



## (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115197073 A

(43) 申请公布日 2022. 10. 18

(21) 申请号 202210374194.6

(22) 申请日 2022.04.11

(30) 优先权数据

2021-066453 2021.04.09 JP

(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 久保田朋広 鸟巢崇生 渡部刚吉

植田蓝莉 河野优太 大泽信晴

濑尾哲史

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公

司 31100

专利代理师 葛臻翼 刘多益

(51) Int. Cl.

C07C 211/61 (2006.01)

C07C 209/10 (2006.01)

C07C 211/45 (2006.01)

C07C 17/263 (2006.01)

C07C 25/18 (2006.01)

C07C 17/358 (2006.01)

C07C 25/22 (2006.01)

C07C 29/38 (2006.01)

C07C 33/46 (2006.01)

C09K 11/06 (2006.01)

H01L 51/54 (2006.01)

H01L 27/32 (2006.01)

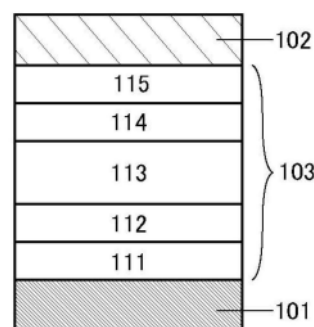
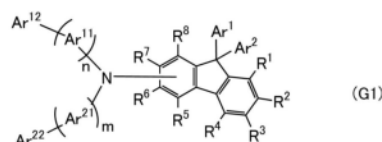
权利要求书4页 说明书93页 附图35页

## (54) 发明名称

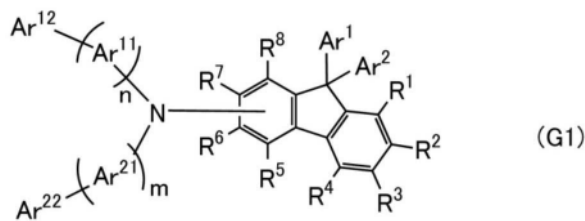
有机化合物、发光器件、发光装置、电子设备  
及照明装置

## (57) 摘要

提供一种折射率较小并具有空穴传输性的有机化合物、以及发光器件、发光装置、电子设备  
及照明装置。提供一种由通式 (G1) 表示的有机化合物。在通式 (G1) 中,  $Ar^{12}$  表示成环碳原子数为6至10的芳基, 并具有至少一个碳原子数为3至12的支链烷基或环烷基。 $Ar^{12}$  所具有的所述碳原子数为3至12的支链烷基或环烷基的碳原子数的总和为6至36。另外,  $Ar^{11}$  及  $Ar^{21}$  表示取代或未取代的成环碳原子数为6至13的亚芳基。另外,  $Ar^{22}$  表示取代或未取代的成环碳原子数为6至10的芳基。另外,  $n$  及  $m$  分别独立地表示0或1的整数。另外,  $Ar^1$  表示具有至少一个碳原子数为1至6的烷基的苯基。 $Ar^2$  表示具有至少一个碳原子数为1至6的烷基的苯基或碳原子数为1至4的烷基。



1. 一种由通式 (G1) 表示的有机化合物：



其中,  $\text{Ar}^{12}$  表示成环碳原子数为 6 至 10 的芳基, 并具有至少一个碳原子数为 3 至 12 的支链烷基或环烷基,

$\text{Ar}^{12}$  所具有的所述碳原子数为 3 至 12 的支链烷基或环烷基的碳原子数的总和为 6 至 36,

$\text{Ar}^{11}$  表示取代或未取代的成环碳原子数为 6 至 13 的亚芳基,

$n$  表示 0 或 1 的整数,

$\text{Ar}^{22}$  表示取代或未取代的成环碳原子数为 6 至 10 的芳基,

$\text{Ar}^{21}$  表示取代或未取代的成环碳原子数为 6 至 13 的亚芳基,

$m$  表示 0 或 1 的整数,

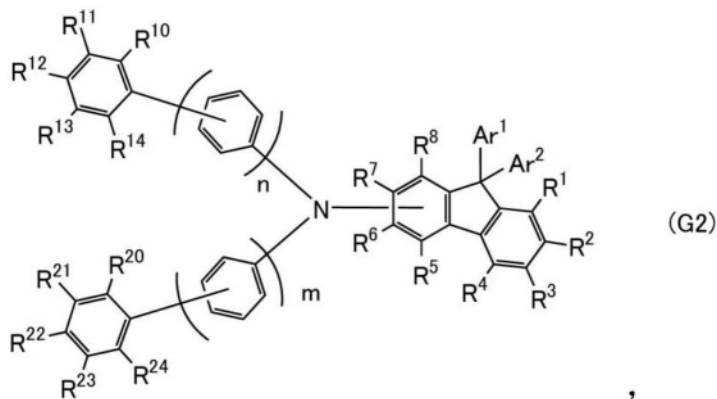
$\text{Ar}^1$  表示具有至少一个碳原子数为 1 至 6 的烷基的苯基,

$\text{Ar}^2$  表示具有至少一个碳原子数为 1 至 6 的烷基的苯基或碳原子数为 1 至 4 的烷基,

$\text{R}^1$  至  $\text{R}^4$  分别独立地表示氢原子或碳原子数为 1 至 4 的烷基,

并且,  $\text{R}^5$  至  $\text{R}^8$  中的任一个表示直接键合于氮原子的键, 其他多个分别独立地表示氢原子或碳原子数为 1 至 4 的烷基。

2. 一种由通式 (G2) 表示的有机化合物：



其中,  $\text{Ar}^1$  表示具有至少一个碳原子数为 1 至 6 的烷基的苯基,

$\text{Ar}^2$  表示具有至少一个碳原子数为 1 至 6 的烷基的苯基或碳原子数为 1 至 4 的烷基,

$\text{R}^1$  至  $\text{R}^4$  分别独立地表示氢原子或碳原子数为 1 至 4 的烷基,

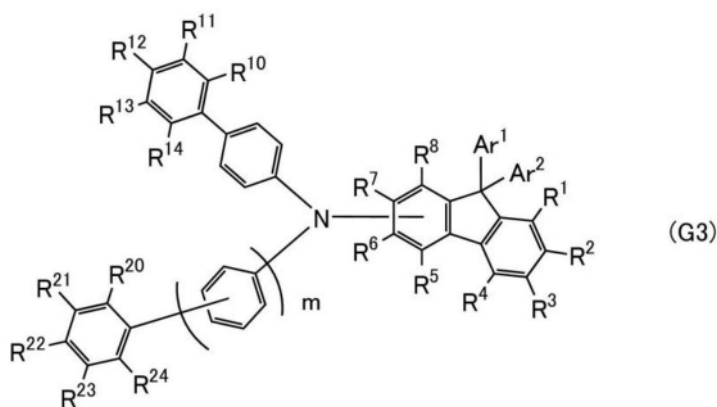
$\text{R}^5$  至  $\text{R}^8$  中的任一个表示直接键合于氮原子的键, 其他多个分别独立地表示氢原子或碳原子数为 1 至 4 的烷基,

$\text{R}^{10}$  至  $\text{R}^{14}$  以及  $\text{R}^{20}$  至  $\text{R}^{24}$  分别独立地表示氢原子或碳原子数为 3 至 12 的支链烷基或环烷基,

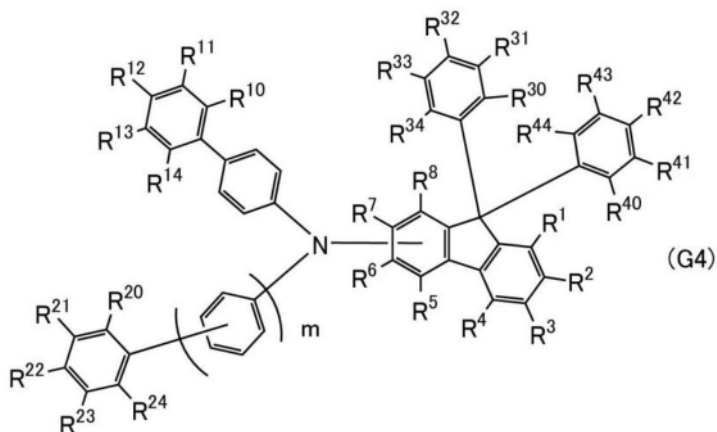
$\text{R}^{10}$  至  $\text{R}^{14}$  的碳原子数的总和为 6 至 36,

并且,  $n$  及  $m$  分别独立地表示 0 或 1 的整数。

3. 根据权利要求 2 所述的有机化合物, 其中所述通式 (G2) 由通式 (G3) 表示：



4. 根据权利要求2所述的有机化合物,其中所述通式(G2)由通式(G4)表示:



其中 $R^{30}$ 至 $R^{34}$ 中的至少一个表示碳原子数为3至6的支链烷基或环烷基,其他多个分别表示氢原子,

并且 $R^{40}$ 至 $R^{44}$ 中的至少一个表示碳原子数为3至6的支链烷基或环烷基,其他多个分别表示氢原子。

5. 根据权利要求1所述的有机化合物,

其中 $R^1$ 至 $R^4$ 分别表示氢原子,

并且 $R^5$ 至 $R^8$ 中的所述其他多个都表示氢原子。

6. 根据权利要求2所述的有机化合物,

其中 $R^1$ 至 $R^4$ 分别表示氢原子,

并且 $R^5$ 至 $R^8$ 中的所述其他多个都表示氢原子。

7. 根据权利要求2所述的有机化合物,

其中 $R^{10}$ 至 $R^{14}$ 中的至少一个表示叔丁基或环己基。

8. 根据权利要求2所述的有机化合物,

其中 $R^{10}$ 、 $R^{12}$ 及 $R^{14}$ 分别表示氢原子,

并且 $R^{11}$ 及 $R^{13}$ 分别表示叔丁基或环己基。

9. 根据权利要求2所述的有机化合物,

其中 $R^{10}$ 、 $R^{11}$ 、 $R^{13}$ 及 $R^{14}$ 都表示氢原子,

并且 $R^{12}$ 表示叔丁基或环己基。

10. 根据权利要求1所述的有机化合物,

其中包含所述有机化合物的层的相对于波长为465nm的光的寻常光折射率为1.50以上且1.75以下。

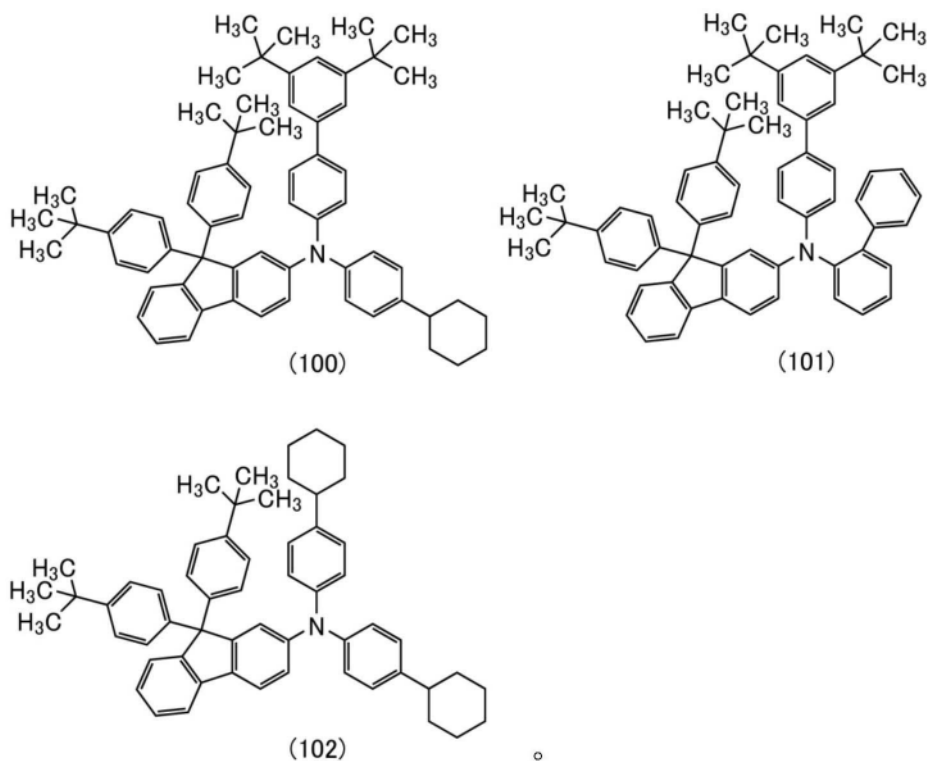
11. 根据权利要求1所述的有机化合物，

其中包含所述有机化合物的层的相对于波长为520nm的光的寻常光折射率为1.50以上且1.70以下。

12. 根据权利要求1所述的有机化合物，

其中包含所述有机化合物的层的相对于波长为633nm的光的寻常光折射率为1.45以上且1.70以下。

13. 一种由结构式 (100) 至 (102) 中的任一个表示的有机化合物：



14. 一种包括权利要求1所述的有机化合物的发光器件。

15. 一种电子设备,包括:

权利要求14所述的发光器件;以及  
检测部、输入部和通信部中的至少一个。

16. 一种发光装置,包括:

权利要求14所述的发光器件;以及  
晶体管和衬底中的至少一方。

17. 一种照明装置,包括:

权利要求14所述的发光器件;以及  
外壳。

18. 一种包括权利要求2所述的有机化合物的发光器件。

19. 一种电子设备,包括:

权利要求18所述的发光器件;以及  
检测部、输入部和通信部中的至少一个。



20. 一种发光装置,包括:  
权利要求18所述的发光器件;以及  
晶体管 and 衬底中的至少一方。

## 有机化合物、发光器件、发光装置、电子设备及照明装置

### 技术领域

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

### 背景技术

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

[0003] 因为这种发光器件是自发光型发光器件,所以当用于显示器的像素时比起液晶有可见度更高、不需要背光源等优势。因此,该发光器件适合于平板显示器元件。另外,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,非常高速的响应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,有机EL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,为了追求具有更良好的特性的发光器件的研究开发日益活跃。

[0006] 提取效率低是有机EL器件的常见问题之一。尤其是,因邻层间的折射率不同引起的反射导致的衰减为器件效率下降的主要原因。为了降低该影响,提出了在EL层内部形成由低折射率材料形成的层的结构(例如,参照非专利文献1)。

[0007] 与具有现有结构的发光器件相比,具有该结构的发光器件可以具有更高的光提取效率及外部量子效率,但是很难在不对发光器件的其他重要特性造成不良影响的情况下将这种低折射率的层形成在EL层内部。因为,低折射率与高载流子传输性或用于发光器件时的可靠性具有权衡关系。这是因为有机化合物中的载流子传输性或可靠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。

[0008] [非专利文献1]Jaeho Lee、其他12名,“Synergetic electrode architecture for efficient graphene-based flexible organic light-emitting diodes”,nature COMMUNICATIONS,2016年6月2日,DOI:10.1038/ncomms11791

## 发明内容

[0009] 本发明的一个方式的目的是提供一种新颖有机化合物。本发明的一个方式的目的是提供一种具有载流子传输性的新颖有机化合物。本发明的一个方式的目的是提供一种具有空穴传输性的新颖有机化合物。本发明的一个方式的目的是提供一种折射率低的有机化合物。本发明的一个方式的目的是提供一种折射率低且具有载流子传输性的有机化合物。本发明的一个方式的目的是提供一种折射率低且具有空穴传输性的有机化合物。本发明的一个方式的目的是提供一种折射率低且具有空穴注入性的有机化合物。

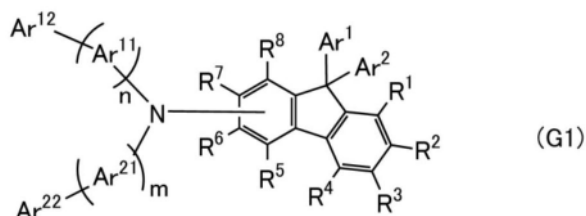
[0010] 本发明的一个方式的目的是提供一种发光效率高的发光器件。本发明的一个方式的目的是提供一种功耗低的发光器件、发光装置、电子设备、显示装置以及电子器件。

[0011] 注意,这些目的的记载不妨碍其他目的的存在。本发明的一个方式并不一定需要实现所有上述目的。另外,可以从说明书、附图、权利要求书等的记载得知并抽出上述以外的目的。

[0012] 本发明的一个方式只要实现上述目的中的任一个即可。

[0013] 本发明的一个方式是一种由通式 (G1) 表示的有机化合物。

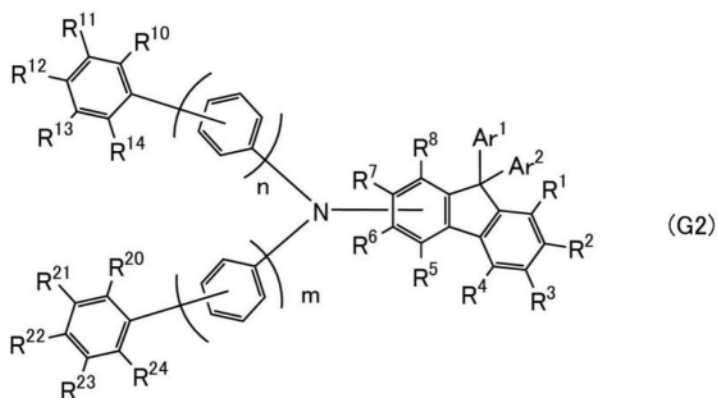
[0014] [化学式1]



[0015] 在上述通式 (G1) 中,  $\text{Ar}^{12}$  表示成环碳原子数为6至10的芳基,并具有至少一个碳原子数为3至12的支链烷基或环烷基。 $\text{Ar}^{12}$  所具有的碳原子数为3至12的支链烷基或环烷基的碳原子数的总和为6至36。另外,  $\text{Ar}^{11}$  表示取代或未取代的成环碳原子数为6至13的亚芳基。另外,  $n$  表示0或1的整数。另外,  $\text{Ar}^{22}$  表示取代或未取代的成环碳原子数为6至10的芳基。另外,  $\text{Ar}^{21}$  表示取代或未取代的成环碳原子数为6至13的亚芳基。另外,  $m$  表示0或1的整数。另外,  $\text{Ar}^1$  表示具有至少一个碳原子数为1至6的烷基的苯基。另外,  $\text{Ar}^2$  表示具有至少一个碳原子数为1至6的烷基的苯基或碳原子数为1至4的烷基。另外,  $\text{R}^1$  至  $\text{R}^4$  分别独立地表示氢原子或碳原子数为1至4的烷基。另外,  $\text{R}^5$  至  $\text{R}^8$  中的任一个表示直接键合于氮原子的键,其他多个分别独立地表示氢原子或碳原子数为1至4的烷基。

[0016] 另外,本发明的一个方式是一种由通式 (G2) 表示的有机化合物。

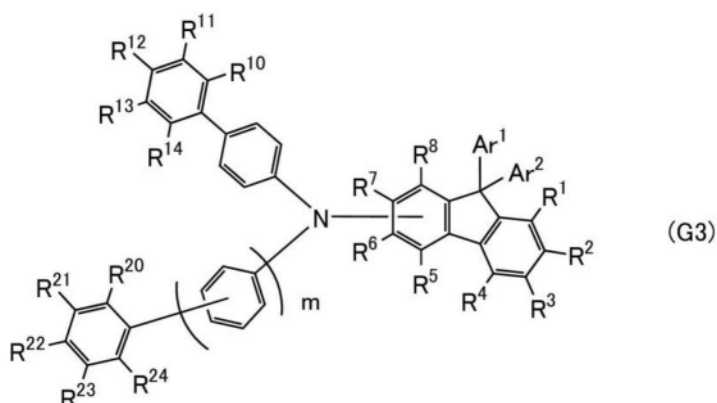
[0017] [化学式2]



[0018] 在上述通式 (G2) 中,  $\text{Ar}^1$  表示具有至少一个碳原子数为1至6的烷基的苯基。另外,  $\text{Ar}^2$  表示具有至少一个碳原子数为1至6的烷基的苯基或者碳原子数为1至4的烷基。另外,  $\text{R}^1$  至  $\text{R}^4$  分别独立地表示氢原子或碳原子数为1至4的烷基。另外,  $\text{R}^5$  至  $\text{R}^8$  中的任一个表示直接键合于氮原子的键, 其他多个分别独立地表示氢原子或碳原子数为1至4的烷基。另外,  $\text{R}^{10}$  至  $\text{R}^{14}$  以及  $\text{R}^{20}$  至  $\text{R}^{24}$  分别独立地表示氢原子或碳原子数为3至12的支链烷基或环烷基。 $\text{R}^{10}$  至  $\text{R}^{14}$  的碳原子数的总和为6至36。另外,  $n$  及  $m$  分别独立地表示0或1的整数。

[0019] 另外, 本发明的一个方式是一种由通式 (G3) 表示的有机化合物。

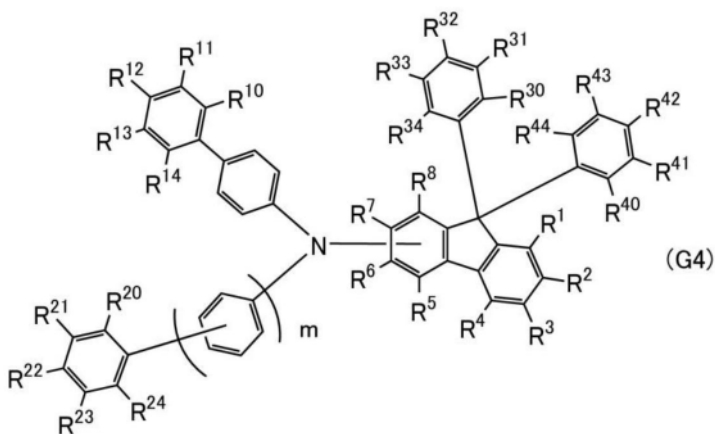
[0020] [化学式3]



[0021] 在上述通式 (G3) 中,  $\text{Ar}^1$  表示具有至少一个碳原子数为3至6的支链烷基或环烷基的苯基。另外,  $\text{Ar}^2$  表示具有至少一个碳原子数为3至6的支链烷基或环烷基的苯基或者碳原子数为1至4的烷基。另外,  $\text{R}^1$  至  $\text{R}^4$  分别独立地表示氢原子或碳原子数为1至4的烷基。另外,  $\text{R}^5$  至  $\text{R}^8$  中的任一个表示直接键合于氮原子的键, 其他多个分别独立地表示氢原子或碳原子数为1至4的烷基。另外,  $\text{R}^{10}$  至  $\text{R}^{14}$  以及  $\text{R}^{20}$  至  $\text{R}^{24}$  分别独立地表示氢原子或碳原子数为3至12的支链烷基或环烷基。 $\text{R}^{10}$  至  $\text{R}^{14}$  的碳原子数的总和为6至36。另外,  $m$  表示0或1的整数。

[0022] 另外, 本发明的一个方式是一种由通式 (G4) 表示的有机化合物。

[0023] [化学式4]



[0024] 在上述通式(G4)中,R<sup>1</sup>至R<sup>4</sup>分别独立地表示氢原子或碳原子数为1至4的烷基。另外,R<sup>5</sup>至R<sup>8</sup>中的任一个表示直接键合于氮原子的键,其他多个分别独立地表示氢原子或碳原子数为1至4的烷基。另外,R<sup>10</sup>至R<sup>14</sup>以及R<sup>20</sup>至R<sup>24</sup>分别独立地表示氢原子或碳原子数为3至12的支链烷基或环烷基。R<sup>10</sup>至R<sup>14</sup>的碳原子数的总和为6至36。另外,R<sup>30</sup>至R<sup>34</sup>中的至少任一个表示碳原子数为3至6的支链烷基或环烷基,其他多个表示氢原子。另外,R<sup>40</sup>至R<sup>44</sup>中的至少任一个表示碳原子数为3至6的支链烷基或环烷基,其他多个表示氢原子。另外,m表示0或1的整数。

[0025] 另外,本发明的一个方式是如下有机化合物,即在上述各结构中,R<sup>1</sup>至R<sup>4</sup>表示氢原子,R<sup>5</sup>至R<sup>8</sup>中的任一个表示直接键合于氮原子的键,其他多个表示氢原子。

[0026] 另外,本发明的一个方式是如下有机化合物,即在上述各结构中,R<sup>10</sup>至R<sup>14</sup>中的至少任一个表示叔丁基或环己基。

[0027] 另外,本发明的一个方式是如下有机化合物,即在上述各结构中,R<sup>10</sup>、R<sup>12</sup>及R<sup>14</sup>表示氢原子,R<sup>11</sup>及R<sup>13</sup>表示叔丁基或环己基。

[0028] 另外,本发明的一个方式是如下有机化合物,即在上述各结构中, $R^{10}$ 、 $R^{11}$ 、 $R^{13}$ 及 $R^{14}$ 表示氢原子, $R^{12}$ 表示叔丁基或环己基。

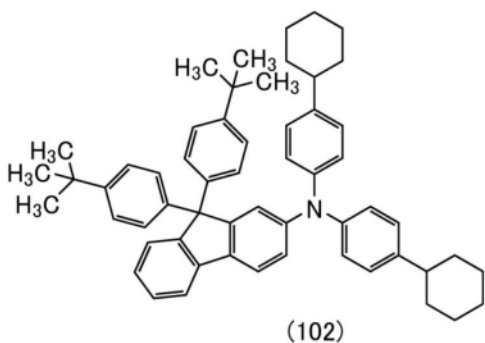
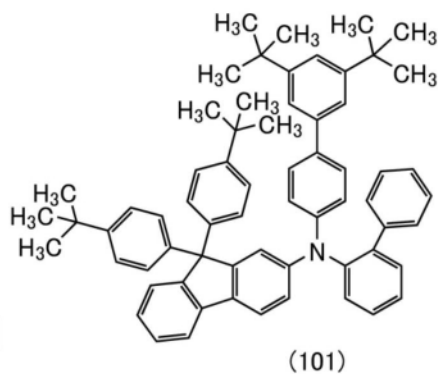
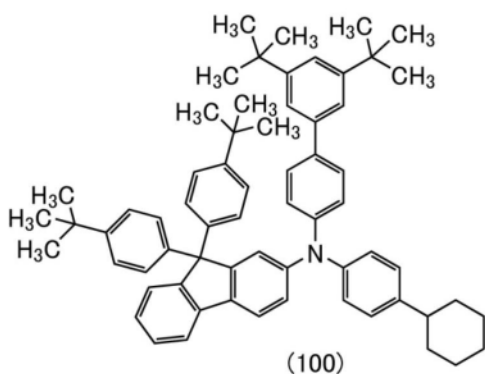
[0029] 另外,本发明的一个方式是如下有机化合物,即在上述各结构中,包含有机化合物的层的相对于波长为465nm的光的寻常光折射率为1.50以上且1.75以下。

[0030] 另外,本发明的一个方式是如下有机化合物,即在上述各结构中,包含有机化合物的层的相对于波长为520nm的光的寻常光折射率为1.50以上且1.70以下。

[0031] 另外,本发明的一个方式是如下有机化合物,即在上述各结构中,包含有机化合物的层的相对于波长为633nm的光的寻常光折射率为1.45以上且1.70以下。

[0032] 另外,本发明的一个方式是一种由结构式(100)至(102)中的任一个表示的有机化合物。

[0033] [化学式5]



[0034] 另外,本发明的一个方式是一种使用具有上述各结构的有机化合物的发光器件。

[0035] 另外,本发明的一个方式是一种电子设备,包括具有上述结构的发光器件、以及检测部、输入部和通信部中的至少一个。

[0036] 另外,本发明的一个方式是一种发光装置,包括具有上述结构的发光器件、以及晶体管和衬底中的至少一方。

[0037] 另外,本发明的一个方式是一种照明装置,包括具有上述结构的发光器件、以及外壳。

[0038] 在本说明书中,发光装置包括使用发光器件的图像显示器件。另外,发光装置有时还包括如下模块:衬底上的发光器件安装有连接器诸如各向异性导电膜或TCP (Tape Carrier Package:带载封装) 的模块;在TCP的端部设置有印刷线路板的模块;或者通过COG (Chip On Glass:玻璃覆晶封装) 方式在发光器件上直接安装有IC (集成电路) 的模块。再者,照明装置等有时包括发光装置。

[0039] 本发明的一个方式可以提供一种新颖有机化合物。本发明的一个方式可以提供一种具有载流子传输性的新颖有机化合物。本发明的一个方式可以提供一种具有空穴传输性的新颖有机化合物。本发明的一个方式可以提供一种折射率低的有机化合物。本发明的一个方式可以提供一种折射率低且具有载流子传输性的有机化合物。本发明的一个方式可以提供一种折射率低且具有空穴传输性的有机化合物。本发明的一个方式可以提供一种折射率低且具有空穴注入性的有机化合物。本发明的一个方式可以提供一种折射率低且在蒸镀时发生较大的自发极化的有机化合物。

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

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

的效果。

## 附图说明

[0042] 图1A至图1E是说明根据实施方式的发光器件的结构图；  
图2A至图2C是说明根据实施方式的发光装置的图；  
图3A至图3C是说明根据实施方式的发光装置的制造方法的图；  
图4A至图4C是说明根据实施方式的发光装置的制造方法的图；  
图5A至图5C是说明根据实施方式的发光装置的制造方法的图；  
图6A至图6C是说明根据实施方式的发光装置的制造方法的图；  
图7是说明根据实施方式的发光装置的图；  
图8A及图8B是说明根据实施方式的发光装置的图；  
图9A及图9B是说明根据实施方式的发光装置的图；  
图10A及图10B是说明根据实施方式的发光装置的图；  
图11A及图11B是说明根据实施方式的发光装置的图；  
图12A至图12E是说明根据实施方式的电子设备的图；  
图13A至图13E是说明根据实施方式的电子设备的图；  
图14A及图14B是说明根据实施方式的电子设备的图；  
图15A及图15B是说明根据实施方式的电子设备的图；  
图16是说明根据实施方式的电子设备的图；  
图17A至图17C是说明根据实施方式的发光器件及受光器件的图；  
图18是mmtBuBichPAtBu2FLP (2) 的甲苯溶液中的吸收光谱及发射光谱；  
图19是mmtBuBichPAtBu2FLP (2) 的MS质谱；  
图20是mmtBuBichPAtBu2FLP (2) 的折射率的测量数据；  
图21是mmtBuBioBitBu2FLP (2) 的甲苯溶液中的吸收光谱及发射光谱；  
图22是mmtBuBioBitBu2FLP (2) 的MS质谱；  
图23是mmtBuBioBitBu2FLP (2) 的折射率的测量数据；  
图24是dchPAtBu2FLP (2) 的甲苯溶液中的吸收光谱及发射光谱；  
图25是dchPAtBu2FLP (2) 的折射率的测量数据；  
图26是说明根据实施例的发光器件的结构图；  
图27是mmtBuBichPAtBu2FLP (2)、FBiFLPB及oFBiSF的折射率的测量数据；  
图28是发光器件1、比较发光器件1-1及比较发光器件1-2的亮度-电流密度特性；  
图29是发光器件1、比较发光器件1-1及比较发光器件1-2的电流效率-亮度特性；  
图30是发光器件1、比较发光器件1-1及比较发光器件1-2的亮度-电压特性；  
图31是发光器件1、比较发光器件1-1及比较发光器件1-2的电流-电压特性；  
图32是发光器件1、比较发光器件1-1及比较发光器件1-2的外部量子效率-亮度特性；  
图33是发光器件1、比较发光器件1-1及比较发光器件1-2的发射光谱；  
图34是示出发光器件1、比较发光器件1-1及比较发光器件1-2的相对于驱动时间的亮度变化的图；

图35是mmtBuBioBitBu2FLP (2)、FBiFLPB及oFBiSF的折射率的测量数据;

图36是发光器件2、比较发光器件2-1及比较发光器件2-2的亮度-电流密度特性;

图37是发光器件2、比较发光器件2-1及比较发光器件2-2的电流效率-亮度特性;

图38是发光器件2、比较发光器件2-1及比较发光器件2-2的亮度-电压特性;

图39是发光器件2、比较发光器件2-1及比较发光器件2-2的电流-电压特性;

图40是发光器件2、比较发光器件2-1及比较发光器件2-2的外部量子效率-亮度特性;

图41是发光器件2、比较发光器件2-1及比较发光器件2-2的发射光谱;

图42是示出发光器件2、比较发光器件2-1及比较发光器件2-2的相对于驱动时间的亮度变化的图。

### 具体实施方式

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

#### [0044] 实施方式1

作为能够用于有机EL器件的具有载流子传输性的有机化合物中的折射率低的材料之一,已知二-[4-(N,N-二甲苯基-氨基)-苯基]环己烷(简称:TAPC)。通过将折射率低的材料用于EL层,可以得到具有高外部量子效率的发光器件,因此可以通过使用TAPC得到具有良好的外部量子效率的发光器件。

[0045] 但是,一般而言,高载流子传输性与低折射率具有权衡关系。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。TAPC为空穴传输性与低折射率具有绝佳平衡关系的物质,但是在TAPC等具有1,1-二取代环己烷的化合物中,环己烷的一个碳原子上键合有二个庞大的取代基,由此立体排斥变大而引起分子本身不稳定导致可靠性下降。此外,由于TAPC的骨架结构由环己烷及简单的苯环构成,所以玻璃化转变点(Tg)低而在耐热性上也存在问题。

[0046] 作为得到耐热性高且可靠性良好的空穴传输材料的方法之一,可以将不饱和烃基,尤其是环状不饱和烃基引入分子中。另一方面,为了得到折射率低的材料,优选引入可以降低分子的折射率的取代基。作为该取代基,可以举出饱和烃基及环状饱和烃基等。

[0047] 此外,作为有机EL器件的载流子传输材料使用的材料优选具有载流子传输性高的骨架,其中芳香胺骨架为空穴传输性高的骨架,所以是优选的。为了进一步提高空穴传输性,可以考虑引入两个胺骨架。可是,如上述TAPC那样,根据胺骨架周边配置的取代基有时二胺结构对可靠性不利。

[0048] 作为克服了权衡问题且兼具载流子传输性、载流子注入性、低折射率、高耐热性和高可靠性的有机化合物,本发明人发现了一种三芳基胺化合物,该三芳基胺化合物包括:将具有烷基的苯基引入于9位的苄基;以及作为取代基具有支链烷基或环烷基的芳基。该三芳基胺化合物为具有与具有通常折射率的现有空穴传输层用材料同样良好的载流子传输性、载流子注入性和可靠性的材料。另外,通过调节该三芳基胺化合物的烷基的个数及取代位



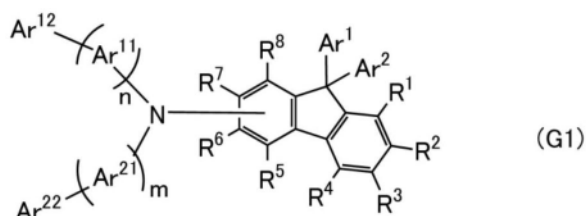
置,可以实现特性更好的材料。

[0049] 另外,三芳基胺化合物倾向于在具有苄基时具有高空穴传输性。将该三芳基胺化合物用于空穴传输层用材料的发光器件可以为驱动电压低的发光器件。另外,苄基由于直接键合到胺的氮原子所以有助于使分子的HOMO(最高占据分子轨道: Highest Occupied Molecular Orbital)能级变浅,由此容易传输空穴,所以是优选的。

[0050] 一般有如下倾向:在对某个化合物引入直链烷基时,与引入对应(例如碳原子数相等)的支链烷基或环烷基的情况相比,该化合物的T<sub>g</sub>、熔点或其双方下降。有时T<sub>g</sub>下降导致有机EL材料的耐热性下降。由于使用有机EL材料的EL器件优选在人类生活的各种环境中呈现稳定的物性,所以在具有同等特性的材料中T<sub>g</sub>越高越好。本发明的一个方式的三芳基胺化合物由于包括至少一个具有支链烷基或环烷基的芳基并将具有烷基的苯基引入于苄基的9位,而与将直链烷基引入于芳基的情况以及仅将烷基引入于苄基的9位的情况相比,可以保持较高的T<sub>g</sub>而实现具有极高耐热性的材料。

[0051] 也就是说,本发明的一个方式是一种由通式(G1)表示的有机化合物。

[0052] [化学式6]



[0053] 在上述通式(G1)中,Ar<sup>12</sup>表示成环碳原子数为6至10的芳基,并具有至少一个碳原子数为3至12的支链烷基或环烷基。Ar<sup>12</sup>所具有的碳原子数为3至12的支链烷基或环烷基的碳原子数的总和为6至36。另外,Ar<sup>11</sup>表示取代或未取代的成环碳原子数为6至13的亚芳基。另外,n表示0或1的整数。另外,Ar<sup>22</sup>表示取代或未取代的成环碳原子数为6至10的芳基。另外,Ar<sup>21</sup>表示取代或未取代的成环碳原子数为6至13的亚芳基。另外,m表示0或1的整数。另外,Ar<sup>1</sup>表示具有至少一个碳原子数为1至6的烷基的苯基。另外,Ar<sup>2</sup>表示具有至少一个碳原子数为1至6的烷基的苯基或碳原子数为1至4的烷基。另外,R<sup>1</sup>至R<sup>4</sup>分别独立地表示氢原子或碳原子数为1至4的烷基。另外,R<sup>5</sup>至R<sup>8</sup>中的任一个表示直接键合于氮原子的键,其他多个分别独立地表示氢原子或碳原子数为1至4的烷基。

[0054] 另外,作为可用作Ar<sup>12</sup>及Ar<sup>22</sup>的成环碳原子数为6至10的芳基的具体例子,可以举出苯基及萘基等,尤其优选为苯基,由此可以降低折射率。

[0055] 另外,作为可用作Ar<sup>11</sup>及Ar<sup>21</sup>的成环碳原子数为6至13的亚芳基的具体例子,可以举出亚苯基、亚萘基及苄二基等,尤其优选为苯基。当成环碳原子数为6至13的亚芳基具有取代基时,该取代基为碳原子数为1至4的烷基。

[0056] 另外,作为Ar<sup>12</sup>所包括的碳原子数为3至12的支链烷基,具体地可以举出异丙基、异丁基、仲丁基、叔丁基、异戊基、仲戊基、叔戊基、新戊基、异己基、仲己基、叔己基、异庚基、仲庚基、叔庚基、新庚基、异辛基、仲辛基、叔辛基、新辛基、异壬基、仲壬基、叔壬基、新壬基、异癸基、仲癸基、叔癸基、异十一烷基、仲十一烷基、叔十一烷基、异十二烷基、仲十二烷基、叔十二烷基等,其中特别优选的是叔丁基。

[0057] 另外,作为Ar<sup>12</sup>所包括的碳原子数为3至12的环烷基,具体地可以使用环丙基、甲基

环丙基、环丁基、甲基环丁基、环戊基、甲基环戊基、异丙基环戊基、叔丁基环丙基、环己基、甲基环己基、异丙基环己基、叔丁基环己基、环庚基、甲基环庚基、异丙基环庚基、叔丁基环庚基、环辛基、甲基环辛基、异丙基环己基、叔丁基环辛基、环壬基、甲基环壬基、异丙基环壬基、环癸基、甲基环癸基、环十一烷基、甲基环十一烷基、环十二烷基等,为了降低折射率优选的是碳原子数为6以上的环烷基,特别优选的是环己基。

[0058] 另外,作为 $\text{Ar}^1$ 所具有的碳原子数为1至6的烷基可以使用碳原子数为1至6的直链烷基、支链烷基或环烷基,具体地可以举出甲基、乙基、正丙基、异丙基、环丙基、正丁基、异丁基、仲丁基、叔丁基、环丁基、甲基环丁基、正戊基、异戊基、仲戊基、叔戊基、新戊基、环戊基、甲基环戊基、正己基、异己基、仲己基、叔己基或环己基,其中特别优选的是叔丁基。

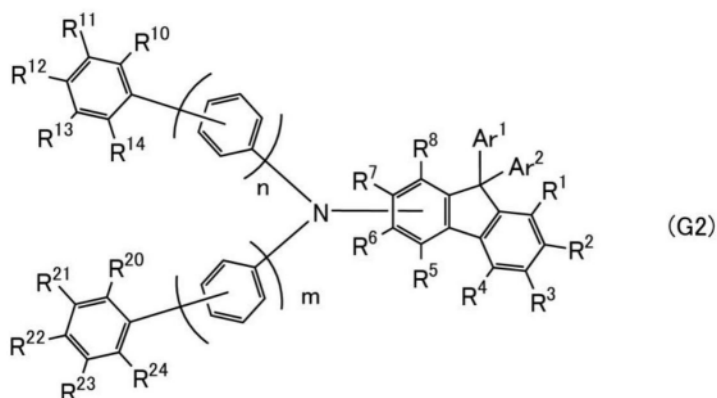
[0059] 注意,在本说明书等中,即使在简单地记为烷基也有时表示直链烷基、支链烷基及环烷基。

[0060] 另外,当 $\text{Ar}^2$ 为具有至少一个碳原子数为1至6的烷基的苯基时,碳原子数为1至6的烷基可以使用上面作为 $\text{Ar}^1$ 所具有的碳原子数为1至6的烷基的具体例子举出的基。

[0061] 当 $\text{Ar}^1$ 和 $\text{Ar}^2$ 的双方都是具有至少一个碳原子数为1至6的烷基的苯基时, $T_g$ 大幅度提高而可以进一步提高耐热性,所以是优选的。

[0062] 另外,本发明的一个方式是一种由通式 (G2) 表示的有机化合物。

[0063] [化学式7]



[0064] 在上述通式 (G2) 中, $\text{Ar}^1$ 表示具有至少一个碳原子数为1至6的烷基的苯基。另外, $\text{Ar}^2$ 表示具有至少一个碳原子数为1至6的烷基的苯基或者碳原子数为1至4的烷基。另外, $\text{R}^1$ 至 $\text{R}^4$ 分别独立地表示氢原子或碳原子数为1至4的烷基。另外, $\text{R}^5$ 至 $\text{R}^8$ 中的任一个表示直接键合于氮原子的键,其他多个分别独立地表示氢原子或碳原子数为1至4的烷基。另外, $\text{R}^{10}$ 至 $\text{R}^{14}$ 以及 $\text{R}^{20}$ 至 $\text{R}^{24}$ 分别独立地表示氢原子或碳原子数为3至12的支链烷基或环烷基。 $\text{R}^{10}$ 至 $\text{R}^{14}$ 的碳原子数的总和为6至36。另外, $n$ 及 $m$ 分别独立地表示0或1的整数。

[0065] 另外,作为 $\text{Ar}^1$ 所具有的碳原子数为1至6的烷基可以使用碳原子数为1至6的直链烷基、支链烷基或环烷基,具体而言,可以举出甲基、乙基、正丙基、异丙基、环丙基、正丁基、异丁基、仲丁基、叔丁基、环丁基、甲基环丁基、正戊基、异戊基、仲戊基、叔戊基、新戊基、环戊基、甲基环戊基、正己基、异己基、仲己基、叔己基或环己基,其中特别优选的是叔丁基。

[0066] 注意,在本说明书等中,即使在简单地记为烷基也有时表示直链烷基、支链烷基及环烷基。

[0067] 另外,当 $\text{Ar}^2$ 为具有至少一个碳原子数为1至6的烷基的苯基时,碳原子数为1至6的

烷基可以使用上面作为Ar<sup>1</sup>所具有的碳原子数为1至6的烷基的具体例子举出的基。

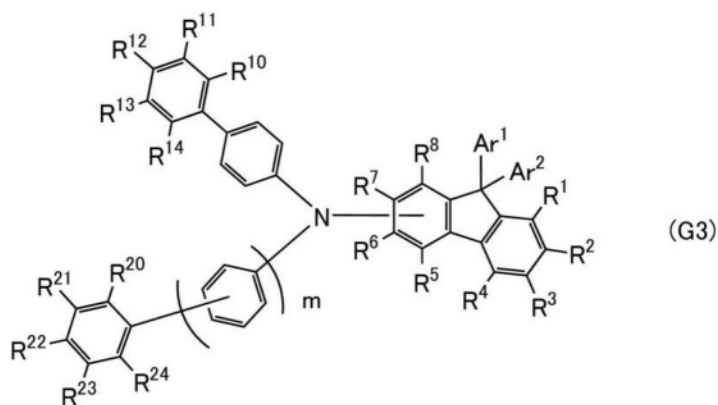
[0068] 当Ar<sup>1</sup>和Ar<sup>2</sup>的双方都是具有至少一个碳原子数为1至6的烷基的苯基时,Tg大幅度提高而可以进一步提高耐热性,所以是优选的。

[0069] 另外,作为可用作R<sup>10</sup>至R<sup>14</sup>以及R<sup>20</sup>至R<sup>24</sup>的碳原子数为3至12的支链烷基,具体地可以举出异丙基、异丁基、仲丁基、叔丁基、异戊基、仲戊基、叔戊基、新戊基、异己基、仲己基、叔己基、异庚基、仲庚基、叔庚基、新庚基、异辛基、仲辛基、叔辛基、新辛基、异壬基、仲壬基、叔壬基、新壬基、异癸基、仲癸基、叔癸基、异十一烷基、仲十一烷基、叔十一烷基、异十二烷基、仲十二烷基、叔十二烷基等,其中特别优选的是叔丁基。

[0070] 另外,作为可用作R<sup>10</sup>至R<sup>14</sup>以及R<sup>20</sup>至R<sup>24</sup>的碳原子数为3至12的环烷基,具体地可以使用环丙基、甲基环丙基、环丁基、甲基环丁基、环戊基、甲基环戊基、异丙基环戊基、叔丁基环丙基、环己基、甲基环己基、异丙基环己基、叔丁基环己基、环庚基、甲基环庚基、异丙基环庚基、叔丁基环庚基、环辛基、甲基环辛基、异丙基环己基、叔丁基环辛基、环壬基、甲基环壬基、异丙基环壬基、环癸基、甲基环癸基、环十一烷基、甲基环十一烷基、环十二烷基等,为了降低折射率优选的是碳原子数为6以上的环烷基,特别优选的是环己基。

[0071] 另外,本发明的一个方式是一种由通式 (G3) 表示的有机化合物。

[0072] [化学式8]



[0073] 在上述通式 (G3) 中,Ar<sup>1</sup>表示具有至少一个碳原子数为3至6的支链烷基或环烷基的苯基。另外,Ar<sup>2</sup>表示具有至少一个碳原子数为3至6的支链烷基或环烷基的苯基或者碳原子数为1至4的烷基。另外,R<sup>1</sup>至R<sup>4</sup>分别独立地表示氢原子或碳原子数为1至4的烷基。另外,R<sup>5</sup>至R<sup>8</sup>中的任一个表示直接键合于氮原子的键,其他多个分别独立地表示氢原子或碳原子数为1至4的烷基。另外,R<sup>10</sup>至R<sup>14</sup>以及R<sup>20</sup>至R<sup>24</sup>分别独立地表示氢原子或碳原子数为3至12的支链烷基或环烷基。R<sup>10</sup>至R<sup>14</sup>的碳原子数的总和为6至36。另外,m表示0或1的整数。

[0074] 另外,作为Ar<sup>1</sup>所具有的碳原子数为3至6的支链烷基或环烷基,具体地可以举出异丙基、环丙基、异丁基、仲丁基、叔丁基、环丁基、甲基环丁基、异戊基、仲戊基、叔戊基、新戊基、环戊基、甲基环戊基、异己基、仲己基、叔己基或环己基,其中特别优选的是叔丁基。

[0075] 另外,当Ar<sup>2</sup>为具有至少一个碳原子数为3至6的支链烷基或环烷基的苯基时,碳原子数为3至6的支链烷基或环烷基可以使用上面作为Ar<sup>1</sup>所具有的碳原子数为3至6的支链烷基或环烷基的具体例子举出的基。

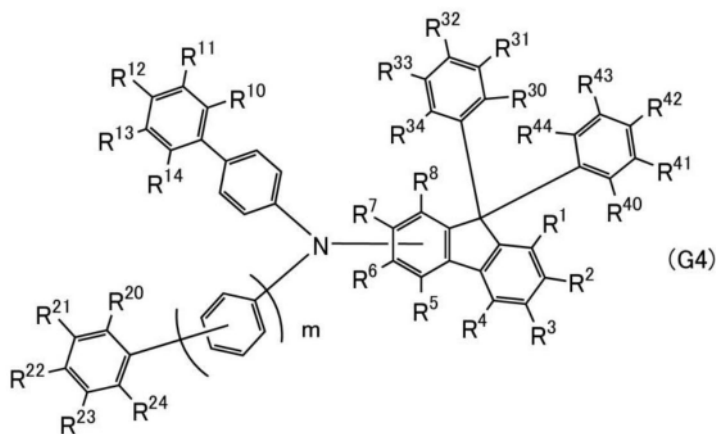
[0076] 当Ar<sup>1</sup>和Ar<sup>2</sup>的双方都是具有至少一个碳原子数为3至6的支链烷基或环烷基的苯基时,可以进一步提高耐热性,所以是优选的。

[0077] 另外,作为可用作 $R^{10}$ 至 $R^{14}$ 以及 $R^{20}$ 至 $R^{24}$ 的碳原子数为3至12的支链烷基,具体地可以举出异丙基、异丁基、仲丁基、叔丁基、异戊基、仲戊基、叔戊基、新戊基、异己基、仲己基、叔己基、异庚基、仲庚基、叔庚基、新庚基、异辛基、仲辛基、叔辛基、新辛基、异壬基、仲壬基、叔壬基、新壬基、异癸基、仲癸基、叔癸基、异十一烷基、仲十一烷基、叔十一烷基、异十二烷基、仲十二烷基、叔十二烷基等,其中特别优选的是叔丁基。

[0078] 另外,作为可用作 $R^{10}$ 至 $R^{14}$ 以及 $R^{20}$ 至 $R^{24}$ 的碳原子数为3至12的环烷基,具体地可以使用环丙基、甲基异丙基、环丁基、甲基环丁基、环戊基、甲基环戊基、异丙基环戊基、叔丁基环丙基、环己基、甲基环己基、异丙基环己基、叔丁基环己基、环庚基、甲基环庚基、异丙基环庚基、叔丁基环庚基、环辛基、甲基环辛基、异丙基环己基、叔丁基环辛基、环壬基、甲基环壬基、异丙基环壬基、环癸基、甲基环癸基、环十一烷基、甲基环十一烷基、环十二烷基等,为了降低折射率优选的是碳原子数为6以上的环烷基,特别优选的是环己基。

[0079] 另外,本发明的一个方式是一种由通式 (G4) 表示的有机化合物。

[0080] [化学式9]



[0081] 在上述通式 (G4) 中, $R^1$ 至 $R^4$ 分别独立地表示氢原子或碳原子数为1至4的烷基。另外, $R^5$ 至 $R^8$ 中的任一个表示直接键合于氮原子的键,其他多个分别独立地表示氢原子或碳原子数为1至4的烷基。另外, $R^{10}$ 至 $R^{14}$ 以及 $R^{20}$ 至 $R^{24}$ 分别独立地表示氢原子或碳原子数为3至12的支链烷基或环烷基。 $R^{10}$ 至 $R^{14}$ 的碳原子数的总和为6至36。另外, $R^{30}$ 至 $R^{34}$ 中的至少任一个表示碳原子数为3至6的支链烷基或环烷基,其他多个表示氢原子。另外, $R^{40}$ 至 $R^{44}$ 中的至少任一个表示碳原子数为3至6的支链烷基或环烷基,其他多个表示氢原子。另外,m表示0或1的整数。

[0082] 另外,作为可用作 $R^{10}$ 至 $R^{14}$ 以及 $R^{20}$ 至 $R^{24}$ 的碳原子数为3至12的支链烷基,具体地可以举出异丙基、异丁基、仲丁基、叔丁基、异戊基、仲戊基、叔戊基、新戊基、异己基、仲己基、叔己基、异庚基、仲庚基、叔庚基、新庚基、异辛基、仲辛基、叔辛基、新辛基、异壬基、仲壬基、叔壬基、新壬基、异癸基、仲癸基、叔癸基、异十一烷基、仲十一烷基、叔十一烷基、异十二烷基、仲十二烷基、叔十二烷基等,其中特别优选的是叔丁基。

[0083] 另外,作为可用作 $R^{10}$ 至 $R^{14}$ 以及 $R^{20}$ 至 $R^{24}$ 的碳原子数为3至12的环烷基,具体地可以使用环丙基、甲基异丙基、环丁基、甲基环丁基、环戊基、甲基环戊基、异丙基环戊基、叔丁基环丙基、环己基、甲基环己基、异丙基环己基、叔丁基环己基、环庚基、甲基环庚基、异丙基环庚基、叔丁基环庚基、环辛基、甲基环辛基、异丙基环己基、叔丁基环辛基、环壬基、甲基环壬基、异丙基环壬基、环癸基、甲基环癸基、环十一烷基、甲基环十一烷基、环十二烷基等,为了

降低折射率优选的是碳原子数为6以上的环烷基,特别优选的是环己基。

[0084] 另外,作为可用作 $R^{30}$ 至 $R^{34}$ 以及 $R^{40}$ 至 $R^{44}$ 的碳原子数为3至6的支链烷基或环烷基,具体地可以举出异丙基、环丙基、异丁基、仲丁基、叔丁基、环丁基、甲基环丁基、异戊基、仲戊基、叔戊基、新戊基、环戊基、甲基环戊基、异己基、仲己基、叔己基或环己基,尤其优选的是叔丁基。

[0085] 另外,本发明的一个方式是如下有机化合物,即在上述通式(G1)至(G4)中, $R^1$ 至 $R^4$ 表示氢原子, $R^5$ 至 $R^8$ 中的至少一个表示直接键合于氮原子的键,其他多个表示氢原子。

[0086] 另外,本发明的一个方式是如下有机化合物,即在上述通式(G1)至(G4)中, $R^{10}$ 至 $R^{14}$ 中的至少任一个表示叔丁基或环己基。

[0087] 另外,本发明的一个方式是如下有机化合物,即在上述通式(G1)至(G4)中, $R^{10}$ 、 $R^{12}$ 及 $R^{14}$ 表示氢原子, $R^{11}$ 及 $R^{13}$ 表示叔丁基或环己基。

[0088] 另外,本发明的一个方式是如下有机化合物,即在上述通式(G1)至(G4)中, $R^{10}$ 、 $R^{11}$ 、 $R^{13}$ 及 $R^{14}$ 表示氢原子, $R^{12}$ 表示叔丁基或环己基。

[0089] 另外,由上述通式(G1)至(G4)中的任意个表示的本发明的一个方式可以为折射率非常低的化合物,即由有机化合物而成的层具有如下寻常光折射率:相对于波长为465nm的光的寻常光折射率为1.50以上且1.75以下;相对于波长为520nm的光的寻常光折射率为1.50以上且1.70以下;以及相对于波长为633nm的光的寻常光折射率为1.45以上且1.70以下(有关折射率的数值范围)。

[0090] 注意,在材料具有各向异性时,有时寻常光折射率与异常光折射率不同。在所测量的薄膜处于上述状态时,可以通过进行各向异性分析分别算出寻常光折射率与异常光折射率。注意,在本说明书中,在所测量的材料具有寻常光折射率及异常光折射率的双方时,使用寻常光折射率作为指标。

[0091] 具有上述结构的本发明的一个方式的有机化合物为具有良好的空穴传输性且折射率低的有机化合物,因此可以用作有机EL器件的空穴传输层用材料或空穴注入层用材料。此外,使用该空穴传输层用材料或空穴注入层用材料的有机EL器件由于具有折射率低的空穴传输层或空穴注入层,所以可以实现发光效率,即,外部量子效率、电流效率及蓝色指标高的发光器件。

[0092] 另外,具有上述结构的本发明的一个方式的有机化合物为HOMO能级较浅的有机化合物。通常,当构成空穴注入层、以及空穴传输层等邻层的材料的HOMO能级呈现接近于构成发光层的材料的HOMO能级的值且在适当的范围内变低时,从这些层到发光层的空穴接受性得到提高。另一方面,当作为构成与有机EL器件的发光层接触的空穴传输层的材料使用HOMO能级浅的材料时,有时在构成空穴传输层的材料的HOMO能级和构成发光层的材料的LUMO(最低空分子轨道:Lowest Unoccupied Molecular Orbital)能级之间形成能级较低的激基复合物,导致发光效率的下降。

[0093] 但是,本发明的一个方式的有机化合物是具有庞大的烷基的有机化合物。因此,在将该有机化合物用作与有机EL器件的发光层接触的空穴传输层用材料时,由于庞大的烷基的立体效应可以使构成相邻的发光层的材料与空穴传输层用材料的相互作用比通常的有机EL器件减小,抑制构成空穴传输层的材料的HOMO能级和构成发光层的材料的LUMO能级形成激基复合物,因此发挥防止激基复合物的形成所导致的发光效率下降的效果。因此,通过

使用本发明的一个方式的有机化合物,可以制造驱动电压低且效率高的有机EL器件。

[0094] 本发明的一个方式的有机化合物的HOMO能级优选为-5.30eV以下且-5.50eV以上,特别优选为-5.30eV以下且-5.40eV以上(有关HOMO能级的数值范围)。由此,可以将本发明的一个方式的有机化合物适当地用于与有机EL器件的发光层接触的空穴传输层用材料。

[0095] 另外,具有上述结构的本发明的一个方式的有机化合物可以为使由该有机化合物形成的层的巨大表面电势(GSP:Giant Surface Potential)变高的化合物,即为20mV/nm以上(有关GSP的数值范围)。

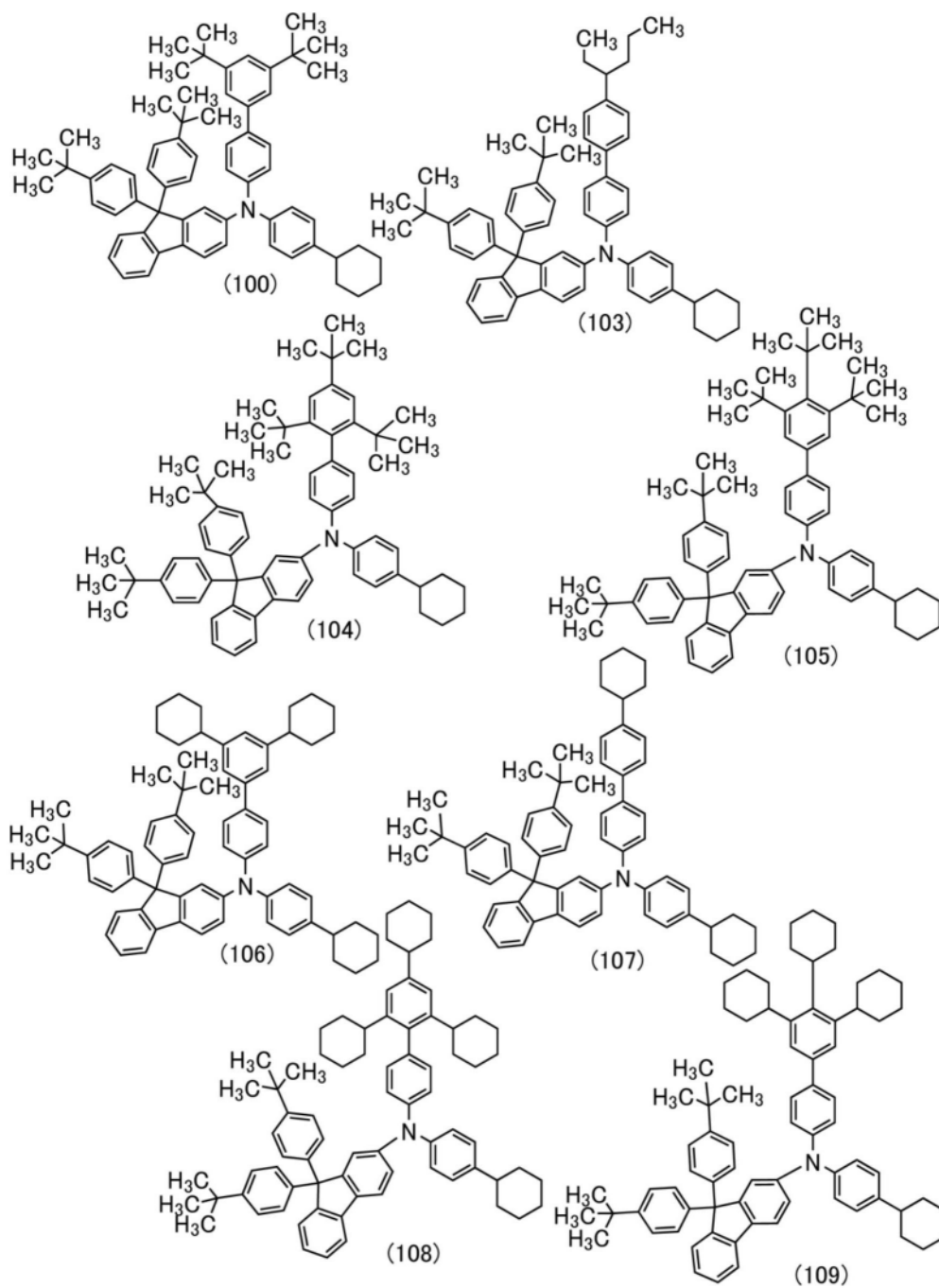
[0096] 巨大表面电势是蒸镀膜的表面电势与膜厚成比例地增加的现象。为了将表面电势的大小视为不取决于膜厚的数值,使用蒸镀膜的表面电势除以膜厚的值,即蒸镀膜的表面电势的电位梯度(倾斜度)即可。在本说明书中,将上述的蒸镀膜的表面电势的电位梯度记为GSP(mV/nm)。

