(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106458899 A
(43)申请公布日 2017.02.22

(21)申请号 201580027720.X
(22)申请日 2015.05.25
(30)优先权数据
2014-109873 2014.05.28 JP
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2016.11.25
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2015/064904 2015.05.25
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2015/182547 JA 2015.12.03
(71)申请人 东丽株式会社
地址 日本东京都
(72)发明人 市桥泰宜 田中大作
(74)专利代理机构 北京市金杜律师事务所 11256
代理人 杨宏军 焦成美
(51)Int.Cl.
C07D 213/16(2006.01)
C07D 213/22(2006.01)
C07D 213/53(2006.01)
C07D 215/04(2006.01)
C07D 239/26(2006.01)
C07D 251/24(2006.01)
C07D 401/04(2006.01)
C09K 11/06(2006.01)
H01L 51/50(2006.01)

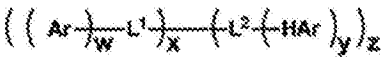
权利要求书3页 说明书55页

(54)发明名称

荧蒽衍生物、含有其的电子设备、发光元件及光电转换元件

(57)摘要

本发明提供一种利用下述特定结构表示的荧蒽衍生物全面改善了发光效率、驱动电压、耐久寿命的有机薄膜发光元件。(式中,Ar表示包含荧蒽骨架的基团。L^1为经取代或未取代的亚芳基。L^2为单键、经取代或未取代的亚芳基、或者经取代或未取代的杂亚芳基。HAr为经取代或未取代的含有电子接受性氮的芳香族杂环基。)



CN 106458899 A

1.下述通式(1)表示的荧蒽衍生物，

[化学式1]

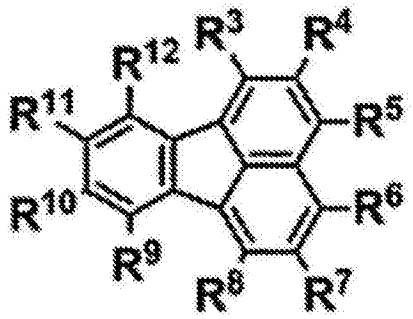


(1)

式中，Ar表示包含荧蒽骨架的基团；L^1为经取代或未取代的亚芳基；L^2为单键、经取代或未取代的亚芳基、或者经取代或未取代的杂亚芳基；HAr为经取代或未取代的含有电子接受性氮的芳香族杂环基；所述各基被取代时的取代基分别选自由烷基、环烷基、杂环基、链烯基、环烯基、炔基、烷氧基、烷基硫基、芳基醚基、芳基硫基醚基、芳基、杂芳基、卤素、氰基、氨基、羰基、羧基、氧基羰基、氨基甲酰基及-P(=O)R^1R^2组成的组；R^1及R^2为芳基或杂芳基；另外，R^1及R^2还可以缩合形成环；w、x、y和z为1～3的整数；其中，亚芳基不是含有蒽的基团或者含有芘的基团；另外，L^2和HAr不是含有供电子性氮的基团；w＝x＝1时，L^2为经取代或未取代的亚芳基、或经取代或未取代的杂亚芳基；w＝1且x＝2时，HAr不是嘧啶；w＝2且x＝1时，对L1进行取代的取代基不是菲；w、x、y和z为2或3时，Ar、L^1、L^2和HAr可以分别相同或不同。

2.如权利要求1所述的荧蒽衍生物，其中，Ar由下述通式(2)表示，

[化学式2]

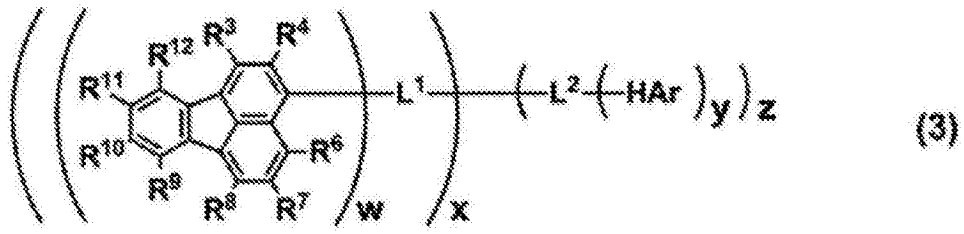


(2)

式中，R^3～R^{12}可以分别相同或不同，选自由氢、烷基、环烷基、杂环基、链烯基、环烯基、炔基、烷氧基、烷基硫基、芳基醚基、芳基硫基醚基、芳基、杂芳基、卤素、氰基、氨基、羰基、羧基、氧基羰基及氨基甲酰基组成的组；R^3～R^{12}中相邻的取代基可以彼此形成环；其中，在R^3～R^{12}中的任一个位置与L^1连接。

3.如权利要求2所述的荧蒽衍生物，所述通式(1)由下述通式(3)表示，

[化学式3]



(3)

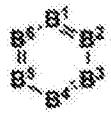
式中，R^3～R^4及R^6～R^{12}与通式(2)中的定义相同；L^1、L^2和HAr以及w、x、y和z与所述通式(1)中的定义相同。

4.如权利要求2或3所述的荧蒽衍生物，其中，R^9和R^{12}为氢。

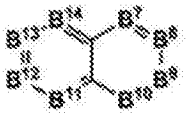
5.如权利要求2或3所述的荧蒽衍生物，其中，R^9和R^{12}为经取代或未取代的芳基。

6.如权利要求1～5中任一项所述的荧蒽衍生物，其中，HAr为包含下述通式(4)～(7)中任一项表示的结构的基团，

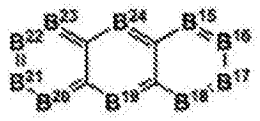
[化学式4]



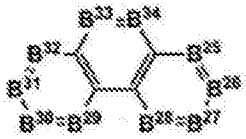
(4)



(5)



(6)



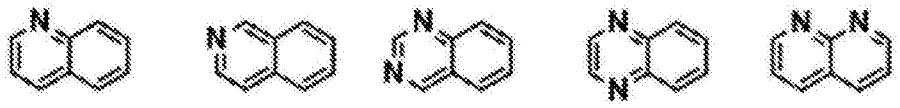
(7)

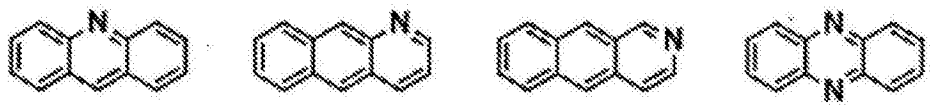
式中，B^1～B^{34}表示CH、经取代的碳原子、或氮原子；B^1～B^{34}被取代时的取代基与所述通式(1)中的取代基相同。

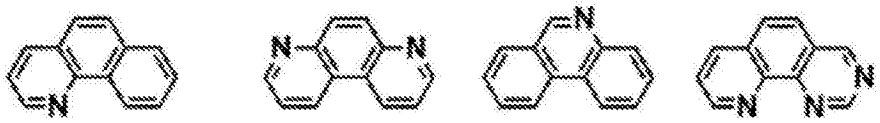
7.如权利要求1～6中任一项所述的荧蒽衍生物，其中，HAr选自由以下所示的基团组成的组。

[化学式5]









8.如权利要求1～7中任一项所述的荧蒽衍生物，其中，w+x＝3。

9.如权利要求8所述的荧蒽衍生物，其中，w＝2且x＝1。

10.如权利要求1～7中任一项所述的荧蒽衍生物，其中，w＝x＝1。

11.如权利要求1～10中任一项所述的荧蒽衍生物，其中，y＝z＝1。

12.如权利要求1～10中任一项所述的荧蒽衍生物，其中，y+z＝3。

13.一种电子设备材料，其含有权利要求1～12中任一项所述的荧蒽衍生物。

14.一种发光元件材料，其含有权利要求1～12中任一项所述的荧蒽衍生物。

15.一种光电转换元件材料，其含有权利要求1～12中任一项所述的荧蒽衍生物。

16.一种电子设备，其含有权利要求1～12中任一项所述的荧蒽衍生物。

17.一种发光元件，其含有权利要求1～12中任一项所述的荧蒽衍生物。

18.一种发光元件，其在阳极与阴极之间存在有机层，利用电能进行发光，其中，在所述有机层中含有权利要求1～12中任一项所述的荧蒽衍生物。

19.如权利要求18所述的发光元件，其中，所述有机层具有电子传输层，在所述电子传

输层中含有权利要求1～12中任一项所述的荧蒽衍生物。

20.如权利要求18或19所述的发光元件，其特征在于，在所述有机层中至少存在电荷生成层，电荷生成层含有权利要求1～12中任一项所述的荧蒽衍生物。

21.一种光电转换元件，其含有权利要求1～12中任一项所述的荧蒽衍生物。

荧蒽衍生物、含有其的电子设备、发光元件及光电转换元件

技术领域

[0001] 本发明涉及发光元件、光电转换元件、锂离子电池、燃料电池、晶体管等电子设备及上述设备中使用的材料。本发明可以在显示元件、平板显示器、背光、照明、室内装饰、标识、广告牌、电子照相机及光信号发生器等领域中使用。

背景技术

[0002] 由阴极注入的电子与由阳极注入的空穴在被两极夹持的有机荧光体内进行再结合时发光，该有机薄膜发光元件的研究近年来正活跃地进行。该发光元件的特征在于，薄型且在低驱动电压下的高亮度发光、和能够通过选择荧光材料而产生多色发光，因此备受关注。

[0003] 该研究自Kodak公司的C.W.Tang等人揭示了有机薄膜元件高亮度地发光以来，进行了大量的实用化研究，有机薄膜发光元件在手机的主显示器等中的应用等实用化正稳步地进行。但是，仍有很多技术课题，其中同时实现元件的高效率化和长寿命化是重要课题之一。

[0004] 对于有机薄膜发光元件而言，需要满足发光效率的提高、驱动电压的降低、耐久性的提高。其中，发光效率和耐久寿命的同时实现成为较大的课题。例如，为了提高发光效率以及耐久寿命，开发了具有荧蒽骨架的材料(例如，参见专利文献1～3)。

[0005] 现有技术文献

[0006] 专利文献

[0007] 专利文献1:国际公开第2013/182046号

[0008] 专利文献2:国际公开第2012/017680号

[0009] 专利文献3:国际公开第2012/030145号

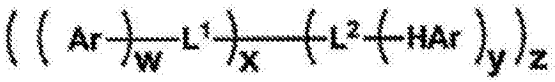
发明内容

[0010] 然而，现有技术中难以充分降低元件的驱动电压，此外，即使能够降低驱动电压，元件的发光效率、耐久寿命也不充分。因此，尚未发现同时实现高发光效率、低驱动电压和耐久寿命的技术。

[0011] 本发明的目的在于，解决上述现有技术的问题，提供一种全面改善了发光效率、驱动电压和耐久寿命的有机薄膜发光元件。

[0012] 本发明为下述通式(1)表示的荧蒽衍生物。

[0013] [化学式1]

[0014] 

(1)

[0015] (式中，Ar表示包含荧蒽骨架的基团。L^1为经取代或未取代的亚芳基。L^2为单键、经取代或未取代的亚芳基、或者经取代或未取代的杂亚芳基。HAr为经取代或未取代的含有电子接受性氮的芳香族杂环基。上述各基团被取代时的取代基分别选自由烷基、环烷基、杂环

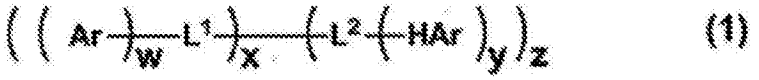
基、链烯基、环烯基、炔基、烷氧基、烷基硫基、芳基醚基、芳基硫基醚基、芳基、杂芳基、卤素、氰基、氨基、羰基、羧基、氧基羰基、氨基甲酰基及-P(=O)R^1R^2组成的组。R^1及R^2为芳基或杂芳基。另外，R^1及R^2还可以缩合形成环。w、x、y和z分别独立地为1～3的整数。其中，亚芳基不是含有蒽的基团或者含有芘的基团。另外，L^2和HAr不是含有供电子性氮的基团。w＝x＝1时，L^2为经取代或未取代的亚芳基、或者经取代或未取代的杂亚芳基。w＝1且x＝2时，HAr不是嘧啶。w＝2且x＝1时，对L^1进行取代的取代基不是菲。w、x、y或z为2或3时，复数的Ar、L^1、L^2或HAr可以分别相同或不同。另外，x和z不会均为2以上。)

[0016] 通过本发明，可以提供同时实现了发光效率、驱动电压、耐久寿命的有机薄膜发光元件。

具体实施方式

[0017] 对通式(1)表示的荧蒽衍生物进行详细说明。

[0018] [化学式2]

[0019] 

(1)

[0020] 式中，Ar表示包含荧蒽骨架的基团。L^1为经取代或未取代的亚芳基。L^2为单键、经取代或未取代的亚芳基、或者经取代或未取代的杂亚芳基。HAr为经取代或未取代的含有电子接受性氮的芳香族杂环基。上述各基团被取代时的取代基分别选自由烷基、环烷基、杂环基、链烯基、环烯基、炔基、烷氧基、烷基硫基、芳基醚基、芳基硫基醚基、芳基、杂芳基、卤素、氰基、氨基、羰基、羧基、氧基羰基、氨基甲酰基及-P(=O)R^1R^2组成的组。R^1及R^2为芳基或杂芳基。另外，R^1及R^2还可以缩合形成环。w、x、y和z分别独立地为1～3的整数。其中，亚芳基不是含有蒽的基团或者含有芘的基团。另外，L^2和HAr不是含有供电子性氮的基团。w＝x＝1时，L^2为经取代或未取代的亚芳基、或者经取代或未取代的杂亚芳基。w＝1且x＝2时，HAr不是嘧啶。w＝2且x＝1时，对L^1进行取代的的取代基不是菲。w、x、y或z为2或3时，复数的Ar、L^1、L^2或HAr可以分别相同或不同。另外，x和z不会均为2以上。

[0021] 上述全部的基团中，氢也可以是氘。另外，在以下的说明中，例如，所谓碳原子数6～40的经取代或未取代的芳基，是指包括对芳基进行取代的取代基中含有的碳原子数在内为6～40，规定了碳原子数的其他取代基也与此相同。

[0022] 另外，作为“经取代或未取代的”这一情况下的取代基，优选上述那样的烷基、环烷基、杂环基、链烯基、环烯基、炔基、烷氧基、烷基硫基、芳基醚基、芳基硫基醚基、芳基、杂芳基、卤素、氰基、氨基、羰基、羧基、氧基羰基、氨基甲酰基，进一步优选在各取代基的说明中所优选的具体的取代基。另外，这些取代基可以进一步被上述的取代基取代。

[0023] 所谓“经取代或未取代的”这一情况下的“未取代”，是指由氢原子进行了取代。

[0024] 在以下说明的化合物或其局部结构中，关于“经取代或未取代的”这一情况，也与上述相同。

[0025] 所谓烷基，表示例如甲基、乙基、正丙基、异丙基、正丁基、仲丁基、叔丁基等饱和脂肪族烃基，它们可以具有取代基也可以不具有取代基。对于被取代时的追加的取代基没有特别限制，例如，可以举出烷基、芳基、杂芳基等，关于这一点，在以下的记载中也相同。另外，烷基的碳原子数没有特别限定，但从容易获得、成本的方面考虑，优选为1以上且20以

下，更优选为1以上且8以下的范围。

[0026] 所谓环烷基，表示例如环丙基、环己基、降冰片基、金刚烷基等饱和脂环式烃基，它们可以具有取代基也可以不具有取代基。烷基部分的碳原子数没有特别限定，优选为3以上且20以下的范围。

[0027] 所谓杂环基，表示例如吡喃环、哌啶环、环状酰胺等环内具有除碳以外的原子的脂肪族环，它们可以具有取代基也可以不具有取代基。杂环基的碳原子数没有特别限定，优选为2以上且20以下的范围。

[0028] 所谓链烯基，表示例如乙烯基、烯丙基、丁间二烯基(butadienyl)等含有双键的不饱和脂肪族烃基，它们可以具有取代基也可以不具有取代基。链烯基的碳原子数没有特别限定，优选为2以上且20以下的范围。

[0029] 所谓环烯基，表示例如环戊烯基、环戊二烯基、环己烯基等含有双键的不饱和脂环式烃基，它们可以具有取代基也可以不具有取代基。

[0030] 所谓炔基，表示例如乙炔基等含有三键的不饱和脂肪族烃基，其可以具有取代基也可以不具有取代基。炔基的碳原子数没有特别限定，优选为2以上且20以下的范围。

[0031] 所谓烷氧基，表示例如甲氧基、乙氧基、丙氧基等通过醚键键合有脂肪族烃基的官能团，上述脂肪族烃基可以具有取代基也可以不具有取代基。烷氧基的碳原子数没有特别限定，优选为1以上且20以下的范围。

[0032] 所谓烷基硫基，是烷氧基的醚键的氧原子被硫原子取代的基团。烷基硫基的烃基可以具有取代基也可以不具有取代基。烷基硫基的碳原子数没有特别限定，优选为1以上且20以下的范围。

[0033] 所谓芳基醚基，表示例如苯氧基等通过醚键键合有芳香族烃基的官能团，芳香族烃基可以具有取代基也可以不具有取代基。芳基醚基的碳原子数没有特别限定，优选为6以上且40以下的范围。

[0034] 所谓芳基硫基醚基，是芳基醚基的醚键的氧原子被硫原子取代的基团。芳基醚基中的芳香族烃基可以具有取代基也可以不具有取代基。芳基醚基的碳原子数没有特别限定，优选为6以上且40以下的范围。

[0035] 所谓芳基，表示例如苯基、萘基、联苯基、三联苯基、芴基、菲基、蒽基、苊基、荧蒽基等芳香族烃基。芳基可以具有取代基也可以不具有取代基。芳基的碳原子数没有特别限定，优选为6以上且40以下的范围，更优选为6以上且20以下的范围。更优选为苯基、1-萘基、2-萘基。

[0036] 所谓杂芳基，表示呋喃基、噻吩基、吡啶基、喹啉基、异喹啉基、吡嗪基、嘧啶基、萘啶基、苯并呋喃基、苯并噻吩基、吲哚基、二苯并呋喃基、二苯并噻吩基、咔唑基、苯并咔唑基、咔啉基、吲哚并咔唑基、苯并呋喃并咔唑基、苯并噻吩并咔唑基、二氢茚并咔唑基、苯并喹啉基、吖啶基、二苯并吖啶基、苯并咪唑基、咪唑并吡啶基、苯并噁唑基、苯并噻唑基、菲咯啉基等在一个或复数个环内具有碳以外的原子的环状芳香族基团，上述基团可以是未取代的也可以经过取代。杂芳基的碳原子数没有特别限定，优选为2以上且30以下的范围。更优选为吡啶基、喹啉基、咔唑基、二苯并呋喃基、二苯并噻吩基。

[0037] 所谓氨基，是指经取代或未取代的氨基。作为取代时的取代基，例如，可以举出芳基、杂芳基、直链烷基、支链烷基。更具体而言，可以举出苯基、联苯基、萘基、吡啶基、甲基

等，这些取代基可以被进一步取代。碳原子数没有特别限定，优选为6以上且40以下的范围。

[0038] 所谓卤素，表示选自氟、氯、溴和碘的原子。

[0039] 羰基、羧基、氧基羰基、氨基甲酰基和氧化膦基(phosphine oxide group)可以具有取代基也可以不具有取代基。此处，作为取代基，可以举出例如烷基、环烷基、芳基、杂芳基等，这些取代基可以进一步被取代。

[0040] 所谓亚芳基，表示由苯基、萘基、联苯基、芴基、菲基等芳香族烃基衍生的2价以上的基团，这些基团可以具有取代基也可以不具有取代基。优选为2价或者3价的亚芳基。作为亚芳基，具体而言，可以举出亚苯基、亚联苯基、亚萘基等。

[0041] 所谓杂亚芳基，表示由吡啶、喹啉、嘧啶、吡嗪、三嗪、喹喔啉、喹唑啉、二苯并呋喃、二苯并噻吩等在一个或复数个环内具有碳以外的原子的芳香族基团衍生的2价以上的基团，这些基团可以具有取代基也可以不具有取代基。优选2价或者3价的杂亚芳基。杂亚芳基的碳原子数没有特别限定，优选为2～30的范围。作为杂亚芳基，具体而言，可以举出亚吡啶基、亚嘧啶基、亚三嗪基、亚二苯并呋喃基(dibenzofuranylene)等。更具体而言，可以举出2,6-亚吡啶基、2,5-亚吡啶基、2,4-亚吡啶基、3,5-亚吡啶基、3,6-亚吡啶基、2,4,6-亚吡啶基、2,4-亚嘧啶基、2,5-亚嘧啶基、4,6-亚嘧啶基、4,6-亚嘧啶基、2,4,6-亚嘧啶基、2,4,6-亚三嗪基、4,6-亚二苯并呋喃基、2,6-亚二苯并呋喃基、2,8-亚二苯并呋喃基、3,7-亚二苯并呋喃基。优选为亚吡啶基、亚嘧啶基、亚三嗪基等。其中，从载流子迁移率的观点考虑，优选为亚吡啶基。

[0042] 所谓电子接受性氮，表示在与相邻原子之间形成多重键的氮原子。所谓含有电子接受性氮的芳香族杂环，例如，可以举出吡啶环、哒嗪环、嘧啶环、吡嗪环、三嗪环、噁二唑环、噻唑环、喹啉环、异喹啉环、喹唑啉环、喹喔啉环、苯并喹啉环、菲绕啉环、吖啶环、苯并噻唑环、苯并噁唑环等。此外，上述含有电子接受性氮的芳香族杂环可以具有取代基。可以优选举出吡啶环、嘧啶环、三嗪环、喹啉环、异喹啉环、喹唑啉环、喹喔啉环、菲绕啉环。更优选为吡啶环、喹啉环、菲绕啉环，特别优选为吡啶环、喹啉环。

[0043] 对于本发明的荧蒽衍生物而言，通过使w、x、y和z为1～3的整数，结晶性降低、玻璃化转变温度升高，因此，膜的稳定性提高。

[0044] 本发明的荧蒽衍生物具有荧蒽骨架。荧蒽骨架具有5π电子体系的5元环结构。5π电子体系的5元环结构在得到1个电子(被还原)后，成为6π电子体系，发生芳香性稳定化(休克尔规则(Hückel's rule))。因此，5π电子体系的5元环结构显示出高电子亲和性，本发明的荧蒽骨架也具有高电子亲和性。作为常见的代表性缩环芳香族骨架的蒽、芘不具有5π电子体系的5元环结构，因此，电子亲和性不会因为由还原导致的芳香性稳定化而增大，上述现象是具有5π电子体系的5元环结构的骨架特有的性质。

[0045] 因此，将本发明的荧蒽衍生物用于发光元件时，例如用于电子传输层时，呈现出来自电极的良好的电子注入性，能够降低发光元件的驱动电压。结果能够提高发光元件的发光效率。另外，也有助于发光元件的长寿命化。

[0046] 另外，由于荧蒽骨架具有高平面性，分子彼此之间良好地重叠，所以具有高电荷传输性。因此，将本发明的荧蒽衍生物用于构成发光元件的任一层时，能够高效地传输由阴极生成的电子、由阳极生成的空穴，因此能够降低元件的驱动电压。结果是可以提高发光元件的发光效率。另外，也有助于发光元件的长寿命化。

[0047] 另外，荧蒽骨架对于电荷的稳定性高，能够顺利地反复进行利用电子的还原、利用空穴的氧化。将本发明的荧蒽衍生物用于发光元件时，可提高寿命。

[0048] 所谓包含荧蒽骨架的基团，是分子结构内具有荧蒽骨架的基团，可以具有取代基也可以不具有取代基。相邻的取代基可以形成环，对于相邻的取代基形成的环的大小没有特别限定，从分子结构的稳定性的观点考虑优选5元环或者6元环。另外，形成的环可以是脂肪族环也可以是芳香族环。相邻的取代基形成的环可以进一步具有取代基，或者进一步缩环。形成的环中可以含有碳以外的杂原子。此处，作为碳以外的杂原子可以举出氮原子等。特别地，若环仅由碳和氢构成则电化学稳定性增加，有助于元件的耐久性提高，故优选。包含荧蒽骨架的基团的碳原子数没有特别限定，优选为16以上且40以下的范围。具体而言，例如，可以举出荧蒽基、苯并荧蒽基、苯并醋蒽烯基(benzoaceanthryleny1)、苯并醋菲烯基(benzoacephenanthrenyl)、茚并荧蒽基、苊并荧蒽基等。

[0049] 在本发明的荧蒽衍生物的L^2-$(HAr)_y$中，HAr为含有电子接受性氮的芳香族杂环基。需要说明的是，对于HAr表示的基团而言，含有电子接受性氮的芳香族杂环基可以与L^2直接键合，也可以经由连接基团被取代。具体而言，可以是HAr为吡啶基苯基，被吡啶基取代的苯环与L^2连接。需要说明的是，优选HAr中不含有菲绕啉骨架。

[0050] 由于氮原子具有高电负性，因此该氮原子与相邻的原子之间的多重键具有接受电子的性质。因此，含电子接受性氮的L^2-$(HAr)_y$具有高电子亲和性。因此，将本发明的通式(1)表示的荧蒽衍生物用于发光元件的发光层、电子传输层时，呈现高电子迁移率，所以能够降低驱动电压。结果是可以提高发光元件的发光效率。另外，也有助于发光元件的长寿命化。

[0051] 另外，电子接受性氮由于在氮原子上具有未共用电子对，因此显示对金属原子的强配位性。因此，含电子接受性氮的L^2-$(HAr)_y$具有强金属配位性。因此，将本发明的通式(1)表示的荧蒽衍生物用于发光元件的电子传输层时，变得容易与作为阴极的金属配位，因此，与阴极的相互作用增强，促进来自阴极的电子注入性，能够降低发光元件的驱动电压。另外，在将本发明的通式(1)表示的荧蒽衍生物用于光电转换元件的电子提取层的情况下，由于促进了向阴极的电子提取，因此能够提高光电转换元件的转换效率、开关比(on-off ratio)。

