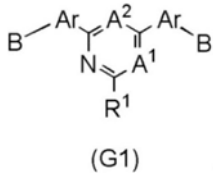


1. 一种以通式 (G1) 表示的化合物:



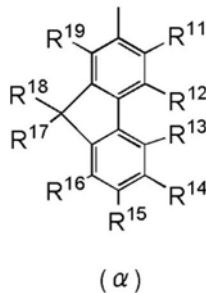
其中:

A¹及A²分别独立表示氮及与氮键合的碳中的一个;

A¹和A²中的至少一个表示氮;

Ar表示选自1,2-亚苯基、1,3-亚苯基、1,4-亚苯基、2,6-甲代亚苯基、3,5-甲代亚苯基、2,4-甲代亚苯基、4,6-二甲苯-1,3-二基、2,4,6-三甲苯-1,3-二基、2,3,5,6-四甲苯-1,4-二基、3,3'-亚联苯基、3,4'-亚联苯基、4,4'-亚联苯基、1,1':3',1''-三联苯-3,3''-二基、1,1':4',1''-三联苯-3,3''-二基、1,1':4',1''-三联苯-4,4''-二基、1,4-亚萘基、1,5-亚萘基、2,6-亚萘基、2,7-亚萘基、2,7-亚芴基、9,9-二甲基-2,7-亚芴基、9,9-二苯基-2,7-亚芴基、9,9-二甲基-1,4-亚芴基、螺-9,9'-二芴-2,7-二基、9,10-二羟基-2,7-亚菲基、2,7-亚菲基、3,6-亚菲基和9,10-亚菲基中的任一个;

B表示下述通式 (α):



其中,R¹¹至R¹⁹分别独立表示氢、甲基、乙基、丙基、异丙基、丁基、仲丁基、异丁基、叔丁基、戊基、异戊基、仲戊基、叔戊基、新戊基、己基、异己基、仲己基、叔己基、新己基、3-甲基戊基、2-甲基戊基、2-乙基丁基、1,2-二甲基丁基、2,3-二甲基丁基、苯基、萘基和联苯基中的任一个;以及

R¹表示氢、甲基、乙基、丙基、异丙基、丁基、仲丁基、异丁基、叔丁基、戊基、异戊基、仲戊基、叔戊基、新戊基、己基、异己基、仲己基、叔己基、新己基、3-甲基戊基、2-甲基戊基、2-乙基丁基、1,2-二甲基丁基、2,3-二甲基丁基、萘基和联苯基中的任一个。

2. 根据权利要求1所述的化合物,其中,所述Ar表示1,3-亚苯基或3,3'-亚联苯基。

3. 根据权利要求1所述的化合物,其中,所述R¹表示氢。

4. 根据权利要求1所述的化合物,其中,所述R¹¹至R¹⁶和R¹⁹表示氢,所述R¹⁷和R¹⁸表示甲基。

5. 一种包含权利要求1所述的化合物的发光元件。

6. 一种包含权利要求1所述的化合物的发光元件,包括:

一对电极;以及

所述一对电极之间的电致发光层,

其中,所述化合物和磷光物质在于所述电致发光层中。

7. 一种包含权利要求1所述的化合物的发光元件,包括:

一对电极;

所述一对电极之间的电致发光层;以及

所述电致发光层中的发光层,

其中,所述发光层包含所述化合物和磷光物质。

8. 一种包含权利要求1所述的化合物的发光元件,包括:

一对电极;

所述一对电极之间的电致发光层;以及

所述电致发光层中的发光层,该发光层包含三种以上的有机化合物和磷光物质,

其中,所述三种以上的有机化合物中的一种为所述化合物。

9. 一种发光元件,包括:

一对电极;

所述一对电极之间的电致发光层;

所述电致发光层中的发光层;

所述发光层上的第一层;以及

所述第一层上的第二层,

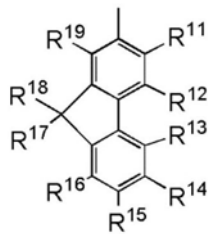
其中,所述发光层包含磷光物质,

并且,所述第一层包含杂环化合物,

其中,所述杂环化合物具有键合于三嗪骨架的芳基,并且,所述三嗪骨架通过亚芳基键合于芴骨架。

10. 根据权利要求9所述的发光元件,其中,所述芴骨架为取代或未取代的2-芴基。

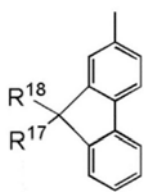
11. 根据权利要求10所述的发光元件,其中,所述取代或未取代的2-芴基以通式(α)表示:



(α)

其中, R^{11} 至 R^{19} 分别独立表示氢、碳原子数为1至6的烷基以及碳原子数为6至12的芳基中的任一个。

12. 根据权利要求11所述的发光元件,其中,所述取代或未取代的2-芴基以通式(β)表示:



(β)

其中, R^{17} 及 R^{18} 分别独立表示氢、碳原子数为1至6的烷基以及碳原子数为6至12的芳基中的任一个。

13. 根据权利要求9所述的发光元件, 其中, 所述芳基具有6至13个碳原子。

14. 根据权利要求13所述的发光元件, 其中, 所述芳基为苯基。

15. 根据权利要求9所述的发光元件, 其中, 所述芳基为取代或未取代的碳原子数为6至18的亚芳基。

16. 根据权利要求15所述的发光元件, 其中, 所述芳基为亚联苯基。

17. 根据权利要求9所述的发光元件, 其中, 所述第二层包含具有电子传输性的物质。

18. 一种包括权利要求4或9所述的发光元件的发光装置, 包括晶体管和衬底中的至少一个。

19. 一种包括权利要求18所述的发光装置的电子设备, 包括麦克风、影像拍摄装置、操作按钮、外部连接部和扬声器中的至少一个。

20. 一种包括权利要求18所述的发光装置的照明装置, 包括框体、覆盖物和支撑台中的至少一个。

杂环化合物、发光元件、发光装置、电子设备及照明装置

[0001] 本申请是国家申请号为201510263858.1的标题为“杂环化合物、发光元件、发光装置、电子设备及照明装置”的中国专利申请的分案申请。

技术领域

[0002] 本发明涉及一种物体、方法或制造方法。另外，本发明涉及一种工序(process)、机器(machine)、产品(manufacture)或组合物(composition of matter)。尤其是，本发明的一个方式涉及一种半导体装置、显示装置、发光装置、它们的驱动方法或它们的制造方法。尤其是，本发明的一个方式涉及一种杂环化合物及该杂环化合物的新颖的合成方法。此外，本发明涉及一种使用上述杂环化合物的发光元件、发光装置、电子设备及照明装置。

背景技术

[0003] 具有薄型轻量、高速响应性及直流低电压驱动等特征的使用有机化合物作为发光体的发光元件被期待应用于下一代平板显示器。尤其是，认为将发光元件配置为矩阵状的显示装置与现有的液晶显示装置相比具有视角广且可见度优异的优点。

[0004] 发光元件的发光机理被认为如下：通过在一对电极之间夹着包含发光体的电致发光层(EL层)并对该一对电极之间施加电压，从阴极注入的电子和从阳极注入的空穴在EL层的发光中心重新键合而形成分子激子，当该分子激子返回到基态时释放出能量而发光。已知激发态有单重激发态和三重激发态，并且认为无论经过上述任一种激发态都可以实现发光。

[0005] 在这种发光元件中，作为EL层，主要使用有机化合物。因为它对发光元件的元件特性的提高有很大的影响，因此已对各种各样的新颖的有机化合物进行开发(例如，参照专利文献1)。

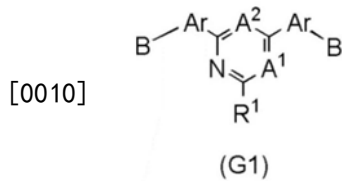
[0006] [专利文献1]日本专利特开2011-201869号公报

发明内容

[0007] 于是，本发明的一个方式提供一种新颖的杂环化合物。此外，本发明的一个方式提供一种具有稳定的分子结构的新颖的杂环化合物。另外，本发明的一个方式提供一种能够用于发光元件的新颖的杂环化合物。另外，本发明的一个方式提供一种能够用于发光元件的EL层的新颖的杂环化合物。另外，本发明的其他方式提供一种使用本发明的一个方式的新颖的杂环化合物的发光元件。另外，本发明的其他方式提供一种包括使用本发明的一个方式的新颖的杂环化合物的发光元件的可靠性高的发光装置、电子设备及照明装置。此外，本发明的一个方式提供一种新颖的发光元件、新颖的发光装置或新颖的照明装置等。注意，这些课题的记载不妨碍其他课题的存在。此外，本发明的一个方式并不一定必须要实现所有上述课题。可以从说明书、附图、权利要求书等的记载自然得知并从说明书、附图、权利要求书等的记载中提炼上述以外的课题。

[0008] 本发明的一个方式是杂环骨架和茛骨架通过亚芳基键合的化合物。

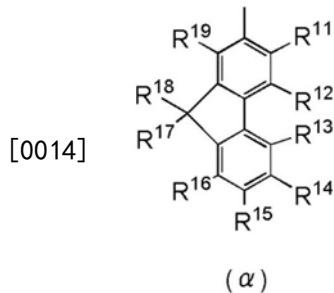
[0009] 本发明的一个方式是以下述通式 (G1) 表示的杂环化合物。



[0011] (其中,在通式G1中,A¹及A²分别独立表示氮或与氢键合的碳,A¹和A²中的至少一方表示氮。此外,Ar表示取代或未取代的碳原子数为6至18的亚芳基,B表示取代或未取代的苄基。此外,R¹表示氢、碳原子数为1至6的烷基以及碳原子数为6至13的芳基中的任一个。)

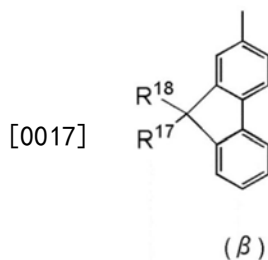
[0012] 本发明的其他方式是上述通式 (G1) 中的B为取代或未取代的2-苄基。

[0013] 本发明的其他方式是上述通式 (G1) 中的B为以下述通式 (α) 表示的杂环化合物。



[0015] (其中,在通式(α)中,R¹¹至R¹⁹分别独立表示氢、碳原子数为1至6的烷基以及碳原子数为6至12的芳基中的任一个。)

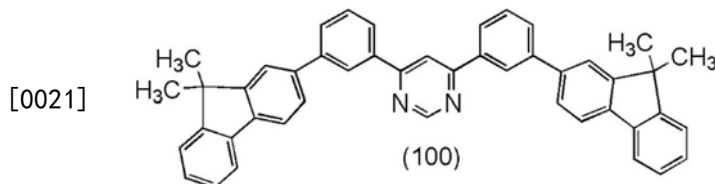
[0016] 本发明的其他方式是上述通式 (G1) 中的B为以下述通式 (β) 表示的杂环化合物。



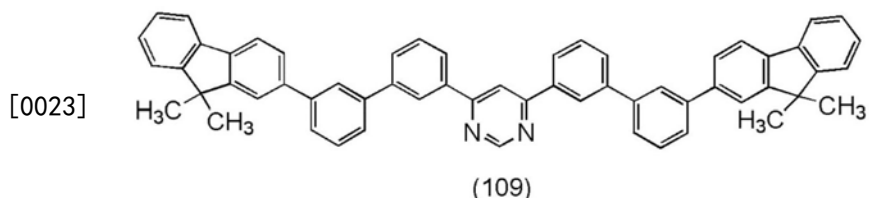
[0018] (其中,在通式(β)中的R¹⁷及R¹⁸分别独立表示氢、碳原子数为1至6的烷基以及碳原子数为6至12的芳基中的任一个。)

[0019] 上述通式 (G1) 中的Ar为取代或未取代的碳原子数为6至18的亚芳基,可例举亚苯基、亚联苯基。此外,作为上述通式 (α)、通式 (β) 及通式 (G1) 中的碳原子数为1至6的烷基,可例举甲基、乙基、丙基、异丙基、丁基等。此外,作为上述通式 (α) 及通式 (β) 中的碳原子数为6至12的芳基可例举苯基、萘基、联苯基等。

[0020] 本发明的其他方式是以下述结构式 (100) 表示的杂环化合物。



[0022] 本发明的其他方式是以下述结构式 (109) 表示的杂环化合物。



[0024] 本发明的其他方式是包括上述各结构所示的杂环化合物的发光元件。

[0025] 本发明的其他方式是包括上述各结构所示的发光元件、晶体管或衬底的发光装置。

[0026] 本发明的一个方式在其范畴内不仅包括具有发光元件的发光装置,还包括适用该发光装置的电子设备及照明装置。

[0027] 因此,本发明的其他方式是一种电子设备,该电子设备包括:上述各结构所示的发光装置,以及麦克风、影像拍摄装置、操作按钮、外部连接部或扬声器。再者,本发明的其他方式是一种电子设备,该电子设备包括:上述各结构所示的发光装置,以及框体、覆盖物或支撑台。

[0028] 注意,本说明书中的发光装置是指图像显示装置或光源(包括照明装置)。此外,发光装置还包括如下模块:将连接器诸如FPC(Flexible printed circuit:柔性印刷电路)、TCP(Tape Carrier Package:载带封装)安装到发光装置的模块;将印刷线路板设置于TCP的端部的模块;或者将IC(集成电路)通过COG(Chip On Glass:玻璃覆晶封装)方式直接安装到发光元件的模块。

[0029] 根据本发明的一个方式可以提供一种新颖的杂环化合物。此外,本发明的一个方式的新颖的杂环化合物具有杂环骨架(嘧啶骨架或三嗪骨架)与茚骨架通过亚芳基键合的结构。此外,本发明的一个方式的新颖的杂环化合物由于能够使反应中间体的茚衍生物高纯度化,所以可以使用该中间体进行合成来得到高纯度的杂环化合物。此外,通过具有茚骨架而有机溶剂中的杂环化合物的溶解度得到提高,可以通过使用溶剂的纯化来减少杂质,由此可以得到高纯度的杂环化合物。此外,通过使用上述高纯度的杂环化合物作为EL材料,可以提供可靠性高的新颖的发光元件、发光装置、电子设备或照明装置。注意,这些效果的记载并不妨碍其他效果的存在。此外,本发明的一个方式并不一定必须要具有所有上述效果。另外,可以从说明书、附图、权利要求书等的记载自然得知并从说明书、附图、权利要求书等的记载中提炼上述以外的效果。

附图说明

[0030] 图1是说明发光元件的结构图;

[0031] 图2A及图2B是说明发光元件的结构图;

[0032] 图3A及图3B是说明发光装置的结构图;

[0033] 图4A、图4B、图4C、图4D、图4D'1及图4D'2是说明电子设备的图;

[0034] 图5A至图5C是说明电子设备的图;

[0035] 图6是说明照明装置的图;

[0036] 图7是示出结构式(100)所示的杂环化合物的¹H-NMR谱;

[0037] 图8是示出结构式(100)所示的杂环化合物的LC-MS测量结果的图;

- [0038] 图9A及图9B是结构式(109)所示的杂环化合物的¹H-NMR谱；
- [0039] 图10是示出结构式(109)所示的杂环化合物的LC-MS测量结果的图；
- [0040] 图11是说明实施例3所示的发光元件的结构图；
- [0041] 图12是示出发光元件1的电压-亮度特性的图；
- [0042] 图13是示出发光元件1的亮度-电流效率特性的图；
- [0043] 图14是示出发光元件1的电压-电流特性的图；
- [0044] 图15是示出发光元件1的发射光谱的图；
- [0045] 图16是示出发光元件1的可靠性的图；
- [0046] 图17是示出发光元件2的电压-亮度特性的图；
- [0047] 图18是示出发光元件2的亮度-电流效率特性的图；
- [0048] 图19是示出发光元件2的电压-电流特性的图；
- [0049] 图20是示出发光元件2的发射光谱的图；
- [0050] 图21是示出发光元件3的电压-亮度特性的图；
- [0051] 图22是示出发光元件3的亮度-电流效率特性的图；
- [0052] 图23是示出发光元件3的电压-电流特性的图；
- [0053] 图24是示出发光元件3的发射光谱的图；
- [0054] 图25是示出发光元件2的可靠性的图。

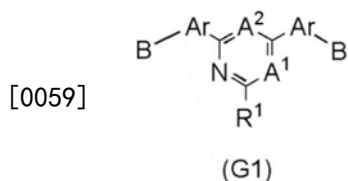
具体实施方式

[0055] 下面,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,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限定在下面所示的实施方式所记载的内容中。

[0056] 实施方式1

[0057] 在本实施方式中,对本发明的一个方式的杂环化合物进行说明。此外,本发明的一个方式的杂环化合物是具有杂环骨架(嘧啶骨架或三嗪骨架)与茱骨架通过亚芳基键合的结构化合物。

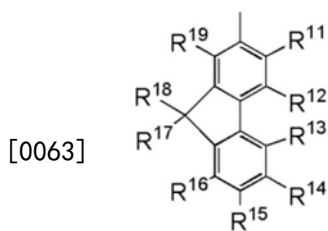
[0058] 本发明的一个方式是以下述通式(G1)表示的杂环化合物。



[0060] (其中,在通式G1中,A¹及A²分别独立表示氮或与氢键合的碳,A¹和A²中的至少一方表示氮。此外,Ar表示取代或未取代的碳原子数为6至18的亚芳基,B表示取代或未取代的茱基。此外,R¹表示氢、碳原子数为1至6的烷基以及碳原子数为6至13的芳基中的任一个。)

[0061] 本发明的其他方式是上述通式(G1)中的B为取代或未取代的2-茱基。

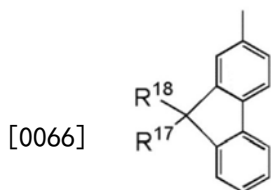
[0062] 本发明的其他方式是上述通式(G1)中的B为以下述通式(a)表示的杂环化合物。



(α)

[0064] (其中,在通式(α)中, R^{11} 至 R^{19} 分别独立表示氢、碳原子数为1至6的烷基以及碳原子数为6至12的芳基中的任一个。)

[0065] 本发明的其他方式是上述通式(G1)中的B为以下述通式(β)表示的杂环化合物。



(β)

[0067] (其中,在通式(β)中, R^{17} 及 R^{18} 分别独立表示氢、碳原子数为1至6的烷基以及碳原子数为6至12的芳基中的任一个。)

[0068] 上述通式(G1)中的Ar为取代或未取代的碳原子数为6至18的亚芳基,可例举亚苯基、亚联苯基。具体而言,可例举1,2-或1,3-或1,4-亚苯基、2,6-或3,5-或2,4-甲代亚苯基(toluylene)、4,6-二甲苯-1,3-二基、2,4,6-三甲苯-1,3-二基、2,3,5,6-四甲苯-1,4-二基、3,3'-或3,4'-或4,4'-联苯基、1,1':3',1''-三联苯(terbenzene)-3,3''-二基、1,1':4',1''-三联苯-3,3''-二基、1,1':4',1''-三联苯-4,4''-二基、1,4-或1,5-或2,6-或2,7-亚萘基、2,7-亚芴基、9,9-二甲基-2,7-亚芴基、9,9-二苯基-2,7-亚芴基、9,9-二甲基-1,4-亚芴基、螺-9,9'-联芴-2,7-二基、9,10-二羟基-2,7-亚菲基(phenanthrenylene)、2,7-亚菲基、3,6-亚菲基、9,10-亚菲基等。注意,若能够键合就对键合位置没有限制。

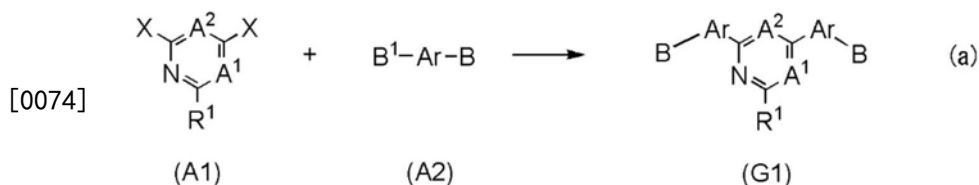
[0069] 作为上述通式(α)、通式(β)及通式(G1)中的碳原子数为1至6的烷基的具体例子,可例举甲基、乙基、丙基、异丙基、丁基、仲丁基、异丁基、叔丁基、戊基、异戊基、仲戊基、叔戊基、新戊基、己基、异己基、仲己基、叔己基、新己基、3-甲基戊基、2-甲基戊基、2-乙基丁基、1,2-二甲基丁基以及2,3-二甲基丁基等。

[0070] 作为上述通式(α)、通式(β)及通式(G1)中的碳原子数为6至12的芳基的具体例,可例举苯基、萘基、联苯基等。注意,如能够键合就对键合位置没有限制。

