



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112786663 A

(43) 申请公布日 2021.05.11

(21) 申请号 202011228581.6

(22) 申请日 2020.11.06

(30) 优先权数据

2019-203031 2019.11.08 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 山崎舜平 渡部刚吉 久保田朋广

植田蓝莉 濑尾哲史 大泽信晴

久保田优子

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公

司 31100

代理人 刘多益 葛臻翼

(51) Int.Cl.

H01L 27/32 (2006.01)

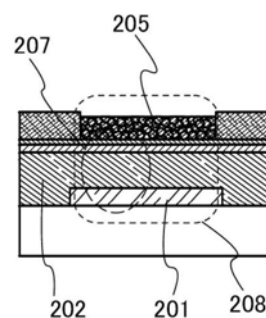
权利要求书4页 说明书52页 附图30页

(54) 发明名称

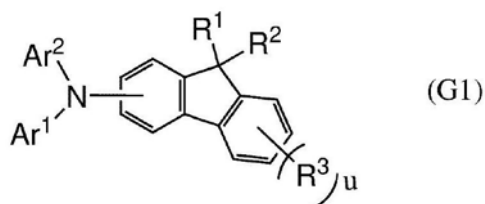
发光装置、电子设备及照明装置

(57) 摘要

提供一种功耗低的发光装置。该发光装置包括第一发光器件、第一颜色转换层,所述第一发光器件包括阳极、阴极、位于所述阳极与所述阴极之间的EL层,所述EL层包括包含在467nm处折射率为1.75以下的材料的层,所述第一颜色转换层包含能够吸收光而发光的第一物质,从所述第一发光器件发射的光照射到所述第一颜色转换层。



1. 一种发光装置, 包括:
第一发光器件, 包括:
阳极;
阴极;
所述阳极与所述阴极之间的第一层; 以及
所述阳极与所述阴极之间的EL层; 以及
包含能够吸收光而发光的第一物质的第一颜色转换层,
其中, 所述第一层包含在467nm处折射率为1.75以下的第一材料,
并且, 从所述第一发光器件发射的光构成为照射所述第一颜色转换层。
2. 根据权利要求1所述的发光装置,
其中所述第一材料为第一有机化合物和无机化合物的混合材料,
所述第一有机化合物具有电子传输性,
并且所述无机化合物为碱金属的氟化物和碱土金属的氟化物中的一个。
3. 根据权利要求2所述的发光装置,
其中所述无机化合物为碱金属氟化物,
并且所述第一材料中的所述无机化合物的浓度为50vol%以上且低于95vol%。
4. 根据权利要求2所述的发光装置, 其中所述第一材料中的所述无机化合物的浓度为20vol%以上。
5. 根据权利要求2所述的发光装置, 其中所述第一有机化合物具有联吡啶骨架。
6. 根据权利要求1所述的发光装置, 其中所述第一材料由第一有机化合物构成。
7. 根据权利要求6所述的发光装置,
其中所述第一有机化合物为具有第一芳香环、第二芳香环及第三芳香环的单胺化合物,
所述第一芳香环、所述第二芳香环及所述第三芳香环都与所述单胺化合物的氮原子键合,
并且对于碳原子的总数的由 sp^3 杂化轨道形成键合的碳原子的比率为23%以上且55%以下。
8. 根据权利要求1所述的发光装置,
其中所述EL层还包括所述阳极与所述阴极之间的发光层及空穴注入层,
并且所述第一层为所述发光层与所述阴极之间的电子传输层。
9. 根据权利要求1所述的发光装置,
其中所述第一物质为由通式 (G1) 表示的化合物,



并且:

Ar^1 、 Ar^2 分别独立地表示具有苯环的取代基或两个或三个苯环彼此键合的取代基;

Ar¹和Ar²中的一方或双方具有所有碳原子在sp³杂化轨道中的碳原子数为1至12的一个或多个烷基；

Ar¹及Ar²中的所述一个或多个烷基所包含的所述碳原子的总数为8以上；

Ar¹和Ar²中的至少一个中的所述一个或多个烷基所包含的所述碳原子的总数为6以上，R¹及R²分别独立地表示碳原子数为1至4的烷基；

R³表示碳原子数为1至4的烷基；

u为0以上且4以下的整数。

10. 根据权利要求9所述的发光装置，

其中所述一个或多个烷基都为直链烷基，

并且所述一个或多个烷基与Ar¹和Ar²中的一个键合形成环。

11. 根据权利要求9所述的发光装置，其中R¹及R²彼此键合形成环。

12. 根据权利要求1所述的发光装置，其中所述第一发光器件的发射光谱的峰波长为440nm以上且520nm以下。

13. 根据权利要求1所述的发光装置，其中所述第一物质为量子点。

14. 根据权利要求1所述的发光装置，还包括：

第二发光器件；

第三发光器件；以及

第二颜色转换层，

其中所述第二发光器件及所述第三发光器件都具有与所述第一发光器件相同的结构，

所述第二颜色转换层包含能够吸收光而发光的第二物质，

所述第二物质的发射光谱的峰波长与所述第一物质的发射光谱的峰波长不同，

并且从所述第二发光器件发射的光构成为照射所述第二颜色转换层。

15. 根据权利要求14所述的发光装置，

其中所述第一物质的所述发射光谱的所述峰波长为500nm以上且600nm以下，

并且所述第二物质的所述发射光谱的所述峰波长为600nm以上且750nm以下。

16. 根据权利要求14所述的发光装置，还包括：

第四发光器件；以及

第三颜色转换层，

其中所述第四发光器件具有与所述第一发光器件相同的结构，

所述第三颜色转换层包含能够吸收光而发光的第三物质，

所述第三物质的发射光谱的峰波长为560nm以上且610nm以下，

并且从所述第四发光器件发射的光构成为照射所述第三颜色转换层。

17. 根据权利要求16所述的发光装置，其中所述第三物质包含稀土元素。

18. 根据权利要求16所述的发光装置，其中所述第三物质包含铕、铕和钇中的至少一个。

19. 根据权利要求16所述的发光装置，其中所述第三颜色转换层的发射光谱具有两个峰。

20. 根据权利要求16所述的发光装置，其中从所述第三颜色转换层发射的光为白色光。

21. 一种电子设备，包括：

权利要求1所述的发光装置;以及
传感器、操作按钮、扬声器和麦克风中的任一个。

22. 一种照明装置,包括:

权利要求1所述的发光装置;以及
外壳。

23. 一种发光装置,包括:

第一发光器件;以及

第一颜色转换层,

其中,所述第一发光器件包括阳极、阴极、位于所述阳极与所述阴极之间的EL层,

所述EL层包括空穴注入层、发光层以及电子传输层,

所述空穴注入层在于所述阳极与所述发光层之间,

所述电子传输层在于所述发光层与所述阴极之间,

所述空穴注入层包含在467nm处折射率为1.75以下的第一材料,

所述电子传输层包含在467nm处折射率为1.75以下的第二材料,

所述第一颜色转换层包含能够吸收光而发光的第一物质,

并且,从所述第一发光器件发射的光构成为照射所述第一颜色转换层。

24. 根据权利要求23所述的发光装置,其中所述第一材料由第一有机化合物构成。

25. 根据权利要求23所述的发光装置,其中所述第二材料由第一有机化合物构成。

26. 根据权利要求23所述的发光装置,其中所述第一发光器件的发射光谱的峰波长为440nm以上且520nm以下。

27. 根据权利要求23所述的发光装置,其中所述第一物质为量子点。

28. 根据权利要求23所述的发光装置,还包括:

第二发光器件;

第三发光器件;以及

第二颜色转换层,

其中所述第二发光器件及所述第三发光器件都具有与所述第一发光器件相同的结构,

所述第二颜色转换层包含能够吸收光而发光的第二物质,

所述第二物质的发射光谱的峰波长与所述第一物质的发射光谱的峰波长不同,

并且从所述第二发光器件发射的光构成为照射所述第二颜色转换层。

29. 根据权利要求28所述的发光装置,

其中所述第一物质的所述发射光谱的所述峰波长为500nm以上且600nm以下,

并且所述第二物质的所述发射光谱的所述峰波长为600nm以上且750nm以下。

30. 根据权利要求28所述的发光装置,还包括:

第四发光器件;以及

第三颜色转换层,

其中所述第四发光器件具有与所述第一发光器件相同的结构,

所述第三颜色转换层包含能够吸收光而发光的第三物质,

所述第三物质的发射光谱的峰波长为560nm以上且610nm以下,

并且从所述第四发光器件发射的光构成为照射所述第三颜色转换层。

31. 根据权利要求30所述的发光装置,其中所述第三物质包含稀土元素。
32. 根据权利要求30所述的发光装置,其中所述第三颜色转换层的发射光谱具有两个峰。
33. 根据权利要求23所述的发光装置,其中所述第一发光器件包括多个发光层。
34. 根据权利要求33所述的发光装置,其中所述第一发光器件还包括所述多个发光层之间的电荷产生层。
35. 根据权利要求23所述的发光装置,还包括滤色片,
其中所述第一颜色转换层在于所述第一发光器件与所述滤色片之间。
36. 一种电子设备,包括:
权利要求23所述的发光装置;以及
传感器、操作按钮、扬声器和麦克风中的任一个。
37. 一种照明装置,包括:
权利要求23所述的发光装置;以及
外壳。

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

[0003] 因为这种发光器件是自发光型发光器件,所以当用于显示器的像素时比起液晶有可见度更高、不需要背光源等优势。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元件的特征之一。

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

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

[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成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,参照专利文献1、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,但是很难在不对其他发光器件的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] 另一方面,采用颜色转换方法的显示器被实际使用。颜色转换方法是指对呈现光致发光的物质照射从发光器件发射的光而将该光转换为所希望的颜色光的方式。虽然根据光致发光的效率而其幅度不同,但是采用颜色转换方法的显示器具有如下特征:与简单地减少从发光器件发射的光的滤色片方式的显示器相比,能量损失少,功耗低。

[0009] [专利文献1]日本专利申请公开第2014-207356号公报

[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

[0010] 本发明的一个方式的目的是提供一种新颖发光装置。本发明的一个方式的目的是提供一种发光效率良好的发光装置。本发明的一个方式的目的是提供一种寿命长的发光装置。本发明的一个方式的目的是提供一种驱动电压低的发光装置。

[0011] 本发明的另一个方式的目的是提供一种可靠性高的电子设备或显示装置。本发明的另一个方式的目的是提供一种功耗低的电子设备或显示装置。

[0012] 本发明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发光装置,包括:第一发光器件;以及第一颜色转换层,其中,所述第一发光器件包括阳极、阴极、位于所述阳极与所述阴极之间的EL层,所述EL层包括包含对于波长为467nm的光的折射率为1.75以下的材料的层,所述第一颜色转换层包含吸收光而发光的第一物质,并且,从所述第一发光器件发射的光照射到所述第一颜色转换层。

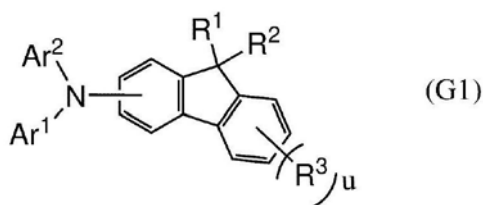
[0014] 本发明的另一个方式是一种发光装置,包括:第一发光器件;以及第一颜色转换层,其中,所述第一发光器件包括阳极、阴极、位于所述阳极与所述阴极之间的EL层,所述EL层包括对于波长为467nm的光的折射率为1.75以下的层,所述第一颜色转换层包含吸收光而发光的第一物质,并且,从所述第一发光器件发射的光照射到所述第一颜色转换层。

[0015] 本发明的另一个方式是一种发光装置,包括:第一发光器件;以及第一颜色转换层,其中,所述第一发光器件包括阳极、阴极、位于所述阳极与所述阴极之间的EL层,所述EL层包括发光层及空穴注入层,所述空穴注入层以与所述阳极接触的方式设置,所述空穴注入层包含对于波长为467nm的光的折射率为1.75以下的有机化合物,所述第一颜色转换层包含吸收光而发光的第一物质,并且,从所述第一发光器件发射的光照射到所述第一颜色转换层。

[0016] 本发明的另一个方式是一种具有上述结构的发光装置,所述对于波长为467nm的光的折射率为1.75以下的有机化合物是具有第一芳香环、第二芳香环及第三芳香环的单胺化合物,所述第一芳香环、所述第二芳香环及所述第三芳香环与所述单胺化合物的氮原子键合,并且在分子内的总碳原子数中由 sp^3 杂化轨道形成键合的碳原子的比率为23%以上且55%以下。

[0017] 本发明的另一个方式是一种具有上述结构的发光装置,所述对于波长为467nm的光的折射率为1.75以下的有机化合物为由下述通式(G1)表示的有机化合物。

[0018] [化学式1]



[0019] 注意,在上述通式(G1)中,Ar¹、Ar²分别独立地表示具有苯环的取代基或两个或三个苯环彼此键合的取代基。注意,Ar¹和Ar²中的一方或双方具有一个或多个的碳原子只由sp³杂化轨道形成键合的碳原子数为1至12的烃基,与Ar¹及Ar²键合的所述烃基所包含的碳原子的总数为8以上,并且与Ar¹和Ar²中的至少一个键合的所述烃基所包含的碳原子的总数为6以上。注意,在作为所述烃基与Ar¹或Ar²键合多个碳原子数为1或2的直链烷基时,该直链烷基也可以彼此键合形成环。此外,在上述通式(G1)中,R¹及R²分别独立地表示碳原子数为1至4的烷基。注意,R¹及R²也可以彼此键合形成环。另外,R³表示碳原子数为1至4的烷基,u为0至4的整数。

[0020] 本发明的另一个方式是一种发光装置,包括:第一发光器件;以及第一颜色转换层,其中,所述第一发光器件包括阳极、阴极、位于所述阳极与所述阴极之间的EL层,所述EL层包括发光层及电子传输层,所述电子传输层位于所述发光层与所述阴极之间,所述电子传输层包含对于波长为467nm的光的折射率为1.75以下的材料,所述第一颜色转换层包含吸收光而发光的第一物质,并且,从所述第一发光器件发射的光照射到所述第一颜色转换层。

[0021] 本发明的另一个方式是一种具有上述结构的发光装置,所述折射率为1.75以下的材料为具有电子传输性的有机化合物和无机化合物的混合材料,并且所述无机化合物为碱金属的氟化物或碱土金属的氟化物。

[0022] 本发明的另一个方式是一种具有上述结构的发光装置,所述无机化合物为碱金属,并且所述电子传输层中的所述无机化合物的浓度为50vol%以上。

[0023] 本发明的另一个方式是一种具有上述结构的发光装置,所述无机化合物为碱金属,并且所述电子传输层中的所述无机化合物的浓度为50vol%以上且小于95vol%。

[0024] 本发明的另一个方式是一种具有上述结构的发光装置,所述电子传输层中的所述无机化合物的浓度为20vol%以上。

[0025] 本发明的另一个方式是一种具有上述结构的发光装置,包括:第一发光器件;以及第一颜色转换层,所述第一发光器件包括阳极、阴极、位于所述阳极与所述阴极之间的EL层,所述EL层包括空穴注入层、发光层、电子传输层,所述空穴注入层位于所述阳极与所述发光层之间,所述电子传输层位于所述发光层与所述阴极之间,所述空穴注入层包含对于波长为467nm的光的折射率为1.75以下的有机化合物,所述电子传输层包含对于波长为467nm的光的折射率为1.75以下的材料,所述第一颜色转换层包含吸收光而发光的第一物质,并且,从所述第一发光器件发射的光照射到所述第一颜色转换层。

[0026] 本发明的另一个方式是一种具有上述结构的发光装置,从所述第一发光器件得到的发射光谱的峰波长为440nm以上且520nm以下。

[0027] 本发明的另一个方式是一种发光装置,包括:第一发光器件;以及第一颜色转换层,其中,所述第一发光器件包括阳极、阴极、位于所述阳极与所述阴极之间的EL层,所述EL

层包括空穴注入层、发光层、电子传输层,所述空穴注入层位于所述阳极与所述发光层之间,所述电子传输层位于所述发光层与所述阴极之间,所述空穴注入层包含对于波长为467nm的光的折射率为1.75以下的有机化合物,所述电子传输层包含对于波长为467nm的光的折射率为1.75以下的材料,所述第一颜色转换层包含吸收而发光的第一物质,并且,从所述第一发光器件发射的光照射到所述第一颜色转换层。

[0028] 本发明的另一个方式是一种具有上述结构的发光装置,所述第一物质为量子点。

[0029] 本发明的另一个方式是一种具有上述结构的发光装置,所述第一发光器件具有微腔结构。

[0030] 本发明的另一个方式是一种具有上述结构的发光装置,所述发光装置还包括第二发光器件、第三发光器件、第二颜色转换层,所述第二发光器件及所述第三发光器件具有与所述第一发光器件相同的结构,所述第二颜色转换层包含吸收光而发光的第二物质,所述第一物质的发射光谱的峰波长与所述第二物质的发射光谱的峰波长不同,并且从所述第二发光器件发射的光照射到所述第二颜色转换层。

[0031] 本发明的另一个方式是一种具有上述结构的发光装置,所述第二物质为量子点。

[0032] 本发明的另一个方式是一种具有上述结构的发光装置,所述第一物质的发射光谱的峰波长为500nm以上且600nm以下,并且所述第二物质的发射光谱的峰波长为600nm以上且750nm以下。

[0033] 本发明的另一个方式是一种具有上述结构的发光装置,所述发光装置还包括第四发光器件、第三颜色转换层,所述第四发光器件具有与所述第一发光器件相同的结构,所述第三颜色转换层包含吸收光而发光的第三物质,所述第三物质的发射光谱的峰波长为560nm以上且610nm以下,并且从所述第四发光器件发射的光照射到所述第三颜色转换层。

[0034] 本发明的另一个方式是一种具有上述结构的发光装置,所述第三物质包含稀土元素。

[0035] 本发明的另一个方式是一种具有上述结构的发光装置,所述稀土元素为铕、铽和钇中的至少一个。

[0036] 本发明的另一个方式是一种具有上述结构的发光装置,所述第三物质为量子点。

[0037] 本发明的另一个方式是一种具有上述结构的发光装置,从所述第三颜色转换层得到的发射光谱具有两个峰。

[0038] 本发明的另一个方式是一种具有上述结构的发光装置,从所述第三颜色转换层得到的发光为白色发光。

[0039] 本发明的另一个方式是一种具有上述结构的发光装置,所述发光器件包括多个发光层。

[0040] 本发明的另一个方式是一种具有上述结构的发光装置,所述多个发光层之间包括电荷产生层。

[0041] 本发明的另一个方式是一种具有上述结构的发光装置,所述第一发光器件发射蓝光。

[0042] 本发明的另一个方式是一种具有上述结构的发光装置,所述发光装置包括滤色片,并且所述第一颜色转换层位于所述第一发光器件与所述滤色片之间。

[0043] 本发明的另一个方式是一种电子设备,包括:上述任意项所述的发光器件;以及传

感器、操作按钮、扬声器和麦克风中的至少一个。

[0044] 本发明的另一个方式是一种发光装置,包括:上述任意项所述的发光器件;以及晶体管和衬底中的至少一个。

[0045] 本发明的另一个方式是一种照明装置,包括:上述任意项所述的发光器件;以及外壳。

[0046] 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: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。

[0047] 本发明的一个方式可以提供一种新颖发光装置。本发明的一个方式可以提供一种发光效率良好的发光装置。本发明的一个方式可以提供一种寿命长的发光装置。本发明的一个方式可以提供一种驱动电压低的发光装置。

[0048] 本发明的另一个方式可以提供一种可靠性高的电子设备或显示装置。本发明的另一个方式可以提供一种功耗低的电子设备或显示装置。

[0049] 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

[0050] 图1A、图1B及图1C是发光装置的示意图;

图2A、图2B及图2C是发光器件的示意图;

图3是发光器件的示意图;

图4A、图4B及图4C是发光装置的示意图;

图5A、图5B及图5C是发光装置的示意图;

图6A及图6B是无源矩阵型发光装置的示意图;

图7A及图7B是有源矩阵型发光装置的示意图;

图8A及图8B是有源矩阵型发光装置的示意图;

图9是有源矩阵型发光装置的示意图;

图10A、图10B1、图10B2及图10C是示出电子设备的图;

图11A、图11B及图11C是示出电子设备的图;

图12是示出车载显示装置及照明装置的图;

图13A及图13B是示出电子设备的图;

图14A、图14B及图14C是示出电子设备的图;

图15是测量dchPAF的折射率的数据;

图16是测量chBichPAF的折射率的数据;

图17是测量dchPASchF的折射率的数据;

图18是测量chBichPASchF的折射率的数据;

图19是测量SchFB1chP的折射率的数据;

图20是测量mmtBuBichPAF的折射率的数据；
图21是测量dmmtBuBiAF的折射率的数据；
图22是测量mmtBuBimmtBuPAF的折射率的数据；
图23是测量dchPAPrF的折射率的数据；
图24是测量mmchBichPAF的折射率的数据；
图25是测量mmtBumTPchPAF的折射率的数据；
图26是测量CdoPchPAF的折射率的数据；
图27是示出用于计算的发射光谱的图；
图28是示出计算颜色转换层(QD层)的折射率与到达颜色转换层的光量的关系的结果的图；
图29是示出发光器件1及发光器件2的亮度-电流密度特性的图；
图30是示出发光器件1及发光器件2的电流效率-亮度特性的图；
图31是示出发光器件1及发光器件2的亮度-电压特性的图；
图32是示出发光器件1及发光器件2的电流-电压特性的图；
图33是示出发光器件1及发光器件2的蓝色指标-亮度特性的图；
图34是示出发光器件1及发光器件2的发射光谱的图；
图35是示出dchPAF及PCBBiF的折射率的图。

具体实施方式

[0051] 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。

[0052] 实施方式1

近年来,使用量子点(QD:Quantum dot)的颜色转换技术已在液晶显示器等领域得到实际应用。QD是其尺寸为几nm的半导体纳米晶,并包括 1×10^3 个至 1×10^6 个左右的原子。在QD中封闭有电子、空穴及激子,因此产生离散的能量状态,且能量移动依赖于其尺寸。也就是说,即使是包括相同的物质的量子点也根据尺寸具有不同的发光波长,所以通过改变所使用的QD的尺寸,可以容易调整发光波长。

[0053] 此外,因为QD的分散性限制相位弛豫,所以QD的发射光谱的峰宽窄。由此,可以得到色纯度高的发光。也就是说,通过使用使用了QD的颜色转换层,可以获得具有高色纯度的发光,可以获得覆盖色域Rec.2020的发光,该Rec.2020是使用BT.2020标准及BT.2100标准标准化的色域。

[0054] 与使用有机化合物的发光物质的颜色转换层一样,使用QD的颜色转换层通过光致发光将发光器件的光转换为具有更长波长的光,该光致发光吸收从发光器件发出的光并重新发出光。因此,当将颜色转换层用作显示器时,采用如下结构:从发光器件获得再现全彩色所需的三种原色中波长最短的蓝光,并且通过颜色转换获得绿光和红光。

[0055] 也就是说,在采用颜色转换方式的显示器中,所使用的蓝色发光器件的特性支配大部分特性,因此需要具有更好特性的蓝色发光器件。

[0056] 如图1A所示,本发明的一个方式的发光装置具有包括发光器件207和颜色转换层205的像素208,从发光器件207射出的光入射到颜色转换层205。发光器件207在第一电极201与第二电极203之间具有EL层202。另外,颜色转换层205优选包含量子点并能够吸收入射的光而射出预定波长的光。当颜色转换层205包含量子点时,可以获得发射光谱的峰宽度窄且色纯度好的发光。

[0057] 上述颜色转换层205包含能够吸收入射的光而射出预定的波长的光的物质。作为该能够吸收入射的光而射出预定波长的光的物质,可以使用显示光致发光的无机材料及有机材料等各种各样的发光物质。尤其是为无机材料的量子点(QD)可以获得上述发射光谱的峰宽度窄且色纯度好的发光。另外,当QD为无机物质时,具有高固有稳定性且理论内部量子效率几乎为100%,从上述理由来看也是非常合适的。

[0058] 包含量子点的颜色转换层205可以通过涂敷分散有量子点溶剂并对其进行干燥、焙烧而形成。另外,还开发了预先分散有量子点的薄片。各颜色的分别涂敷可以通过如下方法来进行:喷墨等液滴喷射法或印刷法;或者,将溶剂涂敷到形成面,进行干燥、焙烧、固化等使其固化之后利用光刻等进行蚀刻。

[0059] 作为量子点,可以举出第14族元素、第15族元素、第16族元素、包含多个第14族元素的化合物、属于第4族至第14族的元素和第16族元素的化合物、第二族元素和第16族元素的化合物、第13族元素和第15族元素的化合物、第13族元素和第17族元素的化合物、第14族元素和第15族元素的化合物、第11族元素和第17族元素的化合物、氧化铁类、氧化钛类、硫系尖晶石(spinel chalcogenide)类、各种半导体簇、金属卤化物钙钛矿材料等纳米尺寸粒子。

[0060] 具体而言,可以举出硒化镉(CdSe)、硫化镉(CdS)、碲化镉(CdTe)、硒化锌(ZnSe)、氧化锌(ZnO)、硫化锌(ZnS)、碲化锌(ZnTe)、硫化汞(HgS)、硒化汞(HgSe)、碲化汞(HgTe)、砷化铟(InAs)、磷化铟(InP)、砷化镓(GaAs)、磷化镓(GaP)、氮化铟(InN)、氮化镓(GaN)、锑化铟(InSb)、锑化镓(GaSb)、磷化铝(AlP)、砷化铝(AlAs)、锑化铝(AlSb)、硒化铅(II)(PbSe)、碲化铅(II)(PbTe)、硫化铅(II)(PbS)、硒化铟(In₂Se₃)、碲化铟(In₂Te₃)、硫化铟(In₂S₃)、硒化镓(Ga₂Se₃)、硫化砷(III)(As₂S₃)、硒化砷(III)(As₂Se₃)、碲化砷(III)(As₂Te₃)、硫化锑(III)(Sb₂S₃)、硒化锑(III)(Sb₂Se₃)、碲化锑(III)(Sb₂Te₃)、硫化铋(III)(Bi₂S₃)、硒化铋(III)(Bi₂Se₃)、碲化铋(III)(Bi₂Te₃)、硅(Si)、碳化硅(SiC)、锗(Ge)、锡(Sn)、硒(Se)、碲(Te)、硼B、碳C、磷(P)、氮化硼(BN)、磷化硼(BP)、砷化硼(BAs)、氮化铝(AlN)、硫化铝(Al₂S₃)、硫化钡(BaS)、硒化钡(BaSe)、碲化钡(BaTe)、硫化钙(CaS)、硒化钙(CaSe)、碲化钙(CaTe)、硫化铍(BeS)、硒化铍(BeSe)、碲化铍(BeTe)、硫化镁(MgS)、硒化镁(MgSe)、硫化锗(GeS)、硒化锗(GeSe)、碲化锗(GeTe)、硫化锡(IV)(SnS₂)、硫化锡(II)(SnS)、硒化锡(II)(SnSe)、碲化锡(II)(SnTe)、氧化铅(II)(PbO)、氟化铜(I)(CuF)、氯化铜(I)(CuCl)、溴化铜(I)(CuBr)、碘化铜(I)(CuI)、氧化铜(I)(Cu₂O)、硒化铜(I)(Cu₂Se)、氧化镍(II)(NiO)、氧化钴(II)(CoO)、硫化钴(II)(CoS)、四氧化三铁(Fe₃O₄)、硫化铁(II)(FeS)、氧化锰(II)(MnO)、硫化钼(IV)(MoS₂)、氧化钒(II)(VO)、氧化钒(IV)(VO₂)、氧化钨(IV)(WO₂)、氧化钽(V)(Ta₂O₅)、氧化钛(TiO₂、Ti₂O₅、Ti₂O₃、Ti₅O₉等)、氧化锆(ZrO₂)、氮化硅(Si₃N₄)、氮化锗(Ge₃N₄)、氧化铝(Al₂O₃)、钛酸钡(BaTiO₃)、硒锌镉的化合物(CdZnSe)、铟砷磷的化合物(InAsP)、镉硒碲的化合物(CdSeS)、镉硒碲的化合物(CdSeTe)、铟镓砷的化合物(InGaAs)、铟镓硒的化合

物(InGaSe)、铟硒硫化合物(InSeS)、铜铟硫的化合物(例如,CuInS₂)以及它们的组合等,但是不局限于此。此外,也可以使用以任意比率表示组成的所谓的合金型量子点。例如,因为由CdS_xSe_(1-x)(x为0至1的任意数)表示的合金型量子点可以通过改变x来改变发光波长,所以是得到蓝色发光的有效手段之一。

[0061] 作为量子点的结构,有核型、核壳(Core Shell)型、核多壳(Core Multishell)型等。可以使用上述任一个,但是通过使用覆盖核且具有更宽的带隙的其他无机材料来形成壳,可以减少存在于纳米晶表面上的缺陷或悬空键的影响,从而可以大幅度地提高发光的量子效率。由此,优选使用核壳型或核多壳型的量子点。作为壳的材料例子,可以举出硫化锌(ZnS)或氧化锌(ZnO)。

[0062] 此外,在量子点中,由于表面原子的比例高,因此反应性高而容易发生聚集。因此,量子点的表面优选附着有保护剂或设置有保护基。由此可以防止聚集并提高对溶剂的溶解性。此外,还可以通过降低反应性来提高电稳定性。作为保护剂(或保护基),例如可以举出:月桂醇聚氧乙烯醚、聚氧乙烯硬脂基醚、聚氧乙烯硬脂基醚等的聚氧乙烷基醚类;三丙基膦、三丁基膦、三己基膦、三辛基膦等的三烷基膦类;聚氧乙烯n-辛基苯基醚、聚氧乙烯n-壬基苯基醚等的聚氧乙烷基苯基醚类;三(n-己基)胺、三(n-辛基)胺、三(n-癸基)胺等的叔胺类;三丙基氧化膦、三丁基氧化膦、三己基氧化膦、三辛基氧化膦、三癸基氧化膦等的有机磷化合物;聚乙二醇二月桂酸酯、聚乙二醇二硬脂酸酯等的聚乙二醇二酯类;吡啶、卢惕啶、紫堇定酚、喹啉类等的含氮芳香化合物等的有机氮化合物;己基胺、辛基胺、癸基胺、十二烷基胺、十四烷基胺、十六烷基胺、十八烷基胺等的氨基链烷类;二丁基硫醚等的二烷基硫醚类;二甲亚砷、二丁亚砷等的二烷亚砷类;噻吩等的含硫芳香化合物等的有机硫化合物;棕榈酸、硬脂酸、油酸等的高级脂肪酸;乙醇类;失水山梨醇脂肪酸酯类;脂肪酸改性聚酯类;叔胺类改性聚氨酯类;聚乙烯亚胺类等。

[0063] 当颜色转换层205包含的物质为QD时,QD具有从自身的发光波长附近至短波长一侧越是短波长的光吸收强度越高的连续的吸收光谱。为此,当需要多种发光颜色的显示器时,各颜色的像素的发光器件包含的发光中心物质可以为相同物质,如图1B所示,不必为像素的每种颜色分别制造发光器件,所以可以以相对较低的成本制造发光装置。

[0064] 在图1B中,作为一个例子示出显示蓝色、绿色、红色的三种颜色的光的像素。附图标记208B是显示蓝色发光的第一像素。第一像素208B包括第一电极201B和第二电极203,其中一个为阳极,另一个为阴极。此外,一个为反射电极,另一个为半透射·半反射电极。同样地,图中示出的显示绿色发光的第二像素208G及显示红色发光的第三像素208R分别包括第一电极201G及第二电极203、第一电极201R及第二电极203。图1B中示出第一电极201B、201G及201R为反射电极且为阳极而第二电极203为半透射·半反射电极的结构。第一电极201B至第一电极201R形成在绝缘体200上。另外,为了防止相邻像素的光混合,优选在像素与像素间设置有黑矩阵206。黑矩阵206也可以用作利用喷墨法等形成颜色转换层时的堤(bank)。

[0065] 在图1C中,示出显示蓝色、绿色、红色及白色的四种颜色的光的像素。附图标记208W是显示白色发光的第四像素。第四像素208W包括第一电极201W和第二电极203,其中一个为阳极,另一个为阴极。此外,其中一个可以为反射电极,另一个可以为半透射·半反射电极。第一电极201W形成在绝缘体200上。另外,为了防止相邻像素的光混合,优选在像素与

像素间设置有黑矩阵206。黑矩阵206也可以用作利用喷墨法等形成颜色转换层时的堤(bank)。

[0066] 第一像素208B至第四像素208W中的第一电极201B、201G、201R、201W与第二电极203间夹有EL层202。虽然EL层202被共用于第一像素208B至第四像素208W中,但是也可以彼此分开地设置,在多个像素中共用EL层更易于制造在成本方面是有利的。另外,通常EL层202由功能不同的多个层构成,但是也可以采用一部分被多个像素共用一部分在各像素中彼此独立的结构。

[0067] 第一像素208B至第四像素208W包括由第一电极、第二电极及EL层构成的第一发光器件207B、第二发光器件207G、第三发光器件207R及第四发光器件207W。图1B及图1C中示出第一像素208B至第四像素208W包括共用的EL层202的结构。

[0068] 在第一发光器件207B至第四发光器件207W中,通过使第一电极与第二电极中的一方为反射电极另一方为半透射·半反射电极,可以形成具有微腔结构的发光器件。能够产生谐振的波长由反射电极表面与半透射·半反射电极表面的光学距离209决定。假想要使其产生谐振的波长为 λ 时,可以通过使该光学距离209为 $\lambda/2$ 的整数倍来对波长 λ 的光进行放大。另外,可以通过调整EL层的空穴注入层、空穴传输层以及作为电极的一部分形成于反射电极上的透明电极层等,来调整光学距离209。图1B及图1C的发光装置中EL层被第一发光器件207B至第四发光器件207W共用且发光中心物质也相同,因此发光器件的光学距离209在第一像素208B至第四像素208W中也一样,由此可以容易地形成。注意,当对各像素分别形成EL层202时,可以根据来自该EL层的光形成光学距离209。

[0069] 保护层204设置在第二电极203上。保护层204是为了保护第一发光器件207B至第四发光器件207W免受对其不好的物质或环境的影响而设置的。作为保护层204,可以使用氧化物、氮化物、氟化物、硫化物、三元化合物、金属或聚合物等。例如,该材料可以含有氧化铝、氧化钪、硅酸钪、氧化镧、氧化硅、钛酸锶、氧化钽、氧化钛、氧化锌、氧化铌、氧化锆、氧化锡、氧化钇、氧化铈、氧化钆、氧化铟、氧化钒、氧化铷、氮化铝、氮化钪、氮化硅、氮化钽、氮化钛、氮化铌、氮化钼、氮化锆、氮化镓、含有钛及铝的氮化物、含有钛及铝的氧化物、含有铝及锌的氧化物、含有锰及锌的硫化物、含有铈及锶的硫化物、含有铟及铝的氧化物、含有铌及锆的氧化物等。

[0070] 注意,通过具有适当的折射率的树脂接合颜色转换层与发光器件,更大量的从发光层射出的光可以到达颜色转换层。其结果是,颜色转换层的发光变强,因此可以制造高效率的发光装置。上述具有适当的折射率的树脂可以兼作保护层204或另外设置在保护层204与颜色转换层之间。注意,该树脂的折射率优选为1.4至2.0,更优选为1.7至1.9。通过高折射率的层存在于透明电极与颜色转换层之间,可以降低因薄膜模式导致的光的损失,因此可以得到更高的效率的发光装置。

[0071] 注意,由于第一像素208B不经过颜色转换层发射光,所以优选其为发射光的三原色中能量最高的蓝光的像素。另外,出于同样的理由,当使第一发光器件207B至第四发光器件207W的发光为同一颜色时,优选为蓝色发光。在这种情况下,这些发光器件包含的发光中心物质为相同物质,因此在成本方面是有利的,但是也可以使用不同发光中心物质。

[0072] 另外,像这样不为像素的每种颜色分别制造发光器件时,优选该发光器件包含的发光中心物质的发光优选为蓝色发光(发光光谱的峰波长为440nm至520nm,优选为420nm至

480nm左右)。发光中心物质的发光光谱的峰波长利用溶液状态的PL光谱算出。构成发光器件的EL层的有机化合物的相对介电常数为3左右,为了避免与发光器件的发射光谱不一致,优选使所述发光中心物质变为溶液状态而使用的溶剂的相对介电常数在室温下为1以上且10以下,更优选为2以上且5以下。作为具体例子,可以举出己烷、苯、甲苯、二乙醚、乙酸乙酯、氯仿、氯苯、二氯甲烷。另外,更优选的是室温下的相对介电常数为2以上且5以下的具有高溶解性的通用溶剂。例如,优选的是甲苯或氯仿。

[0073] 颜色转换层205G包含吸收第二发光器件207G的光而发光的物质。来自第二发光器件207G的发光入射到颜色转换层205G并被转变为波长长的绿色光(发射光谱的峰波长为500nm至600nm,优选为500nm至560nm)射出。附图标记205R同样地也是颜色转换层,颜色转换层205R包含吸收来自第三发光器件207R的光而发光的物质。来自第三发光器件207R的发光入射到颜色转换层205R并转换为波长长的红色光(发射光谱的峰波长为600nm至750nm,优选为610nm至700nm左右)射出。颜色转换层205G及颜色转换层205R优选充分吸收来自发光器件的光,以尽量不透过来自发光器件的光的程度的浓度包含QD等进行颜色转换的物质。

[0074] 附图标记205W同样地也是颜色转换层,颜色转换层205W包含吸收来自第四发光器件207W的光的发光物质。来自第四发光器件207W的发光入射到颜色转换层205W并转换为波长长的黄色光(发射光谱的峰波长为560nm至610nm左右,优选为580nm至595nm)射出。颜色转换层205W包含铕、铽和钇等稀土元素中的至少一个或多个,可以高效地将蓝色发光转换为黄色发光。颜色转换层205W包含适当地透过来自发光器件的光的程度进行颜色转换的物质,通过被颜色转换层205W转换的光与透过颜色转换层205W的来自发光器件的光混在一起呈现白色发光。

[0075] 注意,这些像素还可以分别具有滤色片。

[0076] 在具有这种结构的发光装置中,到达颜色转换层的光量是以因电极等的吸收导致的光学损失、因倏逝模式导致的光学损失、因接合的树脂与发光器件的折射率的差异造成的陷光导致的光学损失的部分减少的量。因此,需要降低这些损失。

[0077] 发光器件207具有图2A至图2C所示的结构。以下说明用于本发明的一个方式的发光装置的发光器件。

[0078] 图2A所示的发光器件包括第一电极101、第二电极102、EL层103,该EL层至少包含由折射率低材料形成的层,包含由该折射率为发光中心物质呈现的蓝色发光(发射光谱的峰波长为440nm至520nm,优选为420nm至480nm左右)的折射率,例如对于波长为467nm的光的折射率为1.75以下的材料形成的层。

