



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 118140610 A

(43) 申请公布日 2024.06.04

(21) 申请号 202280071234.8

(22) 申请日 2022.10.25

(30) 优先权数据

2021-180282 2021.11.04 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2024.04.23

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/IB2022/060213 2022.10.25

(87) PCT国际申请的公布数据

W02023/079407 JA 2023.05.11

(71) 申请人 株式会社半导体能源研究所

地址 日本神奈川县

(72) 发明人 渡部刚吉 大泽信晴 濑尾哲史

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司 31100

专利代理师 宋俊寅 张鑫

(51) Int.Cl.

H10K 50/00 (2006.01)

G09F 9/30 (2006.01)

H05B 33/12 (2006.01)

H10K 50/15 (2006.01)

H10K 50/16 (2006.01)

H10K 59/00 (2006.01)

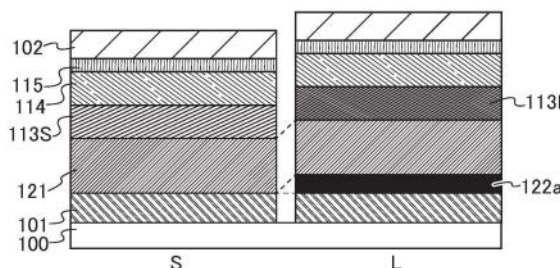
权利要求书3页 说明书56页 附图18页

(54) 发明名称

发光装置、显示装置及电子设备

(57) 摘要

提供一种发光效率高的发光装置。提供一种发光装置,其中包括发光器件A及发光器件B,发光器件A包括第一电极A、第二电极A、第一电极A与第二电极A之间的发光层A以及第一电极A与发光层A之间的第一层A,发光器件B包括第一电极B、第二电极B、第一电极B与第二电极B之间的发光层B、第一电极B与发光层B之间的第一层B以及第一电极B与发光层B之间的第二层B,发光层A包含发光物质A,发光层B包含发光物质B,发光物质A的发光峰波长与发光物质B的发光峰波长相比为短波长,第一层A与第一层B分别包含同一材料,第一层A的对于发光物质A的发光峰波长的寻常光折射率低于发光层A的寻常光折射率,第一层A的对于发光物质A的发光峰波长的寻常光折射率为1.75以下。



1. 一种发光装置,包括:

第一发光器件;以及

第二发光器件,

其中,所述第一发光器件包括第一电极、第二电极、夹在所述第一电极与所述第二电极之间的第一发光层以及夹在所述第一电极与所述第一发光层之间的第一层,

所述第二发光器件包括第三电极、第四电极、夹在所述第三电极与所述第四电极之间的第二发光层、夹在所述第三电极与所述第二发光层之间的第二层以及夹在所述第三电极与所述第二发光层之间的第三层,

所述第一发光层包含第一发光物质,

所述第二发光层包含第二发光物质,

所述第一发光物质的发光峰波长与所述第二发光物质的发光峰波长相比为短波长,

所述第一层与所述第二层分别包含同一材料,

所述第一层的对于所述第一发光物质的发光峰波长的寻常光折射率低于所述第一发光层的寻常光折射率,

并且,所述第一层的对于所述第一发光物质的发光峰波长的寻常光折射率为1.75以下。

2. 一种发光装置,包括:

第一发光器件;以及

第二发光器件,

其中,所述第一发光器件包括第一电极、第二电极、夹在所述第一电极与所述第二电极之间的第一发光层以及夹在所述第一电极与所述第一发光层之间的第一层,

所述第二发光器件包括第三电极、第四电极、夹在所述第三电极与所述第四电极之间的第二发光层、夹在所述第三电极与所述第二发光层之间的第二层以及夹在所述第三电极与所述第二发光层之间的第三层,

所述第一发光层包含第一发光物质,

所述第二发光层包含第二发光物质,

所述第一发光物质的发光峰波长与所述第二发光物质的发光峰波长相比为短波长,

所述第一层与所述第二层分别使用同一材料构成,

所述第一层的对于所述第一发光物质的发光峰波长的寻常光折射率低于所述第一发光层的寻常光折射率,

并且,所述第一层的对于所述第一发光物质的发光峰波长的寻常光折射率为1.75以下。

3. 一种发光装置,包括:

第一发光器件;以及

第二发光器件,

其中,所述第一发光器件包括第一电极、第二电极、夹在所述第一电极与所述第二电极之间的第一发光层以及夹在所述第一电极与所述第一发光层之间的第一层,

所述第二发光器件包括第三电极、第四电极、夹在所述第三电极与所述第四电极之间的第二发光层、夹在所述第三电极与所述第二发光层之间的第二层以及夹在所述第三电极

与所述第二发光层之间的第三层，

所述第一发光层包含第一发光物质，

所述第二发光层包含第二发光物质，

所述第一发光物质的发光峰波长与所述第二发光物质的发光峰波长相比为短波长，

所述第一层与所述第二层分别具有同样的结构，

所述第一层的对于所述第一发光物质的发光峰波长的寻常光折射率低于所述第一发光层的寻常光折射率，

并且，所述第一层的对于所述第一发光物质的发光峰波长的寻常光折射率为1.75以下。

4. 根据权利要求1至3中任一项所述的发光装置，

其中所述第一层的对于所述第一发光物质的发光峰波长的寻常光折射率与所述第一发光层的寻常光折射率相比低0.15以上。

5. 根据权利要求1至4中任一项所述的发光装置，

其中所述第三层位于所述第三电极与所述第二层之间。

6. 根据权利要求5所述的发光装置，

其中所述第三层的对于所述第二发光物质的发光峰波长的寻常光折射率低于所述第二发光层的寻常光折射率。

7. 根据权利要求5所述的发光装置，

其中所述第三层的对于所述第二发光物质的发光峰波长的寻常光折射率为1.75以下。

8. 根据权利要求5至7中任一项所述的发光装置，

其中所述第三层的对于所述第二发光物质的发光峰波长的寻常光折射率与所述第二层的寻常光折射率之差为0.05以下。

9. 根据权利要求1至4中任一项所述的发光装置，

其中所述第一层包括第四层以及夹在所述第四层与所述第一发光层之间的第五层，

所述第二层包括第六层以及夹在所述第六层与所述第二发光层之间的第七层，

所述第三层位于所述第六层与所述第七层之间，

所述第四层与所述第六层分别包含同一材料，

并且所述第五层与所述第七层分别包含同一材料。

10. 根据权利要求1至4中任一项所述的发光装置，

其中所述第一层包括第四层以及夹在所述第四层与所述第一发光层之间的第五层，

所述第二层包括第六层以及夹在所述第六层与所述第二发光层之间的第七层，

所述第三层位于所述第六层与所述第七层之间，

所述第四层与所述第六层分别使用同一材料构成，

并且所述第五层与所述第七层分别使用同一材料构成。

11. 根据权利要求1至4中任一项所述的发光装置，

其中所述第一层包括第四层以及夹在所述第四层与所述第一发光层之间的第五层，

所述第二层包括第六层以及夹在所述第六层与所述第二发光层之间的第七层，

所述第三层位于所述第六层与所述第七层之间，

所述第四层与所述第六层分别具有同样的结构，

并且所述第五层与所述第七层分别具有同样的结构。

12. 根据权利要求9至11中任一项所述的发光装置，  
其中所述第三层的对于所述第二发光物质的发光峰波长的寻常光折射率为所述第二层的寻常光折射率以上。

13. 根据权利要求12所述的发光装置，  
其中所述第三层的对于所述第二发光物质的发光峰波长的寻常光折射率与所述第二层的寻常光折射率相比高0.15以上。

14. 根据权利要求12或13所述的发光装置，  
其中所述第三层的对于所述第二发光物质的发光峰波长的寻常光折射率为1.90以上。

15. 根据权利要求1至4中任一项所述的发光装置，  
其中所述第三层位于所述第二层与所述第二发光层之间。

16. 根据权利要求15所述的发光装置，  
其中所述第三层的对于所述第二发光物质的发光峰波长的寻常光折射率低于所述第二发光层的寻常光折射率。

17. 根据权利要求15所述的发光装置，  
其中所述第三层的对于所述第二发光物质的发光峰波长的寻常光折射率为1.75以下。

18. 根据权利要求15所述的发光装置，  
其中所述第三层的对于所述第二发光物质的发光峰波长的寻常光折射率为所述第二层的寻常光折射率以下。

19. 一种显示装置, 包括:

权利要求1至18中任一项所述的发光装置。

20. 一种电子设置, 包括:

权利要求1至18中任一项所述的发光装置; 以及  
传感器、操作按钮、扬声器或麦克风。

## 发光装置、显示装置及电子设备

### 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物质的有机化合物层(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,可以获得来自发光物质的发光。

[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及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)。

[先行技术文献]

[专利文献]

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

### 发明内容

发明所要解决的技术问题

[0008] 本发明的一个方式的目的是提供一种发光效率高的发光装置。本发明的一个方式的目的是提供一种长寿命的发光装置。另外,本发明的一个方式的目的是提供一种功耗低的显示装置及电子设备。另外,本发明的一个方式的目的之一是提供一种新颖的发光装置。

[0009] 本发明只要实现上述目的中的任一个即可。

## 解决技术问题的手段

[0010] 本发明的一个方式是一种发光装置,包括发光器件A及发光器件B,发光器件A包括第一电极A、第二电极A、夹在第一电极A与第二电极A之间的发光层A以及夹在第一电极A与发光层A之间的第一层A,发光器件B包括第一电极B、第二电极B、夹在第一电极B与第二电极B之间的发光层B、夹在第一电极B与发光层B之间的第一层B以及夹在第一电极B与发光层B之间的第二层B,发光层A包含发光物质A,发光层B包含发光物质B,发光物质A的发光峰波长与发光物质B的发光峰波长相比为短波长,第一层A与第一层B分别包含同一材料,第一层A的对于发光物质A的发光峰波长的寻常光折射率低于发光层A的寻常光折射率,第一层A的对于发光物质A的发光峰波长的寻常光折射率为1.75以下。

[0011] 另外,本发明的一个方式是一种发光装置,包括发光器件A及发光器件B,发光器件A包括第一电极A、第二电极A、夹在第一电极A与第二电极A之间的发光层A以及夹在第一电极A与发光层A之间的第一层A,发光器件B包括第一电极B、第二电极B、夹在第一电极B与第二电极B之间的发光层B、夹在第一电极B与发光层B之间的第一层B以及夹在第一电极B与发光层B之间的第二层B,发光层A包含发光物质A,发光层B包含发光物质B,发光物质A的发光峰波长与发光物质B的发光峰波长相比为短波长,第一层A与第一层B分别使用同一材料构成,第一层A的对于发光物质A的发光峰波长的寻常光折射率低于发光层A的寻常光折射率,第一层A的对于发光物质A的发光峰波长的寻常光折射率为1.75以下。

[0012] 另外,本发明的一个方式是一种发光装置,包括发光器件A及发光器件B,发光器件A包括第一电极A、第二电极A、夹在第一电极A与第二电极A之间的发光层A以及夹在第一电极A与发光层A之间的第一层A,发光器件B包括第一电极B、第二电极B、夹在第一电极B与第二电极B之间的发光层B、夹在第一电极B与发光层B之间的第一层B以及夹在第一电极B与发光层B之间的第二层B,发光层A包含发光物质A,发光层B包含发光物质B,发光物质A的发光峰波长与发光物质B的发光峰波长相比为短波长,第一层A与第一层B分别具有同样的结构,第一层A的对于发光物质A的发光峰波长的寻常光折射率低于发光层A的寻常光折射率,第一层A的对于发光物质A的发光峰波长的寻常光折射率为1.75以下。

[0013] 另外,本发明的一个方式是一种发光装置,在上述各结构中,第一层A的对于发光物质A的发光峰波长的寻常光折射率与发光层A的寻常光折射率相比低0.15以上。

[0014] 另外,本发明的一个方式是一种发光装置,在上述各结构中,第二层B位于第一电极B与第一层B之间。

[0015] 另外,本发明的一个方式是一种发光装置,在上述结构中,第二层B的对于发光物质B的发光峰波长的寻常光折射率低于发光层B的寻常光折射率。

[0016] 另外,本发明的一个方式是一种发光装置,在上述结构中,第二层B的对于发光物质B的发光峰波长的寻常光折射率为1.75以下。

[0017] 另外,本发明的一个方式是一种发光装置,在上述各结构中,第二层B的对于发光物质B的发光峰波长的寻常光折射率与第一层B的寻常光折射率之差为0.05以下。

[0018] 另外,本发明的一个方式是一种发光装置,在上述各结构中,第一层A包括第三层A以及夹在第三层A与发光层A之间的第四层A,第一层B包括第三层B以及夹在第三层B与发光层B之间的第四层B,第二层B位于第三层B与第四层B之间,第三层A与第三层B分别包含同一材料,第四层A与第四层B分别包含同一材料。

[0019] 另外,本发明的一个方式是一种发光装置,在上述各结构中,第一层A包括第三层A以及夹在第三层A与发光层A之间的第四层A,第一层B包括第三层B以及夹在第三层B与发光层B之间的第四层B,第二层B位于第三层B与第四层B之间,第三层A与第三层B分别使用同一材料构成,第四层A与第四层B分别使用同一材料构成。

[0020] 另外,本发明的一个方式是一种发光装置,在上述各结构中,第一层A包括第三层A以及夹在第三层A与发光层A之间的第四层A,第一层B包括第三层B以及夹在第三层B与发光层B之间的第四层B,第二层B位于第三层B与第四层B之间,第三层A与第三层B分别具有同样的结构,第四层A与第四层B分别具有同样的结构。

[0021] 另外,本发明的一个方式是一种发光装置,在上述各结构中,第二层B的对于发光物质B的发光峰波长的寻常光折射率为第一层B的寻常光折射率以上。

[0022] 另外,本发明的一个方式是一种发光装置,在上述结构中,上述第二层B的对于发光物质B的发光峰波长的寻常光折射率与上述第一层B的寻常光折射率相比高0.15以上。

[0023] 另外,本发明的一个方式是一种发光装置,在上述各结构中,第二层B的对于发光物质B的发光峰波长的寻常光折射率为1.90以上。

[0024] 另外,本发明的一个方式是一种发光装置,在上述各结构中,第二层B位于第一层B与发光层B之间。

[0025] 另外,本发明的一个方式是一种发光装置,在上述结构中,第二层B的对于发光物质B的发光峰波长的寻常光折射率低于发光层B的寻常光折射率。

[0026] 另外,本发明的一个方式是一种发光装置,在上述结构中,第二层B的对于发光物质B的发光峰波长的寻常光折射率为1.75以下。

[0027] 另外,本发明的一个方式是一种发光装置,在上述结构中,第二层B的对于发光物质B的发光峰波长的寻常光折射率为第一层B的寻常光折射率以下。

[0028] 此外,本发明的另一个方式是一种包括上述任意发光装置的显示装置。

[0029] 此外,本发明的另一个方式是一种电子设备,该电子设备包括上述任意发光装置以及传感器、操作按钮、扬声器或麦克风。

[0030] 在本说明书中,显示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。

#### 发明效果

[0031] 本发明的一个方式可以提供一种发光效率高的发光装置。另外,本发明的一个方式可以提供一种寿命长的发光装置。另外,本发明的一个方式可以提供一种功耗低的电子设备、显示装置和发光装置中的任一个。另外,本发明的一个方式可以提供一种新颖的发光装置。

[0032] 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。

## 附图简要说明

- [0033] 图1A至图1C是发光装置的示意图。  
图2是发光装置的示意图。  
图3A至图3C是发光装置的示意图。  
图4A及图4B是发光装置的示意图。  
图5是发光装置的示意图。  
图6A及图6B是发光装置的俯视图及截面图。  
图7是发光装置的截面图。  
图8A、图8B、图8C及图8D是示出电子设置的图。  
图9A、图9B及图9C是示出电子设备的图。  
图10是示出车载电子设备的图。  
图11A及图11B是示出电子设备的图。  
图12A、图12B及图12C是示出电子设备的图。  
图13示出dchPAF的折射率。  
图14是用于计算的发射光谱。  
图15示出DBfBB1TP、2mDBTBPDq-II、NBPhen、DBT3P-II及 $\alpha$ N- $\beta$ NPAnth的折射率。  
图16示出PCBBiF的折射率。  
图17是示出发光器件1及比较发光器件1的亮度-电流密度特性的图。  
图18是示出发光器件1及比较发光器件1的亮度-电压特性的图。  
图19是示出发光器件1及比较发光器件1的电流效率-亮度特性的图。  
图20是示出发光器件1及比较发光器件1的电流密度-电压特性的图。  
图21是示出发光器件1及比较发光器件1的外部量子效率-亮度特性的图。  
图22是示出发光器件1及比较发光器件1的发射光谱的图。

### 实施发明的方式

[0034] 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。

[0035] 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。

### [0036] (实施方式1)

在将发光器件作为显示元件用于显示器的情况下,为了进行全彩色显示,需要在一个像素中设置呈现彼此不同的发光颜色的多个子像素。作为进行全彩色显示的显示器的制造方法有几个方式,在采用分别涂布方式的显示器中,发光颜色不同的子像素所包括的发光器件包含呈现不同发光峰波长的发光物质。例如,在一个像素包括三个子像素的情况下,各子像素所包括的发光器件优选分别包含在红色区域具有发光峰波长的发光物质、在

绿色区域具有发光峰的发光物质及在蓝色区域具有发光峰波长的发光物质。

[0037] 在此,如专利文献1所公开,通过在发光器件内设置低折射率层,可以期待光提取效率的提高。并且,通过根据发光颜色调整该低折射率层的厚度,可以有效地获得该效率提高效果。

[0038] 当将以提高呈现某个发光颜色的发光器件的提取效率的方式调整的厚度直接应用于发光颜色不同的发光器件时,有时不仅不能得到有效的效率提高效果,反而会降低提取效率。因此,通常需要分别制造低折射率层以使其厚度适合于各发光颜色。但是,为了根据各发光颜色分别形成低折射率层,需要按各发光颜色反复进行对应于叠层数的工序,这非常繁琐且耗费时间及成本。

[0039] 于是,在本发明的一个方式的发光装置中,低折射率层的光学距离根据像素所包括的多个子像素中呈现波长最短的发光颜色的子像素所包括的发光器件而调整,并且呈现其他发光颜色的发光器件也具有该低折射率层。注意,上述呈现其他发光颜色的发光器件在上述低折射率层中还包括光学调整层。

[0040] 通过具有该结构,在本发明的一个方式的发光装置中,可以在多个发光颜色的发光器件共同使用低折射率层的同时抑制发光的提取效率的下降并且提高多个发光颜色的发光器件的提取效率。另外,当在多个发光颜色的发光器件中共同使用该低折射率层时,可以通过同一工序在多个发光器件中形成该低折射率层,因此可以以简单、迅速且廉价的方式提供一种使多个发光颜色的发光器件的提取效率得到提高的发光效率良好的发光装置。

[0041] 另外,在本发明的一个方式中,在发光颜色的波长长的发光器件所包括的层中,光学调整层以外的层根据发光颜色的波长短的发光器件调整而不加任何改变。本发明的一个方式的一大特征在于:虽然具有这样的结构,但是并不会引起效率的降低,反而可以得到效率提高效果。当将根据发光颜色的波长短的发光器件调整的低折射率层在不加任何改变的状态下应用到发光颜色的波长长的发光器件时,发光效率大幅度地下降(例如,当将根据蓝色发光器件调整的低折射率层在不加任何改变的状态下应用到绿色发光器件时,发光效率(这里为电流效率)急剧下降到不具有低折射率层的发光器件的10%以下)。只通过一层光学调整层可以排除上述负面影响并获得效率提高效果,可以说这是通常难以想到的巨大效果。

[0042] 图1A至图1C是示出本发明的一个方式的发光装置的图。图1A至图1C抽出而示出发光装置中的呈现不同发光颜色的两个发光器件。

[0043] 图1A至图1C所示的发光装置在绝缘层100上包括发光器件S及发光器件L。右侧所示的发光器件L是呈现与发光器件S相比波长更长的发光颜色的发光器件。

[0044] 发光器件S至少包括第一电极101、第一层121、发光层113S及第二电极102。发光层113S夹在第一电极101与第二电极102之间。另外,第一层121夹在第一电极101与发光层113S之间。发光层113S包含发光物质S。

[0045] 发光器件L至少在绝缘层100上包括第一电极101、第一层121、第二层122、发光层113L及第二电极102。发光层113L夹在第一电极101与第二电极102之间。另外,第一层121及第二层122夹在第一电极101与发光层113L之间。发光层113L包含发光物质L。发光物质L是与发光物质S相比发光峰波长存在于长波长的发光物质。注意,如后面所述,第二层122是光学调整层,第二层122的结构有折射率低的光学调整层和折射率高的光学调整层这两种。

[0046] 此外,在发光器件S及发光器件L中,第一层121也可以具有层叠有层121-1和层121-2的结构。在发光器件S中,层121-1位于第一电极101上,层121-2夹在层121-1与发光层S之间。在发光器件L中,层121-1位于第一电极101上,层121-2夹在层121-1与发光层L之间。注意,在本说明书等中,在仅记载为第一层121时,有时包括层121-1及层121-2层叠的结构。另外,在本说明书等中,有时将层121-1称为第三层,将层121-2称为第四层。

[0047] 第二层122既可以如图1A那样设置在第一电极101与第一层121之间(第二层122a),也可以如图1C那样设置在层121-1与层121-2之间(第二层122b),还可以如图1B那样设置在第一层121与发光层113L之间(第二层122c)。

[0048] 注意,在本说明书中,有时将第二层122a、第二层122b及第二层122c总称为第二层122。

[0049] 第一层121是折射率低的层(低折射率层)。具体而言,第一层121的对于某个波长 $\lambda$ 的光的寻常光折射率优选比发光层113S的寻常光折射率低,更优选低0.15以上,进一步优选低0.20以上。波长 $\lambda$ 为450nm以上且650nm以下中的任一个波长或整个区域。

[0050] 在发光器件S呈现蓝色区域的发光的情况下,有关第一层121与发光层113S的寻常光折射率之差的波长 $\lambda$ 优选为455nm至465nm中的任一个波长或整个区域。注意,此时,上述寻常光折射率之差优选为0.20以上。另外,作为折射率的指标通常使用的波长 $\lambda$ 为633nm,所以也可以使用该值。此外,波长 $\lambda$ 优选为发光物质S的发光峰波长 $\lambda_s$ 。

[0051] 对第二层122的折射率没有限制,但是优选为寻常光折射率低的层或寻常光折射率高的层,尤其更优选为寻常光折射率低的层。

[0052] 在第二层122为折射率低的层时,第二层122的对于某个波长 $\lambda$ 的光的寻常光折射率优选比发光层113L的寻常光折射率低,更优选低0.15以上,进一步优选低0.20以上。另外,在第二层122位于第一层121与发光层113L之间的情况下(第二层122c),在第二层122c为寻常光折射率低的层时效率进一步得到提高,所以是优选的。此时的波长 $\lambda$ 为450nm以上且650nm以下中的任一个波长或整个区域。

[0053] 在第二层122为折射率高的层时,第二层122的对于某个波长 $\lambda$ 的光的寻常光折射率优选比第一层121高,更优选高0.15以上,进一步优选高0.20以上。另外,在第二层122位于层121-1与层121-2之间的情况下(第二层122b),在第二层122b的寻常光折射率高于或等于第一层121时效率进一步得到提高,所以是优选的。此时的波长 $\lambda$ 为450nm以上且650nm以下中的任一个波长或整个区域。

[0054] 在发光器件L呈现绿色区域的发光的情况下,有关第一层121与第二层122的寻常光折射率之差的波长 $\lambda$ 优选为520nm至540nm中的任一个波长或整个区域,在呈现红色区域的发光的情况下,该波长 $\lambda$ 优选为610nm至640nm中的任一个波长或整个区域。另外,作为折射率的指标通常使用的波长 $\lambda$ 为633nm,所以也可以使用该值。此外,该波长 $\lambda$ 优选为发光物质L的发光峰波长 $\lambda_l$ 。

[0055] 第一层121的对于波长 $\lambda$ 的光的寻常光折射率优选为1.40以上且1.75以下。更详细地说,优选的是,在发光器件S呈现蓝色区域的发光的情况下,第一层121的对于455nm以上且465nm以下的任一个波长或整个区域的寻常光折射率,优选为对于发光物质S的发光峰波长 $\lambda_s$ 的寻常光折射率为1.40以上且1.75以下。或者,对于633nm的光的寻常光折射率优选为1.40以上且1.70以下。

[0056] 另外,优选的是,在第二层122为折射率低的层且发光器件L呈现绿色区域的发光时,第二层122的对于520nm至540nm的任一个波长或整个区域的寻常光折射率,优选为对于发光物质L的发光峰波长 $\lambda_L$ 的寻常光折射率为1.40以上且1.75以下。另外,在第二层122为折射率低的层且发光器件L呈现红色区域的发光时,第二层122的对于610nm至640nm的任一个波长或整个区域的寻常光折射率,优选为对发光物质L的发光峰波长 $\lambda_L$ 的寻常光折射率为1.40以上且1.75以下。或者,第二层122的对于633nm的光的寻常光折射率优选为1.40以上且1.70以下。

[0057] 另外,优选的是,在第二层122为折射率高的层且发光器件L呈现绿色区域的发光的情况下,第二层122的对于520nm至540nm的任一个波长或整个区域的寻常光折射率,优选为对于发光物质L的发光峰波长 $\lambda_L$ 的寻常光折射率为1.75以上且2.30以下,优选为1.90以上且2.30以下。另外,在第二层122为折射率高的层且发光器件L呈现红色区域的发光时,第二层122的对于610nm至640nm的任一个波长或整个区域的寻常光折射率,优选为对于发光物质L的发光峰波长 $\lambda_L$ 的寻常光折射率为1.75以上且2.30以下,优选为1.90以上且2.30以下。或者,第二层122的对于633nm的光的寻常光折射率为1.75以上且2.30以下,优选为1.90以上且2.30以下。

[0058] 另外,在第二层122为折射率低的层且位于第一电极101与第一层121之间的情况下(第二层122a),更优选的是,第二层122a的寻常光折射率与第一层121的寻常光折射率之差为0.05以下。优选的是,第一层121与作为折射率低的层的第二层122a优选包含相同的材料,更优选由相同的材料构成。

[0059] 另外,在第二层122为折射率低的层且位于第一层121与发光层113L之间的情况下(第二层122c),第二层122c的对于某个波长 $\lambda$ 的光的寻常光折射率优选为第一层121的寻常光折射率以下。

[0060] 第一层121设置在第一电极101与发光层113S之间,第二层122设置在第一电极101与发光层113S之间以及第一电极101与发光层113L之间。第一电极101优选具有叠层结构并在该叠层结构中包括阳极,因此第一层121及第二层122优选为具有空穴传输性的层。作为具有空穴传输性的层,可以举出空穴注入层、空穴传输层及电子阻挡层等。另外,第一层121及第二层122也可以被用作其他具有空穴传输性的功能层。在第一层121及第二层122中,可以将位于第一电极101一侧的层用作空穴注入层,将位于发光层113S及发光层113L一侧的层用作电子阻挡层,并且将位于它们之间的层用作空穴传输层。

[0061] 另外,第一层121及第二层122也可以分别通过层叠多个层而构成。另外,在空穴注入层和空穴传输层的寻常光折射率大致相同时(例如,空穴注入层和空穴传输层具有相同的有机化合物,只有空穴注入层还包含电子受体材料的情况等。具体而言,寻常光折射率之差为0.05以内的情况),也可以将该两层总称为第一层121。

[0062] 另外,如图1A所示,在第二层122位于第一电极101与第一层121之间的情况下,也就是将第二层122a用作空穴注入层的情况下,特别是第二层122a为折射率高的层的情况下,空穴注入层不被发光器件S与发光器件L共用,所以即使是高清晰显示装置也可以抑制向相邻的发光器件的串扰,因此是合适的结构。

[0063] 另外,在第一层121与作为折射率低的层的第二层122包含相同的有机化合物时,优选在它们由相同的材料构成时,空穴的传输变得容易,并且制造发光器件时使用的材料

减少,所以是更优选的。

[0064] 第一电极101是包括反射电极的电极,第二电极102是具有可见光透过性的电极。另外,第一电极101优选包括阳极,第二电极102优选为阴极。另外,在第一电极101具有叠层结构的情况下,最靠近第二电极102一侧的电极优选为具有可见光透过性的电极且为阳极。就是说,第一电极101优选具有反射电极上层叠有用作阳极的具有透光性的电极的结构。另外,第二电极102优选同时具有可见光透过性及反射可见光的功能。

[0065] 具体而言,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,发光器件S及发光器件L可以为从第二电极102一侧发射光的顶部发射型发光器件,并且可以通过调整第一层121及第二层122的厚度来形成具有微腔结构的发光器件。

