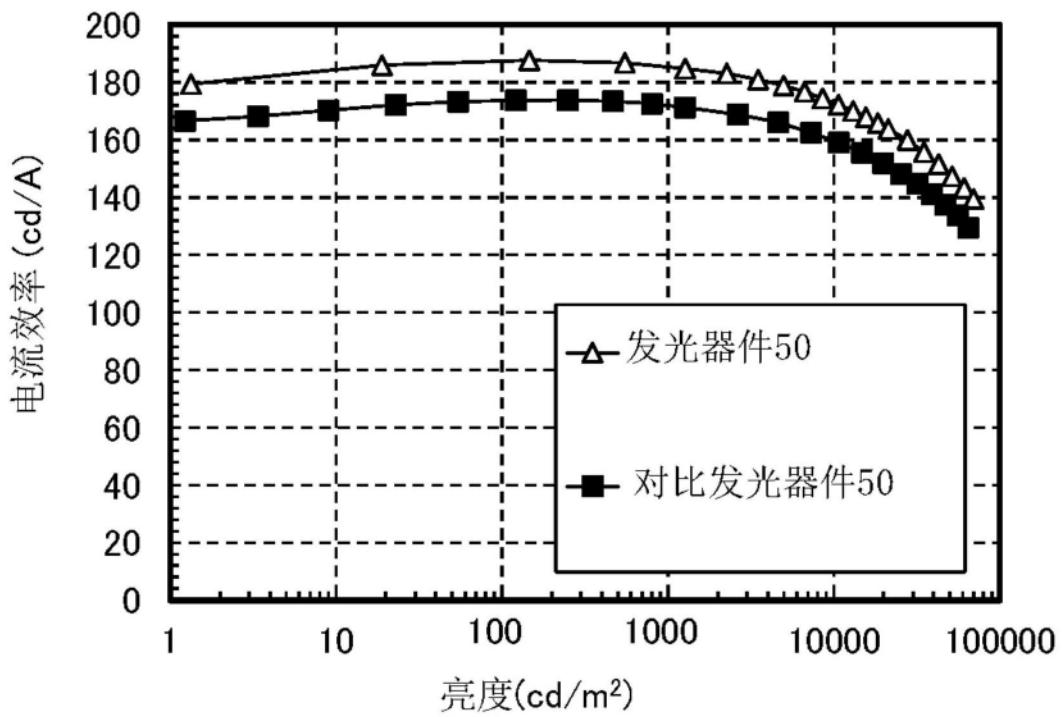


图58

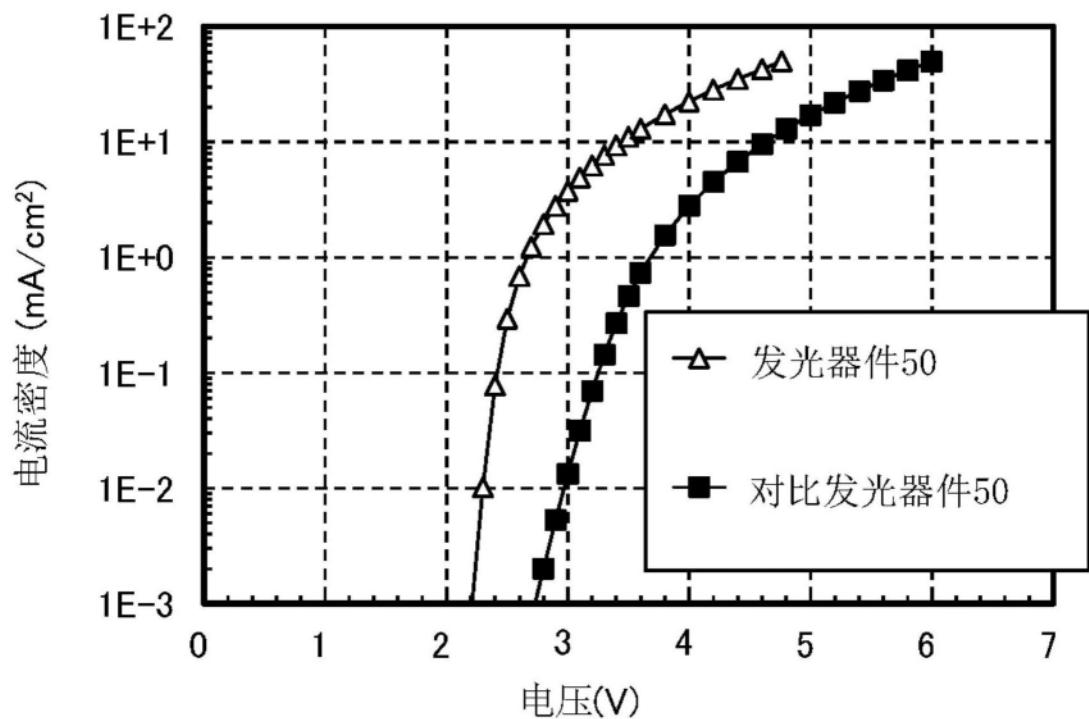