[0079] EL层103包括发光层113,除了空穴注入层111及/或空穴传输层112、电子传输层114及/或电子注入层115以外还可以包括各种功能层。发光层113包含发光材料,发光器件207从该发光材料得到发光。发光层113也可以包含主体材料及其他材料。由对于波长为467nm的光的折射率为1.75以下的材料形成的层也可以为发光层113以外的任意层,优选为空穴注入层111、空穴传输层112和电子传输层114中的任一个或多个。通过折射率低的层存在EL层内部,在器件内部作为光学损失光消失的倏逝模式及薄膜模式得到抑制,光提取效率得到提高。因此,可以得到外部量子效率优良的发光器件。注意,折射率低的层优选设置得比发光层更靠近射出光的电极一侧。

[0080] 接着,对上述发光器件的详细的结构和材料的例子进行说明。本发明的一个方式的发光器件如上所述在第一电极101与第二电极102这一对电极间包括具有多个层的EL层103,该EL层103的任意层中包括对于波长为467nm的光的折射率为1.75以下,优选为1.65以下的层,或者由对于波长为467nm的光的折射率为1.75以下,优选为1.65以下的材料形成的层。折射率低时光学损失降低而发光器件的光提取效率得到提高,所以折射率优选为1.74以下,更优选为1.73以下,更优选为1.72以下,更优选为1.71以下,更优选为1.70以下,更优选为1.69以下,更优选为1.68以下,更优选为1.67以下,进一步优选为1.66以下,更进一步优选为1.65以下。注意,该折射率为寻常光折射率或寻常光折射率与异常光折射率的平均折射率。

[0081] 第一电极101优选使用功函数大(具体为4.0eV以上)的金属、合金、导电化合物以及它们的混合物等形成。具体地,例如可以举出氧化铟-氧化锡(ITO:Indium Tin Oxide,铟锡氧化物)、包含硅或氧化硅的氧化铟-氧化锡、氧化铟-氧化锌、包含氧化钨及氧化锌的氧化铟(IWZO)等。虽然通常通过溅射法形成这些导电金属氧化物膜,但是也可以应用溶胶-凝胶法等来形成。作为形成方法的例子,可以举出使用对氧化铟添加有1wt%至20wt%的氧化锌的靶材通过溅射法形成氧化铟-氧化锌的方法等。另外,可以使用对氧化铟添加有0.5wt%至5wt%的氧化钨和0.1wt%至1wt%的氧化锌的靶材通过溅射法形成包含氧化钨及氧化锌的氧化铟(IWZO)。另外,可以举出金(Au)、铂(Pt)、镍(Ni)、钨(W)、铬(Cr)、钼(Mo)、铁(Fe)、钴(Co)、铜(Cu)、钯(Pd)或金属材料的氮化物(例如,氮化钛)等。此外,也可以使用石墨烯。另外,通过将后面说明的复合材料用于EL层103中的接触于第一电极101的层,可以在选择电极材料时无需顾及功函数。

[0082] EL层103优选具有叠层结构,对该叠层结构没有特别的限制,如上所述可以采用空穴注入层、空穴传输层、电子传输层、电子注入层、载流子阻挡层、激子阻挡层、电荷产生层等各种层结构。在本实施方式中,说明如下两种结构:如图2A所示,包括空穴注入层111、空穴传输层112、发光层113、电子传输层114及电子注入层115的结构;以及如图2B所示,包括空穴注入层111、空穴传输层112、发光层113、电子传输层114及电子注入层115、电荷产生层116的结构。下面具体地示出构成各层的材料。

[0083] 空穴注入层111是含有具有受体性的物质的层。作为具有受体性的物质,可以使用有机化合物和无机化合物。

[0084] 作为具有受体性的物质可以使用具有吸电子基团(卤基或氰基)的化合物,可以举出7,7,8,8-四氰基-2,3,5,6-四氟醌二甲烷(简称:F₄-TCNQ)、氯醌、2,3,6,7,10,11-六氰-1,4,5,8,9,12-六氮杂三亚苯(简称:HAT-CN)、1,3,4,5,7,8-六氟四氰(hexafluorotetracyano)-萘醌二甲烷(naphthoquinodimethane)(简称:F₆-TCNNQ)、2-(7-二氰基亚甲基-1,3,4,5,6,8,9,10-八氟-7H-茈-2-亚基)丙二腈等。尤其是,吸电子基团键合于具有多个杂原子的稠合芳香环的化合物诸如HAT-CN等热稳定,所以是优选的。另外,包括吸电子基团(尤其是如氟基等卤基、氰基)的[3]轴烯衍生物的电子接收性非常高所以特别优选的,具体而言,可以举出: $\alpha, \alpha', \alpha''$ -1,2,3-环烷三亚基(ylidene)三[4-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。作为具有受主性的物质,除了上述有机化合物以外也可以使用钼氧化物、钒氧化物、钽氧化物、钨氧化物、锰氧化物等无

机化合物。另外,也可以使用酞菁类配合物化合物如酞菁(简称:H₂Pc)、铜酞菁(CuPc)等;芳香胺化合物如4,4'-双[N-(4-二苯基氨基苯基)-N-苯基氨基]联苯(简称:DPAB)、N,N'-双{4-[双(3-甲基苯基)氨基]苯基}-N,N'-二苯基-(1,1'-联苯)-4,4'-二胺(简称:DNTPD)等;或者高分子化合物如聚(3,4-乙烯二氧噻吩)/聚(苯乙烯磺酸)(简称:PEDOT/PSS)等来形成空穴注入层111。具有受主性的物质借助于施加电场而能够从邻接的空穴传输层(或空穴传输材料)抽出电子。

[0085] 另外,作为空穴注入层111,可以使用在具有空穴传输性的材料中含有上述受体物质的复合材料。注意,通过使用在具有空穴传输性的材料中含有受体物质的复合材料,在选择形成电极的材料时可以无需顾及电极的功函数。换言之,作为第一电极101,不仅可以使使用功函数高的材料,还可以使用功函数低的材料。

[0086] 作为用于复合材料的具有空穴传输性的材料,可以使用各种有机化合物如芳香胺化合物、咪唑衍生物、芳香烃基团、高分子化合物(低聚物、树枝状聚合物、聚合物等)等。作为用于复合材料的具有空穴传输性的物质,优选使用空穴迁移率为 $1 \times 10^{-6} \text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上的物质。以下,具体地列举可以用作复合材料中的具有空穴传输性的材料的有机化合物。

[0087] 作为可以用于复合材料的芳香胺化合物,可以举出N,N'-二(对甲苯基)-N,N'-二苯基-对亚苯基二胺(简称:DTDPPA)、4,4'-双[N-(4-二苯基氨基苯基)-N-苯基氨基]联苯(简称:DPAB)、N,N'-双{4-[双(3-甲基苯基)氨基]苯基}-N,N'-二苯基-(1,1'-联苯)-4,4'-二胺(简称:DNTPD)、1,3,5-三[N-(4-二苯基氨基苯基)-N-苯基氨基]苯(简称:DPA3B)等。作为咪唑衍生物,可以具体地举出3-[N-(9-苯基咪唑-3-基)-N-苯基氨基]-9-苯基咪唑(简称:PCzPCA1)、3,6-双[N-(9-苯基咪唑-3-基)-N-苯基氨基]-9-苯基咪唑(简称:PCzPCA2)、3-[N-(1-萘基)-N-(9-苯基咪唑-3-基)氨基]-9-苯基咪唑(简称:PCzPCN1)、4,4'-二(N-咪唑基)联苯(简称:CBP)、1,3,5-三[4-(N-咪唑基)苯基]苯(简称:TCPB)、9-[4-10-苯基蒽-9-基]-苯基]-9H-咪唑基(简称:CzPA)、1,4-双[4-(N-咪唑基)苯基]-2,3,5,6-四苯基苯等。作为芳烃,例如可以举出2-叔丁基-9,10-二(2-萘基)蒽(简称:t-BuDNA)、2-叔丁基-9,10-二(1-萘基)蒽、9,10-双(3,5-二苯基苯基)蒽(简称:DPPA)、2-叔丁基-9,10-双(4-苯基苯基)蒽(简称:t-BuDBA)、9,10-二(2-萘基)蒽(简称:DNA)、9,10-二苯基蒽(简称:DPAnth)、2-叔丁基蒽(简称:t-BuAnth)、9,10-双(4-甲基-1-萘基)蒽(简称:DMNA)、2-叔丁基-9,10-双[2-(1-萘基)苯基]蒽、9,10-双[2-(1-萘基)苯基]蒽、2,3,6,7-四甲基-9,10-二(1-萘基)蒽、2,3,6,7-四甲基-9,10-二(2-萘基)蒽、9,9'-联蒽、10,10'-二苯基-9,9'-联蒽、10,10'-双(2-苯基苯基)-9,9'-联蒽、10,10'-双[(2,3,4,5,6-五苯基)苯基]-9,9'-联蒽、蒽、并四苯、红荧烯、花、2,5,8,11-四(叔丁基)花等。另外,除此之外,还可以使用并五苯、晕苯等。另外,也可以具有乙烯基骨架。作为具有乙烯基的芳烃,例如可以举出4,4'-双(2,2-二苯基乙烯基)联苯(简称:DPVBi)、9,10-双[4-(2,2-二苯基乙烯基)苯基]蒽(简称:DPVPA)等。此外,也可以使用本发明的一个方式的有机化合物。

[0088] 此外,也可以使用聚(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)等高分子化合物。

[0089] 作为用于复合材料的具有空穴传输性的材料,更优选具有咪唑骨架、二苯并咪唑

骨架、二苯并噻吩骨架及蒽骨架中的任意个。尤其是,可以为具有包括二苯并呋喃环或二苯并噻吩环的取代基的芳香胺、包括萘环的芳香单胺、或者9-苄基通过亚芳基键合于胺的氮原子的芳香单胺。注意,当这些第二有机化合物是包括N,N-双(4-联苯)氨基的物质时,可以制造寿命良好的发光器件,所以是优选的。作为上述第二有机化合物,具体而言,可以举出N-(4-联苯)-6,N-二苯基苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃-8-胺(简称:BnfABP)、N,N-双(4-联苯)-6-苯基苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃-8-胺(简称:BBABnf)、4,4'-双(6-苯基苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃-8-基)-4''-苯基三苯基胺(简称:BnfBB1BP)、N,N-双(4-联苯)苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃-6-胺(简称:BBABnf(6))、N,N-双(4-联苯)苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃-8-胺(简称:BBABnf(8))、N,N-双(4-联苯)苯并[b]萘并[2,3-d]呋喃-4-胺(简称:BBABnf(II)(4))、N,N-双[4-(二苯并呋喃-4-基)苯基]-4-氨基-对三联苯(简称:DBfBB1TP)、N-[4-(二苯并噻吩-4-基)苯基]-N-苯基-4-联苯胺(简称:ThBA1BP)、4-(2-萘基)-4',4''-二苯基三苯基胺(简称:BBAβNB)、4-[4-(2-萘基)苯基]-4',4''-二苯基三苯基胺(简称:BBAβNBi)、4-(2;1'-联萘基-6-基)-4,4''-二苯基三苯基胺(简称:BBAαNβNB)、4,4'-二苯基-4''-(7;1'-联萘基-2-基)三苯基胺(简称:BBAαNβNB-03)、4,4'-二苯基-4''-(7-苯基)萘基-2-基三苯基胺(简称:BBAPβNB-03)、4-(6;2'-联萘基-2-基)-4',4''-二苯基三苯基胺(简称:BBA(βN2)B)、4,4'-二苯基-4''-(7;2'-联萘基-2-基)-三苯基胺(简称:BBA(βN2)B-03)、4-(1;2'-联萘基-4-基)-4',4''-二苯基三苯基胺(简称:BBAβNαNB)、4-(1;2'-联萘基-5-基)-4',4''-二苯基三苯基胺(简称:BBAβNαNB-02)、4-(4-联苯基)-4'-(2-萘基)-4''-苯基三苯基胺(简称:TPBiβNB)、4-(3-联苯基)-4'-[4-(2-萘基)苯基]-4''-苯基三苯基胺(简称:mTPBiβNBi)、4-(4-联苯基)-4'-[4-(2-萘基)苯基]-4''-苯基三苯基胺(简称:TPBiβNBi)、4-(1-萘基)-4'-苯基三苯基胺(简称:αNBA1BP)、4,4'-双(1-萘基)三苯基胺(简称:αNBB1BP)、4,4'-二苯基-4''-[4'-(咪唑-9-基)联苯-4-基]三苯基胺(简称:YGTBi1BP)、4'-[4-(3-苯基-9H-咪唑-9-基)苯基]三(1,1'-联苯-4-基)胺(简称:YGTBi1BP-02)、4-[4'-(咪唑-9-基)联苯-4-基]-4'-(2-萘基)-4''-苯基三苯基胺(简称:YGTBiβNB)、N-[4-(9-苯基-9H-咪唑-3-基)苯基]-N-[4-(1-萘基)苯基]-9,9'-螺双[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'-(9-苯基苄-9-基)三苯基胺(简称:BPAFLP)、4-苯基-3'-(9-苯基苄-9-基)三苯基胺(简称:mBPAFLP)、4-苯基-4'-[4-(9-苯基苄-9-基)苯基]三苯基胺(简称:BPAFLBi)、4-苯基-4'-(9-苯基-9H-咪唑-3-基)三苯基胺(简称:PCBA1BP)、4,4'-二苯基-4''-(9-苯基-9H-咪唑-3-基)三苯基胺(简称:PCBBi1BP)、4-(1-萘基)-4'-(9-苯基-9H-咪唑-3-基)三苯基胺(简称:PCBANB)、4,4'-二(1-萘基)-4''-(9-苯基-9H-咪唑-3-基)三苯基胺(简称:PCBNBB)、N-苯基-N-[4-(9-苯基-9H-咪唑-3-基)苯基]螺-9,9'-二苄-2-胺(简称:PCBASf)、N-(1,1'-联苯-4-基)-9,9-二甲基-N-[4-(9-苯基-9H-咪唑-3-基)苯基]-9H-苄-2-胺(简称:PCBBiF)、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。

[0090] 注意,用于复合材料的具有空穴传输性的材料更优选为HOMO能级为-5.7eV以上且-5.4eV以下的具有较深的HOMO能级的物质。当用于复合材料的具有空穴传输性的材料具有较深的HOMO能级时,空穴容易注入到空穴传输层112,且可以容易得到寿命长的发光器件。

[0091] 注意,通过还对上述复合材料混合碱金属的氟化物、碱土金属的氟化物和氟化烷基中的任一个或多个(优选的是该层中的氟原子的原子比率为20%以上),可以降低该层的折射率。由此,也可以在EL层103内部形成折射率低的层,且可以提高发光器件的外部量子效率。注意,由于上述混合氟化物的复合材料中的氟化物量越增加自旋密度越下降,所以该复合材料的ESR测量时的自旋密度优选为 1.0×10^{18} spins/cm³以上。此外,当在空穴注入层中混合氟化物时,作为受体性物质优选使用无机化合物,尤其优选使用氧化钼。

[0092] 通过作为具有空穴传输性的材料使用1,1-双-(4-双(4-甲基-苯基)-氨基-苯基)-环己烷(简称:TAPC)等折射率低的有机化合物,可以降低空穴注入层111的折射率。

[0093] 通过形成空穴注入层111,可以提高空穴注入性,从而可以得到驱动电压低的发光器件。另外,具有受体性的有机化合物可以利用蒸镀容易地形成,所以是易于使用的材料。

[0094] 空穴传输层112以包含具有空穴传输性的材料的方式形成。具有空穴传输性的材料优选具有 1×10^{-6} cm²/Vs以上的空穴迁移率。

[0095] 作为上述具有空穴传输性的材料,可以举出:4,4'-双[N-(1-萘基)-N-苯基氨基]联苯(简称:NPB)、N,N'-双(3-甲基苯基)-N,N'-二苯基-[1,1'-联苯]-4,4'-二胺(简称:TPD)、4,4'-双[N-(螺-9,9'-二芴-2-基)-N-苯基氨基]联苯(简称:BSPB)、4-苯基-4'-(9-苯基芴-9-基)三苯胺(简称:BPAFLP)、4-苯基-3'-(9-苯基芴-9-基)三苯胺(简称:mBPAFLP)、4-苯基-4'-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯胺(简称:PCBA1BP)、4,4'-二苯基-4''-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯胺(简称:PCBBi1BP)、4-(1-萘基)-4'-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯胺(简称:PCBANB)、4,4'-二(1-萘基)-4''-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯胺(简称:PCBNBB)、9,9-二甲基-N-苯基-N-[4-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)苯基]芴-2-胺(简称:PCBAF)、N-苯基-N-[4-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)苯基]螺-9,9'二芴-2-胺(简称:PCBASF)等具有芳香胺骨架的化合物;1,3-双(N-咔唑基)苯(简称:mCP)、4,4'-二(N-咔唑基)联苯(简称:CBP)、3,6-双(3,5-二苯基苯基)-9-苯基咔唑(简称:CzTP)、3,3'-双(9-苯基-9H-咔唑)(简称:PCCP)等具有咔唑骨架的化合物;4,4',4''-(苯-1,3,5-三基)三(二苯并噻吩)(简称:DBT3P-II)、2,8-二苯基-4-[4-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基]二苯并噻吩(简称:DBTFLP-III)、4-[4-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基]-6-苯基二苯并噻吩(简称:DBTFLP-IV)等具有噻吩骨架的化合物;以及4,4',4''-(苯-1,3,5-三基)三(二苯并呋喃)(简称:DBF3P-II)、4-{3-[3-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基]苯基}二苯并呋喃(简称:mmDBFFLBi-II)等具有呋喃骨架的化合物。其中,具有芳香胺骨架的化合物、具有咔唑骨架的化合物具有良好的可靠性和高空穴传输性并有助于降低驱动电压,所以是优选的。注意,作为构成空穴传输层112的材料也可以适当地使用作为用于空穴注入层111的复合材料的具有空穴传输性的材料举出的物质。

[0096] 发光层113包含发光物质及主体材料。注意,发光层113也可以包含其他材料。此外,也可以为组成不同的两层叠层。

[0097] 发光物质可以是荧光发光物质、磷光发光物质、呈现热活化延迟荧光(TADF)的物质或其他发光物质。在本发明的一个方式中,优选将发光层113用作呈现荧光发光的层,尤

其是,呈现蓝色荧光发光的层。

[0098] 在发光层113中,作为可以用作荧光发光物质的材料,例如可以举出如下物质。注意,除此之外,还可以使用其他荧光发光物质。

[0099] 例如,可以举出5,6-双[4-(10-苯基-9-蒎基)苯基]-2,2'-联吡啶(简称:PAP2BPy)、5,6-双[4'-(10-苯基-9-蒎基)联苯基-4-基]-2,2'-联吡啶(简称:PAPP2BPy)、N,N'-二苯基-N,N'-双[4-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基]苊-1,6-二胺(简称:1,6FLPAPrn)、N,N'-双(3-甲基苯基)-N,N'-双[3-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基]苊-1,6-二胺(简称:1,6mMemFLPAPrn)、N,N'-双[4-(9H-咔唑-9-基)苯基]-N,N'-二苯基二苯乙烯-4,4'-二胺(简称:YGA2S)、4-(9H-咔唑-9-基)-4'-(10-苯基-9-蒎基)三苯胺(简称:YGAPA)、4-(9H-咔唑-9-基)-4'-(9,10-二苯基-2-蒎基)三苯胺(简称:2YGAPPA)、N,9-二苯基-N-[4-(10-苯基-9-蒎基)苯基]-9H-咔唑-3-胺(简称:PCAPA)、二蔡嵌苯、2,5,8,11-四(叔丁基)二蔡嵌苯(简称:TBP)、4-(10-苯基-9-蒎基)-4'-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯胺(简称:PCBAPA)、N,N''-(2-叔丁基蒎-9,10-二基-2,4,1-亚苯基)双[N,N',N'-三苯基-1,4-苯二胺](简称:DPABPA)、N,9-二苯基-N-[4-(9,10-二苯基-2-蒎基)苯基]-9H-咔唑-3-胺(简称:2PCAPPA)、N-[4-(9,10-二苯基-2-蒎基)苯基]-N,N',N'-三苯基-1,4-苯二胺(简称:2DPAPPA)、N,N,N',N',N'',N'',N'''-八苯基二苯并[g,p]蒽(chrysene)-2,7,10,15-四胺(简称:DBC1)、香豆素30、N-(9,10-二苯基-2-蒎基)-N,9-二苯基-9H-咔唑-3-胺(简称:2PCAPA)、N-[9,10-双(1,1'-联苯基-2-基)-2-蒎基]-N,9-二苯基-9H-咔唑-3-胺(简称:2PCABPhA)、N-(9,10-二苯基-2-蒎基)-N,N',N'-三苯基-1,4-苯二胺(简称:2DPAPA)、N-[9,10-双(1,1'-联苯-2-基)-2-蒎基]-N,N',N'-三苯基-1,4-苯二胺(简称:2DPABPhA)、9,10-双(1,1'-联苯-2-基)-N-[4-(9H-咔唑-9-基)苯基]-N-苯基蒎-2-胺(简称:2YGABPhA)、N,N,9-三苯基蒎-9-胺(简称:DPhAPhA)、香豆素545T、N,N'-二苯基喹吖酮(简称:DPQd)、红荧烯、5,12-双(1,1'-联苯-4-基)-6,11-二苯基并四苯(简称:BPT)、2-(2-{2-[4-(二甲氨基)苯基]乙烯基}-6-甲基-4H-吡喃-4-亚基)丙二腈(简称:DCM1)、2-{2-甲基-6-[2-(2,3,6,7-四氢-1H,5H-苯并[ij]喹啉-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)苊并[1,2-a]荧蒎-3,10-二胺(简称:p-mPhAFD)、2-{2-异丙基-6-[2-(1,1,7,7-四甲基-2,3,6,7-四氢-1H,5H-苯并[ij]喹啉-9-基)乙烯基]-4H-吡喃-4-亚基}丙二腈(简称:DCJTI)、2-{2-叔丁基-6-[2-(1,1,7,7-四甲基-2,3,6,7-四氢-1H,5H-苯并[ij]喹啉-9-基)乙烯基]-4H-吡喃-4-亚基}丙二腈(简称:DCJTB)、2-(2,6-双{2-[4-(二甲氨基)苯基]乙烯基}-4H-吡喃-4-亚基)丙二腈(简称:BisDCM)、2-{2,6-双[2-(8-甲氧基-1,1,7,7-四甲基-2,3,6,7-四氢-1H,5H-苯并[ij]喹啉-9-基)乙烯基]-4H-吡喃-4-亚基}丙二腈(简称:BisDCJTM)、N,N'-(苊-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)、3,10-双[N-(9-苯基-9H-咔唑-2-基)-N-苯基氨基]蔡并[2,3-b;6,7-b']双苯并呋喃(简称:3,10PCA2Nbf(IV)-02)、3,10-双[N-(二苯并呋喃-3-基)-N-苯基氨基]蔡并[2,3-b;6,7-b']双苯并呋喃(简称:3,10FrA2Nbf(IV)-02)等。尤其是,以1,6FLPAPrn、1,6mMemFLPAPrn、1,6BnfAPrn-03等苊二胺化合物为代表的稠合芳族二胺化合物具有合适的空穴俘获性且良好的发光效率及可靠性,所以是优选的。

[0100] 在发光层113中,当作为发光物质使用磷光发光物质时,作为可使用的材料,例如

可以举出如下物质。

[0101] 例如可以使用如下材料,三{2-[5-(2-甲基苯基)-4-(2,6-二甲基苯基)-4H-1,2,4-三唑-3-基- κ N2]苯基- κ C}铱(III)(简称:[Ir(mpptz-dmp)₃])、三(5-甲基-3,4-二苯基-4H-1,2,4-三唑)铱(III)(简称:[Ir(Mptz)₃])、三[4-(3-联苯)-5-异丙基-3-苯基-4H-1,2,4-三唑]铱(III)(简称:[Ir(iPrptz-3b)₃])等具有4H-三唑骨架的有机金属铱配合物;三[3-甲基-1-(2-甲基苯基)-5-苯基-1H-1,2,4-三唑]铱(III)(简称:[Ir(Mptz1-mp)₃])、三(1-甲基-5-苯基-3-丙基-1H-1,2,4-三唑)铱(III)(简称:[Ir(Prptz1-Me)₃])等具有1H-三唑骨架的有机金属铱配合物;fac-三[1-(2,6-二异丙基苯基)-2-苯基-1H-咪唑]铱(III)(简称:[Ir(iPrpmi)₃])、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)₃])等具有咪唑骨架的有机金属铱配合物;以及双[2-(4',6'-二氟苯基)吡啶根-N,C^{2'}]铱(III)四(1-吡啶基)硼酸盐(简称:FIr6)、双[2-(4',6'-二氟苯基)吡啶根-N,C^{2'}]铱(III)吡啶甲酸酯(简称:FIrpic)、双{2-[3',5'-双(三氟甲基)苯基]吡啶根-N,C^{2'}}铱(III)吡啶甲酸酯(简称:[Ir(CF₃ppy)₂(pic)])、双[2-(4',6'-二氟苯基)吡啶根-N,C^{2'}]铱(III)乙酰丙酮(简称:FIr(acac))等以具有拉电子基的苯基吡啶衍生物为配体的有机金属铱配合物。上述物质是发射蓝色磷光的化合物,并且是在440nm至520nm具有发光峰的化合物。

[0102] 另外,可以举出:三(4-甲基-6-苯基嘧啶根)铱(III)(简称:[Ir(mppm)₃])、三(4-叔丁基-6-苯基嘧啶根)铱(III)(简称:[Ir(tBuppm)₃])、(乙酰丙酮根)双(6-甲基-4-苯基嘧啶根)铱(III)(简称:[Ir(mppm)₂(acac)])、(乙酰丙酮根)双(6-叔丁基-4-苯基嘧啶根)铱(III)(简称:[Ir(tBuppm)₂(acac)])、(乙酰丙酮根)双[6-(2-降冰片基)-4-苯基嘧啶根]铱(III)(简称:[Ir(nbppm)₂(acac)])、(乙酰丙酮根)双[5-甲基-6-(2-甲基苯基)-4-苯基嘧啶根]铱(III)(简称:[Ir(mppm)₂(acac)])、(乙酰丙酮根)双(4,6-二苯基嘧啶根)铱(III)(简称:[Ir(dppm)₂(acac)])等具有嘧啶骨架的有机金属铱配合物;(乙酰丙酮根)双(3,5-二甲基-2-苯基吡嗪根)铱(III)(简称:[Ir(mppr-Me)₂(acac)])、(乙酰丙酮根)双(5-异丙基-3-甲基-2-苯基吡嗪根)铱(III)(简称:[Ir(mppr-iPr)₂(acac)])等具有吡嗪骨架的有机金属铱配合物;三(2-苯基吡啶根-N,C^{2'})铱(III)(简称:[Ir(ppy)₃])、双(2-苯基吡啶根-N,C^{2'})铱(III)乙酰丙酮(简称:[Ir(ppy)₂(acac)])、双(苯并[h]喹啉)铱(III)乙酰丙酮(简称:[Ir(bzq)₂(acac)])、三(苯并[h]喹啉)铱(III)(简称:[Ir(bzq)₃])、三(2-苯基喹啉-N,C^{2'})铱(III)(简称:[Ir(pq)₃])、双(2-苯基喹啉-N,C^{2'})铱(III)乙酰丙酮(简称:[Ir(pq)₂(acac)])等具有吡啶骨架的有机金属铱配合物;以及三(乙酰丙酮根)(单菲咯啉)铽(III)(简称:[Tb(acac)₃(Phen)])等稀土金属配合物。上述物质主要是发射绿色磷光的化合物,并且在500nm至600nm具有发光峰。另外,由于具有嘧啶骨架的有机金属铱配合物具有特别优异的可靠性及发光效率,所以是特别优选的。

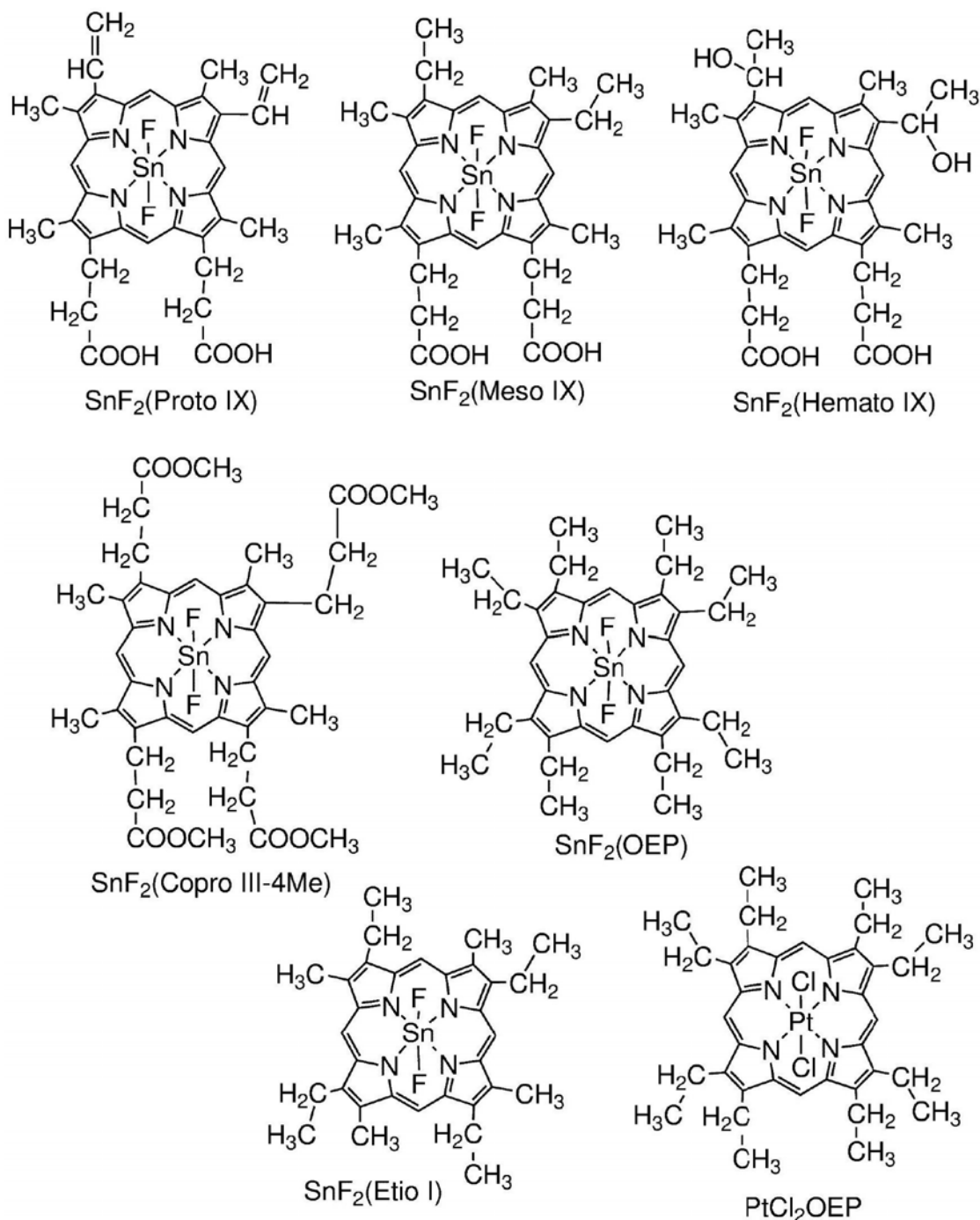
[0103] 另外,可以举出:(二异丁酰基甲烷根)双[4,6-双(3-甲基苯基)嘧啶基]铱(III)(简称:[Ir(5mdppm)₂(dibm)])、双[4,6-双(3-甲基苯基)嘧啶根](二新戊酰基甲烷根)铱(III)(简称:[Ir(5mdppm)₂(dpm)])、双[4,6-二(萘-1-基)嘧啶根](二新戊酰基甲烷根)铱(III)(简称:[Ir(dlnpm)₂(dpm)])等具有嘧啶骨架的有机金属铱配合物;(乙酰丙酮根)双(2,3,5-三苯基吡嗪根)铱(III)(简称:[Ir(tppr)₂(acac)])、双(2,3,5-三苯基吡嗪根)(二新戊酰基甲烷根)铱(III)(简称:[Ir(tppr)₂(dpm)])、(乙酰丙酮根)双[2,3-双(4-氟苯基)

喹喔啉合]铱(III) (简称:[Ir(Fdpq)₂(acac)])等具有吡嗪骨架的有机金属铱配合物;三(1-苯基异喹啉-N,C^{2'})铱(III) (简称:[Ir(piq)₃])、双(1-苯基异喹啉-N,C^{2'})铱(III) 乙酰丙酮(简称:[Ir(piq)₂(acac)])等具有吡啶骨架的有机金属铱配合物;2,3,7,8,12,13,17,18-八乙基-21H,23H-卟啉铂(II) (简称:PtOEP)等的铂配合物;以及三(1,3-二苯基-1,3-丙二酮(propanedionato))(单菲咯啉)铕(III) (简称:[Eu(DBM)₃(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)₃(Phen)])等稀土金属配合物。上述物质是发射红色磷光的化合物,并且在600nm至700nm具有发光峰。另外,具有吡嗪骨架的有机金属铱配合物可以获得色度良好的红色发光。

[0104] 另外,除了上述磷光化合物以外,还可以选择已知的磷光发光物质而使用。

[0105] 作为TADF材料可以使用富勒烯及其衍生物、吡啶及其衍生物以及伊红衍生物等。另外,还可以举出包含镁(Mg)、锌(Zn)、镉(Cd)、锡(Sn)、铂(Pt)、铟(In)或钯(Pd)等含金属卟啉。作为该含金属卟啉,例如,也可以举出由下述结构式表示的原卟啉-氟化锡配合物(SnF₂(Proto IX))、中卟啉-氟化锡配合物(SnF₂(Meso IX))、血卟啉-氟化锡配合物(SnF₂(Hemato IX))、粪卟啉四甲酯-氟化锡配合物(SnF₂(Copro III-4Me))、八乙基卟啉-氟化锡配合物(SnF₂(OEP))、初卟啉-氟化锡配合物(SnF₂(Etio I))以及八乙基卟啉-氯化铂配合物(PtCl₂OEP)等。

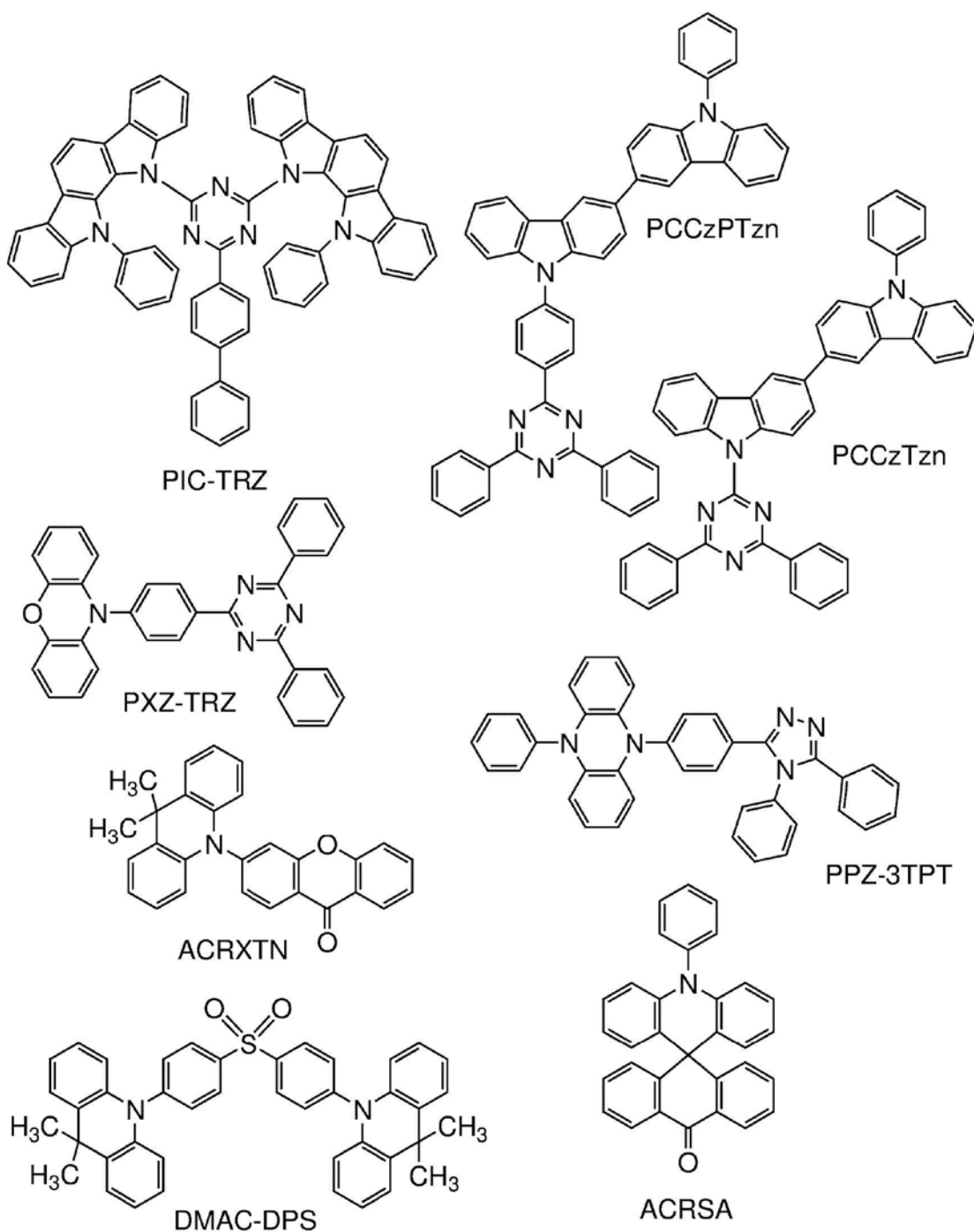
[0106] [化学式2]



[0107] 另外,还可以使用由下述结构式表示的2-(联苯-4-基)-4,6-双(12-苯基吡啶[2,3-a]吡啶-11-基)-1,3,5-三嗪(简称:PIC-TRZ)、9-(4,6-二苯基-1,3,5-三嗪-2-基)-9'-苯基-9H,9'-H-3,3'-联吡啶(简称:PCCzTzn)、2-{4-[3-(N-苯基-9H-吡啶-3-基)-9H-吡啶-9-基]苯基}-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(简称:PCCzPTzn)、2-[4-(10H-吩恶嗪-10-基)苯基]-4,6-二苯基-1,3,5-三嗪(简称:PXZ-TRZ)、3-[4-(5-苯基-5,10-二氢吩嗪-10-基)苯基]-4,5-二苯基-1,2,4-三唑(简称:PPZ-3TPT)、3-(9,9-二甲基-9H-吡啶-10-基)-9H-氧杂蒽-9-酮(简称:ACRXTN)、双[4-(9,9-二甲基-9,10-二氢吡啶)苯基]硫砷(简称:DMAC-DPS)、10-苯基-10H,10'-H-螺[吡啶-9,9'-蒽]-10'-酮(简称:ACRSA)等具有富 π 电子型杂芳环和缺 π 电子型杂芳环的一方或双方的杂环化合物。该杂环化合物具有富 π 电子型杂芳环和缺 π 电子型杂