[0066] 另外,也可以在发射光的一方的电极(在本实施方式中为第二电极102)的与发光层相反的面上设置盖层131(参照图2)。盖层131优选使用折射率较高的材料形成。

[0067] 具体而言,盖层131的对于455nm以上且465nm以下的任一个波长的寻常光折射率,优选为对于波长范围整体的寻常光折射率为1.90以上且2.40以下,更优选为1.95以上且2.40以下。再者,上述盖层的对于455nm以上且465nm以下的任一个波长的寻常光消光系数,优选为对于波长范围整体的寻常光消光系数为0以上且0.01以下。另外,盖层131的对于500nm以上且650nm以下的任一个波长的寻常光折射率,优选为对于波长范围整体的寻常光折射率为1.85以上且2.40以下,更优选为1.90以上且2.40以下。再者,上述盖层的对于500nm以上且650nm以下的任一个波长的寻常光消光系数,优选为对于波长范围整体的寻常光消光系数为0以上且0.01以下。

[0068] 另外,当使用能够通过蒸镀形成的有机化合物时,可以容易地形成,所以是优选的。通过设置盖层131,光提取效率得到提高,因此可以进一步提高发光效率。作为盖层131的材料,除了作为可用于第二层122的材料所举的有机化合物以外,可以适当地使用3-{4-(三苯基-2-基)苯基}-9-(三苯基-2-基)-9H-咔唑(简称:TpPCzTp)、3,6-双[4-(2-萘基)苯基]-9-(2-萘基)-9H-咔唑(简称: $\beta$ NP2 $\beta$ NC)、9-[4-(2,2'-联萘-6-基)苯基]-3-[4-(2-萘基)苯基]-9H-咔唑(简称:( $\beta$ N2)PCP $\beta$ N)、2-{4-[2-(N-苯基-9H-咔唑-3-基)-9H-咔唑-9-基]苯基}二苯并[f,h]喹啉(简称:2PCCzPDBq-02)、9-[4-(9'-苯基-3,3'-联-9H-咔唑-9-基)苯基]萘并[1',2':4,5]呋喃并[2,3-b]吡嗪(简称:9pPCCzPNfpr)、4,8-双[3-(三苯基-2-基)苯基]-[1]苯并呋喃并[3,2-d]嘧啶(简称:4,8mTpP2Bfpm)等。

[0069] 在此,第一层121的厚度优选为通过干涉而使从发光器件S中的发光层113S发射的光及电极所反射的光放大的厚度。

[0070] 通过将发光层113S发射的光至第一电极101所包括的反射电极的第二电极一侧的面的光路长度调整为 $3\lambda_t/4$ ,可以使第一层121的表面的反射光与背面的反射光的相位一致。另外,通过将发光层113S发射的光至第一电极101所包括的反射电极的第二电极一侧的面的光路长度设定为 $3\lambda_t/4$ 的60%以上且140%以下,可以有效地加强光的干涉。另外,在第一电极101包括具有透光性的电极的情况下,该具有透光性的电极的厚度优选为5nm以上且40nm以下。

[0071] 在此,实际的发光装置中的 $\lambda_t$ 相当于包括发光器件S的子像素所呈现的发光的光

光峰波长 $\lambda_{SD}$ 或发光物质S的发光峰波长 $\lambda_S$ 。

[0072] 如上所述,第一层121的对于波长 $\lambda_t$ (从包括发光器件S的子像素发射的光的波长 $\lambda_{SD}$ 或发光物质S的发光峰波长 $\lambda_S$ )的寻常光折射率与厚度(nm)之积优选为 $0.25\lambda_t$ 以上且 $0.75\lambda_t$ 以下。

[0073] 另外,也可以在第一层121与第一电极101之间包括具有1.75以上的寻常光折射率的空穴注入层。注意,此时,在空穴注入层为5nm至15nm时,优选为5nm至10nm时,对光路长度的影响少,所以是优选的。

[0074] 此外,也可以在第一层121与发光层113S及发光层113L之间包括电子阻挡层。此时,在电子阻挡层为20nm以下时,对光路长度的影响少,所以是优选的,其厚度更优选为5nm以上且20nm以下。注意,更优选将电子阻挡层的厚度看作发光层的厚度的一部分而设定第一层121的厚度。

[0075] 注意,在形成该空穴注入层或电子阻挡层时,优选在多个发光器件中共同地连续形成。

[0076] 另外,反射电极的第一层121一侧的界面与第一层121(或第二层122a)的反射电极一侧的界面的光学距离优选为 $0.13\lambda_t$ 至 $0.38\lambda_t$ 。另外,发光层113S或发光层113L的主要发光区域与第一层121(或第二层122a)的反射电极一侧的界面之间的光路长度优选为 $0.38\lambda_t$ 至 $0.63\lambda_t$ 。通过采用这种结构,被各层的界面及反射电极反射的光各自被放大,从而可以形成效率和色纯度都良好的发光器件。

[0077] 另外,在第二层122为折射率高的层且位于层121-1与层121-2之间的情况下(第二层122b),通过将发光层113L的主要发光区域至层121-2与第二层122b的界面的光路长度调整为 $\lambda_t/4$ ,可以使因层121-2与第二层122b的界面的折射率差异产生的反射光的相位与从发光层113L照射的光的相位一致。通过该效果可以期待光提取效率的提高。另外,通过将发光层113L发射的光至层121-2与第二层122b的界面的光路长度设定为 $\lambda_t/4$ 的60%以上且140%以下,可以有效地加强光干涉。

[0078] 另外,在第二层122为折射率高的层且位于层121-1与层121-2之间的情况下(第二层122b),通过将发光层113L的主要发光区域至层121-1与第二层122b的界面的光路长度调整为 $\lambda_t/2$ ,可以使因层121-1与第二层122b的界面的折射率差异产生的反射光的相位与从发光层113L照射的光的相位一致。通过该效果可以期待光提取效率的提高。另外,通过将发光层113L发射的光至层121-1与第二层122b的界面的光路长度设定为 $\lambda_t/2$ 的60%以上且140%以下,可以有效地加强光干涉。

[0079] 发光器件L的第一层121及发光器件S的第一层121优选分别包含同一材料并由同一材料构成。

[0080] 此外,发光器件L的第一层121的厚度与发光器件S的第一层121同样。

[0081] 此外,发光器件L的第一层121的组成及厚度优选与发光器件S的第一层121同样。

[0082] 注意,在本说明书中,“同样”也可以在允许沉积装置的厚度精度及组成波动的程度上不同。通过采用这种结构,可以同时形成发光器件L的第一层121以及发光器件S的第一层121。第一层121具有使发光器件S的光放大的厚度。若仅包括上述,发光器件L的提取效率有可能降低,但是在本发明的一个方式中,发光器件L通过还包括第二层122可以提高提取效率而实现高效地呈现发光的发光器件。如此,在本发明的一个方式中,可以以简单、迅速

且廉价的方式得到包括在任何发光颜色下发光效率都良好的发光器件的发光装置。

[0083] 在此,当第一层121和第二层122中的任一个的材料及组成与相邻的任一个层相同时,有时不清楚与该相邻的层的边界而看起来像一个层。但是,此时,与发光器件S的第一层121同样的层也形成在发光器件L中,所以可以推测第二层122的位置及厚度。

[0084] 注意,这些层的厚度也可以使用市售的有机器件仿真器来决定。

[0085] 发光物质的发光峰波长可以从溶液状态下的光致发光的光谱求出。构成发光器件的EL层的有机化合物的相对介电常数为3左右,为了尽量减小与用于发光器件时的发射光谱之间的不一致,优选使所述发光物质变为溶液状态而使用的溶剂的相对介电常数在室温下为1以上且10以下,更优选为2以上且5以下。作为具体例子,可以举出己烷、苯、甲苯、二乙醚、乙酸乙酯、氯仿、氯苯、二氯甲烷。另外,更优选的是室温下的相对介电常数为2以上且5以下的具有高溶解性的通用溶剂。例如,优选的是甲苯或氯仿。

[0086] 此外,各层的折射率(寻常光折射率及非寻常光折射率)可以被看作所包含的材料的折射率。例如,可以测量具有相同组成的材料的膜的折射率并将该值看作该层的折射率。此外,作为各层的最高占据分子轨道(HOMO: Highest Occupied Molecular Orbital)能级,可以采用该层中含量最大的材料的HOMO能级。

[0087] 另外,在计算由混合材料构成的层的折射率时,除了直接测量以外,也可以通过将只由各材料形成的膜的寻常光折射率乘以该层的各材料的组成比率并将积相加来求出该值。另外,在不能求出正确比率时,也可以使用将每个寻常光折射率除以组成成分的数量并将商相加而获得的值。

[0088] 注意,发光层有时包含发光物质及主体材料。在要求出这种发光层的折射率时,也可以测量主体材料的膜的折射率而将该值用作发光层的折射率的指标。主体材料只要是能够使发光物质以客体材料分散的材料即可,也可以是混合物。

[0089] 具有上述结构的本发明的一个方式的发光装置的发光物质所发射的光在折射率不同的各层的界面反射,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子激元的影响,由此可以减少能量损失并高效地提取光。并且,由于在包括共同的低折射率层的同时设置有光学调整层以使各子像素所呈现的光放大,所以可以以简单、迅速且廉价的方式提高所有发光颜色的发光效率。

[0090] 注意,发光器件S也可以在发光层113S与第二电极102之间包括电子传输层114、电子注入层115等。另外,发光器件L也可以在发光层113S与第二电极102之间包括电子传输层114、电子注入层115等。另外,发光器件S及发光器件L也可以都在第一电极101与第二电极102之间包括空穴注入层、空穴传输层、载流子阻挡层、激子阻挡层等各种功能层。另外,虽然在所有发光颜色的发光器件中既可以共同使用上述功能层也可以不共同使用它们,但是通过共同使用上述功能层可以简化发光装置的制造。

[0091] 接着,图3A至图3C示出将上述结构应用于包括红色、绿色、蓝色的三种颜色的发光器件的发光装置的例子。就是说,图3A至图3C示出一个像素包括三个子像素的本发明的一个方式的发光装置。注意,有时使用相同的符号表示与图1及图2相同的结构,并且有时省略说明。

[0092] 在图3A至图3C中,示出包括在第一电极101中的反射电极101-1及具有透光性的电

极(阳极)101-2。发光器件形成在第一电极101与第二电极102的不隔着绝缘层123而重叠的部分。在附图中,包括蓝色发光层113B的发光器件为蓝色发光器件,包括绿色发光层113G的发光器件为绿色发光器件,包括红色发光层113R的发光器件为红色发光器件,蓝色发光器件相当于呈现波长最短的发光颜色的发光器件。

[0093] 蓝色发光器件在第一电极101与第二电极102之间包括第一层121、蓝色发光层113B、电子传输层114B及电子注入层115。第一层121的厚度被调整为提高蓝色发光器件的光提取效率。注意,第一层121及电子注入层115优选被设置成与其他发光器件共同使用的层。

[0094] 绿色发光器件在第一电极101与第二电极102之间包括第一层121、第二层122G(第二层122Ga(图3A)、第二层122Gb(图3B)及第二层122Gc(图3C))、包含绿色发光物质的绿色发光层113G、电子传输层114G及电子注入层115。绿色发光器件所包括的第一层121具有与蓝色发光器件所包括的第一层121同样的组成及厚度。由此,可以同时形成蓝色发光器件的第一层121以及绿色发光器件的第一层121。如上所述,绿色发光器件还包括第二层122G。通过包括第二层122G,绿色发光器件虽然具有与蓝色发光器件的第一层121同样的结构但是可以呈现良好的发光效率。

[0095] 红色发光器件在第一电极101与第二电极102之间包括第一层121、第二层122R(第二层122Ra(图3A)、第二层122Rb(图3B)及第二层122Rc(图3C))、包含红色发光物质的红色发光层113R、电子传输层114R及电子注入层115。红色发光器件所包括的第一层121具有与蓝色发光器件所包括的第一层121同样的组成及厚度。由此,可以同时形成蓝色发光器件的第一层121以及红色发光器件的第一层121。如上所述,红色发光器件还包括第二层122R。通过包括第二层122R,红色发光器件虽然具有与蓝色发光器件的第一层121同样的结构但是可以呈现良好的发光效率。

[0096] 注意,蓝色发光层113B、绿色发光层113G及红色发光层113R各自包含不同的发光物质,第二层122G及第二层122R的厚度既可以相同又可以不同,但是优选各自不同。电子传输层114B、电子传输层114G及电子传输层114R既可以具有相同的结构,又可以具有不同的结构。在具有相同结构的情况下,虽然在图3A至图3C中分别独立地示出各发光器件,但是也可以在各发光器件中连续地形成。另外,电子传输层114也可以由多个层构成。在此情况下,也可以采用如下结构:一个层按发光颜色独立,而其他层共同使用。

[0097] 第二层122G及第二层122R相当于参照图1说明的第二层122,既可以为低折射率层又可以为高折射率层。通过根据发光颜色适当地设定它们的厚度,可以在具有与蓝色发光器件共同的低折射率层的同时以简单、迅速且廉价的方式抑制各发光器件的发光效率的降低或者提高发光效率。另外,通过在多个发光颜色的发光器件中共同使用该低折射率层,可以提供一种以简单、迅速且廉价的方式使多个发光颜色的发光器件的提取效率得到提高的发光效率良好的发光装置。

[0098] <低折射率材料的例子>

第一层121及作为折射率低的层的第二层122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及可靠性降低等问题,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。

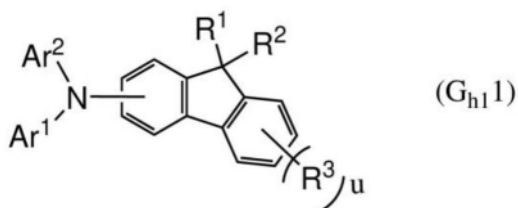
[0099] 鉴于此,作为可以用于第一层121及作为折射率低的层的第二层122的有机化合物,优选使用包含第一芳香基、第二芳香基以及第三芳香基且这些第一芳香基、第二芳香基以及第三芳香基与同一氮原子键合的单胺化合物。此外,苄基胺具有提升HOMO能级的效果,由此当该单胺化合物的氮与三个苄键合时,可能会大幅度提升HOMO能级。在此情况下,与周边材料的HOMO能级之间的差异变大,可能会影响到驱动电压及可靠性等。因此,更优选的是,该第一芳香基、该第二芳香基以及该第三芳香基中的任一个或两个为苄骨架。

[0100] 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的信号积分值超过4ppm以上的信号的积分值。

[0101] 此外,优选的是,该单胺化合物具有至少一个苄骨架,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苄骨架。

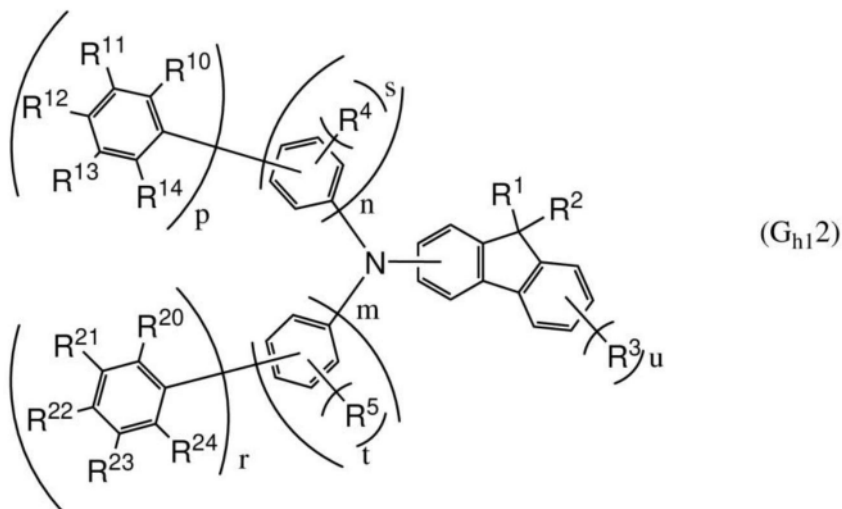
[0102] 作为上述具有空穴传输性的有机化合物,例如可以举出具有以下通式(G<sub>h1</sub>1)至(G<sub>h1</sub>4)所示的结构有机化合物。

[0103] [化学式1]



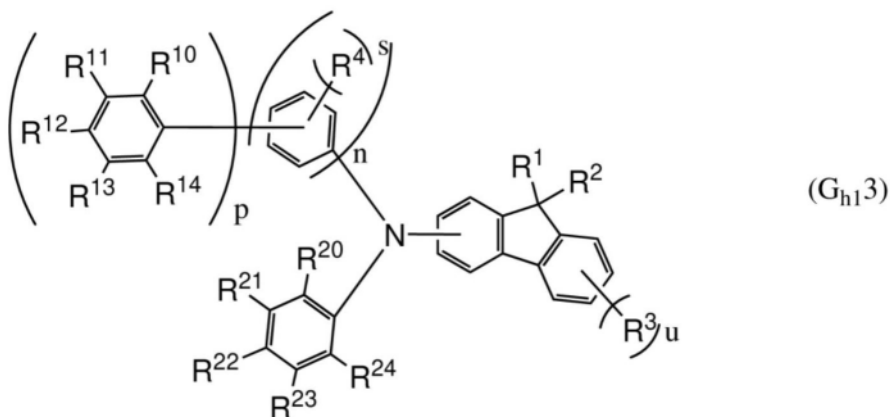
[0104] 注意,在上述通式(G<sub>h1</sub>1)中,Ar<sup>1</sup>及Ar<sup>2</sup>分别独立地表示具有两个或三个苯环彼此键合的取代基。注意,Ar<sup>1</sup>和Ar<sup>2</sup>中的一方或双方具有一个或多个的碳原子只由sp<sup>3</sup>杂化轨道形成键合的碳原子数为1至12的烷基,包含在键合到Ar<sup>1</sup>及Ar<sup>2</sup>的上述烷基中的碳原子的总数为8以上,且包含在Ar<sup>1</sup>或Ar<sup>2</sup>中的上述烷基中的碳原子的总数为6以上。注意,在作为烷基与Ar<sup>1</sup>或Ar<sup>2</sup>键合多个碳原子数为1至2的直链烷基的情况下,该直链烷基也可以彼此键合形成环。碳原子只以sp<sup>3</sup>杂化轨道形成键合的碳原子数为1至12的烷基优选为碳原子数为3至8的烷基及碳原子数为6至12的环烷基。具体而言,可以使用甲基、乙基、丙基、异丙基、丁基、仲丁基、异丁基、叔丁基、戊基、异戊基、仲戊基、叔戊基、新戊基、己基、异己基、仲己基、叔己基、新己基、庚基、辛基、壬基、癸基、环己基、4-甲基环己基、环庚基、环辛基、环壬基、环癸基、十氢化萘基、环十一烷基及环十二烷基等,尤其优选的是叔丁基、环己基及环十二烷基。

[0105] [化学式2]



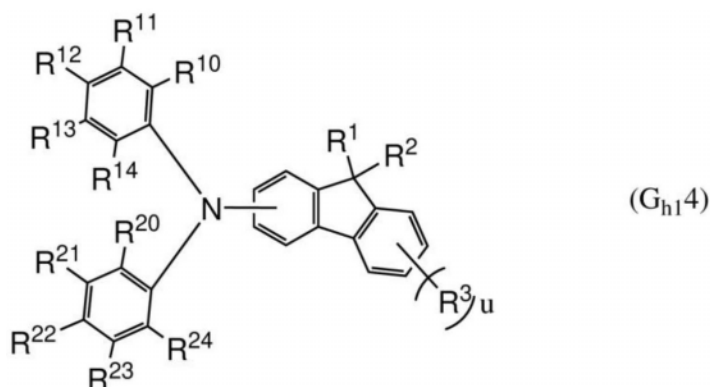
[0106] 在上述通式 (G<sub>h12</sub>) 中,  $m$  及  $r$  分别独立地表示 1 或 2,  $m+r$  为 2 或 3。此外,  $t$  分别独立地表示 0 至 4 的整数, 优选表示 0。此外,  $R^4$  及  $R^5$  分别独立地表示氢或碳原子数为 1 至 3 的烃基。注意, 在  $m$  为 2 时两个亚苯基所具有的取代基的种类、取代基的数量及键的位置既可以相同又可以不同, 在  $r$  为 2 时两个苯基所具有的取代基的种类、取代基的数量及键的位置既可以相同又可以不同。此外, 在  $t$  为 2 至 4 的整数时, 多个  $R^5$  既可以彼此相同又可以互不相同, 也可以  $R^5$  的相邻的基彼此键合而形成环。

[0107] [化学式 3]



[0108] 在上述通式 (G<sub>h12</sub>) 及 (G<sub>h13</sub>) 中,  $n$  及  $p$  分别独立地表示 1 或 2,  $n+p$  分别独立地为 2 或 3。此外,  $s$  分别独立地表示 0 至 4 的整数, 优选表示 0。另外, 在  $s$  为 2 至 4 的整数时, 多个  $R^4$  既可以彼此相同又可以互不相同。此外,  $R^4$  表示氢或碳原子数为 1 至 3 的烃基中的任意个。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。作为碳原子数为 1 至 3 的烃基, 可以举出甲基、乙基、丙基、异丙基等。

[0109] [化学式 4]



[0110] 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>杂化轨道形成键合的碳原子数为1至12的烃基, 优选使用叔丁基及环己基。注意, 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>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。

[0111] 碳原子只以sp<sup>3</sup>杂化轨道形成键合的碳原子数为1至12的烃基优选为碳原子数为3至8的烷基及碳原子数为6至12的环烷基。具体而言, 可以使用丙基、异丙基、丁基、仲丁基、异丁基、叔丁基、戊基、异戊基、仲戊基、叔戊基、新戊基、己基、异己基、仲己基、叔己基、新己基、庚基、辛基、环己基、4-甲基环己基、环庚基、环辛基、环壬基、环癸基、十氢化萘基、环十一烷基及环十二烷基等, 尤其优选的是叔丁基、环己基及环十二烷基。

[0112] 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。作为碳原子数为1至4的烃基, 可以举出甲基、乙基、丙基、丁基。

[0113] 此外, 作为可以用于第一空穴传输层及第三空穴传输层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。

[0114] 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。

[0115] 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。

[0116] 此外, 上述芳基胺化合物优选还具有第二芳香基。作为第二芳香基, 优选使用未取代的单环或者具有取代或未取代的三环以下的稠合环的基, 其中更优选使用具有取代或未取代的三环以下的稠合环且该稠合环具有成环碳原子数为6至13的稠合环, 进一步优选使用具有苯环、萘环、茚环及茈萘环的基, 特别优选使用具有茚环的基。此外, 作为第二芳香基优选使用二甲基茚基。

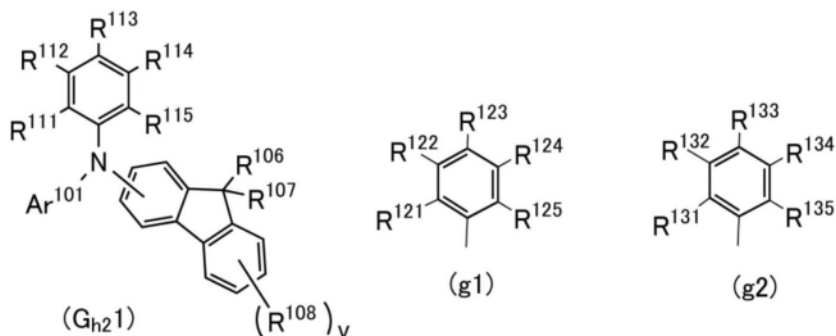
[0117] 此外, 上述芳基胺化合物优选还具有第三芳香基。第三芳香基为具有一个至三个取代或未取代的苯环的基。

[0118] 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。

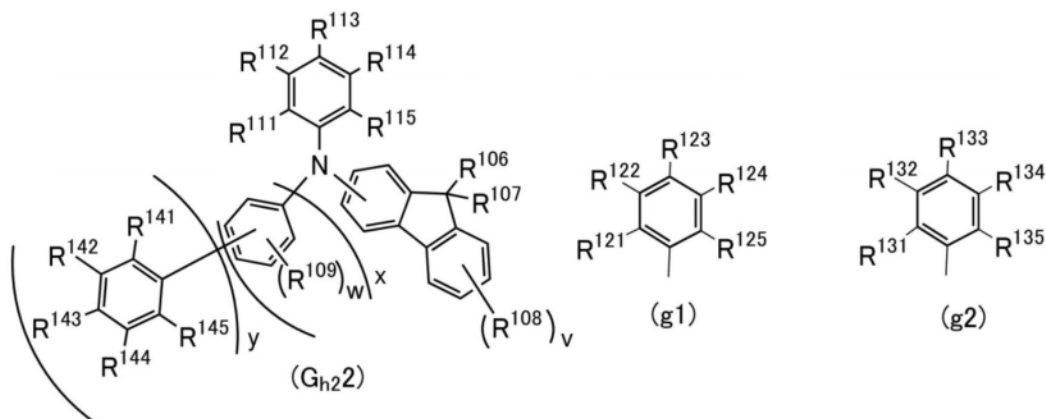
[0119] 作为上述具有空穴传输性的材料,例如可以举出具有如下述 ( $G_{h2}1$ ) 至 ( $G_{h2}3$ ) 那样的结构的有机化合物。

[0120] [化学式5]



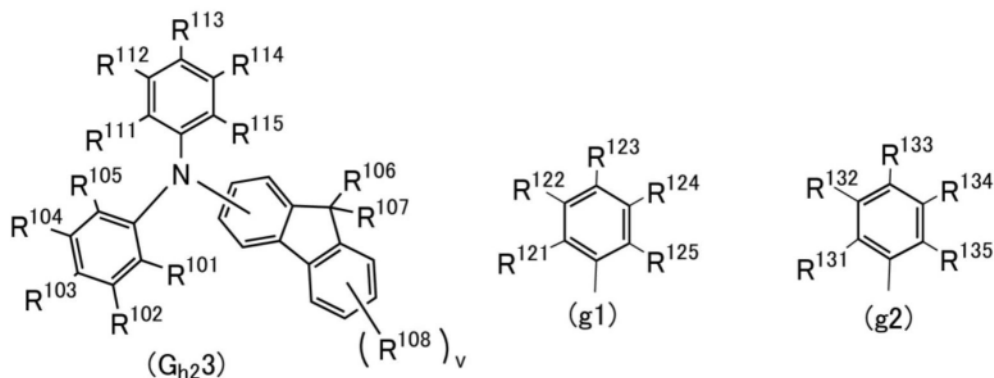
[0121] 在上述通式 ( $G_{h2}1$ ) 中,  $Ar^{101}$  表示取代或未取代的苯环或者两个或三个取代或未取代的苯环彼此键合的取代基。

[0122] [化学式6]



[0123] 此外,在上述通式 ( $G_{h2}2$ ) 中,  $x$  及  $y$  分别独立地表示1或2,  $x+y$  为2或3。此外,  $R^{109}$  表示碳原子数为1至4的烷基,  $w$  表示0至4的整数。此外,  $R^{141}$  至  $R^{145}$  分别独立地表示氢、碳原子数为1至6的烷基和碳原子数为5至12的环烷基中的任一个。在  $w$  为2以上时,多个  $R^{109}$  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  $R^{141}$  至  $R^{145}$  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。

[0124] [化学式7]



[0125] 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。

[0126] 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 $R^{115}$ 中的一个是以上述通式( $g1$ )表示的取代基,其余的分别独立地表示氢、碳原子数为1至6的烷基和取代或未取代的苯基中的任一个。此外,在上述通式( $g1$ )中, $R^{121}$ 至 $R^{125}$ 中的一个是以上述通式( $g2$ )表示的取代基,其余的分别独立地表示氢、碳原子数为1至6的烷基和键合有碳原子数为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。

[0127] 此外,当在通式( $G_{h_2}1$ )至( $G_{h_2}3$ )中上述取代或未取代的苯环、取代或未取代的苯基具有取代基时,作为该取代基可以使用碳原子数为1至6的烷基及碳原子数为5至12的环烷基。另外,作为碳原子数为1至4的烷基,优选使用甲基、乙基、丙基、异丙基、丁基、仲丁基、异丁基及叔丁基。上述碳原子数为1至6的烷基优选为碳原子数为2以上的链烷基,从确保传输性的观点来看优选为碳原子数为5以下的链烷基。此外,具有显著的降低折射率效果的是碳原子数为3以上的支链链烷基。就是说,上述碳原子数为1至6的烷基优选为碳原子数为2至5的链烷基,更优选为碳原子数为3至5的支链链烷基。碳原子数为1至6的烷基优选为甲基、乙基、丙基、异丙基、丁基、仲丁基、异丁基、叔丁基及戊基,尤其优选为叔丁基。注意,作为碳原子数为5至12的环烷基可以使用环己基、4-甲基环己基、环庚基、环辛基、环壬基、环癸基、十氢化萘基、环十一烷基及环十二烷基等,为了实现低折射率,优选使用碳原子数为6以上的环烷基,尤其优选使用环己基及环十二烷基。

