

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

C07C 15/20



[12] 发明专利申请公开说明书

C07C211/57 C07C 39/00

C07C 43/235 C07C 43/20

C07C255/52 H05B 33/14

C09K 11/00

[21] 申请号 02108709.1

[43] 公开日 2003 年 3 月 19 日

[11] 公开号 CN 1403427A

[22] 申请日 2002.3.29 [21] 申请号 02108709.1

[30] 优先权

[32] 2001. 8. 29 [33] JP [31] 259684/2001

[32] 2001. 11. 27 [33] JP [31] 361504/2001

[71] 申请人 富士通株式会社

地址 日本神奈川

[72] 发明人 外山弥 佐藤博之 松浦东

成泽俊明

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利
商标事务所

代理人 陈季壮

权利要求书 6 页 说明书 43 页 附图 3 页

[54] 发明名称 稠合八环芳族化合物,和使用它的有
机电致发光元件和有机电致发光显
示器

[57] 摘要

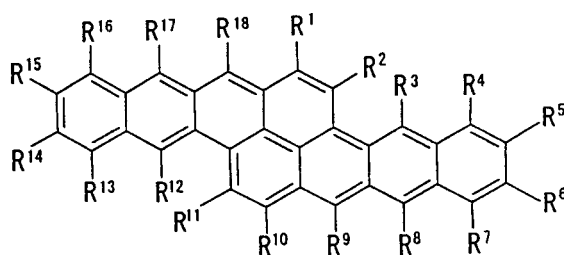
本发明的目的是提供利用新型稠合八环芳族化合物, 和具有高红光色纯度和优异发光效率, 发光亮度等的有机 EL 元件。 本发明的有机 EL 元件在正极和负极之间具有包括发光层的有机薄膜层。 有机薄膜层包含具有属于 14、16 和 18 的任一个的其中能够引入取代基的许多区域的稠合八环芳族化合物, 以及该稠合八环芳族化合物具有点对称骨架。

I S S N 1 0 0 8 - 4 2 7 4

1. 稠合八环芳族化合物，包括在 14、16 和 18 的任一个中具有其中能够引入取代基的许多区域，并且具有点对称骨架的结构，排除其中能够引入取代基的区域全部是氢原子的这些情况。

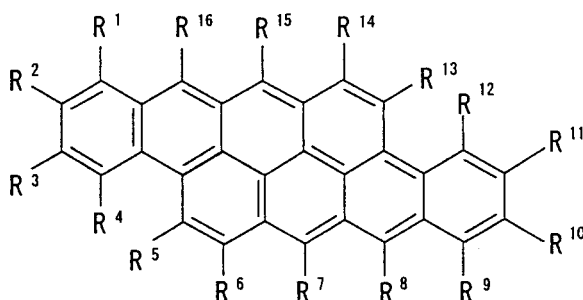
2. 根据权利要求 1 的稠合八环芳族化合物，其中稠合八环芳族化合物由以下结构式 (1) - (3) 中的任一个来表示：

结构式 (1)



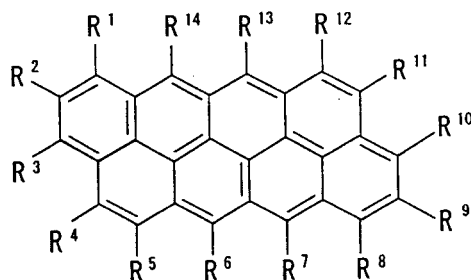
其中 $R^1 - R^{18}$ 可以彼此相同或不相同，和表示氢原子或取代基，但排除其中全部是氢原子的情况；

结构式 (2)



其中 $R^1 - R^{16}$ 可以彼此相同或不同，和表示氢原子或取代基，但排除其中全部是氢原子的情况；

结构式 (3)



其中 $R^1 - R^{14}$ 可以彼此相同或不同, 和表示氢原子或取代基 (但排除其中全部是氢原子的情况)。

3. 根据权利要求 2 的稠合八环芳族化合物, 其中取代基选自卤素原子, 羟基, 氰基, 烷基, 烷氧基, 芳基, 芳氧基, 芳氨基, 和二芳氨基。

4. 根据权利要求 2-3 中任一项的稠合八环芳族化合物, 其中在结构式 (1) 中的 $R^1 - R^{18}$ 的至少一个, 在结构式 (2) 中的 $R^1 - R^{16}$ 的至少一个, 或在结构式 (3) 中的 $R^1 - R^{14}$ 的至少一个是芳基。

5. 根据权利要求 2-4 中任一项的稠合八环芳族化合物, 其中在结构式 (1) 中的 $R^1 - R^{18}$ 的至少一个, 在结构式 (2) 中的 $R^1 - R^{16}$ 的至少一个, 或在结构式 (3) 中的 $R^1 - R^{14}$ 的至少一个选自芳氨基和二芳氨基。

6. 根据权利要求 2-5 中的任一项的稠合八环芳族化合物, 其中在结构式 (1) 中, $R^1 - R^8$ 和 $R^{10} - R^{17}$ 是氢原子, R^9 和 R^{18} 选自苯基、苯氨基和二苯氨基, 和在结构式 (2) 中, $R^1 - R^6$, $R^8 - R^{14}$, 和 R^{16} 是氢原子, 及 R^7 和 R^{15} 选自苯基, 苯氨基, 和二苯氨基, 或者在结构式 (3) 中, $R^1 - R^5$, $R^7 - R^{12}$, 和 R^{14} 是氢原子, 以及 R^6 和 R^{13} 选自苯基、苯氨基和二苯氨基。

7. 根据权利要求 2-6 中任一项的稠合八环芳族化合物, 其中在结构式 (1) 中的 R^9 和 R^{18} , 在结构式 (2) 中的 R^7 和 R^{15} , 或在结构式 (3) 中的 R^6 和 R^{13} 是彼此相同的。

8. 根据权利要求 1-7 中任一项的稠合八环芳族化合物, 其中稠合八环芳族化合物用于有机 EL 元件中。

9. 根据权利要求 4 的稠合八环芳族化合物, 其中稠合八环芳族化合物用于有机 EL 元件的电子迁移层和发光层的至少一种。

10. 根据权利要求 5 的稠合八环芳族化合物, 其中稠合八环芳族化合物用于有机 EL 元件的空穴迁移层和发光层的至少一种。

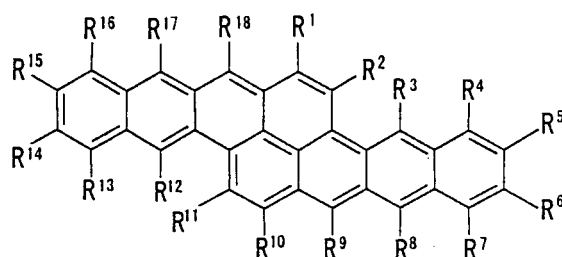
11. 包括在正极和负极之间含有发光层的有机薄膜层的有机 EL 元件, 以及该有机薄膜层含有稠合八环芳族化合物,

其中稠合八环芳族化合物包含在 14、16 和 18 的任一个中具有许多其中能够引入取代基的区域, 和具有点对称骨架的结构。

12. 根据权利要求 11 的有机 EL 元件, 其中稠合八环芳族化合物用以

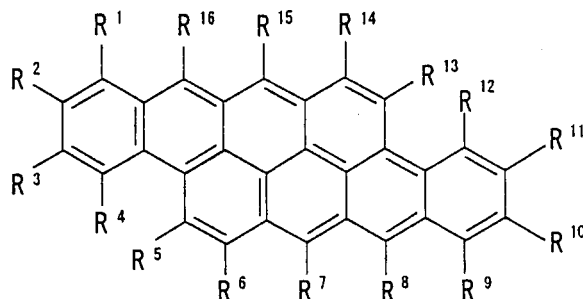
下结构式(1) - (3) 中的任一个表示:

结构式(1)



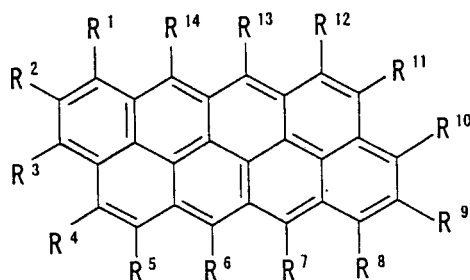
其中 $R^1 - R^{18}$ 可以彼此相同或不相同, 表示氢原子或取代基;

结构式(2)



其中 $R^1 - R^{16}$ 可以彼此相同或不同, 表示氢原子或取代基;

结构式(3)



其中 $R^1 - R^{14}$ 可以彼此相同或不同, 表示氢原子或取代基。

13. 根据权利要求 11 - 12 中任一项的有机 EL 元件, 其中发光层含有稠合八环芳族化合物。

14. 根据权利要求 12 - 13 中任一项的有机 EL 元件, 其中取代基选自卤素原子, 羟基, 氰基, 烷基, 烷氧基, 芳基, 芳氧基, 芳氨基, 和二芳氨基。

15. 根据权利要求 12 - 14 中任一项的有机 EL 元件, 其中在结构式(1)中 $R^1 - R^{18}$ 的至少一个, 在结构式(2)中 $R^1 - R^{16}$ 的至少一个, 或在结构式

(3) 中 $R^1 - R^{14}$ 的至少一个是芳基。

16. 根据权利要求 12-15 中任一项的有机 EL 元件, 其中在结构式(1) 中的 $R^1 - R^{18}$ 的至少一个, 在结构式(2) 中的 $R^1 - R^{16}$ 的至少一个, 或在结构式(3) 中的 $R^1 - R^{14}$ 的至少一个是芳氨基。

17. 根据权利要求 12-16 中任一项的有机 EL 元件, 其中在结构式(1) 中的 $R^1 - R^{18}$ 的至少一个, 在结构式(2) 中的 $R^1 - R^{16}$ 的至少一个, 或在结构式(3) 中的 $R^1 - R^{14}$ 的至少一个是二芳氨基。

18. 根据权利要求 11-17 中任一项的有机 EL 元件, 其中有机薄膜层具有电子迁移层, 和电子迁移层含有稠合八环芳族化合物。

19. 根据权利要求 18 的有机 EL 元件, 其中在电子迁移层中含有的稠合八环芳族化合物中的 $R^1 - R^{18}$ 的至少一个是芳基。

20. 根据权利要求 11-17 中任一项的有机 EL 元件, 其中有机薄膜层具有空穴迁移层, 和该空穴迁移层含有稠合八环芳族化合物。

21. 根据权利要求 20 的有机 EL 元件, 其中在空穴迁移层中含有的稠合八环芳族化合物中的 $R^1 - R^{18}$ 的至少一个选自芳氨基和二芳氨基。

22. 根据权利要求 12-21 中任一项的有机 EL 元件, 其中在结构式(1) 中, $R^1 - R^8$ 和 $R^{10} - R^{17}$ 是氢原子, R^9 和 R^{18} 选自苯基、苯氨基和二苯氨基, 和在结构式(2) 中, $R^1 - R^6$, $R^8 - R^{14}$, 和 R^{16} 是氢原子, 及 R^7 和 R^{15} 选自苯基, 苯氨基, 和二苯氨基, 或者在结构式(3) 中, $R^1 - R^5$, $R^7 - R^{12}$, 和 R^{14} 是氢原子, 以及 R^6 和 R^{13} 选自苯基、苯氨基和二苯氨基。

23. 根据权利要求 12-22 中任一项的有机 EL 元件, 其中在结构式(1) 中的 R^9 和 R^{18} , 在结构式(2) 中的 R^7 和 R^{15} , 或在结构式(3) 中的 R^6 和 R^{13} 是彼此相同的。

24. 根据权利要求 11-23 中任一项的有机 EL 元件, 其中发光层含有主体化合物, 它的光吸收波长是在稠合八环芳族化合物的短波长侧, 和它的发光波长是在稠合八环芳族化合物的光吸收波长的附近。

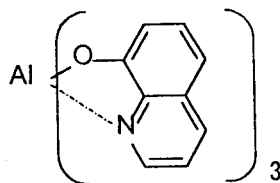
25. 根据权利要求 11-23 中任一项的有机 EL 元件, 其中发光层含有 n 种的主体化合物, 其中 n 表示 1 或 1 以上的整数, 以及如果 n 种的主体化合物是第一种主体化合物, 第二种主体化合物, ..., 第 $(n-1)$ 种主体

化合物, 和依次来自具有最短光吸收波长的主体化合物的第 n 种主体化合物, 那么第一种主体化合物的发光波长是在第二种主体化合物的光吸收波长的附近, 第二种主体化合物的发光波长是在第三种主体化合物的光吸收波长的附近, ..., 第 $(n-1)$ 种主体化合物的发光波长是在第 n 种主体化合物的光吸收波长的附近, 和第 n 种主体化合物的发光波长是在稠合八环芳族化合物的光吸收波长的附近。

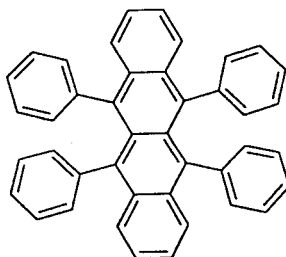
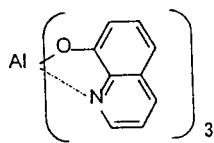
26. 根据权利要求 24-25 中任一项的有机 EL 元件, 其中主体化合物的含量是 90mol 或 90mol 以上, 相对于 1mol 的稠合八环芳族化合物。

27. 根据权利要求 25-26 中任一项的有机 EL 元件, 其中发光波长在稠合八环芳族化合物的吸收波长附近的 n 种主体化合物之一的含量是 1mol 或 1mol 以上, 相对于 1mol 的稠合八环芳族化合物。

28. 根据权利要求 24-27 中任一项的有机 EL 元件, 其中主体化合物是用以下结构式表示的铝喹啉配合物 (Alq):



29. 根据权利要求 25-28 中任一项的有机 EL 元件, 其中主体化合物是用以下结构式表示的铝喹啉配合物 (Alq) 和用以下结构式表示的红荧烯:



30. 根据权利要求 11-29 中任一项的有机 EL 元件, 其中发光层的厚度是 5-50nm。

31. 根据权利要求 11-30 中任一项的有机 EL 元件, 其中发射波长是

600 - 650nm.