芳环,电子传输性和空穴传输性都高,所以是优选的。尤其是,在具有缺 π 电子杂芳环的骨架中,吡啶骨架、二嗪骨架(嘧啶骨架、吡嗪骨架、哒嗪骨架)及三嗪骨架稳定且可靠性良好,所以是优选的。尤其是,苯并呋喃并嘧啶骨架、苯并噻吩并嘧啶骨架、苯并呋喃并吡嗪骨架、苯并噻吩并吡嗪骨架的电子接受性高且可靠性良好,所以是优选的。另外,在具有富 π 电子杂芳环的骨架中,吡啶骨架、吩恶嗪骨架、吩噻嗪骨架、呋喃骨架、噻吩骨架及吡咯骨架稳定且可靠性良好,所以优选具有上述骨架中的至少一个。另外,作为呋喃骨架优选使用二苯并呋喃骨架,作为噻吩骨架优选使用二苯并噻吩骨架。作为吡咯骨架,特别优选使用吲哚骨架、咔唑骨架、吲哚咔唑骨架、联咔唑骨架、3-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)-9H-咔唑骨架。在富 π 电子型芳杂环和缺 π 电子型芳杂环直接键合的物质中,富 π 电子芳杂环的电子供给性和缺 π 电子型芳杂环的电子接受性都高而 S_1 能级与 T_1 能级之间的能量差变小,可以高效地获得热活化延迟荧光,所以是特别优选的。注意,也可以使用键合有氰基等吸电子基团的芳环代替缺 π 电子型芳杂环。此外,作为富 π 电子骨架,可以使用芳香胺骨架、吩嗪骨架等。此外,作为缺 π 电子骨架,可以使用氧杂蒽骨架、二氧化噻吨(thioxanthene dioxide)骨架、噤二唑骨架、三唑骨架、咪唑骨架、蒽醌骨架、苯基硼烷或boranthrene等含硼骨架、苯甲腈或氰苯等具有腈基或氰基的芳香环或杂芳环、二苯甲酮等羰骨架、氧化膦骨架、砷骨架等。如此,可以使用缺 π 电子骨架及富 π 电子骨架代替缺 π 电子杂芳环以及富 π 电子杂芳环中的至少一个。

[0108] [化学式3]



[0109] TADF材料是指S1能级和T1能级之差较小且具有通过反系间窜越将三重激发能转换为单重激发能的功能的材料。因此,能够通过微小的热能量将三重激发能上转换(up-convert)为单重激发能(反系间窜越)并能够高效地产生单重激发态。此外,可以将三重激发能转换为发光。

[0110] 以两种物质形成激发态的激基复合物(Exciplex)因S1能级和T1能级之差极小而具有将三重激发能转换为单重激发能的TADF材料的功能。

[0111] 注意,作为T1能级的指标,可以使用在低温(例如,77K至10K)下观察到的磷光光谱。关于TADF材料,优选的是,当以通过在荧光光谱的短波长侧的尾处引切线得到的外推线的波长能量为S1能级并以通过在磷光光谱的短波长侧的尾处引切线得到的外推线的波长

能量为T1能级时,S1与T1之差为0.3eV以下,更优选为0.2eV以下。

[0112] 此外,当使用TADF材料作为发光物质时,主体材料的S1能级优选比TADF材料的S1能级高。此外,主体材料的T1能级优选比TADF材料的T1能级高。

[0113] 作为发光层的主体材料,可以使用具有电子传输性的材料或具有空穴传输性的材料、上述TADF材料等各种载流子传输材料。

[0114] 作为具有空穴传输性的材料,优选使用具有胺骨架或 π 电子过剩型杂芳环骨架的有机化合物。例如,可以举出:4,4'-双[N-(1-萘基)-N-苯基氨基]联苯(简称:NPB)、N,N'-双(3-甲基苯基)-N,N'-二苯基-[1,1'-联苯]-4,4'-二胺(简称:TPD)、4,4'-双[N-(螺-9,9'-二芴-2-基)-N-苯基氨基]联苯(简称:BSPB)、4-苯基-4'-(9-苯基芴-9-基)三苯胺(简称:BPAFLP)、4-苯基-3'-(9-苯基芴-9-基)三苯胺(简称:mBPAFLP)、4-苯基-4'-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯胺(简称:PCBA1BP)、4,4'-二苯基-4'-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯胺(简称:PCBBi1BP)、4-(1-萘基)-4'-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯胺(简称:PCBANB)、4,4'-二(1-萘基)-4'-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯胺(简称:PCBNBB)、9,9-二甲基-N-苯基-N-[4-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)苯基]芴-2-胺(简称:PCBAF)、N-苯基-N-[4-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)苯基]螺-9,9'-二芴-2-胺(简称:PCBASF)等具有芳香胺骨架的化合物;1,3-双(N-咔唑基)苯(简称:mCP)、4,4'-二(N-咔唑基)联苯(简称:CBP)、3,6-双(3,5-二苯基苯基)-9-苯基咔唑(简称:CzTP)、3,3'-双(9-苯基-9H-咔唑)(简称:PCCP)等具有咔唑骨架的化合物;4,4',4''-(苯-1,3,5-三基)三(二苯并噻吩)(简称:DBT3P-II)、2,8-二苯基-4-[4-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基]二苯并噻吩(简称:DBTFLP-III)、4-[4-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基]-6-苯基二苯并噻吩(简称:DBTFLP-IV)等具有噻吩骨架的化合物;以及4,4',4''-(苯-1,3,5-三基)三(二苯并呋喃)(简称:DBF3P-II)、4-{3-[3-(9-苯基-9H-芴-9-基)苯基]苯基}二苯并呋喃(简称:mmDBFFLBI-II)等具有呋喃骨架的化合物。其中,具有芳香胺骨架的化合物、具有咔唑骨架的化合物具有良好的可靠性和高空穴传输性并有助于降低驱动电压,所以是优选的。此外,也可以使用作为上述第一物质的例子举出的有机化合物。

[0115] 例如,作为具有电子传输性的材料,例如优选使用双(10-羟基苯并[h]喹啉)铍(II)(简称:BeBq₂)、双(2-甲基-8-羟基喹啉)(4-苯基苯酚)铝(III)(简称:BA1q)、双(8-羟基喹啉)锌(II)(简称:Znq)、双[2-(2-苯并噻唑基)苯酚]锌(II)(简称:ZnPB0)、双[2-(2-苯并噻唑基)苯酚]锌(II)(简称:ZnBTZ)等金属配合物或具有缺 π 电子型杂芳环骨架的有机化合物。作为具有缺 π 电子型芳杂环骨架的有机化合物,例如可以举出2-(4-联苯基)-5-(4-叔丁基苯基)-1,3,4-噁二唑(简称:PBD)、3-(4-联苯基)-4-苯基-5-(4-叔丁基苯基)-1,2,4-三唑(简称:TAZ)、1,3-双[5-(对叔丁基苯基)-1,3,4-噁二唑-2-基]苯(简称:OXD-7)、9-[4-(5-苯基-1,3,4-噁二唑-2-基)苯基]-9H-咔唑(简称:C011)、2,2',2''-(1,3,5-苯三基)三(1-苯基-1H-苯并咪唑)(简称:TPBI)、2-[3-(二苯并噻吩-4-基)苯基]-1-苯基-1H-苯并咪唑(简称:mDBTBIIm-II)等具有多唑骨架的杂环化合物;2-[3-(二苯并噻吩-4-基)苯基]二苯并[f,h]喹喔啉(简称:2mDBTPDBq-II)、2-[3'-(二苯并噻吩-4-基)联苯-3-基]二苯并[f,h]喹喔啉(简称:2mDBTPDBq-II)、2-[3'-(9H-咔唑-9-基)联苯-3-基]二苯并[f,h]喹喔啉(简称:2mCzBPDBq)、4,6-双[3-(菲-9-基)苯基]嘧啶(简称:4,6mPnP2Pm)、4,6-双[3-(4-二苯并噻吩基)苯基]嘧啶(简称:4,6mDBTP2Pm-II)等具有二噻吩骨架的杂环化合物;以及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)等的具有吡啶骨架的杂环化合物。其中,具有二噻骨架的杂环化合物或具有吡啶骨架的杂环化合物具有良好的可靠性,所以是优选的。尤其是,具有二噻(噻啶或吡噻)骨架的杂环化合物具有高电子传输性,也有助于降低驱动电压。

[0116] 作为能够用作主体材料的TADF材料,可以使用与上面作为TADF材料举出的材料同样的材料。当使用TADF材料作为主体材料时,由TADF材料生成的三重激发能经反系间窜跃转换为单重激发能并进一步能量转移到发光物质,由此可以提高发光器件的发光效率。此时,TADF材料被用作能量供体,发光物质被用作能量受体。

[0117] 当上述发光物质为荧光发光物质时这是非常有效的。此外,此时,为了得到高发光效率,TADF材料的S1能级优选比荧光发光物的S1能级高。此外,TADF材料的T1能级优选比荧光发光物质的S1能级高。因此,TADF材料的T1能级优选比荧光发光物质的T1能级高。

[0118] 此外,优选使用呈现与荧光发光物质的最低能量一侧的吸收带的波长重叠的波长的发光的TADF材料。由此,激发能顺利地由TADF材料转移到荧光发光物质,可以高效地得到发光,所以是优选的。

[0119] 为了高效地从三重激发能通过反系间窜跃生成单重激发能,优选在TADF材料中产生载流子复合。此外,优选的是在TADF材料中生成的三重激发能不转移到荧光发光物质。为此,荧光发光物质优选在荧光发光物质所具有的发光体(成为发光的原因的骨架)的周围具有保护基。作为该保护基,优选为不具有 π 键的取代基,优选为饱和烃,具体而言,可以举出碳原子数为3以上且10以下的烷基、取代或未取代的碳原子数为3以上且10以下的环烷基、碳原子数为3以上且10以下的三烷基硅基,更优选具有多个保护基。不具有 π 键的取代基由于几乎没有传输载流子的功能,所以对载流子传输或载流子复合几乎没有影响,可以使TADF材料与荧光发光物质的发光体彼此远离。在此,发光体是指在荧光发光物质中成为发光的原因的原子团(骨架)。发光体优选为具有 π 键的骨架,优选包含芳香环,并优选具有稠合芳香环或稠合杂芳环。作为稠合芳香环或稠合杂芳环,可以举出菲骨架、二苯乙烯骨架、吡啶酮骨架、吩恶噻骨架、吩噻噻骨架等。尤其是,具有萘骨架、蒽骨架、苝骨架、蒽骨架、三亚苯骨架、并四苯骨架、苝骨架、花骨架、香豆素骨架、喹吡啶酮骨架、萘并双苯并咪唑骨架的荧光发光物质具有高荧光量子产率,所以是优选的。

[0120] 在将荧光发光物质用作发光物质的情况下,作为主体材料,优选使用具有蒽骨架的材料。通过将具有蒽骨架的物质用作荧光发光物质的主体材料,可以实现发光效率及耐久性都良好的发光层。在用作主体材料的具有蒽骨架的物质中,具有二苯基蒽骨架(尤其是9,10-二苯基蒽骨架)的物质在化学上稳定,所以是优选的。另外,在主体材料具有咪唑骨架的情况下,空穴的注入/传输性得到提高,所以是优选的,尤其是,在包含苯环稠合到咪唑的苯并咪唑骨架的情况下,其HOMO能级比咪唑浅0.1eV左右,空穴容易注入,所以是更优选的。尤其是,在主体材料具有二苯并咪唑骨架的情况下,其HOMO能级比咪唑浅0.1eV左右,不仅空穴容易注入,而且空穴传输性及耐热性也得到提高,所以是优选的。因此,进一步优选用作主体材料的物质是具有9,10-二苯基蒽骨架及咪唑骨架(或者苯并咪唑骨架或二苯并咪唑骨架)的物质。注意,从上述空穴注入/传输性的观点来看,也可以使用苯并苝骨架或二苯并苝骨架代替咪唑骨架。作为这种物质的例子,可以举出9-苯基-3-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-9H-咪唑(简称:PCzPA)、3-[4-(1-萘基)-苯基]-9-苯基-9H-咪唑(简称:PCPN)、9-[4-(10-苯基蒽-9-基)苯基]-9H-咪唑(简称:CzPA)、7-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-7H-二苯并

[c,g]咔唑(简称:cgDBCzPA)、6-[3-(9,10-二苯基-2-蒽基)苯基]-苯并[b]萘并[1,2-d]呋喃(简称:2mBnfPPA)、9-苯基-10-{4-(9-苯基-9H-芴-9-基)-联苯-4'-基}-蒽(简称:FLPPA)、9-(1-萘基)-10-[4-(2-萘基)苯基]蒽(简称: α N- β NPAnth)等。尤其是,CzPA、cgDBCzPA、2mBnfPPA、PCzPA呈现非常良好的特性,所以是优选的。

[0121] 另外,主体材料也可以是混合多种物质的材料,当使用混合的主体材料时,优选混合具有电子传输性的材料和具有空穴传输性的材料。通过混合具有电子传输性的材料和具有空穴传输性的材料,可以使发光层113的传输性的调整变得更加容易,也可以更简便地进行复合区域的控制。具有空穴传输性的材料和具有电子传输性的材料的含量的重量比例为1:19至19:1即可。

[0122] 注意,作为上述混合的材料的一部分,可以使用磷光发光物质。磷光发光物质在作为发光物质使用荧光发光物质时可以被用作对荧光发光物质供应激发能的能量供体。

[0123] 另外,也可以使用这些混合了的材料形成激基复合物。通过以形成发射与发光物质的最低能量一侧的吸收带的波长重叠的光的激基复合物的方式选择混合材料,可以使能量转移变得顺利,从而高效地得到发光,所以是优选的。另外,通过采用该结构可以降低驱动电压,因此是优选的。

[0124] 注意,形成激基复合物的材料的至少一个可以为磷光发光物质。由此,可以高效地将三重激发能经反系间窜跃转换为单重激发能。

[0125] 关于高效地形成激基复合物的材料的组合,具有空穴传输性的材料的HOMO能级优选为具有电子传输性的材料的HOMO能级以上。此外,具有空穴传输性的材料的LUMO能级优选为具有电子传输性的材料的LUMO能级以上。注意,材料的LUMO能级及HOMO能级可以从通过循环伏安(CV)测定测得的材料电化学特性(还原电位及氧化电位)求出。

[0126] 注意,激基复合物的形成例如可以通过如下方法确认:对具有空穴传输性的材料的发射光谱、具有电子传输性的材料的发射光谱及混合这些材料而成的混合膜的发射光谱进行比较,当观察到混合膜的发射光谱比各材料的发射光谱向长波长一侧漂移(或者在长波长一侧具有新的峰)的现象时说明形成有激基复合物。或者,对具有空穴传输性的材料的瞬态光致发光(PL)、具有电子传输性的材料的瞬态PL及混合这些材料而成的混合膜的瞬态PL进行比较,当观察到混合膜的瞬态PL寿命与各材料的瞬态PL寿命相比具有长寿命成分或者延迟成分的比率变大等瞬态响应不同时说明形成有激基复合物。此外,可以将上述瞬态PL称为瞬态电致发光(EL)。换言之,与对具有空穴传输性的材料的瞬态EL、具有电子传输性的材料的瞬态EL及这些材料的混合膜的瞬态EL进行比较,观察瞬态响应的不同,可以确认激基复合物的形成。

[0127] 注意,在本发明的一个方式中,从发光器件发射的光通过光致发光进行颜色转换。在得到光的三原色的颜色而不分别形成发光器件时,优选的是发光器件所发射的光为其中能量最高的蓝色发光或者蓝色也通过转换而得到时呈现紫色至紫外区域的发光。

[0128] 电子传输层114是包含具有电子传输性的物质的层。作为具有电子传输性的物质,可以使用以上所述的能够用于主体材料的具有电子传输性的物质。

[0129] 另外,电子传输层优选包含具有电子传输性的材料和碱金属、碱土金属、它们的化合物或它们的复合物。另外,电子传输层114优选在电场强度[V/cm]的平方根为600时的电子迁移率为 $1 \times 10^{-7} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以上且 $5 \times 10^{-5} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以下。通过降低电子传输层114中的电子的

传输性可以控制向发光层的电子的注入量,由此可以防止发光层变成电子过多的状态。在使用复合材料形成空穴注入层时,尤其优选该复合材料中的具有空穴传输性的材料的HOMO能级为-5.7eV以上且-5.4eV以下的较深的HOMO能级,由此可以获得长寿命。注意,此时,具有电子传输性的材料的HOMO能级优选为-6.0eV以上。此外,该具有电子传输性的材料优选为具有蒽骨架的有机化合物,更优选为包含蒽骨架及杂环骨架的双方的有机化合物。作为该杂环骨架,优选为含氮五元环骨架或含氮六元环骨架,该杂环骨架尤其优选具有如吡唑环、咪唑环、恶唑环、噻唑环、吡嗪环、嘧啶环、哒嗪环等那样的环中含有两个杂原子的含氮五元环骨架或含氮六元环骨架。此外,作为碱金属、碱土金属、它们的化合物或它们的复合物,优选具有8-羟基喹啉结构。具体而言,例如可以举出8-羟基喹啉-锂(简称:Liq)、8-羟基喹啉-钠(简称:Naq)等。尤其优选的是,一价的金属离子的复合物,其中优选为锂的复合物,更优选为Liq。注意,在具有8-羟基喹啉结构时,可以使用碱金属、碱土金属、它们的化合物或它们的复合物的甲基取代物(例如2-甲基取代物或5-甲基取代物)等。另外,优选在电子传输层中碱金属、碱土金属、它们的化合物或它们的复合物中在其厚度方向上存在浓度差(也包括0的情况)。

[0130] 可以在电子传输层114和第二电极102之间设置由氟化锂(LiF)、氟化铯(CsF)、氟化钙(CaF₂)、8-羟基喹啉-锂(简称:Liq)等的碱金属、碱土金属或它们的化合物形成的电子注入层115。电子注入层115可以使用将碱金属、碱土金属或它们的化合物包含在由具有电子传输性的物质构成的层中的层或电子化合物(electride)。作为电子化合物,例如可以举出对钙和铝的混合氧化物以高浓度添加电子的物质等。

[0131] 注意,作为电子注入层115,也可以使用对具有电子传输性的物质(优选为具有联吡啶骨架的有机化合物)包含上述碱金属或碱土金属的氟化物为微晶状态的浓度以上(50wt%以上)的层。该由于该层为折射率低的层,所以可以提供外部量子效率更良好的发光器件。

[0132] 在采用低折射率层时,与阳极和发光层之间的层相比采用于发光层与阴极之间的层的效果大,与低折射率的空穴注入层或空穴传输层相比采用于低折射率的电子传输层的效果大,在阳极和发光层之间以及发光层与阴极之间中设置低折射率层时效果更大。通过该效果,颜色转换时的器件特性得到提高,由此可以得到具有高效率的颜色转换发光器件。

[0133] 另外,可以设置电荷产生层116,而代替电子注入层115(图2B)。电荷产生层是通过施加电位,可以对与该层的阴极一侧接触的层注入空穴,并且对与该层的阳极一侧接触的层注入电子的层。电荷产生层116至少包括P型层117。P型层117优选使用上述构成空穴注入层111的复合材料来形成。另外,P型层117也可以将作为构成复合材料的材料包含上述包含接受性材料的膜和包含空穴传输材料的膜层叠来形成。通过对P型层117施加电位,电子和空穴分别注入到电子传输层114和用作阴极的第二电极102,使得发光器件工作。此外,由于本发明的一个方式的有机化合物为折射率较低的有机化合物,所以通过用于P型层117,可以得到外部量子效率良好的发光器件。

[0134] 另外,电荷产生层116除了包括P型层117之外,优选还包括电子中继层118及电子注入缓冲层119中的任一方或双方。

[0135] 电子中继层118至少包含具有电子传输性的物质,并且能够防止电子注入缓冲层119和P型层117的相互作用,并顺利地传递电子。优选将电子中继层118所包含的具有电子

传输性的物质的LUMO能级设定在P型层117中的接受性物质的LUMO能级与电子传输层114中的接触于电荷产生层116的层所包含的物质的LUMO能级之间。具体而言,电子中继层118中的具有电子传输性的物质的LUMO能级优选为-5.0eV以上,更优选为-5.0eV以上且-3.0eV以下。另外,作为电子中继层118中的具有电子传输性的物质,优选使用酞菁类材料或具有金属-氧键合和芳香配体的金属配合物。

[0136] 电子注入缓冲层119可以使用碱金属、碱土金属、稀土金属以及这些物质的化合物(碱金属化合物(包括氧化锂等氧化物、卤化物、碳酸锂或碳酸铯等碳酸盐)、碱土金属化合物(包括氧化物、卤化物、碳酸盐)或稀土金属的化合物(包括氧化物、卤化物、碳酸盐))等电子注入性高的物质。

[0137] 另外,在电子注入缓冲层119包含具有电子传输性的物质及供体性物质的情况下,作为供体性物质,除了碱金属、碱土金属、稀土金属和这些物质的化合物(碱金属化合物(包括氧化锂等氧化物、卤化物、碳酸锂或碳酸铯等碳酸盐)、碱土金属化合物(包括氧化物、卤化物、碳酸盐)或稀土金属的化合物(包括氧化物、卤化物、碳酸盐))以外,还可以使用四硫并四苯(tetrathianaphthacene)(简称:TTN)、二茂镍、十甲基二茂镍等有机化合物。另外,作为具有电子传输性的物质,可以使用与上面所说明的用于电子传输层114的材料同样的材料形成。

[0138] 作为形成第二电极102的物质,可以使用功函数小(具体为3.8eV以下)的金属、合金、导电化合物以及它们的混合物等。作为这种阴极材料的具体例子,可以举出锂(Li)或铯(Cs)等碱金属、镁(Mg)、钙(Ca)或者锶(Sr)等的属于元素周期表中的第1族或第2族的元素、包含它们的合金(MgAg、AlLi)、铕(Eu)、镱(Yb)等稀土金属以及包含它们的合金等。然而,通过在第二电极102和电子传输层之间设置电子注入层,可以不顾及功函数的大小而将各种导电材料诸如Al、Ag、ITO、包含硅或氧化硅的氧化铟-氧化锡等用作第二电极102。这些导电材料可以通过真空蒸镀法、溅射法等干式法、喷墨法、旋涂法等形成。另外,第二电极102可以通过利用溶胶-凝胶法等湿式法或利用金属材料的膏剂的湿式法形成。

[0139] 另外,作为EL层103的形成方法,不论干式法或湿式法,都可以使用各种方法。例如,也可以使用真空蒸镀法、凹版印刷法、照相凹版印刷法、丝网印刷法、喷墨法或旋涂法等。

[0140] 另外,也可以通过使用不同成膜方法形成上面所述的各电极或各层。

[0141] 注意,设置在第一电极101与第二电极102之间的层的结构不局限于上述结构。但是,优选采用在离第一电极101及第二电极102远的部分设置空穴与电子复合的发光区域的结构,以便抑制由于发光区域与用于电极或载流子注入层的金属接近而发生的猝灭。

[0142] 另外,为了抑制从在发光层中产生的激子的能量转移,接触于发光层113的如空穴传输层和电子传输层,尤其是靠近发光层113中的复合区域的载流子传输层优选使用如下物质构成,即具有比构成发光层的发光材料或者包含在发光层中的发光材料所具有的带隙大的带隙的物质。

[0143] 接着,参照图2C说明具有层叠有多个发光单元的结构的光器件(以下也称为叠层型元件或串联元件)的方式。该发光器件是在阳极和阴极之间具有多个发光单元的发光器件。一个发光单元具有与图2A所示的EL层103大致相同的结构。就是说,可以说,图2C所示的发光器件是具有多个发光单元的发光器件,而图2A或图2B所示的发光器件是具有一个发

光单元的发光器件。

[0144] 在图2C中,在阳极501和阴极502之间层叠有第一发光单元511和第二发光单元512,并且在第一发光单元511和第二发光单元512之间设置有电荷产生层513。阳极501和阴极502分别相当于图2A中的第一电极101和第二电极102,并且可以应用与图2A的说明同样的材料。另外,第一发光单元511和第二发光单元512可以具有相同结构,也可以具有不同结构。

[0145] 电荷产生层513具有在对阳极501及阴极502施加电压时,对一个发光单元注入电子并对另一个发光单元注入空穴的功能。就是说,在图2C中,在以阳极的电位比阴极的电位高的方式施加电压的情况下,电荷产生层513只要是对第一发光单元511注入电子并对第二发光单元512注入空穴的层即可。

[0146] 电荷产生层513优选具有与图2B所示的电荷产生层116同样的结构。因为有机化合物与金属氧化物的复合材料具有良好的载流子注入性及载流子传输性,从而能够实现低电压驱动及低电流驱动。注意,在发光单元的阳极一侧的面接触于电荷产生层513的情况下,电荷产生层513可以具有发光单元的空穴注入层的功能,所以在发光单元中也可以不设置空穴注入层。

[0147] 另外,当在电荷产生层513中设置电子注入缓冲层119时,因为该电子注入缓冲层119具有阳极一侧的发光单元中的电子注入层的功能,所以在阳极一侧的发光单元中不一定必须设置电子注入层。

[0148] 虽然在图2C中说明了具有两个发光单元的发光器件,但是可以同样地应用层叠三个以上的发光单元的发光器件。如根据本实施方式的发光器件,通过在一对电极之间将多个发光单元使用电荷产生层513隔开并配置,该器件可以在保持低电流密度的同时实现高亮度发光,并且能够实现寿命长的发光装置。另外,可以实现能够进行低电压驱动且低功耗的发光装置。

[0149] 与图2C同样,图3示出将具有多个发光单元的发光器件应用于本发明的一个方式时的发光装置的示意图。衬底100上形成有阳极501,包括第一发光层113-1的第一发光单元511与包括第二发光层113-2的第二发光单元512隔着电荷产生层513层叠。发光器件发射的光直接或者经过颜色转换层205射出。另外,还可以经过滤色片225R、225G、225B提高色纯度。注意,虽然图3示出设置滤色片225B的结构,但是不局限于此。例如,也可以采用设置外覆层替代图3中的滤色片225B的结构。外覆层优选使用有机树脂材料,例如可以使用丙烯酸类树脂、聚酰亚胺类树脂。注意,在本说明书等中,有时将滤色片层称为着色层并将外覆层称为树脂层。所以,也可以将滤色片225R称为第一着色层,将滤色片225G称为第二着色层。

[0150] 另外,上述EL层103、第一发光单元511、第二发光单元512及电荷产生层等各层及电极例如可以利用蒸镀法(包括真空蒸镀法)、液滴喷射法(也称为喷墨法)、涂敷法、凹版印刷法等方法形成。此外,其也可以包含低分子材料、中分子材料(包括低聚物、树枝状聚合物)或者高分子材料。

[0151] 在此,当着眼于全彩色显示器的颜色再现性时,为了显示更丰富的色域,重要的是获得具有高色纯度的光。与来自无机化合物的发光相比,来自有机化合物的发光多具有更宽的光谱,因此为了获得具有充分高的色纯度的发光,优选利用微腔结构使光谱变窄。

[0152] 实际上,使用适当的掺杂剂且具有适当的微腔结构的发光器件可以获得对应于

BT.2020标准及BT.2100标准所规定的色域的Rec.2020的蓝色发光。此时,通过使发光器件具有的微腔结构为增强蓝光的结构,可以形成具有高色纯度的高效率的发光装置。

[0153] 具有微腔结构的发光器件是通过由反射电极和半透射·半反射电极构成发光器件的一对电极获得的。反射电极与半透射·半反射电极相当于上述第一电极101和第二电极102,一个为反射电极,另一个为半透射·半反射电极。

[0154] 具有微腔结构的发光器件通过使从EL层包括的发光层向所有方向射出的发光被反射电极和半透射·半反射电极反射而发生谐振,来对某一波长的光进行放大或使该光成为具有指向性的光。

[0155] 反射电极的可见光的反射率为40%至100%,优选为70%至100%,并且其电阻率为 $1 \times 10^{-2} \Omega \text{ cm}$ 以下。作为形成反射电极的材料,可以举出铝(Al)或包含Al的合金等。作为包含Al的合金,可以举出包含Al及L(L表示钛(Ti)、钕(Nd)、镍(Ni)和镧(La)中的一个或多个)的合金等,例如为包含Al及Ti的合金或者包含Al、Ni及La的合金等。铝具有低电阻率和高光反射率。此外,由于铝在地壳中大量地含有且不昂贵,所以使用铝可以降低发光器件的制造成本。此外,也可以使用银(Ag)、包含Ag、N(N表示钇(Y)、Nd、镁(Mg)、镱(Yb)、Al、Ti、镓(Ga)、锌(Zn)、铟(In)、钨(W)、锰(Mn)、锡(Sn)、铁(Fe)、Ni、铜(Cu)、钯(Pd)、铱(Ir)和金(Au)中的一个或多个)的合金等。作为包含银的合金,例如可以举出如下合金:包含银、钯及铜的合金;包含银及铜的合金;包含银及镁的合金;包含银及镍的合金;包含银及金的合金;以及包含银及镱的合金等。除了上述材料以外,可以使用钨、铬(Cr)、钼(Mo)、铜及钛等的过渡金属。

[0156] 另外,也可以在反射电极与EL层103间作为光路长度调整层以具有透光性的导电材料形成透明电极并以反射电极和透明电极层这两个层用作第一电极101。通过采用透明电极层还可以调整微腔结构的光路长度(腔长)。作为具有光透过性的导电材料,例如可以使用铟锡氧化物(Indium Tin Oxide,以下称为ITO)、包含硅或氧化硅的铟锡氧化物(简称:ITSO)、氧化铟-氧化锌(Indium Zinc Oxide)、含有钛的氧化铟-锡氧化物、铟-钛氧化物、包含氧化钨及氧化锌的氧化铟等金属氧化物。

[0157] 半透射·半反射电极的可见光的反射率为20%至80%,优选为40%至70%,并且其电阻率为 $1 \times 10^{-2} \Omega \text{ cm}$ 以下。半透射·半反射电极可以使用一种或多种导电金属、导电合金和导电化合物等形成。具体而言,例如可以使用铟锡氧化物(Indium Tin Oxide,以下称为ITO)、包含硅或氧化硅的铟锡氧化物(简称:ITSO)、氧化铟-氧化锌(Indium Zinc Oxide)、含有钛的氧化铟-锡氧化物、铟-钛氧化物、包含氧化钨及氧化锌的氧化铟等金属氧化物。另外,可以使用具有透过光的程度的厚度(优选为1nm以上且30nm以下的厚度)的金属膜。作为金属,例如可以使用Ag、Ag及Al、Ag及Mg、Ag及Au以及Ag及Yb等的合金等。

[0158] 反射电极和半透射·半反射电极可以为第一电极101或第二电极102。另外,可以为阳极或阴极。

[0159] 注意,当为具有顶部发射结构的发光器件时,通过在第二电极102的与EL层103接触的面相反的面设置有机盖层可以提高光取出效率。通过设置有机盖层,可以降低电极与空气界面的折射率差,由此可以提高光取出效率。有机盖层的厚度优选为5nm以上且120nm以下。更优选为30nm以上且90nm以下。另外,有机盖层可以使用分子量为300以上且1200以下的有机化合物层。此外,优选为具有导电性的有机材料。半透射·半反射电极为了维持一

定程度的透光性膜厚度需要薄,但是厚度薄有时会导致导电性下降。这里通过作为有机盖层使用具有导电性的材料,可以在提高光取出效率的同时确保导电性,由此可以提高发光器件制造的成品率。另外,优选使用可见光区域的光的吸收少的有机化合物。有机盖层可以使用能够用于EL层103的有机化合物。在该情况下,由于可以在形成EL层103的成膜装置或成膜室形成有机盖层,所以可以容易地形成有机盖层。

[0160] 该发光器件通过改变与上述反射电极接触地设置的透明电极、空穴注入层、空穴传输层等载流子传输层的厚度改变反射电极与半透射·半反射电极之间的光程(腔长)。由此,可以在反射电极与半透射·半反射电极之间加强谐振的波长的光且使不谐振的波长的光衰减。

[0161] 另外,作为微腔结构,当想要放大的波长为 λ_{nm} 时,优选反射电极的EL层侧的界面与半透射·半反射电极的EL层侧的界面间的光学距离(光路长度)为 $\lambda/2$ 的整数倍。

[0162] 另外,发光中被反射电极反射回来的光(第一反射光)会给从发光层直接入射到半透射·半反射电极的光(第一入射光)带来很大的干涉,因此优选将反射电极与发光层的光程调节为 $(2n-1)\lambda/4$ (注意, n 为1以上的自然数, λ 为要放大的光的波长)。通过调节该光程,可以使第一反射光与第一入射光的相位一致,由此可以进一步放大从发光层发射的光。

[0163] 通过采用微腔结构,可以加强指定波长的正面方向上的发光强度,由此可以实现低功耗化。另外,可以提高进入颜色转换层得到光的概率。

[0164] 已知利用微腔结构被变窄的光对屏幕的垂直方向具有强指向性。但是,经过使用上述QD的颜色转换层的光,从QD或发光性有机化合物发射的光朝各个方向射出,因此几乎没有指向性。经过颜色转换层的发光器件的发光多少都会有损失,因此使用颜色转换层的显示器采用从发光器件直接取出最短波长的光的蓝色发光而绿色和红色的光经过颜色转换层获得的光。为此,绿色像素及红色像素与蓝色像素间的配光特性存在差异。该配光特性的较大差异产生视角依赖性直接导致显示质量下降。尤其是在很多人观看电视等大屏幕的情况下影响更大。

[0165] 因此,在本发明的一个方式的发光装置中,可以将不具有颜色转换层的像素设置为具有使光扩散的功能的结构,或者,可以将具有颜色转换层的像素设置为赋予指向性的结构。

[0166] 具有使光扩散的功能的结构可以设置在发光器件发射的光向发光装置的外部射出的光路上。具有微腔结构的发光器件发射的光具有强指向性,但是可以通过具有使该光扩散的功能的结构使其扩散而被减弱,或者,可以使扩散的光变为具有指向性的光、使经过颜色转换层的光与不经过颜色转换层的光变为具有同样配光特性的光。由此,可以降低上述视角依赖性。

[0167] 图4A至图4C示出第一像素208B中设置有具有使第一发光器件207B发射的光发生散射的功能的结构205B的结构。作为具有使第一发光器件207B发射的光发生散射的功能的结构205B,可以采用图4A及图4B所示的含有使第一发光器件发射的光发生散射的第一物质的层,也可以采用图4C所示的具有使第一发光器件发射的光发生散射的结构体的结构。

[0168] 图5A至图5C示出变形实例。图5A中,代替图4A中的具有使光发生散射的功能的结构205B,使用兼具蓝色的滤色片的功能的层(滤色片215B)。另外,图5B和图5C示出具有使光发生散射的功能的结构205B及蓝色的滤色片215B的情况。另外,蓝色的滤色片215B可以如

图5B和图5C所示地接触具有使光散射的功能的结构205B地形成,但是可以形成在密封衬底等其他的结构体上。由此,该发光装置可以在使具有指向性的光发生散射的同时进一步提高色纯度。另外,由于还可以抑制外光的反射,因此可以获得更好的显示。

[0169] 通过使来自第一像素208B的光及来自第一发光器件207B的光经过结构205B射出,可以得到指向性小的光。由此,颜色间的配光特性差异得到缓和,由此可以得到显示质量高的发光装置。

[0170] 另外,图6A及图6B所示的本发明的一个方式的发光装置中设置有对第一颜色转换层发射的光赋予指向性的手段210G及210R。对第一颜色转换层发射的光赋予指向性的手段可以采用各种手段,例如,可以以夹着颜色转换层的方式形成半透射·半反射层,由此形成微腔结构。另外,图6A是在颜色转换层的上下形成半透射·半反射层的情况,图6B是颜色转换层的发光器件侧的半透射·半反射层兼用作发光器件的第二电极(半透射·半反射电极)的情况。

[0171] 作为来自第二像素208G及第三像素208R的光,通过设置对颜色转换层发射的光赋予指向性的手段210G及210R,可以获得指向性大的光。由此,颜色间的配光特性差异得到缓和,可以得到显示质量高的发光装置。

[0172] 实施方式2

在本实施方式中,对能够用于实施方式1中的发光器件207的空穴注入层111及空穴传输层112的具有空穴传输性的有机化合物进行说明。

[0173] 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1,1-双-(4-双(4-甲基-苯基)-氨-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,因此可以期待通过使用TAPC得到具有良好的外部量子效率的发光器件。

[0174] 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为载流子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。

[0175] 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,优选将分子折射低的取代基引入分子中。作为该取代基,可以举出饱和烃基及环状饱和烃基等。

[0176] 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。为了进一步提高载流子传输性,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。

[0177] 作为克服了权衡问题且具有载流子传输性、低折射率、高可靠性的化合物,本发明人发现了由构成饱和烃基的 sp^3 杂化轨道形成键合的碳原子的比率在一定范围内的单胺化合物。尤其是,该单胺化合物为具有与具有一般的折射率的现有的空穴注入层用材料同等的良好的可靠性的材料。此外,通过调整具有由 sp^3 杂化轨道形成键合的碳原子的取代基数

或取代位置,该单胺化合物可以具有更良好的特性。

[0178] 也就是说,本发明的一个方式的有机化合物是第一芳香环、第二芳香环及第三芳香环与胺的氮原子直接键合的单胺化合物,是包含该单胺化合物的层的折射率为1.5以上且1.75以下的有机EL器件的空穴传输层用材料及空穴注入层用材料。在该单胺化合物中,在分子内的总碳原子数中由 sp^3 杂化轨道形成键合的碳原子的比率优选为23%以上且55%以下。

[0179] 由于具有由 sp^3 杂化轨道形成键合的碳原子的取代基就是所谓的饱和烃基及环状饱和烃基,所以分子折射较低。因此,在分子内的总碳原子数中由 sp^3 杂化轨道形成键合的碳原子的比率为23%以上且55%以下的该单胺化合物可以用作折射率低的空穴传输层用材料及空穴注入层用材料。

[0180] 在利用 ^1H -NMR对上述单胺化合物进行测量的结果中小于4ppm的信号积分值优选超过4ppm以上的信号的积分值。小于4ppm的信号表示链或环状饱和烃基,该积分值超过4ppm以上的信号的积分值意味着构成饱和烃基的氢原子数比构成不饱和烃的氢原子多。由此,可以推测分子的 sp^3 杂化轨道形成键合的碳原子的比率。这里,不饱和烃基的碳的能够与氢发生键合的键少,例如对苯与环己烷进行比较时, C_6H_6 与 C_6H_{12} 有差异。考虑到该差异,利用 ^1H -NMR测量的结果中小于4ppm的信号积分值超过4ppm以上的信号的积分值,表明分子中大约三分之一的碳原子存在于饱和烃基中。其结果是,该单胺化合物为具有低折射率的有机化合物,可以适用于空穴传输层用材料及空穴注入层用材料。

[0181] 该单胺化合物优选至少具有一个茛骨架。具有茛骨架的单胺化合物的空穴传输性更好,将该单胺化合物用于空穴传输层用材料和空穴注入层用材料中的一方或双方的发光器件可以实现良好的驱动电压。此外,该茛骨架为上述第一芳香环、第二芳香环及第三芳香环中的任意个。该茛骨架由于与胺的氮原子直接键合所以有助于使分子的HOMO能级变浅,由此容易传输空穴,因此是优选的。