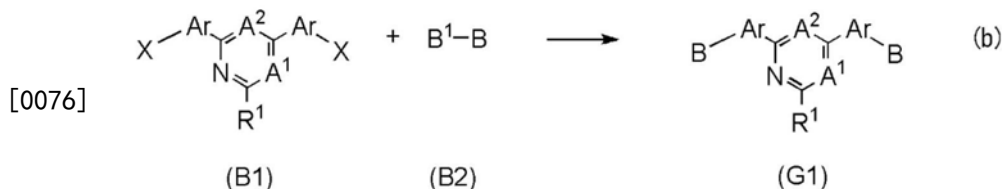
[0071] 接着,作为本发明的一个方式的杂环化合物的合成方法的一个例子,说明以上述通式(G1)表示的杂环化合物的合成方法的一个例子。

[0072] 《以通式(G1)表示的杂环化合物的合成方法》

[0073] 以通式(G1)表示的杂环化合物可以通过如下简单的合成方案合成。例如,如下述合成方案(a)所示那样,可以通过使嘧啶或三嗪衍生物的卤素化合物(A1)与用芴衍生物取代的芳基硼酸化合物(A2)反应制得。



[0075] 如下述合成方案 (b) 所示那样,也可以在得到用芳基取代的嘧啶或三嗪衍生物 (B1) 之后,使苄衍生物的硼酸化合物 (B2) 反应。



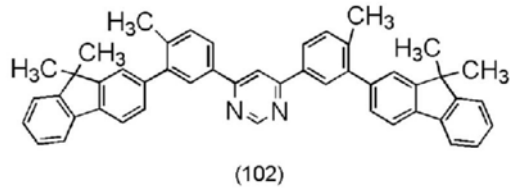
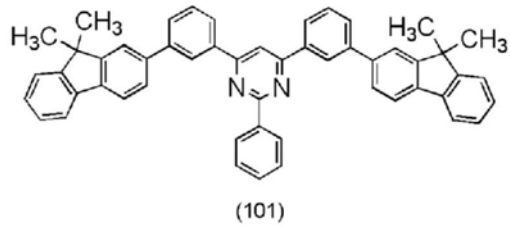
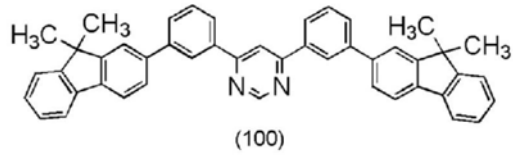
[0077] 在上述合成方案 (a) 及合成方案 (b) 中, A^1 及 A^2 分别独立表示氮或与氢键合的碳, A^1 和 A^2 中的至少一方表示氮。此外, Ar 表示取代或未取代的碳原子数为 6 至 18 的亚芳基, B 表示取代或未取代的苄基。另外, B^1 表示硼酸、硼酸酯或环状三硼酸盐等, 作为环状三硼酸盐可以使用锂盐之外、还可使用钾盐及钠盐。此外, R^1 表示氢、碳原子数为 1 至 6 的烷基或碳原子数为 6 至 13 的芳基。X 表示卤素, 特别优选为氯、溴或碘。在上述合成方案 (a) 及合成方案 (b) 中, 可以使用已知的催化剂诸如钯催化剂。此外, 作为溶剂可以使用甲苯、二甲苯、乙醇等醇类或它们的混合溶剂等。

[0078] 此外, 虽然在此未示出方案, 但也可以使嘧啶或三嗪衍生物的硼酸化合物与苄衍生物的卤素化合物反应。

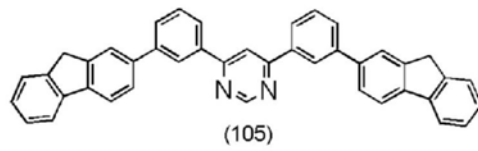
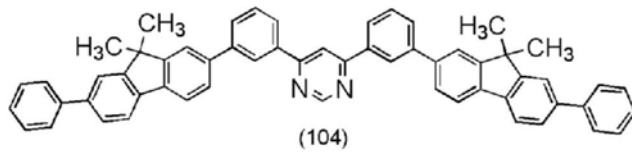
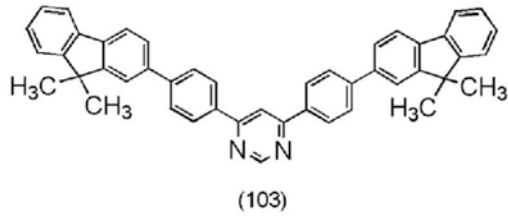
[0079] 由于上述合成方案 (a) 及合成方案 (b) 中所示的化合物 (A1)、(A2)、(B1)、(B2) 的各种类在市场上销售或者能够合成, 所以可以合成多种以通式 (G1) 表示的杂环化合物。因此, 本发明的一个方式的杂环化合物具有种类丰富的特征。

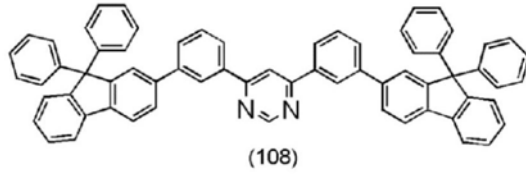
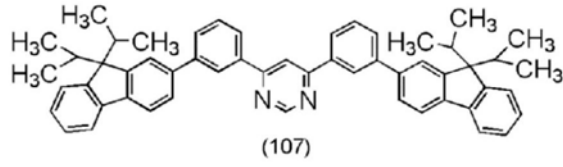
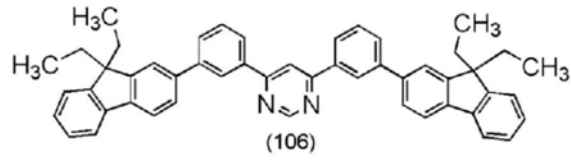
[0080] 如上所述, 虽然说明了本发明的一个方式的杂环化合物的合成方法的一个例子, 但本发明不局限于此, 也可以使用通过其他合成方法来合成的化合物。

[0081] 以下示出本发明的一个方式的杂环化合物 (通式 (G1)) 的具体结构式 (下述结构式 (100) 至 (123))。注意, 本发明的一个方式不局限于此。

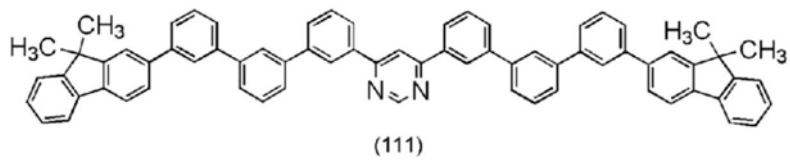
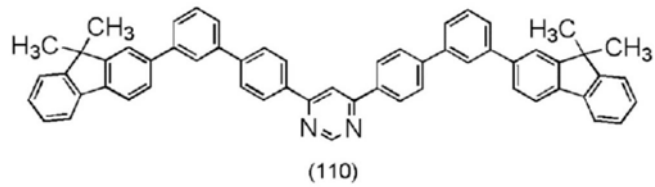
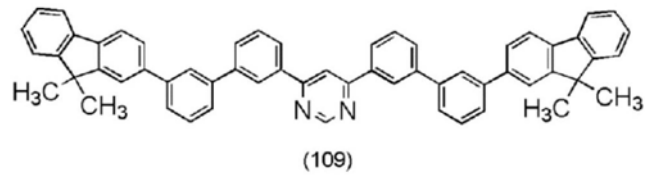


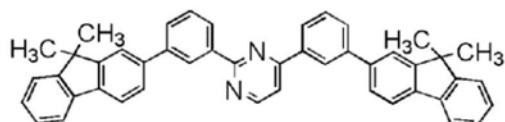
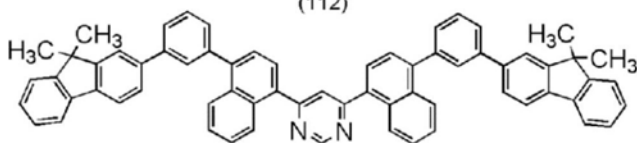
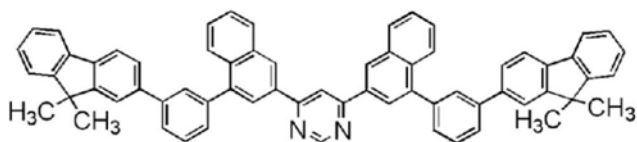
[0082]



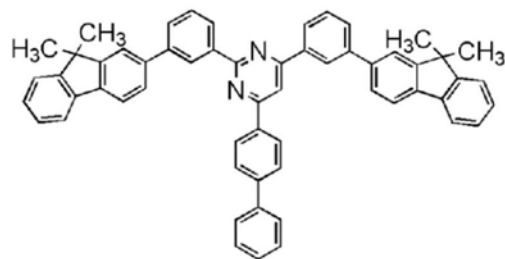
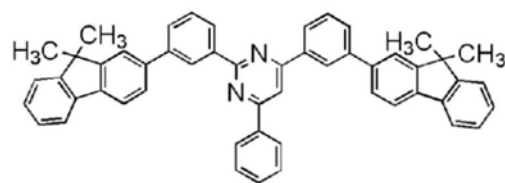


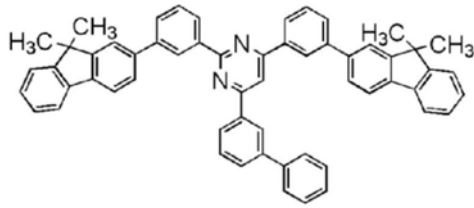
[0083]



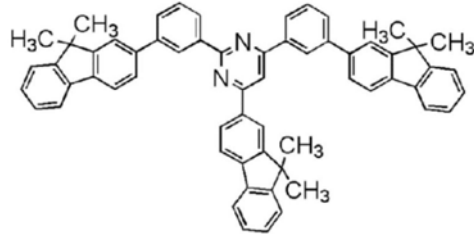


[0084]

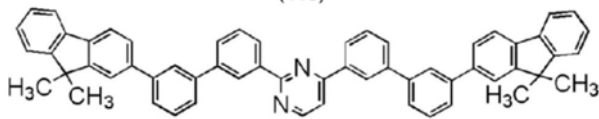




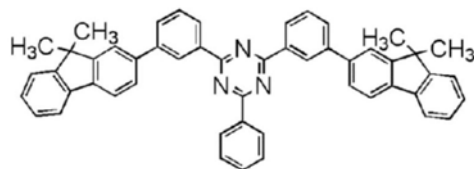
(117)



(118)

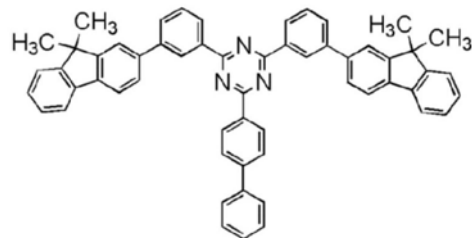


(119)

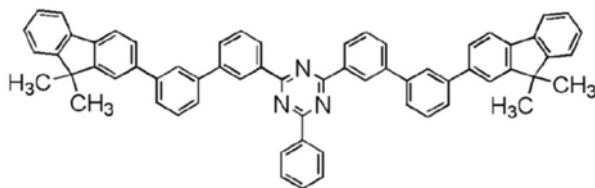


(120)

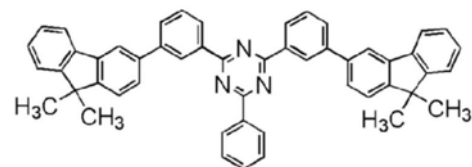
[0085]



(121)



(122)



(123)

[0086] 因为本发明的一个方式的杂环化合物具有电子传输骨架的杂环骨架(嘧啶骨架或三嗪骨架)及空穴传输骨架的茚骨架,所以可以容易接收电子和空穴。因此,通过将本发明

的一个方式的杂环化合物用于发光层的主体材料,能够在发光层的所希望的区域内电子和空穴重新结合,从而可以抑制发光元件的使用寿命的降低。

[0087] 由于本发明的一个方式的杂环化合物具有杂环骨架通过亚芳基与茛骨架键合的结构,所以可以抑制共轭体系的扩大,可以防止带隙的变窄及三重激发能量的降低。

[0088] 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。

[0089] 实施方式2

[0090] 在本实施方式中,参照图1对能够使用本发明的一个方式的杂环化合物作为EL材料的发光元件的一个方式进行说明。

[0091] 如图1所示,在本实施方式所示的发光元件中,在一对电极(第一电极(阳极)101与第二电极(阴极)103)之间夹有包括发光层113的EL层102,该EL层102除了发光层113之外,还包括空穴(或电洞)注入层111、空穴(或电洞)传输层112、电子传输层114、电子注入层115等。

[0092] 通过对这种发光元件施加电压,从第一电极101一侧注入的空穴和从第二电极103一侧注入的电子在发光层113中重新结合以使包含在发光层113中的发光物质成为激发态。而且,当该发光物质从激发态回到基态时发光。

[0093] 本发明的一个方式的杂环化合物能够被用于在本实施方式中说明的EL层102中的任一个或多个层,更优选被用于发光层113、空穴传输层112或电子传输层114。即,将上述杂环化合物用于以下说明的发光元件的结构的一部分。

[0094] 下面,说明制造本实施方式所示的发光元件时的优选的具体例子。

[0095] 作为第一电极(阳极)101及第二电极(阴极)103,可以使用金属、合金、导电性化合物及它们的混合物等。具体而言,除了氧化铟-氧化锡(ITO:Indium TinOxide)、包含硅或氧化硅的氧化铟-氧化锡、氧化铟-氧化锌(Indium Zinc Oxide)、包含氧化钨及氧化锌的氧化铟、金(Au)、铂(Pt)、镍(Ni)、钨(W)、铬(Cr)、钼(Mo)、铁(Fe)、钴(Co)、铜(Cu)、钯(Pd)、钛(Ti)之外,还可以使用属于元素周期表中第IA族或第IIA族的元素,即锂(Li)、铯(Cs)等碱金属,钙(Ca)、锶(Sr)等碱土金属,镁(Mg),包含这些金属的合金(MgAg、AlLi),铕(Eu)、镱(Yb)等稀土金属,包含这些金属的合金,还有石墨烯等。第一电极(阳极)101及第二电极(阴极)103例如可以通过溅射法、蒸镀法(包括真空蒸镀法)等形成。

[0096] 空穴注入层111为将空穴经由空穴传输性高的空穴传输层112注入至发光层113的层,包含空穴传输性高的物质及受主性物质。由于包含空穴传输性高的物质及受主性物质,因此受主性物质将电子从空穴传输性高的物质抽出生成空穴(电洞),该空穴经由空穴传输层112注入至发光层113。空穴传输层112通过使用空穴传输性高的物质形成。

[0097] 作为用于空穴注入层111及空穴传输层112的空穴传输性高的物质,例如可例举4,4'-双[N-(1-萘基)-N-苯基氨基]联苯(简称:NPB或 α -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',4''-三(咪唑-9-基)三苯胺(简称:TCTA)、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-(螺-9,9'-二茛-2-基)-N-苯基氨基]联苯(简称:BSPB)等芳香胺化合物、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)等。除上述以外,还

可以使用4,4'-二(N-咔唑基)联苯(简称:CBP)、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)等咔唑衍生物等。在此所述的物质主要是空穴迁移率为 $1 \times 10^{-6} \text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上的物质。但是,只要是空穴传输性比电子传输性高的物质,就可以使用上述物质之外的物质。

[0098] 再者,还可以使用聚(N-乙基基咔唑)(简称:PVK)、聚(4-乙基基三苯胺)(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)甲基丙烯酸酯胺](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。

[0099] 作为用于空穴注入层111的受主性物质,可例举属于元素周期表中第IVB族至第VIII族的金属的氧化物。具体地说,特别优选氧化钼。

[0100] 发光层113是包含发光物质的层。发光层113既可以仅由发光物质构成,又可以使发光中心物质(客体材料)分散在主体材料中的状态构成。注意,作为主体材料可以使用上述空穴传输性高的物质或后面所述的电子传输性高的物质,优选使用三重激发能量高的物质。此外,也可以与实施方式1所示的本发明的一个方式的杂环化合物组合而使用。

[0101] 对可用于发光层113中的发光物质或发光中心物质的材料没有特别的限制,可以使用能够将单重激发能量转换为发光的发光物质或者能够将三重激发能量转换为发光的发光物质。作为这种发光物质及发光中心物质,例如可例举以下材料。

[0102] 作为能够将单重激发能量转换为发光的发光物质,例如可例举发射荧光的物质。

[0103] 作为发射荧光的物质,可例举N,N'-双[4-(9H-咔唑-9-基)苯基]-N,N'-二苯基芪-4,4'-二胺(简称:YGA2S)、4-(9H-咔唑-9-基)-4'-(10-苯基-9-蒽基)三苯胺(简称:YGAPA)、4-(9H-咔唑-9-基)-4'-(9,10-二苯基-2-蒽基)三苯胺(简称:2YGAPPA)、N,9-二苯基-N-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-9H-咔唑-3-胺(简称:PCAPA)、二萘嵌苯、2,5,8,11-四-(叔丁基)二萘嵌苯(简称:TBP)、4-(10-苯基-9-蒽基)-4'-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)三苯胺(简称:PCBAPA)、N,N''-(2-叔丁基蒽-9,10-二基-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-蒽基)苯基]-9H-咔唑-3-胺(简称:2PCAPPA)、N-[4-(9,10-二苯基-2-蒽基)苯基]-N,N',N''-三苯基-1,4-苯二胺(简称:2DPAPPA)、N,N,N',N'',N''',N''''-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-蒽基)-N,9-二苯基-9H-咔唑-3-胺(简称:2PCAPA)、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)丙烷二腈(简称:DCM1)、2-{2-甲基-6-[2-(2,3,6,7-四氢-1H,5H-苯并[i,j]喹啉-9-基)乙烯基]-4H-吡喃-4-亚基}丙烷二腈(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)茈并[1,2-a]荧蒽-3,10-二胺(简称:p-mPhAFD)、{2-异丙基-6-[2-(1,1,7,7-四甲基-2,3,6,7-四氢-1H,5H-苯并[i,j]喹啉-9-基)乙烯基]-4H-吡喃-4-亚基}丙烷二腈

(简称:DCJTI)、{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}丙烷二腈(简称:DCJTB)、2-(2,6-双{2-[4-(二甲氨基)苯基]乙烯基}-4H-吡喃-4-亚基)丙烷二腈(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}丙烷二腈(简称:BisDCJTM)等。

[0104] 作为将三重激发能量转换为发光的发光物质,例如可例举发射磷光的物质、呈现热活化延迟荧光的热活化延迟荧光(TADF)材料。TADF材料所呈现的延迟荧光是指其光谱与一般的荧光同样但其寿命非常长的发光。该寿命为 10^{-6} 秒以上,优选为 10^{-3} 秒以上。

[0105] 作为发射磷光的物质,可例举双{2-[3',5'-双(三氟甲基)苯基]吡啶-N,C^{2'}}铱(III)吡啶甲酸盐(简称:Ir(CF₃ppy)₂(pic))、双[2-(4',6'-二氟苯基)吡啶-N,C^{2'}]铱(III)乙酰丙酮化物(简称:Ir(acac)₂(pic))、三(2-苯基吡啶)铱(III)(简称:[Ir(ppy)₃])、双(2-苯基吡啶)铱(III)乙酰丙酮化物(简称:Ir(ppy)₂(acac))、三(乙酰丙酮)(一菲咯啉)铱(III)(简称:Tb(acac)₃(Phen))、双(苯并[h]喹啉)铱(III)乙酰丙酮化物(简称:Ir(bzq)₂(acac))、双(2,4-二苯基-1,3-噁唑-N,C^{2'})铱(III)乙酰丙酮化物(简称:Ir(dpo)₂(acac))、双{2-[4'-(全氟苯基)苯基]吡啶-N,C^{2'}}铱(III)乙酰丙酮化物(简称:Ir(p-PF-ph)₂(acac))、双(2-苯基苯并噁唑-N,C^{2'})铱(III)乙酰丙酮化物(简称:Ir(bt)₂(acac))、双[2-(2'-苯并[4,5-a]噻吩基)吡啶-N,C^{3'}]铱(III)乙酰丙酮化物(简称:Ir(btp)₂(acac))、双(1-苯基异喹啉-N,C^{2'})铱(III)乙酰丙酮化物(简称:Ir(piq)₂(acac))、(乙酰丙酮)双[2,3-双(4-氟苯基)喹喔啉合(quinoxalinato)]铱(III)(简称:Ir(Fdpq)₂(acac))、(乙酰丙酮)双(3,5-二甲基-2-苯基吡啶)铱(III)(简称:[Ir(mppr-Me)₂(acac)])、(乙酰丙酮)双(5-异丙基-3-甲基-2-苯基吡啶)铱(III)(简称:[Ir(mppr-iPr)₂(acac)])、(乙酰丙酮)双(2,3,5-三苯基吡啶)铱(III)(简称:Ir(tppr)₂(acac))、双(2,3,5-三苯基吡啶)(二新戊酰甲烷)铱(III)(简称:[Ir(tppr)₂(dpm)])、(乙酰丙酮)双(6-叔丁基-4-苯基嘧啶)铱(III)(简称:[Ir(tBuppm)₂(acac)])、(乙酰丙酮)双(4,6-二苯基嘧啶)铱(III)(简称:[Ir(dpmm)₂(acac)])、2,3,7,8,12,13,17,18-八乙基-21H,23H-卟啉铂(II)(简称:PtOEP)、三(1,3-二苯基-1,3-丙二酮)(一菲咯啉)铕(III)(简称:Eu(DBM)₃(Phen))、三[1-(2-噻吩甲酰基)-3,3,3-三氟丙酮](一菲咯啉)铕(III)(简称:Eu(TTA)₃(Phen))等。