[0052] 此外，通过使通式(1)表示的荧蒽衍生物必须具有L^1，升华性、蒸镀稳定性提高，并且由结晶性的降低、高玻璃化转变温度带来的膜的稳定性提高。若薄膜稳定性提高，则即使在发光元件中进行长期驱动，膜的变质也受到抑制，因此，耐久性提高。

[0053] 另外，通过使L^1为经取代或未取代的亚芳基，共轭有效地扩展，电荷传输性提高。因此，将本发明的通式(1)表示的荧蒽衍生物用于发光元件的发光层、电子传输层时，呈现高电子迁移率，所以能够降低驱动电压。结果能够提高发光元件的发光效率。需要说明的是，在L^1具有L^2-$(HAr)_y$以外的取代基的情下，优选在取代基中不包含三嗪骨架。

[0054] 由此，本发明的荧蒽衍生物通过在分子中具有荧蒽骨架、L^1和L^2-$(HAr)_y$，兼具高电子注入传输性、高电化学稳定性、良好的升华性、良好的蒸镀稳定性、良好的膜质、高玻璃化转变温度。由此，将本发明的荧蒽衍生物用于构成发光元件的任一层时，能够获得同时实现了高发光效率、低驱动电压及耐久寿命的有机薄膜发光元件。

[0055] 需要说明的是，亚芳基不是含有蒽的基团或者含有芘的基团。所谓含有蒽的基团，是包含蒽骨架的基团，具体而言为经取代或未取代的蒽、经取代或未取代的稠环蒽。所谓含

有芘的基团，是含有蒽的基团的蒽被芘取代而得到的基团。含有蒽的基团或含有芘的基团的吸收波长长，L^1或L^2为含有蒽的基团或者含有芘的基团的情况下，吸收波长变长，强烈地吸收可见光。将其用于例如发光元件的情况下，由于化合物自身强烈吸收了由发光层发射的光，因此无法提高发光效率。因此，优选亚芳基不是含有蒽的基团或含有芘的基团。亚芳基的碳原子数没有特别限定，优选为6以上且40以下的范围，更优选为6以上且18以下的范围。作为亚芳基，具体而言，优选亚苯基、亚联苯基、亚萘基等。更具体而言，可以举出1,4-亚苯基、1,3-亚苯基、1,2-亚苯基、4,4'-亚联苯基、4,3'-亚联苯基、3,3'-亚联苯基、1,4-亚萘基、1,5-亚萘基、2,5-亚萘基、2,6-亚萘基、2,7-亚萘基、1,3,5-亚苯基等。进一步优选为1,4-亚苯基、1,3-亚苯基、1,3,5-亚苯基。

[0056] 另外，L^2和HAr不是含有供电子性氮的基团。此处，所谓供电子性氮，表示与相邻原子之间形成的键全部为单键的氮原子。例如咔唑基、苯并咪唑基属于含有供电子性氮的基团。由于供电子性氮对于电子的稳定性低，因此，在HAr中不含有供电子性氮的情况下，能够在用于发光元件的电子传输材料层时实现寿命的提高。

[0057] 另外，w＝x＝1时，L^2为经取代或未取代的亚芳基、或者经取代或未取代的杂亚芳基。w＝x＝1时，即，仅含有一个包含荧蒽骨架的基团的情况下，若L^2为单键，则分子整体的共轭的扩展变小，电子迁移率降低。将其用于发光元件的电子传输层时，驱动电压升高。因此，在包含荧蒽骨架的基团为一个的情况下，通过使L^2必须为经取代或未取代的亚芳基、或者经取代或未取代的杂亚芳基，分子整体的共轭的扩展变大，能够提高电子迁移率。将其用于发光元件的电子传输层时，能够降低驱动电压。

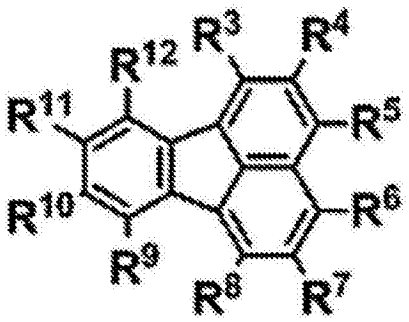
[0058] 另外，w＝1且x＝2时，HAr不是嘧啶。w＝1且x＝2时，从膜稳定性和蒸镀稳定性的观点考虑，HAr优选为吡啶基、三嗪基，更优选为吡啶基。

[0059] 另外，w＝2且x＝1时，对L^1进行取代的取代基不是菲。w＝2且x＝1时，在菲对L^1进行取代的情况下，L^1周围的取代基在立体体积增大，分子间距离变长，因此，用于发光元件时，发光元件的电压升高。因此，作为对L^1进行取代时的取代基，优选立体体积不大的取代基，具体而言，优选氢、苯基、萘基、烷基。

[0060] w、x、y或z为2或3的情况下，复数的Ar、L^1、L^2或HAr可以分别相同或不同。另外，x和z不会均为2以上。

[0061] 作为Ar的形态之一，优选以下述通式(2)表示。在Ar以通式(2)表示的情况下，共轭体系适当地扩展。由此，化合物电化学稳定，进一步提高电荷传输性。

[0062] [化学式3]

[0063] 

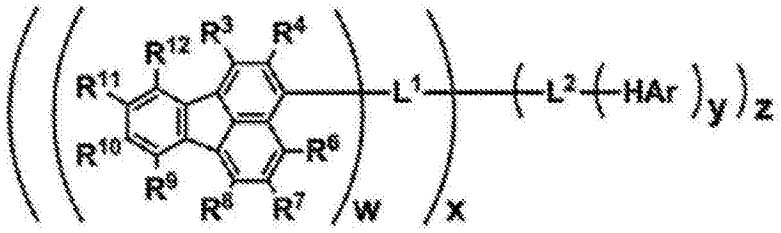
(2)

[0064] 式中，R^3～R^{12}可以分别相同或不同，选自由氢、烷基、环烷基、杂环基、链烯基、环烯基、炔基、烷氧基、烷基硫基、芳基醚基、芳基硫基醚基、芳基、杂芳基、卤素、羰基、羧基、氧基

羰基及氨基甲酰基组成的组。R^3～R^{12}中相邻的取代基可以彼此形成环。其中，在R^3～R^{12}中的任一个位置与L^1连接。需要说明的是，优选在选自R^3～R^9及R^{12}中的任一个位置与L^1连接。

[0065] 为该形态时，通式(1)表示的荧蒽衍生物优选以下述通式(3)表示。通式(3)表示的荧蒽衍生物在荧蒽骨架的3位上具有L^1-(L^2-(HAr)$_y$)$_z$表示的基团。在荧蒽衍生物中，若3位被芳香性的取代基取代，则荧蒽骨架的电子状态发生较大变化，共轭有效地扩大，因此电荷传输性提高。结果是能够以更低的电压驱动发光元件，进一步提高发光效率。此外，通过使共轭扩展，对于电荷的稳定性也进一步提高。结果，将本发明的通式(3)表示的荧蒽衍生物用于发光元件时，能够进一步提高寿命。

[0066] [化学式4]

[0067] 

(3)

[0068] 通式(3)中的R^3～R^4及R^6～R^{12}与通式(2)中的定义相同。L^1、L^2和HAr以及w、x、y和z与上述通式(1)中的定义相同。

[0069] 通式(2)和(3)中的R^3～R^{12}优选选自由上述中的氢、烷基、环烷基、芳基、杂芳基及卤素组成的组。通过使R^3～R^{12}为氢、烷基、环烷基、芳基、杂芳基或卤素，玻璃化转变温度升高，薄膜稳定性提高。若薄膜稳定性提高，则即使在发光元件中进行长期驱动，膜的变质也受到抑制，因此耐久性提高。另外，由于是在高温下也不易分解的取代基，因此耐热性提高。若耐热性提高，则能够在制作元件时抑制材料的分解，因此耐久性提高。此外，若为芳基、杂芳基，则共轭扩展，因此电化学性变得更加稳定，并且，电荷传输性提高。

[0070] 通式(2)和(3)中的R^9和R^{12}优选为氢。通过使R^9和R^{12}为氢，在膜中的分子间距离缩短，能够高效地进行电荷转移。结果能够实现发光元件的低电压驱动，提高发光效率。另外，通过为氢能够抑制分子量，结果是升华温度降低，耐热性进一步提高。

[0071] 另外，通式(2)和(3)中的R^9和R^{12}优选为经取代或未取代的芳基。通过使R^9和R^{12}为经取代或未取代的芳基，能够适度地避免分子间的π共轭平面的重叠。另外，通过为芳基，耐热性进一步提高。结果是在不损害荧蒽衍生物的高电荷传输性的情况下，升华性的提高、蒸镀稳定性的提高、由结晶性的降低以及高玻璃化转变温度带来的薄膜稳定性的提高得以实现。

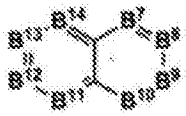
[0072] 通式(2)和(3)中的R^9及R^{12}更优选为经取代或未取代的苯基。通过使R^7和R^{12}为经取代或未取代的苯基，能够适度地避免分子间的π共轭平面的重叠。另外，由于分子量变得适度，因此，升华性、蒸镀稳定性进一步提高。

[0073] 在通式(1)表示的荧蒽衍生物的所有形态中通用，HAr均优选为包含下述通式(4)～(7)中任一项表示的结构的基团。若HAr为包含下述通式(4)～(7)中任一项表示的结构的基团，则会呈现高电子迁移率和高电子接受性，能够进一步降低发光元件的驱动电压。结果是能够进一步提高发光元件的发光效率。另外，也有助于发光元件的进一步长寿命化。

[0074] [化学式5]

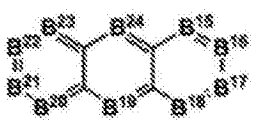


(4)

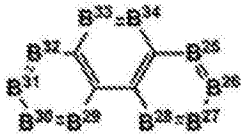


(5)

[0075]



(6)

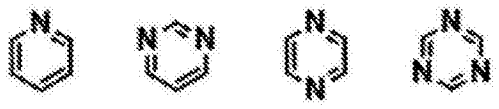


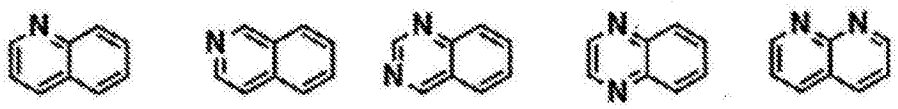
(7)

[0076] B^1～B^{34}表示CH、经取代的碳原子、或氮原子。B^1～B^{34}被取代时的取代基与通式(1)中的取代基相同。但在通式(7)中，优选排除B^{25}～B^{27}为CH或经取代的碳原子、且B^{28}和B^{29}成为氮原子的情况。

[0077] 在通式(1)表示的荧蒽衍生物的所有形态中通用，HAr均优选为选自由以下所示的基团组成的组。若HAr为选自由以下所示的基团组成的组的结构，则会呈现高载流子迁移率和高电子接受性。结果是可以实现发光元件的低电压驱动，提高发光效率。此外，升华性及蒸镀稳定性提高，并且由结晶性的降低、高玻璃化转变温度带来的膜的稳定性提高。

[0078] [化学式6]





[0079]





[0080] 上述基团中，优选吡啶基、嘧啶基、三嗪基、喹啉基、异喹啉基、喹唑啉基、喹喔啉基。此外，从载流子迁移率的观点考虑，优选吡啶基、嘧啶基、三嗪基，从蒸镀稳定性的观点考虑更优选吡啶基。

[0081] 在通式(1)中，w+x＝3是优选的。即，在通式(1)中优选包含两个荧蒽骨架。通过包含两个具有高电子亲和性的荧蒽骨架，通式(1)表示的荧蒽衍生物呈现更高的载流子迁移率和更高的电子接受性。结果是可以实现发光元件在更低电压下的驱动，进一步提高发光效率。

[0082] 在通式(1)中，w＝2且x＝1是优选的。即，优选在通式(1)中，在作为L^1的经取代或未取代的亚芳基上键合两个包含荧蒽骨架的基团。通过经由亚芳基包含两个具有高电子亲和性的荧蒽骨架，通式(1)表示的荧蒽衍生物的共轭有效地扩展，呈现更高的载流子迁移率和更高的电子接受性。结果是可以实现发光元件在更低电压下的驱动，进一步提高发光效

率。此外，升华性提高，蒸镀稳定性提高，以及由结晶性的降低、高玻璃化转变温度带来的膜的稳定性提高。

[0083] 另外，在通式(1)中，w＝x＝1也是优选的。即，也优选在通式(1)中包含一个荧蒽骨架。根据发光元件的情况，若向发光层过量地注入电子，则电子与空穴的载流子平衡被破坏，电子向空穴传输层进行侵蚀(attack)，有时会使发光元件的耐久性变差。通过包含一个具有高电子亲和性的荧蒽骨架，共轭体系适度地扩展，呈现适宜的载流子迁移率和电子接受性。结果是可以使发光元件的载流子达到平衡，进一步提高耐久性。

[0084] 在通式(1)中，y＝z＝1是优选的。即，优选在通式(1)中包含一个HAr。通过包含一个具有高电子亲和性的HAr，通式(1)表示的荧蒽衍生物的共轭体系适度地扩展，呈现适宜的载流子迁移率和电子接受性。结果是可以使发光元件的载流子达到平衡，进一步提高耐久性。

[0085] 另外，在通式(1)中，y+z＝3是优选的。即，也优选在通式(1)中包含两个HAr。通过包含两个具有高电子亲和性的HAr，通式(1)表示的荧蒽衍生物呈现高载流子迁移率和高电子接受性。结果是可以实现发光元件在更低电压下的驱动，进一步提高发光效率。另外，由结晶性的降低、高玻璃化转变温度带来的膜的稳定性提高，能够进一步提高发光元件的耐久性。

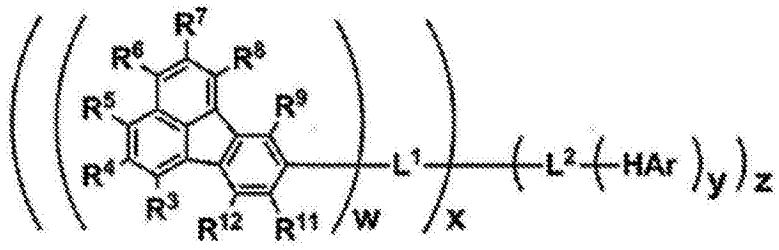
[0086] 在通式(1)中，优选L^2为经取代或未取代的杂亚芳基。此时，通式(1)表示的荧蒽衍生物呈现高载流子迁移率和高电子接受性。

[0087] 在通式(1)中，w+x+y+z优选为4～8的范围。此时，通式(1)表示的荧蒽衍生物呈现高载流子迁移率和高电子接受性。结果是可以实现发光元件在更低电压下的驱动，进一步提高发光效率。另外，由结晶性的降低、高玻璃化转变温度带来的膜的稳定性提高，能够进一步提高发光元件的耐久性。更优选的是，w+x+y+z优选为5～7的整数。通过使w+x+y+z为5～7的范围，能够在维持高载流子迁移率和高电子接受性的同时抑制分子量。结果是升华温度变低，耐热性进一步提高。

[0088] 在通式(1)中，优选L^1被取代时的取代基不包含三嗪骨架。另外，L^1、L^2、A^1及A^2的取代基优选为芳基。此时，升华性的提高、蒸镀稳定性的提高、由结晶性的降低以及高玻璃化转变温度带来的薄膜稳定性的提高得以实现。作为芳基，没有特别限定，具体而言，可以举出苯基、萘基、联苯基、菲基、三联苯基、芘基、荧蒽基、芴基等。从升华性的观点考虑，更优选苯基。

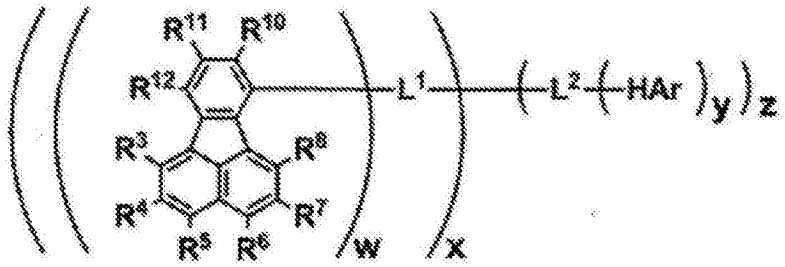
[0089] 通式(1)表示的荧蒽衍生物优选为下述通式(8)～(10)中的任一种结构。为这些形态时，荧蒽衍生物在荧蒽骨架的7位及/或8位具有L^1-(L^2-(HAr)$_y$)$_z$表示的基团。在荧蒽衍生物中，若7位及/或8位被芳香性的取代基取代，则荧蒽骨架的电子状态发生较大变化，共轭高效地扩展，因此电荷传输性进一步提高。结果是能够以更低的电压驱动发光元件，能够进一步提高发光效率。此外，通过使共轭扩展，对于电荷的稳定性也进一步提高。结果，将本发明的通式(8)～(10)表示的荧蒽衍生物用于发光元件时，可以进一步提高寿命。此外，升华性提高，蒸镀稳定性提高，以及由结晶性的降低、高玻璃化转变温度带来的膜的稳定性提高。

[0090] [化学式7]

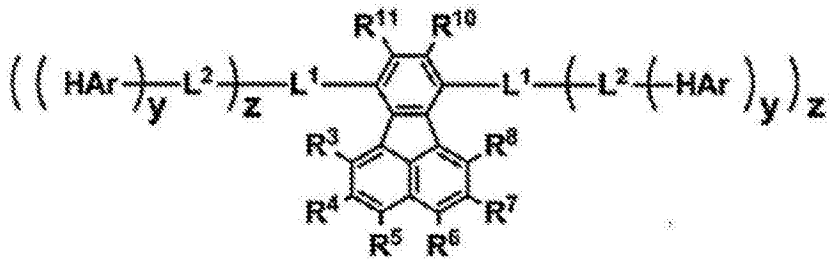


(8)

[0091]



(9)



(10)

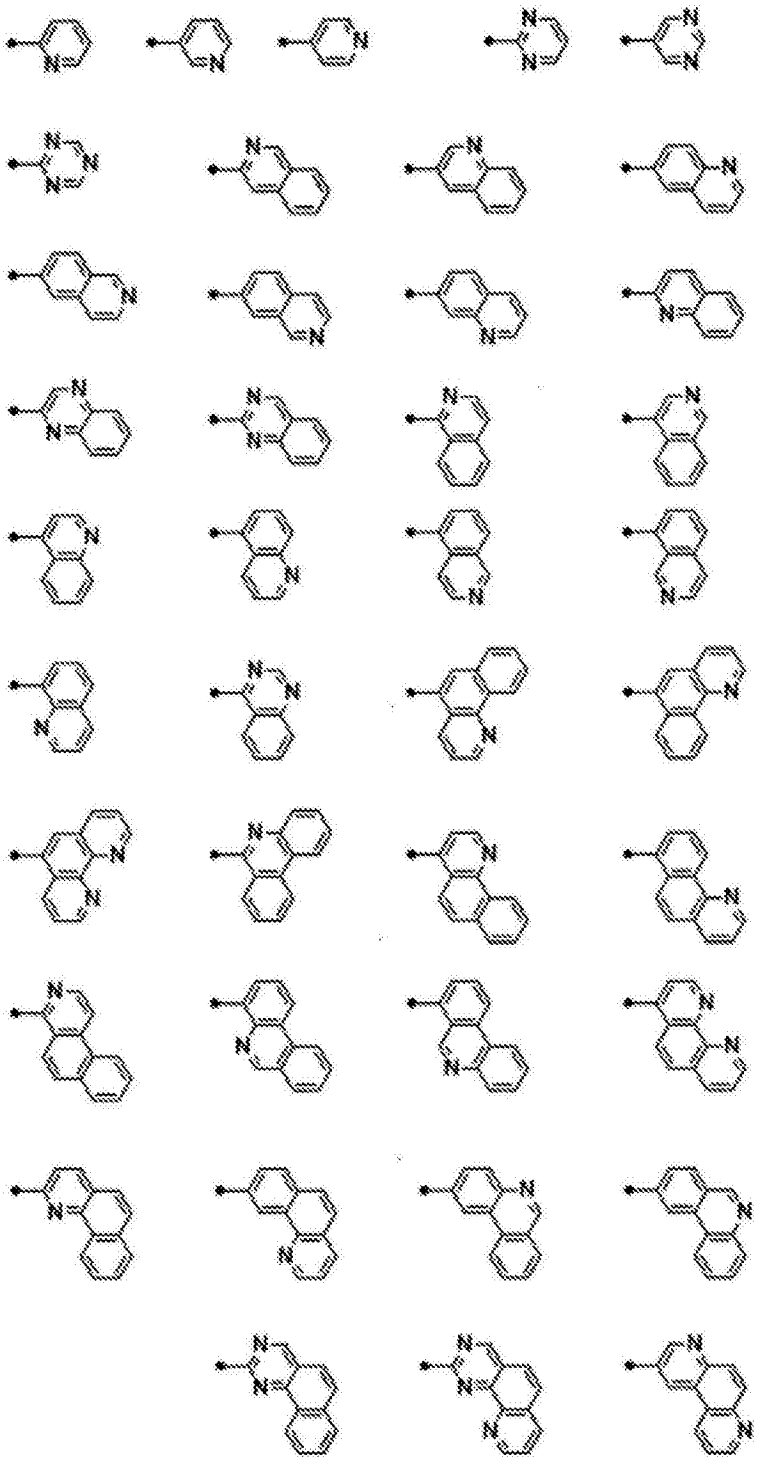
[0092] 通式(8)～(10)中的R^3～R^{12}与通式(2)中的定义相同。L^1、L^2和HAr以及w、x、y和z与通式(1)中的定义相同。

[0093] 另外，作为通式(8)～(10)中的R^3～R^{12}而优选的基团与通式(2)和(3)中的情况相同。

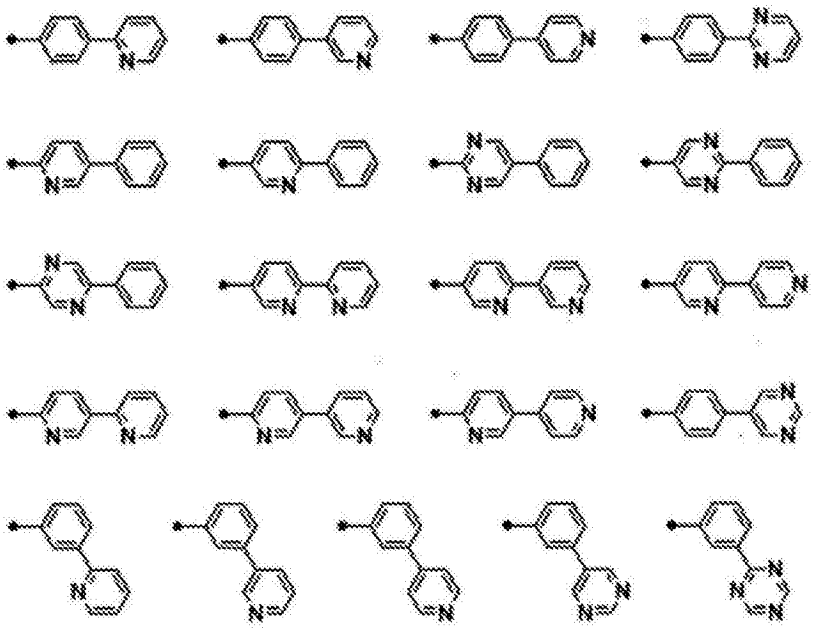
[0094] 在通式(8)～(10)中，进一步优选为w+x＝3。更优选为w＝2且x＝1。

[0095] 作为L^2-$(HAr)_y$表示的基团，没有特别限定，具体而言，可以举出以下所述的例子。这些基团可以进一步被取代。

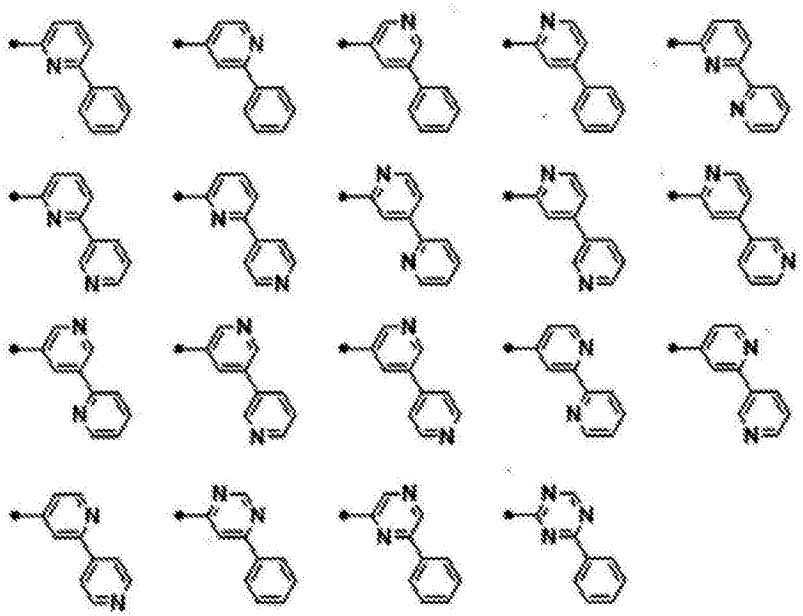
[0096] [化学式8]

[0097] 