[0128] 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, $T_g$ 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层121及作为低折射率层的第二层122的材料。

[0129] 作为这种材料,例如可以举出: $N,N$ -双(4-环己苯基)-9,9-二甲基-9H-芴-2-胺(简称:dchPAF)、 $N$ -[(4'-环己基)-1,1'-联苯-4基]- $N$ -(4-环己苯基)-9,9-二甲基-9H-芴-2-胺(简称:chBichPAF)、 $N,N$ -双(4-环己苯基)- $N$ -(螺[环己烷-1,9'[9H]芴]-2'基)胺(简称:dchPASchF)、 $N$ -[(4'-环己基)-1,1'-联苯-4基]- $N$ -(4-环己苯基)- $N$ -(螺[环己烷-1,9'[9H]-芴]-2'基)-胺(简称:chBichPASchF)、 $N$ -(4-环己苯基)-双(螺[环己烷-1,9'[9H]芴]-2'-基)胺(简称:SchFB1chP)、 $N$ -[(3',5'-二叔丁基)-1,1'-联苯-4-基]- $N$ -(4-环己苯基)-9,9-二甲基-9H-芴-2-胺(简称:mmtBuBichPAF)、 $N,N$ -双(3',5'-二叔丁基-1,1'-联苯-4-基)-9,9-二甲基-9H-芴-2-胺(简称:dmmtBuBiAF)、 $N$ -(3,5-二叔丁基苯基)- $N$ -(3',5',-二叔丁基-1,1'-联苯-4-基)-9,9-二甲基-9H-芴-2-胺(简称:mmtBuBimmtBuPAF)、 $N,N$ -双(4-环己苯基)-9,9-二丙基-9H-芴-2-胺(简称:dchPAPrF)、 $N$ -[(3',5'-二环己基)-1,1'-联

苯-4-基]-N-(4-环己苯基)-9,9-二甲基-9H-芴-2-胺(简称:mmchBichPAF)、N-(3,3'',5,5''-四-叔丁基-1,1':3',1''-三联苯-5'-基)-N-(4-环己苯基)-9,9-二甲基-9H-芴-2-胺(简称:mmtBumTPchPAF)、N-(4-环十二烷基苯基)-N-(4-环己苯基)-9,9-二甲基-9H-芴-2-胺(简称:CdoPchPAF)、N-(3,3'',5,5''-四-叔丁基-1,1':3',1''-三联苯-5'-基)-N-苯基-9,9-二甲基-9H-芴-2-胺(简称:mmtBumTPFA)、N-(1,1'-联苯-4-基)-N-(3,3'',5,5''-四-叔丁基-1,1':3',1''-三联苯-5'-基)-9,9-二甲基-9H-芴-2-胺(简称:mmtBumTPFBi)、N-(1,1'-联苯-2-基)-N-(3,3'',5,5''-四-叔丁基-1,1':3',1''-三联苯-5'-基)-9,9-二甲基-9H-芴-2-胺(简称:mmtBumTPoFBi)、N-[(3,3',5'-三-叔丁基)-1,1'-联苯-5-基]-N-(4-环己苯基)-9,9-二甲基-9H-芴-2-胺(简称:mmtBumBichPAF)、N-(1,1'-联苯-2-基)-N-[(3,3',5'-三-叔丁基)-1,1'-联苯-5-基]-9,9-二甲基-9H-芴-2-胺(简称:mmtBumBioFBi)、N-(4-叔丁基苯基)-N-(3,3'',5,5''-四-叔丁基-1,1':3',1''-三联苯-5'-基)-9,9-二甲基-9H-芴-2-胺(简称:mmtBumTPtBuPAF)、N-(3,3'',5',5''-四-叔丁基-1,1':3',1''-三联苯-5-基)-N-苯基-9,9-二甲基-9H-芴-2-胺(简称:mmtBumTPFA-02)、N-(1,1'-联苯-4-基)-N-(3,3'',5',5''-四-叔丁基-1,1':3',1''-三联苯-5-基)-9,9-二甲基-9H-芴-2-胺(简称:mmtBumTPFBi-02)、N-(1,1'-联苯-2-基)-N-(3,3'',5',5''-四-叔丁基-1,1':3',1''-三联苯-5-基)-9,9-二甲基-9H-芴-2-胺(简称:mmtBumTPoFBi-02)、N-(4-环己苯基)-N-(3,3'',5',5''-四-叔丁基-1,1':3',1''-三联苯-5-基)-9,9-二甲基-9H-芴-2-胺(简称:mmtBumTPchPAF-02)、N-(1,1'-联苯-2-基)-N-(3'',5',5''-三-叔丁基-1,1':3',1''-三联苯-5-基)-9,9-二甲基-9H-芴-2-胺(简称:mmtBumTPoFBi-03)、N-(4-环己苯基)-N-(3'',5',5''-三-叔丁基-1,1':3',1''-三联苯-5-基)-9,9-二甲基-9H-芴-2-胺(简称:mmtBumTPchPAF-03)、N-(3'',5',5''-三-叔丁基-1,1':3',1''-三联苯-4-基)-N-(1,1'-联苯-2-基)-9,9-二甲基-9H-芴-2-胺(简称:mmtBumTPoFBi-04)、N-(4-环己苯基)-N-(3'',5',5''-三-叔丁基-1,1':3',1''-三联苯-4-基)-9,9-二甲基-9H-芴-2-胺(简称:mmtBumTPoFBi-05)、N-(4-环己苯基)-N-(3,3'',5''-三-叔丁基-1,1':4',1''-三联苯-5-基)-9,9-二甲基-9H-芴-2-胺(简称:mmtBumTPchPAF-05)及N-(3',5'-二叔丁基-1,1'-联苯-4-基)-N-(1,1'-联苯-2-基)-9,9-二甲基-9H-芴-2-胺(简称:mmtBuBioFBi)等。

[0130] 除此之外,还可以使用1,1-双{4-[双二(4-甲基苯基)氨基]苯基}环己烷(简称:TAPC)等。

[0131] <高折射率材料的例子>

作为折射率高的层的第二层122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、菲环或三亚苯环等稠合芳烃环中具有萘环结构的环,并且稠合杂芳环优选具有咪唑环、二苯并咪唑环、二苯并噻吩环的结构。此外,例如,苯并[b]萘并[1,2-d]咪唑具有二苯并咪唑环的结构,因此是优选的。

[0132] 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咪唑基取代的苯基可以说是包含三联苯骨架。具体而言,优选使用N,N-双[4-(6-苯基苯并[b]萘并[1,2-d]咪唑-8-基)苯基]-4-氨基-对三联苯(简称:BnfBB1TP)、4,4'-双[4-(2-萘基)苯基]-4''-苯基三苯基胺(简称:βNBiB1BP)、N,N-双[4-(二苯并咪唑-4-基)苯基]-4-氨

基-对三联苯(简称:DBfBB1TP)、4-[4'-(咪唑-9-基)联苯-4-基]-4'-(2-萘基)-4''-苯基三苯基胺(简称:YGTBiβNB)、5,5'-二苯基-2,2'-二-5H-[1]苯并噻吩并[3,2-c]咪唑(简称:BisBTc)等。

[0133] <GSP>

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。

[0134] 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。

[0135] 此外,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(GSP:Giant Surface Potential)。

[0136] 巨大表面电势是蒸镀膜的表面电势与厚度成比例地增加的现象,并可以被认为是因有机化合物的永久偶极矩在厚度方向上略有偏离而发生的自发取向极化现象。为了将表面电势的大小视为不取决于厚度的数值,使用蒸镀膜的表面电势除以厚度的值,即蒸镀膜的表面电势的电位梯度(倾斜度)即可。在本说明书中,将上述的蒸镀膜的表面电势的电位梯度记为GSP的倾斜度(mV/nm)。

[0137] 通过考虑该GSP的倾斜度的值,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。

[0138] 在发光器件S中,从第一层121的GSP的倾斜度减去发光层113S的GSP的倾斜度的值优选为10(mV/nm)以下,更优选为0(mV/nm)以下。

[0139] 在发光器件L中,从第一层121的GSP的倾斜度减去发光层113L的GSP的倾斜度的值优选为10(mV/nm)以下,更优选为0(mV/nm)以下。

[0140] 此外,在发光器件L在第一层121与第一电极101之间包括第二层122的情况下(第二层122a),从第二层122a的GSP的倾斜度减去第一层121的GSP的倾斜度的值优选为10(mV/nm)以下,更优选为0(mV/nm)以下。

[0141] 此外,在发光器件L在层121-1与层121-2之间包括第二层122的情况下(第二层122b),从层121-1的GSP的倾斜度减去第二层122b的GSP的倾斜度的值优选为10(mV/nm)以下,更优选为0(mV/nm)以下。此外,从第二层122b的GSP的倾斜度减去层121-2的GSP的倾斜度的值优选为10(mV/nm)以下,更优选为0(mV/nm)以下。

[0142] 此外,在发光器件L在发光层113L与第一层121之间包括第二层122的情况下(第二层122c),从第一层121的GSP的倾斜度减去第二层122c的GSP的倾斜度的值优选为10(mV/nm)以下,更优选为0(mV/nm)以下。

[0143] 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。

[0144] 此外,再者,发光层113S的GSP的倾斜度优选高于第一层121的GSP的倾斜度。此外,发光层113L的GSP的倾斜度优选高于第一层121的GSP的倾斜度。此外,第一层121的GSP的倾斜度优选高于第二层122a的GSP的倾斜度。此外,第二层122b的GSP的倾斜度优选高于层121-1的GSP的倾斜度。此外,层121-2的GSP的倾斜度优选高于第二层122b的GSP的倾斜度。此外,第二层122c的GSP的倾斜度优选高于第一层121的GSP的倾斜度。通过采用这种结构,可以更容易得到驱动电压低,功耗低或功率效率高的具有良好特性的发光器件。

[0145] 此外,各层的GSP的倾斜度可以通过测量构成各层的材料(有机化合物)的蒸镀膜的GSP的倾斜度而求出。

[0146] 在此,说明求出有机化合物的GSP的倾斜度的方法。

[0147] 一般来说,将通过开尔文探针测量而测得的蒸镀膜的表面电势在膜厚方向上标绘出时的倾斜度表示巨大表面电势的大小,即GSP的倾斜度(mV/nm)。在层叠有两个不同层时,可以利用积累在其界面的极化电荷密度( $\text{mC}/\text{m}^2$ )与GSP的倾斜度相关联地变化而估计GSP的倾斜度。

[0148] 非专利文献1示出: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。

[0149] [算式1]

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

[0150] [算式2]

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

[0151] 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 $\sigma_{if}$ 。

[0152] 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的倾斜度, $\epsilon_n$ 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的倾斜度。

[0153] 如上所述,可以将要求出GSP的倾斜度的有机化合物的蒸镀膜作为薄膜1,通过上述方法求出GSP的倾斜度。

[0154] 在本说明书中,将GSP的倾斜度已知为(48(mV/nm))的 $\text{Alq}_3$ 作为薄膜2,以求出各薄膜的GSP的倾斜度。

[0155] 此外,蒸镀膜的取向性已知依赖于蒸镀时的衬底温度,GSP的倾斜度的值也有可能同样依赖于蒸镀时的衬底温度。在本说明书中,作为测量值,采用将蒸镀时的衬底温度设定为室温来蒸镀而成的膜的值。

[0156] <发光器件的结构>

接着,参照图4A详细地说明本发明的一个方式的发光装置所包括的发光器件的结构及材料。注意,在图4中有时使用相同的符号表示与图1及图2相同的结构,并且有时省略说明。在本发明的一个方式的发光装置中,如上所述,呈现波长短的发光颜色的发光器件在第一电极101与第二电极102的一对电极之间包括第一层121及发光层113S,呈现波长长的发光颜色的发光器件在第一电极101与第二电极102的一对电极之间包括第一层121、第二层122及发光层113L。第一层121及第二层122位于发光层113与第一电极101之间。注意,在本说明书中,有时将位于发光器件的第一电极101与第二电极102之间的多个层总称为EL层103。此时,例如,可以说呈现波长短的发光颜色的发光器件作为EL层103至少包括第一层121及发光层113S并且呈现波长长的发光颜色的发光器件作为EL层103包括第一层121、第二层122及发光层113L。此外,在本说明书中,有时将发光层113S及发光层113L总称为发光层113。

[0157] 发光层113(发光层113S及发光层113L)包含发光物质。另外,优选的是,第一电极101优选具有反射电极以及阳极的叠层结构。另外,此时,阳极优选具有可见光透光性,并且在反射电极与第一层121之间以与反射电极接触的方式设置。

[0158] 阳极优选使用功函数大(具体为4.0eV以上)的金属、合金、导电化合物以及它们的混合物等形成。具体地,例如可以举出氧化铟-氧化锡(ITO:Indium Tin Oxide,铟锡氧化物)、包含硅或氧化硅的氧化铟-氧化锡、氧化铟-氧化锌、包含氧化钨及氧化锌的氧化铟(IWZO)等。虽然通常通过溅射法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,作为用于阳极的材料例如可以举出金(Au)、铂(Pt)、镍(Ni)、钨(W)、铬(Cr)、钼(Mo)、铁(Fe)、钴(Co)、铜(Cu)、钯(Pd)或金属材料的氮化物(例如,氮化钛)等。此外,作为用于阳极的材料也可以使用石墨烯。此外,通过将后面说明的复合材料用于接触于阳极的层(典型为空穴注入层),可以在选择电极材料时无需顾及功函数。

[0159] EL层103优选具有叠层结构,作为该叠层结构,除了上述发光层113、第一层121及第二层122以外没有特别的限制。EL层103可以适当地使用空穴注入层、空穴传输层、电子传输层、电子注入层、载流子阻挡层(空穴阻挡层、电子阻挡层)、激子阻挡层、中间层及电荷产生层等各种功能层。注意,第一层121及第二层122被用作空穴注入层、空穴传输层、电子阻挡层等。

[0160] 在图4A中,说明除了发光层113(发光层113S、发光层113L)、第一层121及第二层122以外还包括空穴注入层111、电子传输层114及电子注入层115的结构。另外,在图4A中,第一层121及第二层122被用作空穴传输层。

[0161] 空穴注入层111与阳极接触,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: $H_2Pc$ )、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。

[0162] 此外,空穴注入层也可以由具有电子受体性的物质构成。作为具有受体性的物质

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: $F_4$ -TCNQ)、氯醌-2,3,6,7,10,11-六氰-1,4,5,8,9,12-六氮杂三亚苯(简称:HAT-CN)、1,3,4,5,7,8-六氟四氰(hexafluorotetracyano)-萘醌二甲烷(naphthoquinodimethane)(简称:F6-TCNNQ)、2-(7-二氰基亚甲基-1,3,4,5,6,8,9,10-八氟-7H-茈-2-亚基)丙二腈等。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-环丙烷三亚基(ylidene)三[4-氰-2,3,5,6-四氟苯乙腈]、 $\alpha, \alpha', \alpha''$ -1,2,3-环丙烷三亚基三[2,6-二氯-3,5-二氟-4-(三氟甲基)苯乙腈]、 $\alpha, \alpha', \alpha''$ -1,2,3-环丙烷三亚基三[2,3,4,5,6-五氟苯乙腈]等。作为具有受体性的物质,除了上述有机化合物以外可以使用钼氧化物、钒氧化物、钽氧化物、钨氧化物、锰氧化物等过渡金属氧化物。通过对一对电极施加电压,具有受体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。

[0163] 此外,空穴注入层可以由包含上述具有受体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任一个的稠合芳环,具体优选为咪唑环、二苯并噻吩环或者这些环还与芳香环或杂芳环稠合的环。

[0164] 作为这种具有空穴传输性的材料,更优选具有咪唑骨架、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-苄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(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 $\beta$ N $\alpha$ NB)、4,4'-二苯基-4''-(5;2'-联萘基-1-基)三苯基胺(简称:BBA $\beta$ N $\alpha$ NB-02)、4-(4-联苯基)-4'-(2-萘基)-4''-苯基三苯基胺(简称:TPBi $\beta$ NB)、4-(3-联苯

基)-4'-[4-(2-萘基)苯基]-4''-苯基三苯基胺(简称:mTPBiAβNBi)、4-(4-联苯基)-4'-[4-(2-萘基)苯基]-4''-苯基三苯基胺(简称:TPBiAβNBi)、4-苯基-4'-(1-萘基)三苯基胺(简称:αNBA1BP)、4,4'-双(1-萘基)三苯基胺(简称:αNBB1BP)、4,4'-二苯基-4''-[4'-(咪唑-9-基)联苯-4-基]三苯基胺(简称:YGTBi1BP)、4'-[4-(3-苯基-9H-咪唑-9-基)苯基]三(1,1'-联苯-4-基)胺(简称:YGTBi1BP-02)、4-[4'-(咪唑-9-基)联苯-4-基]-4'-(2-萘基)-4''-苯基三苯基胺(简称:YGTBiβNB)、N-[4-(9-苯基-9H-咪唑-3-基)苯基]-N-[4-(1-萘基)苯基]-9,9'-螺二[9H-苧]-2-胺(简称:PCBNBSF)、N,N-双([1,1'-联苯]-4-基)-9,9'-螺二[9H-苧]-2-胺(简称:BBASF)、N,N-双([1,1'-联苯]-4-基)-9,9'-螺二[9H-苧]-4-胺(简称:BBASF(4))、N-(1,1'-联苯-2-基)-N-(9,9-二甲基-9H-苧-2-基)-9,9'-螺二[9H-苧]-4-胺(简称:oFBiSF)、N-(4-联苯)-N-(9,9-二甲基-9H-苧-2-基)二苯并呋喃-4-胺(简称:FrBiF)、N-[4-(1-萘基)苯基]-N-[3-(6-苯基二苯并呋喃-4-基)苯基]-1-萘基胺(简称:mPDBfBNBN)、4-苯基-4'-(9-苯基苧-9-基)三苯基胺(简称:BPAFLP)、4-苯基-3'-(9-苯基苧-9-基)三苯基胺(简称:mBPAFLP)、4-苯基-4'-[4-(9-苯基苧-9-基)苯基]三苯基胺(简称:BPAFLBi)、4-苯基-4'-(9-苯基-9H-咪唑-3-基)三苯基胺(简称:PCBA1BP)、4,4'-二苯基-4''-(9-苯基-9H-咪唑-3-基)三苯基胺(简称:PCBBi1BP)、4-(1-萘基)-4'-(9-苯基-9H-咪唑-3-基)三苯基胺(简称:PCBANB)、4,4'-二(1-萘基)-4''-(9-苯基-9H-咪唑-3-基)三苯基胺(简称:PCBNBB)、N-苯基-N-[4-(9-苯基-9H-咪唑-3-基)苯基]-9,9'-螺二[9H-苧]-2-胺(简称:PCBASF)、N-(1,1'-联苯-4-基)-N-[4-(9-苯基-9H-咪唑-3-基)苯基]-9,9-二甲基-9H-苧-2-胺(简称:PCBBiF)、N,N-双(9,9-二甲基-9H-苧-2-基)-9,9'-螺二-9H-苧-4-胺、N,N-双(9,9-二甲基-9H-苧-2-基)-9,9'-螺二-9H-苧-3-胺、N,N-双(9,9-二甲基-9H-苧-2-基)-9,9'-螺二-9H-苧-2-胺、N,N-双(9,9-二甲基-9H-苧-2-基)-9,9'-螺二-9H-苧-1-胺等。

[0165] 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'-苯氨基]苯基]-N-苯氨基)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。

[0166] 另外,作为上述复合材料中的具有空穴传输性的材料,也可以使用作为可用于第一层121及作为折射率低的层的第二层122的有机化合物所举出的折射率低的有机化合物。在将该有机化合物用作复合材料中的作为具有空穴传输性的材料所包含的复合材料用于第一层121的情况下,可以将第一层121用作空穴传输层。另外,在将第二层122设置在第一电极101与第一层121之间(例如,图1A的第二层122a)并且将该有机化合物用作复合材料中的作为具有空穴传输性的材料所包含的复合材料用于第二层122a时,可以将第二层122a用作空穴注入层。注意,此时,也可以不在第一层121和第一电极101之间还形成空穴注入层111。

[0167] 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,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。

[0168] 通过形成空穴注入层111或者将第一层121或第二层122用作空穴注入层,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。

[0169] 此外,在具有受体性的物质中具有受体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。

[0170] 空穴传输层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。如上所述,第一层121及第二层122具有图4A的发光器件的空穴传输层的功能。在具有上述结构时可以得到发光效率良好的发光器件。例如,可以得到外部量子效率、电流效率、蓝色指标中的任一个或多个良好的发光器件。

[0171] 如图4B所示,也可以在第一层121及第二层122与发光层113之间设置电子阻挡层130。作为电子阻挡层,优选使用具有空穴传输性且最低空分子轨道(LUMO:Lowest Unoccupied Molecular Orbital)能级比发光层113的主体材料高0.25eV以上的有机化合物。注意,在作为该有机化合物且可用于第二层122的有机化合物用于第二层122c的情况下,也可以将第二层122c用作电子阻挡层。

[0172] 注意,虽然图4A示出第一电极101与发光层113之间设置有空穴注入层111及第一层121的例子,但是也可以不设置空穴注入层111而以与第一电极101接触的方式形成第一层121,将第一层121(或第二层122)用作空穴注入层。

[0173] 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。

[0174] 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:Thermally Activated Delayed Fluorescence)的物质或其他发光物质。

[0175] 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。

[0176] 可以举出5,6-双[4-(10-苯基-9-蒎基)苯基]-2,2'-联吡啶(简称:PAP2BPy)、5,6-双[4'-(10-苯基-9-蒎基)联苯-4-基]-2,2'-联吡啶(简称:PAPP2BPy)、N,N'-二苯基-N,N'-双[4-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基]芪-1,6-二胺(简称:1,6FLPAPrn)、N,N'-双(3-甲基苯基)-N,N'-双[3-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基]芪-1,6-二胺(简称:1,6mMemFLPAPrn)、N,N'-双[4-(9H-咪唑-9-基)苯基]-N,N'-二苯基二苯乙烯-4,4'-二胺(简称:YGA2S)、4-(9H-咪唑-9-基)-4'-(10-苯基-9-蒎基)三苯胺(简称:YGAPA)、4-(9H-咪唑-9-基)-4'-(9,10-二苯基-2-蒎基)三苯胺(简称:2YGAPPA)、N,9-二苯基-N-[4-(10-苯基-9-蒎基)-9H-咪唑-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-蒎基)-4'-(9-苯基-9H-咪唑-3-基)三苯胺(简称:PCBAPA)、N,N''-(2-叔丁基蒎-9,10-二基二-4,1-亚苯基)双[N,N',N''-三苯基-1,4-苯二胺](简称:DPABPA)、N,9-二苯基-N-[4-(9,10-二苯基-2-蒎基)苯基]-9H-咪唑-3-胺(简称:2PCAPPA)、N-[4-(9,10-二苯基-2-蒎基)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]蒎(chrysene)-2,7,10,15-四胺(简称:DBC1)、香豆素30-N-(9,10-二苯基-2-蒎基)-N,9-二苯基-9H-咪唑-3-胺(简称:2PCAPA)、N-[9,10-双(1,1'-联苯-2-基)-2-蒎基]-N,9-二苯基-9H-咪唑-3-胺(简称:2PCABPhA)、N-(9,10-二苯基-2-蒎基)-N,N',N''-三苯基-1,4-苯二胺(简称:2DPAPA)、N-[9,10-双(1,1'-联苯-2-基)-2-蒎基]-N,N',N''-三苯基-1,4-苯二胺(简称:2DPABPhA)、9,10-双(1,1'-联苯-2-基)-N-[4-(9H-咪唑-9-基)苯基]-N-苯基蒎-2-胺(简称:2YGABPhA)、N,N,9-三苯基蒎-9-胺(简称:DPhAPhA)、香豆素545T、N,N'-二

苯基喹吡酮(简称:DPQd)、红荧烯、5,12-双(1,1'-联苯-4-基)-6,11-二苯基并四苯(简称:BPT)、2-(2-{2-[4-(二甲氨基)苯基]乙烯基}-6-甲基-4H-吡喃-4-亚基)丙二腈(简称:DCM1)、2-{2-甲基-6-[2-(2,3,6,7-四氢-1H,5H-苯并[ij]喹啉-9-基)乙烯基]-4H-吡喃-4-亚基}丙二腈(简称:DCM2)、N,N,N',N'-四(4-甲基苯基)并四苯-5,11-二胺(简称:p-mPhTD)、7,14-二苯基-N,N,N',N'-四(4-甲基苯基)茚并[1,2-a]芴-3,10-二胺(简称:p-mPhAFD)、2-{2-异丙基-6-[2-(1,1,7,7-四甲基-2,3,6,7-四氢-1H,5H-苯并[ij]喹啉-9-基)乙烯基]-4H-吡喃-4-亚基}丙二腈(简称:DCJTI)、2-{2-叔丁基-6-[2-(1,1,7,7-四甲基-2,3,6,7-四氢-1H,5H-苯并[ij]喹啉-9-基)乙烯基]-4H-吡喃-4-亚基}丙二腈(简称:DCJTB)、2-(2,6-双{2-[4-(二甲氨基)苯基]乙烯基}-4H-吡喃-4-亚基)丙二腈(简称:BisDCM)、2-{2,6-双[2-(8-甲氧基-1,1,7,7-四甲基-2,3,6,7-四氢-1H,5H-苯并[ij]喹啉-9-基)乙烯基]-4H-吡喃-4-亚基}丙二腈(简称:BisDCJTM)、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-吡啶-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高空穴俘获性且高发光效率及高可靠性,所以是优选的。

[0177] 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。

[0178] 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]菲啉根(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-吡啶基)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450nm至520nm的波长区域中具有发光峰的化合物。

[0179] 此外,可以举出:三(4-甲基-6-苯基嘧啶根)铱(III)(简称:[Ir(mppm)<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(mppm)<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: $[\text{Ir}(\text{mpmpm})_2(\text{acac})]$ )、(乙酰丙酮根)双(4,6-二苯基嘧啶根)铱(III)(简称: $[\text{Ir}(\text{dppm})_2(\text{acac})]$ )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: $[\text{Ir}(\text{mppr-Me})_2(\text{acac})]$ )、(乙酰丙酮根)双(5-异丙基-3-甲基-2-苯基吡嗪根)铱(III)(简称: $[\text{Ir}(\text{mppr-iPr})_2(\text{acac})]$ )等具有吡嗪骨架的有机金属铱配合物;三(2-苯基吡啶根- $\text{N},\text{C}^2$ )铱(III)(简称: $[\text{Ir}(\text{ppy})_3]$ )、双(2-苯基吡啶根- $\text{N},\text{C}^2$ )铱(III)乙酰丙酮(简称: $[\text{Ir}(\text{ppy})_2(\text{acac})]$ )、双(苯并[h]喹啉)铱(III)乙酰丙酮(简称: $[\text{Ir}(\text{bzq})_2(\text{acac})]$ )、三(苯并[h]喹啉)铱(III)(简称: $[\text{Ir}(\text{bzq})_3]$ )、三(2-苯基喹啉- $\text{N},\text{C}^2$ )铱(III)(简称: $[\text{Ir}(\text{pq})_3]$ )、双(2-苯基喹啉- $\text{N},\text{C}^2$ )铱(III)乙酰丙酮(简称: $[\text{Ir}(\text{pq})_2(\text{acac})]$ )、[2- $\text{d}_3$ -甲基-8-(2-吡啶基- $\kappa\text{N}$ )苯并呋喃并[2,3-b]吡啶- $\kappa\text{C}$ ]双[2-(5- $\text{d}_3$ -甲基-2-吡啶基- $\kappa\text{N}^2$ )苯基- $\kappa\text{C}$ ]铱(III)(简称: $[\text{Ir}(\text{5mpppy-d}_3)_2(\text{mbfpypy-d}_3)]$ )、[2-(甲基-d3)-8-[4-(1-甲基乙基-1-d)-2-吡啶基- $\kappa\text{N}$ ]苯并呋喃并[2,3-b]吡啶-7-基- $\kappa\text{C}$ ]双[5-(甲基-d3)-2-[5-(甲基-d3)-2-吡啶基- $\kappa\text{N}$ ]苯基- $\kappa\text{C}$ ]铱(III)(简称: $[\text{Ir}(\text{5mtpy-d6})_2(\text{mbfpypy-iPr-d4})]$ )、[2- $\text{d}_3$ -甲基-(2-吡啶基- $\kappa\text{N}$ )苯并呋喃并[2,3-b]吡啶- $\kappa\text{C}$ ]双[2-(2-吡啶基- $\kappa\text{N}$ )苯基- $\kappa\text{C}$ ]铱(III)(简称: $[\text{Ir}(\text{ppy})_2(\text{mbfpypy-d}_3)]$ )、[2-(4-甲基-5-苯基-2-吡啶基- $\kappa\text{N}$ )苯基- $\kappa\text{C}$ ]双[2-(2-吡啶基- $\kappa\text{N}$ )苯基- $\kappa\text{C}$ ]铱(III)(简称: $[\text{Ir}(\text{ppy})_2(\text{mdppy})]$ )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: $[\text{Tb}(\text{acac})_3(\text{Phen})]$ )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。