[0106] 另外,作为用来使上述三重激发能量转换为发光的发光物质分散的物质(即主体材料),例如除了2,3-双(4-二苯基氨基苯基)喹喔啉(简称:TPAQn)、NPB等具有芳基胺骨架的化合物之外,优选CBP、4,4',4''-三(咔唑-9-基)三苯胺(简称:TCTA)等咔唑衍生物、双[2-(2-羟基苯基)吡啶根合]锌(简称:Znpp₂)、双[2-(2-羟基苯基)苯并噁唑]锌(简称:Zn(BOX)₂)、双(2-甲基-8-羟基喹啉)(4-苯基苯酚)铝(简称:BA1q)、三(8-羟基喹啉)铝(简称:Alq₃)等金属配合物。另外,也可以使用PVK等高分子化合物。

[0107] 另外,作为TADF材料,例如可例举富勒烯、其衍生物、普鲁黄素等吡啶衍生物、伊红等。此外,可例举包含镁(Mg)、锌(Zn)、镉(Cd)、锡(Sn)、铂(Pt)、铟(In)或钯(Pd)等的含金属卟啉。作为该含金属卟啉,例如可例举原卟啉-氟化锡配合物(SnF₂(Proto IX))、中卟啉-氟化锡配合物(SnF₂(MesoIX))、血卟啉-氟化锡配合物(SnF₂(Hemato IX))、粪卟啉四甲基酯-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))、八乙基卟啉-氯化铂配合物(PtCl₂OEP)等。并且,可以使用2-

(联苯-4-基)-4,6-双(12-苯基咪唑并[2,3-a]咪唑-11-基)-1,3,5-三嗪(PIC-TRZ)等具有富 π 电子型杂芳环及缺 π 电子型杂芳环的杂环化合物。另外,在富 π 电子型杂芳环和缺 π 电子型杂芳环直接结合的物质中,富 π 电子型杂芳环的施主性和缺 π 电子型杂芳环的受主性都强,而 S_1 和 T_1 的能量差变小,所以是特别优选的。

[0108] 另外,通过使发光层113包含上述将单重激发能量或三重激发能量转换为发光的发光物质(客体材料)和主体材料的一种或多种,能够从发光层113得到发光效率高的发光。再者,在使用多种主体材料时,优选选择形成激基复合物(也称为“exciplex”)的组合。

[0109] 此外,发光层113也可以具有叠层结构。注意,此时采用从所层叠的各层得到发光的结构。例如,可以采用从第一层的发光层得到荧光发光并从层叠在第一层上的第二层的发光层得到磷光发光的结构。注意,关于叠层顺序,也可以与此相反。此外,较好是能够得到磷光发光的层中,可获得由从激基复合物到掺杂剂的能量转移引起的发光的结构。此外,至于发光颜色,在采用能够从一个层得到蓝色发光的结构的情况下,可以采用能够从另一个层得到橙色发光或黄色发光等的结构。此外,在各层中,也可以具有包含多个掺杂剂的结构。

[0110] 电子传输层114是包含电子传输性高的物质的层。电子传输层114可以使用三(8-羟基喹啉)铝(简称:Alq₃)、三(4-甲基-8-羟基喹啉)铝(简称:Almq₃)、双(10-羟基苯并[h]-喹啉)铍(简称:BeBq₂)、双(2-甲基-8-羟基喹啉)(4-苯基苯酚)铝(简称:BAIq)、双[2-(2-羟基苯基)苯并噻唑]锌(简称Zn(BOX)₂)、双[2-(2-羟基苯基)-苯并噻唑]锌(简称:Zn(BTZ)₂)等金属配合物。此外,也可以使用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)、3-(4'-叔丁基苯基)-4-苯基-5-(4"-联苯基)-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)、红菲咯啉(简称:Bphen)、浴铜灵(简称:BCP)、4,4'-双(5-甲基苯并噻唑-2-基)二苯乙烯(简称:BzOs)等杂芳族化合物。另外,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。在此所述的物质主要是电子迁移率在 $1 \times 10^{-6} \text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上的物质。注意,只要是电子传输性比空穴传输性高的物质,就可以将上述物质之外的物质用于电子传输层114。此外,也可以使用实施方式1所示的本发明的一个方式的杂环化合物。

[0111] 电子传输层114既可以为单层,又可以为由上述物质构成的层的两层以上的叠层。

[0112] 电子注入层115是包含电子注入性高的物质的层。电子注入层115可以使用氟化锂(LiF)、氟化铯(CsF)、氟化钙(CaF₂)、锂氧化物(Li_xO)等碱金属、碱土金属或它们的化合物。此外,可以使用氟化铒(ErF₃)等稀土金属化合物。此外,也可以将电子盐用于电子注入层115。作为该电子盐,例如可例举对氧化钙-氧化铝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的物质。

[0113] 另外,也可以将有机化合物与电子给体(供体)混合形成的复合材料用于电子注入层115。这种复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,可以使用如上所述的构成电子传输层114的物质(金属配合物、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

选碱金属、碱土金属、稀土金属,可例举锂、铯、镁、钙、铟、镱等。另外,优选碱金属氧化物、碱土金属氧化物,可例举锂氧化物、钙氧化物、钡氧化物等。此外,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。

[0114] 上述空穴注入层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分别可以通过蒸镀法(包括真空蒸镀法)、喷墨法、涂敷法等方法形成。

[0115] 在上述发光元件中,在EL层102中空穴和电子重新结合而发光。而且,该发光穿过第一电极101和第二电极103中的任一方或双方被提取到外部。因此,第一电极101和第二电极103中的任一方或双方成为具有透光性的电极。

[0116] 在本实施方式中示出的发光元件为本发明的一个方式的杂环化合物用作EL材料的发光元件的一个例子。由于本发明的一个方式的杂环化合物示出高溶解性,容易进行合成时的升华纯化,所以可以实现高纯度化。因此,通过使用本发明的一个方式的杂环化合物,可以得到可靠性高的发光元件。

[0117] 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。

[0118] 实施方式3

[0119] 在本实施方式中,将本发明的一个方式的杂环化合物作为EL材料用于EL层,对具有夹着电荷产生层具有多个EL层的结构的发光元件(以下,称为叠层型发光元件)进行说明。

[0120] 本实施方式所示的发光元件是如图2A所示的在一对电极(第一电极201与第二电极204)之间具有多个EL层(第一EL层202(1)和第二EL层202(2))的叠层型发光元件。

[0121] 在本实施方式中,第一电极201是用作阳极的电极,第二电极204是用作阴极的电极。另外,作为第一电极201及第二电极204,可以采用与实施方式2相同的结构。此外,多个EL层(第一EL层202(1)和第二EL层202(2))既可以具有与实施方式2所示的EL层的结构相同的结构,又可以上述EL层中的任一方具有与实施方式2所示的EL层的结构相同的结构。换言之,第一EL层202(1)和第二EL层202(2)既可以具有相同结构,又可以具有互不相同的结构,作为其结构,可以适用与实施方式2相同的结构。

[0122] 另外,在多个EL层(第一EL层202(1)和第二EL层202(2))之间设置有电荷产生层205。电荷产生层205具有如下功能:当对第一电极201和第二电极204施加电压时,将电子注入到一方EL层中,且将空穴注入到另一方EL层中。在本实施方式中,对第一电极201施加电位高于第二电极204的电压时,电子从电荷产生层205被注入到第一EL层202(1)中,且空穴被注入到第二EL层202(2)中。

[0123] 另外,从光提取效率的观点来看,电荷产生层205优选具有使可见光透射的性质(具体而言,电荷产生层205的可见光的透射率为40%以上)。另外,电荷产生层205即使其导电率小于第一电极201或第二电极204也可以发挥作用。

[0124] 电荷产生层205既可以具有对空穴传输性高的有机化合物添加有电子受体(接受体)的结构,又可以具有对电子传输性高的有机化合物添加有电子给体(供体)的结构。或者,也可以层叠有这两种结构。

[0125] 在采用对空穴传输性高的有机化合物添加有电子受体的结构的情况下,作为空穴传输性高的有机化合物,例如可以使用芳族胺化合物等诸如NPB、TPD、TDATA、MTDATA、BSPB等。在此所述的物质主要是空穴迁移率在 $1 \times 10^{-6} \text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上的物质。注意,只要是空穴传输

性比电子传输性高的有机化合物,就可以使用上述物质之外的物质。

[0126] 另外,作为电子受体,可例举7,7,8,8-四氰基-2,3,5,6-四氟醌二甲烷(简称:F₄-TCNQ)、氯醌等。另外,可例举属于元素周期表中第IVB族至第VIII族的金属的氧化物。具体而言,优选使用氧化钒、氧化铌、氧化钽、氧化铬、氧化钼、氧化钨、氧化锰和氧化铯,这是因为它们具有高电子接收性。尤其优选使用氧化钼,因为氧化钼在大气中也稳定,吸湿性低,且操作容易。

[0127] 另一方面,在采用对电子传输性高的有机化合物添加有电子给体的结构的情况下,作为电子传输性高的有机化合物,例如可以使用具有喹啉骨架或苯并喹啉骨架的金属配合物等诸如Alq、Almq₃、BeBq₂、BAIq等。除此之外,还可以使用具有噁唑基配体、噻唑基配体的金属配合物等诸如Zn(BOX)₂、Zn(BTZ)₂等。再者,除了金属配合物之外,还可以使用PBD、OXD-7、TAZ、BPhen、BCP等。在此所述的物质主要是电子迁移率为 $1 \times 10^{-6} \text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上的物质。另外,只要是电子传输性比空穴传输性高的有机化合物,就可以使用上述物质之外的物质。

[0128] 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IIA、第IIIA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、碳酸铯等。此外,也可以将如四硫萘并萘(tetrathianaphthacene)的有机化合物用作电子给体。

[0129] 另外,通过使用上述材料形成电荷产生层205,可以抑制层叠EL层时造成的驱动电压的增大。

[0130] 虽然在本实施方式中,对具有两个EL层的发光元件进行说明,但是,如图2B所示,本发明的一个方式可以同样地应用于层叠n个(其中,n是3以上)EL层(202(1)至202(n))的发光元件。当如根据本实施方式的发光元件那样在一对电极之间具有多个EL层时,通过将电荷产生层205(1)至205(n-1)设置在EL层与EL层之间,可以在保持低电流密度的同时实现高亮度区域中的发光。因为可以保持低电流密度,所以可以实现长寿命的元件。当应用于具有大发光面的发光装置、电子设备及照明装置等时,可以减少由于电极材料的电阻导致的电压下降,所以可以实现大面积的均匀发光。

[0131] 此外,通过使各EL层的发光颜色互不相同,可以使发光元件整体发射所需颜色的光。例如,在具有两个EL层的发光元件中,使第一EL层的发光颜色和第二EL层的发光颜色处于补色关系,因此还可以得到发光元件整体发射白色光的发光元件。注意,“补色”表示在颜色混合时得到非彩色的颜色关系。也就是说,通过混合处于补色关系的颜色的光,可以得到白色发光。具体而言,可例举从第一EL层得到蓝色发光,从第二EL层得到黄色发光或橙色发光的组合。此时,并不一定需要蓝色发光和黄色发光(或橙色发光)都为荧光发光或磷光发光,也可以采用蓝色发光为荧光发光而黄色发光(或橙色发光)为磷光发光的组合、或者与此相反的组合。

[0132] 另外,具有三个EL层的发光元件的情况也与此相同,例如,当第一EL层的发光颜色是红色,第二EL层的发光颜色是绿色,第三EL层的发光颜色是蓝色时,发光元件作为整体可以得到白色发光。

[0133] 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。

[0134] 实施方式4

[0135] 在本实施方式中,对具有将本发明的一个方式的杂环化合物用于EL层的发光元件

的发光装置进行说明。

[0136] 上述发光装置既可以是无源矩阵型发光装置,也可以是有源矩阵型发光装置。此外,可以将其他实施方式所示的发光元件应用于本实施方式所示的发光装置。

[0137] 在本实施方式中,参照图3A及图3B说明有源矩阵型发光装置。

[0138] 图3A是发光装置的俯视图,图3B是沿图3A中的点划线A-A'进行切割的截面图。本实施方式的有源矩阵型发光装置具有设置在元件衬底301上的像素部302、驱动电路部(源极线驱动电路)303以及驱动电路部(栅极线驱动电路)304a、304b。将像素部302、驱动电路部303以及驱动电路部304a、304b由密封剂305密封在元件衬底301与密封衬底306之间。

[0139] 在元件衬底301上设置引导布线307,该引导布线307用来连接对驱动电路部303及驱动电路部304a、304b传递来自外部的信号(例如,视频信号、时钟信号、起始信号或复位信号等)或电位的外部输入端子。在此,示出作为外部输入端子设置FPC(柔性印刷电路)308的例子。虽然在此只图示FPC,但是该FPC也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。

[0140] 接着,参照图3B说明截面结构。在元件衬底301上形成有驱动电路部及像素部,在此示出作为源极线驱动电路的驱动电路部303及像素部302。

[0141] 在此示出组合FET309和FET310构成驱动电路部303的例子。驱动电路部303既可以由包含单极性(N型或P型)晶体管的电路形成,也可以由包含N型晶体管及P型晶体管的CMOS电路形成。在本实施方式中,虽然示出将驱动电路形成在衬底上的驱动器一体型,但是不一定必须如此,也可以将驱动电路形成在衬底的外部而不形成在衬底上。

[0142] 此外,像素部302由包括开关用FET311、电流控制用FET312及与电流控制用FET312的布线(源电极或漏电极)电连接的第一电极(阳极)313的多个像素形成。此外,虽然在本实施方式中示出由开关用FET311、电流控制用FET312的两个FET构成像素部302的例子,但不局限于此。例如,像素部302也可以包括三个以上的FET及电容元件。

[0143] 作为FET309、310、311、312,例如可以适当地使用交错型晶体管或反交错型晶体管。作为可以用于FET309、310、311、312的半导体材料,例如可以使用第ⅢA族(镓等)半导体、第ⅣA族(硅等)半导体、化合物半导体、氧化物半导体、有机半导体。此外,对该半导体材料的结晶性也没有特别的限制,例如可以使用非晶半导体或结晶半导体。尤其是,FET309、310、311、312优选使用氧化物半导体。作为该氧化物半导体,例如可例举In-Ga氧化物、In-M-Zn氧化物(M为Al、Ga、Y、Zr、La、Ce或Nd)等。作为FET309、310、311、312,例如使用能隙为2eV以上,优选为2.5eV以上,更优选为3eV以上的氧化物半导体,由此可以降低晶体管的关态电流(off-state current)。

[0144] 另外,以覆盖第一电极313的端部的方式形成有绝缘物314。在此,使用正型光敏丙烯酸树脂形成绝缘物314。此外,在本实施方式中,将第一电极313用作阳极。

[0145] 优选将绝缘物314的上端部或下端部形成为具有曲率的曲面。通过将绝缘物314形成为上述形状,可以提高形成在绝缘物314上的膜的覆盖性。例如,作为绝缘物314的材料,可以使用负型光敏树脂或正型光敏树脂,不局限于有机化合物,还可以使用无机化合物诸如氧化硅、氧氮化硅、氮化硅等。

[0146] 在第一电极(阳极)313上层叠形成有EL层315及第二电极(阴极)316。在EL层315中至少设置有发光层。另外,在EL层315中,除了发光层之外,还可以适当地设置空穴注入层、

空穴传输层、电子传输层、电子注入层、电荷产生层等。

[0147] 另外,由第一电极(阳极)313、EL层315及第二电极(阴极)316的叠层结构形成发光元件317。作为用于第一电极(阳极)313、EL层315及第二电极(阴极)316的材料,可以使用实施方式2所示的材料。此外,虽然在此未图示,但是第二电极(阴极)316与外部输入端子FPC308电连接。

[0148] 虽然在图3B所示的截面图中仅示出一个发光元件317,但是,在像素部302中多个发光元件被配置为矩阵状。通过在像素部302中分别选择性地形成能够得到三种(R、G、B)颜色的发光的发光元件,可以形成能够进行全彩色显示的发光装置。此外,除了可以得到三种(R、G、B)颜色的发光的发光元件以外,例如也可以形成能够得到白色(W)、黄色(Y)、品红色(M)、青色(C)等颜色的发光的发光元件。例如,通过对能够得到三种(R、G、B)颜色的发光的发光元件追加能够得到上述多种发光的发光元件,可以获得色纯度的提高、电力消耗的降低等效果。此外,也可以通过与滤色片组合来实现能够进行全彩色显示的发光装置。再者,也可以实现通过与量子点组合来提高发光效率,且耗电量得到降低的发光装置。

[0149] 再者,通过使用密封剂305将密封衬底306与元件衬底301贴合在一起,在由元件衬底301、密封衬底306和密封剂305围绕的空间318中设置发光元件317。空间318可以填充有惰性气体(如氮气或氩气等),也可以填充有密封剂305。

[0150] 优选将环氧类树脂或玻璃料用作密封剂305。此外,这些材料优选是尽量未使水分和氧透过的材料。此外,作为密封衬底306,除了玻璃衬底和石英衬底之外,还可以使用由FRP(Fiber-Reinforced Plastics:纤维增强塑料)、PVF(polyvinyl fluoride:聚氟乙烯)、聚酯、丙烯酸树脂等构成的塑料衬底。从粘合性的观点来看,在作为密封剂使用玻璃料的情况下,作为元件衬底301及密封衬底306优选使用玻璃衬底。

[0151] 如上所述,可以得到有源矩阵型发光装置。

[0152] 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。

[0153] 实施方式5

[0154] 在本实施方式中,使用图4A、图4B、图4C、图4D、图4D'1及图4D'2以及图5A至图5C对适用本发明的一个方式的发光装置而完成的各种各样的电子设备的一个例子进行说明。

[0155] 作为适用发光装置的电子设备,例如可例举电视装置(也称为电视或电视接收机)、用于计算机等的监视器、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、音频再现装置、弹珠机等大型游戏机等。图4A、图4B、图4C、图4D、图4D'1及图4D'2示出这些电子设备的具体例子。

[0156] 图4A示出电视装置的一个例子。在电视装置7100中,框体7101中组装有显示部7103。由显示部7103能够显示图像,也可以采用安装有触摸传感器(输入装置)的触摸屏(输入输出装置)。此外,可以将本发明的一个方式的发光装置用于显示部7103。在此示出利用支架7105支撑框体7101的结构。

[0157] 通过利用框体7101所具备的操作开关、或另外提供的遥控操作机7110可以进行电视装置7100的操作。通过利用遥控操作机7110所具备的操作键7109,可以进行频道、音量的操作,并可以对在显示部7103上显示的图像进行操作。此外,也可以采用在遥控操作机7110中设置显示从该遥控操作机7110输出的信息的显示部7107的结构。

[0158] 电视装置7100采用具备接收机、调制解调器等的结构。通过接收机可以接收一般

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,可以进行单向(从发送者到接收者)或双向(发送者和接收者之间或接收者彼此之间等)的信息通信。

[0159] 图4B为计算机,该计算机包括主体7201、框体7202、显示部7203、键盘7204、外部连接端口7205、指向装置7206等。该计算机可以通过将本发明的一个方式的发光装置用于其显示部7203来制造。此外,显示部7203也可以为安装有触摸传感器(输入装置)的触摸屏(输入输出装置)。

[0160] 图4C是智能手表,该智能手表包括框体7302、显示面板7304、操作按钮7311、操作按钮7312、连接端子7313、腕带7321、表带扣7322等。

