



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 02813990.9

[43] 公开日 2004年9月8日

[11] 公开号 CN 1527871A

[22] 申请日 2002.7.10 [21] 申请号 02813990.9

[30] 优先权

[32] 2001.7.11 [33] JP [31] 211269/2001

[32] 2001.10.26 [33] JP [31] 329676/2001

[86] 国际申请 PCT/JP2002/006998 2002.7.10

[87] 国际公布 WO2003/007658 英 2003.1.23

[85] 进入国家阶段日期 2004.1.12

[71] 申请人 富士胶片株式会社

地址 日本神奈川县

[72] 发明人 五十岚达也 邱雪鹏

[74] 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

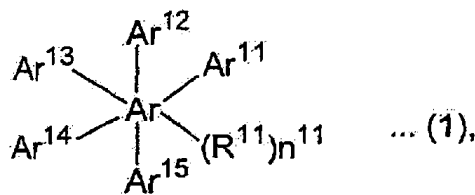
代理人 于辉

权利要求书6页 说明书52页

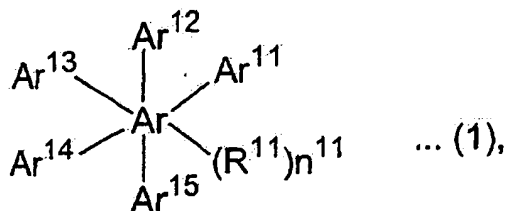
[54] 发明名称 发光设备和芳香化合物

[57] 摘要

一种发光设备，其包括一对电极和一个发光层或位于所述电极之间且包含一个发光层的多个有机层，所述发光层或包含所述发光层的多个有机层中至少一层包括至少一种下面通式(1)代表的化合物：其中 Ar¹¹、Ar¹²、Ar¹³、Ar¹⁴和 Ar¹⁵各自代表芳基或杂芳基；Ar 代表苯环、萘环、菲环或蒽环；Ar、Ar¹¹、Ar¹²、Ar¹³、Ar¹⁴和 Ar¹⁵中至少一个是稠合芳基、稠合或未稠合的杂芳基或者一个包含稠合芳基或者稠合或未稠合的杂芳基的基团；Ar¹¹、Ar¹²、Ar¹³、Ar¹⁴和 Ar¹⁵彼此不相连形成环；R¹¹代表一取代基；并且 n¹¹代表0或更大的整数。



1、一种发光设备，其包括一对电极和一个发光层和位于所述电极之间且包含一个发光层的多个有机层，所述发光层或包含所述发光层的多个有机层中的至少一层包括至少一种下面通式(1)代表的化合物：



其中 Ar^{11} 、 Ar^{12} 、 Ar^{13} 、 Ar^{14} 和 Ar^{15} 各自代表芳基或杂芳基；Ar 代表苯环、萘环、菲环或蒽环；Ar、 Ar^{11} 、 Ar^{12} 、 Ar^{13} 、 Ar^{14} 和 Ar^{15} 中至少一个是稠合芳基、稠合或未稠合的杂芳基或者一个包含稠合芳基或者稠合或未稠合的杂芳基的基团； Ar^{11} 、 Ar^{12} 、 Ar^{13} 、 Ar^{14} 和 Ar^{15} 彼此不相连形成环； R^{11} 代表一取代基；并且 n^{11} 代表 0 或更大的整数。

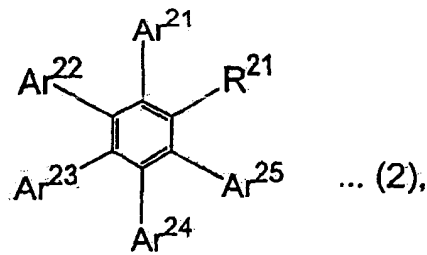
2、权利要求 1 的发光设备，其中在所述通式(1)中， Ar^{11} 、 Ar^{12} 、 Ar^{13} 、 Ar^{14} 和 Ar^{15} 中至少一个是茚基。

3、权利要求 1 的发光设备，其中在所述通式(1)中， R^{11} 、 Ar^{11} 、 Ar^{12} 、 Ar^{13} 、 Ar^{14} 和 Ar^{15} 中至少四个是稠合芳基或者稠合或未稠合的杂芳基。

4、权利要求 1 的发光设备，其中在所述通式(1)中， R^{11} 、 Ar^{11} 、 Ar^{12} 、 Ar^{13} 、 Ar^{14} 和 Ar^{15} 中至少一个选自萘基、菲基、蒽基、荧蒽基、茚基和茚基。

5、权利要求 1 的发光设备，其中所述通式(1)代表的化合物由单重激发态发光。

6、权利要求 1 的发光设备，其中所述通式(1)代表的化合物由下面的通式(2)表示：



其中 Ar^{21} 、 Ar^{22} 、 Ar^{23} 、 Ar^{24} 和 Ar^{25} 各自代表芳基或杂芳基； Ar^{21} 、 Ar^{22} 、 Ar^{23} 、 Ar^{24} 和 Ar^{25} 中至少一个是稠合芳基、稠合或未稠合的杂芳基或者一个包含稠合芳基或者稠合或未稠合的杂芳基的基团； Ar^{21} 、 Ar^{22} 、 Ar^{23} 、 Ar^{24} 和 Ar^{25} 彼此不相连形成环； R^{21} 代表氢原子或一取代基。

7、权利要求 6 的发光设备，其中在所述通式(2)中， Ar^{21} 、 Ar^{22} 、 Ar^{23} 和 Ar^{24} 各自选自苯基、萘基、蒽基、菲基和荧蒽基； Ar^{25} 选自苯基、萘基、蒽基、菲基、荧蒽基、芘基和花基； R^{21} 选自氢原子、烷基和芳基； Ar^{21} 、 Ar^{22} 、 Ar^{23} 、 Ar^{24} 和 Ar^{25} 中至少一个是稠合芳基； Ar^{21} 、 Ar^{22} 、 Ar^{23} 、 Ar^{24} 和 Ar^{25} 彼此不相连形成环。

8、权利要求 7 的发光设备，其中在所述通式(2)中， Ar^{21} 、 Ar^{22} 、 Ar^{23} 和 Ar^{24} 各自选自苯基、萘基和菲基。

9、权利要求 7 的发光设备，其中在所述通式(2)中， R^{21} 选自氢原子、苯基和芘基。

10、权利要求 6 的发光设备，其中在所述通式(2)中， R^{21} 、 Ar^{21} 、 Ar^{22} 、 Ar^{23} 、 Ar^{24} 和 Ar^{25} 中至少四个是稠合芳基或者稠合或未稠合的杂芳基。

11、权利要求 6 的发光设备，其中在所述通式(2)中， Ar^{21} 和 Ar^{22} 是稠合芳基或者稠合或未稠合的杂芳基。

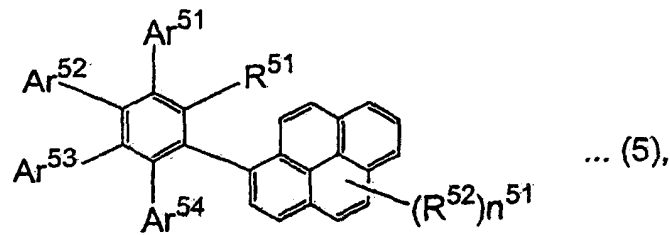
12、权利要求 6 的发光设备，其中在所述通式(2)中， Ar^{21} 和 Ar^{24} 各自是稠合芳基或者稠合或未稠合的杂芳基。

13、权利要求 6 的发光设备，其中在所述通式(2)中， R^{21} 、 Ar^{21} 、 Ar^{22} 、 Ar^{23} 、 Ar^{24} 和 Ar^{25} 中至少一个选自萘基、菲基、蒽基、荧蒽基、

茚基和茚基。

14、权利要求 6 的发光设备,其中在所述通式(2)中, Ar^{21} 和 Ar^{23} 各自是稠合芳基,并且 R^{21} 、 Ar^{22} 、 Ar^{24} 和 Ar^{25} 各自选自苯基、萘基、菲基、蒽基、荧蒽基、茚基和茚基。