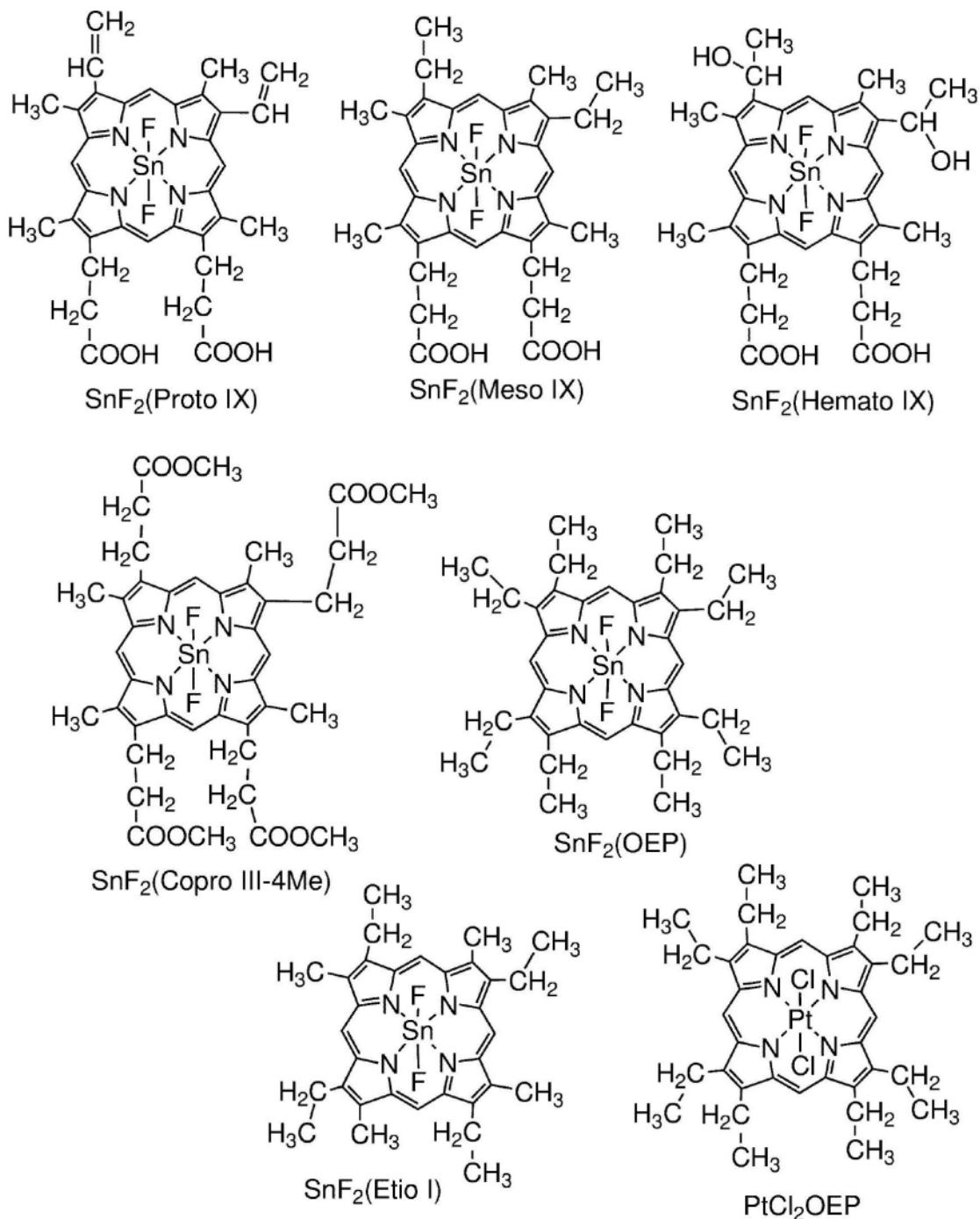
[0180] 此外,可以举出:(二异丁酰基甲烷根)双[4,6-双(3-甲基苯基)嘧啶基]铱(III)(简称: $[\text{Ir}(\text{5mdppm})_2(\text{dibm})]$ )、双[4,6-双(3-甲基苯基)嘧啶根](二新戊酰基甲烷根)铱(III)(简称: $[\text{Ir}(\text{5mdppm})_2(\text{dpm})]$ )、双[4,6-二(萘-1-基)嘧啶根](二新戊酰基甲烷根)铱(III)(简称: $[\text{Ir}(\text{d1npm})_2(\text{dpm})]$ )等具有嘧啶骨架的有机金属铱配合物;(乙酰丙酮根)双(2,3,5-三苯基吡嗪根)铱(III)(简称: $[\text{Ir}(\text{tppr})_2(\text{acac})]$ )、双(2,3,5-三苯基吡嗪根)(二新戊酰基甲烷根)铱(III)(简称: $[\text{Ir}(\text{tppr})_2(\text{dpm})]$ )、(乙酰丙酮根)双[2,3-双(4-氟苯基)喹喔啉合]铱(III)(简称: $[\text{Ir}(\text{Fd pq})_2(\text{acac})]$ )等具有吡嗪骨架的有机金属铱配合物;三(1-苯基异喹啉- $\text{N},\text{C}^2$ )铱(III)(简称: $[\text{Ir}(\text{piq})_3]$ )、双(1-苯基异喹啉- $\text{N},\text{C}^2$ )铱(III)乙酰丙酮(简称: $[\text{Ir}(\text{piq})_2(\text{acac})]$ )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: $\text{PtOEP}$ )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: $[\text{Eu}(\text{DBM})_3(\text{Phen})]$ )、三[1-(2-噻吩甲基)-3,3,3-三氟丙酮](单菲咯啉)铕(III)(简称: $[\text{Eu}(\text{TTA})_3(\text{Phen})]$ )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。

[0181] 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。

[0182] 作为TADF材料可以使用富勒烯及其衍生物、吡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( $\text{SnF}_2(\text{Proto IX})$ )、中卟啉-氟化锡配合物( $\text{SnF}_2(\text{Meso IX})$ )、血卟啉-氟化锡配合物( $\text{SnF}_2(\text{Hemato IX})$ )、粪卟啉四甲酯-氟化锡配合物( $\text{SnF}_2(\text{Copro III-4Me})$ )、八乙基卟啉-氟化锡

配合物( $\text{SnF}_2(\text{OEP})$ )、初卟啉-氟化锡配合物( $\text{SnF}_2(\text{Etio I})$ )以及八乙基卟啉-氯化铂配合物( $\text{PtCl}_2\text{OEP}$ )等。

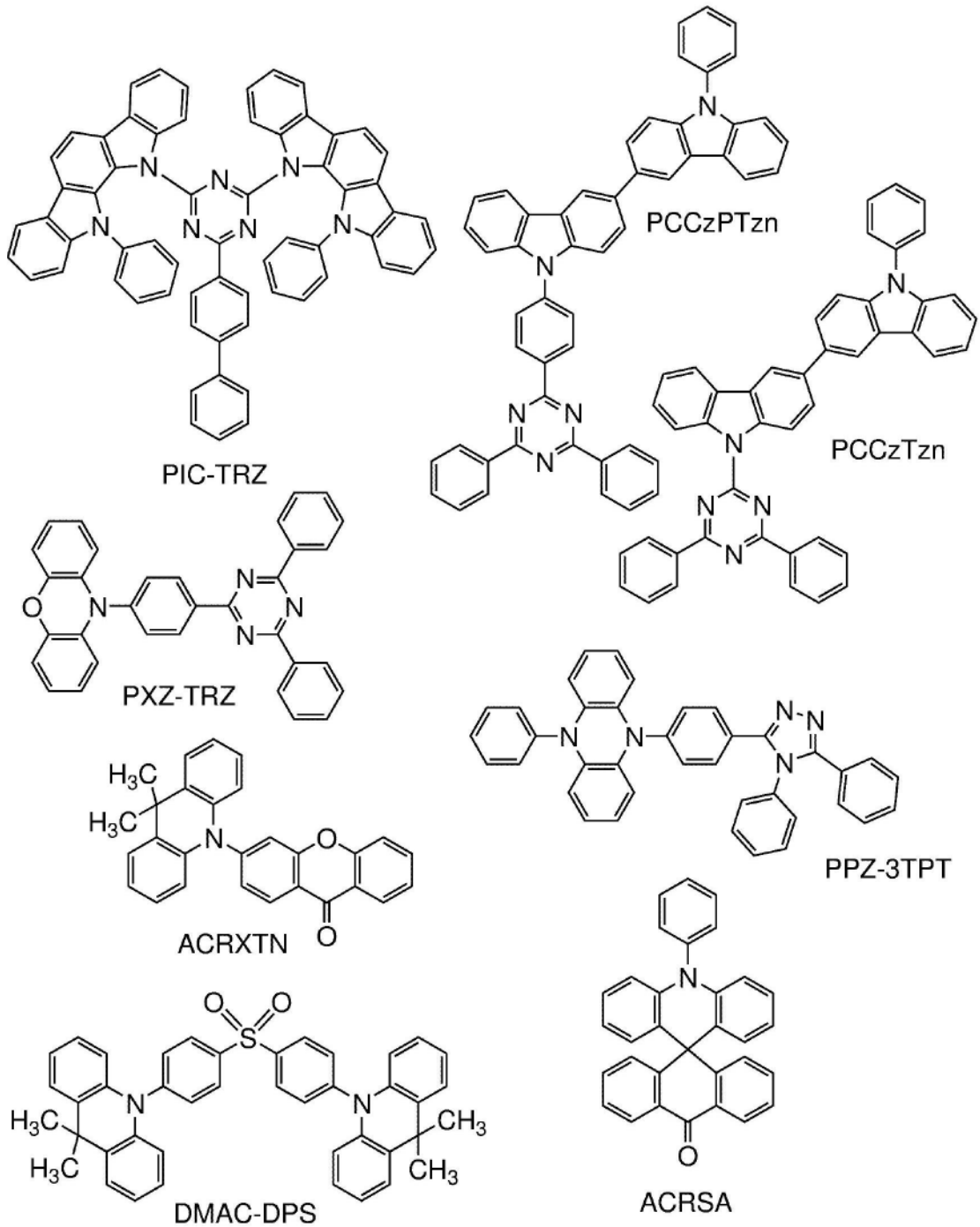
[0183] [化学式8]



[0184] 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-苯基吡啶[2,3-a]吡啶-11-基)-1,3,5-三嗪(简称:PIC-TRZ)、9-(4,6-二苯基-1,3,5-三嗪-2-基)-9'-苯基-9H,9'H-3,3'-联吡啶(简称:PCCzTzn)、9-[4-(4,6-二苯基-1,3,5-三嗪-2-基)苯基]-9'-苯基-9H,9'H-3,3'-联吡啶(简称:PCCzPTzn)、2-[4-(10H-吩恶嗪-10-基)苯基]-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(简称:PXZ-TRZ)、3-[4-(5-苯基-5,10-二氢吩嗪-10-基)苯基]-4,5-二苯基-1,2,4-三唑(简称:PPZ-3TPT)、3-(9,9-二甲基-9H-吡啶-10-基)-9H-氧杂蒽-9-酮(简

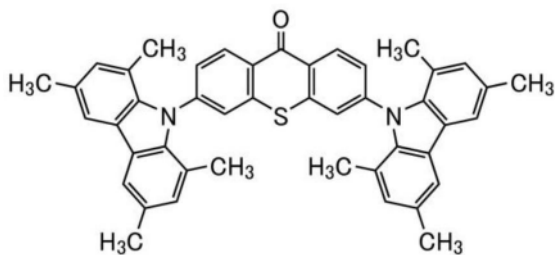
称:ACRXTN)、双[4-(9,9-二甲基-9,10-二氢吡啶)苯基]硫砜(简称:DMAC-DPS)、10-苯基-10H,10'H-螺[吡啶-9,9'-噻]-10'-酮(简称:ACRSA)等具有富 $\pi$ 电子型杂芳环和缺 $\pi$ 电子型杂芳环的一方或双方的杂环化合物。该杂环化合物具有富 $\pi$ 电子型杂芳环和缺 $\pi$ 电子型杂芳环,电子传输性和空穴传输性都高,所以是优选的。其中,在具有缺 $\pi$ 电子杂芳环的骨架中,吡啶骨架、二嗪骨架(嘧啶骨架、吡嗪骨架、哒嗪骨架)及三嗪骨架稳定且可靠性良好,所以是优选的。尤其是,苯并呋喃并嘧啶骨架、苯并噻吩并嘧啶骨架、苯并呋喃并吡嗪骨架、苯并噻吩并吡嗪骨架的受体性高且可靠性良好,所以是优选的。此外,在具有富 $\pi$ 电子杂芳环的骨架中,吡啶骨架、吩恶嗪骨架、吩噻嗪骨架、呋喃骨架、噻吩骨架及吡咯骨架稳定且可靠性良好,所以优选具有上述骨架中的至少一个。此外,作为呋喃骨架优选使用二苯并呋喃骨架,作为噻吩骨架优选使用二苯并噻吩骨架。作为吡咯骨架,特别优选使用吲哚骨架、咪唑骨架、吲哚咪唑骨架、联咪唑骨架、3-(9-苯基-9H-咪唑-3-基)-9H-咪唑骨架。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 $S_1$ 能级与 $T_1$ 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、噻酮骨架、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、氧化磷骨架、砷骨架等。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。

[0185] [化学式9]



[0186] 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,所以可以抑制发光器件的高亮度区域中的效率降低。具体而言,可以举出具有下述分子结构的材料。

[0187] [化学式10]



[0188] 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。

[0189] 以两种物质形成激发态的激基复合物(Exciplex)因S1能级和T1能级之差极小而具有可以将三重激发能转换为单重激发能的TADF材料的功能。

[0190] 注意,作为T1能级的指标,可以使用在低温(例如,77K至10K)下观察到的磷光谱。关于TADF材料,优选的是,当以通过在荧光光谱的短波长侧的尾处引切线得到的外推线的波长能量为S1能级并以通过在磷光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。

[0191] 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。

[0192] 作为发光层的主体材料,可以使用具有电子传输性的材料及/或具有空穴传输性的材料、上述TADF材料等各种载流子传输材料。

[0193] 作为具有空穴传输性的材料,优选使用具有胺骨架或富 $\pi$ 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]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]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(二苯并咪唑)(简称:DBF3P-II)、4-{3-[3-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基]苯基}二苯并咪唑(简称:mmDBFFLbi-II)等具有咪唑骨架的化合物。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的具有空穴传输性的材料的例子举出的有机化合物。

[0194] 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-苯并噻唑基)苯酚]锌(II)(简称:ZnPBO)、双[2-(2-苯并噻唑基)苯酚]锌(II)(简称:ZnBTZ)等金属配合物或包括缺 $\pi$ 电子型杂芳环的有机化合物。作为包括缺 $\pi$ 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: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-(二苯并噁吩-4-基)苯基]-1-苯基-1H-苯并咪唑(简称:mDBTBIIm-II)、4,4'-双(5-甲基苯恶唑-2-基)二苯乙烯(简称:BzOs)等具有唑骨架的有机化合物;3,5-双[3-(9H-咔唑-9-基)苯基]吡啶(简称:35DCzPPy)、1,3,5-三[3-(3-吡啶基)苯基]苯(简称:TmPyPB)、红菲咯啉(简称:Bphen)、浴铜灵(简称:BCP)、2,9-双(萘-2-基)-4,7-二苯基-1,10-菲咯啉(简称:NBphen)、2,2-(1,3-亚苯)双[9-苯基-1,10-菲罗啉](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]喹喔啉(简称:2mDBTPDBq-II)、2-[3-(3'-(二苯并噁吩-4-基)联苯)二苯并[f,h]喹喔啉(简称:2mDBTBPDBq-II)、2-[3'-(9H-咔唑-9-基)联苯-3-基]二苯并[f,h]喹喔啉(简称:2mCzBPDBq)、2-[4'-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)-3,1'-联苯-1-基]二苯并[f,h]喹喔啉(简称:2mpPCBPDBq)、2-[4-(3,6-二苯基-9H-咔唑-9-基)苯基]二苯并[f,h]喹喔啉(简称:2CzPDBq-III)、7-[3-(二苯并噁吩-4-基)苯基]二苯并[f,h]喹喔啉(简称:7mDBTPDBq-II)、6-[3-(二苯并噁吩-4-基)苯基]二苯并[f,h]喹喔啉(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-3,3'-二基)]双(9H-咔唑)(简称:4,6mCzBP2Pm)、8-(1,1'-联苯-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-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(BN2)-4mDBtPBfpm)、2,2'-(吡啶-2,6-二基)双(4-苯基苯并[h]喹啉)(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-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-4-基)嘧啶(简称:6BP-4Cz2PPm)、7-[4-(9-苯基-9H-咔唑-2-基)喹啉-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)-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-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]咪唑(简称:mINc(II)PTzn)、2-[3-[3-(二苯并噻吩-4-基)苯基]苯基]-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(简称:mDBtBPTzn)、2,4,6-三(3'-(吡啶-3-基)联苯-3-基)-1,3,5-三嗪(简称:TmPPPyTz)、2-[3-(2,6-二甲基-3-吡啶基)-5-(9-菲基)苯基]-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(简称:mPn-mDMePyPTzn)、11-[4-(联苯-4-基)-6-苯基-1,3,5-三嗪-2-基]-11,12-二氢-12-苯基吡啶[2,3-a]咪唑(简称:BP-Icz(II)Tzn)、2-[3'-(三亚苯-2-基)-1,1'-联苯-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-咪唑(简称:PCDBfTzn)、2-[1,1'-联苯]-3-基-4-苯基-6-(8-[1,1':4',1''-三联苯]-4-基-1-二苯并咪唑基)-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(咪啶或吡嗪)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。

[0195] 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体。

[0196] 当上述发光物质为荧光发光物质时这是非常有效的。此外,此时,为了得到高发光效率,TADF材料的S1能级优选比荧光发光物质的S1能级高。此外,TADF材料的T1能级优选比荧光发光物质的S1能级高。因此,TADF材料的T1能级优选比荧光发光物质的T1能级高。

[0197] 此外,优选使用呈现与荧光发光物质的最低能量一侧的吸收带的波长重叠的发光TADF材料。由此,激发能顺利地由TADF材料转移到荧光发光物质,可以高效地得到发光,所以是优选的。

[0198] 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的三重激发能。为此,荧光发光物质优选在荧光发光物质所具有的发光体(成为发光的原因的骨架)的周围具有保护基。作为该保护基,优选为不具有 $\pi$ 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 $\pi$ 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 $\pi$ 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、吡啶酮骨架、吩恶嗪骨架、吩噻嗪骨架等。尤其是,具有萘骨架、蒽骨架、茚骨架、蒽骨架、三亚苯骨架、并四苯骨架、芘骨架、苝骨架、香豆素骨架、喹吡啶酮骨架、萘并双苯并咪唑骨架的荧光发光物质具有高荧光量子产率,所以是优选的。

[0199] 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,在主体材料具有咪唑骨架的情况下,空穴的注入/传输性得到提高,所以是优选的,在包含苯环稠合到咪唑的苯并咪唑骨架的情况下,其HOMO能级比咪唑浅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咪唑骨架的情况下,其HOMO能级比咪唑浅0.1eV左右,不仅空穴容易注入,而且空穴传输性及耐热性也得到提高,所以是优选的。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咪唑骨架(或者苯并咪唑骨架或二苯并咪唑骨架)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咪唑骨架。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-咪唑(简称:PCzPA)、3-[4-(1-萘基)-苯基]-9-苯基-9H-咪唑(简称:PCPN)、9-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-9H-咪唑(简称:CzPA)、7-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-7H-二苯并[c,g]咪唑(简称:cgDBCzPA)、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- $\beta$ NPAnt)、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 $\beta$ NPAnt)、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呈现非常良好的特性,所以是优选的。

[0200] 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。

[0201] 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。

[0202] 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。

[0203] 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。

[0204] 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)测定测得的材料电化学特性(还原电位及氧化电位)求出。

[0205] 注意,激基复合物的形成例如可以通过如下方法确认:对具有空穴传输性的材料的发射光谱、具有电子传输性的材料的发射光谱及混合这些材料而成的混合膜的发射光谱进行比较,当观察到混合膜的发射光谱比各材料的发射光谱向长波长一侧漂移(或者在长波长一侧具有新的峰)的现象时说明形成有激基复合物。或者,对具有空穴传输性的材料的瞬态光致发光(PL)、具有电子传输性的材料的瞬态PL及混合这些材料而成的混合膜的瞬态

PL进行比较,当观察到混合膜的瞬态PL寿命与各材料的瞬态PL寿命相比具有长寿命成分或者延迟成分的比率变大等瞬态响应不同时说明形成有激基复合物。此外,可以将上述瞬态PL称为瞬态电致发光(EL)。换言之,对具有空穴传输性的材料的瞬态EL、具有电子传输性的材料的瞬态EL及这些材料的混合膜的瞬态EL进行比较,观察瞬态响应的不同,可以确认激基复合物的形成。

[0206] 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 $1 \times 10^{-7} \text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上,优选为 $1 \times 10^{-6} \text{cm}^2/\text{Vs}$ 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 $\pi$ 电子型杂芳环的有机化合物。作为包含缺 $\pi$ 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。

[0207] 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:CO11)、2,2',2''-(1,3,5-苯三基)三(1-苯基-1H-苯并咪唑)(简称:TPBI)、2-[3-(二苯并噻吩-4-基)苯基]-1-苯基-1H-苯并咪唑(简称:mDBTBI-II)、4,4'-双(5-甲基苯恶唑-2-基)二苯乙烯(简称:BzOs)等具有唑骨架的有机化合物;3,5-双[3-(9H-咔唑-9-基)苯基]吡啶(简称:35DCzPPy)、1,3,5-三[3-(3-吡啶基)苯基]苯(简称:TmPyPB)、红菲咯啉(简称:Bphen)、浴铜灵(简称:BCP)、2,9-双(萘-2-基)-4,7-二苯基-1,10-菲咯啉(简称:NBphen)、2,2-(1,3-亚苯)双[9-苯基-1,10-菲罗啉](简称:mPPhen2P)等包含具有吡啶骨架的杂芳环的有机化合物;2-[3-(二苯并噻吩-4-基)苯基]二苯并[f,h]喹啉(简称:2mDBTPDBq-II)、2-[3-(3'-二苯并噻吩-4-基)联苯]二苯并[f,h]喹啉(简称:2mDBTPDBq-II)、2-[3'-(9H-咔唑-9-基)联苯-3-基]二苯并[f,h]喹啉(简称:2mCzBPDBq)、2-[4'-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)-3,1'-联苯-1-基]二苯并[f,h]喹啉(简称:2mpPCBPDBq)、2-[4-(3,6-二苯基-9H-咔唑-9-基)苯基]二苯并[f,h]喹啉(简称:2CzPDBq-III)、7-[3-(二苯并噻吩-4-基)苯基]二苯并[f,h]喹啉(简称:7mDBTPDBq-II)、6-[3-(二苯并噻吩-4-基)苯基]二苯并[f,h]喹啉(简称:6mDBTPDBq-II)、9-[(3'-二苯并噻吩-4-基)联苯-3-基]萘并[1',2':4,5]呋喃并[2,3-b]吡嗪(简称:9mDBtBPNfpr)、9-[(3'-二苯并噻吩-4-基)联苯-4-基]萘并[1',2':4,5]呋喃并[2,3-b]吡嗪(简称:9pmDBtBPNfpr)、4,6-双[3-(菲-9-基)苯基]嘧啶(简称:4,6mPnP2Pm)、4,6-双[3-(4-二苯并噻吩基)苯基]嘧啶(简称:4,6mDBTP2Pm-II)、4,6-双[3-(9H-咔唑-9-基)苯基]嘧啶(简称:4,6mCzP2Pm)、9,9'-[嘧啶-4,6-二基双(联苯-3,3'-二基)]双(9H-咔唑)(简称:4,6mCzBP2Pm)、8-(1,1'-联苯-4-基)-4-[3-(二苯并噻吩-4-基)苯基]-[1]苯并呋喃并[3,2-d]嘧啶(简称:8BP-4mDBtPBfpm)、3,8-双3-(二苯并噻吩-4-基)苯基]苯并呋喃并[2,3-b]吡嗪(简称:3,8mDBtP2Bfpr)、4,8-双3-(二苯并噻吩-4-基)苯基]-[1]苯并呋喃并[3,2-d]嘧啶(简称:4,8mDBtP2Bfpm)、8-[3'-(二苯并噻吩-4-基)(1,1'-联苯-3-基)]萘并[1',2':4,5]呋喃并[3,2-d]嘧啶(简称:8mDBtBPNfpm)、8-[(2,2'-联萘)-6-基]-4-[3-(二苯并噻吩-4-基)苯基]-[1]苯并呋喃并[3,2-d]嘧啶(简称:8( $\beta$ N2)-

4mDBtPBfpm)、2,2'- (吡啶-2,6-二基)双(4-苯基苯并[h]喹啉) (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-3-基)-4-[3,5-双(9H-咪唑-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-咪唑-9-基)苯基]-2-苯基-6-(1,1'-联苯-4-基)嘧啶 (简称:6BP-4Cz2PPm)、7-[4-(9-苯基-9H-咪唑-2-基)喹啉-2-基]-7H-二苯并[c,g]咪唑 (简称:PC-cgDBCzQz) 等具有二噁骨架的有机化合物;2-[(1,1'-联苯)-4-基]-4-苯基-6-[9,9'-螺二(9H-芴)-2-基]-1,3,5-三嗪 (简称:BP-SFTzn)、2-{3-[3-(苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃-8-基)苯基]苯基}-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪 (简称:mBnfBPTzn)、2-{3-[3-(苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃-6-基)苯基]苯基}-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪 (简称:mBnfBPTzn-02)、2-{4-[3-(N-苯基-9H-咪唑-3-基)-9H-咪唑-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-咪唑 (简称:mPCCzPTzn-02)、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)、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]咪唑 (简称:mINc(II)PTzn)、2-{3-[3-(二苯并噻吩-4-基)苯基]苯基}-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪 (简称:mDBtBPTzn)、2,4,6-三(3'-(吡啶-3-基)联苯-3-基)-1,3,5-三嗪 (简称:TmPPPyTz)、2-[3-(2,6-二甲基-3-吡啶基)-5-(9-菲基)苯基]-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪 (简称:mPn-mDMePyPTzn)、11-[4-(联苯-4-基)-6-苯基-1,3,5-三嗪-2-基]-11,12-二氢-12-苯基吡啶[2,3-a]咪唑 (简称:BP-Icz(II)Tzn)、2-[3'-(三亚苯-2-基)-1,1'-联苯-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-咪唑 (简称:PCDBfTzn)、2-[1,1'-联苯]-3-基-4-苯基-6-(8-[1,1':4',1''-三联苯]-4-基-1-二苯并呋喃基)-1,3,5-三嗪 (简称:mBP-TPDBfTzn) 等具有三嗪骨架的有机化合物。其中,包含具有二噁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,包含具有二噁(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。

[0208] 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。其中包含二噁骨架的杂环化合物、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,包含二噁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。

[0209] 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。

[0210] 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。

[0211] 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。

[0212] 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( $\text{CaF}_2$ )、8-羟基喹啉-锂(简称:Liq)、镱(Yb)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。

[0213] 注意,作为电子注入层115,也可以使用对具有电子传输性的物质(优选为具有联吡啶骨架的有机化合物)包含上述碱金属或碱土金属的氟化物为微晶状态的浓度以上(50wt%以上)的层。由于该层为折射率低的层,所以可以提供外部量子效率更良好的发光器件。

[0214] 第二电极102优选为阴极。作为形成阴极的物质,可以使用功函数小(具体为3.8eV以下)的金属、合金、导电化合物以及它们的混合物等。作为这种阴极材料的具体例子,可以举出锂(Li)或铯(Cs)等碱金属、镁(Mg)、钙(Ca)或者锶(Sr)等的属于元素周期表中的第1族或第2族的元素、包含它们的合金(MgAg、AlLi)、铕(Eu)、镱(Yb)等稀土金属以及包含它们的合金等。然而,通过在第二电极102和电子传输层之间设置电子注入层,可以不顾及功函数的大小而将各种导电材料诸如Al、Ag、ITO、包含硅或氧化硅的氧化铟-氧化锡等用作阴极。

[0215] 在第二电极102由对可见光具有透过性的材料构成的情况下,可以形成从第二电极102一侧发光的发光器件。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。