[0097] 通过采用如下结构,可以实现空穴注入较容易且驱动电压低的有机半导体器件:有机半导体器件包括彼此接触地层叠的至少两个层(第一空穴传输层、第二空穴传输层),其中在空穴从第一空穴传输层侧向第二空穴传输层侧流过时,构成第一空穴传输层的有机化合物的GSP(GSP1)与构成第二空穴传输层的有机化合物的GSP(GSP2)之差 $\Delta$ GSP(GSP2-GSP1)为正值。因此,在此情况下,可以将本发明的一个方式的有机化合物适当地用于第一空穴传输层。

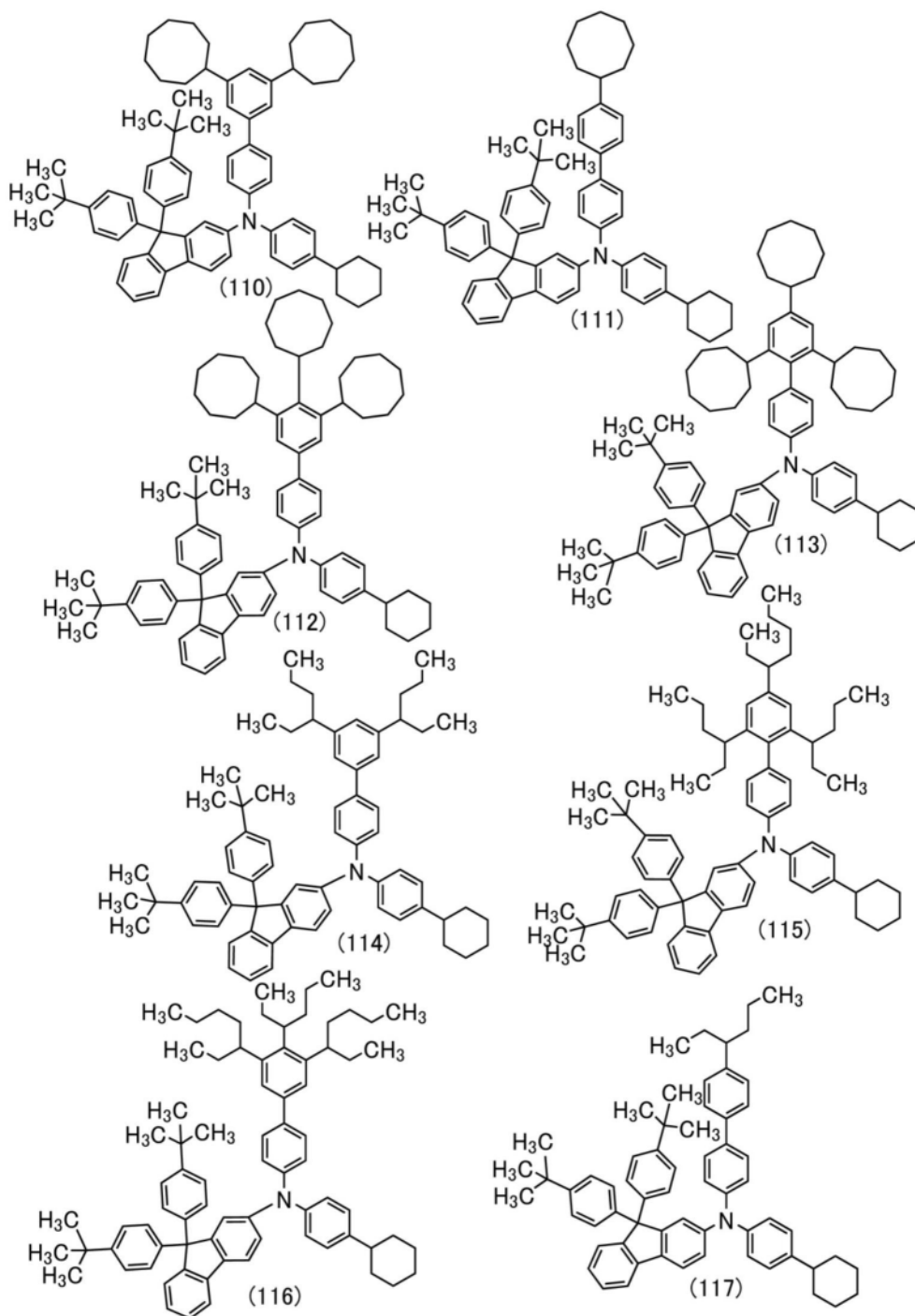
[0098] 另外,本发明的一个方式的有机化合物优选满足上述有关折射率的数值范围、有关HOMO能级的数值范围以及有关GSP的数值范围中的至少两个,更优选满足三个。

[0099] 接着,以下示出具有上述各结构的本发明的一个方式的有机化合物的具体例子。

[0100] [化学式10]



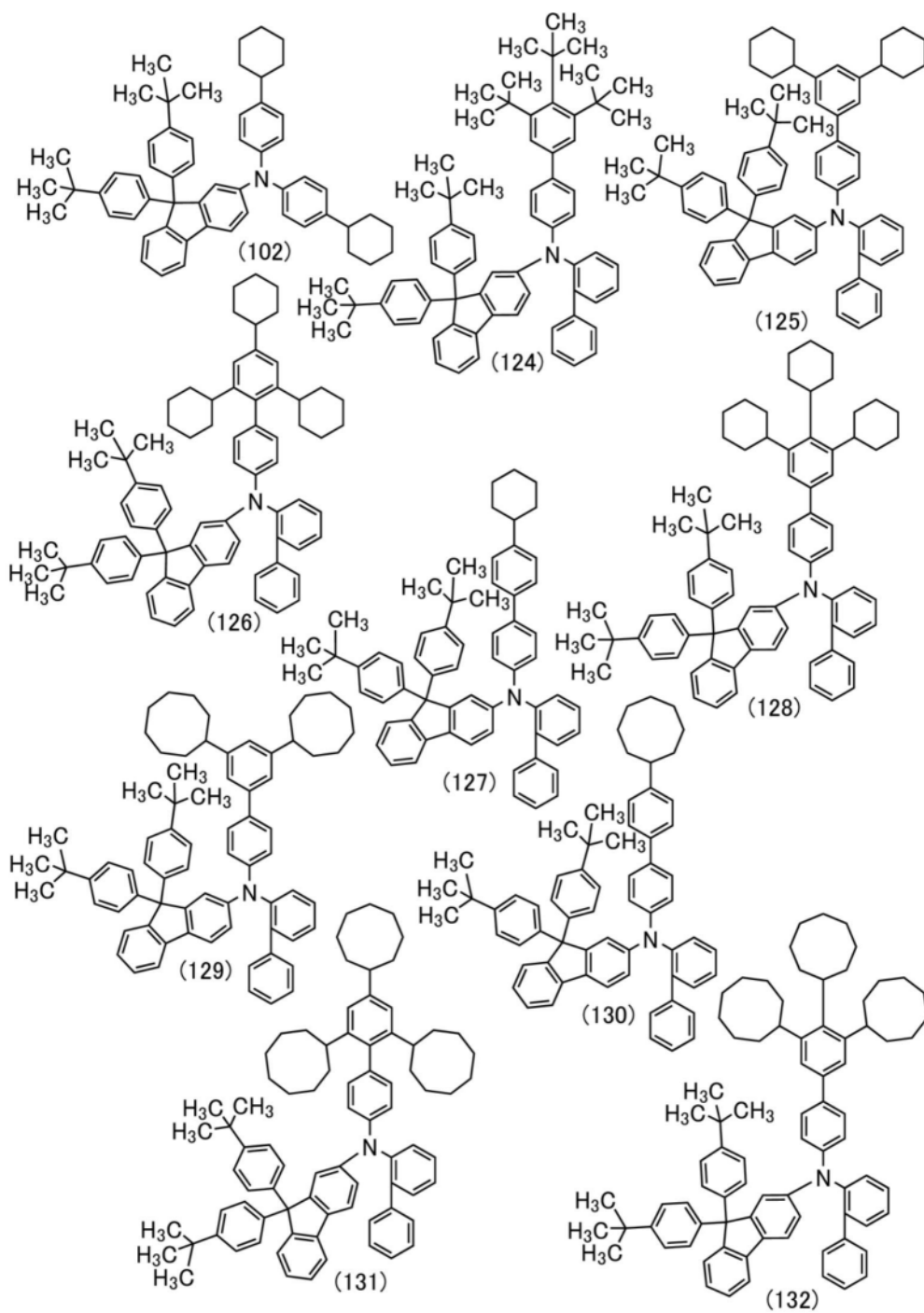
[0101] [化学式11]



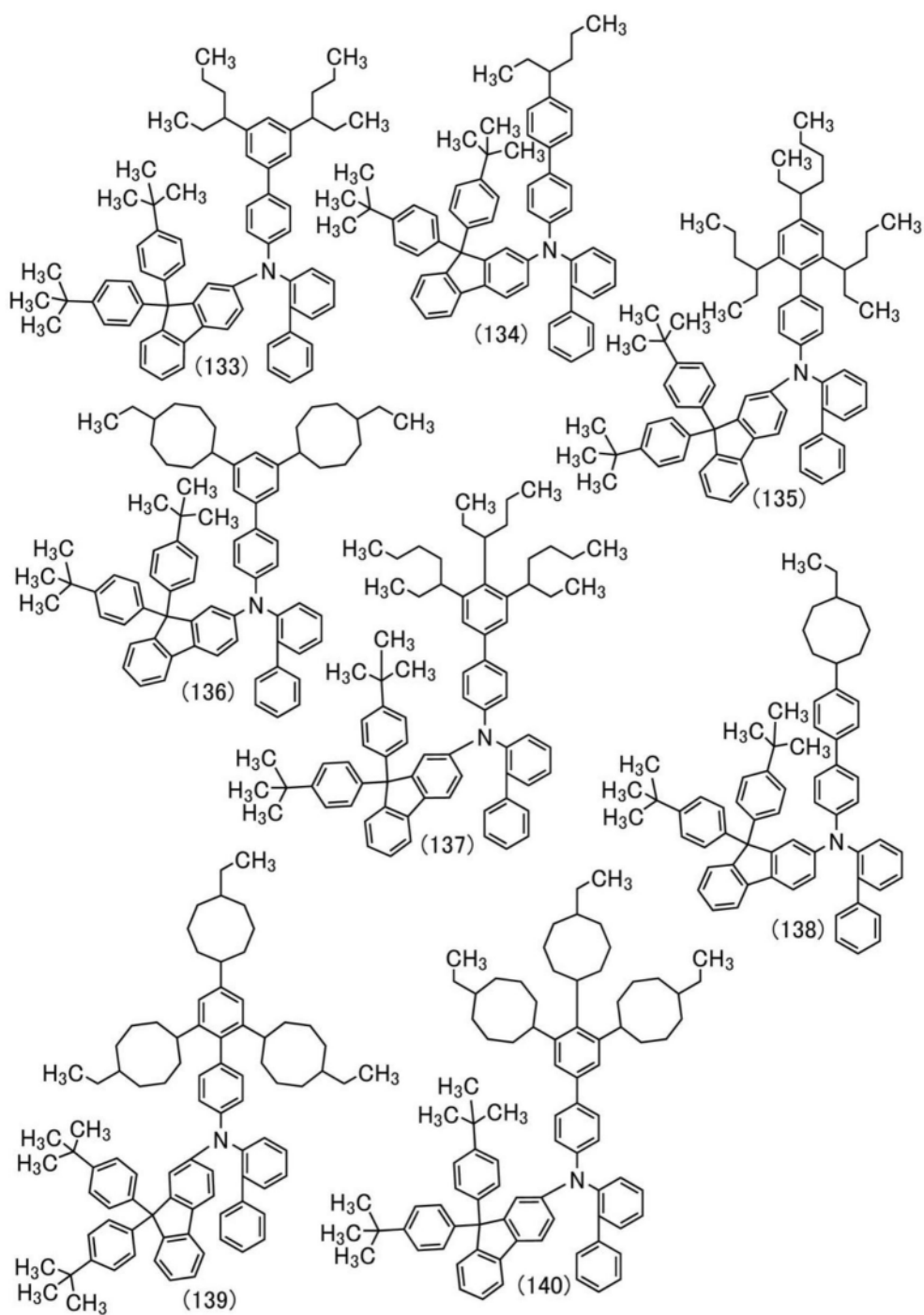
[0102] [化学式12]



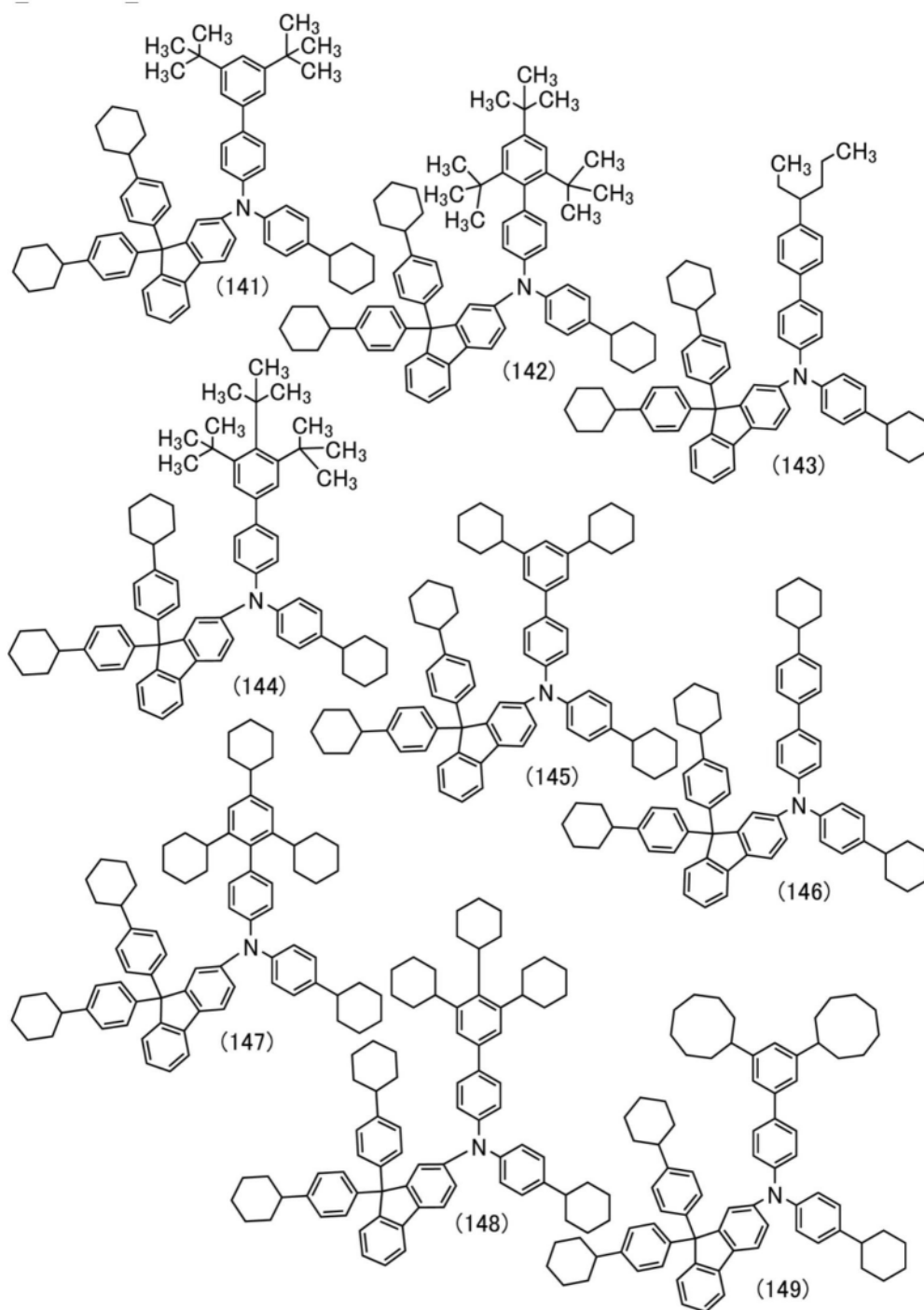




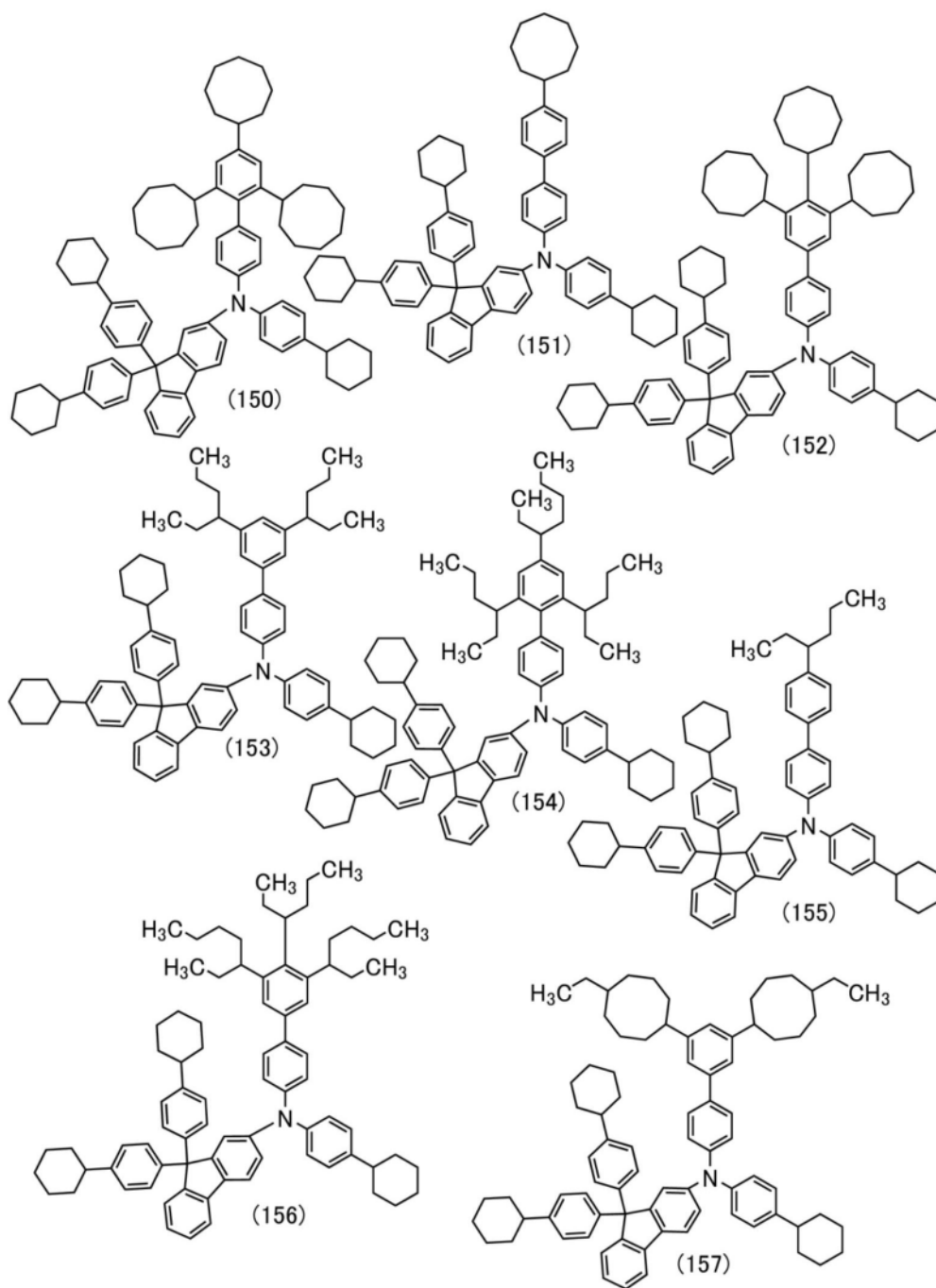
[0104] [化学式14]



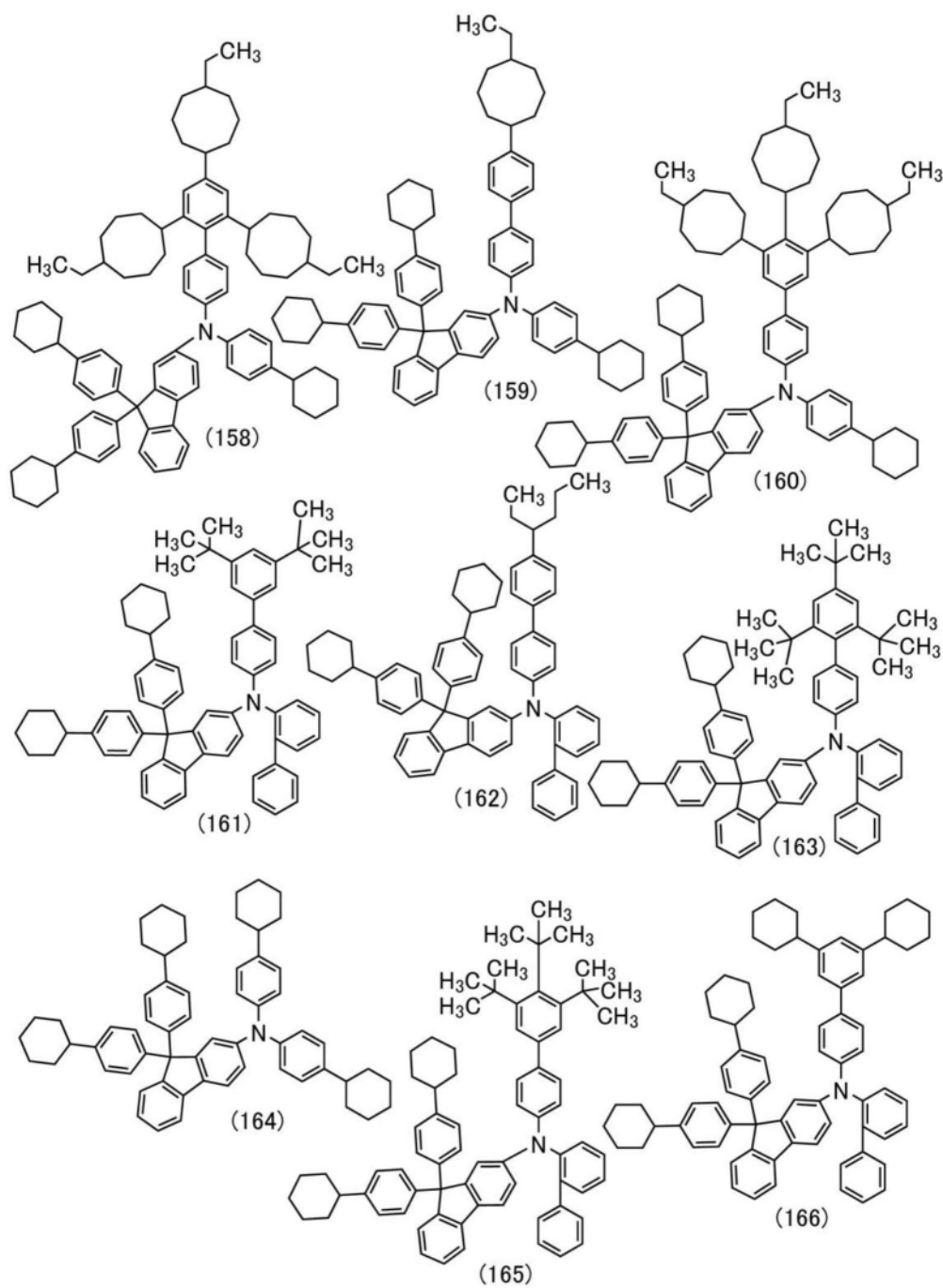
[0105] [化学式15]



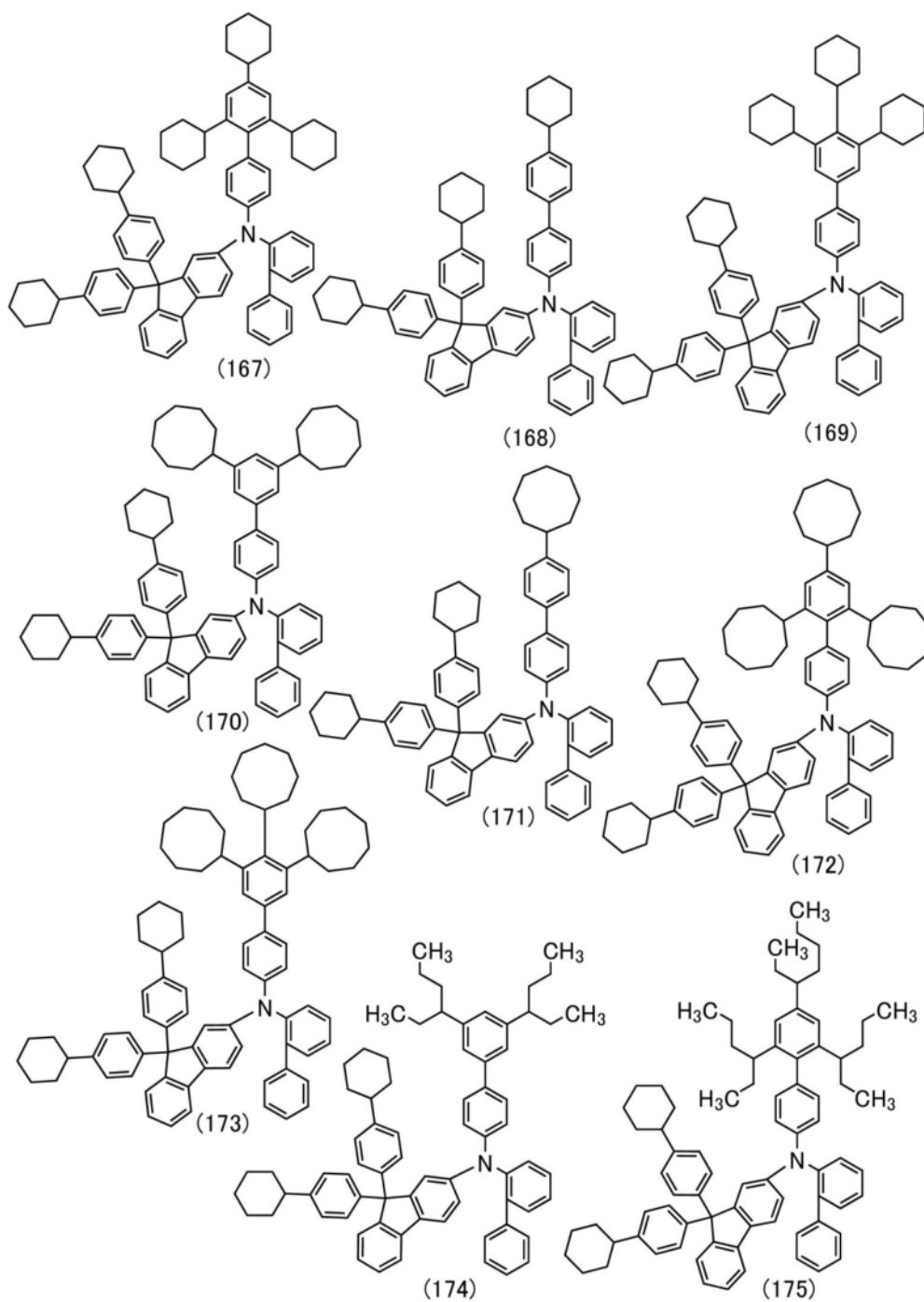
[0106] [化学式16]



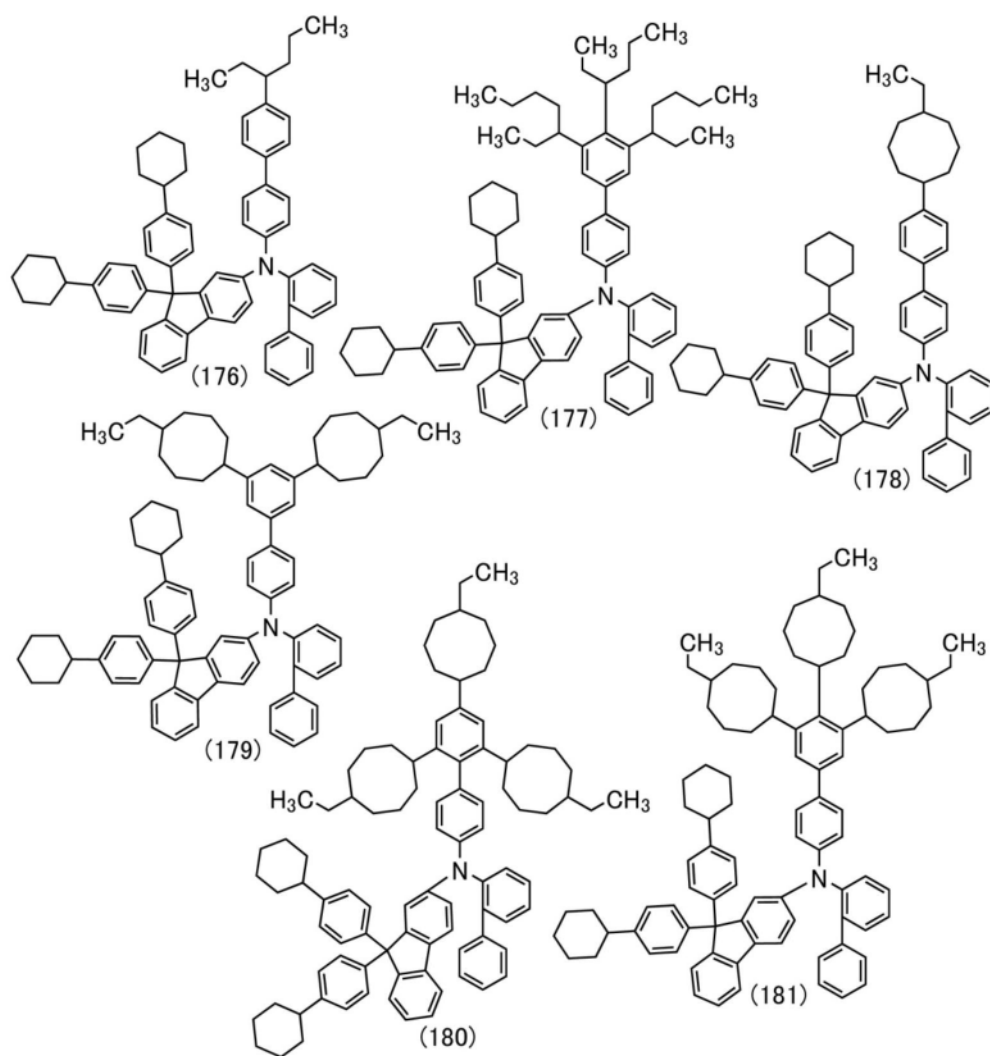
[0107] [化学式17]



[0108] [化学式18]

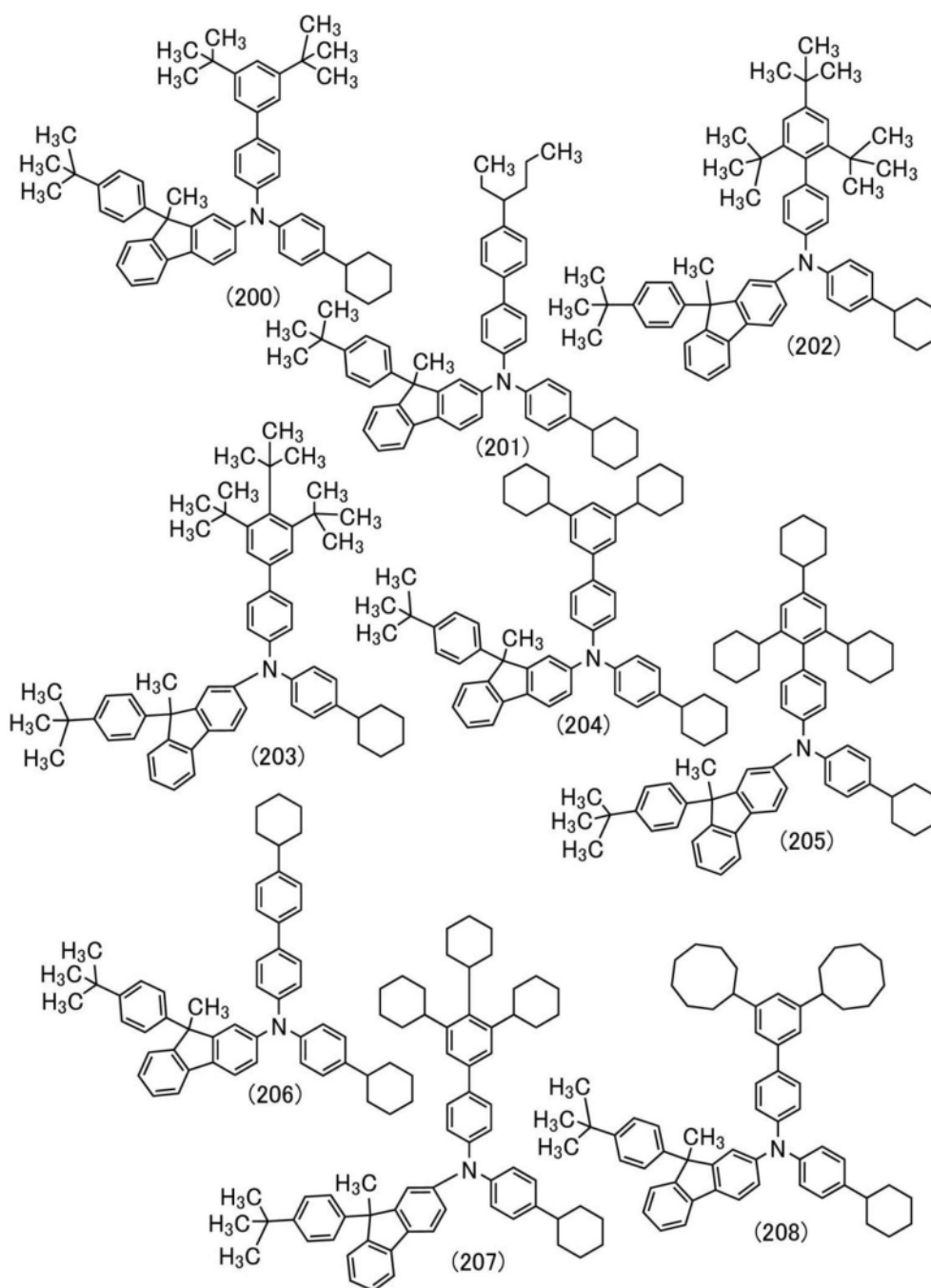


[0109] [化学式19]

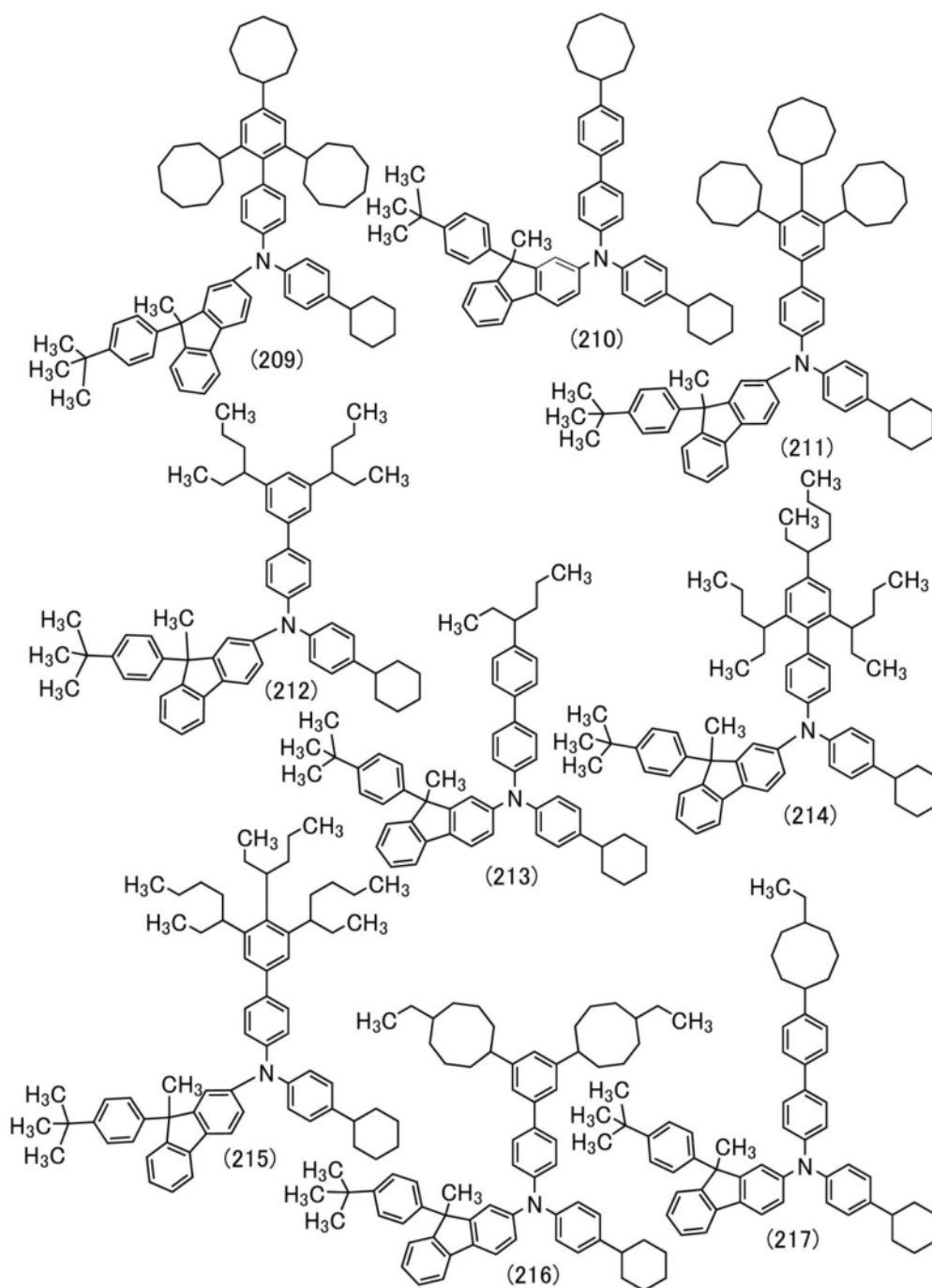


[0110] [化学式20]

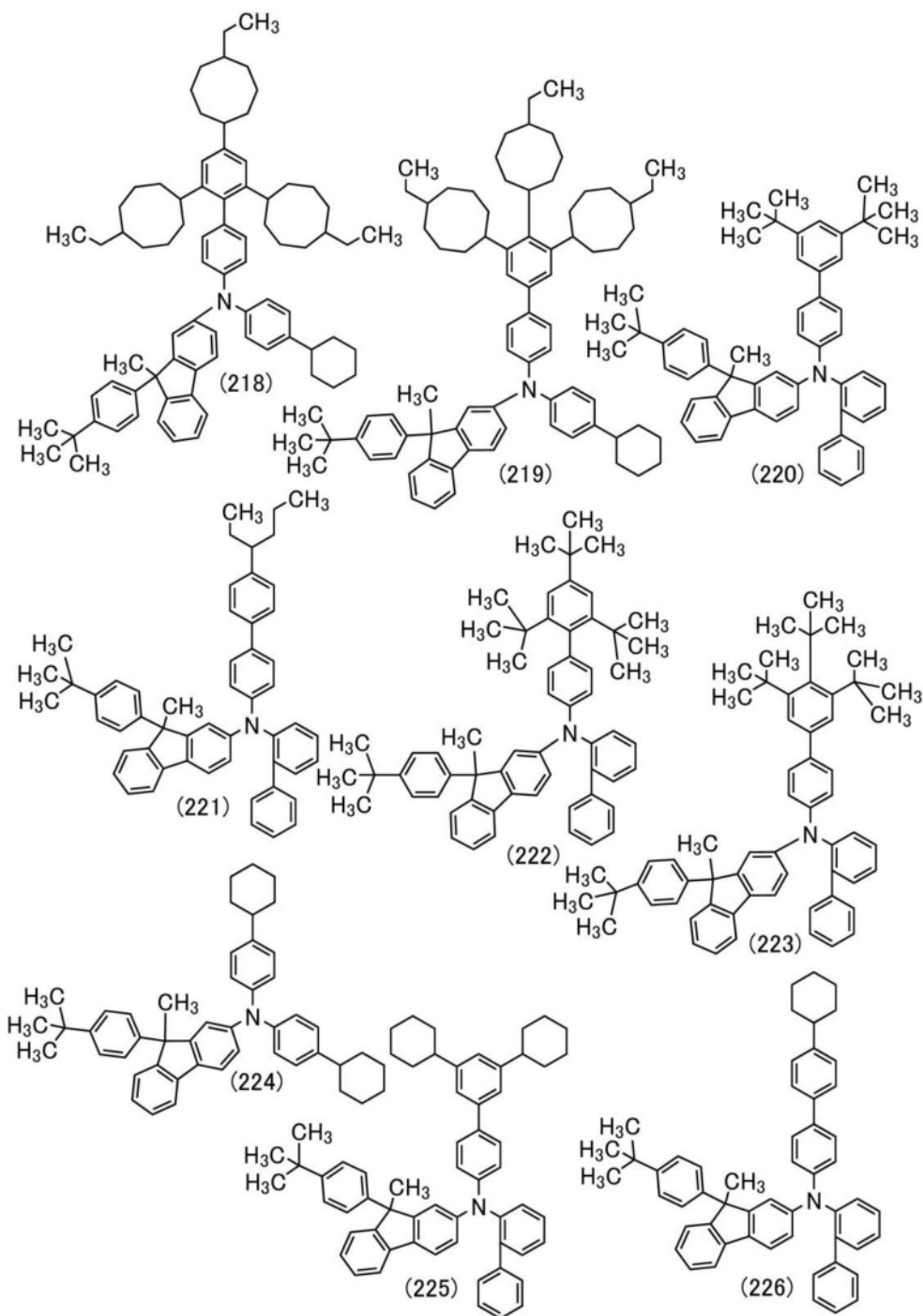




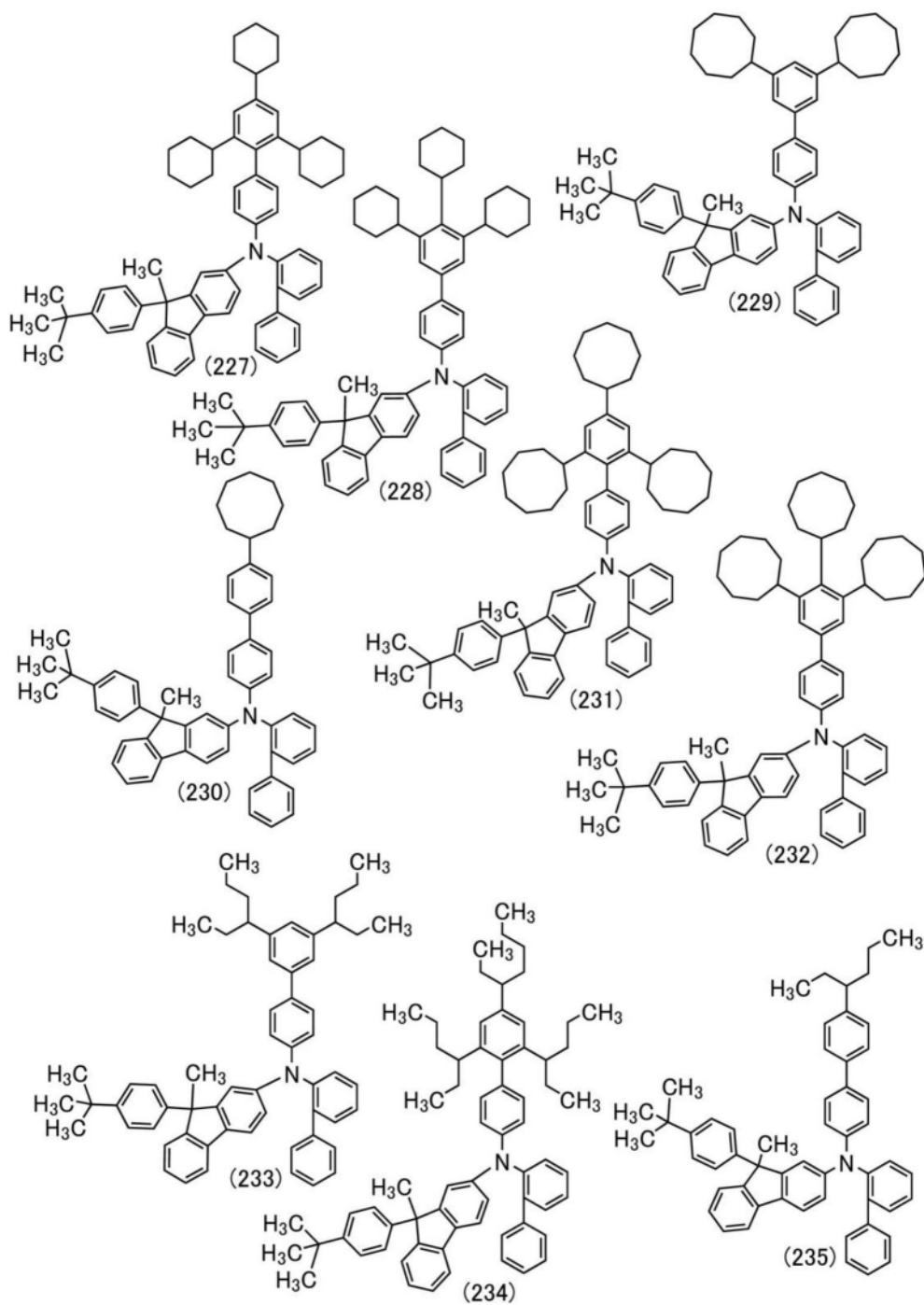
[0111] [化学式21]



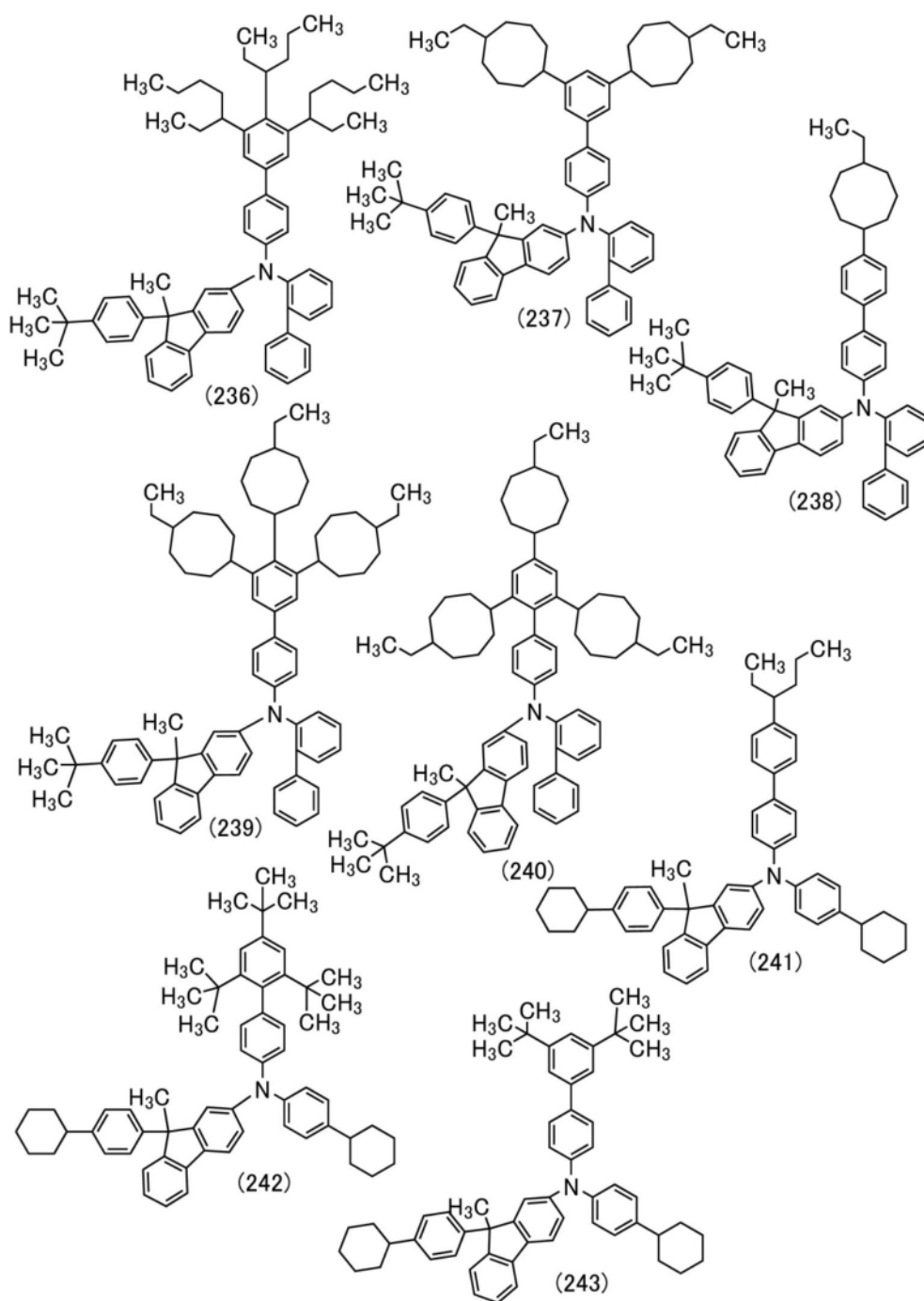
[0112] [化学式22]



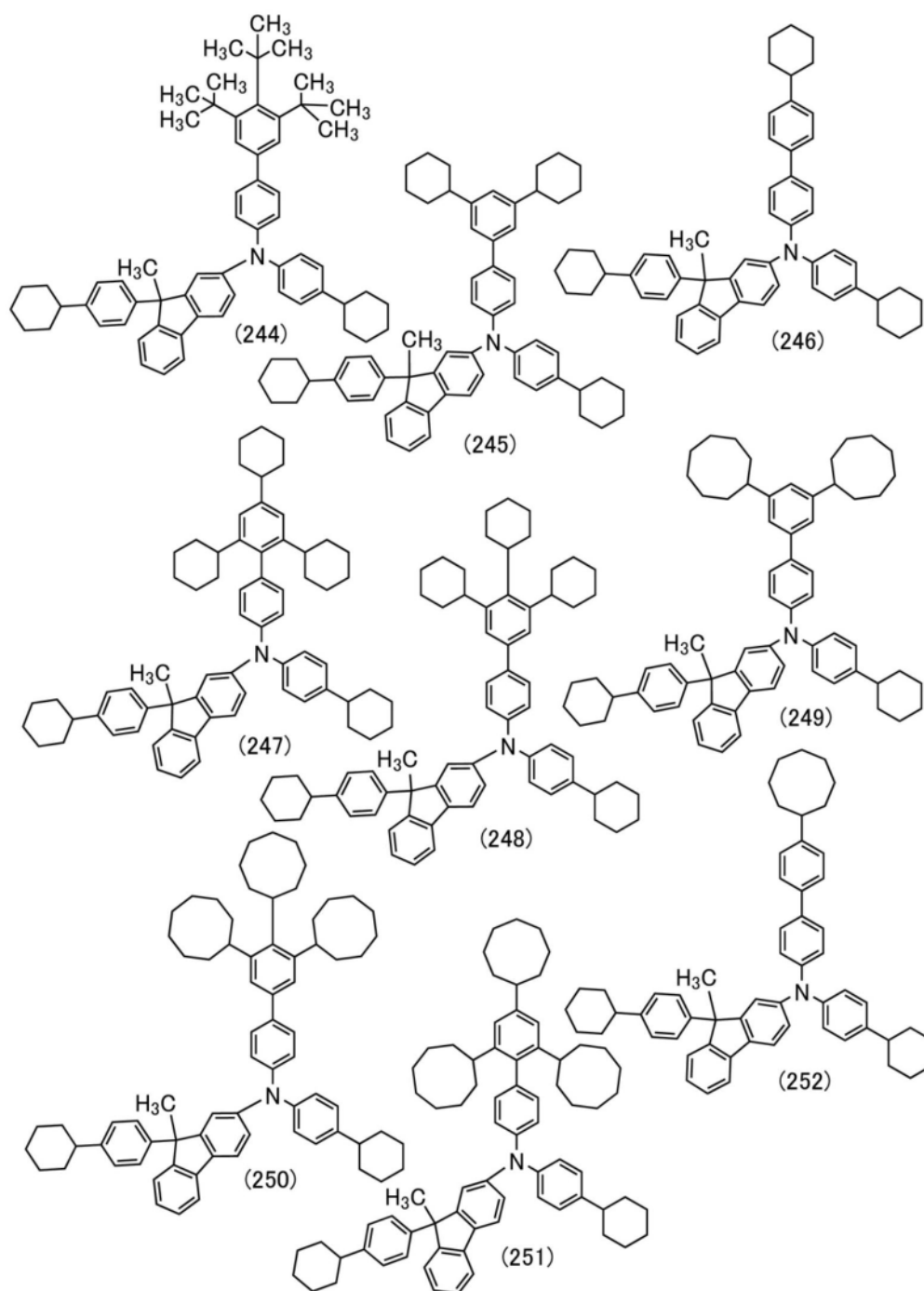
[0113] [化学式23]



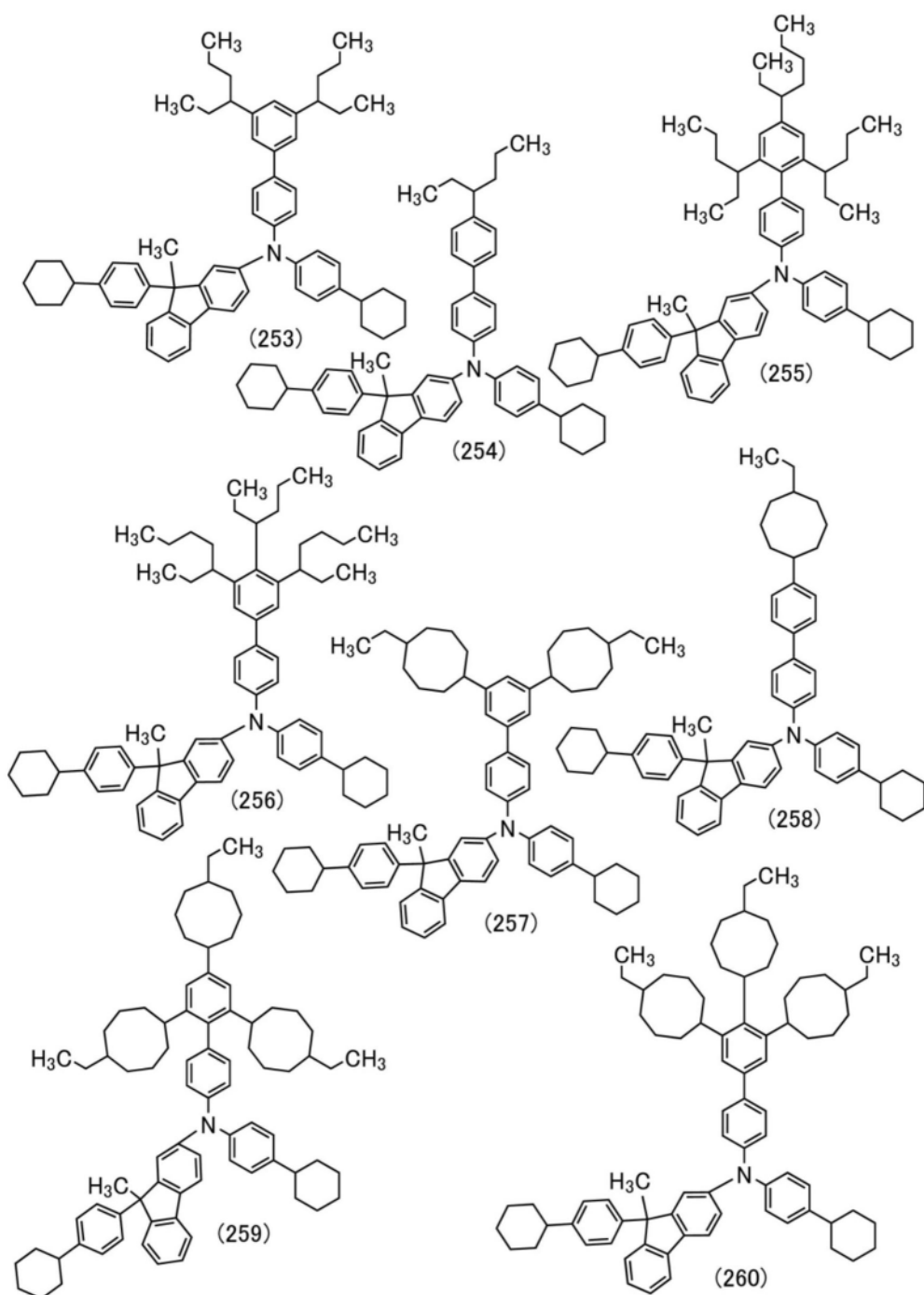
[0114] [化学式24]



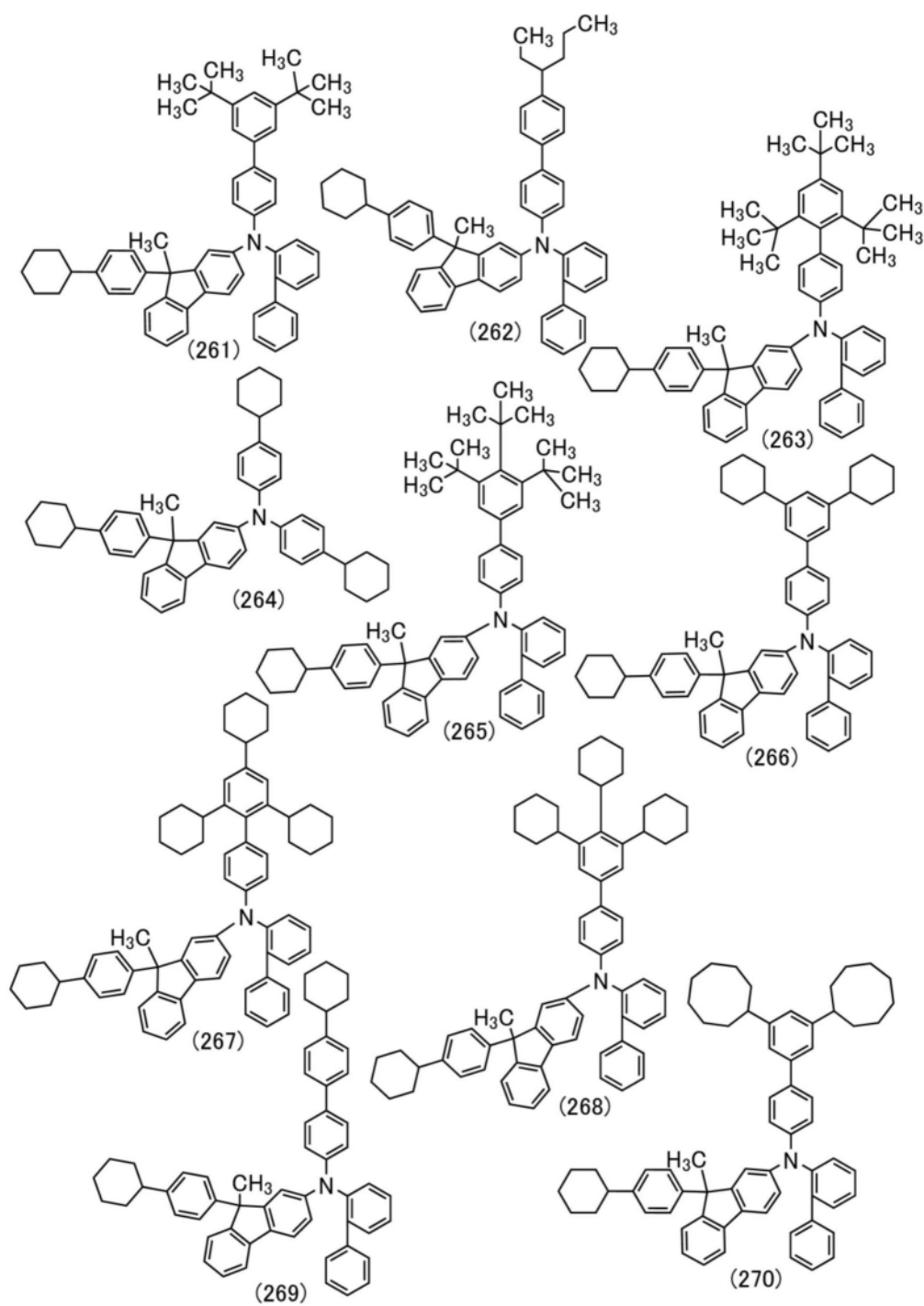
[0115] [化学式25]



[0116] [化学式26]