图59

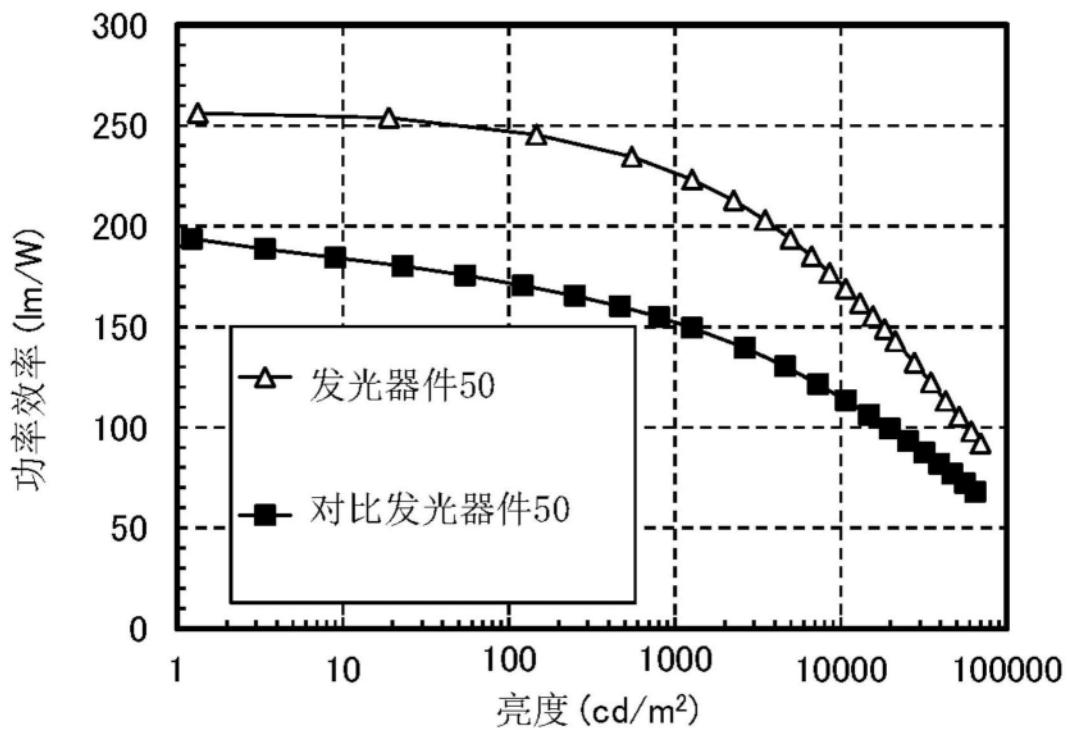


图60