32. 包括根据权利要求 11 - 33 中任一项的有机 EL 元件的有机 EL 显示器。

33. 根据权利要求 32 的有机 EL 显示器, 其中有机 EL 显示器是无源矩阵板和有源矩阵板的一种, 并且使用权利要求 11 - 31 中任一项的有机 EL 元件来发射红光。

稠合八环芳族化合物, 和使用它的 有机电致发光元件和有机电致发光显示器

相关申请的交叉参考

本申请以在 2001 年 8 月 29 日提出的日本专利申请 No. 2001-259684 和 2001 年 11 月 27 日提出的日本专利申请 No. 2001-361504 为基础, 并要求其的优先权, 它们的内容在这里引入供参考。

本发明的背景

本发明的领域

本发明涉及适合用于有机电致发光(EL)元件的稠合八环芳族化合物, 使用该稠合八环芳族化合物的有机 EL 元件, 和使用该有机 EL 元件的有机 EL 显示器。

相关领域的描述

有机 EL 元件具有如自发光、快速响应等之类的特征, 和它们于平板显示器上的应用是可预期的。当全色平板显示器通过使用有机 EL 元件得到实现时, 要求能够分别发出三种原色(蓝色(B), 绿色(G)和红色(R))光的有机 EL 元件。

例如, 在 C.W. Tang, S.A. VanSlyke, 和 C.H. Chen, “Journal of Applied Physics” Vol. 65, 3610(1989)中公开了作为有机 EL 元件的使用 DCM 染料的有机 EL 元件。此外, 在日本专利申请公开特许公报(JP-A)No. 9-13024(日本专利申请 No. 7-160676), JP-A No. 9-296166(日本专利申请 No. 8-111437), JP-A No. 11-251061(日本专利申请 No. 10-50464), JP-A No. 11-251062(日本专利申请 No. 10-50465), 日本国家再公开(国家公开 No. W098/00474, 日本专利申请 No. 10-503982)等中已经提出了使用能够发出红光的卟吩化合物的有机 EL 元件。而且, 在 JP-A No. 11-144868(日本专利申请 No. 9-303047)中已经公开了使用能

够发出红光的双蒽烯。

然而，在这些有机 EL 元件中，存在着发光的颜色和发光效率在实际使用中不充分的问题，和需要在实际使用中进一步改进。

本发明的概述

本发明集中解决这些问题，克服前述现有技术的缺陷，和实现以下目的。即，本发明提供了具有高红光色纯度和优异发光效率，发光亮度等以及适合用于有机 EL 元件的稠合八环芳族化合物，使用该稠合八环芳族化合物和具有高红光色纯度和优异发光效率、发光亮度等的有机 EL 元件，以及高性能的和利用该有机 EL 元件的有机 EL 显示器。

本发明人为克服以上缺陷进行了深入研究，结果发明：特定稠合八环芳族化合物具有高红光色纯度和优异的发光效率，发光亮度等，和尤其适于用来发射红光的有机 EL 元件。有机 EL 元件和使用该稠合八环芳族化合物的有机 EL 显示器具有高红光色纯度和优异的发光效率，发光亮度等，并且是高性能的，和能够发出比通常结构亮度更高的光。此外，稠合八环芳族化合物具有优异的空穴(载体)或电子的可迁移性。在空穴迁移层和电子迁移层的至少一种中使用稠合八环芳族化合物的有机 EL 元件和有机 EL 元件显示器具有高红光色纯度和优异的发光效率，发光亮度等，是高性能的，以及能够发出亮度高于通常结构的光。

在本发明的稠合八环芳族化合物中，其中能够引入取代基的许多区域是 14、16 和 18 的任何一个，以及该稠合八环芳族化合物具有点对称骨架。(然而，排除其中能够引入取代基的区域全部是氢原子的这些情况。)

本发明的有机 EL 元件包括有机薄膜层，它包括在正极和负极之间的发光层，以及有机薄膜层含有稠合八环芳族化合物，其中稠合八环芳族化合物包括在 14、16 和 18 的任一个中具有许多其中能够引入取代基的区域，和具有点对称骨架的结构。

本发明的有机 EL 显示器使用本发明的有机 EL 元件。

附图简述

图 1 是用于解释本发明有机 EL 元件中的层结构的实例的示意图。

图 2 是用于解释无源矩阵(passive matrix)型有机 EL 显示器(无源矩阵板)的结构实例的示意图。

图 3 是用于解释在图 2 中所示的无源矩阵型有机 EL 显示器(无源矩阵板)中电路的示意图。

图 4 是用于解释有源矩阵型有机 EL 显示器(有源矩阵板)的结构实例的示意图。

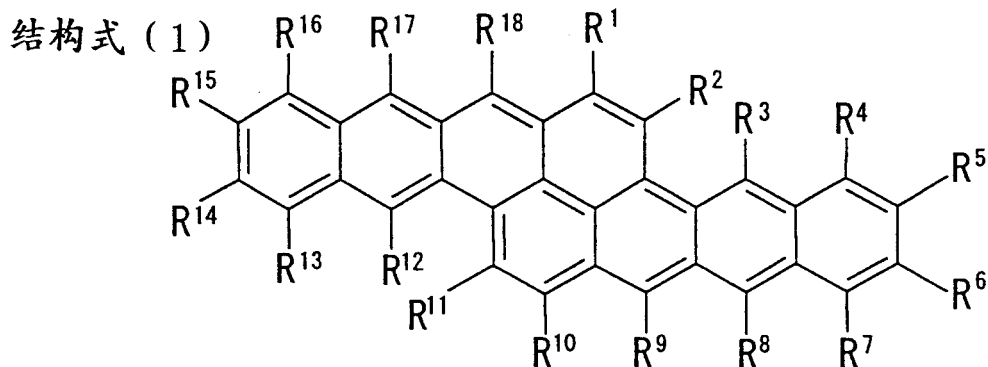
图 5 是用于解释在图 4 中所示的有源矩阵型有机 EL 显示器(有源矩阵板)中的电路的示意图。

优选实施方案的描述

〈稠合八环芳族化合物〉

在稠合八环芳族化合物中,包括在 14、16 和 18 的任一个中具有其中能够引入取代基的许多区域,并且具有点称骨架的结构(然而,排除其中能够引入取代基的区域全部是氢原子的这些情况)。

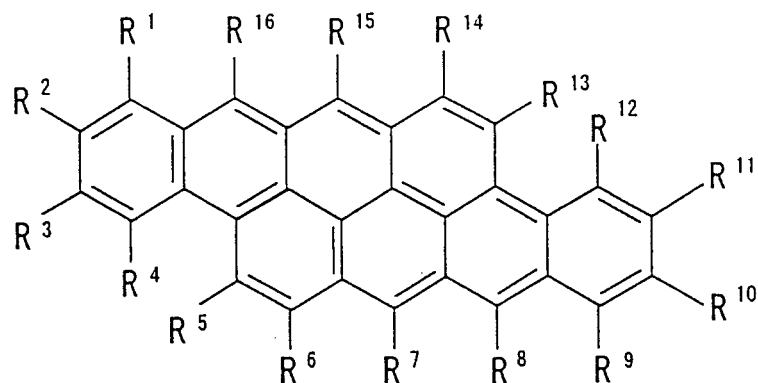
稠合八环芳族化合物的实例是稠合八环芳族烃化合物和它们的衍生物。具体地说,能够适宜地使用由以下结构式(1)-(3)的任一个表示的化合物。应该注意,由结构式(1)表示的稠合八环芳族化合物是二萘并(2':3'-3:4)(2'':3''-8:9)茈化合物(下文简称为“二萘并茈化合物”),由结构式(2)表示的稠合八环芳族化合物是 2,3,8,9-二苯并二苯并[cd,jk]茈(下文简称为“二苯并二苯并茈化合物”),和由结构式(3)表示的稠合八环芳族化合物是迫位(peri)-并四苯基并四苯(下文简称为“并四苯基并四苯化合物”)。



在结构式(1)中, $R^1 - R^{18}$ 可以彼此相同或不相同, 和表示氢原子或

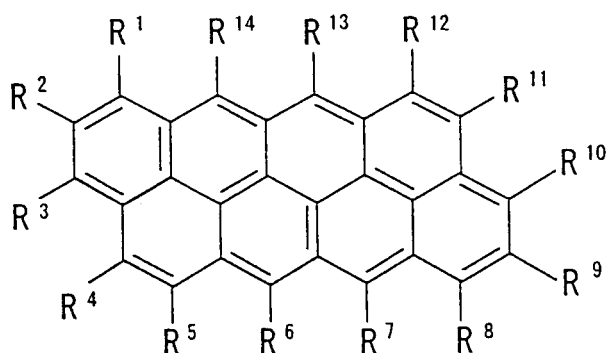
取代基（但排除其中全部是氢原子的情况）。

结构式（2）



在结构式（2）， $R^1 - R^{16}$ 可以彼此相同或不同，和表示氢原子或取代基（但排除其中全部是氢原子的情况）。

结构式（3）



在结构式（3）中， $R^1 - R^{14}$ 可以彼此相同或不同，和表示氢原子或取代基（但排除其中全部是氢原子的情况）。

取代基不是特别限制的，只要稠合八环芳族化合物的发色表现了红色（R）（即只要发光波长是大约 580 - 780nm），和可以根据目的适当选择。优先选择例如卤素原子，羟基，氰基，烷基，烷氧基，芳基，芳氧基，芳氨基，二芳基氨基，或类似物。

当稠合八环芳族化合物具有这些取代基时，这些取代基的操作和效果如下所示。

如果取代基是卤素原子或烷基，这些取代基增加了稠合八环芳族化合

物和以下所述的主体化合物的亲和力。

如果取代基是羟基、氰基、烷氧基或芳氧基，这些取代基改变了稠合八环芳族化合物在更长波长的方向中的发光的颜色。

如果取代基是芳基，通过使稠合八环芳族化合物的平展型母核变为立体结构，所述取代基抑制了因分子间的缔合作用而引起的浓集猝灭作用 (concentration quenching)。

如果取代基是芳氨基或二芳氨基，这些取代基改变了稠合八环芳族化合物在更长波长的方向中发光的颜色，和改进了稠合八环芳族化合物的空穴迁移能力，以及通过使稠合八环芳族化合物的平展型母核变为立体结构，抑制因分子间的缔合作用而引起浓集猝灭作用。

卤素原子的实例是氟、氯、溴等。

烷基不是特别限制的，和能够根据目的来适当选择。适合的实例是具有 1-10 个碳原子的直链、支化或环烷基。特别适合的实例包括甲基、乙基、丙基、异丙基、丁基、异丁基、叔丁基、戊基、异戊基、己基、异己基、庚基、异庚基、辛基、异辛基、壬基、异壬基、癸基、异癸基、环戊基、环丁基、环丙基、环己基、环庚基、环辛基、环壬基、环癸基等。

烷氧基通过-OR 来表示（其中 R 表示前述烷基）。实例包括甲氧基、乙氧基、丙氧基、异丙氧基、环丙氧基、丁氧基、异丁氧基、环丁氧基、环戊氧基、环己氧基等。

芳基不是特别限制的，和能够根据目的来适当选择。适合实例包括单环芳族环基，通过使四个或四个以下芳族环连接在一起形成的基团，具有 5 个或 5 个以下稠合芳族环以及碳、氧、氮和硫原子的总数是 30 个或 30 以下的基团，以及其它等等。

单环芳族环基不是特别限制的，和能够根据目的适当选择。实例包括苯基、甲苯基、二甲苯基、枯茗基、苯乙烯基、2,4,6-三甲苯基、肉桂基、苄基、二苯甲基，以及其它等等。这些可以被取代基取代。

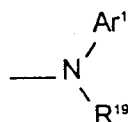
通过四个或四个以下芳族环连接在一起形成的基团不是特别限制的，和能够根据目的适当选择。实例包括萘基、蒽基、菲基、茚基、薹基、

苯并蒽基等。它们可以被取代基取代。

具有 5 个或 5 个以下稠合芳族环和碳、氧、氮和硫原子的总数是 30 或 30 以下的基团不是特别限制的，和能够根据目的来适当选择。实例包括吡咯基、呋喃基、噻吩基、吡啶基、喹啉基、异喹啉基、咪唑基、吡啶基、吡咯并吡啶基、噻唑基、嘧啶基、苯硫基、吲哚基、喹啉基、嘌呤基（pyriny1）、腺嘌呤基等，以及可以被取代基取代。

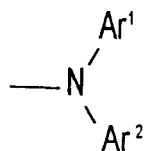
在以上芳氧基、芳氨基和二芳氨基中的芳基与上述芳基相同。

芳氨基的适合实例是例如由下式表示的那些。



在式中， Ar^1 表示芳基。芳基的实例是上述芳基。 R^{19} 表示氢原子，或具有 1-10 个碳原子的直链、支化或环状烷基。这些烷基的实例是以上列举的那些。

二芳氨基的适合实例是由例如下式表示的那些。



在式中， Ar^1 和 Ar^2 可以相同或不同的，和各自表示芳基。芳基的适合实例是以上列举的芳基。

稠合八环芳族化合物能够适合在有机 EL 元件中使用，和能够适宜地用于有机 EL 元件的有机薄膜层，尤其发光层或类似物。

优选的是，在以上结构式（1）中 $\text{R}^1 - \text{R}^{18}$ 的至少一个，在以上结构式（2）中 $\text{R}^1 - \text{R}^{16}$ 的至少一个，或在以上结构式（3）中 $\text{R}^1 - \text{R}^{14}$ 的至少一个选自芳基、芳氨基和二芳氨基。在这种情况下，稠合八环芳族化合物具有优点：它具有高红光色纯度和优异的发光效率，发光亮度等，和它能够适合地用于有机 EL 元件。

当以上结构式(1)中 R^1-R^{18} 的至少一个, 在以上结构式(2)中 R^1-R^{16} 的至少一个, 或在以上结构式(3)中 R^1-R^{14} 的至少一个是芳基时, 稠合八环芳族化合物是具有优异的电子迁移能力的芳基稠合八环芳族化合物, 和能够适宜地用于有机 EL 元件中的电子迁移层和发光层的至少一种。

当以上结构式(1)中 R^1-R^{18} 的至少一个, 在以上结构式(2)中 R^1-R^{16} 的至少一个, 或在以上结构式(3)中 R^1-R^{14} 的至少一个是芳氨基时, 稠合八环芳族化合物是具有优异空穴(载体)迁移能力的芳氨基稠合八环芳族化合物。而且, 当以上结构式(1)中 R^1-R^{18} 的至少一个, 在以上结构式(2)中 R^1-R^{16} 的至少一个, 或在以上结构式(3)中 R^1-R^{14} 的至少一个是二芳氨基时, 稠合八环芳族化合物是具有优异的空穴(载体)迁移能力的二芳氨基稠合八环芳族化合物。各自能够适合用于有机 EL 元件中的空穴迁移层和发光层的至少一种。

在结构式(1)中, 当 R^1-R^8 和 $R^{10}-R^{17}$ 是氢原子, R^9 和 R^{18} 选自苯基、苯氨基和二苯氨基(即, 在“结构 1”的情况下)时, 化合物是稳定的。因此, 稠合八环芳族化合物(二萘并茚化合物)能够适合用于有机 EL 元件。从表明的效果来看, R^9 和 R^{18} 相同是优选的。

与以上类似, 在结构式(1)中, 还优选的是, 其中 R^2-R^9 和 $R^{11}-R^{18}$ 是氢原子, R^1 和 R^{10} 选自苯基、苯氨基、和二苯氨基的情况(即“结构 2”的情况), 其中 R^1-R^7 、 R^9-R^{16} , 和 R^{18} 是氢原子, R^8 和 R^{17} 选自苯基、苯氨基、二苯氨基的情况(即“结构 3”的情况), 其中 R^1-R^6 、 R^8-R^{15} 、和 $R^{17}-R^{18}$ 是氢原子, 和 R^7 和 R^{16} 选自苯基、苯氨基、和二苯氨基(即, “结构 4”情况)的情况, 以及其它等等。

在结构式(2)中, 当 R^1-R^6 , R^8-R^{14} , 和 R^{16} 是氢原子及 R^7 和 R^{15} 选自苯基, 苯氨基, 和二苯氨基(即在“结构 1”的情况)时, 化合物是稳定的。因此, 该稠合八环芳族化合物(二苯并二萘并[cd, jk]茚化合物)能够适宜用于有机 EL 元件。从表明的效果来看, 优选 R^7 和 R^{15} 相同。

与以上类似, 在结构式(2)中, 还优选的是, 其中 R^1-R^5 和 R^7-R^{13} , 和 $R^{15}-R^{16}$ 是氢原子, R^6 和 R^{14} 选自苯基、苯氨基、和二苯氨基的情况(即

“结构 2”的情况), 其中 R^1-R^7 及 R^9-R^{15} 是氢原子, 及 R^8 和 R^{16} 选自苯基、苯氨基、二苯氨基的情况 (即“结构 3”的情况), 其中 R^2-R^8 和 $R^{10}-R^{16}$ 是氢原子, 及 R^1 和 R^9 选自苯基、苯氨基、和二苯氨基 (即, “结构 4”情况) 的情况, 以及其它等等。

在结构式 (3) 中, 当 R^1-R^5 , R^7-R^{12} , 和 R^{14} 是氢原子, 以及 R^6 和 R^{13} 选自苯基、苯氨基和二苯氨基 (即, 在“结构 1”的情况) 时, 该化合物是稳定的。因此, 该稠合八环芳族化合物 (并四苯基并四苯) 能够适用于有机 EL 元件。从表明的效果来看, 优选 R^6 和 R^{13} 是相同的。