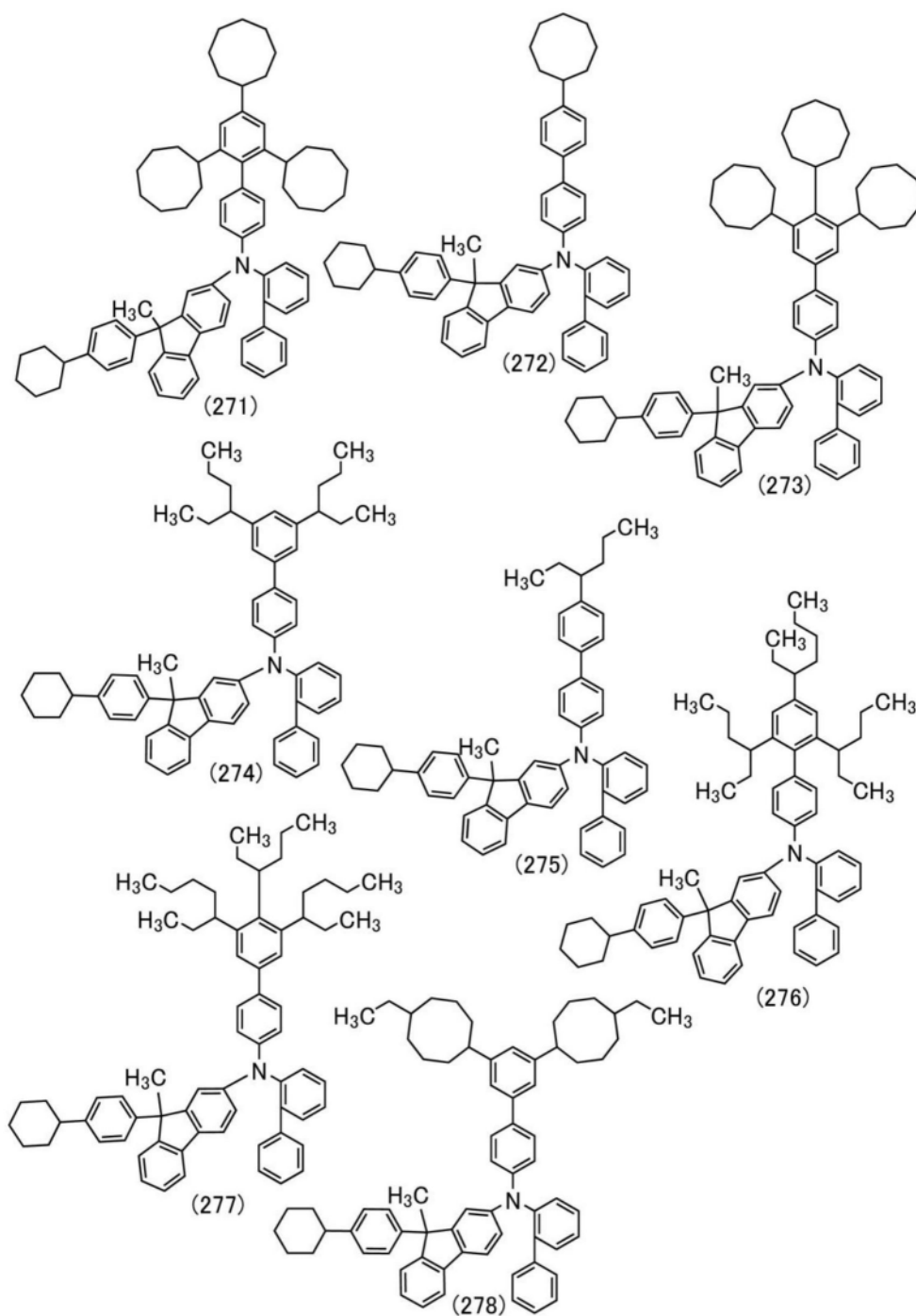


[0117] [化学式27]

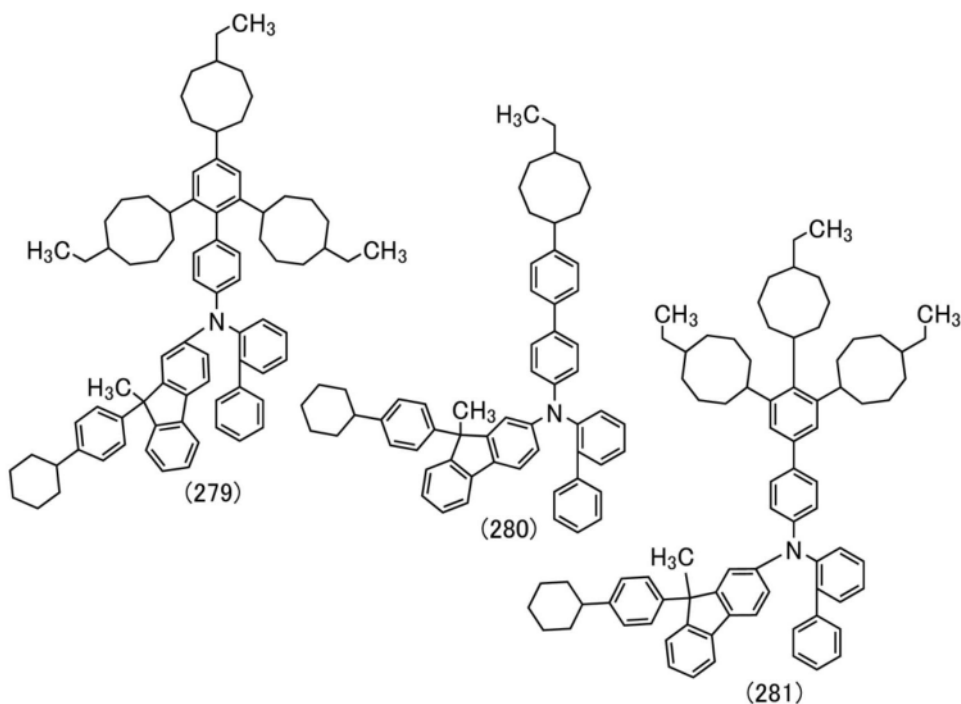


[0118] [化学式28]





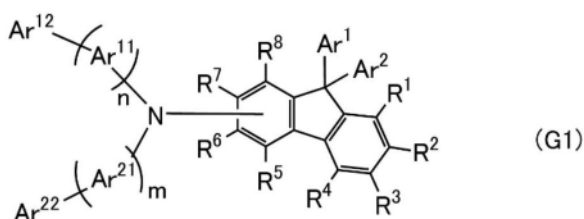
[0119] [化学式29]



[0120] 由上述结构式(100)至(181)以及(200)至(281)表示的有机化合物是由上述通式(G1)至(G4)表示的有机化合物的一个例子,但是本发明的一个方式的有机化合物不局限于此。

[0121] 接着,说明本发明的一个方式的以下述通式(G1)表示的有机化合物的合成方法。

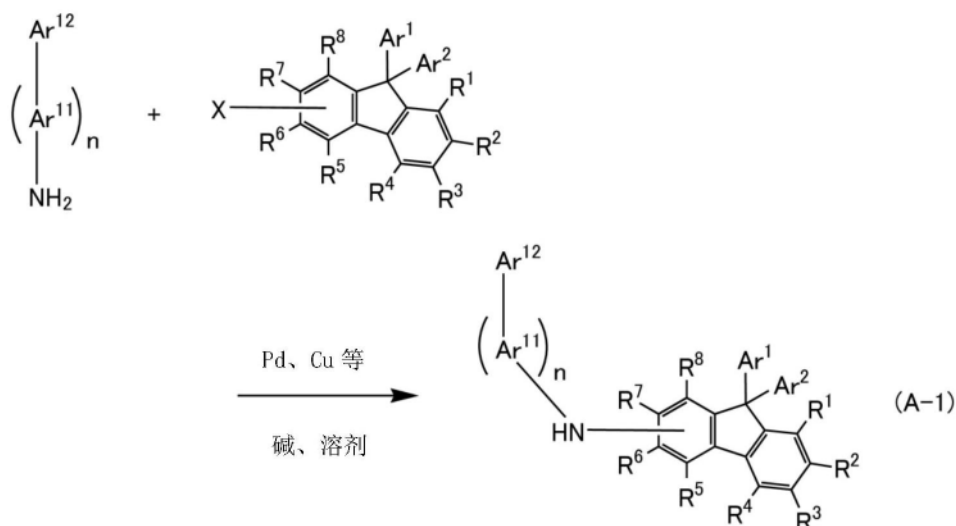
[0122] [化学式30]



[0123] 在上述通式(G1)中, $Ar^{12}$ 表示成环碳原子数为6至10的芳基,并具有至少一个碳原子数为3至12的支链烷基或环烷基。 $Ar^{12}$ 所具有的所述碳原子数为3至12的支链烷基或环烷基的碳原子数的总和为6至36。另外, $Ar^{11}$ 表示取代或未取代的成环碳原子数为6至13的亚芳基。另外, $n$ 表示0或1的整数。另外, $Ar^{22}$ 表示取代或未取代的成环碳原子数为6至10的芳基。另外, $Ar^{21}$ 表示取代或未取代的成环碳原子数为6至13的亚芳基。另外, $m$ 表示0或1的整数。另外, $Ar^1$ 表示具有至少一个碳原子数为1至6的烷基的苯基。另外, $Ar^2$ 表示具有至少一个碳原子数为1至6的烷基的苯基或碳原子数为1至4的烷基。另外, $R^1$ 至 $R^4$ 分别独立地表示氢原子或碳原子数为1至4的烷基。另外, $R^5$ 至 $R^8$ 中的任一个表示直接键合于氮原子的键,其他多个分别独立地表示氢原子或碳原子数为1至4的烷基。

[0124] 首先,如下合成方案(A-1)所示,通过在碱存在下利用金属催化剂、金属或金属化合物使芳基胺与具有茛骨架的卤化物耦合,来得到仲胺。

[0125] [化学式31]



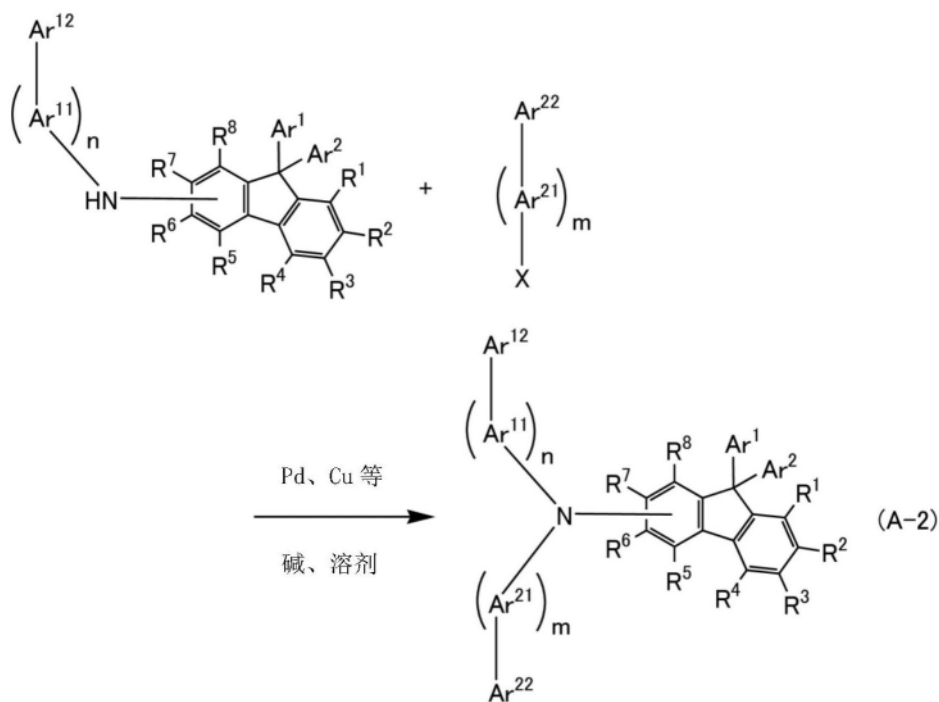
[0126] 在上述合成方案(A-1)中,Ar<sup>12</sup>表示成环碳原子数为6至10的芳基,并具有至少一个碳原子数为3至12的支链烷基或环烷基。Ar<sup>12</sup>所具有的所述碳原子数为3至12的支链烷基或环烷基的碳原子数的总和为6至36。另外,Ar<sup>11</sup>表示取代或未取代的成环碳原子数为6至13的亚芳基。另外,n表示0或1的整数。另外,Ar<sup>1</sup>表示具有至少一个碳原子数为1至6的烷基的苯基。另外,Ar<sup>2</sup>表示具有至少一个碳原子数为1至6的烷基的苯基或碳原子数为1至4的烷基。另外,R<sup>1</sup>至R<sup>4</sup>分别独立地表示氢原子或碳原子数为1至4的烷基。另外,R<sup>5</sup>至R<sup>8</sup>中的任一个表示直接键合于氮原子的键,其他多个分别独立地表示氢原子或碳原子数为1至4的烷基。

[0127] 在通过布赫瓦尔德-哈特维希反应进行上述合成方案(A-1)时,X表示卤素或三氟甲磺酸酯基。作为卤素,优选使用碘、溴或氯。在该反应中,可以利用一种钯催化剂,其中使用双(二亚苄基丙酮)钯(0)或氯化烯丙基钯(II)二聚物等钯配合物或者钯化合物、以及使用与其配位的三(叔丁基)膦、二叔丁基(1-甲基-2,2-二苯基环丙基)膦或三环己基膦等配体。作为碱的具体例子,可以举出叔丁醇钠等有机碱或者碳酸铯等无机碱等。此外,在使用溶剂时,可以使用甲苯、二甲苯、1,3,5-三甲基苯等。

[0128] 在利用乌尔曼反应进行上述合成方案(A-1)时,X表示卤素。作为卤素,优选使用碘、溴或氯。作为催化剂,可以使用铜或铜化合物。注意,优选使用碘化铜(I)或醋酸铜(II)。作为使用的碱,可以举出碳酸钾等无机碱。此外,作为溶剂,可以使用1,3-二甲基-3,4,5,6-四氢-2(1H)嘧啶酮(DMPU)、N-甲基-2-吡咯烷酮(NMP)、甲苯、二甲苯或1,3,5-三甲基苯等。但是,可以使用的溶剂不局限于此。因为在乌尔曼反应中,在反应温度是100℃以上时可以以较短时间及较高收率得到目的物,所以优选使用沸点高的DMPU、NMP或1,3,5-三甲基苯。另外,反应温度更优选为150℃以上,所以更优选使用DMPU。

[0129] 接着,通过在碱存在下利用金属催化剂、金属或金属化合物使上述合成方案(A-1)所得的仲胺与卤化芳基耦合,可以如下合成方案(A-2)所示那样得到由通式(G1)表示的有机化合物。

[0130] [化学式32]



[0131] 在上述合成方案(A-2)中,Ar<sup>12</sup>表示成环碳原子数为6至10的芳基,并具有至少一个碳原子数为3至12的支链烷基或环烷基。Ar<sup>12</sup>所具有的所述碳原子数为3至12的支链烷基或环烷基的碳原子数的总和为6至36。另外,Ar<sup>11</sup>表示取代或未取代的成环碳原子数为6至13的亚芳基。另外,n表示0或1的整数。另外,Ar<sup>22</sup>表示取代或未取代的成环碳原子数为6至10的芳基。另外,Ar<sup>21</sup>表示取代或未取代的成环碳原子数为6至13的亚芳基。另外,m表示0或1的整数。另外,Ar<sup>1</sup>表示具有至少一个碳原子数为1至6的烷基的苯基。另外,Ar<sup>2</sup>表示具有至少一个碳原子数为1至6的烷基的苯基或碳原子数为1至4的烷基。另外,R<sup>1</sup>至R<sup>4</sup>分别独立地表示氢原子或碳原子数为1至4的烷基。另外,R<sup>5</sup>至R<sup>8</sup>中的任一个表示直接键合于氮原子的键,其他多个分别独立地表示氢原子或碳原子数为1至4的烷基。

[0132] 在通过布赫瓦尔德-哈特维希反应进行上述合成方案(A-2)时,X表示卤素或三氟甲磺酸酯基。作为卤素,优选使用碘、溴或氯。在该反应中,可以利用一种钯催化剂,其中使用双(二亚苄基丙酮)钯(0)或氯化烯丙基钯(II)二聚物等钯配合物或者钯化合物、以及使用与其配位的三(叔丁基)膦、二叔丁基(1-甲基-2,2-二苯基环丙基)膦或三环己基膦等配体。作为碱的具体例子,可以举出叔丁醇钠等有机碱或者碳酸铯等无机碱等。此外,在使用溶剂时,可以使用甲苯、二甲苯、1,3,5-三甲基苯等。

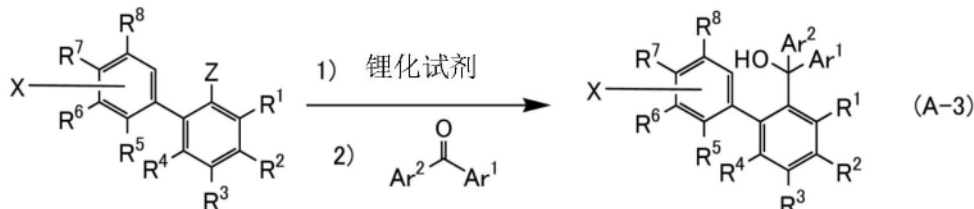
[0133] 在利用乌尔曼反应进行上述合成方案(A-2)时,X表示卤素。作为卤素,优选使用碘、溴或氯。作为催化剂,可以使用铜或铜化合物。注意,优选使用碘化铜(I)或醋酸铜(II)。作为使用的碱,可以举出碳酸钾等无机碱。此外,作为溶剂,可以使用1,3-二甲基-3,4,5,6-四氢-2(1H)嘧啶酮(DMPU)、N-甲基-2-吡咯烷酮(NMP)、甲苯、二甲苯或1,3,5-三甲基苯等。但是,可以使用的溶剂不局限于此。因为在乌尔曼反应中,在反应温度是100℃以上时可以得到较短时间及较高收率得到目的物,所以优选使用沸点高的DMPU、NMP或1,3,5-三甲基苯。另外,反应温度更优选为150℃以上,所以更优选使用DMPU。

[0134] 上述合成方案(A-1)及合成方案(A-2)的反应顺序不局限于此。根据情况,利用使芳基胺与卤化芳基起反应来得到仲胺且使该仲胺与具有茛骨架的卤化物起反应的方法也

可以得到由通式(G1)表示的有机化合物。

[0135] 用于上述合成方案(A-1)的具有茛骨架的卤化物也可以利用下述合成方案(A-3)及下述合成方案(A-4)所示的方法合成。首先,如合成方案(A-3)所示,使卤化联苯与双(烷基芳基)酮或烷基(烷基芳基)酮起反应。

[0136] [化学式33]

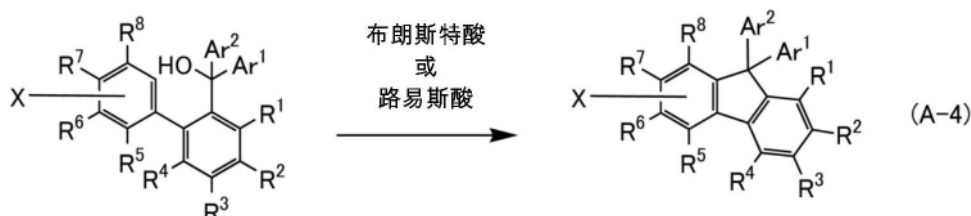


[0137] 在上述合成方案(A-3)中,Ar<sup>1</sup>表示具有至少一个碳原子数为1至6的烷基的苯基。另外,Ar<sup>2</sup>表示具有至少一个碳原子数为1至6的烷基的苯基或碳原子数为1至4的烷基。另外,R<sup>1</sup>至R<sup>4</sup>分别独立地表示氢原子或碳原子数为1至4的烷基。另外,R<sup>5</sup>至R<sup>8</sup>中的任一个表示键合于卤素原子的键,其他多个分别独立地表示氢原子或碳原子数为1至4的烷基。另外,X及Z表示卤素。X优选为溴或氯。另外,Z优选为碘或溴。从反应点选择性的观点来看,在X为溴时Z更优选为碘。

[0138] 在上述合成方案(A-3)中,通过作为锂化试剂使用正丁基锂己烷溶液、金属锂等,可以使对象的联苯衍生物锂化而使其与酮反应。镁等金属也可以同样地使用。

[0139] 接着,如合成方案(A-4)所示,通过使合成方案(A-3)所得的化合物环化,可以合成具有茛骨架的卤化物。

[0140] [化学式34]



[0141] 在上述合成方案(A-4)中,Ar<sup>1</sup>表示具有至少一个碳原子数为1至6的烷基的苯基。另外,Ar<sup>2</sup>表示具有至少一个碳原子数为1至6的烷基的苯基或碳原子数为1至4的烷基。另外,R<sup>1</sup>至R<sup>4</sup>分别独立地表示氢原子或碳原子数为1至4的烷基。另外,R<sup>5</sup>至R<sup>8</sup>中的任一个表示键合于卤素原子的键,其他多个分别独立地表示氢原子或碳原子数为1至4的烷基。另外,X表示卤素。作为X优选为溴或氯。

[0142] 在上述合成方案(A-4)中可以使用布朗斯特酸、路易斯酸等。在作为酮将烷基邻接于羰基的酮用于反应时,从反应选择性的观点来看,优选使用路易斯酸。

[0143] 在上述合成方案中使用的卤化联苯、双(烷基芳基)酮或烷基(烷基芳基)酮在市场上销售的种类很多或者能够以已知技术易于合成,所以可以合成很多种类的由通式(G1)表示的有机化合物。因此,本发明的一个方式的有机化合物的种类很丰富。

[0144] 以上说明了本发明的一个方式的有机化合物的合成方法的一个例子,但是本发明不局限于此,也可以通过任何其他的合成方法合成。

[0145] 本实施方式所示的结构可以与其他实施方式所示的结构适当地组合而使用。

## [0146] 实施方式2

在本实施方式中,参照图1A至图1E说明使用在实施方式1中示出的有机化合物的发光器件。

## [0147] <<发光器件的基本结构>>

对发光器件的基本结构进行说明。图1A示出一对电极间包括具有发光层的EL层的发光器件。具体而言,在第一电极101与第二电极102之间包括EL层103。

[0148] 图1B示出在一对电极间包括多个(图1B中两层)EL层(103a、103b)且在EL层之间包括电荷产生层106的叠层结构(串联结构)的发光器件。具有串联结构的发光器件可以实现能够进行低电压驱动且功耗低的发光装置。

[0149] 电荷产生层106具有如下功能:在第一电极101与第二电极102之间产生电位差时,对一个EL层(103a或103b)注入电子并对另一个EL层(103b或103a)注入空穴。由此,在图1B中,当以使第一电极101的电位比第二电极102高的方式施加电压时,电荷产生层106将电子注入到EL层103a中并将空穴注入到EL层103b中。

[0150] 另外,从光提取效率的观点来看,电荷产生层106优选对可见光具有透光性(具体而言,电荷产生层106的可见光透过率为40%以上)。另外,即使电荷产生层106的电导率比第一电极101及第二电极102低也发挥功能。

[0151] 图1C示出本发明的一个方式的发光器件的EL层103的叠层结构。注意,在此情况下,第一电极101被用作阳极,第二电极102被用作阴极。EL层103具有第一电极101上依次层叠有空穴注入层111、空穴传输层112、发光层113、电子传输层114以及电子注入层115的结构。注意,发光层113也可以层叠发光颜色不同的多个发光层。例如,也可以隔着或不隔着包含载流子传输性材料的层层叠包含发射红色光的发光物质的发光层、包含发射绿色光的发光物质的发光层、包含发射蓝色光的发光物质的发光层。或者,也可以组合包含发射黄色光的发光物质的发光层和包含发射蓝色光的发光物质的发光层。注意,发光层113的叠层结构不局限于上述结构。例如,发光层113也可以层叠发光颜色相同的多个发光层。例如,也可以隔着或不隔着包含载流子传输性材料的层层叠包含发射蓝色光的发光物质的第一发光层、包含发射蓝色光的发光物质的第二发光层。在层叠发光颜色相同的多个发光层时,有时与单层相比可以提高可靠性。此外,在如图1B所示的串联结构包括多个EL层时,各EL层从阳极一侧如上那样依次层叠。此外,在第一电极101为阴极且第二电极102为阳极时,EL层103的叠层顺序相反。具体而言,阴极的第一电极101上的111为电子注入层,112为电子传输层,113为发光层,114为空穴传输层,115为空穴注入层。

[0152] EL层(103、103a及103b)中的发光层113适当地组合发光物质及多个物质而能够获得呈现所希望的发光颜色的荧光发光或磷光发光。另外,发光层113也可以具有发光颜色不同的叠层结构。在此情况下,作为用于层叠的各发光层的发光物质及其他物质使用不同材料即可。另外,也可以采用从图1B所示的多个EL层(103a及103b)获得彼此不同的发光颜色的结构。在此情况下,作为用于各发光层的发光物质及其他物质使用不同材料即可。

[0153] 另外,在本发明的一个方式的发光器件中,例如,通过使图1C所示的第一电极101为反射电极、使第二电极102为半透射-半反射电极并采用光学微腔谐振器(微腔)结构,可以使从EL层103中的发光层113得到的光在上述电极之间发生谐振,从而可以增强穿过第二电极102得到的光。

[0154] 在发光器件的第一电极101为由具有反射性的导电材料和具有透光性的导电材料(透明导电膜)的叠层结构构成的反射电极的情况下,可以通过控制透明导电膜的厚度来进行光学调整。具体而言,优选以如下方式进行调整:在从发光层113获得的光的波长为 $\lambda$ 时,第一电极101与第二电极102的电极间的光学距离(厚度与折射率之积)为 $m\lambda/2$ (注意, $m$ 为自然数)或其附近值。

[0155] 另外,为了使从发光层113获得的所希望的光(波长: $\lambda$ )放大,优选调整为如下:从第一电极101到发光层113中的能够获得所希望的光的区域(发光区域)的光学距离及从第二电极102到发光层113中的能够获得所希望的光的区域(发光区域)的光学距离都成为 $(2m'+1)\lambda/4$ (注意, $m'$ 为自然数)或其附近值。注意,在此说明的“发光区域”是指发光层113中的空穴与电子的再结合区域。

[0156] 通过进行上述光学调整,可以使能够从发光层113获得的特定的单色光的光谱变窄,由此获得色纯度良好的发光。

[0157] 另外,在上述情况下,严格地说,第一电极101和第二电极102之间的光学距离可以说是从第一电极101中的反射区域到第二电极102中的反射区域的总厚度。但是,因为难以准确地决定第一电极101及第二电极102中的反射区域的位置,所以通过假定第一电极101及第二电极102中的任意的位置为反射区域可以充分得到上述效果。另外,严密地说,第一电极101和可以获得所希望的光的发光层之间的光学距离可以说是第一电极101中的反射区域和可以获得所希望的光的发光层中的发光区域之间的光学距离。但是,因为难以准确地决定第一电极101中的反射区域及可以获得所希望的光的发光层中的发光区域的位置,所以通过假定第一电极101中的任意的位置为反射区域且可以获得所希望的光的发光层的任意的位置为发光区域,可以充分得到上述效果。

[0158] 图1D所示的发光器件为具有串联结构的发光器件,并具有微腔结构,所以可以从各EL层(103a、103b)提取不同波长的光(单色光)。由此,为了获得不同的发光颜色不需要分别涂布(例如涂布为R、G、B)。由此,可以容易实现高分辨率。另外,可以与着色层(滤色片)组合。并且,可以增强特定波长的正面方向上的发光强度,从而可以实现低功耗化。

[0159] 图1E所示的发光器件是图1B所示的串联结构的发光器件的一个例子,如附图所示,具有三个EL层(103a、103b、103c)夹着电荷产生层(106a、106b)而层叠的结构。三个EL层(103a、103b、103c)分别包括发光层(113a、113b、113c),并且可以自由地组合各发光层的发光颜色。例如,发光层113a及发光层113c可以呈现蓝色,发光层113b可以呈现红色、绿色、黄色中的一种。另外,例如,发光层113a及发光层113c可以呈现红色,发光层113b可以呈现蓝色、绿色、黄色中的一种。

[0160] 另外,在上述本发明的一个方式的发光器件中,第一电极101和第二电极102中的至少一个为具有透光性的电极(透明电极、半透射-半反射电极等)。在具有透光性的电极为透明电极的情况下,透明电极的可见光透过率为40%以上。另外,在该电极为半透射-半反射电极的情况下,半透射-半反射电极的可见光反射率为20%以上且80%以下,优选为40%以上且70%以下。另外,这些电极的电阻率优选为 $1 \times 10^{-2} \Omega \text{ cm}$ 以下。

[0161] 另外,在上述本发明的一个方式的发光器件中,在第一电极101和第二电极102中的一个为具有反射性的电极(反射电极)的情况下,具有反射性的电极的可见光反射率为40%以上且100%以下,优选为70%以上且100%以下。另外,该电极的电阻率优选为 $1 \times 10^{-2}$

$\Omega$  cm以下。

[0162] <<发光器件的具体结构>>

接着,说明本发明的一个方式的发光器件的具体结构。此外,这里参照具有串联结构的图1D进行说明。注意,图1A及图1C所示的具有单结构的发光器件也具有同样的EL层的结构。此外,在图1D所示的发光器件具有微腔结构的情况下,作为第一电极101形成反射电极,作为第二电极102形成半透射-半反射电极。由此,可以单独使用所希望的电极材料或者使用多个电极材料以单层或叠层形成上述电极。另外,第二电极102在形成EL层103b之后,与上述同样地选择材料而形成。

[0163] <第一电极及第二电极>

作为形成第一电极101及第二电极102的材料,只要可以满足上述两个电极的功能就可以适当地组合下述材料。例如,可以适当地使用金属、合金、导电化合物以及它们的混合物等。具体而言,可以举出In-Sn氧化物(也称为ITO)、In-Si-Sn氧化物(也称为ITSO)、In-Zn氧化物、In-W-Zn氧化物。除了上述以外,还可以举出铝(Al)、钛(Ti)、铬(Cr)、锰(Mn)、铁(Fe)、钴(Co)、镍(Ni)、铜(Cu)、镓(Ga)、锌(Zn)、铟(In)、锡(Sn)、钼(Mo)、钽(Ta)、钨(W)、钯(Pd)、金(Au)、铂(Pt)、银(Ag)、钇(Y)、钕(Nd)等金属以及适当地组合它们的合金。除了上述以外,可以使用属于元素周期表中第1族或第2族的元素(例如,锂(Li)、铯(Cs)、钙(Ca)、锶(Sr))、铕(Eu)、镱(Yb)等稀土金属、适当地组合它们的合金以及石墨烯等。

[0164] 在图1D所示的发光器件中第一电极101为阳极的情况下,通过真空蒸镀法在第一电极101上依次层叠EL层103a的空穴注入层111a及空穴传输层112a。在形成EL层103a及电荷产生层106之后,与上述同样,在电荷产生层106上依次层叠EL层103b的空穴注入层111b及空穴传输层112b。

[0165] <空穴注入层>

空穴注入层(111、111a、111b)为将空穴从阳极的第一电极101或电荷产生层(106、106a、106b)注入到EL层(103、103a、103b)的层,并包含有机受体材料或空穴注入性高的材料。

[0166] 有机受体材料可以通过与其HOMO能级的值接近于LUMO能级的值的其他有机化合物之间发生电荷分离,来在该有机化合物中产生空穴。因此,作为有机受体材料可以使用具有醌二甲烷衍生物、四氯苯醌衍生物、六氮杂三亚苯衍生物等吸电子基团(卤基或氰基)的化合物。例如,可以使用7,7,8,8-四氰基-2,3,5,6-四氟醌二甲烷(简称: $F_4$ -TCNQ)、3,6-二氟-2,5,7,7,8,8-六氰基对醌二甲烷、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。在有机受体材料中,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等的受体性较高,膜质量具有热稳定性,所以是尤其优选的。除此以外,包括吸电子基团(尤其是如氟基等卤基或氰基)的[3]轴烯衍生物的电子接收性非常高所以是优选的,具体而言,可以使用: $\alpha, \alpha', \alpha''$ -1,2,3-环烷三亚基(ylidene)三[4-氰-2,3,5,6-四氟苯乙腈]、 $\alpha, \alpha', \alpha''$ -1,2,3-环丙三亚基三[2,6-二氯-3,5-二氟-4-(三氟甲基)苯乙腈]、 $\alpha, \alpha', \alpha''$ -1,2,3-环烷三亚基三[2,3,4,5,6-五氟苯乙腈]等。

[0167] 作为空穴注入性高的材料,可以使用属于元素周期表中第4族至第8族的金属的氧



化物(钼氧化物、钒氧化物、钨氧化物、钨氧化物、锰氧化物等过渡金属氧化物等)。具体而言,可以举出氧化钼、氧化钒、氧化铌、氧化钽、氧化铬、氧化钨、氧化锰、氧化铪。其中尤其是氧化钼在大气中稳定,吸湿性低,并且容易处理,因此是优选的。除了上述以外,可以使用酞菁类化合物如酞菁(简称:H<sub>2</sub>Pc)、铜酞菁(CuPc)。

[0168] 此外,除了上述材料以外还可以使用如下低分子化合物的芳香胺化合物等,诸如4,4',4''-三(N,N-二苯基氨基)三苯胺(简称:TDATA)、4,4',4''-三[N-(3-甲基苯基)-N-苯基氨基]三苯胺(简称:MTDATA)、4,4'-双[N-(4-二苯基氨基苯基)-N-苯基氨基]联苯(简称:DPAB)、N,N'-双{4-[双(3-甲基苯基)氨基]苯基}-N,N'-二苯基-(1,1'-联苯)-4,4'-二胺(简称:DNTPD)、1,3,5-三[N-(4-二苯基氨基苯基)-N-苯基氨基]苯(简称:DPA3B)、3-[N-(9-苯基咔唑-3-基)-N-苯基氨基]-9-苯基咔唑(简称:PCzPCA1)、3,6-双[N-(9-苯基咔唑-3-基)-N-苯基氨基]-9-苯基咔唑(简称:PCzPCA2)、3-[N-(1-萘基)-N-(9-苯基咔唑-3-基)氨基]-9-苯基咔唑(简称:PCzPCN1)等。

[0169] 另外,可以使用高分子化合物(低聚物、枝状聚合物或聚合物等),诸如聚(N-乙烯基咔唑)(简称:PVK)、聚(4-乙烯基三苯胺)(简称:PVTPA)、聚[N-(4-{N'-[4-(4-二苯基氨基)苯基]苯基}-N'-苯基氨基)苯基]甲基丙烯酰胺(简称:PTPDMA)、聚[N,N'-双(4-丁基苯基)-N,N'-双(苯基)联苯胺](简称:Poly-TPD)等。或者,还可以使用添加有酸的高分子化合物,诸如聚(3,4-乙烯二氧噻吩)/聚(苯乙烯磺酸)(简称:PEDOT/PSS)、聚苯胺/聚(苯乙烯磺酸)(PAni/PSS)等。

[0170] 作为空穴注入性高的材料,也可以使用包含空穴传输性材料及上述有机受体材料(电子受体材料)的混合材料。在此情况下,由有机受体材料从空穴传输性材料抽出电子而在空穴注入层111中产生空穴,空穴通过空穴传输层112注入到发光层113中。另外,空穴注入层111可以采用由包含空穴传输性材料及有机受体材料(电子受体材料)的混合材料构成的单层,也可以采用分别使用空穴传输性材料及有机受体材料(电子受体材料)形成的层的叠层。

[0171] 作为空穴传输性材料,优选使用在实施方式1中示出的有机化合物。作为空穴传输性材料,优选使用电场强度[V/cm]的平方根为600时的空穴迁移率为 $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以上的物质。另外,只要是空穴传输性高于电子传输性的物质,可以使用上述以外的物质。

[0172] 作为空穴传输性材料,优选使用具有富 $\pi$ 电子型杂芳环的化合物(例如,咔唑衍生物、呋喃衍生物或噻吩衍生物)、芳香胺(包含芳香胺骨架的有机化合物)等空穴传输性高的材料。

[0173] 作为上述咔唑衍生物(具有咔唑环的有机化合物),可以举出联咔唑衍生物(例如,3,3'-联咔唑衍生物)、具有咔唑基的芳香胺等。

[0174] 作为上述联咔唑衍生物(例如,3,3'-联咔唑衍生物),具体而言,可以举出3,3'-双(9-苯基-9H-咔唑)(简称:PCCP)、9,9'-双(联苯-4-基)-3,3'-联-9H-咔唑(简称:BisBPCz)、9,9'-双(1,1'-联苯-3-基)-3,3'-联-9H-咔唑(简称:BismBPCz)、9-(1,1'-联苯-3-基)-9'-(1,1'-联苯-4-基)-9H,9'H-3,3'-联咔唑(简称:mBPCCBP)、9-(2-萘基)-9'-苯基-9H,9'H-3,3'-联咔唑(简称:BNCCP)等。

[0175] 此外,作为具有咔唑基的芳香胺,具体而言,可以举出4-苯基-4'-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯胺(简称:PCBA1BP)、N-(4-联苯)-N-(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)-9-苯基-9H-

咔唑-3-胺(简称:PCBiF)、N-(1,1'-联苯-4-基)-N-[4-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)苯基]-9,9-二甲基-9H-芴-2-胺(简称:PCBBiF)、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)、4-苯基二苯基-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)胺(简称:PCA1BP)、N,N'-双(9-苯基咔唑-3-基)-N,N'-二苯基苯-1,3-二胺(简称:PCA2B)、N,N',N''-三苯基-N,N',N''-三(9-苯基咔唑-3-基)苯-1,3,5-三胺(简称:PCA3B)、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]螺-9,9'-二芴-2-胺(简称:PCBASf)、3-[N-(9-苯基咔唑-3-基)-N-苯基氨基]-9-苯基咔唑(简称:PCzPCA1)、3,6-双[N-(9-苯基咔唑-3-基)-N-苯基氨基]-9-苯基咔唑(简称:PCzPCA2)、3-[N-(1-萘基)-N-(9-苯基咔唑-3-基)氨基]-9-苯基咔唑(简称:PCzPCN1)、3-[N-(4-二苯基氨基苯基)-N-苯基氨基]-9-苯基咔唑(简称:PCzDPA1)、3,6-双[N-(4-二苯基氨基苯基)-N-苯基氨基]-9-苯基咔唑(简称:PCzDPA2)、3,6-双[N-(4-二苯基氨基苯基)-N-(1-萘基)氨基]-9-苯基咔唑(简称:PCzTPN2)、2-[N-(9-苯基咔唑-3-基)-N-苯基氨基]螺-9,9'-二芴(简称:PCASf)、N-[4-(9H-咔唑-9-基)苯基]-N-(4-苯基)苯基苯胺(简称:YGA1BP)、N,N'-双[4-(咔唑-9-基)苯基]-N,N'-二苯基-9,9-二甲基芴-2,7-二胺(简称:YGA2F)、4,4',4''-三(咔唑-9-基)三苯胺(简称:TCTA)等。

[0176] 注意,作为咔唑衍生物,除了上述以外,还可以举出3-[4-(9-菲基)-苯基]-9-苯基-9H-咔唑(简称:PCPPn)、3-[4-(1-萘基)-苯基]-9-苯基-9H-咔唑(简称:PCPN)、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)、1,3,5-三[4-(N-咔唑基)苯基]苯(简称:TCPB)、9-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-9H-咔唑(简称:CzPA)等。

[0177] 作为上述呋喃衍生物(具有呋喃环的有机化合物),具体而言,可以举出4,4',4''-(苯-1,3,5-三基)三(二苯并呋喃)(简称:DBF3P-II)、4-{3-[3-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基]二苯并呋喃(简称:mmDBFFLBI-II)}等。

[0178] 作为上述噻吩衍生物(具有噻吩环的有机化合物),具体而言,可以举出具有噻吩环的有机化合物,诸如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。

[0179] 作为上述芳香胺,具体而言,可以举出4,4'-双[N-(1-萘基)-N-苯基氨基]联苯(简称:NPB或 $\alpha$ -NPD)、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)、N-(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)-N-{9,9-二甲基-2-[N'-苯基-N'-(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)氨基]-9H-芴-7-基}苯基胺(简称:DFLADFL)、N-(9,9-二甲基-2-二苯基氨基-9H-芴-7-基)二苯基胺(简称:DPNF)、2-[N-(4-二苯基氨基苯基)-N-苯基氨基]螺-9,9'-二芴(简称:DPASf)、2,7-双[N-(4-二苯基氨基苯基)-N-苯基氨基]-螺-9,9'-二芴(简称:DPA2SF)、4,4',4''-三[N-(1-萘基)-N-苯基氨基]三苯胺(简称:1'-TNATA)、4,4',4''-三(N,N-二苯基氨基)三苯胺(简称:TDATA)、4,4',4''-三[N-(3-甲基苯基)-N-苯基氨基]三苯胺(简称:m-

MTDATA)、N,N'-二(对甲苯基)-N,N'-二苯基-对苯二胺(简称:DTDPPA)、4,4'-双[N-(4-二苯基氨基苯基)-N-苯基氨基]联苯(简称:DPAB)、DNTPD、1,3,5-三[N-(4-二苯基氨基苯基)-N-苯基氨基]苯(简称:DPA3B)、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-p-三联苯(简称:DBfBB1TP)、N-[4-(二苯并噻吩-4-基)苯基]-N-苯基-4-联苯胺(简称:ThBA1BP)、4-(2-萘基)-4',4''-二苯基三苯基胺(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:mTPBi $\beta$ NBi)、4-(4-联苯基)-4'-[4-(2-萘基)苯基]-4''-苯基三苯基胺(简称:TPBi $\beta$ NBi)、4-苯基-4'-(1-萘基)三苯基胺(简称: $\alpha$ NBA1BP)、4,4'-双(1-萘基)三苯基胺(简称: $\alpha$ NBB1BP)、4,4'-二苯基-4''-[4'-(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)联苯基-4-基]-4'-(2-萘基)-4''-苯基三苯基胺(简称:YGTBi $\beta$ NB)、N-[4-(9-苯基-9H-咪唑-3-基)苯基]-N-[4-(1-萘基)苯基]-9,9'-螺双[9H-苄]-2-胺(简称:PCBNBSF)、N,N-双([1,1'-联苯]-4-基)-9,9'-螺双[9H-苄]-2-胺(简称:BBASF)、N,N-双([1,1'-联苯]-4-基)-9,9'-螺双[9H-苄]-4-胺(简称:BBASF(4))、N-(1,1'-联苯-2-基)-N-(9,9-二甲基-9H-苄-2-基)-9,9'-螺双[9H-苄]-4-胺(简称:oFBiSF)、N-(4-联苯)-N-(9,9-二甲基-9H-苄-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'-[4-(9-苯基苄-9-基)苯基]三苯基胺(简称:BPAFLBi)、N,N-双(9,9-二甲基-9H-苄-2-基)-9,9'-螺双-9H-苄-4-胺、N,N-双(9,9-二甲基-9H-苄-2-基)-9,9'-螺双-9H-苄-3-胺、N,N-双(9,9-二甲基-9H-苄-2-基)-9,9'-螺双-9H-苄-2-胺、N,N-双(9,9-二甲基-9H-苄-2-基)-9,9'-螺双-9H-苄-1-胺等。

[0180] 除此以外,作为空穴传输性材料,可以使用高分子化合物(低聚物、枝状聚合物、聚合物等),诸如聚(N-乙烯基咪唑)(简称:PVK)、聚(4-乙烯基三苯胺)(简称:PVTPA)、聚[N-(4-{N'-[4-(4-二苯基氨基)苯基]苯基-N'-苯基氨基}苯基)甲基丙烯酰胺](简称:PTPDMA)、聚[N,N'-双(4-丁基苯基)-N,N'-双(苯基)联苯胺](简称:Poly-TPD)等。或者,还可以使用添加有酸的高分子化合物,诸如聚(3,4-乙烯二氧噻吩)/聚(苯乙烯磺酸)(简称:PEDOT/PSS)、聚苯胺/聚(苯乙烯磺酸)(PAni/PSS)等。

[0181] 注意,空穴传输性材料不局限于上述材料,可以将已知的各种材料中的一种或多组的组合作为空穴传输性材料。

[0182] 注意,空穴注入层(111、111a、111b)可以利用已知的各种成膜方法形成,例如可以利用真空蒸镀法形成。

[0183] <空穴传输层>

空穴传输层(112、112a、112b)是将从第一电极101由空穴注入层(111、111a、111b)注入的空穴传输到发光层(113、113a、113b)中的层。另外,空穴传输层(112、112a、112b)是包含空穴传输性材料的层。因此,作为空穴传输层(112、112a、112b),可以使用能够用于空穴注入层(111、111a、111b)的空穴传输性材料。

[0184] 注意,在本实施方式所示的发光器件中,可以将与空穴传输层(112、112a、112b)相同的有机化合物用于发光层(113、113a、113b)。在空穴传输层(112、112a、112b)和发光层(113、113a、113b)使用相同的有机化合物时,可以高效地将空穴从空穴传输层(112、112a、112b)传输到发光层(113、113a、113b),因此是优选的。

[0185] <发光层>

发光层(113、113a、113b)是包含发光物质的层。对于可用于发光层(113、113a、113b)的发光物质,可以适当地使用呈现蓝色、紫色、蓝紫色、绿色、黄绿色、黄色、橙色、红色等发光颜色的物质。另外,在包括多个发光层时通过在各发光层中分别使用不同的发光物质,可以成为呈现不同发光颜色的结构(例如,可以组合处于补色关系的发光颜色获得白色光)。再者,也可以采用一个发光层包含不同的发光物质的叠层结构。

[0186] 另外,发光层(113、113a、113b)除了发光物质(客体材料)以外还可以包含一种或多种有机化合物(主体材料等)。

[0187] 注意,在发光层(113、113a、113b)中使用多个主体材料时,作为新加的第二主体材料,优选使用具有比现有的客体材料及第一主体材料的能隙大的能隙的物质。此外,优选的是,第二主体材料的最低单重激发能级(S1能级)比第一主体材料的S1能级高,第二主体材料的最低单重激发能级(T1能级)比客体材料的T1能级高。此外,优选的是,第二主体材料的最低三重激发能级(T1能级)比第一主体材料的T1能级高。通过采用上述结构,可以由两种主体材料形成激基复合物。注意,为了高效地形成激基复合物,特别优选组合容易接收空穴的化合物(空穴传输性材料)与容易接收电子的化合物(电子传输性材料)。此外,通过采用上述结构,可以同时实现高效率、低电压以及长寿命。

[0188] 注意,作为用作上述主体材料(包括第一主体材料及第二主体材料)的有机化合物,只要满足用于发光层的主体材料的条件,就可以使用如可以用于上述空穴传输层(112、112a、112b)的空穴传输性材料、可以用于后述电子传输层(114、114a、114b)的电子传输性材料等有机化合物,也可以使用由多种有机化合物(上述第一主体材料及第二主体材料)形成的激基复合物。此外,以多种有机化合物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。作为形成激基复合物的多种有机化合物的组合,例如,优选的是,一个具有缺 $\pi$ 电子杂芳环,另一个具有富 $\pi$ 电子杂芳环。此外,作为形成激基复合物的组合中的一个,也可以使用铱、铈、铂类有机金属配合物或金属配合物等的磷光发光物质。

[0189] 对可用于发光层(113、113a、113b)的发光物质没有特别的限制,可以使用将单重激发能转换为可见光区域的光的发光物质或将三重激发能转换为可见光区域的光的发光物质。

[0190] <<将单重激发能转换为发光的发光物质>>

作为能够用于发光层113的将单重激发能转换为发光的发光物质,可以举出以下的发射荧光的物质(荧光发光物质)。例如可以举出芘衍生物、蒽衍生物、三亚苯衍生物、芴衍生物、咔唑衍生物、二苯并噻吩衍生物、二苯并呋喃衍生物、二苯并喹啉衍生物、喹啉衍生物、吡啶衍生物、嘧啶衍生物、菲衍生物、蔡衍生物等。尤其是芘衍生物的发光量子产率高,所以是优选的。作为芘衍生物的具体例子,可以举出N,N'-双(3-甲基苯基)-N,N'-双[3-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基]芘-1,6-二胺(简称:1,6mMemFLPAPrn)、(N,N'-二苯基-N,N'-双[4-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基]芘-1,6-二胺(简称:1,6FLPAPrn)、N,N'-双(二苯并呋喃-2-基)-N,N'-二苯基芘-1,6-二胺(简称:1,6FrAPrn)、N,N'-双(二苯并噻吩-2-基)-N,N'-二苯基芘-1,6-二胺(简称:1,6ThAPrn)、N,N'-(芘-1,6-二基)双[(N-苯基苯并[b]蔡并[1,2-d]呋喃)-6-胺](简称:1,6BnfAPrn)、N,N'-(芘-1,6-二基)双[(N-苯基苯并[b]蔡并[1,2-d]呋喃)-8-胺](简称:1,6BnfAPrn-02)、N,N'-(芘-1,6-二基)双[(6,N-二苯基苯并[b]蔡并[1,2-d]呋喃)-8-胺](简称:1,6BnfAPrn-03)等。

[0191] 此外,可以使用5,6-双[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-2,2'-联吡啶(简称:PAP2BPy)、5,6-双[4'-(10-苯基-9-蒽基)联苯-4-基]-2,2'-联吡啶(简称:PAPP2BPy)、N,N'-双[4-(9H-咔唑-9-基)苯基]-N,N'-二苯基二苯乙烯-4,4'-二胺(简称:YGA2S)、4-(9H-咔唑-9-基)-4'-(10-苯基-9-蒽基)三苯胺(简称:YGAPA)、4-(9H-咔唑-9-基)-4'-(9,10-二苯基-2-蒽基)三苯胺(简称:2YGAPPA)、N,9-二苯基-N-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-9H-咔唑-3-胺(简称:PCAPA)、4-(10-苯基-9-蒽基)-4'-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯胺(简称:PCBAPA)、4-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-4'-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯胺(简称:PCBAPBA)、二蔡嵌苯、2,5,8,11-四-(叔丁基)二蔡嵌苯(简称:TBP)、N,N''-(2-叔丁基蒽-9,10-二基二-4,1-亚苯基)双[N,N',N'-三苯基-1,4-苯二胺](简称:DPABPA)、N,9-二苯基-N-[4-(9,10-二苯基-2-蒽基)苯基]-9H-咔唑-3-胺(简称:2PCAPPA)、N-[4-(9,10-二苯基-2-蒽基)苯基]-N,N',N'-三苯基-1,4-苯二胺(简称:2DPAPPA)等。

[0192] 此外,可以使用N-[9,10-双(1,1'-联苯-2-基)-2-蒽基]-N,9-二苯基-9H-咔唑-3-胺(简称:2PCABPhA)、N-(9,10-二苯基-2-蒽基)-N,N',N'-三苯基-1,4-苯二胺(简称:2DPAPA)、N-[9,10-双(1,1'-联苯-2-基)-2-蒽基]-N,N',N'-三苯基-1,4-苯二胺(简称:2DPABPhA)、9,10-双(1,1'-联苯-2-基)-N-[4-(9H-咔唑-9-基)苯基]-N-苯基蒽-2-胺(简称:2YGABPhA)、N,N,9-三苯基蒽-9-胺(简称:DPhAPhA)、香豆素545T、N,N'-二苯基喹吖啶酮(简称:DPQd)、红荧烯、5,12-双(1,1'-联苯-4-基)-6,11-二苯基并四苯(简称:BPT)、2-{2-[4-(二甲氨基)苯基]乙烯基}-6-甲基-4H-吡喃-4-亚基}丙二腈(简称:DCM1)、2-{2-甲基-6-[2-(2,3,6,7-四氢-1H,5H-苯并[ij]喹啉-9-基)乙烯基]-4H-吡喃-4-亚基}丙二腈(简称:DCM2)、N,N,N',N'-四(4-甲基苯基)并四苯-5,11-二胺(简称:p-mPhTD)、7,14-二苯基-N,N,N',N'-四(4-甲基苯基)茚并[1,2-a]荧蒽-3,10-二胺(简称:p-mPhAFD)、2-{2-异丙基-6-[2-(1,1,7,7-四甲基-2,3,6,7-四氢-1H,5H-苯并[ij]喹啉-9-基)乙烯基]-4H-吡喃-4-亚基}丙二腈(简称:DCJTI)、2-{2-叔丁基-6-[2-(1,1,7,7-四甲基-2,3,6,7-四氢-1H,5H-苯并[ij]喹啉-9-基)乙烯基]-4H-吡喃-4-亚基}丙二腈(简称:DCJTB)、2-(2,6-双{2-[4-(二甲氨基)苯基]乙烯基}-4H-吡喃-4-亚基)丙二腈(简称:BisDCM)、2-{2,6-双[2-(8-甲氧基-1,1,7,7-四甲基-2,3,6,7-四氢-1H,5H-苯并[ij]喹啉-9-基)乙烯基]-4H-吡喃-4-

亚基}丙二腈(简称:BisDCJTM)、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,可以使用1,6FLPAPrn、1,6mMemFLPAPrn、1,6BnfAPrn-03等茈二胺化合物等。

[0193] <<将三重激发能转换为发光的发光物质>>

接着,作为能够用于发光层113的将三重激发能转换为发光的发光物质,例如可以举出发射磷光的物质(磷光发光物质)或呈现热活化延迟荧光的热活化延迟荧光(Thermally activated delayed fluorescence:TADF)材料。

[0194] 磷光发光物质是指在低温(例如77K)以上且室温以下的温度范围(即,77K以上且313K以下)的任一温度下发射磷光而不发射荧光的化合物。该磷光发光物质优选包含自旋轨道相互作用大的金属元素,可以举出有机金属配合物、金属配合物(铂配合物)、稀土金属配合物等。具体而言,优选包含过渡金属元素,尤其优选包含铂族元素(钌(Ru)、铑(Rh)、钯(Pd)、锇(Os)、铱(Ir)或铂(Pt)),特别优选包含铱。铱可以提高单重基态与三重激发态之间的直接跃迁的概率,所以是优选的。

[0195] <<磷光发光物质(450nm以上且570nm以下:蓝色或绿色)>>

作为呈现蓝色或绿色且其发射光谱的峰波长为450nm以上且570nm以下的磷光发光物质,可以举出如下物质。

[0196] 例如,可以举出三{2-[5-(2-甲基苯基)-4-(2,6-二甲基苯基)-4H-1,2,4-三唑-3-基-κN<sup>2</sup>]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>])、三[3-(5-联苯)-5-异丙基-4-苯基-4H-1,2,4-三唑]铱(III)(简称:[Ir(iPr5btz)<sub>3</sub>])等具有4H-三唑环的有机金属配合物;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-三唑环的有机金属配合物;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>])等具有咪唑环的有机金属配合物;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)吡啶甲酸盐(简称:FIrpic)、双{2-[3',5'-双(三氟甲基)苯基]吡啶根-N,C<sup>2'</sup>}铱(III)吡啶甲酸盐(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))等以具有吸电子基团的苯基吡啶衍生物为配体的有机金属配合物等。

[0197] <<磷光发光物质(495nm以上且590nm以下:绿色或黄色)>>

作为呈现绿色或黄色且其发射光谱的峰波长为495nm以上且590nm以下的磷光发光物质,可以举出如下物质。

[0198] 例如,可以举出三(4-甲基-6-苯基嘧啶)铱(III)(简称:[Ir(mppm)<sub>3</sub>])、三(4-叔丁基-6-苯基嘧啶)铱(III)(简称:[Ir(tBuppm)<sub>3</sub>])、(乙酰丙酮根)双(6-甲基-4-苯基嘧啶)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)铱(III)(简称:[Ir(tBuppm)<sub>2</sub>(acac)])、(乙酰丙酮根)双[6-(2-降苄基)-4-苯基嘧啶]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]铱(III) (简称:[Ir (mpmppm)<sub>2</sub> (acac)]、(乙酰丙酮根)双{4,6-二甲基-2-[6-(2,6-二甲基苯基)-4-嘧啶基-κN3]苯基-κC}铱(III) (简称:[Ir (dmpm-dmp)<sub>2</sub> (acac)]、(乙酰丙酮根)双(4,6-二苯基嘧啶)铱(III) (简称:[Ir (dppm)<sub>2</sub> (acac)]等具有嘧啶环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)铱(III) (简称:[Ir (mppr-Me)<sub>2</sub> (acac)]、(乙酰丙酮根)双(5-异丙基-3-甲基-2-苯基吡嗪)铱(III) (简称:[Ir (mppr-iPr)<sub>2</sub> (acac)]等具有吡嗪环的有机金属铱配合物; 三(2-苯基吡啶根-N,C<sup>2'</sup>)铱(III) (简称:[Ir (ppy)<sub>3</sub>])、双(2-苯基吡啶根-N,C<sup>2'</sup>)铱(III) 乙酰丙酮(简称:[Ir (ppy)<sub>2</sub> (acac)]、双(苯并[h]喹啉)铱(III) 乙酰丙酮(简称:[Ir (bzq)<sub>2</sub> (acac)]、三(苯并[h]喹啉)铱(III) (简称:[Ir (bzq)<sub>3</sub>])、三(2-苯基喹啉-N,C<sup>2'</sup>)铱(III) (简称:[Ir (pq)<sub>3</sub>])、双(2-苯基喹啉-N,C<sup>2'</sup>)铱(III) 乙酰丙酮(简称:[Ir (pq)<sub>2</sub> (acac)]、双[2-(2-吡啶基-κN)苯基-κC][2-(4-苯基-2-吡啶基-κN)苯基-κC]铱(III) (简称:[Ir (ppy)<sub>2</sub> (4dppy)]、双[2-(2-吡啶基-κN)苯基-κC][2-(4-甲基-5-苯基-2-吡啶基-κN)苯基-κC]、[2-d<sub>3</sub>-甲基-8-(2-吡啶基-κN)苯并呋喃[2,3-b]吡啶-κC]双[2-(5-d<sub>3</sub>-甲基-2-吡啶基-κN2)苯基-κC]铱(III) (简称:Ir (5mpppy-d<sub>3</sub>)<sub>2</sub> (mbfpypy-d<sub>3</sub>))、[2-(甲基-d<sub>3</sub>)-8-[4-(1-甲基乙基-1-d)-2-吡啶基-κN]苯并呋喃并[2,3-b]吡啶-7-基-κC]双[5-(甲基-d<sub>3</sub>)-2-[5-(甲基-d<sub>3</sub>)-2-吡啶基-κN]苯基-κC]铱(III) (简称:Ir (5mtpy-d<sub>6</sub>)<sub>2</sub> (mbfpypy-iPr-d<sub>4</sub>))、[2-d<sub>3</sub>-甲基-(2-吡啶基-κN)苯并呋喃并[2,3-b]吡啶-κC]双[2-(2-吡啶基-κN)苯基-κC]铱(III) (简称:Ir (ppy)<sub>2</sub> (mbfpypy-d<sub>3</sub>))、[2-(4-甲基-5-苯基-2-吡啶基-κN)苯基-κC]双[2-(2-吡啶基-κN)苯基-κC]铱(III) (简称:Ir (ppy)<sub>2</sub> (mdppy))等具有吡啶环的有机金属铱配合物; 双(2,4-二苯基-1,3-噁唑-N,C<sup>2'</sup>)铱(III) 乙酰丙酮(简称:[Ir (dpo)<sub>2</sub> (acac)]、双{2-[4'-(全氟苯基)苯基]吡啶-N,C<sup>2'</sup>}铱(III) 乙酰丙酮(简称:[Ir (p-PF-ph)<sub>2</sub> (acac)]、双(2-苯基苯并噁唑-N,C<sup>2'</sup>)铱(III) 乙酰丙酮(简称:[Ir (bt)<sub>2</sub> (acac)]等有机金属配合物、三(乙酰丙酮根)(单菲咯啉)铽(III) (简称:[Tb (acac)<sub>3</sub> (Phen)])等稀土金属配合物。

[0199] <<磷光发光物质(570nm以上且750nm以下:黄色或红色)>>

作为呈现黄色或红色且其发射光谱的峰波长为570nm以上且750nm以下的磷光发光物质,可以举出如下物质。

[0200] 例如,可以举出(二异丁酰甲烷根)双[4,6-双(3-甲基苯基)嘧啶根]铱(III) (简称:[Ir (5mdppm)<sub>2</sub> (dibm)]、双[4,6-双(3-甲基苯基)嘧啶根](二新戊酰甲烷)铱(III) (简称:[Ir (5mdppm)<sub>2</sub> (dpm)]、(二新戊酰甲烷)双[4,6-二(萘-1-基)嘧啶根]铱(III) (简称:[Ir (dlnpm)<sub>2</sub> (dpm)]等具有嘧啶环的有机金属配合物; (乙酰丙酮)双(2,3,5-三苯基吡嗪)铱(III) (简称:[Ir (tppr)<sub>2</sub> (acac)]、双(2,3,5-三苯基吡嗪)(二新戊酰甲烷)铱(III) (简称:[Ir (tppr)<sub>2</sub> (dpm)]、双{4,6-二甲基-2-[3-(3,5-二甲基苯基)-5-苯基-2-吡嗪基-κN]苯基-κC}(2,6-二甲基-3,5-庚二酮-κ<sup>2</sup>O,0')铱(III) (简称:[Ir (dmdppr-P)<sub>2</sub> (dibm)]、双{4,6-二甲基-2-[5-(4-氰-2,6-二甲基苯基)-3-(3,5-二甲基苯基)-2-吡嗪基-κN]苯基-κC}(2,2,6,6-四甲基-3,5-庚二酮-κ<sup>2</sup>O,0')铱(III) (简称:[Ir (dmdppr-dmCP)<sub>2</sub> (dpm)]、双[2-(5-(2,6-二甲基苯基)-3-(3,5-二甲基苯基)-2-吡嗪基-κN)-4,6-二甲基苯基-κC](2,2',6,6'-四甲基-3,5-庚二酮根-κ<sup>2</sup>O,0')铱(III) (简称:[Ir (dmdppr-dmp)<sub>2</sub> (dpm)]、(乙酰丙酮)双[2-甲基-3-苯基喹喔啉合(quinoxalinato)]-N,C<sup>2'</sup>]铱(III) (简称:[Ir (mpq)<sub>2</sub>