[0216] 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。

[0217] 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。

[0218] 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。

[0219] 注意,虽然在本实施方式中说明了分别涂布方式的发光装置的应用,但是本发明的一个方式也可以应用于白色滤色片方式的发光装置。在此情况下,有时各发光器件所发射的光相同且包含在发光层113中的发光物质也相同,但是根据各子像素所提取的光的波长形成叠层结构即可。

[0220] <串联型器件>

接着,说明具有层叠有多个发光单元的结构发光器件(以下也称为叠层型器件或串联型器件)的方式。该发光器件是在第一电极与第二电极之间包括多个发光层及电荷产生层的发光器件。另外,电荷产生层存在于夹在发光层与发光层之间的位置。另外,将夹

在第一电极与电荷产生层之间的区域、夹在电荷产生层与电荷产生层之间的区域及夹在电荷产生层与第二电极之间的区域分别称为发光单元。

[0221] 图5示出本发明的一个方式的发光装置包括串联型器件的例子。发光器件S及发光器件L都在第一电极101与第二电极102之间包括一个电荷产生层116及两个发光单元(第一发光单元103\_1及第二发光单元103\_2)。在此示出第一电极101具有叠层结构并由反射电极101-1和具有透光性的电极101-2构成的例子。注意,在本实施方式中以包括一个电荷产生层116及两个发光单元的发光器件为例进行说明,但是也可以采用包括n(n为2以上的整数)层的电荷产生层及n+1层的发光单元的发光器件。

[0222] 电荷产生层具有在对电极间施加电压时对与该层的阴极一侧接触的层注入空穴并对与该层的阳极一侧接触的层注入电子的功能。例如,在图5中,在以使第一电极101的电位高于第二电极102的电位的方式施加电压时,电荷产生层116将电子注入到第一发光单元103\_1且将空穴注入到第二发光单元103\_2。

[0223] 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。另外,P型层117可以层叠包含上述具有受体性的材料的膜和包含空穴传输材料的膜来形成。通过对P型层117施加电位,电子被注入到电子传输层114\_1,空穴被注入到空穴传输层112S\_2及112L\_2,使得发光器件工作。注意,因为P型层117具有阴极一侧的发光单元中的空穴注入层的功能,所以空穴注入层也可以不形成在阴极一侧的发光单元(图5中的第二发光单元103\_2)中。

[0224] 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。

[0225] 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中的受体性物质的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。

[0226] 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(Li<sub>2</sub>O)等氧化物、卤化物、碳酸锂及碳酸铯等碳酸盐)、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。

[0227] 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、碳酸锂及碳酸铯等碳酸盐)、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。

[0228] 此外,作为可用于电子注入缓冲层119的具有电子传输性的物质,可以使用与上面所说明的构成电子传输层114的材料同样的材料来形成。

[0229] 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,所以电子注入层也可以不设置在阳极一侧的发光单元(图5中的第一发光单元103\_1)中。

[0230] 示出发光器件S的第一发光单元103\_1除了第一层121以外还包括发光层113S\_1及电子传输层114\_1的例子。注意,第一发光单元103\_1在阴极一侧与电子注入缓冲层119接触,所以既可以不用设置电子注入层也可以设置电子注入层。此外,也可以在第一层121与具有透光性的电极101-2之间设置有空穴注入层。在发光层113S\_1中包含发光物质S\_1。

[0231] 发光器件S的第二发光单元103\_2至少包括发光层113S\_2。在发光层113S\_2中包含发光物质S\_2。图5示出第二发光单元103\_2除了发光层113S\_2之外还包括空穴传输层112S\_2、电子传输层114S\_2及电子注入层115\_2等的例子。第二发光单元103\_2在阳极一侧与P型层117接触,所以也可以不用设置空穴注入层。

[0232] 示出发光器件L的第一发光单元103\_1除了第一层121及第二层122以外还包括发光层113L\_1及电子传输层114\_1的例子。注意,第一发光单元103\_1在阴极一侧与电子注入缓冲层119接触,所以既可以不用设置电子注入层也可以设置电子注入层。此外,也可以在第一层121及第二层122与具有透光性的电极101-2之间设置有空穴注入层。在发光层113L\_1中包含发光物质L\_1。

[0233] 发光器件L的第二发光单元103\_2至少包括发光层113L\_2。在发光层113L\_2中包含发光物质L\_2。图5示出发光第二单元103\_2除了发光层113L\_2之外还包括空穴传输层112L\_2、电子传输层114L\_2及电子注入层115\_2等的例子。第二发光单元103\_2在阳极一侧与P型层117接触,所以也可以不用设置空穴注入层。

[0234] 发光物质S\_1和发光物质S\_2可以是相同的物质或不同的物质,但是在是相同的物质时电流效率大幅度地上升,所以是优选的。在发光器件S\_1和发光物质S\_2是不同的物质时,可以从发光器件S得到将发光物质S\_1和发光物质S\_2的发光合成的光,例如白色发光。

[0235] 在本发明的一个方式的串联型器件中,优选在包括反射电极的电极一侧的发光单元(第一发光单元103\_1)中设置第一层121及第二层122。此外,以从反射电极101-1的第二电极102一侧的面到第二电极102的第一电极一侧的面的光学距离为想要放大的波长 $\lambda_t$ 的1.5倍( $1.5\lambda_t$ )左右的方式形成发光器件,由此可以得到具有非常良好的发光效率的发光器件。注意,当该光学距离为 $1.5\lambda_t$ 的70%以上且110%以下时,可以有效地放大波长 $\lambda_t$ 的光。

[0236] 在发光器件S中,波长 $\lambda_t$ 相当于包括发光器件S的子像素所呈现的发光的光峰波长 $\lambda_{SD}$ ,在发光器件L中,波长 $\lambda_t$ 相当于包括发光器件L的子像素所呈现的发光的光峰波长 $\lambda_{LD}$ 。

[0237] 此外,在发光物质S\_1与发光物质S\_2相同的情况下,发光器件S的波长 $\lambda_t$ 相当于发光物质S\_1及发光物质S\_2的发光峰波长 $\lambda_s$ ,在发光物质L\_1与发光物质L\_2相同的情况下,发光器件L的波长 $\lambda_t$ 相当于发光物质L的发光峰波长 $\lambda_l$ 。

[0238] 另外,在发光物质S\_1及发光物质S\_2为不同的发光物质并且将发光物质S\_1的发射光谱和发光物质S\_2的发射光谱叠加的光在450nm至650nm具有连续的光谱时(例如为白色发光时),优选的是,发光物质S\_1是与发光物质L\_1相同的发光物质,并且发光物质S\_2是与发光物质L\_2相同的材料。此时,在发光器件S中,将波长 $\lambda_t$ 看作包括发光器件S的子像素所呈现的发光的光峰波长 $\lambda_{SD}$ ,在发光器件L中,将波长 $\lambda_t$ 看作包括发光器件L的子像素所呈现的发光的光峰波长 $\lambda_{LD}$ ,即可。在此情况下,发光层113S\_1与发光层113L\_1是连续的

层,发光层113S<sub>2</sub>与发光层113L<sub>2</sub>是连续的层,由此制造工序简化,所以是优选的。另外,任一或所有发光层也可以由包含不同发光物质的多个层构成。例如,发光层113S<sub>2</sub>也可以由包含呈现绿色发光的发光物质G的层与包含呈现红色发光的发光物质R的层的叠层构成。此时,发光物质S<sub>2</sub>是发光物质G和发光物质R这两种物质的总称。另外,在采用这种结构时,优选还具有滤色片。

[0239] 如此,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配置,可以实现在保持低电流密度的同时能够进行高亮度发光并具有长寿命的器件。此外,可以实现能够进行低电压驱动且低功耗的发光装置。

[0240] 此外,本实施方式可以与其他实施方式自由地组合。

[0241] (实施方式2)

在本实施方式中,说明本发明的一个方式的发光装置中的发光器件以外的结构。

[0242] 在本实施方式中,参照图6A及图6B对本发明的一个方式的发光装置进行说明。注意,图6A是示出发光装置的俯视图,并且图6B是沿图6A中的点划线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源极线驱动电路601、像素部602、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。

[0243] 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。

[0244] 下面,参照图6B说明截面结构。虽然在元件衬底610上形成有驱动电路部及像素部,但是在此示出作为驱动电路部的源极线驱动电路601和像素部602中的一个像素。

[0245] 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。

[0246] 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。

[0247] 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。

[0248] 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)。

[0249] 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。

[0250] 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。

[0251] 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。

[0252] 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。

[0253] 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、涂布法、印刷法等形成。注意,基底膜若不需要则也可以不设置。

[0254] 注意,FET623示出形成在源极线驱动电路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。

[0255] 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FET612以及与该电流控制FET612的漏极电连接的第一电极613,但是并不局限于此,也可以采用组合三个以上的FET和电容器的像素部。

[0256] 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。

[0257] 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(0.2 $\mu\text{m}$ 至3 $\mu\text{m}$ )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。

[0258] 第一电极613上分别形成有EL层616及第二电极617。第一电极613相当于实施方式1中的第一电极101,EL层616相当于EL层103,第二电极617相当于第二电极102。

[0259] 另外,发光器件由第一电极613、EL层616、第二电极617形成。该发光器件具有实施方式1所说明的结构。

[0260] 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。

[0261] 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。

[0262] 虽然在图6A及图6B中没有示出,但是也可以在第二电极617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。

[0263] 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。

[0264] 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、氧化钪、硅酸钪、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、氧化铟、氧化钒、氧化铊、氧化钽、氧化铟等的材料、含有氮化铝、氮化钪、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、含有铟及铝的氧化物、含有钇及锆的氧化物等的材料。

[0265] 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。

[0266] 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。

[0267] 如上所述,可以得到本发明的一个方式的发光装置。

[0268] 本实施方式的发光装置的发光物质所发射的光在折射率不同的各层的界面反射,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子激元的影响,由此可以减少能量损失并高效地提取光。并且,由于在各子像素具有共同的低折射率层的同时根据各子像素所呈现的光设置有光学调整层,所以可以以简单、迅速且廉价的方式提高所有发光颜色的发光效率。

[0269] 图7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7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、发光器件的第一电极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、第三层间绝缘膜1037等。

[0270] 在采用图7所示的顶部发射型结构的情况下,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)、黑矩阵也可以被保护层覆盖。此外,作为密封衬底1031,使用具有透光性的衬底。

[0271] 发光器件的第一电极1024R、1024G、1024B在此包括反射电极。另外,第一电极优选包括阳极。EL层1028的结构采用实施方式1所示的EL层103的结构。

[0272] 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。

[0273] 在该发光器件中,通过改变具有透光性的导电膜、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。

[0274] 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。

[0275] 另外,在本发明的一个方式的发光装置中,发光物质材料所发射的光在折射率不同的各层的界面反射,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子激元的影响,由此可以减少能量损失并高效地提取光。

[0276] 具有上述结构的本发明的一个方式的发光装置在发光器件间具有共同的低折射率层的同时根据各子像素所呈现的光设置有光学调整层,所以可以以简单、迅速且廉价的方式提高所有发光颜色的发光效率。

[0277] 此外,本实施方式可以与其他实施方式自由地组合。

[0278] (实施方式3)

在本实施方式中,对其一部分包括本发明的一个方式的发光装置的电子设备的例子进行说明。本发明的一个方式的发光装置是发光效率良好且功耗低的发光器件。其结果是,本实施方式所记载的电子设备可以实现包括功耗低的发光部的电子设备。

[0279] 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。

[0280] 图8A示出电视装置的一个例子。在电视装置中,框体7101中组装有显示部7103。此外,在此示出利用支架7105支撑框体7101的结构。可以利用显示部7103显示图像,并且使用本发明的一个方式的发光装置构成显示部7103。

[0281] 可以通过利用框体7101所具备的操作开关或另行提供的遥控操作机7110进行电视装置的操作。通过利用遥控操作机7110所具备的操作键7109,可以控制频道及音量,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,还可以将本发明的一个方式的发光装置排列为矩阵状并用于显示部7107。

[0282] 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。

[0283] 图8B示出计算机,该计算机包括主体7201、框体7202、显示部7203、键盘7204、外部连接端口7205、指向装置7206等。此外,该计算机通过将本发明的一个方式的发光装置用于显示部7203而制造。图8B中的计算机也可以为如图8C所示的方式。图8C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。

[0284] 图8D示出便携式终端的一个例子。移动电话机具备组装在框体7401中的显示部7402、操作按钮7403、外部连接端口7404、扬声器7405、麦克风7406等。此外,移动电话机包括将本发明的一个方式的发光装置排列为矩阵状而制造的显示部7402。

[0285] 图8D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。

[0286] 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。

[0287] 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。

[0288] 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。

[0289] 此外,通过触摸显示部7402或对框体7401的操作按钮7403进行操作,来进行屏面模式的切换。或者,也可以根据显示在显示部7402上的图像的种类切换屏面模式。例如,当显示在显示部上的图像信号为动态图像的数据时,将屏面模式切换成显示模式,而当该图像信号为文字数据时,将屏面模式切换成输入模式。

[0290] 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。

[0291] 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。

[0292] 此外,本实施方式所示的结构可以与实施方式1及实施方式2所示的结构适当地组合来使用。

[0293] 如上所述,具备实施方式1及实施方式2所述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及实施方式2所述的发光装置,可以得到功耗低的电子设备。

[0294] 图9A是示出扫地机器人的一个例子的示意图。

[0295] 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。

[0296] 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。

[0297] 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。

[0298] 可以在显示器5101上显示电池的剩余电量或所吸引的垃圾的量等。可以在显示器5101上显示扫地机器人5100的行走路径。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。

[0299] 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。

[0300] 可以将本发明的一个方式的发光装置用于显示器5101。

[0301] 图9B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。

[0302] 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。

[0303] 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。

[0304] 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。

[0305] 图9C是示出护目镜型显示器的一个例子的图。护目镜型显示器例如包括框体5000、显示部5001、扬声器5003、LED灯5004(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。

[0306] 可以将本发明的一个方式的发光装置用于显示部5001及第二显示部5002。

[0307] 还可以将本发明的一个方式的发光装置安装在汽车的挡风玻璃或仪表盘上。图10示出将本发明的一个方式的发光装置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是使用本发明的一个方式的发光装置设置的显示。

[0308] 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本发明的一个方式的发光装置的发光装置。通过使用具有透光性的电极制造本发明的一个方式的发光装置的阳极和阴极,可以得到能看到对面的景色的所谓的透视式发光装置。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。

[0309] 显示区域5202是设置在立柱部分的安装有本发明的一个方式的发光装置的发光装置。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。

[0310] 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。

[0311] 图11A和图11B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包括框体5151、显示区域5152及弯曲部5153。图11A示出展开状态的便携式信息终端5150。图11B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。

[0312] 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。

[0313] 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。

[0314] 此外,图12A至图12C示出能够折叠的便携式信息终端9310。图12A示出展开状态的便携式信息终端9310。图12B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12C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。

[0315] 显示面板9311由铰链部9313所连接的三个框体9315支撑。注意,显示面板9311也可以为安装有触摸传感器(输入装置)的触控面板(输入输出装置)。此外,通过在两个框体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

[0316] 在本实施例中,示出通过计算验证用于本发明的发光装置的发光器件的效率提高效果的结果。在本实施例中,假设包括具有低折射率层的蓝色发光器件(发光器件B)及作为公共层具有该低折射率层的绿色发光器件(发光器件G)的发光装置,对各发光器件进行验证。

[0317] 在本实施例中,假设发光器件B具有如下表1所示的结构而进行计算。

[0318] [表1]

发光器件B

		厚度 (nm)	材料
盖层		70.0	DBT3P-II
第二电极	阴极	15.0	Ag:Mg
电子传输层	2	*	NBPhen
	1	10.0	2mDBTBPDBq-II
发光层		25.0	$\alpha$ N- $\beta$ NPAnth:掺杂剂
电子阻挡层		10.0	DBfBB1TP
第一层	Low	*	dchPAF
第一电极	透明电极 (阳极)	10	ITSO
	反射电极	100	APC

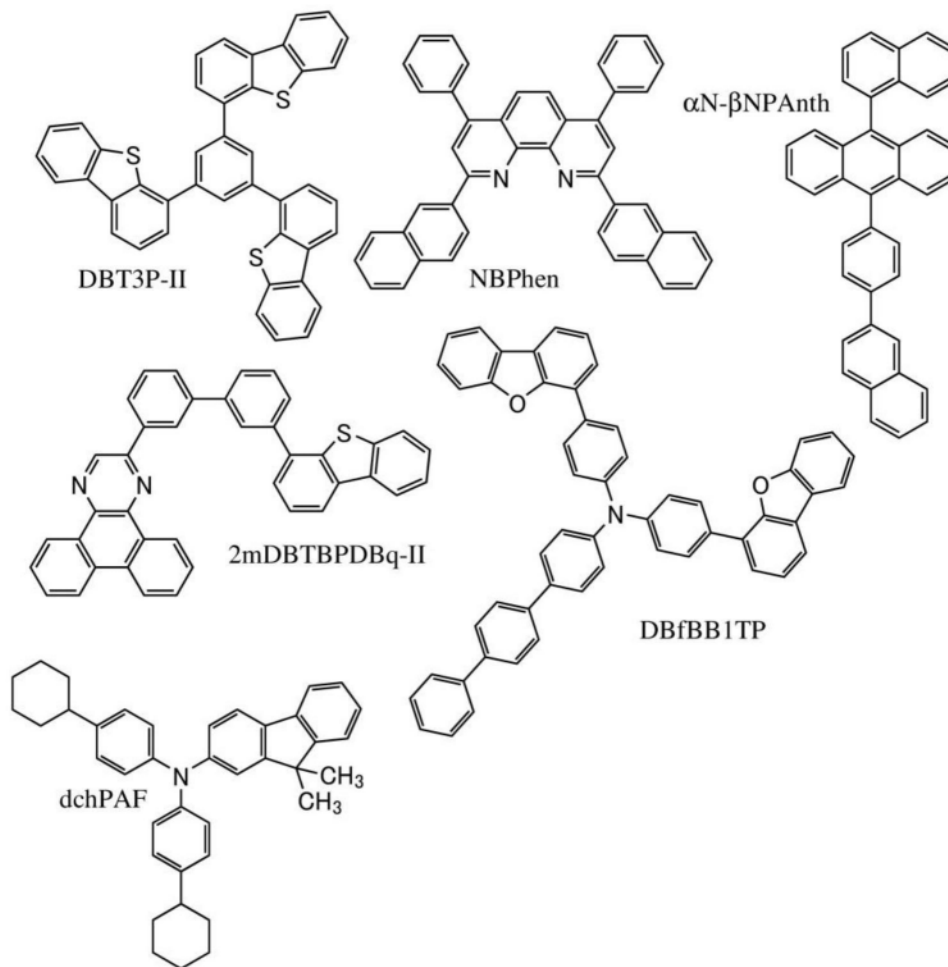
[0319] 假设第一层121使用作为低折射率材料的N,N-双(4-环己苯基)-9,9-二甲基-9H-芴-2-胺(简称:dchPAF)而进行计算。另外,图13示出dchPAF在可见光区域中的折射率。

[0320] 另外,反射电极使用APC(银(Ag)、钯(Pd)及铜(Cu)的合金膜),具有透光性的电极(阳极)使用ITSO(包含氧化硅的铟锡氧化物),电子阻挡层使用N,N-双[4-(二苯并呋喃-4-基)苯基]-4-胺-对三联苯(简称:DBfBB1TP),第一电子传输层使用2-[3-(3'-二苯并噻吩-4-基)联苯]二苯并[f,h]喹啉(简称:2mDBTBPDBq-II),第二电子传输层使用2,9-二(2-萘基)-4,7-二苯基-1,10-菲罗啉(简称:NBPhen),盖层使用4,4',4''-(苯-1,3,5-三基)三(二苯并噻吩)(简称:DBT3P-II)。

[0321] 注意,由于发光层通常是掺杂剂和主体的混合层,所以在本实施例中使用多量成分的主体材料的光学特性进行计算。假设作为主体材料使用9-(1-萘基)-10-[4-(2-萘基)苯基](简称: $\alpha$ N- $\beta$ NPAnth),使用该值进行计算。注意,从发光层发射的光具有如图14中的(B)所示那样的光谱。

[0322] 以下示出在进行本计算时作为发光器件的材料假设的有机化合物的分子结构。另外,图15示出dchPAF以外的有机化合物在可见光区域的折射率。测量利用光谱椭圆仪(J.A.Woollam Japan公司制造的M-2000U)进行。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。

[0323] [化学式11]



[0324] 在具有这种结构的发光器件B中,以蓝色指标(BI)成为最大的方式计算第一层121及第二电子传输层的厚度(表1中的以星号(\*)表示的部分)。

[0325] 第一层121及第二电子传输层是假设在发光颜色不同的发光器件间(本实施例中的发光器件B及发光器件G)共同设置的层。第二电子传输层可以是共同使用的或非共同使用的,但是在共同使用时可以缩短制造工序,所以是优选的。另外,也可以将其他层设定为公共层。

[0326] 蓝色指标(BI) ( $\text{cd}/\text{A}/\text{y}$ )是指将电流效率( $\text{cd}/\text{A}$ )除以以该光的CIE色度坐标的xy色度图的y值而得的值,是表示蓝色发光的发光特性的指标之一。蓝色发光有y值越小发射色纯度越高的光的倾向。色纯度高的蓝色发光即使亮度成分小也可以呈现较宽的范围的蓝色,当使用色纯度高的蓝色发光时,呈现蓝色时所需要的亮度得到降低,因此可以取得降低功耗的效果。因此,作为蓝色发光的效率的表现形式,适当地使用考虑到作为蓝色纯度的指标之一的y值的BI,可以说发光器件的BI越高,作为用于显示器的蓝色发光器件的效率越好。

[0327] 在本实施例中,由于像素内最短波长的发光颜色为蓝色,所以作为指标采用BI,但是当该颜色不是蓝色时,根据电流效率等所需要的特性进行使任意指标最大化的计算即可。

[0328] 使用有机器件仿真器(semiconducting emissive thin film optics simulator;setfos;CYBERNET SYSTEMS CO.,LTD.制造)进行计算。将发光区域固定在发光

层的中央,掺杂剂没有取向,并且将激子产生概率、内部量子效率都假设为100%。另外,考虑因珀塞尔效应导致的猝灭进行计算。

[0329] 通过计算,在具有上述表1所示的结构的光器件B中,获得下表所示的可得到最大的BI的厚度。

[0330] [表2]

层		厚度 (nm)
电子传输层	2	24.0
第一层	Low	127.8

[0331] 接着,对具有这种结构的光器件B的BI的计算结果与比较光器件B的BI的计算结果进行比较。下表3示出发光器件B及比较光器件B的器件结构。

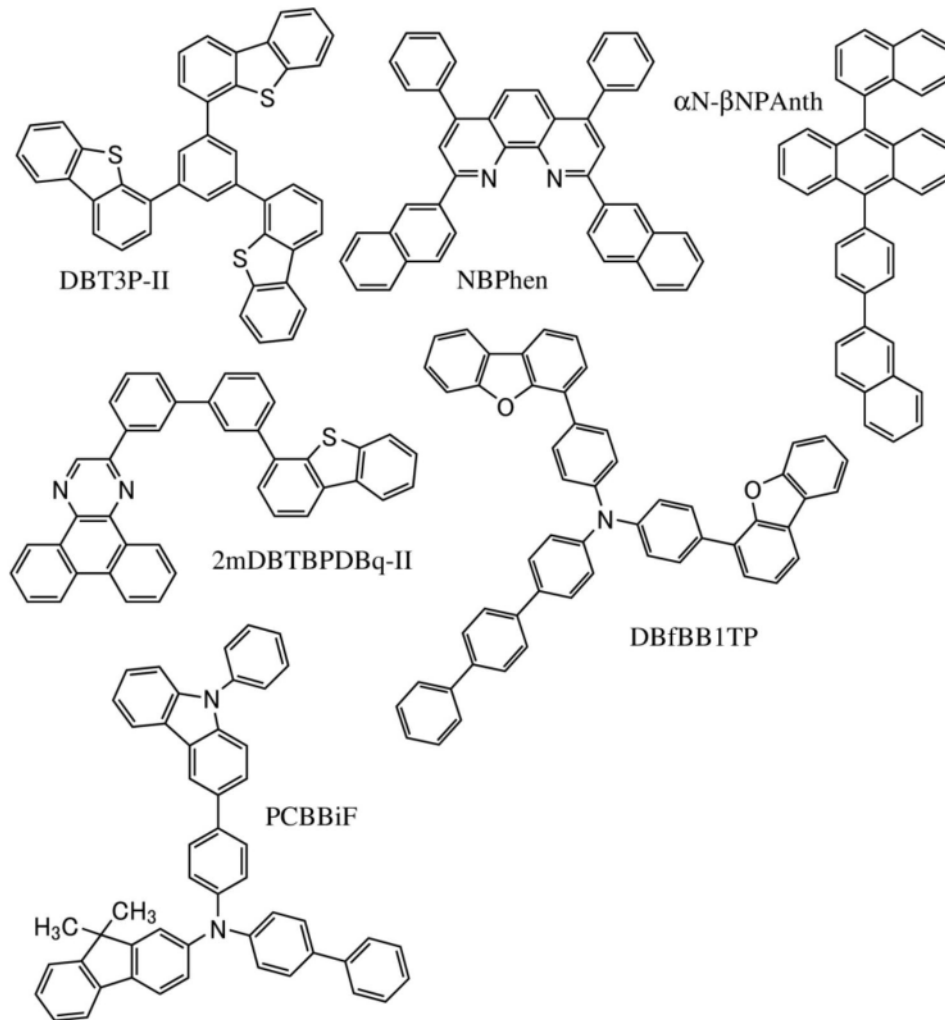
[0332] [表3]

		厚度 (nm)	发光器件B	比较发光器件B
盖层		70.0	DBT3P-II	
第二电极	阴极	15.0	Ag:Mg	
电子传输层	2	-	NBPhen (24.0 nm)	NBPhen (24.9 nm)
	1	10.0	2mDBTBPDBq-II	
发光层		25.0	$\alpha$ N- $\beta$ NPAnth:掺杂剂	
电子阻挡层		10.0	DBfBBITP	
第一层	Low/High	-	dchPAF (Low) (127.8 nm)	PCBBiF (High) (111.3 nm)
第一电极	透明电极 (阳极)	10	ITS0	
	反射电极	100	APC	

[0333] 除了第一层121及第二电子传输层以外,发光器件B与比较发光器件B的结构都相同。并且,比较发光器件B是如下蓝色发光器件:第一层121采用由高折射率材料的N-(1,1'-联苯-4-基)-N-[4-(9-苯基-9H-咪唑-3-基)苯基]-9,9-二甲基-9H-芴-2-胺(简称:PCBBiF)形成的结构,并且包括其厚度是以该结构中的BI成为最大的方式计算的第一层121及第二电子传输层。换言之,对在各发光器件所包括的共同部分的结构中具有BI最大的厚度的结构的光器件进行比较。

[0334] 另外,图16示出PCBBiF在可见光区域中的折射率。以下示出作为比较发光器件B的材料假设的有机化合物的分子结构。

[0335] [化学式12]



[0336] 其结果是,可知发光器件B的BI比比较发光器件B的BI高7%。

[0337] 接着,对呈现与上述发光器件B不同发光颜色的发光器件(本实施例中的绿色发光器件,发光器件G)进行计算。发光器件G具有如下表4所示的器件结构,包括第一层121及第二电子传输层。第一层121具有与发光器件B相同的结构。注意,发光器件G从发光层发射的光具有如图14中的(G)所示那样的光谱。注意,发光器件G1对应于包括第二层122a的发光器件L(图1A),发光器件G2及发光器件G3对应于包括第二层122b的发光器件L(图1B),发光器件G4对应于包括第二层122c的发光器件L(图1C)。

[0338] [表4]

		厚度 (nm)	发光器件 G1	发光器件 G2	发光器件 G3	发光器件 G4
盖层		70.0	DBT3P-II			
第二电极	阴极	15.0	Ag:Mg			
电子传输层	2	-	NBPhen (24.0 nm)			
	1	10.0	2mDBTBPDq-II			
发光层		25.0	$\alpha$ N- $\beta$ NPAnth: 掺杂剂			
电子阻挡层		10.0	DBfBB1TP			
第一层 及 第二层		-	第一层 121	第一层 121-2	第一层 121-2	第二层 122c
				第二层 122b	第二层 122b	第一层 121
			第二层 122a	第一层 121-1	第一层 121-1	
第一电极	透明电极 (阳极)	10	ITSO			
	反射电极	100	APC			

[0339] 在本实施例中,通过计算求出在该结构中电流效率成为最大的第二层122的厚度。由于第二层122有时是折射率高的层(High),有时是折射率低的层(Low),所以在本计算中,如表5所示,对发光器件G1至发光器件G4的每一个的第二层122分别为折射率高的层(High)及折射率低的层(Low)的共八种器件结构进行计算。注意,在第二层122中,以PCBBiF为折射率高的层(High)且以dchPAF为折射率低的层(Low)进行计算。