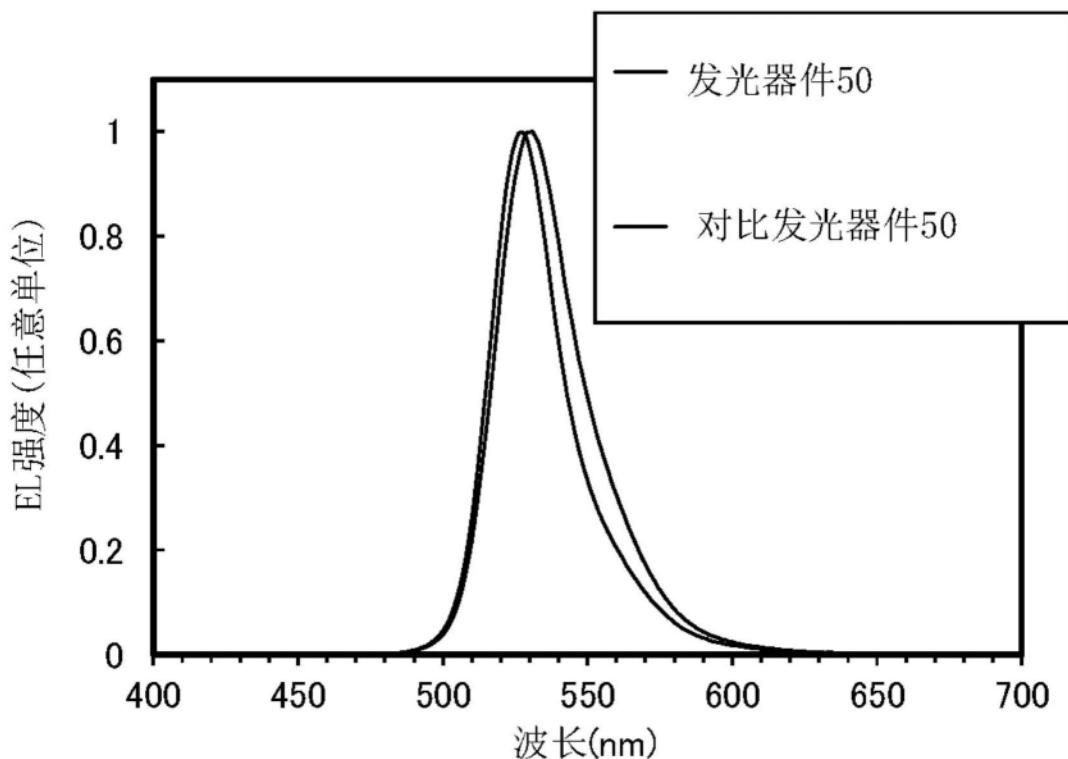


图61

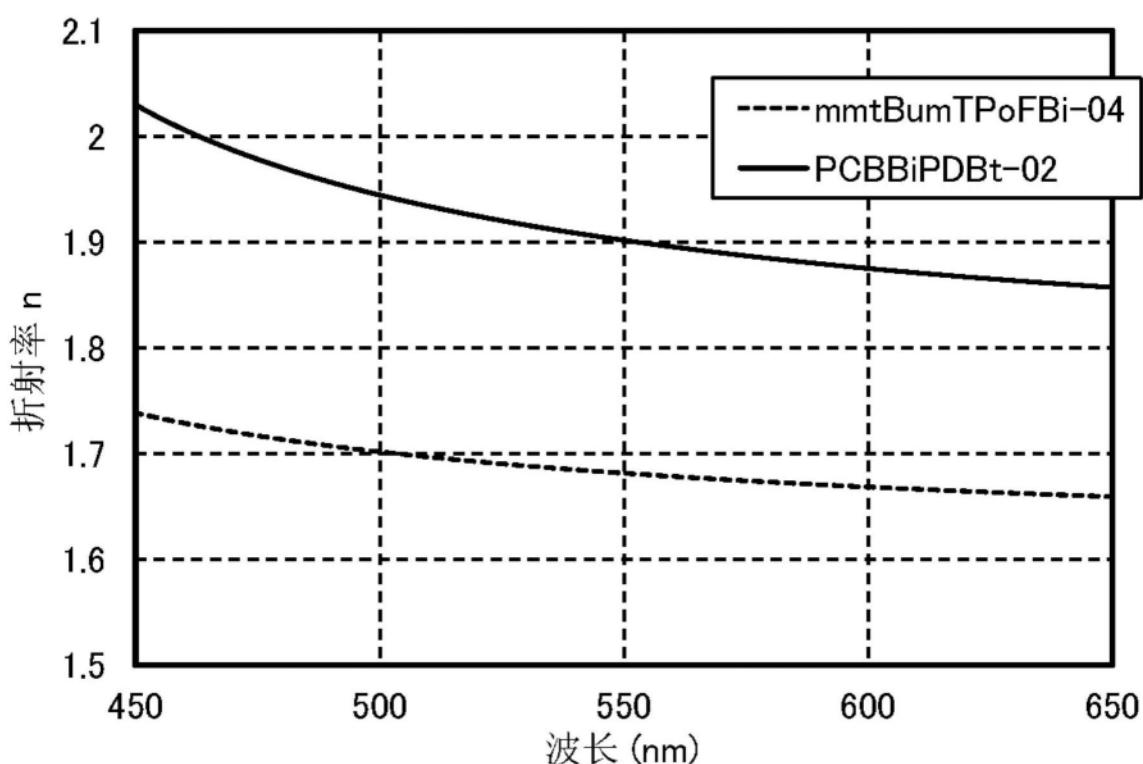


图62A