(acac)]、(乙酰丙酮)双(2,3-二苯基喹喔啉合(quinoxalinato)-N,C<sup>2'</sup>)铱(III)(简称:[Ir(dpq)<sub>2</sub>(acac)]、(乙酰丙酮)双[2,3-双(4-氟苯基)喹喔啉合(quinoxalinato)]铱(III)(简称:[Ir(Fdpq)<sub>2</sub>(acac)]等具有吡嗪环的有机金属配合物;三(1-苯基异喹啉-N,C<sup>2'</sup>)铱(III)(简称:[Ir(piq)<sub>3</sub>])、双(1-苯基异喹啉-N,C<sup>2'</sup>)铱(III)乙酰丙酮(简称:[Ir(piq)<sub>2</sub>(acac)]、双[4,6-二甲基-2-(2-喹啉-κN)苯基-κC](2,4-戊二酮根-κ<sup>2</sup>O,0')铱(III)(简称:[Ir(dmpqn)<sub>2</sub>(acac)]等具有吡啶环的有机金属配合物;2,3,7,8,12,13,17,18-八乙基-21H,23H-卟啉铂(II)(简称:[PtOEP])等铂配合物;三(1,3-二苯基-1,3-丙二酮(propanedionato)(单菲咯啉)铕(III)(简称:[Eu(DBM)<sub>3</sub>(Phen)])、三[1-(2-噻吩甲酰基)-3,3,3-三氟丙酮](单菲咯啉)铕(III)(简称:[Eu(TTA)<sub>3</sub>(Phen)])等稀土金属配合物。

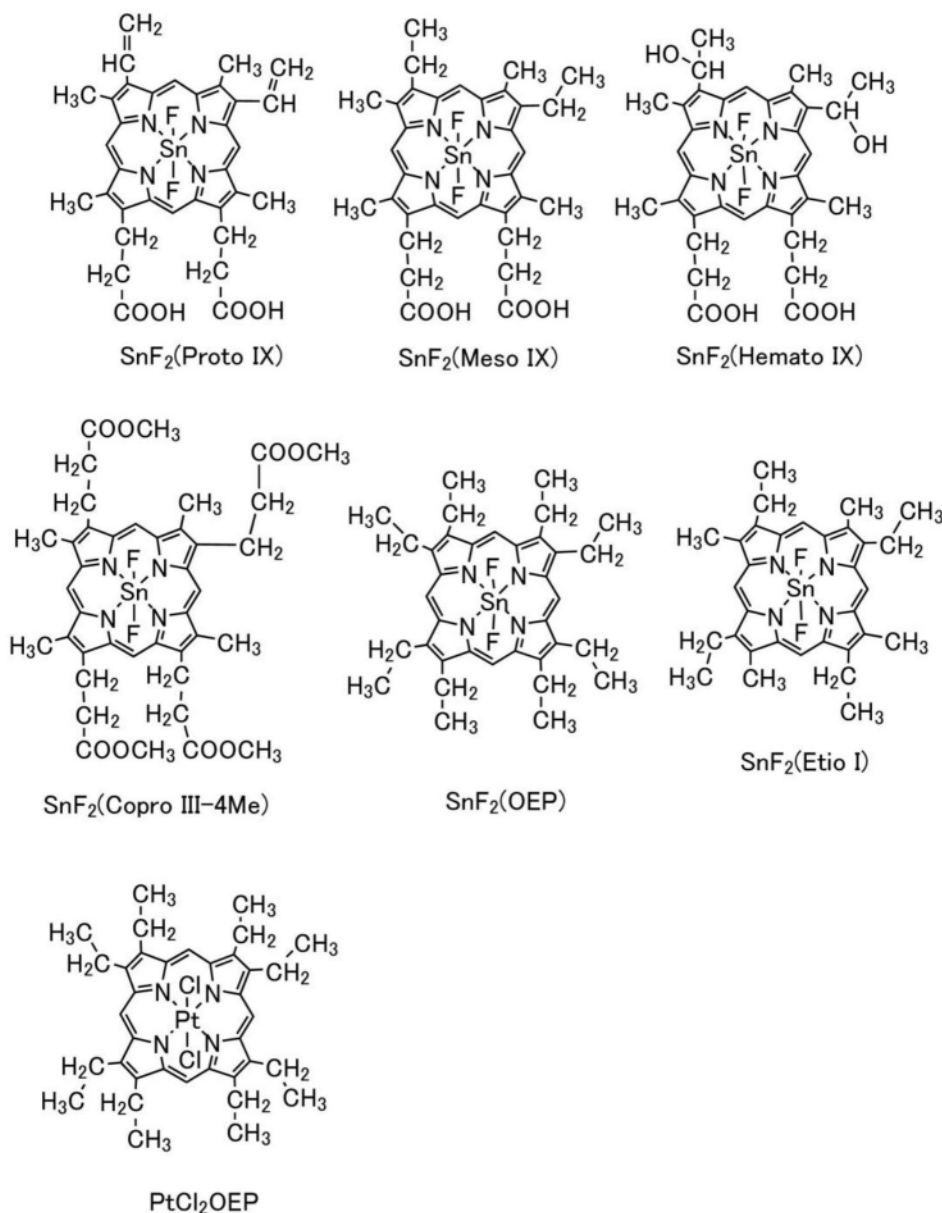
#### [0201] <<TADF材料>>

此外,作为TADF材料,可以使用如下材料。TADF材料是指S1能级与T1能级之差小(优选为0.2eV以下)且能够利用微小的热能量将三重激发态上转换(up-convert)为单重激发态(逆系间窜越)并高效率地发射来自单重激发态的发光(荧光)的材料。可以高效率地获得热活化延迟荧光的条件为如下:三重激发能级和单重激发能级之间的能量差为0eV以上且0.2eV以下,优选为0eV以上且0.1eV以下。TADF材料所发射的延迟荧光是指具有与一般的荧光同样的光谱但寿命非常长的发光。其寿命为 $1 \times 10^{-6}$ 秒以上,优选为 $1 \times 10^{-3}$ 秒以上。

[0202] 作为TADF材料,例如可以举出富勒烯及其衍生物、普鲁黄素等吡啶衍生物、伊红等。另外,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。作为含金属卟啉,例如,也可以举出原卟啉-氟化锡配合物(简称:SnF<sub>2</sub>(Proto IX))、中卟啉-氟化锡配合物(简称:SnF<sub>2</sub>(Meso IX))、血卟啉-氟化锡配合物(简称:SnF<sub>2</sub>(Hemato IX))、粪卟啉四甲酯-氟化锡配合物(简称:SnF<sub>2</sub>(Copro III-4Me))、八乙基卟啉-氟化锡配合物(简称:SnF<sub>2</sub>(OEP))、初卟啉-氟化锡配合物(简称:SnF<sub>2</sub>(Etio I))以及八乙基卟啉-氯化铂配合物(简称:PtCl<sub>2</sub>OEP)等。

#### [0203] [化学式35]



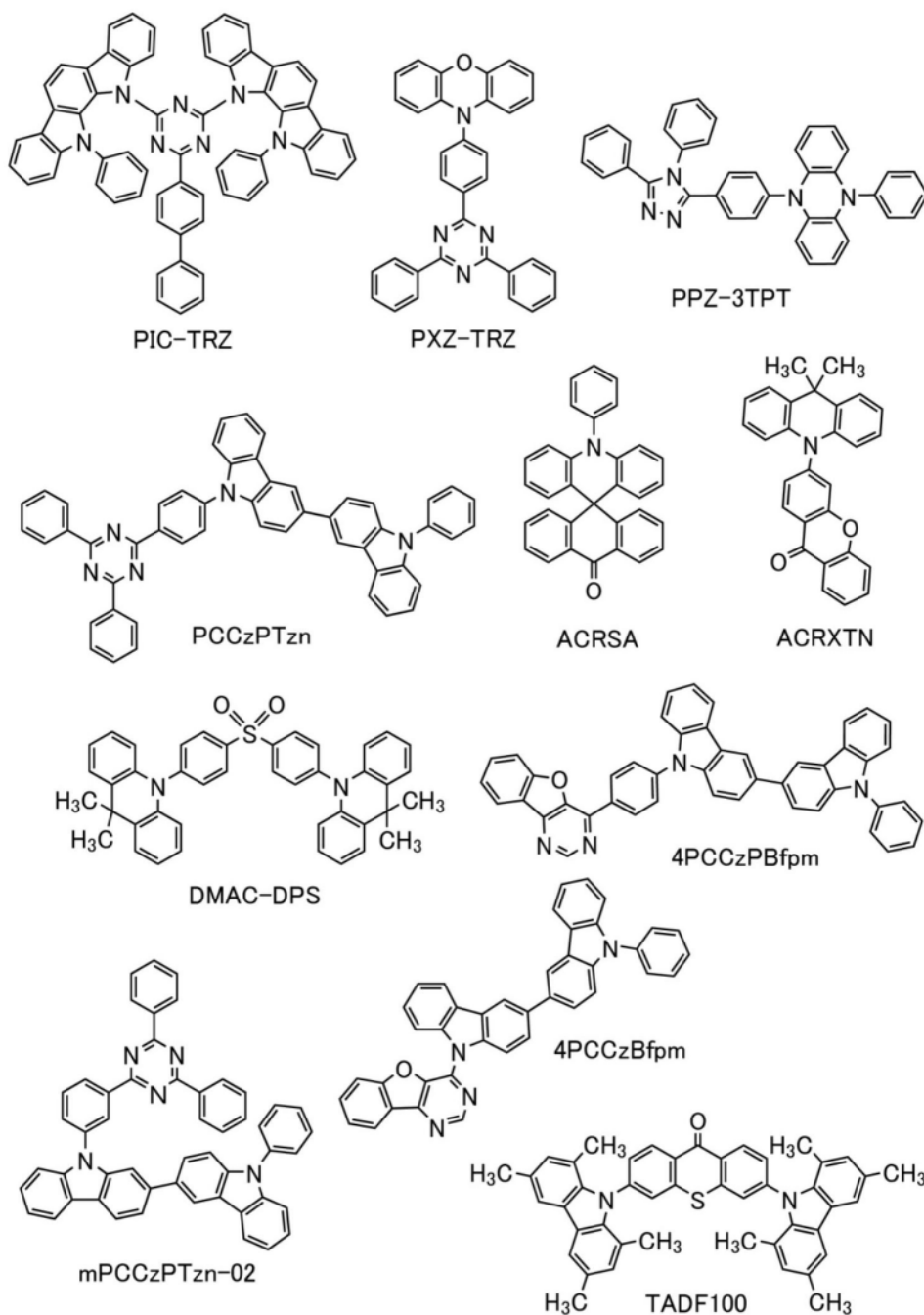


[0204] 除了上述以外,也可以使用2-(联苯-4-基)-4,6-双(12-苯基吡啶并[2,3-a]咔唑-11-基)-1,3,5-三嗪(简称:PIC-TRZ)、2-{4-[3-(N-苯基-9H-咔唑-3-基)-9H-咔唑-9-基]苯基}-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(简称:PCCzPTzn)、2-[4-(10H-吩恶嗪-10-基)苯基]-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(简称:PXZ-TRZ)、3-[4-(5-苯基-5,10-二氢吩嗪-10-基)苯基]-4,5-二苯基-1,2,4-三唑(简称:PPZ-3TPT)、3-(9,9-二甲基-9H-吡啶-10-基)-9H-氧杂蒽-9-酮(简称:ACRXTN)、双[4-(9,9-二甲基-9,10-二氢吡啶)苯基]砷(简称:DMAC-DPS)、10-苯基-10H,10'-H-螺[吡啶-9,9'-蒽]-10'-酮(简称:ACRSA)、4-(9'-苯基-3,3'-联-9H-咔唑-9-基)苯并呋喃并[3,2-d]嘧啶(简称:4PCCzBfpm)、4-[4-(9'-苯基-3,3'-联-9H-咔唑-9-基)苯基]苯并呋喃并[3,2-d]嘧啶(简称:4PCCzPBfpm)、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)等具有富 $\pi$ 电子型杂芳族化合物及缺 $\pi$ 电子型杂芳族化合物的杂芳族化合物。

[0205] 另外,在富 $\pi$ 电子型杂芳族化合物和缺 $\pi$ 电子型杂芳族化合物直接键合的物质中,富 $\pi$ 电子型杂芳族化合物的供体性和缺 $\pi$ 电子型杂芳族化合物的受体性都强,单重激发态与

三重激发态之间的能量差变小,所以是尤其优选的。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(TADF100)。这种TADF材料由于发光寿命(激发寿命)短,所以可以抑制发光元件的高亮度区域中的效率降低。

[0206] [化学式36]



[0207] 另外,除了上述以外,作为具有将三重激发能转换为发光的功能的材料,可以举出具有钙钛矿结构的过渡金属化合物的纳米结构体。金属卤素钙钛矿类纳米结构体是特别优选的。作为该纳米结构体,纳米粒子和纳米棒是优选的。

[0208] 在发光层(113、113a、113b、113c)中,作为组合上述发光物质(客体材料)的有机化合物(主体材料等),可以使用选择一种或多种其能隙比发光物质(客体材料)大的物质。

[0209] <<荧光发光主体材料>>

在用于发光层(113、113a、113b、113c)的发光物质是荧光发光物质的情况下,作为与发光物质组合而使用的有机化合物(主体材料),优选使用其单重激发态的能级大且其三重激发态的能级小的有机化合物或荧光量子产率高的有机化合物。因此,只要是满足上述条件的有机化合物就可以使用在本实施方式中示出的空穴传输性材料(上述)及电子传输性材料(后述)等。

[0210] 虽然一部分内容与上述具体例子重复,但是从与发光物质(荧光发光物质)的优选组合的观点来看,作为有机化合物(主体材料)可以举出蒽衍生物、并四苯衍生物、菲衍生物、芘衍生物、蒽(chrysene)衍生物、二苯并[g,p]蒽衍生物等稠合多环芳香化合物。

[0211] 作为优选与荧光发光物质组合而使用的有机化合物(主体材料)的具体例子,可以举出9-苯基-3-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-9H-咔唑(简称:PCzPA)、3,6-二苯基-9-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-9H-咔唑(简称:DPCzPA)、3-[4-(1-萘基)-苯基]-9-苯基-9H-咔唑(简称:PCPN)、9,10-二苯基蒽(简称:DPAnth)、N,N-二苯基-9-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-9H-咔唑-3-胺(简称:CzA1PA)、4-(10-苯基-9-蒽基)三苯胺(简称:DPhPA)、YGAPA、PCAPA、N,9-二苯基-N-{4-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]苯基}-9H-咔唑-3-胺(简称:PCAPBA)、N-(9,10-二苯基-2-蒽基)-N,9-二苯基-9H-咔唑-3-胺(简称:2PCAPA)、6,12-二甲氧基-5,11-二苯基蒽、N,N,N',N',N'',N'',N''',N'''-八苯基二苯并[g,p]蒽-2,7,10,15-四胺(简称:DBC1)、9-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-9H-咔唑(简称:CzPA)、7-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-7H-二苯并[c,g]咔唑(简称:cgDBCzPA)、6-[3-(9,10-二苯基-2-蒽基)苯基]-苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃(简称:2mBnfPPA)、9-苯基-10-{4-(9-苯基-9H-芴-9-基)联苯-4'-基}蒽(简称:FLPPA)、9,10-双(3,5-二苯基苯基)蒽(简称:DPPA)、9,10-二(2-萘基)蒽(简称:DNA)、2-叔丁基-9,10-二(2-萘基)蒽(简称:t-BuDNA)、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-(1-萘基)-10-[4-(2-萘基)苯基]蒽(简称: $\alpha$ N- $\beta$ NPAnth)、9-(2-萘基)-10-[3-(2-萘基)苯基]蒽(简称: $\beta$ N-m $\beta$ NPAnth)、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)、9,9'-联蒽(简称:BANT)、9,9'-(二苯乙烯-3,3'-二基)二菲(简称:DPNS)、9,9'-(二苯乙烯-4,4'-二基)二菲(简称:DPNS2)、1,3,5-三(1-芘)苯(简称:TPB3)、5,12-二苯基并四苯、5,12-双(联苯-2-基)并四苯等。

[0212] <<磷光发光主体材料>>

在用于发光层(113、113a、113b、113c)的发光物质是磷光发光物质的情况下,作为与发光物质组合而使用的有机化合物(主体材料),选择其三重激发能(基态和三重激发态之间的能量差)大于发光物质的三重激发能的有机化合物即可。注意,当为了形成激基复合物,组合多个有机化合物(例如,第一主体材料及第二主体材料(或辅助材料)等)与发光物质而使用时,优选与磷光发光物质混合而使用这些多个有机化合物。

[0213] 通过采用这样的结构,可以高效地得到利用从激基复合物到发光物质的能量转移的ExTET(Exciplex-Triplet Energy Transfer:激基复合物-三重态能量转移)的发光。作为多个有机化合物的组合,优选使用容易形成激基复合物的组合,特别优选组合容易接收空穴的化合物(空穴传输性材料)与容易接收电子的化合物(电子传输性材料)。

[0214] 虽然一部分内容与上述具体例子重复,但是从与发光物质(磷光发光物质)的优选组合的观点来看,作为有机化合物(主体材料、辅助材料)可以举出芳香胺(具有芳香胺骨架

的有机化合物)、咪唑衍生物(具有咪唑环的有机化合物)、二苯并噻吩衍生物(具有二苯并噻吩环的有机化合物)、二苯并呋喃衍生物(具有二苯并呋喃环的有机化合物)、噻二唑衍生物(具有噻二唑环的有机化合物)、三唑衍生物(具有三唑环的有机化合物)、苯并咪唑衍生物(具有苯并咪唑环的有机化合物)、喹啉衍生物(具有喹啉环的有机化合物)、二苯并喹啉衍生物(具有二苯并喹啉环的有机化合物)、嘧啶衍生物(具有嘧啶环的有机化合物)、三嗪衍生物(具有三嗪环的有机化合物)、吡啶衍生物(具有吡啶环的有机化合物)、联吡啶衍生物(具有联吡啶环的有机化合物)、菲咯啉衍生物(具有菲咯啉环的有机化合物)、呋喃二嗪衍生物(具有呋喃二嗪环的有机化合物)、锌类或铝类金属配合物等。

[0215] 注意,在上述有机化合物中,作为空穴传输性高的有机化合物的芳香胺及咪唑衍生物的具体例子,可以举出与上述空穴传输性材料的具体例子相同的材料,这些材料优选用作主体材料。

[0216] 此外,作为在上述有机化合物中空穴传输性高的有机化合物的二苯并噻吩衍生物以及二苯并呋喃衍生物的具体例子,可以举出4-{3-[3-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基]苯基}二苯并呋喃(简称:mmDBFFLBI-II)、4,4',4''-(苯-1,3,5-三基)三(二苯并呋喃)(简称:DBF3P-II)、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)、4-[3-(三苯基-2-基)苯基]二苯并噻吩(简称:mDBTPTp-II)等,这些材料优选用作主体材料。

[0217] 除此之外,作为优选的主体材料还可以举出双[2-(2-苯并噻唑基)苯酚]锌(II)(简称:ZnPB0)、双[2-(2-苯并噻唑基)苯酚]锌(II)(简称:ZnBTZ)等具有噻唑基类配体、噻唑类配体的金属配合物等。

[0218] 此外,在上述有机化合物中,作为电子传输性高的有机化合物的噻二唑衍生物、三唑衍生物、苯并咪唑衍生物、喹啉衍生物、二苯并喹啉衍生物、喹啉衍生物、菲咯啉衍生物等的具体例子,可以举出2-(4-联苯基)-5-(4-叔丁基苯基)-1,3,4-噻二唑(简称:PBD)、1,3-双[5-(对叔丁基苯基)-1,3,4-噻二唑-2-基]苯(简称:OXD-7)、9-[4-(5-苯基-1,3,4-噻二唑-2-基)苯基]-9H-咪唑(简称:C011)、3-(4-联苯基)-4-苯基-5-(4-叔丁基苯基)-1,2,4-三唑(简称:Taz)、2,2',2''-(1,3,5-苯三基)三(1-苯基-1H-苯并咪唑)(简称:TPBI)、2-[3-(二苯并噻吩-4-基)苯基]-1-苯基-1H-苯并咪唑(简称:mDBTBIIm-II)、4,4'-双(5-甲基苯并噻唑-2-基)二苯乙烯(简称:BzOs)等包含具有多唑环的杂芳环的有机化合物、红菲绕啉(简称:Bphen)、浴铜灵(简称:BCP)、2,9-二(萘-2-基)-4,7-二苯基-1,10-菲咯啉(简称:NBphen)、2,2-(1,3-亚苯)双[9-苯基-1,10-菲咯啉](简称:mPPhen2P)等包含具有吡啶环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'-(二苯并噻吩-4-基)联苯-3-基]二苯并[f,h]喹啉(简称:2mDBTBPDq-II)、2-[3'-(9H-咪唑-9-基)联苯-3-基]二苯并[f,h]喹啉(简称:2mCzBPDBq)、2-[4-(3,6-二苯基-9H-咪唑-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)及6-[3-(二苯并噻吩-4-基)苯基]二苯并[f,h]喹啉(简称:6mDBTPDBq-II)、2-{4-[9,10-二(2-萘基)-2-萘基]苯基}-1-苯基-1H-苯并咪唑(简称:ZADN)、2-[4'-(9-苯基-9H-咪唑-3-基)-3,1'-联苯-1-基]二苯并[f,h]喹啉(简称:2mpPCBPDBq)等,这些材料优选用作主体材料。

[0219] 在上述有机化合物中,作为电子传输性高的有机化合物的吡啶衍生物、二嗪衍生

物(包含嘧啶衍生物、吡嗪衍生物、哒嗪衍生物)、三嗪衍生物、呋喃二嗪衍生物的具体例子,可以举出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)、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)、3,5-双[3-(9H-咔唑-9-基)苯基]吡啶(简称:35DCzPPy)、1,3,5-三[3-(3-吡啶)苯基]苯(简称:TmPyPB)、9,9'-[嘧啶-4,6-二基双(联苯-3,3'-二基)]双(9H-咔唑)(简称:4,6mCzBP2Pm)、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)、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)、9-[3'-(二苯并噻吩-4-基)联苯基-3-基]蔡并[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]蔡并[1',2':4,5]呋喃并[2,3-b]吡嗪(简称:9pmDBtBPNfpr)、5-[3-(4,6-二苯基-1,3,5-三嗪-2-基)苯基]-7,7-二甲基-5H,7H-茛并[2,1-b]咔唑(简称:mINc(II)PTzn)、2-[3'-(三亚苯基-2-基)-1,1'-联苯-3-基]-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(简称:mTpBPTzn)、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)、2,6-双(4-蔡-1-基苯基)-4-[4-(3-吡啶基)苯基]嘧啶(简称:2,4NP-6PyPPm)、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-咔唑(简称:PCDBfTzn)、2-[1,1'-联苯]-3-基-4-苯基-6-(8-[1,1':4',1''-三联苯基]-4-基-1-二苯并呋喃基)-1,3,5-三嗪(简称:mBP-TPDBfTzn)、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)、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)等包含具有二嗪环的杂芳环的有机化合物等,这些材料优选用作主体材料。

[0220] 在上述有机化合物中,作为电子传输性高的有机化合物的金属配合物的具体例子,可以举出:锌类或铝类金属配合物的三(8-羟基喹啉)铝(III)(简称:Alq)、三(4-甲基-8-羟基喹啉)铝(III)(简称:Almq<sub>3</sub>)、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);具有喹啉环或苯并喹啉环的金属配合物等,这些材料优选用作主体材料。

[0221] 除此以外,作为优选的主体材料还可以使用聚(2,5-吡啶二基)(简称:PPy)、聚[(9,9-二己基芴-2,7-二基)-共-(吡啶-3,5-二基)](简称:PF-Py)、聚[(9,9-二辛基芴-2,7-二基)-共-(2,2'-联吡啶-6,6'-二基)](简称:PF-BPy)等高分子化合物等。

[0222] 再者,空穴传输性高的有机化合物且电子传输性高的有机化合物的双极性的9-苯基-9'-(4-苯基-2-喹啉基)-3,3'-联-9H-咔唑(简称:PCCzQz)、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)、5-[3-(4,6-二苯基-1,3,5-三嗪-2基)苯基]-7,7-二甲基-5H,7H-茛并[2,1-b]咔唑(简称:mINc(II)PTzn)、11-(4-[1,1'-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]咔唑(简称:BP-Icz(II)Tzn)、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)等具有二嗪环的有机化合物等也可以被用作主体材料。

[0223] <电子传输层>

电子传输层(114、114a、114b)是将从第二电极102或电荷产生层(106、106a、106b)

由后述的电子注入层(115、115a、115b)注入的电子传输到发光层(113、113a、113b、113c)中的层。作为用于电子传输层(114、114a、114b)的电子传输性材料,优选为在电场强度[V/cm]的平方根为600时具有 $1 \times 10^{-6} \text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上的电子迁移率的物质。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。此外,电子传输层(114、114a、114b)即使是单层也起作用,但是也可以采用两层以上的叠层结构。注意,由于上述混合材料具有耐热性,所以通过使用在使用该混合材料的电子传输层上进行光刻工序,可以抑制因热工序导致的器件特性受到的影响。

[0224] <<电子传输性材料>>

作为能够用于电子传输层(114、114a、114b)的电子传输性材料,可以使用电子传输性高的有机化合物,例如可以使用杂芳族化合物。注意,杂芳族化合物是指环中包含至少两种不同的元素的环式化合物。注意,作为环结构,包括三元环、四元环、五元环、六元环等,尤其优选为五元环或六元环,作为所包含的元素除了碳以外优选为氮、氧和硫等中的任一个或多个的杂芳族化合物。尤其优选为包含氮的杂芳族化合物(含氮杂芳族化合物),优选使用含氮杂芳族化合物或包含该含氮杂芳族化合物的缺 $\pi$ 电子型杂芳族化合物等的电子传输性高的材料(电子传输性材料)。

[0225] 杂芳族化合物为具有至少一个杂芳环的有机化合物。

[0226] 注意,杂芳环具有吡啶环、二噻环、三噻环、多唑环、噁唑环和噻唑环等中的任一个。此外,具有二噻环的杂芳环包含具有噻啶环、吡噻环或哒噻环等的杂芳环。此外,具有多唑环的杂芳环包含具有咪唑环、三唑环或噁二唑环的杂芳环。

[0227] 杂芳环包含具有稠环结构的稠合杂芳环。注意,作为稠合杂芳环,可以举出喹啉环、苯并喹啉环、喹喔啉环、二苯并喹喔啉环、喹唑啉环、苯并喹唑啉环、二苯并喹唑啉环、菲咯啉环、呋喃二噻环、苯并咪唑环等。

[0228] 注意,作为杂芳族化合物,例如在除了碳以外还包含氮、氧和硫等中的任一个或多个的杂芳族化合物中,作为具有五元环结构的杂芳族化合物,可以举出具有咪唑环的杂芳族化合物、具有三唑环的杂芳族化合物、具有噁唑环的杂芳族化合物、具有噁二唑环的杂芳族化合物、具有噻唑环的杂芳族化合物、具有苯并咪唑环的杂芳族化合物等。

[0229] 例如,在除了碳以外还包含氮、氧和硫等中的任一个或多个的杂芳族化合物中,作为具有六元环结构的杂芳族化合物,可以举出吡啶环、二噻环(包含噻啶环、吡噻环、哒噻环等)、三噻环、多唑环等具有杂芳环的杂芳族化合物等。注意,可以举出具有联吡啶结构的杂芳族化合物、具有三联吡啶结构的杂芳族化合物等,它们包括在吡啶环连接的杂芳族化合物的例子中。

[0230] 再者,作为具有其一部分包含上述六元环结构的稠环结构的杂芳族化合物,可以举出具有喹啉环、苯并喹啉环、喹喔啉环、二苯并喹喔啉环、菲咯啉环、呋喃二噻环(包括呋喃二噻环的呋喃环与芳香环稠合的结构)、苯并咪唑环等稠合杂芳环的杂芳族化合物等。

[0231] 作为具有上述五元环结构(多唑环(包括咪唑环、三唑环、噁二唑环)、噁唑环、噻唑环、苯并咪唑环等)的杂芳族化合物的具体例子,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)、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)、3-(4-联苯基)-4-苯基-5-(4-叔丁基苯基)-1,2,4-三唑(简称:TAZ)、3-(4-叔丁基苯基)-4-(4-乙基苯基)-

5-(4-联苯基)-1,2,4-三唑(简称:p-EtTAZ)、2,2',2''-(1,3,5-苯三基)三(1-苯基-1H-苯并咪唑)(简称:TPBI)、2-[3-(二苯并噻吩-4-基)苯基]-1-苯基-1H-苯并咪唑(简称:mDBTBIIm-II)、4,4'-双(5-甲基苯噁唑-2-基)二苯乙烯(简称:BzOs)等。

[0232] 作为具有上述六元环结构(包含具有吡啶环、二噁环、三噁环等的杂芳环)的杂芳族化合物的具体例子,可以举出3,5-双[3-(9H-咔唑-9-基)苯基]吡啶(简称:35DCzPPy)、1,3,5-三[3-(3-吡啶基)苯基]苯(简称:TmPyPB)等包含具有吡啶环的杂芳环的杂芳族化合物;2-[4-[3-(N-苯基-9H-咔唑-3-基)-9H-咔唑-9-基]苯基]-4,6-二苯基-1,3,5-三噁(简称:PCCzPTzn)、9-[3-(4,6-二苯基-1,3,5-三噁-2-基)苯基]-9'-苯基-2,3'-联-9H-咔唑(简称:mPCCzPTzn-02)、5-[3-(4,6-二苯基-1,3,5-三噁-2-基)苯基]-7,7-二甲基-5H,7H-茚并[2,1-b]咔唑(简称:mINc(II)PTzn)、2-[3'-(三亚苯-2-基)-1,1'-联苯-3-基]-4,6-二苯基-1,3,5-三噁(简称:mTpBPTzn)、2-[(1,1'-联苯)-4-基]-4-苯基-6-[9,9'-螺二(9H-芴)-2-基]-1,3,5-三噁(简称:BP-SFTzn)、2,6-双(4-萘-1-基苯基)-4-[4-(3-吡啶基)苯基]噻啶(简称:2,4NP-6PyPPm)、9-[4-(4,6-二苯基-1,3,5-三噁-2-基)-2-二苯并噻吩基]-2-苯基-9H-咔唑(简称:PCDBfTzn)、2-[1,1'-联苯]-3-基-4-苯基-6-(8-[1,1':4',1''-三联苯基]-4-基-1-二苯并呋喃基)-1,3,5-三噁(简称:mBP-TPDBfTzn)、2-{3-[3-(二苯并噻吩-4-基)苯基]苯基}-4,6-二苯基-1,3,5-三噁(简称:mDBtBPTzn)、mFBPTzn等包含具有三噁环的杂芳环的杂芳族化合物;4,6-双[3-(菲-9-基)苯基]噻啶(简称:4,6mPnP2Pm)、4,6-双[3-(4-二苯并噻吩基)苯基]噻啶(简称:4,6mDBTP2Pm-II)、4,6-双[3-(9H-咔唑-9-基)苯基]噻啶(简称:4,6mCzP2Pm)、4,6mCzBP2Pm、6-(1,1'-联苯-3-基)-4-[3,5-双(9H-咔唑-9-基)苯基]-2-苯基噻啶(简称:6mBP-4Cz2PPm)、4-[3,5-双(9H-咔唑-9-基)苯基]-2-苯基-6-(1,1'-联苯-4-基)噻啶(简称:6BP-4Cz2PPm)、4-[3-(二苯并噻吩-4-基)苯基]-8-(萘-2-基)-[1]苯并呋喃并[3,2-d]噻啶(简称:8BN-4mDBtPBfpm)、8BP-4mDBtPBfpm、9mDBtBPNfpr、9pmDBtBPNfpr、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]噻啶(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]噻啶(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]噻啶(简称:8(BN2)-4mDBtPBfpm)等包含具有二噁(噻啶)环的杂芳环的杂芳族化合物等。注意,包含上述杂芳环的芳香化合物包含具有稠合杂芳环的杂芳族化合物。

[0233] 除此以外,可以举出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'-(2,2'-联吡啶-6,6'-二基)双(4-苯基苯并[h]喹啉) (简称:6,6'(P-Bqn)2BPy)、2,2'-(吡啶-2,6-二基)双{4-[4-(2-萘基)苯基]-6-苯基噻啶} (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-苯基噻啶(简称:6mBP-4Cz2PPm)等包含具有二噁(噻啶)环的杂芳环的杂芳族化合物;2,4,6-三(3'-(吡啶-3-基)联苯-3-基)-1,3,5-三噁(简称:TmPPPyTz)、2,4,6-三(2-吡啶基)-1,3,5-三噁(简称:2Py3Tz)、2-[3-(2,6-二甲基-3-吡啶基)-5-(9-菲基)苯基]-4,6-二苯基-1,3,5-三噁(简称:mPn-mDMePyPTzn)等包含具有三噁环的杂芳环的杂芳族化合物等。

[0234] 作为具有其一部分包含上述六元环结构的稠环结构的杂芳族化合物(具有稠环结构的杂芳族化合物)的具体例子,可以举出红菲咯啉(简称:Bphen)、浴铜灵(简称:BCP)、2,

9-二(萘-2-基)-4,7-二苯基-1,10-菲咯啉(简称:NBphen)、2,2-(1,3-亚苯)双[9-苯基-1,10-菲咯啉](简称:mPPhen2P)、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-[3-(二苯并噻吩-4-基)苯基]二苯并[f,h]喹啉(简称:2mDBTPDBq-II)、2-[3'-(二苯并噻吩-4-基)联苯-3-基]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-(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)及6-[3-(二苯并噻吩-4-基)苯基]二苯并[f,h]喹啉(简称:6mDBTPDBq-II)、2mpPCBPDBq等具有喹啉环的杂芳族化合物等。

[0235] 电子传输层(114、114a、114b)除了上述杂芳族化合物以外还可以使用下述的金属配合物。作为该金属配合物可以举出三(8-羟基喹啉)铝(III)(简称:Alq<sub>3</sub>)、Almq<sub>3</sub>、8-羟基喹啉锂(I)(简称:Liq)、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)等具有喹啉环或苯并喹啉环的金属配合物、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)等具有噻唑环或噻唑环的金属配合物等。

[0236] 此外,作为电子传输性材料,还可以使用聚(2,5-吡啶二基)(简称:PPy)、聚[(9,9-二己基芴-2,7-二基)-共-(吡啶-3,5-二基)](简称:PF-Py)、聚[(9,9-二辛基芴-2,7-二基)-共-(2,2'-联吡啶-6,6'-二基)](简称:PF-BPy)等高分子化合物。

[0237] 另外,电子传输层(114、114a、114b)可以为单层,也可以为包含上述物质的两层以上的叠层。

[0238] <电子注入层>

电子注入层(115、115a、115b)是包含电子注入性高的物质的层。电子注入层(115、115a、115b)是用来提高从第二电极102注入电子的效率的层,优选使用用于第二电极102的材料的功能函数的值与用于电子注入层(115、115a、115b)的材料的光子能级的值之差小(0.5eV以下)的材料。因此,作为电子注入层115,可以使用锂、铯、氟化锂(LiF)、氟化铯(CsF)、氟化钙(CaF<sub>2</sub>)、8-(羟基喹啉)锂(简称:Liq)、2-(2-吡啶基)苯酚锂(简称:LiPP)、2-(2-吡啶基)-3-羟基吡啶(pyridinolato)锂(简称:LiPPy)、4-苯基-2-(2-吡啶基)苯酚锂(简称:LiPPP)、锂氧化物(LiO<sub>x</sub>)、碳酸铯等碱金属、碱土金属或者它们的化合物。此外,可以使用氟化铒(ErF<sub>3</sub>)、镱(Yb)等稀土金属。注意,电子注入层(115、115a、115b)既可以混合上述材料中的多种形成,也可以层叠上述材料中的多种形成。另外,也可以将电子化合物用于电子注入层(115、115a、115b)。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。另外,也可以使用如上所述的构成电子传输层(114、114a、114b)的物质。

[0239] 此外,也可以将混合有机化合物与电子给体(供体)而成的混合材料用于电子注入层(115、115a、115b)。这种混合材料因为通过电子给体在有机化合物中产生电子而具有优异的电子注入性和电子传输性。在此情况下,有机化合物优选是在传输所产生的电子方面性能优异的材料,具体而言,例如,可以使用用于如上所述的电子传输层(114、114a、114b)的电子传输性材料(金属配合物或杂芳族化合物等)。作为电子给体,只要是对有机化合物呈现电子供给性的物质即可。具体而言,优选使用碱金属、碱土金属及稀土金属,可以举出锂、铯、镁、钙、钪、镱等。另外,优选使用碱金属氧化物及碱土金属氧化物,可以举出锂氧化



物、钙氧化物、钡氧化物等。此外,还可以使用氧化镁等路易斯碱。另外,也可以使用四硫富瓦烯(简称:TTF)等有机化合物。或者,也可以层叠使用多个这些材料。

[0240] 除此以外,也可以将混合有机化合物和金属而成的混合材料用于电子注入层(115、115a、115b)。注意,这里使用的有机化合物优选具有-3.6eV以上且-2.3eV以下的LUMO能级。此外,优选使用非共用电子对。

[0241] 因此,作为用于上述混合材料的有机化合物,也可以使用混合能够用于电子传输层的上述杂芳族化合物与金属而成的混合材料。杂芳族化合物优选为具有五元环结构(咪唑环、三唑环、噁唑环、噁二唑环、噻唑环、苯并咪唑环等)的杂芳族化合物、具有六元环结构(吡啶环、二嗪环(包括嘧啶环、吡嗪环、哒嗪环等)、三嗪环、联吡啶环、三联吡啶环等)的杂芳族化合物、其一部分具有六元环结构的稠环结构(喹啉环、苯并喹啉环、喹啉环、二苯并喹啉环、菲咯啉环等)的杂芳族化合物等具有非共用电子对的材料。上面已说明了具体材料,所以在此省略其说明。

[0242] 作为用于上述混合材料的金属,优选使用属于元素周期表中第5族、第7族、第9族或第11族的过渡金属或属于第13族的材料,例如,可以举出Ag、Cu、Al或In等。此外,此时,有机化合物与过渡金属之间形成单占轨道(SOMO: Singly Occupied Molecular Orbital)。

[0243] 另外,例如,在使从发光层113b得到的光放大的情况下,优选以第二电极102与发光层113b之间的光学距离小于发光层113b所呈现的光的波长 $\lambda$ 的1/4的方式形成。在此情况下,通过改变电子传输层114b或电子注入层115b的厚度,可以调整光学距离。

[0244] 此外,如图1D所示的发光器件那样,通过在两个EL层(103a、103b)之间设置电荷产生层106,可以具有多个EL层层叠在一对电极之间的结构(也称为串联结构)。

[0245] <电荷产生层>

电荷产生层106具有如下功能:当第一电极101(阳极)和第二电极102(阴极)之间被施加电压时,对EL层103a注入电子且对EL层103b注入空穴的功能。电荷产生层106既可以具有对空穴传输性材料添加电子受体(受体)的结构(也称为P型层),又可以具有对电子传输性材料添加电子给体(供体)的结构(也称为电子注入缓冲层)。或者,也可以层叠有这两种结构。再者,也可以在P型层与电子注入缓冲层之间设置电子继电器层。注意,通过使用上述材料形成电荷产生层106,可以抑制层叠EL层时导致的驱动电压的上升。

[0246] 在电荷产生层106具有对有机化合物的空穴传输性材料添加电子受体的结构(P型层)的情况下,作为空穴传输性材料可以使用本实施方式所示的材料。另外,作为电子受体,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)、氯醌等。此外,可以举出属于元素周期表中第4族至第8族的金属的氧化物。具体而言,可以举出氧化钒、氧化铌、氧化钽、氧化铬、氧化钼、氧化钨、氧化锰、氧化铈等。此外,也可以使用上述受体材料。此外,可以使用将构成P型层的材料混合而成的混合膜,也可以层叠包含各材料的单膜。

[0247] 在电荷产生层106具有对电子传输性材料添加电子供体的结构(电子注入缓冲层)的情况下,作为电子传输性材料可以使用本实施方式所示的材料。另外,作为电子给体,可以使用碱金属、碱土金属、稀土金属或属于元素周期表中第2族、第13族的金属及它们的氧化物或碳酸盐。具体而言,优选使用锂(Li)、铯(Cs)、镁(Mg)、钙(Ca)、镱(Yb)、铟(In)、氧化锂( $Li_2O$ )、碳酸铯等。此外,也可以将如四硫萘并萘(tetrathianaphthacene)等有机化合物用作电子给体。

[0248] 在电荷产生层106中,在P型层与电子注入缓冲层之间设置电子中继层时,电子中继层至少包含具有电子传输性的物质,并具有防止电子注入缓冲层与P型层的互相作用而顺利地传递电子的功能。电子中继层所包含的具有电子传输性的物质的LUMO能级优选位于P型层中的受主物质的LUMO能级和与电荷产生层106接触的电子传输层所包含的具有电子传输性的物质的LUMO能级之间。电子中继层中的具有电子传输性的物质的LUMO能级的具体值优选为-5.0eV以上,更优选为-5.0eV以上且-3.0eV以下。另外,作为电子中继层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。

[0249] 虽然图1D示出层叠有两个EL层103的结构,但是通过在不同的EL层之间设置电荷产生层可以使其成为三个以上的叠层结构。

[0250] <衬底>

本实施方式所示的发光器件可以形成在各种衬底上。注意,对衬底的种类没有特定的限制。作为该衬底的例子,可以举出半导体衬底(例如,单晶衬底或硅衬底)、SOI衬底、玻璃衬底、石英衬底、塑料衬底、金属衬底、不锈钢衬底、包含不锈钢箔的衬底、钨衬底、包含钨箔的衬底、柔性衬底、贴合薄膜、包含纤维状材料的纸或基材薄膜等。

[0251] 作为玻璃衬底的例子,有钡硼硅酸盐玻璃、铝硼硅酸盐玻璃、钠钙玻璃等。作为柔性衬底、贴合薄膜、基材薄膜等,可以举出以聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)、聚萘二甲酸乙二醇酯(PEN)、聚醚砜(PES)为代表的塑料、丙烯酸树脂等合成树脂、聚丙烯、聚酯、聚氟化乙烯、聚氯乙烯、聚酰胺、聚酰亚胺、芳族聚酰胺、环氧树脂、无机蒸镀薄膜、纸类等。

[0252] 另外,当制造本实施方式所示的发光器件时,可以使用蒸镀法等气相法或者旋涂法或喷墨法等液相法。当使用蒸镀法时,可以利用溅射法、离子镀法、离子束蒸镀法、分子束蒸镀法、真空蒸镀法等物理蒸镀法(PVD法)或化学气相沉积法(CVD法)等。尤其是,可以利用蒸镀法(真空蒸镀法)、涂敷法(浸涂法、染料涂布法、棒式涂布法、旋涂法、喷涂法等)、印刷法(喷墨法、丝网印刷(孔版印刷)法、胶版印刷(平版印刷)法、柔版印刷(凸版印刷)法、照相凹版印刷法、微接触印刷法等)等方法形成包括在发光器件的EL层中的具有各种功能的层(空穴注入层111、空穴传输层112、发光层113、电子传输层114、电子注入层115)。

[0253] 注意,在使用上述涂布法、印刷法等成膜方法时,可以使用高分子化合物(低聚物、树枝状聚合物、聚合物等)、中分子化合物(介于低分子与高分子之间的化合物:分子量为400以上且4000以下)、无机化合物(量子点材料等)等。注意,作为量子点材料,可以使用胶状量子点材料、合金型量子点材料、核壳(Core Shell)型量子点材料、核型量子点材料等。

[0254] 本实施方式所示的构成发光器件的EL层103的各层(空穴注入层111、空穴传输层112、发光层113、电子传输层114、电子注入层115)的材料不局限于本实施方式所示的材料,只要为可以满足各层的功能的材料就可以组合地使用。

[0255] 注意,在本说明书等中,“层”和“膜”可以相互调换。

[0256] 本实施方式所示的结构可以适当地与其他实施方式所示的结构组合而使用。

[0257] 实施方式3

在本实施方式中,对本发明的一个方式的发光装置(也称为显示面板)的具体结构例子及制造方法进行说明。

[0258] <发光装置700的结构例子1>

图2A所示的发光装置700包括发光器件550B、发光器件550G、发光器件550R以及分隔壁528。此外,发光器件550B、发光器件550G、发光器件550R以及分隔壁528形成于设置在第一衬底510上的功能层520上。功能层520除了由多个晶体管构成的驱动电路GD、驱动电路SD等以外还包括使它们电连接的布线等。注意,作为一个例子,这些驱动电路与发光器件550B、发光器件550G及发光器件550R电连接,并可以驱动这些器件。此外,发光装置700在功能层520、发光器件550B、发光器件550G、发光器件550R及分隔壁528上包括绝缘层705,绝缘层705具有使第二衬底770和功能层520贴合的功能。此外,将在实施方式4中说明驱动电路GD、驱动电路SD。

[0259] 注意,发光器件550B、发光器件550G以及发光器件550R具有实施方式2所示的器件结构。就是说,示出图1A所示的结构中的EL层103在各发光器件中不同的情况。

[0260] 此外,在本说明书等中,有时将在各颜色的发光器件(例如蓝色(B)、绿色(G)及红色(R))中分别形成发光层或分别涂布发光层的结构称为SBS(Side By Side)结构。注意,虽然在图2A所示的发光装置700中发光器件550B、发光器件550G及发光器件550R依次排列,但本发明的一个方式不局限于该结构。例如,在发光装置700中,上述发光器件也可以按发光器件550R、发光器件550G及发光器件550B的顺序排列。

[0261] 如图2A所示,发光器件550B包括电极551B、电极552以及EL层103B。注意,各层的具体结构是如实施方式2所示那样的。此外,EL层103B具有由包括发光层的功能不同的多个层构成的叠层结构。在图2A中,包括在具有发光层的EL层103B中的层中只示出空穴注入/传输层104B、电子传输层108B以及电子注入层109,本发明不局限于此。注意,空穴注入/传输层104B示出具有实施方式2所示的空穴注入层及空穴传输层的功能的层,也可以具有叠层结构。注意,在本说明书中,在发光器件中的任意个中空穴注入/传输层都可以如上那样被解释。

[0262] 注意,电子传输层108B也可以具有阻挡从阳极一侧经过发光层移动到阴极一侧的空穴的功能。此外,电子注入层109也可以具有其一部分或全部使用不同材料形成的叠层结构。

[0263] 如图2A所示,也可以在包括发光层的EL层103B所包括的层中的空穴注入/传输层104B、发光层、电子传输层108B的侧面(或端部)形成绝缘层107B。绝缘层107B以与EL层103B的侧面(或端部)接触的方式形成。由此,可以抑制氧、水分或其构成元素从EL层103B的侧面向内部进入。注意,绝缘层107B例如可以使用氧化铝、氧化镁、氧化铅、氧化镓、铟镓锌氧化物、氮化硅或氮氧化硅等。此外,绝缘层107B可以使用上述材料层叠形成。绝缘层107B可以利用溅射法、CVD法、MBE法、PLD法、ALD法等形成,优选利用覆盖性良好的ALD法。

[0264] 此外,覆盖EL层103B的一部分(包括发光层、空穴注入/传输层104B及电子传输层108B)及绝缘层107B形成电子注入层109。注意,电子注入层109也可以具有层中的电阻不同的两层以上的叠层结构。

[0265] 电极552形成在电子注入层109上。注意,电极551B和电极552具有彼此重叠的区域。此外,在电极551B与电极552之间包括EL层103B。

[0266] 图2A所示的EL层103B具有与在实施方式2中说明的EL层103同样的结构。此外,EL层103B例如可以发射蓝色光。

[0267] 如图2A所示,发光器件550G包括电极551G、电极552以及EL层103G。注意,各层的具

体结构是如实施方式2所示那样的。此外,EL层103G具有由包括发光层的功能不同的多个层构成的叠层结构。在图2A中,包括在具有发光层的EL层103G中的层中只示出空穴注入/传输层104G、电子传输层108G以及电子注入层109,本发明不局限于此。注意,空穴注入/传输层104G示出具有实施方式2所示的空穴注入层及空穴传输层的功能的层,也可以具有叠层结构。

[0268] 注意,电子传输层108G也可以具有阻挡从阳极一侧经过发光层移动到阴极一侧的空穴的功能。此外,电子注入层109也可以具有其一部分或全部使用不同材料形成的叠层结构。

[0269] 如图2A所示,也可以在包括发光层的EL层103G所包括的层中的空穴注入/传输层104G、发光层、电子传输层108G的侧面(或端部)形成绝缘层107G。绝缘层107G以与EL层103G的侧面(或端部)接触的方式形成。由此,可以抑制氧、水分或其构成元素从EL层103G的侧面向内部进入。注意,绝缘层107G例如可以使用氧化铝、氧化镁、氧化铪、氧化镓、铟镓锌氧化物、氮化硅或氮氧化硅等。此外,绝缘层107G可以使用上述材料层叠形成。绝缘层107G可以利用溅射法、CVD法、MBE法、PLD法、ALD法等形成,优选利用覆盖性良好的ALD法。

[0270] 此外,覆盖EL层103G的一部分(包括发光层、空穴注入/传输层104G及电子传输层108G)及绝缘层107G形成电子注入层109。注意,电子注入层109也可以具有层中的电阻不同的两层以上的叠层结构。

[0271] 电极552形成在电子注入层109上。注意,电极551G和电极552具有彼此重叠的区域。此外,在电极551G与电极552之间包括EL层103G。

[0272] 图2A所示的EL层103G具有与在实施方式2中说明的EL层103同样的结构。此外,EL层103G例如可以发射绿色光。

[0273] 如图2A所示,发光器件550R包括电极551R、电极552以及EL层103R。注意,各层的具体结构是如实施方式2所示那样的。此外,EL层103R具有由包括发光层的功能不同的多个层构成的叠层结构。在图2A中,包括在具有发光层的EL层103R中的层中只示出空穴注入/传输层104R、电子传输层108R以及电子注入层109,本发明不局限于此。注意,空穴注入/传输层104R示出具有实施方式2所示的空穴注入层及空穴传输层的功能的层,也可以具有叠层结构。

[0274] 注意,电子传输层108R也可以具有阻挡从阳极一侧经过发光层移动到阴极一侧的空穴的功能。此外,电子注入层109也可以具有其一部分或全部使用不同材料形成的叠层结构。

[0275] 如图2A所示,也可以在包括发光层的EL层103R所包括的层中的空穴注入/传输层104R、发光层、电子传输层108R的侧面(或端部)形成绝缘层107R。绝缘层107R以与EL层103R的侧面(或端部)接触的方式形成。由此,可以抑制氧、水分或其构成元素从EL层103R的侧面向内部进入。注意,绝缘层107R例如可以使用氧化铝、氧化镁、氧化铪、氧化镓、铟镓锌氧化物、氮化硅或氮氧化硅等。此外,绝缘层107R可以使用上述材料层叠形成。绝缘层107R可以利用溅射法、CVD法、MBE法、PLD法、ALD法等形成,优选利用覆盖性良好的ALD法。

[0276] 此外,覆盖EL层103R的一部分(包括发光层、空穴注入/传输层104R及电子传输层108R)及绝缘层107R形成电子注入层109。注意,电子注入层109也可以具有层中的电阻不同的两层以上的叠层结构。

[0277] 电极552形成在电子注入层109上。注意,电极551R和电极552具有彼此重叠的区域。此外,在电极551R与电极552之间包括EL层103R。

[0278] 图2A所示的EL层103R具有与在实施方式2中说明的EL层103同样的结构。此外,EL层103R例如可以发射红色光。

[0279] 在EL层103B、EL层103G、EL层103R之间分别包括分隔壁528。注意,如图2A所示,各发光器件的EL层(EL层103B、EL层103G、EL层103R)的侧面(或端部)隔着绝缘层(107B、107G、107R)与分隔壁528接触。

[0280] 在各EL层中,由于在很多情况下尤其包括在位于阳极与发光层之间的空穴传输区域的空穴注入层的导电率高,所以作为在相邻的发光器件中共同使用的层形成的空穴注入层有时导致串扰。因此,如本结构例子所示,通过在各EL层之间设置由绝缘材料形成的分隔壁528,可以抑制在相邻的发光器件间发生串扰。

[0281] 在本实施方式中说明的制造方法中,通过图案工序使EL层的侧面(或端部)在工序中途露出。因此,因从EL层的侧面(或端部)的氧及水等的进入而加速EL层的劣化。因此,通过设置分隔壁528,可以抑制制造工艺中的EL层的劣化。

[0282] 通过设置分隔壁528,可以使形成在相邻的发光器件间的凹部平坦化。此外,通过使凹部平坦化,可以抑制形成在各EL层上的电极552的断开。此外,作为用来形成分隔壁528的绝缘材料,例如,可以使用丙烯酸树脂、聚酰亚胺树脂、环氧树脂、亚胺树脂、聚酰胺树脂、聚酰亚胺酰胺树脂、硅酮树脂、硅氧烷树脂、苯并环丁烯类树脂、酚醛树脂及这些树脂的前体等有机材料。此外,也可以使用聚乙烯醇(PVA)、聚乙烯醇缩丁醛、聚乙烯吡咯烷酮、聚乙二醇、聚甘油、普鲁兰多糖、水溶性纤维素或可溶解于醇的聚酰胺树脂等有机材料。此外,可以使用光致抗蚀剂等感光性树脂。注意,感光性树脂可以使用正型材料或负型材料。

[0283] 分隔壁528的顶面的高度与EL层103B、EL层103G及EL层103R中的任意个的顶面的高度之差例如优选为分隔壁528的厚度的0.5倍以下,更优选为0.3倍以下。此外,例如,也可以以EL层103B、EL层103G及EL层103R中的任意个的顶面比分隔壁528的顶面高的方式设置分隔壁528。另外,例如,也可以以分隔壁528的顶面比EL层103B、EL层103G及EL层103R所包括的发光层的顶面高的方式设置分隔壁528。

[0284] 在超过1000ppi的高清晰发光装置(显示面板)中,在EL层103B、EL层103G、EL层103R之间产生电导通时,发生串扰,因此发光装置的能够显示的色域变窄。通过在超过1000ppi的高清晰显示面板、优选超过2000ppi的高清晰显示面板、更优选超过5000ppi的超清晰显示面板中设置分隔壁528,可以提供能够显示鲜艳的色彩的显示面板。

[0285] 图2B示出对应于图2A的截面图中的点划线Ya-Yb的发光装置700的俯视示意图。注意,图2B示出在Y方向上排列相同颜色的发光器件的所谓条形排列。此外,在交叉于Y方向的X方向上排列相同颜色的发光器件。就是说,发光器件550B、发光器件550G及发光器件550R都排列为矩阵状。注意,发光器件的排列方法不局限于此,既可以使用Delta排列、锯齿形(zigzag)排列等排列方法,又可以使用Pentile排列、Diamond排列等。

[0286] 注意,由于在各EL层(EL层103B、EL层103G以及EL层103R)的分离加工中利用光刻法进行图案形成,所以可以制造高清晰发光装置(显示面板)。此外,利用光刻法进行图案形成来加工的EL层的端部(侧面)具有大致同一表面(或者,位于大致同一平面上)的形状。此外,此时,设置于各EL层之间的间隙580的宽度(SE)优选为5 $\mu$ m以下,更优选为1 $\mu$ m以下。

[0287] 在EL层中,由于在很多情况下尤其包括在位于阳极与发光层之间的空穴传输区域的空穴注入层的导电率高,所以作为在相邻的发光器件中共同使用的层形成的空穴注入层有时导致串扰。因此,如本结构例子所示,通过进行利用光刻法的图案形成使EL层分离加工,可以抑制在相邻的发光器件间发生串扰。

[0288] 图2C是对应于图2B中的点划线C1-C2的截面示意图。图2C示出连接电极551C与电极552电连接的连接部130。在连接部130中,在连接电极551C上且与其接触的方式设置电极552。此外,以覆盖连接电极551C的端部的方式设置分隔壁528。

[0289] <发光装置的制造方法例子1>

如图3A所示,形成电极551B、电极551G以及电极551R。例如,在形成在第一衬底510上的功能层520上形成导电膜,利用光刻法将该导电膜加工为规定形状。

[0290] 注意,导电膜可以利用溅射法、化学气相沉积(CVD:Chemical Vapor Deposition)法、分子束外延(MBE:Molecular Beam Epitaxy)法、真空蒸镀法、脉冲激光沉积(PLD:Pulsed Laser Deposition)法、原子层沉积(ALD:Atomic Layer Deposition)法等形成。作为CVD法有等离子体增强化学气相沉积(PECVD:Plasma Enhanced CVD)法或热CVD法等。另外,作为热CVD法之一,可以举出有机金属化学气相沉积(MOCVD:Metal Organic CVD)法。

[0291] 在导电膜的加工中除了上述光刻法以外也可以利用纳米压印法、喷砂法、剥离法等对薄膜进行加工。此外,可以利用金属掩模等遮蔽掩模的成膜方法直接形成岛状的薄膜。

[0292] 作为利用光刻法的加工方法典型地有如下两种方法。一个是在要进行加工的薄膜上形成抗蚀剂掩模,通过蚀刻等对该薄膜进行加工,并去除抗蚀剂掩模的方法。另一个是在形成感光性薄膜之后,进行曝光及显影来将该薄膜加工为所希望的形状的方法。注意,在利用前者的方法时,有抗蚀剂涂敷后的加热(PAB:Pre Applied Bake)及曝光后的加热(PEB:Post Exposure Bake)等热处理工序。在本发明的一个方式中,除了导电膜的加工以外还在用来形成EL层的薄膜(由有机化合物形成的膜或其一部分包含有机化合物的膜)的加工中采用光刻法。

[0293] 在光刻法中,作为用于曝光的光,例如可以使用i线(波长365nm)、g线(波长436nm)、h线(波长405nm)或将这些光混合了的光。此外,还可以使用紫外光、KrF激光或ArF激光等。此外,也可以利用液浸曝光技术进行曝光。此外,作为用于曝光的光,也可以使用极紫外(EUV:Extreme Ultra-violet)光或X射线。此外,也可以使用电子束代替用于曝光的光。当使用极紫外光、X射线或电子束时,可以进行极其精细的加工,所以是优选的。注意,在通过利用电子束等光束进行扫描而进行曝光时,不需要光掩模。

[0294] 作为使用抗蚀剂掩模的薄膜蚀刻,可以利用干蚀刻法、湿蚀刻法、喷砂法等。

[0295] 接着,如图3B所示,在电极551B、电极551G以及电极551R上形成EL层103B。在图3B中,形成到EL层103B中的空穴注入/传输层104B、发光层及电子传输层108B。例如,利用真空蒸镀法在电极551B、电极551G以及电极551R上以覆盖它们的方式形成EL层103B。然后,在EL层103B上形成牺牲层110B。

[0296] 牺牲层110B可以使用对于EL层103B的蚀刻处理的耐性高的膜,即蚀刻选择比较大的膜。另外,牺牲层110B优选采用蚀刻选择比彼此不同的第一牺牲层与第二牺牲层的叠层结构。另外,牺牲层110B可以使用能够通过对于EL层103B带来的损伤少的湿蚀刻法去除的膜。作为用于湿蚀刻的蚀刻材料可以使用草酸等。注意,在本说明书等中,也可以将牺牲层称作

掩模层。

[0297] 作为牺牲层110B,例如可以使用金属膜、合金膜、金属氧化物膜、半导体膜、无机绝缘膜等的无机膜。另外,牺牲层110B可以通过溅射法、蒸镀法、CVD法、ALD法等成膜方法形成。

[0298] 作为牺牲层110B,例如可以使用金、银、铂、镁、镍、钨、铬、钼、铁、钴、铜、钯、钛、铝、钇、锆及钽等的金属材料或者包含该金属材料的合金材料。尤其是,优选使用铝或银等低熔点材料。

[0299] 另外,作为牺牲层110B可以使用铟镓锌氧化物(In-Ga-Zn氧化物,也记为IGZO)等金属氧化物。另外,可以使用氧化铟、铟锌氧化物(In-Zn氧化物)、铟锡氧化物(In-Sn氧化物)、铟钛氧化物(In-Ti氧化物)、铟锡锌氧化物(In-Sn-Zn氧化物)、铟钛锌氧化物(In-Ti-Zn氧化物)、铟镓锡锌氧化物(In-Ga-Sn-Zn氧化物)等。或者,也可以使用包含硅的铟锡氧化物等。

[0300] 注意,也可以使用元素M(M为选自铝、硅、硼、钇、铜、钒、铍、钛、铁、镍、锆、钼、镧、铈、钕、钐、钆、铽、钨和镁中的一种或多种)代替上述铟。尤其是,M优选为选自铟、铝和钇中的一种或多种。

[0301] 另外,作为牺牲层110B可以使用氧化铝、氧化钪、氧化硅等无机绝缘材料。

[0302] 作为牺牲层110B,优选使用能够溶解于如下溶剂中的材料,即至少给位于EL层103B的最上部的膜(电子传输层108B)在化学上不容易带来影响的溶剂。尤其是,作为牺牲层110B可以适当地使用溶解于水或醇的材料。当形成牺牲层110B时,优选的是,在溶解于水或醇等溶剂的状态下通过上述湿式的沉积方法涂布该材料,然后进行用来使溶剂蒸发的加热处理。此时,通过在减压气氛下进行热处理,由于可以在短时间内以低温去除溶剂,所以可以减少对EL层103B带来的热损伤,因此是优选的。

[0303] 注意,在牺牲层110B为叠层结构时,可以将由上述材料形成的层作为第一牺牲层,在其上形成第二牺牲层而形成叠层结构。

[0304] 此时,第二牺牲层为对第一牺牲层进行蚀刻时被用作硬掩模的膜。另外,在对第二牺牲层进行加工时露出第一牺牲层。因此,作为第一牺牲层和第二牺牲层,选择蚀刻选择比较大的膜的组合。因此,可以根据第一牺牲层的蚀刻条件及第二牺牲层的蚀刻条件选择可以用于第二牺牲层的膜。