[0340] [表5]

	第二层
发光器件G1-L	折射率低的层(Low)
发光器件G1-H	折射率高的层(High)
发光器件G2-L	折射率低的层(Low)
发光器件G2-H	折射率高的层(High)
发光器件G3-L	折射率低的层(Low)
发光器件G3-H	折射率高的层(High)
发光器件G4-L	折射率低的层(Low)
发光器件G4-H	折射率高的层(High)

[0341] 表6示出算出第二层122的厚度的结果。注意,在第二层122为折射率低的层的情况下(发光器件G1-L、发光器件G2-L、发光器件G3-L及发光器件G4-L),相邻的第一层121和第二层122都是dchPAF,因此光学上为单层,但是已知作为公共层的第一层121的厚度,所以可以算出第二层122的厚度。

[0342] [表6]

	第一层	第二层
发光器件G1-L	127.8 nm	54.8 nm
发光器件G1-H		46.37 nm
发光器件G2-L	层121-2: 88.93 nm	54.8 nm
发光器件G2-H	层121-1: 38.87 nm	46.91 nm
发光器件G3-L	层121-2: 32.88 nm	54.8 nm
发光器件G3-H	层121-1: 94.92 nm	52.98 nm
发光器件G4-L	127.8 nm	54.8 nm
发光器件G4-H		50.44 nm

[0343] 然后,对应用上述表6所示的厚度的各发光器件G(发光器件G1-L至发光器件G4-L)的电流效率的计算结果及比较发光器件G的电流效率的计算结果进行比较。

[0344] 比较发光器件G是除了第一层121的材料及厚度以及第二电子传输层的厚度以外具有与发光器件G相同的结构的发光器件。比较发光器件G的第一层121为PCBBiF,不具有折射率差异。另外,作为第一层121以及第二电子传输层的厚度,采用以上述比较发光器件B的BI成为最大的方式求出的厚度。就是说,可以说,比较发光器件G与比较发光器件B包括具有相同结构的第一层121及第二电子传输层,并且通过调整第二层122的厚度,实现在该结构中电流效率成为最大的结构。因此,比较发光器件G及比较发光器件B可以以第一层121及第二电子传输层为公共层而制造。

[0345] 就是说,与假设发光器件B和发光器件G是包括在一个发光装置中的发光器件同样,假设比较发光器件B和比较发光器件G也是包括在一个发光装置中的发光器件。另外,因为比较发光器件B和比较发光器件G中没有设置低折射率层,所以可以说是具有现有结构的发光器件。

[0346] 表7示出比较发光器件G1的器件结构。

[0347] [表7]

		厚度 (nm)	比较发光器件G1
盖层		70.0	DBT3P-II
第二电极	阴极	15.0	Ag:Mg
电子传输层	2	-	NBPhen (24.0 nm)
	1	10.0	2mDBTBPDBq-II
发光层		25.0	$\alpha$ N- $\beta$ NPAntH:掺杂剂
电子阻挡层		10.0	DBfBB1TP
第一层及 第二层	High	164.8	PCBBiF
第一电极	透明电极 (阳极)	10	ITSO
	反射电极	100	APC

[0348] 表8示出电流效率的比较结果。注意,在表8中,发光器件G的电流效率以示出相对于比较发光器件G的电流效率的发光器件G的电流效率的比率的方式表示。

[0349] [表8]

	电流效率的比率
发光器件G1-L	109.6%
发光器件G1-H	106.2%
发光器件G2-L	109.6%
发光器件G2-H	111.2%
发光器件G3-L	109.6%
发光器件G3-H	108.9%
发光器件G4-L	109.6%
发光器件G4-H	99.94%

[0350] 从表8可知,各发光器件G的电流效率比比较发光器件G高。但是,发光器件G4-H的电流效率比比较发光器件低。由此可知,在发光器件G4的结构中,第二层122优选使用折射率低的层。

[0351] 另外,在对发光器件G1-L和发光器件G1-H进行比较时,可知发光器件G1-L的电流效率更高。由此可知,在发光器件G1的结构中,作为第二层122可以使用折射率高的层和折射率低的层的双方,但是更优选使用折射率低的层。

[0352] 此外,可知与其他发光器件相比发光器件G2-H的电流效率最高。由此可知,在发光器件G2-H中,通过使因层121-1与第二层122b的界面的折射率差异而产生的反射光的相位与从发光层照射的光的相位一致,可以提高光提取效率。在发光器件G2的结构中,作为第二层122可以使用折射率高的层和折射率低的层的双方,但是更优选使用折射率高的层。

[0353] 另外,在对发光器件G3-L和发光器件G3-H进行比较时,可知发光器件G3-L的电流效率更高。由此可知,在发光器件G3的结构中,作为第二层122可以使用折射率高的层和折

射率低的层的双方,但是更优选使用折射率低的层。

[0354] 从上述结构可知,在本发明的一个方式的发光装置中,发光颜色为蓝色的发光器件和发光颜色为绿色的发光器件共同使用低折射率层,并且发光颜色为蓝色的发光器件和发光颜色为绿色的发光器件的双方的电流效率同等或得到提高。

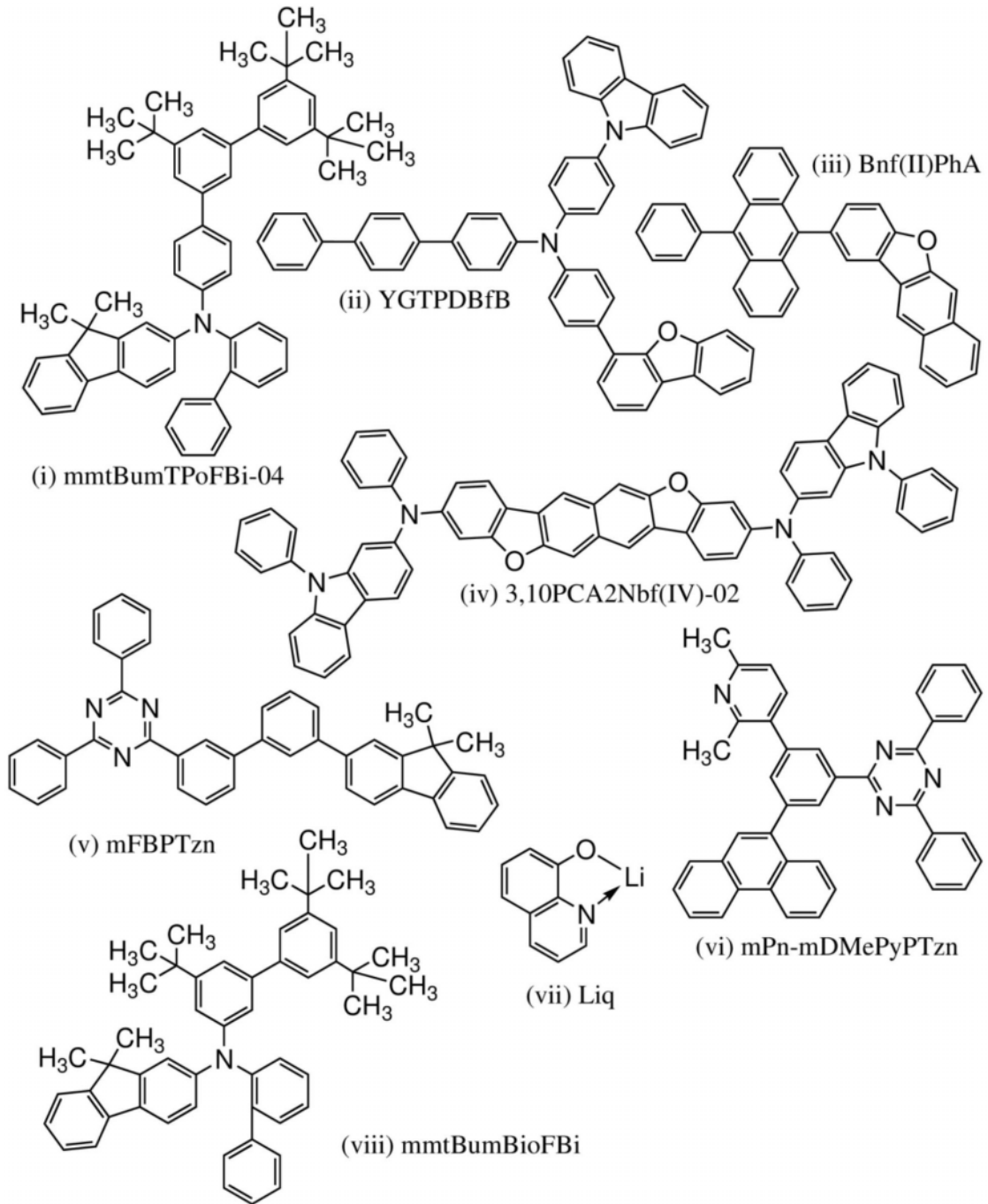
[0355] 另外,通过在多个发光颜色的发光器件中共同使用该低折射率层,可以制造一种以简单、迅速且廉价的方式使多个发光颜色的发光器件的提取效率得到提高的发光效率良好的发光装置。

[0356] 如上所述,在本发明的一个方式的发光装置中,可以在多个发光颜色的发光器件中共同使用以提高一个发光颜色的提取效率的方式调整的低折射率层的同时抑制其他发光颜色的发光器件的发光效率下降并且提高效率。另外,通过在多个发光颜色的发光器件中共同使用低折射率层,不需要按发光颜色分别制造所有EL层,因此可以以简单、迅速且廉价的方式提供一种使多个发光颜色的发光器件的提取效率得到提高的发光效率良好的发光装置。

[0357] (参考例1)

在本参考例中,详细说明考虑GSP的倾斜度的发光器件。以下示出在本参考例中使用的典型的有机化合物的结构式。

[0358] [化学式13]



[0359] (发光器件1的制造方法)

首先,在玻璃衬底上通过溅射法沉积包含氧化硅的铟锡氧化物(ITSO)膜,由此作为阳极形成第一电极101。注意,其厚度为55nm,电极面积为 $2\text{mm} \times 2\text{mm}$ 。

[0360] 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 $200^\circ\text{C}$ 焙烧1小时,然后进行370秒的UV臭氧处理。

[0361] 然后,将衬底引入到其内部压力被降低到 $10^{-4}\text{Pa}$ 左右的真空蒸镀装置中,并且在真空蒸镀装置内的加热室中以 $170^\circ\text{C}$ 进行30分钟的真空烘焙,然后,将衬底冷却30分钟左右。

[0362] 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上通过使用电阻加热的蒸镀法以由上述结构式(i)所示的N-(3',5',5'-三-叔丁基-1,1':3',1''-三联苯-4-基)-N-(1,

1'-联苯-2-基)-9,9-二甲基-9H-芴-2-胺(简称:mmtBumTPoFBi-04)与分子量为672且包含氟的电子受体材料(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。

[0363] 接着,在空穴注入层111上以厚度为100nm的方式蒸镀mmtBumTPoFBi-04形成第一空穴传输层之后,以厚度为10nm的方式沉积由上述结构式(ii)表示的N-[4-(9H-咔唑-9-基)苯基]-N-[4-(4-二苯并呋喃基)苯基]-[1,1':4',1"-三联苯]-4-胺(简称:YGTPDBfB),由此形成空穴传输层112。

[0364] 接着,在空穴传输层112上以由上述结构式(iii)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)以及由上述结构式(iv)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。

[0365] 接着,在发光层113上以厚度为10nm的方式沉积由上述结构式(v)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),由此形成空穴阻挡层。

[0366] 然后,以由上述结构式(vi)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)、由上述结构式(vii)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15nm的方式进行共蒸镀,由此形成电子传输层114。

[0367] 在形成电子传输层114之后,以厚度为1nm的方式蒸镀Liq来形成电子注入层115,最后以厚度为200nm的方式蒸镀铝来形成第二电极102,由此制造发光器件1。

[0368] (比较发光器件1的制造方法)

除了将发光器件1中的mmtBumTPoFBi-04替换为由上述结构式(viii)表示的N-(1,1'-联苯-2-基)-N-[(3,3',5'-三-叔丁基)-1,1'-联苯-5-基]-9,9-二甲基-9H-芴-2-胺(简称:mmtBumBioFBi)以外,与发光器件1同样地制造比较发光器件1。

[0369] 下表示出上述发光器件1及比较发光器件1的器件结构。

[0370] [表9]

		厚度	发光器件1	比较发光器件1
电子注入层		1nm	Liq	
电子传输层		15nm	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)	
空穴传输层	2	10nm	YGTPDBiB	
	1	100nm	mmtBumTPoFbi-04	mmtBumBioFbi
空穴注入层		10nm	mmtBumTPoFbi-04: OCHD-003 (1:0.1)	mmtBumBioFbi: OCHD-003 (1:0.1)

[0371] 在氮气气氛的手套箱内以不暴露于大气的方式使用玻璃衬底密封上述发光器件1及比较发光器件1(将密封材料涂布在器件周围,在密封时进行UV处理且以80℃进行1小时的热处理),然后对这些发光器件的初始特性进行测量。注意,不对制造发光器件的玻璃衬底进行用来提高光提取效率的特殊处理。

[0372] 图17示出发光器件1及比较发光器件1的亮度-电流密度特性,图18示出亮度-电压特性,图19示出电流效率-亮度特性,图20示出电流密度-电压特性,图21示出外部量子效率-亮度特性,并且图22示出发射光谱。此外,表11示出各发光器件的1000cd/m<sup>2</sup>附近的主要特性。注意,使用分光辐射亮度计(拓普康公司制造,UR-UL1R)在常温下测量亮度、CIE色度、发射光谱。此外,外部量子效率使用所测量的亮度及发射光谱并在假设配光特性为朗伯特型的条件下算出。

[0373] [表10]

	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)	外部量子 效率(%)
发光器件1	4.0	0.70	17.6	0.14	0.10	6.2	7
比较发光器件1	4.8	0.81	20.2	0.14	0.12	5.0	5

[0374] 从图17至图22及表11可知:与比较发光器件1相比,发光器件1是驱动电压及发光效率良好的具有良好特性的发光器件。

[0375] 在此,下表示出用于各发光器件中的空穴传输层的具有空穴传输性的有机化合物的蒸镀膜的GSP(mV/nm)的结果。另外,还示出从用于之前形成的空穴传输层(第一空穴传输层)的具有空穴传输性的有机化合物(HTM1)的GSP(GSP1)减去用于之后形成的空穴传输层(第二空穴传输层)的具有空穴传输性的有机化合物(HTM2)的GSP(GSP2)的值(ΔGSP)。

[0376] [表11]

	发光器件1	比较发光器件1
HTM2	YGTPDBfB	
GSP2 (mV/nm)	8.7	
HTM1	mmtBumTPoFBi-04	mmtBumBioFBi
GSP1 (mV/nm)	16.7	40.6
$\Delta$ GPS (mV/nm)	8	31.9

[0377] 如此,可认为由于比较发光器件1的 $\Delta$ GSP较大,所以从第一空穴传输层向第二空穴传输层的空穴注入性不良而导致驱动电压的上升。另一方面,可知 $\Delta$ GSP较小的发光器件为驱动电压较低的具有良好特性的发光器件。

[符号说明]

[0378] 100:绝缘层、101:第一电极、101-1:反射电极、101-2:具有透光性的电极(阳极)、102:第二电极、103:EL层、103\_1:发光单元、103\_2:发光单元、111:空穴注入层、113:发光层、113L:发光层、113S:发光层、113S\_1:发光层、113S\_2:发光层、113L\_1:发光层、113L\_2:发光层、113R:发光层、113G:发光层、113B:发光层、114:电子传输层、114R:电子传输层、114G:电子传输层、114B:电子传输层、114L\_2:电子传输层、114\_1:电子传输层、114S\_2:电子传输层、115:电子注入层、115\_2:电子注入层、121:第一层、121-1:层、121-2:层、122:第二层、122a:第二层、122b:第二层、122c:第二层、122Ga:第二层、122Gb:第二层、122Gc:第二层、122Ra:第二层、122Rb:第二层、122Rc:第二层、123:绝缘层、130电子阻挡层、601:源极线驱动电路、602:像素部、603:栅极线驱动电路、604:密封衬底、605:密封材料、607:空间、608:布线、609:FPC(柔性印刷电路)、610:元件衬底、611:开关FET、612:电流控制FET、613:第一电极、614:绝缘物、616:EL层、617:第二电极、618:发光器件、1001衬底、1002基底绝缘膜、1003栅极绝缘膜、1006栅电极、1007栅电极、1008栅电极、1020第一层间绝缘膜、1021第二层间绝缘膜、1024R第一电极、1024G第一电极、1024B第一电极、1025分隔壁、1028EL层、1029第二电极、1031密封衬底、1032密封材料、1034R红色着色层、1034G绿色着色层、1034B蓝色着色层、1035黑矩阵、1037第三层间绝缘膜、1040像素部、1041驱动电路部、1042周边部、2100:机器人、2110:运算装置、2101:照度传感器、2102:麦克风、2103:上部照相机、2104:扬声器、2105:显示器、2106:下部照相机、2107:障碍物传感器、2108:移动机构、5000:框体、5001:显示部、5002:第二显示部、5003:扬声器、5004:LED灯、5006:连接端子、5007:传感器、5008:麦克风、5012:支撑部、5013:耳机、5100:扫地机器人、5101:显示器、5102:照相机、5103:刷子、5104:操作按钮、5150:便携式信息终端、5151:框体、5152:显示区域、5153:弯曲部、5120:垃圾、5200:显示区域、5201:显示区域、5202:显示区域、5203:显示区域、7101:框体、7103:显示部、7105:支架、7107:显示部、7109:操作键、7110:遥控操作机、7201:主体、7202:框体、7203:显示部、7204:键盘、7205:外部连接端口、7206:指向装置、7210:显示部、7401:框体、7402:显示部、7403:操作按钮、7404:外部连接端口、7405:扬声器、7406:麦克风、9310:便携式信息终端、9311:显示面板、9313:铰链部、9315:框体