与以上类似, 在结构式 (3) 中, 还优选的是, 其中 R^1-R^4 、 R^6-R^{11} , 和 $R^{13}-R^{14}$ 是氢原子, 以及 R^5 和 R^{12} 选自苯基、苯氨基和二苯氨基的情况 (即, “结构 2”的情况), 其中 R^1-R^6 和 R^8-R^{13} 是氢原子, 以及 R^7 和 R^{14} 选自苯基、苯氨基和二苯氨基的情况 (即, “结构 3”的情况), 其中 R^2-R^7 和 R^9-R^{14} 是氢原子, 以及 R^1-R^8 选自苯基、苯氨基和二苯氨基的情况 (即, “结构 4”的情况), 以及其它等等。

在结构式 (1) - (3) 中, 如果取代基的类型和数目是相同的, 因取代基的位置不同而产生的吸收峰波长的不同一般是小的。例如, 当吸收峰位置使用由 Fujitsu Ltd. 生产的分子轨道计算程序系统 (WinMOPAC V3.0) 通过分子轨道计算来分析时, 在结构式 (1) 的结构 1-4 中的其中两个取代基是苯基的二苯基萘并芘化合物的情况下, 结构 1 的二苯基萘并芘化合物的吸收峰波长是 508nm, 结构 2 的二苯基萘并芘化合物的吸收峰波长是 503nm, 结构 3 的二苯基萘并芘化合物的吸收峰波长是 498nm, 和结构 4 的二苯基萘并芘化合物的吸收峰波长是 492nm。此外, 在结构式 (2) 中的结构 1-4 中, 其中两个取代基是苯基的二苯基二苯并二苯并[cd, jk]芘化合物的情况下, 结构 1 的二苯基二苯并二苯并[cd, jk]芘化合物的吸收峰波长是 534nm, 结构 2 的二苯基二苯并二苯并[cd, jk]芘的吸收峰波长是 522nm, 结构 3 的二苯基二苯并二苯并[cd, jk]芘化合物的吸收峰波长是 533nm, 和结构 4 的二苯基二苯并二苯并[cd, jk]芘的吸收峰波长是 521nm。

本发明的稠合八环芳族化合物能够适用于各种领域, 和特别适用于将

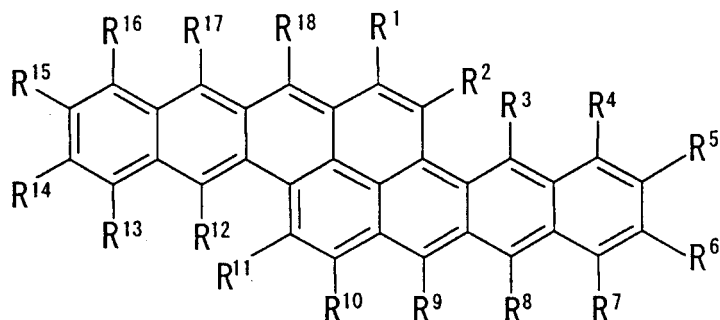
在以下描述的本发明的有机 EL 元件和有机 EL 显示器。

〈有机 EL 元件〉

本发明的有机 EL 元件包括在正极和负极之间包括发光层的有机薄膜层，和该有机薄膜层含有稠合八环芳族化合物，其中稠合八环芳族化合物包括在 14、16 和 18 的任一个中具有许多能够引入取代基的区域，和具有点对称骨架的结构。

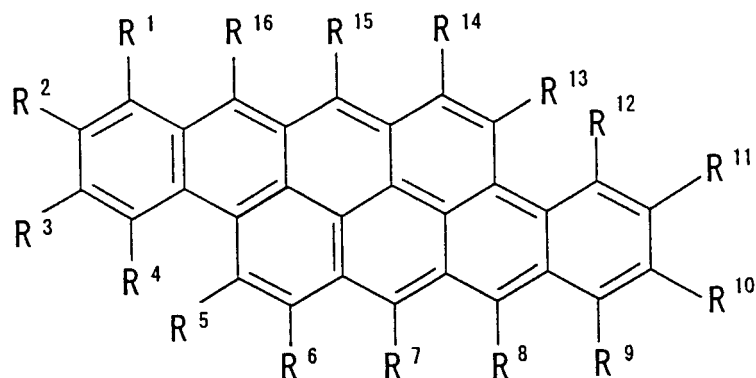
稠合八环芳族化合物的适合实例是由以下结构式 (1) - (3) 的任一个表示的那些。由结构式 (1) 表示的稠合八环芳族化合物是二萘并茚化合物。由结构式 (2) 表示的稠合八环芳族化合物是二苯并二萘并[cd, jk]茚化合物。由结构式 (3) 表示的稠合八环芳族化合物是并四苯基并四苯化合物。

结构式 (1)



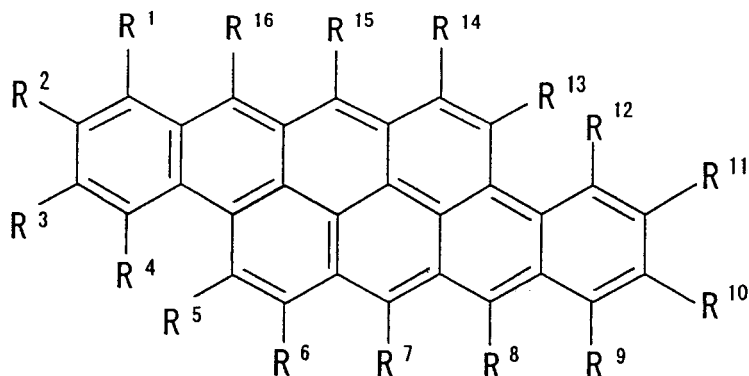
在结构式 (1) 中，R¹ - R¹⁸ 可以彼此相同或不相同，和表示氢原子或取代基。取代基的实例是以上列举的那些。

结构式 (2)



在结构式 (2)，R¹ - R¹⁶ 可以彼此相同或不同，和表示氢原子或取代基。取代基的实例是以上列举的那些

结构式 (3)



在结构式 (3) 中, $R^1 - R^{14}$ 可以彼此相同或不同, 和表示氢原子或取代基。取代基的实例是以上列举的那些。

稠合八环芳族化合物在有机薄膜层中含有, 优选在有机薄膜层中的电子迁移层、空穴迁移层和发光层的至少一层中含有, 更优选在发光层中含有, 以及特别优选在电子迁移层中含有或者在发光层和电子迁移层中含有, 或者在空穴迁移层中含有或在发光层和空穴迁移层中含有。

当稠合八环芳族化合物在发光层和电子迁移层中含有或在发光层和空穴迁移层中含有时, 发光层和电子迁移层, 或者发光层和空穴迁移层可以是独立的层, 或者可以作为单一层提供, 即发光和电子迁移层, 或发光和空穴迁移层。

作为结构式 (1) 中的在发光层中含有的稠合八环芳族化合物, 优选的是, $R^1 - R^{18}$ 的至少一个选自芳基, 芳氨基和二芳氨基。更优选的是, $R^1 - R^8$ 和 $R^{10} - R^{17}$ 是氢原子, 以及 R^9 和 R^{18} 选自苯基、苯氨基和二苯氨基。特别优选是, R^9 和 R^{18} 是相同的。

在结构式 (2) 中, 优选的是, $R^1 - R^{16}$ 的至少一个选自芳基、芳氨基和二芳氨基。更优选的是, $R^1 - R^6$ 、 $R^8 - R^{14}$ 和 R^{16} 是氢原子, 以及 R^7 和 R^{15} 选自苯基、苯氨基和二苯氨基。尤其优选的是, R^7 和 R^{15} 是相同的。

在结构式 (3) 中, 优选的是, $R^1 - R^{14}$ 的至少一个选自芳基、芳氨基和二芳氨基。更优选的是, $R^1 - R^5$ 、 $R^7 - R^{12}$ 和 R^{14} 是氢原子, 以及 R^6 和 R^{13} 选自苯基、苯氨基和二苯氨基。尤其优选的是, R^6 和 R^{13} 是相同的。

在上述优选例子的这些情况下, 就其具有高红光色纯度和优异的发光效率, 发光亮度等而言, 有机 EL 元件是理想的。在上述更优选的例子和特别优选的例子中, 稠合八环芳族化合物是稳定的, 因此, 有机 EL 元件

因其具有优异的耐久性而言是理想的。

作为芳氨基，由上式表示的那些是优选的。作为二芳氨基，由上式表示的那些是优选的。

在电子迁移层中含有的，或者在电子迁移层和发光层中含有的结构式(1)中的稠合八环芳族化合物中，优选的是， R^1-R^{18} 的至少一个是芳基。更优选的是， R^1-R^8 和 $R^{10}-R^{17}$ 是氢原子以及 R^9 和 R^{18} 是苯基。尤其优选的是， R^9 和 R^{18} 是相同的。

在结构式(2)中，优选， R^1-R^{16} 的至少一个是芳基。更优选， R^1-R^6 、 R^8-R^{14} 和 R^{16} 是氢原子，以及 R^7 和 R^{15} 是苯基。尤其优选 R^7 和 R^{15} 是相同的。

在结构式(3)中，优选， R^1-R^{14} 的至少一个是芳基。更优选， R^1-R^5 、 R^7-R^{12} 和 R^{14} 是氢原子，以及 R^6 和 R^{13} 是苯基。特别优选， R^6 和 R^{13} 是相同的。

在这些情况，在上述优选例子中，稠合八环芳族化合物是具有优异电子迁移能力的芳基稠合八环芳族化合物。该有机EL元件就其具有高红光色纯度和优异的发光效率，发光亮度等而论是理想的。在上述更优选的例子和特别优选的例子中，稠合八环芳族化合物是稳定的，因此该有机EL元件就其具有优异的耐久性而言是理想的。

在空穴迁移层中含有的，或者在空穴迁移层和发光层中含有的结构式(1)中的稠合八环芳族化合物中，优选， R^1-R^{18} 的至少一个是芳氨基和二芳氨基。更优选， R^1-R^8 和 $R^{10}-R^{17}$ 是氢原子，以及 R^9 和 R^{18} 是苯氨基或二苯氨基。特别优选的是， R^9 和 R^{18} 是相同的。

在结构式(2)中，优选， R^1-R^{16} 的至少一个选自芳氨基和二芳氨基。更优选， R^1-R^6 、 R^8-R^{14} 和 R^{16} 是氢原子，以及 R^7 和 R^{15} 是苯氨基或二苯氨基。特别优选的， R^7 和 R^{15} 是相同的。

在结构式(3)中，优选， R^1-R^{14} 的至少一个选自芳氨基和二芳氨基。更优选， R^1-R^5 、 R^7-R^{12} 和 R^{14} 是氢原子，以及 R^6 和 R^{13} 是苯氨基或二苯氨基。特别优选， R^6 和 R^{13} 是相同的。

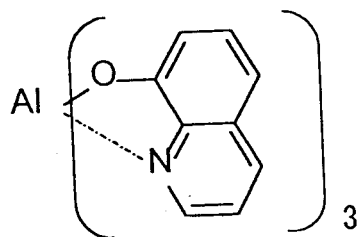
在这些情况下，在上述优选例子中，稠合八环芳族化合物是具有优异空穴(载体)迁移能力的芳氨基稠合八环芳族化合物或二芳氨基稠合八

环芳族化合物。该有机 EL 元件就其具有高红光色纯度和优异发光效率，发光亮度等而论是理想的。在上述更优选的例子和特别优选的例子中，稠合八环芳族化合物是稳定的，和因此，该有机 EL 元件就其具有优异的耐久性而言是理想的。

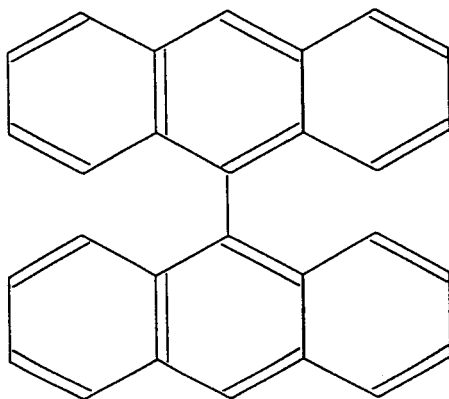
优选的是，发光层除了稠合八环芳族化合物以外含有主体化合物。

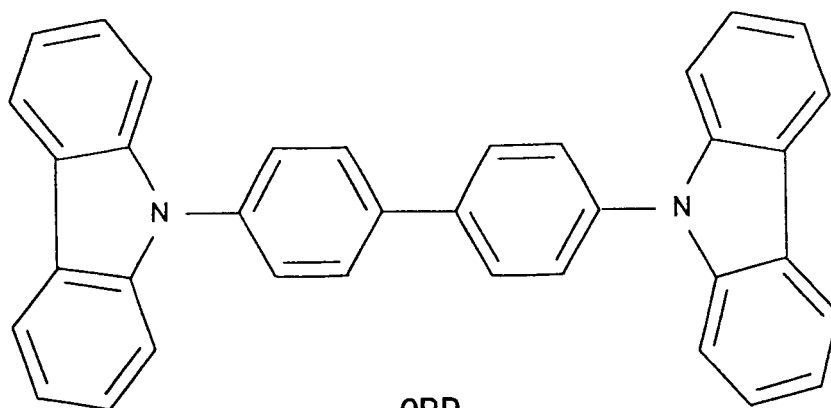
主体化合物优选是其发光波长是在稠合八环芳族化合物的光吸收波长的附近的化合物。在这些当中，因为稠合八环芳族化合物的光吸收波长是 500 - 650nm 所以，其光吸收波长是在稠合八环芳族化合物的较短波长侧和其发光波长是在稠合八环芳族化合物的光吸收波长的附近的化合物是优选的。具体说，由以下结构式表示的铝喹啉配合物 (Alq) (主发光波长 = 530nm)，由以下结构式表示的 9,9'-双蒽基 (主发光波长 = 460nm)，由以下结构式表示的 4,4'-双(9-咔唑基)-联苯 (CBP) (主发光波长 = 380nm)，由以下结构式表示的 4,4'-双(2,2'-二苯基乙烯基)-1,1'-联苯 (DPVBi) (主发光波长 = 470nm)，由以下结构式表示的对-联六苯 (主发光波长 = 400nm)，由以下结构式表示的 1,3,6,8-四苯基芘 (主发光波长 = 440nm)，由以下结构式表示的 N,N'-二萘基-N,N'-二苯基-[1,1'-联苯基]-4,4'-二胺 (NPD) (主发光波长 = 430nm)，以及其它等等是优选的。铝喹啉配合物 (Alq) 是特别优选的。

铝喹啉配合物 (Alq)