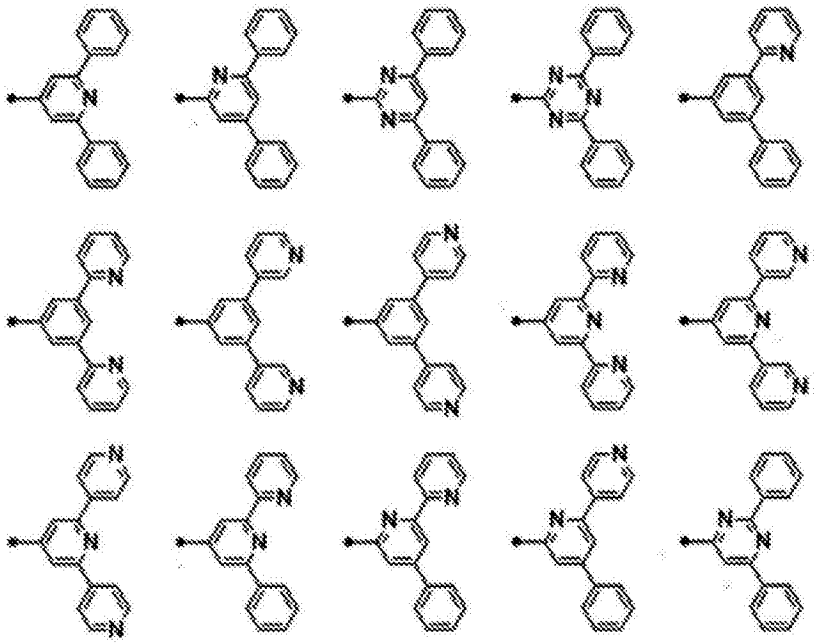
[0098] [化学式9]



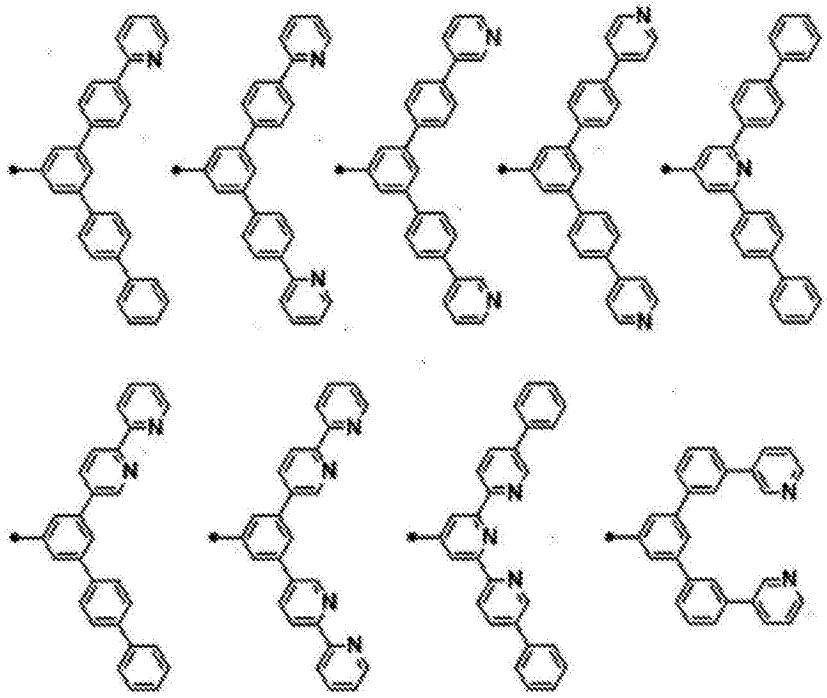
[0099]



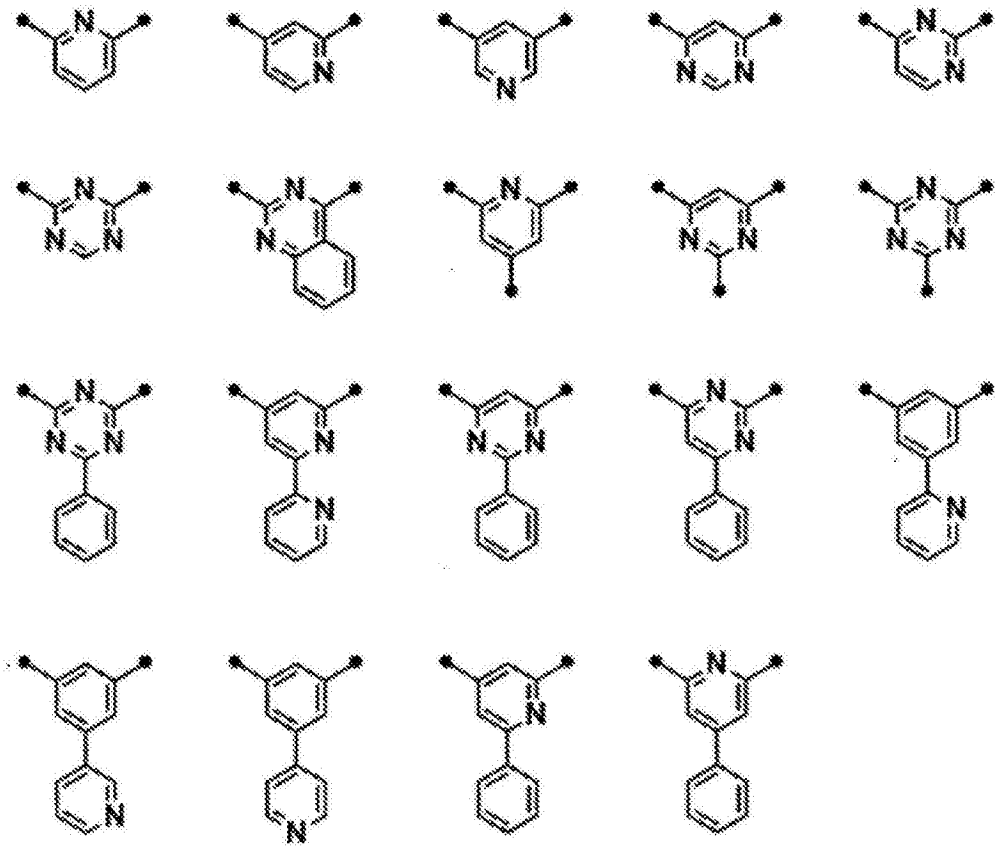
[0100] [化学式10]



[0101]



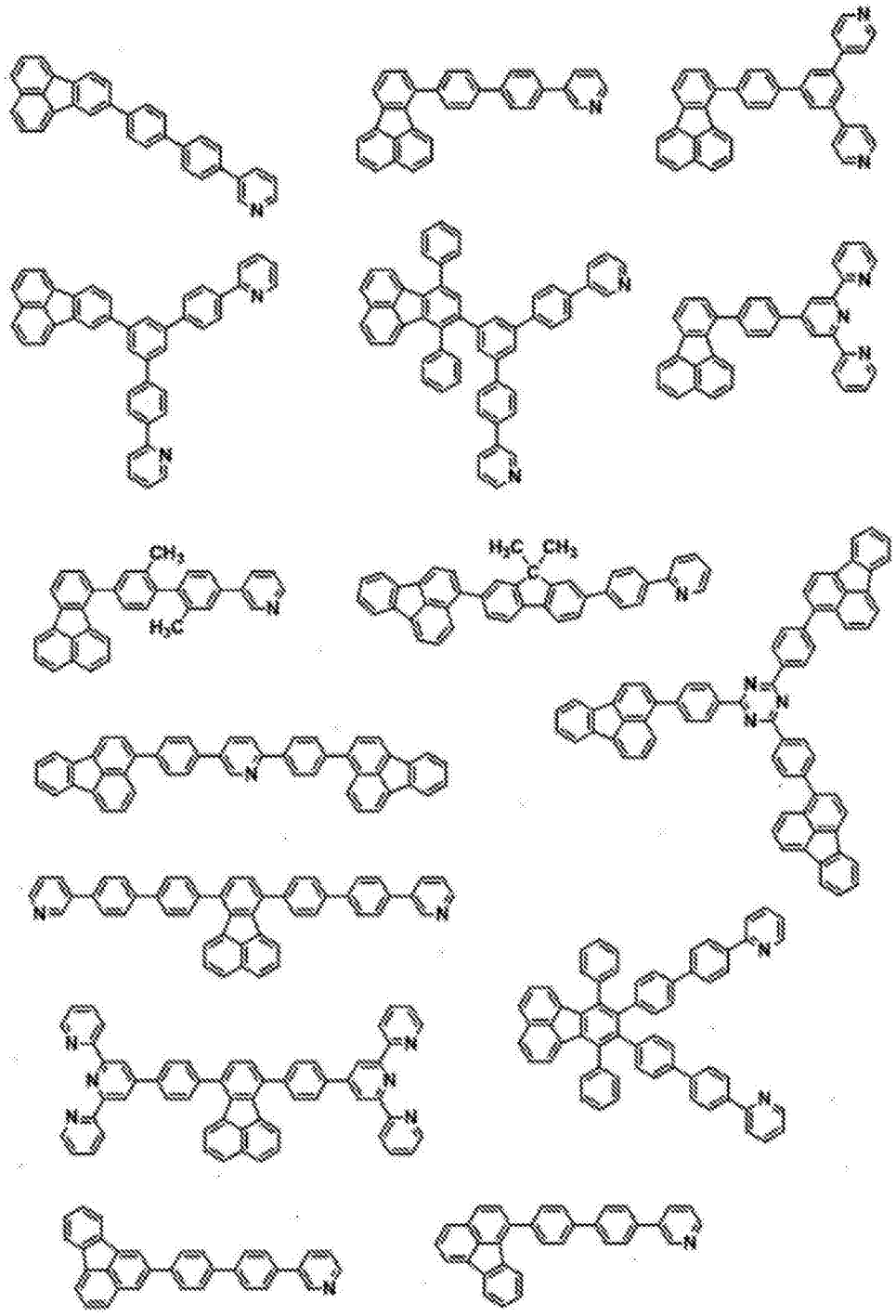
[0102] [化学式11]

[0103] 

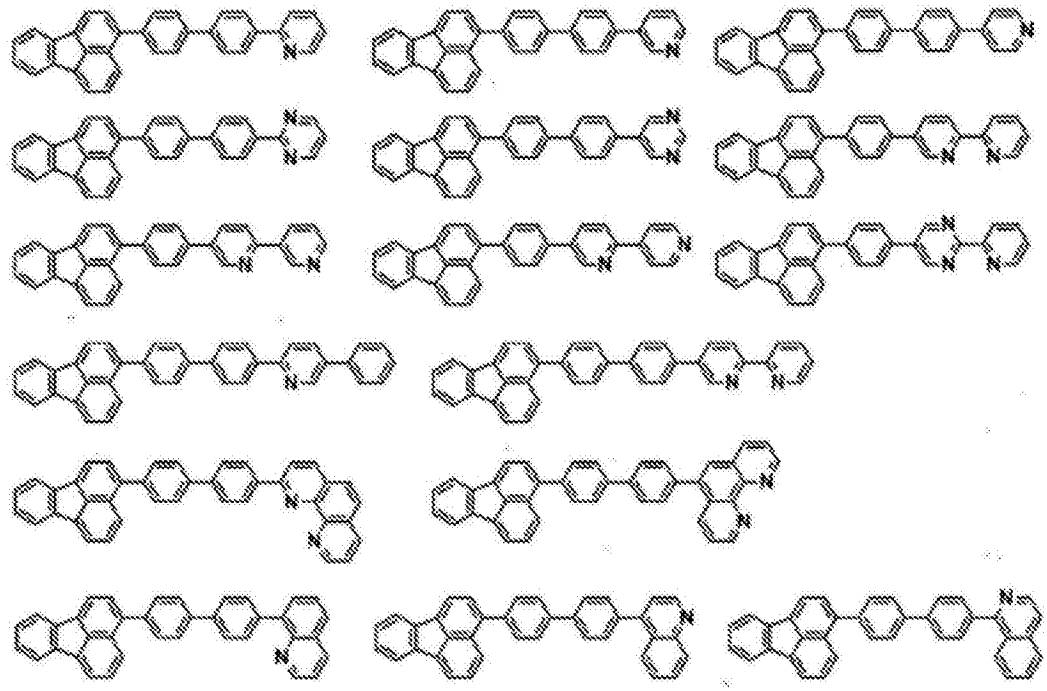
[0104] 通式(1)表示的荧蒽衍生物更优选为上述通式(9)或(10)中的任一项的结构。为上述形态时，荧蒽衍生物在荧蒽骨架的7位上具有$L^1-(L^2-(HAr)_y)_z$表示的基团。此时，上文所述的电荷传输性提高、发光元件的寿命提高的效果、升华性的提高、蒸镀稳定性的提高及结晶性的降低之类的效果、由高玻璃化转变温度带来的膜的稳定性提高的效果进一步提高。

[0105] 作为通式(1)表示的荧蒽衍生物，没有特别限定，具体可以举出以下这样的例子。

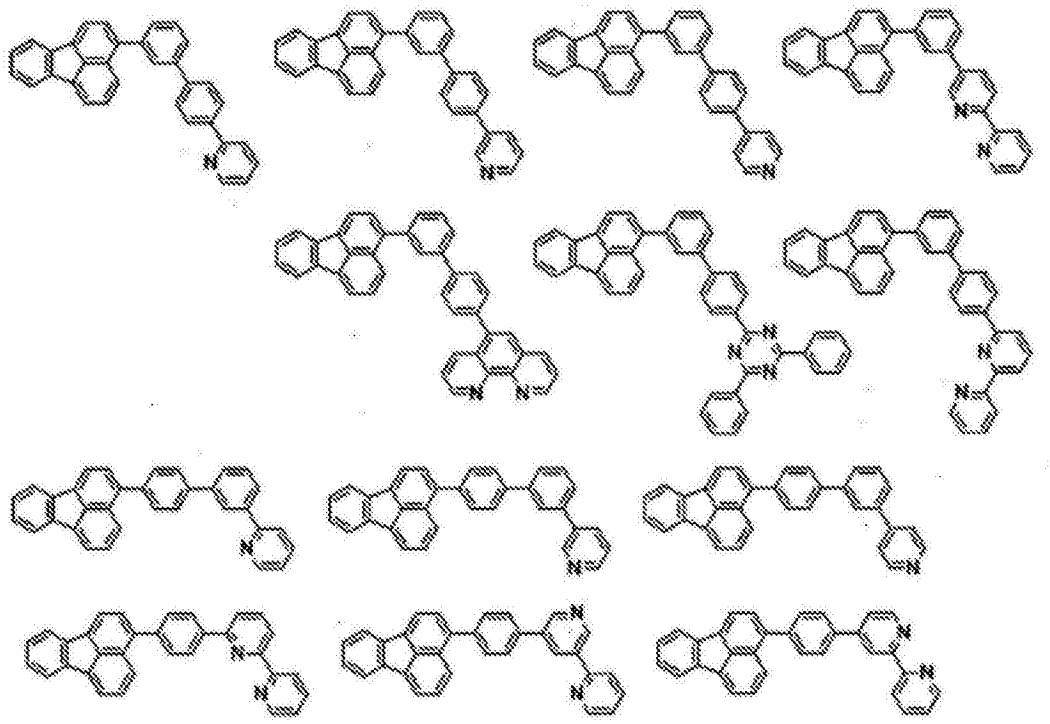
[0106] [化学式12]

[0107] 

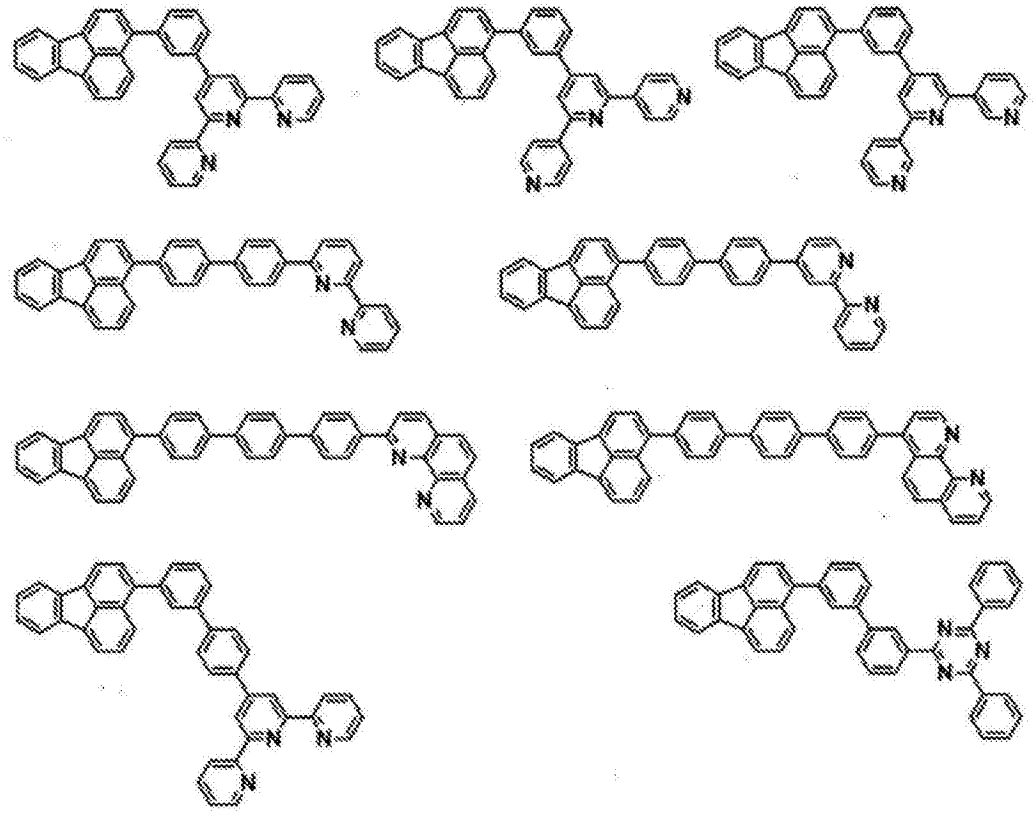
[0108] [化学式13]

[0109] 

[0110] [化学式14]

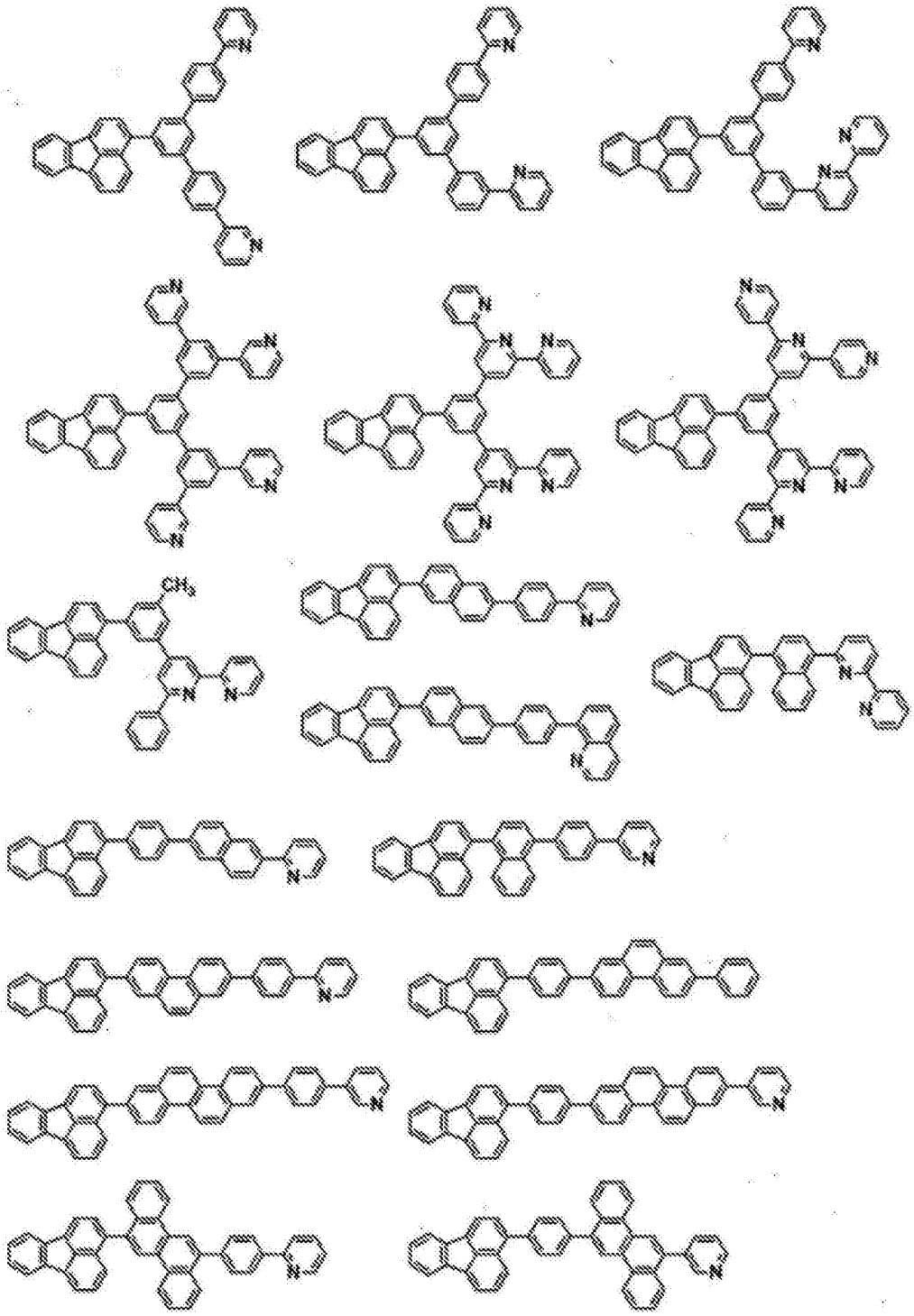
[0111] 

[0112] [化学式15]

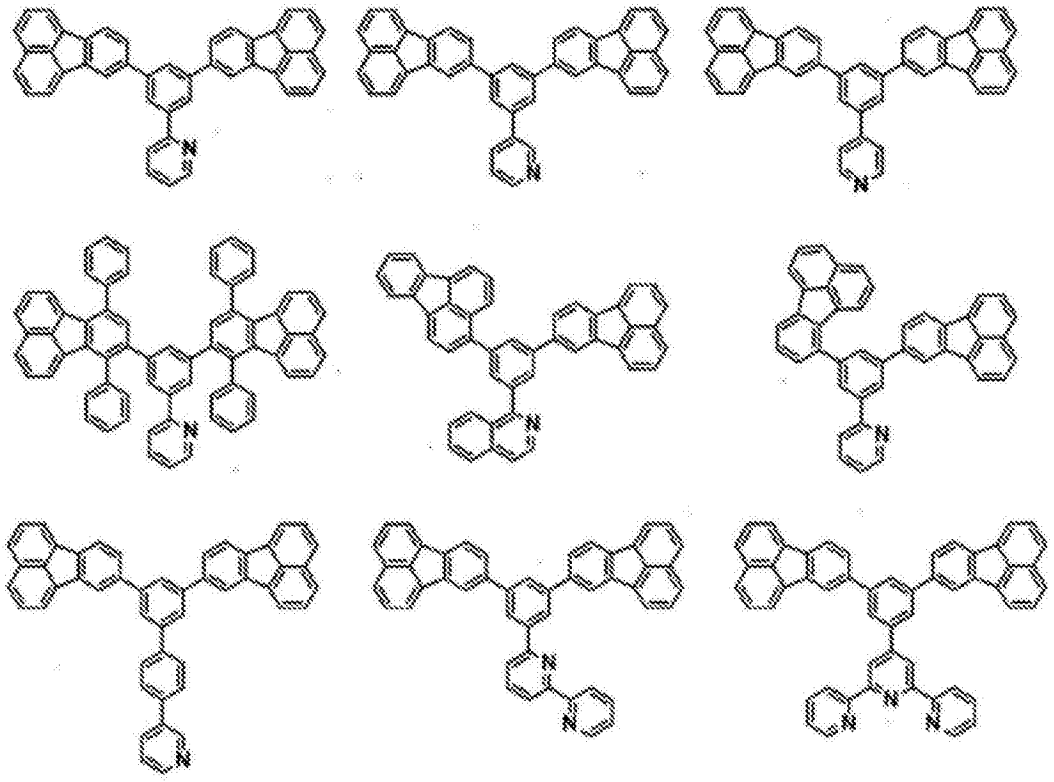
[0113] 

[0114] [化学式16]

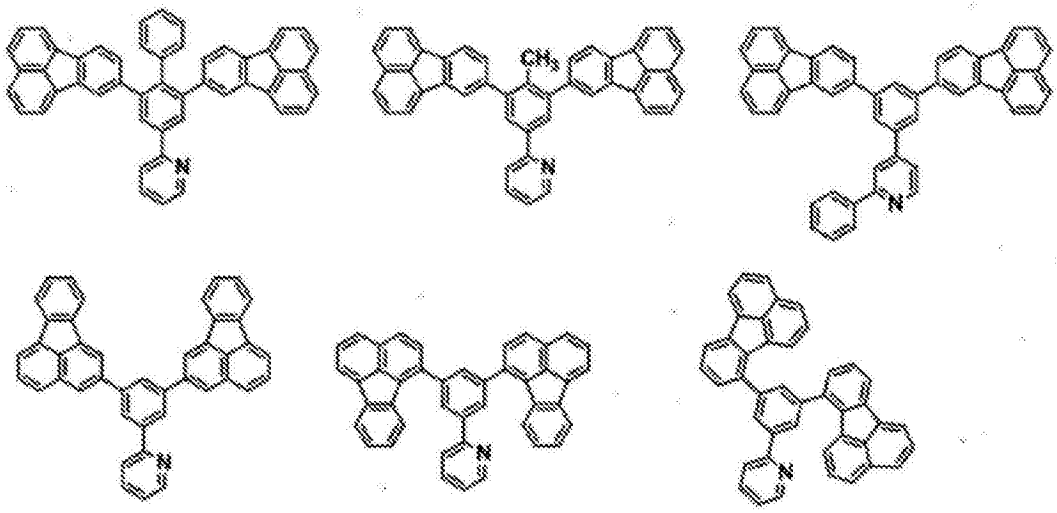
[0115]