15、权利要求 6 的发光设备,其中所述通式(2)代表的所述化合物由下面的通式(5)表示:



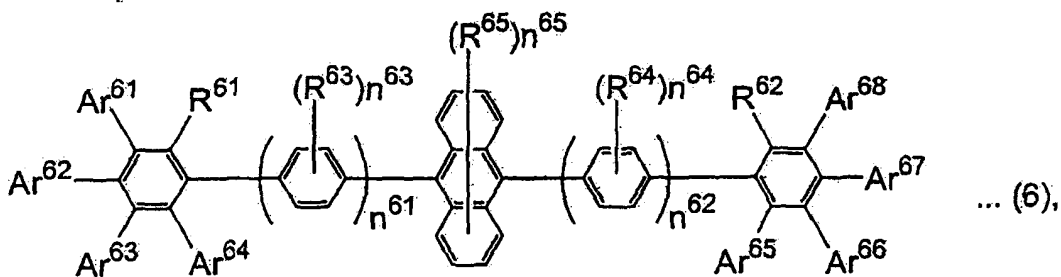
其中 Ar^{51} 、 Ar^{52} 、 Ar^{53} 和 Ar^{54} 各自代表芳基, R^{51} 代表氢原子或一取代基, R^{52} 代表一取代基,并且 n^{51} 是 0-9 的整数。

16、权利要求 15 的发光设备,其中在所述通式(5)中, Ar^{51} 、 Ar^{52} 、 Ar^{53} 和 Ar^{54} 各自选自苯基、萘基、蒽基、菲基和荧蒽基。

17、权利要求 15 的发光设备,其中在所述通式(5)中, R^{51} 选自氢原子、烷基和芳基。

18、权利要求 17 的发光设备,其中在所述通式(5)中, R^{51} 选自氢原子、苯基和茚基。

19、权利要求 6 的发光设备,其中所述通式(2)代表的所述化合物由下面的通式(6)表示:



其中 Ar^{61} 、 Ar^{62} 、 Ar^{63} 、 Ar^{64} 、 Ar^{65} 、 Ar^{66} 、 Ar^{67} 和 Ar^{68} 各自代表

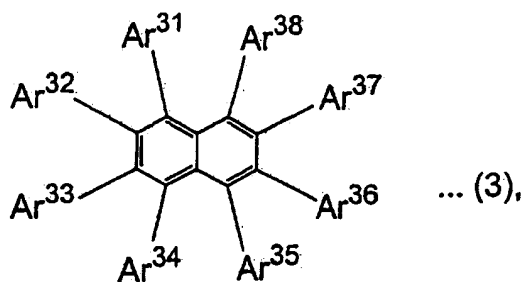
芳基或杂芳基； R^{61} 和 R^{62} 各自代表氢原子或一取代基； R^{63} 、 R^{64} 和 R^{65} 各自代表一取代基； n^{61} 和 n^{62} 各自是 0-5 的整数； n^{63} 和 n^{64} 各自代表 0-4 的整数；并且 n^{65} 是 0-8 的整数。

20、权利要求 19 的发光设备，其中在所述通式(6)中， Ar^{61} 、 Ar^{62} 、 Ar^{63} 、 Ar^{64} 、 Ar^{65} 、 Ar^{66} 、 Ar^{67} 和 Ar^{68} 各自选自苯基、萘基和菲基。

21、权利要求 19 的发光设备，其中在所述通式(6)中， R^{61} 和 R^{62} 各自选自氢原子、苯基和萘基。

22、权利要求 19 的发光设备，其中在所述通式(6)中， n^{61} 和 n^{62} 各自代表 0 或 1。

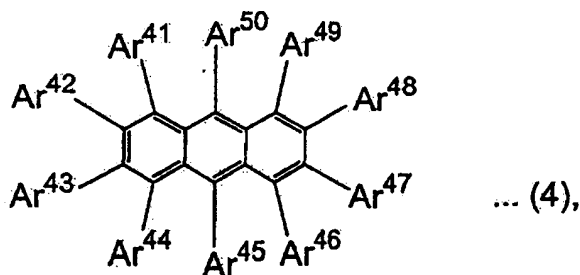
23、权利要求 1 的发光设备，其中所述通式(1)代表的所述化合物由下面的通式(3)表示：



其中 Ar^{31} 、 Ar^{32} 、 Ar^{33} 、 Ar^{34} 、 Ar^{35} 、 Ar^{36} 、 Ar^{37} 和 Ar^{38} 各自代表芳基或杂芳基；并且 Ar^{31} 、 Ar^{32} 、 Ar^{33} 、 Ar^{34} 、 Ar^{35} 、 Ar^{36} 、 Ar^{37} 和 Ar^{38} 彼此不相连形成环。

24、权利要求 23 的发光设备，其中在所述通式(3)中， Ar^{31} 、 Ar^{32} 、 Ar^{33} 、 Ar^{34} 、 Ar^{35} 、 Ar^{36} 、 Ar^{37} 和 Ar^{38} 各自选自苯基、萘基、蒽基、菲基和芘基。

25、权利要求 1 的发光设备，其中所述通式(1)代表的所述化合物由下面的通式(4)表示：



其中 Ar^{41} 、 Ar^{42} 、 Ar^{43} 、 Ar^{44} 、 Ar^{45} 、 Ar^{46} 、 Ar^{47} 、 Ar^{48} 、 Ar^{49} 和 Ar^{50} 各自代表芳基或杂芳基；并且 Ar^{41} 、 Ar^{42} 、 Ar^{43} 、 Ar^{44} 、 Ar^{45} 、 Ar^{46} 、 Ar^{47} 、 Ar^{48} 、 Ar^{49} 和 Ar^{50} 彼此不相连形成环。

26、权利要求 25 的发光设备，其中在所述通式(4)中， Ar^{41} 、 Ar^{42} 、 Ar^{43} 、 Ar^{44} 、 Ar^{45} 、 Ar^{46} 、 Ar^{47} 、 Ar^{48} 、 Ar^{49} 和 Ar^{50} 各自选自苯基、萘基、蒽基、菲基和芘基。

27、权利要求 1 的发光设备，其中作为发光材料的所述通式(1) 代表的化合物在所述发光层中的含量为 0.1-100 质量%。

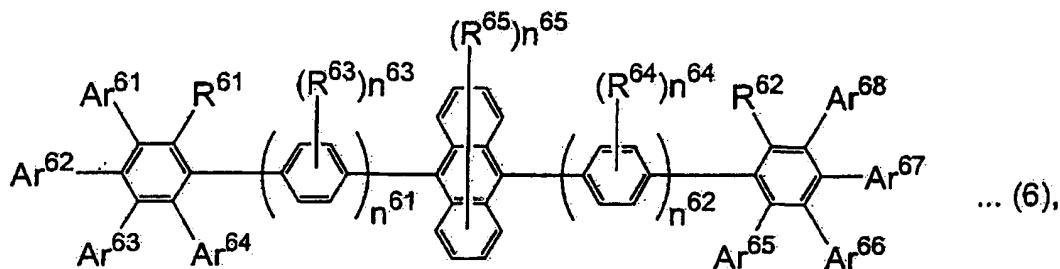
28、权利要求 1 的发光设备，其中作为主体材料的所述通式(1) 代表的化合物在所述发光层或包含发光层的多个有机层中的至少一个中的含量为 10-99.9 质量%。

29、权利要求 1 的发光设备，其中所述发光层和包含所述发光层的多个有机层中至少一层是光发射层。

30、权利要求 1 的发光设备，其中所述发光层和包含所述发光层的多个有机层中至少一层是空穴传导层。

31、权利要求 1 的发光设备，其中所述发光层包括至少一种荧光化合物。

32、一种由下面通式(5)表示的化合物：



其中 Ar^{51} 、 Ar^{52} 、 Ar^{53} 和 Ar^{54} 各自代表芳基； R^{51} 代表氢原子或一取代基； R^{52} 代表一取代基；并且 n^{51} 是 0-9 的整数。