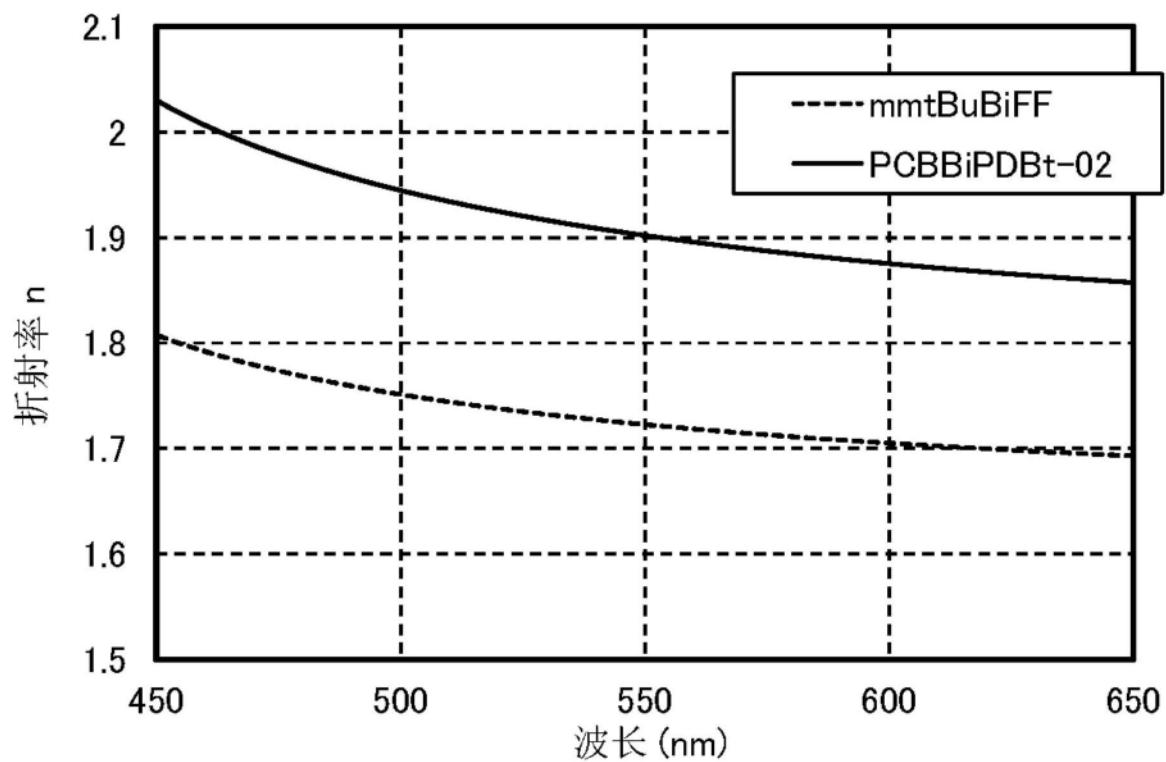
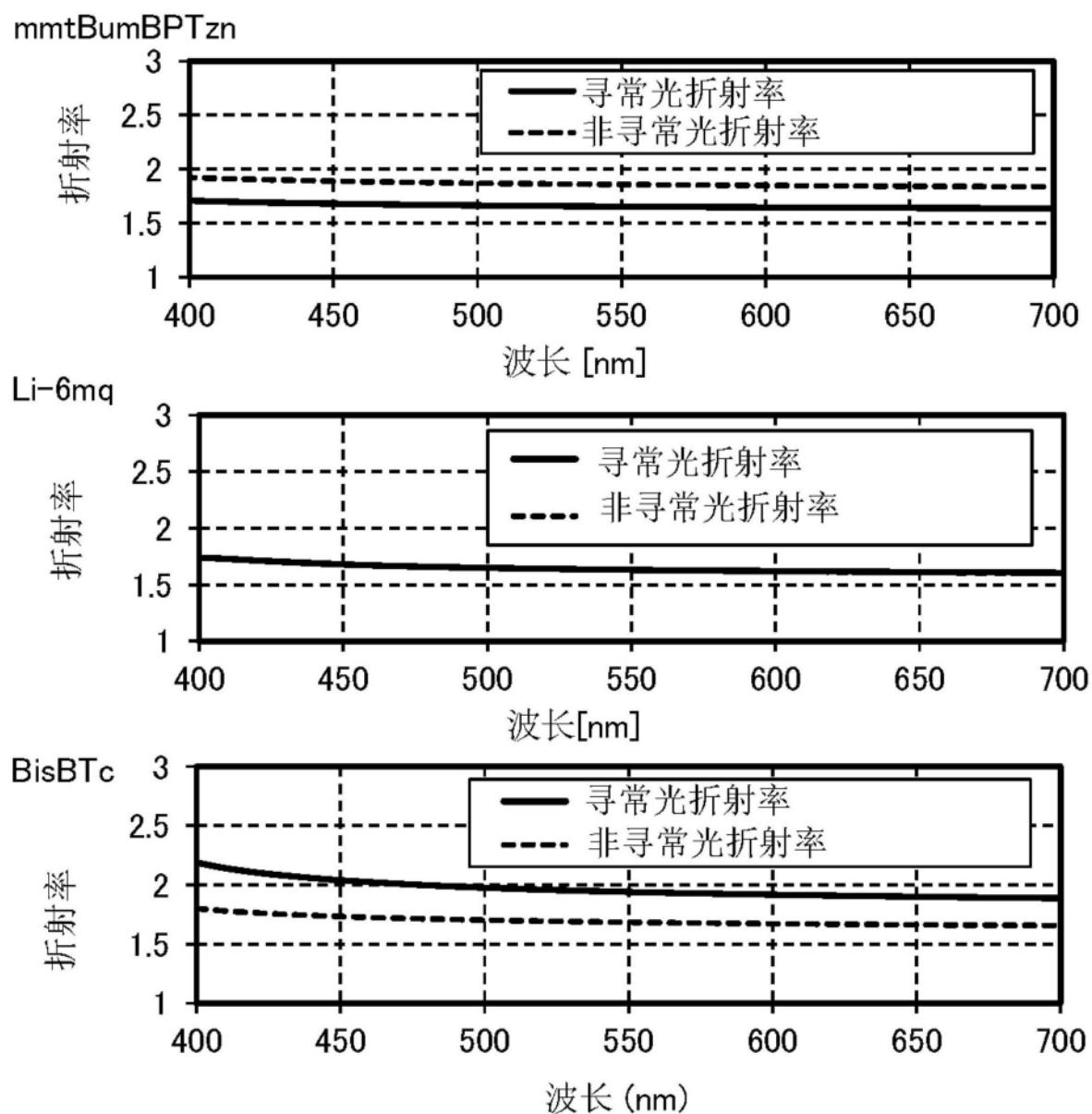