[0182] 注意,在上述单胺化合物利用蒸镀进行沉积时,其分子量优选为400以上且1000以下。

[0183] 下面,更详细地说明上述单胺化合物。

[0184] 该单胺化合物为胺的氮原子与第一芳香环、第二芳香环及第三芳香环键合的三芳基胺衍生物。这些第一芳香环至第三芳香环与胺的氮原子键合。

[0185] 第一芳香环及第二芳香环分别独立地具有1至3个苯环。此外,第一芳香环及第二芳香环优选都是烃环。

[0186] 在第一芳香环及第二芳香环都具有两个或三个苯环时,该两个或三个苯环优选成为彼此键合的取代基。也就是说,第一芳香环及第二芳香环优选为苯基、联苯基、三联苯基、萘基苯基。

[0187] 此外,第一芳香环和第二芳香环中的一方或双方具有一个或多个的碳原子数为1至12且具有碳原子只由 sp^3 杂化轨道形成键合烃基。

[0188] 注意,在上述单胺化合物中第一芳香环和第二芳香环中的一方或双方含有上述碳原子数为1至12且碳原子只由 sp^3 杂化轨道形成键合的烃基,但是与一个芳香环键合的上述烃基所包含的碳原子的总数为6以上,且与第一芳香环及第二芳香环键合的上述烃基所包含的碳原子的总数为8以上,优选为12以上。当以上述方式键合有分子折射低的上述烃基

时,上述单胺化合物可以为折射率低的有机化合物。

[0189] 此外,为了保持高载流子传输性,与第一芳香环及第二芳香环键合的上述烃基所包含的碳原子的总数优选为36以下,更优选为30以下。如上所述,来源于碳原子的不饱和键的 π 电子越多越利于载流子传输。

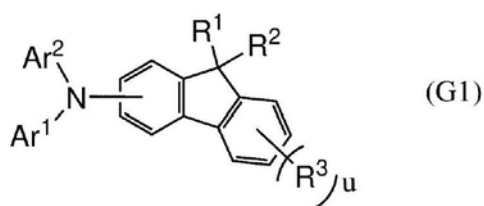
[0190] 作为上述碳原子数为1至12且只由 sp^3 杂化轨道形成键合的烃基,优选为碳原子数为3至8的烷基及碳原子数为6至12的环烷基。具体而言,优选使用丙基、异丙基、丁基、仲丁基、异丁基、叔丁基、戊基、异戊基、仲戊基、叔戊基、新戊基、己基、异己基、仲己基、叔己基、新己基、庚基、辛基、环己基、4-甲基环己基、环庚基、环辛基、环壬基、环癸基、十氢化萘基、环十一烷基及环十二烷基,尤其优选的是叔丁基、环己基及环十二烷基。

[0191] 此外,第三芳香环为取代或未取代的单环或取代或未取代的三环以下的稠环。在稠环的环数增加时,折射率倾向于增加,由此,可以保持低折射率。此外,同样地,在稠环的环数增加时,观察到可见区域的光的吸收或发光,所以可以得到吸收或发光的影响小的材料。注意,该第三芳香环为了保持低折射率,其碳原子数优选为6至13。作为能够用作第三芳香环的芳香环,具体而言,可以举出苯环、萘环、茚环、茈烯环等。尤其是第三芳香环优选具有茚环,更优选为茚环,由此可以提高空穴传输性。

[0192] 具有上述那样的结构的单胺化合物为具有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及空穴注入层,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。另外,使用该空穴传输层用材料或空穴注入层用材料的有机EL器件由于该空穴传输层用材料或空穴注入层用材料为单胺化合物,通过限制与饱和烃基键合的芳香环数减少立体排斥可以提高分子的稳定性,所以可以实现长寿命的发光器件。

[0193] 注意,上述单胺化合物中尤其优选的是由下述通式(G1)表示的有机化合物。

[0194] [化学式4]



[0195] 注意,在上述通式(G1)中, Ar^1 、 Ar^2 分别独立地表示具有苯环的取代基或两个或三个苯环彼此键合的取代基。作为 Ar^1 、 Ar^2 ,具体而言,可以举出苯基、联苯基、三联苯基、萘基苯基等,为了降低折射率且保持氮原子的载流子传输性,苯基是尤其优选的。

[0196] 注意, Ar^1 和 Ar^2 中的一方或双方具有一个或多个的碳原子只由 sp^3 杂化轨道形成键合的碳原子数为1至12的烃基。该烃基所包含的碳原子的总数为8以上,且与 Ar^1 和 Ar^2 中的至少一个键合的所述烃基所包含的碳原子的总数为6以上。碳原子只由 sp^3 杂化轨道形成键合的碳原子数为1至12的烃基优选为碳原子数为3至8的烷基及碳原子数为6至12的环烷基。具体而言,优选使用丙基、异丙基、丁基、仲丁基、异丁基、叔丁基、戊基、异戊基、仲戊基、叔戊基、新戊基、己基、异己基、仲己基、叔己基、新己基、庚基、辛基、环己基、4-甲基环己基、环庚基、环辛基、环壬基、环癸基、十氢化萘基、环十一烷基及环十二烷基,尤其优选的是叔丁基、

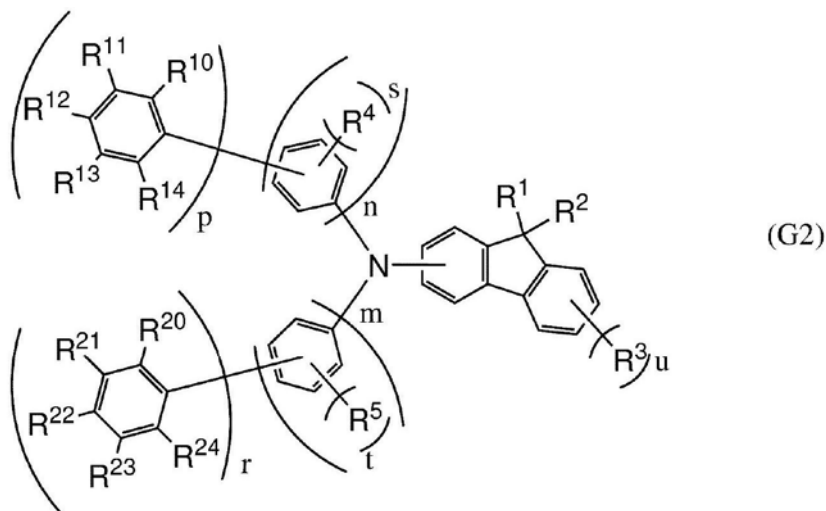
环己基及环十二烷基。

[0197] 注意,在作为烃基与 Ar^1 或 Ar^2 键合多个碳原子数为1或2的直链烷基的情况下,该直链烷基也可以彼此键合形成环。

[0198] 此外,在上述通式(G1)中, R^1 及 R^2 分别独立地表示碳原子数为1至4的烷基。注意, R^1 及 R^2 也可以彼此键合形成环。另外, R^3 表示碳原子数为1至4的烷基,u为0至4的整数。

[0199] 本发明的一个方式的有机化合物可以由下述通式(G2)至通式(G4)表示。

[0200] [化学式5]



[0201] 注意,在上述通式(G2)中,n、m、p及r分别独立地表示1或2,s、t及u分别独立地表示0至4的整数。此外,n+p及m+r分别独立地为2或3。注意,s、t及u优选分别独立为0。

[0202] 在上述通式(G2)中, R^1 、 R^2 及 R^3 分别独立地表示碳原子数为1至4的烷基, R^4 及 R^5 分别独立地表示氢或碳原子数为1至3的烃基。作为碳原子数为1至3的烃基,可以举出甲基、乙基、丙基等。作为碳原子数为1至4的烃基,除了上述以外还可以举出丁基。

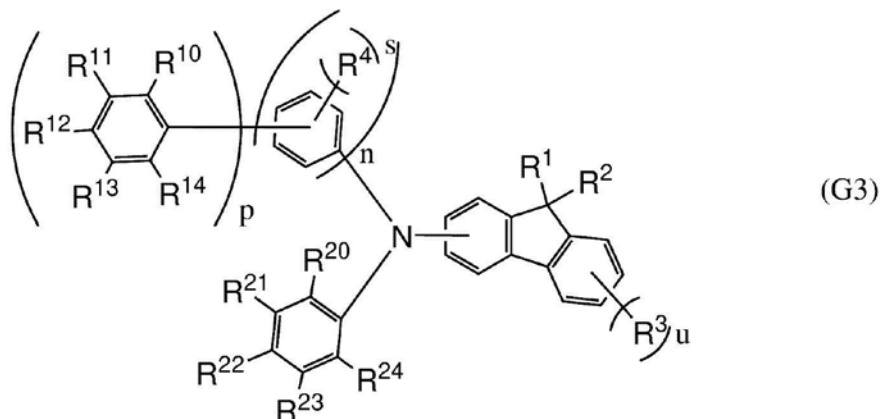
[0203] 此外, R^{10} 至 R^{14} 以及 R^{20} 至 R^{24} 分别独立地表示氢或碳原子只由 sp^3 杂化轨道形成键合的碳原子数为1至12的烃基。碳原子只由 sp^3 杂化轨道形成键合的碳原子数为1至12的烃基优选为碳原子数为3至8的烷基及碳原子数为6至12的环烷基。具体而言,优选使用丙基、异丙基、丁基、仲丁基、异丁基、叔丁基、戊基、异戊基、仲戊基、叔戊基、新戊基、己基、异己基、仲己基、叔己基、新己基、庚基、辛基、环己基、4-甲基环己基、环庚基、环辛基、环壬基、环癸基、十氢化萘基、环十一烷基及环十二烷基,尤其优选的是叔丁基、环己基及环十二烷基。

[0204] 注意,包含在 R^{10} 至 R^{14} 及 R^{20} 至 R^{24} 中的碳原子的总数为8以上,并且包含在 R^{10} 至 R^{14} 或 R^{20} 至 R^{24} 中的碳原子的总数为6以上。

[0205] 在上述通式(G2)中,在n为2时,一个亚苯基中的取代基的种类、取代基的数目及键的位置与另一个亚苯基可以相同或不同,在m为2时,一个亚苯基中的取代基的种类、取代基的数目及键的位置与另一个亚苯基可以相同或不同,在p为2时,一个苯基中的取代基的种类、取代基的数目及键的位置与另一个苯基可以相同或不同,在r为2时,一个苯基中的取代基的种类、取代基的数目及键的位置与另一个苯基可以相同或不同。

[0206] 在s为2至4的整数时,多个 R^4 可以相同或不同,在t为2至4的整数时,多个 R^5 可以相同或不同,在u为2至4的整数时,多个 R^3 可以相同或不同。注意, R^1 及 R^2 也可以彼此键合形成环, R^4 、 R^5 、 R^{10} 至 R^{14} 以及 R^{20} 至 R^{24} 的相邻的基也可以彼此键合形成环。

[0207] [化学式6]



[0208] 注意,在上述通式(G3)中, R^1 、 R^2 及 R^3 分别独立地表示碳原子数为1至4的烷基, R^4 表示氢或碳原子数为1至3的烃基。作为碳原子数为1至3的烃基,可以举出甲基、乙基、丙基等。作为碳原子数为1至4的烃基,除了上述以外还可以举出丁基。

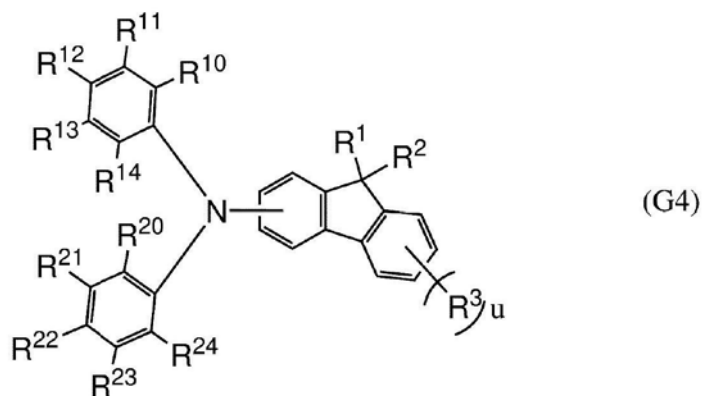
[0209] n 及 p 分别独立地表示1或2, s 及 u 分别独立地表示0至4的整数。注意, $n+p$ 为2或3。注意, s 及 u 优选分别独立为0。

[0210] 此外, R^{10} 至 R^{14} 及 R^{20} 至 R^{24} 分别独立地表示氢或碳原子只由 sp^3 杂化轨道形成键合的碳原子数为1至12的烃基。碳原子只由 sp^3 杂化轨道形成键合的碳原子数为1至12的烃基优选为碳原子数为3至8的烷基及碳原子数为6至12的环烷基。具体而言,可以使用丙基、丁基、戊基、己基、庚基、辛基、环己基、环庚基、环辛基、环壬基、环癸基、环十一烷基及环十二烷基,尤其优选的是叔丁基、环己基及环十二烷基。

[0211] 注意,包含在 R^{10} 至 R^{14} 以及 R^{20} 至 R^{24} 中的碳原子的总数为8以上,且包含在 R^{10} 至 R^{14} 或 R^{20} 至 R^{24} 中的碳原子的总数为6以上。

[0212] 注意,在 n 为2时,一个亚苯基中的取代基的种类、取代基的数目及键的位置与另一个亚苯基可以相同或不同,在 p 为2时,一个苯基中的取代基的种类、取代基的数目及键的位置与另一个苯基可以相同或不同。此外,在 s 为2至4的整数时,多个 R^4 可以各自相同或不同,在 u 为2至4的整数时,多个 R^3 可以各自相同或不同。注意, R^1 及 R^2 也可以彼此键合形成环, R^4 、 R^{10} 至 R^{14} 以及 R^{20} 至 R^{24} 的相邻的基也可以彼此键合形成环。

[0213] [化学式7]



[0214] 在上述通式(G4)中, u 表示0至4的整数。注意, u 优选为0。

[0215] 此外, R^{10} 至 R^{14} 以及 R^{20} 至 R^{24} 分别独立地表示氢或碳原子只由 sp^3 杂化轨道形成键合

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

[0216] 注意,包含在 R^{10} 至 R^{14} 以及 R^{20} 至 R^{24} 中的碳原子的总数为8以上,且包含在 R^{10} 至 R^{14} 或 R^{20} 至 R^{24} 中的碳原子的总数为6以上。

[0217] 此外, R^1 、 R^2 及 R^3 分别独立地表示碳原子数为1至4的烷基。注意,在 u 为2至4的整数时,多个 R^3 可以相同或不同。此外, R^1 及 R^2 也可以彼此键合形成环, R^{10} 至 R^{14} 以及 R^{20} 至 R^{24} 的相邻的基也可以彼此键合形成环。

[0218] 在上述通式(G2)至(G4)中,优选 R^{10} 至 R^{14} 以及 R^{20} 至 R^{24} 分别独立地为氢、叔丁基和环己基中的任意个,由此可以降低折射率。此外,在上述通式(G2)至(G4)中,当 R^{10} 至 R^{14} 中的至少三个以及 R^{20} 至 R^{24} 中的至少三个为氢时不会阻碍载流子传输性,所以是优选的。

[0219] 此外,优选的是, R^{10} 、 R^{11} 、 R^{13} 、 R^{14} 、 R^{20} 、 R^{21} 、 R^{23} 及 R^{24} 为氢, R^{12} 及 R^{22} 为环己基。

[0220] 此外,优选的是, R^{10} 、 R^{12} 、 R^{14} 、 R^{20} 、 R^{21} 、 R^{23} 及 R^{24} 为氢, R^{11} 及 R^{13} 为叔丁基, R^{22} 为环己基。

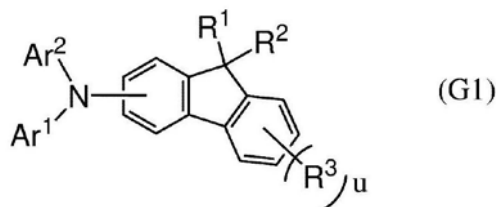
[0221] 此外,优选的是, R^{10} 、 R^{12} 、 R^{14} 、 R^{20} 、 R^{22} 及 R^{24} 为氢, R^{11} 、 R^{13} 、 R^{21} 及 R^{23} 为叔丁基。

[0222] 具有上述那样的结构的本发明的一个方式的有机化合物为具有空穴传输性且折射率低的有机化合物,因此用于空穴传输层112是有效的。此外,在本发明的一个方式的有机化合物中,可以将该有机化合物及受体物质混合而成的膜用作空穴注入层111。此外,使用该有机化合物的有机EL器件由于具有折射率低的空穴传输层及空穴注入层,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。另外,由于该有机化合物为单胺化合物,所以使用该有机化合物的有机EL器件可以成为寿命长的发光器件。

[0223] 此外,上述有机化合物还可以用作主体材料。另外,也可以通过使该空穴传输材料与电子传输材料进行共蒸镀来形成由该电子传输材料与该空穴传输材料形成激基复合物。通过形成具有适当的发光波长的激基复合物,可以实现对发光材料的高效的能量转移,由此可以提供高效率且具有良好的寿命的发光器件。

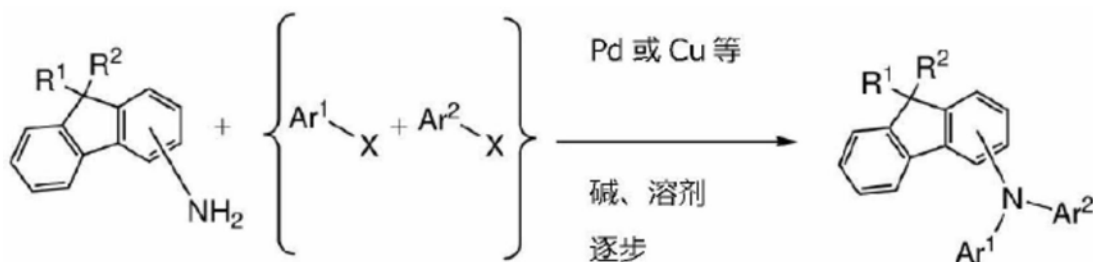
[0224] 下面,示出上述那样的单胺化合物的合成方法。注意,以下是本发明的合成方法的一个例子,并不局限于该合成法。

[0225] [化学式8]



[0226] 如下述合成方案所示那样,对9,9-二取代-9H-芴胺(A)及有机卤化物(X1)(X2)在碱的存在下使用金属催化剂、金属或金属化合物进行耦合,可以得到以通式(G1)表示的有机化合物。

[0227] [化学式9]



[0228] 在上述合成方案中, Ar^1 、 Ar^2 分别独立地表示具有取代或未取代的苯环的取代基或两个或三个苯环彼此键合的取代基。注意, Ar^1 和 Ar^2 中的一方或双方具有一个或多个的碳原子只由 sp^3 杂化轨道形成键合的碳原子数为 1 至 12 的烃基, 与 Ar^1 及 Ar^2 键合的所述烃基所包含的碳原子的总数为 8 以上, 并且与 Ar^1 和 Ar^2 中的至少一个键合的所述烃基所包含的碳原子的总数为 6 以上。注意, 在作为所述烃基与 Ar^1 或 Ar^2 键合多个碳原子数为 1 或 2 的直链烷基时, 该直链烷基也可以彼此键合形成环。此外, 在上述通式 (G1) 中, R^1 及 R^2 分别独立地表示碳原子数为 1 至 4 的烷基。注意, R^1 及 R^2 也可以彼此键合形成环。另外, R^3 表示碳原子数为 1 至 4 的烷基, u 为 0 至 4 的整数。此外, X 表示卤素元素或三氟甲磺酸酯基。

[0229] 在通过布赫瓦尔德-哈特维希反应进行上述合成反应时, X 表示卤素元素或三氟甲磺酸酯基。作为卤素元素, 优选使用碘、溴或氯。在该反应中, 利用一种钯催化剂, 其中包括双(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、三环己基膦等配体。作为碱, 可以使用叔丁醇钠等有机碱、碳酸铯等无机碱等。此外, 在使用时, 可以使用甲苯、二甲苯、1,3,5-三甲基苯等。另外, 通过将反应温度设定为 120°C 以上, 由于包含低卤素元素(例如, 氯)的芳基与胺的反应以短时间且高收率进展, 所以更优选使用耐热性高的二甲苯及 1,3,5-三甲基苯。

[0230] 在利用乌尔曼反应进行上述合成时, X 表示卤素元素。作为卤素元素, 优选使用碘、溴或氯。作为催化剂, 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、1,3,5-三甲基苯等。因为在乌尔曼反应中, 在反应温度是 100°C 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、1,3,5-三甲基苯。另外, 反应温度更优选为 150°C 以上, 所以更优选使用 DMPU。

[0231] 如上所述, 可以合成通式 (G1) 的有机化合物。

[0232] 实施方式 3

在本实施方式中, 对使用实施方式 1 所示的发光装置的显示装置进行说明。

[0233] 在本实施方式中, 参照图 7A 和图 7B 对使用实施方式 1 所示的发光装置而制造的显示装置进行说明。注意, 图 7A 是示出显示装置的俯视图, 并且图 7B 是沿图 7A 中的线 A-B 及线 C-D 切断的截面图。该显示装置作为用来控制发光装置的发光的单元包括由虚线表示的驱动电路部(源极线驱动电路) 601、像素部 602、驱动电路部(栅极线驱动电路) 603。另外, 附图标记 604 是密封衬底, 附图标记 605 是密封材料, 由密封材料 605 围绕的内侧是空间 607。

[0234] 注意, 引导布线 608 是用来传送输入到源极线驱动电路 601 及栅极线驱动电路 603 的信号的布线, 并且从用作外部输入端子的 FPC (柔性印刷电路) 609 接收视频信号、时钟信

号、起始信号、复位信号等。注意,虽然在此只图示出FPC,但是该FPC还可以安装有印刷线路板(PWB)。本说明书中的发光装置不仅包括发光装置主体,而且还包括安装有FPC或PWB的发光装置。

[0235] 下面,参照图7B说明截面结构。虽然在元件衬底610上形成有驱动电路部及像素部,但是在此示出作为驱动电路部的源极线驱动电路601和像素部602中的一个像素。

[0236] 除了可以使用由玻璃、石英、有机树脂、金属、合金、半导体等构成的衬底以外,还可以使用由FRP(Fiber Reinforced Plastics:纤维增强塑料)、PVF(聚氟乙烯)、聚酯或丙烯酸树脂等构成的塑料衬底,而制造元件衬底610。

[0237] 对用于像素或驱动电路的晶体管的结构没有特别的限制。例如,可以采用反交错型晶体管或交错型晶体管。另外,顶栅型晶体管或底栅型晶体管都可以被使用。对用于晶体管的半导体材料没有特别的限制,例如可以使用硅、锗、碳化硅、氮化镓等。或者可以使用In-Ga-Zn类金属氧化物等的包含铟、镓、锌中的至少一个的氧化物半导体。

[0238] 对用于晶体管的半导体材料的结晶性也没有特别的限制,可以使用非晶半导体或结晶半导体(微晶半导体、多晶半导体、单晶半导体或其一部分具有结晶区域的半导体)。当使用结晶半导体时可以抑制晶体管的特性劣化,所以是优选的。

[0239] 在此,氧化物半导体优选用于设置在上述像素或驱动电路中的晶体管和用于在后面说明的触摸传感器等的晶体管等半导体装置。尤其优选使用其带隙比硅宽的氧化物半导体。通过使用带隙比硅宽的氧化物半导体,可以降低晶体管的关态电流(off-state current)。

[0240] 上述氧化物半导体优选至少包含铟(In)或锌(Zn)。另外,上述氧化物半导体更优选为包含以In-M-Zn类氧化物(M为Al、Ti、Ga、Ge、Y、Zr、Sn、La、Ce或Hf等金属)表示的氧化物的氧化物半导体。

[0241] 在此,以下对能够用于本发明的一个方式的氧化物半导体进行说明。

[0242] 氧化物半导体被分为单晶氧化物半导体和非单晶氧化物半导体。作为非单晶氧化物半导体,例如可以举出CAAC-OS(c-axis aligned crystalline oxide semiconductor)、多晶氧化物半导体、nc-OS(nano crystalline oxide semiconductor)、a-like OS(amorphous-like oxide semiconductor)及非晶氧化物半导体等。

[0243] CAAC-OS具有c轴取向性,其多个纳米晶在a-b面方向上连结而结晶结构具有畸变。畸变是指在多个纳米晶连结的区域中晶格排列一致的区域与其他晶格排列一致的区域之间的晶格排列的方向变化的部分。

[0244] 纳米晶基本上为六角形,但是不局限于正六角形,有时为非正六角形。另外,纳米晶有时在畸变中具有五角形或七角形等晶格排列。另外,在CAAC-OS中,即使在畸变附近也难以观察到明确的晶界(也称为grain boundary)。即,可知由于晶格排列畸变,可抑制晶界的形成。这是由于CAAC-OS因为a-b面方向上的氧原子排列的低密度或因金属元素被取代而使原子间的键合距离产生变化等而能够包容畸变。

[0245] CAAC-OS有具有层状结晶结构(也称为层状结构)的倾向,在该层状结晶结构中层叠有包含铟及氧的层(下面称为In层)和包含元素M、锌及氧的层(下面称为(M,Zn)层)。另外,铟和元素M彼此可以取代,在用铟取代(M,Zn)层中的元素M的情况下,也可以将该层表示为(In,M,Zn)层。另外,在用元素M取代In层中的铟的情况下,也可以将该层表示为(In,M)

层。

[0246] CAAC-OS是结晶性高的氧化物半导体。另一方面,在CAAC-OS中不容易观察明确的晶界,因此不容易发生起因于晶界的电子迁移率的下降。另外,氧化物半导体的结晶性有时因杂质的进入或缺陷的生成等而降低,因此可以说CAAC-OS是杂质或缺陷(氧空位(也称为 V_0 (oxygen vacancy))等)少的氧化物半导体。因此,具有CAAC-OS的氧化物半导体的物理性质稳定。因此,包含CAAC-OS的氧化物半导体具有高耐热性及高可靠性。

[0247] 在nc-OS中,微小的区域(例如1nm以上且10nm以下的区域,特别是1nm以上且3nm以下的区域)中的原子排列具有周期性。另外,nc-OS在不同的纳米晶之间观察不到结晶取向的规律性。因此,在膜整体中观察不到取向性。所以,有时nc-OS在某些分析方法中与a-like OS或非晶氧化物半导体没有差别。

[0248] 另外,在包含铟、镓和锌的氧化物半导体的一种的铟-镓-锌氧化物(以下,IGZO)有时在由上述纳米晶构成时具有稳定的结构。尤其是,IGZO有在大气中不容易进行晶体生长的倾向,所以有时与由大结晶(在此,几mm的结晶或者几cm的结晶)形成时相比由小结晶(例如,上述纳米结晶)形成时在结构上稳定。

[0249] a-like OS是具有介于nc-OS与非晶氧化物半导体之间的结构的氧化物半导体。a-like OS包含空洞或低密度区域。也就是说,a-like OS的结晶性比nc-OS及CAAC-OS的结晶性低。

[0250] 氧化物半导体具有各种结构及各种特性。本发明的一个方式的氧化物半导体也可以包括非晶氧化物半导体、多晶氧化物半导体、a-like OS、nc-OS、CAAC-OS中的两种以上。

[0251] 另外,除了上述氧化物半导体之外还可以使用CAC(Cloud-Aligned Composite)-OS。

[0252] 另外,CAC-OS在材料的一部分中具有导电性的功能,在材料的另一部分中具有绝缘性的功能,作为材料的整体具有半导体的功能。此外,在将CAC-OS用于晶体管的活性层的情况下,导电性的功能是使被用作载流子的电子(或空穴)流过的功能,绝缘性的功能是不使被用作载流子的电子流过的功能。通过导电性的功能和绝缘性的功能的互补作用,可以使CAC-OS具有开关功能(开启/关闭的功能)。通过在CAC-OS中使各功能分离,可以最大限度地提高各功能。

[0253] 另外,CAC-OS具有导电性区域及绝缘性区域。导电性区域具有上述导电性的功能,绝缘性区域具有上述绝缘性的功能。此外,在材料中,导电性区域和绝缘性区域有时以纳米粒子级分离。另外,导电性区域和绝缘性区域有时在材料中不均匀地分布。此外,有时观察到其边缘模糊而以云状连接的导电性区域。

[0254] 此外,在CAC-OS中,导电性区域和绝缘性区域有时以0.5nm以上且10nm以下,优选为0.5nm以上且3nm以下的尺寸分散在材料中。

[0255] 此外,CAC-OS由具有不同带隙的成分构成。例如,CAC-OS由具有起因于绝缘性区域的宽隙的成分及具有起因于导电性区域的窄隙的成分构成。在该结构中,当使载流子流过时,载流子主要在具有窄隙的成分中流过。此外,具有窄隙的成分与具有宽隙的成分互补作用,与具有窄隙的成分联动地在具有宽隙的成分中载流子流过。因此,在将上述CAC-OS用于晶体管的沟道形成区域时,在晶体管的导通状态中可以得到高电流驱动力,即大通态电流及高场效应迁移率。

[0256] 也就是说,也可以将CAC-OS称为基质复合材料(matrix composite)或金属基质复合材料(metal matrix composite)。

[0257] 通过作为半导体层使用上述氧化物半导体材料,可以实现电特性的变动被抑制的可靠性高的晶体管。

[0258] 另外,由于具有上述半导体层的晶体管的关态电流较低,因此能够长期间保持经过晶体管而储存于电容器中的电荷。通过将这种晶体管用于像素,能够在保持各显示区域所显示的图像的灰度的状态下,停止驱动电路。其结果是,可以实现功耗极低的电子设备。

[0259] 为了实现晶体管的特性稳定化等,优选设置基底膜。作为基底膜,可以使用氧化硅膜、氮化硅膜、氧氮化硅膜、氮氧化硅膜等无机绝缘膜并以单层或叠层制造。基底膜可以通过溅射法、CVD(Chemical Vapor Deposition:化学气相沉积)法(等离子体CVD法、热CVD法、MOCVD(Metal Organic Chemical Vapor Deposition:有机金属化学气相沉积)法等)或ALD(Atomic Layer Deposition:原子层沉积)法、涂敷法、印刷法等形成。注意,基底膜若不需要则也可以不设置。

[0260] 注意,FET623示出形成在驱动电路部601中的晶体管的一个。另外,驱动电路也可以利用各种CMOS电路、PMOS电路或NMOS电路形成。另外,虽然在本实施方式中示出在衬底上形成有驱动电路的驱动器一体型,但是不一定必须采用该结构,驱动电路也可以形成在外部,而不形成在衬底上。

[0261] 另外,像素部602由多个像素形成,该多个像素都包括开关FET611、电流控制FET612以及与该电流控制FET612的漏极电连接的阳极613,但是并不局限于此,也可以采用组合三个以上的FET和电容器的像素部。

[0262] 注意,以覆盖阳极613的端部的方式形成绝缘物614。在此,可以使用正型感光丙烯酸形成绝缘物614。

[0263] 另外,将绝缘物614的上端部或下端部形成为具有曲率的曲面,以获得后面形成的EL层等的良好的覆盖性。例如,在使用正型感光丙烯酸树脂作为绝缘物614的材料的情况下,优选只使绝缘物614的上端部包括具有曲率半径(0.2 μm 至3 μm)的曲面。另外,作为绝缘物614,可以使用负型感光树脂或者正型感光树脂。

[0264] 在阳极613上形成有EL层616及阴极617。在此,优选使用具有高功函数的材料作为用于阳极613的材料。例如,除了可以使用诸如ITO膜、包含硅的铟锡氧化物膜、包含2wt%至20wt%的氧化锌的氧化铟膜、氮化钛膜、铬膜、钨膜、Zn膜、Pt膜等的单层膜以外,还可以使用由氮化钛膜和以铝为主要成分的膜构成的叠层膜以及由氮化钛膜、以铝为主要成分的膜和氮化钛膜构成的三层结构等。注意,如果这里采用叠层结构,由于布线的电阻值较低,因此可以得到良好的欧姆接触,另外,其可用作阳极。

[0265] 另外,EL层616通过使用蒸镀掩模的蒸镀法、喷墨法、旋涂法等各种方法形成。EL层616包括实施方式1所示的结构。另外,作为构成EL层616的其他材料,也可以使用低分子化合物或高分子化合物(包含低聚物、树枝状聚合物)。

[0266] 另外,作为用于形成在EL层616上的阴极617的材料,优选使用具有功函数小的材料(Al、Mg、Li、Ca、或它们的合金或化合物(MgAg、MgIn、AlLi等)等)。注意,当使产生在EL层616中的光透过阴极617时,优选使用由膜厚度减薄了的金属薄膜和透明导电膜(ITO、包含2wt%至20wt%的氧化锌的氧化铟、包含硅的铟锡氧化物、氧化锌(ZnO)等)构成的叠层作为

阴极617。

[0267] 另外,发光器件由阳极613、EL层616、阴极617形成。

[0268] 另外,通过使用密封材料605将密封衬底604贴合到元件衬底610,将发光器件618设置在由元件衬底610、密封衬底604以及密封材料605围绕的空间607中。注意,空间607中填充有填料,作为该填料,可以使用惰性气体(氮或氩等),还可以使用密封剂。通过在密封衬底中形成凹部且在其中设置干燥剂,可以抑制水分所导致的劣化,所以是优选的。

[0269] 另外,优选使用环氧类树脂或玻璃粉作为密封材料605。另外,这些材料优选为尽可能地不使水或氧透过的材料。另外,作为用于密封衬底604的材料,除了可以使用玻璃衬底或石英衬底以外,还可以使用由FRP(Fiber Reinforced Plastics;玻璃纤维增强塑料)、PVF(聚氟乙烯)、聚酯、丙烯酸树脂等构成的塑料衬底。

[0270] 虽然在图7A和图7B中没有示出,但是也可以在阴极上设置保护膜。保护膜可以由有机树脂膜或无机绝缘膜形成。另外,也可以以覆盖密封材料605的露出部分的方式形成保护膜。另外,保护膜可以覆盖一对衬底的表面及侧面、密封层、绝缘层等的露出侧面而设置。

[0271] 作为保护膜可以使用不容易透过水等杂质的材料。因此,可以能够高效地抑制水等杂质从外部扩散到内部。

[0272] 作为构成保护膜的材料,可以使用氧化物、氮化物、氟化物、硫化物、三元化合物、金属或聚合物等。例如,该材料可以含有氧化铝、氧化钪、硅酸钪、氧化镧、氧化硅、钛酸锶、氧化钽、氧化钛、氧化锌、氧化铌、氧化锆、氧化锡、氧化钇、氧化铈、氧化铟、氧化铊、氧化钒、氧化铪、氮化铝、氮化钪、氮化硅、氮化钽、氮化钛、氮化铌、氮化钼、氮化锆、氮化镓、含有钛及铝的氮化物、含有钛及铝的氧化物、含有铝及锌的氧化物、含有锰及锌的硫化物、含有铈及锶的硫化物、含有铟及铝的氧化物、含有钇及锆的氧化物等。

[0273] 保护膜优选通过台阶覆盖性(step coverage)良好的成膜方法来形成。这种方法中之一个是原子层沉积(ALD:Atomic Layer Deposition)法。优选将可以通过ALD法形成的材料用于保护膜。通过ALD法可以形成致密且裂缝或针孔等缺陷被减少或具备均匀的厚度的保护膜。另外,可以减少当形成保护膜时加工部材受到的损伤。

[0274] 例如,通过ALD法可以将均匀且缺陷少的保护膜形成在具有复杂的凹凸形状的表面或触摸屏的顶面、侧面以及背面上。

[0275] 因为本实施方式中的发光装置使用实施方式1所示的发光装置,所以可以得到具有优良特性的显示装置。具体而言,实施方式1所示的发光装置是寿命长的发光装置,从而实现可靠性良好的显示装置。另外,使用实施方式1所示的发光装置的显示装置的发光效率良好,由此可以实现低功耗的发光装置。

[0276] 图8A和图8B示出通过形成呈现蓝色发光的发光器件设置颜色转换层来实现全彩色化的发光装置的例子。图8A示出衬底1001、基底绝缘膜1002、栅极绝缘膜1003、栅电极1006、1007、1008、第一层间绝缘膜1020、第二层间绝缘膜1021、周边部1042、像素部1040、驱动电路部1041、发光器件的第一电极1024R、1024G、1024B、分隔壁1025、EL层1028、发光器件的阴极1029、密封衬底1031、密封材料1032等。

[0277] 另外,在图8A中,将颜色转换层(红色的颜色转换层1034R、绿色的颜色转换层1034G)设置在透明基材1033上。另外,还可以设置黑矩阵1035。对设置有颜色转换层及黑矩阵的透明基材1033进行对准而将其固定到衬底1001上。另外,颜色转换层及黑矩阵1035被

优选为40%至70%，并且其电阻率为 $1 \times 10^{-2} \Omega \text{ cm}$ 以下的膜。

[0287] 从EL层所包含的发光层射出的光被反射电极和半透射·半反射电极反射，并且谐振。

[0288] 在该发光器件中，通过改变透明导电膜、上述复合材料或载流子传输材料等的厚度而可以改变反射电极与半透射·半反射电极之间的光程。由此，可以在反射电极与半透射·半反射电极之间加强谐振的波长的光且使不谐振的波长的光衰减。

[0289] 注意，被反射电极反射回来的光（第一反射光）会给从发光层直接入射到半透射·半反射电极的光（第一入射光）带来很大的干涉，因此优选将反射电极与发光层的光程调节为 $(2n-1)\lambda/4$ （注意， n 为1以上的自然数， λ 为要放大的光的波长）。通过调节该光程，可以使第一反射光与第一入射光的相位一致，由此可以进一步放大从发光层发射的光。

[0290] 另外，在上述结构中，EL层可以含有多个发光层，也可以只含有一个发光层。例如，也可以采用如下结构：组合上述串联型发光器件的结构，在一个发光器件中夹着电荷产生层设置多个EL层，在每个EL层中形成一个或多个发光层。

[0291] 实施方式4

在本实施方式中，对其一部分包括本发明的一个方式的发光装置的电子设备的例子进行说明。本发明的一个方式的发光装置是功耗低且可靠性高的发光装置。其结果是，本实施方式所记载的电子设备可以是功耗低且可靠性高的电子设备。

[0292] 作为采用上述发光器件的电子设备，例如可以举出电视装置（也称为电视机或电视接收机）、用于计算机等的显示器、数码相机、数码摄像机、数码相框、移动电话机（也称为移动电话、移动电话装置）、便携式游戏机、便携式信息终端、声音再现装置、弹珠机等大型游戏机等。以下，示出这些电子设备的具体例子。

[0293] 图10A示出电视装置的一个例子。在电视装置中，外壳7101中组装有显示部7103。另外，在此示出利用支架7105支撑外壳7101的结构。可以利用显示部7103显示图像，并且将发光器件排列为矩阵状而构成显示部7103。

[0294] 可以通过利用外壳7101所具备的操作开关或另行提供的遥控操作机7110进行电视装置的操作。通过利用遥控操作机7110所具备的操作键7109，可以控制频道及音量，由此可以控制显示在显示部7103上的图像。另外，也可以在遥控操作机7110中设置用来显示从该遥控操作机7110输出的信息的显示部7107。