33、权利要求 32 的化合物，其中在所述通式(5)中， Ar^{51} 、 Ar^{52} 、 Ar^{53} 和 Ar^{54} 各自选自苯基、萘基、蒽基、菲基和芘基。

34、权利要求 32 的化合物，其中在所述通式(5)中， R^{51} 选自氢原子、烷基和芳基。

发光设备和芳香化合物

技术领域

本发明涉及一种将电能转变成光的发光设备，特别是一种适用于指示元件、显示器、背光、电子照相、照明光源、记录光源、曝光光源、读光源、信号和标志、招牌、室内照明、光通信设备等等的发光设备，以及一种可用于这种发光设备的新型芳香化合物。

背景技术

近年来人们一直积极研究和开发各种显示设备。具体地说，有机电致发光(EL)设备由于仅施加较小的电压就可以发出高亮度的光，因此它们受到相当大的关注。例如，在 *Applied Physics Letters* 第 51 卷第 913 页(1987)中公开了一种包括通过蒸汽沉积有机化合物而提供的有机薄层的发光设备。该发光设备具有这样一种结构，其中作为电子传导材料的三(8-羟基喹啉酸基)铝络合物(Alq)和作为空穴传导材料的胺化合物以层压物的形式排列在电极之间，由此呈现出比传统的单层结构的发光设备更优异的发光性能。

近年来已进行了积极的研究和开发以将有机 EL 设备用于全色显示器。为了提供高效的全色显示器，应对蓝色、绿色和红色中的每一种颜色提高发光性能。例如，蓝色发光设备在色纯度、耐用性、发光亮度和发光效率方面不足，并且因此需要改进。为了解决这些问题，研究了包含芳香稠环化合物的设备(JP 11-12205 A 等)，但是仍然存在一个问题，那就是这些发光设备的发光效率低，不能发出高色纯度的蓝光。此外，在有机 EL 设备中也需要改进。

本发明的目的是提供一种具有优异的发光特性和耐用性的发光

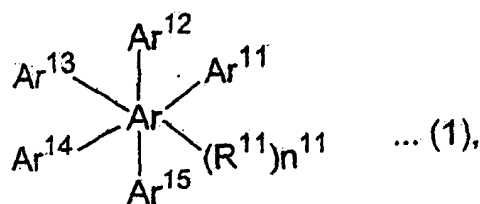
设备。

本发明的另一目的是提供一种色纯度和耐用性优异的可用于所述发光设备的芳香化合物。

发明内容

为了上面的目的，本发明人进行深入研究，结果发现，一种包含具有特定结构的芳香化合物的发光设备具有优异的发光特性和耐用性。基于该发现完成了本发明。

因此，本发明的发光设备包括一对电极和一个发光层或位于所述电极之间且包含一个发光层的多个有机层，其中所述发光层或者包含一个发光层的多个有机层中的至少一层包括至少一种通式(1)代表的化合物：



其中 Ar^{11} 、 Ar^{12} 、 Ar^{13} 、 Ar^{14} 和 Ar^{15} 各自代表芳基或杂芳基；Ar 代表苯环、萘环、菲环或蒽环；Ar、 Ar^{11} 、 Ar^{12} 、 Ar^{13} 、 Ar^{14} 和 Ar^{15} 中至少一个是稠合芳基、稠合或未稠合的杂芳基或者一个包含稠合芳基或者稠合或未稠合的杂芳基的基团； Ar^{11} 、 Ar^{12} 、 Ar^{13} 、 Ar^{14} 和 Ar^{15} 彼此不相连形成环； R^{11} 代表一取代基；并且 n^{11} 代表 0 或更大的整数。

在通式(1)中， Ar^{11} 、 Ar^{12} 、 Ar^{13} 、 Ar^{14} 和 Ar^{15} 中至少一个是芘基。

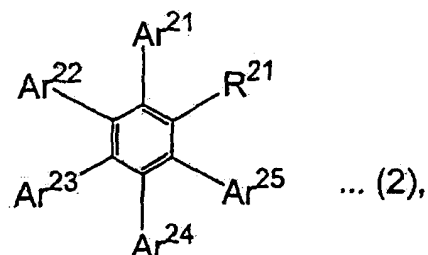
在上面的通式(1)中， R^{11} 、 Ar^{11} 、 Ar^{12} 、 Ar^{13} 、 Ar^{14} 和 Ar^{15} 中至少四个优选是稠合芳基或者稠合或未稠合的杂芳基，更优选是稠合芳基，最优选是菲基或芘基。

在上面的通式(1)中， R^{11} 、 Ar^{11} 、 Ar^{12} 、 Ar^{13} 、 Ar^{14} 和 Ar^{15} 中至少

一个选自萘基、菲基、蒽基、荧蒽基、芘基和花基，更优选是萘基或菲基。

通式(1)代表的化合物优选由单重激发态发光。

通式(1)的第一个优选实例是下面的通式(2):



其中 Ar^{21} 、 Ar^{22} 、 Ar^{23} 、 Ar^{24} 和 Ar^{25} 各自代表芳基或杂芳基； Ar^{21} 、 Ar^{22} 、 Ar^{23} 、 Ar^{24} 和 Ar^{25} 中至少一个是稠合芳基、稠合或未稠合的杂芳基或者一个包含稠合芳基或者稠合或未稠合的杂芳基的基团； Ar^{21} 、 Ar^{22} 、 Ar^{23} 、 Ar^{24} 和 Ar^{25} 彼此不相连形成环； R^{21} 代表氢原子或一取代基。

在通式(2)中，优选 Ar^{21} 、 Ar^{22} 、 Ar^{23} 和 Ar^{24} 各自选自苯基、萘基、蒽基、菲基和荧蒽基； Ar^{25} 选自苯基、萘基、蒽基、菲基、荧蒽基、芘基和花基； R^{21} 选自氢原子、烷基和芳基； Ar^{21} 、 Ar^{22} 、 Ar^{23} 、 Ar^{24} 和 Ar^{25} 中至少一个是稠合芳基； Ar^{21} 、 Ar^{22} 、 Ar^{23} 、 Ar^{24} 和 Ar^{25} 彼此不相连形成环。

在通式(2)中， Ar^{21} 、 Ar^{22} 、 Ar^{23} 和 Ar^{24} 各自更优选选自苯基、萘基和菲基，最优选苯基。

在通式(2)中， Ar^{25} 更优选选自蒽基、菲基、荧蒽基、芘基和花基。

在通式(2)中， R^{21} 更优选选自氢原子、苯基和芘基。

在上面的通式(2)中， R^{21} 、 Ar^{21} 、 Ar^{22} 、 Ar^{23} 、 Ar^{24} 和 Ar^{25} 中至少四个优选是稠合芳基或者稠合或未稠合的杂芳基，更优选是稠合芳基，最优选是菲基或芘基。

在上面的通式(2)中， Ar^{21} 和 Ar^{22} 各自是稠合芳基或者稠合或未稠

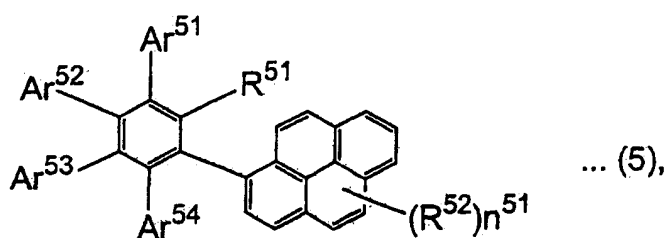
合的杂芳基，更优选是稠合芳基，最优选是菲基或茚基。

在上面的通式(2)中， Ar^{21} 和 Ar^{24} 各自优选是稠合芳基或者稠合或未稠合的杂芳基，更优选是稠合芳基，最优选是菲基或茚基。

在上面的通式(2)中， R^{11} 、 Ar^{11} 、 Ar^{12} 、 Ar^{13} 、 Ar^{14} 和 Ar^{15} 中至少一个选自萘基、菲基、蒽基、荧蒽基、茚基和茈基，更优选是萘基或菲基。