图62B



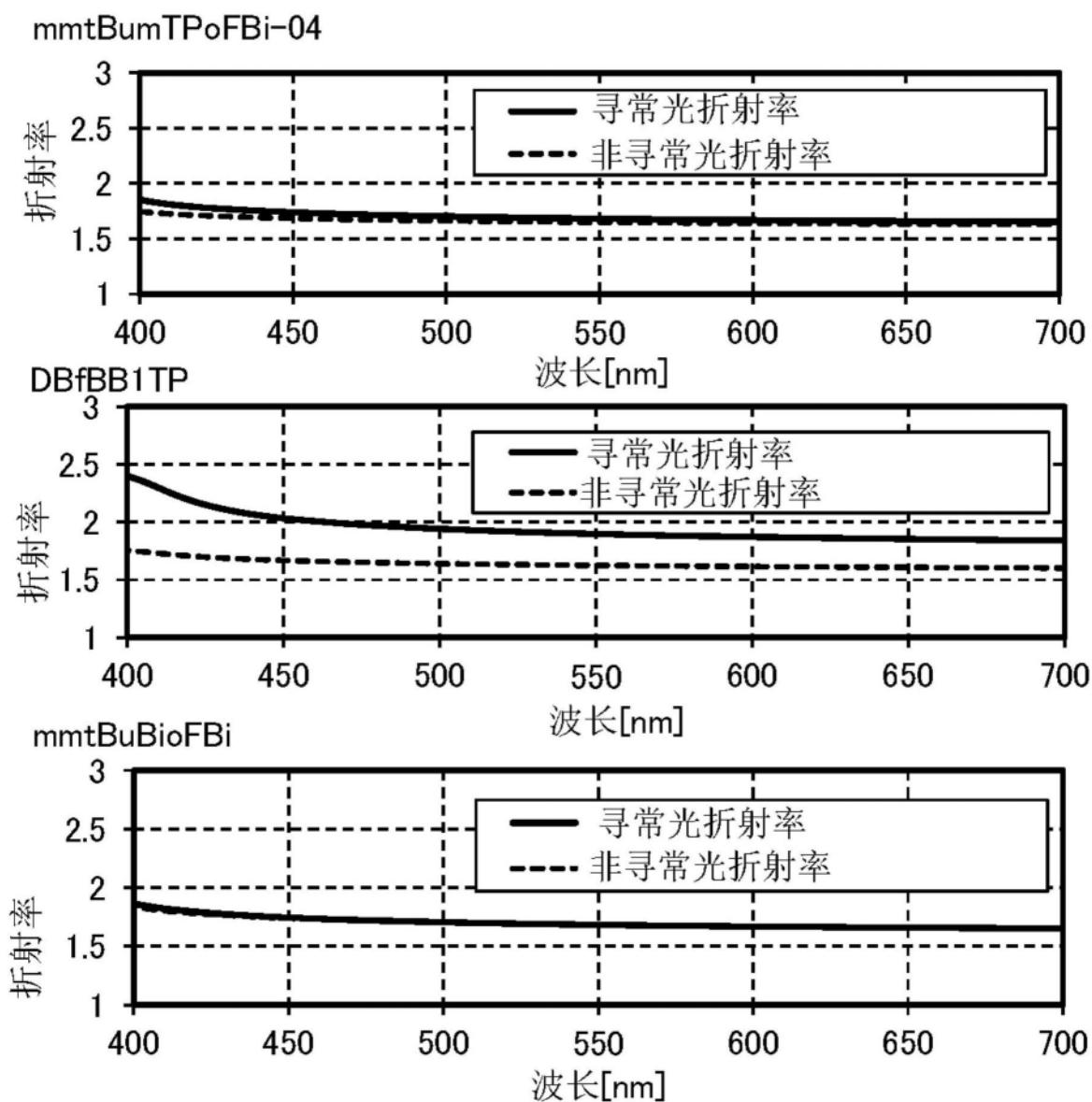


图64

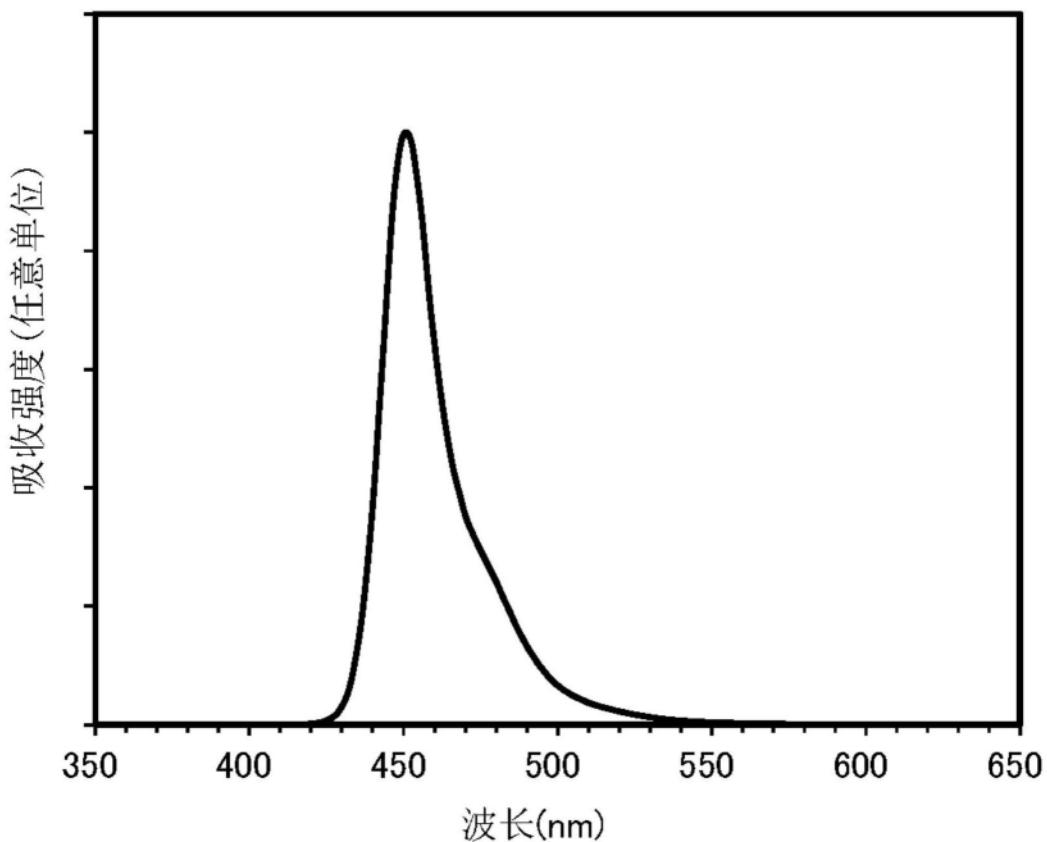