[0295] 另外，电视装置采用具备接收机、调制解调器等的结构。可以通过接收机接收一般的电视广播。再者，通过调制解调器连接到有线或无线方式的通信网络，能够进行单向（从发送者到接收者）或双向（发送者和接收者之间或接收者之间等）的信息通信。

[0296] 图10B1示出计算机，该计算机包括主体7201、外壳7202、显示部7203、键盘7204、外部连接端口7205、指向装置7206等。另外，该计算机通过将发光器件排列为矩阵状并用于显示部7203而制造。图10B1中的计算机也可以为如图10B2所示的方式。图10B2所示的计算机设置有第二显示部7210代替键盘7204及指向装置7206。第二显示部7210是触摸面板，通过利用指头或专用笔操作显示在第二显示部7210上的输入用显示，能够进行输入。另外，第二显示部7210不仅能够显示输入用显示，而且可以显示其他图像。另外，显示部7203也可以是触摸面板。因为两个屏面通过铰链部连接，所以可以防止在收纳或搬运时发生问题如屏面受伤、破坏等。

[0297] 图10C示出便携式终端的一个例子。移动电话机具备组装在外壳7401中的显示部7402、操作按钮7403、外部连接端口7404、扬声器7405、麦克风7406等。另外,移动电话机包括使用实施方式1所示的发光装置而制造的显示部7402。

[0298] 图10C所示的便携式终端也可以具有用指头等触摸显示部7402来输入信息的结构。在此情况下,能够用指头等触摸显示部7402来进行打电话或编写电子邮件等的操作。

[0299] 显示部7402主要有三种屏面模式。第一是以图像的显示为主的显示模式,第二是以文字等的信息的输入为主的输入模式,第三是混合显示模式和输入模式的两个模式的显示输入模式。

[0300] 例如,在打电话或编写电子邮件的情况下,可以采用将显示部7402主要用于输入文字的文字输入模式而输入在屏面上显示的文字。在此情况下,优选在显示部7402的屏面的大多部分中显示键盘或号码按钮。

[0301] 另外,通过在便携式终端内部设置具有陀螺仪和加速度传感器等检测倾斜度的传感器的检测装置,可以判断便携式终端的方向(纵或横)而自动进行显示部7402的屏面显示的切换。

[0302] 另外,通过触摸显示部7402或对外壳7401的操作按钮7403进行操作,来进行屏面模式的切换。或者,也可以根据显示在显示部7402上的图像的种类切换屏面模式。例如,当显示在显示部上的图像信号为动态图像的数据时,将屏面模式切换成显示模式,而当该图像信号为文字数据时,将屏面模式切换成输入模式。

[0303] 另外,当在输入模式下通过检测出显示部7402的光传感器所检测的信号而得知在一定期间内没有显示部7402的触摸操作输入时,也可以进行控制以将屏面模式从输入模式切换成显示模式。

[0304] 也可以将显示部7402用作图像传感器。例如,通过用手掌或指头触摸显示部7402,来拍摄掌纹、指纹等,能够进行个人识别。另外,通过在显示部中使用发射近红外光的背光源或发射近红外光的感测用光源,也能够拍摄指静脉、手掌静脉等。

[0305] 另外,本实施方式所示的结构可以与实施方式1至实施方式3所示的结构适当地组合来使用。

[0306] 如上所述,本发明的一个方式的发光装置的应用范围极为广泛,而能够将该发光装置用于各种领域的电子设备。通过使用本发明的一个方式的发光装置,可以得到功耗低的电子设备。

[0307] 图11A是示出扫地机器人的一个例子的示意图。

[0308] 扫地机器人5100包括顶面上的显示器5101及侧面上的多个照相机5102、刷子5103及操作按钮5104。虽然未图示,但是扫地机器人5100的底面设置有轮胎和吸入口等。此外,扫地机器人5100还包括红外线传感器、超音波传感器、加速度传感器、压电传感器、光传感器、陀螺仪传感器等各种传感器。另外,扫地机器人5100包括无线通信单元。

[0309] 扫地机器人5100可以自动行走,检测垃圾5120,可以从底面的吸入口吸引垃圾。

[0310] 另外,扫地机器人5100对照相机5102所拍摄的图像进行分析,可以判断墙壁、家具或台阶等障碍物的有无。另外,在通过图像分析检测布线等可能会绕在刷子5103上的物体的情况下,可以停止刷子5103的旋转。

[0311] 可以在显示器5101上显示电池的剩余电量和所吸引的垃圾的量等。可以在显示器

5101上显示扫地机器人5100的行走路径。另外,显示器5101可以是触摸面板,可以将操作按钮5104显示在显示器5101上。

[0312] 扫地机器人5100可以与智能手机等便携式电子设备5140互相通信。照相机5102所拍摄的图像可以显示在便携式电子设备5140上。因此,扫地机器人5100的拥有者在出门时也可以知道房间的情况。另外,可以使用智能手机等便携式电子设备确认显示器5101的显示内容。

[0313] 可以将本发明的一个方式的发光装置用于显示器5101。

[0314] 图11B所示的机器人2100包括运算装置2110、照度传感器2101、麦克风2102、上部照相机2103、扬声器2104、显示器2105、下部照相机2106、障碍物传感器2107及移动机构2108。

[0315] 麦克风2102具有检测使用者的声音及周围的声音等的功能。另外,扬声器2104具有发出声音的功能。机器人2100可以使用麦克风2102及扬声器2104与使用者交流。

[0316] 显示器2105具有显示各种信息的功能。机器人2100可以将使用者所希望的信息显示在显示器2105上。显示器2105可以安装有触摸面板。显示器2105可以是可拆卸的信息终端,通过将该信息终端设置在机器人2100的所定位置,可以进行充电及数据的收发。

[0317] 上部照相机2103及下部照相机2106具有对机器人2100的周围环境进行摄像的功能。另外,障碍物传感器2107可以检测机器人2100使用移动机构2108移动时的前方的障碍物的有无。机器人2100可以使用上部照相机2103、下部照相机2106及障碍物传感器2107认知周围环境而安全地移动。可以将本发明的一个方式的发光装置用于显示器2105。

[0318] 图11C是示出护目镜型显示器的一个例子的图。护目镜型显示器例如包括外壳5000、显示部5001、扬声器5003、LED灯5004、连接端子5006、传感器5007(它具有测量如下因素的功能:力、位移、位置、速度、加速度、角速度、转速、距离、光、液、磁、温度、化学物质、声音、时间、硬度、电场、电流、电压、电力、辐射线、流量、湿度、倾斜度、振动、气味或红外线)、麦克风5008、显示部5002、支撑部5012、耳机5013等。

[0319] 可以将本发明的一个方式的发光装置用于显示部5001及显示部5002。

[0320] 还可以将本发明的一个方式的发光装置安装在汽车的挡风玻璃或仪表盘上。图12示出将本发明的一个方式的发光装置用于汽车的挡风玻璃或仪表盘的一个方式。显示区域5200至显示区域5203是使用本发明的一个方式的发光装置设置的显示。

[0321] 显示区域5200和显示区域5201是设置在汽车的挡风玻璃上的安装有本发明的一个方式的发光装置的显示装置。通过使用具有透光性的电极制造发光器件的阳极和阴极,可以得到能看到对面的景色的所谓的透视式显示装置。若采用透视式显示,即使设置在汽车的挡风玻璃上,也不妨碍视界。另外,在设置用来驱动的晶体管等的情况下,优选使用具有透光性的晶体管,诸如使用有机半导体材料的有机晶体管或使用氧化物半导体的晶体管等。

[0322] 显示区域5202是设置在立柱部分的安装有本发明的一个方式的发光装置的显示装置。通过在显示区域5202上显示来自设置在车厢上的成像单元的图像,可以补充被立柱遮挡的视界。另外,同样地,设置在仪表盘部分上的显示区域5203通过显示来自设置在汽车外侧的成像单元的图像,能够补充被车厢遮挡的视界的死角,而提高安全性。通过显示图像以补充不看到的部分,更自然且简单地确认安全。

[0323] 显示区域5203还可以提供导航信息、速度表、转速表等其他各种信息。使用者可以适当改变显示内容及布置。另外,这些信息也可以显示在显示区域5200至显示区域5202上。另外,也可以将显示区域5200至显示区域5203用作照明装置。

[0324] 图13A和图13B示出可折叠的便携式信息终端5150。可折叠的便携式信息终端5150包括外壳5151、显示区域5152及弯曲部5153。图13A示出展开状态的便携式信息终端5150。图13B示出折叠状态的便携式信息终端。虽然便携式信息终端5150具有较大的显示区域5152,但是通过将便携式信息终端5150折叠,便携式信息终端5150变小而可便携性好。

[0325] 可以由弯曲部5153将显示区域5152折叠成一半。弯曲部5153由可伸缩的构件和多个支撑构件构成,在折叠时,可伸缩的构件被拉伸。以弯曲部5153具有2mm以上,优选为3mm以上的曲率半径的方式进行折叠。

[0326] 另外,显示区域5152也可以为安装有触摸传感器(输入装置)的触摸面板(输入/输出装置)。可以将本发明的一个方式的发光装置用于显示区域5152。

[0327] 此外,图14A至图14C示出能够折叠的便携式信息终端9310。图14A示出展开状态的便携式信息终端9310。图14B示出从展开状态和折叠状态中的一个状态变为另一个状态的中途的状态的便携式信息终端9310。图14C示出折叠状态的便携式信息终端9310。便携式信息终端9310在折叠状态下可携带性好,在展开状态下因为具有无缝拼接的较大的显示区域所以显示一览性强。

[0328] 显示面板9311由铰链部9313所连接的三个外壳9315支撑。注意,显示面板9311也可以为安装有触摸传感器(输入装置)的触控面板(输入输出装置)。另外,通过在两个外壳9315之间的铰链部9313处弯折显示面板9311,可以使便携式信息终端9310从展开状态可逆性地变为折叠状态。可以将本发明的一个方式的发光装置用于显示面板9311。

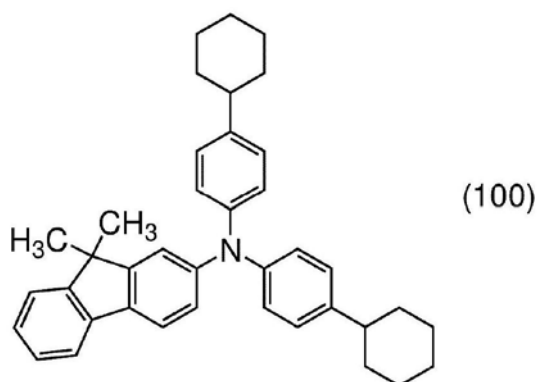
[实施例1]

[0329] 《合成例》

在本实施例中,对在实施方式2中说明的低折射率空穴传输性材料的合成方法进行说明。

[0330] 首先,对N,N-双(4-环己苯基)-9,9-二甲基-9H-芴-2-胺(简称:dchPAF)的详细合成方法进行说明。以下示出dchPAF的结构。

[0331] [化学式10]

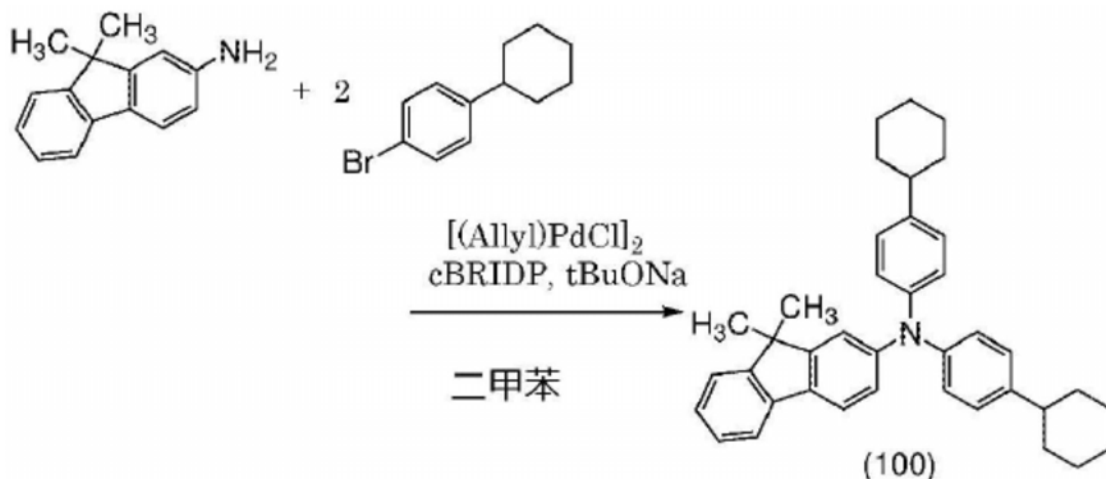


[0332] <步骤1:N,N-双(4-环己苯基)-9,9-二甲基-9H-芴-2-胺(简称:dchPAF)的合成>

将10.6g (51mmol) 的9,9-二甲基-9H-芴-2-胺、18.2g (76mmol) 的4-环己-1-溴苯、21.9g (228mmol) 的叔丁醇钠、255mL的二甲苯放入三口烧瓶中,在减压下进行脱气处理之后,对该

烧瓶内进行氮气置换。将该混合物加热到50℃左右并进行搅拌。这里,添加370mg (1.0mmol) 的氯化烯丙基钯(II) 二聚物(简称:[(Allyl)PdCl]₂)、1660mg (4.0mmol) 的二叔丁基(1-甲基-2,2-二苯基环丙基)膦(简称:cBRIDP(注册商标)),对该混合物以120℃进行加热5小时左右。然后,使烧瓶的温度回到60℃左右,添加4mL左右的水,使固体析出。将析出的固体过滤出来。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80℃左右下对所得到的固体进行减压干燥,以40%的收率得到10.1g的目的物的白色固体。如下式子示出步骤1的dchPAF的合成方案。

[0333] [化学式11]

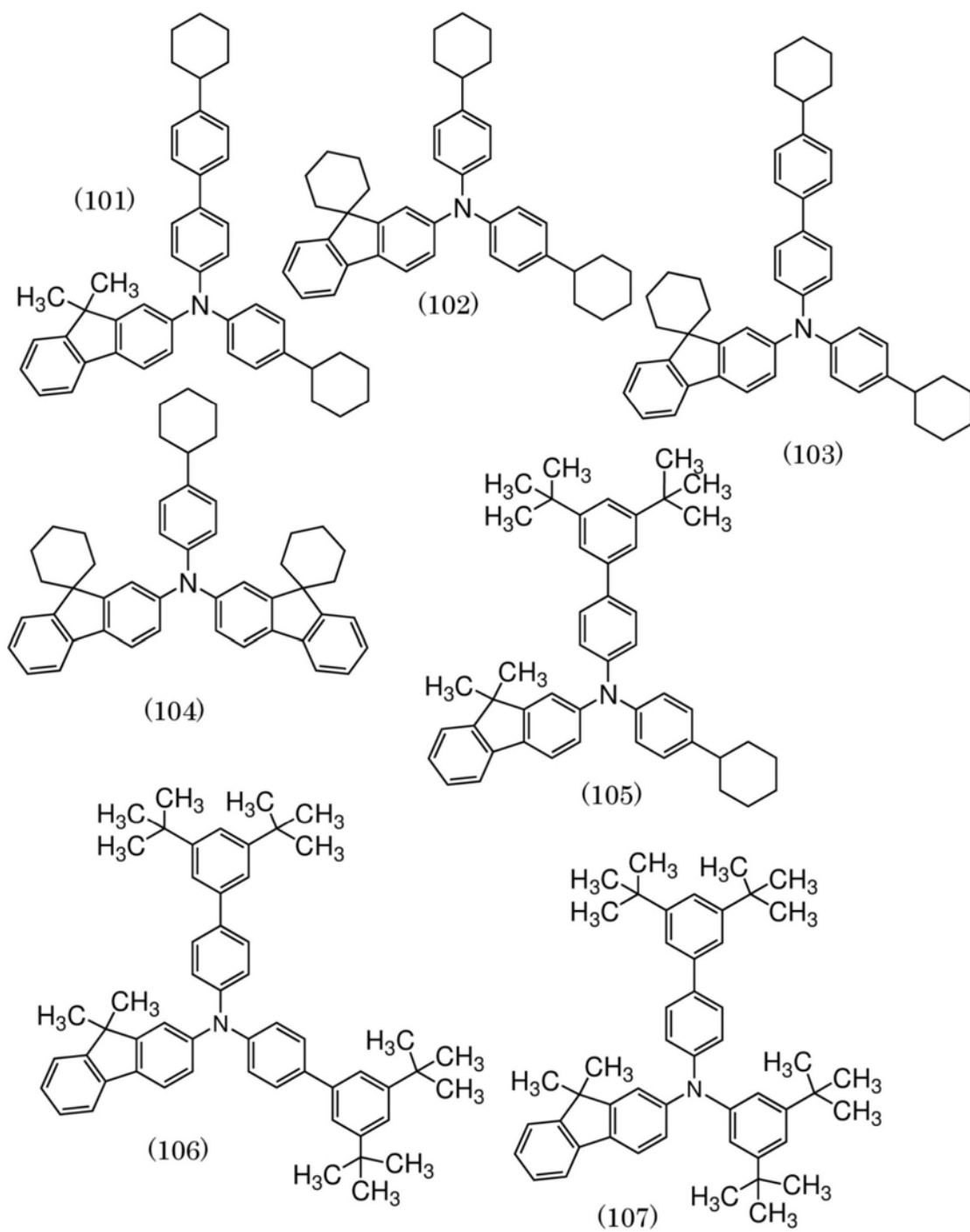


[0334] 另外,下面示出利用核磁共振分光法 (¹H-NMR) 分析通过上述步骤1得到的白色固体的结果。由此可知,在本合成例中可以合成dchPAF。

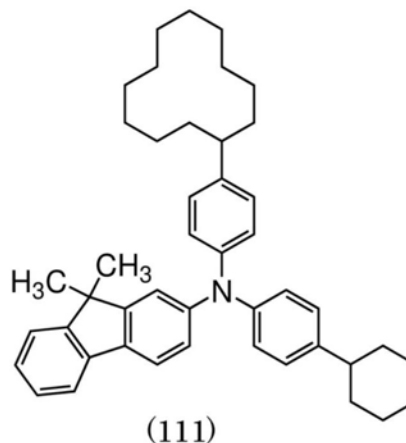
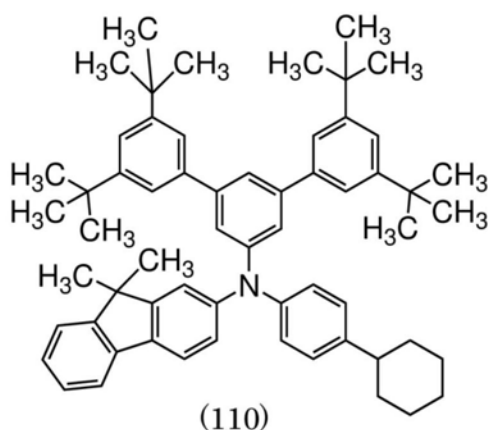
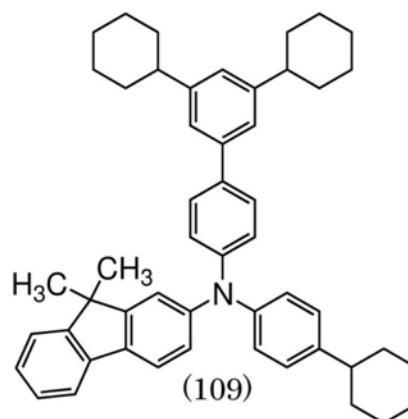
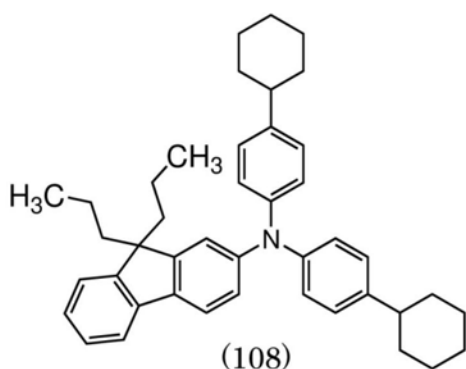
[0335] ¹H-NMR. δ (CDCl₃) : 7.60 (d, 1H, J=7.5Hz) , 7.53 (d, 1H, J=8.0Hz) , 7.37 (d, 2H, J=7.5Hz) , 7.29 (td, 1H, J=7.5Hz, 1.0Hz) , 7.23 (td, 1H, J=7.5Hz, 1.0Hz) , 7.19 (d, 1H, J=1.5Hz) , 7.06 (m, 8H) , 6.97 (dd, 1H, J=8.0Hz, 1.5Hz) , 2.41-2.51 (brm, 2H) , 1.79-1.95 (m, 8H) , 1.70-1.77 (m, 2H) , 1.33-1.45 (brm, 14H) , 1.19-1.30 (brm, 2H) .

[0336] 同样地,合成由下述结构式 (101) 至结构式 (111) 表示的有机化合物。

[0337] [化学式12]



[0338] [化学式13]



[0339] 以下示出通过核磁共振氢谱 ($^1\text{H-NMR}$) 分析上述有机化合物的结果。

[0340] 结构式 (101): $\text{N}-[(4'-\text{环己}-1,1'-\text{联苯}-4\text{-基})-\text{N}-(4\text{-环己苯基})-9,9\text{-二甲基}-9\text{H-芴}-2\text{-胺}]$ (简称: chBichPAF)

$^1\text{H-NMR}$. δ (CDCl_3): 7.63 (d, 1H, $J=7.5\text{Hz}$), 7.57 (d, 1H, $J=7.5\text{Hz}$), 7.51 (d, 2H, $J=8.0\text{Hz}$), 7.46 (d, 2H, $J=7.5\text{Hz}$), 7.38 (d, 1H, $J=7.5\text{Hz}$), 7.30 (td, 1H, $J=7.0\text{Hz}$, 1.5Hz), 7.20–7.28 (m, 6H), 7.01–7.18 (m, 7H), 2.43–2.57 (brm, 2H), 1.81–1.96 (m, 8H), 1.71–1.79 (brm, 2H), 1.34–1.50 (brm, 14H), 1.20–1.32 (brm, 2H).

[0341] 结构式 (102): $\text{N,N-双}(4\text{-环己苯基})-\text{N}-(\text{螺}[\text{环己烷}-1,9' [9\text{H}]\text{芴}]-2'\text{-基})\text{胺}$ (简称: dchPASchF)

$^1\text{H-NMR}$. δ (CDCl_3): 7.60–7.65 (m, 2H), 7.54 (d, 1H, $J=8.0\text{Hz}$), 7.28–7.35 (m, 2H), 7.19–7.24 (t, 1H, $J=7.5\text{Hz}$), 7.02–7.12 (m, 8H), 6.97–7.22 (d, 1H, $J=8.0\text{Hz}$), 2.40–2.52 (brm, 2H), 1.79–1.95 (m, 10H), 1.63–1.78 (m, 9H), 1.55–1.63 (m, 1H), 1.32–1.46 (m, 8H), 1.18–1.30 (brm, 2H).

[0342] 结构式 (103): $\text{N}-[(4'-\text{环己})-1,1'-\text{联苯}-4\text{-基}]-\text{N}-(4\text{-环己苯基})-\text{N}-(\text{螺}[\text{环己烷}-1,9' [9\text{H}]\text{芴}]-2'\text{-基})\text{胺}$ (简称: chBichPASchF)

$^1\text{H-NMR}$. δ (CDCl_3): 7.65 (d, 2H, $J=8.0\text{Hz}$), 7.58 (d, 1H, $J=8.0\text{Hz}$), 7.51 (d, 2H, $J=8.5\text{Hz}$), 7.46 (m, 2H), 7.39 (d, 1H, 1.5Hz), 7.32 (t, 1H, $J=8.0\text{Hz}$), 7.21–7.38 (m, 3H), 7.14–7.18 (m, 2H), 7.08–7.14 (m, 4H), 7.06 (dd, 1H, $J=8.0\text{Hz}$, 1.5Hz), 2.43–2.57 (brm, 2H), 1.80–1.97 (m, 10H), 1.64–1.80 (m, 9H), 1.56–1.64 (m, 1H), 1.34–1.53 (m, 8H), 1.20–1.32 (brm, 2H).

[0343] 结构式(104):N-(4-环己苯基)-N,N-双(螺[环己烷-1,9'-[9H]-芴]-2'-基)胺(简称:SchFB1chP)

$^1\text{H-NMR}$. δ (CDCl_3): 7.64 (t, 4H, $J=8.0\text{Hz}$), 7.59 (d, 2H, $J=8.5\text{Hz}$), 7.39 (brs, 2H), 7.33 (t, 2H, $J=7.5\text{Hz}$), 7.20-7.25 (m, 2H), 7.12 (brs, 4H), 7.08 (d, 2H, $J=8.0\text{Hz}$), 2.44-2.52 (brm, 1H), 1.63-1.97 (m, 23H), 1.50-1.61 (m, 2H), 1.34-1.48 (m, 4H), 1.20-1.32 (brm, 1H).

[0344] 结构式(105):N-[(3',5'-二叔丁基)-1,1'-联苯-4-基]-N-(4-环己苯基)-9,9-二甲基-9H-芴-2-胺(简称:mmtBuBichPAF)

$^1\text{H-NMR}$. δ (CDCl_3): 7.63 (d, 1H, $J=7.5\text{Hz}$), 7.57 (d, 1H, $J=8.0\text{Hz}$), 7.44-7.49 (m, 2H), 7.37-7.42 (m, 4H), 7.31 (td, 1H, $J=7.5\text{Hz}$, 2.0Hz), 7.23-7.27 (m, 2H), 7.15-7.19 (m, 2H), 7.08-7.14 (m, 4H), 7.05 (dd, 1H, $J=8.0\text{Hz}$, 2.0Hz), 2.43-2.53 (brm, 1H), 1.81-1.96 (m, 4H), 1.75 (d, 1H, $J=12.5\text{Hz}$), 1.32-1.48 (m, 28H), 1.20-1.31 (brm, 1H).

[0345] 结构式(106):N,N-双(3',5'-二叔丁基-1,1'-联苯-4-基)-9,9-二甲基-9H-芴-2-胺(简称:dmmtBuBiAF)

$^1\text{H-NMR}$. δ (CDCl_3): 7.66 (d, 1H, $J=7.5\text{Hz}$), 7.62 (d, 1H, $J=8.0\text{Hz}$), 7.51 (d, 4H, $J=8.5\text{Hz}$), 7.38-7.44 (m, 7H), 7.26-7.35 (m, 3H), 7.20-7.25 (m, 4H), 7.13 (dd, 1H, $J=8.0\text{Hz}$, 1.5Hz), 1.45 (s, 6H), 1.39 (s, 36H).

[0346] 结构式(107):N-(3,5-二叔丁基苯)-N-(3',5'-二叔丁基-1,1'-联苯-4-基)-9,9-二甲基-9H-芴-2-胺(简称:mmtBuBimmtBuPAF)

$^1\text{H-NMR}$. δ (CDCl_3): 7.64 (d, 1H, $J=7.5\text{Hz}$), 7.57 (d, 1H, $J=8.0\text{Hz}$), 7.48 (d, 2H, $J=8.0\text{Hz}$), 7.43 (m, 2H), 7.39 (m, 2H), 7.31 (td, 1H, $J=6.0\text{Hz}$, 1.5Hz), 7.15-7.25 (m, 4H), 6.97-7.02 (m, 4H), 1.42 (s, 6H), 1.38 (s, 18H), 1.25 (s, 18H).

[0347] 结构式(108):N,N-双(4-环己苯基)-9,9-二丙基-9H-芴-2-胺(简称:dchPAPrF)

$^1\text{H-NMR}$. δ (CDCl_3): 7.58 (m, 1H), 7.51 (d, 1H, $J=8.0\text{Hz}$), 7.28 (t, 2H, $J=7.5\text{Hz}$), 7.19-7.24 (m, 1H), 7.11 (d, 1H, $J=1.5\text{Hz}$), 7.00-7.19 (m, 8H), 6.97 (dd, 1H, $J=8.0\text{Hz}$, 1.5Hz), 2.40-2.50 (brm, 2H), 1.70-1.94 (m, 14H), 1.33-1.46 (m, 8H), 1.18-1.30 (brm, 2H), 0.60-0.78 (m, 10H).

[0348] 结构式(109):N-[(3',5'-二环己)-1,1'-联苯-4-基]-N-(4-环己苯基)-9,9-二甲基-9H-芴-2-胺(简称:mmchBichPAF)

$^1\text{H-NMR}$. δ (CDCl_3): 7.63 (d, 1H, $J=7.5\text{Hz}$), 7.57 (d, 1H, $J=8.5\text{Hz}$), 7.46 (d, 2H, $J=8.5\text{Hz}$), 7.39 (d, 1H, $J=7.5\text{Hz}$), 7.31 (td, 1H, $J=7.5\text{Hz}$, 1.5Hz), 7.21-7.28 (m, 4H), 7.07-7.18 (m, 6H), 7.02-7.06 (m, 1H), 7.01 (s, 1H), 2.44-2.57 (brm, 3H), 1.89-1.96 (m, 6H), 1.81-1.88 (m, 6H), 1.71-1.78 (m, 3H), 1.34-1.53 (m, 18H), 1.20-1.32 (m, 3H).

[0349] 结构式(110):N-(3,3'',5,5''-四-叔丁基-1,1':3',1''-三联苯基-5'-基)-N-(4-环己苯基)-9,9-二甲基-9H-芴-2-胺(简称:mmtBumTPchPAF)

$^1\text{H-NMR}$ (300MHz, CDCl_3): $\delta=7.63$ (d, $J=6.6\text{Hz}$, 1H), 7.58 (d, $J=8.1\text{Hz}$, 1H), 7.42-7.37 (m, 4H), 7.36-7.09 (m, 14H), 2.55-2.39 (m, 1H), 1.98-1.20 (m, 51H).

[0350] 结构式(111):N-(4-环十二烷基苯基)-N-(4-环己苯基)-9,9-二甲基-9H-芴-2-胺(简称:CdoPchPAF)

$^1\text{H-NMR}$ (300MHz, CDCl_3): $\delta=7.61$ (d, $J=6.6\text{Hz}$, 1H), 7.53 (d, $J=8.1\text{Hz}$, 1H), 7.37 (d, J

$=7.5\text{Hz}, 1\text{H}), 7.33\text{--}7.17\text{ (m, 3H)}, 7.12\text{--}6.95\text{ (m, 9H)}, 2.77\text{--}2.66\text{ (m, 1H)}, 2.52\text{--}2.39\text{ (m, 1H)}, 1.96\text{--}1.26\text{ (m, 37H)}$ 。

[0351] 图15至图26示出通过利用光谱椭偏仪(J.A.Woollam Japan制造的M-2000U)测量上述十二个材料的折射率的结果。注意,图15、图16、图17、图18、图19、图20、图21、图22、图23、图24、图25、图26分别是测量dchPAF、chBichPAF、dchPASchF、chBichPASchF、SchFB1chP、mmtBuBichPAF、dmmtBuBiAF、mmtBuBimmtBuPAF、dchPAPrF、mmchBichPAF、mmtBumTPchPAF、CdoPchPAF的折射率的数据。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形成在石英衬底上而得的薄膜。注意,附图中记载了寻常光线折射率 n_{Ordinary} 及异常光线折射率 $n_{\text{Extra-ordinary}}$ 。

[0352] 从上述结果可知,这些有机化合物为折射率低的材料。

[实施例2]

[0353] 在本实施例中,示出通过模拟算出空穴传输层的折射率低的本发明的一个方式的发光装置1及一般的折射率的比较发光装置1的到达颜色转换层的光量的结果。

[0354] 使用有机器件仿真器(semiconducting emissive thin film optics simulator;setfos;CYBERNET SYSTEMS CO.,LTD.制造)进行计算。发光区域固定在发光层的中央,在有机层的折射率中,折射率低的材料的折射率假设为1.6,一般折射率的材料折射率假设为1.9,且没有波长分散。各层的厚度以在颜色转换层的折射率为1时蓝色指标(BI)成为最大的方式进行最优化。注意,发光是具有如图27所示那样的光谱的发光。此外,发光器件为从阴极一侧提取光的顶部发射型发光器件,以阳极一侧的反射电极与阴极之间的总光路长度为 $\lambda/2$ 的整数倍的方式调整空穴传输层的厚度。注意,假设颜色转换层使用QD,考虑因珀塞尔效应导致的猝灭进行计算。以下表示出用于计算的发光装置的叠层结构。

[0355] [表1]

元件结构	发光装置1		比较发光装置1	
	折射率	厚度(nm)	折射率	厚度(nm)
颜色转换层	sweep	1000	sweep	1000
盖层	1.9	66.2	1.9	67.2
阴极(Ag:Mg)	*	15	*	15
电子传输层	1.9	35.9	1.9	37
发光层	1.9	25	1.9	25
空穴传输层	1.6	150.4	1.9	124.5
透明电极(ITSO)	*	10	*	10
阳极(Ag)	*	100	*	100

[0356] 注意,Ag、ITSO及Ag:Mg的折射率以及消光系数采用材料的物性值。

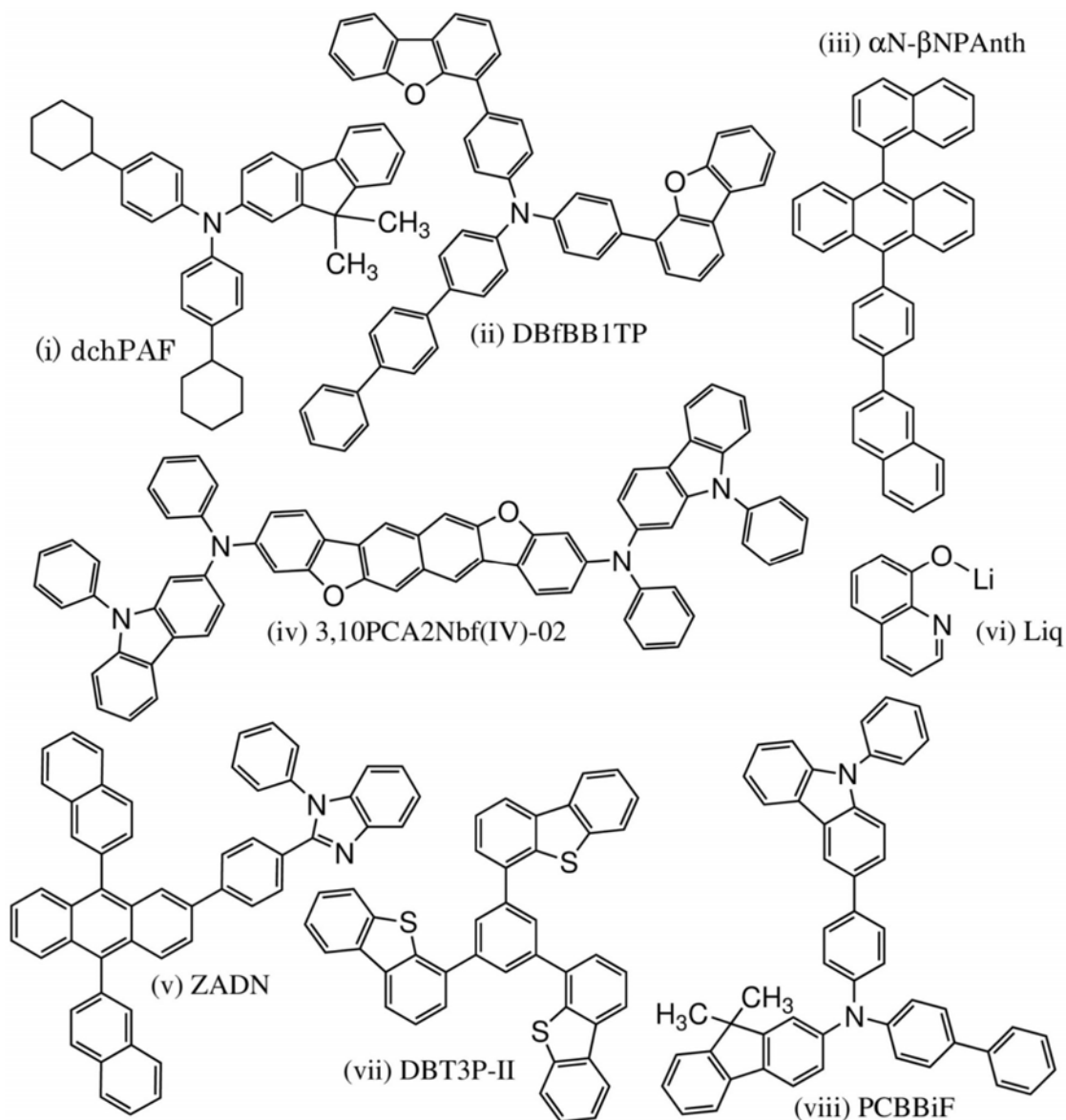
[0357] 在上述条件中,计算改变颜色转换层的折射率时的到达颜色转换层的光量的变化。到达颜色转换层的光量从颜色转换层没有吸收的器件结构的光提取效率及颜色转换层的导模的总和算出。图28示出其结果。

[0358] 从图28可知,通过降低空穴传输层的折射率,在颜色转换层的折射率在实际范围内的情况下到达颜色转换层的光量增加。到达颜色转换层的光量的增加意味着到达颜色转换层的激发光的增加,可以使更多的QD激发。

(参考例)

[0359] 在本参考例中,对使用在实施方式中说明的低折射率材料的发光器件及不使用该材料的发光器件的比较进行说明。以下示出本参考例中使用的有机化合物的结构式。

[0360] [化学式14]



[0361] (发光器件1的制造方法)

首先,在玻璃衬底上作为反射电极利用溅射法形成100nm厚的银(Ag)膜,然后作为透明电极利用溅射法形成10nm厚的含有氧化硅的铟锡氧化物(ITSO),由此形成第一电极101。其电极面积为 4mm^2 ($2\text{mm} \times 2\text{mm}$)。

[0362] 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°C 烘烤1小时,然后进行370秒的UV臭氧处理。

[0363] 然后,将衬底引入到其内部压力被降低到 10^{-4}Pa 左右的真空蒸镀装置中,并且在真

空蒸镀装置内的加热室中以170℃进行30分钟的真空烘焙,然后,将衬底冷却30分钟左右。

[0364] 接着,以使形成有第一电极101的面朝下的方式将形成有第一电极101的衬底固定在设置于真空蒸镀装置内的衬底支架上,并且在第一电极101上通过蒸镀法以上述结构式(i)所表示的N,N-双(4-环己苯基)-9,9,-二甲基-9H-芴-2-胺(简称:dchPAF)与电子受体材料(OCHD-001)的重量比为1:0.05(=dchPAF:OCHD-001)且厚度为10nm的方式进行共蒸镀,由此形成空穴注入层111。

[0365] 在空穴注入层111上以厚度为125nm的方式蒸镀dchPAF形成空穴传输层112。

[0366] 接着,在空穴传输层112上以厚度为10nm的方式蒸镀以上述结构式(ii)表示的N,N-双[4-(二苯并呋喃-4-基)苯基]-4-氨基-对三联苯(简称:DBfBB1TP),由此形成电子阻挡层。

[0367] 然后,以由上述结构式(iii)表示的9-(1-萘基)-10-[4-(2-萘基)苯基]蒽(简称: α N- β NPAnt)、由上述结构式(iv)表示的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)的重量比为1:0.015(= α N- β NPAnt:3,10PCA2Nbf(IV)-02)且厚度为25nm的方式进行共蒸镀,由此形成发光层113。