[0305] 例如,在作为第二牺牲层的蚀刻利用使用含有氟的气体(也称为氟类气体)的干蚀刻时,可以将硅、氮化硅、氧化硅、钨、钛、钼、钽、氮化钽、含有钼及铌的合金或者含有钼及钨的合金等用于第二牺牲层。在此,作为相对于上述使用氟类气体的干蚀刻的蚀刻选择比较大(即,可以使蚀刻速率较慢)的膜,可以举出IGZO、ITO等的金属氧化物膜等,可以将上述膜用于第一牺牲层。

[0306] 另外,不局限于此,第二牺牲层可以根据第一牺牲层的蚀刻条件及第二牺牲层的蚀刻条件从各种材料选择。例如,也可以从可用于上述第一牺牲层的膜中选择。

[0307] 另外,作为第二牺牲层例如可以使用氮化物膜。具体而言,也可以使用氮化硅、氮化铝、氮化钪、氮化钛、氮化钽、氮化钨、氮化镓、氮化锆等的氮化物。

[0308] 另外,作为第二牺牲层可以使用氧化物膜。典型的是,可以使用氧化硅、氧氮化硅、氧化铝、氧氮化铝、氧化钪、氧氮化钪等氧化物膜或者氧氮化物膜。

[0309] 接着,如图3C所示,在牺牲层110B上涂敷抗蚀剂,利用光刻法将抗蚀剂形成为所希望的形状(抗蚀剂掩模:REG)。此外,在采用这种方法时,有抗蚀剂涂敷后的加热(PAB:Pre Applied Bake)及曝光后的加热(PEB:Post Exposure Bake)等热处理工序。例如,PAB温度为100℃左右,PEB温度为120℃左右。因此,发光器件需要能够耐受这些处理温度。

[0310] 接着,通过使用所得到的抗蚀剂掩模REG蚀刻去除没有被抗蚀剂掩模REG覆盖的牺牲层110B的一部分,去除抗蚀剂掩模REG,然后通过蚀刻去除没有被牺牲层110B覆盖的EL层103B的一部分,通过蚀刻去除电极551G上的EL层103B和电极551R上的EL层103B,加工为具有侧面(或露出侧面)的形状或者在与纸面交叉的方向上延伸的带状形状。具体而言,使用在与电极551B重叠的EL层103B上形成图案的牺牲层110B,进行干蚀刻。另外,在牺牲层110B具有上述第一牺牲层和第二牺牲层的叠层结构的情况下,也可以在利用抗蚀剂掩模REG对第二牺牲层的一部分进行蚀刻后去除抗蚀剂掩模REG,将第二牺牲层用作掩模对第一牺牲层的一部分进行蚀刻,EL层103B被加工成规定形状。通过进行这些蚀刻处理,得到图4A的形状。

[0311] 接着,如图4B所示,在牺牲层110B、电极551G以及电极551R上形成EL层103G。在图4B中,形成到包括在EL层103G中的空穴注入/传输层104G、发光层及电子传输层108G。例如,利用真空蒸镀法在牺牲层110B、电极551G以及电极551R上以覆盖它们的方式形成EL层103G。

[0312] 接着,如图4C所示,在EL层103G上形成牺牲层110G,在牺牲层110G上涂敷抗蚀剂,通过光刻法将抗蚀剂形成为所希望的形状(抗蚀剂掩模:REG),通过蚀刻去除没有被所得到的抗蚀剂掩模覆盖的牺牲层110G的一部分,去除抗蚀剂掩模,然后通过蚀刻去除没有被牺牲层110G覆盖的EL层103G的一部分,通过蚀刻去除电极551B上的EL层103G和电极551R上的EL层103G,加工为如图5A所示那样的具有侧面(或露出侧面)的形状或者在与纸面交叉的方向上延伸的带状形状。另外,在牺牲层110G具有上述第一牺牲层和第二牺牲层的叠层结构的情况下,也可以在利用抗蚀剂掩模对第二牺牲层的一部分进行蚀刻后去除抗蚀剂掩模,将第二牺牲层用作掩模对第一牺牲层的一部分进行蚀刻,EL层103G被加工成规定形状。

[0313] 接着,如图5B所示,在牺牲层110B、牺牲层110G以及电极551R上形成EL层103R。在图5B中,形成到包括在EL层103R中的空穴注入/传输层104R、发光层及电子传输层108R。例如,利用真空蒸镀法在牺牲层110B、牺牲层110G以及电极551R上以覆盖它们的方式形成EL层103R。

[0314] 接着,如图5C所示,在EL层103R上形成牺牲层110R,在牺牲层110R上涂敷抗蚀剂,通过光刻法将抗蚀剂形成为所希望的形状(抗蚀剂掩模:REG),通过蚀刻去除没有被所得到的抗蚀剂掩模覆盖的牺牲层110R的一部分,去除抗蚀剂掩模,然后通过蚀刻去除没有被牺牲层110R覆盖的EL层103R的一部分,通过蚀刻去除电极551B上的EL层103R和电极551G上的EL层103R,加工为具有侧面(或露出侧面)的形状或者在与纸面交叉的方向上延伸的带状形状。另外,在牺牲层110R具有上述第一牺牲层和第二牺牲层的叠层结构的情况下,也可以在利用抗蚀剂掩模对第二牺牲层的一部分进行蚀刻后去除抗蚀剂掩模,将第二牺牲层用作掩模对第一牺牲层的一部分进行蚀刻,EL层103R被加工成规定形状。再者,在EL层(103B、103G、103R)上的牺牲层(110B、110G、110R)留下的状态下在牺牲层(110B、110G、110R)上形成绝缘层107,得到图6A的形状。



[0315] 此外,绝缘层107例如可以利用ALD法形成。此时,绝缘层107如图6A所示以与各EL层(103B、103G、103R)的侧面接触的方式形成。由此,能够抑制氧、水分或其构成元素从各EL层(103B、103G、103R)的侧面进入到内部。作为用于绝缘层107的材料,例如可以使用氧化铝、氧化镁、氧化钪、氧化镓、铟镓锌氧化物、氮化硅或氮氧化硅等。

[0316] 接着,如图6B所示,在去除牺牲层(110B、110G、110R)之后去除绝缘层107的一部分来形成绝缘层(107B、107G、107R),然后在EL层(103B、103G、103R)上形成电子注入层109。电子注入层109例如通过真空蒸镀法形成。另外,电子注入层109形成在电子传输层(108B、108G、108R)上。此外,电子注入层109与各EL层(103B、103G、103R)的其他层(空穴注入/输送层(104R、104G、104B)、发光层及电子传输层(108B、108G、108R))的侧面(或端部)隔着绝缘层(107B、107G、107R)接触。

[0317] 接着,如图6C所示,形成电极552。电极552例如利用真空蒸镀法形成。注意,电极552形成于电子注入层109上。注意,电极552隔着电子注入层109以及绝缘层(107B、107G、107R)与各EL层(103B、103G、103R)(注意,图6C所示的EL层(103B、103G、103R)包括空穴注入/传输层(104R、104G、104B)、发光层及电子传输层(108B、108G、108R))的侧面(或端部)接触。由此,可以防止各EL层(103B、103G、103R)与电极552电短路,更具体而言,可以防止各EL层(103B、103G、103R)各自包括的空穴注入/传输层(104B、104G、104R)与电极552电短路。

[0318] 通过上述工序,可以对发光器件550B、发光器件550G以及发光器件550R中的EL层103B、EL层103G以及EL层103R进行分离加工。

[0319] 注意,由于在这些EL层(EL层103B、EL层103G以及EL层103R)的分离加工中利用光刻法进行图案形成,所以可以制造高清晰发光装置(显示面板)。此外,利用光刻法进行图案形成来加工的EL层的端部(侧面)具有大致同一表面(或者,位于大致同一平面上)的形状。

[0320] 在EL层中,由于在很多情况下尤其包括在位于阳极与发光层之间的空穴传输区域的空穴注入层的电率高,所以作为在相邻的发光器件中共同使用的层形成的空穴注入层有时导致串扰。因此,如本结构例子所示,通过进行利用光刻法的图案形成使EL层分离加工,可以抑制在相邻的发光器件间发生串扰。

[0321] <发光装置700的结构例子2>

图7所示的发光装置700包括发光器件550B、发光器件550G、发光器件550R以及绝缘层529。此外,发光器件550B、发光器件550G、发光器件550R以及绝缘层529形成在设置在第一衬底510上的功能层520上。功能层520除了由多个晶体管构成的驱动电路GD、驱动电路SD等以外还包括使它们电连接的布线等。注意,作为一个例子,这些驱动电路与发光器件550B、发光器件550G、发光器件550R电连接,并可以驱动这些器件。

[0322] 注意,发光器件550B、发光器件550G以及发光器件550R具有实施方式2所示的器件结构。尤其示出图1A所示的结构中的EL层103在各发光器件中不同的情况。

[0323] 注意,图7所示的各发光器件的具体结构与在图2A至图2C中说明的发光器件550B、发光器件550G以及发光器件550R相同。

[0324] 如图7所示,各发光器件(550B、550G、550R)的EL层(103B、103G、103R)包括空穴注入/传输层(104B、104G、104R)及电子传输层(108B、108G、108R)及电子注入层109。

[0325] 此外,由于本结构的各EL层的EL层103B、EL层103G以及EL层103R在分离加工中进行利用光刻法的图案形成,所以被加工的EL层的端部(侧面)成为具有大致同一表面(或者,

位于大致同一平面上)的形状。

[0326] 各发光器件分别包括的EL层103B、EL层103G及EL层103R在相邻的发光器件之间都包括间隙580。注意,这里,在将间隙580记为相邻的发光器件的EL层间的距离SE时,距离SE越小越可以提高开口率及清晰度。另一方面,由于距离SE越大,越可以允许相邻的发光器件间的制造工序偏差的影响,所以可以提高制造成本。由于通过本说明书制造的发光器件适合于微型化工艺,所以相邻的发光器件的EL层之间的距离SE可以为 $0.5\mu\text{m}$ 以上且 $5\mu\text{m}$ 以下,优选为 $1\mu\text{m}$ 以上且 $3\mu\text{m}$ 以下,更优选为 $1\mu\text{m}$ 以上且 $2.5\mu\text{m}$ 以下,进一步优选为 $1\mu\text{m}$ 以上且 $2\mu\text{m}$ 以下。注意,距离SE典型地优选为 $1\mu\text{m}$ 以上且 $2\mu\text{m}$ 以下(例如 $1.5\mu\text{m}$ 或其附近)。

[0327] 在EL层中,由于在很多情况下尤其包括在位于阳极与发光层之间的空穴传输区域的空穴注入层的导电率高,所以作为在相邻的发光器件中共同使用的层形成的空穴注入层有时导致串扰。因此,如本结构例子所示,通过进行利用光刻法的图案形成使EL层分离加工,可以抑制在相邻的发光器件间发生串扰。

[0328] 在本说明书等中,有时将使用金属掩模或FMM(Fine Metal Mask,高精度金属掩模版)制造的器件称为MM(Metal Mask)结构的器件。此外,在本说明书等中,将不使用金属掩模或FMM制造的器件称为MML(Metal Mask Less)结构的器件。

[0329] 本实施方式所示的结构可以适当地与其他实施方式所示的结构组合而使用。

#### [0330] 实施方式4

在本实施方式中,参照图8A至图10B说明本发明的一个方式的发光装置。注意,图8A至图10B所示的发光装置700包括实施方式2所示的发光器件。此外,由于在本实施方式中说明的发光装置700能够用于电子设备等的显示部,所以也可以将其称为显示面板。

[0331] 在本实施方式中说明的发光装置700如图8A所示包括显示区域231,显示区域231包括一组像素703(i,j)。此外,如图8B所示,包括相邻一组像素703(i,j)的一组像素703(i+1,j)。

[0332] 注意,像素703(i,j)可以使用多个像素。例如,可以使用显示色相不同的颜色的多个像素。注意,可以将多个像素的每一个换称为子像素。另外,可以以多个子像素为一组而将其换称为像素。

[0333] 由此,可以对该多个像素所显示的颜色进行加法混色或减法混色。另外,可以显示用各个像素不能显示的色相的颜色。

[0334] 具体而言,可以将显示蓝色的像素702B(i,j)、显示绿色的像素702G(i,j)及显示红色的像素702R(i,j)用于像素703(i,j)。此外,可以将像素702B(i,j)、像素702G(i,j)及像素702R(i,j)的每一个换称为子像素。

[0335] 此外,也可以对上述一组追加显示白色等的像素而将其用于像素703(i,j)。此外,也可以将显示青色的像素、显示品红色的像素及显示黄色的像素的每一个作为子像素用于像素703(i,j)。

[0336] 此外,除了上述一组以外还可以将发射红外线的像素用于像素703(i,j)。具体而言,可以将发射包含具有 $650\text{nm}$ 以上且 $1000\text{nm}$ 以下的波长的光的像素用于像素703(i,j)。

[0337] 图8A所示的显示区域231的周围包括驱动电路GD及驱动电路SD。此外,还包括与驱动电路GD、驱动电路SD等电连接的端子519。端子519例如可以与柔性印刷电路FPC1电连接。

[0338] 注意,驱动电路GD具有供应第一选择信号及第二选择信号的功能。例如,驱动电路

GD与后述的导电膜G1(i)及导电膜G2(i)电连接并分别供应第一选择信号及第二选择信号。驱动电路SD具有供应图像信号及控制信号的功能,控制信号具有第一电平及第二电平。例如,驱动电路SD与后述的导电膜S1g(j)及导电膜S2g(j)电连接并分别供应图像信号及控制信号。

[0339] 图10A示出分别沿着图8A中的点划线X1-X2及点划线X3-X4的发光装置的截面图。如图10A所示,发光装置700在第一衬底510与第二衬底770之间包括功能层520。功能层520除了上述驱动电路GD、驱动电路SD等以外还包括使它们电连接的布线等。图10A示出功能层520包括像素电路530B(i,j)、像素电路530G(i,j)以及驱动电路GD的结构,但是不局限于该结构。

[0340] 功能层520所包括的各像素电路(例如,图10A所示的像素电路530B(i,j)、像素电路530G(i,j))与形成在功能层520上的各发光器件(例如,图10A所示的发光器件550B(i,j)及发光器件550G(i,j))电连接。具体而言,发光器件550B(i,j)通过开口部591B与像素电路530B(i,j)电连接,发光器件550G(i,j)通过开口部591G与像素电路530G(i,j)电连接。此外,功能层520及各发光器件上设置有绝缘层705,绝缘层705具有使第二衬底770与功能层520贴合的功能。

[0341] 注意,作为第二衬底770可以使用以矩阵状具备触摸传感器的衬底。例如,可以将包括静电电容式触摸传感器或者光学式触摸传感器的衬底用于第二衬底770。由此,可以将本发明的一个方式的发光装置用作触摸面板。

[0342] 图9A示出像素电路530G(i,j)的具体结构。

[0343] 如图9A所示,像素电路530G(i,j)包括开关SW21、开关SW22、晶体管M21、电容器C21及节点N21。另外,像素电路530G(i,j)包括节点N22、电容器C22及开关SW23。

[0344] 晶体管M21包括与节点N21电连接的栅电极、与发光器件550G(i,j)电连接的第一电极、与导电膜AN0电连接的第二电极。

[0345] 开关SW21包括与节点N21电连接的第一端子、与导电膜S1g(j)电连接的第二端子,并具有根据导电膜G1(i)的电位控制导通状态或非导通状态的功能。

[0346] 开关SW22包括与导电膜S2g(j)电连接的第一端子,并具有根据导电膜G2(i)的电位控制导通状态或非导通状态的功能。

[0347] 电容器C21包括与节点N21电连接的导电膜、与开关SW22的第二电极电连接的导电膜。

[0348] 由此,可以将图像信号储存在节点N21中。另外,可以使用开关SW22改变节点N21的电位。或者,可以使用节点N21的电位控制发光器件550G(i,j)所发射的光的强度。

[0349] 接着,图9B示出在图9A中说明的晶体管M21的具体结构的一个例子。注意,作为晶体管M21,可以适当地使用底栅型晶体管或顶栅型晶体管等。

[0350] 图9B所示的晶体管包括半导体膜508、导电膜504、绝缘膜506、导电膜512A以及导电膜512B。晶体管例如形成在绝缘膜501C上。另外,该晶体管包括绝缘膜516(绝缘膜516A及绝缘膜516B)以及绝缘膜518。

[0351] 半导体膜508包括与导电膜512A电连接的区域508A及与导电膜512B电连接的区域508B。半导体膜508包括区域508A和区域508B之间的区域508C。

[0352] 导电膜504包括与区域508C重叠的区域,导电膜504具有栅电极的功能。

[0353] 绝缘膜506包括夹在半导体膜508与导电膜504之间的区域。绝缘膜506具有第一栅极绝缘膜的功能。

[0354] 导电膜512A具有源电极的功能和漏电极的功能中的一个,导电膜512B具有源电极的功能和漏电极的功能中的另一个。

[0355] 另外,可以将导电膜524用于晶体管。导电膜524包括在其与导电膜504之间夹着半导体膜508的区域。导电膜524具有第二栅电极的功能。绝缘膜501D夹在半导体膜508与导电膜524之间,并具有第二栅极绝缘膜的功能。

[0356] 绝缘膜516例如被用作覆盖半导体膜508的保护膜。具体而言,例如可以将含有氧化硅膜、氮化硅膜、氮氧化硅膜、氮化硅膜、氧化铝膜、氧化钪膜、氧化钇膜、氧化锆膜、氧化镓膜、氧化铌膜、氧化镁膜、氧化镧膜、氧化铈膜或氧化钕膜的膜用作绝缘膜516。

[0357] 例如,优选将能够抑制氧、氢、水、碱金属、碱土金属等的扩散的材料用于绝缘膜518。具体而言,作为绝缘膜518,例如可以使用氮化硅、氧氮化硅、氮化铝、氧氮化铝等。此外,作为氧氮化硅及氧氮化铝各自包含的氧的原子数和氮的原子数,优选的是氮的原子数较多。

[0358] 在形成用于像素电路的晶体管的半导体膜的工序中,可以形成用于驱动电路的晶体管的半导体膜。例如,可以将半导体膜用于驱动电路,该半导体膜具有与像素电路的晶体管中的半导体膜相同的组成。

[0359] 此外,可以将包含第14族元素的半导体用于半导体膜508。具体而言,可以将包含硅的半导体用于半导体膜508。

[0360] 此外,可以将氢化非晶硅用于半导体膜508。或者,可以将微晶硅等用于半导体膜508。由此,例如,可以提供与将多晶硅用于半导体膜508的发光装置(或显示面板)相比显示不均匀较少的发光装置。或者,容易实现发光装置的大型化。

[0361] 此外,可以将多晶硅用于半导体膜508。由此,例如,可以实现比将氢化非晶硅用于半导体膜508的晶体管高的场效应迁移率。或者,例如,可以实现比将氢化非晶硅用于半导体膜508的晶体管高的驱动能力。或者,例如,可以实现比将氢化非晶硅用于半导体膜508的晶体管高的像素开口率。

[0362] 或者,例如,可以实现比将氢化非晶硅用于半导体膜508的晶体管高的可靠性。

[0363] 或者,例如,可以使制造晶体管时需要的温度比使用单晶硅的晶体管低。

[0364] 或者,可以通过同一工序形成用于驱动电路的晶体管的半导体膜及用于像素电路的晶体管的半导体膜。或者,可以在与形成有像素电路的衬底同一衬底上形成驱动电路。或者,可以减少构成电子设备的构件数量。

[0365] 此外,可以将单晶硅用于半导体膜508。由此,例如,可以实现比将氢化非晶硅用于半导体膜508的发光装置(或者显示面板)高的清晰度。或者,例如,可以提供与将多晶硅用于半导体膜508的发光装置相比显示不均匀较少的发光装置。或者,例如,可以提供智能眼镜或头戴显示器。

[0366] 此外,可以将金属氧化物用于半导体膜508。由此,与利用将非晶硅用于半导体膜的晶体管的像素电路相比,可以延长像素电路能够保持图像信号的时间。具体而言,可以抑制闪烁的发生,并以低于30Hz、优选为低于1Hz、更优选为低于1次/分的频率供应选择信号。其结果是,可以降低电子设备的使用者的眼睛疲劳。另外,可以降低用于驱动的功耗。

[0367] 此外,可以将氧化物半导体用于半导体膜508。具体而言,可以将包含铟的氧化物半导体、包含铟、镓及锌的氧化物半导体或包含铟、镓、锌及锡的氧化物半导体用于半导体膜508。

[0368] 通过将氧化物半导体用于半导体膜,可以得到与将非晶硅用于半导体膜的晶体管相比关闭状态下的泄漏电流小的晶体管。因此,优选的是,将氧化物半导体用于半导体膜的晶体管被用作开关等。注意,将氧化物半导体用于半导体膜的晶体管被用作开关的电路与将非晶硅用于半导体膜的晶体管被用作开关的电路相比,可以长时间保持浮动节点的电位。

[0369] 虽然在图10A中示出第二衬底770一侧提取发光的结构(顶部发射型)的发光装置,但是也可以采用如图10B所示那样第一衬底510一侧提取光的结构(底部发射型)的发光装置。注意,在底部发射型发光装置中,将第一电极401用作半透射-半反射电极,并将第二电极404用作反射电极。

[0370] 虽然图10A及图10B说明有源矩阵型的发光装置,但是实施方式2所示的发光器件的结构也可以用于图11A及图11B所示的无源矩阵型的发光装置。

[0371] 图11A是示出无源矩阵型的发光装置的立体图,图11B是沿图11A中的线X-Y的截面图。在图11A及图11B中,衬底951上设置有电极952及电极956,电极952与电极956之间设置有EL层955。电极952的端部被绝缘层953覆盖。绝缘层953上设置有隔离层954。隔离层954的侧壁具有越近于衬底面在一个侧壁与另一个侧壁的间隔越窄的倾斜。也就是说,隔离层954的短边方向的截面是梯形,底边(朝向与绝缘层953的面方向相同的方向并与绝缘层953接触的边)比上边(朝向与绝缘层953的面方向相同的方向并与绝缘层953不接触的边)短。如此,通过设置隔离层954,可以防止因静电等导致的发光器件的不良。

[0372] 本实施方式所示的结构可以与其他实施方式所示的结构适当地组合而使用。

#### [0373] 实施方式5

在本实施方式中,参照图12A至图14B对本发明的一个方式的电子设备的结构进行说明。

[0374] 图12A至图14B是说明本发明的一个方式的电子设备的结构的图。图12A是电子设备的方框图,图12B至图12E是说明电子设备的结构的立体图。图13A至图13E是说明电子设备的结构的立体图。图14A及图14B是说明电子设备的结构的立体图。

[0375] 在本实施方式中说明的电子设备5200B包括运算装置5210及输入/输出装置5220(参照图12A)。

[0376] 运算装置5210具有被供应操作数据的功能,并具有根据操作数据供应图像数据的功能。

[0377] 输入/输出装置5220包括显示部5230、输入部5240、检测部5250及通信部5290,并具有供应操作数据的功能及被供应图像数据的功能。此外,输入/输出装置5220具有供应检测数据的功能、供应通信数据的功能及被供应通信数据的功能。

[0378] 输入部5240具有供应操作数据的功能。例如,输入部5240根据电子设备5200B的使用者的操作供应操作数据。

[0379] 具体而言,可以将键盘、硬件按钮、指向装置、触摸传感器、照度传感器、摄像装置、音频输入装置、视线输入装置、姿态检测装置等用于输入部5240。

[0380] 显示部5230包括显示面板并具有显示图像数据的功能。例如,可以将实施方式2所说明的显示面板用于显示部5230。

[0381] 检测部5250具有供应检测数据的功能。例如,具有使用检测电子设备的周围的环境而供应检测数据的功能。

[0382] 具体地,可以将照度传感器、摄像装置、姿态检测装置、压力传感器、人体感应传感器等用于检测部5250。

[0383] 通信部5290具有被供应通信数据的功能及供应通信数据的功能。例如,具有以无线通信或有线通信与其他电子设备或通信网连接的功能。具体而言,具有无线局域网通信、电话通信、近距离无线通信等的功能。

[0384] 图12B示出具有沿着圆筒状的柱子等的外形的电子设备。作为一个例子,可以举出数字标牌等。本发明的一个方式的显示面板可以用于显示部5230。注意,也可以具有根据使用环境的照度改变显示方法的功能。此外,具有感应人体存在改变显示内容的功能。因此,例如可以设置于建筑物的柱子上。或者,能够显示广告或指南等。或者,可以用于数字标牌等。

[0385] 图12C示出具有根据使用者所使用的指示器的轨迹生成图像数据的功能的电子设备。作为一个例子可以举出电子黑板、电子留言板、数字标牌等。具体而言,可以使用对角线的长度为20英寸以上、优选为40英寸以上,更优选为55英寸以上的显示面板。或者,可以将多个显示面板排列而用作一个显示区域。或者,可以将多个显示面板排列而用作多屏幕显示面板。

[0386] 图12D示出可以从其他装置接收数据并将其显示在显示部5230上的电子设备。作为一个例子,可以举出可穿戴电子设备等。具体而言,可以显示几个选择项或使用者可以从选择项选择几个项且将其回复至该数据的发信者。或者,例如,具有根据使用环境的照度改变显示方法的功能。由此,例如可以降低可穿戴电子设备的功耗。或者,例如以即使在晴天的户外等外光强的环境下也能够适宜地使用可穿戴电子设备的方式将图像显示在可穿戴电子设备上。

[0387] 图12E示出包括具有沿着外壳的侧面平缓弯曲的显示部5230的电子设备。作为一个例子,可以举出手机等。此外,显示部5230包括显示面板,显示面板例如具有在其前面、侧面、顶面以及背面显示的功能。由此,例如可以将数据不仅显示于手机的前面,而且显示于手机的侧面、顶面及背面。

[0388] 图13A示出可以从因特网接收数据并将其显示在显示部5230上的电子设备。作为一个例子可以举出智能手机等。例如,可以在显示部5230上确认所制作的通知。或者,可以将所制作的通知发送到其他装置。或者,例如,具有根据使用环境的照度改变显示方法的功能。由此,可以降低智能手机的功耗。或者,例如以即使在晴天的户外等外光强的环境下也能够适宜地使用智能手机的方式将图像显示在智能手机上。

[0389] 图13B示出能够将遥控器用作输入部5240的电子设备。作为一个例子,可以举出电视系统等。或者,例如,可以从广播电台或因特网接收数据且将其显示在显示部5230上。另外,可以使用检测部5250拍摄使用者。另外,可以发送使用者的影像。另外,可以取得使用者的收看履历且将其提供给云服务。此外,可以从云服务取得推荐数据且将其显示在显示部5230上。此外,可以根据推荐数据显示节目或动态图像。另外,例如,具有根据使用环境的照

度改变显示方法的功能。由此,以即使在晴天射入户内的外光强的环境下也能够适宜地使用电视系统的方式将影像显示在电视系统上。

[0390] 图13C示出可以从因特网接收教材且将其显示在显示部5230上的电子设备。作为一个例子可以举出平板电脑等。或者,可以使用输入部5240输入报告且将其发送到因特网。另外,可以从云服务取得报告的批改结果或评价且将其显示在显示部5230上。另外,可以根据评价选择适当的教材且将其显示在显示部5230上。

[0391] 例如,可以从其他电子设备接收图像信号且将其显示在显示部5230上。另外,可以将显示部5230靠在支架等上且将显示部5230用作副显示器。例如以在晴天的户外等外光强的环境下也能够适宜地使用电子设备的方式将图像显示在平板电脑上。

[0392] 图13D示出包括多个显示部5230的电子设备。作为一个例子,可以举出数码相机等。例如,可以在显示部5230上显示使用检测部5250进行拍摄的图像。此外,可以在检测部上显示所拍摄的图像。另外,可以使用输入部5240进行所拍摄的图像的修饰。此外,可以对所拍摄的图像添加文字。另外,可以将其发送到因特网。另外,具有根据使用环境的照度改变拍摄条件的功能。由此,例如可以以在晴天的户外等外光强的环境下也能够适宜地看到图像的方式将被摄体显示在数码相机上。

[0393] 图13E示出可以通过使用其他电子设备作为从(slave)且使用本实施方式的电子设备作为主(master)控制其他电子设备的电子设备。作为一个例子,可以举出能够携带的个人计算机等。例如,可以将图像数据的一部分显示在显示部5230上且将图像数据的其他一部分显示在其他电子设备的显示部上。另外,可以供应图像信号。此外,可以使用通信部5290取得从其他电子设备的输入部写入的数据。由此,例如,可以使用可携带的个人计算机利用较大的显示区域。

[0394] 图14A示出包括检测加速度或方位的检测部5250的电子设备。作为一个例子可以举出护目镜型电子设备等。或者,检测部5250可以供应使用者的位置或使用者朝向的方向的数据。此外,电子设备可以根据使用者的位置或使用者朝向的方向生成右眼用图像数据及左眼用图像数据。此外,显示部5230包括右眼用显示区域及左眼用显示区域。由此,例如,可以将能够得到逼真感的虚拟现实空间图像显示在护目镜型电子设备。

[0395] 图14B示出包括摄像装置、检测加速度或方位的检测部5250的电子设备。作为一个例子可以举出眼镜型电子设备等。或者,检测部5250可以供应使用者的位置或使用者朝向的方向的数据。此外,电子设备可以根据使用者的位置或使用者朝向的方向生成图像数据。由此,例如,可以对现实风景添加数据而显示。另外,可以将增强现实空间的图像显示在眼镜型电子设备。

[0396] 注意,本实施方式可以与本说明书所示的其他实施方式适当地组合。

#### [0397] 实施方式6

在本实施方式中,参照图15A及图15B对将实施方式2所示的发光器件用于照明装置的结构进行说明。注意,图15A是沿着图15B所示的照明装置的俯视图中的线段e-f的截面图。

[0398] 在本实施方式的照明装置中,在用作支撑体的具有透光性的衬底400上形成有第一电极401。第一电极401相当于实施方式2中的第一电极101。当从第一电极401一侧取出光时,第一电极401使用具有透光性的材料形成。

[0399] 另外,在衬底400上形成用来对第二电极404供应电压的焊盘412。

[0400] 在第一电极401上形成有EL层403。EL层403相当于实施方式2中的EL层103的结构。注意,作为它们的结构,参照各记载。

[0401] 以覆盖EL层403的方式形成第二电极404。第二电极404相当于实施方式2中的第二电极102。当从第一电极401一侧提取光时,第二电极404使用反射率高的材料形成。通过使第二电极404与焊盘412连接,将电压供应到第二电极404。

[0402] 如上所述,本实施方式所示的照明装置具备包括第一电极401、EL层403以及第二电极404的发光器件。由于该发光器件是发光效率高的发光器件,所以本实施方式的照明装置可以是低功耗的照明装置。

[0403] 使用密封材料405、406将形成有具有上述结构的发光器件的衬底400和密封衬底407固定来进行密封,由此制造照明装置。另外,也可以仅使用密封材料405和406中的一个。另外,也可以使内侧的密封材料406(在图15B中未图示)与干燥剂混合,由此可以吸收水分而提高可靠性。

[0404] 另外,通过以延伸到密封材料405、406的外部的方式设置焊盘412和第一电极401的一部分,可以将其用作外部输入端子。另外,也可以在外部输入端子上设置安装有转换器等IC芯片420等。

#### [0405] 实施方式7

在本实施方式中,参照图16对适用本发明的一个方式的发光装置或其一部分的发光器件而制造的照明装置的应用例子进行说明。

[0406] 作为室内的照明装置,可以使用天花射灯8001。作为天花射灯8001,有直接安装型及嵌入型。这种照明装置由发光装置与外壳或盖的组合而制造。除此以外,也可以应用于吊灯(用电线吊装在天花板上)的照明装置。

[0407] 另外,地脚灯8002照射地面,可以提高脚下的安全性。例如,将其用在卧室、楼梯或通道很有效。在此情况下,可以根据房间的大小或结构而适当地改变地脚灯的尺寸及形状。另外,地脚灯8002也可以为组合发光装置和支架而形成的安装型照明装置。

[0408] 另外,片状照明8003为薄膜状的照明装置。因为是将其贴在墙上而使用,所以不占空间而可以应用于各种用途。另外,容易实现大面积化。另外,也可以将其贴在具有曲面的墙或外壳上。

[0409] 另外,也可以使用来自光源的光被控制为只沿着所希望的方向的照明装置8004。

[0410] 台灯8005包括光源8006,作为光源8006可以使用本发明的一个方式的发光装置或其一部分的发光器件。

[0411] 通过将本发明的一个方式的发光装置或其一部分的发光器件用于上述以外的室内家具的一部分,可以提供具有家具的功能的照明装置。

[0412] 如上所述,可以得到适用发光装置的各种各样的照明装置。另外,这种照明装置包括在本发明的一个方式中。

[0413] 本实施方式所示的结构可以与其他实施方式所示的结构适当地组合而实施。

#### [0414] 实施方式8

在本实施方式中,参照图17A至图17C说明能够用于本发明的一个方式的显示装置的发光器件及受光器件。



[0415] 图17A示出本发明的一个方式的显示装置810所包括的发光器件805a及受光器件805b的截面示意图。

[0416] 发光器件805a具有发射光的功能(以下,也记为发光功能)。发光器件805a包括电极801a、EL层803a及电极802。发光器件805a优选为在实施方式2中示出的利用有机EL的发光器件(有机EL器件)。因此,夹在电极801a与电极802之间的EL层803a至少包括发光层。发光层包含发光物质。通过在电极801a与电极802之间施加电压,从EL层803a发射光。EL层803a除了发光层以外还包括空穴注入层、空穴传输层、电子传输层、电子注入层、载流子(空穴或电子)阻挡层、电荷产生层等各种层。注意,发光器件805a的EL层803a可以使用本发明的一个方式的有机化合物。

[0417] 受光器件805b具有检测光的功能(以下,也记为受光功能)。受光器件805b例如可以使用pn型或pin型光电二极管。受光器件805b包括电极801b、受光层803b及电极802。夹在电极801b与电极802之间的受光层803b至少包括活性层。受光器件805b被用作光电转换器件,可以通过入射到受光层803b的光产生电荷,由此将其提取为电流。此时,也可以在电极801b与电极802之间施加电压。所产生的电荷量取决于入射到受光层803b的光量。

[0418] 受光器件805b具有检测可见光的功能。受光器件805b对可见光具有灵敏度。受光器件805b更优选具有检测可见光及红外光的功能。受光器件805b优选对可见光及红外光具有灵敏度。

[0419] 注意,本说明书等中的蓝色(B)的波长区域是指400nm以上且小于490nm,蓝色(B)的光在该波长区域至少具有一个发射光谱的峰值。另外,绿色(G)的波长区域是指490nm以上且小于580nm,绿色(G)的光在该波长区域至少具有一个发射光谱的峰值。另外,红色(R)的波长区域是指580nm以上且小于700nm,红色(R)的光在该波长区域至少具有一个发射光谱的峰值。另外,在本说明书等中,可见光的波长区域是指400nm以上且小于700nm,可见光在该波长区域至少具有一个发射光谱的峰值。此外,红外(IR)的波长区域是指700nm以上且小于900nm,红外(IR)光在该波长区域至少具有一个发射光谱的峰值。

[0420] 受光器件805b的活性层包含半导体。作为该半导体,可以举出硅等无机半导体及包含有机化合物的有机半导体等。作为受光器件805b优选使用在活性层中包含有机半导体的有机半导体器件(或有机光电二极管)。有机光电二极管容易实现薄型化、轻量化及大面积化且其形状及设计的自由度高,所以可以应用于各种各样的显示装置。此外,通过使用有机半导体,可以利用相同方法(例如,真空蒸镀法)形成发光器件805a所包括的EL层803a及受光器件805b所包括的受光层803b,可以使用共同的制造装置,因此是优选的。注意,受光器件805b的受光层803b可以使用本发明的一个方式的有机化合物。

[0421] 本发明的一个方式的显示装置可以作为发光器件805a及受光器件805b分别适当地使用有机EL器件及有机光电二极管。有机EL器件及有机光电二极管能够形成在同一衬底上。因此,在使用有机EL器件的显示装置中可以内置有机光电二极管。本发明的一个方式的显示装置除了显示图像的功能以外还具有摄像功能和感测功能中的一个或两个。

[0422] 电极801a及电极801b设置于同一面上。图17A示出电极801a及电极801b设置于衬底800上的结构。注意,电极801a及电极801b例如可以通过将形成于衬底800上的导电膜加工为岛状来形成。也就是说,电极801a及电极801b可以通过同一工序形成。

[0423] 衬底800可以使用具有能够承受发光器件805a及受光器件805b的形成的耐热性的

衬底。在使用绝缘衬底作为衬底800的情况下,可以使用玻璃衬底、石英衬底、蓝宝石衬底、陶瓷衬底、有机树脂衬底等。此外,还可以使用以硅或碳化硅等为材料的单晶半导体衬底或多晶半导体衬底、以硅锗等为材料的化合物半导体衬底、SOI衬底等半导体衬底。

[0424] 尤其是,衬底800优选使用在上述绝缘衬底或半导体衬底上形成包括晶体管等半导体元件的半导体电路的衬底。该半导体电路例如优选构成像素电路、栅极线驱动电路(栅极驱动器)、源极线驱动电路(源极驱动器)等。此外,除了上述以外也可以构成运算电路、存储电路等。

[0425] 此外,电极802为由在发光器件805a及受光器件805b中共同的层构成的电极。这些电极中的发射光或入射光一侧的电极使用透过可见光及红外光的导电膜。不发射光或不入射光一侧的电极优选使用反射可见光及红外光的导电膜。

[0426] 本发明的一个方式的显示装置的电极802被用作发光器件805a及受光器件805b各自的一个电极。

[0427] 图17B示出发光器件805a的电极801a的电位比电极802高的情况。此时,电极801a被用作发光器件805a的阳极,电极802被用作阴极。此外,受光器件805b的电极801b的电位比电极802低。注意,在图17B中,为了容易理解电流流过的方向,发光器件805a的左侧示出发光二极管的电路标记,受光器件805b的右侧示出光电二极管的电路标记。此外,在各器件中以箭头示意性地示出载流子(电子及空穴)流过的方向。

[0428] 在图17B所示的结构中,在发光器件805a中,在电极801a通过第一布线被供应第一电位,电极802通过第二布线被供应第二电位,电极801a通过第三布线被供应第三电位时,各电位的大小关系满足第一电位>第二电位>第三电位。

[0429] 图17C示出发光器件805a的电极801a的电位比电极802低的情况。此时,电极801a被用作发光器件805a的阴极,电极802被用作阳极。此外,受光器件805b的电极801b的电位比电极802低且比电极801a高。注意,在图17C中,为了容易理解电流流过的方向,发光器件805a的左侧示出发光二极管的电路标记,受光器件805b的右侧示出光电二极管的电路标记。此外,在各器件中以箭头示意性地示出载流子(电子及空穴)流过的方向。

[0430] 在图17C所示的结构中,在发光器件805a中,在电极801a通过第一布线被供应第一电位,电极802通过第二布线被供应第二电位,电极801a通过第三布线被供应第三电位时,各电位的大小关系满足第二电位>第三电位>第一电位。

[0431] 注意,在本实施方式中示出的受光器件805b的清晰度可以为100ppi以上,优选为200ppi以上,更优选为300ppi以上,进一步优选为400ppi以上,更进一步优选为500ppi以上,为2000ppi以下、1000ppi以下或600ppi以下等。尤其是,通过以200ppi以上且600ppi以下,优选为300ppi以上且600ppi以下的清晰度配置受光器件805b,可以适当地用于指纹的拍摄。在使用本发明的一个方式的显示装置进行指纹识别时,通过提高受光器件805b的清晰度,例如可以以高精度提取指纹的特征点(Minutia),由此可以提高指纹识别的精度。此外,在清晰度为500ppi以上时,可以符合美国国家标准与技术研究院(NIST:National Institute of Standards and Technology)等的规格,因此是优选的。注意,在假设受光器件的清晰度为500ppi时,每个像素的尺寸为50.8 $\mu\text{m}$ ,可确认到为了拍摄指纹隆线的间距(典型的是300 $\mu\text{m}$ 以上且500 $\mu\text{m}$ 以下),有充分的清晰度。

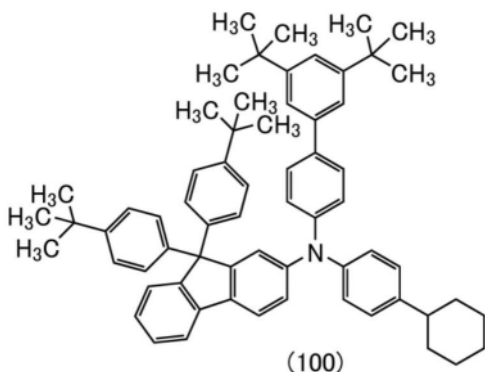
[0432] 本实施方式所示的结构可以与其他实施方式所示的结构适当地组合而实施。

## 实施例1

## [0433] &lt;&lt;合成例子1&gt;&gt;

在本实施例中,说明在实施方式1中作为结构式(100)表示的有机化合物的N-[(3',5'-二叔丁基)-1,1'-联苯-4-基]-N-(4-环己基苯基)-9,9-双(4-叔丁基苯基)-9H-芴-2-胺(简称:mmtBuBichPAtBu2FLP(2))的合成方法。以下示出mmtBuBichPAtBu2FLP(2)的结构。

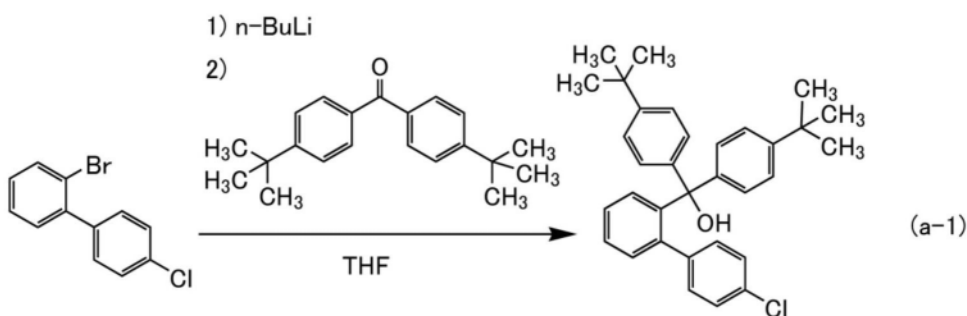
## [0434] [化学式37]



## [0435] &lt;步骤1:双(4-叔丁基苯基)-(3-氯-6-苯基苯基)甲醇的合成&gt;

将4,4'-二叔丁基二苯甲酮9.98g (33.9mmol)放入三口烧瓶中,对烧瓶内进行氮气置换。在该烧瓶中添加四氢呋喃(THF)34.0mL而进行搅拌,得到4,4'-二叔丁基二苯甲酮THF溶液。将2-溴-4'-氯-1,1'-联苯8.26g (30.9mmol)放入到另一个三口烧瓶,对烧瓶内进行氮气置换。在该烧瓶中添加THF152mL,将混合物冷却到-80℃左右并进行搅拌,并且用注射器滴加正丁基锂(1.6mol/L己烷溶液)23.5mL (37.6mmol)。滴加结束后进行1小时搅拌。搅拌后,在该溶液中用注射器滴加事先调整了的4,4'-二叔丁基二苯甲酮THF溶液34.0mL。滴加结束后,将该溶液的温度回到室温并进行1小时搅拌。搅拌后,在该溶液中添加大约25mL的稀盐酸(2.0mol/L)并进行1小时搅拌。搅拌后,用乙酸乙酯萃取该混合物的水层,将萃取溶液和有机层合并来用饱和碳酸氢钠水溶液及饱和食盐水洗涤。用硫酸镁对有机层进行干燥,干燥后对该混合物进行重力过滤。将所得到的溶液浓缩使其干燥固化。然后添加甲苯,而得到浓缩甲苯溶液。将该甲苯溶液滴落到乙醇,再沉淀。在10℃左右下过滤析出物,在40℃左右下对所得到的固体进行减压干燥,以82%的收率得到12.2g的目的物的淡褐色固体。以下示出合成方案(a-1)。

## [0436] [化学式38]

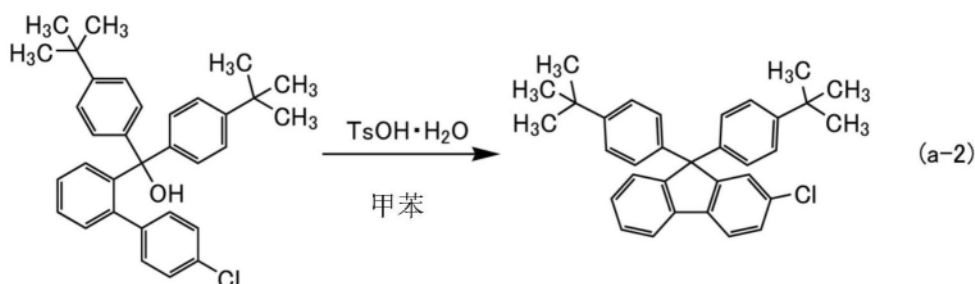


## [0437] &lt;步骤2:2-氯-9,9-双(4-叔丁基苯基)-9H-芴的合成&gt;

将双(4-叔丁基苯基)-(3-氯-6-苯基苯基)甲醇12.2g (25.3mmol)、对甲苯磺酸一

水合物211mg (1.23mmol) 以及甲苯126mL添加到三口烧瓶。在120℃左右下加热搅拌该混合物5小时左右。然后,使该混合物的温度回到室温并对该混合物添加饱和碳酸氢钠水溶液21.5mL,并进行大约1小时搅拌。搅拌后,将该混合物分离为有机层及水层,并用饱和食盐水洗涤有机层。浓缩有机层,通过硅胶柱子色谱法对所得的溶液进行纯化。浓缩所得到的溶液,得到浓缩甲苯溶液。将该甲苯溶液滴落到乙醇,再沉淀。在10℃左右下过滤析出物,在100℃左右下对所得到的固体进行减压干燥,以97%的收率得到11.3g的目的物的白色固体。以下示出合成方案(a-2)。

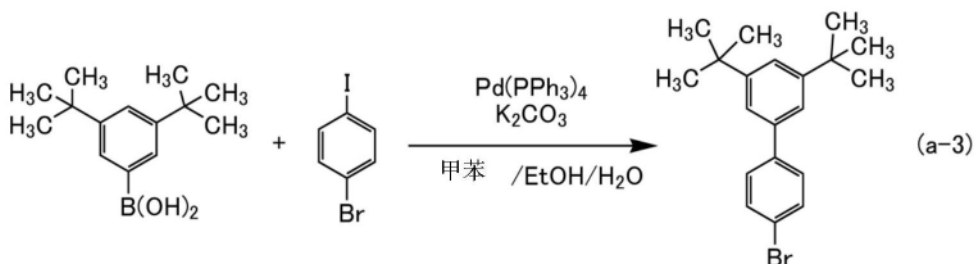
[0438] [化学式39]



[0439] <步骤3:3',5'-二叔丁基-4-溴-1,1'-联苯的合成>

将3,5-二叔丁基-苯硼酸30.0g (150mmol)、4-溴碘苯50.9g (180mmol)、碳酸钾62.2g (450mmol)、甲苯500mL、乙醇125mL以及水225mL放入三口烧瓶中,在减压下进行脱气处理之后,对烧瓶内进行氮气置换。对混合物添加四三苯基膦钯3.5g (3.0mmol),在80℃左右下进行大约5小时加热回流。然后,使混合物的温度回到室温,并分离为有机层及水层。对该有机层添加硫酸镁使水分干燥,将该有机层过滤出来而后浓缩,得到褐色固体。通过硅胶柱子色谱法对所得的固体进行纯化。将所得到的溶液浓缩使其干燥固化。然后,添加己烷并进行再结晶。将析出白色固体的混合溶液用冰冷却之后进行过滤。对所得到的固体以100℃左右进行真空干燥,以86%的收率得到44.3g的目的物的白色固体。以下合成方案(a-3)。

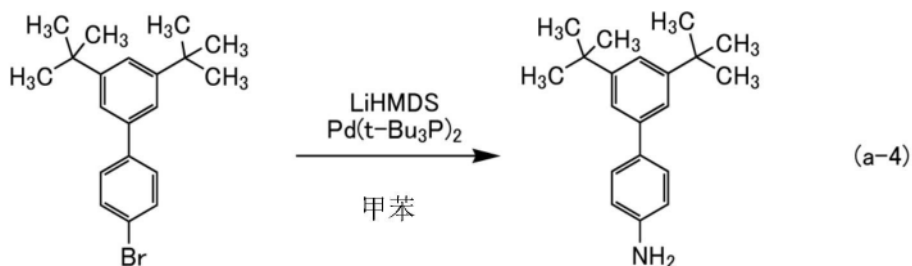
[0440] [化学式40]



[0441] <步骤4:3',5'-二叔丁基-1,1'-联苯-4-胺的合成>

将3',5'-二叔丁基-4-溴-1,1'-联苯36.9g (107mmol) 以及甲苯530mL放入三口烧瓶中,在减压下进行脱气处理之后,对烧瓶内进行氮气置换。对该混合物添加双(三-叔丁基膦)钯2.76g (5.40mmol),冷却到-15℃左右并进行搅拌。在此,用注射器滴加双(三甲基硅基)胺基锂(简称:LiHMDS) (1.0mol/L甲苯溶液)120mL (120mmol)。然后,在120℃下进行大约3小时加热搅拌。然后,使该混合物的温度回到室温并对该混合物添加水100mL,并进行大约1小时搅拌。搅拌后,将该混合物分离为有机层及水层,并用饱和碳酸氢钠水溶液及饱和食盐水洗涤有机层。浓缩有机层,通过硅胶柱子色谱法对所得的溶液进行纯化。浓缩所得到的溶液,以99%的收率得到29.0g的目的物的淡褐色固体。以下示出合成方案(a-4)。

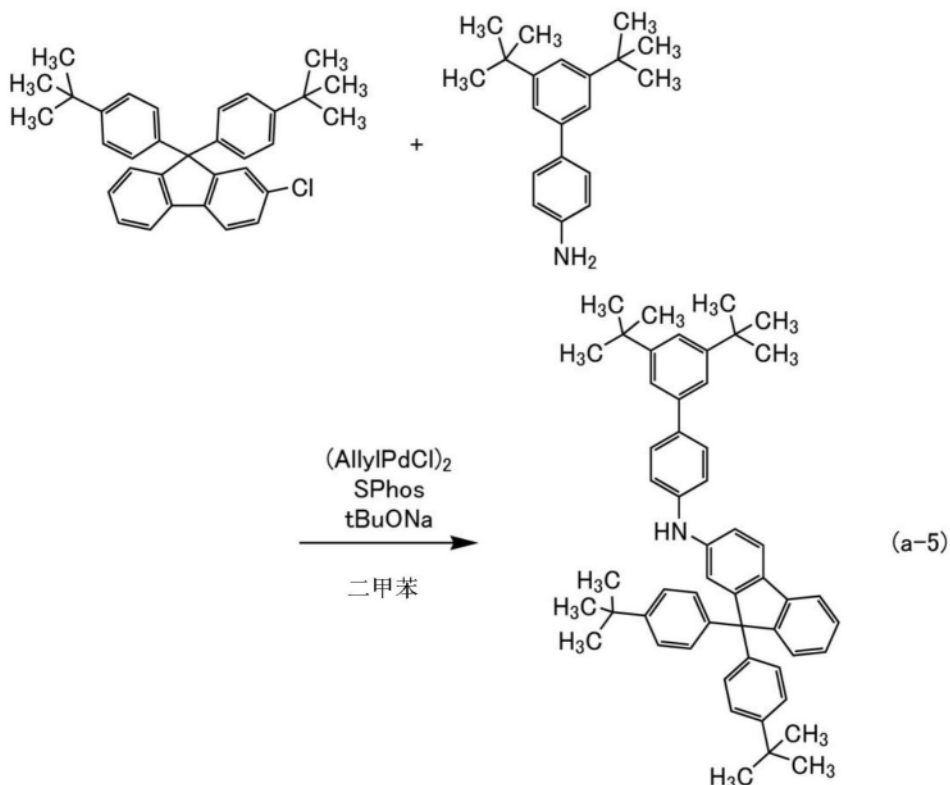
[0442] [化学式41]



[0443] <步骤5:N-[3',5'-二叔丁基-1,1'-联苯-3-基]-9,9-双(4-叔丁基苯基)-9H-芴-2-胺的合成>

将3',5'-二叔丁基-1,1'-联苯-4-胺3.64g (12.9mmol)、2-氯-9,9-双(4-叔丁基苯基)-9H-芴5.95g (12.8mmol)、叔丁醇钠3.62g (37.7mmol)以及二甲苯64.0mL放入三口烧瓶中,在减压下进行脱气处理之后,对烧瓶内进行氮气置换。将该混合物加热到60℃左右并进行搅拌。在此,添加氯化烯丙基钯(II)二聚物(简称:(AllylPdCl)<sub>2</sub>)56.2mg (0.154mmol)、2-二环己基膦基-2',6'-二甲氧基联苯(简称:SPhos)216mg (0.526mmol),在90℃下对该混合物进行大约6小时加热搅拌。然后,使烧瓶的温度回到60℃左右,添加1mL左右的水,使固体析出。将析出的固体过滤出来,得到溶液。浓缩滤液,利用硅胶柱层析法对所得到的滤液进行纯化。浓缩所得到的溶液,以85%的收率得到7.75g的目的物的淡褐色固体。以下示出合成方案(a-5)。

[0444] [化学式42]

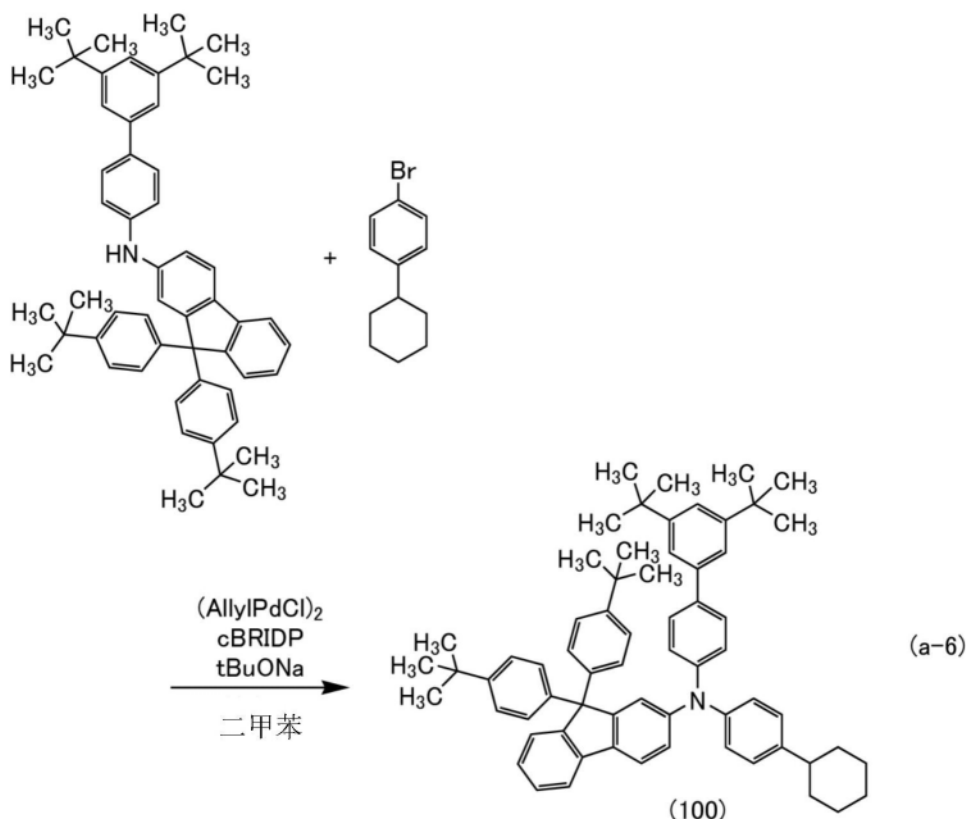


[0445] <步骤6:mmtBuBichPAtBu2FLP (2)的合成>

将N-[3',5'-二叔丁基-1,1'-联苯-3-基]-9,9-双(4-叔丁基苯基)-9H-芴-2-胺3.05g (4.30mmol)、4-环己基-1-溴苯1.04g (4.35mmol)、叔丁醇钠1.26g (13.1mmol)以及二

甲苯24.5mL放入三口烧瓶中,在减压下进行脱气处理之后,对烧瓶内进行氮气置换。将该混合物加热到60℃左右并进行搅拌。在此,添加氯化烯丙基钯(II)二聚物(简称:( $\text{AllylPdCl}$ )<sub>2</sub>) 18.5mg (0.051mmol)、二叔丁基(1-甲基-2,2-二苯基环丙基)膦(简称:cBRIDP(注册商标)) 66.3mg (0.204mmol),在100℃下对该混合物进行大约5小时加热。然后,使烧瓶的温度回到60℃左右,添加1mL左右的水,使固体析出。将析出的固体过滤出来,得到溶液。浓缩滤液,利用硅胶柱层析法对所得到的滤液进行纯化。浓缩所得到的溶液,得到浓缩甲苯溶液。将该甲苯溶液滴落到乙醇,再沉淀。在10℃左右下过滤析出物,在100℃左右下对所得到的固体进行减压干燥,以88%的收率得到2.18g的目的物的白色固体。以下示出合成方案(a-6)。

[0446] [化学式43]



[0447] 以下示出利用核磁共振波谱法(<sup>1</sup>H-NMR)分析上述步骤6所得到的白色固体的结果。由该结果可知,在本合成例子中可以合成N-[ (3',5'-二叔丁基)-1,1'-联苯-4-基]-N-(4-环己基苯基)-9,9-双(4-叔丁基苯基)-9H-芴-2-胺(简称:mmtBuBichPAtBu2FLP(2))。

[0448] <sup>1</sup>H-NMR (500MHz DMSO-d<sub>6</sub>): δ = 7.82-7.79 (m, 2H), 7.49 (d, 2H, J = 8.0Hz), 7.42-7.36 (m, 5H), 7.27-7.23 (m, 5H), 7.15 (d, 2H, J = 8.0Hz), 7.01-6.96 (m, 10H), 2.47 (br, 2H), 1.80 (br, 4H), 1.70 (brm, 1H), 1.36 (br, 22H), 1.22 (s, 18H)。

[0449] 接着,利用梯度升华方法对2.18g的所得到的固体进行升华纯化。在压力为2.60Pa且氩流量为10.0mL/min的条件下,以290℃进行加热来进行升华纯化。在升华纯化之后,以86%的回收率得到1.87g的微黄白色固体。

[0450] 接着,测量mmtBuBichPAtBu2FLP(2)的甲苯溶液的紫外可见吸收光谱(下面简称为“吸收光谱”)及发射光谱。在吸收光谱的测量中,使用紫外可见分光光度计(由日本分光株

式会社制造,V550型),在发射光谱的测量中,使用荧光分光光度计(由日本滨松光子学株式会社制造的FS920),都在室温下进行测量。另外,作为测量皿使用石英皿。图18示出所得到的吸收光谱及发射光谱的测量结果。横轴表示波长,纵轴表示吸收强度及发光强度。图18所示的吸收强度表示将甲苯溶液放在石英皿测得的吸收光谱减去只将甲苯放在石英皿测得的吸收光谱得到的结果。

[0451] 如图18所示那样,mmtBuBichPAtBu2FLP (2) 在396nm具有发光峰。

[0452] 接着,利用液相色谱-质谱联用分析(Liquid Chromatography Mass Spectrometry(简称:LC/MS分析))对mmtBuBichPAtBu2FLP (2) 进行质谱(MS)分析。

[0453] 在LC/MS分析中,利用赛默飞世尔科技公司制造的UltiMate3000进行LC(液相色谱)分离,并且利用赛默飞世尔科技公司制造的QExactive进行MS分析(质谱分析)。

[0454] 在LC分离中,使用任意的柱,柱温为40℃,并且其输液条件为如下:适当地选择溶剂,将任意浓度的mmtBuBichPAtBu2FLP (2) 溶解于有机溶剂中进行样品的调整,且注入量为5.0μL。

[0455] 利用PRM法进行mmtBuBichPAtBu2FLP (2) 的Exact Mass的 $m/z=867.57$ 的MS/MS测量。PRM的设定为:靶离子的质量范围是 $m/z=867.57\pm 2.0$ (isolation window=4);以正模式进行检测。将碰撞池内使靶离子加速的能量NCE(标准化碰撞能量(Normalized Collision Energy))设定为50而进行测量。图19示出通过MS/MS测量得到的MS质谱。

[0456] 由图19的结果可知,在mmtBuBichPAtBu2FLP (2) 中,起因于氢离子的有无及同位素的存在,主要在 $m/z=869$ 附近检测出前体离子,在 $m/z=709$ 附近、603附近、439附近检测出子离子。

[0457]  $m/z=709$ 附近的子离子被估计为mmtBuBichPAtBu2FLP (2) 中的一个环己基苯基脱离的状态,这表示mmtBuBichPAtBu2FLP (2) 包含N-[3',5'-二叔丁基-1,1'-联苯-3-基]-9,9-双(4-叔丁基苯基)-9H-芴-2-胺。

[0458] 另外, $m/z=603$ 附近的子离子被估计为mmtBuBichPAtBu2FLP (2) 中的一个3,5-二叔丁基-1,1'-联苯基脱离的状态,这表示mmtBuBichPAtBu2FLP (2) 包含N-(4-环己基苯基)-9,9-双(4-叔丁基苯基)-9H-芴-2-胺。