[0161] 安装在兼作框架(bezel)部分的框体7302中的显示面板7304具有非矩形状的显示区域。显示面板7304可以显示表示时间的图标7305以及其他图标7306等。此外,显示面板7304也可以为安装有触摸传感器(输入装置)的触摸屏(输入输出装置)。

[0162] 在图4C所示的智能手表可以具有各种功能。例如,可以具有在显示部分上显示多种信息(静态图像、运动图像、文字图像等)的功能,触摸屏功能,显示日历、日期或时间等的功能,以多种软件(程序)控制处理的功能,无线通信功能,使用无线通信功能与多种计算机网络连接的功能,使用无线通信功能发送及接收多种数据的功能,以及读取储存于存储介质内的程序或数据并且将该程序或数据显示于显示部分上的功能等。

[0163] 框体7302的内部可具有扬声器、传感器(包括测定如下因素的功能:力量、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、斜率、振动、气味或红外线)、麦克风等。另外,智能手表可以通过将发光装置用于其显示面板7304来制造。

[0164] 图4D示出移动电话机(包括智能手机)的一个例子。移动电话机7400在框体7401中具备显示部7402、麦克风7406、扬声器7405、照相机7407、外部连接部7404、操作按钮7403等。当将本发明的一个方式的发光元件形成在具有柔性的衬底来制造发光装置时,可以应用于如图4D所示那样的具有曲面的显示部7402。

[0165] 图4D所示的移动电话机7400可以用手指等触摸显示部7402来输入信息。此外,可以用手指等触摸显示部7402来进行打电话或写电子邮件等的操作。

[0166] 显示部7402的屏幕主要有如下三种模式:第一是以图像显示为主的显示模式;第二是以文字等信息输入为主的输入模式;第三是混合显示模式与输入模式的两种模式的显示及输入模式。

[0167] 例如,在打电话或写电子邮件的情况下,将显示部7402设定为以文字输入为主的文字输入模式,并进行显示在屏幕的文字的输入操作即可。在此情况下,优选的是,在显示部7402的屏幕的大部分上显示键盘或号码按钮。

[0168] 另外,通过在移动电话机7400内部设置陀螺仪和加速度传感器等检测装置,判断移动电话机7400的方向(纵向或横向),由此可以对显示部7402的屏幕显示进行自动切换。

[0169] 通过触摸显示部7402或对框体7401的操作按钮7403进行操作,切换屏幕模式。或者,可以根据显示在显示部7402上的图像的类型而切换屏幕模式。例如,当显示在显示部上的图像信号为运动图像时,将屏幕模式切换成显示模式,而当显示在显示部上的图像为文字时,将屏幕模式切换成输入模式。

[0170] 另外,当在输入模式下通过获得显示部7402的光传感器所检测的信号并在一定时

间内未进行显示部7402的触摸操作输入时,也可以进行控制将画面模式从输入模式切换到显示模式。

[0171] 还可以将显示部7402用作图像传感器。例如,可以通过用手掌或手指触摸显示部7402来拍摄掌纹、指纹等,进行个人识别。另外,还可以通过将发出近红外光的背光或发出近红外光的传感用光源用于显示部,拍摄手指静脉、手掌静脉等。

[0172] 再者,作为移动电话机(包括智能手机)的其他结构,也可以对图4D'1和图4D'2所示的移动电话机应用本发明的一个方式的发光元件。

[0173] 在具有图4D'1和图4D'2所示结构的移动电话机中,不仅在框体7500(1)、框体7500(2)的第一面7501(1)、第一面7501(2)上,而且还在第二面7502(1)、第二面7502(2)上显示文字信息或图像信息等。借助于这种结构,使用者能够在将移动电话机收纳在上衣口袋中的状态下容易确认在第二面7502(1)、第二面7502(2)等上显示的文字信息或图像信息等。

[0174] 图5A至图5C示出能够折叠的便携式信息终端9310。图5A示出展开状态的便携式信息终端9310。图5B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5C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。

[0175] 显示面板9311由铰链部9313所连接的三个框体9315来支撑。此外,显示面板9311也可以为安装有触摸传感器(输入装置)的触摸屏(输入输出装置)。此外,显示面板9311通过铰链部9313使两个框体9315之间弯折,由此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。显示面板9311中的显示区域9312是位于折叠状态的便携式信息终端9310的侧面的显示区域。在显示区域9312中可以显示信息图标或者使用频率高的应用软件或程序的快捷方式等,能够顺利地进行信息的确认或软件的开启。

[0176] 如上所述,可以适用本发明的一个方式的发光装置来得到电子设备。能够应用的电子设备不局限于在本实施方式中所示的电子设备,可以应用于各种领域的电子设备。

[0177] 注意,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。

[0178] 实施方式6

[0179] 在本实施方式中,使用图6对适用本发明的一个方式的发光装置的照明装置的一个例子进行说明。

[0180] 图6是将发光装置用于室内照明装置8001的例子。另外,因为发光装置可以实现大面积化,所以也可以形成大面积的照明装置。此外,也可以通过使用具有曲面的框体来形成包括框体、覆盖物或支撑体且发光区域具有曲面的照明装置8002。包括在本实施方式所示的发光装置中的发光元件为薄膜状,所以框体设计的自由度高。因此,可以形成能够对应各种设计的照明装置。再者,室内的墙面也可以设置有大型的照明装置8003。

[0181] 另外,通过将发光装置用于桌子的表面,可以提供具有桌子的功能的照明装置8004。此外,通过将发光装置用于其他家具的一部分,可以提供具有家具的功能的照明装置。

[0182] 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

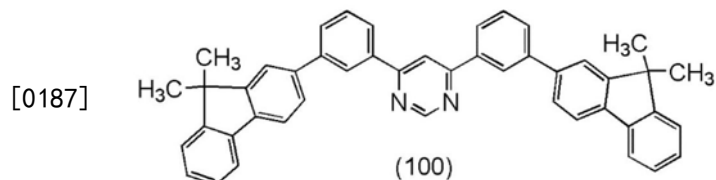
括在本发明的一个方式中。

[0183] 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。

[0184] 实施例1

[0185] 《合成实例》

[0186] 在本实施例中,对本发明的一个方式的杂环化合物4,6-双[3-(9,9-二甲基芴-2-基)苯基]嘧啶(简称:4,6mFP2Pm)(结构式(100))的合成方法进行说明。以下示出4,6mFP2Pm的结构。

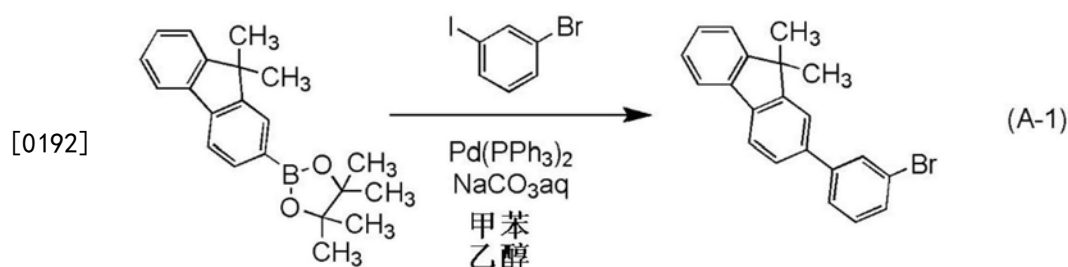


[0188] 〈步骤1:2-(3-溴苯基)-9,9-二甲基芴的合成〉

[0189] 首先,将7.8g(24mmol)的9,9-二甲基芴-2-硼酸频哪醇酯、6.2g(22mmol)的3-溴碘苯、5.0g(47mmol)的碳酸钠、100mL的甲苯、10mL的乙醇倒入300mL的三口烧瓶,并且对该烧瓶内进行氮气置换。在该混合物中添加0.42g(0.36mmol)的四(三苯基膦)钯(0)(简称: Pd(PPh₃)₄),以80°C加热搅拌10小时。将水加入到所得到的混合物中,得到包含水层及有机层的混合溶液。用甲苯对混合溶液的水层进行萃取。

[0190] 混合所得到的萃取溶液和有机层,使用饱和食盐水进行洗涤。对有机层添加无水硫酸镁并进行干燥,对得到的混合物进行自然过滤来得到滤液。浓缩该滤液来得到油状物。通过快速柱层析法对该油状物进行精制。作为展开剂,使用己烷:甲苯=3:2(v/v)的混合溶剂。将所得到的馏分浓缩得到油状物。对该油状物加入己烷并照射超声波,而析出固体。在对该固体进行抽吸过滤之后,使用甲苯及己烷进行洗涤,来得到2-(3-溴苯基)-9,9-二甲基芴(白色固体为4.8g,收率为57%)。

[0191] 以下(A-1)示出步骤1的合成方案。



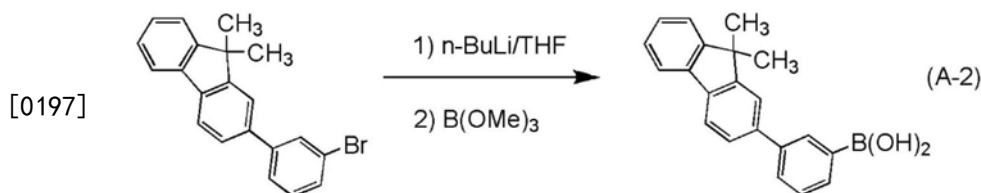
[0193] 〈步骤2:3-(9,9-二甲基芴-2-基)苯基硼酸的合成〉

[0194] 将4.8g(14mmol)的2-(3-溴苯基)-9,9-二甲基芴倒入300mL的三口烧瓶,并且对该烧瓶内进行氮气置换,然后添加70mL的四氢呋喃(THF),并于-78°C搅拌。在该混合溶液中滴加10mL(15mmol)的正丁基锂(1.58mol/L己烷溶液),并于-78°C搅拌1.5小时。在该混合溶液中添加1.8mL(16mmol)的硼酸三甲酯,在将该混合溶液的温度上升到20°C的同时搅拌18小时。在经过规定的时间之后,在该混合溶液中添加100mL的1mol/L盐酸,在室温下搅拌。由此,得到包含水层及有机层的混合溶液。

[0195] 用乙酸乙酯对混合溶液的水层进行萃取,将所萃取的溶液和有机层合并,用水和饱和盐水洗涤。对有机层添加无水硫酸镁并进行干燥,对所得到的混合物进行自然过滤来

得到滤液。对浓缩该滤液而得到的油状物添加己烷,以析出固体。对该混合物进行抽吸过滤来得到固体,且使用少量的甲苯对该固体进行洗涤,得到3-(9,9-二甲基芴-2-基)苯基硼酸(1.9g的白色固体,收率为45%)。

[0196] 以下(A-2)示出步骤2的合成方案。

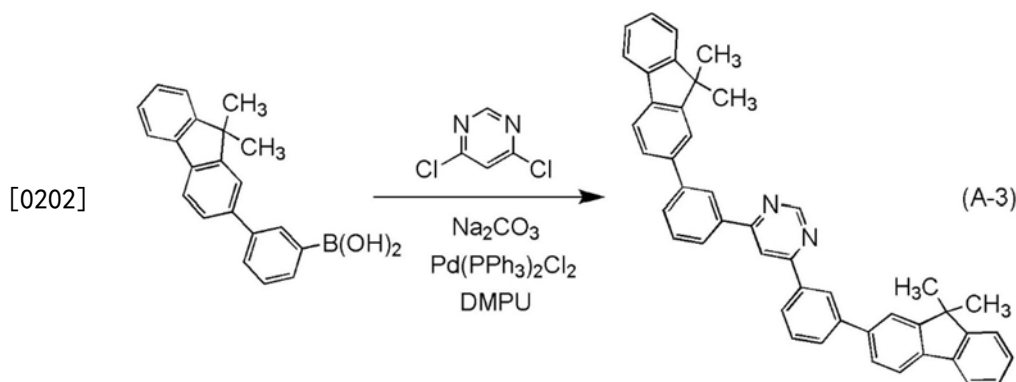


[0198] <步骤3:4,6-双[3-(9,9-二甲基芴-2-基)苯基]嘧啶(简称:4,6mFP2Pm)的合成>

[0199] 将1.9g(6.1mmol)的3-(9,9-二甲基芴-2-基)苯基硼酸、0.36g(2.4mmol)的4,6-二氯嘧啶、1.3g(12mmol)的碳酸钠、25mL的1,3-二甲基-3,4,5,6-四氢-2(1H)嘧啶酮(DMPU)、15mL的水倒入100mL的圆底烧瓶中,对该烧瓶内进行氩气置换。对该混合物加入17mg(0.020mmol)的双(三苯基膦)二氯化钯(II),并在150°C、100W的条件下进行1小时的微波照射使其反应。

[0200] 将水加入到所得到的反应溶液中,得到包含水层及有机层的混合溶液。用甲苯对混合溶液的水层进行萃取。使用水、饱和食盐水对所得到的萃取溶液进行洗涤,并对有机层添加无水硫酸镁进行干燥。对所得到的混合物进行自然过滤,并浓缩滤液,得到油状物。将该油状物溶解于甲苯中,在滤纸上依次层叠硅藻土、矾土、硅酸镁进行抽吸过滤。浓缩所得到的滤液得到固体。通过利用甲苯使该固体再结晶,以得到4,6mFP2Pm(0.9g的白色固体,收率为61%)。

[0201] 以下(A-3)示出步骤3的合成方案。



[0203] 利用梯度升华方法对所得到的固体进行升华纯化。升华纯化的条件为如下:压力为2.6Pa,氩气体的流量为5mL/min,加热温度为260°C。在升华纯化之后,以46%的回收率得到目的物的白色固体。

[0204] 另外,下面示出利用核磁共振法(¹H-NMR)来分析通过上述步骤3得到的白色固体的结果。另外,图7示出¹H-NMR图。由此可知通过上述步骤3得到本发明的一个方式的杂环化合物4,6mFP2Pm(结构式(100))。

[0205] ¹H NMR(CDC1₃, 500MHz): δ(ppm) = 1.57(s, 12H), 7.33-7.39(m, 4H), 7.46-7.48(m, 2H), 7.64-7.69(m, 4H), 7.74(s, 2H), 7.77(d, 2H), 7.82-7.85(m, 4H), 8.13(d, 2H), 8.25(d, 1H), 8.45(s, 2H)。

[0206] 此外,通过利用液相色谱质谱联用分析(Liquid Chromatography Mass Spectrometry,简称:LC/MS分析)对4,6mFP2Pm进行分析。

[0207] 在LC/MS分析中,使用沃特世(Waters)公司制造的Acquity UPLC及沃特世公司制造的Xevo G2 Tof MS。

[0208] 在MS分析中,通过电喷雾电离法(ElectroSpray Ionization,简称:ESI)进行离子化。此时,将毛细管电压设定为3.0kV,将样品锥孔电压设定为30V,并且以正离子模式进行检测。再者,在碰撞室(collison cell)内将以上述条件离子化了的成分碰撞到氩气体来使其离解为子离子。将与氩碰撞时的能量(碰撞能量)设定为70eV。另外,进行所检测的质量范围是 $m/z=100$ 至1200。

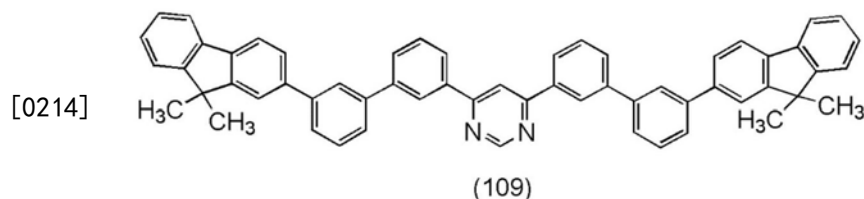
[0209] 图8示出检测结果。根据图8的结果可知:当检测由结构式(100)表示的作为本发明的一个方式的杂环化合物4,6mFP2Pm时,主要在 $m/z=617$ 附近、 $m/z=601$ 附近、 $m/z=585$ 附近、 $m/z=572$ 附近检测出子离子。因为图8示出来源于4,6mFP2Pm的特征,所以可以说这是用于识别包含在混合物中的4,6mFP2Pm的重要的数据。

[0210] 此外,可以被认为 $m/z=601$ 附近的峰值来源于甲基及质子从结构式(100)的化合物脱离的状态下的阳离子, $m/z=585$ 附近的峰值来源于两个甲基脱离的状态下的阳离子, $m/z=572$ 附近的峰值来源于三个甲基脱离的状态下的阳离子,这意味着作为本发明的一个方式的杂环化合物4,6mFP2Pm含有多个甲基。

[0211] 实施例2

[0212] 《合成实例》

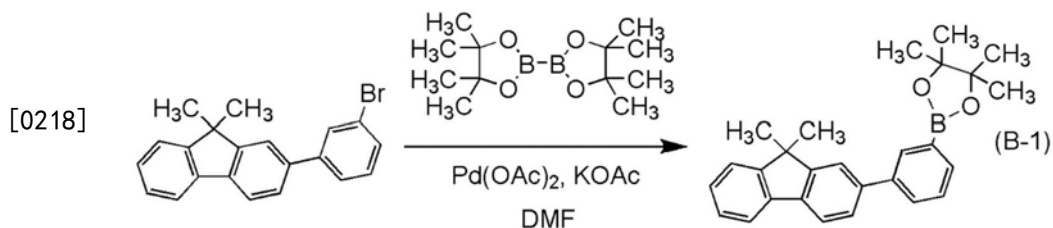
[0213] 在本实施例中,对本发明的一个方式的杂环化合物4,6-双{3-[3-(9,9-二甲基芴-2-基)苯基]苯基}嘧啶(简称:4,6mFBP2Pm)(结构式(109))的合成方法进行说明。以下示出4,6mFBP2Pm的结构。



[0215] <步骤1:2-[3-(4,4,5,5-四甲基-1,3,2-二氧杂环戊硼烷-2-基)苯基]-9,9-二甲基芴的合成>

[0216] 130g (0.37mmol)的2-(3-溴苯基)-9,9-二甲基芴、103g (0.41mmol)的4,4,4',4',5,5,5',5'-八甲基-2,2'-联-1,3,2-二氧杂环戊硼烷、109g (1.1mmol)的乙酸钾、1.2L的N,N-二甲基甲酰胺(DMF)倒入3L的三口烧瓶内。对该混合物在减压下进行搅拌来进行脱气,用氮气置换烧瓶内。对该混合物加入2.5g (0.011mmol)的醋酸钨(II)。在氮气流下且在100℃的温度下搅拌该混合物5小时。在经过规定的时间之后,在滤纸上依次层叠硅藻土、矾土对该混合物进行抽吸过滤,以浓缩所得到的滤液得到油状物。用乙醇使该固体再结晶,以81%的收率得到118g的褐色固体。

[0217] 以下(B-1)示出步骤1的合成方案。

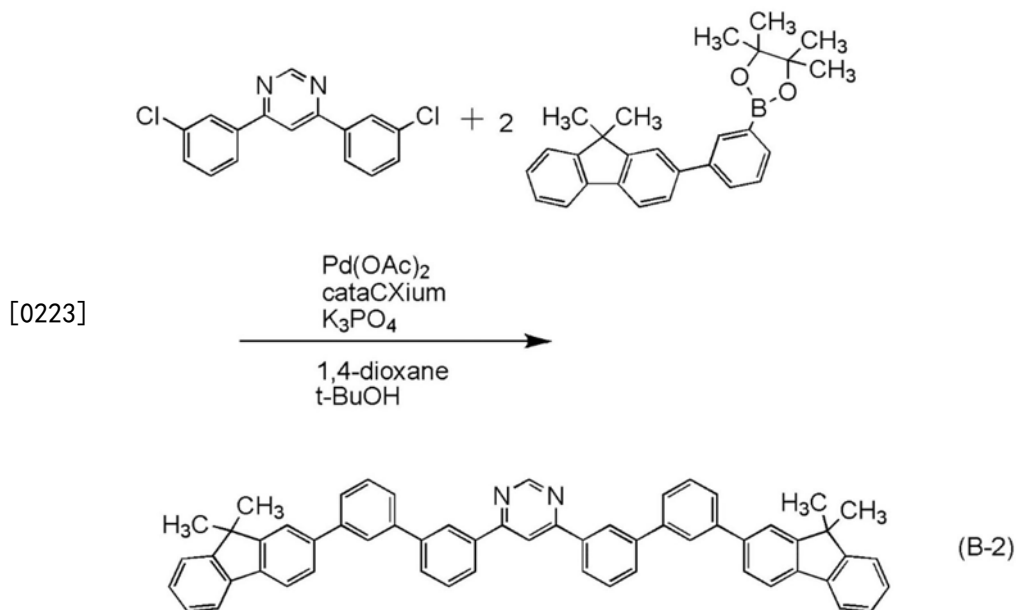


[0219] <步骤2:4,6-双{3-[3-(9,9-二甲基芴-2-基)苯基]苯基}吡啶(简称:4,6mFBP2Pm)的合成>

[0220] 将1.0g (3.3mmol)的4,6-双(3-氯苯基)吡啶、2.9g (7.3mmol)的2-[3-(4,4,5,5-四甲基-1,3,2-二氧杂环戊硼烷-2-基)苯基]9,9-二甲基芴、0.70g (9.9mmol)的t-丁醇、5.6g (11mmol)的磷酸三钾、22mL的1,4-二氧六环倒入100mL的三口烧瓶中。对该混合物在减压下进行搅拌来进行脱气,用氮气置换烧瓶内。对该混合物加入22mg (1.0mmol)的醋酸钯(II)、71g (2.0mmol)的正丁基二(1-金刚烷基)-膦(别名:cataCXium(日本注册商标)A, Sigma-Aldrich(西格玛-奥德里奇)公司制造)(简称:cataCXium)。