[0368] 然后,以由上述结构式(v)表示的2-{4-[9,10-二(2-萘基)-2-蒽基]苯基}-1-苯基-1H-苯并咪唑(简称:ZADN)与由上述结构式(vi)表示的8-羟基喹啉锂(简称:Liq)的重量比为1:1(=ZADN:Liq)且厚度为30nm的方式进行共蒸镀形成电子传输层114。

[0369] 形成电子传输层114之后,以厚度为1nm的方式蒸镀Liq形成电子注入层115,最后以银(Ag)与镁(Mg)的体积比为10:1且厚度为15nm的方式进行共蒸镀形成第二电极102,由此制造出发光器件1。注意,第二电极102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,本发光器件是从第二电极102取出光的顶部发射器件。另外,在第二电极102上蒸镀70nm厚的由上述结构式(vii)表示的1,3,5-三(二苯并噻吩-4-基)-苯(简称:DBT3P-II),由此提高光取出效率。

[0370] (发光器件2的制造方法)

在比较发光器件2中,使用由上述结构式(viii)表示的N-(1,1'-联苯-4-基)-9,9-二甲基-N-[4-(9-苯基-9H-吡啶-3-基)苯基]-9H-芴-2-胺(简称:PCBBiF)代替用于发光器件1的空穴注入层及空穴传输层的dchPAF,且空穴传输层的厚度为110nm,除此之外与发光器件1同样地制造。

[0371] 以下表示出发光器件1及发光器件2的元件结构。

[0372] [表2]

		发光器件1	发光器件2
电子注入层	1 nm	Liq	
电子传输层	30 nm	ZADN:Liq (1:1)	
发光层	25 nm	α N- β NPAnt:3,10PCA2Nbf(IV)-02 (1:0.015)	
电子阻挡层	10 nm	DBfBB1TP	
空穴传输层	*1	dchPAF	PCBBiF
空穴注入层	10 nm	dchPAF:ALD-MP001Q (1:0.05)	PCBBiF:ALD-MP001Q (1:0.05)

*1发光器件1:125nm,发光器件2:110nm

[0373] 注意,dchPAF是对于波长为467nm的光的折射率为1.75以下的材料,除此以外的有机化合物是对于波长为467nm的光的折射率大于1.75的物质。图35示出测量dchPAF及PCBBiF的折射率的结果。

[0374] 在材料具有各向异性时,有时对于寻常光的折射率(寻常光折射率;Ordinary)与对于异常光的折射率(异常光折射率;Extra-Ordinary)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。

[0375] 在氮气氛的手套箱中,以不使上述发光器件暴露于大气的方式使用玻璃衬底进行密封处理(将UV固化密封材料涂敷在元件的周围,以不对发光器件照射的方式只对密封材料照射UV,在大气压下80℃下进行热处理1小时),然后对这些发光器件的初始特性进行测量。

[0376] 图29示出发光器件1及发光器件2的亮度-电流密度特性,图30示出电流效率-亮度特性,图31示出亮度-电压特性,图32示出电流-电压特性,图33示出蓝色指标-亮度特性,图34示出发射光谱。此外,表3示出发光器件1及发光器件2的1000cd/m²附近的主要特性。注意,使用分光辐射亮度计(拓普康公司制造、SR-UL1R)在常温下测量亮度、CIE色度及发射光谱。

[0377] [表3]

	电压 (V)	电流 (mA)	电流密度 (mA/cm ²)	色度 (x, y)	电流效率 (cd/A)	BI (cd/A/y)
发光器件1	4.6	0.48	12.0	(0.138, 0.058)	7.3	126
发光器件2	4.4	0.71	17.8	(0.140, 0.053)	6.4	120

[0378] 由图29至图34及表3可知,在蓝色发光区域中,使用折射率为1.75以下的材料的发光器件1的电流效率及蓝色指标比发光器件2高。通过将这种发光器件与颜色转换层组合,可以得到效率良好的发光装置。