图65

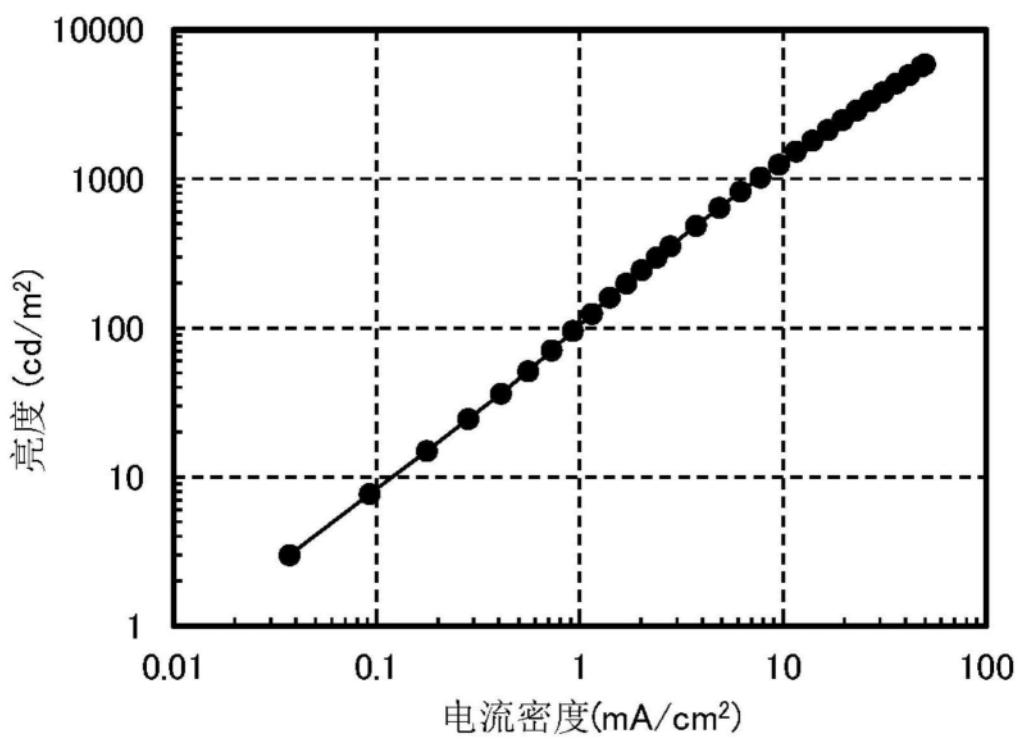


图66

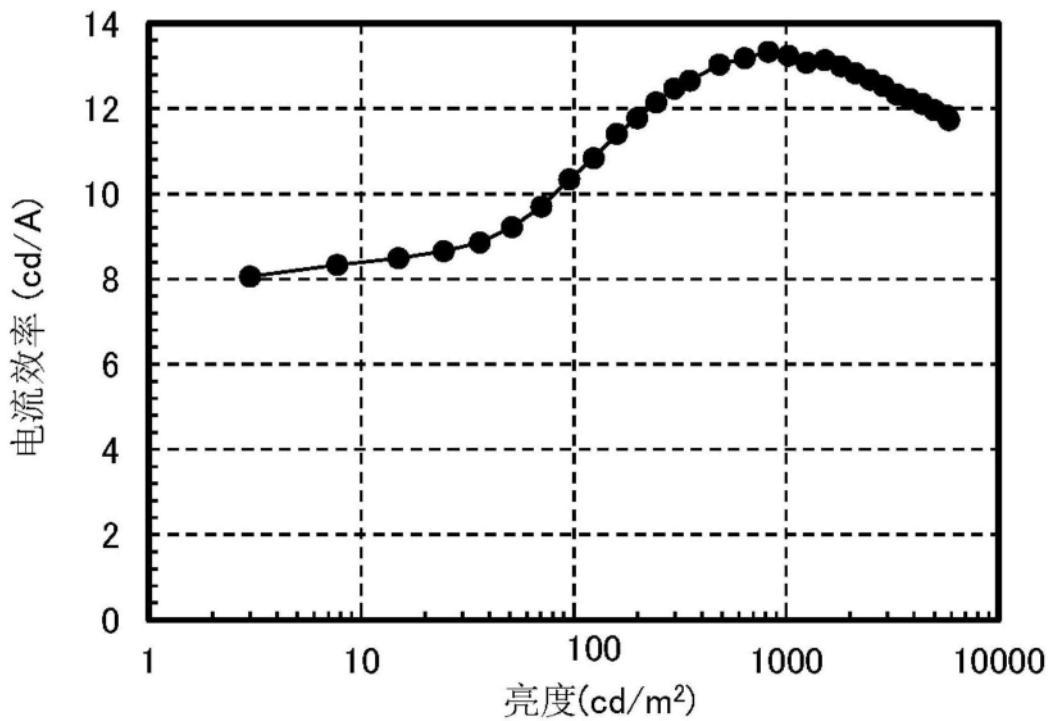