[0221] 对该混合物在氮气流下且在100℃的温度下搅拌8小时。在经过规定的时间之后,经过硅藻土对该混合物进行抽吸过滤,浓缩所得到的滤液得到固体。通过硅胶柱层析纯化该固体。作为展开剂,使用甲苯:己烷=1:1的展开溶剂。浓缩所得到的馏分而将其干燥,用乙腈使该固体再结晶,以74%的收率得到3.7g的白色固体。

[0222] 以下(B-2)示出步骤2的合成方案。



[0224] 利用梯度升华方法对0.81g的所得到的白色固体进行升华纯化。升华纯化的条件为如下:压力为2.7Pa,氙气体的流量为10mL/min,加热温度为328℃。在升华纯化之后,以64%的回收率得到0.52g的目的物的白色固体。

[0225] 另外,下面示出利用核磁共振法($^1\text{H-NMR}$)来分析通过上述步骤2得到的白色固体的结果。另外,图9A及图9B示出 $^1\text{H-NMR}$ 图。另外,图9B是图9A中的横轴(δ)的7(ppm)至10(ppm)的范围的放大图。由此可知通过上述步骤2得到本发明的一个方式的杂环化合物4,6mFBP2Pm(结构式(109))。

[0226] $^1\text{H NMR}$ (CDCl₃, 500MHz): δ (ppm) = 1.54 (s, 12H)、7.31-7.37 (m, 4H)、7.46 (d, J=

6.9Hz、2H)、7.57 (t、J=7.5Hz、2H)、7.63-7.70 (m、10H)、7.75-7.95 (m、6H)、7.93 (d、J=1.7Hz、2H)、8.16 (d、J=7.4Hz、2H)、8.24 (d、J=1.2Hz、1H)、8.45 (d、J=1.7Hz、2H)、9.38 (s、1H)。

[0227] 此外,通过利用LC/MS分析对4,6mFBP2Pm进行分析。

[0228] 在LC/MS分析中,使用沃特世公司制造的Acquity UPLC及沃特世公司制造的Xevo G2 Tof MS。

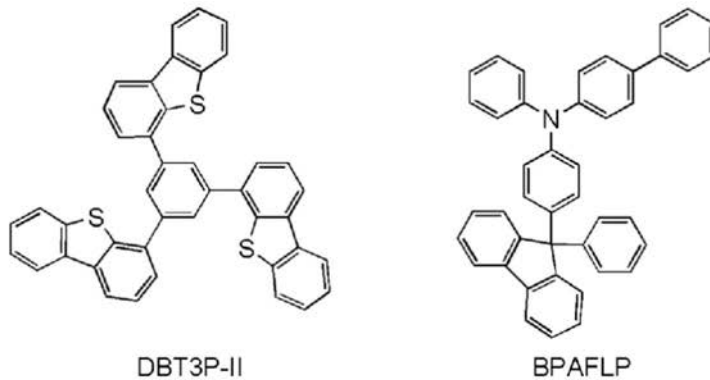
[0229] 在MS分析中,通过电喷雾电离法(ElectroSpray Ionization,简称:ESI)进行离子化。此时,将毛细管电压设定为3.0kV,将样品锥孔电压设定为30V,并且以正离子模式进行检测。再者,在碰撞室内将以上述条件离子化了的成分碰撞到氩气体来使其离解为子离子。将与氩碰撞时的能量(碰撞能量)设定为70eV。另外,进行所检测的质量范围是m/z=100至1200。

[0230] 图10示出检测结果。根据图10的结果可知:当检测由结构式(109)表示的作为本发明的一个方式的杂环化合物4,6mFBP2Pm时,主要在m/z=769附近、m/z=754附近、m/z=738附近、m/z=724附近检测出子离子。因为图10示出来源于4,6mFBP2Pm的特征,所以可以说这是用于识别包含在混合物中的4,6mFBP2Pm的重要的数据。

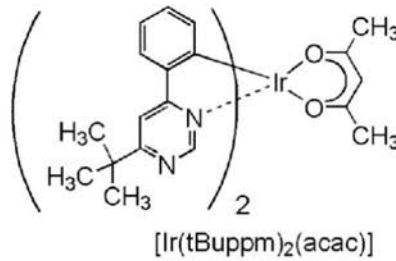
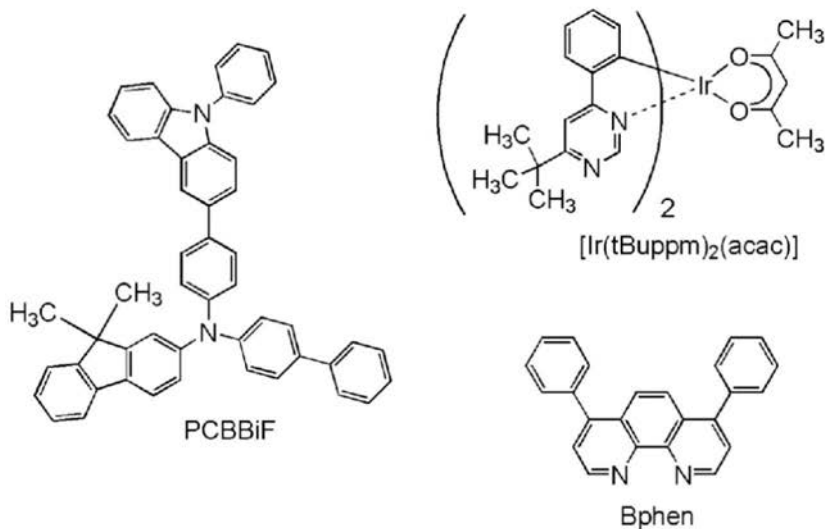
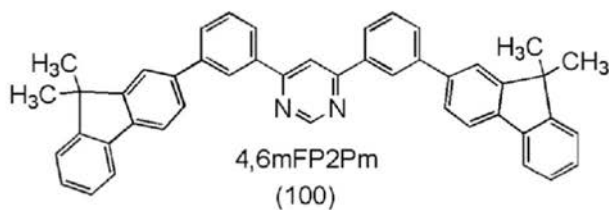
[0231] 此外,可以被认为m/z=754附近的峰值来源于甲基及质子从结构式(109)的化合物脱离的状态下的阳离子,m/z=738附近的峰值来源于两个甲基脱离的状态下的阳离子,m/z=724附近的峰值来源于三个甲基脱离的状态下的阳离子,这意味着作为本发明的一个方式的杂环化合物4,6mFBP2Pm含有多个甲基。

[0232] 实施例3

[0233] 在本实施例中,作为本发明的一个方式的发光元件制造发光元件1。参照图11说明发光元件1。此外,以下示出本实施例中使用的材料的化学式。



[0234]



[0235] 《发光元件1的制造》

[0236] 首先,在玻璃制衬底800上通过溅射法使包含氧化硅的铟锡氧化物(ITO-2)成膜,由此形成用作阳极的第一电极801。其膜厚为110nm,电极面积为2mm×2mm。

[0237] 接着,作为用来在衬底800上形成发光元件1的预处理,用水对衬底表面进行洗涤,在200℃的温度下进行1小时的焙烧,然后进行370秒的UV臭氧处理。

[0238] 然后,将衬底放入其内部被减压到 10^{-4} Pa左右的真空蒸镀装置中,并在真空蒸镀装置内的加热室中,在170℃的温度下进行30分钟的真空焙烧,然后将衬底800放冷30分钟左右。

[0239] 接着,以使形成有第一电极801的面朝下的方式将衬底800固定到设置在真空蒸镀装置内的支架。在本实施例中,对通过真空蒸镀法依次形成构成EL层802的空穴注入层811、空穴传输层812、发光层813、电子传输层814及电子注入层815的情况进行说明。

[0240] 在将真空蒸镀装置的内部减压到 10^{-4} Pa之后,通过将1,3,5-三(二苯并噻吩-4-基)-苯(简称:DBT3P-II)和氧化钼以DBT3P-II:氧化钼=4:2(质量比)的比例共蒸镀,在第

一电极801上形成空穴注入层811。将其膜厚设定为20nm。注意,共蒸镀是指使不同的多个物质从不同的蒸发源同时蒸发的蒸镀法。

[0241] 接着,通过以厚度达到20nm的条件蒸镀4-苯基-4'-(9-苯基芴-9-基)三苯胺(简称:BPAFLP),由此形成空穴传输层812。

[0242] 接着,在空穴传输层812上形成发光层813。

[0243] 通过共蒸镀4,6mFP2Pm、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:PCBBI)、(乙酰丙酮根)双(6-叔丁基-4-苯基嘧啶根)铱(III)(简称:[Ir(tBuppm)₂(acac)]),来形成40nm厚的具有叠层结构的发光层813。其中,先以质量比满足4,6mFP2Pm:PCBBI:[Ir(tBuppm)₂(acac)]=0.7:0.3:0.05的条件形成20nm的膜,再以质量比满足4,6mFP2Pm:PCBBI:[Ir(tBuppm)₂(acac)]=0.8:0.2:0.05的条件形成20nm的膜。

[0244] 接着,在发光层813上形成电子传输层814。

[0245] 首先,通过蒸镀25nm的4,6mFP2Pm之后,以厚度达到10nm的条件蒸镀红菲绕啉(简称:Bphen),由此形成电子传输层814。

[0246] 接着,通过在电子传输层814上以厚度达到1nm的条件蒸镀氟化锂,由此形成电子注入层815。

[0247] 最后,在电子注入层815上以膜厚达到200nm的条件蒸镀铝来形成用作阴极的第二电极803,由此得到发光元件1。注意,在上述蒸镀过程中,蒸镀都利用电阻加热法进行。

[0248] 表1示出通过上述步骤得到的发光元件1的元件结构。

[0249] [表1]

	第一电极	空穴注入层	空穴传输层	发光层	电子传输层		电子注入层	第二电极
[0250] 发光元件1	ITO-2 (110nm)	DBT3P-II :MoO _x (4:2 20nm)	BPAFLP (20nm)	*	4,6mFP2Pm (25nm)	Bphen (10nm)	LiF (1nm)	Al (200nm)
*4,6mFP2Pm: PCBBIF: [Ir(tBuppm) ₂ (acac)] (0.7:0.3:0.05 (20nm) \ 0.8:0.2:0.05 (20nm))								

[0251] 此外,以不使发光元件暴露于大气的方式在氮气气氛的手套箱中密封所制造的发光元件1(将密封材料涂敷在元件的周围,并且,当密封时进行UV处理及80℃下的热处理1小时)。

[0252] 《发光元件1的工作特性》

[0253] 对所制造的发光元件1的工作特性进行测量。另外,在室温(保持为25℃的气氛)下进行测量。

[0254] 图12示出发光元件1的电压-亮度特性。在图12中,纵轴表示亮度(cd/m²),横轴表示电压(V)。图13示出发光元件1的亮度-电流效率特性。在图13中,纵轴表示电流效率(cd/A),横轴表示亮度(cd/m²)。图14示出发光元件1的电压-电流特性。在图14中,纵轴表示电流(mA),横轴表示电压(V)。

[0255] 从图13的结果可知,本发明的一个方式的发光元件1是高效率的元件。此外,下面的表2示出1000cd/m²附近的发光元件1的主要初始特性值。

[0256] [表2]

[0257]	电压 (V)	电流 (mA)	电密度流 (mA/cm ²)	色度 (x, y)	亮度 (cd/m ²)	电流 效率 (cd/A)	功率效率 (lm/W)	外部量子 效率 (%)
发光元件1	3.1	0.034	0.85	(0.41, 0.58)	830	98	99	26

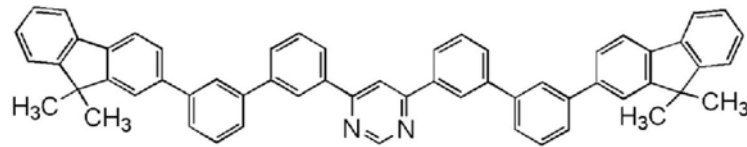
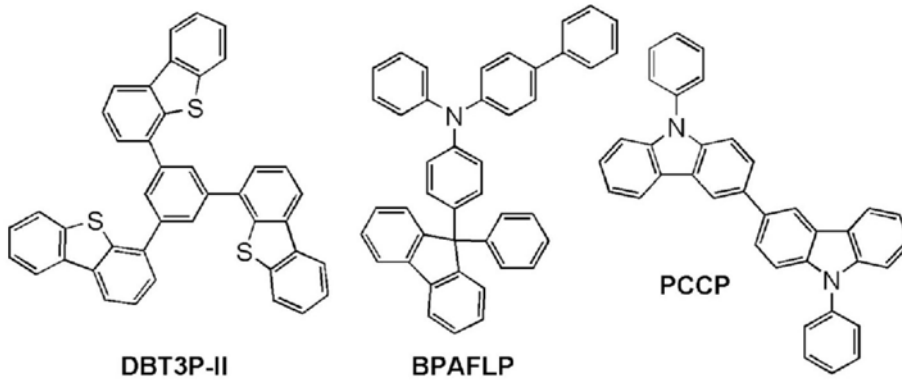
[0258] 此外,图15示出以25mA/cm²的电流密度使电流流过发光元件1时的发射光谱。如图15所示那样,发光元件1的发射光谱在545nm附近具有峰值,由此可知得到来源于用于发光层的客体材料的有机金属配合物[Ir(tBuppm)₂(acac)](简称)的发光绿色发光。

[0259] 接着,进行发光元件1的可靠性测试。图16示出可靠性测试的结果。在图16中,纵轴表示初始亮度为100%时的归一化亮度(%),横轴表示元件的驱动时间(h)。此外,在可靠性测试中,在将初始亮度设定为5000cd/m²且电流密度为恒定的条件下驱动发光元件1。由此可知,发光元件1的100小时之后的亮度保持初始亮度的96%左右。

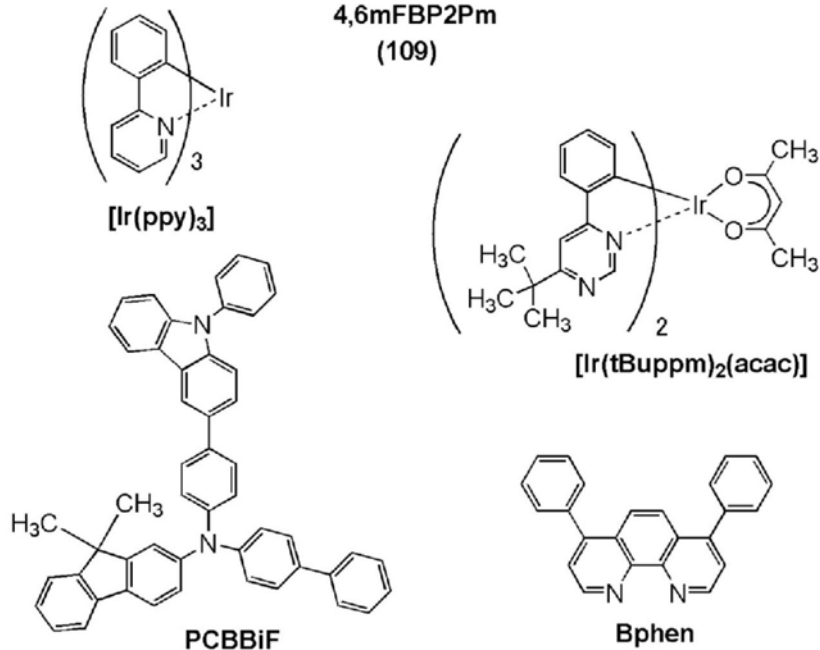
[0260] 因此可知,将本发明的一个方式的杂环化合物(4,6mFP2Pm)用于发光层的发光元件1具有高可靠性。此外,可知通过将本发明的一个方式的杂环化合物用于发光元件,可以得到不仅是高效率而且是长寿命的发光元件。

[0261] 实施例4

[0262] 在本实施例中,作为本发明的一个方式的发光元件制造发光元件2及发光元件3。注意,在发光元件2及发光元件3的制造中,除了一部分的材料、比率、厚度等以外与实施例3所示的发光元件1相同,所以省略其详细说明。此外,以下示出本实施例中使用的材料的化学式。



[0263]



[0264] 《发光元件2及发光元件3的制造》

[0265] 表3示出在本实施例中制造的发光元件2及发光元件3的元件结构。此外,通过溅射法使用包含氧化硅的铟锡氧化物(ITO-3)成膜形成发光元件2及发光元件3的第一电极。此外,发光元件3的空穴传输层使用9-苯基-9H-3-(9-苯基-9H-咔唑-3-基)咔唑(简称:PCCP)形成。另外,发光元件2及发光元件3的发光层使用实施例2中合成的4,6mFBP2Pm形成。

[0266] [表3]

	第一电极	空穴注入层	空穴传输层	发光层	电子传输层		电子注入层	第二电极
[0267] 发光元件2	ITO-3 (110nm)	DBT3P-II :MoO _x (4:2 60nm)	BPAFLP (20nm)	*	4, 6mFBP2Pm (20nm)	Bphen (10nm)	LiF (1nm)	Al (200nm)
发光元件3	ITO-3 (110nm)	DBT3P-II :MoO _x (4:2 60nm)	PCCP (20nm)	**	4, 6mFBP2Pm (20nm)	Bphen (10nm)	LiF (1nm)	Al (200nm)
* 4, 6mFBP2Pm: PCBBiF: [Ir(tBuppm) ₂ (acac)] (0.7:0.3:0.05 (20nm) \ 0.8:0.2:0.05 (20nm))								
** 4, 6mFBP2Pm: CCP: [Ir(ppy) ₃] (0.5:0.5:0.05 (20nm) \ 0.8:0.2:0.05 (20nm))								

[0268] 此外,以不使发光元件暴露于大气的方式在氮气氛的手套箱中密封所制造的发光元件2及发光元件3(将密封材料涂敷在元件的周围,并且,当密封时进行UV处理及80℃下的热处理1小时)。

[0269] 《发光元件2及发光元件3的工作特性》

[0270] 对所制造的发光元件2及发光元件3的工作特性进行测量。另外,在室温(保持为25℃的气氛)下进行测量。

[0271] 图17示出发光元件2的电压-亮度特性,图21示出发光元件3的电压-亮度特性。在图17及图21中,纵轴表示亮度(cd/m²),横轴表示电压(V)。图18示出发光元件2的亮度-电流效率特性,图22示出发光元件3的亮度-电流效率特性。在图18及图22中,纵轴表示电流效率(cd/A),横轴表示亮度(cd/m²)。图19示出发光元件2的电压-电流特性,图23示出发光元件3的电压-电流特性。在图19及图23中,纵轴表示电流(mA),横轴表示电压(V)。

[0272] 从图18及图22的结果可知,本发明的一个方式的发光元件2及发光元件3是高效率的元件。此外,下面的表4示出1000cd/m²附近的发光元件2及发光元件3的主要初始特性值。

[0273] [表4]

	电压 (V)	电流 (mA)	电密度流 (mA/cm ²)	色度 (x, y)	亮度 (cd/m ²)	电流 效率 (cd/A)	功率 效率 (lm/W)	外部量子 效率 (%)
[0274] 发光元件2	3.1	0.047	1.2	(0.42, 0.57)	1200	100	100	27
发光元件3	3.6	0.053	1.3	(0.32, 0.64)	1100	84	73	23

[0275] 此外,对以25mA/cm²的电流密度使电流流过上述发光元件时的发射光谱进行测量。图20示出所得到的发光元件2的发射光谱,图24示出所得到的发光元件3的发射光谱。其结果是,发光元件2的发射光谱在545nm附近具有峰值,由此可知得到来源于用于发光层的客体材料的有机金属配合物[Ir(tBuppm)₂(acac)]的发光黄绿色光。此外,发光元件3的发射光谱在518nm附近具有峰值,由此可知得到来源于用于发光层的客体材料的有机金属配合物[Ir(ppy)₃]的发光绿色光。