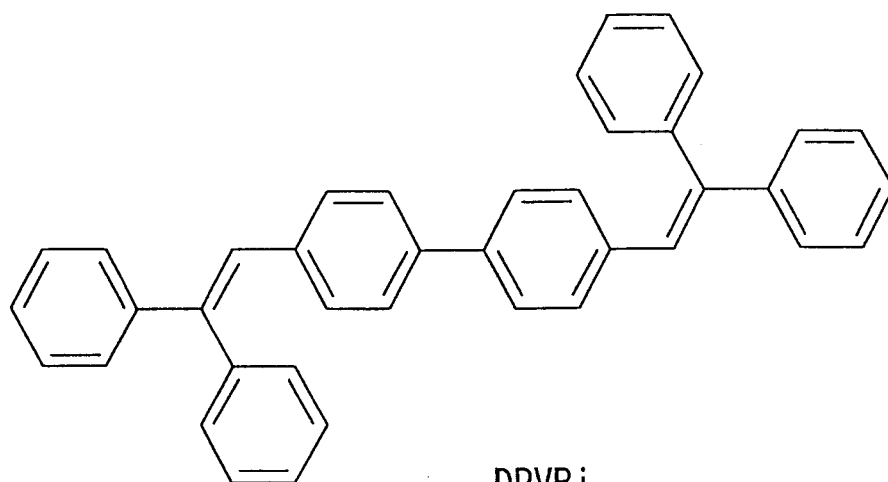


9,9'-双蒽基

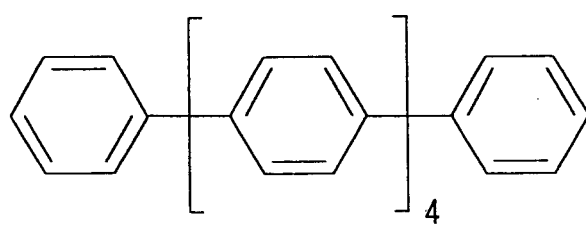




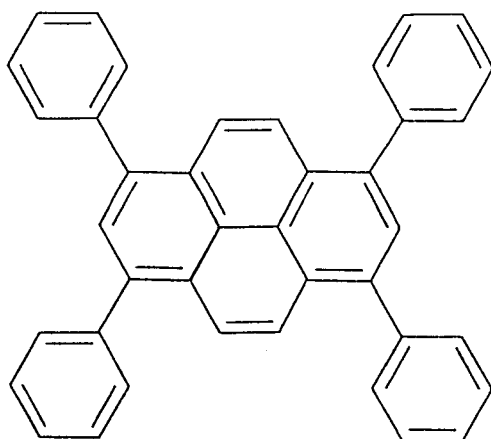
CBP



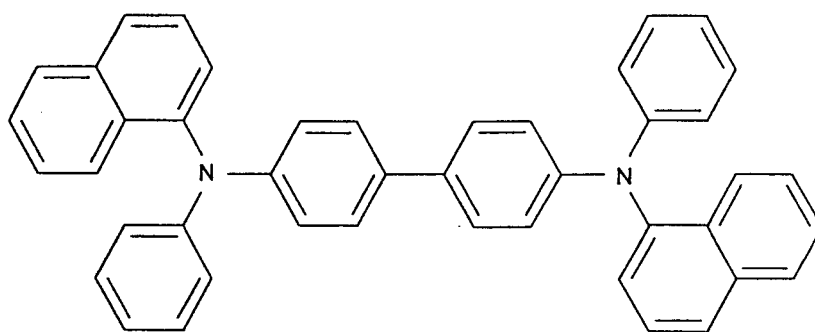
DPVBi



对-联六苯

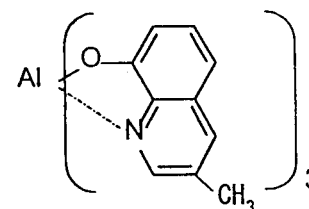
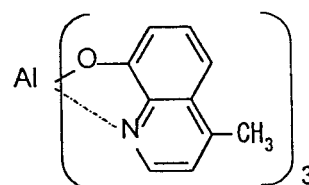
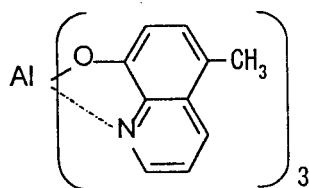


1, 3, 6, 8-四苯基蒽



NPD

主体化合物，如铝喹啉配合物(Alq)或类似物可以具有取代基，该取代基在其中主体化合物的发光波长在稠合八环芳族化合物的吸收波长上的重叠没有消除的范围内适当选择。例如，在铝喹啉配合物(Alq)的情况下，能够适宜使用由以下结构式表示的甲基取代物或类似物。

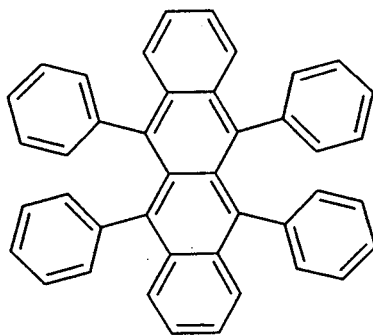


当发光层含有主体化合物时，能够选择具有优异成膜能力的物质作为主体化合物。因此，优点是发光层能够具有优异的成膜能力，不论稠合八环芳族化合物本身的成膜能力如何。此外，在发光层中，当在其中从正极注射的空穴和从负极注射的电子重组的重组部位是主体化合物时，首先，主体化合物被激发。然后，在其中主体化合物的发光波长和客体化合物（稠合八环芳族化合物）的吸收波长重叠的情况下，激发能量有效地从主体化合物转移到客体化合物（稠合八环芳族化合物）。主体化合物返回到基态而没有发光，和仅有迁移到激发状态的客体化合物（稠合八环芳族化合物）释放作为红光的激发能。因此，有利在于获得了高色纯度的红光的发射，以及发光效率、发光亮度等是优异的。一般，当发光分子单独存在或以高密度存在于薄层中时，产生了称之为“浓集猝灭作用”的在发光分子之间的相互作用，它是由分子彼此之间的较近接触引起的发光效率降低现象。然而，在上述发光层中，稠合八环芳族化合物是以相对低的浓度分散在主体化合物中，有效地抑制了前述“浓集抑制作用”，和发光效率是优异的。

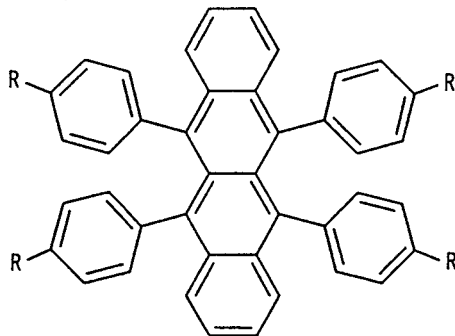
发光层可以含有 n 种的主体化合物（其中 n 表示 1 或 1 以上的整数）。在这种情况下，如果 n 种的主体化合物是第一种主体化合物，第二种主体化合物， \dots ，第 $(n-1)$ 种主体化合物，和依次来自具有最短发光波长的主体化合物的第 n 种主体化合物，优选的是，第一种主体化合物的发光波长是在第二种主体化合物的光吸收波长的附近，第二种主体化合物的发光波长是在第三种主体化合物的光吸收波长的附近， \dots ，第 $(n-1)$ 种主体化合物的发光波长是在第 n 种主体化合物的光吸收波长的附近，和第 n 种主体化合物的发光波长是在稠合八环芳族化合物的光吸收波长的附近。

在主体化合物中，铝喹啉配合物 (Alq)（主发光波长 = 530nm）和红荧烯（主光吸收波长 = 530nm；主发光波长 = 560nm）等的结合物是优选的。稠合八环芳族化合物的光吸收波长是 500 - 650nm。因此，属于铝喹啉配合物 (Alq)（其主发光波长是 530nm），和红荧烯（其主光吸收波长是 530nm 和其主发光波长是 560nm，和用以下结构式来表示）的两种主体化合物的

结合物（结合使用）是更优选的。在这种情况下，因为主体化合物的数目是2（即，当 $n=2$ 时），第一种主体化合物是铝喹啉配合物（Alq），和第二种主体化合物是红荧烯，激发能有效从铝喹啉配合物（Alq）迁移至红荧烯，和从红荧烯迁移至稠合八环芳族化合物，铝喹啉配合物（Alq）和红荧烯几乎不发光，能够获得高色纯度的红光。



应该注意， n 种主体化合物如铝喹啉配合物（Alq），红荧烯等可以具有取代基，这些取代基可以在不降低稠合八环芳族化合物的发光效率，发光亮度等的范围内适当选择。例如，在红荧烯的情况下，取代基的适合实例是用以下结构式表示的那些，或类似物。



在该结构式中， R 表示取代基。取代基的实例是甲基，叔丁基，苯基，等等。

当发光层含有 n 种的主体化合物时，能够选择具有优异成膜能力的物质作为第一种主体化合物 - 第 n 种主体化合物。因此，优点是发光层能够具有优异的成膜能力，不论稠合八环芳族化合物本身的成膜能力如何。此外，在发光层中，当在其中从正极注射的空穴和从负极注射的电子重组(recombine)的重组部位是第 k 种主体化合物时，首先，第 k 种主体化合物被激发。然后，在其中第 k 种主体化合物的发光波长和第 $(k+1)$ 种主体化合物的吸收波长重叠，和第 $(k+1)$ 种主体化合物的发光波长和第 $(k+2)$

种主体化合物的吸收波长重叠…，和第 n 种主体化合物的发光波长和客体化合物（稠合八环芳族化合物）的吸收波长重叠的情况下，激发能有效从主体化合物迁移至客体化合物（稠合八环芳族化合物）。主体化合物返回到基态而没有发光，和仅有已迁移至激发态的客体化合物（稠合八环芳族化合物）释放作为红光的激发能。因此，优点在于获得了高色纯度的红光的发射，和发光效率、发光亮度等是优异的。此外，在发光层，稠合八环芳族化合物以相对低浓度分散在第一种主体化合物 - 第 n 种主体化合物中，前述“浓集猝灭作用”被有效抑制，和发光效率是优异的。

在发光层中含有的主体化合物的量通常是大约 4mol 或 4mol 以上，其中 10mol 或 10mol 以上是优选的，50mol 或 50mol 以上是更优选的，相对于 1mol 的稠合八环芳族化合物。

当在发光层中含有的主体化合物的量是大约 50mol% 或 50mol% 以上时，能够发现稠合八环芳族化合物的发光效率、发光亮度等的改进。在优选的范围中，改进是充分的，和在前述更优选的范围中，改进是显著的。

当具有 n 种主体化合物时，在该 n 种主体化合物中和优选在两种主体化合物中，具有在稠合八环芳族化合物的吸收波长的附近的发光波长的主体化合物在发光层中的含量是优选大约 0.5mol 或 0.5mol 以上，和更优选 1mol 或 1mol 以上，和特别优选 3mol 或 3mol 以上，相对于 1mol 的稠合八环芳族化合物。

当主体化合物在发光层中的含量是大约 0.5mol% 或 0.5mol% 以上时，能够发现稠合八环芳族化合物的发光效率、发光亮度等的改进。在优选的范围，改进是充分的，和在前述更优选的范围，改进是显著的。

在施加电场时，在本发明有机 EL 元件中的发光层能够从正极注射空穴，空穴注射层、空穴迁移层或类似物能够从负极注射电子，电子注射层、电子迁移层或类似物提供了空穴和电子重组的部位。这足以让发光层具有使发射红光的稠合八环芳族化合物（发光分子）由于在重组时产生的重组能而发光的功能。除了稠合八环芳族化合物以外，发光层可以

含有其它发光材料，只要前述红光的发射不降低。

其它发光材料的适合实例是发射红光的材料。实例包括在 JP-A No. 9-272863 中公开的确基苯并噻唑偶氮化合物，在 JP-A No. 9-272864 和 JP-A No. 10-158639 中公开的钼配合物，以及其它等等。

其它发光材料可以在与稠合八环芳族化合物的同一层中含有，或者可以在不同的层中含有。在后一情况下，发光层具有多层结构。

发光层能够根据已知方法来形成。例如，发光层能够适宜通过汽相淀积法，湿型成膜法，MBE（分子束取向生长）法，簇离子束法，分子积聚法，LB法，打印法，转移法或类似方法来形成。

在这些当中，从不使用有机溶剂和不出现废液处理问题，以及汽相淀积法是廉价和容易的，和能够进行有效生产的观点来看，汽相淀积法是优选的。然而，在其中有机薄膜层被设计成单层结构的情况下，例如，在其中有机薄膜层作为空穴迁移和发光和电子迁移层形成的情况下，湿型成膜法是优选的。

汽相淀积法不是特别限制的，并能够根据目的从已知汽相淀积法中适当选择。实例包括真空汽相淀积法，低阻加热汽相淀积法，化学汽相淀积法，物理汽相淀积法等。化学汽相淀积法的实例是等离子 CVD 法，激光 CVD 法，热 CVD 法，气体来源 CVD 法等。发光层用汽相淀积法的形成能够适宜通过例如稠合八环芳族化合物的真空汽相淀积来进行，和在其中发光层含有除了稠合八环芳族化合物以外的主体化合物的情况下，通过用真空汽相淀积来同时沉积稠合八环芳族化合物和主体化合物。

湿型成膜法不是特别限制的，和能够根据目的从已知的湿型成膜法中适当选择。实例包括喷墨法，旋转涂敷法，捏合涂敷法，棒涂法，刮涂法，流延法，浸渍法，幕涂法等。

在湿型成膜法的情况下，能够使用（施涂或类似方式应用）其中发光层的物质与树脂组分一起被溶解或分散的溶液。树脂组分的实例包括聚乙烯基吡唑，聚碳酸酯，聚氯乙烯，聚苯乙烯，聚甲基丙烯酸甲酯，聚酯，聚砜，聚苯醚，聚丁二烯，烃树脂，酮树脂，苯氧基树脂，聚酰胺，乙基纤维素，乙酸乙烯酯，ABS 树脂，聚氨酯，蜜胺树脂，不饱和聚酯树

脂，醇酸树脂，环氧树脂，硅酮树脂等。

发光层用湿型成膜法的形成可以适宜地例如通过使用（施涂和干燥）其中稠合八环芳族化合物和树脂材料（根据需要使用）溶解在溶剂中的溶液（涂敷液）来进行，或者在其中发光层含有除了稠合八环芳族化合物以外的主体化合物的情况下，通过使用（施涂和干燥）其中稠合八环芳族化合物，主体化合物和树脂材料（根据需要使用）溶解在溶剂中的溶液（涂敷液）来进行。

发光层的厚度优选是 1 - 50nm，和更优选 3 - 20nm。

当发光层的厚度落入以上优选数字范围时，用有机 EL 元件发出的红光的纯度是高的，和发光效率和发光亮度是充分的。当发光层的厚度落入以上更优选的数值范围时，这些特征是显著的。

本发明的有机 EL 元件具有在正极和负极之间的有机薄膜层，它含有发光层。根据目的，有机 EL 元件可以包括其它层，如保护层或类似物。

有机薄膜层至少具有发光层，和如果需要，还可以包括空穴注射层，空穴迁移层，电子迁移层或类似物。

- 正极 -

正极不是特别限制的，和能够根据目的适当选择。正极优选能够将空穴（载体）供给有机薄膜层。具体说，当有机薄膜层仅具有发光层时，优选正极能够将空穴供给发光层。当有机薄膜层也具有正极迁移层时，优选正极能够将空穴供给空穴迁移层。当有机薄膜层还具有空穴注射层时，优选正极能够将空穴（或载体）供给空穴注射层。

正极的材料不是特别限制的，和可以根据目的适当选择。实例包括金属、合金、金属氧化物，导电化合物，它们的混合物等。在这些当中，具有 4eV 或 4eV 的功函数的材料是优选的。

正极材料的具体实例是导电金属氧化物，如氧化锡，氧化锌，氧化铟，氧化锡铟(ITO)等；金属如金、银、铬、镍或类似物；这些金属和导电金属氧化物的混合物或多层结构；无机导电物质如碘化铜、硫化铜等；有机导电材料如聚苯胺、聚噻吩、聚吡咯等；这些材料和 ITO 的多层结构；以及其它等等。可以使用这些材料的一种，或者可以结合使用两种或多

种材料。在这些当中，导电金属氧化物是优选的，和 ITO 是特别优选的，从生产能力、高导电率、透明性等来看。

正极厚度不是特别限制的，和能够根据材料等来适当选择。然而，1 - 5000nm 的厚度是优选的，和 20 - 200nm 的厚度是更优选的。

正极通常在由玻璃如碱石灰玻璃、无碱玻璃或类似物；透明树脂；或类似物形成的基材上形成。

当玻璃用作基材时，用硅石或类似物进行进行隔离涂层处理的无碱玻璃，或碱石灰玻璃是优选的，从玻璃上很少有洗脱离子的观点来看。

基材的厚度不是特别限制的，只要它的厚度足以保持机械强度。当玻璃用作基材时，厚度通常是 0.2mm 或 0.2mm 以上，和 0.7mm 或 0.7mm 以上是优选的。