在上面的通式(2)中，优选 Ar^{21} 和 Ar^{23} 各自是稠合芳基，并且 R^{21} 、 Ar^{22} 、 Ar^{24} 和 Ar^{25} 各自选自苯基、萘基、菲基、蒽基、荧蒽基、茚基和茈基；更优选 Ar^{21} 和 Ar^{23} 各自是茚基，并且 R^{21} 、 Ar^{22} 、 Ar^{24} 和 Ar^{25} 各自选自苯基、萘基和菲基。

通式(2)的第一个优选实例是下面的通式(5)：

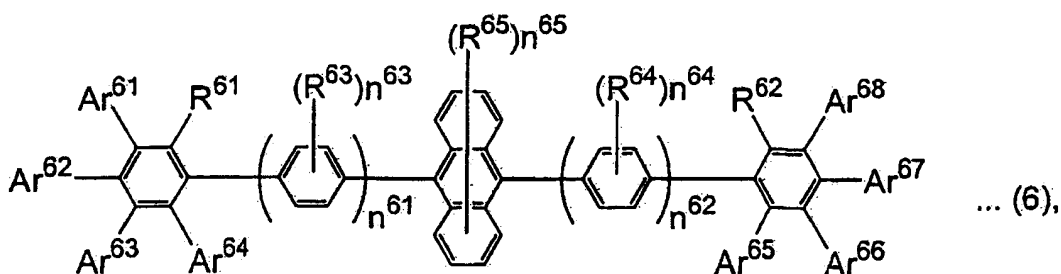


其中 Ar^{51} 、 Ar^{52} 、 Ar^{53} 和 Ar^{54} 各自代表芳基， R^{51} 代表氢原子或一取代基， R^{52} 代表一取代基，并且 n^{51} 是 0-9 的整数。

在通式(5)中， Ar^{51} 、 Ar^{52} 、 Ar^{53} 和 Ar^{54} 各自优选选自苯基、萘基、蒽基、菲基和荧蒽基，更优选苯基。

在通式(5)中， R^{51} 优选选自氢原子、烷基和芳基，更优选选自氢原子、苯基和茚基，最优选苯基或茚基。

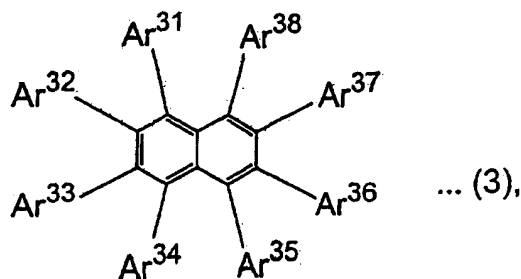
通式(2)的第二个优选实例是下面的通式(6)：



其中 Ar^{61} 、 Ar^{62} 、 Ar^{63} 、 Ar^{64} 、 Ar^{65} 、 Ar^{66} 、 Ar^{67} 和 Ar^{68} 各自代表芳基或杂芳基； R^{61} 和 R^{62} 各自代表氢原子或一取代基； R^{63} 、 R^{64} 和 R^{65} 各自代表一取代基； n^{61} 和 n^{62} 各自是 0-5 的整数； n^{63} 和 n^{64} 各自是 0-4 的整数；并且 n^{65} 是 0-8 的整数。

在通式(6)中， Ar^{61} 、 Ar^{62} 、 Ar^{63} 、 Ar^{64} 、 Ar^{65} 、 Ar^{66} 、 Ar^{67} 和 Ar^{68} 各自优选选自苯基、萘基和菲基。具体地说， R^{61} 和 R^{62} 各自优选选自氢原子、苯基和苊基。 n^{61} 和 n^{62} 各自优选为 0 或 1。

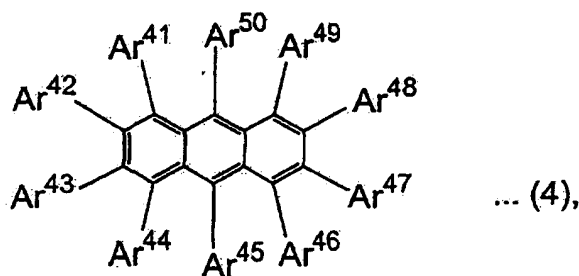
通式(1)的第二个优选实例是下面的通式(3):



其中 Ar^{31} 、 Ar^{32} 、 Ar^{33} 、 Ar^{34} 、 Ar^{35} 、 Ar^{36} 、 Ar^{37} 和 Ar^{38} 各自代表芳基或杂芳基；并且 Ar^{31} 、 Ar^{32} 、 Ar^{33} 、 Ar^{34} 、 Ar^{35} 、 Ar^{36} 、 Ar^{37} 和 Ar^{38} 彼此不相连形成环。

在通式(3)中， Ar^{31} 、 Ar^{32} 、 Ar^{33} 、 Ar^{34} 、 Ar^{35} 、 Ar^{36} 、 Ar^{37} 和 Ar^{38} 各自优选是芳基，更优选选自苯基、萘基、蒽基、菲基和苊基，最优选苯基。

通式(1)的第三个优选实例是下面的通式(4):



其中 Ar^{41} 、 Ar^{42} 、 Ar^{43} 、 Ar^{44} 、 Ar^{45} 、 Ar^{46} 、 Ar^{47} 、 Ar^{48} 、 Ar^{49} 和 Ar^{50} 各自代表芳基或杂芳基；并且 Ar^{41} 、 Ar^{42} 、 Ar^{43} 、 Ar^{44} 、 Ar^{45} 、 Ar^{46} 、

Ar^{47} 、 Ar^{48} 、 Ar^{49} 和 Ar^{50} 彼此不相连形成环。

在通式(4)中, Ar^{41} 、 Ar^{42} 、 Ar^{43} 、 Ar^{44} 、 Ar^{45} 、 Ar^{46} 、 Ar^{47} 、 Ar^{48} 、 Ar^{49} 和 Ar^{50} 各自优选是芳基, 更优选选自苯基、萘基、蒽基、菲基和芘基, 最优选苯基。

通式(1)的化合物优选由上面通式(2)-(4)中任一个表示, 更优选由通式(2)表示。

作为发光材料通式(1)代表的化合物在发光层中的含量优选为 0.1-100 质量%。

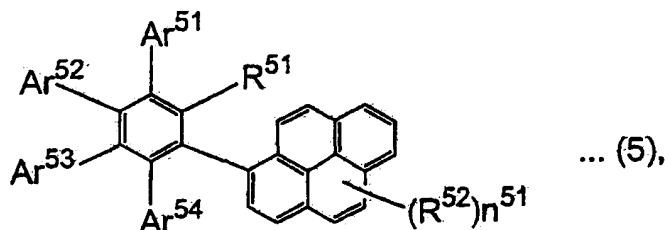
作为主体材料通式(1)代表的化合物在发光层或包含发光层的多个有机层的至少一层中的含量优选为 10-99.9 质量%。

在上面的发光层和多个包含上面发光层的有机层中, 至少一个优选是发光层。

在上面的发光层和包括上面发光层的多个有机层中, 至少一个优选为空穴传导层。

上面的发光层优选包括至少一种荧光化合物。

本发明的芳香化合物由通式(5)表示:



其中 Ar^{51} 、 Ar^{52} 、 Ar^{53} 和 Ar^{54} 各自代表芳基; R^{51} 代表氢原子或一取代基; R^{52} 代表一取代基; 并且 n^{51} 是 0-9 的整数。