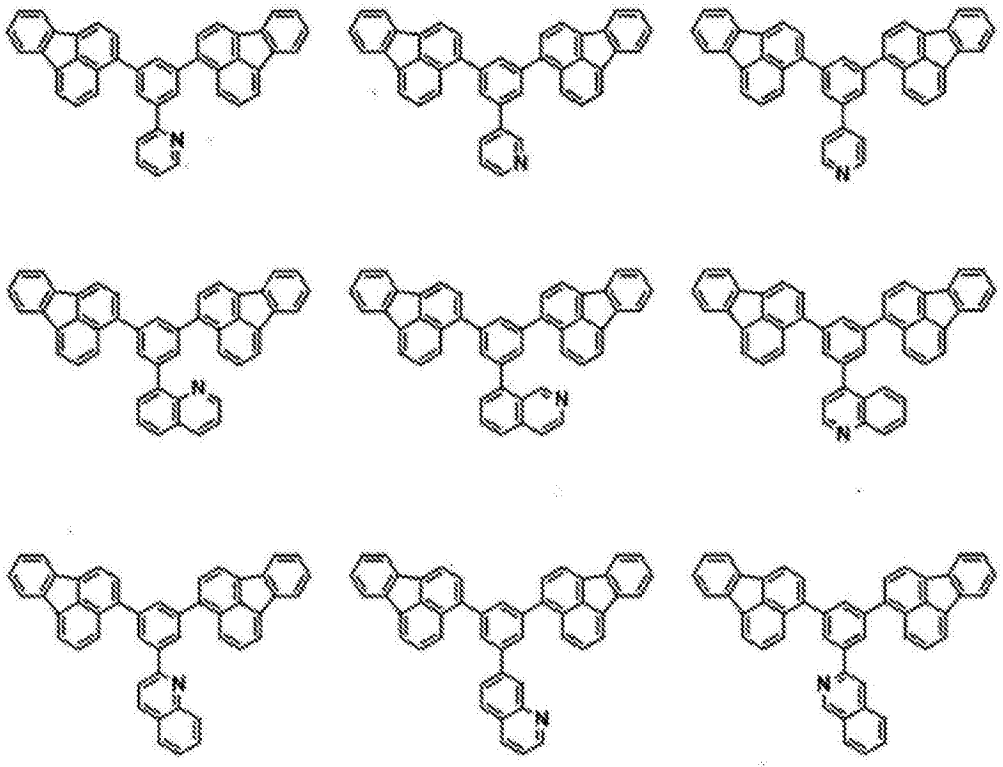
[0116] [化学式17]

[0117] 

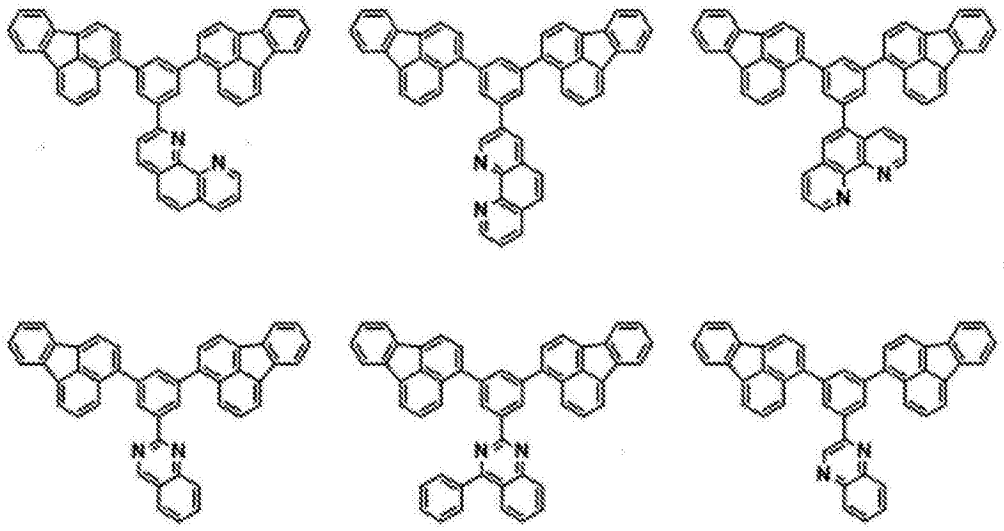
[0118] [化学式18]

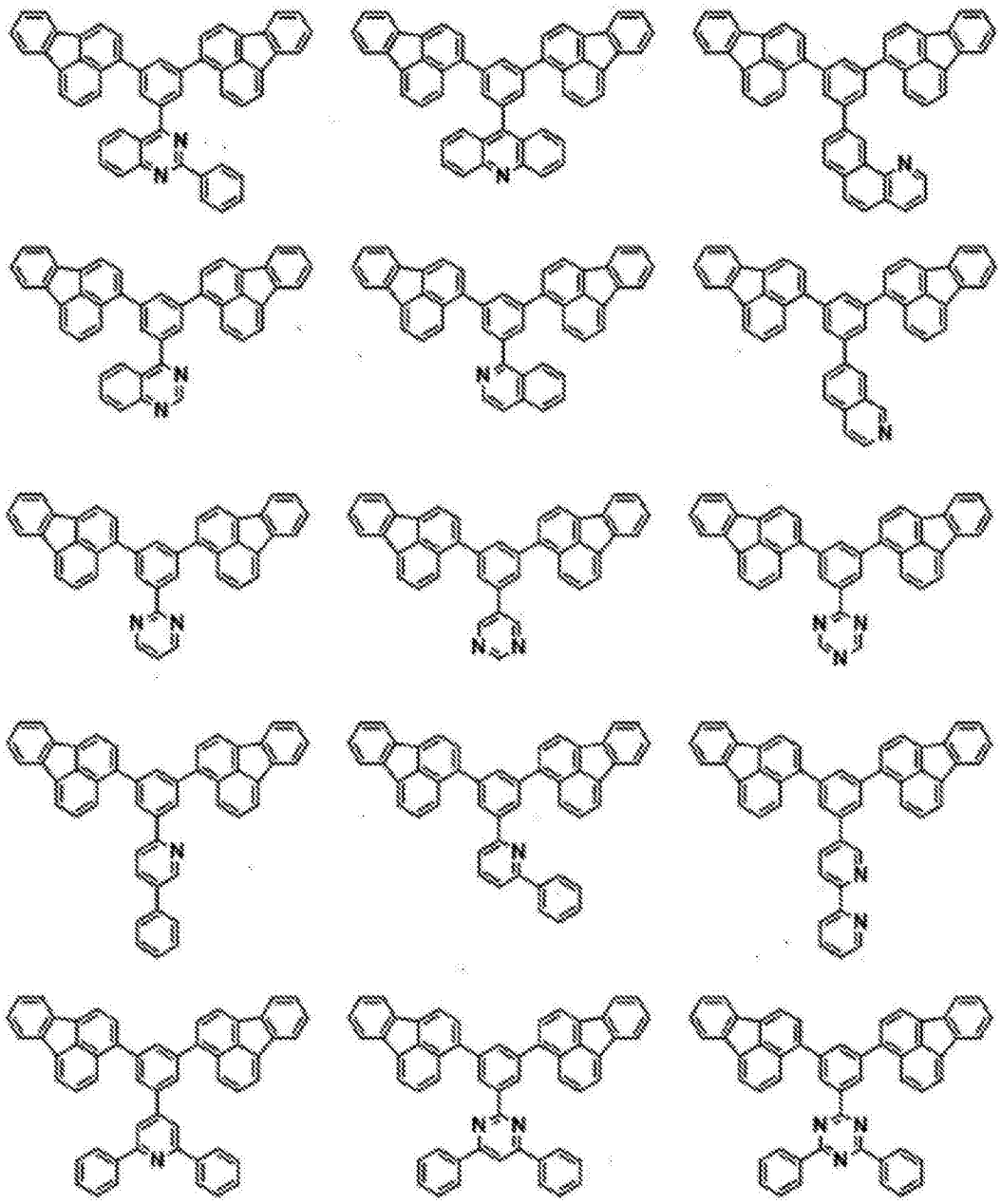


[0119]



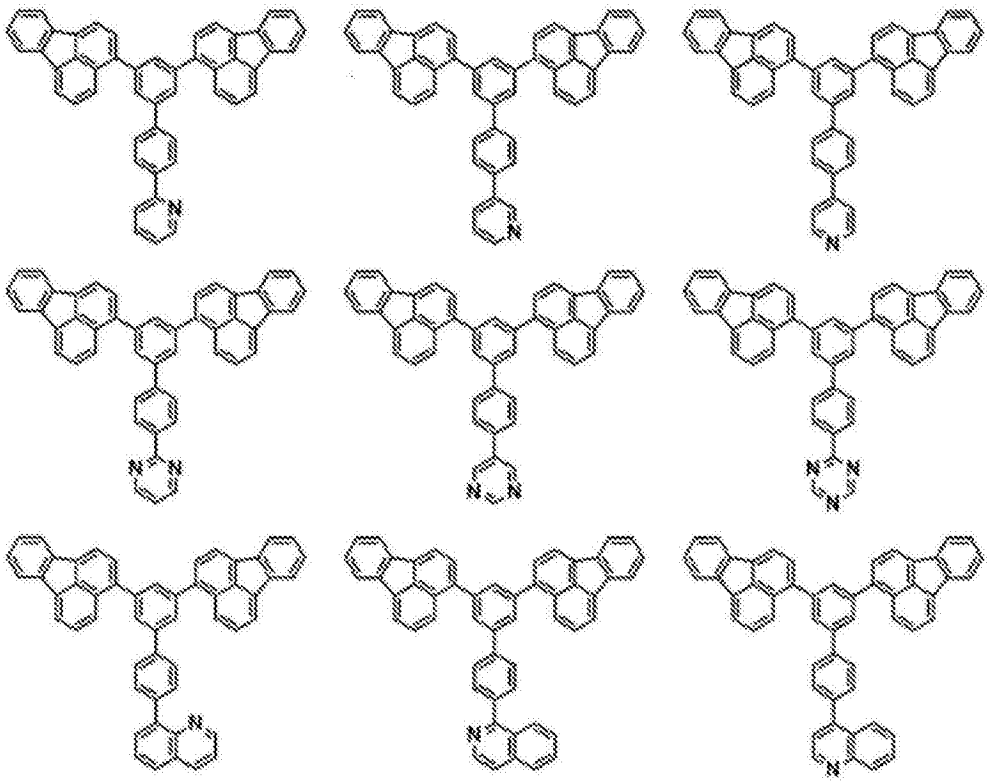
[0120] [化学式19]

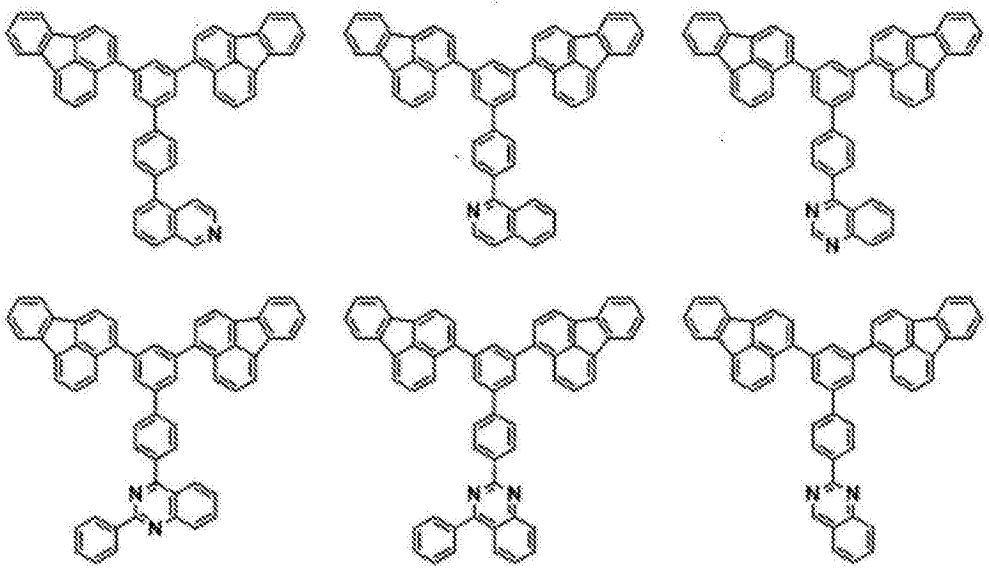


[0121] 

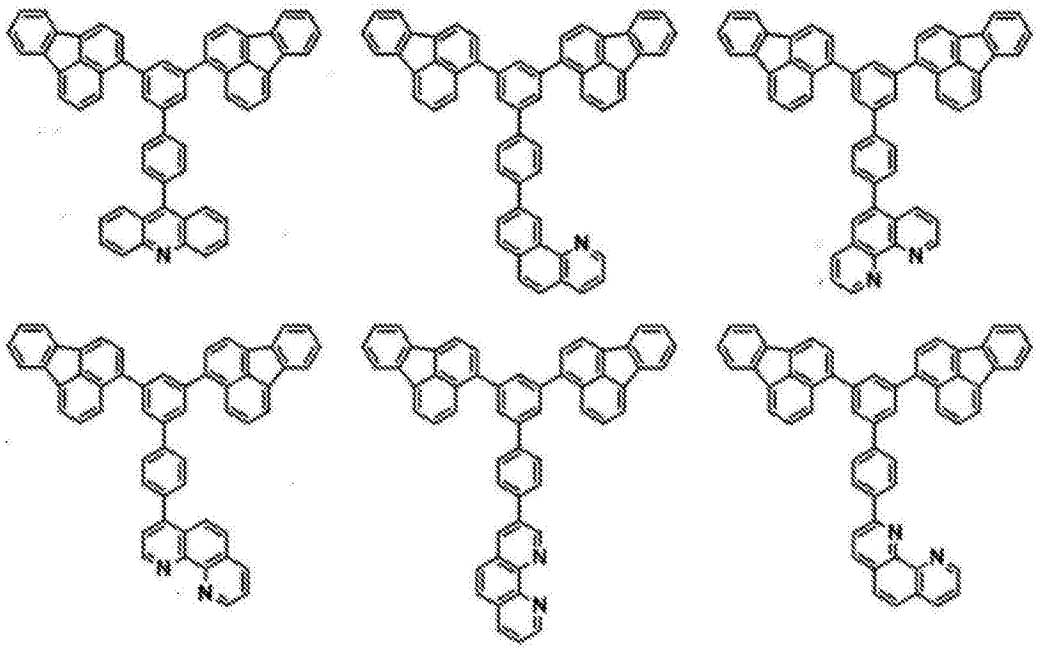
[0122] [化学式20]

[0123]

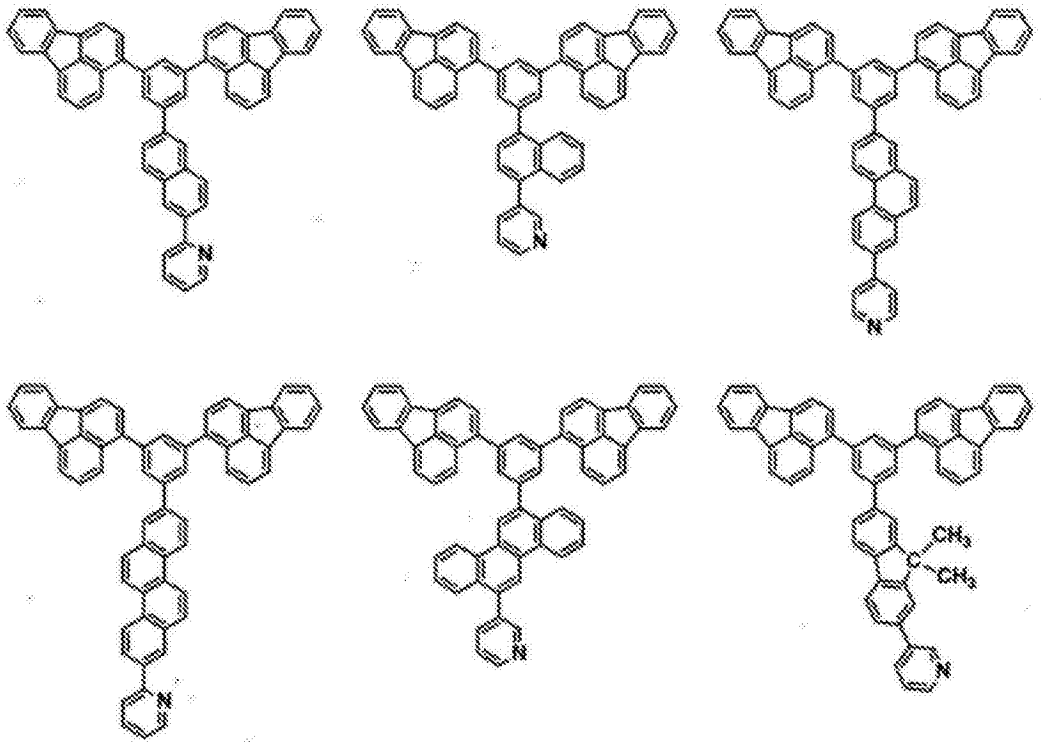




[0124] [化学式21]

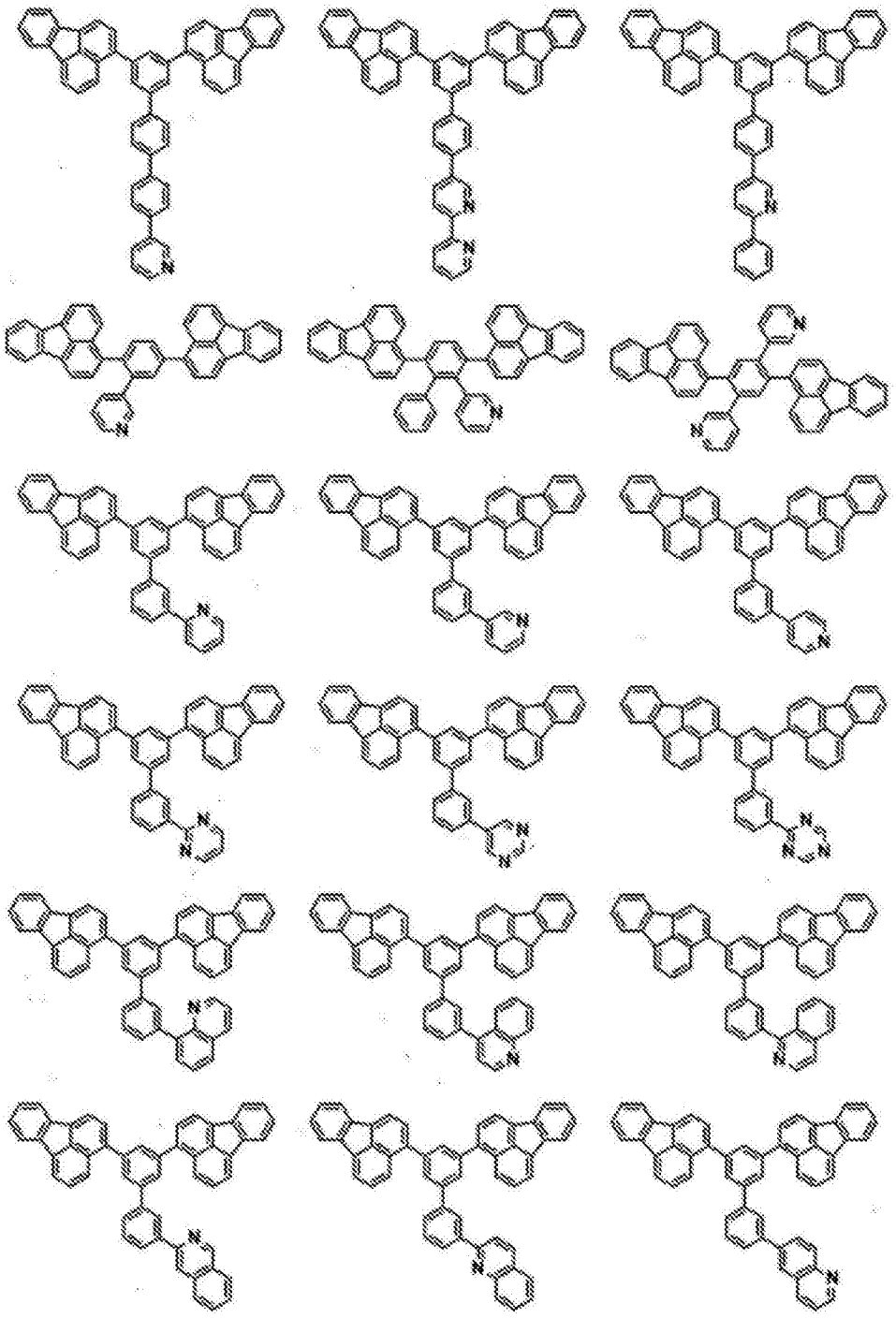


[0125]

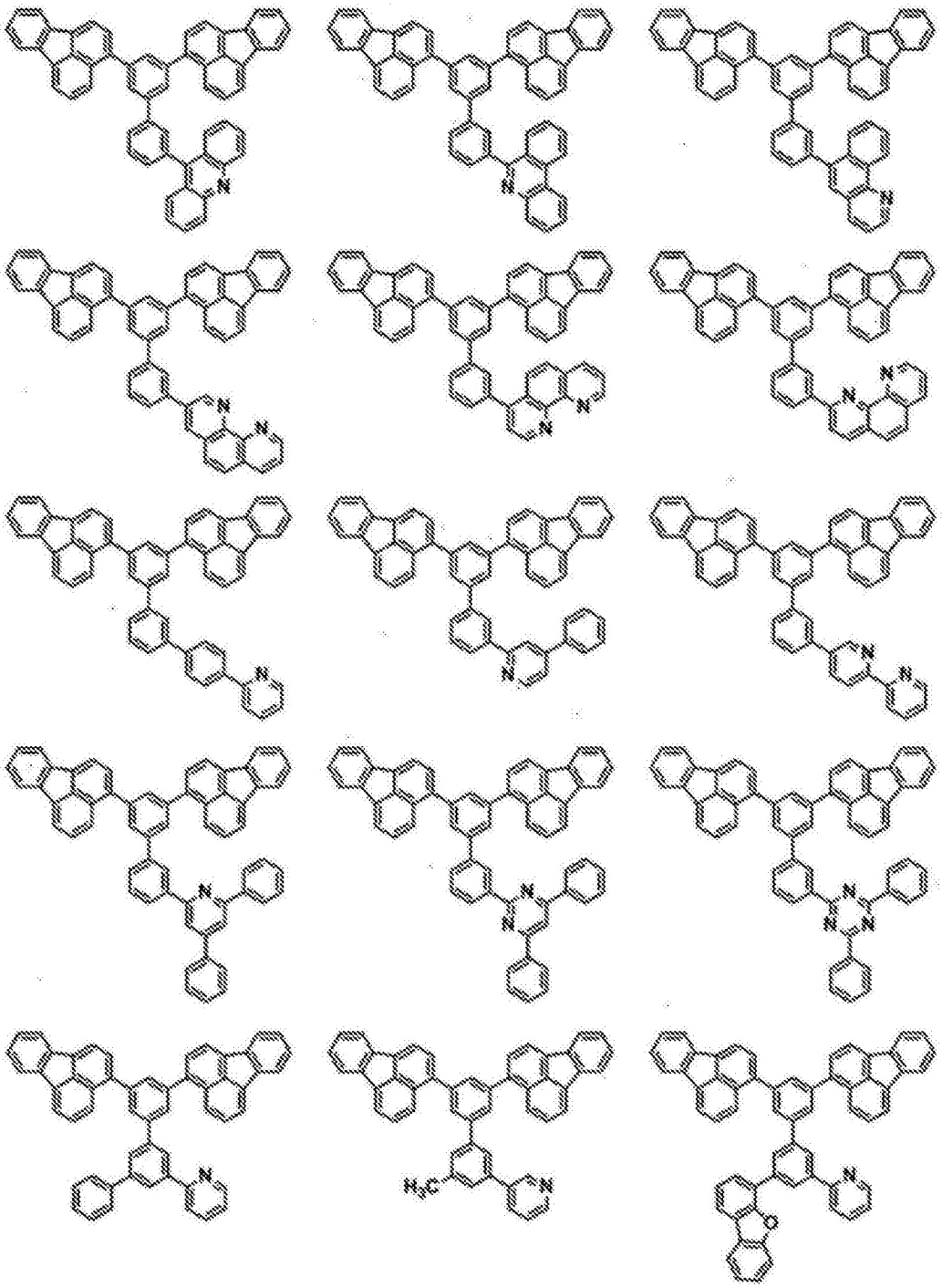


[0126] [化学式22]

[0127]

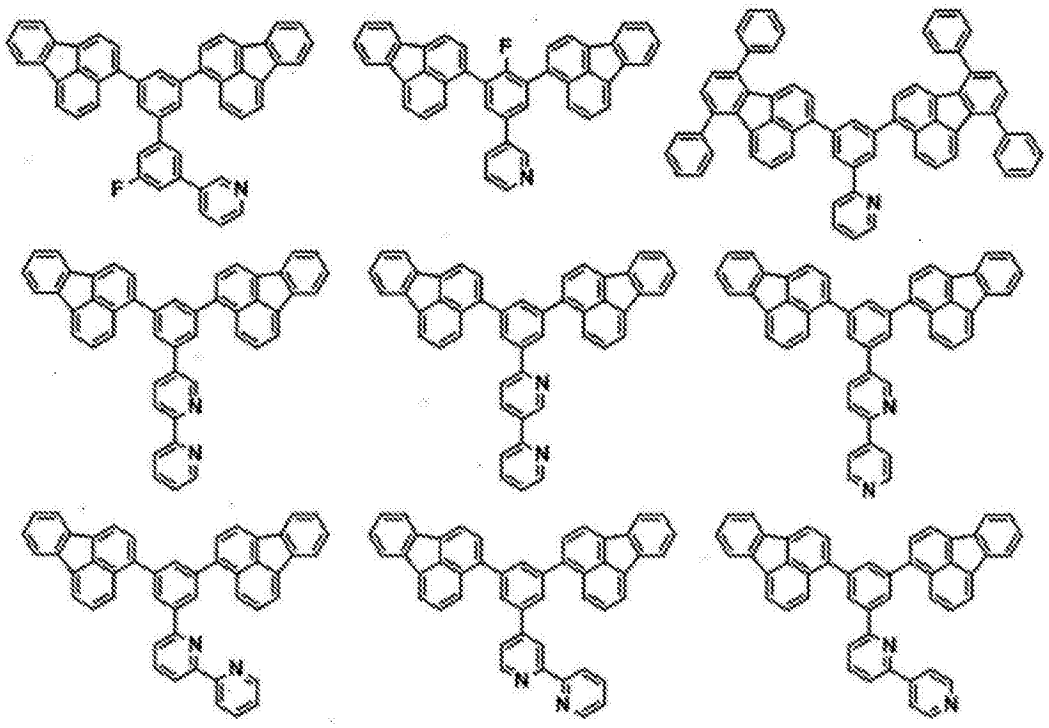


[0128] [化学式23]