正极能够适合通过上述方法来形成，例如汽相淀积法，湿型成膜法，电子束法，溅射法，反应性溅射法，MBE（分子束取向生长）法，簇离子束法，离子镀膜法，等离子体聚合法（高频激发离子镀膜法），分子积聚法，LB 方法，打印法，转移法，通过化学反应法涂敷 ITO 分散体的方法（溶胶-凝胶法或类似方法），或类似物。

通过在正极上进行洗涤或其它处理，有机 EL 元件的驱动电压能够被降低，和发光效率能够增加。其它处理的适合例子包括 UV-臭氧处理，等离子处理或类似方法，在其中正极材料例如是 ITO 的情况下。

- 负极 -

负极不是特别限制的，和能够根据目的适当选择。负极优选能够将电子供给有机薄膜层。具体说，当有机薄膜层仅具有发光层时，优选负极能够将电子供给发光层。当有机薄膜层还具有电子迁移层时，优选负极能够将电子供给电子迁移层。当在有机薄膜层和负极之间具有电子注射层时，优选负极能够将电子供给电子注射层。

负极的材料不是特别限制的，和能够根据在负极和与其相邻的各层或分子如电子迁移层、发光层等之间的粘合力，电离电位，稳定性等来适当选择。实例是金属、合金、金属氧化物、导电化合物、它们的混合物等。

负极材料的具体实例是碱金属（例如，Li，Na，K，Cs 等），碱土金属（例如，Mg，Ca 等），金，银，铅，铝，钠-钾合金或它们的混合金属，锂-铝合金或它们的混合金属，镁-银合金或它们的混合金属，稀土金属如铟、镱等，它们的合金等。

可以使用这些材料的一种，或者可以使用两种或多种的结合物。在这些当中，具有 4eV 或 4eV 以下的功函的材料是优选的。铝，锂-铝合金或它们的混合金属，镁-银合金或它们的混合金属等是更优选的。

负极的厚度不是特别限制的，和可以根据负极的材料或类似物来适当选择。厚度优选是 1 - 10,000nm，和 20 - 200nm 是更优选的。

负极能够适合通过上述方法来形成，例如汽相淀积法，湿型成膜法，电子束法，溅射法，反应性溅射法，MBE（分子束取向生长）法，簇离子束法，离子镀膜法，等离子聚合法（高频激发离子镀膜法），分子积聚法，LB 法，打印法，转移法，或类似物。

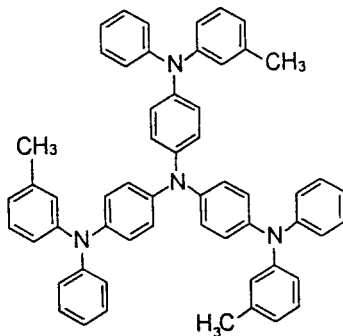
当结合使用两种或多种材料作为负极材料时，可以同时汽相淀积两种或多种材料，使得形成合金电极或类似物，或可以汽相淀积预先制备的合金，使得形成合金电极或类似物。

对于正极和负极的电阻值，低值是优选的。优选电阻值是几百 Ω/\square 或更低。

- 空穴注射层 -

空穴注射层不是特别限制的，和可以根据目的适当选择。例如，优选的是，空穴注射层具有将空穴从正极中注射空穴的功能，在应用电场时。

空穴注射层的材料不是特别限制的，可以根据目的来适当选择。适合实例包括铜酞菁，聚苯胺，由下式表示的星芒状胺等。



空穴注射层的厚度不是特别限制的,和可以根据目的适当选择。例如,大约 1-100nm 的厚度是优选的,和 5-50nm 是更优选的。

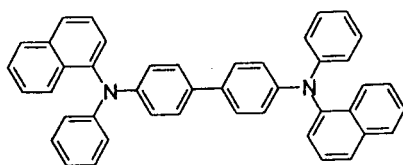
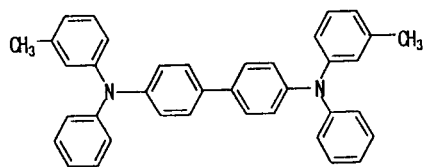
空穴注射层能够适合通过上述方法来形成,例如汽相淀积法,湿型成膜法,电子束法,溅射法,反应性溅射法,MBE(分子束取向生长)法,簇离子束法,离子镀膜法,等离子体聚合法(高频激发离子镀膜法),分子积聚法,LB法,打印法,转移法或类似方法。

- 空穴迁移层 -

空穴迁移层不是特别限制的,和可以根据目的适当选择。例如,在应用电场的时候具有从正极输送空穴的功能,或者阻断从负极注射的电子的功能的层是优选的。

如上所述,稠合八环芳族化合物可以用作空穴迁移层的材料。除了稠合八环芳族化合物以外的材料不是特别限制的,可以根据目的来适当选择。实例包括芳族胺化合物,吡啶,咪唑,三唑,噁唑,噁二唑,多芳基链烷烃,吡啶啉,吡啶啉酮,亚苯基二胺,芳基胺,胺取代的查耳酮,苯乙烯基蒽,茚酮,蒽,茋,硅氮烷,苯乙烯基胺,芳族二甲叉基化合物,卟吩化合物,聚硅氧烷化合物,聚(N-乙烯基吡啶),苯胺共聚物,噻吩低聚物和聚合物,导电大分子低聚物和聚合物如聚噻吩等,碳膜等。

能够使用这些物质的一种,或者可以结合使用两种或多种。在这些当中,芳族胺化合物是优选的,和尤其用下式表示的 TPD(N,N'-二苯基-N,N'-双(3-甲基苯基)-[1,1'-联苯基]-4,4'-二胺),和用下式表示的 NPD(N,N'-二萘基-N,N'-二苯基-[1,1'-联苯基]-4,4'-二胺)等是更优选的。



空穴迁移层的厚度不是特别限制的,和可以根据目的适当选择。该厚

度通常是 1 - 500nm, 和 10 - 100nm 的厚度是优选的。

空穴迁移层能够适宜通过上述方法来形成, 例如, 汽相淀积法, 湿型成膜法电子束法, 溅射法, 反应性溅射法, MBE (分子束取向生长) 法, 簇离子束法, 离子镀膜法, 等离子聚合法 (高频激发离子镀膜法), 分子积聚法, LB 法, 打印法, 转移法或类似方法。

- 电子迁移层 -

电子迁移层不是特别限制的, 和可以根据目的适当选择。例如, 具有从负极迁移电子的功能, 或阻断从负极注射的空穴的功能的层是优选的。

如上所述, 稠合八环芳族化合物可以用作电子迁移层的材料。除了稠合八环芳族化合物以外的材料不是特别限制的, 和可以根据目的来适当选择。实例包括其配体是 8-喹啉醇的有机金属配合物或类似物的喹啉衍生物如三(8-喹啉醇基)铝(Alq)或其衍生物, 噻二唑衍生物, 三唑衍生物, 菲咯啉衍生物, 茈衍生物, 吡啶衍生物, 嘧啶衍生物, 喹喔啉衍生物, 二苯基醌衍生物, 硝基取代的茈衍生物等。

电子迁移层的厚度不是特别限制的, 和可以根据目的来适当选择。厚度通常是大约 1 - 500nm, 和 10 - 50nm 是优选的。电子迁移层可以是单层结构, 或者可以是层压层结构。

电子迁移层能够适宜通过上述方法来形成, 例如汽相淀积法, 湿型成膜法, 电子束法, 溅射法, 反应性溅射法, MBE (分子束取向生长) 法, 簇离子束法, 离子镀膜法, 等离子体聚合法 (高频激发离子镀膜法), 分子积聚法, LB 法, 打印法, 转移法或类似方法。

- 其它层 -

本发明的有机 EL 元件可以具有其它层, 这根据目的来适当选择。其它层的适合实例是保护层等。

保护层不是特别限制的, 和可以根据目的来适当选择。例如, 能够抑制促进有机 EL 元件老化的分子和物质, 如湿气、氧等渗入有机 EL 元件的层是优选的。

保护层的材料的实例是金属, 如 In, Sn, Pb, Au, Cu, Ag, Al, Ti, Ni 等, 金属氧化物如 MgO, SiO, SiO₂, Al₂O₃, GeO, NiO, CaO, BaO, Fe₂O₃,

Y_2O_3 , TiO_2 等, 氮化物如 SiN , SiN_xO_y 等, 金属氟化物如 MgF_2 , LiF , AlF_3 , CaF_2 等, 聚乙烯, 聚丙烯, 聚甲基丙烯酸甲酯, 聚酰亚胺, 聚脲, 聚四氟乙烯, 聚氯三氟乙烯, 聚二氯二氟乙烯, 氯三氟乙烯和二氯二氟乙烯的共聚物, 通过使含有四氟乙烯和至少一种共聚单体的单体混合物共聚获得的共聚物, 在共聚主链中具有环状结构的含氟共聚物, 其吸水系数为 1% 或 1% 以上的吸水性物质, 其吸水系数是 0.1% 或 0.1% 以下的防湿物质等。

保护层能够适合通过上述方法来形成, 例如汽相淀积法, 湿型成膜法, 溅射法, 反应性溅射法, MBE (分子束取向生长) 法, 簇离子束法, 离子镀膜法, 等离子体聚合法 (高频激发离子镀膜法), 打印法, 转移法, 或类似物。

本发明有机 EL 元件的结构不是特别限制的, 和可以根据目的来适当选择。层结构的适合实例是以下层结构 (1) - (13): (1) 正极/空穴注射层/空穴迁移层/发光层/电子迁移层/电子注射层/负极, (2) 正极/空穴注射层/空穴迁移层/发光层/电子迁移层/负极, (3) 正极/空穴迁移层/发光层/电子迁移层/电子注射层/负极, (4) 正极/空穴迁移层/发光层/电子迁移层/负极, (5) 正极/空穴注射层/空穴迁移层/发光和电子迁移层/电子注射层/负极, (6) 正极/空穴注射层/空穴迁移层/发光和电子迁移层/负极, (7) 正极/空穴迁移层/发光和电子迁移层/电子注射层/负极, (8) 正极/空穴迁移层/发光和电子迁移层/负极, (9) 正极/空穴注射层/空穴迁移和发光层/电子迁移层/电子注射层/负极, (10) 正极/空穴注射层/空穴迁移和发光层/电子迁移层/负极, (11) 正极/空穴迁移和发光层/电子迁移层/电子注射层/负极, (12) 正极/空穴迁移和发光层/电子迁移层/负极, (13) 正极/空穴迁移和发光和电子迁移层/负极, 其它等等。

在这些层结构中, 当图解说明 (4) 正极/空穴迁移层/发光层/电子迁移层/负极时, 它如图 1 所示。有机 EL 元件 10 具有这样的层结构, 其中正极 14 (例如 ITO 电极) 在玻璃基材 12 上形成, 空穴迁移层 16, 发光层 18, 电子迁移层 20, 和负极 22 (例如 Al-Li 电极) 按此次序分层叠加。

正极 14 (例如 ITO 电极) 和负极 22 (例如 Al-Li 电极) 经电源彼此连接。用于发出红光的有机薄膜层 24 通过空穴迁移层 16、发光层 18 和电子迁移层 20 来形成。

作为本发明有机 EL 元件的发射波长, 580 - 780nm 是优选的, 和 600 - 650nm 是更优选的。

至于本发明的有机 EL 元件的发光效率, 有机 EL 元件理想地在 10V 或 10V 以下的电压下发射红光, 和优选在 7V 或 7V 以下发射红光, 和更优选在 5V 或 5V 以下发射红光。

在 10V 的外加电压下, 本发明有机 EL 元件的发光亮度优选是 100cd/m^2 或 100cd/m^2 以上, 和更优选是 500cd/m^2 或 500cd/m^2 以上, 和特别优选 1000cd/m^2 或 1000cd/m^2 以上。

本发明的有机 EL 元件能够适用于各种领域, 例如计算机, 装在车上的显示装置, 室外显示设备, 家用机器, 工业用机器, 家用电子设备, 交通相关性显示设备, 彩色显示设备, 日历显示设备, 荧光屏, 声音设备等。本发明的有机 EL 元件能够特别优选用于以下描述的本发明的有机 EL 显示器。

<有机 EL 显示器>

本发明的有机 EL 显示器不是特别限制的, 除了它利用本发明的有机 EL 元件之外, 和能够适当利用已知结构。

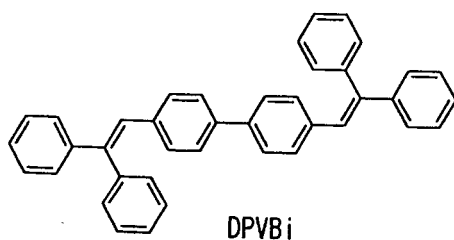
本发明的有机 EL 显示器可以仅发出单一颜色的红光, 或者可以可以是发射多种颜色光的全色类型显示器。

关于用于制备有机 EL 显示器的方法, 全色类型的显示器, 例如, 如在 “Gekkan Display” September 2000, pp. 33-37 中所公开的那样, 具有三色发光法, 其中发射分别对应于三种原色 (蓝色(B), 绿色(G), 红色(R)) 的光的有机 EL 元件布置在基材上; 其中通过用于发射白光的有机 EL 元件发射的白光通过滤色器, 以便被分为三种原色的方法; 其中用于发射蓝光的由有机 EL 元件发出的蓝光通过荧光染料层并转化成红(R) 和绿(G) 的颜色转换法; 以及其它等等。然而, 因为所用的本发明有机 EL 元件用于发射红光, 本发明能够特别适合用于三色发光法。

当通过三色发光法制造全色类型的有机 EL 显示器时，除了用于发射红光的本发明的有机 EL 元件以外，还需要用于发射绿光的有机 EL 元件和用于发射蓝光的有机 EL 元件。

用于发射绿光的有机 EL 元件不是特别限制的，和能够适当选自已知的元件之中。例如，其层结构是 ITO（正极）/NPD/Alq/Al-Li（负极）的元件或类似物是适合的。

用于发射蓝光的有机 EL 元件不是特别限制的，和能够适当选自已知的元件之中。例如，其层结构是 ITO（正极）/NPD/用下式表示的 DPVBi/Alq/Al-Li（负极）的元件或类似物是适合的。DPVBi 是 4,4'-双(2,2'-二苯基-乙烷-1-基)-联苯。



有机 EL 显示器的模式不是特别限制的，和能够根据目的来适当选择。适合实例包括无源矩阵板，有源矩阵板等，如在“Nikkei Electronics”，No. 765, March 13, 2000, pp. 55-62 中公开的那些。

如图 2 所示，无源矩阵板例如具有条带形正极 14（例如 ITO 电极），它们被并列布置在玻璃基材 12 上。无源矩阵板在正极 14 上具有用于发射红光的条带形有机薄膜层 24，用于发射绿光的条带形有机薄膜层 26，和用于发射蓝光的条带形有机薄膜层 28，它们依次和彼此平行布置，并与正极 14 成基本直角的方向。无源矩阵板在用于发射红光的有机薄膜层 24 上具有有机薄膜层 26，用于发射绿光，以及有机薄膜层 28，用于发射蓝光，负极 22 具有与有机薄膜层 24、26、28 相同的构型。

在无源矩阵板中，如图 3 所示，由许多正极 14 形成的正极列 30 和由许多负极 22 形成的负极列 22 以基本正交方向彼此交叉，以便形成电路。用于发射红光、绿光和蓝光的各有机薄膜层 24、26、28 放置在各交叉点，

用作象素。许多有机 EL 元件 34 与各象素相一致存在。在无源矩阵板中，当通过恒流电源 36 施加电流于正极列 30 中的正极 14 之一和负极列 32 中的负极 22 之一时，此时，电流施加于位于交叉点的有机 EL 薄膜层，以及在该位置的有机 EL 薄膜层发光。通过控制象素单元的发光，能够轻易形成全色图象。