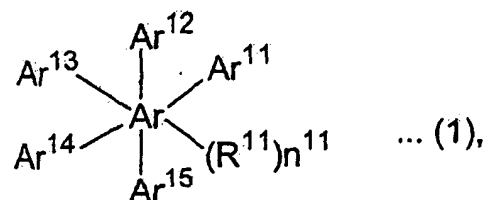
在通式(5)中, Ar^{51} 、 Ar^{52} 、 Ar^{53} 和 Ar^{54} 各自优选选自苯基、萘基、蒽基、菲基和芘基, 更优选苯基。

在通式(5)中, R^{51} 优选选自氢原子、烷基和芳基, 更优选选自氢原子、苯基和芘基, 最优选苯基或芘基。

通式(5)代表的芳香化合物是通式(2)代表的化合物的一个优选实例，它可以优选用作通式(1)代表的化合物。

实施本发明的最佳方式

本发明的发光设备包括一对电极和一个发光层和位于所述电极之间且包含一个发光层的多个有机层。所述发光层或包含发光层的多个有机层中的至少一层包括至少一种下面通式(1)表示的化合物。本文后面将通式(1)-(6)中任一个所代表的化合物称之为“化合物(1)”或者“本发明的化合物”。



在通式(1)中， Ar^{11} 、 Ar^{12} 、 Ar^{13} 、 Ar^{14} 和 Ar^{15} 各自代表芳基或杂芳基。芳基的实例包括苯基、萘基、蒽基、菲基、荧蒽基、芘基、茚基、屈基、三亚苯基、苯并蒽基、苯并菲基等。其中优选苯基、萘基、蒽基、菲基、芘基和茚基。稠合或未稠合的杂芳基的实例包括吡啶基、喹啉基、喹噁啉基、喹唑啉基、吡啶基、菲啶基、酞嗪基、菲咯啉基、三嗪基等。其中优选吡啶基、喹啉基和三嗪基。 Ar^{11} 、 Ar^{12} 、 Ar^{13} 、 Ar^{14} 和 Ar^{15} 各自可以具有一取代基，该取代基的实例可以与后面所述的 R^{11} 的那些相同。 Ar^{15} 、 Ar^{12} 、 Ar^{13} 、 Ar^{14} 和 Ar^{15} 各自优选是芳基。 Ar^{11} 、 Ar^{12} 、 Ar^{13} 、 Ar^{14} 和 Ar^{15} 彼此不相连形成环。

在通式(1)中，Ar 代表苯环、萘环、菲环或蒽环。Ar 优选是苯环或萘环，更优选苯环。

Ar 、 Ar^{11} 、 Ar^{12} 、 Ar^{13} 、 Ar^{14} 和 Ar^{15} 中至少一个是稠合芳基或者一个包含稠合芳基的基团，例如萘基、菲基、蒽基、芘基、茚基、荧蒽基等；或者是稠合或未稠合的杂芳基或一个包含稠合或未稠合的杂芳

基的基团, 例如吡啶基、喹啉基、喹噁啉基、喹啉基、吡啶基、菲啶基、酞嗪基、菲咯啉基、三嗪基等。Ar、Ar¹¹、Ar¹²、Ar¹³、Ar¹⁴和Ar¹⁵中至少一个优选是稠合芳基或一个包含稠合芳基的基团, 更优选茈基。化合物(1)中茈基的数量优选是2个或更少。包含稠合芳基或者稠合或未稠合的杂芳基的上面基团可以由稠合芳基或者稠合或未稠合的杂芳基, 和亚烷基、亚芳基等组成, 尽管它优选仅由稠合芳基或者稠合或未稠合的杂芳基组成。

在通式(1)中, R¹¹代表一取代基。取代基R¹¹的实例包括烷基, 其碳原子的数量优选是1-30, 更优选1-20, 最优选1-10, 诸如甲基、乙基、异丙基、叔丁基、正辛基、正癸基、正十六烷基、环丙基、环戊基和环己基; 链烯基, 其碳原子的数量优选是2-30, 更优选2-20, 最优选2-10, 诸如乙烯基、烯丙基、2-丁烯基和3-戊烯基; 链炔基, 其碳原子的数量优选是2-30, 更优选2-20, 最优选2-10, 诸如丙炔基和3-戊炔基; 芳基, 其碳原子的数量优选是6-30, 更优选6-20, 最优选6-12, 诸如苯基、对甲基苯基、萘基和苯邻甲内酰氨基; 氨基, 其碳原子的数量优选是0-30, 更优选0-20, 最优选0-10, 诸如氨基、甲基氨基、二甲基氨基、二乙基氨基、二苄基氨基、二苯基氨基和二甲苯基氨基; 烷氧基, 其碳原子的数量优选是1-30, 更优选1-20, 最优选1-10, 诸如甲氧基、乙氧基、丁氧基和2-乙基己氧基; 芳氧基, 其碳原子的数量优选是6-30, 更优选6-20, 最优选6-12, 诸如苯氧基、1-萘氧基和2-萘氧基; 杂环氧基, 其碳原子的数量优选是1-30, 更优选1-20, 最优选1-12, 诸如吡啶氧基、吡嗪氧基、嘧啶氧基和喹啉氧基; 酰基, 其碳原子的数量优选是1-30, 更优选1-20, 最优选1-12, 诸如乙酰基、苯甲酰基、甲酰基和新戊酰基; 烷氧基羰基, 其碳原子的数量优选是2-30, 更优选2-20, 最优选2-12, 诸如甲氧基羰基和乙氧基羰基; 芳氧基羰基, 其碳原子的数量优选是7-30, 更优选7-20, 最优选7-12, 诸如苯氧基羰基; 酰氧基, 其碳原子的数量优

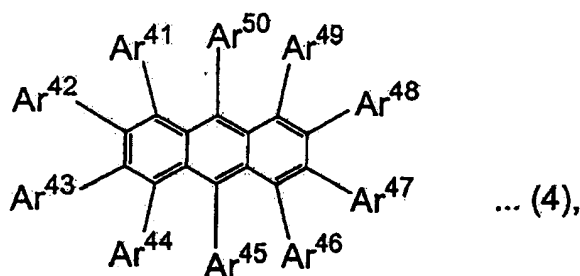
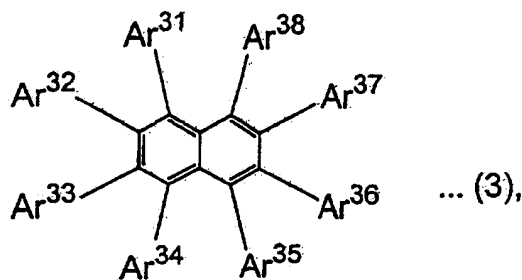
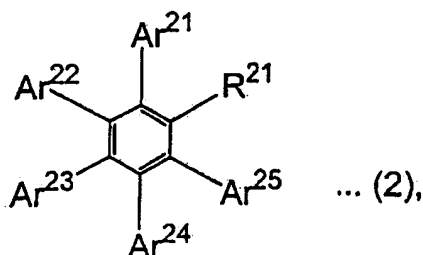
选是 2-30, 更优选 2-20, 最优选 2-10, 诸如乙酰氧基和苯甲酰氧基; 酰氨基, 其碳原子的数量优选是 2-30, 更优选 2-20, 最优选 2-10, 诸如乙酰氨基和苯甲酰氨基; 烷氧基羰基氨基, 其碳原子的数量优选是 2-30, 更优选 2-20, 最优选 2-12, 诸如甲氧基羰基氨基; 芳氧基羰基氨基, 其碳原子的数量优选是 7-30, 更优选 7-20, 最优选 7-12, 诸如苯氧基羰基氨基; 磺酰基氨基, 其碳原子的数量优选是 1-30, 更优选 1-20, 最优选 1-12, 诸如甲磺酰基氨基和苯磺酰基氨基; 氨磺酰基, 其碳原子的数量优选是 0-30, 更优选 0-20, 最优选 0-12, 诸如氨磺酰基、甲基氨磺酰基、二甲基氨磺酰基和苯基氨磺酰基; 氨基甲酰基, 其碳原子的数量优选是 1-30, 更优选 1-20, 最优选 1-12, 诸如氨基甲酰基、甲基氨基甲酰基、二乙基氨基甲酰基、苯基氨基甲酰基; 烷硫基, 其碳原子的数量优选是 1-30, 更优选 1-20, 最优选 1-12, 诸如甲硫基和乙硫基; 芳硫基, 其碳原子的数量优选是 6-30, 更优选 6-20, 最优选 6-12, 诸如苯硫基; 杂环硫基, 其碳原子的数量优选是 1-30, 更优选 1-20, 最优选 1-12, 诸如吡啶基硫基、2-苯并咪唑基硫基、2-苯并噁唑基硫基和 2-苯并噻唑基硫基; 磺酰基, 其碳原子的数量优选是 1-30, 更优选 1-20, 最优选 1-12, 诸如甲磺酰基和甲苯磺酰基; 亚磺酰基, 其碳原子的数量优选是 1-30, 更优选 1-20, 最优选 1-12, 诸如甲亚磺酰基和苯亚磺酰基; 酰脲基, 其碳原子的数量优选是 1-30, 更优选 1-20, 最优选 1-12, 诸如酰脲基、甲基酰脲基和苯基酰脲基; 磷酰氨基, 其碳原子的数量优选是 1-30, 更优选 1-20, 最优选 1-12, 诸如二乙基磷酰氨基和苯基磷酰氨基; 羟基; 巯基; 卤原子如氟原子、氯原子、溴原子和碘原子; 氰基; 磺基; 羧基; 硝基; 异羟肟酸基; 亚磺基; 胍基; 亚氨基; 含有氮原子、氧原子、硫原子等作为杂原子的杂环基, 其碳原子的数量优选是 1-30, 更优选 1-12, 诸如咪唑基、吡啶基、喹啉基、糠基、噻吩基、哌啶基、吗啉基、苯并噁唑基、苯并咪唑基、苯并噻唑基、呋唑基、吡庚因基和三嗪基;