[0459] 另外, $m/z=439$ 附近的子离子被估计为mmtBuBichPAtBu2FLP (2) 中的一个9,9-双(4-叔丁基苯基)-芴基脱离的状态,这表示mmtBuBichPAtBu2FLP (2) 包含9,9-双(4-叔丁基苯基)-芴基。

[0460] 图20示出通过利用光谱椭偏仪(J.A.Woollam Japan制造的M-2000U)测量mmtBuBichPAtBu2FLP (2) 的折射率的结果。在测量时,使用通过真空蒸镀法以50nm左右的厚度将各层的材料沉积在石英衬底上而得的膜。此外,附图中记载了寻常光线折射率 $n$ , Ordinary及异常光线折射率 $n$ , Extra-ordinary。

[0461] 由图20可知,465nm处的寻常光折射率为1.69,520nm处的寻常光折射率为1.66,633nm处的寻常光折射率为1.63,即mmtBuBichPAtBu2FLP (2) 为折射率低材料。

[0462] 接着,测量mmtBuBichPAtBu2FLP (2) 的 $T_g$ 。利用示差扫描量热测量装置(PerkinElmer Japan Co.,Ltd.制造的PYRIS1DSC)将粉末放在铝单元上测量 $T_g$ 。其结果是,mmtBuBichPAtBu2FLP (2) 的 $T_g$ 为153℃。

[0463] 接着,对mmtBuBichPAtBu2FLP (2) 的HOMO能级进行测量。HOMO能级通过循环伏安

(CV) 测量调查。在测量中,使用电化学分析仪(BAS株式会社(BAS Inc.)制造,型号:ALS型600A或600C)。其结果是,mmtBuBichPAAtBu2FLP(2)的HOMO能级为-5.41eV。

[0464] 另外,求出mmtBuBichPAAtBu2FLP(2)的GSP。在此,说明求出有机化合物的GSP的方法。

[0465] 如上所述,蒸镀膜的表面电势与膜厚成比例地增加的现象被称为巨大表面电势。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高低,即GSP(mV/nm)。在层叠有两个不同层时,可以利用积累在其界面的极化电荷密度( $\text{mC}/\text{m}^2$ )与GSP相关联地变化而估计GSP。

[0466] 野口裕及其他两人的“极性分子的取向极化现象及有机薄膜元件的界面特性”(Journal of the Vacuum Society of Japan,2015年,Vol.58,No.3)公开了将具有不同自发极化的有机薄膜(薄膜1及薄膜2。注意,薄膜1位于阳极侧且薄膜2位于阴极侧)层叠而使电流流过时,如下算式成立。

[0467] [算式1]

$$\sigma_{if} = \frac{Q_{if}}{S} = (V_i - V_{bi}) \frac{\varepsilon_2}{d_2} \cdots (1)$$

[0468] [算式2]

$$\sigma_{if} = P_1 - P_2 = \frac{\varepsilon_1 V_1}{d_1} - \frac{\varepsilon_2 V_2}{d_2} \cdots (2)$$

[0469] 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, $\varepsilon_2$ 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。另外,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 $\varepsilon_2$ 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 $\sigma_{if}$ 。

[0470] 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, $\varepsilon_n$ 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。

[0471] 在本说明书中,作为薄膜2使用GSP为已知(48(mV/nm))的Alq<sub>3</sub>,求出各薄膜的GSP。

[0472] 另外,当在薄膜1或薄膜2中包含多个有机化合物时,可以将主要包含(例如含量最多)的有机化合物的GSP看作“构成层的有机化合物的GSP”。或者,当在薄膜1或薄膜2中包含多个有机化合物时,也可以算出各有机化合物的GSP及含有率而将其加权平均(GSP\_ave)定义为“构成层的有机化合物的GSP”。

[0473] 通过利用上述方法进行计算,可知mmtBuBichPAAtBu2FLP(2)的GSP为42.9mV/nm。

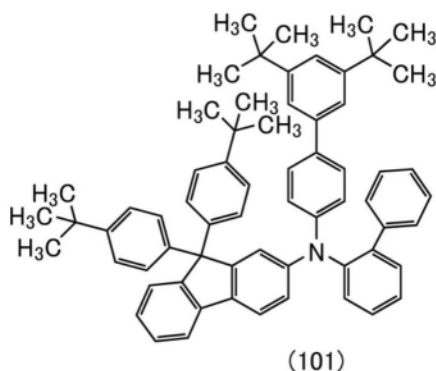
#### 实施例2

[0474] <<合成例子2>>

在本实施例中,说明在实施方式1中作为结构式(101)表示的有机化合物的N-(1,1'-联苯-2-基)-N-[(3',5'-二叔丁基)-1,1'-联苯-4-基]-9,9-双(4-叔丁基苯基)-9H-芴-2-胺(简称:mmtBuBioBitBu2FLP(2))的合成方法。以下示出mmtBuBioBitBu2FLP(2)的结构。

[0475] [化学式44]

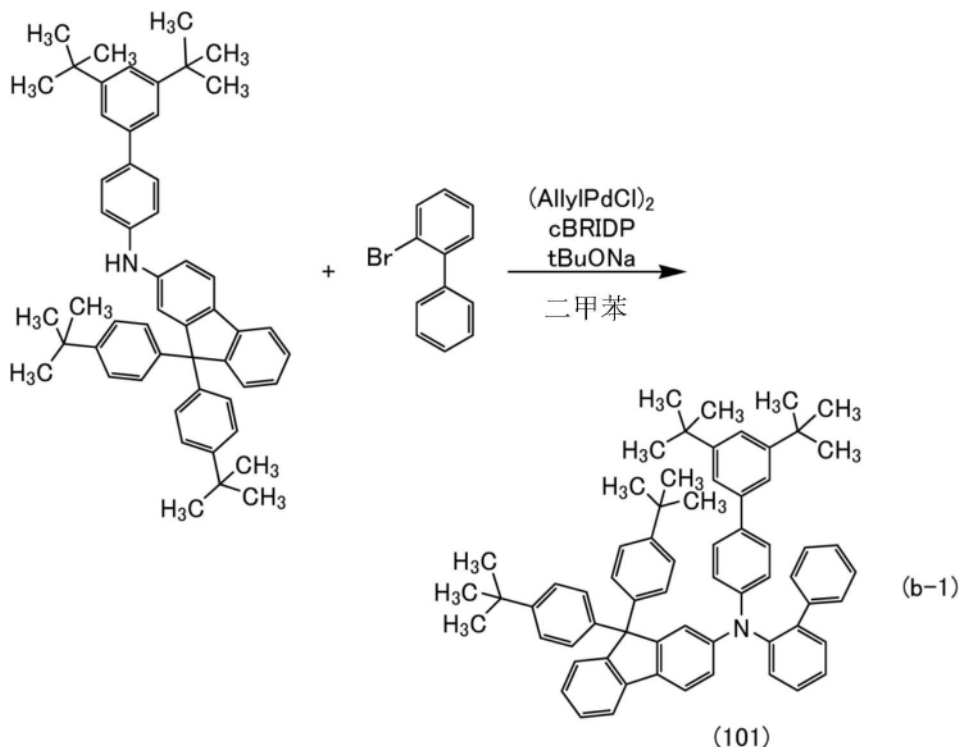




[0476] <步骤1: mmtBuBioBitBu2FLP (2) 的合成>

将N-[3',5'-二叔丁基-1,1'-联苯-3-基]-9,9-双(4-叔丁基苯基)-9H-芴-2-胺 3.50g (150mmol)、2-溴-1,1'-联苯 1.17g (180mmol)、叔丁醇钠 1.41g (37.7mmol) 以及均三甲苯 24.5mL 放入三口烧瓶中,在减压下进行脱气处理之后,对烧瓶内进行氮气置换。将该混合物加热到60℃左右并进行搅拌。在此,添加氯化烯丙基钯(II)二聚物(简称:(AllylPdCl)<sub>2</sub>) 20.1mg (0.154mmol)、二叔丁基(1-甲基-2,2-二苯基环丙基)膦(简称:cBRIDP(注册商标)) 64.7mg (0.204mmol),在140℃下对该混合物进行大约6小时加热搅拌。然后,使烧瓶的温度回到60℃左右,添加1mL左右的水,使固体析出。将析出的固体过滤出来,得到溶液。浓缩滤液,利用硅胶柱层析法对所得到的滤液进行纯化。浓缩所得到的溶液,以69%的收率得到 2.91g的目的物的淡褐色固体。以下示出合成方案(b-1)。

[0477] [化学式45]



[0478] 以下示出利用核磁共振波谱法(<sup>1</sup>H-NMR)分析上述步骤1所得到的白色固体的结果。由该结果可知,在本合成例子中可以合成N-(1,1'-联苯-2-基)-N-[(3',5'-二叔丁基)-1,1'-联苯-4-基]-9,9-双(4-叔丁基苯基)-9H-芴-2-胺(简称: mmtBuBioBitBu2FLP (2))。

[0479] <sup>1</sup>H-NMR (500MHz DMSO-d<sub>6</sub>): δ=7.68 (d, 1H, J=7.5Hz), 7.49 (d, 1H, J=8.0Hz), 7.45

(dt, 1H,  $J=7.5\text{Hz}$ ,  $1.0\text{Hz}$ ), 7.40-7.34 (m, 7H), 7.32-7.25 (m, 7H), 7.19 (t, 1H,  $J=7.5\text{Hz}$ ), 7.10-7.03 (m, 3H), 6.95 (d, 2H,  $J=7.5\text{Hz}$ ), 6.90 (d, 2H,  $J=8.5\text{Hz}$ ), 6.82 (d, 4H,  $J=8.0\text{Hz}$ ), 6.70 (d, 1H,  $J=2.0\text{Hz}$ ), 6.54 (dd, 1H,  $J=8.5\text{Hz}$ ,  $1.5\text{Hz}$ ), 1.33 (s, 18H), 1.26 (s, 18H) .

[0480] 接着,利用梯度升华方法对2.89g的所得到的固体进行升华纯化。在压力为2.39Pa且氩流量为10.0mL/min的条件下,以272℃进行加热来进行升华纯化。在升华纯化之后,以82%的回收率得到2.37g的微黄白色固体。

[0481] 接着,测量mmtBuBioBitBu2FLP (2) 的甲苯溶液的紫外可见吸收光谱(下面简称为“吸收光谱”)及发射光谱。在吸收光谱的测量中,使用紫外可见分光光度计(由日本分光株式会社制造,V550型),在发射光谱的测量中,使用荧光分光光度计(由日本滨松光子学株式会社制造的FS920),都在室温下进行测量。另外,作为测量皿使用石英皿。图21示出所得到的吸收光谱及发射光谱的测量结果。横轴表示波长,纵轴表示吸收强度及发光强度。图21所示的吸收强度表示将甲苯溶液放在石英皿测得的吸收光谱减去只将甲苯放在石英皿测得的吸收光谱得到的结果。

[0482] 如图21所示那样,有机化合物的mmtBuBioBitBu2FLP (2) 在396nm具有发光峰。

[0483] 接着,利用液相色谱-质谱联用分析(Liquid Chromatography Mass Spectrometry (简称:LC/MS分析))对有机化合物的mmtBuBioBitBu2FLP (2) 进行质谱(MS)分析。

[0484] 在LC/MS分析中,利用赛默飞世尔科技公司制造的UltiMate3000进行LC(液相色谱)分离,并且利用赛默飞世尔科技公司制造的QExactive进行MS分析(质谱分析)。

[0485] 在LC分离中,使用任意的柱,柱温为40℃,并且其输液条件为如下:适当地选择溶剂,将任意浓度的mmtBuBioBitBu2FLP (2) 溶解于有机溶剂中进行样品的调整,且注入量为5.0μL。

[0486] 利用PRM法进行mmtBuBioBitBu2FLP (2) 的Exact Mass的 $m/z=861.53$ 的MS/MS测量。PRM的设定为:靶离子的质量范围是 $m/z=861.53\pm 2.0$  (isolation window=4);以正模式进行检测。将碰撞池内使靶离子加速的能量NCE(标准化碰撞能量(Normalized Collision Energy))设定为50而进行测量。图22示出通过MS/MS测量得到的MS质谱。

[0487] 由图22的结果可知,在mmtBuBioBitBu2FLP (2) 中,起因于氢离子的有无及同位素的存在,主要在 $m/z=861$ 附近检测出前体离子,在 $m/z=728$ 附近、429附近检测出子离子。

[0488]  $m/z=728$ 附近的子离子被估计为mmtBuBioBitBu2FLP (2) 中的一个叔丁基苯基脱离的状态,这表示mmtBuBioBitBu2FLP (2) 包含N-(1,1-联苯-2-基)-N-[(3',5'-二叔丁基)-1,1'-联苯-3-基]-9,9-双(4-叔丁基苯基)-9H-芴-2-胺。

[0489] 另外, $m/z=429$ 附近的子离子被估计为从mmtBuBioBitBu2FLP (2) 脱离的9,9-双(4-叔丁基苯基)-芴,这表示mmtBuBioBitBu2FLP (2) 包含9,9-双(4-叔丁基苯基)-芴基。

[0490] 图23示出通过利用光谱椭偏仪(J.A.Woollam Japan制造的M-2000U)测量mmtBuBioBitBu2FLP (2) 的折射率的结果。在测量时,使用通过真空蒸镀法以50nm左右的厚度将各层的材料沉积在石英衬底上而得的膜。此外,附图中记载了寻常光线折射率 $n$ , Ordinary及异常光线折射率 $n$ , Extra-ordinary。

[0491] 由该附图可知,465nm处的寻常光折射率为1.71,520nm处的寻常光折射率为1.68,633nm处的寻常光折射率为1.65,即mmtBuBioBitBu2FLP (2) 为折射率低材料。

[0492] 接着,测量 $\text{mntBuBioBitBu2FLP}$  (2) 的 $T_g$ 。利用示差扫描量热测量装置(PerkinElmer Japan Co.,Ltd.制造的PYRIS1DSC)将粉末放在铝单元上测量 $T_g$ 。其结果是, $\text{mntBuBioBitBu2FLP}$  (2) 的 $T_g$ 为 $153^\circ\text{C}$ 。

[0493] 接着,对 $\text{mntBuBioBitBu2FLP}$  (2) 的HOMO能级进行测量。HOMO能级通过循环伏安(CV)测量调查。在测量中,使用电化学分析仪(BAS株式会社(BAS Inc.)制造,型号:ALS型600A或600C)。其结果是, $\text{mntBuBioBitBu2FLP}$  (2) 的HOMO能级为 $-5.46\text{eV}$ 。

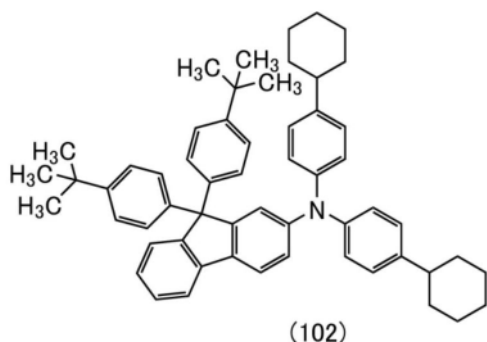
[0494] 另外,通过在实施例1中说明的方法求出 $\text{mntBuBioBitBu2FLP}$  (2) 的GSP。其结果,可知 $\text{mntBuBioBitBu2FLP}$  (2) 的GSP为 $37.0\text{mV/nm}$ 。

### 实施例3

[0495] <<合成例子3>>

在本实施例中,说明在实施方式1中作为结构式(102)表示的有机化合物的N,N-双(4-环己基苯基)-9,9-双(4-叔丁基苯基)-9H-芴-2-胺(简称: $\text{dchPA}(\text{tBu2FLP})$  (2))的合成方法。以下示出 $\text{dchPA}(\text{tBu2FLP})$  (2) 的结构。

[0496] [化学式46]



[0497] <步骤1:4-环己基苯胺的合成>

将4-环己基-1-溴苯 $21.5\text{g}$  ( $90\text{mmol}$ )、甲苯 $450\text{mL}$ 放入三口烧瓶中,在减压下进行脱气处理之后,对该烧瓶内进行氮气置换。将该溶液冷却到 $-20^\circ\text{C}$ 左右并进行搅拌。这里,添加氯化烯丙基钯(II)二聚物(简称: $(\text{Allyl})\text{PdCl}_2$ )  $823\text{mg}$  ( $2.25\text{mmol}$ )、二叔丁基(1-甲基-2,2-二苯基环丙基)膦(简称: $\text{cBRIDP}$  (注册商标))  $3690\text{mg}$  ( $9.0\text{mmol}$ )。将 $1.0\text{mol/L}$ 的锂双(六甲基二硅氮烷)(lithium bis(hexamethyldisilazide)) (简称: $\text{Li-N}(\text{TMS})_2$ ) 的甲苯溶液 $100\text{mL}$  ( $100\text{mmol}$ )滴落到该溶液中。然后,使烧瓶的温度加热到 $120^\circ\text{C}$ 左右,使该混合物反应2小时左右。冷却后,添加 $200\text{mL}$ 左右的水,静置直到其分离为有机层及水层。对所得到的水层添加 $100\text{mL}$ 左右的甲苯,抽出反应产物。混合所得到的有机层及之前分离的有机层,用饱和食盐水对混合物进行洗涤。将硫酸镁添加到该溶液中,使水分干燥并进行过滤。浓缩所得到的甲苯溶液,利用硅胶柱层析法进行纯化。浓缩所得到的溶液,得到浓缩甲苯溶液。在真空下以 $60^\circ\text{C}$ 左右使该甲苯溶液干燥,以92%的收率得到 $14.5\text{g}$ 的目的物的茶褐色油状物。以下示出合成方案(c-1)。

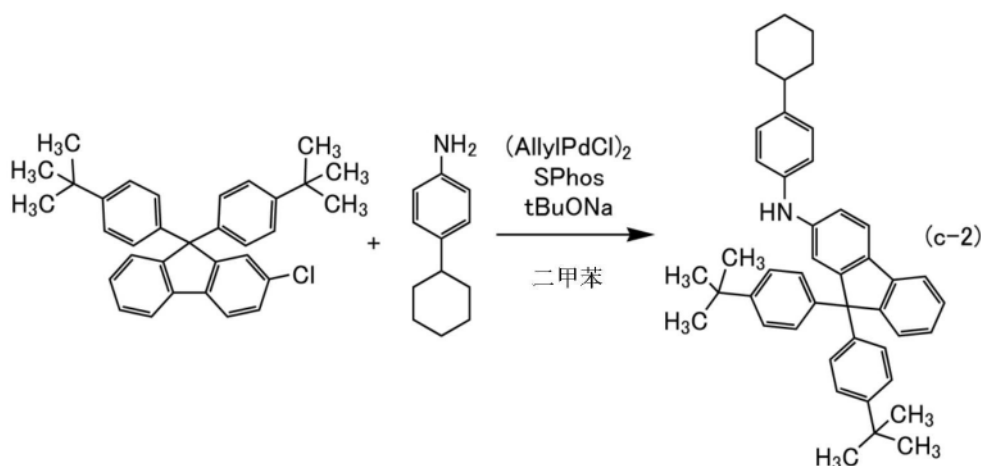
[0498] [化学式47]



## [0499] &lt;步骤2:N-(4-环己基苯基)-9,9-双(4-叔丁基苯基)-9H-芴-2-胺的合成&gt;

将4-环己基苯胺876mg (5.00mmol)、2-氯-9,9-双(4-叔丁基苯基)-9H-芴2.32g (4.99mmol)、叔丁醇钠1.45g (15.1mmol)、二甲苯25.0mL放入三口烧瓶中,在减压下进行脱气处理之后,对烧瓶内进行氮气置换。将该混合物加热到60℃左右并进行搅拌。在此,添加氯化烯丙基钯(II)二聚物(简称:( $\text{AllylPdCl}$ )<sub>2</sub>) 19.3mg (0.052mmol)、2-二环己基膦基-2',6'-二甲氧基联苯(简称:SPhos) 86.0mg (0.209mmol),在90℃下对该混合物进行大约5小时加热搅拌。然后,使烧瓶的温度回到60℃左右,添加1mL左右的水,使固体析出。将析出的固体过滤出来,得到溶液。浓缩滤液,利用硅胶柱层析法对所得到的滤液进行纯化。浓缩所得到的溶液,以70%的收率得到2.10g的目的物的淡褐色固体。以下示出合成方案(c-2)。

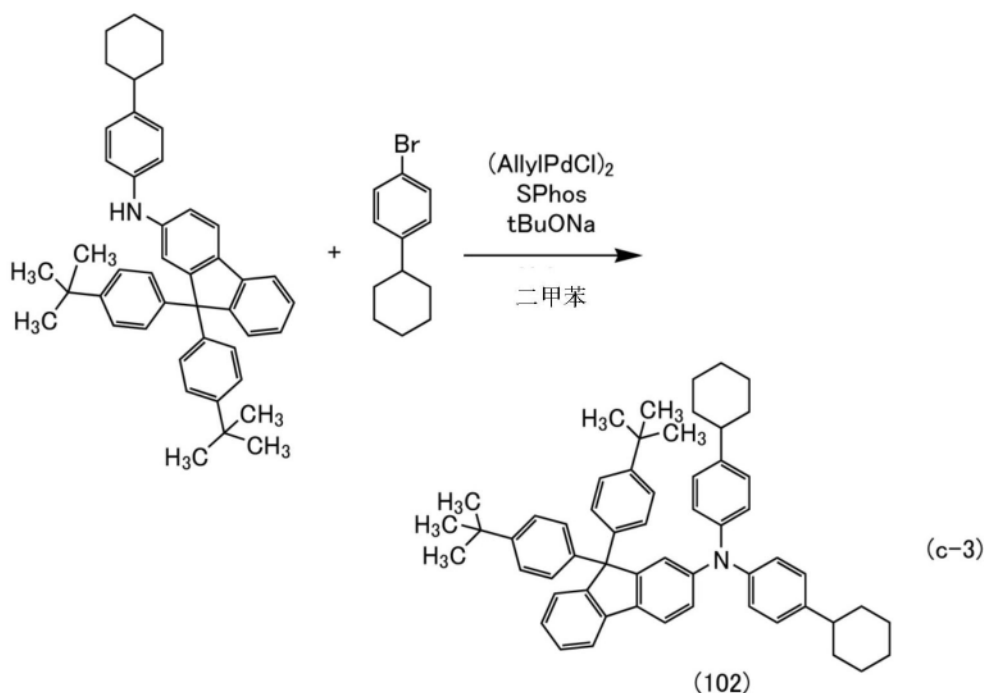
## [0500] [化学式48]



## [0501] &lt;步骤3:N,N-双(4-环己基苯基)-9,9-双(4-叔丁基苯基)-9H-芴-2-胺(简称:dchPAAtBu2FLP(2))的合成&gt;

将N-(4-环己基苯基)-9,9-双(4-叔丁基苯基)-9H-芴-2-胺2.10g (3.48mmol)、4-环己基-1-溴苯841mg (3.52mmol)、叔丁醇钠984mg (10.2mmol)以及二甲苯18.0mL放入三口烧瓶中,在减压下进行脱气处理之后,对烧瓶内进行氮气置换。将该混合物加热到50℃左右并进行搅拌。在此,添加氯化烯丙基钯(II)二聚物(简称:( $\text{AllylPdCl}$ )<sub>2</sub>) 11.6mg (0.032mmol)、2-二环己基膦基-2',6'-二甲氧基联苯(简称:SPhos) 53.9mg (0.131mmol),在110℃下对该混合物进行大约3小时加热。然后,使烧瓶的温度回到60℃左右,添加1mL左右的水,使固体析出。将析出的固体过滤出来,得到溶液。浓缩滤液,利用硅胶柱层析法对所得到的滤液进行纯化。浓缩所得到的溶液,得到浓缩甲苯溶液。将该甲苯溶液滴落到乙醇,再沉淀。在10℃左右下过滤析出物,在100℃左右下对所得到的固体进行减压干燥,以84%的收率得到2.24g的目的物的白色固体。以下示出合成方案(c-3)。

## [0502] [化学式49]



[0503] 以下示出利用核磁共振波谱法 ( $^1\text{H}$ -NMR) 分析上述步骤3所得到的白色固体的结果。由该结果可知,在本合成例子中可以合成N,N-双(4-环己基苯基)-9,9-双(4-叔丁基苯基)-9H-芴-2-胺(简称:dchPA<sub>t</sub>Bu<sub>2</sub>FLP (2))。

[0504]  $^1\text{H}$ -NMR (500MHz DMSO- $d_6$ ):  $\delta$ =7.78-7.74 (m, 2H), 7.39 (d, 1H,  $J$ =7.5Hz), 7.35 (t, 1H,  $J$ =7.5Hz), 7.23 (d, 5H,  $J$ =8.5Hz), 7.08 (d, 4H,  $J$ =8.0Hz), 6.92 (d, 5H,  $J$ =8.5Hz), 6.87 (d, 5H,  $J$ =8.0Hz), 1.78 (brm, 8H), 1.69 (brm, 2H), 1.34 (brm, 8H), 1.23 (s, 22H)。

[0505] 接着,利用梯度升华方法对2.22g的所得到的固体进行升华纯化。在压力为2.54Pa且氩流量为10.0mL/min的条件下,以270℃进行加热来进行升华纯化。在升华纯化之后,以82%的回收率得到1.83g的微黄白色固体。

[0506] 接着,测量dchPA<sub>t</sub>Bu<sub>2</sub>FLP (2) 的甲苯溶液的紫外可见吸收光谱(下面简称为“吸收光谱”)及发射光谱。在吸收光谱的测量中,使用紫外可见分光光度计(由日本分光株式会社制造,V550型),在发射光谱的测量中,使用荧光分光光度计(由日本滨松光子学株式会社制造的FS920),都在室温下进行测量。另外,作为测量皿使用石英皿。图24示出所得到的吸收光谱及发射光谱的测量结果。横轴表示波长,纵轴表示吸收强度及发光强度。图24所示的吸收强度表示将甲苯溶液放在石英皿测得的吸收光谱减去只将甲苯放在石英皿测得的吸收光谱得到的结果。

[0507] 如图24所示那样,有机化合物的dchPA<sub>t</sub>Bu<sub>2</sub>FLP (2) 在394nm具有发光峰。

[0508] 图25示出通过利用光谱椭偏仪(J.A.Woollam Japan制造的M-2000U) 测量dchPA<sub>t</sub>Bu<sub>2</sub>FLP (2) 的折射率的结果。在测量时,使用通过真空蒸镀法以50nm左右的厚度将各层的材料沉积在石英衬底上而得的膜。此外,附图中记载了寻常光线折射率 $n_{\text{Ordinary}}$ 及异常光线折射率 $n_{\text{Extra-ordinary}}$ 。

[0509] 由该附图可知,465nm处的寻常光折射率为1.69,520nm处的寻常光折射率为1.66,633nm处的寻常光折射率为1.64,即dchPA<sub>t</sub>Bu<sub>2</sub>FLP (2) 为折射率低材料。

[0510] 接着,测量dchPA<sub>t</sub>Bu<sub>2</sub>FLP (2) 的 $T_g$ 。利用示差扫描量热测量装置(PerkinElmer

Japan Co., Ltd. 制造的PYRIS1DSC) 将粉末放在铝单元上测量T<sub>g</sub>。其结果是, dchPA<sub>t</sub>Bu<sub>2</sub>FLP (2) 的T<sub>g</sub>为137℃。

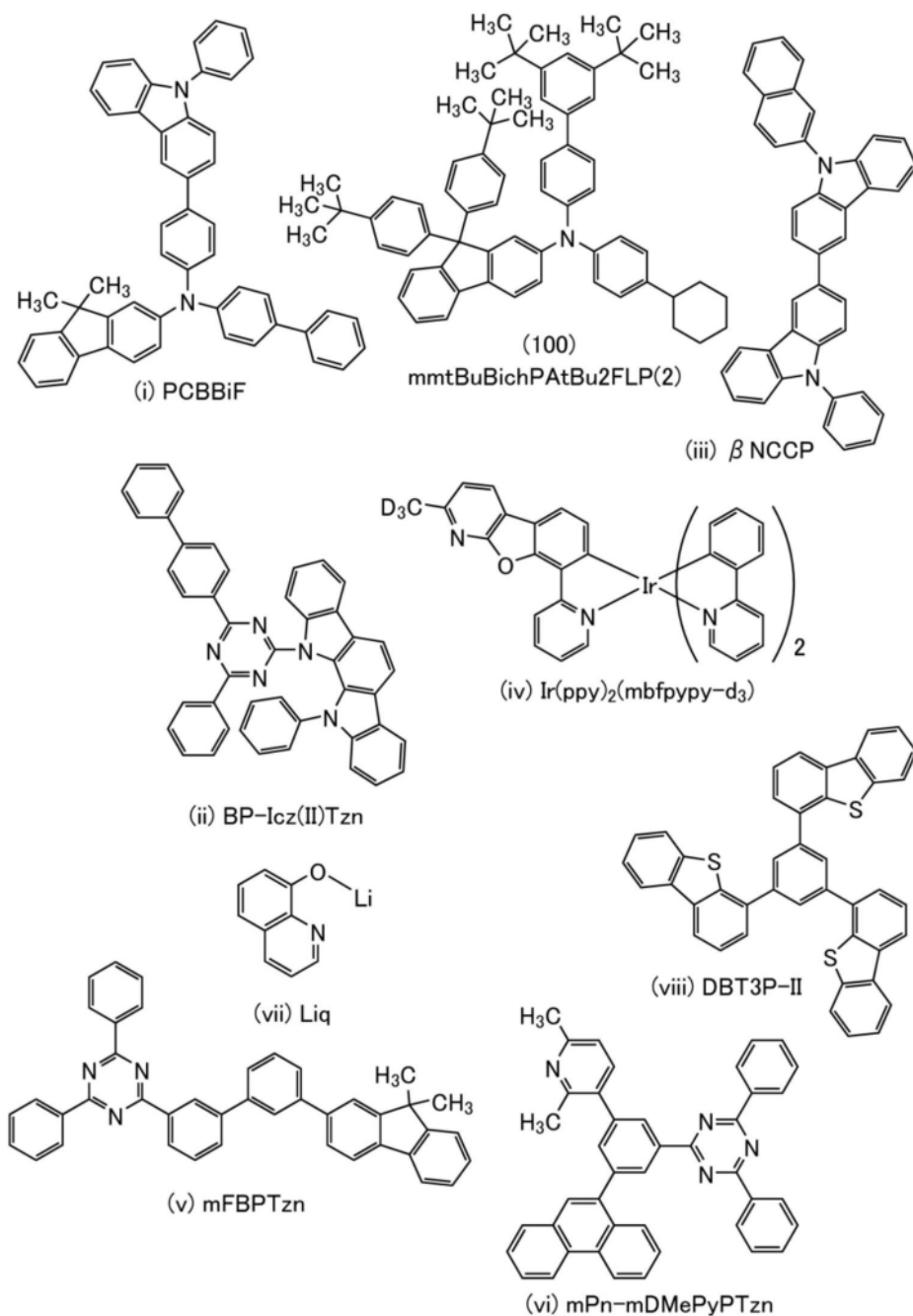
[0511] 接着, 对dchPA<sub>t</sub>Bu<sub>2</sub>FLP (2) 的HOMO能级进行测量。HOMO能级通过循环伏安 (CV) 测量调查。在测量中, 使用电化学分析仪 (BAS株式会社 (BAS Inc.) 制造, 型号: ALS型600A或600C)。其结果是, dchPA<sub>t</sub>Bu<sub>2</sub>FLP (2) 的HOMO能级为-5.40eV。

[0512] 另外, 通过在实施例1中说明的方法求出dchPA<sub>t</sub>Bu<sub>2</sub>FLP (2) 的GSP。其结果, 可知dchPA<sub>t</sub>Bu<sub>2</sub>FLP (2) 的GSP为48.7mV/nm。

#### 实施例4

[0513] 在本实施例中, 对在实施方式中说明的本发明的一个方式的发光器件及比较发光器件进行说明。下面示出在本发明的一个方式的发光器件中使用的有机化合物的结构式。

[0514] [化学式50]



## [0515] (发光器件1的制造方法)

如图26所示,本实施例所示的发光器件1具有如下结构:形成在玻璃衬底900上的第一电极901上依次层叠有空穴注入层911、空穴传输层912、发光层913、电子传输层914以及电子注入层915,且电子注入层915上层叠有第二电极903。

[0516] 首先,在玻璃衬底900上沉积厚度为100nm的银(Ag)来形成反射电极。然后,通过溅射法沉积包含氧化硅的钢锡氧化物(ITSO),由此形成第一电极901。注意,其厚度为10nm,电极面积为2mm×2mm。

[0517] 接着,作为用来在衬底上形成发光器件的预处理,用水洗涤衬底表面,以200℃烘烤1小时,然后进行370秒的UV臭氧处理。

[0518] 然后,将衬底放入其内部被减压到 $10^{-4}$ Pa左右的真空蒸镀装置中,并在真空蒸镀装置内的加热室中,以170℃进行真空烘烤30分钟,然后对衬底进行冷却30分钟左右。

[0519] 接着,以使形成有第一电极901的面朝下的方式将形成有第一电极901的衬底固定在设置于真空蒸镀装置内的衬底支架上,并且在第一电极901上通过利用电阻加热的蒸镀法以重量比为1:0.04(=PCBBiF:OCHD-003)且厚度为10nm的方式将由上述结构式(i)表示的N-(1,1'-联苯-4-基)-N-[4-(9-苯基-9H-吡唑-3-基)苯基]-9,9-二甲基-9H-芴-2-胺(简称:PCBBiF)与分子量为672且包含氟的电子受体材料(OCHD-003)共蒸镀,由此形成空穴注入层911。

[0520] 接着,在空穴注入层911上以厚度为120nm的方式蒸镀PCBBiF,然后以厚度为40nm的方式蒸镀本发明的一个方式的有机化合物的N-[(3',5'-二叔丁基)-1,1'-联苯-4-基]-N-(4-环己基苯基)-9,9-双(4-叔丁基苯基)-9H-芴-2-胺(简称:mmtBuBichPAtBu2FLP(2))(结构式(100)),由此形成空穴传输层912。

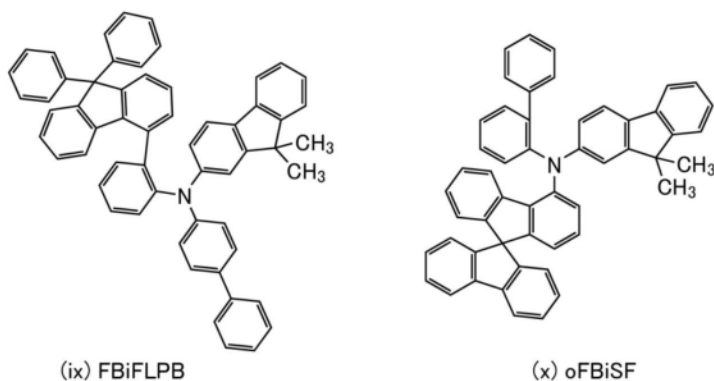
[0521] 接着,以重量比为0.5:0.5:0.10(=BP-Icz(II)Tzn:βNCCP:Ir(ppy)<sub>2</sub>(mbfpypy-d<sub>3</sub>))且厚度为40nm的方式将由上述结构式(ii)表示的11-(4-[1,1'-联苯]-4-基-6-苯基-1,3,5-三嗪-2-基)-11,12-二氢-12-苯基-吡啶并[2,3-a]吡唑(简称:BP-Icz(II)Tzn)、由上述结构式(iii)表示的9-(2-萘基)-9'-苯基-9H,9'H-3,3'-联吡唑(简称:βNCCP)以及由上述结构式(iv)表示的[2-d<sub>3</sub>-甲基-(2-吡啶基-κN)苯并呋喃并[2,3-b]吡啶-κC]双[2-(2-吡啶基-κN)苯基-κC]铱(III)(简称:Ir(ppy)<sub>2</sub>(mbfpypy-d<sub>3</sub>))共蒸镀,由此形成发光层913。

[0522] 然后,在发光层913上以厚度为10nm的方式蒸镀由上述结构式(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),然后以重量比为0.5:0.5(=mPn-mDMePyPTzn:Liq)且厚度为25nm的方式将由上述结构式(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)以及由上述结构式(vii)表示的8-羟基喹啉-锂(简称:Liq)共蒸镀,由此形成电子传输层914。

[0523] 在形成电子传输层914之后,以厚度为1nm的方式蒸镀氟化锂(LiF)来形成电子注入层915,接着以体积比为10:1(=Ag:Mg)且厚度为15nm的方式将银(Ag)及镁(Mg)共蒸镀来形成第二电极903,由此制造本实施例的发光器件1。注意,第二电极903是具有反射光的功能及使光透过的功能的半透射-半反射电极,本实施例的发光器件是从第二电极903取出光的顶部发射元件。另外,在第二电极903上以厚度为70nm的方式蒸镀由结构式(viii)表示的4,4',4''-(苯-1,3,5-三基)三(二苯并噻吩)(简称:DBT3P-II),因此提取效率得到提高。

[0524] 接着,说明比较发光器件的制造方法。以下示出用于比较发光器件的有机化合物的结构式。

[0525] [化学式51]



[0526] (比较发光器件1-1的制造方法)

作为比较发光器件1-1,在空穴注入层911上以厚度为110nm的方式蒸镀PCBBiF,然后以厚度为1nm的方式蒸镀OCHD-003。再者,以厚度为40nm的方式蒸镀由上述结构式(ix)表示的N-[2-(9,9-二苯基-9H-芴-4-基)苯基]-N-(1,1'-联苯-4-基)-9,9-二甲基-9H-芴-2-胺(简称:FBiFLPB)来形成空穴传输层912,除此之外与发光器件1同样地制造。

[0527] (比较发光器件1-2的制造方法)

作为比较发光器件1-2,在空穴注入层911上以厚度为115nm的方式蒸镀PCBBiF,然后以厚度为1nm的方式蒸镀OCHD-003。再者,以厚度为40nm的方式蒸镀由上述结构式(x)表示的N-(1,1'-联苯-2-基)-N-(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)-9,9'-螺二[9H-芴]-4-胺(简称:oFBiSF)来形成空穴传输层912,除此之外与发光器件1同样地制造。

[0528] 下表示出上述发光器件及比较发光器件的元素结构。

[0529] [表1]

	厚度	发光器件1	比较发光器件 1-1	比较发光器件 1-2
电子注入层	1 nm	LiF		
电子传输层	25 nm	mPn-mDMePyPTzn: Liq (0.5: 0.5)		
	10 nm	mFBPTzn		
发光层	40 nm	BP-Icz (II) Tzn: $\beta$ NCCP: Ir(ppy) <sub>2</sub> (mbfpypy-d <sub>3</sub> ) (0.5: 0.5: 0.10)		
空穴传输层	40 nm	mmtBuBichPA <sub>t</sub> Bu <sub>2</sub> FLP (2)	FBiFLPB	oFBiSF
	—	PCBBiF (120 nm)	OCHD-003 (1 nm)	
			PCBBiF (110 nm)	PCBBiF (115 nm)
空穴注入层	10 nm	PCBBiF: OCHD-003 (1: 0.04)		

[0530] 另外,图27示出用于空穴传输层的一部分的低折射率材料mmtBuBichPA<sub>t</sub>Bu<sub>2</sub>FLP (2)、作为参考的FBiFLPB及oFBiSF的折射率的波长依赖性,下表示出波长520nm的寻常光折射率。



[0531] [表2]

	寻常光折射率(n, Ordinary) @ 520 nm
mmtBuBichPAtBu2FLP (2)	1.66
FBiFLPB	1.76
oFBiSF	1.76

[0532] 此外,下表示出用于空穴传输层的材料的GSP。

[0533] [表3]

	GSP (mV/nm)
mmtBuBichPAtBu2FLP (2)	42.9
FBiFLPB	18.6
oFBiSF	11.3
PCBBiF	17.3

[0534] 在氮气氛的手套箱中,以不使上述发光器件及比较发光器件暴露于大气的方式使用玻璃衬底进行密封处理(将密封材料涂敷在元件的周围,在密封时进行UV处理并在80℃的温度下进行1小时的热处理),然后对这些发光器件的初期特性进行测量。

[0535] 图28示出发光器件1、比较发光器件1-1及比较发光器件1-2的亮度-电流密度特性,图29示出电流效率-亮度特性,图30示出亮度-电压特性,图31示出电流-电压特性,图32示出外部量子效率-亮度特性,图33示出发射光谱。此外,表4示出各发光器件的1000cd/m<sup>2</sup>附近的主要特性。注意,使用分光辐射计(拓普康公司制造、SR-UL1R)测量亮度、CIE色度、发射光谱。此外,外部量子效率使用利用分光辐射计测量的亮度及发射光谱并在假设配光特性为朗伯特(Lambertian)型的条件下算出。

[0536] [表4]

	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	2.8	0.023	0.58	0.25	0.71	193	45.3
比较发光器件1-1	2.7	0.023	0.57	0.23	0.73	170	40.5
比较发光器件1-2	2.8	0.027	0.68	0.24	0.72	172	40.9

[0537] 根据图28至图33可知,本发明的一个方式的发光器件的发光器件1的发光效率比较发光器件1-1、比较发光器件1-2得到大幅度提高。

[0538] 另外,在比较发光器件1-1及比较发光器件1-2中将OCHD-003用于空穴传输层912,而在发光器件1中不将OCHD-003用于空穴传输层912,但发光器件1得到比较发光器件1-1及比较发光器件1-2更好的特性。这起因于mmtBuBichPAtBu2FLP (2) 的GSP高于FBiFLPB及oFBiSF的GSP。就是说,通过将GSP较高的mmtBuBichPAtBu2FLP (2) 用于具有叠层结构的空穴传输层912中的接触于发光层913的层,易于在空穴传输层912内部的叠层截面注入空穴,所以发光器件1即使不将OCHD-003用于空穴传输层912也可以保持优异特性。

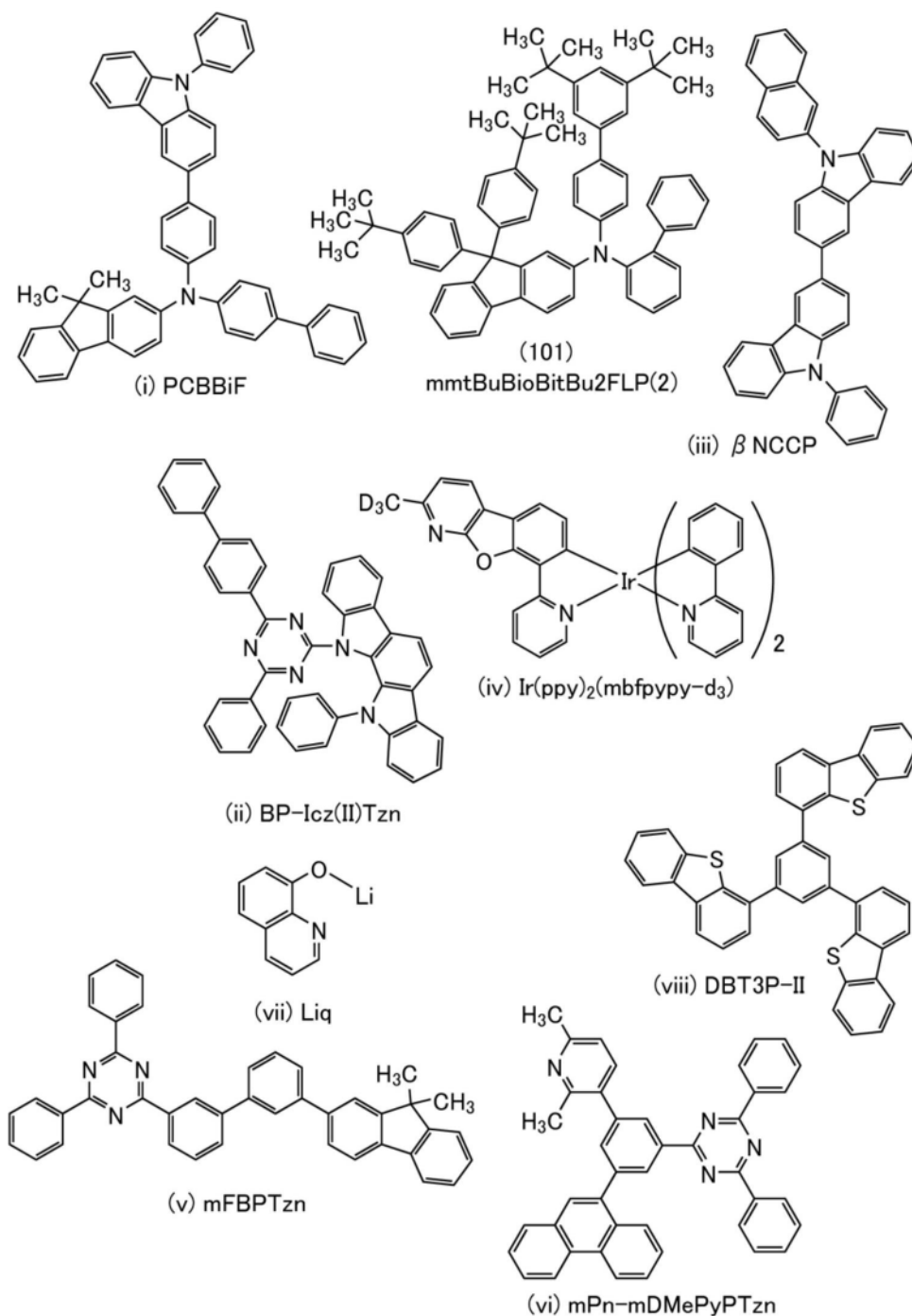
[0539] 由此可知,通过使用本发明的一个方式的有机化合物,可以减少空穴传输层912的层中的一个层,因此可以制造生产率高的器件。

[0540] 此外,图34是示出对发光器件1、比较发光器件1-1及比较发光器件1-2施加2mA ( $50\text{mA}/\text{cm}^2$ ) 的电流,进行恒流驱动时的相对于驱动时间的亮度变化的图。从图34可知,发光器件1的使用寿命与比较发光器件1-1及比较发光器件1-2差不多。

#### 实施例5

[0541] 在本实施例中,对在实施方式中说明的本发明的一个方式的发光器件及比较发光器件进行说明。下面示出在本发明的一个方式的发光器件中使用的有机化合物的结构式。

[0542] [化学式52]



[0543] (发光器件2的制造方法)

如图26所示,本实施例所示的发光器件2具有如下结构:形成在玻璃衬底900上的

第一电极901上依次层叠有空穴注入层911、空穴传输层912、发光层913、电子传输层914以及电子注入层915,且电子注入层915上层叠有第二电极903。

[0544] 首先,在玻璃衬底900上沉积厚度为100nm的银(Ag)来形成反射电极。然后,通过溅射法沉积包含氧化硅的锡锡氧化物(ITSO),由此形成第一电极901。注意,其厚度为10nm,电极面积为 $2\text{mm} \times 2\text{mm}$ 。

[0545] 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 $200^{\circ}\text{C}$ 烘烤1小时,然后进行370秒的UV臭氧处理。

[0546] 然后,将衬底放入其内部被减压到 $10^{-4}\text{Pa}$ 左右的真空蒸镀装置中,并在真空蒸镀装置内的加热室中,以 $170^{\circ}\text{C}$ 进行真空烘烤30分钟,然后对衬底进行冷却30分钟左右。

[0547] 接着,以使形成有第一电极901的面朝下的方式将形成有第一电极901的衬底固定在设置于真空蒸镀装置内的衬底支架上,并且在第一电极901上通过利用电阻加热的蒸镀法以重量比为1:0.04(=PCBBiF:OCHD-003)且厚度为10nm的方式将由上述结构式(i)表示的N-(1,1'-联苯-4-基)-N-[4-(9-苯基-9H-吡啶-3-基)苯基]-9,9-二甲基-9H-芴-2-胺(简称:PCBBiF)与分子量为672且包含氟的电子受体材料(OCHD-003)共蒸镀,由此形成空穴注入层911。

[0548] 接着,在空穴注入层911上以厚度为115nm的方式蒸镀PCBBiF,然后以厚度为40nm的方式蒸镀本发明的一个方式的有机化合物的N-(1,1'-联苯-2-基)-N-[(3',5'-二叔丁基)-1,1'-联苯-4-基]-9,9-双(4-叔丁基苯基)-9H-芴-2-胺(简称:mmtBuBioBitBu2FLP(2))(结构式(101)),由此形成空穴传输层912。

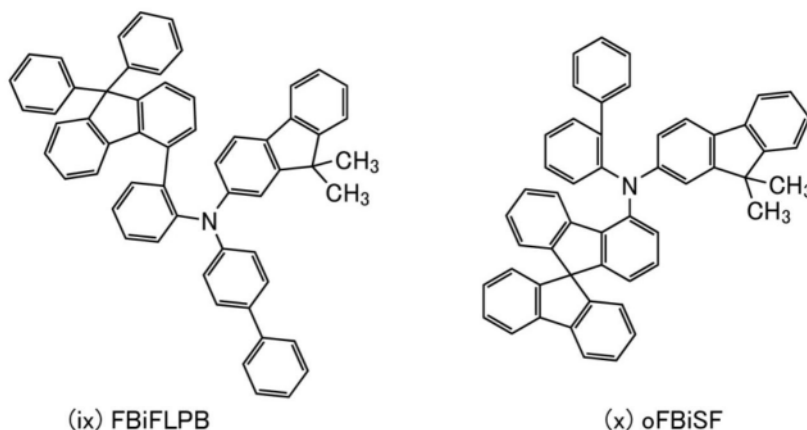
[0549] 接着,以重量比为0.5:0.5:0.10(=BP-Icz(II)Tzn:BNCCP:Ir(ppy)<sub>2</sub>(mbfpypy-d<sub>3</sub>))且厚度为40nm的方式将由上述结构式(ii)表示的11-(4-[1,1'-联苯]-4-基-6-苯基-1,3,5-三嗪-2-基)-11,12-二氢-12-苯基-吡啶并[2,3-a]吡啶(简称:BP-Icz(II)Tzn)、由上述结构式(iii)表示的9-(2-萘基)-9'-苯基-9H,9'H-3,3'-联吡啶(简称:BNCCP)以及由上述结构式(iv)表示的[2-d<sub>3</sub>-甲基-(2-吡啶基-κN)苯并咪唑并[2,3-b]吡啶-κC]双[2-(2-吡啶基-κN)苯基-κC]铱(III)(简称:Ir(ppy)<sub>2</sub>(mbfpypy-d<sub>3</sub>))共蒸镀,由此形成发光层913。

[0550] 然后,在发光层913上以厚度为10nm的方式蒸镀由上述结构式(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),然后以重量比为0.5:0.5(=mPn-mDMePyPTzn:Liq)且厚度为25nm的方式将由上述结构式(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)以及由上述结构式(vii)表示的8-羟基喹啉-锂(简称:Liq)共蒸镀,由此形成电子传输层914。

[0551] 在形成电子传输层914之后,以厚度为1nm的方式蒸镀氟化锂(LiF)来形成电子注入层915,接着以体积比为10:1(=Ag:Mg)且厚度为15nm的方式将银(Ag)及镁(Mg)共蒸镀来形成第二电极903,由此制造本实施例的发光器件2。注意,第二电极903是具有反射光的功能及使光透过的功能的半透射-半反射电极,本实施例的发光器件是从第二电极903取出光的顶部发射元件。另外,在第二电极903上以厚度为70nm的方式蒸镀由结构式(viii)表示的4,4',4''-(苯-1,3,5-三基)三(二苯并噻吩)(简称:DBT3P-II),因此提取效率得到提高。

[0552] 接着,说明比较发光器件的制造方法。以下示出用于比较发光器件的有机化合物的结构式。

[0553] [化学式53]



[0554] (比较发光器件2-1的制造方法)

作为比较发光器件2-1,在空穴注入层911上以厚度为115nm的方式蒸镀PCBBiF,然后以厚度为1nm的方式蒸镀OCHD-003。再者,以厚度为40nm的方式蒸镀由上述结构式 (ix) 表示的N-[2-(9,9-二苯基-9H-芴-4-基)苯基]-N-(1,1'-联苯-4-基)-9,9-二甲基-9H-芴-2-胺(简称:FBiFLPB)来形成空穴传输层912,除此之外与发光器件1同样地制造。

[0555] (比较发光器件2-2的制造方法)

作为比较发光器件2-2,在空穴注入层911上以厚度为115nm的方式蒸镀PCBBiF,然后以厚度为1nm的方式蒸镀OCHD-003。再者,以厚度为40nm的方式蒸镀由上述结构式 (x) 表示的N-(1,1'-联苯-2-基)-N-(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)-9,9'-螺二[9H-芴]-4-胺(简称:oFBiSF)来形成空穴传输层912,除此之外与发光器件2同样地制造。

[0556] 下表示出上述发光器件及比较发光器件的元件结构。

[0557] [表5]

	厚度	发光器件 2	比较发光器件 2-1	比较发光器件 2-2
电子注入层	1 nm	LiF		
电子传输层	25 nm	mPn-mDMePyPTzn: Liq (0.5: 0.5)		
	10 nm	mFBPTzn		
发光层	40 nm	BP-Icz(II)Tzn: $\beta$ NCCP: Ir(ppy) <sub>2</sub> (mbfppy-d <sub>3</sub> ) (0.5: 0.5: 0.10)		
空穴传输层	40 nm	mmtBuBioBitBu2FLP(2)	FBiFLPB	oFBiSF
	—	PCBBiF (115 nm)	OCHD-003 (1 nm)	
			PCBBiF (115 nm)	PCBBiF (115 nm)
空穴注入层	10 nm	PCBBiF: OCHD-003 (1: 0.04)		

[0558] 另外,图35示出用于空穴传输层的一部分的低折射率材料mmtBuBioBitBu2FLP

(2)、作为参考的FBiFLPB及oFBiSF的折射率的波长依赖性,下表示出520nm的寻常光折射率。

[0559] [表6]

	寻常光折射率(n, Ordinary) @ 520 nm
mmtBuBioBitBu2FLP (2)	1.68
FBiFLPB	1.76
oFBiSF	1.76

[0560] 此外,下表示出用于空穴传输层的材料的GSP。

[0561] [表7]

	GSP (mV/nm)
mmtBuBioBitBu2FLP (2)	37.0
FBiFLPB	18.6
oFBiSF	11.3
PCBBiF	17.3

[0562] 在氮气氛的手套箱中,以不使上述发光器件及比较发光器件暴露于大气的方式使用玻璃衬底进行密封处理(将密封材料涂敷在元件的周围,在密封时进行UV处理并在80℃的温度下进行1小时的热处理),然后对这些发光器件的初期特性进行测量。

[0563] 图36示出发光器件2、比较发光器件2-1及比较发光器件2-2的亮度-电流密度特性,图37示出电流效率-亮度特性,图38示出亮度-电压特性,图39示出电流-电压特性,图40示出外部量子效率-亮度特性,图41示出发射光谱。此外,表8示出各发光器件的1000cd/m<sup>2</sup>附近的主要特性。注意,使用分光辐射计(拓普康公司制造、SR-UL1R)测量亮度、CIE色度、发射光谱。此外,外部量子效率使用利用分光辐射计测量的亮度及发射光谱并在假设配光特性为朗伯特(Lambertian)型的条件下算出。

[0564] [表8]

	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2	2.6	0.017	0.41	0.24	0.72	186	44.9
比较发光器件2-1	2.6	0.026	0.65	0.25	0.71	173	41.3
比较发光器件2-2	2.6	0.025	0.61	0.25	0.71	170	40.9

[0565] 根据图36至图41可知,本发明的一个方式的发光器件的发光器件2的发光效率比较发光器件2-1、比较发光器件2-2得到大幅度提高。

[0566] 另外,在比较发光器件2-1及比较发光器件2-2中将OCHD-003用于空穴传输层912,而在发光器件2中不将OCHD-003用于空穴传输层912,但发光器件2得到比比较发光器件2-1及比较发光器件2-2更好的特性。这起因于mmtBuBioBitBu2FLP (2) 的GSP高于FBiFLPB及oFBiSF的GSP。就是说,通过将GSP较高的mmtBuBioBitBu2FLP (2) 用于具有叠层结构的空穴传输层912中的接触于发光层913的层,易于在空穴传输层912内部的叠层截面注入空穴,所

以发光器件2即使不将OCHD-003用于空穴传输层912也可以保持优异特性。

[0567] 由此可知,通过使用本发明的一个方式的有机化合物,可以减少空穴传输层912的层中的一个层,因此可以制造生产率高的器件。

[0568] 此外,图42是示出对发光器件2、比较发光器件2-1及比较发光器件2-2施加2mA ( $50\text{mA}/\text{cm}^2$ ) 的电流,进行恒流驱动时的相对于驱动时间的亮度变化的图。从图42可知,发光器件2的使用寿命与比较发光器件2-1及比较发光器件2-2差不多。