如图 4 所示，例如在有源矩阵板中，扫描线、数据线和电流供给线在玻璃基材 12 上以格状布局形成。有源矩阵板具有 TFT 电路 40，它连接于形成格状布局的扫描线等，并布置在各方格中，以及正极 14（例如，ITO 电极），它能够由 TFT 电路 40 驱动和布置在各方格内。有源矩阵板具有在正极 14 上的用于发射红光的条带形有机薄膜层 24，用于发射绿光的条带形有机薄膜层 26，和用于发射蓝光的条带形有机薄膜层 28，它们按序和彼此平行布置。在用于发射红光的有机薄膜层 24，用于发射绿光的有机薄膜层 26 和用于发射蓝光的有机薄膜层 28 之上，有源矩阵板具有负极 22，它被布置以使得覆盖所有有机薄膜层 24、26、28。用于发射红光的有机薄膜层 24、用于发射绿光的有机薄膜层 26 和用于发射蓝光的有机薄膜层 28 各自具有空穴迁移层 16，发光层 18，和电子迁移层 20。

如图 5 所示，例如在有源矩阵板中，平行提供的许多扫描线 46 与平行提供的许多数据线 42 和电流供给线彼此正交，以便形成格状布局。连接用于开关的 TFT48 和用于驱动的 TFT50 以在各方格内形成电路。当从驱动线路 38 施加电流时，能够驱动每一方格的用于开关的 TFT48 和用于驱动的 TFT50。在各方格中，用于发射红光、绿光和蓝光的有机薄膜层 24、26、28 用作象素。在有源矩阵板中，当从驱动线路 38 施加电压于布置在侧向的扫描线 46 和布置在长轴方向的电流供给线 44 之一时，此刻，位于交叉点的用于开关的 TFT48 被驱动，和伴随该驱动，用于驱动的 TFT50 被驱动，以及在该位置的有机 EL 元件 52 发光。通过控制象素单元的发光，能够轻易形成全色图象。

本发明的有机 EL 显示器能够适用于各种领域，例如计算机，装在车上的显示装置，室外显示设备，家用机器，工业用机器，家用电子设备的机器，交通相关性显示设备，时钟显示设备，日历显示设备，荧光屏，

发声机器等。

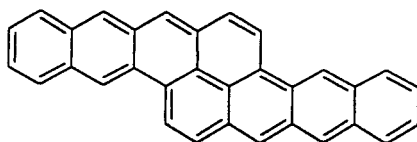
实施例

下文中将具体描述本发明的实施例。然而，本发明决不受限于这些实施例。

[合成实施例 1]

二萘并(2':3'-3:4)(2'':3''-8:9)茚

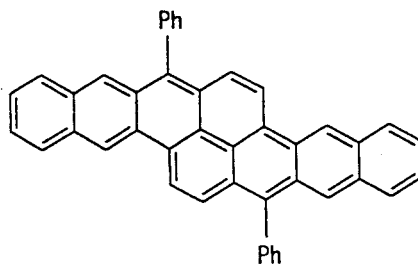
根据出版物(“Journal of the Chemical Society, 1949, p. 2013)合成由下式表示的二萘并(2':3'-3:4)(2'':3''-8:9)茚。



[合成实施例 2]

5,10-二苯基-二萘并(2':3'-3:4)(2'':3''-8:9)茚的合成

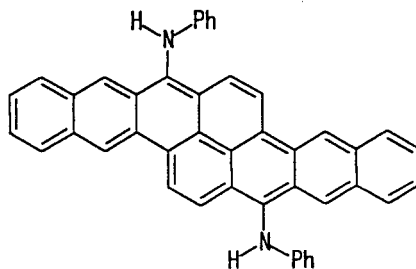
将二萘并(2':3'-3:4)(2'':3''-8:9)茚溶解在四氯化碳中。在冷却所得混合物的同时，将 1mol 当量的溴加入到其中。将混合物反应 4 小时，被溴化。此后，根据常用方法纯化混合物，获得了 5,10-二溴二萘并(2':3'-3:4)(2'':3''-8:9)茚。通过使用 0.01mol 当量的四(三苯基膦)合钯(0) [Pd(PPh₃)₄] (其中“Ph”表示苯基)作为催化剂，在二甲苯/2M 碳酸钠水溶液中，使 2mol 当量的苯基硼酸[Ph-B(OH)₂] (其中“Ph”表示苯基)回流，并与以这种方式获得的 5,10-二溴二萘并(2':3'-3:4)(2'':3''-8:9)茚反应 2 小时。此后，所得混合物根据通常方法纯化，合成了用下式表示的 5,10-二苯基-二萘并(2':3'-3:4)(2'':3''-8:9)茚。(注意，在该式中，“Ph”表示苯基)。



[合成实施例 3]

5,10-双(苯氨基)二萘并(2':3'-3:4)(2'':3''-8:9)茚的合成

将二萘并(2':3'-3:4)(2'':3''-8:9)茚溶解在四氯化碳中。在冷却所得混合物的同时,将 1mol 当量的溴加入到其中。将混合物反应 4 小时,被溴化。此后,根据常用方法纯化混合物,获得了 5,10-二溴二萘并(2':3'-3:4)(2'':3''-8:9)茚。将苯基胺,碳酸钾和铜粉末加入到所获得的 5,10-二溴二萘并(2':3'-3:4)(2'':3''-8:9)茚中,以及让混合物在 200℃ 下反应 30 小时。在反应溶液用水稀释后,反应剂用氯仿洗脱。此后,所得物质根据通常方法纯化,合成了用下式表示的 5,10-双(苯氨基)二萘并(2':3'-3:4)(2'':3''-8:9)茚。(注意,在该式中,“Ph”表示苯基)。

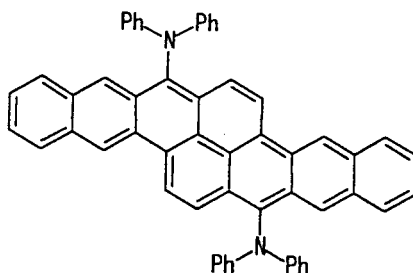


[合成实施例 4]

5,10-双(二苯氨基)二萘并(2':3'-3:4)(2'':3''-8:9)茚的合成

将二萘并茚溶解在四氯化碳中。在冷却所得混合物的同时,将 1mol 当量的溴加入到其中。使混合物反应 4 小时,并被溴化。此后,根据常用方法纯化混合物,获得了 5,10-二溴二萘并茚。将二苯基胺,碳酸钾和铜粉末加入到所获得的 5,10-二溴二萘并(2':3'-3:4)(2'':3''-8:9)茚中,以及让混合物在 200℃ 下反应 30 小时。在反应溶液用水稀释后,反应剂用氯仿洗脱。此后,所得物质根据通常方法纯化,合成了用下式表

示的 5, 10-双(二苯氨基)二萘并(2':3'-3:4)(2'':3''-8:9)茈。(注意, 在该式中, “Ph” 表示苯基)。



(实施例 1)

如下述那样制备在发光层中使用二萘并(2':3'-3:4)(2'':3''-8:9)茈的层压型有机 EL 元件。即, 其上形成 ITO 电极作为正极的玻璃基材用水、丙酮和异丙醇洗涤。使用真空汽相淀积设备(真空度 = 1×10^{-6} 托(1.3×10^{-4} Pa), 基材温度 = 室温), 在 ITO 电极上覆盖用作空穴迁移层的 TPD, 致使达到 50nm 的厚度。接着, 在空穴迁移层上, 通过同时汽相淀积形成由 TPD、二萘并(2':3'-3:4)(2'':3''-8:9)茈和 Alq (使得 Alq 为 99 分子(99mol)对 1 分子(1mol)的二萘并(2':3'-3:4)(2'':3''-8:9)茈)构成的 20nm 厚度的发光层。然后, 覆盖用作电子迁移层的 Alq, 致使在发光层上形成 30nm 的厚度。然后, 汽相淀积用作负极的 Al-Li 合金(Li 含量 = 0.5 重量%), 致使在由 Alq 形成的电子迁移层上形成 50nm 的厚度。如此制备了有机 EL 元件。

当将电压施加于所制备的有机 EL 元件的 ITO 电极(正极)和 Al-Li 合金(负极)时, 在 5V 或 5V 以上的电压, 在有机 EL 元件中观测到了红光发射。在 10V 的外加电压下, 观测到了发光亮度为 980cd/m^2 和峰值为 600nm 波长的红光发射。

(实施例 2)

按与实施例 1 同样的方式制备有机 EL 元件, 只是发光层同时通过汽相淀积二萘并(2':3'-3:4)(2'':3''-8:9)茈, Alq 和红荧烯来形成, 使得 Alq 是 94 分子(94mol)和红荧烯是 5 分子(5mol)对 1 分子(1mol)的二萘并(2':3'-3:4)(2'':3''-8:9)茈。

当将电压施加于所制备的有机 EL 元件的 ITO 电极(正极)和 Al-Li

合金（负极）时，在 5V 或 5V 以上的电压，在有机 EL 元件中观测到了红光发射。在 10V 的外加电压下，观测到了其发光亮度是 1500cd/m^2 和峰值是 600nm 波长的红光发射。

（实施例 3）

按与实施例 1 同样的方式制备有机 EL 元件，只是用 5,10-二苯基-二萘并 (2':3'-3:4) (2'':3''-8:9) 芘代替实施例 1 中的二萘并 (2':3'-3:4) (2'':3''-8:9) 芘。

当将电压施加于所制备的有机 EL 元件的 ITO 电极（正极）和 Al-Li 合金（负极）时，在 5V 或 5V 以上的电压，在有机 EL 元件中观测到了红光发射。在 10V 的外加电压下，观测到了其发光亮度是 1390cd/m^2 和峰值是 630nm 波长的红光发射。

（实施例 4）

按与实施例 2 同样的方式制备有机 EL 元件，只是用 5,10-二苯基-二萘并 (2':3'-3:4) (2'':3''-8:9) 芘代替实施例 2 中的二萘并 (2':3'-3:4) (2'':3''-8:9) 芘。

当将电压施加于所制备的有机 EL 元件的 ITO 电极（正极）和 Al-Li 合金（负极）时，在 5V 或 5V 以上的电压，观测到了在有机 EL 元件中的红光发射。在 10V 的外加电压下，观测到了其发光亮度是 2010cd/m^2 和峰值是 630nm 波长的红光发射。

（实施例 5）

按与实施例 1 同样的方式制备有机 EL 元件，只是用 5,10-双(苯氨基)二萘并 (2':3'-3:4) (2'':3''-8:9) 芘代替实施例 1 中的二萘并 (2':3'-3:4) (2'':3''-8:9) 芘。

当将电压施加于所制备的有机 EL 元件的 ITO 电极（正极）和 Al-Li 合金（负极）时，在 5V 或 5V 以上的电压，观测到了在有机 EL 元件中的红光发射。在 10V 的外加电压下，观测到了其发光亮度是 1260cd/m^2 和峰值是 650nm 波长的红光发射。

（实施例 6）

按与实施例 2 同样的方式制备有机 EL 元件，只是用 5,10-双(苯氨基)

二萘并(2':3'-3:4)(2'':3''-8:9)芘代替实施例2中的二萘并(2':3'-3:4)(2'':3''-8:9)芘。

当将电压施加于所制备的有机EL元件的ITO电极(正极)和Al-Li合金(负极)时,在5V或5V以上的电压,观测到了在有机EL元件中的红光发射。在10V的外加电压下,观测到了其发光亮度是1700cd/m²和峰值是650nm波长的红光发射。

(实施例7)

按与实施例1同样的方式制备有机EL元件,只是用5,10-双(二苯氨基)二萘并(2':3'-3:4)(2'':3''-8:9)芘代替实施例1中的二萘并(2':3'-3:4)(2'':3''-8:9)芘,以及在发光层中不使用Alq,和电子迁移层的厚度被制成为50nm。

当将电压施加于所制备的有机EL元件的ITO电极(正极)和Al-Li合金(负极)时,在6V或6V以上的电压,观测到了在有机EL元件中的红光发射。在10V的外加电压下,观测到了其发光亮度是650cd/m²和峰值是655nm波长的红光发射。

(实施例8)

按与实施例1同样的方式制备有机EL元件,只是用5,10-双(二苯氨基)二萘并(2':3'-3:4)(2'':3''-8:9)芘代替实施例1中的二萘并(2':3'-3:4)(2'':3''-8:9)芘。

当将电压施加于所制备的有机EL元件的ITO电极(正极)和Al-Li合金(负极)时,在5V或5V以上的电压,观测到了在有机EL元件中的红光发射。在10V的外加电压下,观测到了其发光亮度是1300cd/m²和峰值是655nm波长的红光发射。

(实施例9)

按与实施例2同样的方式制备有机EL元件,只是用5,10-双(二苯氨基)二萘并(2':3'-3:4)(2'':3''-8:9)芘代替实施例2中的二萘并(2':3'-3:4)(2'':3''-8:9)芘。

当将电压施加于所制备的有机EL元件的ITO电极(正极)和Al-Li合金(负极)时,在5V或5V以上的电压,观测到了在有机EL元件中的

红光发射。在 10V 的外加电压下，观测到了其发光亮度是 1820cd/m^2 和峰值是 655nm 波长的红光发射。

(实施例 10)

按与实施例 1 同样的方式制备有机 EL 元件，只是用 5,10-双(二苯氨基)二萘并(2':3'-3:4)(2'':3''-8:9)茈代替实施例 1 中的二萘并(2':3'-3:4)(2'':3''-8:9)茈，以及不形成空穴迁移层，和将发光层制备成厚度 50nm 的空穴迁移和发光层。

当将电压施加于所制备的有机 EL 元件的 ITO 电极(正极)和 Al-Li 合金(负极)时，在 6V 或 6V 以上的电压，观测到了在有机 EL 元件中的红光发射。在 10V 的外加电压下，观测到了其发光亮度是 380cd/m^2 和峰值是 655nm 波长的红光发射。

(实施例 11)

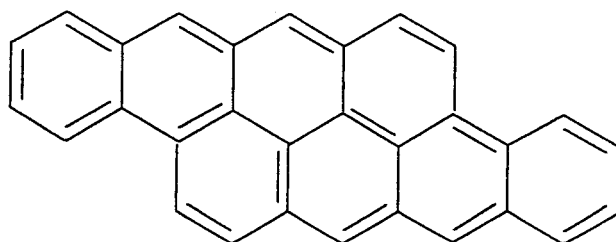
按与实施例 1 同样的方式制备有机 EL 元件，只是用 5,10-双(二苯氨基)二萘并(2':3'-3:4)(2'':3''-8:9)茈代替实施例 1 中的二萘并(2':3'-3:4)(2'':3''-8:9)茈，以及不形成电子迁移层，和将发光层制备成厚度 30nm 的电子迁移和发光层。

当将电压施加于所制备的有机 EL 元件的 ITO 电极(正极)和 Al-Li 合金(负极)时，在 7V 或 7V 以上的电压，观测到了在有机 EL 元件中的红光发射。在 10V 的外加电压下，观测到了其发光亮度是 160cd/m^2 和峰值是 630nm 波长的红光发射。

[合成实施例 5]

二苯并二萘并[cd, jk]茈(dibenzanthanthrene)的合成

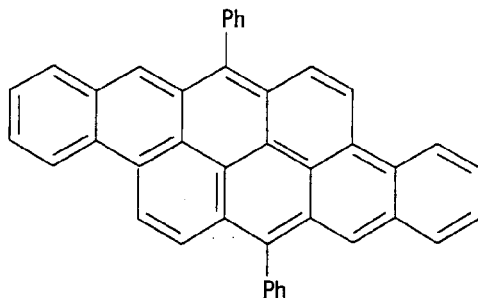
根据出版物("Bericht", No. 76, p. 329(1943))合成用下式表示的二苯并二萘并[cd, jk]茈。



[合成实施例 6]