[0276] 接着,进行发光元件2的可靠性测试。图25示出可靠性测试的结果。在图25中,纵轴表示初始亮度为100%时的归一化亮度(%),横轴表示元件的驱动时间(h)。此外,在可靠性

测试中,在将初始亮度设定为 $5000\text{cd}/\text{m}^2$ 且电流密度为恒定的条件下,驱动发光元件2。由此可知,发光元件2的100小时之后的亮度保持初始亮度的92%左右。

[0277] 因此可知,本发明的一个方式的发光元件具有高可靠性。此外,可知通过将本发明的一个方式的杂环化合物用于发光元件,可以得到不仅是高效率而且是长寿命的发光元件。

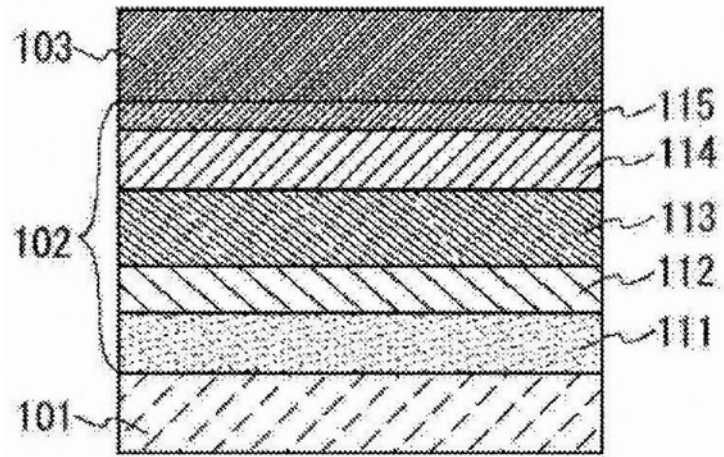


图1

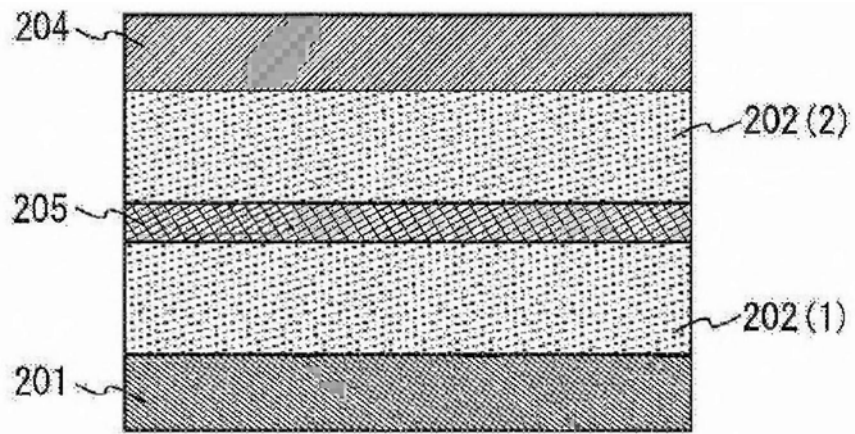


图2A

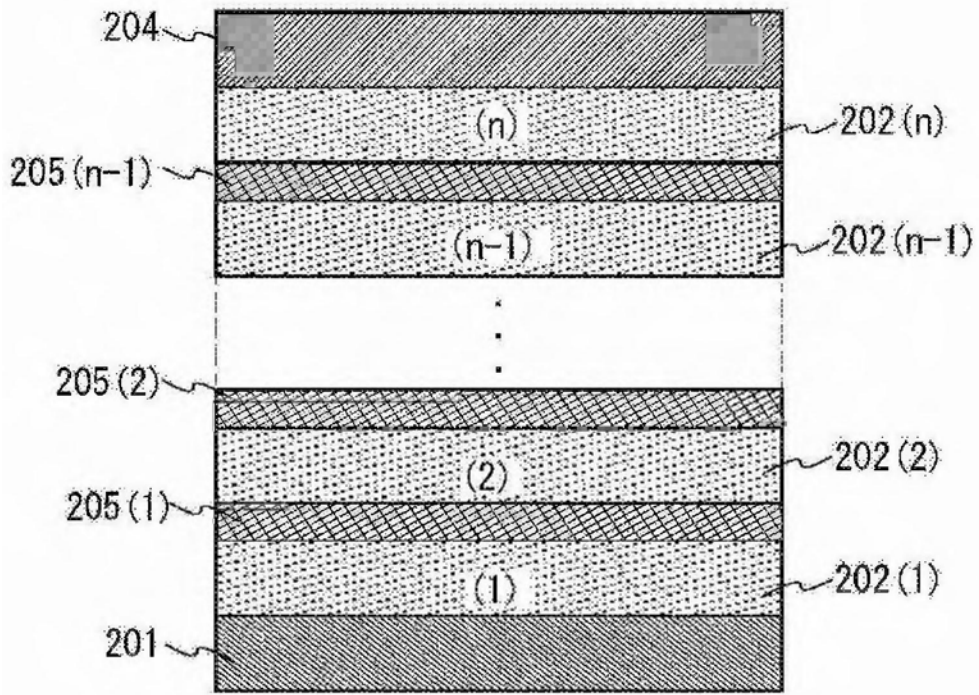


图2B

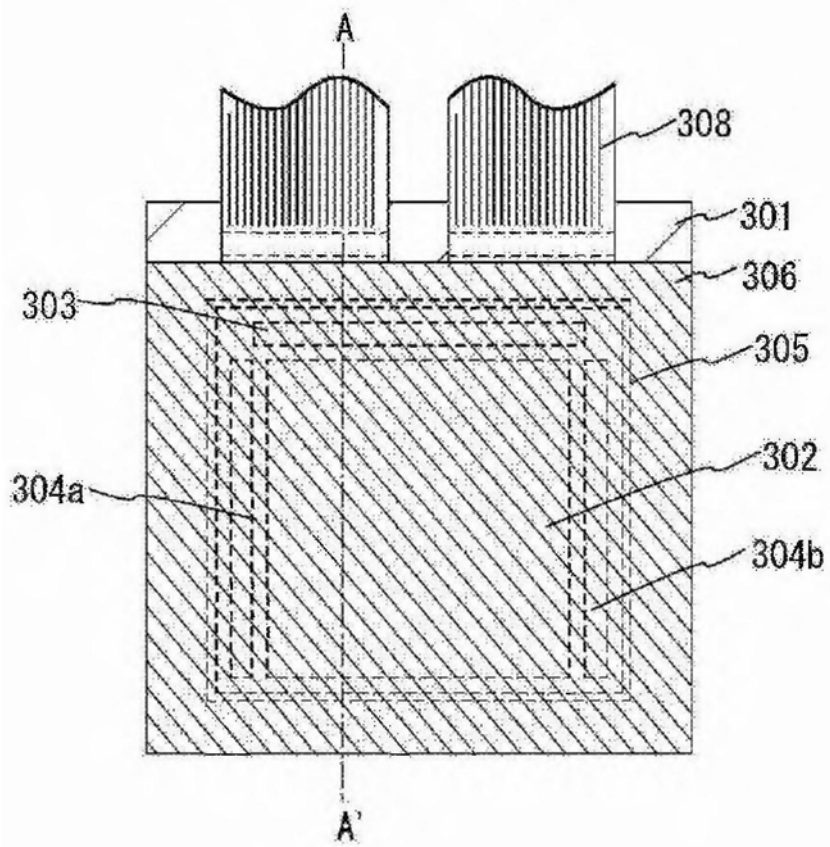


图3A

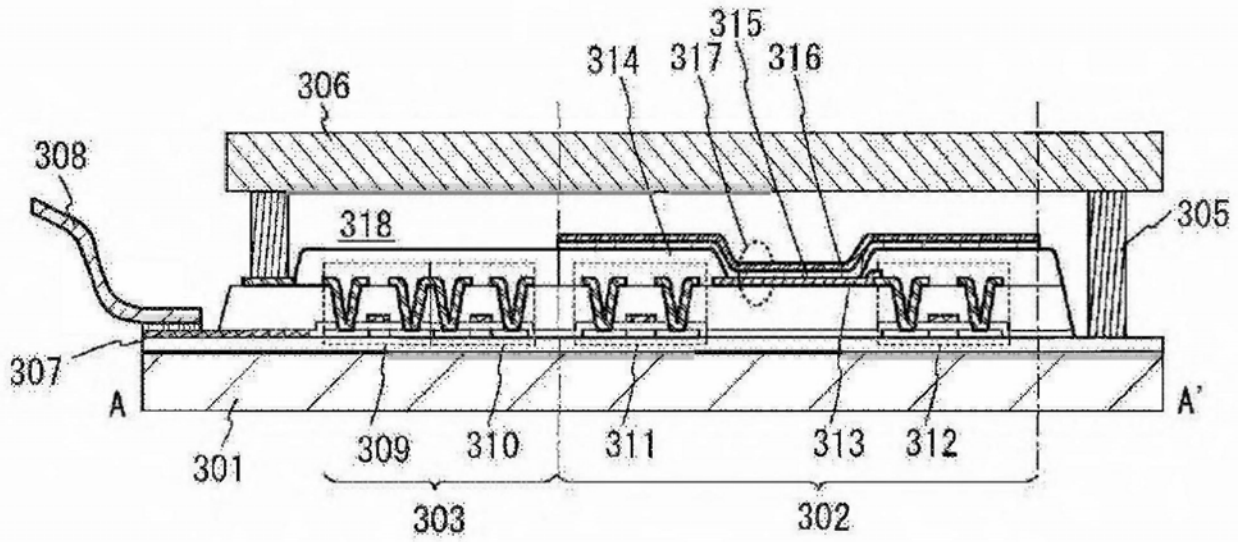


图3B

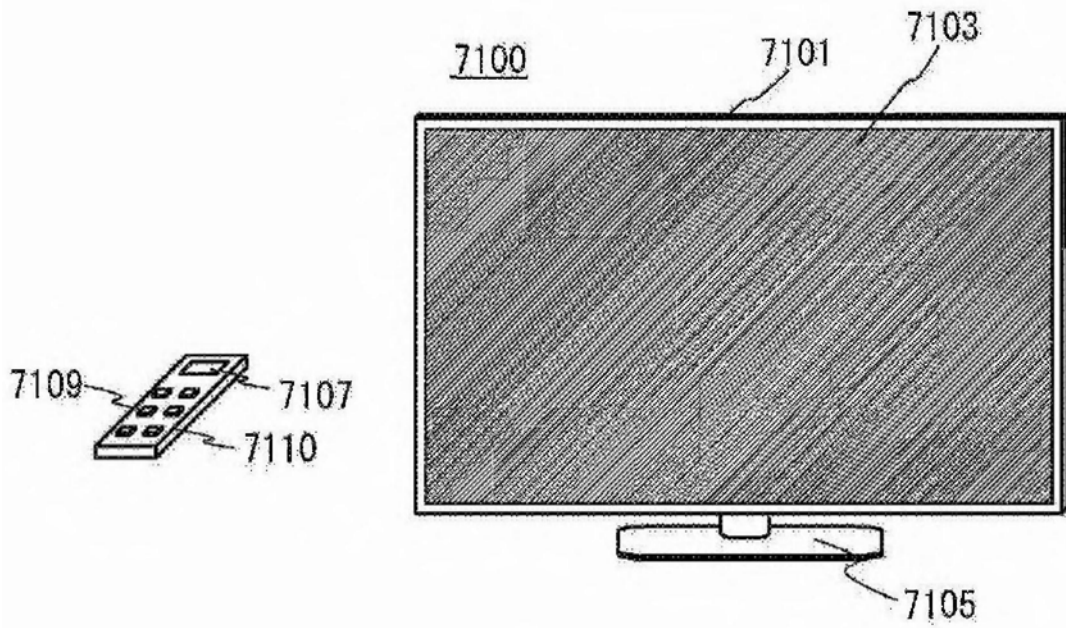


图4A

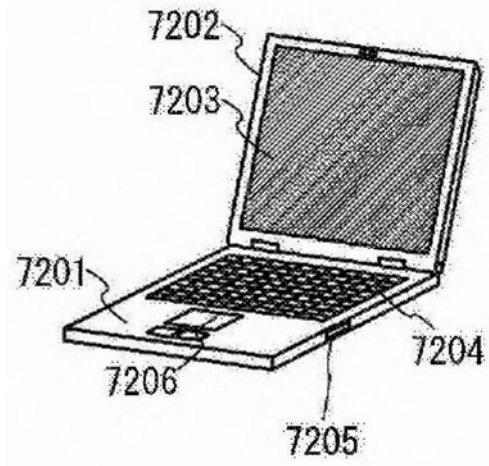


图4B

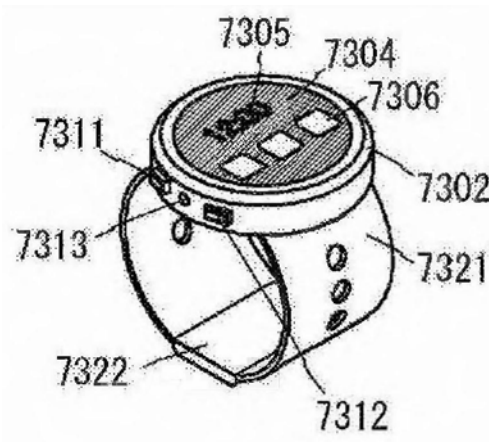


图4C

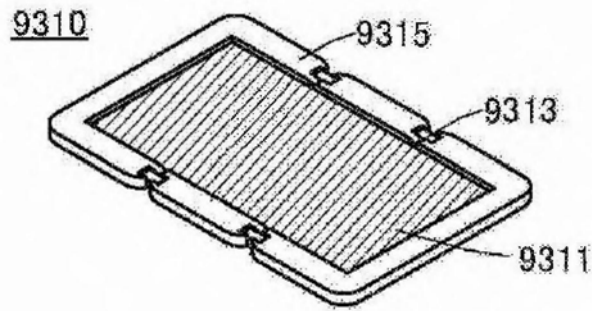
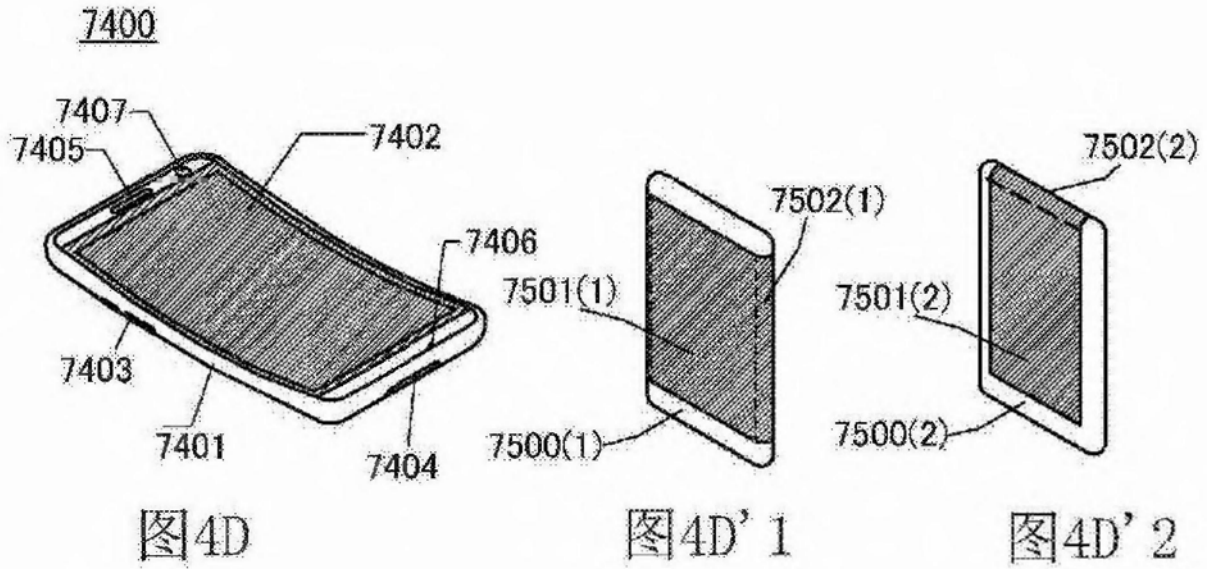