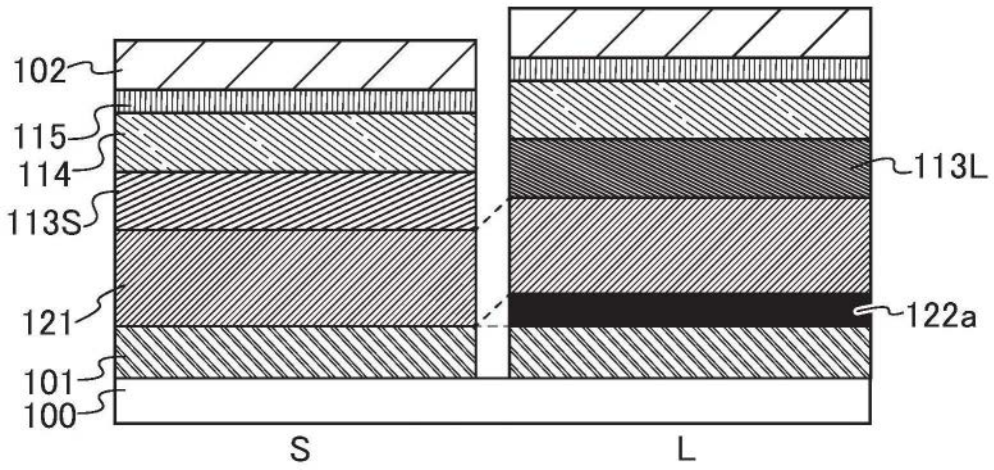


图1A

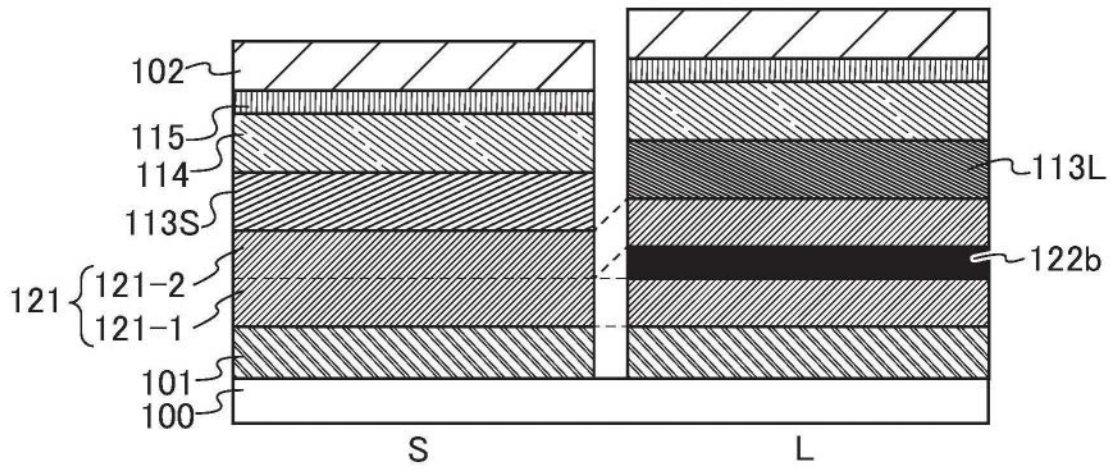


图1B

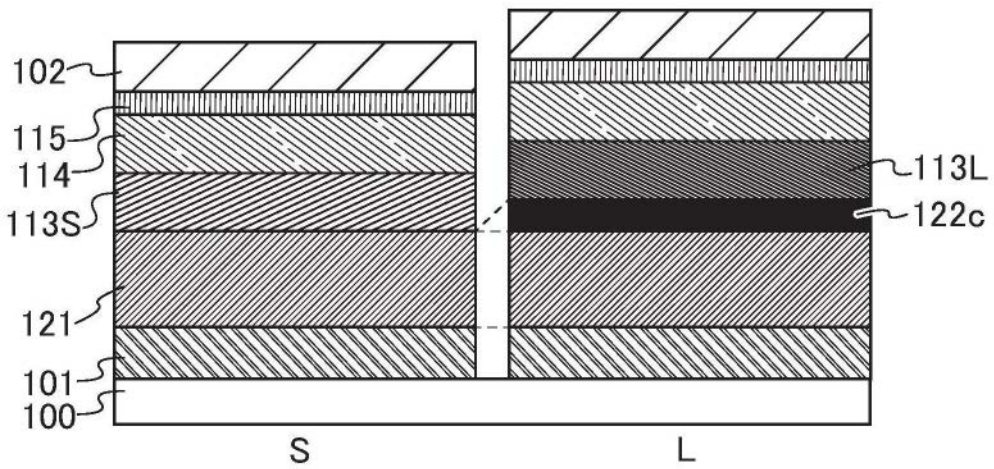


图1C

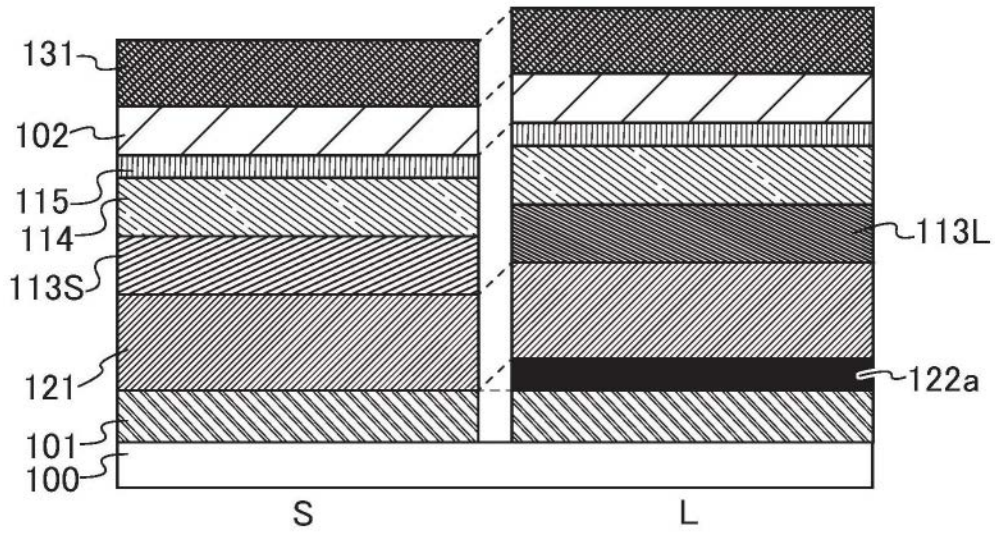


图2

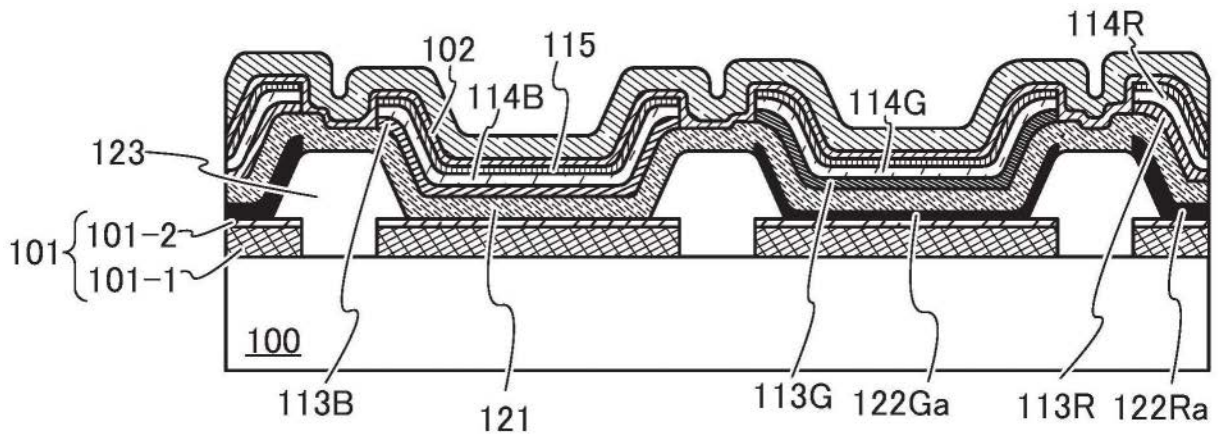


图3A

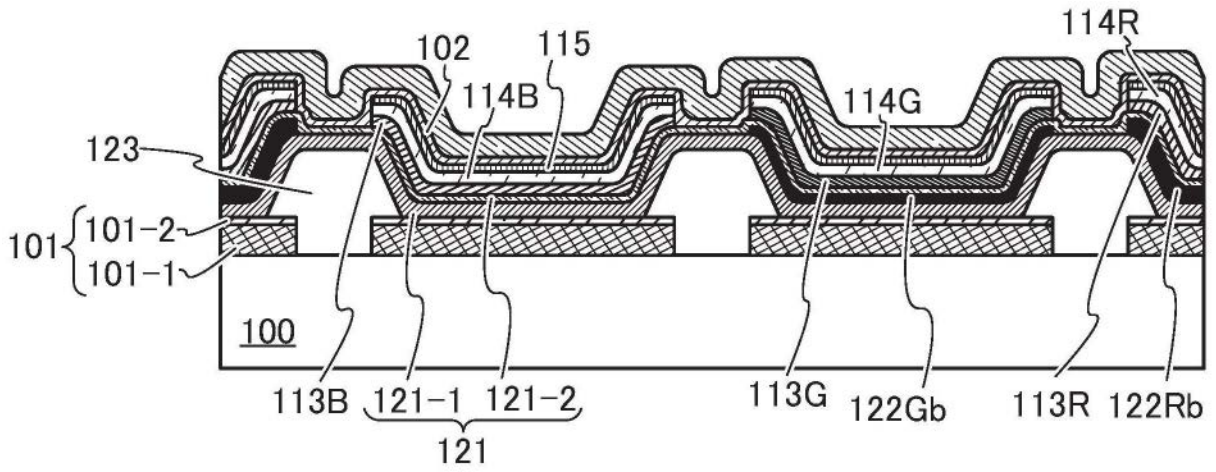


图3B

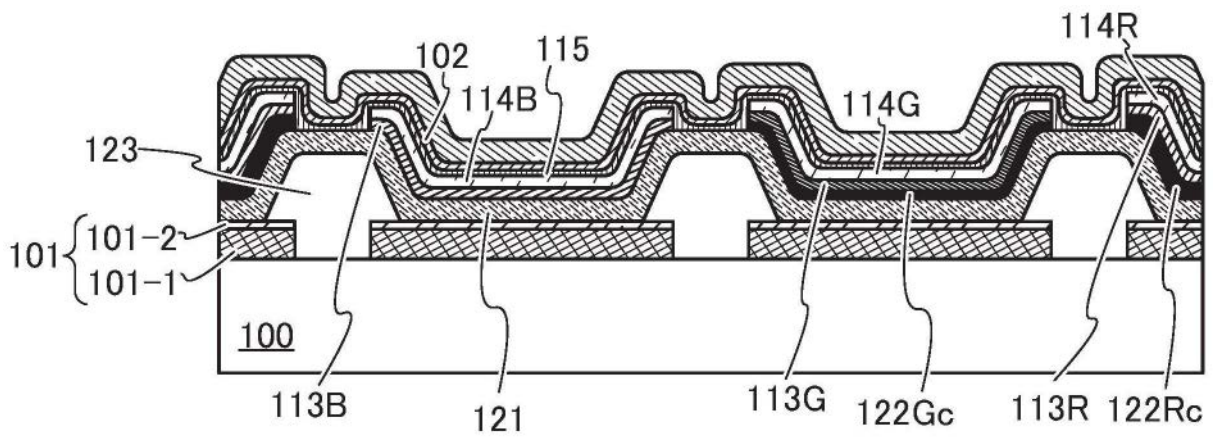


图3C

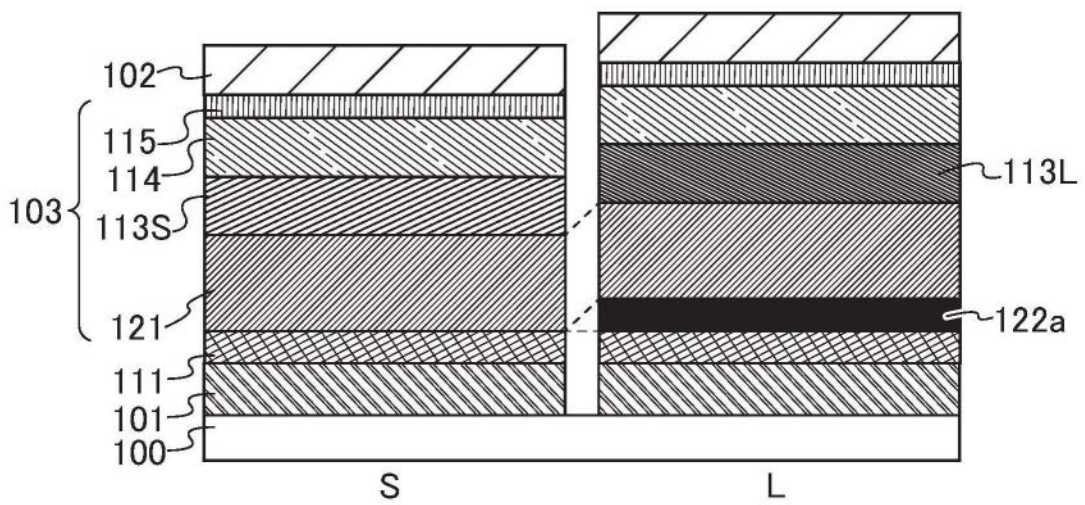


图4A

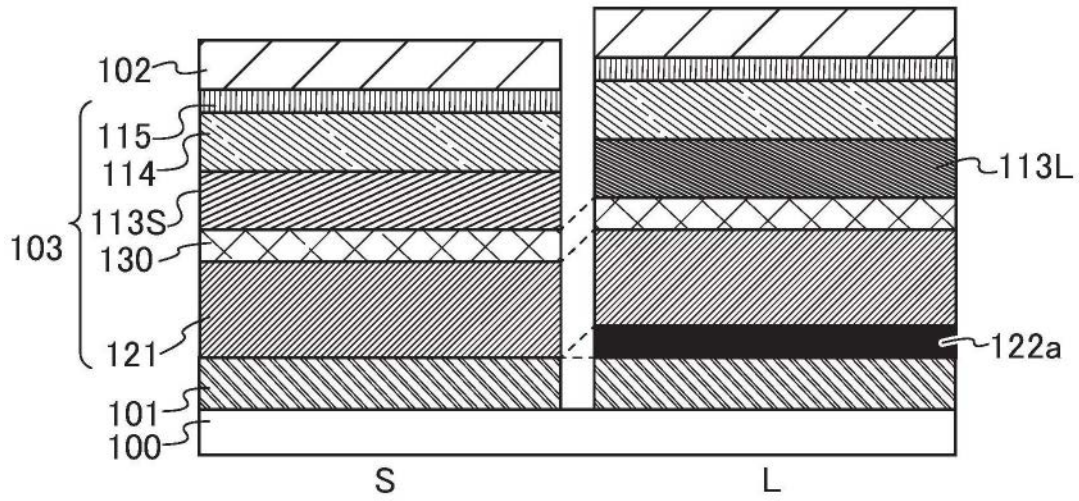


图4B

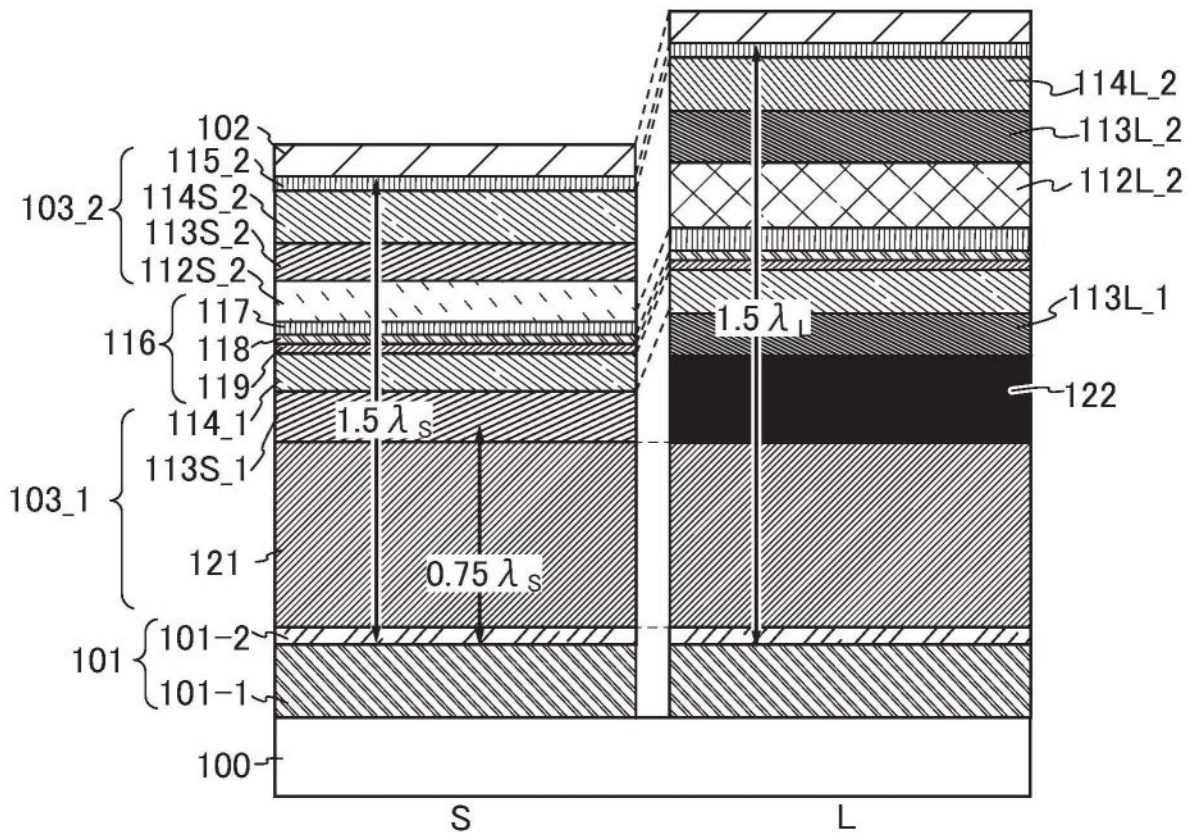
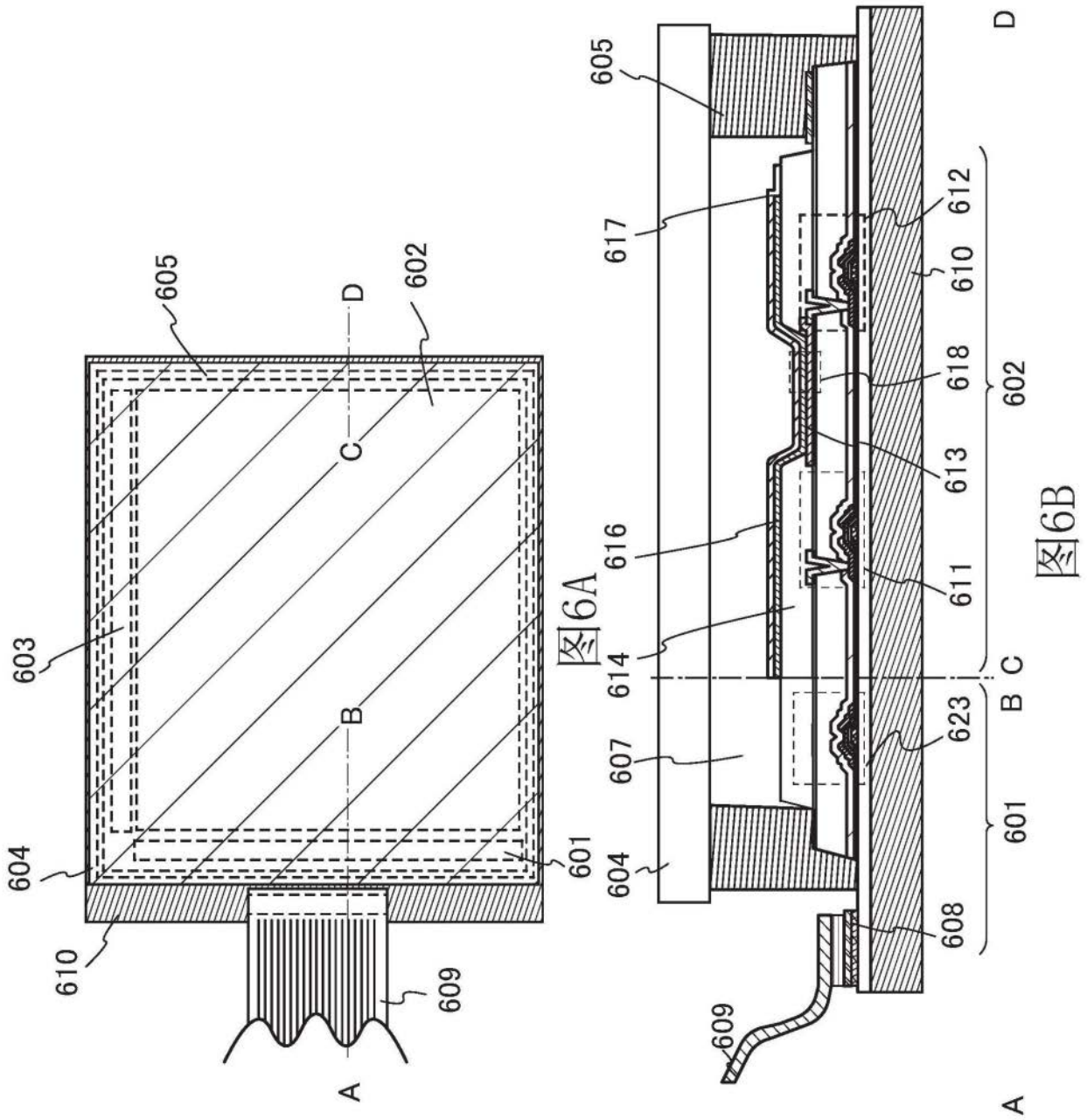