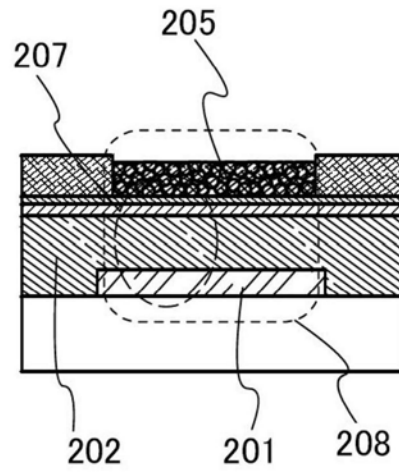


图1A

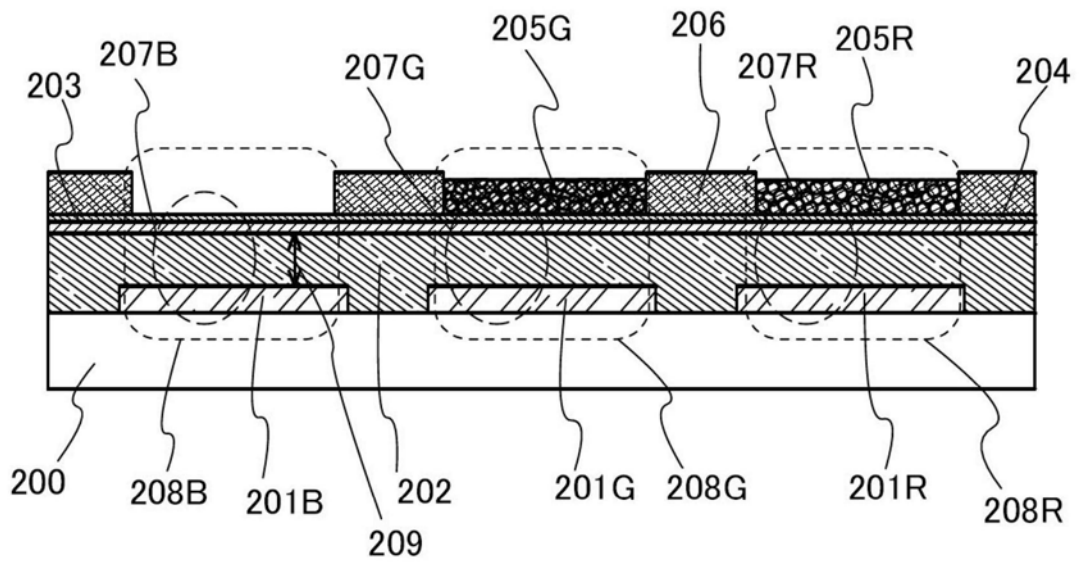


图1B

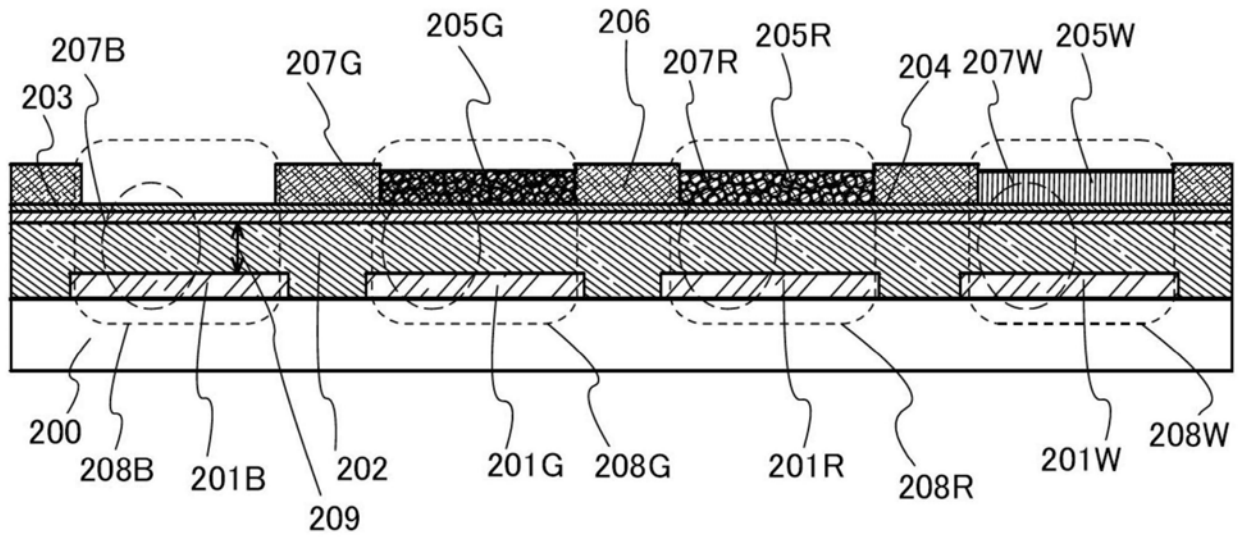


图1C

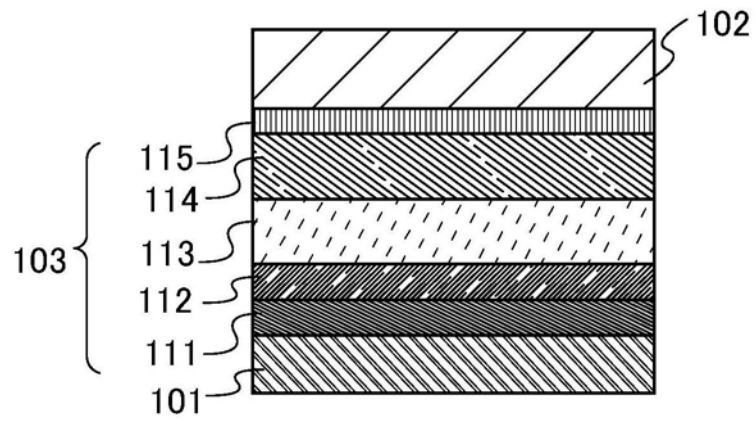


图2A

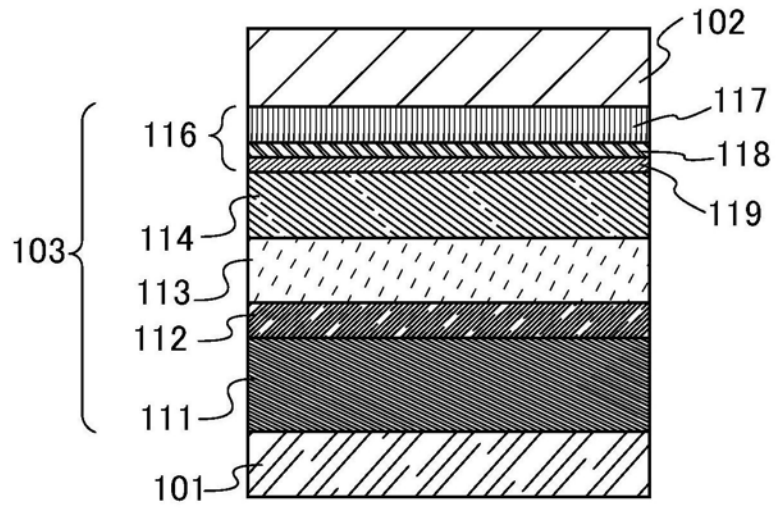


图2B

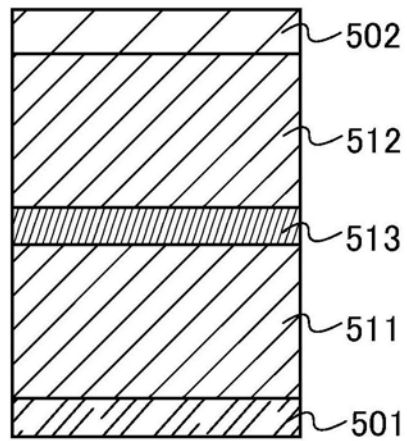


图2C

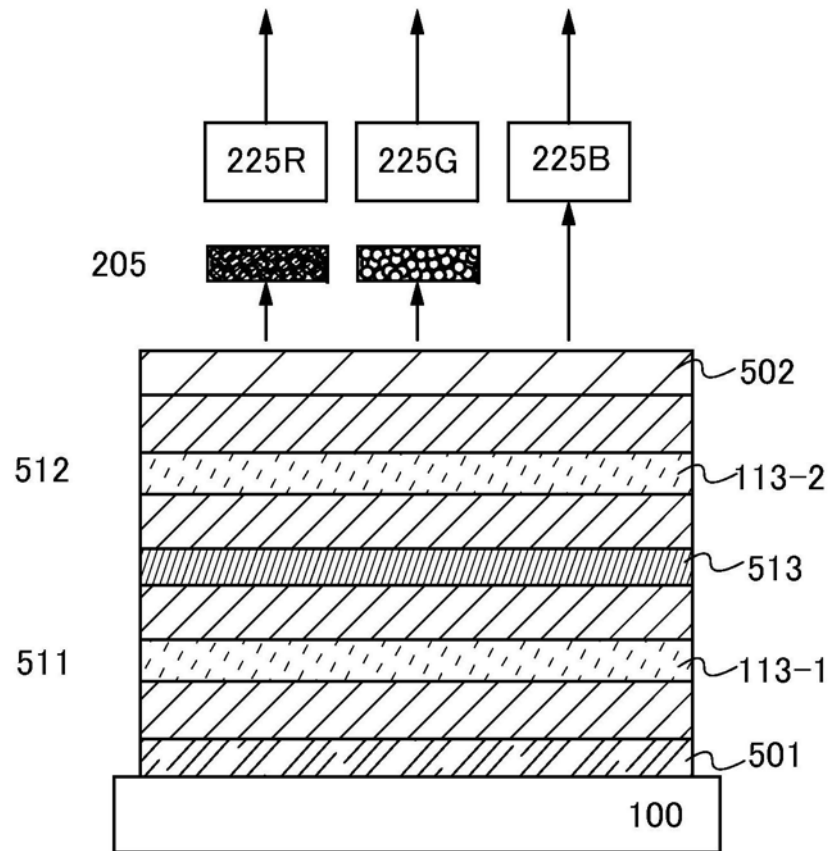


图3

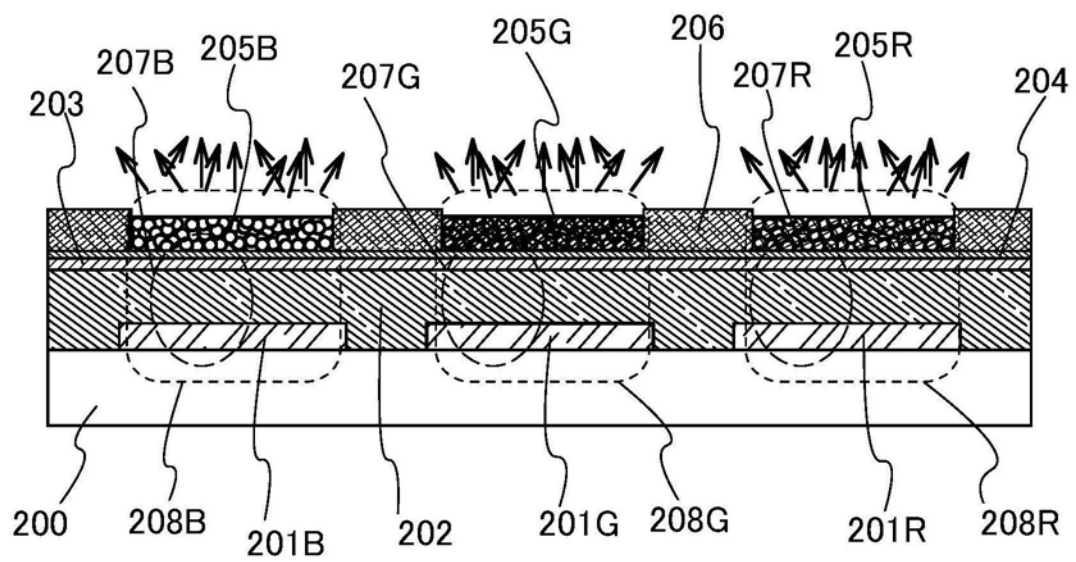


图4A

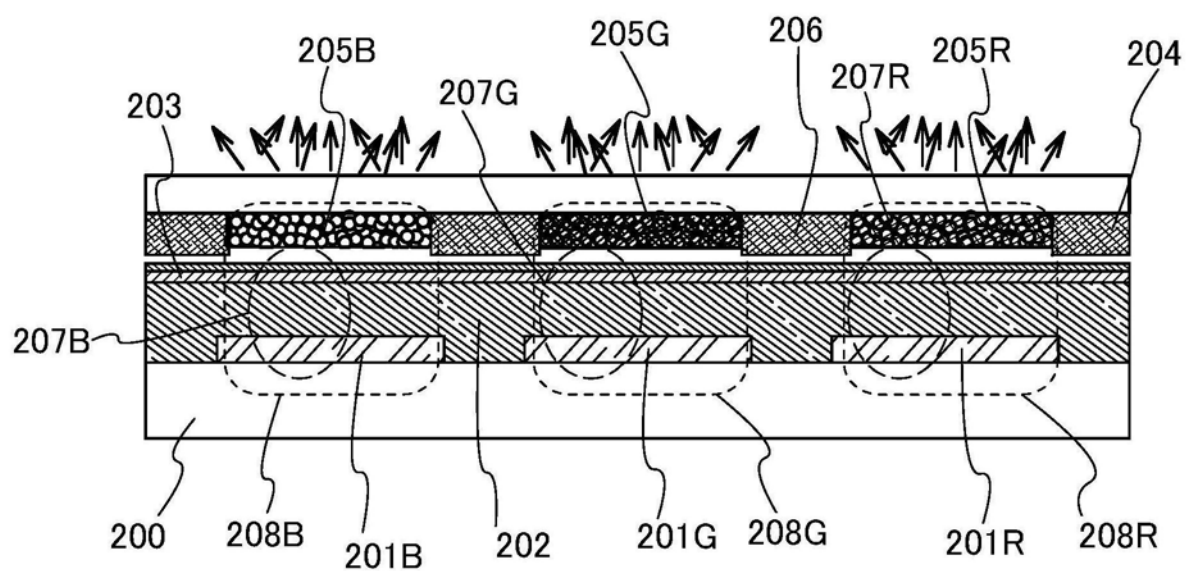


图4B

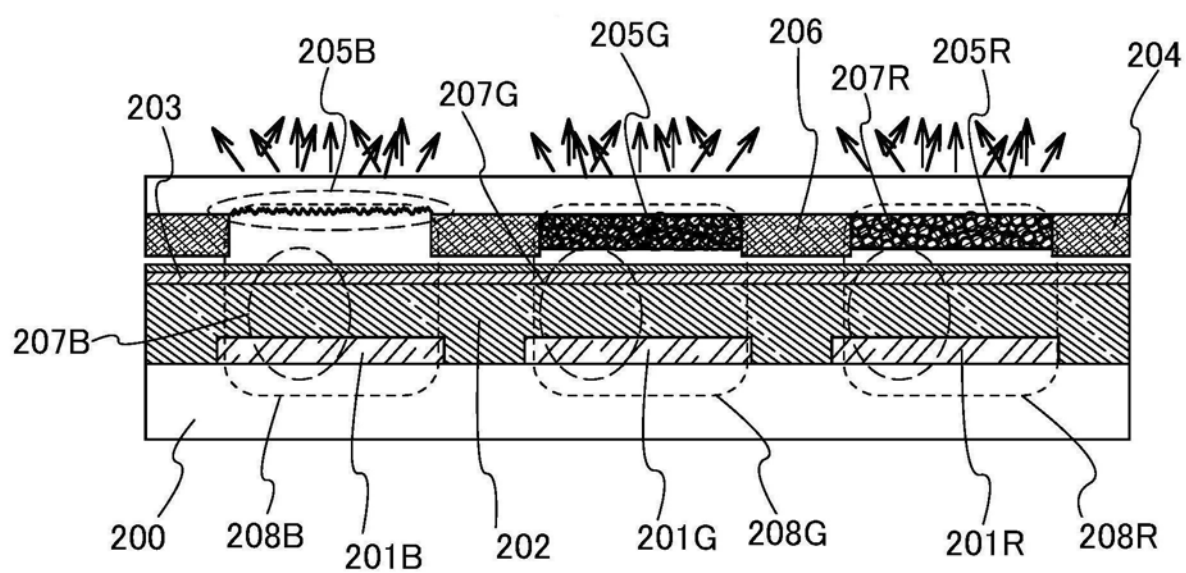


图4C

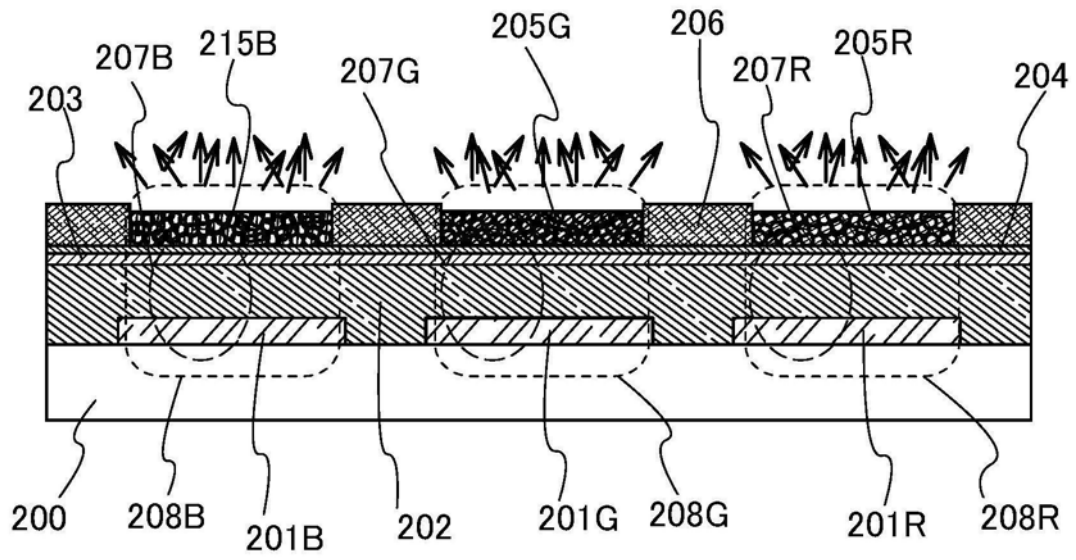


图5A

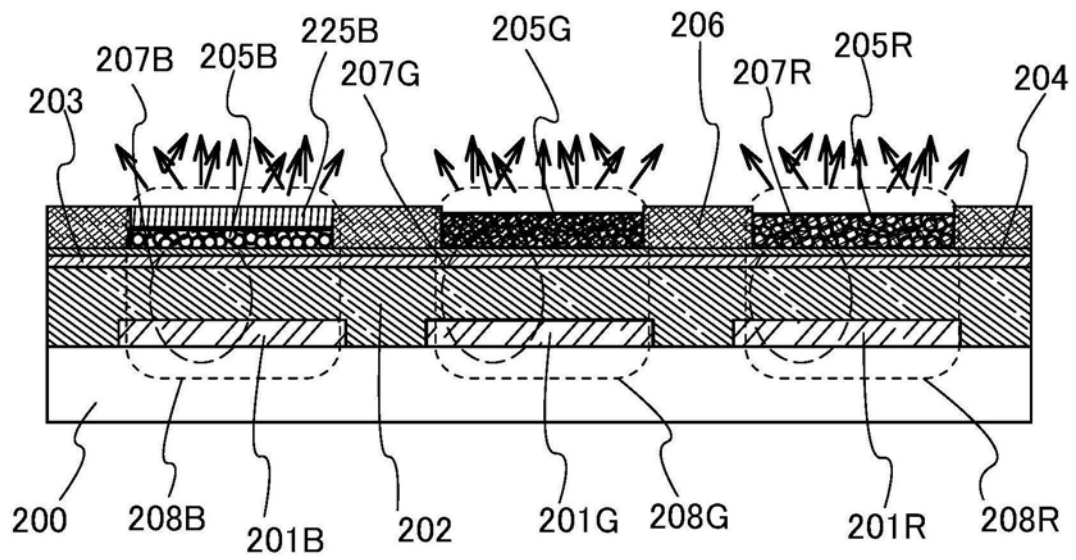


图5B

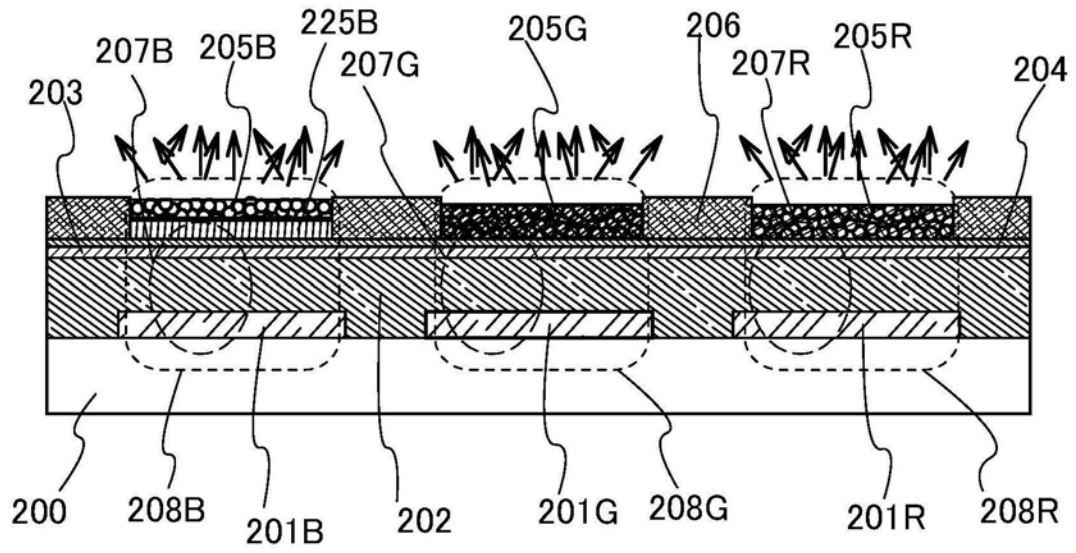


图5C

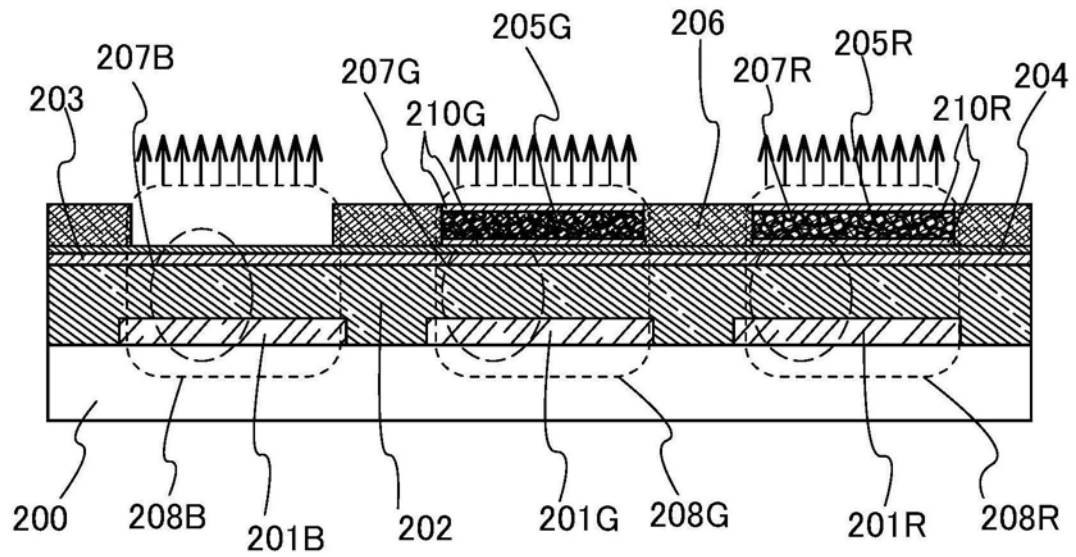


图6A

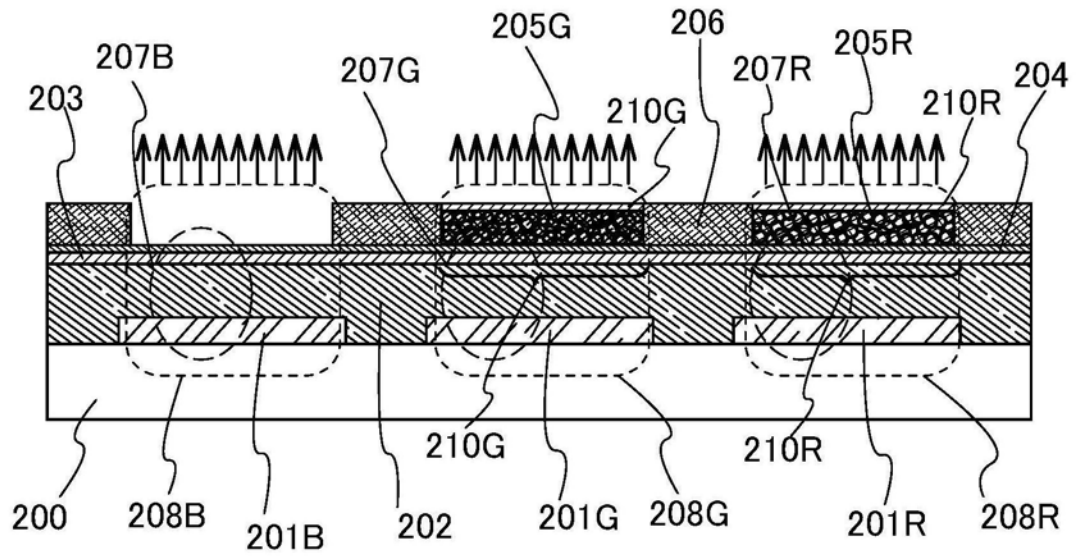


图6B

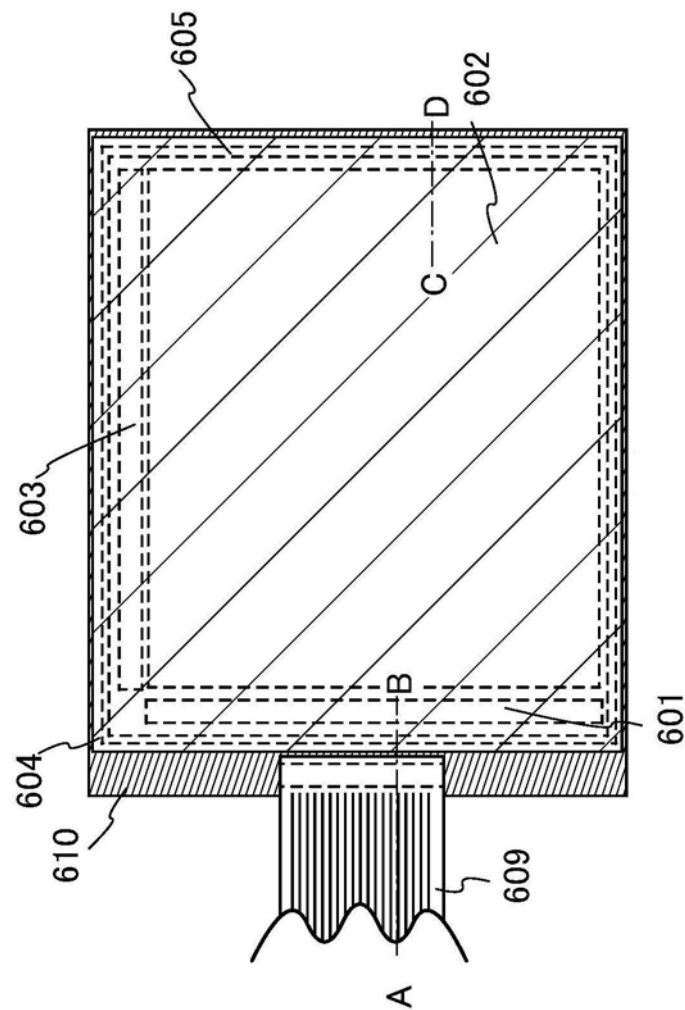


图7A

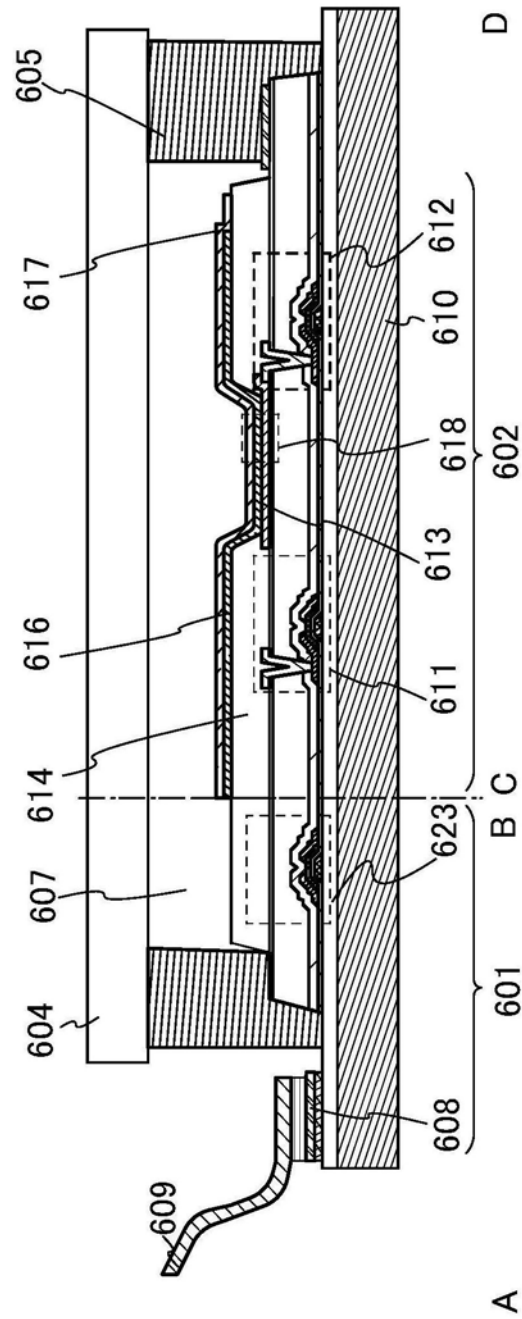


图7B

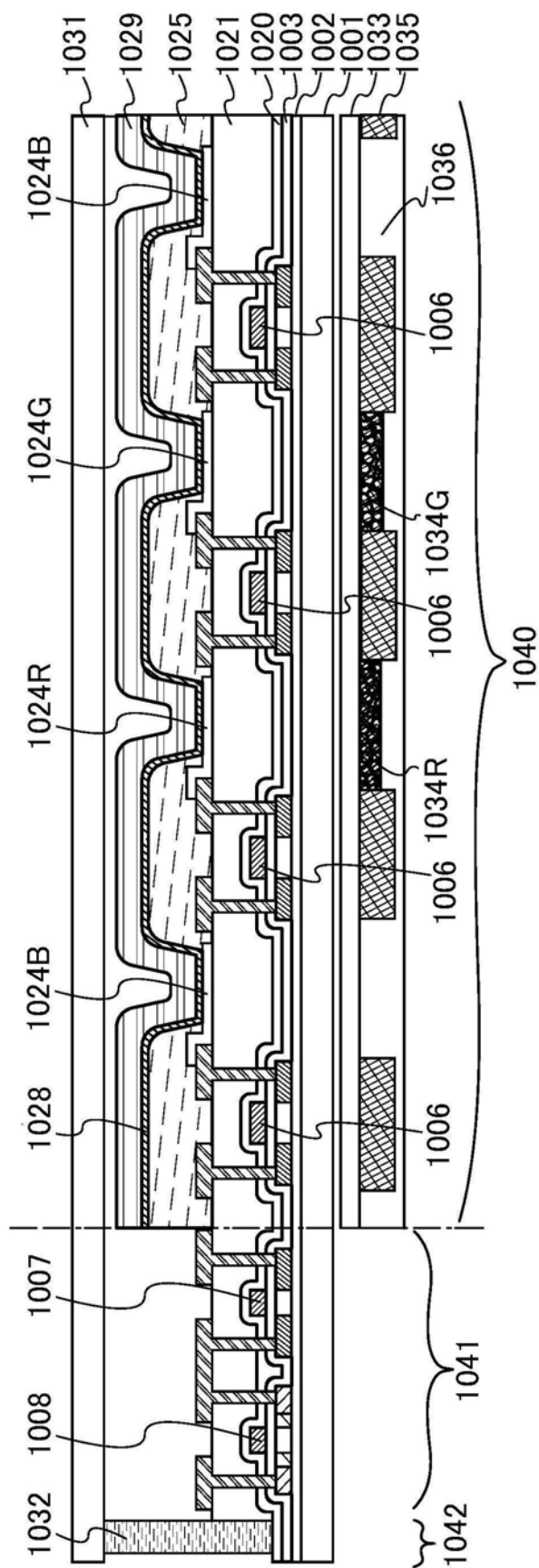


图8A

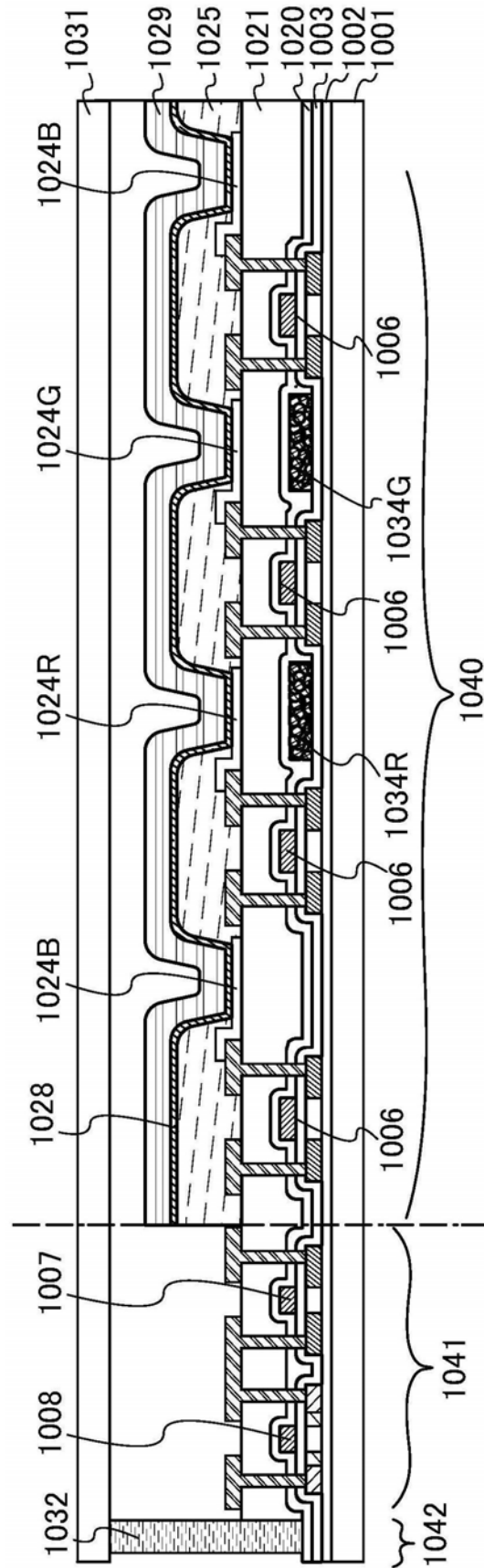


图8B

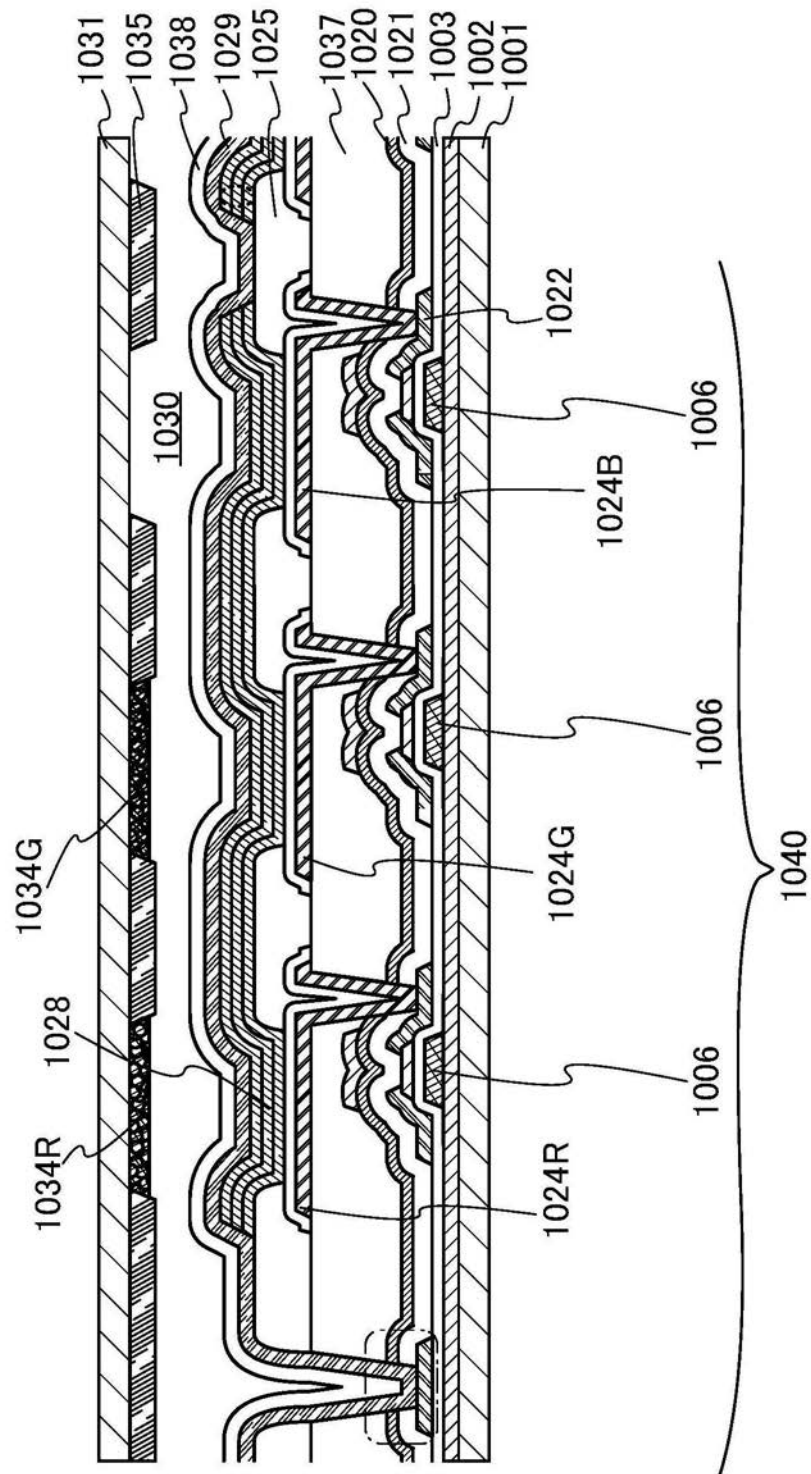


图9

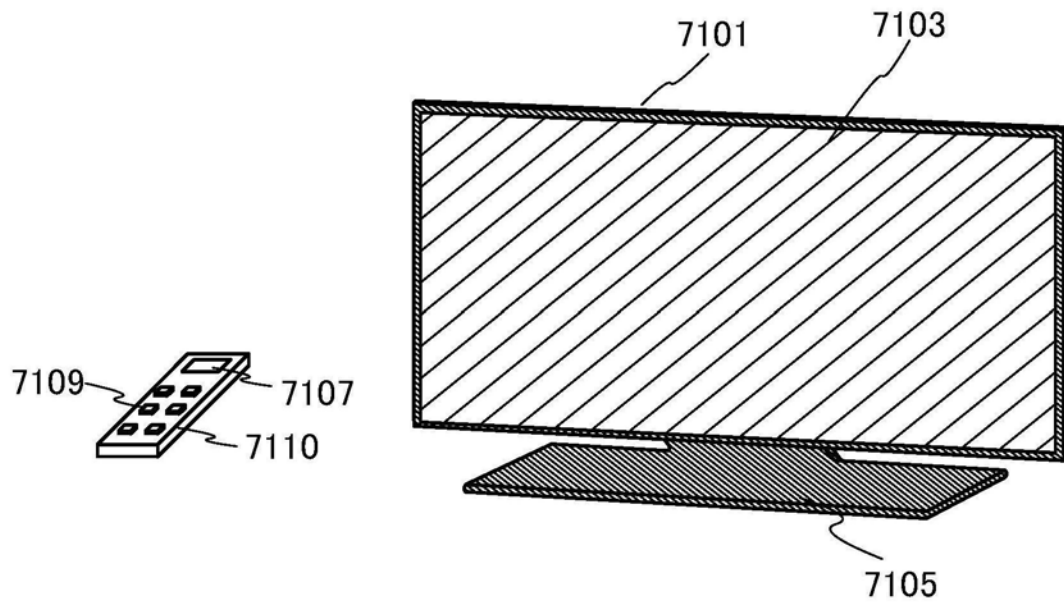


图10A

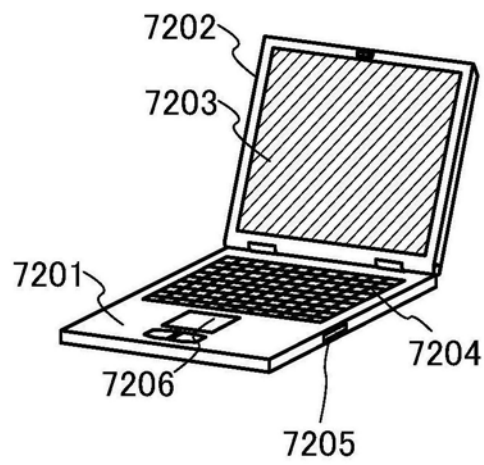


图10B1

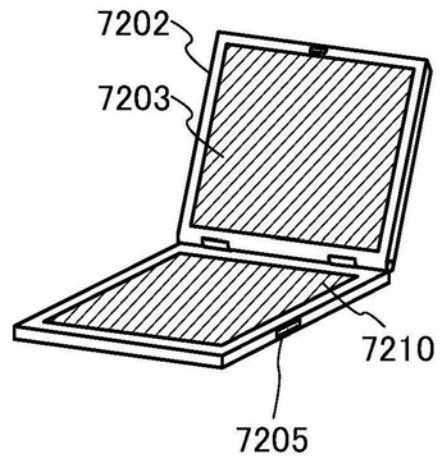


图10B2

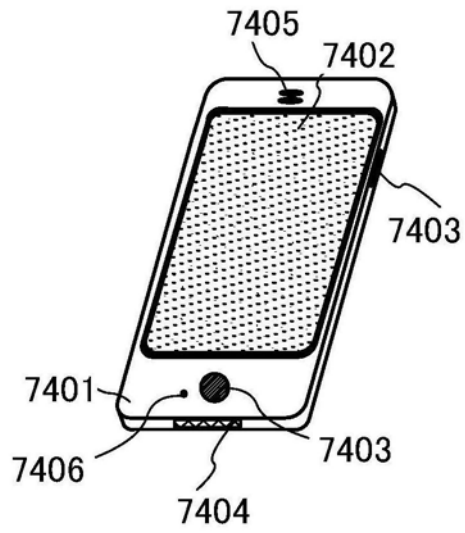


图10C

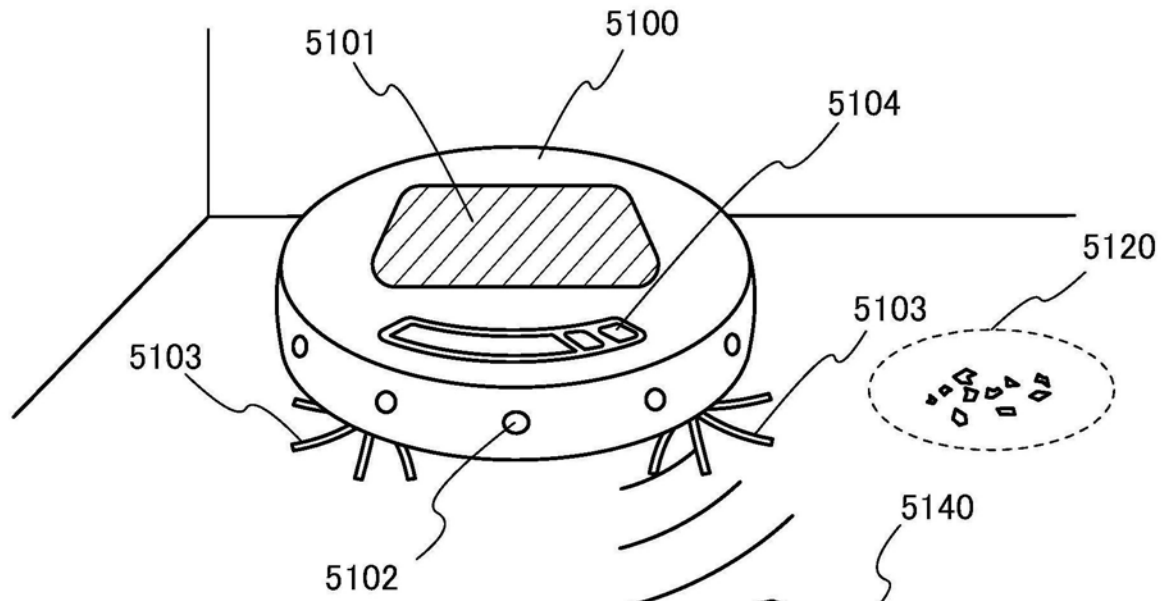


图11A

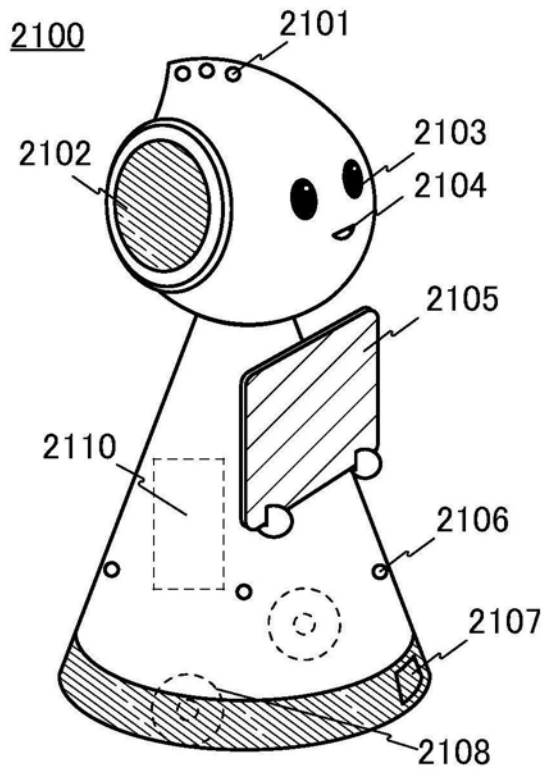


图11B

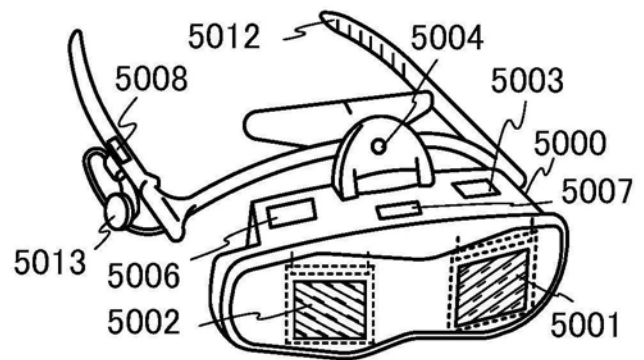


图11C