图67

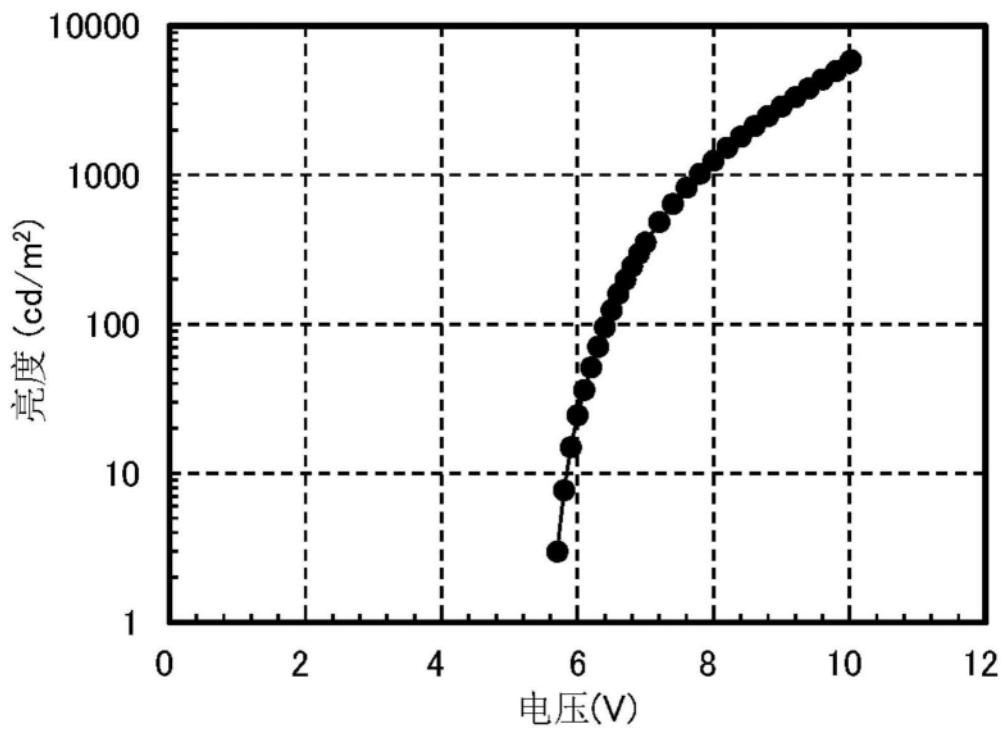


图68

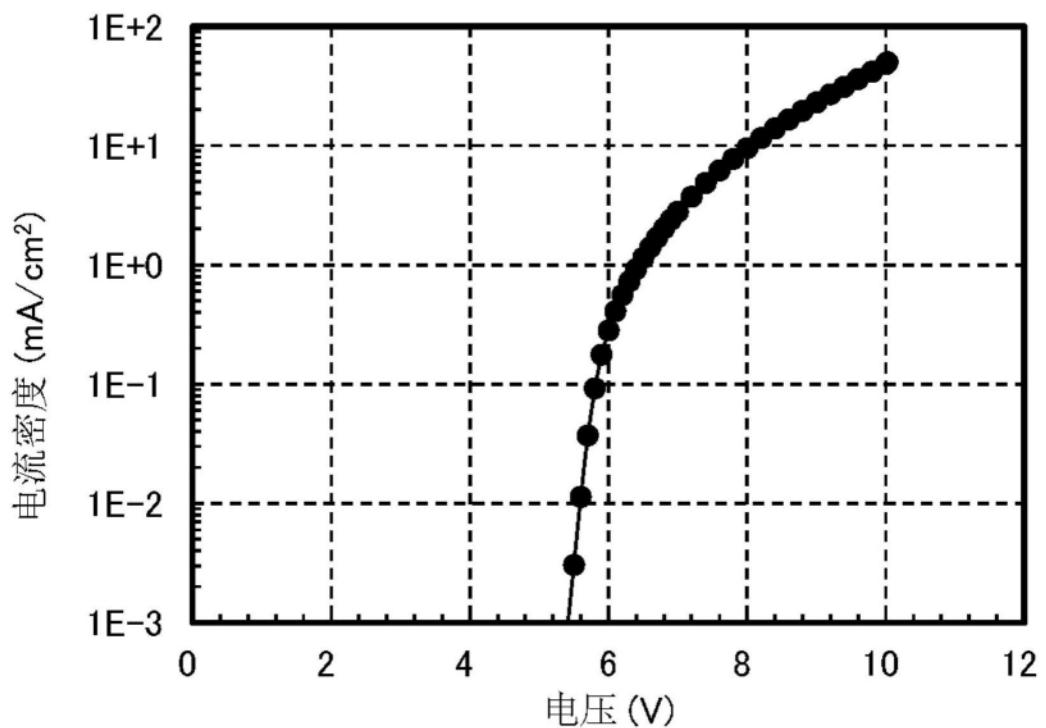