7, 15-二苯基-二苯并二苯并[cd, jk]芘的合成

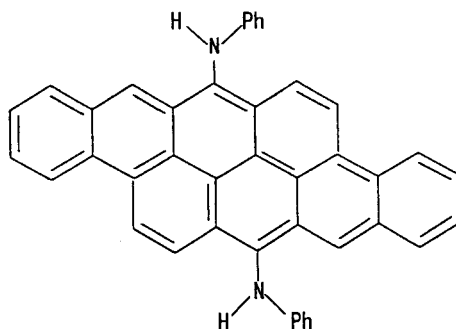
将二苯并二苯并[cd, jk]芘溶解在四氯化碳中。在冷却所得混合物的同时, 将 1mol 当量的溴加入到其中。使混合物反应 4 小时, 进行溴化。此后, 根据常规方法纯化混合物, 获得了 7, 15-溴-二苯并二苯并[cd, jk]芘。通过使用 0.01mol 当量的四(三苯基膦)合钯(0) $[Pd(PPh_3)_4]$ (其中“Ph”表示苯基)作为催化剂, 在二甲苯/2M 碳酸钠水溶液中, 使 2mol 当量的苯基硼酸 $[Ph-B(OH)_2]$ (其中“Ph”表示苯基)回流, 并与如此获得的 7, 15-二溴-二苯并二苯并[cd, jk]芘反应 12 小时。此后, 根据常用方法纯化所得混合物, 合成了由下式表示的 7, 15-二苯基-二苯并二苯并[cd, jk]芘。(注意, 在式中, “Ph”表示苯基。)



[合成实施例 7]

7, 15-双(苯氨基)二苯并二苯并[cd, jk]芘的合成

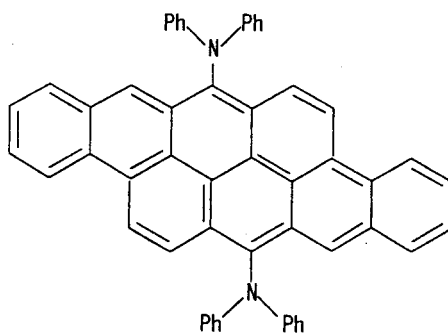
将二苯并二苯并[cd, jk]芘溶解在四氯化碳中。在冷却所得混合物的同时, 将 1mol 当量的溴加入到其中。使混合物反应 4 小时, 进行溴化。此后, 根据常规方法纯化混合物, 获得了 7, 15-二溴-二苯并二苯并[cd, jk]芘。将苯基胺、碳酸钾和铜粉末加入到所获得的 7, 15-二溴-二苯并二苯并[cd, jk]芘中, 以及让该混合物在 200℃下反应 30 小时。在反应溶液用水稀释后, 反应剂用氯仿洗脱。此后, 根据常用方法纯化所得物质, 合成了由下式表示的 7, 15-双(苯氨基)二苯并二苯并[cd, jk]芘。(注意, 在式中, “Ph”表示苯基。)



[合成实施例 8]

7, 15-双(二苯氨基)二苯并二苯并[cd, jk]芘的合成

将二苯并二苯并[cd, jk]芘溶解在四氯化碳中。在冷却所得混合物的同时，将 1mol 当量的溴加入到其中。使混合物反应 4 小时，进行溴化。此后，根据常规方法纯化混合物，获得了 7, 15-二溴-二苯并二苯并[cd, jk]芘。将二苯基胺、碳酸钾和铜粉末加入到所获得的 7, 15-二溴-二苯并二苯并[cd, jk]芘中，以及让该混合物在 200℃ 下反应 30 小时。在反应溶液用水稀释后，反应剂用氯仿洗脱。此后，根据常用方法纯化所得物质，合成了由下式表示的 7, 15-双(二苯氨基)二苯并二苯并[cd, jk]芘。（注意，在式中，“Ph”表示苯基。）



(实施例 12)

如下述那样制备在发光层中使用二苯并二苯并[cd, jk]芘的层压型有机 EL 元件。即，其上形成 ITO 电极作为正极的玻璃基材用水、丙酮和异丙醇洗涤。使用真空汽相淀积设备（真空度 = 1×10^{-6} 托 (1.3×10^{-4} Pa)，基材温度 = 室温），将用作空穴迁移层的 TPD 覆盖在 ITO 电极上，致使形成 50nm 的厚度。接着，在空穴迁移层上，通过同时汽相淀积形成由 TPD、二苯并二苯并[cd, jk]芘和 Alq（使得 Alq 为 99 分子 (99mol) 对 1 分子 (1mol) 的二苯并二苯并[cd, jk]芘）构成的 20nm 厚度的发光层。然后，覆盖用作电子迁移层的 Alq，致使在发光层上形成 30nm 的厚度。然后，

汽相淀积用作负极的 Al-Li 合金 (Li 含量 = 0.5 重量%), 致使在由 Alq 形成的电子迁移层上形成 50nm 的厚度。如此制备了有机 EL 元件。

当将电压施加于所制备的有机 EL 元件的 ITO 电极 (正极) 和 Al-Li 合金 (负极) 时, 在 5V 或 5V 以上的电压, 在有机 EL 元件中观测到了红光发射。在 10V 的外加电压下, 观测到了发光亮度为 790cd/m^2 和峰值为 620nm 波长的红光发射。

(实施例 13)

按与实施例 12 相同的方式制备有机 EL 元件, 只是发光层通过同时汽相淀积二苯并二苯并[cd, jk]芘、Alq 和红荧烯来形成, 使得 Alq 是 94 分子(94mol)和红荧烯是 5 分子(5mol)对 1 分子(1mol)的二苯并二苯并[cd, jk]芘。

当将电压施加于所制备的有机 EL 元件的 ITO 电极 (正极) 和 Al-Li 合金 (负极) 时, 在 5V 或 5V 以上的电压, 在有机 EL 元件中观测到了红光发射。在 10V 的外加电压下, 观测到了发光亮度为 1380cd/m^2 和峰值为 620nm 波长的红光发射。

(实施例 14)

按与实施例 12 相同的方式制备有机 EL 元件, 只是用 7, 15-二苯基-二苯并二苯并[cd, jk]芘代替实施例 12 中的二苯并二苯并[cd, jk]芘。

当将电压施加于所制备的有机 EL 元件的 ITO 电极 (正极) 和 Al-Li 合金 (负极) 时, 在 5V 或 5V 以上的电压, 在有机 EL 元件中观测到了红光发射。在 10V 的外加电压下, 观测到了发光亮度为 1450cd/m^2 和峰值为 650nm 波长的红光发射。

(实施例 15)

按照与实施例 13 相同的方式制备有机 EL 元件, 只是用 7, 15-二苯基-二苯并二苯并[cd, jk]芘代替实施例 13 中的二苯并二苯并[cd, jk]芘。

当将电压施加于所制备的有机 EL 元件的 ITO 电极 (正极) 和 Al-Li 合金 (负极) 时, 在 5V 或 5V 以上的电压, 在有机 EL 元件中观测到了红光发射。在 10V 的外加电压下, 观测到了发光亮度为 2240cd/m^2 和峰值为 650nm 波长的红光发射。

(实施例 16)

按与实施例 12 相同的方式制备有机 EL 元件, 只是用 7, 15-双(苯氨基)-二苯并二苯并[cd, jk]芘代替实施例 12 中的二苯并二苯并[cd, jk]芘。

当将电压施加于所制备的有机 EL 元件的 ITO 电极(正极)和 Al-Li 合金(负极)时, 在 5V 或 5V 以上的电压, 在有机 EL 元件中观测到了红光发射。在 10V 的外加电压下, 观测到了发光亮度为 1060cd/m^2 和峰值为 660nm 波长的红光发射。

(实施例 17)

按照与实施例 13 相同的方式制备有机 EL 元件, 只是用 7, 15-双(苯氨基)-二苯并二苯并[cd, jk]芘代替实施例 13 中的二苯并二苯并[cd, jk]芘。

当将电压施加于所制备的有机 EL 元件的 ITO 电极(正极)和 Al-Li 合金(负极)时, 在 5V 或 5V 以上的电压, 在有机 EL 元件中观测到了红光发射。在 10V 的外加电压下, 观测到了发光亮度为 1410cd/m^2 和峰值为 660nm 波长的红光发射。

(实施例 18)

按与实施例 12 相同的方式制备有机 EL 元件, 只是用 7, 15-双(二苯氨基)-二苯并二苯并[cd, jk]芘代替实施例 12 中的二苯并二苯并[cd, jk]芘, 在发光层中不使用 Alq, 以及电子迁移层的厚度被制成为 50nm。

当将电压施加于所制备的有机 EL 元件的 ITO 电极(正极)和 Al-Li 合金(负极)时, 在 6V 或 6V 以上的电压, 在有机 EL 元件中观测到了红光发射。在 10V 的外加电压下, 观测到了发光亮度为 550cd/m^2 和峰值为 670nm 波长的红光发射。

(实施例 19)

按照与实施例 12 相同的方式制备有机 EL 元件, 只是用 7, 15-双(二苯氨基)-二苯并二苯并[cd, jk]芘代替实施例 12 中的二苯并二苯并[cd, jk]芘。

当将电压施加于所制备的有机 EL 元件的 ITO 电极(正极)和 Al-Li

合金（负极）时，在 5V 或 5V 以上的电压，在有机 EL 元件中观测到了红光发射。在 10V 的外加电压下，观测到了发光亮度为 1110cd/m^2 和峰值为 670nm 波长的红光发射。

（实施例 20）

按照与实施例 13 相同的方式制备有机 EL 元件，只是用 7, 15-双(二苯氨基)-二苯并二苯并[cd, jk]芘代替实施例 13 中的二苯并二苯并[cd, jk]芘。

当将电压施加于所制备的有机 EL 元件的 ITO 电极（正极）和 Al-Li 合金（负极）时，在 5V 或 5V 以上的电压，在有机 EL 元件中观测到了红光发射。在 10V 的外加电压下，观测到了发光亮度为 1410cd/m^2 和峰值为 670nm 波长的红光发射。

（实施例 21）

按照与实施例 12 相同的方式制备有机 EL 元件，只是用 7, 15-双(二苯氨基)-二苯并二苯并[cd, jk]芘代替实施例 12 中的二苯并二苯并[cd, jk]芘，不形成空穴迁移层，和发光层被制备成厚度 50nm 的空穴迁移和发光层。

当将电压施加于所制备的有机 EL 元件的 ITO 电极（正极）和 Al-Li 合金（负极）时，在 6V 或 6V 以上的电压，在有机 EL 元件中观测到了红光发射。在 10V 的外加电压下，观测到了发光亮度为 300cd/m^2 和峰值为 670nm 波长的红光发射。

（实施例 22）

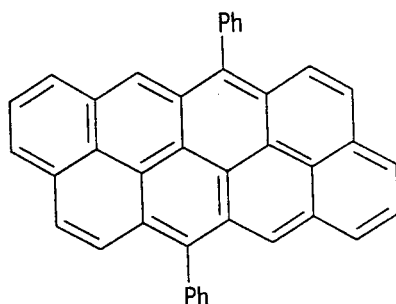
按照与实施例 12 相同的方式制备有机 EL 元件，只是用 7, 15-二苯基-二苯并二苯并[cd, jk]芘代替实施例 12 中的二苯并二苯并[cd, jk]芘，不形成电子迁移层，和发光层被制备成厚度 30nm 的电子迁移和发光层。

当将电压施加于所制备的有机 EL 元件的 ITO 电极（正极）和 Al-Li 合金（负极）时，在 7V 或 7V 以上的电压，在有机 EL 元件中观测到了红光发射。在 10V 的外加电压下，观测到了发光亮度为 190cd/m^2 和峰值为 650nm 波长的红光发射。

[合成实施例 9]

6, 13-二苯基-并四苯基并四苯的合成

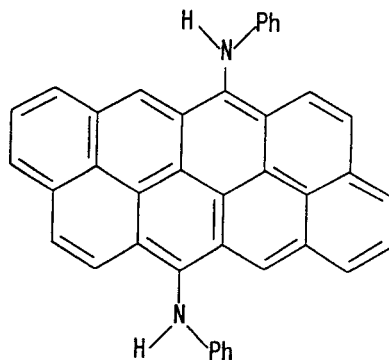
将并四苯基并四苯 (Chemical Abstract Service(CAS) Registry Number 180-50-1) 溶解在四氯化碳中。在冷却反应混合物的同时, 将 1mol 当量的溴加入到其中。让混合物反应 4 小时, 进行溴化。此后, 根据常用方法纯化混合物, 和获得了 6,13-二溴并四苯基并四苯。通过使用 0.01mol 当量的四(三苯基膦)合钯(0) $[Pd(PPh_3)_4]$ (其中“Ph”表示苯基) 作为催化剂, 在二甲苯/2M 碳酸钠水溶液中, 使 2mol 当量的苯基硼酸 $[Ph-B(OH)_2]$ (其中“Ph”表示苯基) 回流, 并与如此获得的 6,13-二溴并四苯基并四苯反应 12 小时。此后, 根据常用方法纯化所得混合物, 和合成了用下式表示的 6,13-二苯基-并四苯基并四苯。(注意, 在该式中, “Ph”表示苯基。)



[合成实施例 10]

6,13-双(苯氨基)并四苯基并四苯的合成

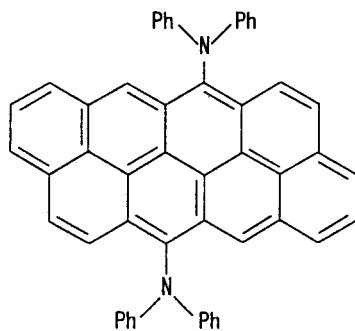
将并四苯基并四苯溶解在四氯化碳中。在冷却所得混合物的同时, 将 1mol 当量的溴加入到其中。使混合物反应 4 小时, 进行溴化。此后, 根据常规方法纯化混合物, 获得了 6,13-二溴-并四苯基并四苯。将苯基胺、碳酸钾和铜粉末加入到所获得的 6,13-二溴-并四苯基并四苯中, 以及让该混合物在 200℃ 下反应 30 小时。在反应溶液用水稀释后, 反应剂用氯仿洗脱。此后, 根据常用方法纯化所得物质, 合成了由下式表示的 6,13-双(苯氨基)并四苯基并四苯。(注意, 在式中, “Ph”表示苯基。)



[合成实施例 11]

6, 13-双(二苯氨基)并四苯基并四苯的合成

将并四苯基并四苯溶解在四氯化碳中。在冷却所得混合物的同时, 将 1mol 当量的溴加入到其中。使混合物反应 4 小时, 进行溴化。此后, 根据常规方法纯化混合物, 获得了 6, 13-二溴-并四苯基并四苯。将二苯基胺、碳酸钾和铜粉末加入到所获得的 6, 13-二溴-并四苯基并四苯中, 以及让该混合物在 200℃ 下反应 30 小时。在反应溶液用水稀释后, 反应剂用氯仿洗脱。此后, 根据常用方法纯化所得物质, 合成了由下式表示的 6, 13-双(二苯氨基)并四苯基并四苯。(注意, 在式中, “Ph” 表示苯基。)



(实施例 23)

如下述那样制备在发光层中使用并四苯基并四苯的层压型有机 EL 元件。即, 其上形成 ITO 电极作为正极的玻璃基材用水、丙酮和异丙醇洗涤。使用真空汽相淀积设备(真空度 = 1×10^{-6} 托 (1.3×10^{-4} Pa), 基材温度 = 室温), 将用作空穴迁移层的 TPD 覆盖在 ITO 电极上, 以便形成 50nm 的厚度。接着, 在空穴迁移层上, 通过同时汽相淀积形成由 TPD、并四苯基并四苯和 Alq(使得 Alq 为 99 分子(99mol)对 1 分子(1mol)的并四苯基并四苯)构成的 20nm 厚度的发光层。然后, 覆盖用作电子迁移层的 Alq, 致使在发光层上形成 30nm 的厚度。然后, 汽相淀积用作负极的 Al-Li 合金(Li 含量 = 0.5 重量%), 以便在由 Alq 形成的电子迁移层上形成 50nm 的厚度。如此制备了有机 EL 元件。