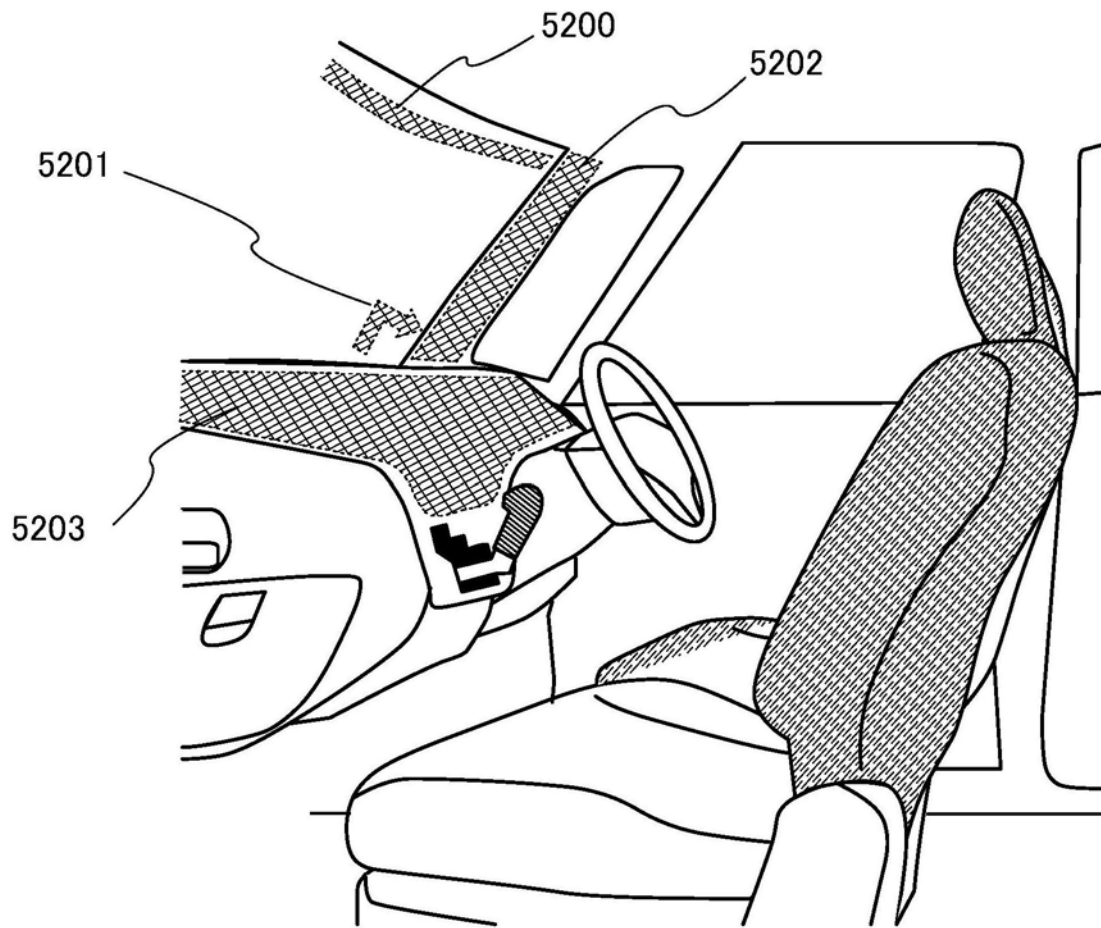


图12

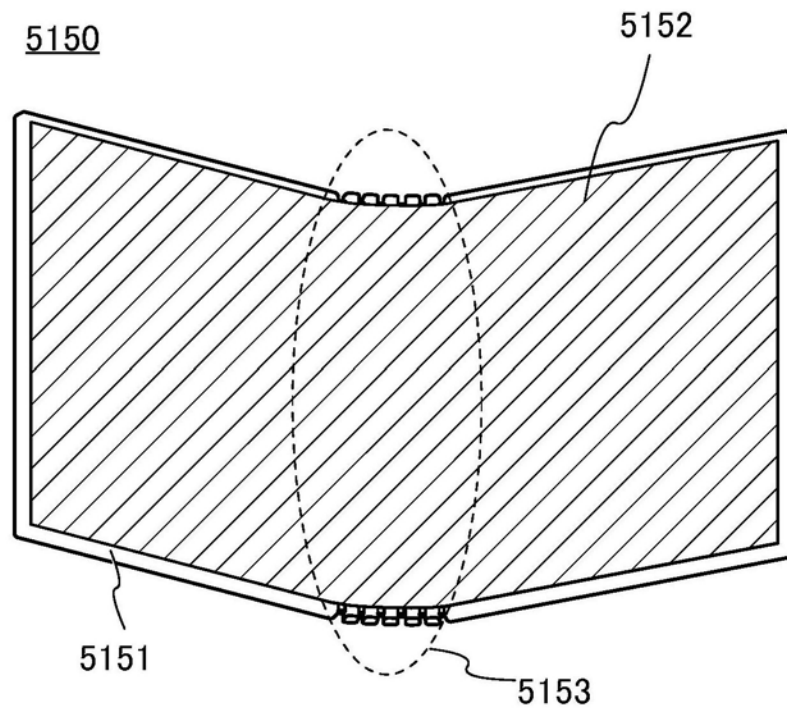


图13A

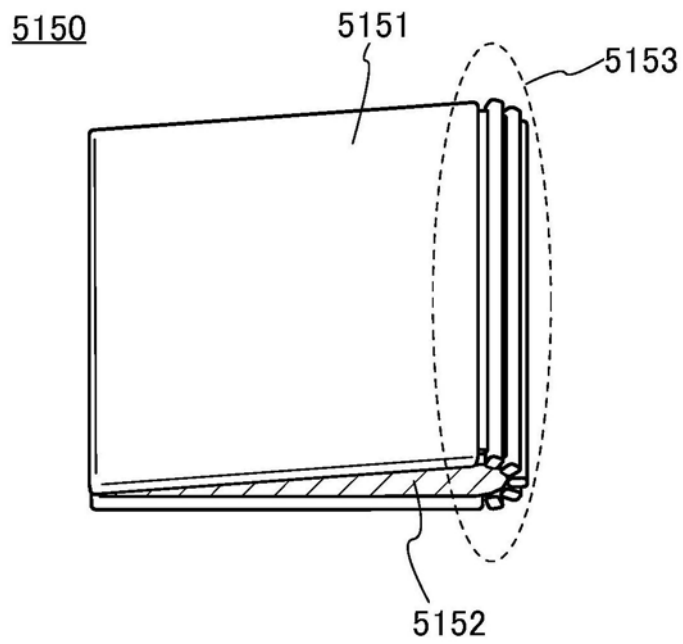


图13B

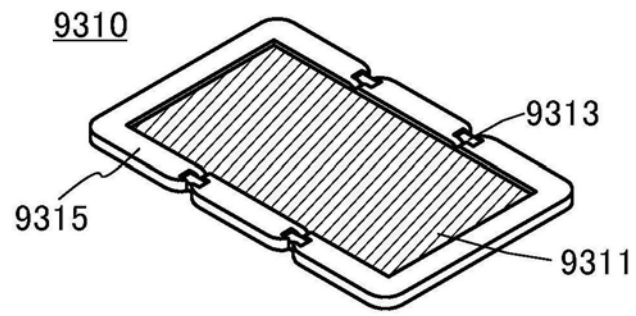


图14A

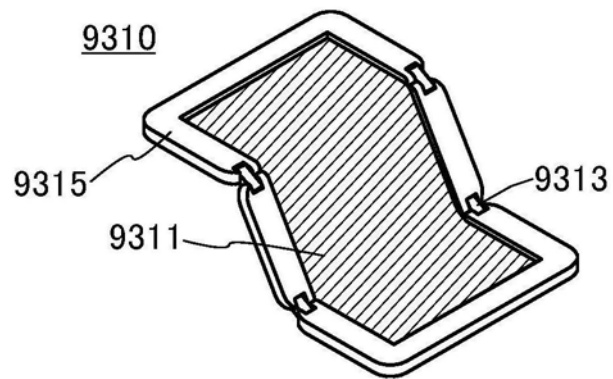


图14B

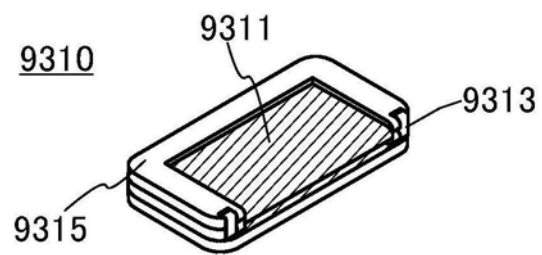


图14C

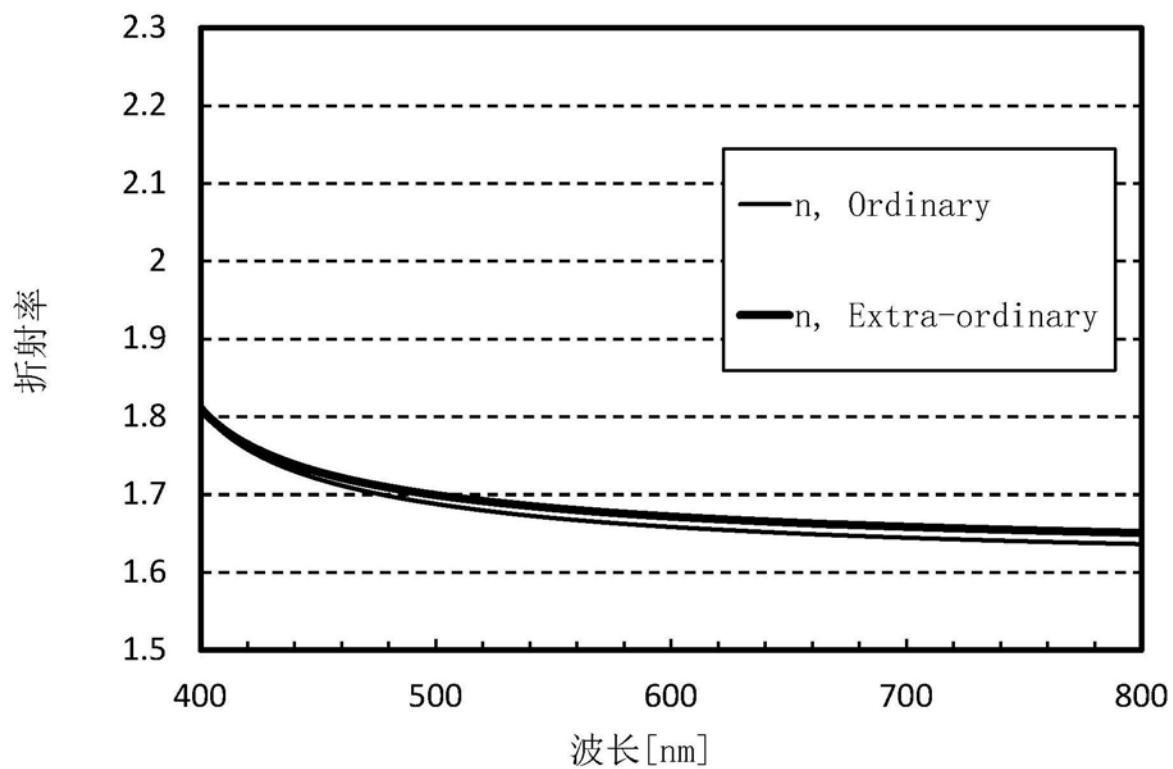


图15

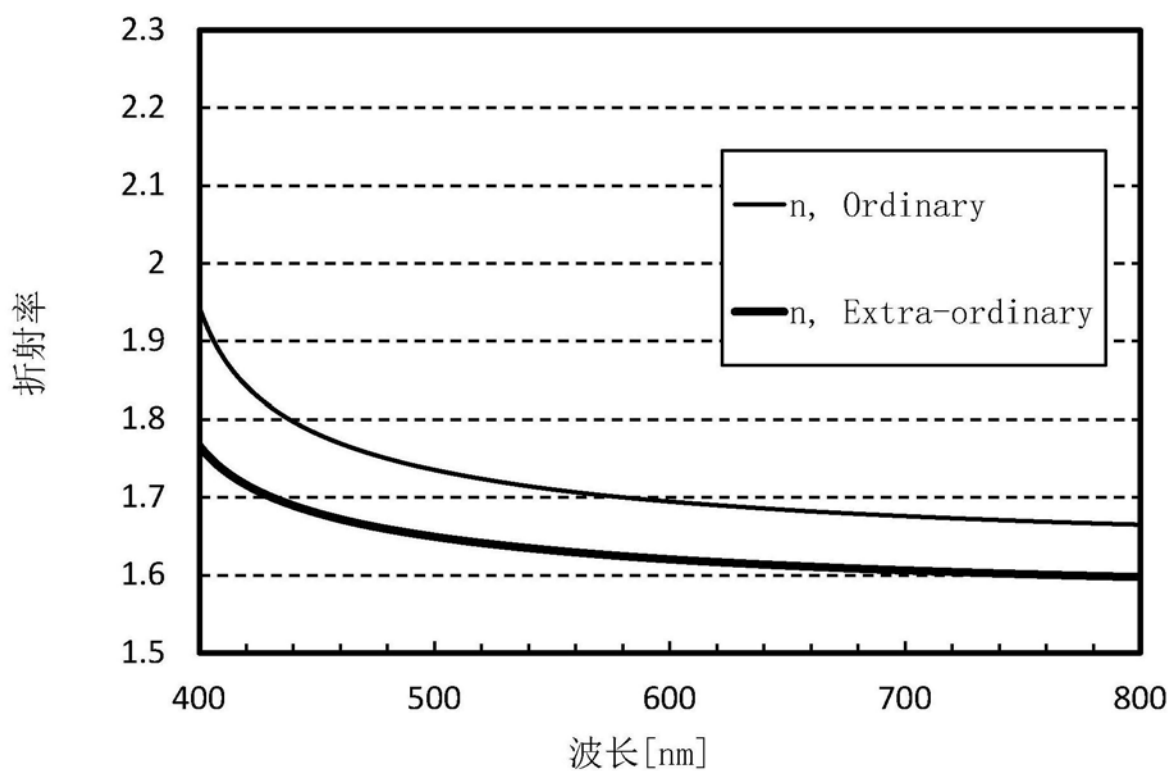


图16

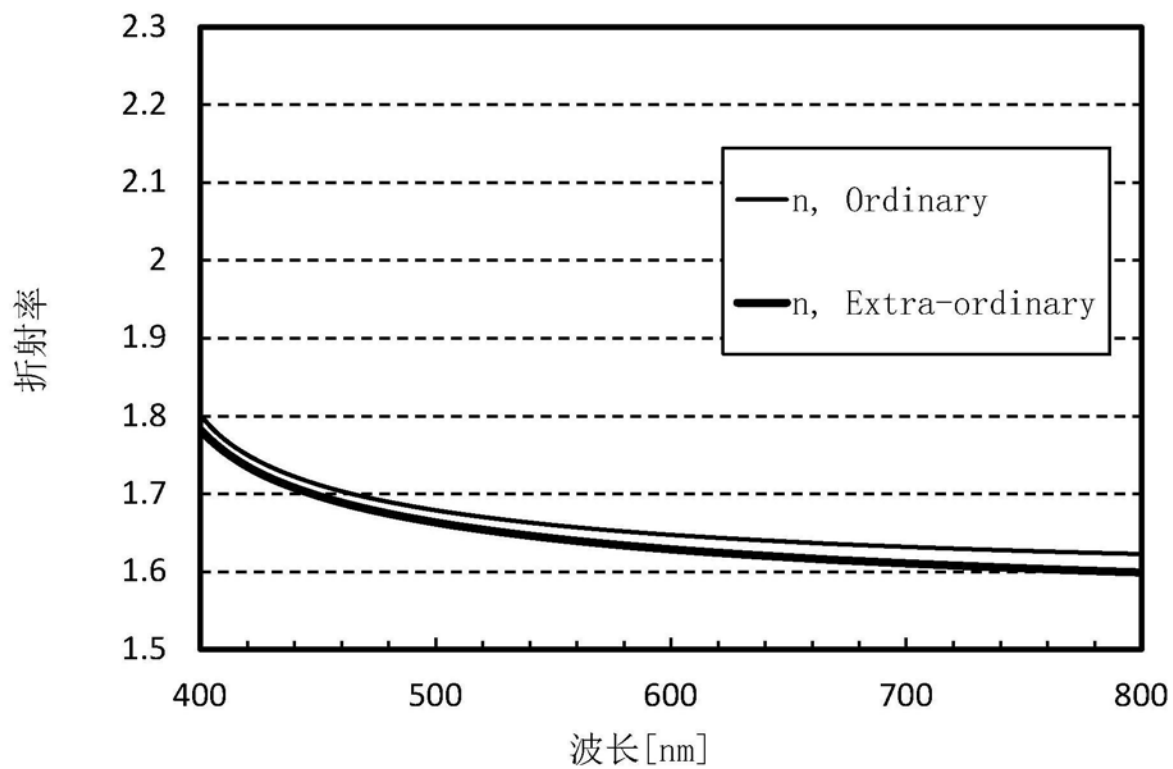


图17

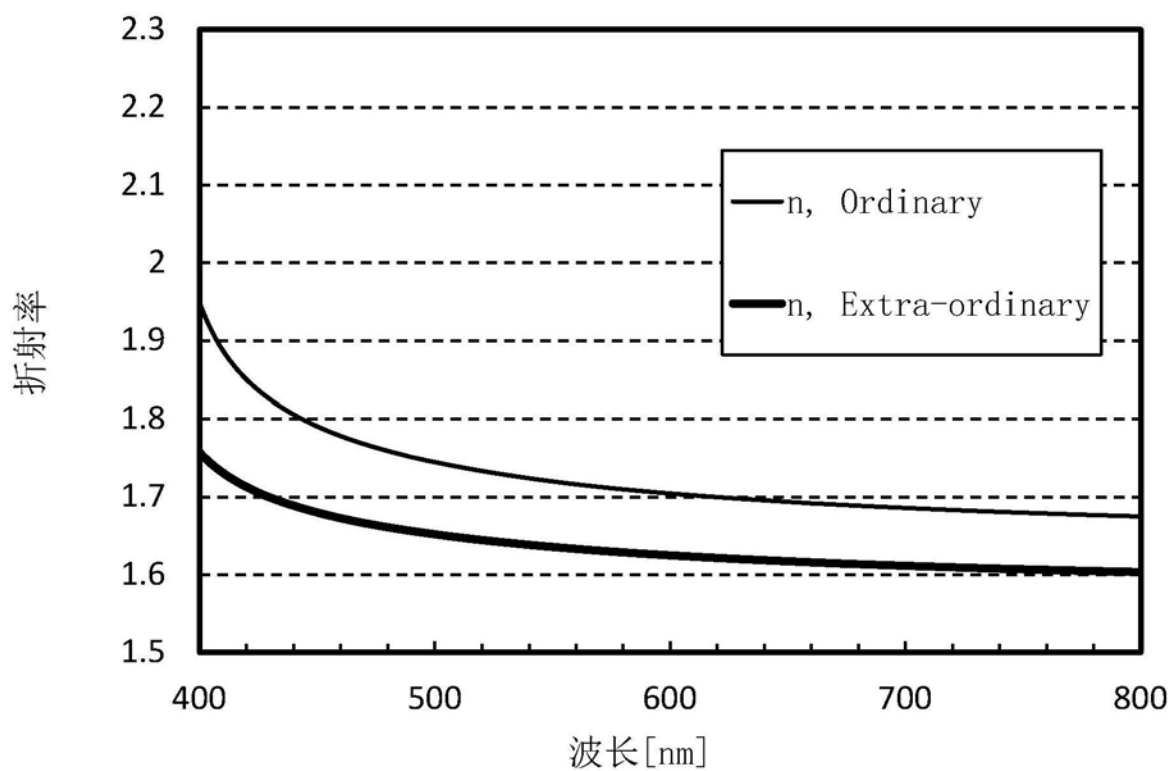


图18

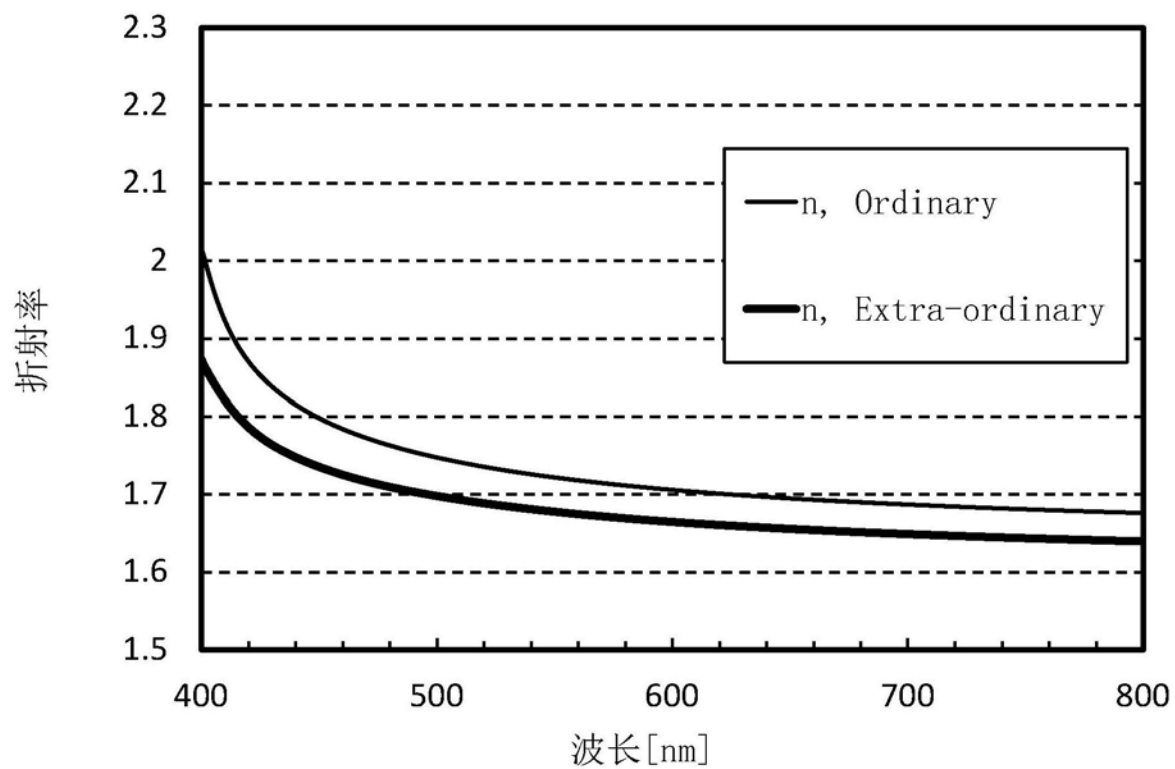


图19

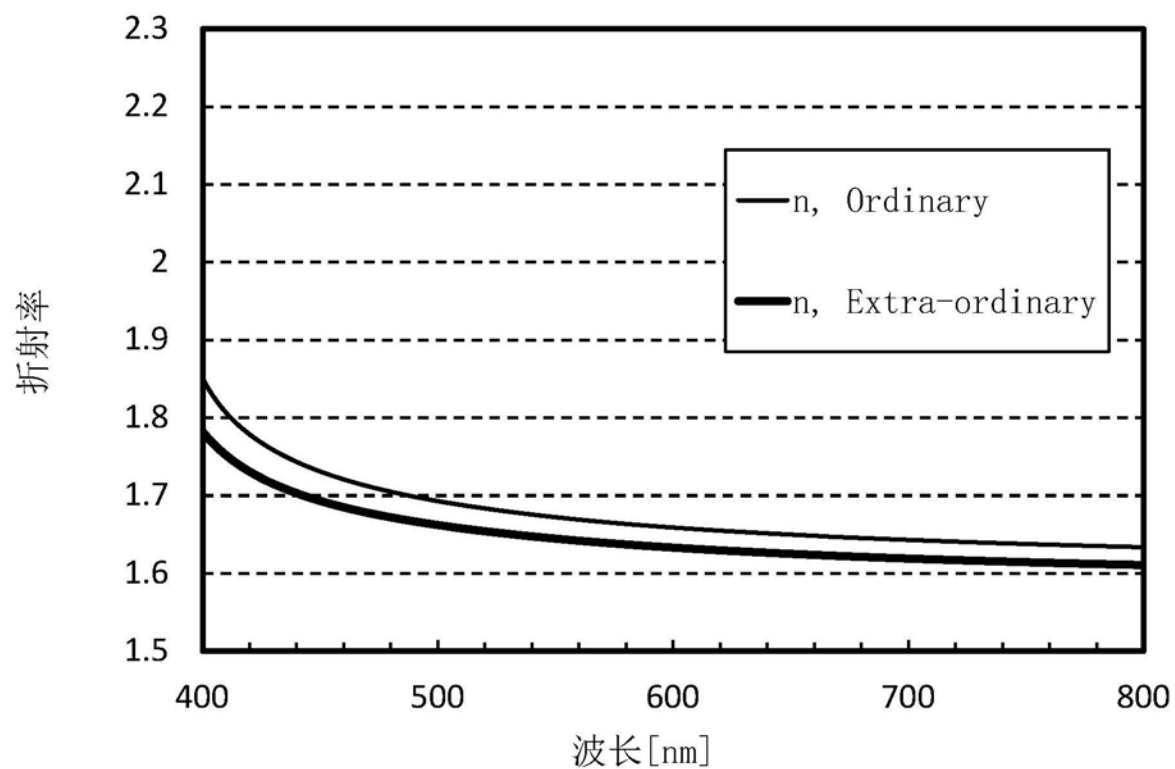


图20

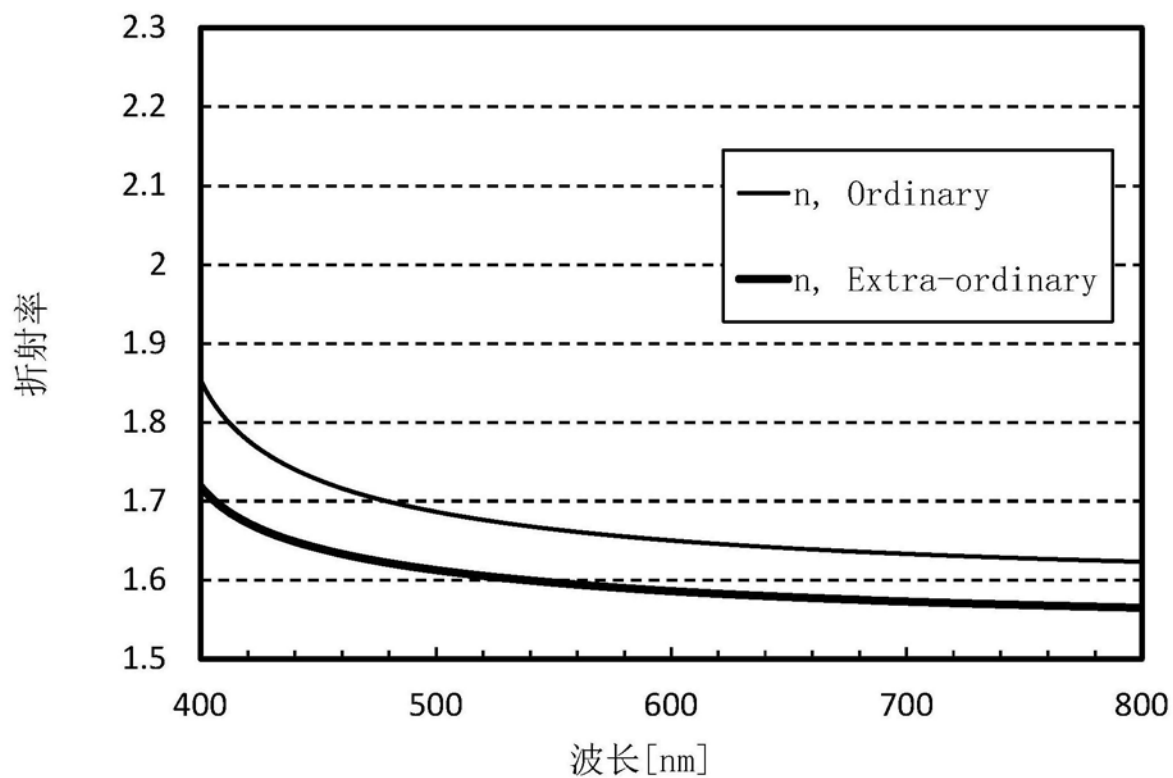


图21

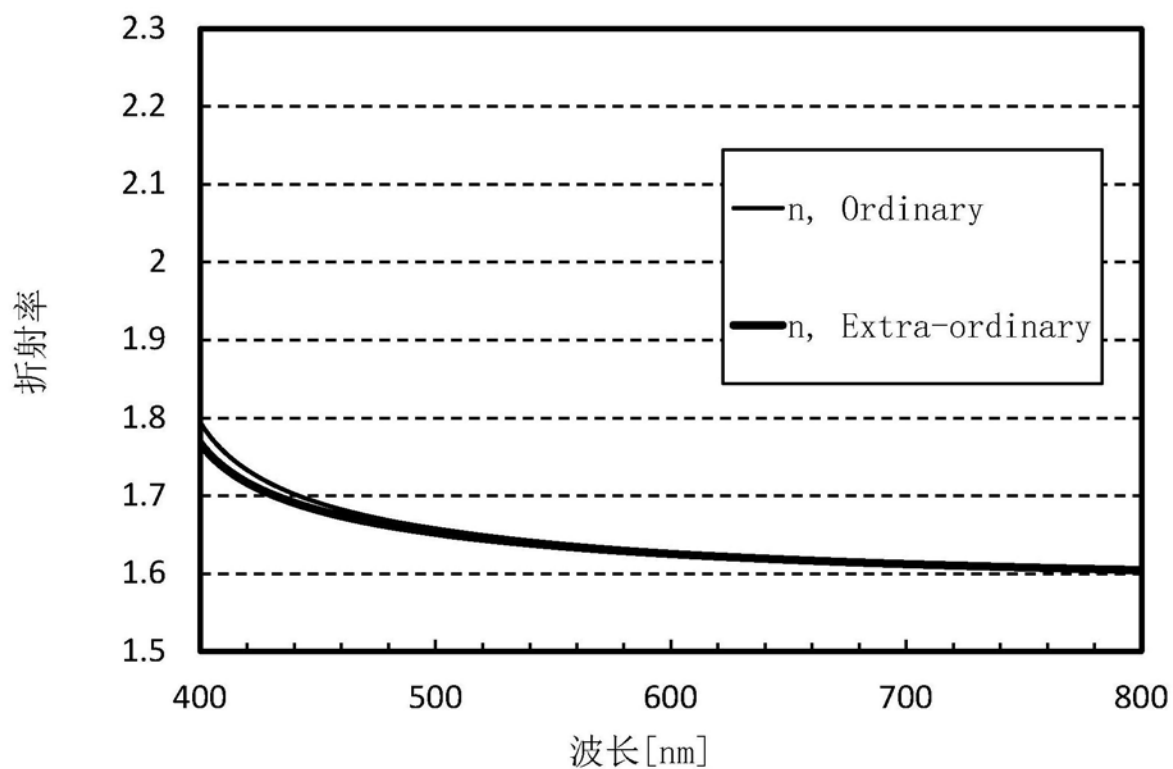


图22

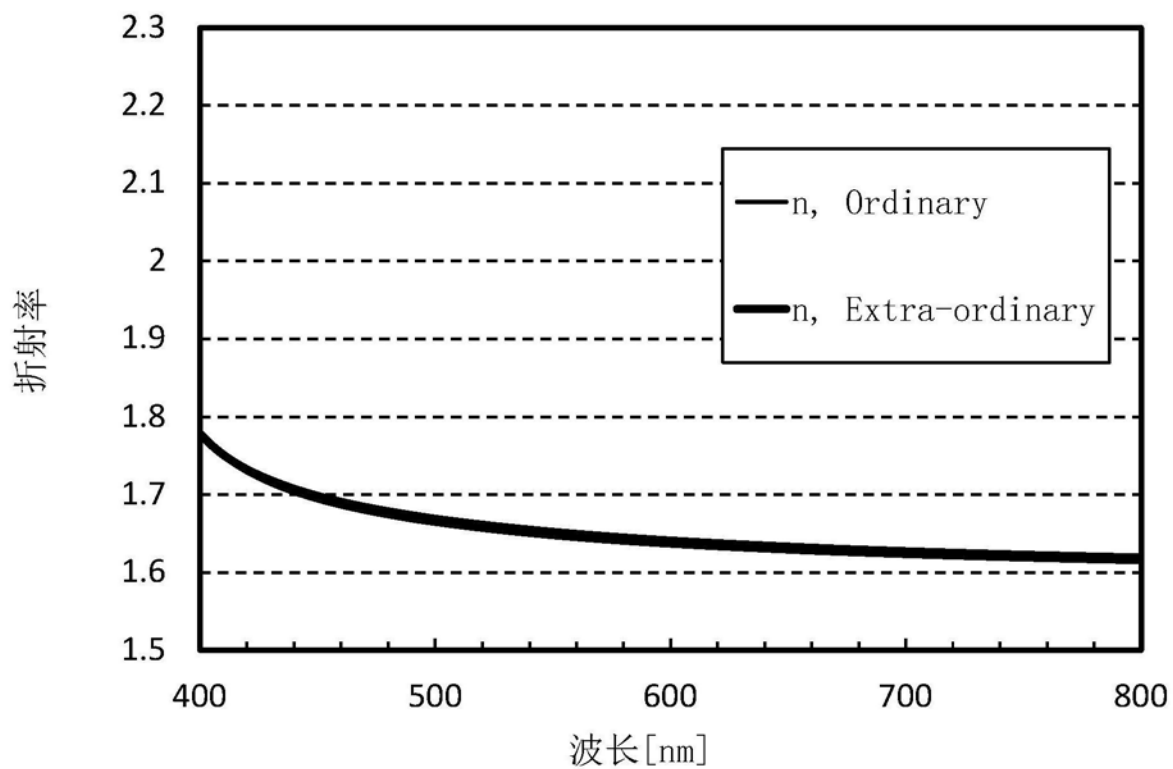


图23

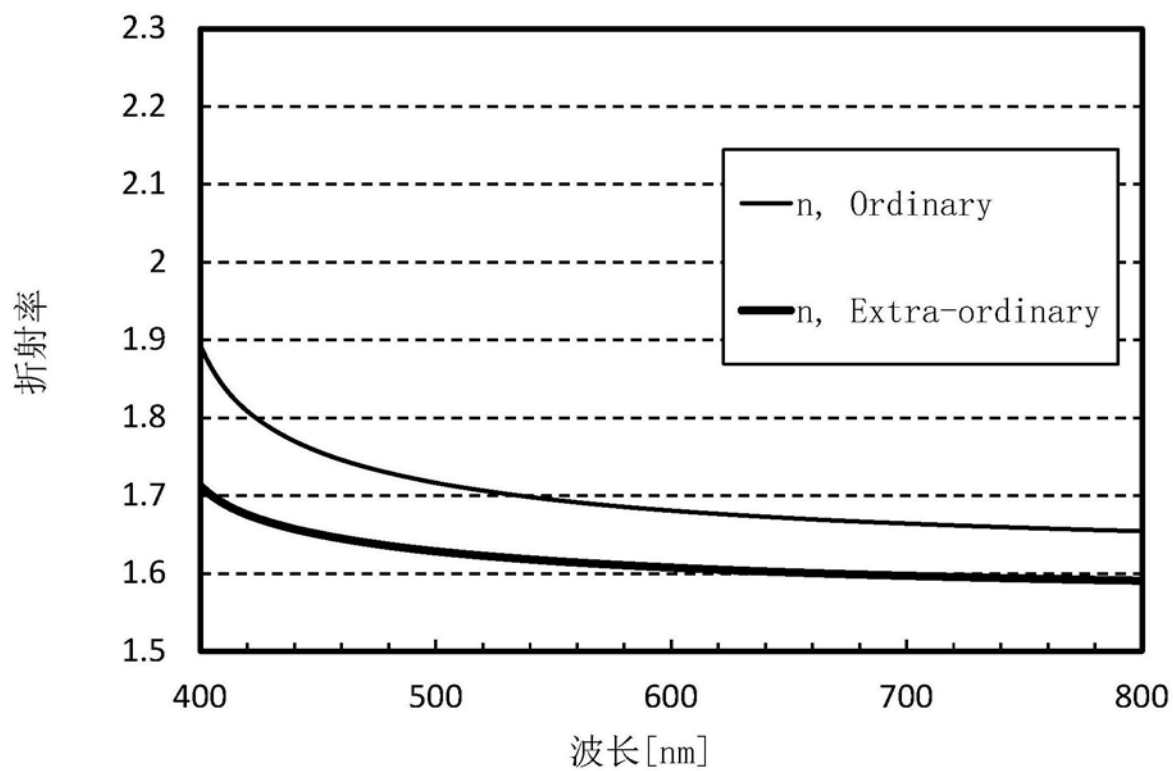


图24

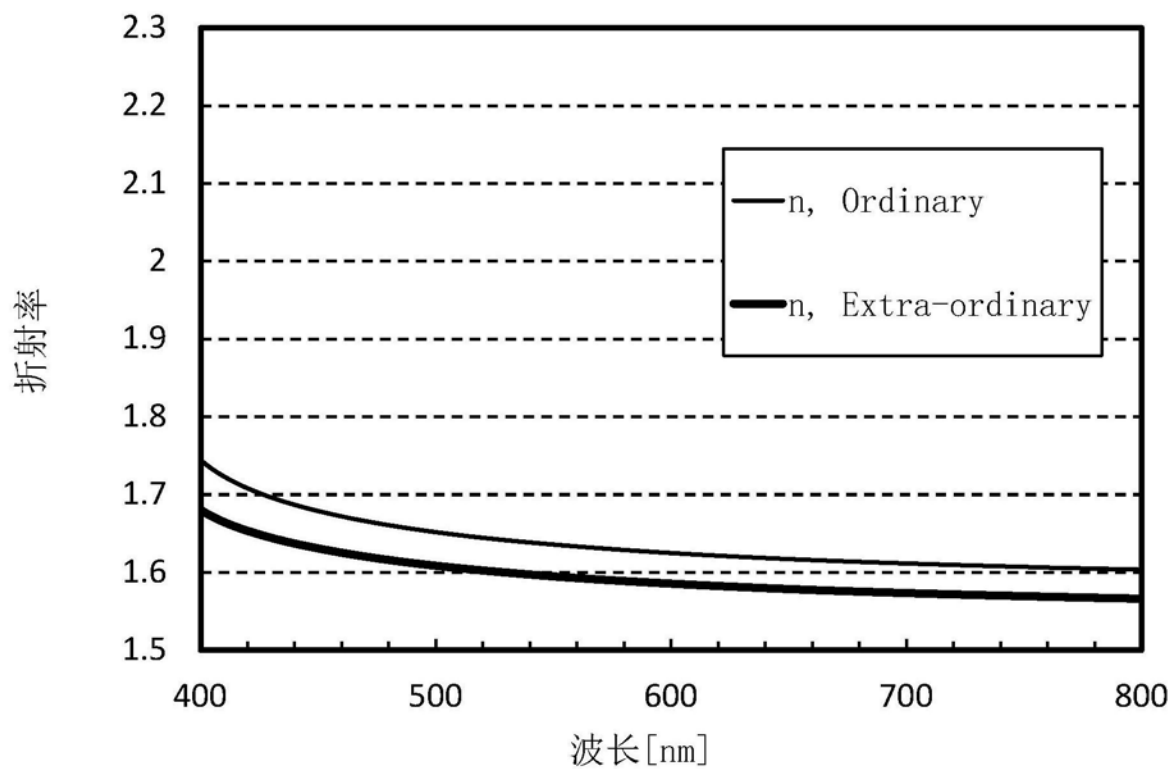


图25

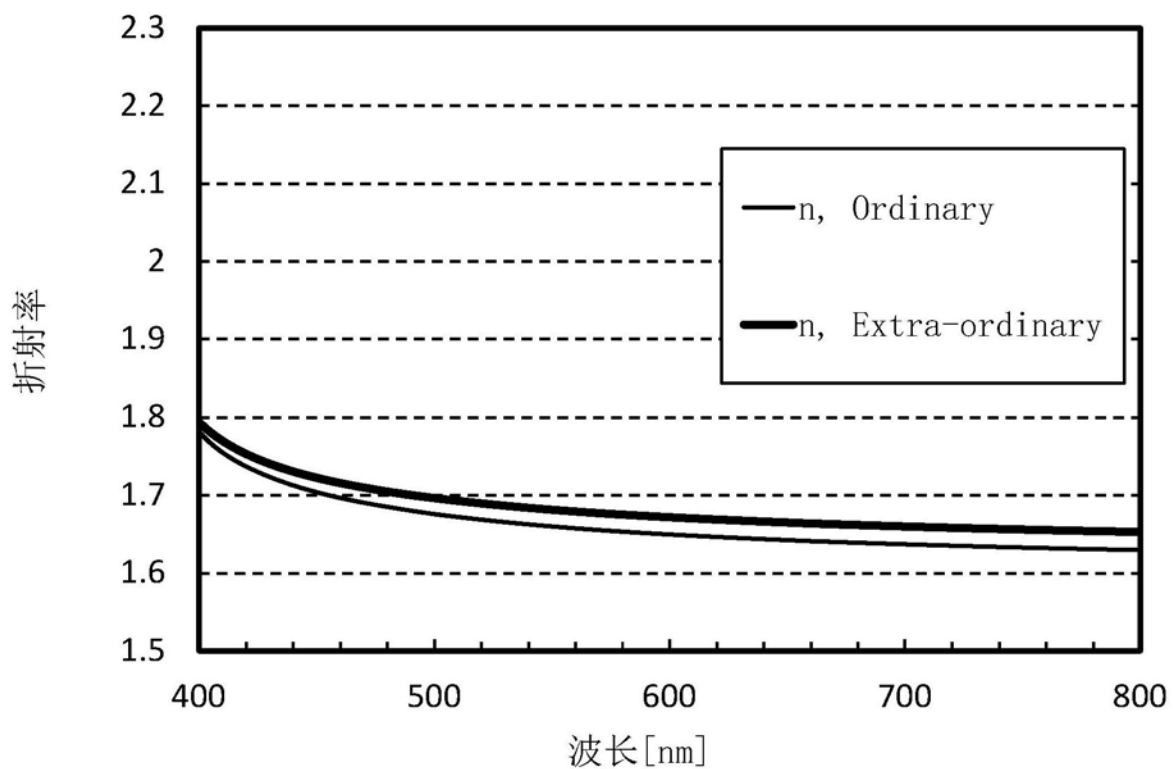


图26

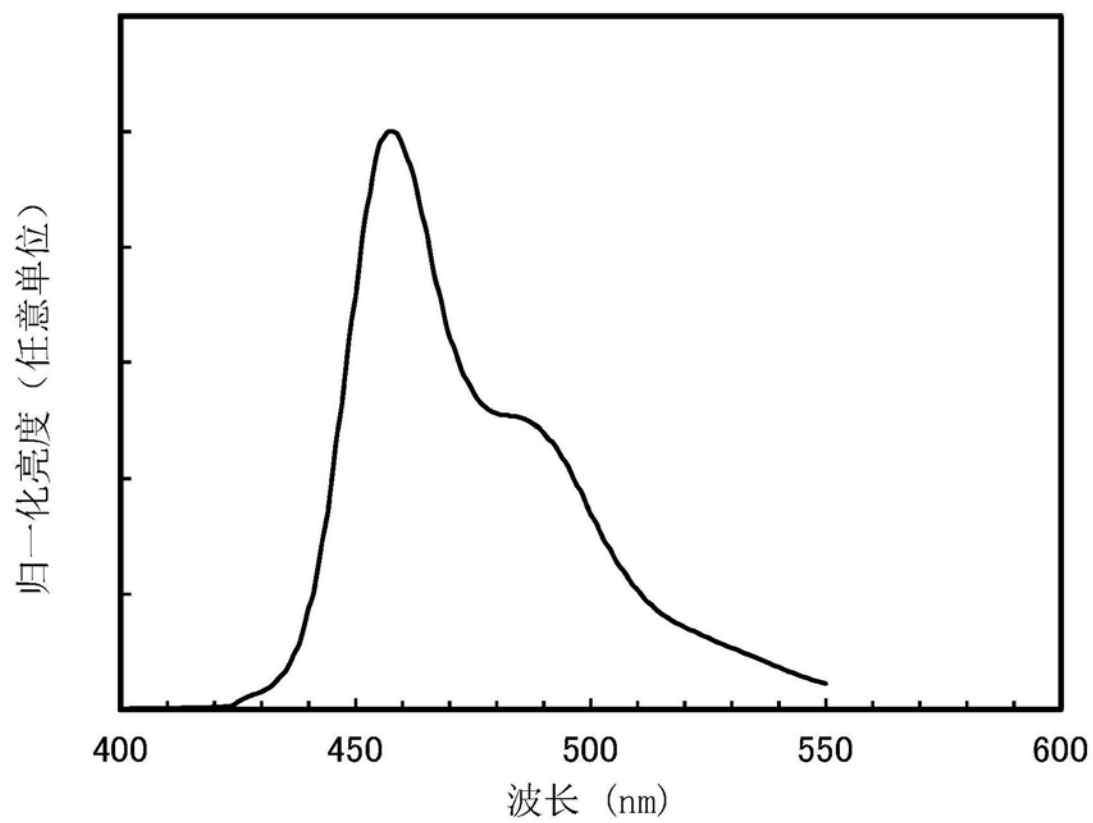


图27

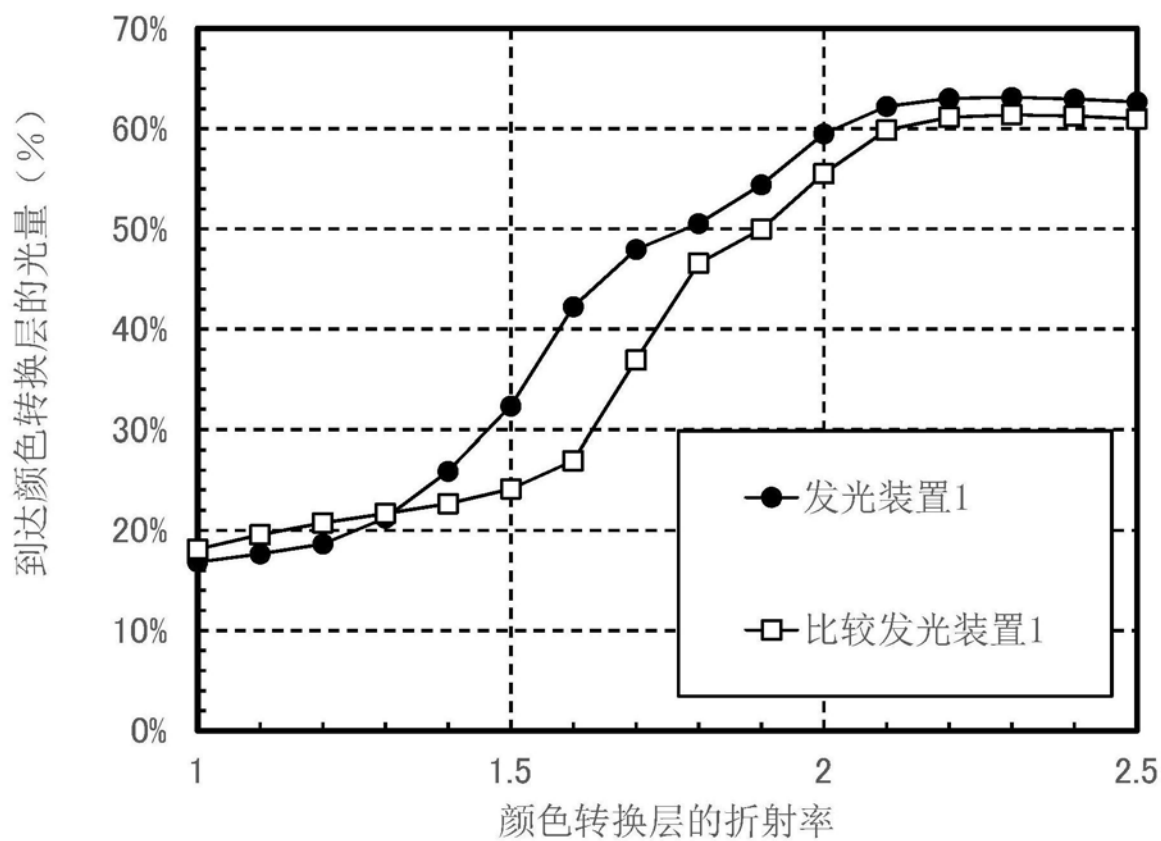


图28

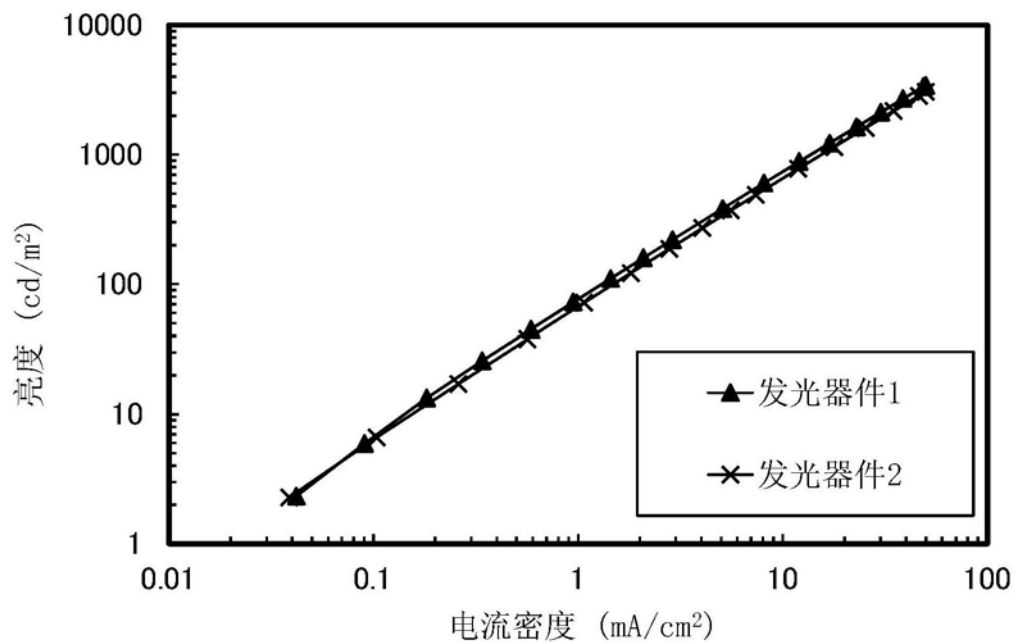


图29

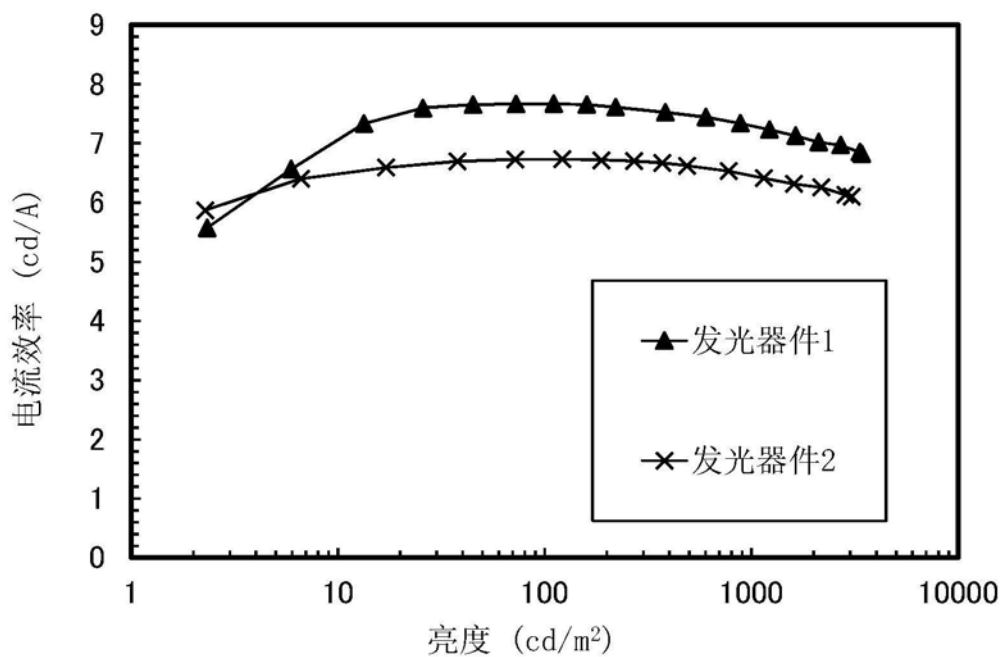


图30

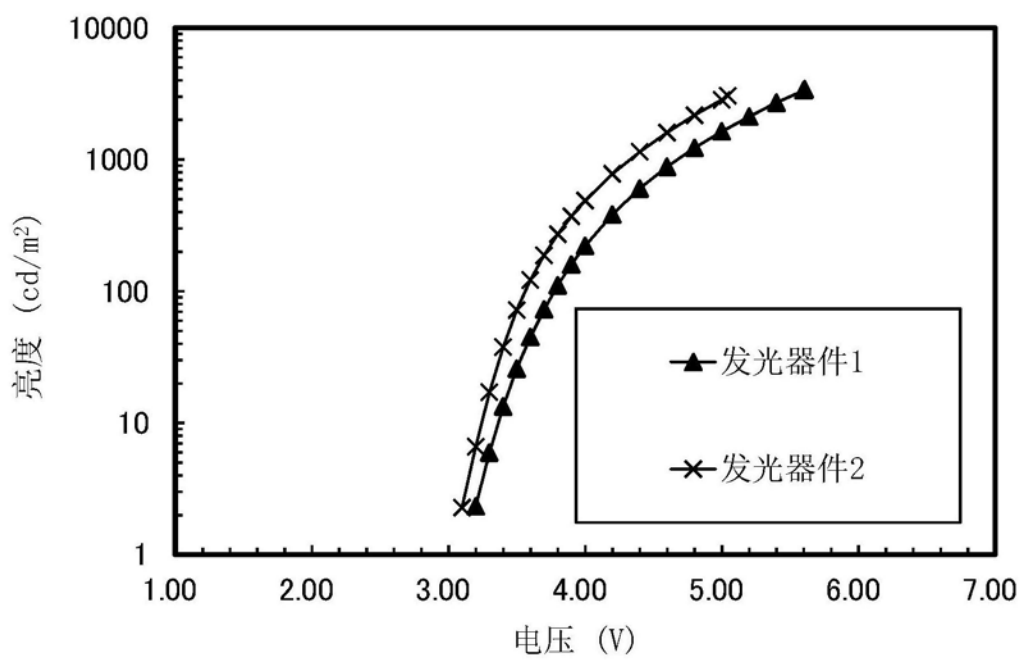


图31

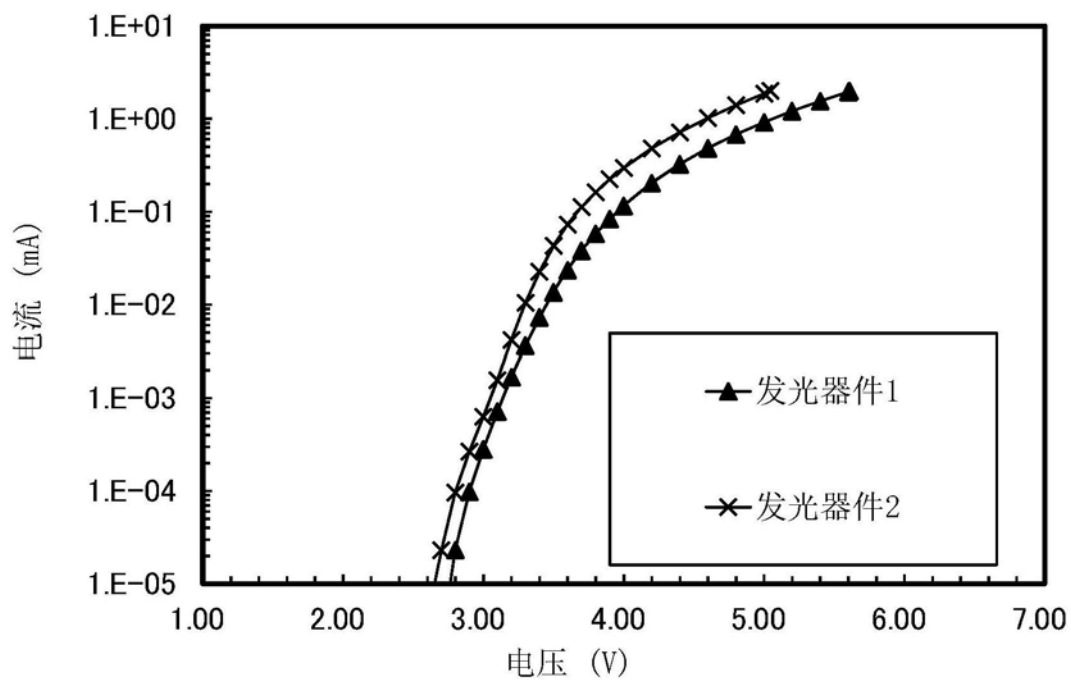


图32

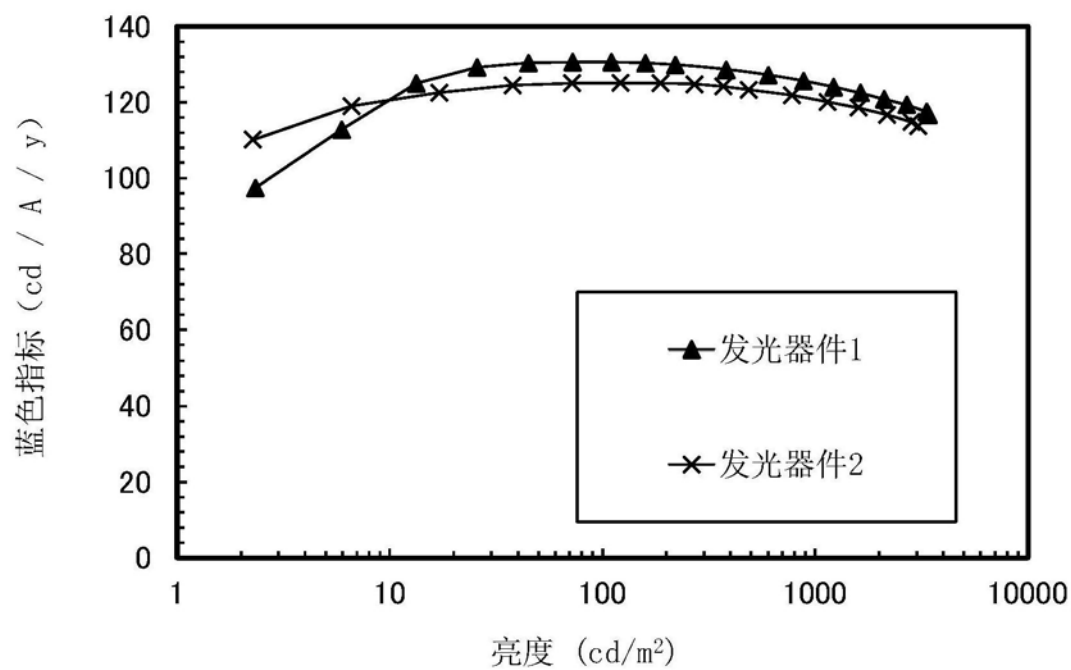


图33

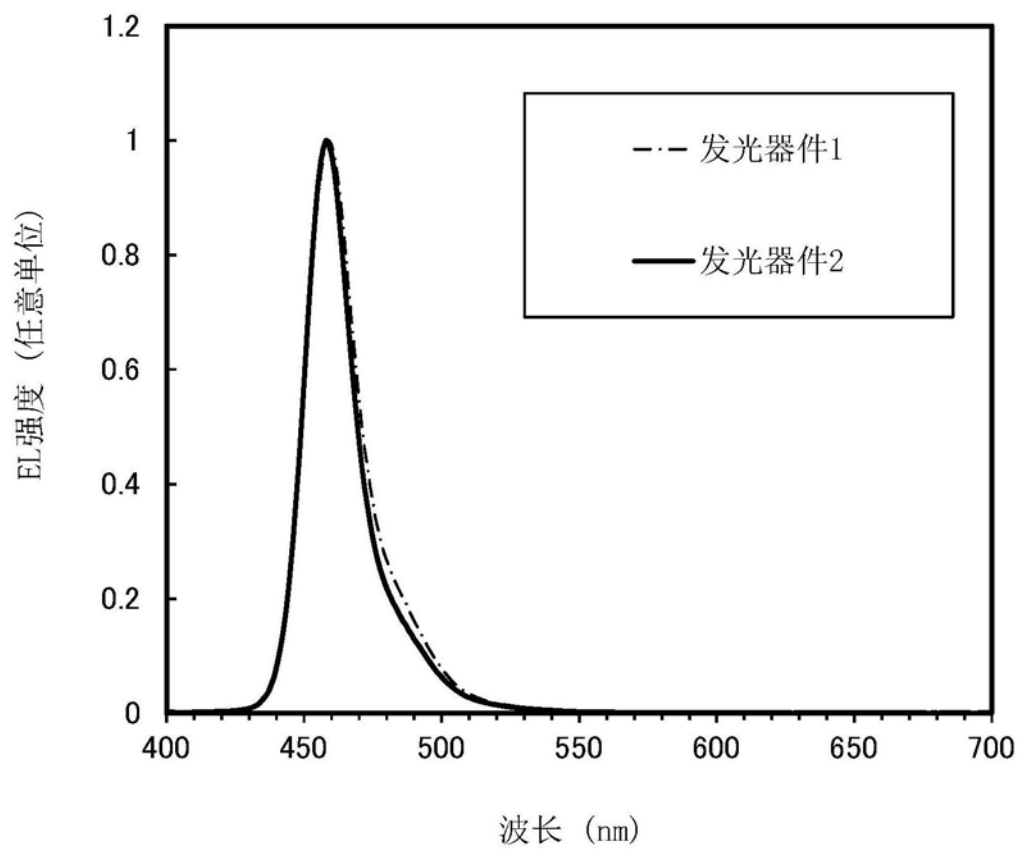


图34

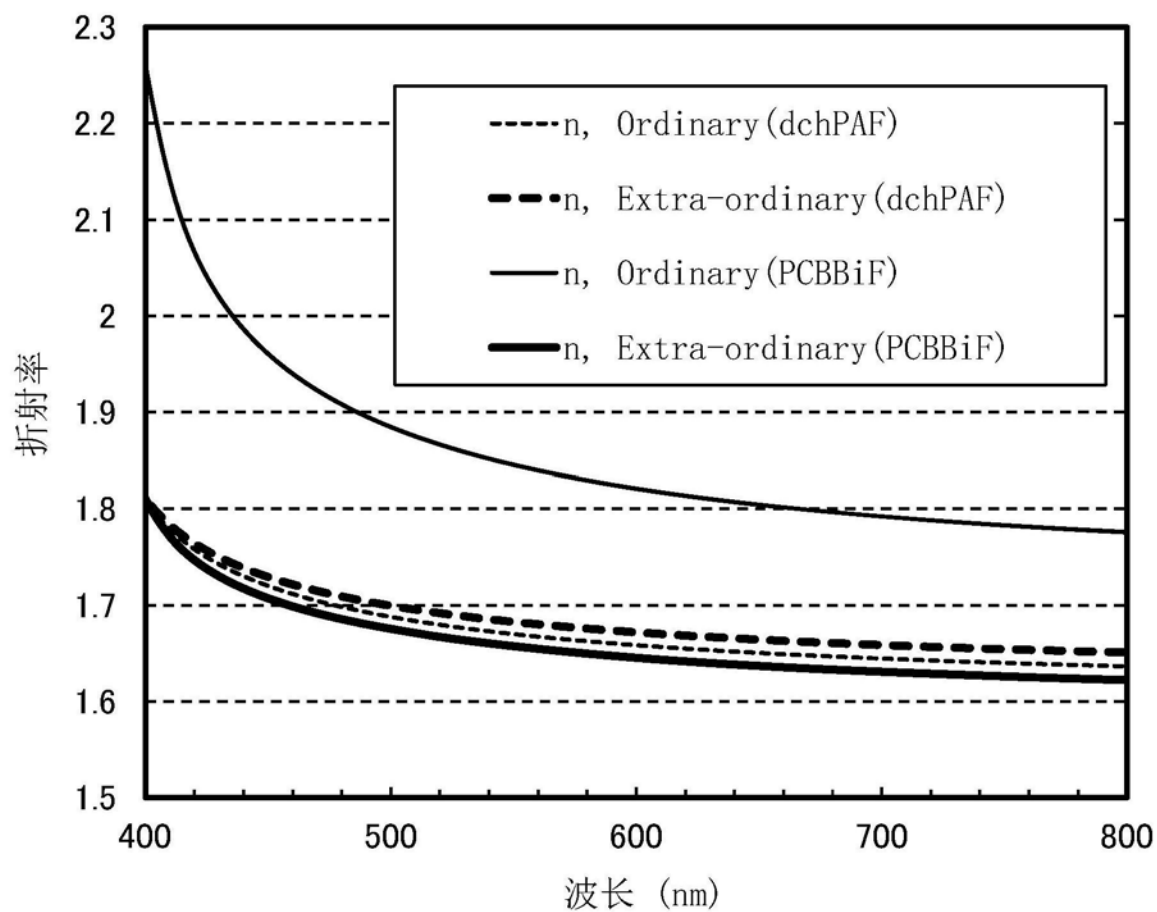


图35