图69

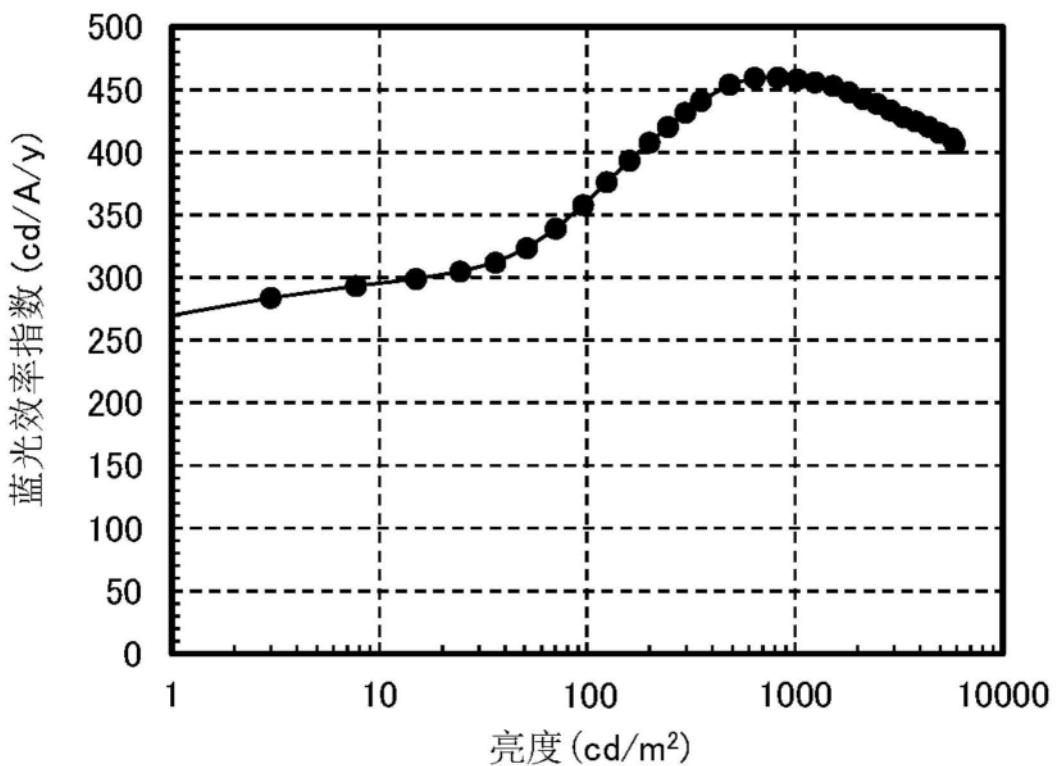


图70

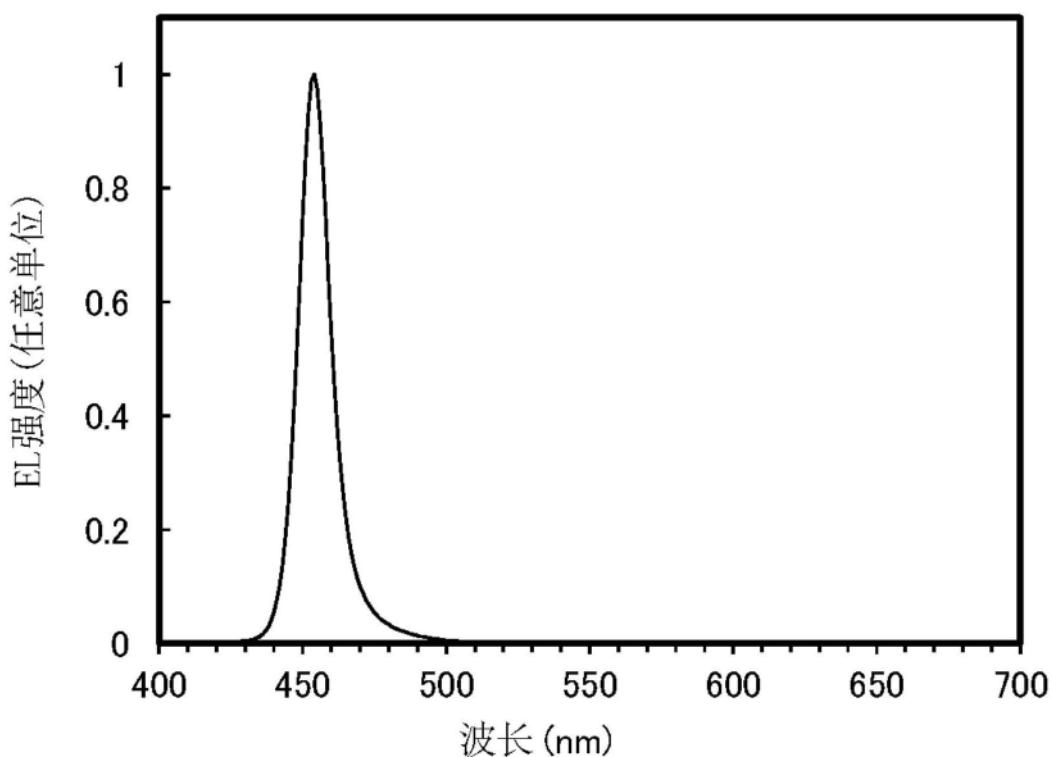


图71