图5A

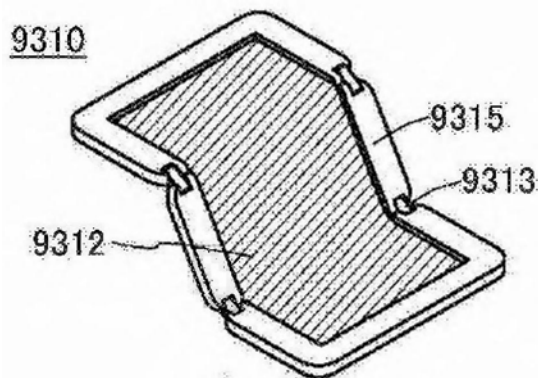


图5B

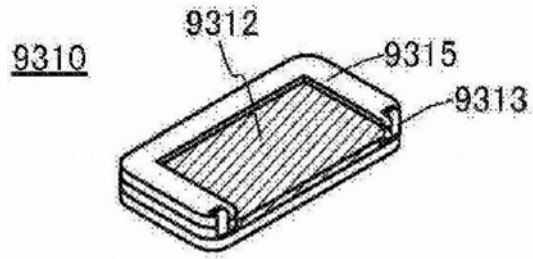


图5C

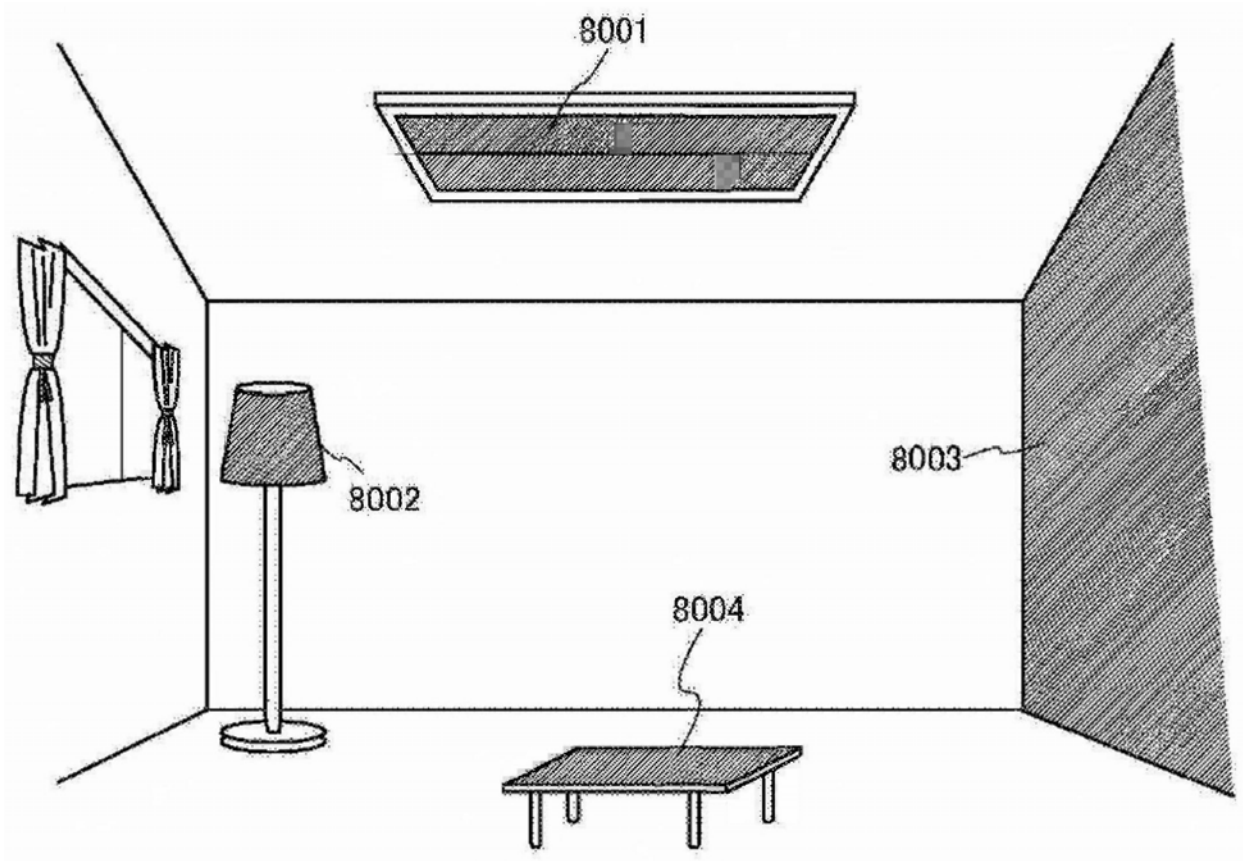


图6

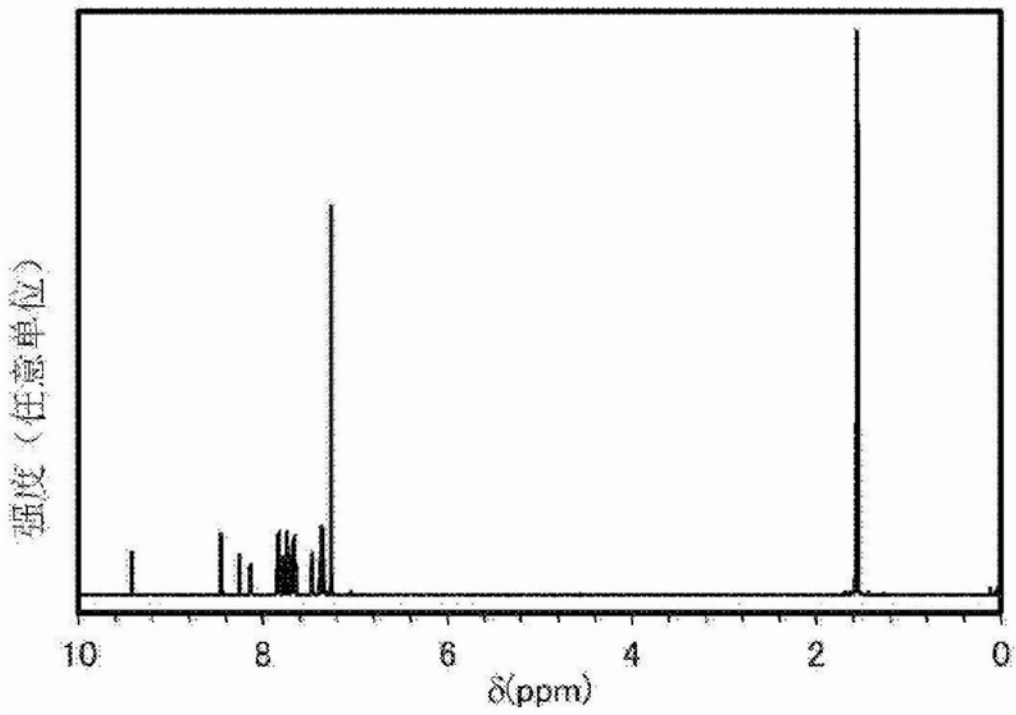


图7

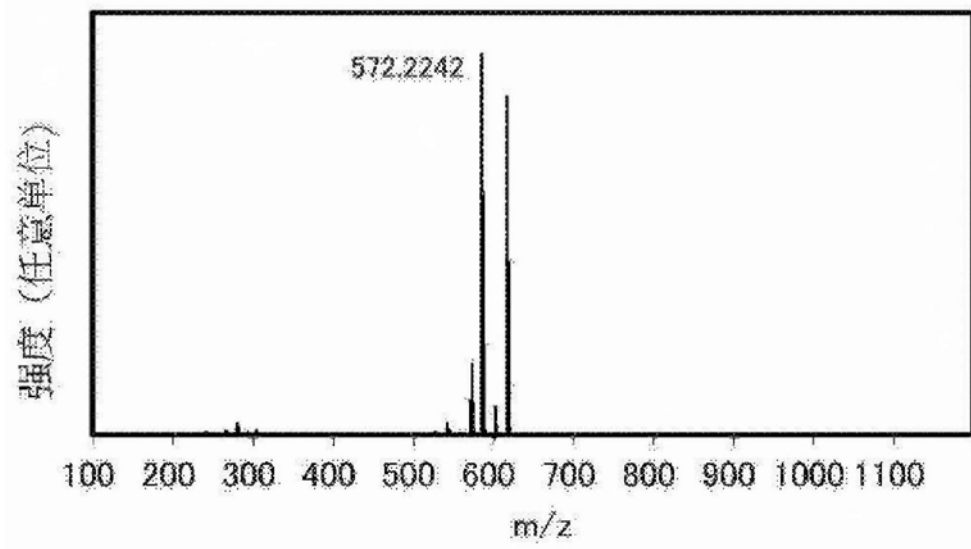


图8

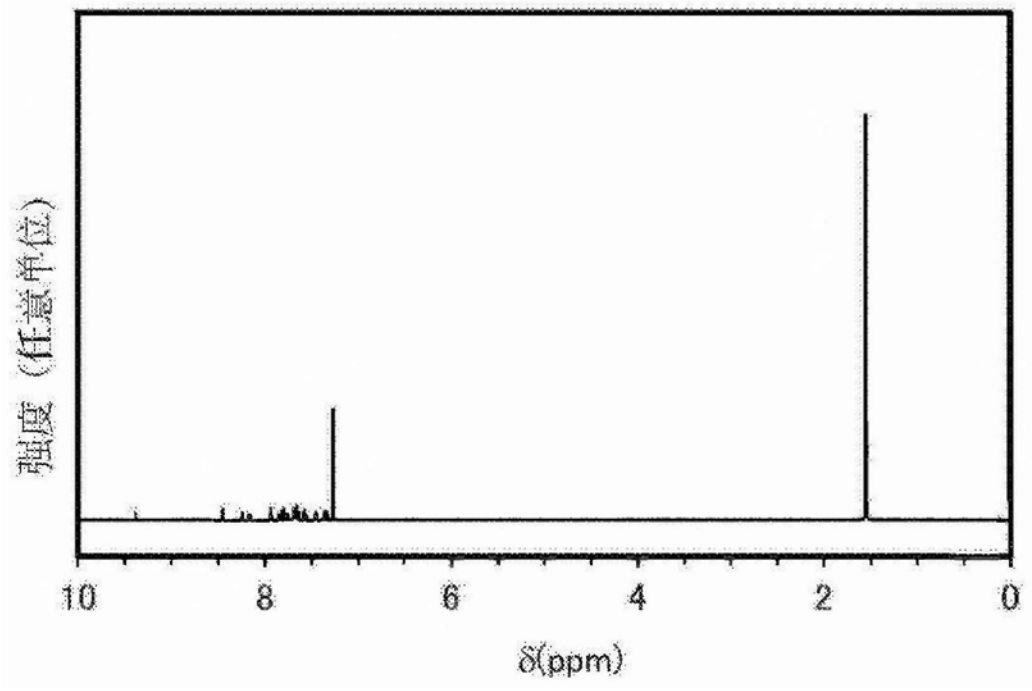


图9A

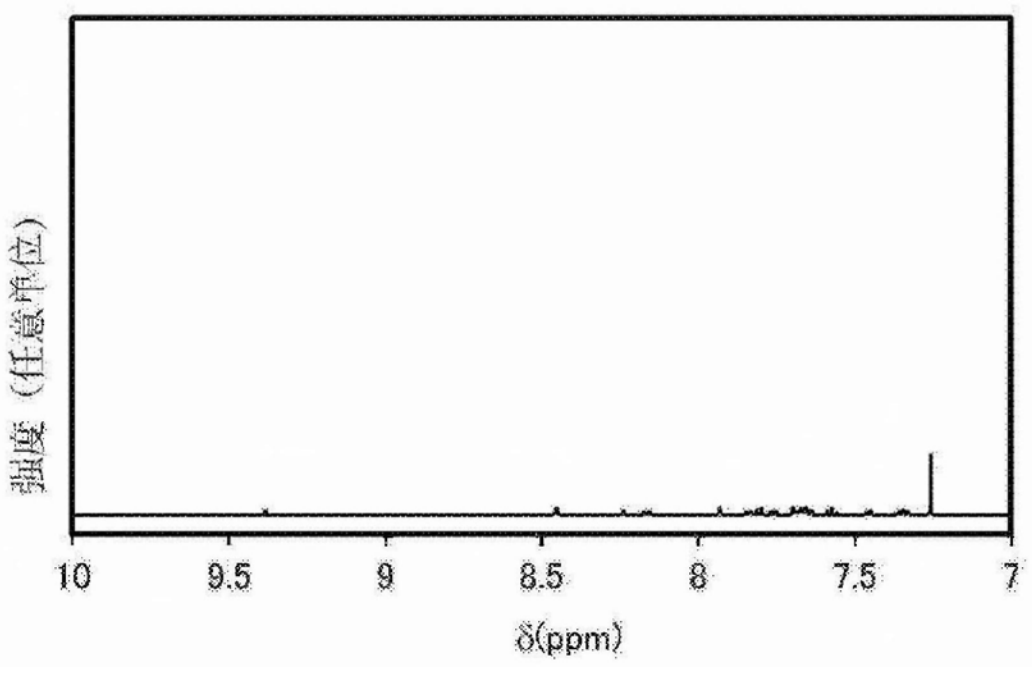


图9B

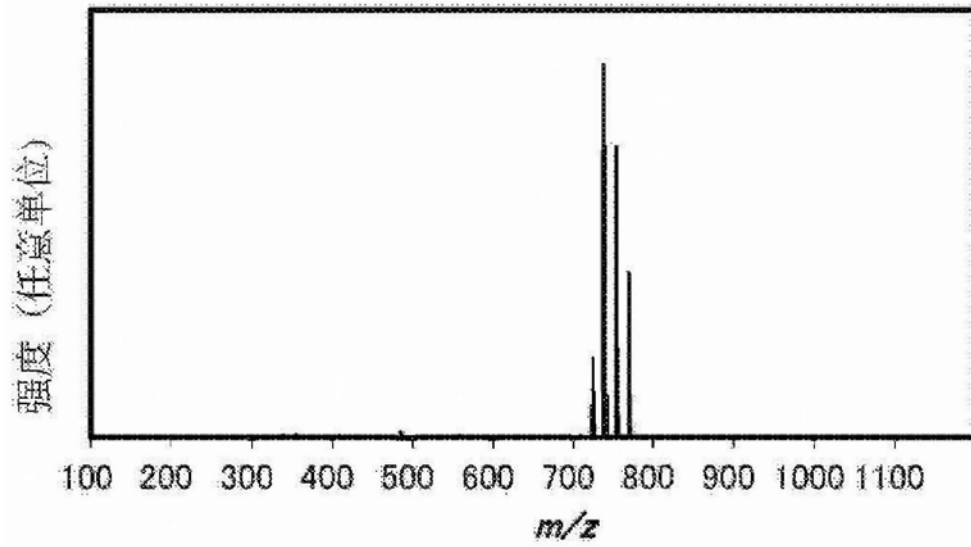


图10

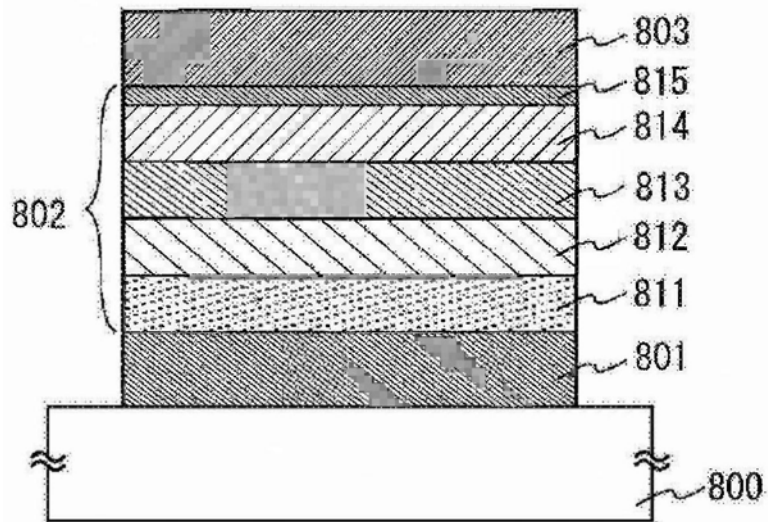


图11

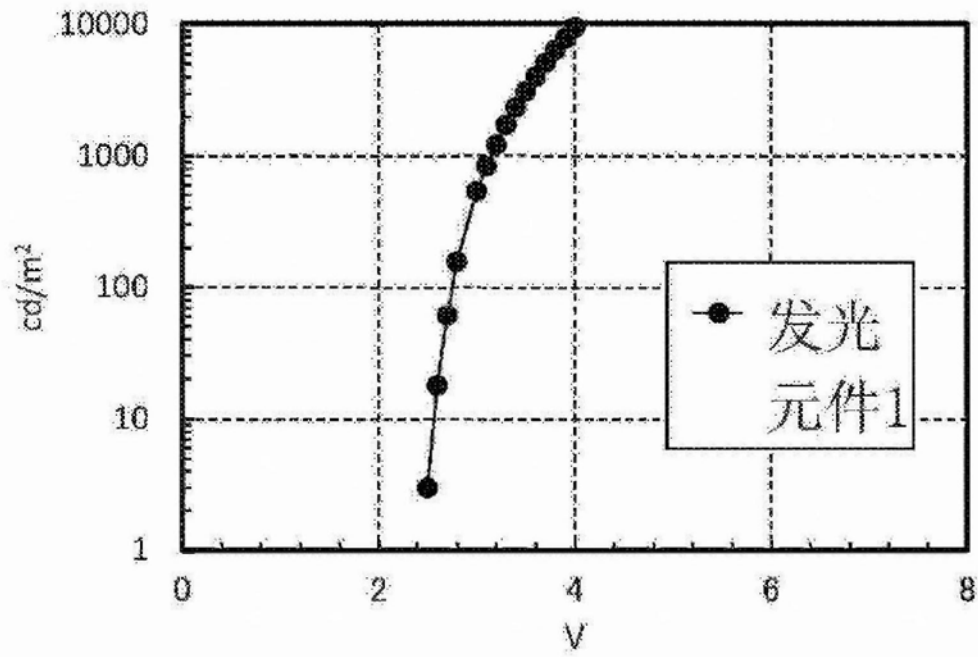


图12

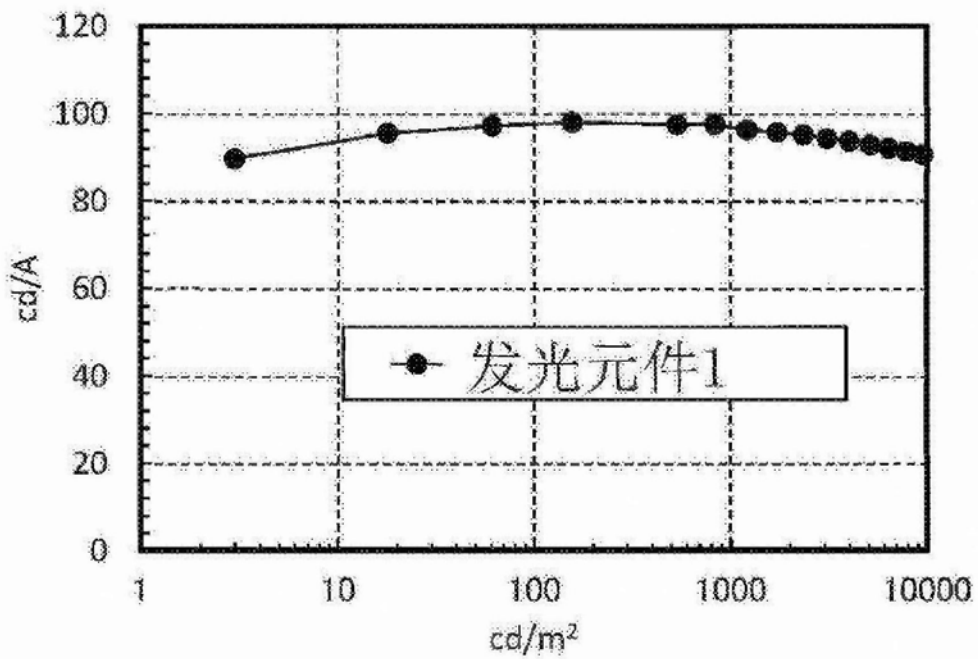


图13

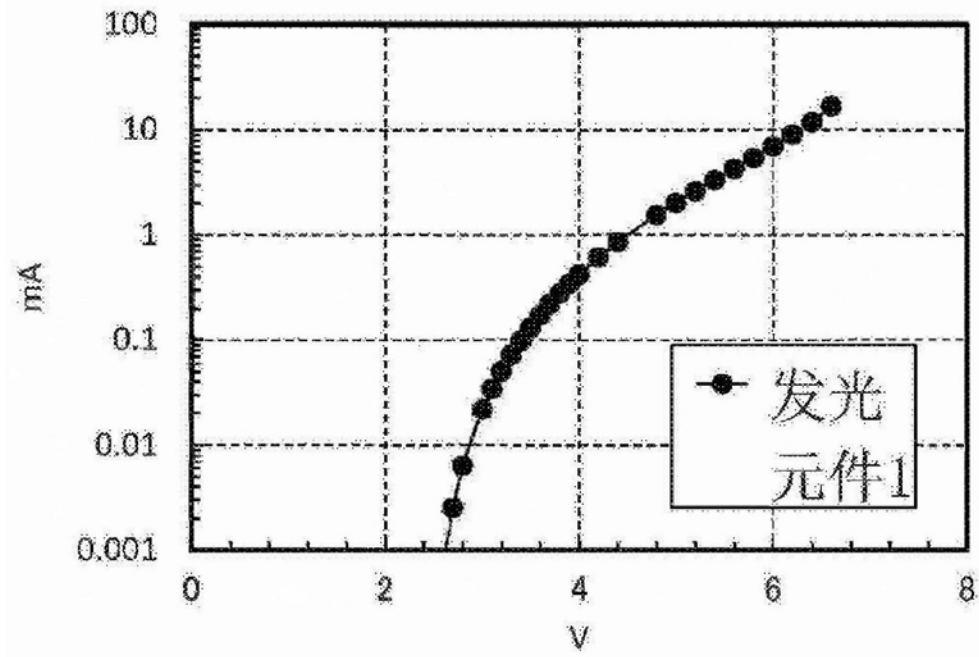