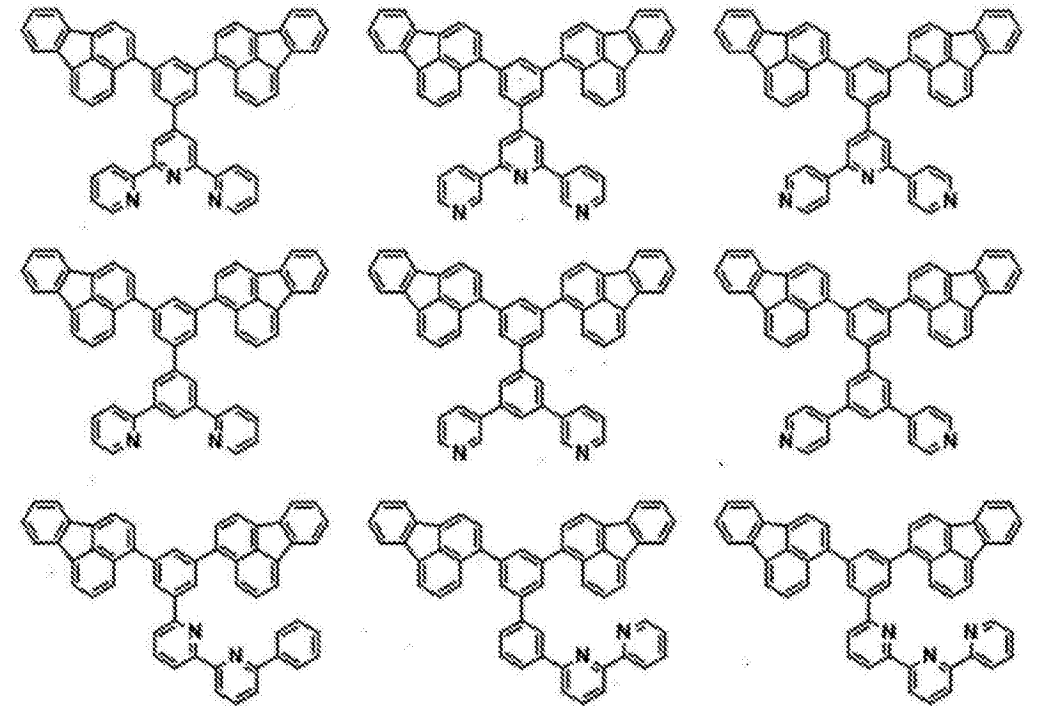
[0129] 

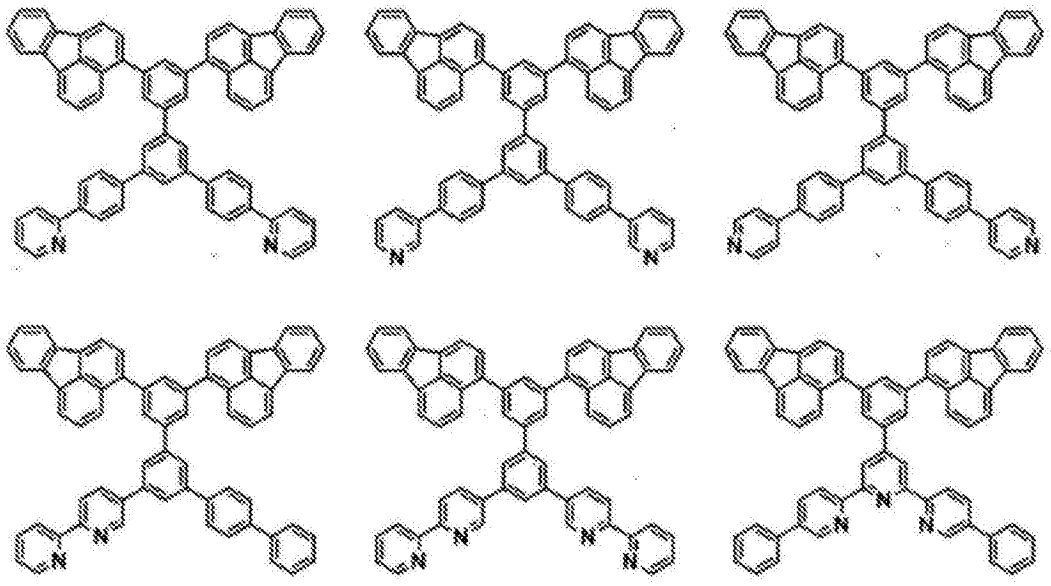
[0130] [化学式24]

[0131]

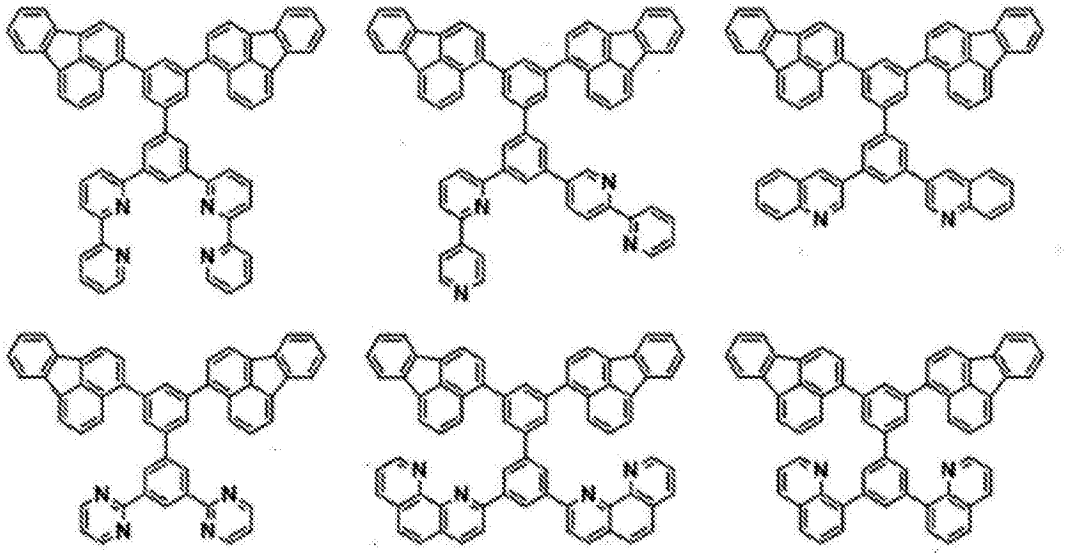


[0132] [化学式25]





[0133]



[0134] 本方法的荧蒽衍生物可使用已知的方法进行合成。作为向Ar导入$L^1-(L^2-(HAr)_y)_z$的方法，例如，可以举出利用在钯催化剂、镍催化剂的存在下，经取代或未取代的卤代荧蒽衍生物与经取代或未取代的$L^1-(L^2-(HAr)_y)_z$的偶联反应的方法；利用在钯催化剂、镍催化剂的存在下，经取代或未取代的荧蒽硼酸衍生物与经取代或未取代的$L^1-(L^2-(HAr)_y)_z$的偶联反应的方法；以及不使用卤代荧蒽衍生物、荧蒽硼酸衍生物，而是利用经取代或未取代的荧蒽衍生物与经取代或未取代的$L^1-(L^2-(HAr)_y)_z$的催化性碳-氢键活化偶联反应的方法，但不限于这些方法。另外，将Ar、L^1、L^2、HAr分别连接的方法也可以举出利用同样的偶联反应的方法，但不限于这些方法。另外，除了偶联反应以外，有时也利用环化反应。需要说明的是，在将$L^2-(HAr)_y$经由L^1导入荧蒽骨架的情况下，可以使用由$L^2-(HAr)_y$进行取代的芳基硼酸、杂芳基硼酸，或者使用由卤代芳基进行取代的荧蒽衍生物。另外，可以使用硼酸酯代替上述各种硼酸。

[0135] 本发明的荧蒽衍生物优选用于发光元件、光电转换元件、锂离子电池、燃料电池、晶体管等电子设备。本发明的荧蒽衍生物在电子设备中优选用作电子设备材料，特别地，在

发光元件、光电转换元件中，优选用作发光元件材料、光电转换元件材料。

[0136] 所谓发光元件材料，表示可用于发光元件的任意层的材料，如后文所述，除了为用于选自空穴传输层、发光层和电子传输层的层的材料以外，也包含用于电极的保护层(覆盖层)的材料。通过将本发明的荧蒽衍生物用于发光元件的任意层，可以获得高发光效率，且能够得到驱动电压低、具有高耐久性的发光元件。

[0137] 所谓光电转换元件材料，表示可用于光电转换元件的任意层的材料，如后文上述，是用于选自空穴提取层、光电转换层和电子提取层的层的材料。通过将本发明的化合物用于光电转换元件的任意层，能够得到高转换效率。

[0138] ＜光电转换元件＞

[0139] 光电转换元件具有阳极、阴极及介于所述阳极与阴极之间的有机层，光能在有机层中被转换为电信号。上述有机层优选至少具有光电转换层，此外，上述光电转换层更优选含有p型材料和n型材料。p型材料是供电子性(施主性)的材料，HOMO的能级浅，容易传输空穴。n型材料是吸电子性(受主性)的材料，LUMO的能级深，容易传输电子。可以将p型材料和n型材料层合，也可以将它们混合。

[0140] 对于有机层而言，除了仅包含光电转换层的结构以外，可以举出1)空穴提取层/光电转换层、2)光电转换层/电子提取层、3)空穴提取层/光电转换层/电子提取层等层合结构。所谓电子提取层，是为了将电子容易地从光电转换层提取至阴极而设置的层。通常被设置于光电转换层与阴极之间。所谓空穴提取层，是为将空穴容易地从光电转换层提取至阳极而设置的层，通常被设置于阳极与光电转换层之间。此外，上述各层分别为单层、复数层中的任一种。

[0141] 本发明的荧蒽衍生物可以在上述光电转换元件中用于任一层，由于具有高电子亲和性和薄膜稳定性，并且，在可见光区域具有强吸收，因此，优选用于光电转换层。特别地，由于具有优异的电子传输能力，因此优选用于光电转换层的n型材料。另外，本发明的荧蒽衍生物由于具有特别高的电子亲和性，因此，也可以适用于电子提取层。由此，电子从光电转换层提取至阴极的效率被提高，从而能够提高转换效率。

[0142] 光电转换元件可以用于光传感器。另外，本实施方式中的光电转换元件也可以用于太阳能电池。

[0143] ＜发光元件＞

[0144] 接下来，对本发明的发光元件的实施方式进行详细地说明。

[0145] 本发明的发光元件具有阳极、阴极及介于上述阳极与阴极之间的有机层，该有机层至少具有发光层和电子传输层，该有机层、特别是发光层利用电能进行发光。

[0146] 有机层除了仅由发光层/电子传输层形成的结构以外，还可以举出以下这样的层合结构：1)空穴传输层/发光层/电子传输层及2)空穴传输层/发光层/电子传输层/电子注入层、3)空穴注入层/空穴传输层/发光层/电子传输层/电子注入层等。此外，上述各层分别为单层、复数层中的任一种。另外，可以是具有复数的磷光发光层、荧光发光层的层合型，也可以是将荧光发光层和磷光发光层组合的发光元件。此外，可以将分别显示相互不同的发光颜色的发光层层合。

[0147] 另外，可以是将上述元件结构经由中间层层合复数层而得的串联(tandem)型。其中，优选至少一层为磷光发光层。上述中间层通常也被称为中间电极、中间导电层、电荷生

成层、电子脱出层、连接层、中间绝缘层，可以使用已知的材料结构。串联型的具体例可以举出例如4)空穴传输层/发光层/电子传输层/电荷生成层/空穴传输层/发光层/电子传输层、5)空穴注入层/空穴传输层/发光层/电子传输层/电子注入层/电荷生成层/空穴注入层/空穴传输层/发光层/电子传输层/电子注入层之类的在阳极与阴极之间包含电荷生成层作为中间层的层合结构。作为构成中间层的材料，具体而言优选使用吡啶衍生物、菲绕啉衍生物。

[0148] 对于本发明的荧蒽衍生物而言，在上述元件结构中，可以用于任意层，由于具有高电子注入传输能力、高荧光量子收率及高薄膜稳定性，因此优选用于发光元件的发光层、电子传输层或中间层。特别地，由于具有优异的电子注入传输能力，因此优选用于电子传输层或中间层。用于中间层的情况下，优选用于电荷生成层。上述层中，尤其能够适用于电子传输层。

[0149] (阳极及阴极)

[0150] 本发明的发光元件中，阳极和阴极具有用于供给足以使元件发光的电流的作用，为了导出光，优选至少一方为透明或半透明。通常，使形成在基板上的阳极为透明电极。

[0151] 对于阳极使用的材料而言，只要是能够将空穴高效地注入到有机层中的材料、并且为了导出光而为透明或半透明即可，可以举出氧化锡、氧化铟、氧化锡铟(ITO)、氧化锌铟(IZO)等导电性金属氧化物、或者金、银、铬等金属、碘化铜、硫化铜等无机导电性物质、聚噻吩、聚吡咯、聚苯胺等导电性聚合物等，没有特别限定，特别优选使用ITO玻璃、奈塞玻璃。上述电极材料可以单独使用，也可以将复数种材料层合或混合进行使用。对于透明电极的电阻而言，只要能够供给足以使元件发光的电流即可，因此没有限定，从元件功耗的观点考虑，优选为低电阻。例如，若是300Ω/□以下的ITO基板则作为元件电极发挥作用，但现在10Ω/□左右的基板的供给也成为可能，因此特别优选使用20Ω/□以下的低电阻的基板。ITO的厚度可以对应于电阻值而任意选择，但通常多以100～300nm之间的厚度进行使用。

[0152] 此外，为了保持发光元件的机械强度，优选在基板上形成发光元件。基板可适用钠玻璃、无碱玻璃等玻璃基板。玻璃基板的厚度只要是足以保持机械强度的厚度即可，因此只要为0.5mm以上则足够。对于玻璃的材质，由于从玻璃溶出的离子较少为好，因此优选无碱玻璃。另外，由于施加了SiO_2等隔离涂层的钠钙玻璃也已市售，因此也可以使用这种钠钙玻璃。进而，只要第一电极稳定地发挥作用，则基板不必为玻璃，例如，也可以在塑料基板上形成阳极。ITO膜形成方法可以为电子束法、溅射法及化学反应法等，没有特别限定。

[0153] 阴极使用的材料只要是能够将电子高效地注入到发光层的物质即可，没有特别限定。通常优选铂、金、银、铜、铁、锡、铝、铟等金属，或这些金属与锂、钠、钾、钙、镁等低功函数金属形成的合金、多层层合等。其中，作为主要成分，从电阻值、制膜容易程度、膜的稳定性、发光效率等方面考虑，优选铝、银、镁。若由镁和银构成，则变得容易向本发明中的电子传输层及电子注入层中注入电子，低电压驱动成为可能，故特别优选。

[0154] 进而，为了保护阴极，作为优选例可以举出将铂、金、银、铜、铁、锡、铝及铟等金属、或使用了上述金属的合金、二氧化硅、二氧化钛及氮化硅等无机物、聚乙烯醇、聚氯乙烯、烃系高分子化合物等有机高分子化合物层合在阴极上，作为保护膜层。另外，本发明的荧蒽衍生物也可以用作该保护膜层(覆盖层)。其中，对于从阴极侧导出光的元件结构(顶部发光结构)的情况而言，保护膜层选自在可见光区域具有透光性的材料。上述电极的制作方法为电

阻加热法、电子束法、溅射法、离子镀法及涂布法等，没有特别限制。

[0155] (空穴传输层)

[0156] 空穴传输层通过将一种或二种以上的空穴传输材料进行层合或混合的方法、或者使用空穴传输材料和高分子粘结剂的混合物的方法而形成。另外，空穴传输材料必须在被赋予了电场的电极之间效率良好地传输来自正极的空穴，优选空穴注入效率高、效率良好地传输被注入的空穴。因此，要求为下述物质：具有合适的电离电势，并且空穴迁移率大，而且稳定性优异，在制造时及使用时不易产生成为阱的杂质。

[0157] 作为满足上述条件的物质，没有特别限定，例如，可以举出4,4'-双(N-(3-甲基苯基)-N-苯基氨基)联苯(TPD)、4,4'-双(N-(1-萘基)-N-苯基氨基)联苯(NPD)、4,4'-双(N,N-双(4-联苯基)氨基)联苯(TBDB)，双(N,N'-二苯基-4-氨基苯基)-N,N-二苯基-4,4'-二氨基-1,1'-联苯(TPD232)之类的联苯胺衍生物、4,4',4"-三(3-甲基苯基(苯基)氨基)三苯基胺(m-MTDATA)、4,4',4"-三(1-萘基(苯基)氨基)三苯基胺(1-TNATA)等被称为树状芳基胺的材料组、具有咔唑骨架的材料。

[0158] 其中优选咔唑多聚体、具体而言为双(N-芳基咔唑)或双(N-烷基咔唑)等咔唑二聚体的衍生物、咔唑三聚体的衍生物、咔唑四聚体的衍生物、苯并菲化合物、吡唑啉衍生物、芪系化合物、腙系化合物、苯并呋喃衍生物、噻吩衍生物、噁二唑衍生物、酞菁衍生物、卟啉衍生物等杂环化合物、富勒烯衍生物，聚合物系中优选在侧链上具有上述单体的聚碳酸酯、苯乙烯衍生物、聚噻吩、聚苯胺、聚芴、聚乙烯基咔唑及聚硅烷等。此外，也可以使用p型Si、p型SiC等无机化合物。本发明的荧蒽衍生物的电化学稳定性也优异，因此，可以用作空穴传输材料。

[0159] 本发明的荧蒽衍生物的电子注入传输特性优异，因此，在将其用于电子传输层的情况下，有电子不在发光层再结合、部分漏至空穴传输层的可能性。因此，空穴传输层优选使用电子阻挡性优异的化合物。其中，包含咔唑骨架的化合物由于电子阻挡性优异、能够有助于发光元件的高效率化，故优选。此外，上述包含咔唑骨架的化合物优选包含咔唑二聚体、咔唑三聚体、或咔唑四聚体骨架。其目的在于，兼具良好的电子阻挡性和空穴注入传输特性。

[0160] 此外，将包含咔唑骨架的化合物用于空穴传输层时，更优选组合的发光层含有后述的磷光发光材料。这是因为，上述具有咔唑骨架的化合物也具有高的三线态激子阻挡功能，在与磷光发光材料组合时能够实现高发光效率。另外，若将在具有高空穴迁移率的方面优异的包含苯并菲骨架的化合物用于空穴传输层，则载流子平衡提高，能够得到发光效率提高、耐久寿命提高等效果，故优选。若包含苯并菲骨架的化合物具有2个以上二芳基氨基，则进一步优选。上述包含咔唑骨架的化合物、或包含苯并菲骨架的化合物可以分别单独用作空穴传输层，也可以彼此混合使用。另外，可以在不损害本发明的效果的范围内混合其他的材料。另外，空穴传输层由复数层构成的情况下，可以在任一层中含有包含咔唑骨架的化合物、或者包含苯并菲骨架的化合物。

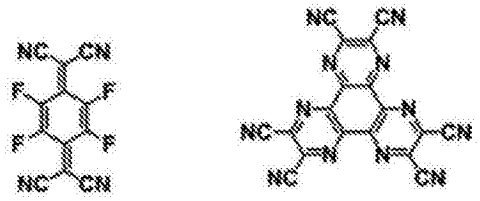
[0161] (空穴注入层)

[0162] 可以在阳极和空穴传输层之间设置空穴注入层。通过设置空穴注入层，发光元件的驱动电压降低，耐久寿命也提高。较之通常用于空穴传输层的材料而言，空穴注入层优选使用电离电势小的材料。具体而言，可以举出上述TPD232那样的联苯胺衍生物、树状芳基胺

材料组，此外，也可以使用酞菁衍生物等。并且，该空穴注入层优选由受主性化合物单独构成或者在其他空穴传输材料中掺杂受主性化合物进行使用。作为受主性化合物的例子，可以举出氯化铁(III)、氯化铝、氯化镓、氯化铟、氯化锑这样的金属氯化物、氧化钼、氧化钒、氧化钨、氧化钌这样的金属氧化物、六氯锑酸三(4-溴苯基)铵(TBPAH)这样的电荷转移络合物。另外，也可以适当使用分子内具有硝基、氰基、卤素或三氟甲基的有机化合物、醌系化合物、酸酐系化合物、富勒烯等。作为上述化合物的具体例，可以举出六氰基丁二烯、六氰基苯、四氰基乙烯、四氰基醌二甲烷(TCNQ)、四氟四氰基醌二甲烷(F4-TCNQ)、2,3,6,7,10,11-六氰基-1,4,5,8,9,12-六氮杂苯并菲(HAT-CN_6)、四氟对苯醌、四氯对苯醌、四溴对苯醌、对苯醌、2,6-二氯苯醌、2,5-二氯苯醌、四甲基苯醌、1,2,4,5-四氰基苯、邻二氰基苯、对二氰基苯、1,4-二氰基四氟苯、2,3-二氯-5,6-二氰基苯醌、对二硝基苯、间二硝基苯、邻二硝基苯、对氰基硝基苯、间氰基硝基苯、邻氰基硝基苯、1,4-萘醌、2,3-二氯萘醌、1-硝基萘、2-硝基萘、1,3-二硝基萘、1,5-二硝基萘、9-氰基蒽、9-硝基蒽、9,10-蒽醌、1,3,6,8-四硝基咔唑、2,4,7-三硝基-9-芴酮、2,3,5,6-四氰基吡啶、马来酸酐、邻苯二甲酸酐、C_{60}、及C_{70}等。

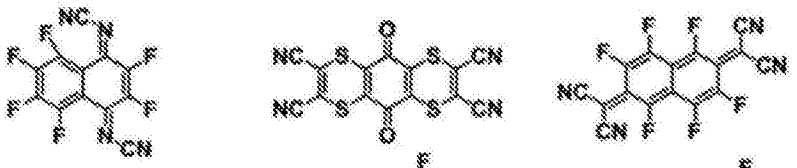
[0163] 上述物质中，金属氧化物、含氰基的化合物容易操作，也容易蒸镀，因此容易获得上述效果，故优选。作为金属氧化物的优选例，可以举出氧化钼、氧化钒、或氧化钌。在包含氰基的化合物中，以下化合物由于是强电子受体，故而更优选：(a)在分子内除了氰基的氮原子以外至少含1个电子接受性氮的化合物；(b)在分子内具有卤素和氰基这二者的化合物；(c)在分子内具有羰基和氰基这二者的化合物；或(d)在分子内具有卤素和氰基这二者，并且除了氰基的氮原子以外至少含有1个电子接受性氮的化合物。作为这样的化合物，具体可以举出以下所示的化合物。

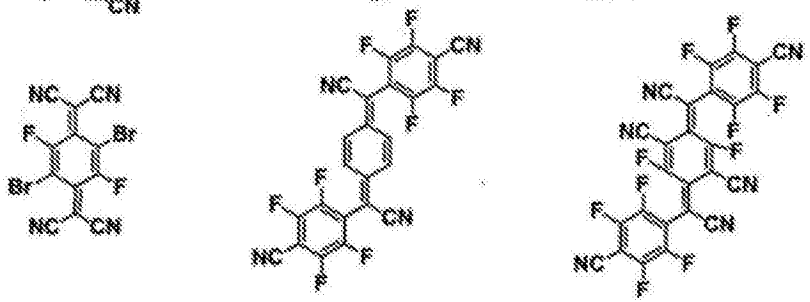
[0164] [化学式26]

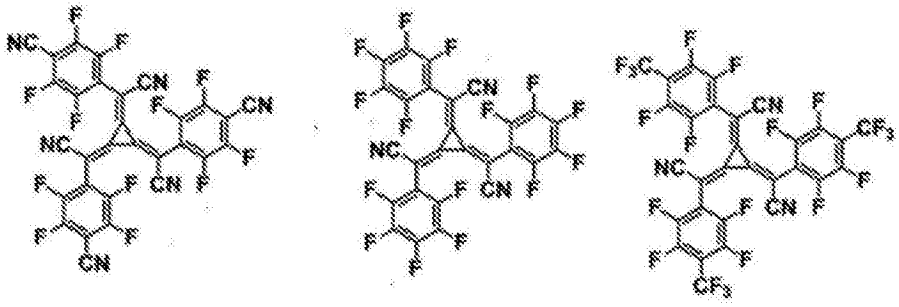




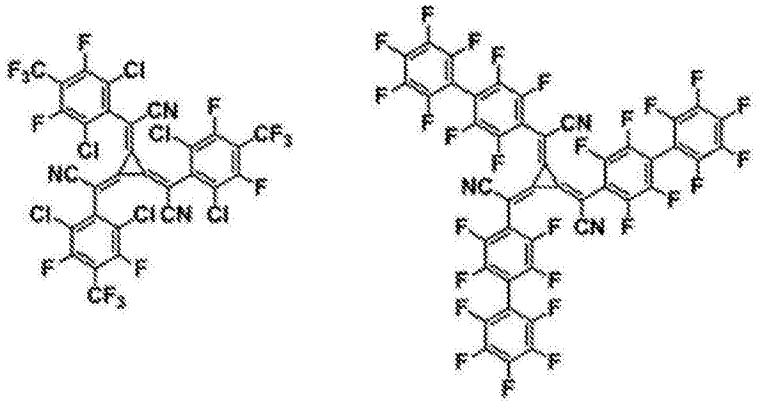
[0165]