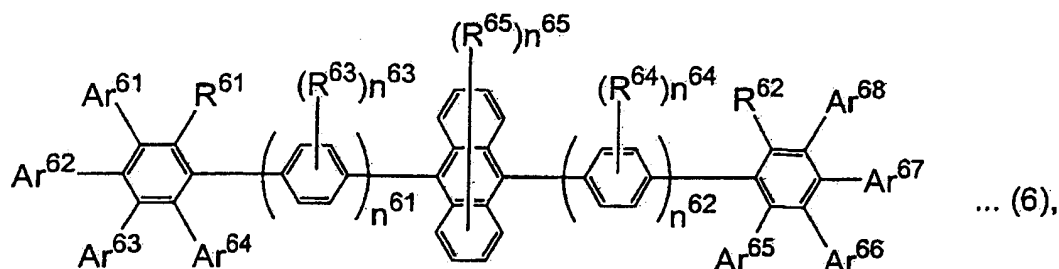
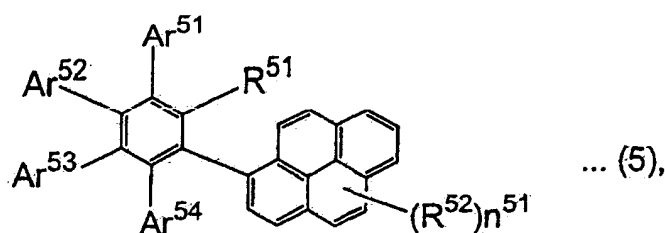
甲硅烷基，其碳原子的数量优选是 3-40，更优选 3-30，最优选 3-24，诸如三甲基甲硅烷基和三苯基甲硅烷基；甲硅烷氧基，其碳原子的数量优选是 3-30，更优选 6-30，诸如三苯基甲硅烷氧基、叔丁基二甲基甲硅烷氧基；等。这些取代基还可以被取代。R¹¹ 优选是烷基或芳基。

在通式(1)中，n¹¹ 代表 0 或更大的整数，优选 0-5，更优选 0-2，最优选 1。

从制备发光设备期间的蒸汽沉积性的角度，化合物(1)中的苯环数量优选是 15 或更少。同样，当化合物(1)包含具有 4 个或更多个环的稠合基团，如茈基、三亚苯基等时，具有 4 个或更多个环的稠合基团的数量优选是 2 或更少。

化合物(1)优选由下面的通式(2)、(3)或(4)表示，更优选由通式(2)表示，再优选由下面的通式(5)或(6)表示，最优选由通式(5)表示。通式(4)代表的化合物优选由下面的通式(6)表示。





在通式(2)中, Ar^{21} 、 Ar^{22} 、 Ar^{23} 、 Ar^{24} 和 Ar^{25} 各自代表芳基或杂芳基, 优选代表芳基。 Ar^{21} 、 Ar^{22} 、 Ar^{23} 、 Ar^{24} 和 Ar^{25} 各自可以具有一取代基。取代基的实例可以与上述的 R^{11} 的那些相同。 Ar^{21} 、 Ar^{22} 、 Ar^{23} 、 Ar^{24} 和 Ar^{25} 中至少一个是稠合芳基、稠合或未稠合的杂芳基或一包含稠合芳基或者稠合或未稠合的杂芳基的基团。

Ar^{21} 、 Ar^{22} 、 Ar^{23} 和 Ar^{24} 各自优选是苯基、萘基、蒽基、菲基或荧蒽基, 更优选是苯基、萘基、蒽基或菲基, 再优选是苯基、萘基或菲基, 最优选是苯基。 Ar^{25} 优选是苯基、萘基、菲基、蒽基、芘基、茈基或荧蒽基, 更优选是菲基、蒽基或芘基, 最优选是芘基。 Ar^{21} 、 Ar^{22} 、 Ar^{23} 、 Ar^{24} 和 Ar^{25} 彼此不相连形成环。

在通式(2)中, R^{21} 代表氢原子或一取代基。取代基的实例可以与上述的 R^{11} 的那些相同。 R^{21} 优选是氢原子、烷基或芳基, 更优选是氢原子、苯基或芘基, 最优选是芘基。

在通式(3)中, Ar^{31} 、 Ar^{32} 、 Ar^{33} 、 Ar^{34} 、 Ar^{35} 、 Ar^{36} 、 Ar^{37} 和 Ar^{38} 各自代表芳基或杂芳基。 Ar^{31} 、 Ar^{32} 、 Ar^{33} 、 Ar^{34} 、 Ar^{35} 、 Ar^{36} 、 Ar^{37} 和 Ar^{38} 各自可以有一取代基, 其实例可以与上述的 R^{11} 的那些相同。 Ar^{31} 、 Ar^{32} 、 Ar^{33} 、 Ar^{34} 、 Ar^{35} 、 Ar^{36} 、 Ar^{37} 和 Ar^{38} 彼此不相连形成环。

Ar^{31} 、 Ar^{32} 、 Ar^{33} 、 Ar^{34} 、 Ar^{35} 、 Ar^{36} 、 Ar^{37} 和 Ar^{38} 各自优选是芳基，更优选是苯基、萘基、蒽基、茈基或菲基，最优选是苯基。

在通式(4)中， Ar^{41} 、 Ar^{42} 、 Ar^{43} 、 Ar^{44} 、 Ar^{45} 、 Ar^{46} 、 Ar^{47} 、 Ar^{48} 、 Ar^{49} 和 Ar^{50} 各自代表芳基或杂芳基。 Ar^{41} 、 Ar^{42} 、 Ar^{43} 、 Ar^{44} 、 Ar^{45} 、 Ar^{46} 、 Ar^{47} 、 Ar^{48} 、 Ar^{49} 和 Ar^{50} 各自可以有一取代基，其实例可以与上述的 R^{11} 的那些相同。 Ar^{41} 、 Ar^{42} 、 Ar^{43} 、 Ar^{44} 、 Ar^{45} 、 Ar^{46} 、 Ar^{47} 、 Ar^{48} 、 Ar^{49} 和 Ar^{50} 彼此不相连形成环。 Ar^{41} 、 Ar^{42} 、 Ar^{43} 、 Ar^{44} 、 Ar^{45} 、 Ar^{46} 、 Ar^{47} 、 Ar^{48} 、 Ar^{49} 和 Ar^{50} 各自优选是芳基，更优选是苯基、萘基、蒽基、茈基或菲基，最优选是苯基。