当将电压施加于所制备的有机 EL 元件的 ITO 电极(正极)和 Al-Li 合金(负极)时, 在 5V 或 5V 以上的电压, 在有机 EL 元件中观测到了红光发射。在 10V 的外加电压下, 观测到了发光亮度为 820cd/m^2 和峰值为 600nm 波长的红光发射。

(实施例 24)

按照与实施例 23 相同的方式制备有机 EL 元件, 只是发光层通过同时汽相淀积并四苯基并四苯、Alq 和红荧烯来形成, 使得 Alq 是 94 分子 (94mol) 和红荧烯是 5 分子 (5mol) 对 1 分子 (1mol) 的并四苯基并四苯。

当将电压施加于所制备的有机 EL 元件的 ITO 电极 (正极) 和 Al-Li 合金 (负极) 时, 在 5V 或 5V 以上的电压, 在有机 EL 元件中观测到了红光发射。在 10V 的外加电压下, 观测到了发光亮度为 1400cd/m^2 和峰值为 600nm 波长的红光发射。

(实施例 25)

按照与实施例 23 相同的方式制备有机 EL 元件, 只是用 6, 13-二苯基-并四苯基并四苯代替实施例 23 中的并四苯基并四苯。

当将电压施加于所制备的有机 EL 元件的 ITO 电极 (正极) 和 Al-Li 合金 (负极) 时, 在 5V 或 5V 以上的电压, 在有机 EL 元件中观测到了红光发射。在 10V 的外加电压下, 观测到了发光亮度为 1500cd/m^2 和峰值为 630nm 波长的红光发射。

(实施例 26)

按照与实施例 24 相同的方式制备有机 EL 元件, 只是用 6, 13-二苯基-并四苯基并四苯代替实施例 24 中的并四苯基并四苯。

当将电压施加于所制备的有机 EL 元件的 ITO 电极 (正极) 和 Al-Li 合金 (负极) 时, 在 5V 或 5V 以上的电压, 在有机 EL 元件中观测到了红光发射。在 10V 的外加电压下, 观测到了发光亮度为 2300cd/m^2 和峰值为 630nm 波长的红光发射。

(实施例 27)

按照与实施例 23 相同的方式制备有机 EL 元件, 只是用 6, 13-双(苯氨基)-并四苯基并四苯代替实施例 23 中的并四苯基并四苯。

当将电压施加于所制备的有机 EL 元件的 ITO 电极 (正极) 和 Al-Li 合金 (负极) 时, 在 5V 或 5V 以上的电压, 在有机 EL 元件中观测到了红光发射。在 10V 的外加电压下, 观测到了发光亮度为 1100cd/m^2 和峰值为 650nm 波长的红光发射。

(实施例 28)

按照与实施例 24 相同的方式制备有机 EL 元件,只是用 6,13-双(苯氨基)-并四苯基并四苯代替实施例 24 中的并四苯基并四苯。

当将电压施加于所制备的有机 EL 元件的 ITO 电极(正极)和 Al-Li 合金(负极)时,在 5V 或 5V 以上的电压,在有机 EL 元件中观测到了红光发射。在 10V 的外加电压下,观测到了发光亮度为 1450cd/m^2 和峰值为 650nm 波长的红光发射。

(实施例 29)

按照与实施例 23 相同的方式制备有机 EL 元件,只是用 6,13-双(二苯氨基)-并四苯基并四苯代替实施例 23 中的并四苯基并四苯,以及在发光层中不使用 Alq,和电子迁移层的厚度被制成 50nm。

当将电压施加于所制备的有机 EL 元件的 ITO 电极(正极)和 Al-Li 合金(负极)时,在 5V 或 5V 以上的电压,在有机 EL 元件中观测到了红光发射。在 10V 的外加电压下,观测到了发光亮度为 600cd/m^2 和峰值为 655nm 波长的红光发射。

(实施例 30)

按照与实施例 23 相同的方式制备有机 EL 元件,只是用 6,13-双(二苯氨基)-并四苯基并四苯代替实施例 23 中的并四苯基并四苯。

当将电压施加于所制备的有机 EL 元件的 ITO 电极(正极)和 Al-Li 合金(负极)时,在 5V 或 5V 以上的电压,在有机 EL 元件中观测到了红光发射。在 10V 的外加电压下,观测到了发光亮度为 1150cd/m^2 和峰值为 655nm 波长的红光发射。

(实施例 31)

按照与实施例 24 相同的方式制备有机 EL 元件,只是用 6,13-双(二苯氨基)-并四苯基并四苯代替实施例 24 中的并四苯基并四苯。

当将电压施加于所制备的有机 EL 元件的 ITO 电极(正极)和 Al-Li 合金(负极)时,在 5V 或 5V 以上的电压,在有机 EL 元件中观测到了红光发射。在 10V 的外加电压下,观测到了发光亮度为 1450cd/m^2 和峰值为 655nm 波长的红光发射。

(实施例 32)

按照与实施例 23 相同的方式制备有机 EL 元件, 只是用 6, 13-双(二苯氨基)-并四苯基并四苯代替实施例 23 中的并四苯基并四苯, 以及不形成空穴迁移层, 和发光层被制备成厚度 50nm 的空穴迁移和发光层。

当将电压施加于所制备的有机 EL 元件的 ITO 电极(正极)和 Al-Li 合金(负极)时, 在 6V 或 6V 以上的电压, 在有机 EL 元件中观测到了红光发射。在 10V 的外加电压下, 观测到了发光亮度为 320cd/m^2 和峰值为 655nm 波长的红光发射。

(实施例 33)

按照与实施例 23 相同的方式制备有机 EL 元件, 只是用 6, 13-双(二苯氨基)-并四苯基并四苯代替实施例 23 中的并四苯基并四苯, 以及不形成电子迁移层, 和发光层被制备成厚度 30nm 的电子迁移和发光层。

当将电压施加于所制备的有机 EL 元件的 ITO 电极(正极)和 Al-Li 合金(负极)时, 在 7V 或 7V 以上的电压, 在有机 EL 元件中观测到了红光发射。在 10V 的外加电压下, 观测到了发光亮度为 220cd/m^2 和峰值为 630nm 波长的红光发射。

根据本发明, 提供了克服上述现有技术缺陷和具有高红光色纯度和优异的发光效率、发光亮度等和适用于有机 EL 元件的稠合八环芳族化合物, 使用该稠合八环芳族化合物和具有高红光色纯度和优异的发光效率、发光亮度等的有机 EL 元件, 以及高性能的和利用该有机 EL 元件的有机 EL 显示器。

图 1

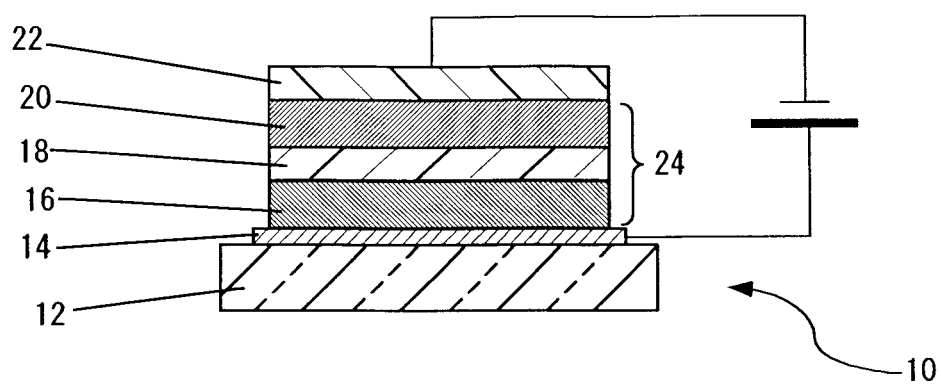


图 2

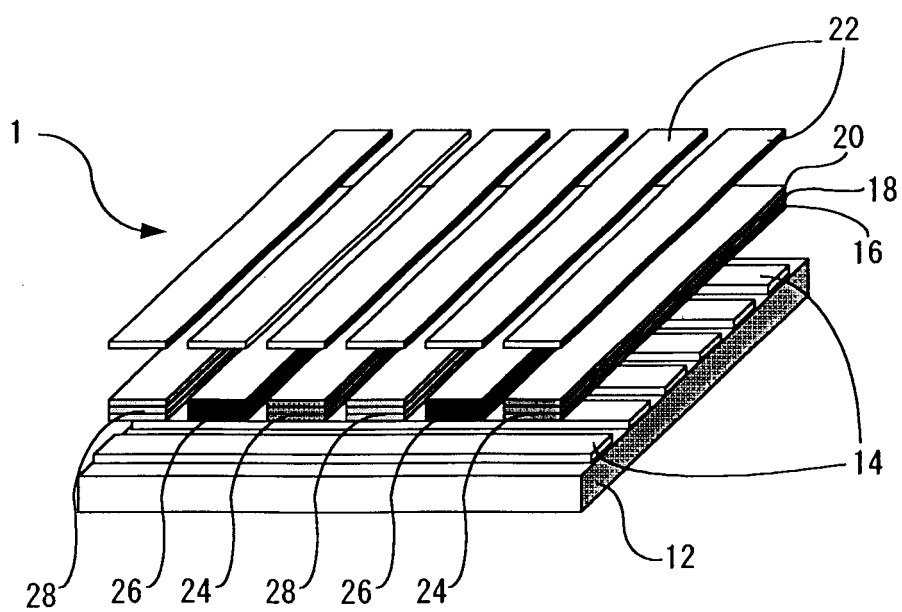


图 3

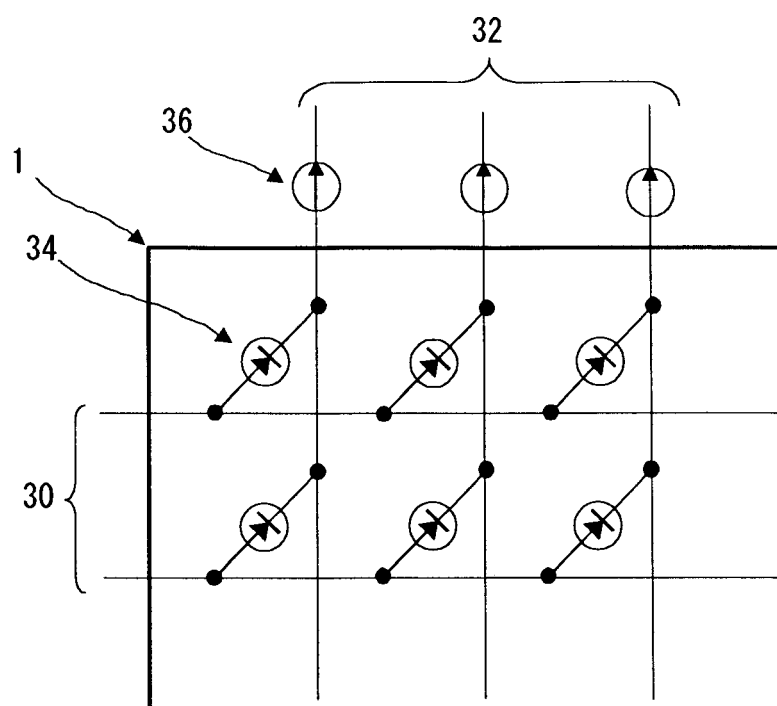


图 4

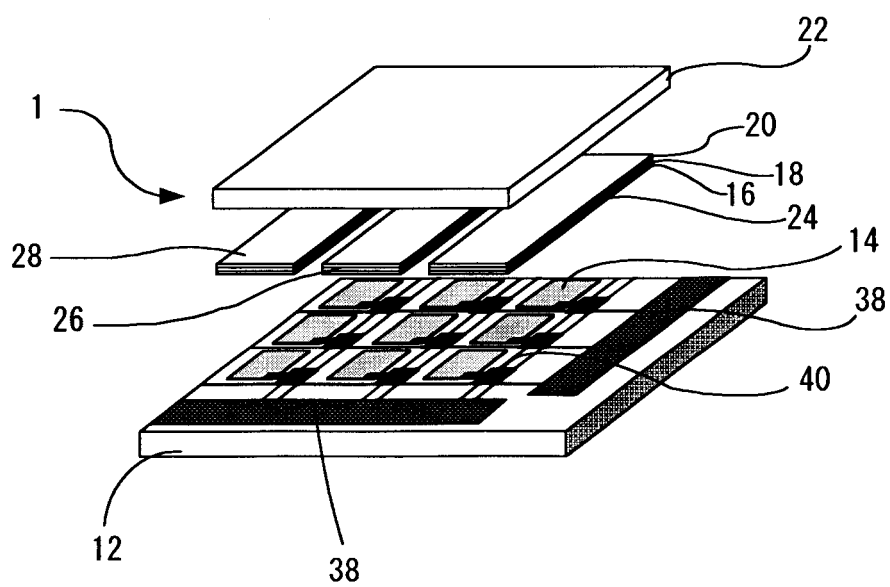
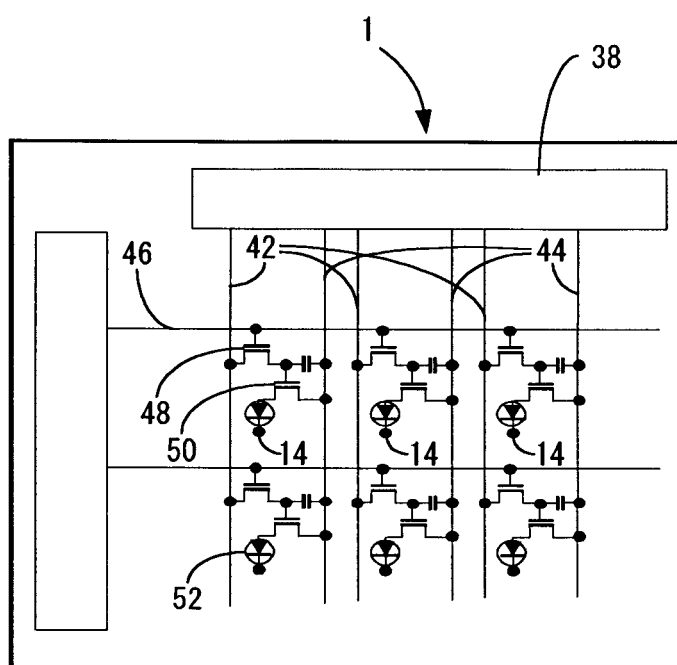


图 5



专利名称(译)	耦合八环芳族化合物,和使用它的有机电致发光元件和有机电致发光显示器		
公开(公告)号	CN1403427A	公开(公告)日	2003-03-19
申请号	CN02108709.1	申请日	2002-03-29
[标]申请(专利权)人(译)	富士通株式会社		
申请(专利权)人(译)	富士通株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	富士通株式会社		
[标]发明人	外山弥 佐藤博之 松浦东 成泽俊明		
发明人	外山弥 佐藤博之 松浦东 成泽俊明		
IPC分类号	H01L51/50 C07C15/20 C07C15/56 C07C211/61 C09K11/06 H01L51/00 H01L51/30 C07C211/57 C07C39/00 C07C43/235 C07C43/20 C07C255/52 H05B33/14 C09K11/00		
CPC分类号	C07C2103/54 H01L51/5012 H01L51/005 C07C211/61 H01L51/0059 H01L51/0071 Y10S428/917 H01L51/006 C07C15/20 H01L51/0056 H01L51/0081 C07C2603/54		
优先权	2001361504 2001-11-27 JP 2001259684 2001-08-29 JP		
其他公开文献	CN1239446C		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明的目的是提供利用新型耦合八环芳族化合物, 和具有高红光色纯度和优异发光效率, 发光亮度等的有机EL元件。本发明的有机EL元件在正极和负极之间具有包括发光层的有机薄膜层。有机薄膜层包含具有属于14、16和18的任一个的其中能够引入取代基的许多区域的耦合八环芳族化合物, 以及该耦合八环芳族化合物具有点对称骨架。