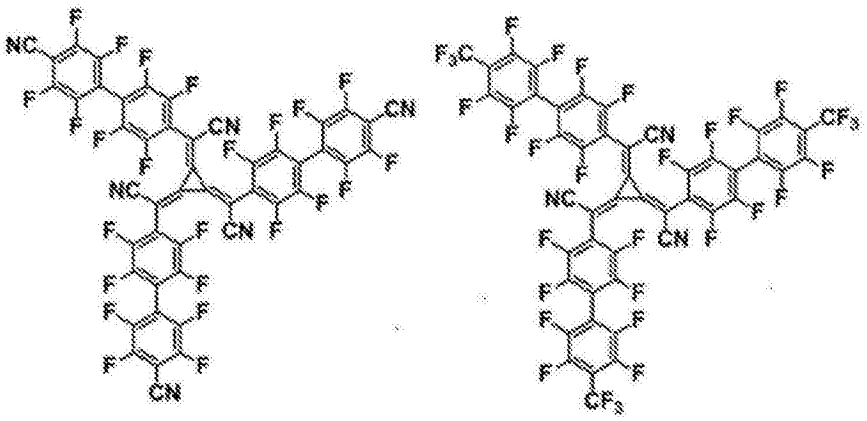




[0166] [化学式27]



[0167]



[0168] 空穴注入层由受主性化合物单独构成的情况下、或在空穴注入层中掺杂有受主性化合物的情况的任一情况下，空穴注入层可以为一层，也可以将复数层进行层合。另外，受主化合物被掺杂的情况下，对于组合使用的空穴注入材料而言，从能够缓和向空穴传输层的空穴注入势垒的观点考虑，更优选为与用于空穴传输层的化合物相同的化合物。

[0169] (发光层)

[0170] 发光层为单层或复数层均可，分别通过发光材料(主体材料、掺杂剂材料)形成，可以为主体材料与掺杂剂材料的混合物，也可以仅为主体材料，均可。即，对于本发明的发光元件而言，各发光层中，可以仅主体材料或者掺杂剂材料发光，也可以主体材料和掺杂剂材料均发光。从高效利用电能、得到高色纯度的发光的观点考虑，优选发光层由主体材料和掺杂剂材料的混合形成。另外，主体材料和掺杂剂材料分别可以为一种，也可以为多种的组合，均可。掺杂剂材料可以包含在全部主体材料中，也可以包含在部分主体材料中，均可。掺杂剂材料可以层合，也可以分散，均可。掺杂剂材料能够控制发光颜色。掺杂剂材料的量过多时能够引起浓度淬灭(concentration quenching)现象，因此相对于主体材料优选使用20重量％以下，进一步优选为10重量％以下。对于掺杂方法，可以通过与主体材料的共蒸镀法而形成，也可以与主体材料预先混合之后同时进行蒸镀。

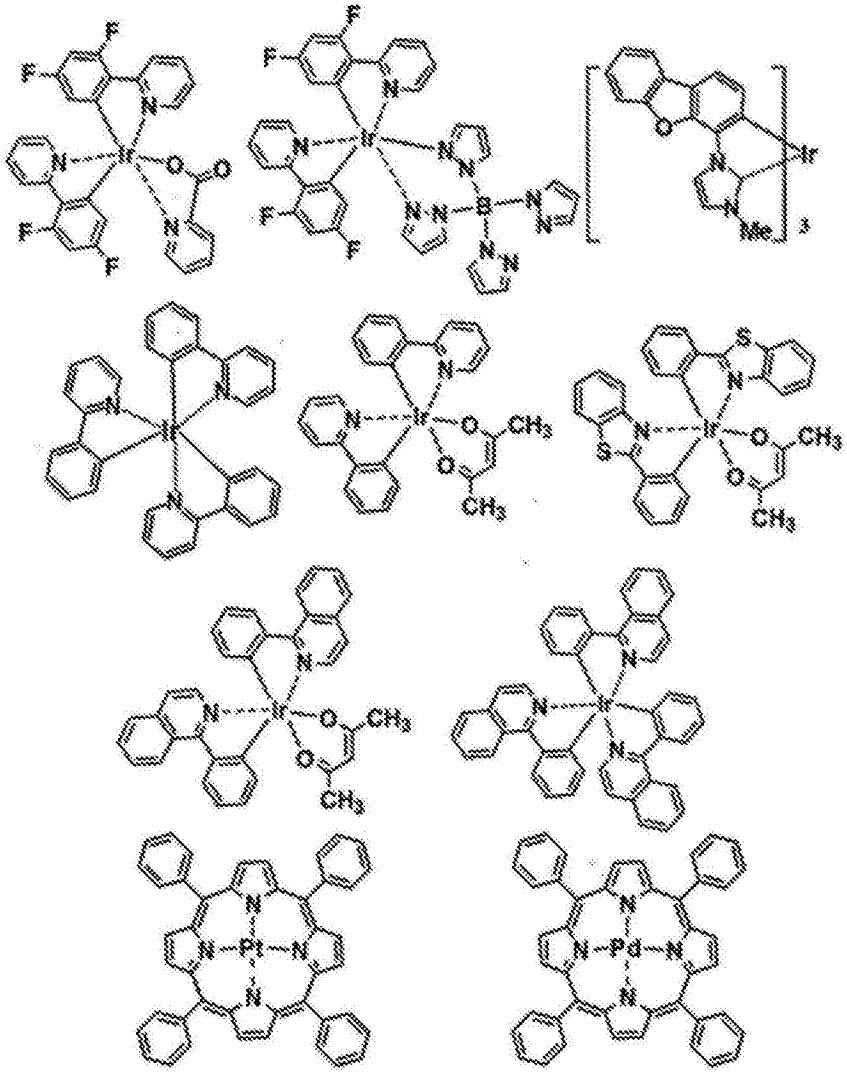
[0171] 对于发光材料，具体而言，可使用以前作为发光体已知的蒽、芘等稠环衍生物、以三(8-羟基喹啉)铝为代表的金属螯合化羟基喹啉酮(oxinoid)化合物、双苯乙烯基蒽衍生物、联苯乙烯基苯衍生物等双苯乙烯基衍生物、四苯基丁二烯衍生物、茚衍生物、香豆素衍生物、噁二唑衍生物、吡咯并吡啶衍生物、紫环酮衍生物、环戊二烯衍生物、噁二唑衍生物、噻二唑并吡啶衍生物、二苯并呋喃衍生物、咔唑衍生物、吲哚并咔唑衍生物、聚合物体系中的聚对苯乙炔衍生物、聚对苯撑衍生物、以及聚噻吩衍生物等，没有特别限定。

[0172] 对于发光材料中含有的主体材料而言，没有特别限定，可以使用萘、蒽、菲、芘、䓛、并四苯、苯并菲、苉、荧蒽、芴、茚等具有缩合芳基环的化合物、其衍生物、N,N'-二萘基-N,N'-二苯基-4,4'-二苯基-1,1'-二胺等芳香族胺衍生物、以三(8-羟基喹啉)铝(III)为代表的金属螯合化羟基喹啉酮化合物、联苯乙烯基苯衍生物等双苯乙烯基衍生物、四苯基丁二烯衍生物、茚衍生物、香豆素衍生物、噁二唑衍生物、吡咯并吡啶衍生物、紫环酮衍生物、环戊二烯衍生物、吡咯并吡咯衍生物、噻二唑并吡啶衍生物、二苯并呋喃衍生物、咔唑衍生物、吲哚并咔唑衍生物、三嗪衍生物、聚合物体系中的聚对苯乙炔衍生物、聚对苯撑衍生物、聚芴衍生物、聚乙烯咔唑衍生物、聚噻吩衍生物等，没有特别限定。另外，掺杂剂材料没有特别限定，可使用萘、蒽、菲、芘、䓛、苯并菲、苉、荧蒽、芴、茚等具有缩合芳基环的化合物、其衍生物(例如，2-(苯并噻唑-2-基)-9,10-二苯基蒽、5,6,11,12-四苯基并四苯等)、呋喃、吡咯、噻吩、噻咯、9-硅杂芴、9,9'-螺二硅杂芴、苯并噻吩、苯并呋喃、吲哚、二苯并噻吩、二苯并呋喃、咪唑并吡啶、菲绕啉、吡啶、吡嗪、萘啶、喹喔啉、吡咯并吡啶、噻吨等具有杂芳基环的化合物、它们的衍生物、硼烷衍生物、二苯乙烯基苯衍生物、4,4'-双(2-(4-二苯基氨基苯基)乙烯基)联苯、4,4'-双(N-(芘-4-基)-N-苯基氨基)芪等氨基苯乙烯基衍生物、芳香族乙炔衍生物、四苯基丁二烯衍生物、芪衍生物、醛连氮衍生物、吡咯甲川衍生物、二酮吡咯并[3,4-c]吡咯衍生物、2,3,5,6-1H,4H-四氢-9-(2'-苯并噻唑基)喹嗪并[9,9a,1-gh]香豆素等香豆素衍生物、咪唑、噻唑、噻二唑、咔唑、噁唑、噁二唑、三唑等唑衍生物及其金属络合物及以N,N'-二苯基-N,N'-二(3-甲基苯基)-4,4'-二苯基-1,1'-二胺为代表的芳香族胺衍生物等。

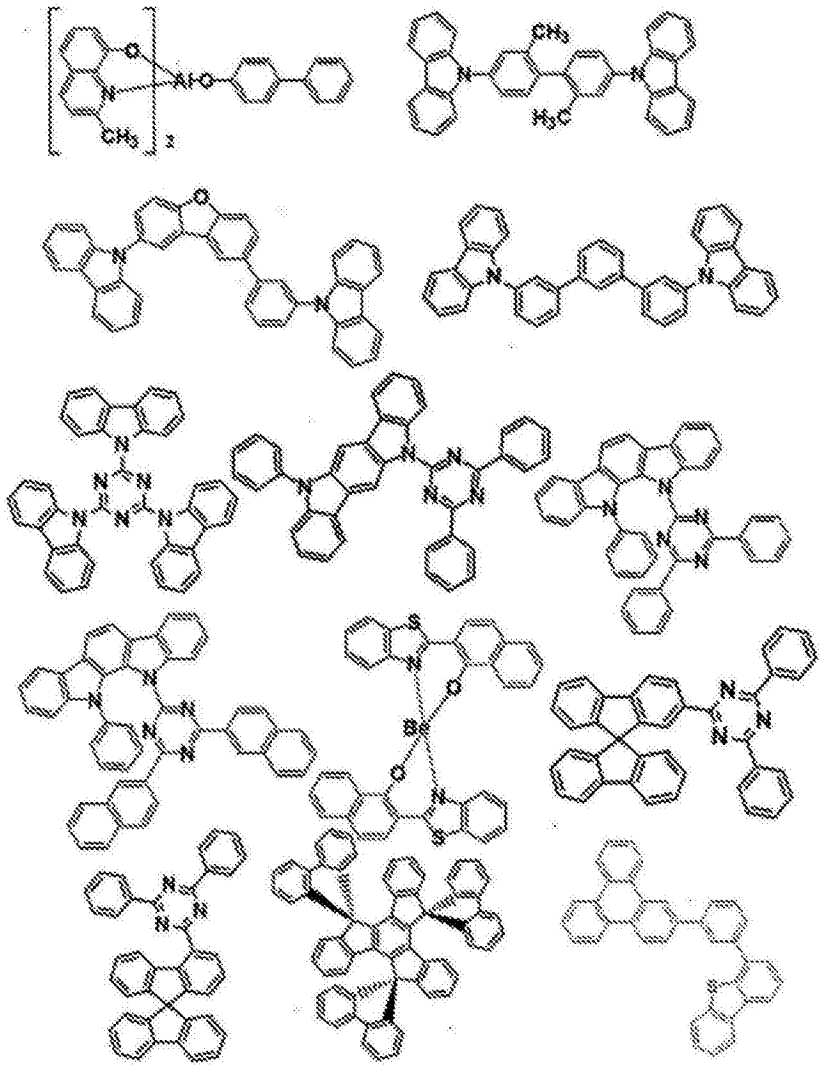
[0173] 另外，发光层中可以含有磷光发光材料。所谓磷光发光材料，是在室温下也呈现磷光发光的材料。将磷光发光材料用作掺杂剂的情况下，基本上需要在室温下也能够得到磷光发光，但没有特别限定，优选为含有选自铱(Ir)、钌(Ru)、铑(Rh)、钯(Pd)、铂(Pt)、锇(Os)、及铼(Re)组成的组中的至少一种金属的有机金属络合物化合物。其中，从在室温下也具有高磷光发光收率的观点考虑，更优选含铱或者铂的有机金属络合物。作为与磷光发光性的掺杂剂组合使用的主体，适用吲哚衍生物、咔唑衍生物、吲哚并咔唑衍生物、具有吡啶、嘧啶、三嗪骨架的含氮芳香族化合物衍生物、聚芳基苯衍生物、螺芴衍生物、三聚茚衍生物、苯并菲衍生物等芳香族烃化合物衍生物、二苯并呋喃衍生物、二苯并噻吩衍生物等含有硫属元素的化合物、羟基喹啉铍络合物等有机金属络合物等，基本而言只要较之使用的掺杂剂而言三线态能量更大，电子、空穴被从各自的传输层顺畅地注入并传输即可，并不限于上述化合物。另外，可以含有2种以上的三线态发光掺杂剂，也可以含有2种以上的主体材料。还可以含有1种以上的三线态发光掺杂剂和1种以上的荧光发光掺杂剂。

[0174] 作为优选的磷光发光性主体或掺杂剂，没有特别限定，具体而言，可以举出如下的例子。

[0175] [化学式28]

[0176] 

[0177] [化学式29]

[0178] 

[0179] 另外，发光层中可以含有热激活延迟荧光材料。热激活延迟荧光材料通常也被称为TADF材料，其由于单线态激发状态的能级和三线态激发状态能级的能隙较小，从而促进从三线态激发状态向单线态激发状态的逆系间窜越，提高了单线态激子生成概率。热激活延迟荧光材料可以是以单一材料呈现热激活延迟荧光，也可以是通过复数的材料呈现热激活延迟荧光。使用的热激活延迟荧光材料可以是单一的材料，也可以是复数的材料，可以使用已知的材料。具体而言，例如，可以举出苄腈衍生物、三嗪衍生物、二亚砜衍生物、咔唑衍生物、吲哚并咔唑衍生物、二氢吩嗪衍生物、噻唑衍生物、噁二唑衍生物等。

[0180] 本发明的荧蒽衍生物具有高发光性能，因此也可以用作发光材料。本发明的荧蒽衍生物在蓝色～绿色区域(400～600nm区域)呈现强发光，因此可以优选用作蓝色及绿色发光材料。本发明的荧蒽衍生物具有高荧光量子收率，因此适合用作荧光掺杂剂材料。另外，荧蒽骨架具有高三线态能量能级，因此可以优选用作磷光主体。特别地，可以优选用于绿色磷光主体、红色磷光主体。

[0181] (电子传输层)

[0182] 本发明中，电子传输层是位于阴极和发光层之间的层。电子传输层可以是单层也可以是复数层，可以与阴极或者发光层接触，也可以不接触。对于电子传输层而言，期望来自阴极的电子注入效率高、效率良好地传输被注入的电子、向发光层)的电子注入效率高。

因此，电子传输层优选为由下述物质构成：电子亲和力大，并且电子迁移率大，而且稳定性优异，在制造时及使用时不易产生成为阱的杂质。但是，考虑到空穴和电子的传输平衡时，若电子传输层主要起到能够高效地阻止来自阳极的空穴不进行再结合地向阴极侧流动的作用，则即使由电子传输能力并非那么高的材料构成，提高发光效率的效果也与由电子传输能力高的材料构成时相同。因此，本发明中的电子传输层还作为与能够高效地阻止空穴移动的空穴阻止层同义的层而被含有。

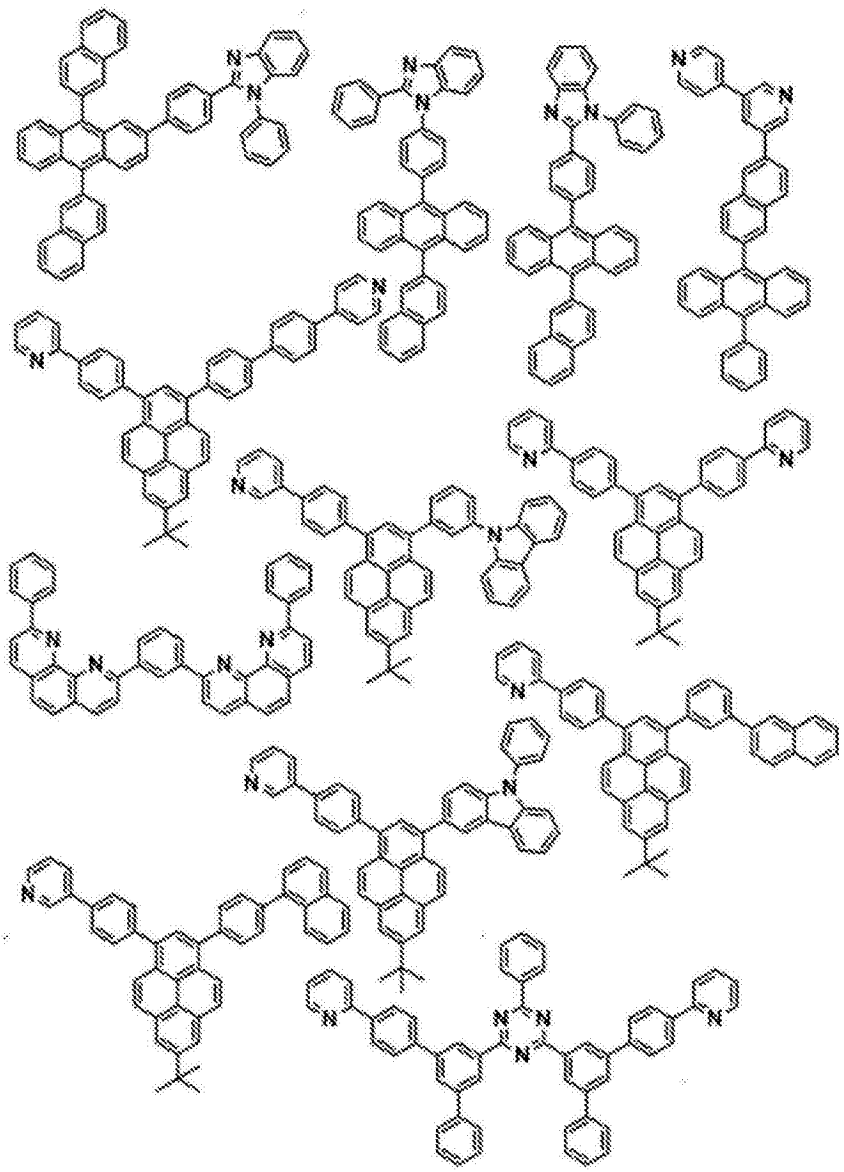
[0183] 作为用于电子传输层中的电子传输材料，可以举出萘、蒽等稠合多环芳香族衍生物、以4,4'-双(二苯基乙烯基)联苯为代表的苯乙烯基系芳香环衍生物、蒽醌、联苯醌(Diphenoquinone)等醌衍生物、氧化膦衍生物、三(8-羟基喹啉)铝(III)等羟基喹啉络合物、苯并羟基喹啉络合物、羟基唑络合物、偶氮甲碱络合物、环庚三烯酚酮金属络合物及黄酮醇金属络合物等各种金属络合物，但从降低驱动电压、得到高效率发光的方面考虑，优选使用具有芳香族杂环结构的化合物，上述芳香族杂环结构由选自碳、氢、氮、氧、硅、磷中的元素构成且含有电子接受性氮。

[0184] 作为具有含有电子接受性氮的芳香族杂环结构的化合物，例如，可以举出吡啶环、吡嗪环、嘧啶环、喹啉环、喹喔啉环、萘啶环、嘧啶并嘧啶环、苯并喹啉环、菲绕啉环、咪唑环、噁唑环、噁二唑环、三唑环、噻唑环、噻二唑环、苯并噁唑环、苯并噻唑环、苯并咪唑环、菲并咪唑环等。

[0185] 作为这些具有含有电子接受性氮的芳香族杂环的化合物，例如，可以举出苯并咪唑衍生物、苯并噁唑衍生物、苯并噻唑衍生物、噁二唑衍生物、噻二唑衍生物、三唑衍生物、吡嗪衍生物、菲绕啉衍生物、喹喔啉衍生物、喹啉衍生物、苯并喹啉衍生物、联吡啶、三吡啶等寡聚吡啶衍生物、喹喔啉衍生物及萘啶衍生物等作为优选的化合物。其中，从电子传输能力的观点考虑，优选使用三(N-苯基苯并咪唑-2-基)苯等咪唑衍生物、1,3-双[(4-叔丁基苯基)1,3,4-噁二唑基]苯撑等噁二唑衍生物、N-萘基-2,5-二苯基-1,3,4-三唑等三唑衍生物、浴铜灵、1,3-双(1,10-菲绕啉-9-基)苯等菲绕啉衍生物、2,2'-双(苯并[h]喹啉-2-基)-9,9'-螺二芴等苯并喹啉衍生物、2,5-双(6'-(2',2"-联吡啶基))-1,1-二甲基-3,4-二苯基噻咯等联吡啶衍生物、1,3-双(4'-(2,2':6'2"-三吡啶基))苯等三吡啶衍生物、双(1-萘基)-4-(1,8-萘啶-2-基)苯基氧化膦等萘啶衍生物。另外，它们的衍生物若具有稠合多环芳香族骨架，则玻璃化转变温度提高，并且电子迁移率也变大，发光元件的低电压化的效果大，故较优选。进而，若考虑到元件耐久寿命提高、合成的容易程度、原料获得容易，则稠合多环芳香族骨架特别优选为蒽骨架、芘骨架或菲绕啉骨架。上述电子传输材料可以单独使用，但也可以混合使用两种以上的上述电子传输材料，或也可以将一种以上的其他电子传输材料混合在上述电子传输材料中进行使用。

[0186] 作为优选的电子传输材料，没有特别限定，具体而言可以举出以下这样的例子。

[0187] [化学式30]

[0188] 

[0189] 除上述材料以外，也可以使用国际公开第2004-63159号、国际公开第2003-60956号、Appl.Phys.Lett.74,865(1999)、Org.Electron.4,113(2003)、国际公开第2010-113743号、国际公开第2010-1817号等中公开的电子传输材料。

[0190] 另外，本发明的荧蒽衍生物由于具有高电子注入传输能力，也适合用作电子传输材料。

[0191] 将本发明的荧蒽衍生物用作电子传输材料时，无需限于其中的仅各一种，可以将本发明的复数的荧蒽衍生物的复数种混合使用，或者也可以在不损害本发明的效果的范围内将一种以上的其他的电子传输材料与本发明的荧蒽衍生物混合进行使用。作为能够混合的电子传输材料，没有特别限定，可以举出具有萘、蒽、芘等稠合芳基环的化合物、其衍生物、以4,4'-双(二苯基乙烯基)联苯为代表的苯乙烯基系芳香环衍生物、菲衍生物、紫环酮衍生物、香豆素衍生物、萘二甲酰亚胺衍生物、蒽醌、联苯醌等醌衍生物、氧化膦衍生物、咔唑衍生物及吲哚衍生物、羟基喹啉锂、三(8-羟基喹啉)铝(III)等羟基喹啉络合物、羟苯基噁唑络合物等羟基唑络合物、偶氮甲碱络合物、环庚三烯酚酮金属络合物及黄酮醇金属络合物。

[0192] 上述电子传输材料可以单独使用，但也可以将两种以上的上述电子传输材料混合使用，或者也可以将一种以上的其他电子传输材料混合在上述电子传输材料中进行使用。此外，还可以含有施主性材料。此处，所谓施主性材料是指下述化合物：所述化合物经过电子注入势垒的改善，使得从阴极或电子注入层向电子传输层的电子注入变得容易，进而提高电子传输层的导电性。

[0193] 作为本发明中的施主性材料的优选例子，可以举出碱金属、含有碱金属的无机盐、碱金属与有机物的络合物、碱土金属、含有碱土金属的无机盐或碱土金属与有机物的络合物等。作为碱金属、碱土金属的优选种类，可以举出低功函数且电子传输能力提高的效果大的锂、钠、铯这样的碱金属、镁、钙这样的碱土金属。

[0194] 另外，由于真空中的蒸镀容易且操作性优异，因此与金属单质相比，更优选为无机盐、或者与有机物的络合物的状态。进而，从大气中的操作容易进行、添加浓度的控制的容易程度的方面考虑，更优选为与有机物的络合物的状态。作为无机盐的例子，可以举出LiO、Li_2O等氧化物、氮化物、LiF、NaF、KF等氟化物、Li_2CO_3、Na_2CO_3、K_2CO_3、Rb_2CO_3、Cs_2CO_3等碳酸盐等。另外，作为碱金属或碱土金属的优选例子，从可廉价且容易地合成原料的观点考虑，可以举出锂。另外，作为与有机物的络合物中的有机物的优选例子，可以举出羟基喹啉、苯并羟基喹啉、黄酮醇、羟基咪唑并吡啶、羟基苯噁唑(hydroxybenzazole)、羟基三唑等。其中，优选碱金属与有机物的络合物，更优选锂与有机物的络合物，特别优选羟基喹啉锂。上述施主性材料可以混合2种以上使用。

[0195] 合适的掺杂浓度根据材料、掺杂区域的膜厚的不同而不同，例如施主性材料为碱金属、碱土金属等无机材料的情况下，优选以电子传输材料与施主性材料的蒸镀速度比成为10000:1～2:1的范围的方式进行共蒸镀，制成电子传输层。蒸镀速度比更优选为100:1～5:1，进一步优选为100:1～10:1。另外，施主性材料为金属与有机物的络合物的情况下，优选以电子传输材料与施主性材料的蒸镀速度比成为100:1～1:100的范围的方式进行共蒸镀，制成电子传输层。蒸镀速度比更优选为10:1～1:10，进一步优选为7:3～3:7。

[0196] 另外，上述那样的在本发明的荧蒽衍生物中掺杂施主性材料而得到的电子传输层可以用作将复数的发光元件连接的串联结构型元件中的电荷生成层。尤其是作为施主性材料掺杂碱金属或者碱土金属时，可以优选用作电荷生成层。