在通式(5)中， Ar^{51} 、 Ar^{52} 、 Ar^{53} 和 Ar^{54} 各自代表芳基，优选代表苯基、萘基、蒽基、菲基或茈萘基，更优选代表苯基、萘基、蒽基或菲基，再优选代表苯基、萘基或菲基，最优选代表苯基。 Ar^{51} 、 Ar^{52} 、 Ar^{53} 和 Ar^{54} 各自可以有一取代基，其实例可以与上述的 R^{11} 的那些相同。

在通式(5)中， R^{51} 代表氢原子或一取代基。取代基的实例可以与上述的 R^{11} 的那些相同。 R^{51} 优选是氢原子、烷基或芳基，更优选氢原子、苯基或茈基，最优选茈基。

在通式(5)中， R^{52} 代表一取代基，其实例可以与上述的 R^{11} 的那些相同。 R^{52} 优选是烷基或芳基。 n^{51} 代表 R^{52} 的数量，它是 0-9 的整数，优选是 0-2，更优选是 0。通式(5)所代表的化合物中的茈基的数量优选是 2 或更少。

在通式(6)中，在定义和优选实例方面， Ar^{61} 和 Ar^{68} 与上面的 Ar^{21} 相同； Ar^{62} 和 Ar^{67} 与上面的 Ar^{22} 相同； Ar^{63} 和 Ar^{66} 与上面的 Ar^{23} 相同；并且 Ar^{64} 和 Ar^{65} 与上面的 Ar^{24} 相同。 Ar^{61} 、 Ar^{62} 、 Ar^{63} 、 Ar^{64} 、 Ar^{65} 、 Ar^{66} 、 Ar^{67} 和 Ar^{68} 各自可以有一取代基，其实例可以与上述的 R^{11} 的那些相同。 n^{61} 和 n^{62} 各自代表 0-5 的整数，优选 0-3，更优选 0 或 1。

在通式(6)中， R^{61} 和 R^{62} 在其定义和优选实例方面与上面的 R^{21}

相同。 R^{63} 、 R^{64} 和 R^{65} 在其定义和优选实例方面与上面的 R^{52} 相同。 n^{63} 和 n^{64} 各自代表 0-4 的整数，优选 0 或 1，更优选 0。 n^{65} 代表 0-8 的整数，优选 0-2，更优选 0。

化合物(1)优选是低分子量化合物，并且它可以是低聚物或聚合物。在化合物(1)是聚合物或低聚物的情况下，以聚苯乙烯为标准测定的它的重均分子量优选是 1,000-5,000,000，更优选 2,000-1,000,000，最优选 3,000-100,000。所述聚合物可以在其主链或侧链中含有式(1)代表的部分。所述聚合物可以是均聚物或共聚物。

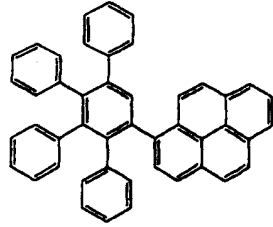
化合物(1)在其单层或粉末的荧光光谱中优选具有 370-500 nm 的最大发光波长 λ_{\max} 。 λ_{\max} 更优选是 390-480 nm，再优选是 400-460 nm，最优选是 400-440 nm。

通式(1)代表的化合物、用于电子传导层的化合物和用于空穴传导层的化合物各自具有优选 100°C 或更高的玻璃化温度 T_g ，更优选 120°C 或更高，再优选 140°C 或更高，特别优选 160°C 或更高。

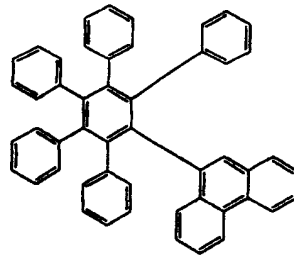
本发明的发光设备还优选在其发光层内含有至少一种荧光化合物。本文所述作为发光层材料的化合物及其衍生物在这些荧光化合物的优选范围内。

下面非限制性地描述化合物(1)的具体实例。

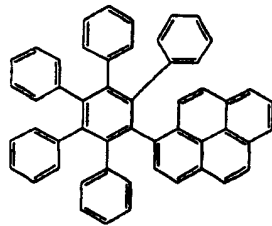
(1-1)



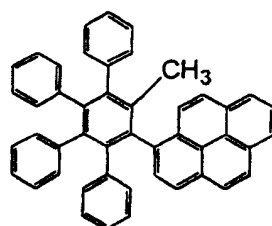
(1-6)



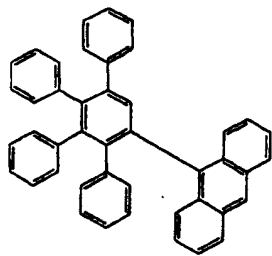
(1-2)



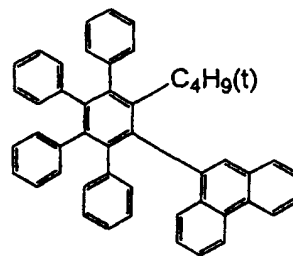
(1-7)



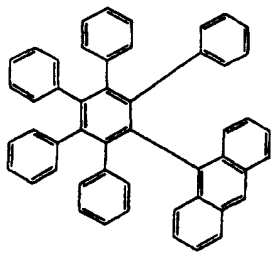
(1-3)



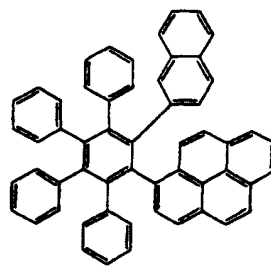
(1-8)



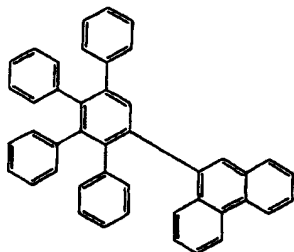
(1-4)



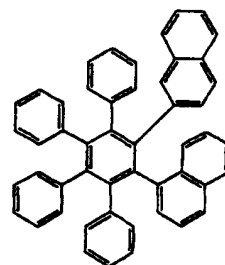
(1-9)



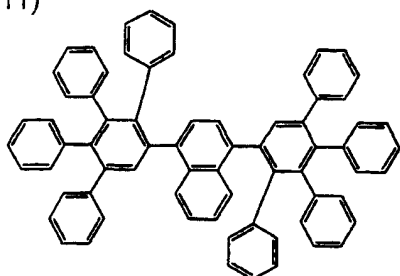
(1-5)



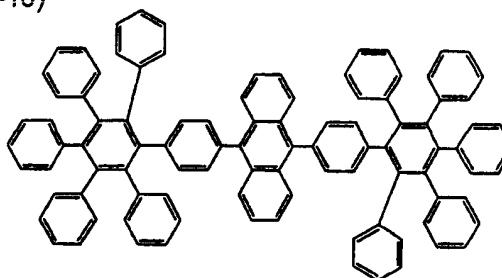
(1-10)



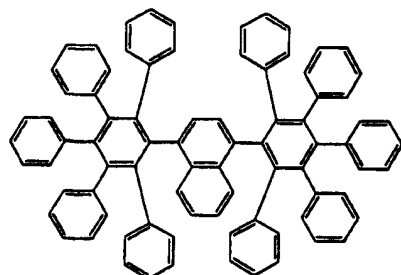
(1-11)



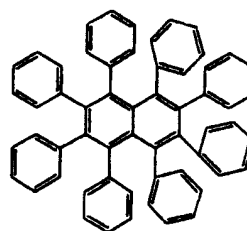
(1-16)