图5



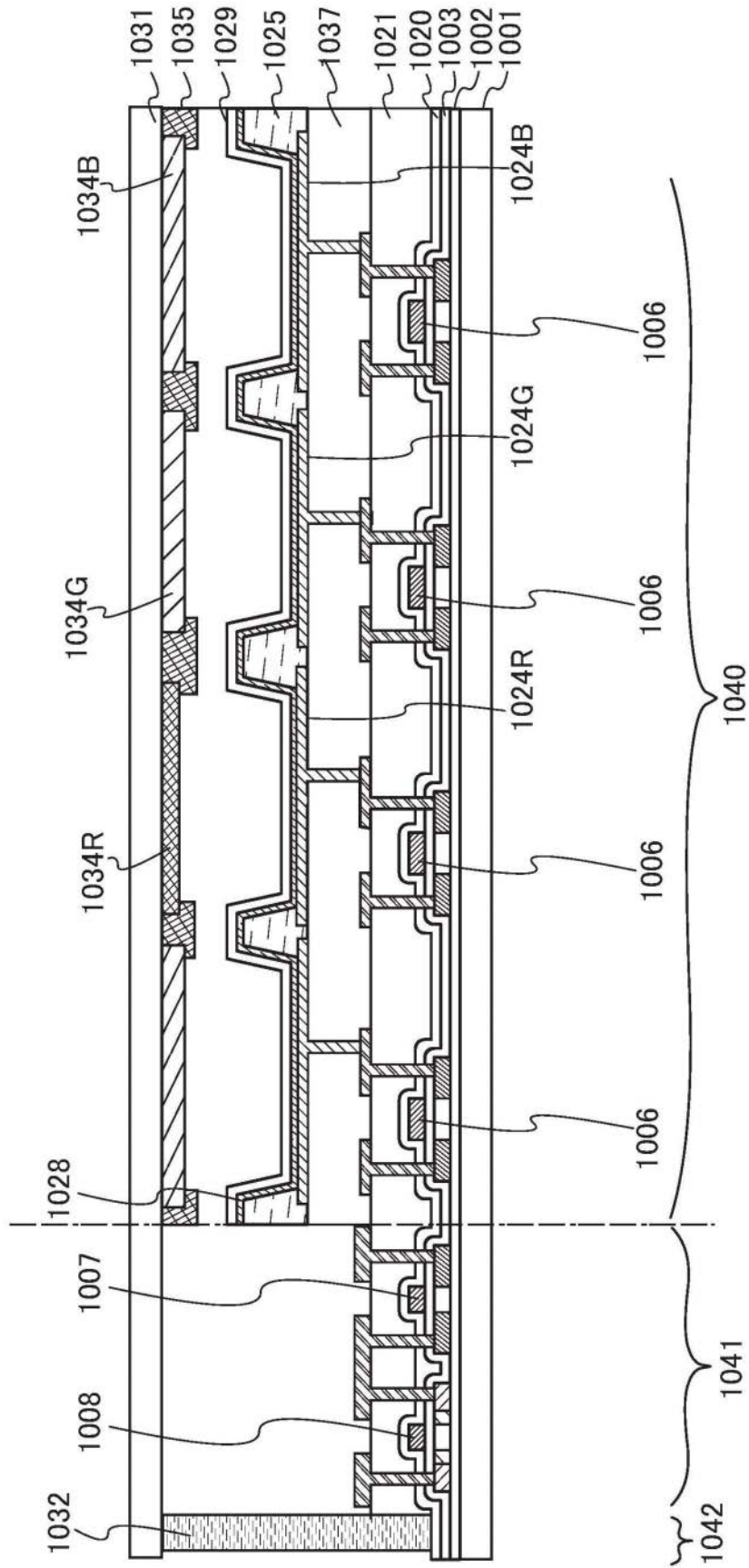


图7

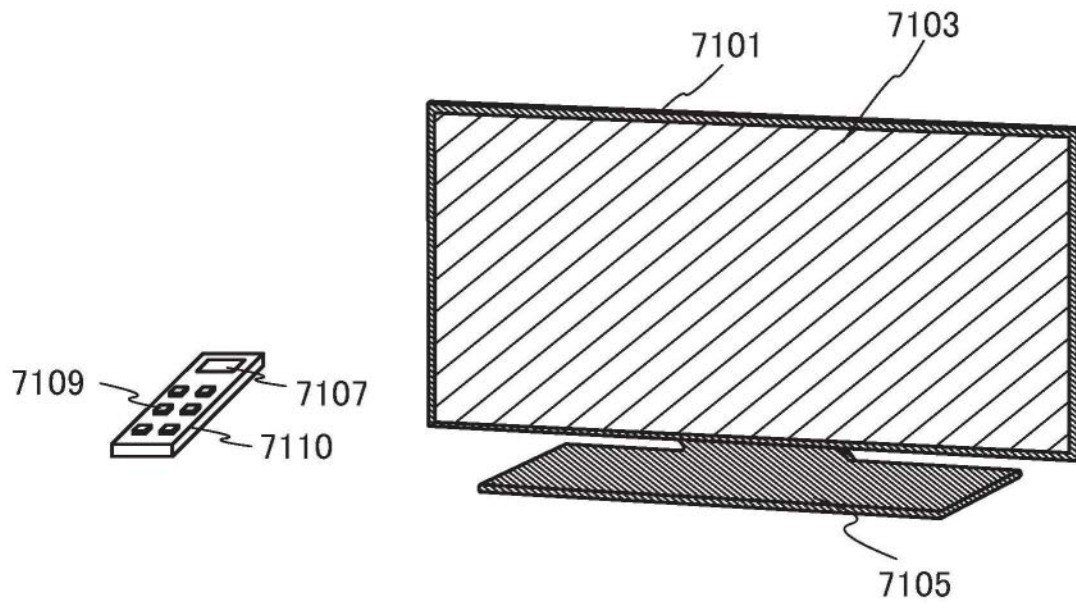


图8A

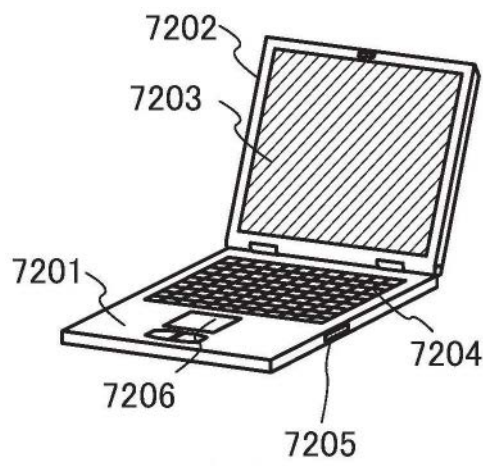


图8B

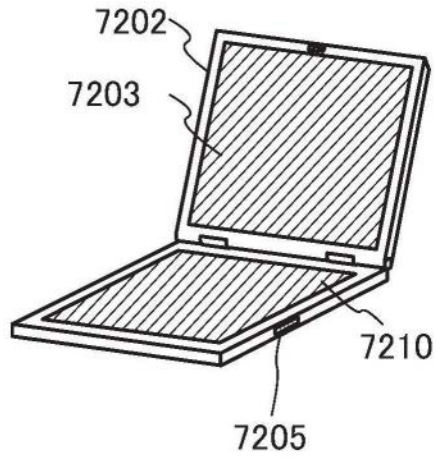


图8C

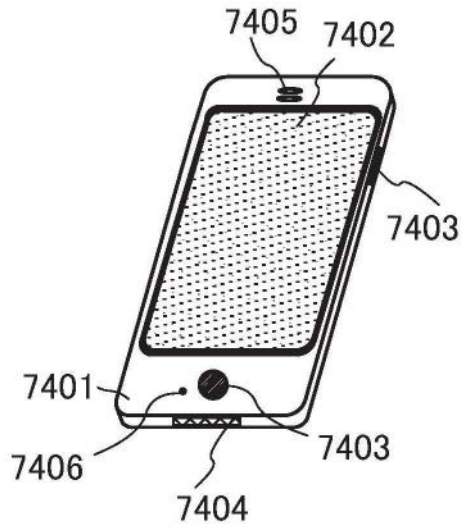


图8D

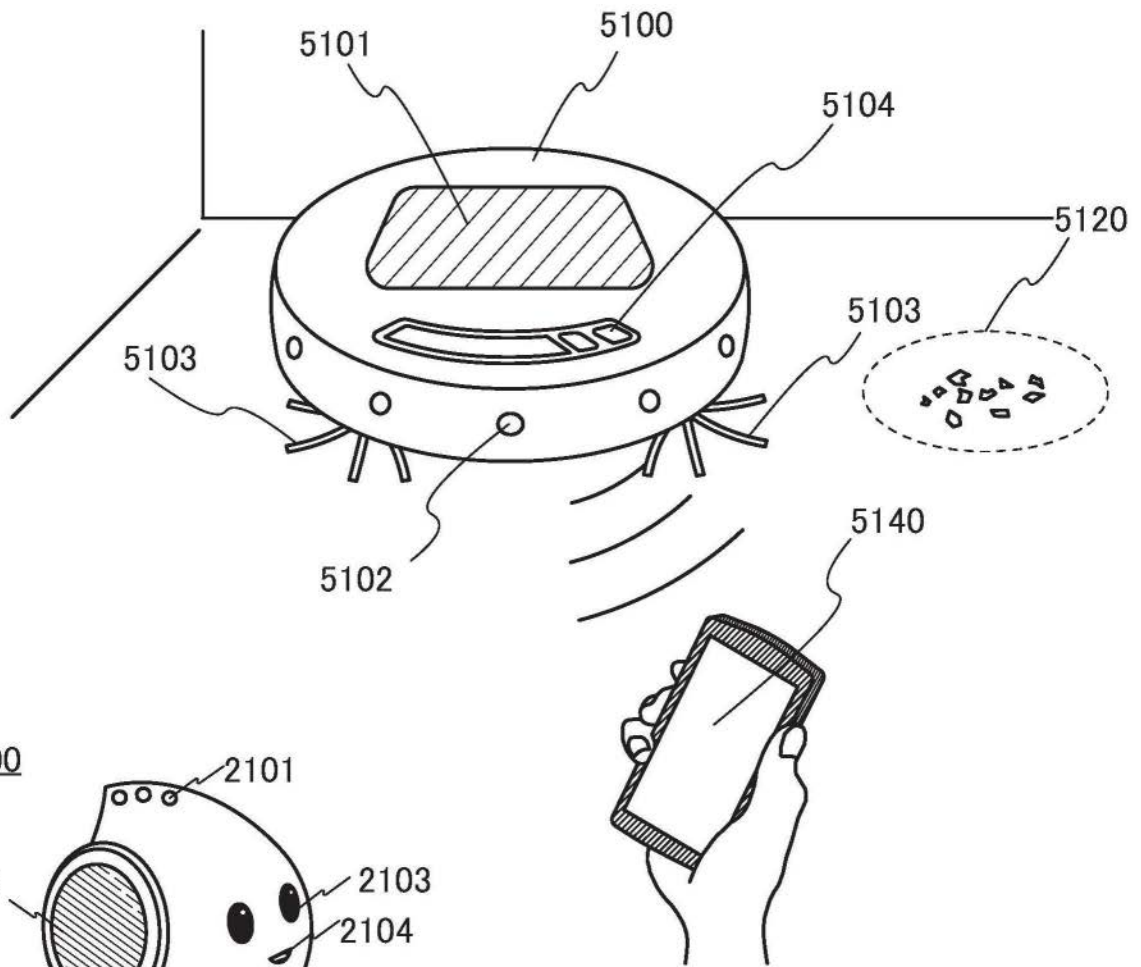


图9A

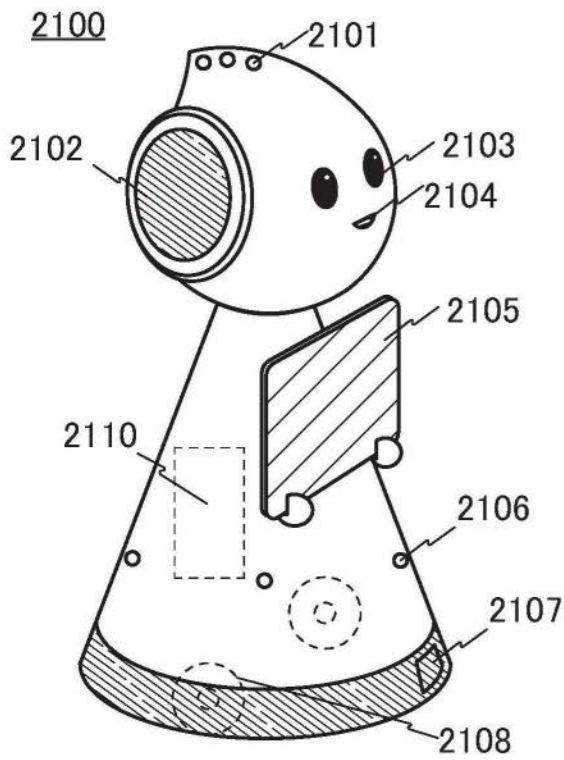


图9B

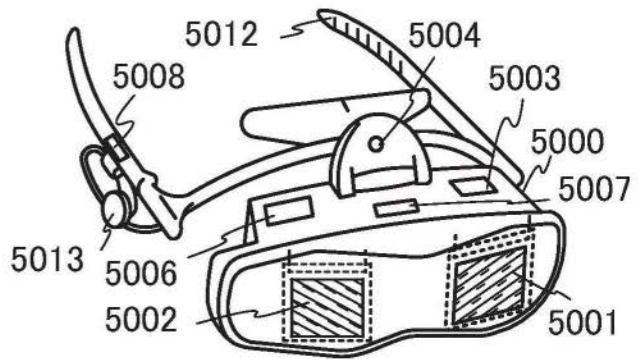


图9C

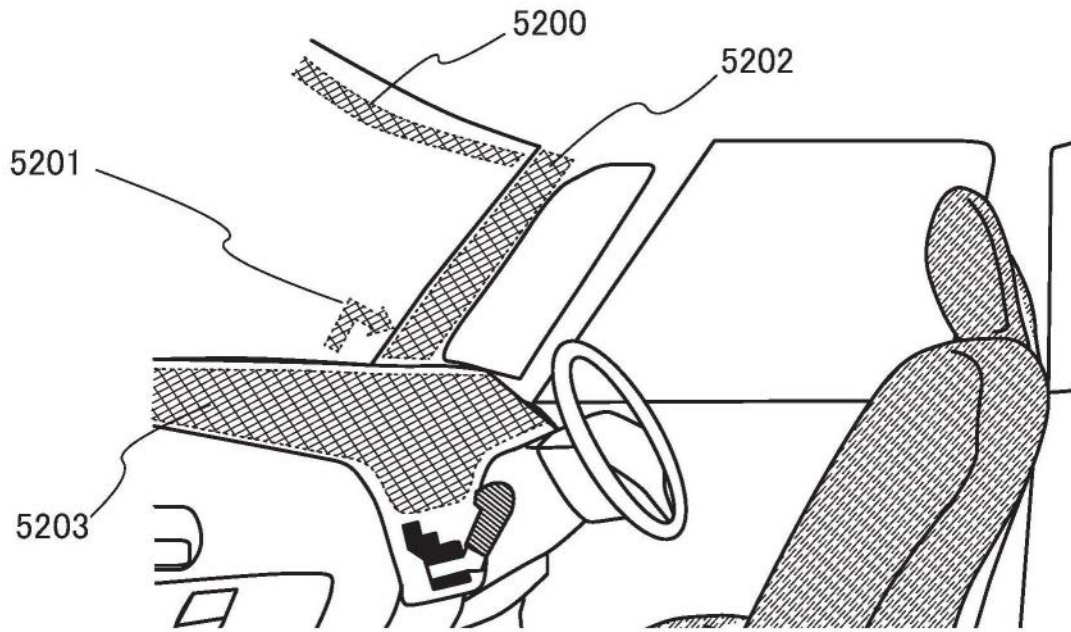


图10

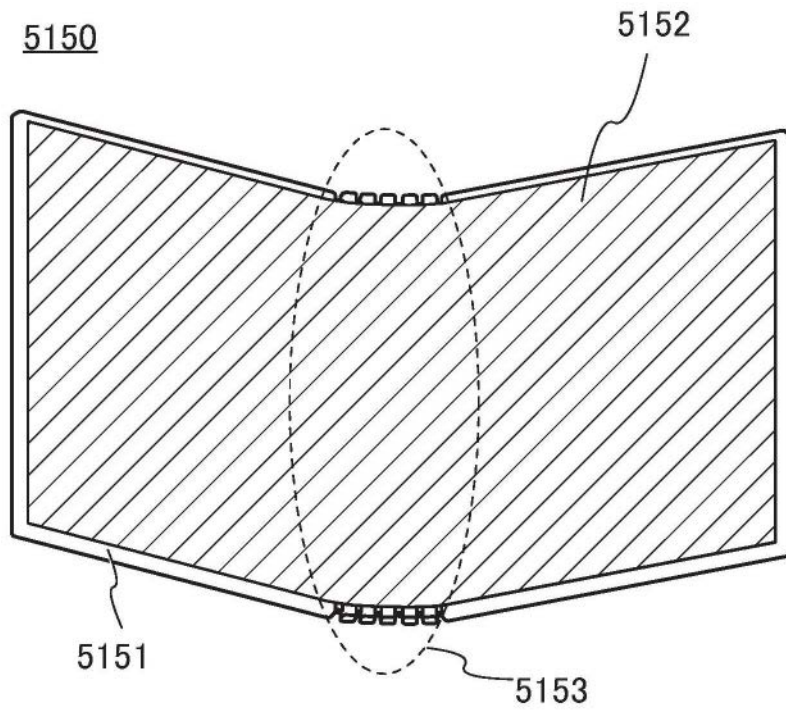


图11A

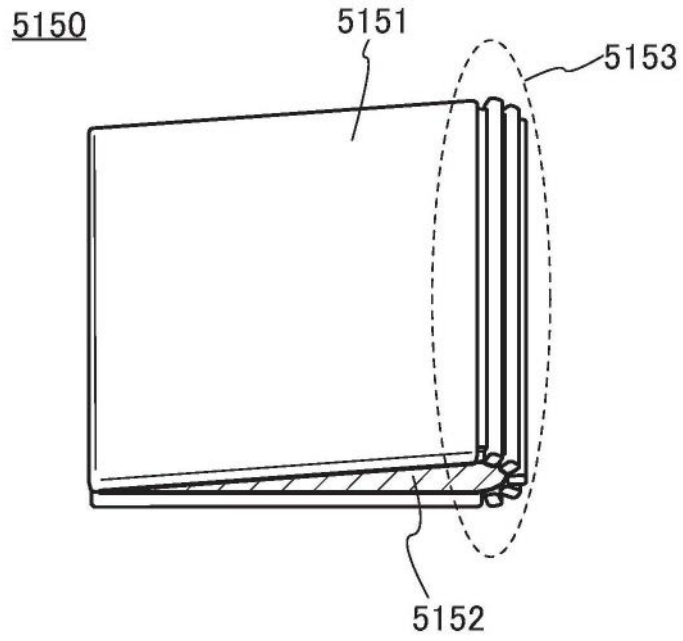


图11B

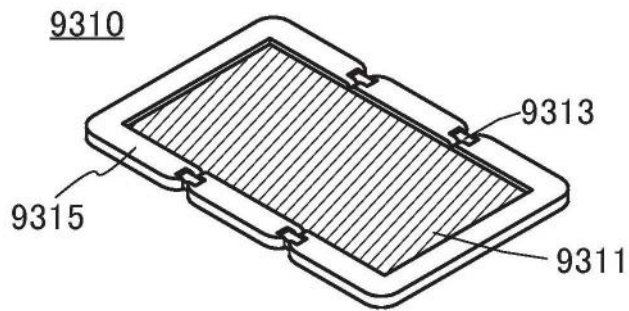


图12A

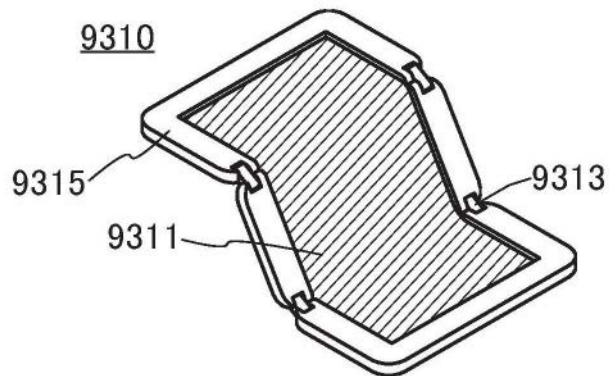


图12B

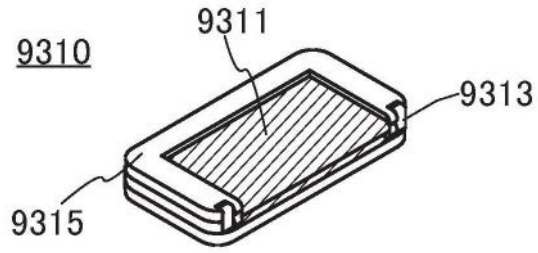


图12C

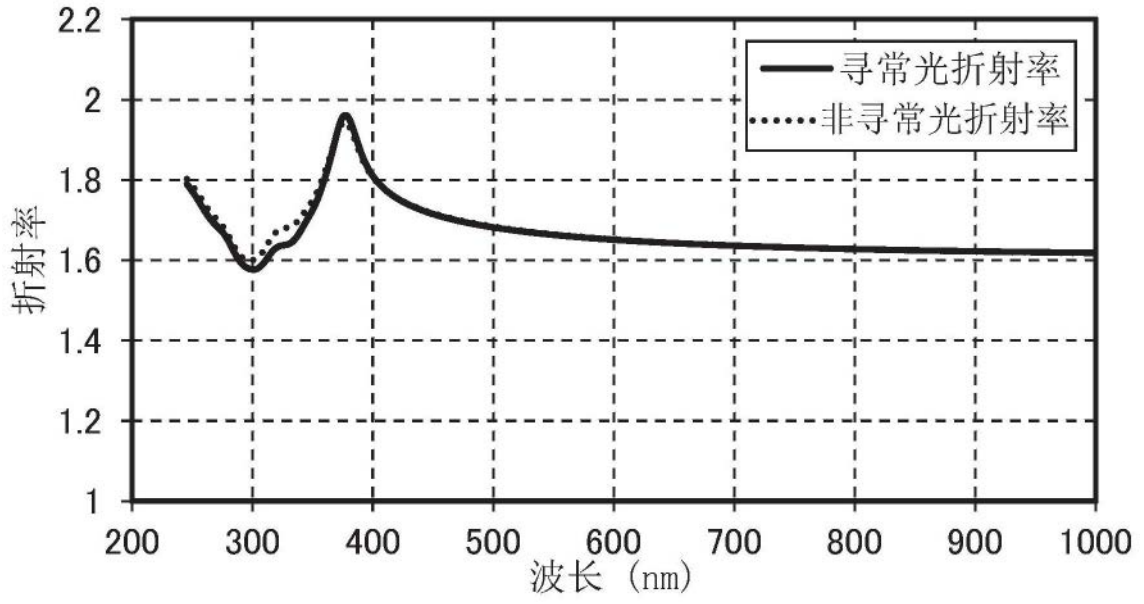


图13

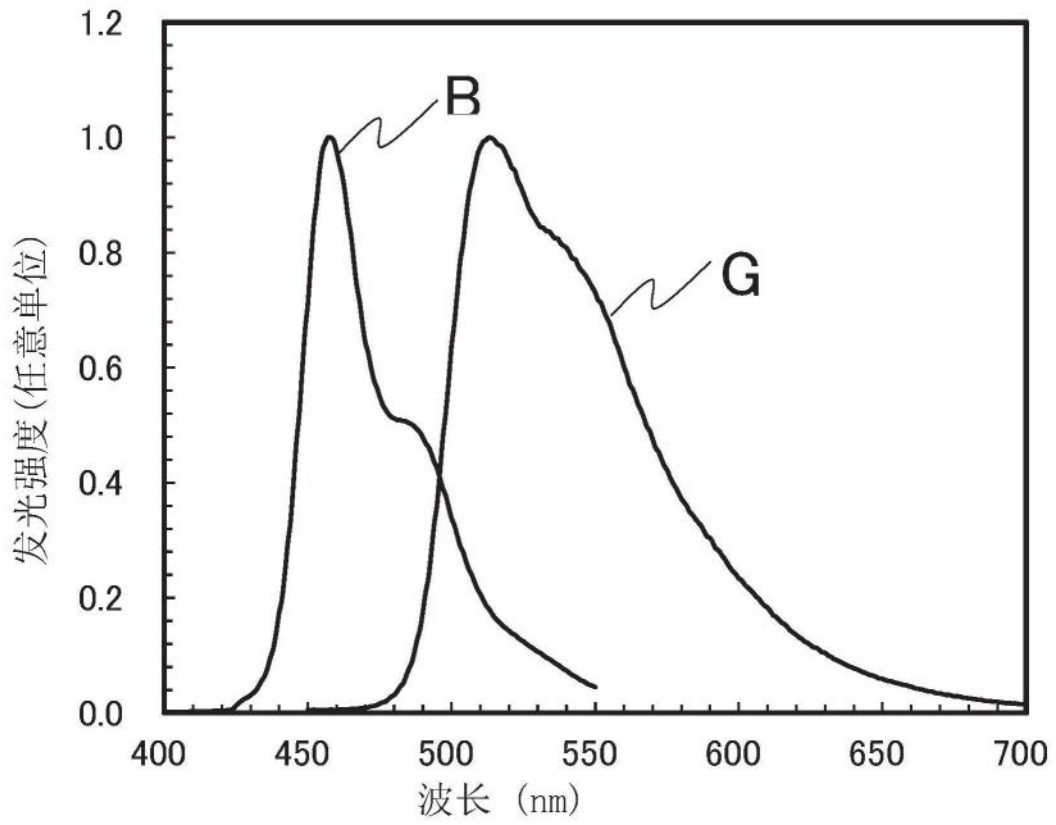


图14

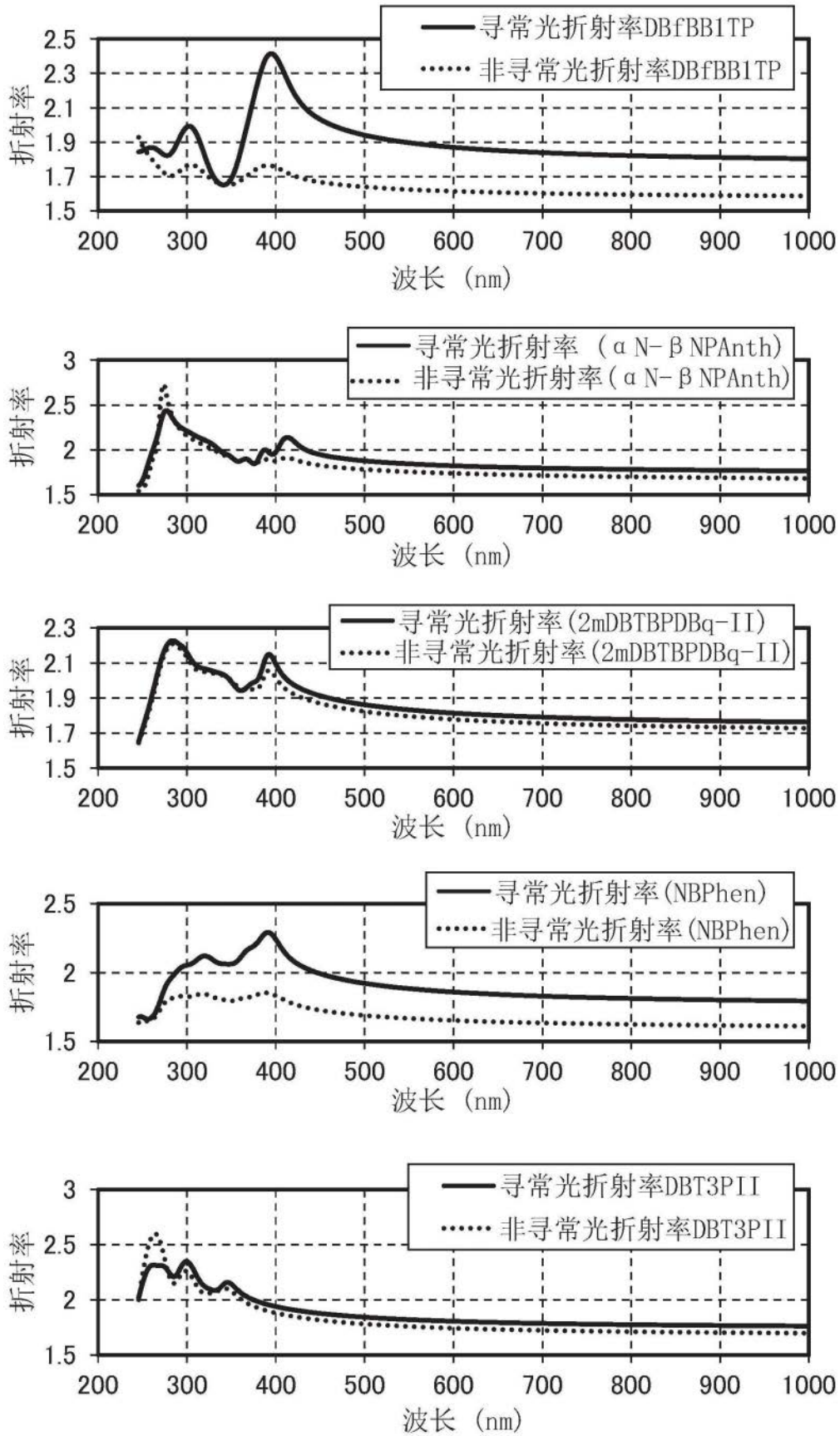


图15

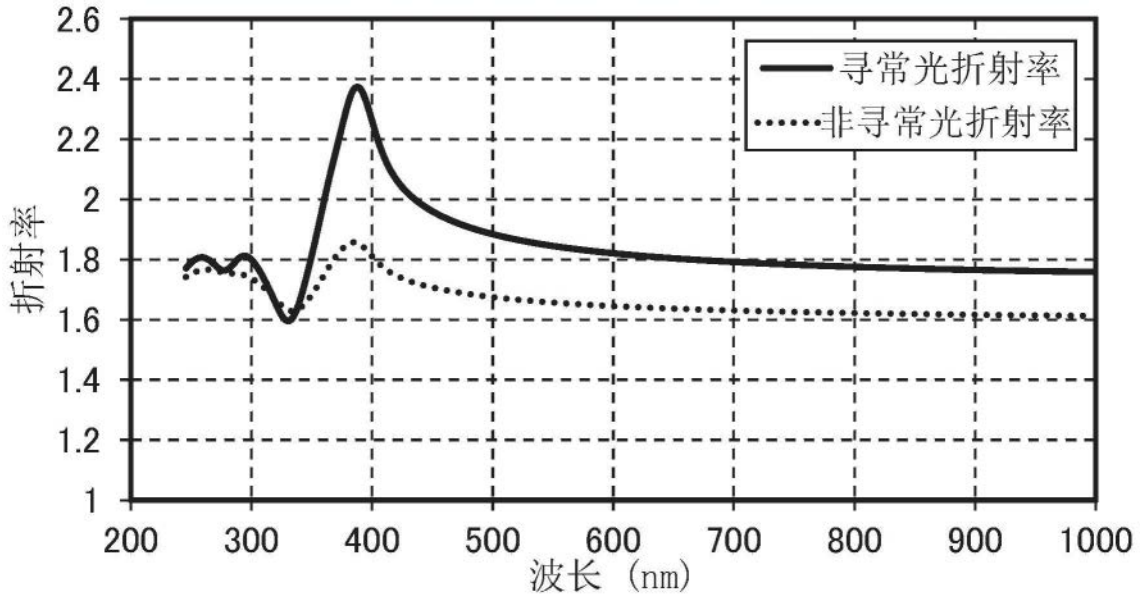


图16

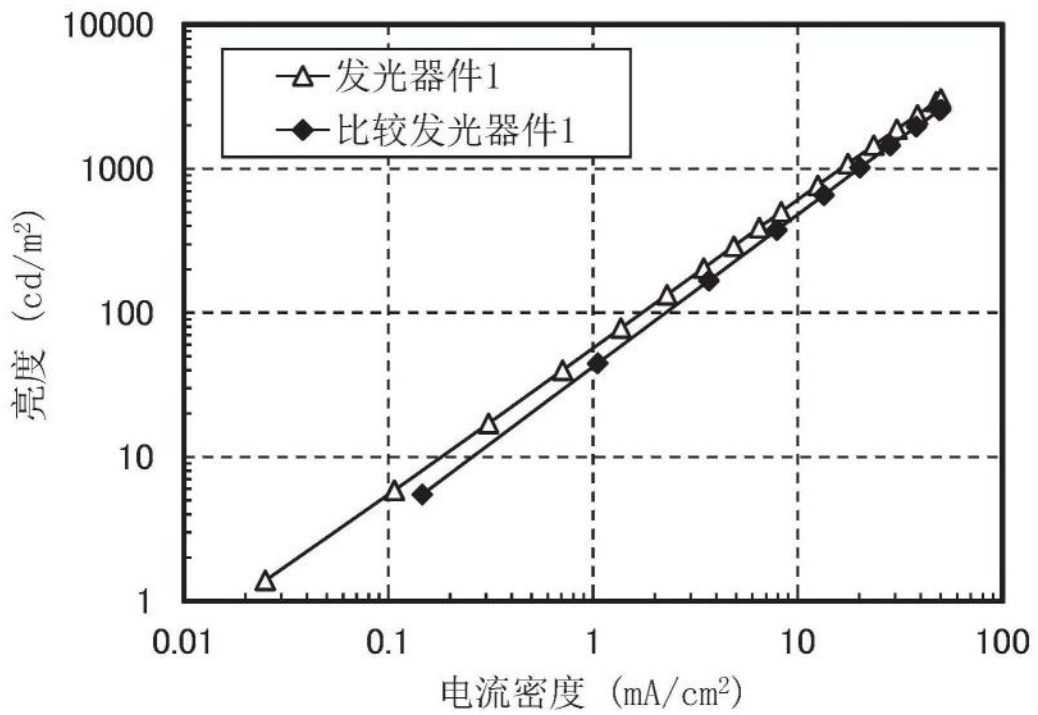


图17

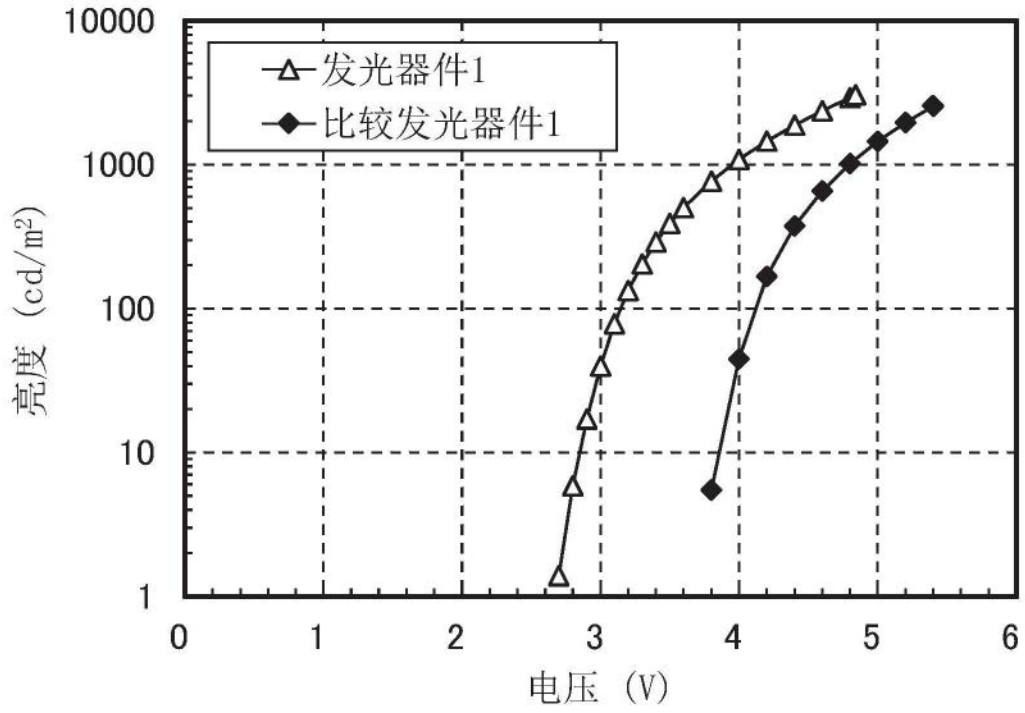


图18

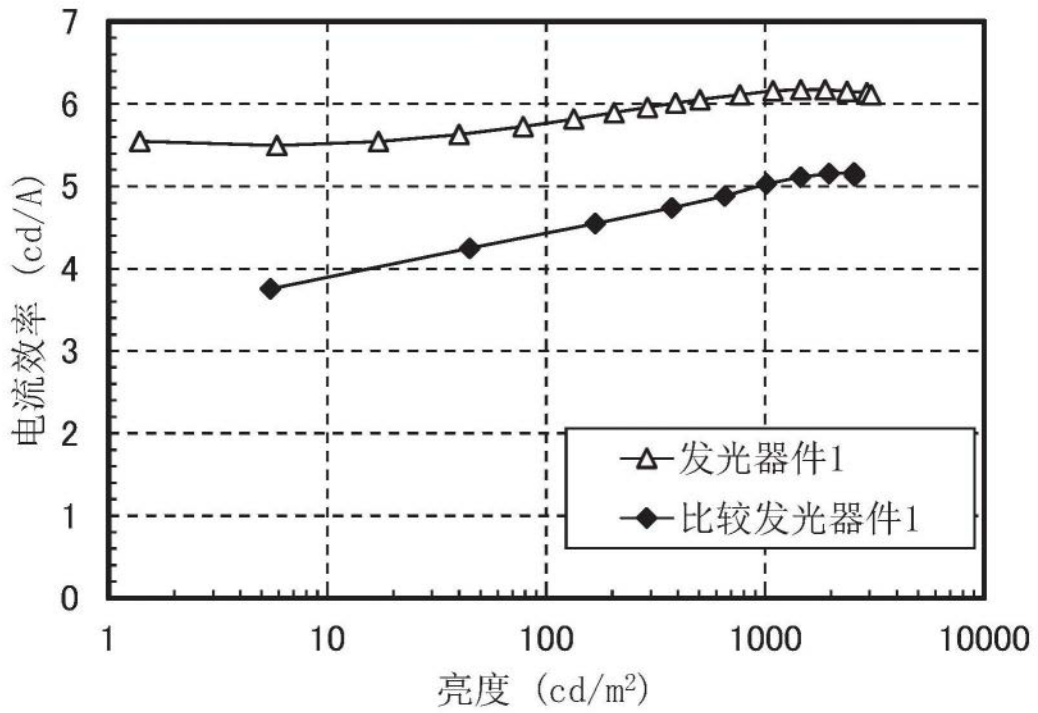


图19

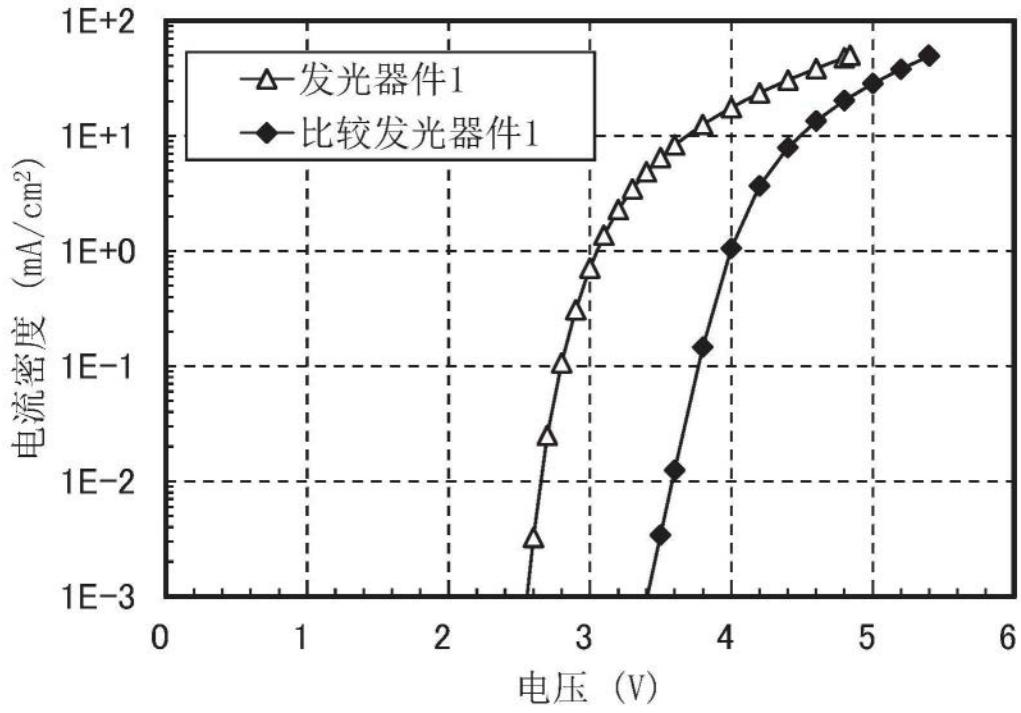


图20

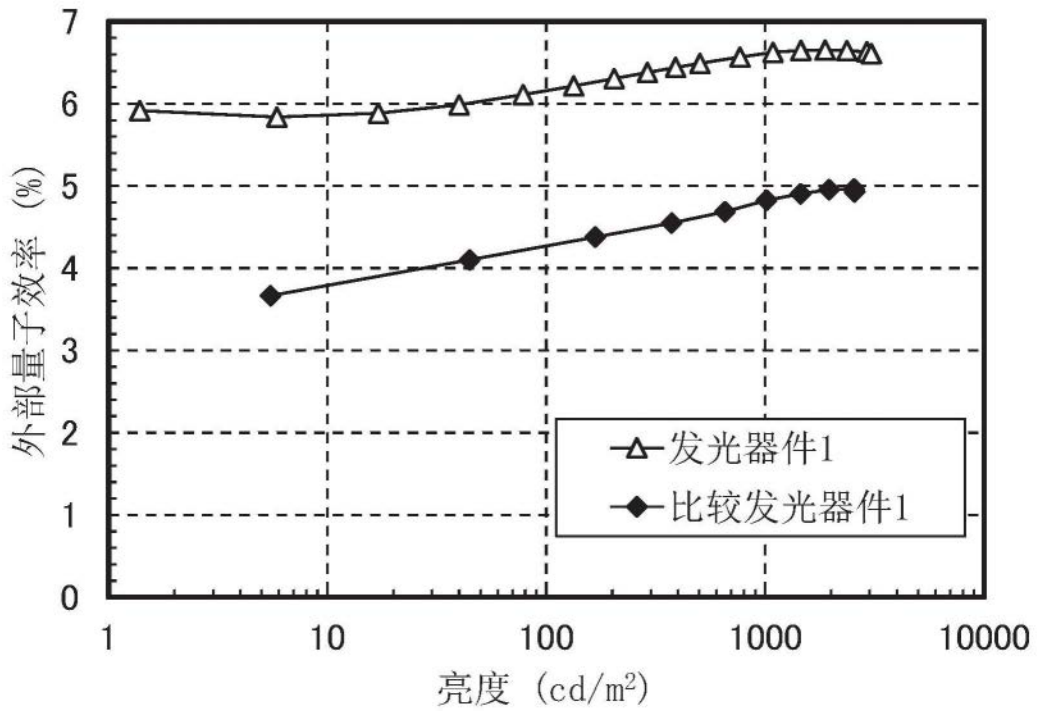


图21

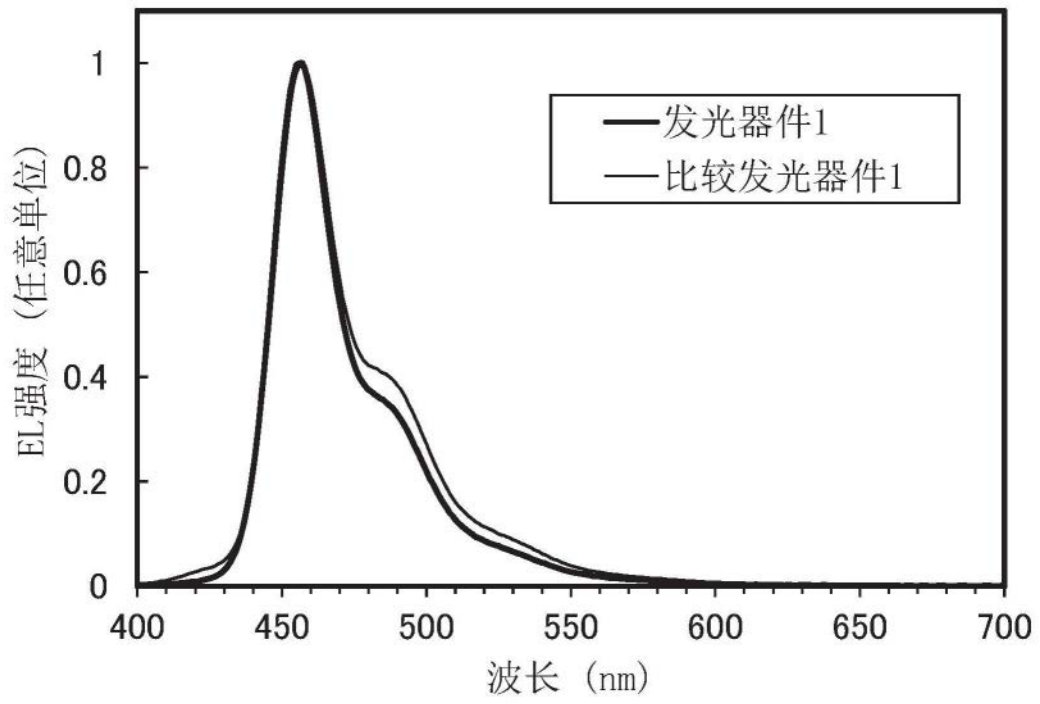


图22