[0197] 在电子传输层中掺杂施主性材料从而提高电子传输能力的方法在薄膜层的膜厚厚时，尤其能够发挥效果。在电子传输层及发光层的合计膜厚为50nm以上时特别优选使用。例如，有为了提高发光效率而利用干涉效果的方法，该方法将从发光层直接发射的光与在阴极被反射的光的相位整合，从而提高光的提取效率。该最佳条件根据光的发射波长而变化，电子传输层及发光层的合计膜厚为50nm以上，为红色等长波长发光时，有时成为接近100nm的厚膜。

[0198] 对于掺杂的电子传输层的膜厚而言，其可以是电子传输层的部分或全部中的任一者。在部分中掺杂的情况下，期望至少在电子传输层/阴极界面设置掺杂区域，即使仅在阴极界面附近掺杂也能够得到低电压化的效果。另一方面，若施主性材料与发光层直接接触，则有时会造成降低发光效率的不利影响，此时优选在发光层/电子传输层界面设置非掺杂区域。

[0199] (电子注入层)

[0200] 在本发明中，可以在阴极与电子传输层之间设置电子注入层。一般而言，电子注入层为了辅助电子从阴极向电子传输层的注入而被插入，在插入的情况下，可以使用具有含有电子接受性氮的杂芳基环结构的化合物，也可以使用含有上述施主性材料的层。电子注入层中也可以含有本发明的荧蒽衍生物。

[0201] 另外，电子注入层中也可以使用为绝缘体、半导体的无机物。通过使用这些材料能够有效地防止发光元件的短路，并且提高电子注入性，故优选。

[0202] 作为这样的绝缘体，优选使用选自由碱金属硫族化合物、碱土金属硫族化合物、碱金属的卤化物及碱土金属的卤化物组成的组中的至少一种金属化合物。若电子注入层由上述碱金属硫族化合物等构成，则从能够进一步提高电子注入性的方面考虑是更优选的。

[0203] 具体而言，作为优选的碱金属硫族化合物，例如，可以举出Li_2O、Na_2S和Na_2Se，作为优选的碱土金属硫族化合物，例如，可以举出CaO、BaO、SrO、BeO、BaS和CaSe。另外，作为优选的碱金属的卤化物，例如，可以举出LiF、NaF、KF、LiCl、KCl及NaCl等。另外，作为优选的碱土金属的卤化物，例如，可以举出CaF_2、BaF_2、SrF_2、MgF_2及BeF_2等氟化物、氟化物以外的卤化物。

[0204] 此外，也优选使用有机物与金属的络合物。将有机物与金属的络合物用于电子注入层的情况下，容易调节膜厚，因此更优选。如此，作为这样的有机金属络合物的例子，作为有机物的络合物中的有机物的优选例可以举出羟基喹啉、苯并羟基喹啉、吡啶基苯酚、黄酮醇、羟基咪唑并吡啶、羟基吲哚、羟基三唑等。其中，优选碱金属与有机物的络合物，更优选锂与有机物的络合物，特别优选羟基喹啉锂。

[0205] (电荷生成层)

[0206] 在本发明中，所谓电荷生成层，是位于上述串联结构型元件中的阳极与阴极之间的中间层，其利用电荷分离生成空穴及电子。电荷生成层一般由阴极侧的p型层和阳极侧的n型层形成。对于这些层，期望有效的电荷分离和生成的载流子的有效传输。

[0207] 对于p型的电荷生成层，可以使用用于上述的空穴注入层、空穴传输层的材料。例如，可以优选使用HAT-CN_6、NPD、TBDB等联苯胺衍生物、m-MTDATA、1-TNATA等被称为树状芳基胺的材料组、具有通式(11)和(12)表示的骨架的材料等。

[0208] 对于n型的电荷生成层，可以使用用于上述的电子注入层、电子传输层的材料，也可以使用具有含电子接受性氮的杂芳基环结构的化合物，还可以使用含有上述施主性材料的层。也可以优选使用在本发明的荧蒽衍生物中掺杂上述施主性材料而得到的层。

[0209] 对于构成发光元件的上述各层的形成方法而言，不特别限于电阻加热蒸镀法、电子束蒸镀法、溅射法、分子层合法、涂布法等，通常从元件特性的方面考虑，优选电阻加热蒸镀或电子束蒸镀。

[0210] 由于有机层的厚度也取决于发光物质的电阻值，因此无法进行限定，但优选为1～1000nm。发光层、电子传输层、空穴传输层的膜厚分别优选为1nm以上且200nm以下，更优选为5nm以上且100nm以下。

[0211] 本发明的发光元件具有能够将电能转化为光的功能。此处作为电能主要使用直流电流，但也可以使用脉冲电流、交流电流。电流值及电压值没有特别限定，若考虑到元件的功耗、寿命，则应该进行选择使得能够尽量以低的能量而获得最大的亮度。

[0212] 本发明的发光元件适合用作例如以矩阵及/或分段(segment)方式显示的显示器。

[0213] 所谓矩阵方式，是用于显示的像素以格子状、马赛克状等二维的形式进行配置，以

像素的集合来表示文字、图像。像素的形状、尺寸取决于用途。例如，个人电脑、监视器、电视的图像及文字显示中，通常使用一边为300μm以下的四边形的像素，另外，在如显示面板那样的大型显示器的情况下，使用一边为mm级的像素。单色显示的情况下，只要排列相同颜色的像素即可，彩色显示的情况下，排列红、绿、蓝的像素进行显示。这种情况下，典型的有三角形和条纹形。该矩阵的驱动方法可以为线顺序驱动方法、有源矩阵中的任一种均可。线顺序驱动的结构简单，但考虑到动作特性时，有时有源矩阵优异，因此这也需要根据用途而区分使用。

[0214] 所谓本发明中的分段方式，是以显示预先确定了的信息的方式来形成图案，使通过该图案的配置确定了的区域进行发光的方式。例如，可以举出数字钟表、温度计中的时刻、温度显示、音频机器、电磁烹调器等动作状态显示及汽车的仪表盘显示等。上述矩阵显示与分段显示也可以在相同面板中共存。

[0215] 本发明的发光元件优选用作各种设备等的背光。背光主要出于提高不自发光的显示装置的视认性的目的而使用，在液晶显示装置、钟表、音响装置、汽车仪表盘、显示板及标识等中使用。本发明的发光元件特别优选用于液晶显示装置、尤其是正在研究薄型化的个人电脑用途的背光，能够提供与现有技术相比更薄型且轻质的背光。

[0216] 实施例

[0217] 以下，举出实施例对本发明进行说明，但本发明不限于所述实施例。

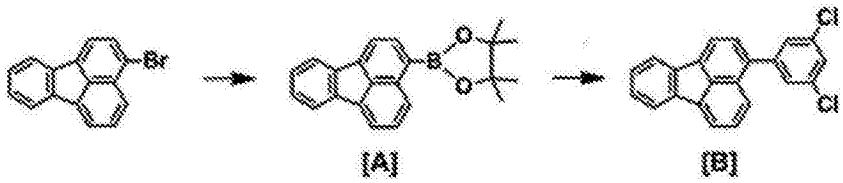
[0218] 合成例1

[0219] 化合物[1]的合成

[0220] 将26.0g溴荧蒽、35.2g双戊酰二硼、27.2g乙酸钾、462mL二甲基甲酰胺混合，进行氮置换。在该混合溶液中加入0.75g[1,1'-双(二苯基膦)二茂铁]二氯化钯(II)·二氯甲烷络合物，加热至100℃。1小时后，冷却至室温后，加入250mL乙酸乙酯、250mL甲苯、250mL水进行分液。用200mL乙酸乙酯、200mL甲苯萃取水层后，与之前的有机层合并，用500mL水清洗3次。用硫酸镁对有机层进行干燥，蒸馏除去溶剂。利用硅胶柱色谱法进行纯化，蒸发洗脱液，进行真空干燥，由此得到16.4g中间体A。

[0221] 接下来，将10.7g中间体A、7.0g 1-溴-3,5-二氯苯、155mL二甲氧基乙烷、45mL 1.5M碳酸钠水溶液混合，进行氮置换。在该混合溶液中加入218mg双(三苯基膦)二氯化钯，进行加热回流。1小时后，冷却至室温后，加入155mL水，过滤析出物，在真空干燥机中干燥。将过滤物溶解于甲苯后，加入3.0g活性炭，用二氧化硅垫(silica pad)过滤。蒸馏除去滤液的溶剂后，在120mL乙酸丁酯中重结晶，过滤后，进行真空干燥，由此得到8.6g中间体B的黄绿色固体。

[0222] [化学式31]

[0223] 

[A] [B]

[0224] 接下来，将3.81g 4-(2-吡啶基)苯硼酸、2.77g中间体B、184mg双(二亚苄基丙酮)钯(0)、235mg三环己基膦·四氟硼烷、8.5g磷酸钾、80mL二氧杂环己烷、20mL水混合，实施氮置换，进行加热回流。12小时后，冷却至室温后，过滤析出的固体，将固体用50mL水清洗3次。

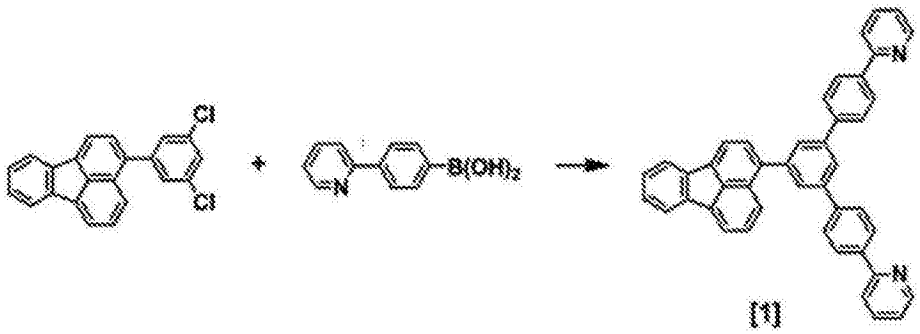
将过滤物溶解于100mL二甲苯后，加入2.0g活性炭和2.5g“QuadraSil”(注册商标)，用硅藻土过滤。蒸馏除去滤液的溶剂后，加入甲醇，过滤析出的固体，进行真空干燥，由此得到3.1g中间体[1]的黄绿色固体。

[0225] 得到的黄色固体的^{1}H-NMR分析结果如下所示，确认到上述得到的黄绿色固体为化合物[1]。

[0226] 化合物[1]：^{1}H-NMR(CDCl$_3$(d＝ppm))δ7.40-7.43(m,3H)，7.64-7.16(m,23H)，8.72(d,2H)。

[0227] 需要说明的是，上述化合物[1]在使用油扩散泵并在1×10^{-3}Pa的压力下，于约320℃进行升华纯化后用作发光元件材料。

[0228] [化学式32]

[0229] 

[1]

[0230] 合成例2

[0231] 化合物[2]的合成

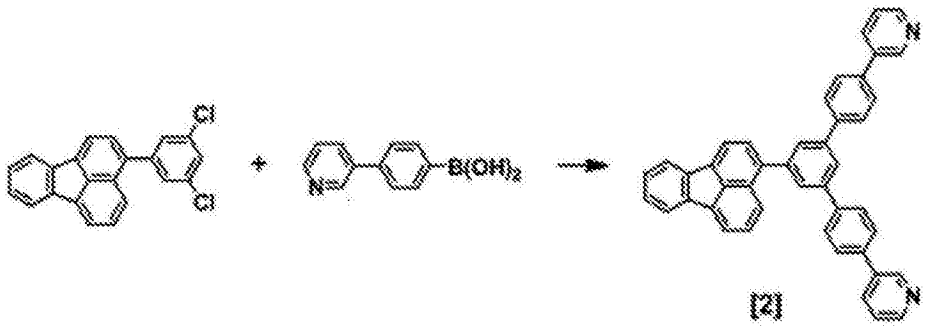
[0232] 接下来，将3.85g 4-(3-吡啶基)苯硼酸、2.80g中间体B、185mg双(二亚苄基丙酮)钯(0)、143mg三环己基膦·四氟硼烷、8.6g磷酸钾、100mL二氧杂环己烷、20mL水混合，实施氮置换，进行加热回流。1小时后，冷却至室温后，添加100mL水，过滤析出的固体，将得到的固体用70mL水清洗3次。将过滤物加热溶解于100mL吡啶后，加入1.0g活性炭和1.5g“QuadraSil”(注册商标)，于100℃搅拌30分钟后，在室温下用硅藻土过滤。将滤液的溶剂蒸馏除去50mL后，在零下20度的冰箱中冷却2小时。过滤析出的固体，将固体在吡啶/甲醇中重结晶。过滤析出的固体，将固体在40mL邻二甲苯中重结晶，过滤得到的固体，进行真空干燥，由此得到4.2g化合物[2]的黄绿色固体。

[0233] 得到的黄色固体的^{1}H-NMR分析结果如下所示，确认到上述得到的黄绿色固体为化合物[2]。

[0234] 化合物[2]：^{1}H-NMR(CDCl$_3$(d＝ppm))δ7.37-7.43(m,3H)，7.64-8.06(m,21H)，8.62(dd,2H)，8.93(d,2H)。

[0235] 需要说明的是，上述化合物[2]在使用油扩散泵并在1×10^{-3}Pa的压力下，于约330℃进行升华纯化后用作发光元件材料。

[0236] [化学式33]

[0237] 

[2]

[0238] 合成例3

[0239] 化合物[3]的合成

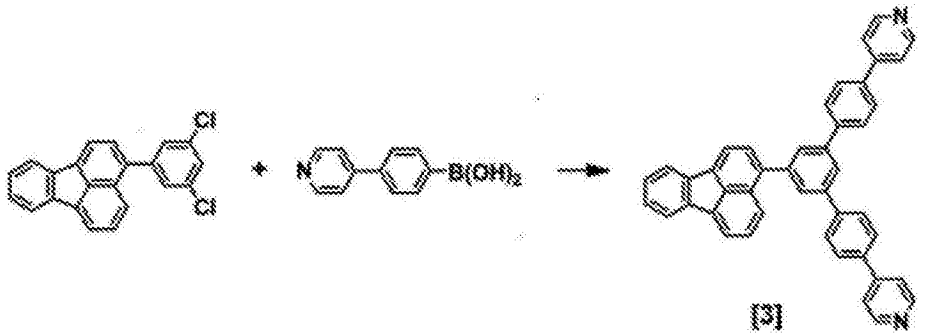
[0240] 接下来，将6.88g 4-(4-吡啶基)苯硼酸、5.00g中间体B、331mg双(二亚苄基丙酮)钯(0)、255mg三环己基膦·四氟硼烷、15.3g磷酸钾、200mL二氧杂环己烷、40mL水混合，实施氮置换，进行加热回流。5小时后，追加1.50g 4-(4-吡啶基)苯硼酸，进而在加热回流的状态下搅拌2小时。冷却至室温后，添加200mL水，过滤析出的固体，将得到的固体用100mL水清洗3次。将过滤物加热溶解于200mL吡啶后，加入5.0g活性炭和3.0g“QuadraSil”(注册商标)，于100℃搅拌30分钟后，在室温下用硅藻土过滤。将滤液的溶剂蒸馏除去150mL后，加入100mL甲醇，在零下20度的冰箱中冷却18小时。过滤析出的固体，结果得到7.3g的固体。将固体在450mL甲苯中重结晶，过滤析出的固体，结果得到5.8g的固体。进而将该固体在150mL邻二甲苯中重结晶，过滤得到的固体，进行真空干燥，由此得到5.2g化合物[3]的黄绿色固体。

[0241] 得到的黄色固体的^{1}H-NMR分析结果如下所示，确认到上述得到的黄绿色固体为化合物[3]。

[0242] 化合物[3]：^{1}H-NMR(CDCl$_3$(d=ppm))δ7.40-7.43(m,3H)，7.56-8.05(m,21H)，8.69(dd,4H)。

[0243] 需要说明的是，上述化合物[3]在使用油扩散泵并在1×10^{-3}Pa的压力下，于约340℃进行升华纯化后用作发光元件材料。

[0244] [化学式34]

[0245] 

[3]

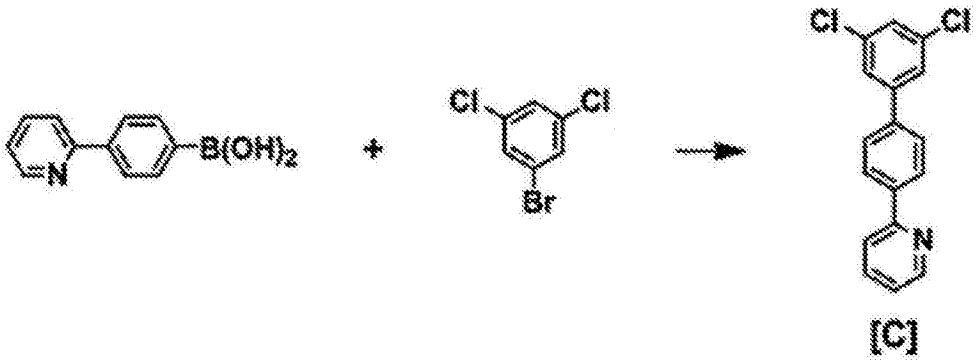
[0246] 合成例4

[0247] 化合物[4]的合成

[0248] 接下来，将10.00g 4-(2-吡啶基)苯硼酸、10.3g 1-二溴-3,5-二氯苯、251mL二甲氧基乙烷、67mL 1.5M碳酸钠水溶液混合，进行氮置换。在该混合溶液中加入321mg双(三苯基膦)二氯化钯，加热回流3小时。冷却至室温后，加入400mL水，过滤析出物。加热溶解于200mL甲苯后，用硫酸钠干燥。加入2.0g活性炭和2.0g“QuadraSil”(注册商标)后，进行搅拌，用硅藻土过滤。蒸馏除去滤液的溶剂后，加热溶解于30mL乙酸丁酯中，然后加入200mL甲

醇，过滤析出的固体，进行真空干燥，由此得到9.8g中间体C的黄绿色固体。

[0249] [化学式35]

[0250] 

[C]

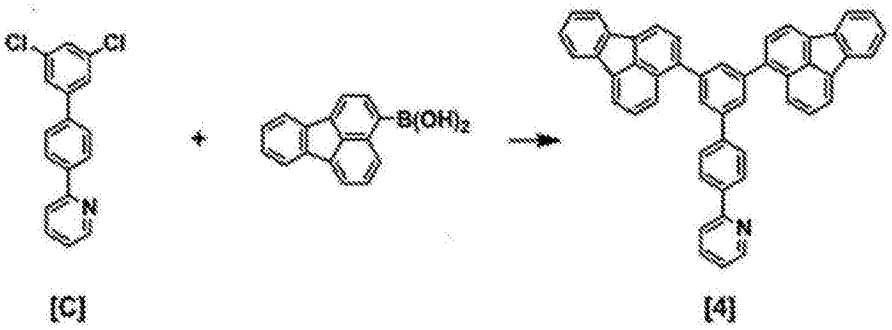
[0251] 接下来，将2.8g中间体C、5.0g 3-荧蒽硼酸、92mL二氧杂环己烷、22mL 1.27M磷酸钾水溶液混合，进行氮置换。在该混合溶液中加入106mg双(二亚苄基丙酮)钯(0)、82mg三环己基膦·四氟硼烷，进行加热回流。2小时后，加入106mg双(二亚苄基丙酮)钯(0)、82mg三环己基膦·四氟硼烷，进行加热回流。接下来，1小时后，加入106mg双(二亚苄基丙酮)钯(0)、82mg三环己基膦·四氟硼烷，进行加热回流。冷却至室温后，过滤析出的固体，用水和甲醇清洗。加热溶解于100mL邻二甲苯后，加入1.0g活性炭和1.0g QuadraSil(注册商标)，然后进行加热回流并搅拌，加入200mL甲苯，用硅藻土过滤。蒸馏除去滤液的溶剂后，利用硅胶柱色谱法进行纯化，蒸发洗脱液。在蒸馏除去溶剂后的洗脱液中加入甲醇后过滤，进行真空干燥，由此得到4.7g化合物[4]的黄绿色固体。

[0252] 得到的黄色固体的^{1}H-NMR分析结果如下所示，确认到上述得到的黄绿色固体为化合物[4]。

[0253] 化合物[4]：^{1}H-NMR($CDCl_3$(d=ppm))δ7.39-7.42(m,3H)，7.64-8.15(m,25H)，7.72(d,1H)。

[0254] 需要说明的是，上述化合物[1]在使用油扩散泵并在1×10^{-3}Pa的压力下，于约350℃进行升华纯化后用作发光元件材料。

[0255] [化学式36]

[0256] 

[C] [4]

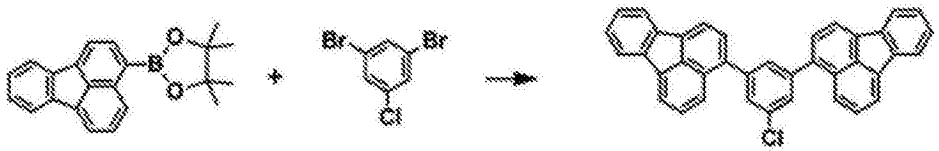
[0257] 合成例5

[0258] 化合物[5]的合成

[0259] 接下来，将30.0g中间体D、11.8g 1,3-二溴-5-氯苯、435mL二甲氧基乙烷、87mL 1.5M碳酸钠水溶液混合，进行氮置换。在该混合溶液中加入306mg双(三苯基膦)二氯化钯，进行加热回流。5.5小时后，冷却至室温后，加入435mL水，过滤析出物，用水和甲醇清洗。添加邻二甲苯和甲苯，通过蒸馏除去体系中残留的水及甲醇，加入2.5g活性炭和2.5g

QuadraSil(注册商标)后，加热回流搅拌30分钟，用二氧化硅垫过滤。蒸馏除去滤液的溶剂后，加热溶解于200mL邻二甲苯后，加入400mL乙酸丁酯，过滤析出的固体，进行真空干燥，由此得到19.6g中间体E的黄绿色固体。

[0260] [化学式37]

[0261] 

[D] [E]

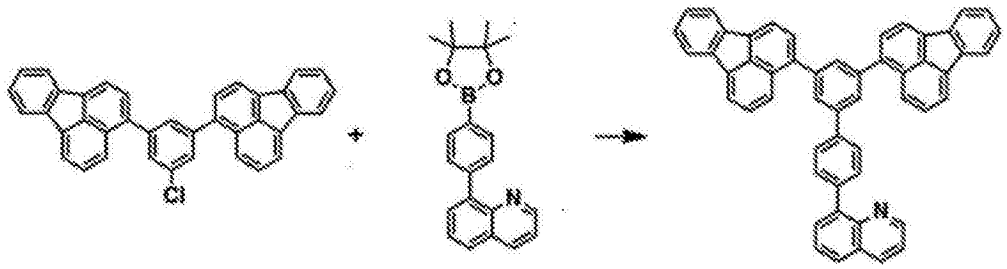
[0262] 接下来，将4.0g中间体、2.7g 4-(8-喹啉基)苯硼酸酯、78mL二氧杂环己烷、10mL 1.27M磷酸钾水溶液混合，进行氮置换。在该混合溶液中加入90mg双(二亚苄基丙酮)钯(0)、69mg三环己基膦·四氟硼烷，进行加热回流。一边确认反应的进行，一边加入360mg双(二亚苄基丙酮)钯(0)、276mg三环己基膦·四氟硼烷，持续加热搅拌。冷却至室温，过滤析出的固体，用水和甲醇清洗并干燥。加热溶解于49mL邻二甲苯后，加入1.5g活性炭和1.5g QuadraSil(注册商标)，然后加热回流并搅拌，加入99mL邻二甲苯，用硅藻土过滤。蒸馏除去滤液的溶剂后，利用邻二甲苯进行重结晶，过滤得到的固体，进行真空干燥，由此得到3.8g中间体[5]的黄绿色固体。

[0263] 得到的黄色固体的^{1}H-NMR分析结果如下所示，确认到上述得到的黄绿色固体为化合物[5]。

[0264] 化合物[5]：^{1}H-NMR($CDCl_3$(d=ppm))δ7.39-7.46(m,5H)，7.61-7.24(m,25H)，8.90(s,1H)。

[0265] 需要说明的是，化合物[5]在使用油扩散泵并在1×10^{-3}Pa的压力下，于约360℃进行升华纯化后用作发光元件材料。

[0266] [化学式38]

[0267] 

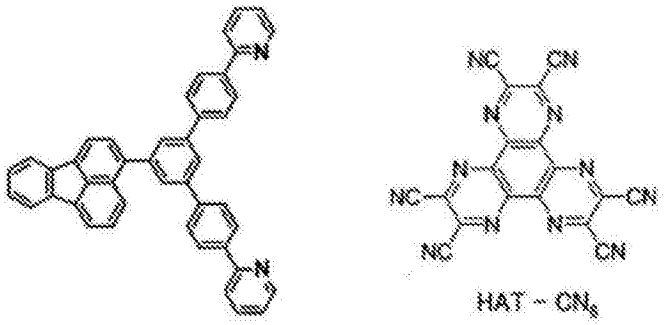
[E] [5]

[0268] 实施例1

[0269] 将堆积有165nm的ITO透明导电膜的玻璃基板(GEOMATEC(株)制，11Ω/□，溅射品)切成38×46mm，进行蚀刻。将得到的基板用“Semico Clean56”(商品名，Furuuchi Chemical Corporation制))超声波清洗15分钟后，用超纯水清洗。将该基板在即将制作元件前进行1小时的UV-臭氧处理，设置于真空蒸镀装置内，排气至装置内的真空度成为5×10^{-4}Pa以下。利用电阻加热法，首先蒸镀5nm的HAT-CN_6作为空穴注入层，蒸镀50nm的HT-1作为空穴传输层。接着，作为发光层，以使得掺杂浓度成为5质量%的方式将主体材料H-1、掺杂剂材料D-1蒸镀为20nm的厚度。接着，作为电子传输层，将化合物[1]蒸镀并层合为35nm的厚度。接着，蒸镀0.5nm的氟化锂后，蒸镀1000nm的铝作为阴极，制作5×5mm见方的元件。此处的所谓膜