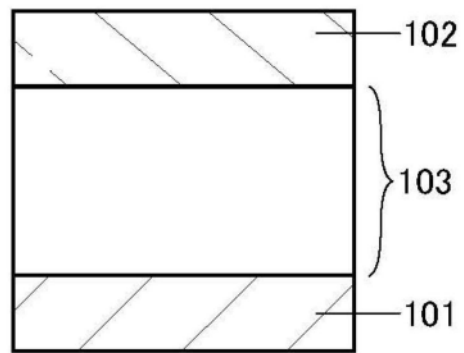


图1A

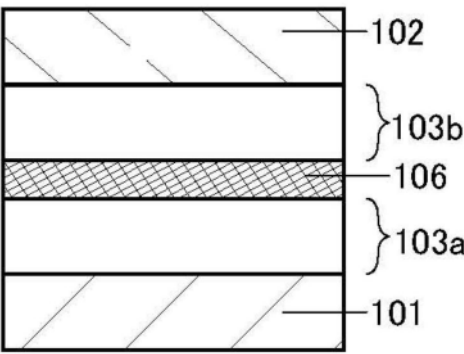


图1B

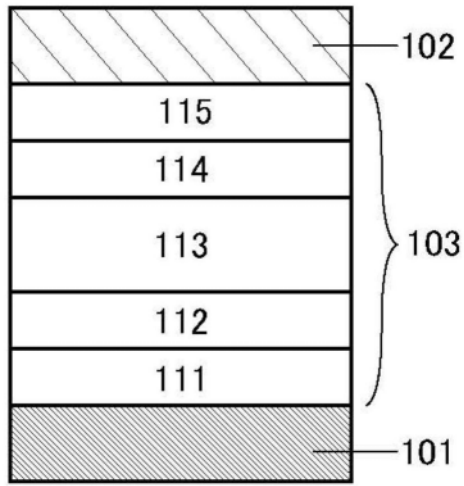


图1C

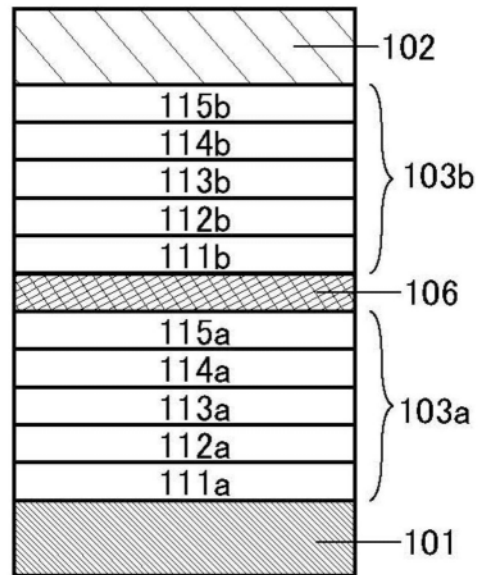


图1D

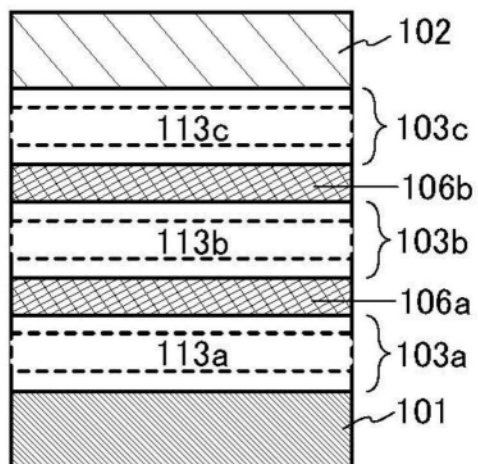


图1E





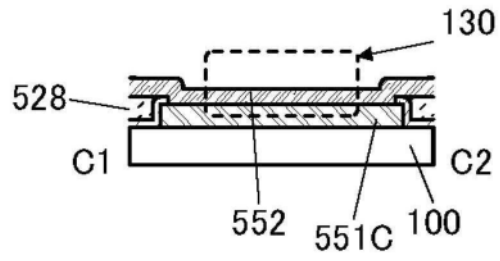


图2C

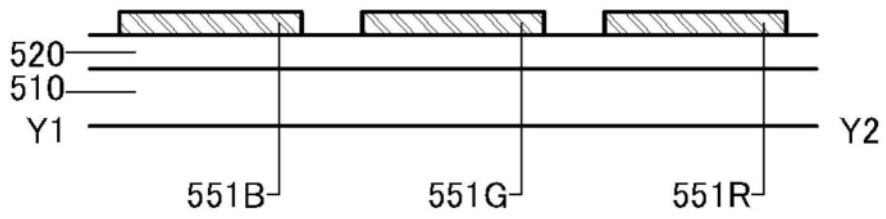


图3A

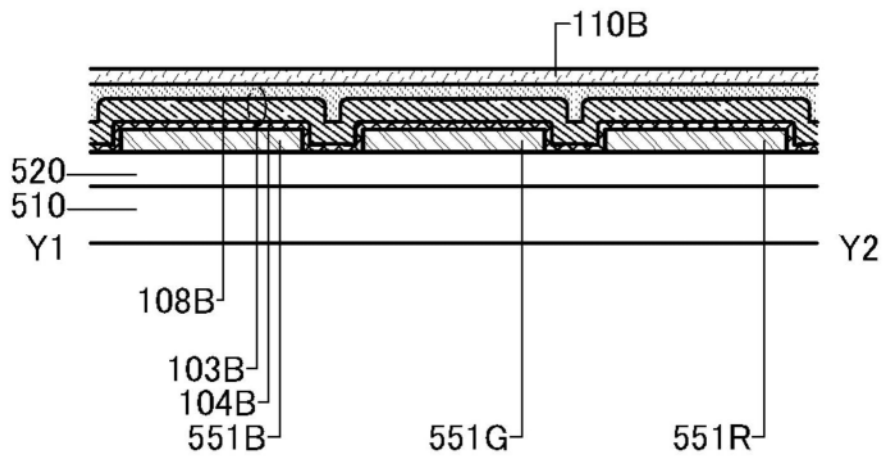


图3B

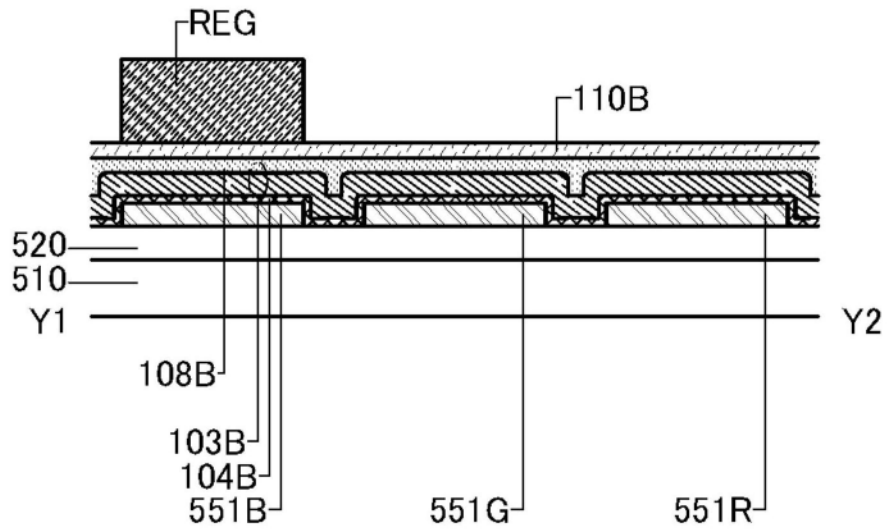


图3C

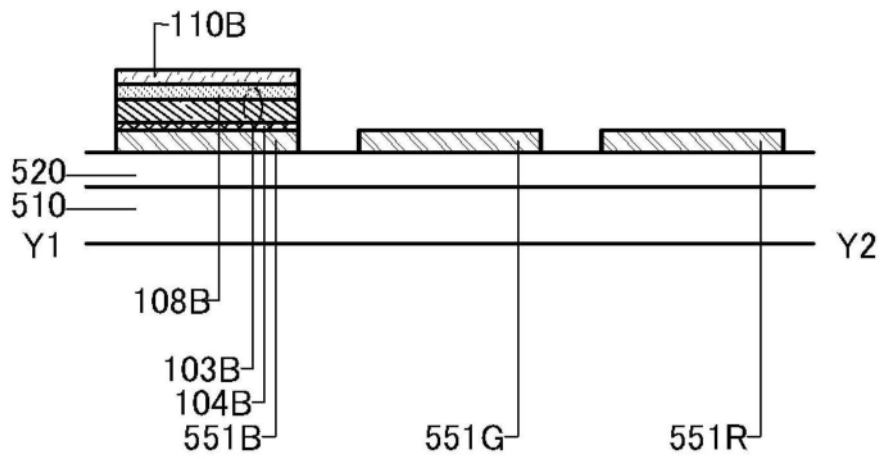


图4A

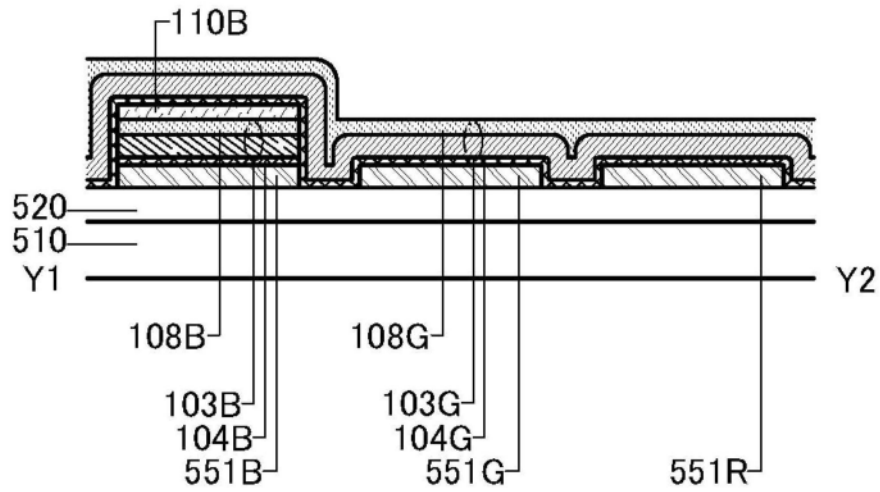


图4B

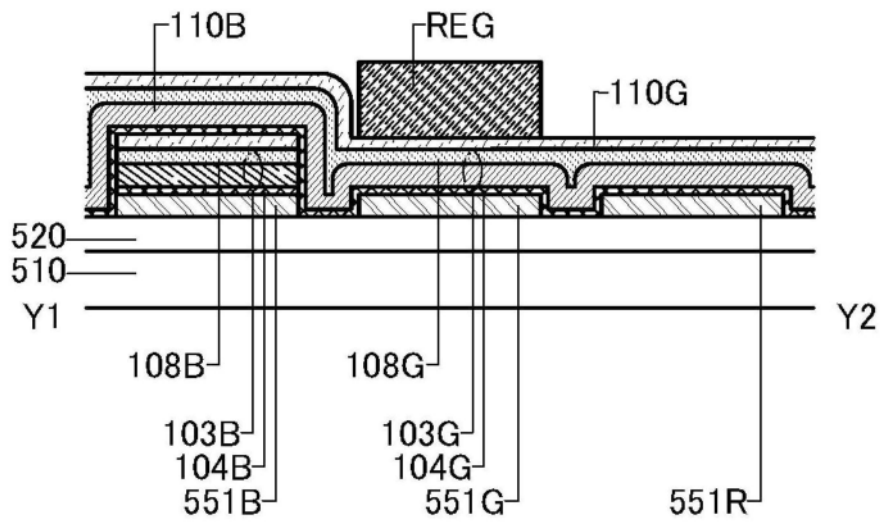


图4C

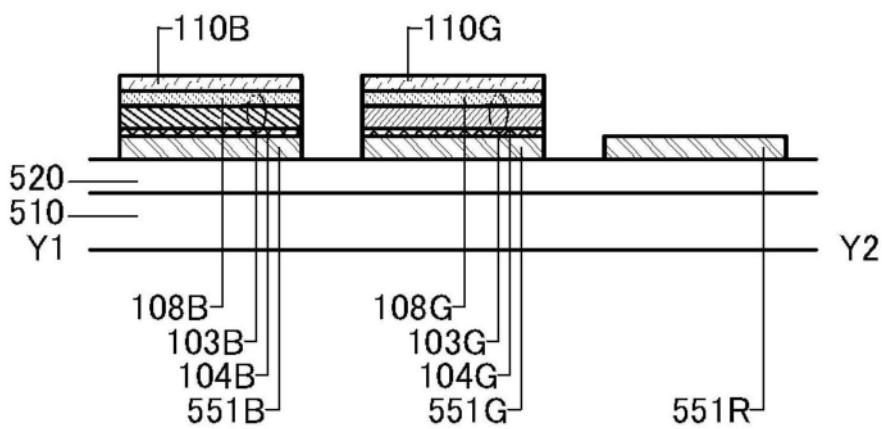


图5A

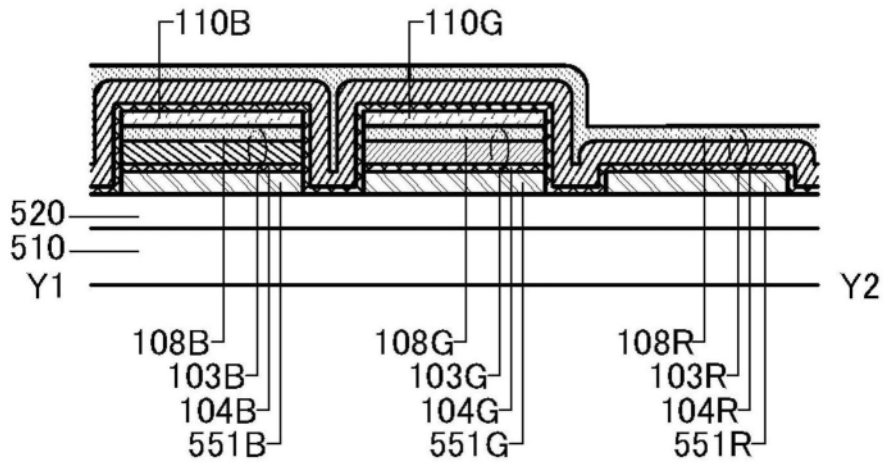


图5B

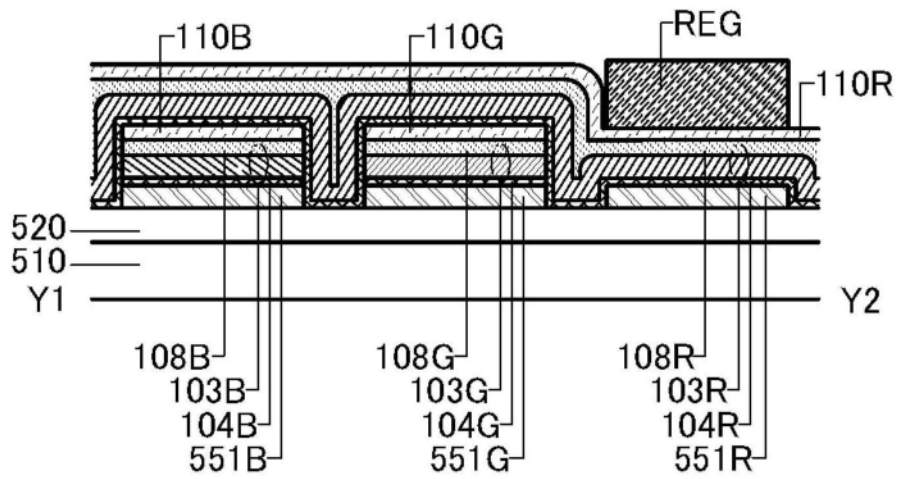


图5C

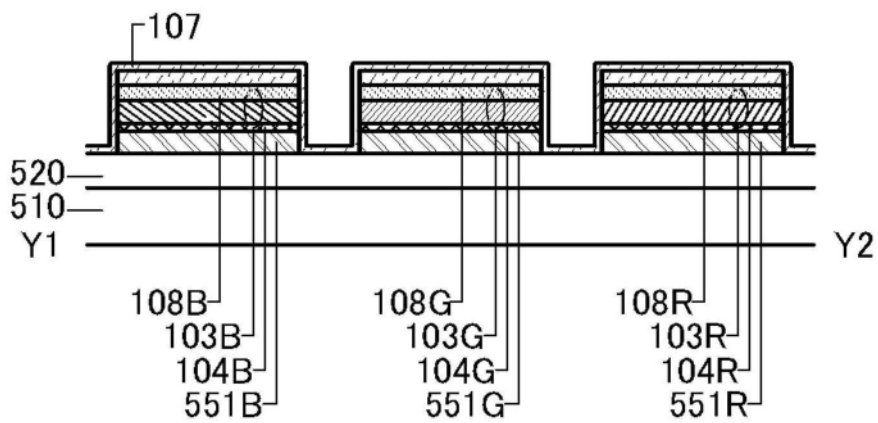


图6A

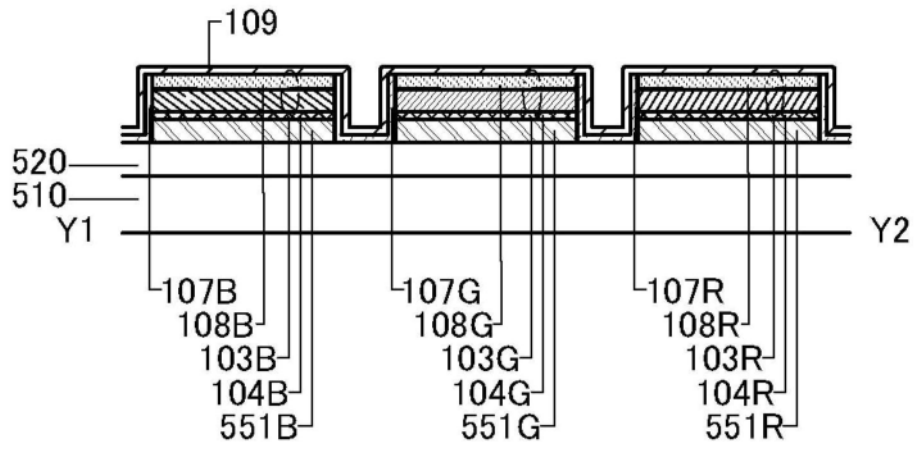


图6B

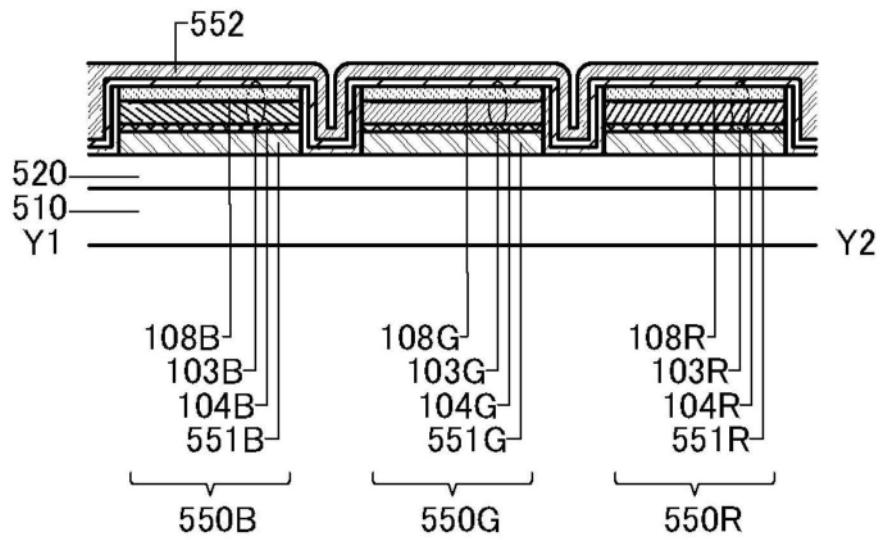


图6C



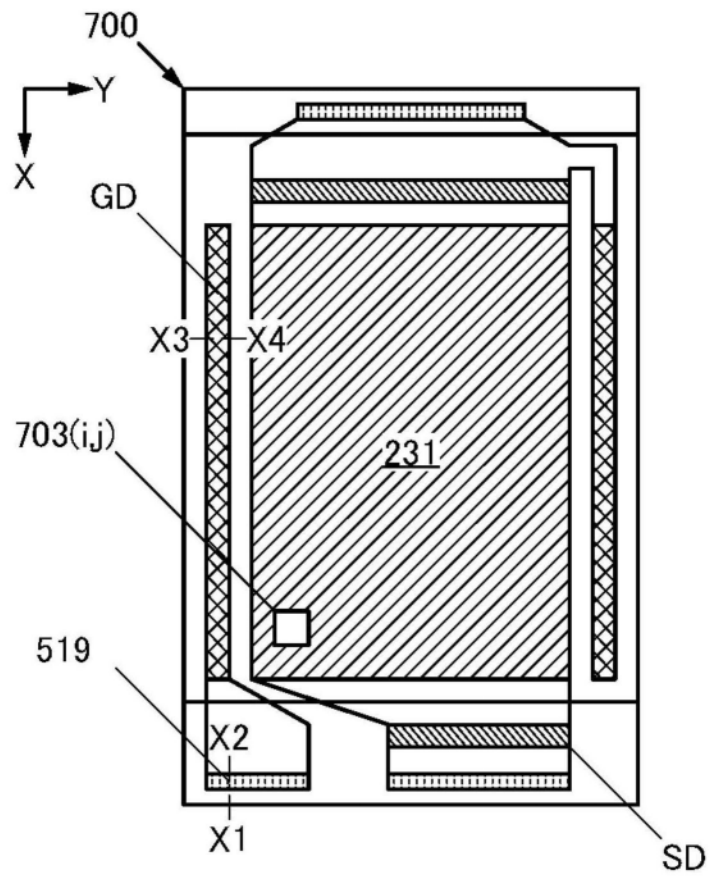


图8A

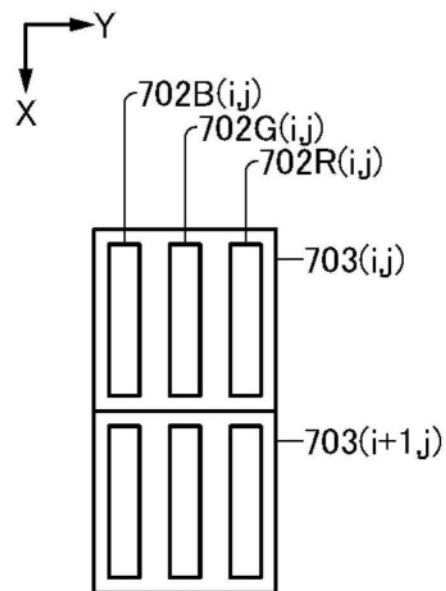


图8B



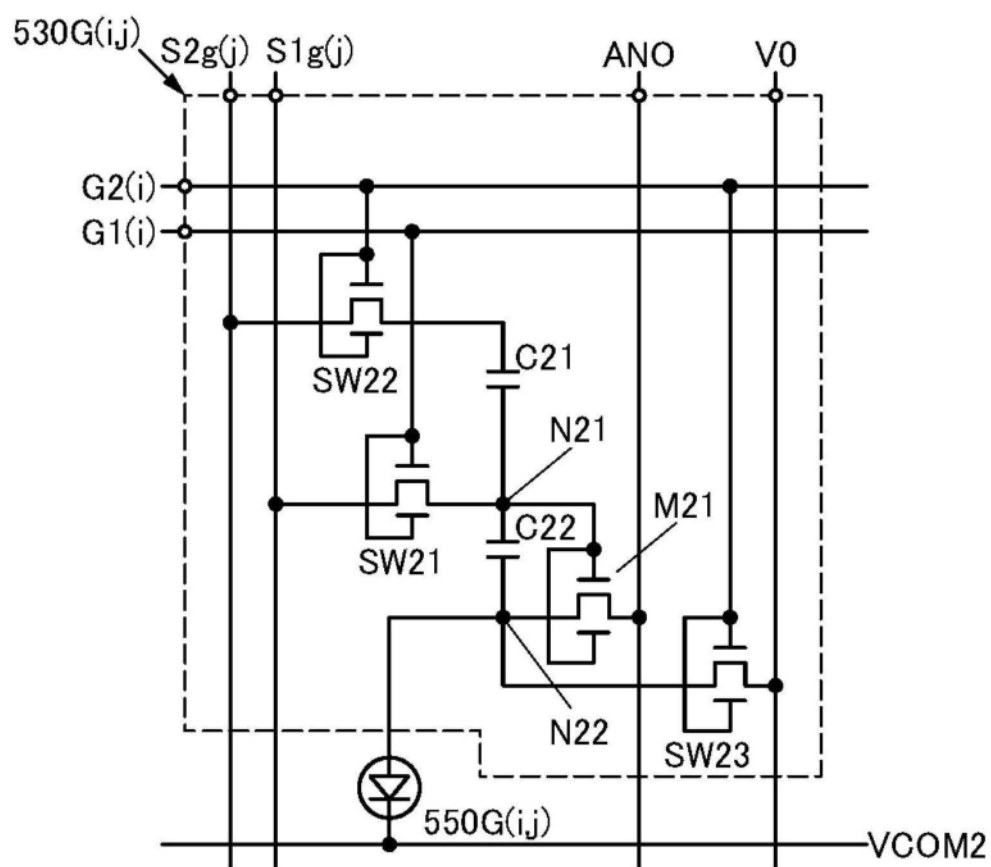


图9A

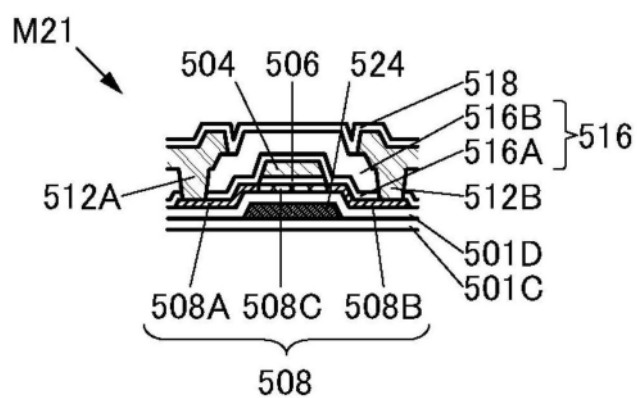


图9B

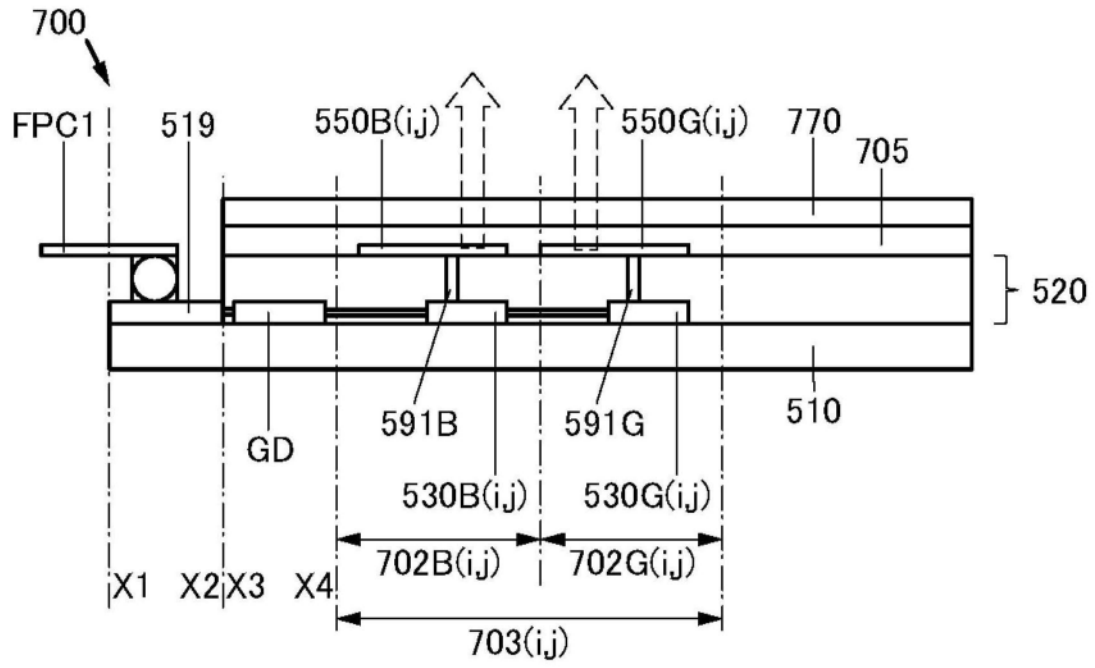


图10A

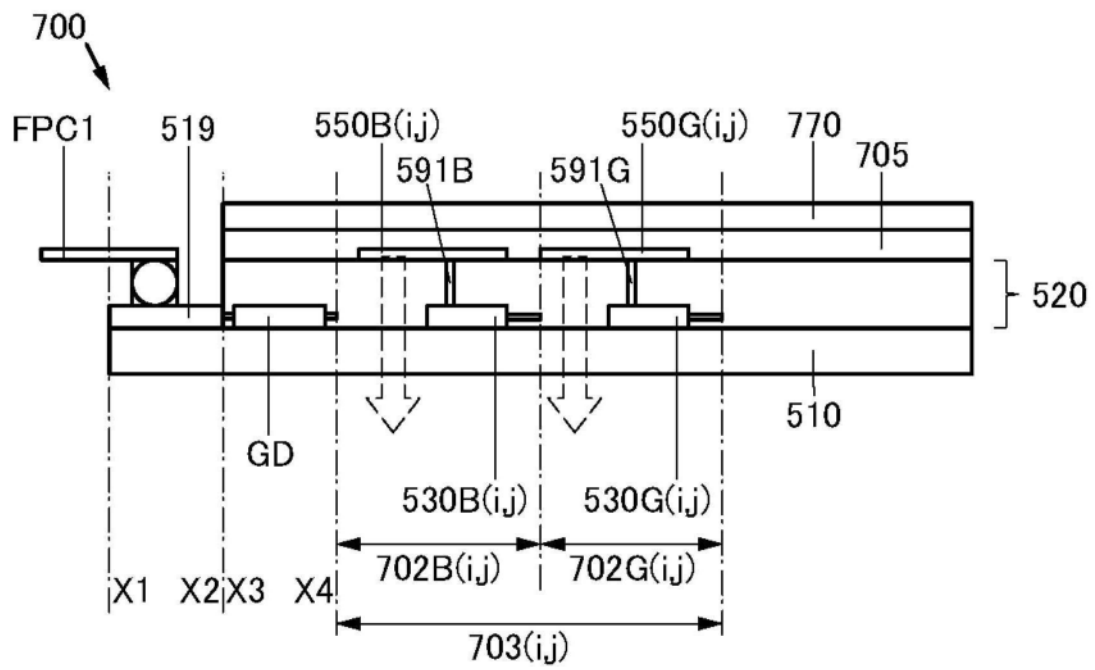


图10B

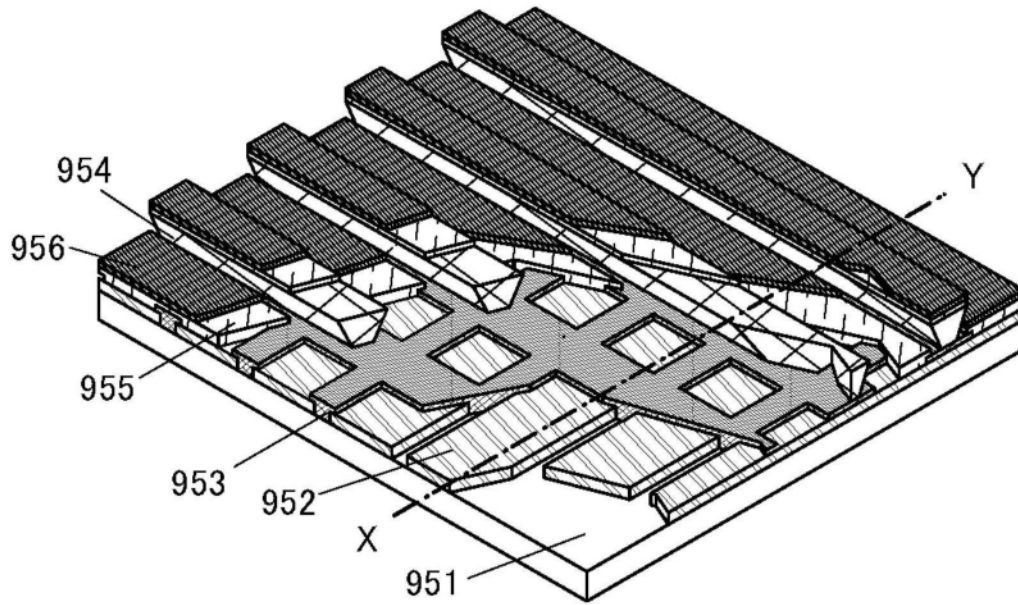


图11A

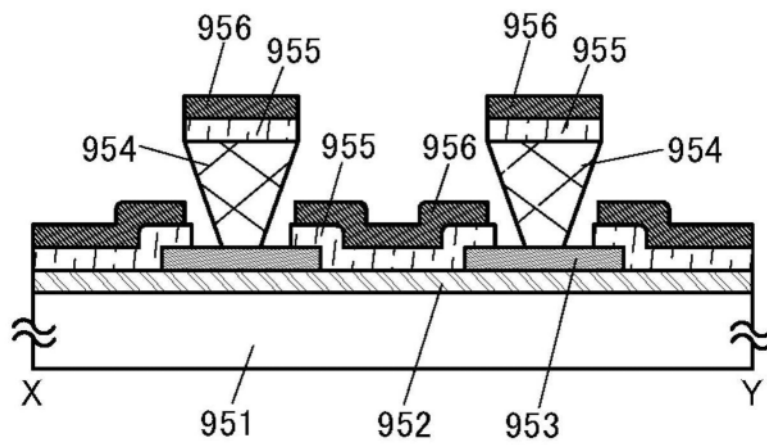


图11B

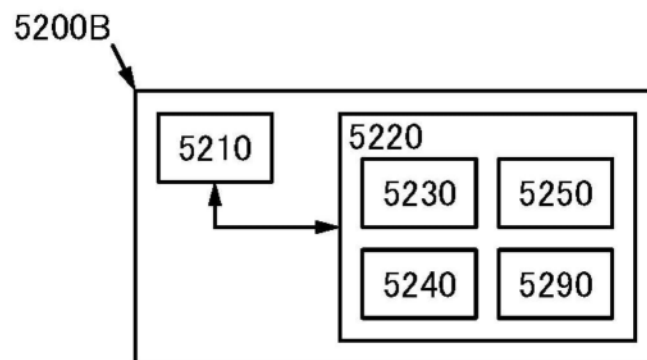


图12A

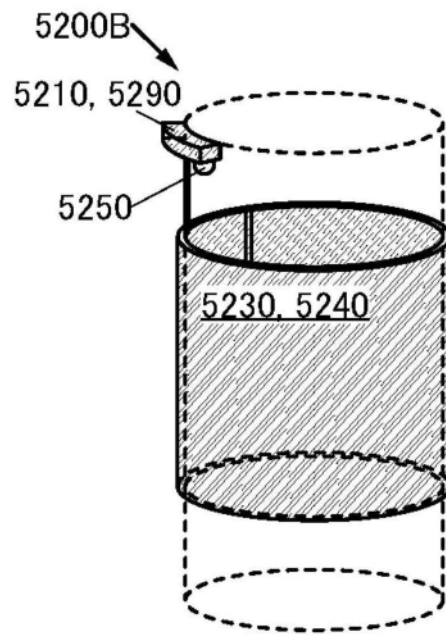


图12B

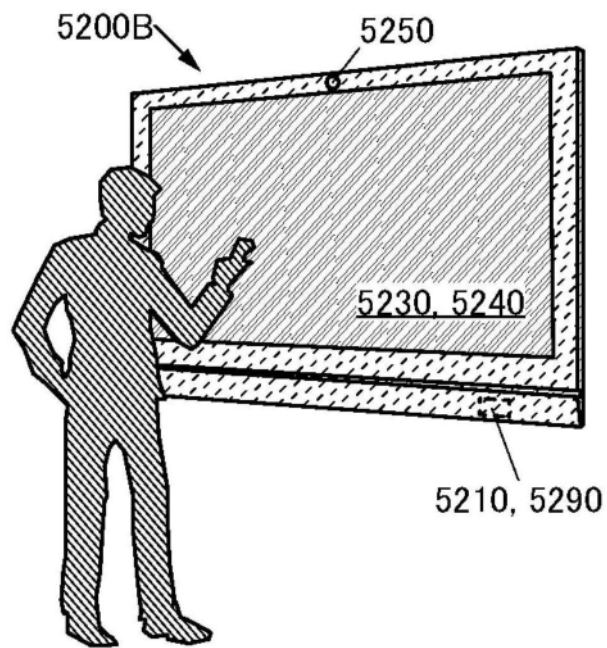


图12C

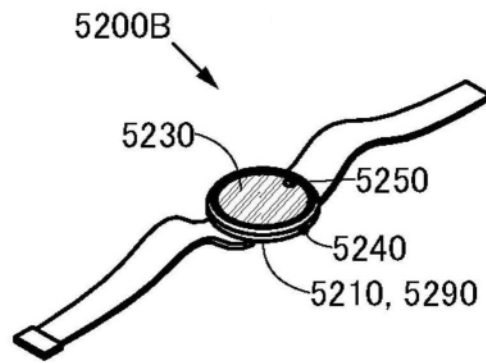


图12D

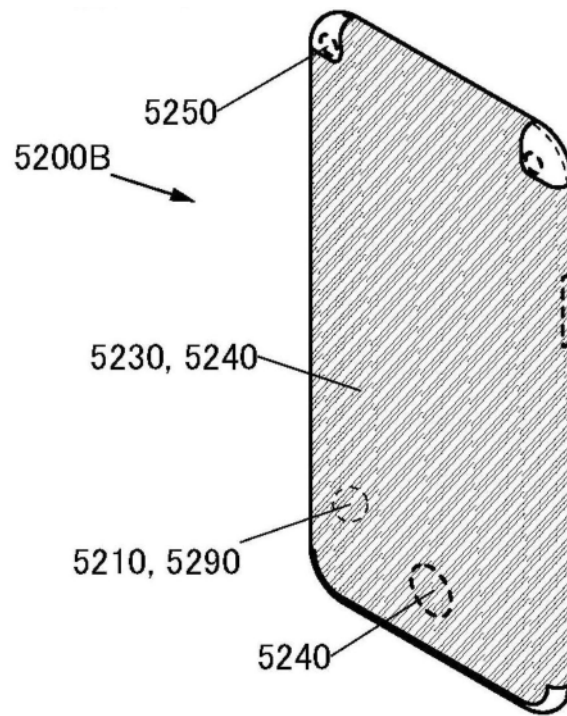


图12E

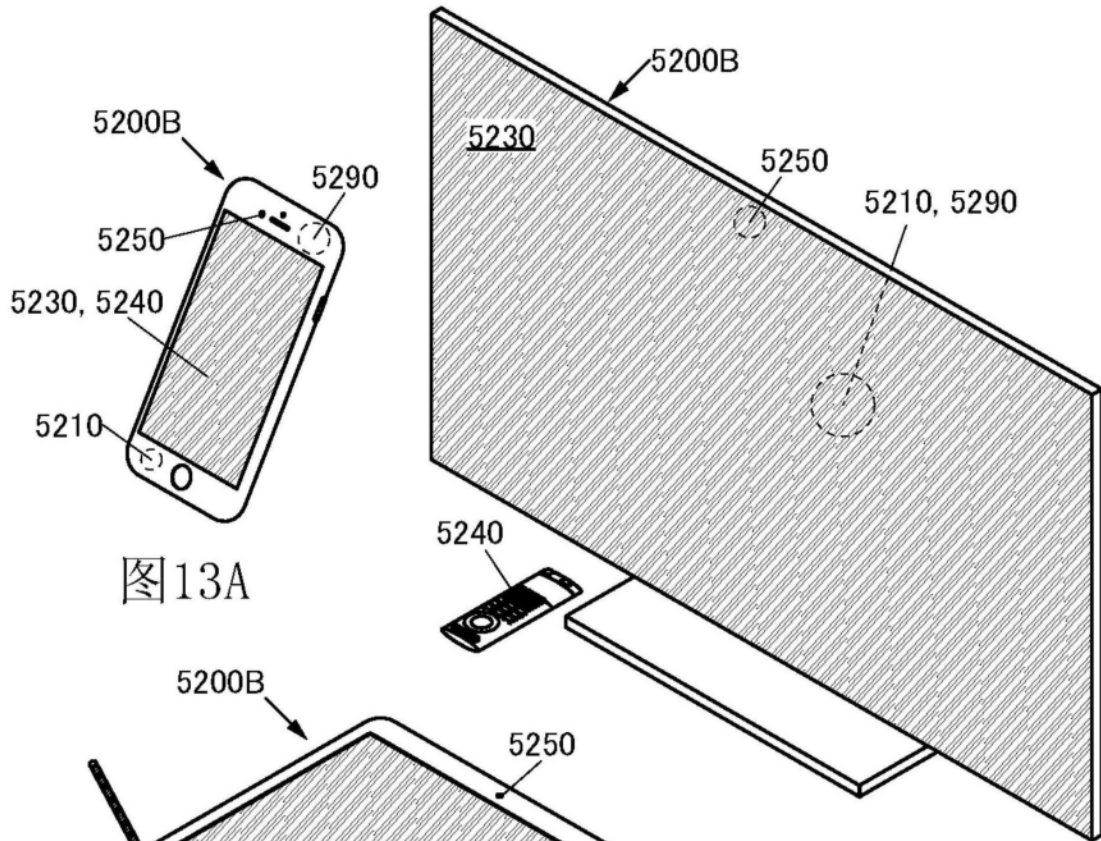


图13A

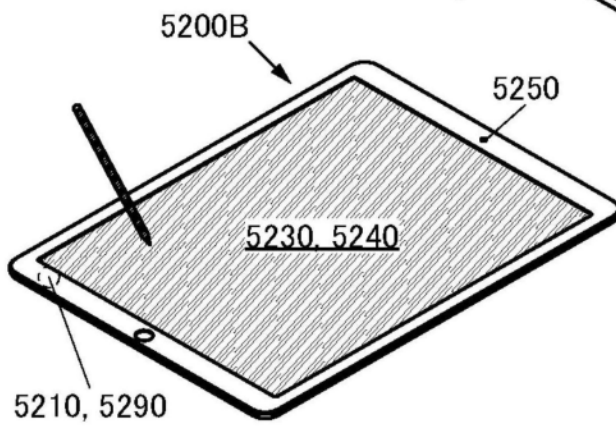


图13C

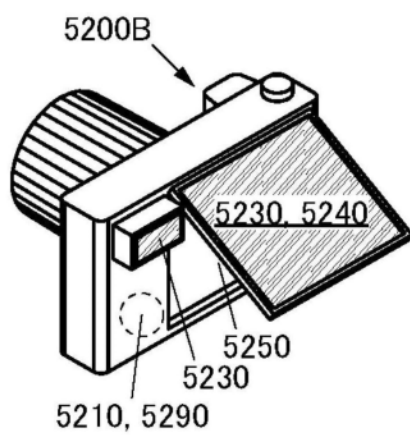