图14

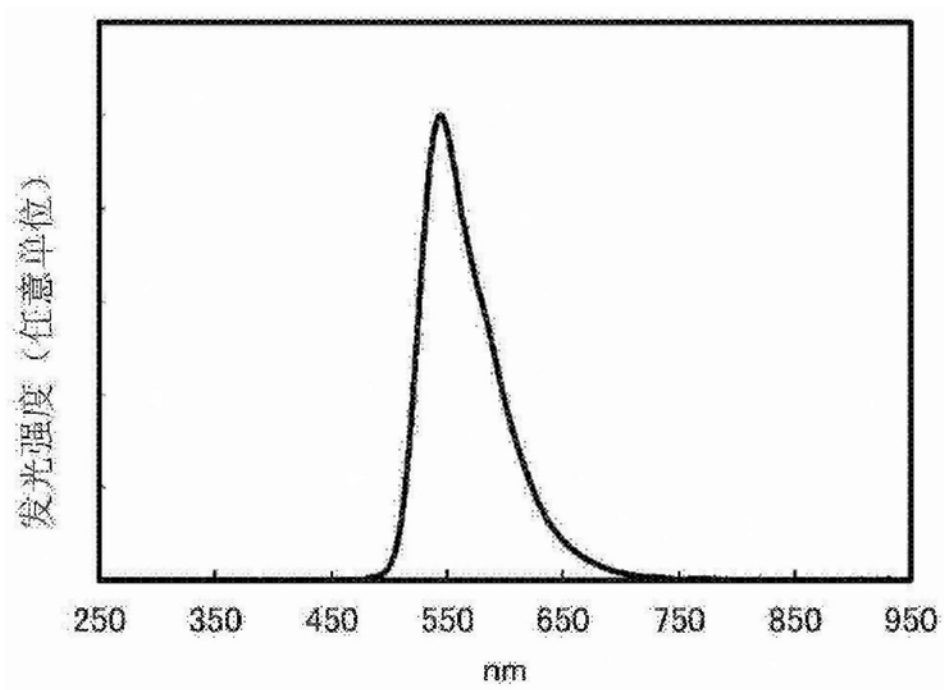


图15

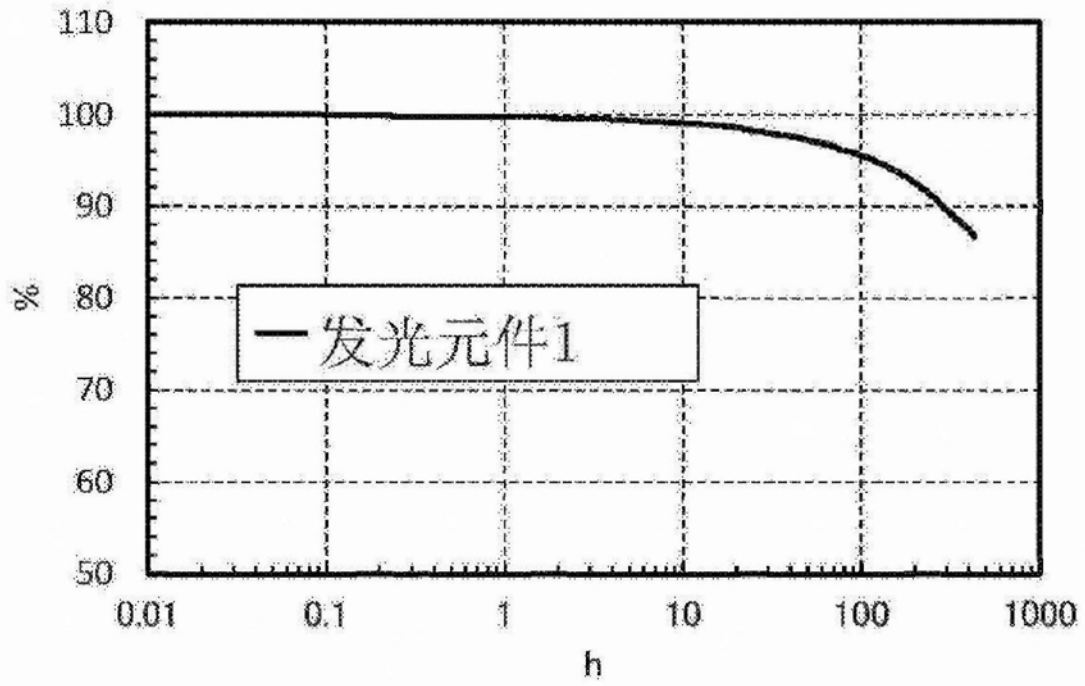


图16

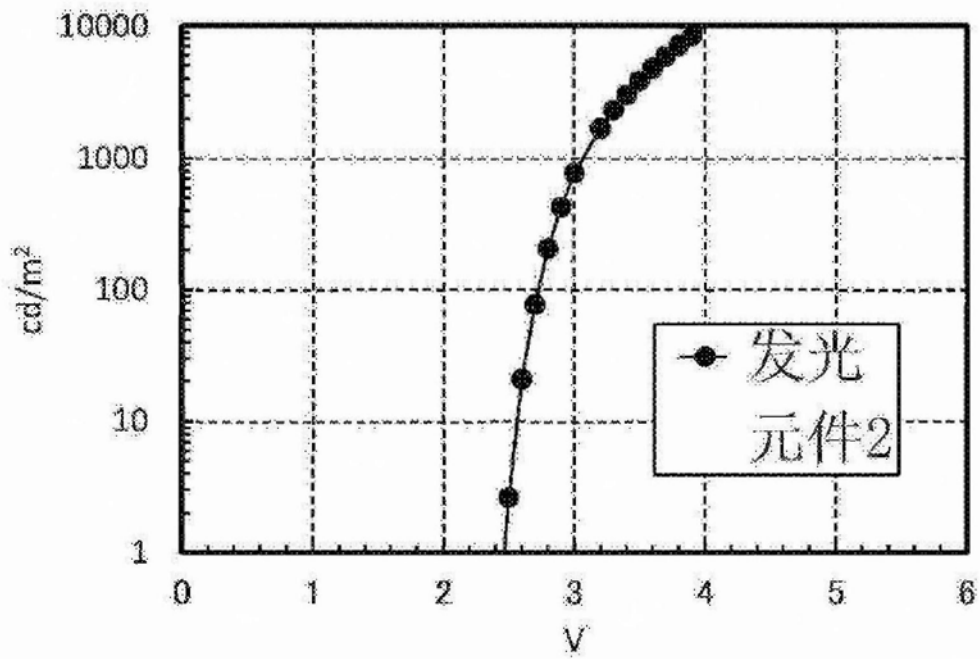


图17

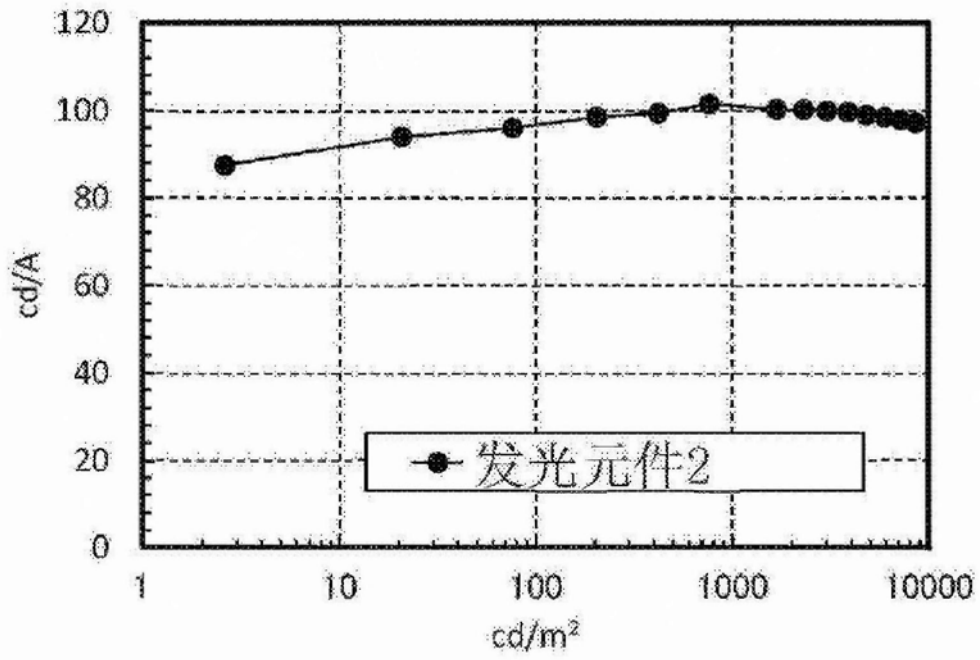


图18

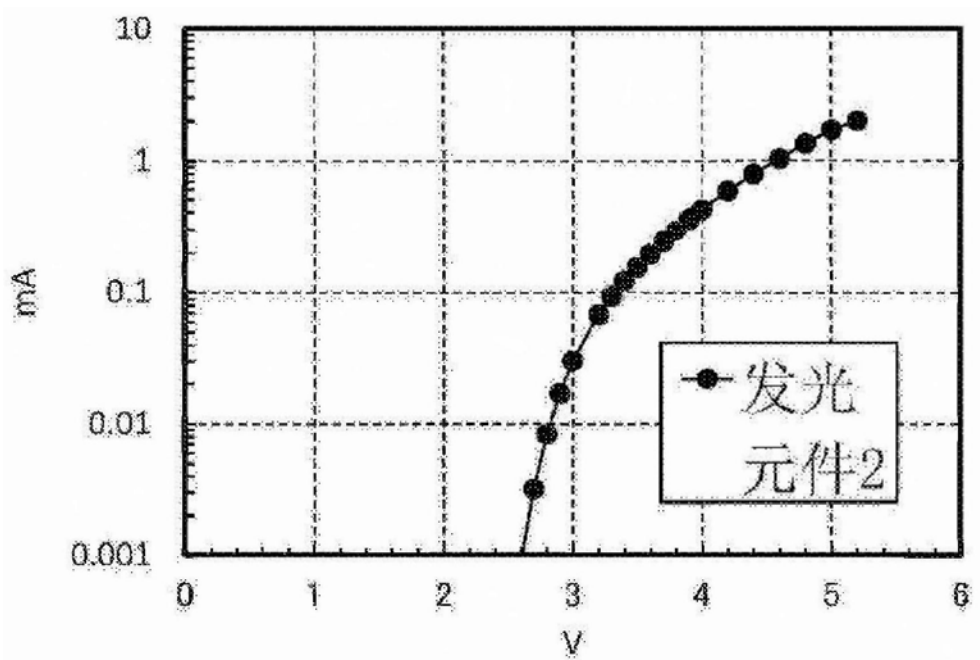


图19

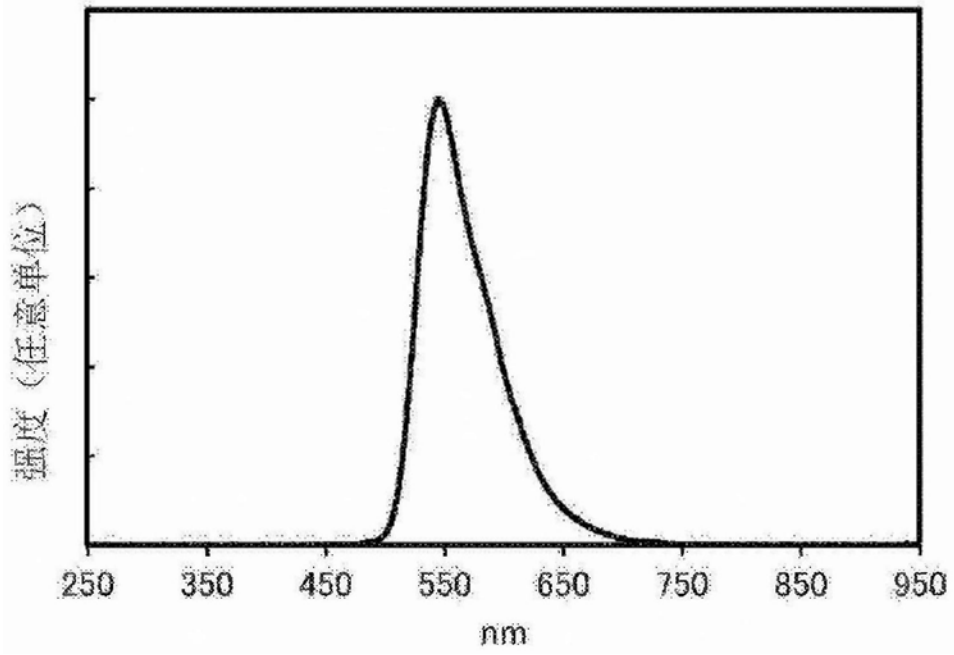


图20

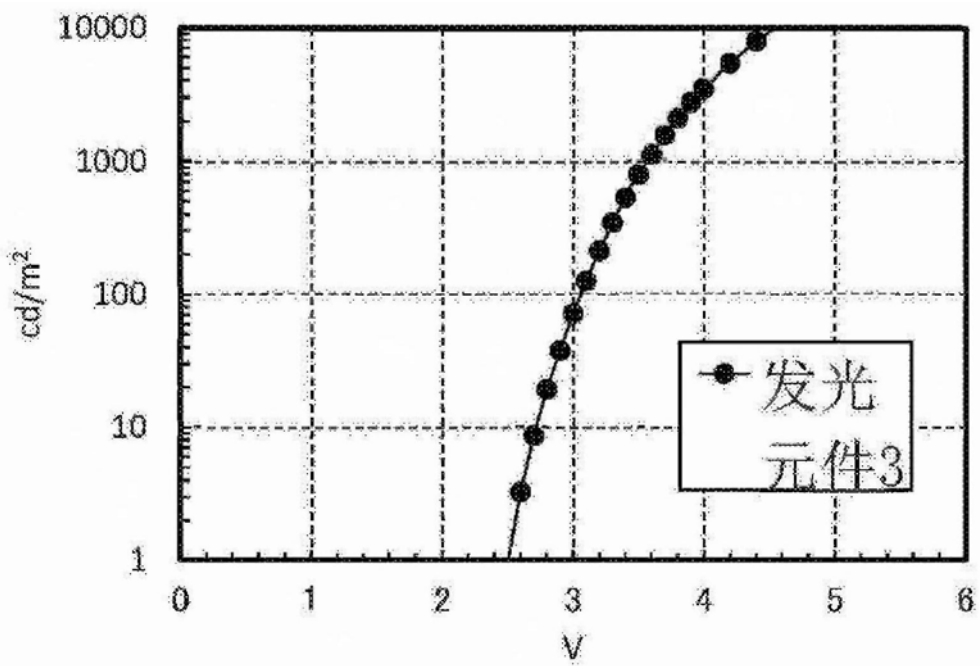


图21

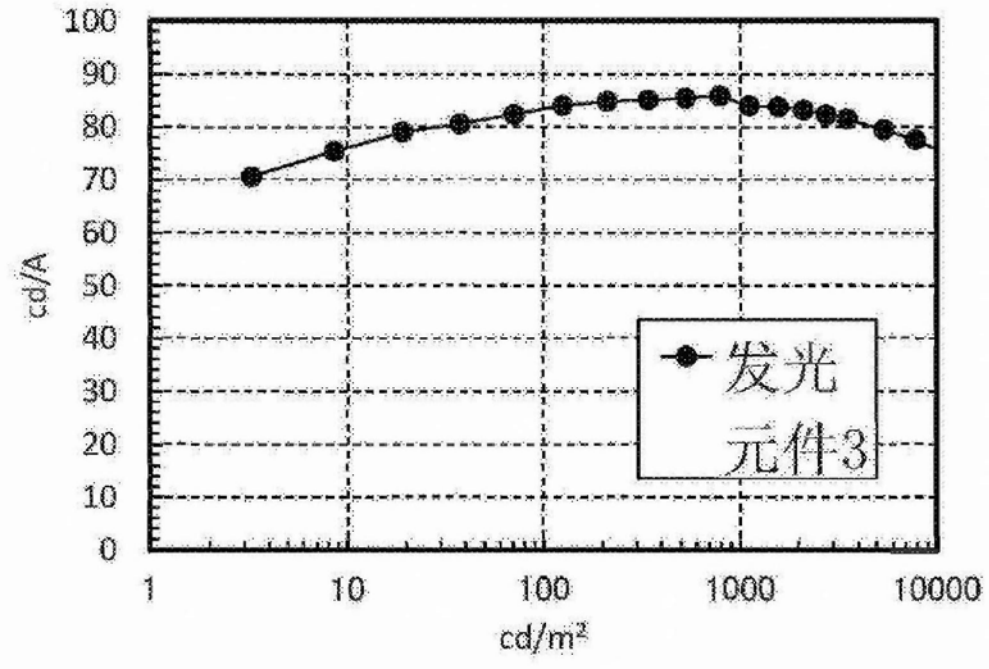


图22

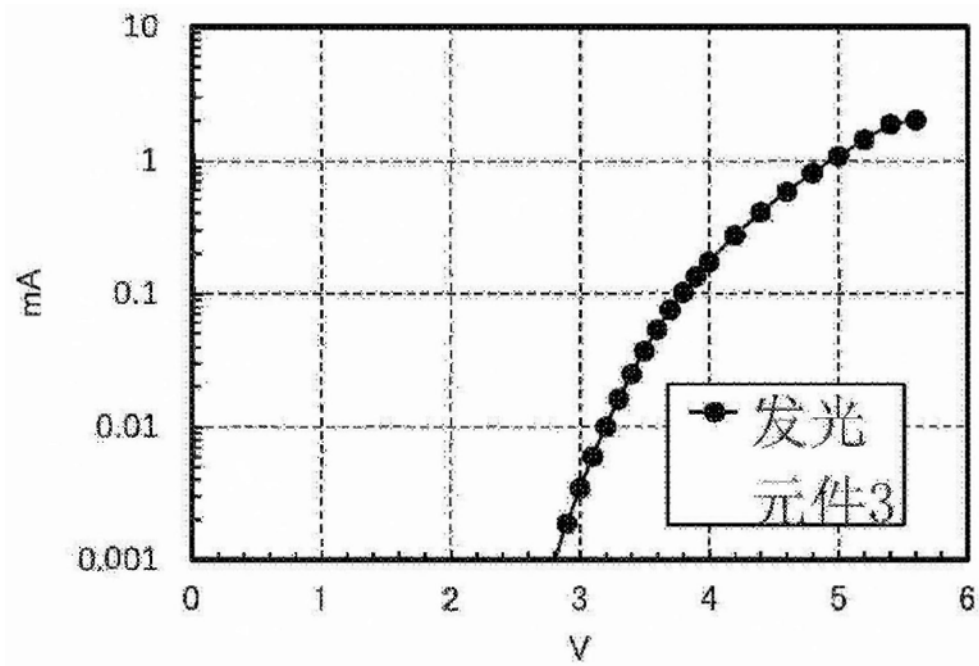


图23

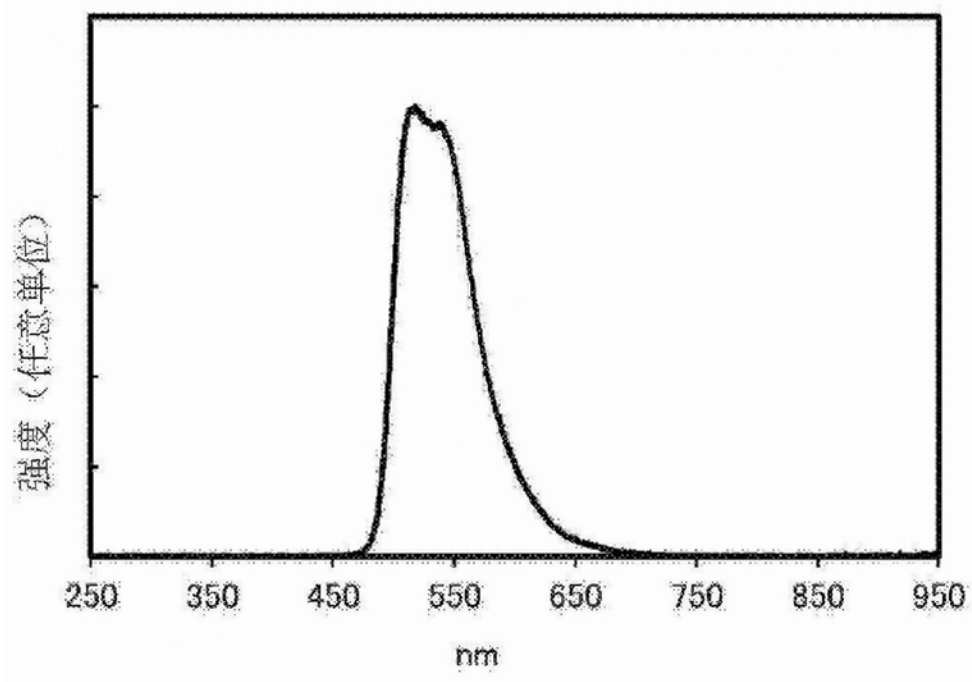


图24

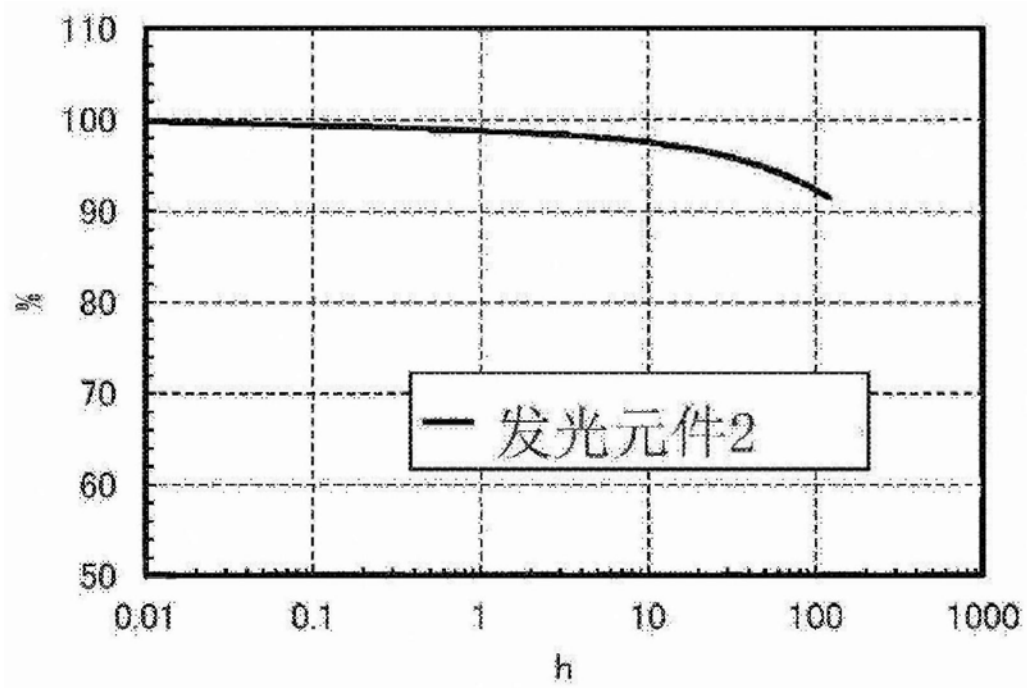


图25