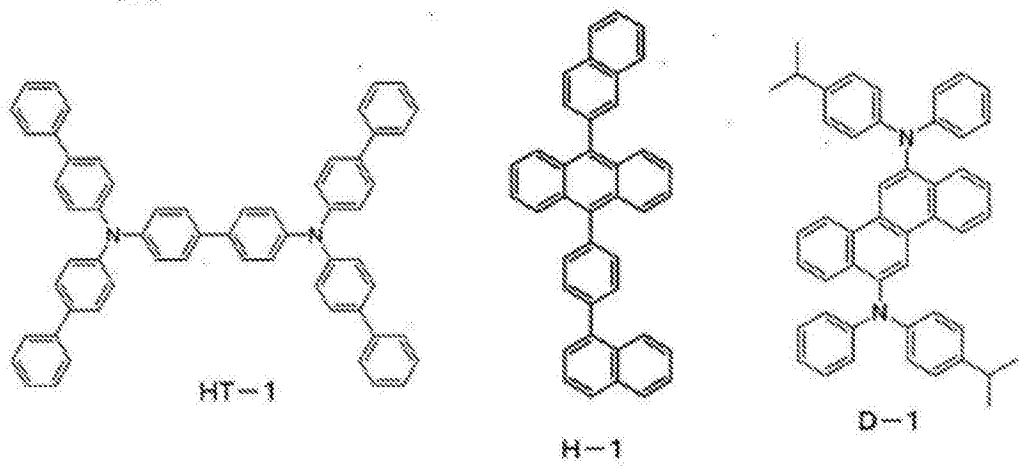
厚，是石英振荡式膜厚监视器显示值。该发光元件在1000cd/m^{2}时的特性是驱动电压为4.6V、外量子效率为4.4%。另外，将初始亮度设定为1000cd/m^2，恒电流驱动，结果亮度降低20%的时间为1500小时。需要说明的是，化合物[1]、HAT-CN$_6$、HT-1、H-1、D-1为以下所示的化合物。

[0270] [化学式39]



[1]

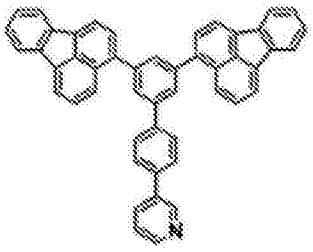
[0271]



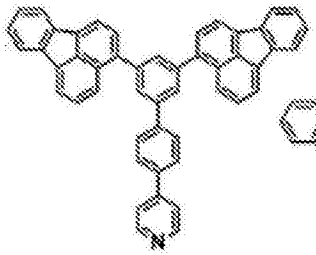
[0272] 实施例2～31

[0273] 除了将表1中记载的化合物用于电子传输层以外，与实施例1同样地制作发光元件，进行评价。将结果示于表1。需要说明的是，化合物[6]～[31]为以下所示的化合物。

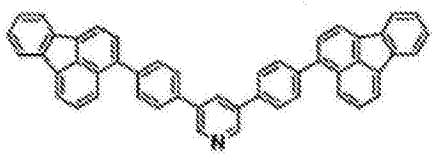
[0274] [化学式40]



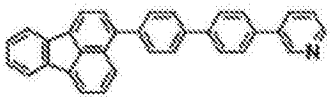
[6]



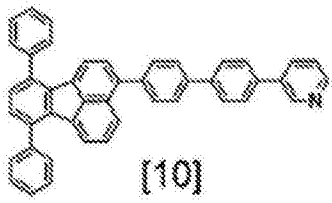
[7]



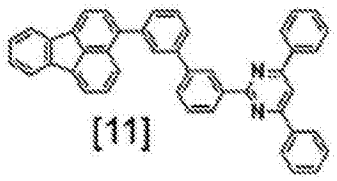
[8]



[9]

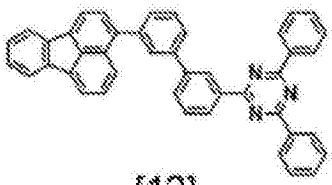


[10]

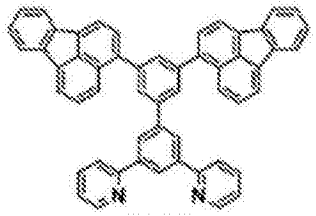


[11]

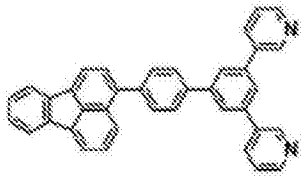
[0275]



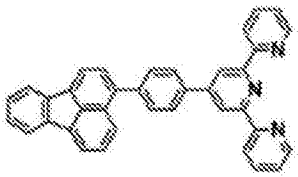
[12]



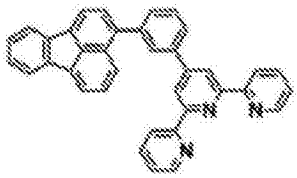
[13]



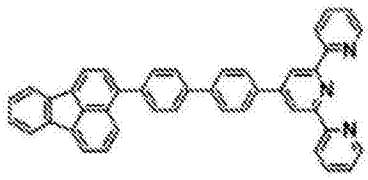
[14]



[15]

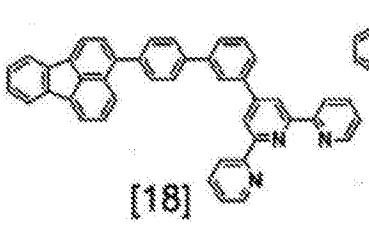


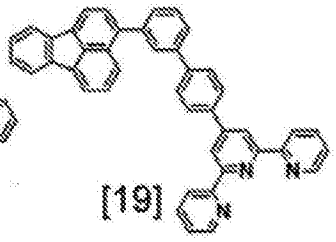
[16]

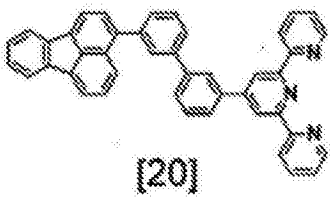


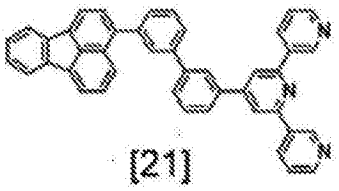
[17]

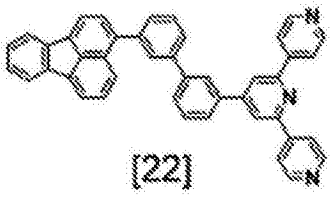
[0276] [化学式41]

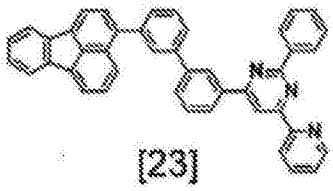

[18]


[19]

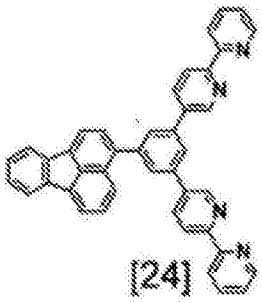

[20]

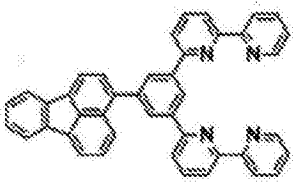

[21]

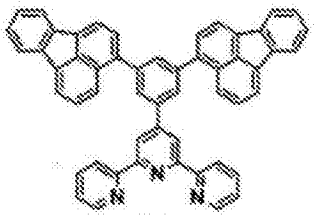

[22]

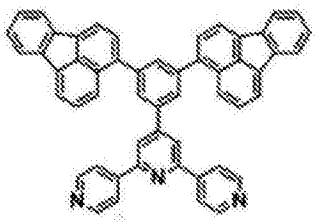

[23]

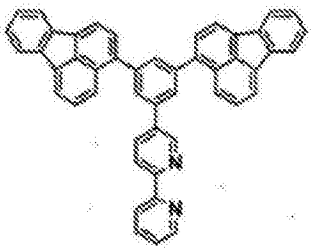
[0277]


[24]

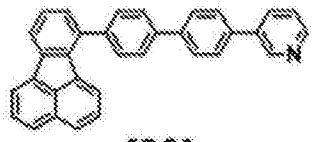

[25]


[26]

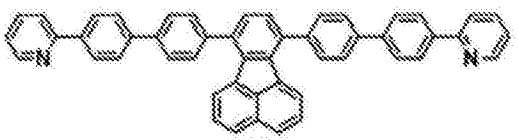

[27]

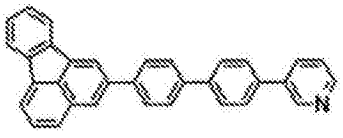

[28]

[0278] [化学式42]


[29]

[0279]

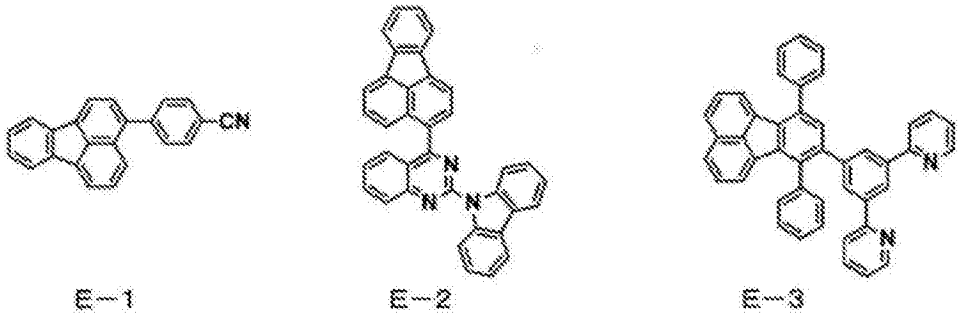

[30]


[31]

[0280] 比较例1～3

[0281] 除了将表1中记载的化合物用于电子传输层以外，与实施例1同样地制作发光元件，进行评价。将结果示于表1。需要说明的是，E-1～E-3为以下所示的化合物。

[0282] [化学式43]

[0283] 

E-1 E-2 E-3

[0284] 实施例32

[0285] 将堆积有165nm的ITO透明导电膜的玻璃基板(GEOMATEC(株)制,11Ω/□,溅射品)切成38×46mm,进行蚀刻。将得到的基板用"Semico Clean56"(商品名,Furuuchi Chemical Corporation制)超声波清洗15分钟后,用超纯水清洗。将该基板在即将制作元件前进行1小时的UV-臭氧处理,设置于真空蒸镀装置内,排气至装置内的真空度成为5×10^{-4}Pa以下。利用电阻加热法,首先蒸镀5nm的HAT-CN_6作为空穴注入层,蒸镀50nm的HT-1作为空穴传输层。接下来,作为发光层,以使得掺杂浓度成为5质量%的方式将主体材料H-1、掺杂剂材料D-1蒸镀为20nm的厚度。接下来,作为第1电子传输层,将化合物[1]蒸镀并层合为25nm的厚度。进而作为第2电子传输层,将化合物[1]用于电子传输材料,将锂用作施主性材料,以使得化合物[1]和锂的蒸镀速度比成为20:1的方式层合为10nm的厚度。接下来,蒸镀0.5nm的氟化锂后,蒸镀1000nm的铝作为阴极,制作5×5mm见方的元件。该发光元件在1000cd/m^2时的特性是驱动电压为3.8V,外量子效率为5.3%。另外,将初始亮度设定为1000cd/m^2,恒电流驱动,结果

[0286] 亮度降低20%的时间为1500小时。

[0287] 实施例33~39

[0288] 除了将表2中记载的化合物用于电子传输层以外,与实施例6同样地制作发光元件,进行评价。将结果示于表2。

[0289] 比较例4~6

[0290] 除了将表2中记载的化合物用于电子传输层以外,与实施例6同样地制作发光元件,进行评价。将结果示于表2。

[0291] 实施例40

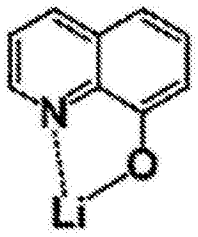
[0292] 将堆积有165nm的ITO透明导电膜的玻璃基板(GEOMATEC(株)制,11Ω/□,溅射品)切成38×46mm,进行蚀刻。将得到的基板用"Semico Clean56"(商品名,Furuuchi Chemical Corporation制)超声波清洗15分钟后,用超纯水清洗。将该基板在即将制作元件前进行1小时的UV-臭氧处理,设置于真空蒸镀装置内,排气至装置内的真空度成为5×10^{-4}Pa以下。利用电阻加热法,首先蒸镀5nm的HAT-CN_6作为空穴注入层,蒸镀50nm的HT-1作为空穴传输层。接下来,作为发光层,以使得掺杂浓度成为5质量%的方式将主体材料H-1、掺杂剂材料D-1蒸镀为20nm的厚度。进而作为电子传输层将化合物[1]用于电子传输材料,将2E-1用作施主性材料,以使得化合物[1]和2E-1的蒸镀速度比成为1:1的方式层合为35nm的厚度。该电子传输层在表3中表示为第2电子传输层。接下来,蒸镀0.5nm的氟化锂后,共蒸镀1000nm的镁和银制成阴极,制作5×5mm见方的元件。该发光元件在1000cd/m^2时的特性是驱动电压为

4.2V，外量子效率为5.5％。另外，将初始亮度设定为1000cd/m^2，恒电流驱动，结果亮度降低20％的时间为3500小时。

[0293] 实施例41～44

[0294] 除了将表3中记载的化合物用作电子传输层、施主性材料以外，与实施例11同样地制作发光元件，进行评价。将结果示于表3。2E-1为以下所示的化合物。

[0295] [化学式44]

[0296] 

2E－1

[0297] 比较例7～9

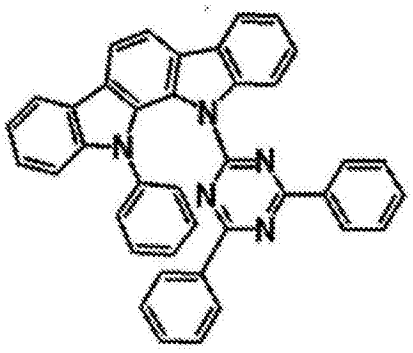
[0298] 除了将表3中记载的化合物用作电子传输层、施主性材料以外，与实施例11同样地制作发光元件，进行评价。将结果示于表3。

[0299] 实施例45

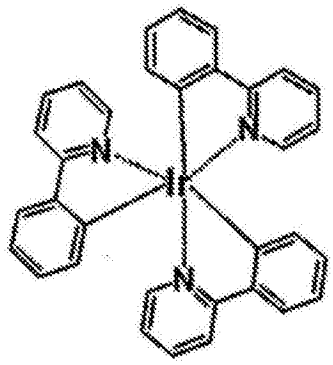
[0300] 将堆积有165nm的ITO透明导电膜的玻璃基板(GEOMATEC(株)制，11Ω/□，溅射品)切成38×46mm，进行蚀刻。将得到的基板用“Semico Clean56”(商品名，Furuuchi Chemical Corporation制)超声波清洗15分钟后，用超纯水清洗。将该基板在即将制作元件前进行1小时的UV-臭氧处理，设置于真空蒸镀装置内，排气至装置内的真空度成为5×10^{-4}Pa以下。利用电阻加热法，首先蒸镀5nm的HAT-CN_6作为空穴注入层，蒸镀50nm的HT-1作为空穴传输层。该空穴传输层在表4中表示为第1空穴传输层。接下来，作为发光层，以使得掺杂浓度成为10重量％的方式将主体材料H-2、掺杂剂材料D-2蒸镀为20nm的厚度。接下来，作为电子传输层，将化合物[3]蒸镀并层合为35nm的厚度。接下来，蒸镀0.5nm的氟化锂后，蒸镀1000nm的铝作为阴极，制作5×5mm见方的元件。此处的所谓膜厚为石英振荡式膜厚监视器显示值。该发光元件在4000cd/m^2时的特性是，驱动电压为3.9V、外量子效率为10.1％。另外，将初始亮度设定为4000cd/m^2，恒电流驱动，结果亮度降低20％的时间为1500小时。需要说明的是，H-2、D-2为以下所示的化合物。

[0301] [化学式45]

[0302]



H-2



D-2

[0303] 比较例10

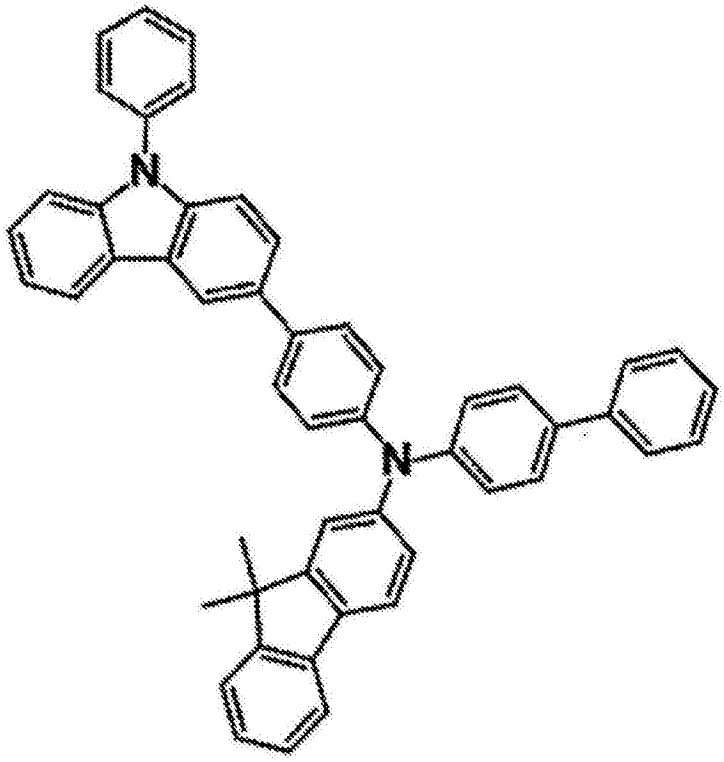
[0304] 除了将表中记载的化合物用作电子传输层以外，与实施例10同样地制作发光元件，进行评价。将结果示于表4。

[0305] 实施例46

[0306] 将堆积有165nm的ITO透明导电膜的玻璃基板(GEOMATEC(株)制，11Ω/□，溅射品)切成38×46mm，进行蚀刻。将得到的基板用“Semico Clean56”(商品名，Furuuchi Chemical Corporation制)超声波清洗15分钟后，用超纯水清洗。将该基板在即将制作元件前进行1小时的UV-臭氧处理，设置于真空蒸镀装置内，排气至装置内的真空度成为5×10^{-4}Pa以下。利用电阻加热法，首先蒸镀5nm的HAT-CN_6作为空穴注入层，蒸镀40nm的HT-1作为第1空穴传输层。接着，作为第2空穴传输层，蒸镀10nm的HT-2。接下来，作为发光层，以使得掺杂浓度成为10重量%的方式将主体材料H-2、掺杂剂材料D-2蒸镀为20nm的厚度。接着，作为电子传输层将化合物[3]蒸镀并层合为35nm的厚度。接着，蒸镀0.5nm的氟化锂后，蒸镀1000nm的铝作为阴极，制作5×5mm见方的元件。此处的所谓膜厚为石英振荡式膜厚监视器显示值。该发光元件在4000cd/m^2时的特性是驱动电压为3.9V、外量子效率为13.8%。另外，将初始亮度设定为4000cd/m^2，恒电流驱动，结果亮度降低20%的时间为1900小时。需要说明的是，HT-2为以下所示的化合物。

[0307] [化学式46]

[0308]



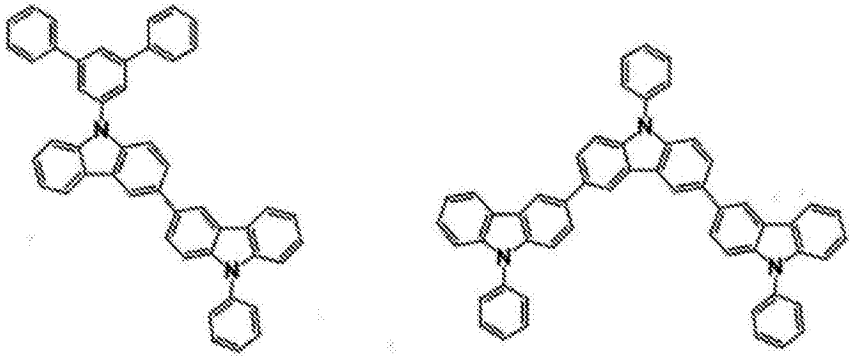
HT-2

[0309] 实施例47、48

[0310] 除了将表4中记载的化合物用作第2空穴传输层及电子传输层以外，与实施例11同样地制作元件，进行评价。将结果示于表4。需要说明的是，HT-3、HT-4为以下所示的化合物。

[0311] [化学式47]

[0312]



HT-3 HT-4

[0313] 比较例11～13

[0314] 除了将表4中记载的化合物用作第2空穴传输层及电子传输层以外，与实施例11同样地制作元件，进行评价。将结果示于表4。

[0315] [表1]

[0316] 【表1】

[0317]

	发光材料			电子传输层化合物	外量子效率（%）	驱动电压（V）	耐久性（h）
	主体材料	掺杂材料	发光颜色				
实施例 1	H-1	D-1	蓝色	[1]	4.4	4.6	1500
实施例 2			蓝色	[2]	4.4	4.6	1600
实施例 3			蓝色	[3]	4.3	4.7	1700
实施例 4			蓝色	[4]	4.6	4.3	1200
实施例 5			蓝色	[5]	4.5	4.3	1100
实施例 6			蓝色	[6]	4.6	4.4	1300
实施例 7			蓝色	[7]	4.6	4.4	1200
实施例 8			蓝色	[8]	4.4	4.5	1100
实施例 9			蓝色	[9]	4.2	4.8	1400
实施例 10			蓝色	[10]	4.2	4.9	1400
实施例 11			蓝色	[11]	4.2	4.7	1400
实施例 12			蓝色	[12]	4.2	4.8	1400
实施例 13			蓝色	[13]	4.6	4.3	2000
实施例 14			蓝色	[14]	4.5	4.5	2000
实施例 15			蓝色	[15]	4.7	4.4	2200
实施例 16			蓝色	[16]	4.8	4.3	2300
实施例 17			蓝色	[17]	4.8	4.4	2200
实施例 18			蓝色	[18]	4.7	4.3	2300
实施例 19			蓝色	[19]	4.8	4.3	2300
实施例 20			蓝色	[20]	4.9	4.3	2400
实施例 21			蓝色	[21]	4.7	4.4	2200
实施例 22			蓝色	[22]	4.7	4.4	2300
实施例 23			蓝色	[23]	4.6	4.3	2200
实施例 24			蓝色	[24]	4.6	4.3	2300
实施例 25			蓝色	[25]	4.6	4.3	2200
实施例 26			蓝色	[26]	4.8	4.2	2000
实施例 27			蓝色	[27]	4.7	4.2	2000
实施例 28			蓝色	[28]	4.7	4.2	2100
实施例 29			蓝色	[29]	3.5	5.5	700
实施例 30			蓝色	[30]	3.6	5.5	800
实施例 31			蓝色	[31]	3.7	5.4	700
比较例 1	H-1	D-1	蓝色	E-1	1.3	6.1	300
比较例 2			蓝色	E-2	1.5	6.2	300
比较例 3			蓝色	E-3	1.4	6.1	300

[0318] [表2]

[0319] 【表2】

[0320]

	发光材料			第1电子传输层	第2电子传输层		外量子效率(%)	驱动电压(V)	耐久性(h)
	主体材料	掺杂材料	发光颜色	化合物	化合物	施主性化合物			
实施例32	H-1	D-1	蓝色	[1]	[1]	Li	5.3	3.8	1500
实施例33			蓝色	[2]	[2]	Li	5.1	3.8	1600
实施例34			蓝色	[3]	[3]	Li	5.1	3.9	1800
实施例35			蓝色	[4]	[4]	Li	5.3	3.6	1200
实施例36			蓝色	[5]	[5]	Li	5.2	3.7	1300
实施例37			蓝色	[17]	[17]	Li	5.5	3.6	2100
实施例38			蓝色	[18]	[18]	Li	5.6	3.6	2300
实施例39			蓝色	[19]	[19]	Li	5.7	3.5	2300
比较例4	H-1	D-1	蓝色	E-1	E-1	Li	2.2	5.8	400
比较例5			蓝色	E-2	E-2	Li	2.3	6.1	400
比较例6			蓝色	E-3	E-3	Li	2.5	5.8	500

[0321] [表3]

[0322] 【表3】

[0323]

	发光材料			第1电子传输层	第2电子传输层		外量子效率(%)	驱动电压(V)	耐久性(h)
	主体材料	掺杂材料	发光颜色	化合物	化合物	施主性化合物			
实施例40	H-1	D-1	蓝色	无	[1]	2E-1	5.5	4.2	3500
实施例41			蓝色	无	[2]	2E-1	5.6	4.2	3800
实施例42			蓝色	无	[3]	2E-1	5.5	4.3	3800
实施例43			蓝色	无	[4]	2E-1	5.9	4.0	3000
实施例44			蓝色	无	[5]	2E-1	5.8	3.9	3200
比较例7	H-1	D-1	蓝色	无	E-1	2E-1	2.9	6.3	800
比较例8			蓝色	无	E-2	2E-1	2.9	6.2	900
比较例9			蓝色	无	E-3	2E-1	3.0	5.9	900

[0324] [表4]

[0325] 【表4】

[0326]

	空穴注入层	第1空穴传输层	第2空穴传输层	发光层		电子传输层	外量子效率(%)	驱动电压(V)	耐久性(h)
				主体材料	掺杂材料				
实施例45	$HAT\text{-}CN_6$	HT-1	无	H-2	D-2	[4]	10.1	3.9	1500
实施例46			HT-2				13.8	3.9	1900
实施例47			HT-3				17.2	4.1	2700
实施例48			HT-4				18.1	4.0	3000
比较例10	$HAT\text{-}CN_6$	HT-1	无	H-2	D-2	E-1	5.9	7.6	400
比较例11			HT-2				6.2	7.6	600
比较例12			HT-3				6.6	7.5	800
比较例13			HT-4				6.5	7.6	800