图13D

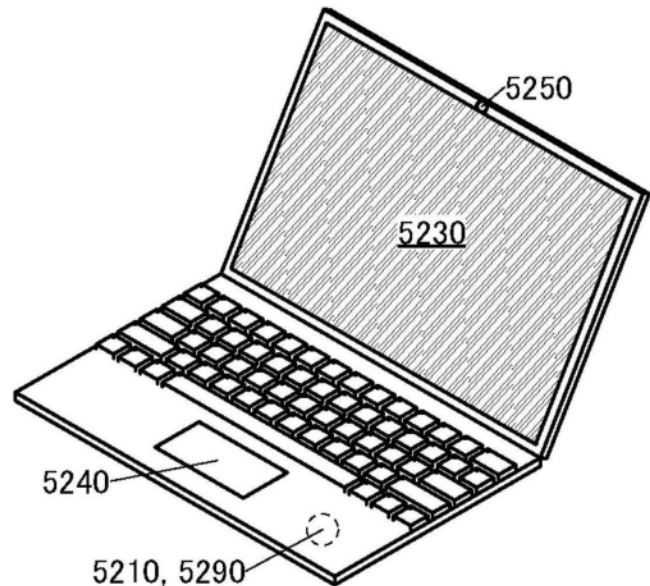


图13E

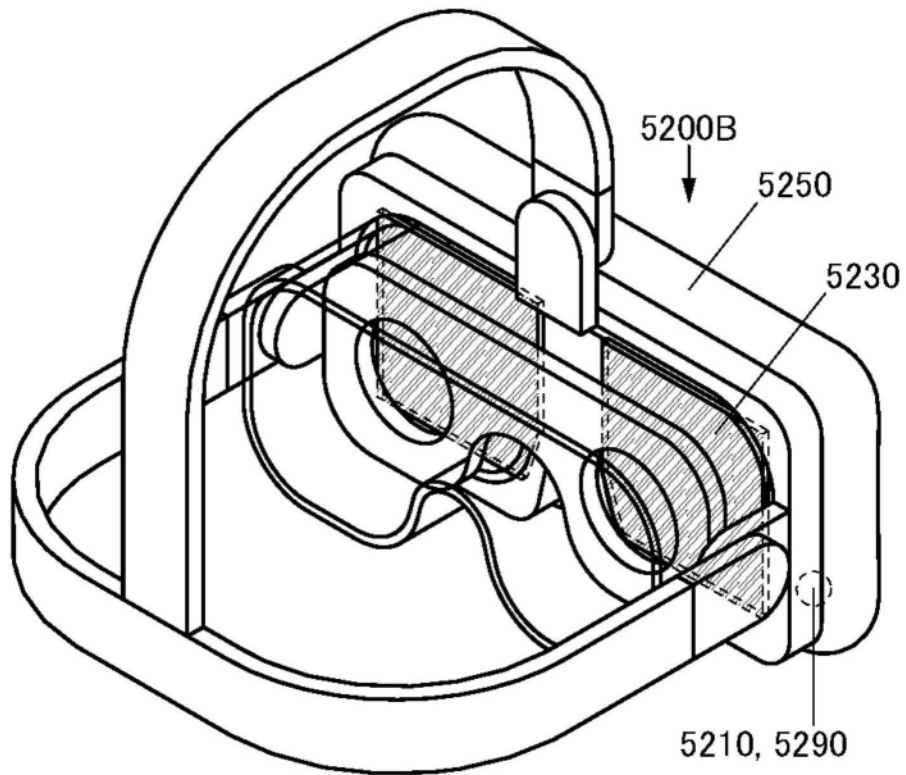


图14A

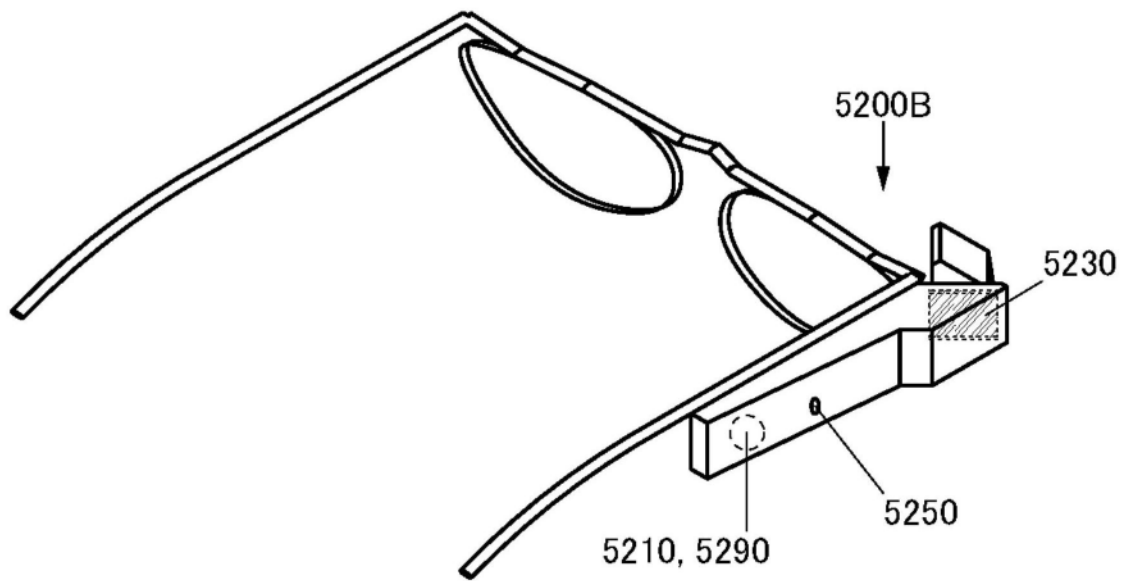


图14B

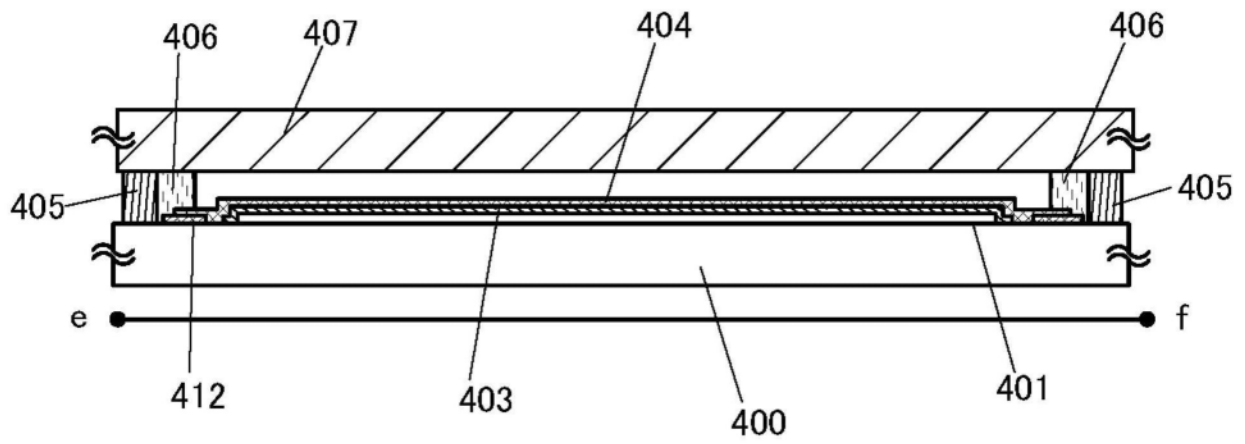


图15A

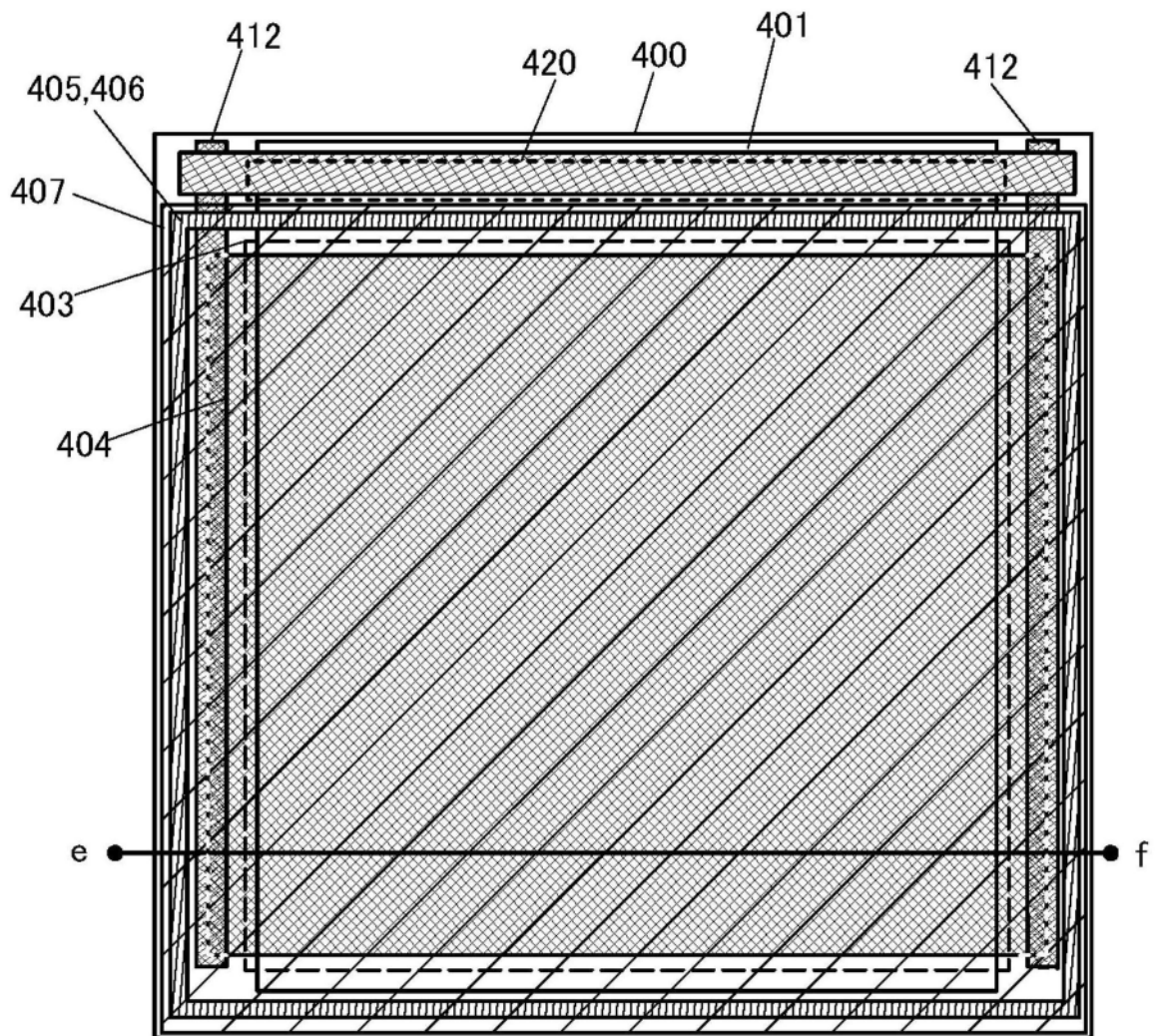


图15B



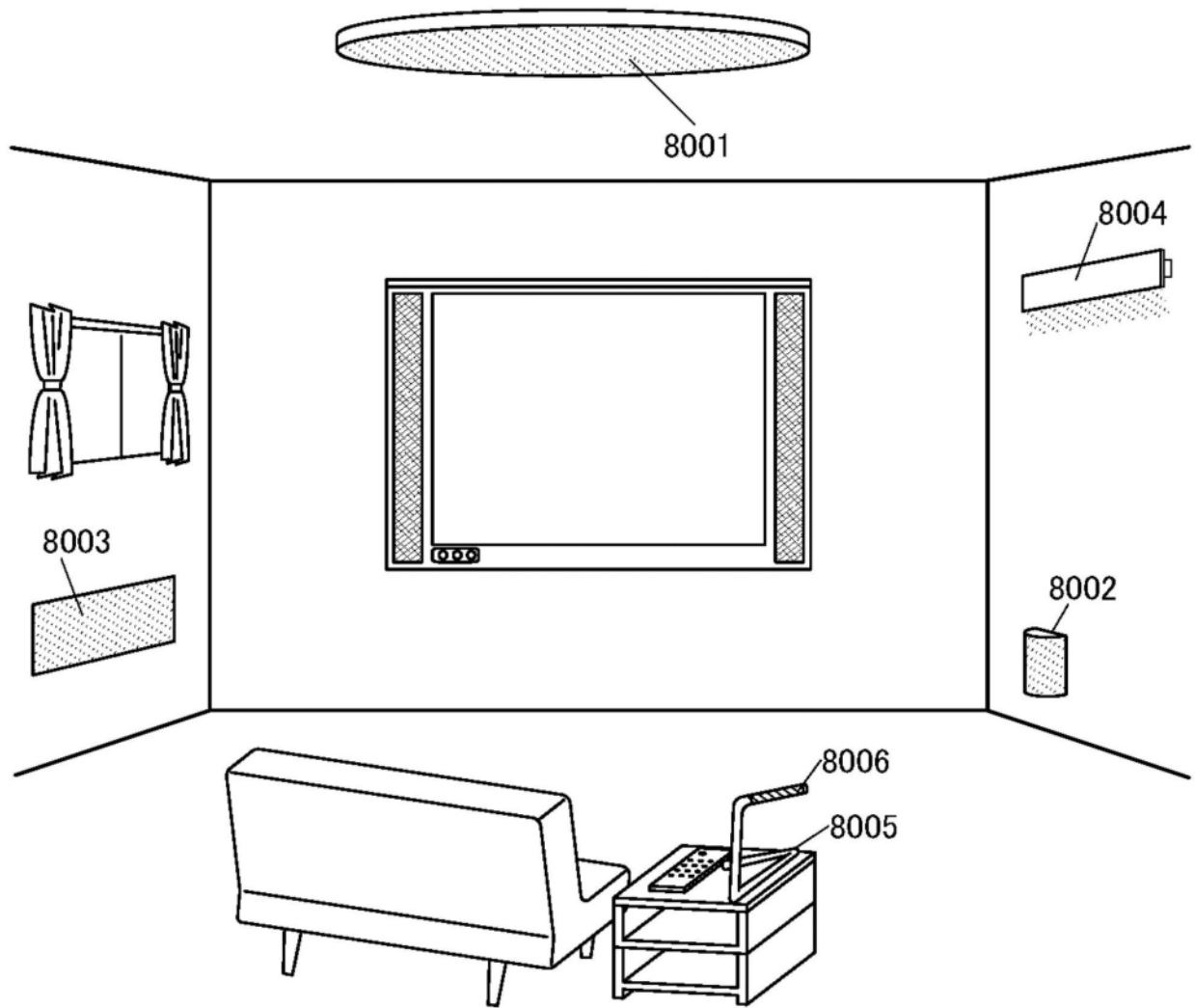


图16

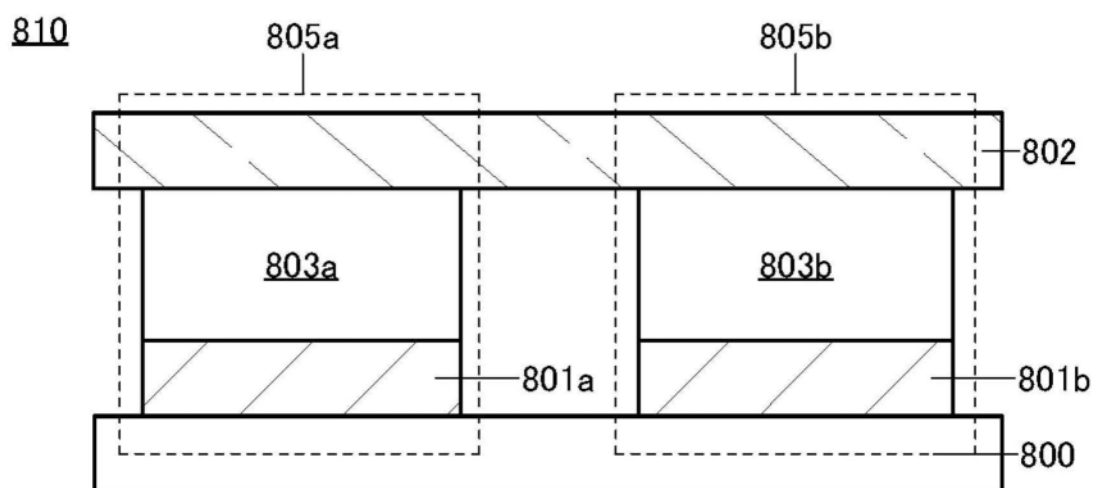


图17A

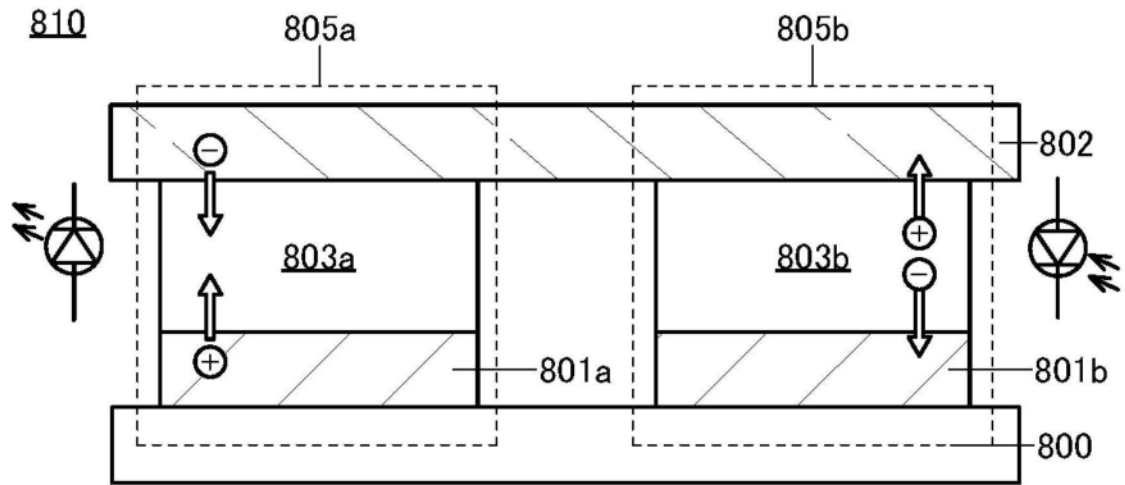


图17B

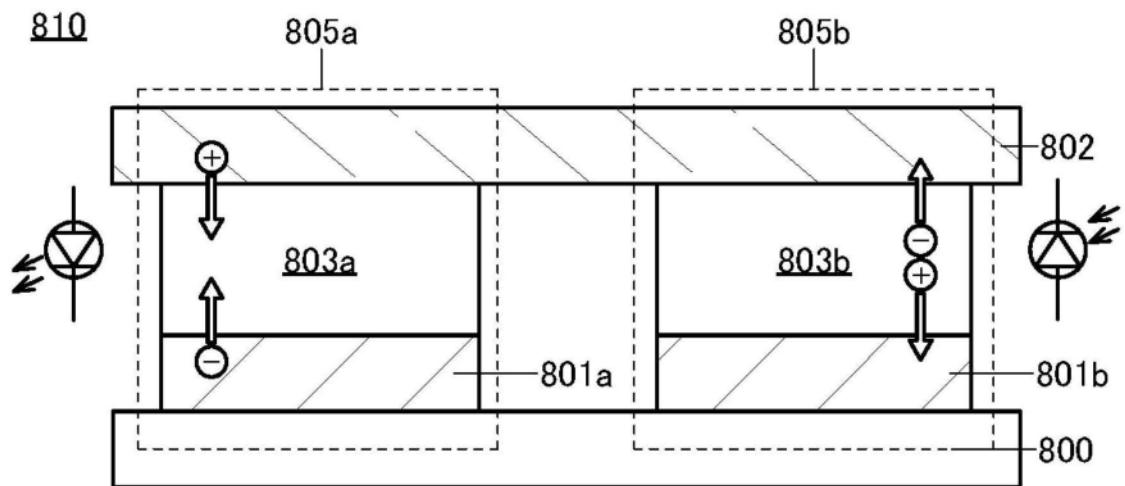


图17C

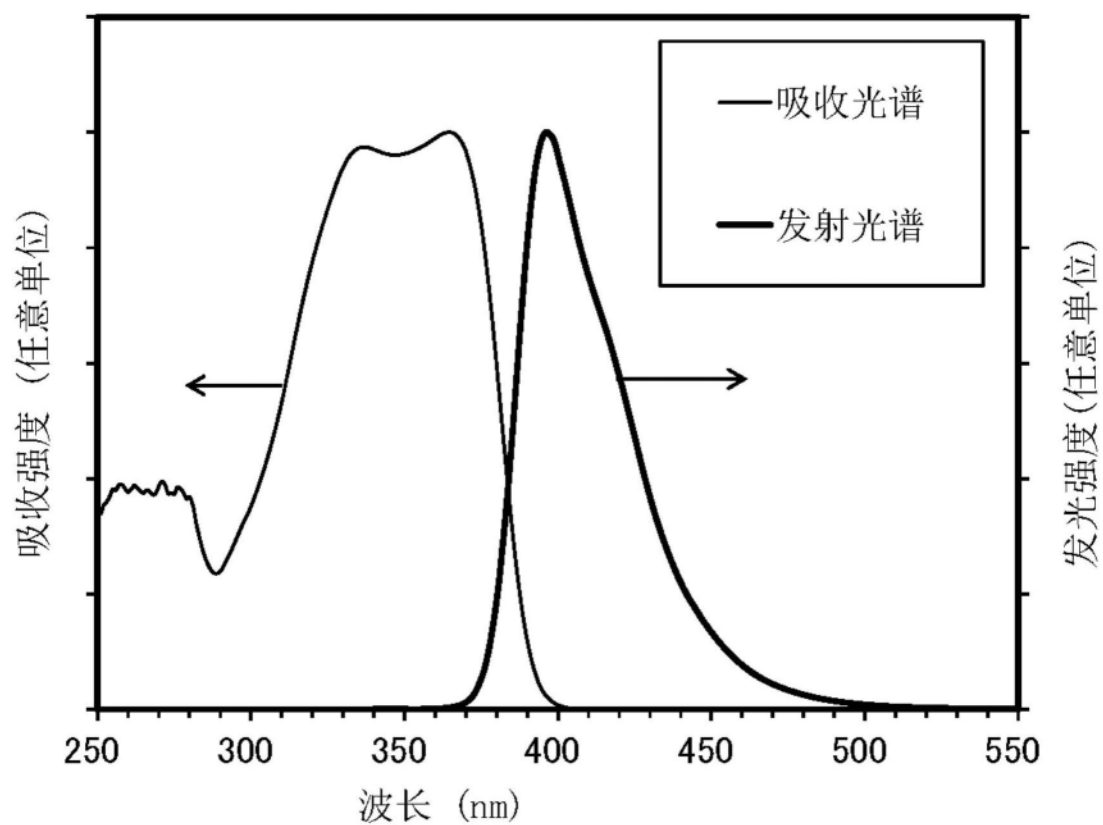


图18

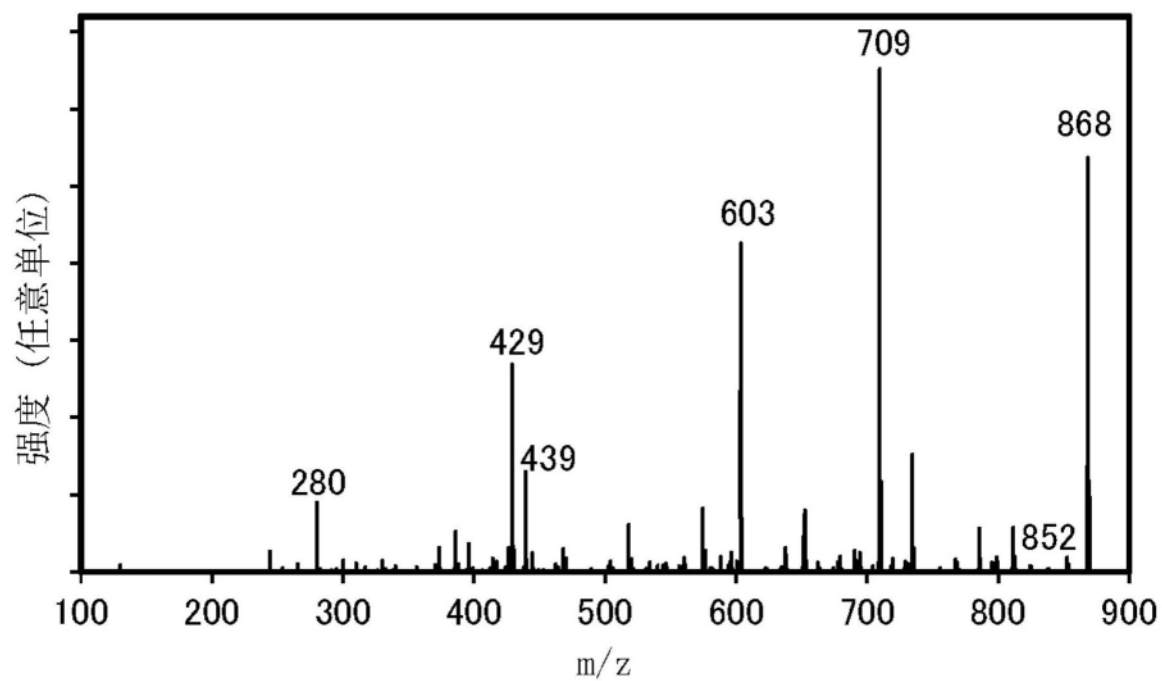


图19

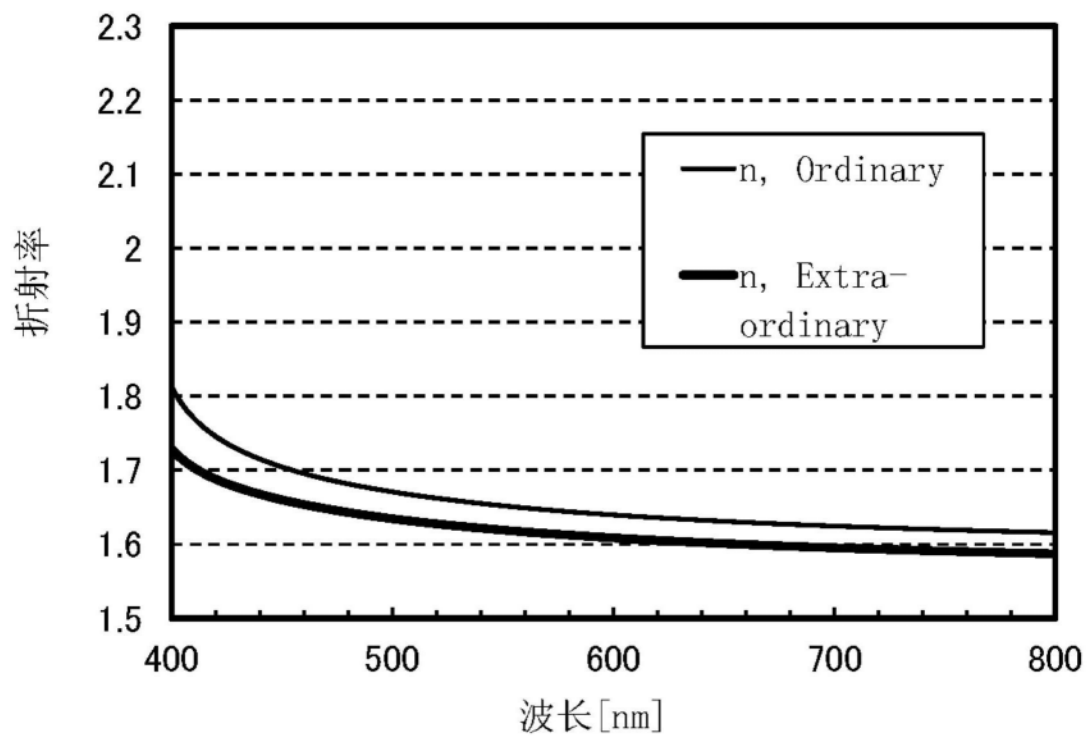


图20

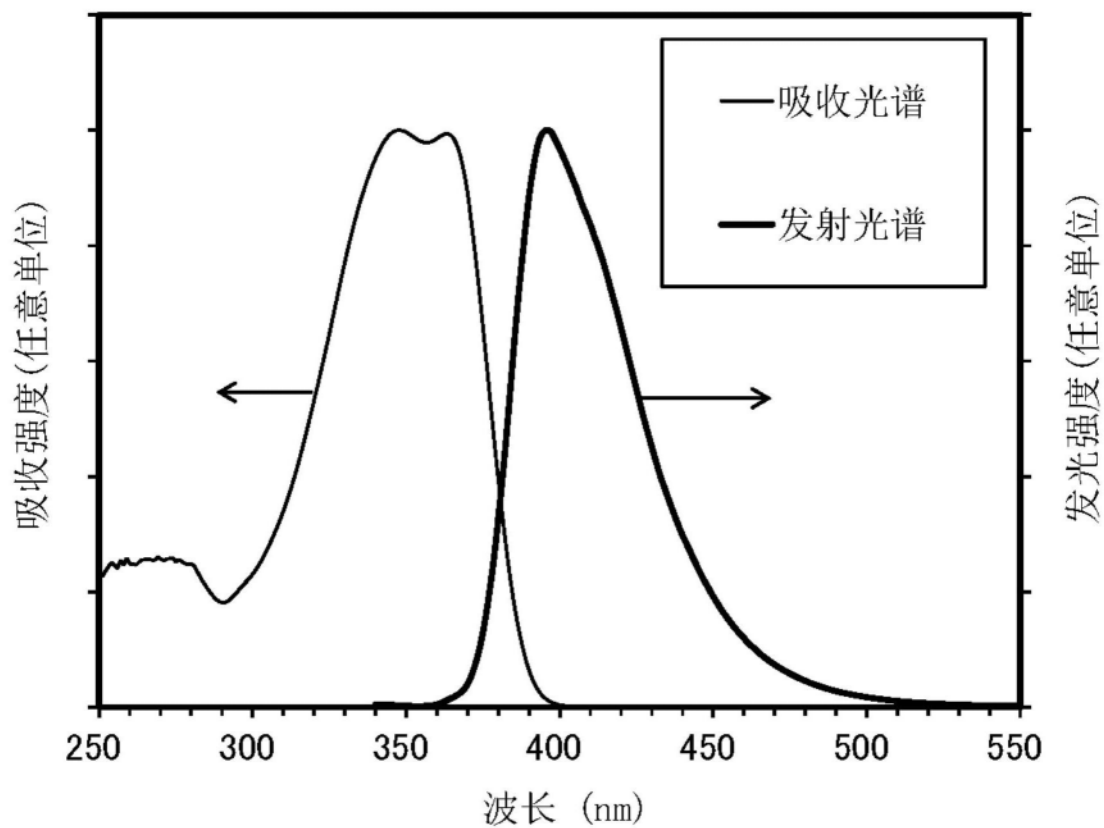


图21

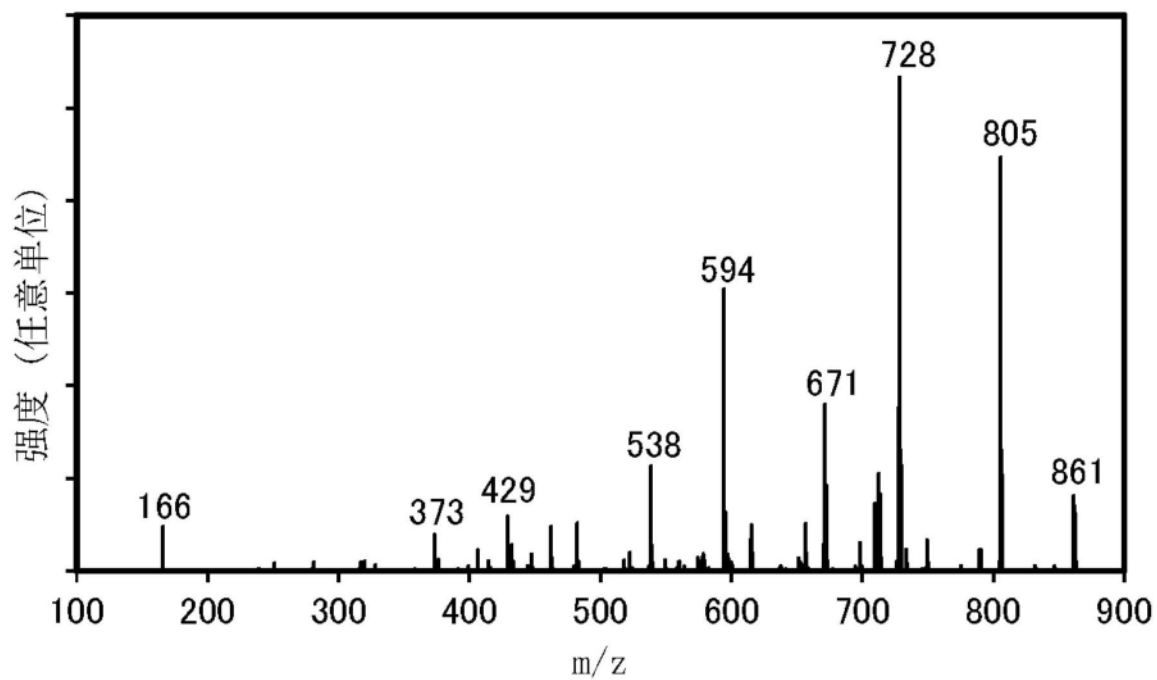


图22

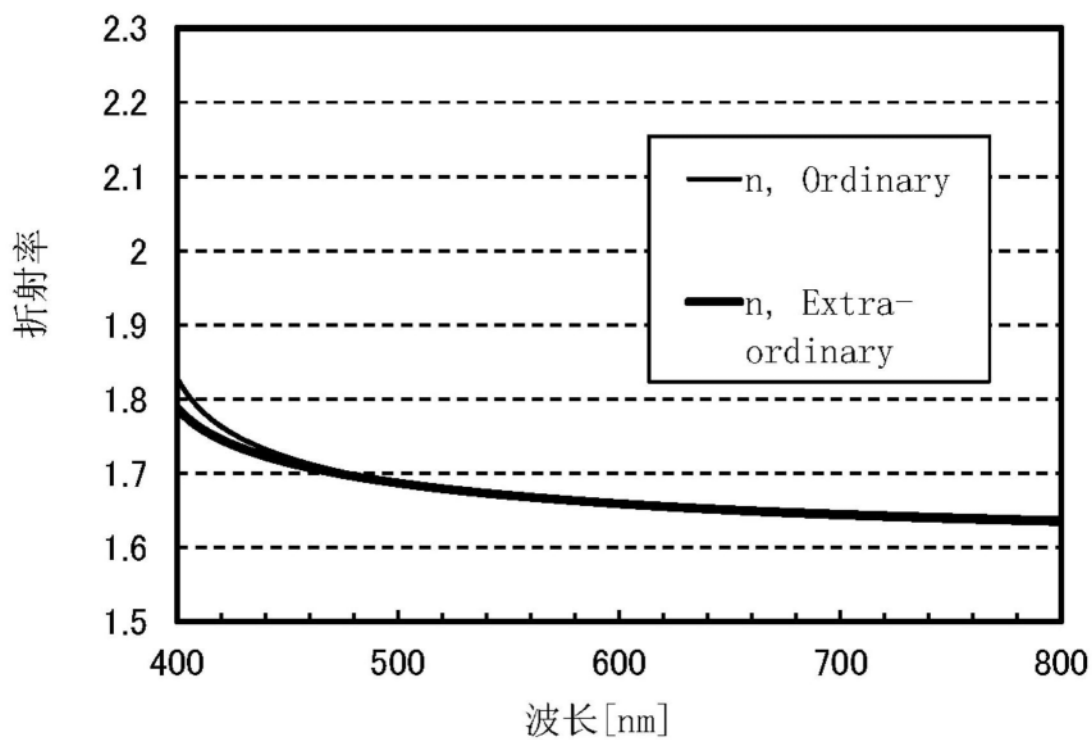


图23

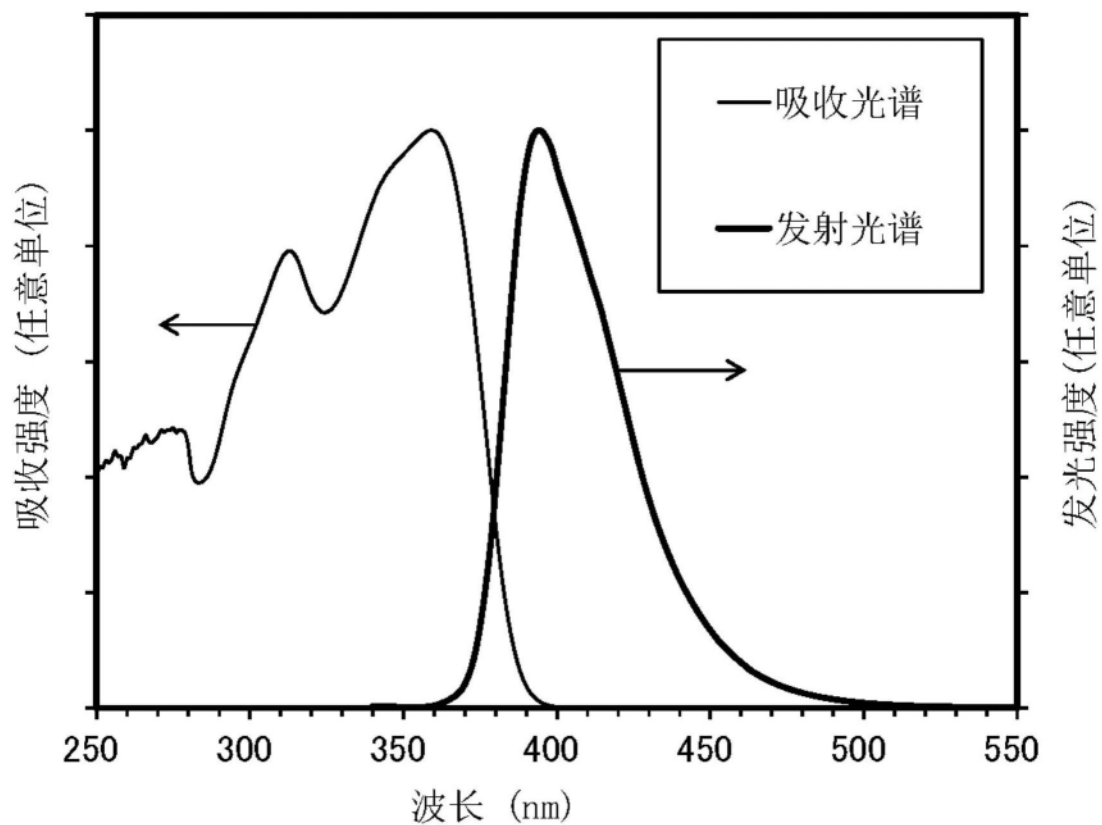


图24

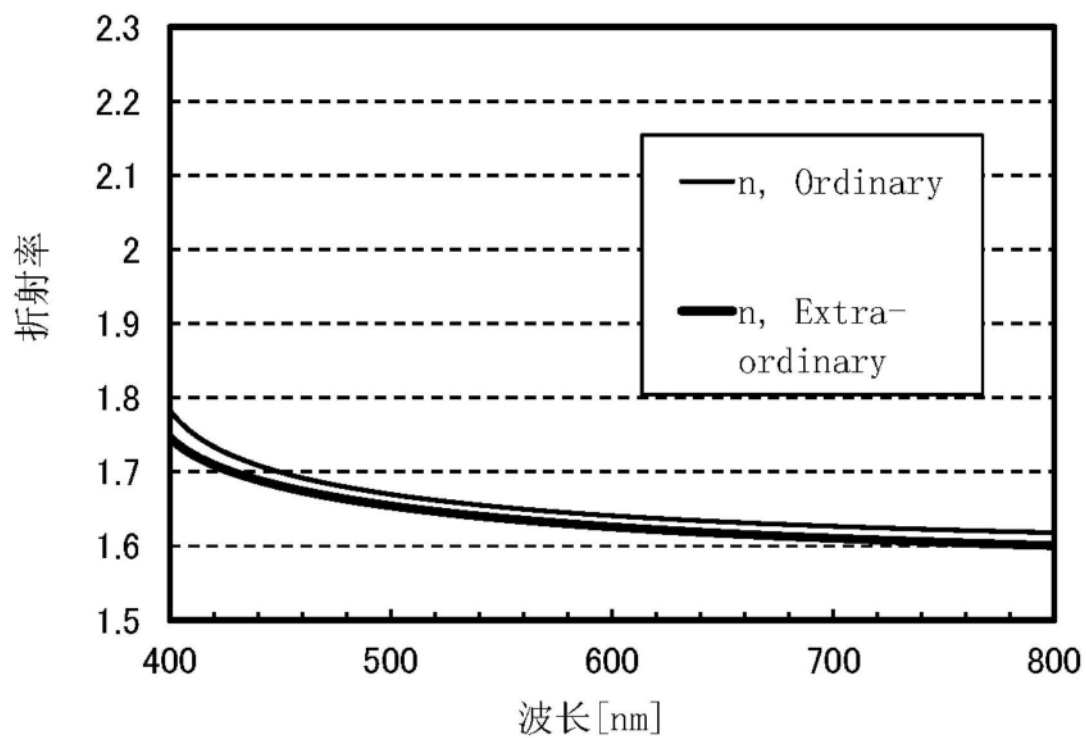


图25

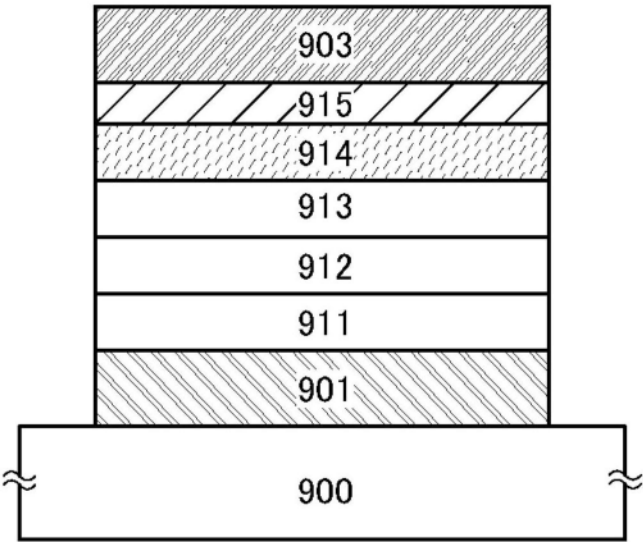


图26

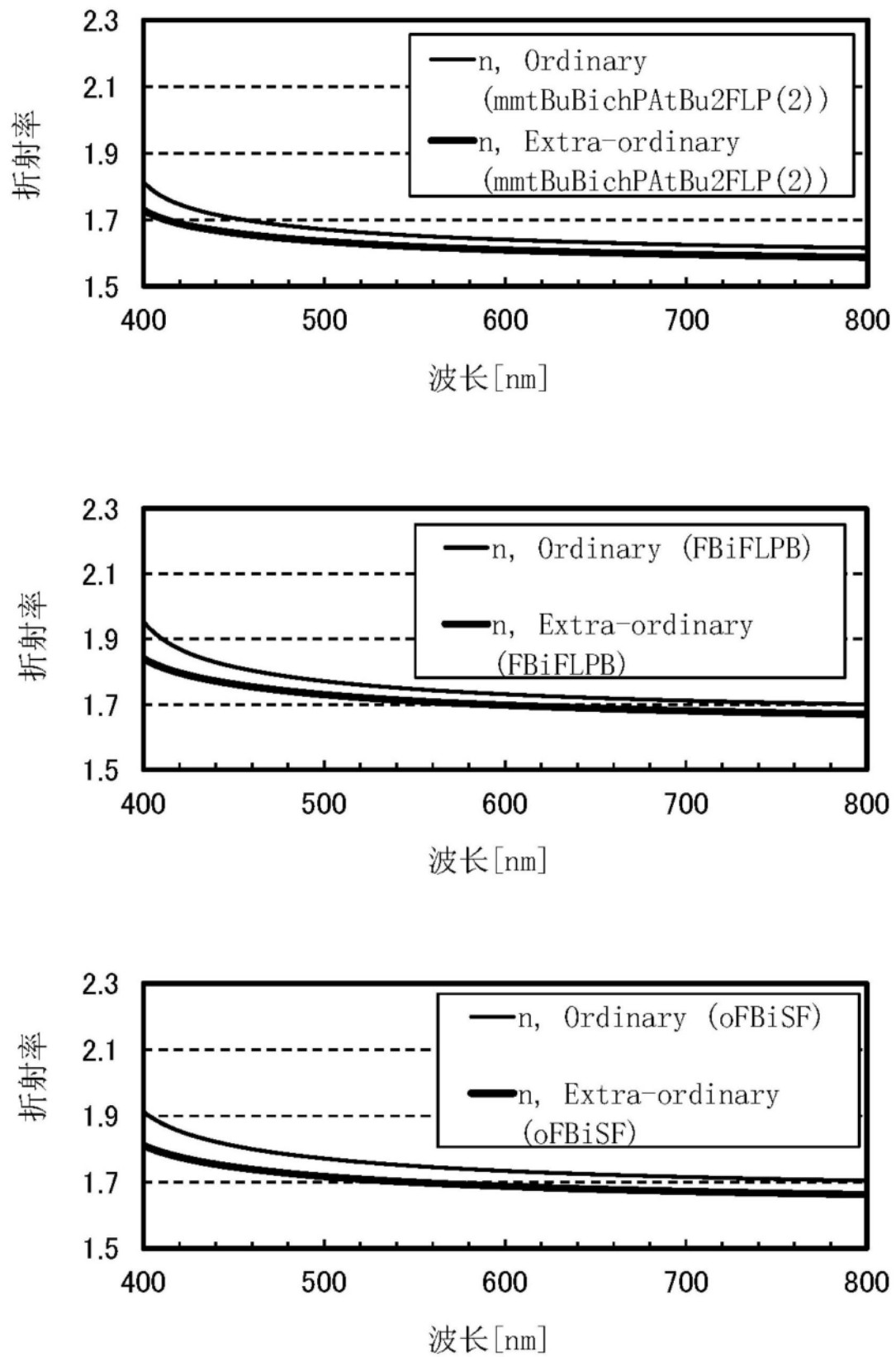


图27



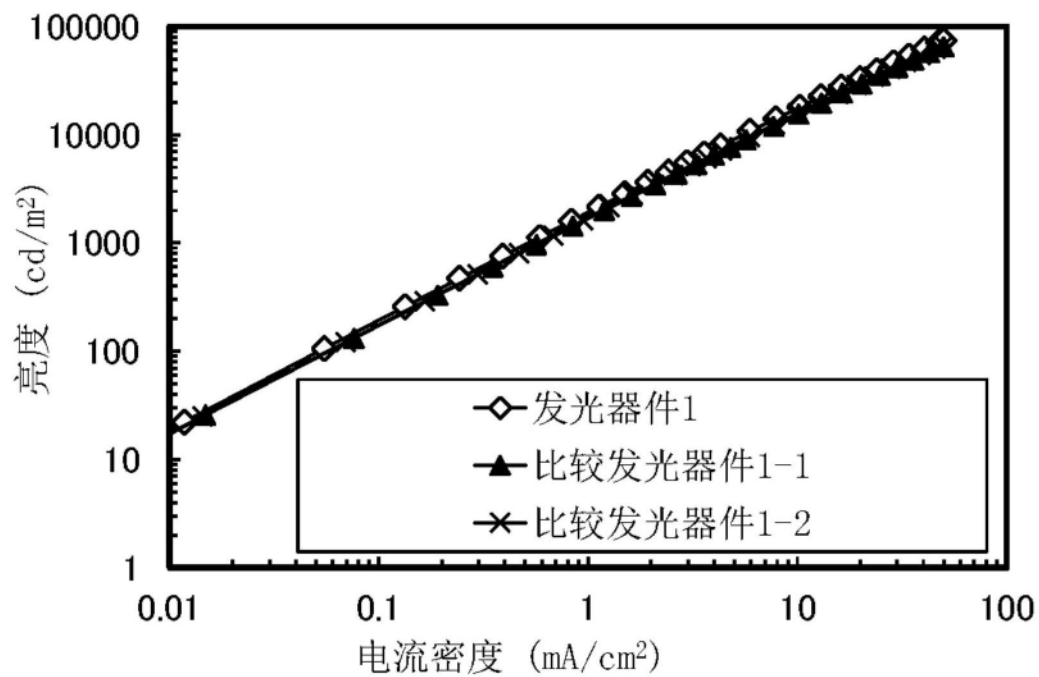


图28

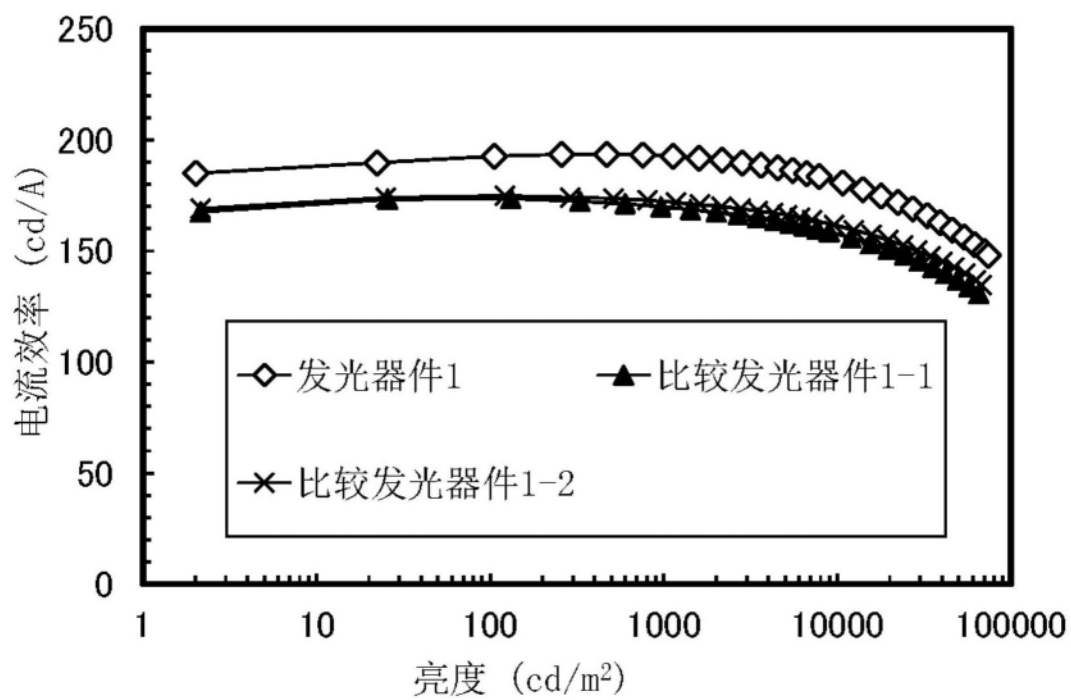


图29

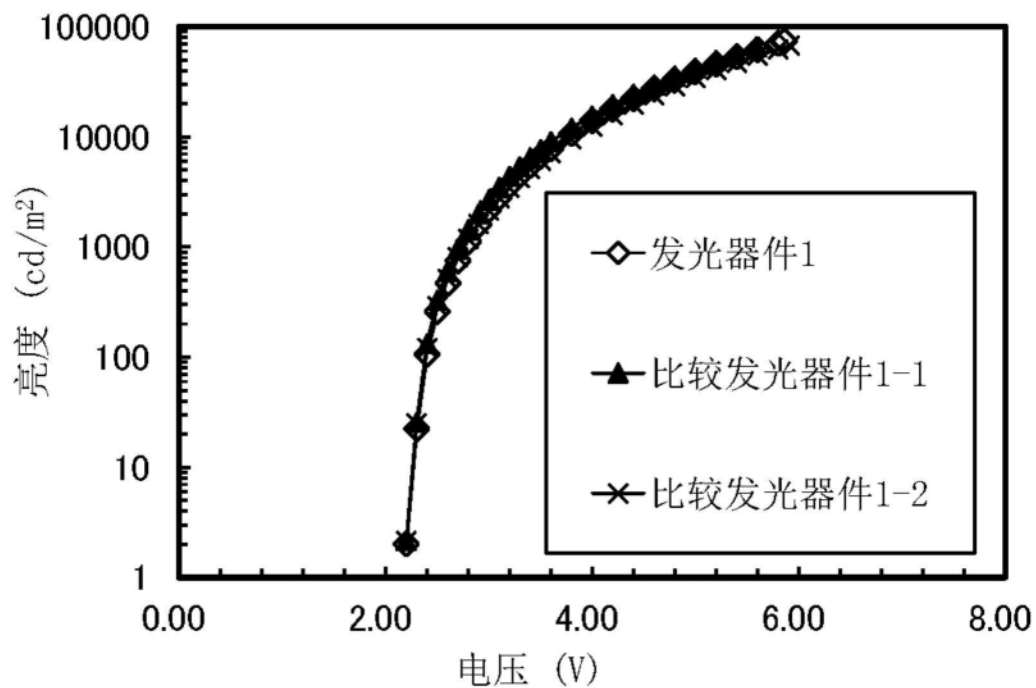


图30

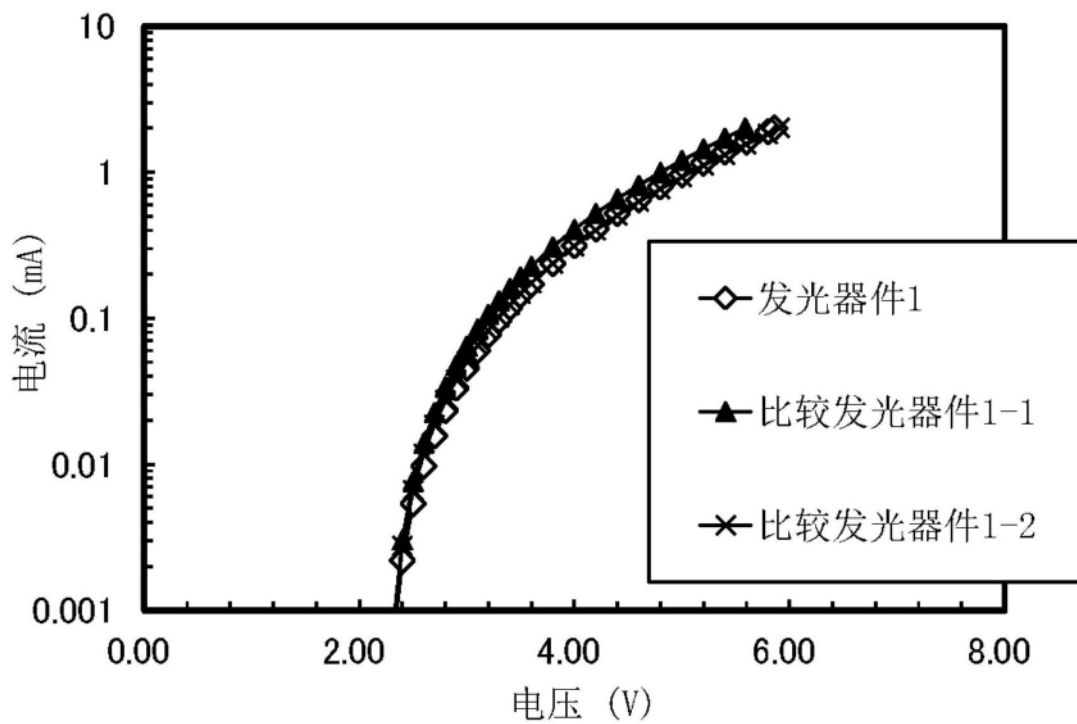


图31

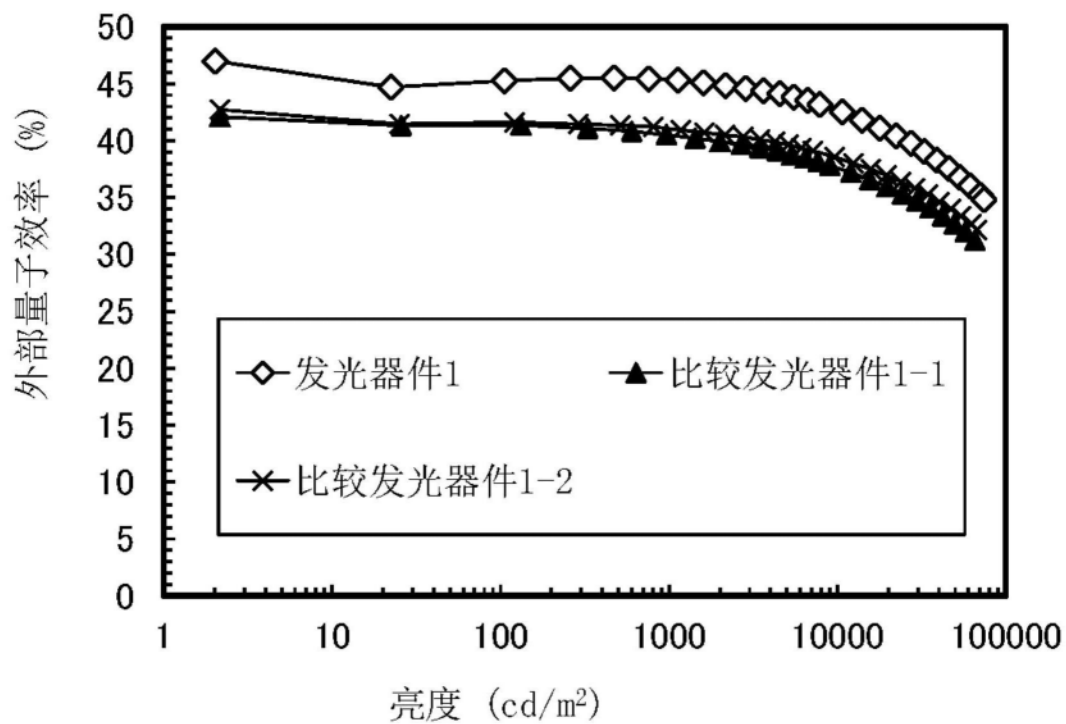


图32

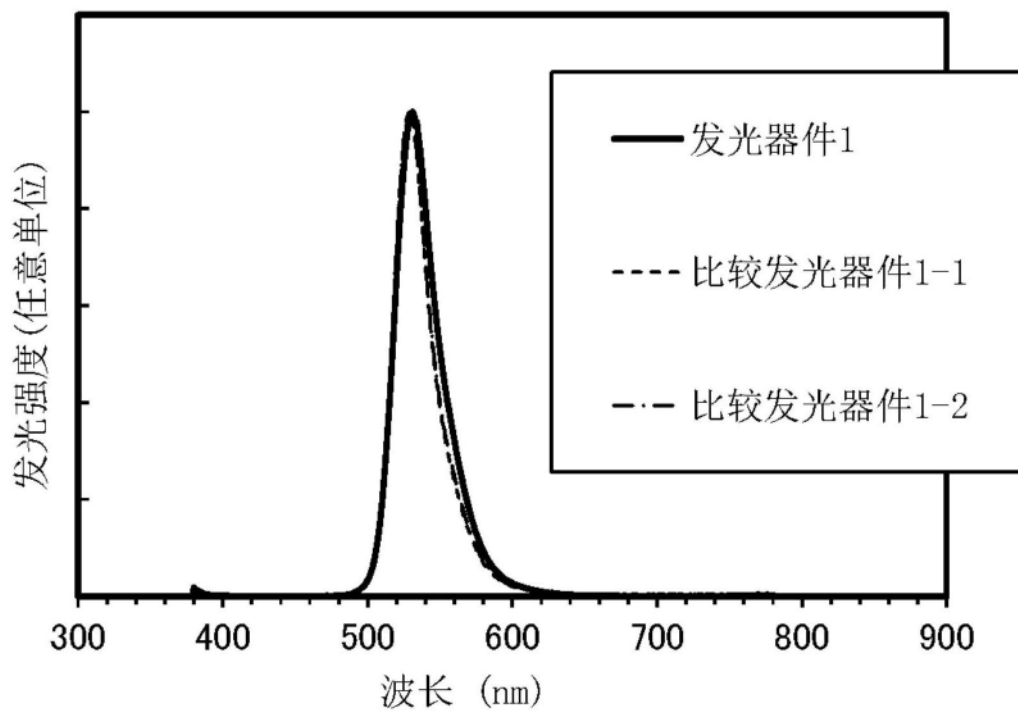


图33

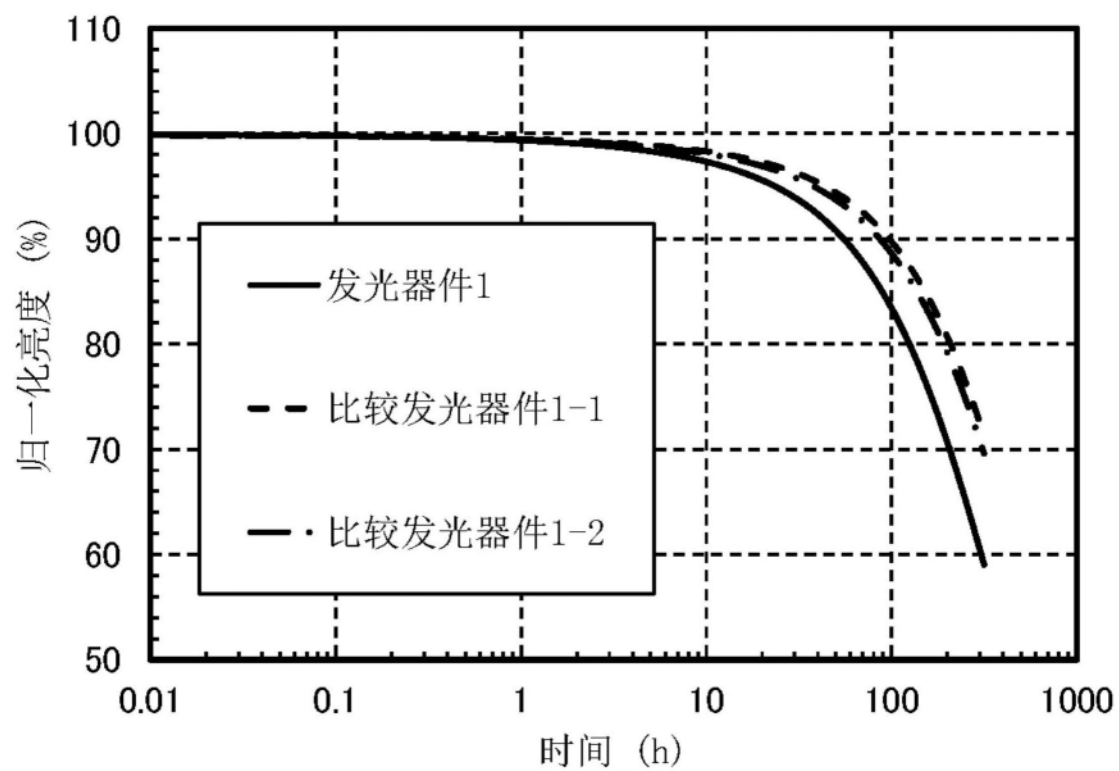


图34

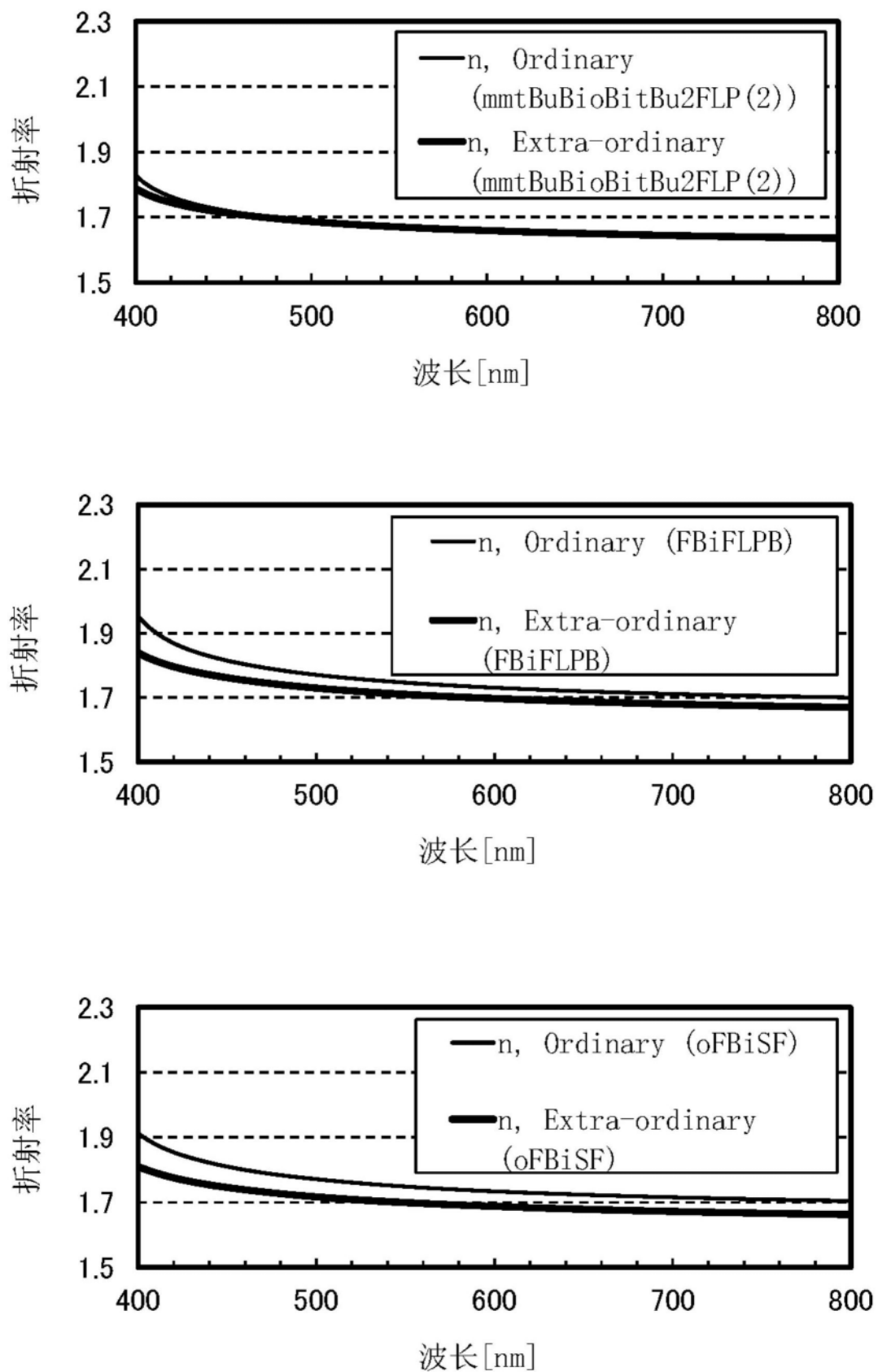


图35

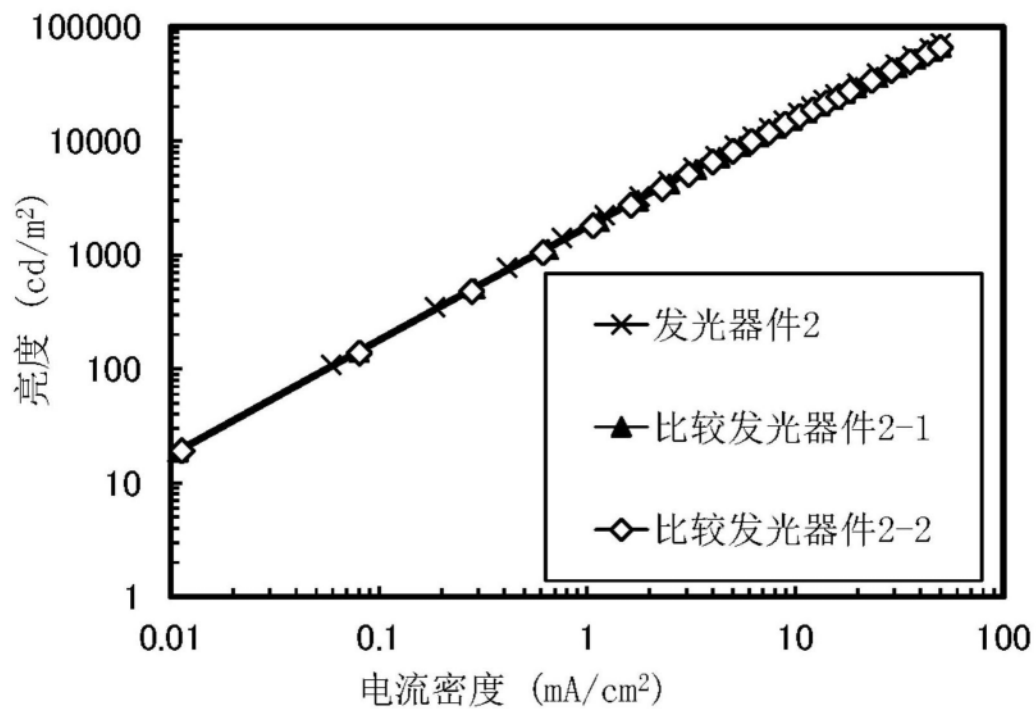


图36

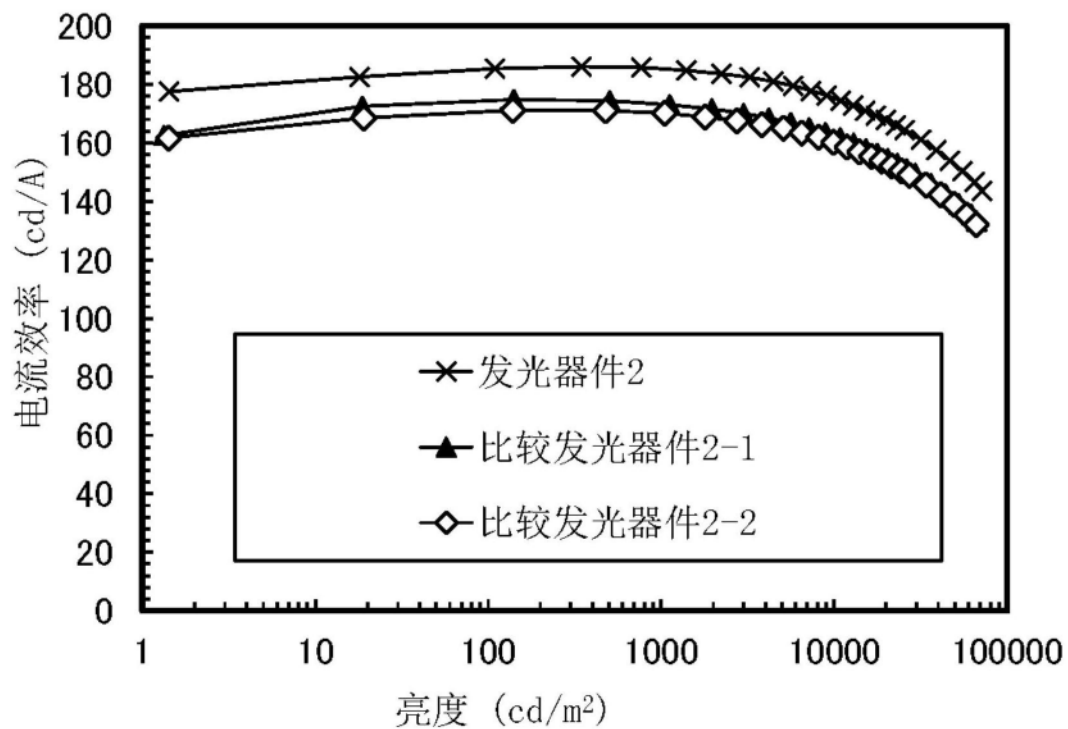


图37

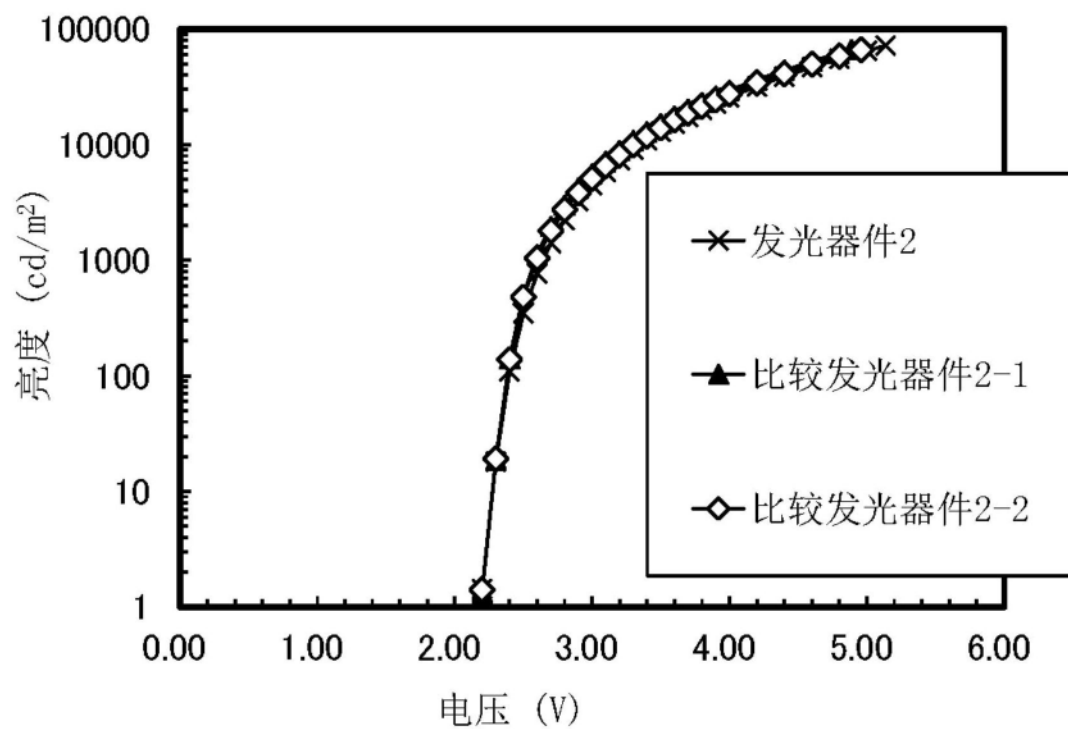


图38

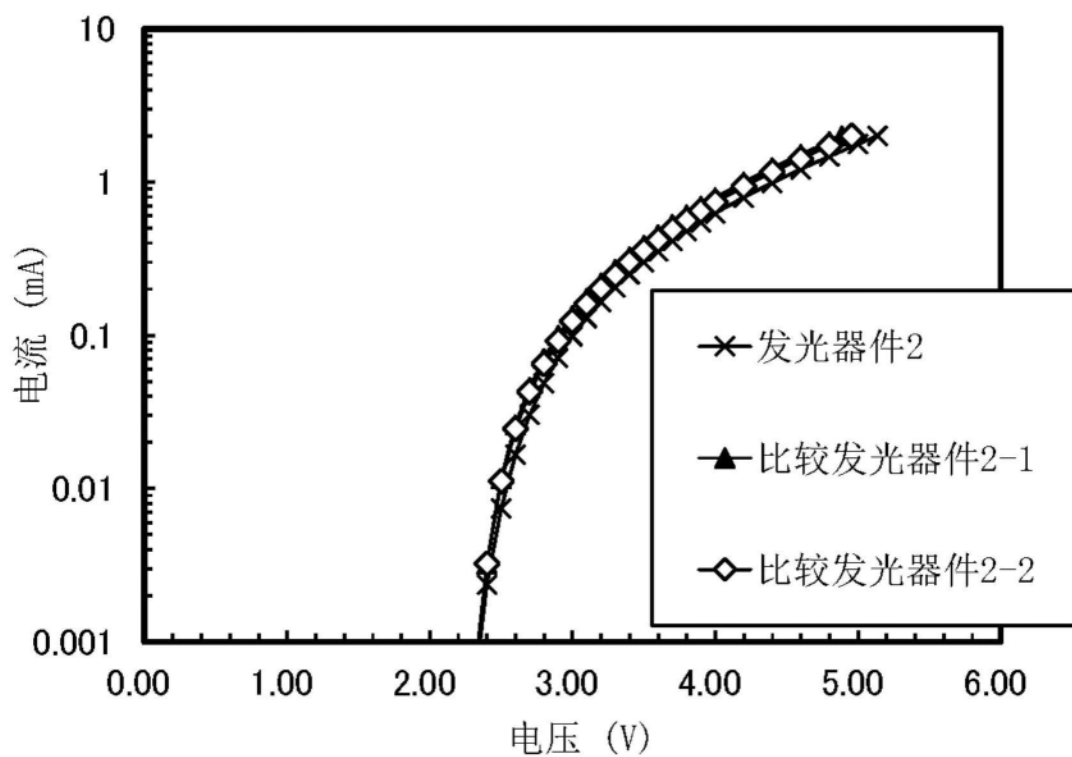


图39

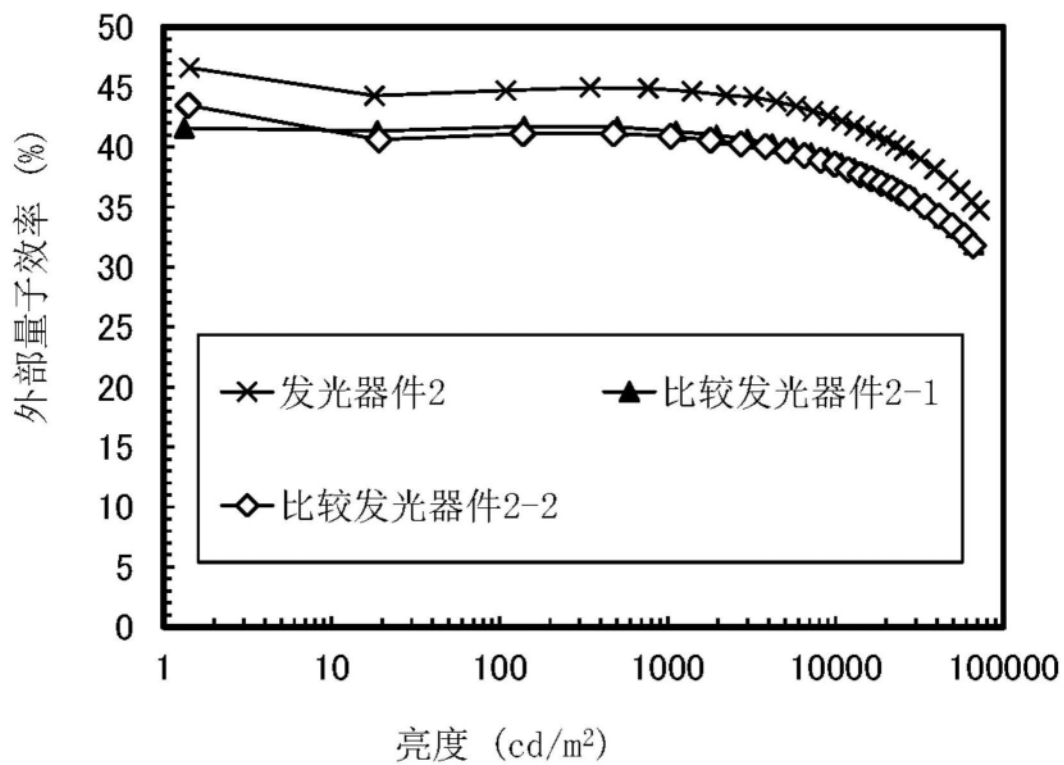


图40

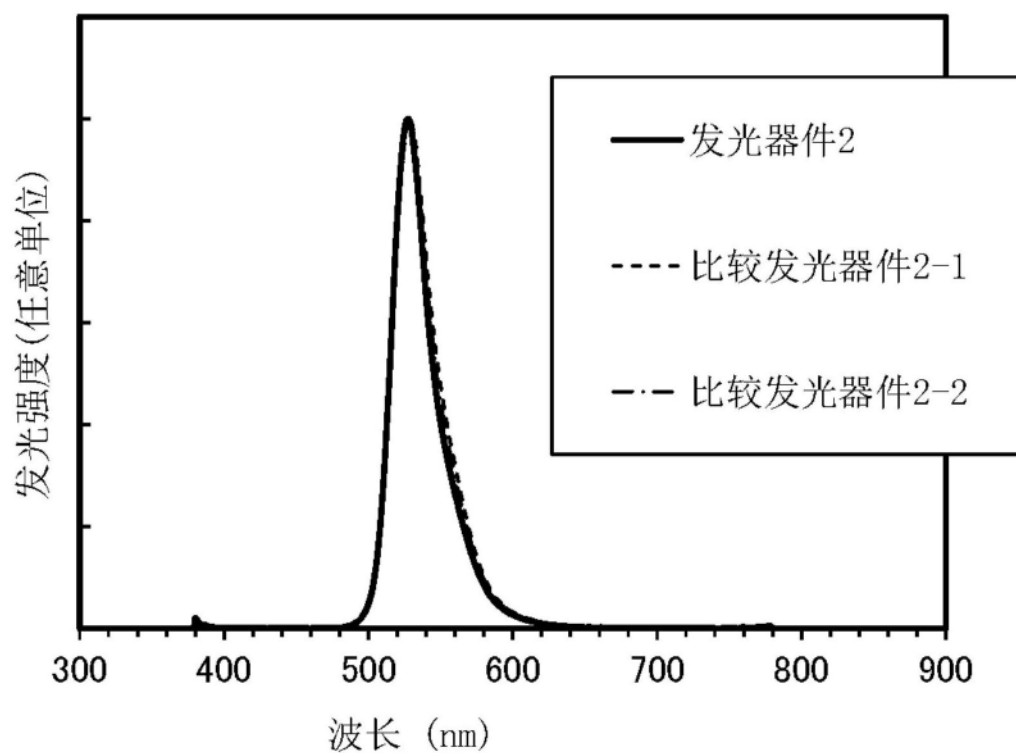


图41



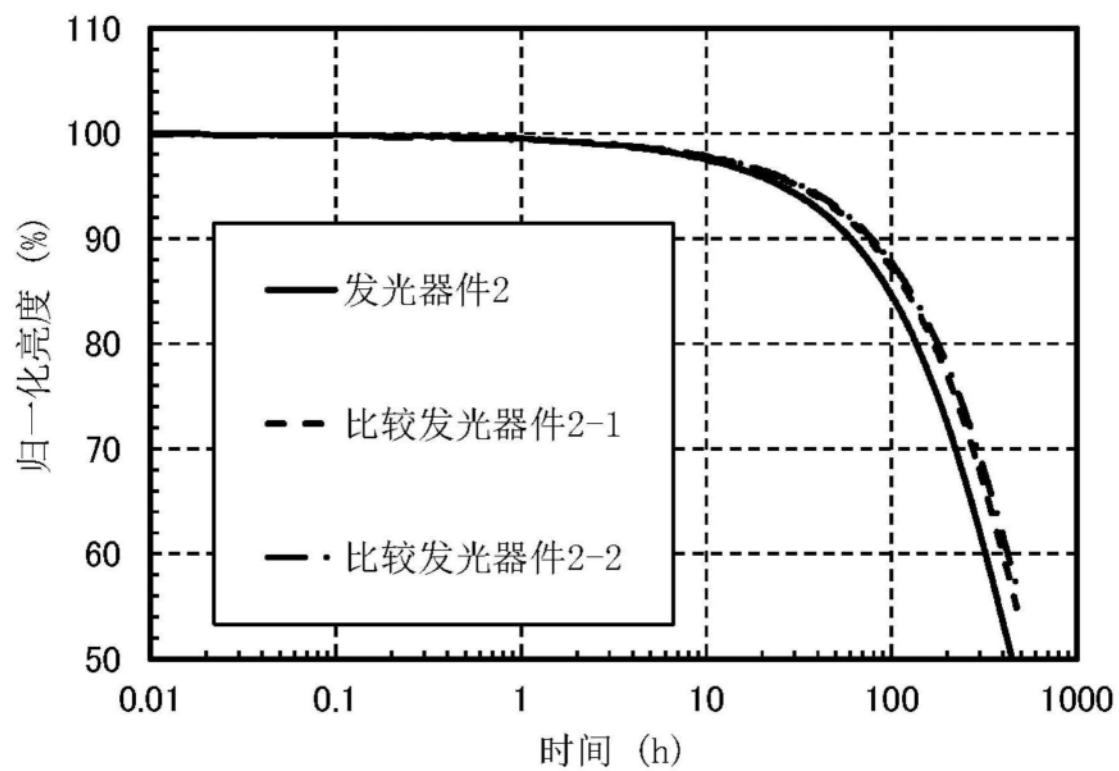


图42