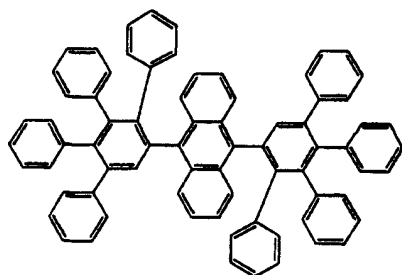
(1-12)



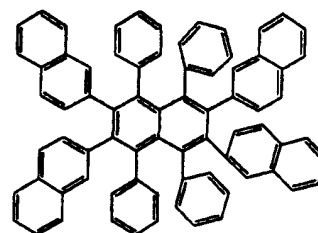
(1-17)



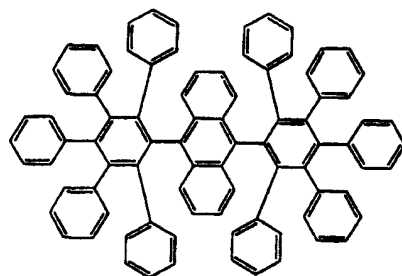
(1-13)



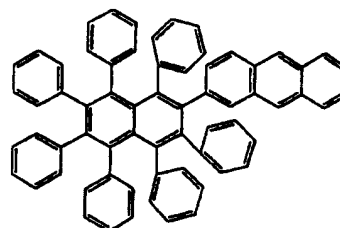
(1-18)



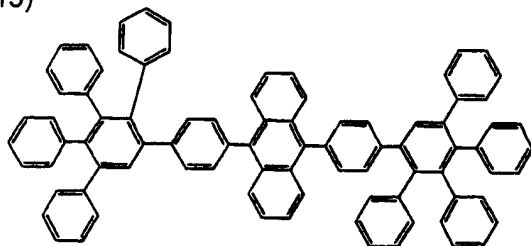
(1-14)



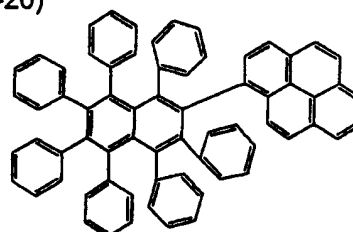
(1-19)



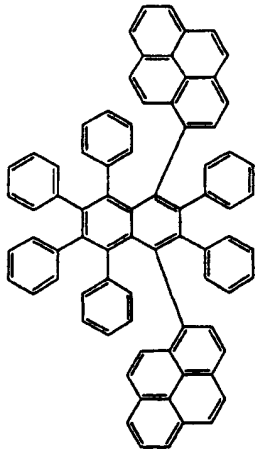
(1-15)



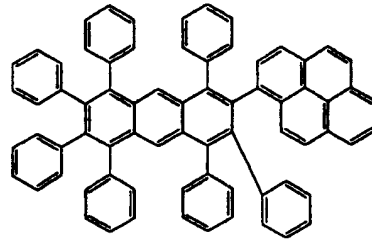
(1-20)



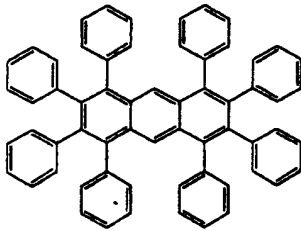
(1-21)



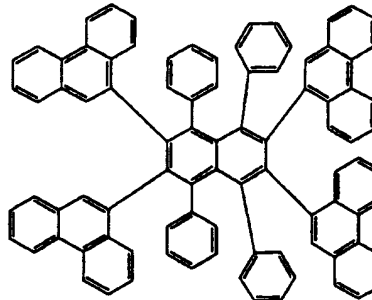
(1-25)



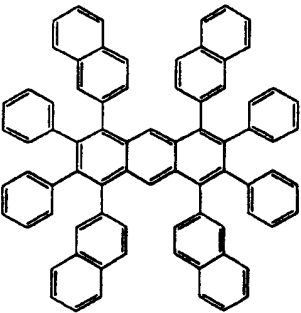
(1-22)



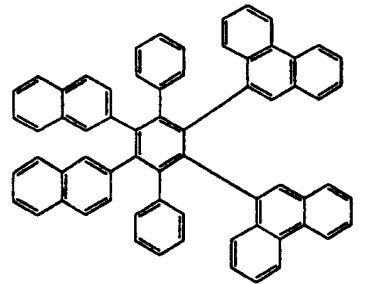
(1-26)



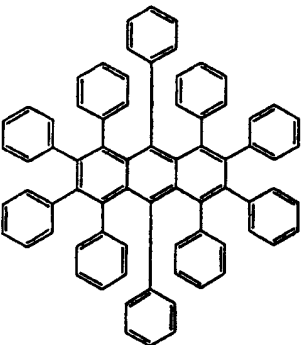
(1-23)



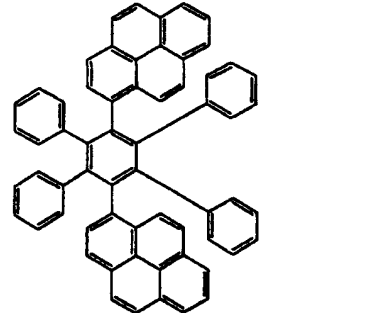
(1-27)



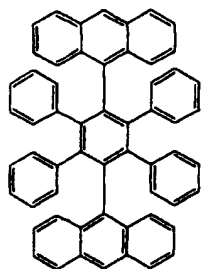
(1-24)



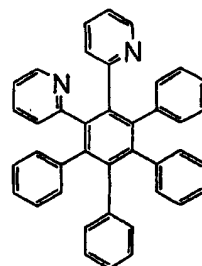
(1-28)



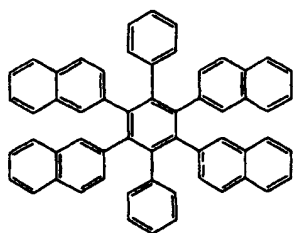
(1-29)



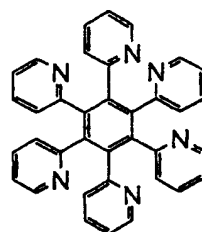
(1-34)



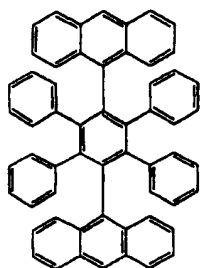
(1-30)



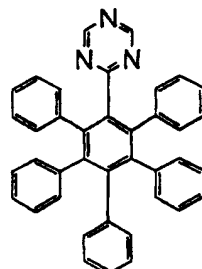
(1-35)



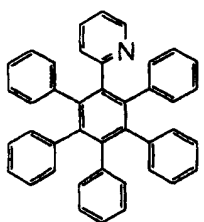
(1-31)



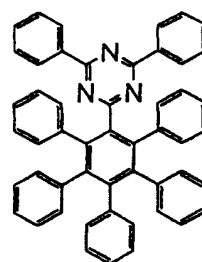
(1-36)



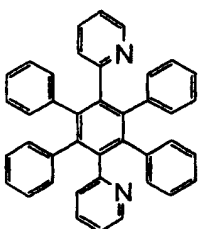
(1-32)



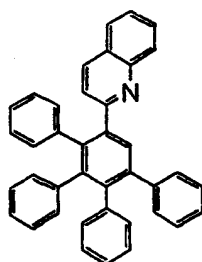
(1-37)



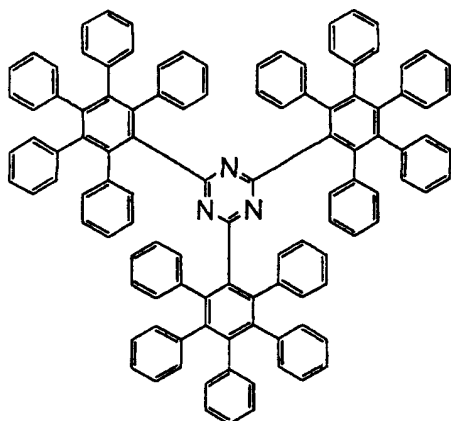
(1-33)



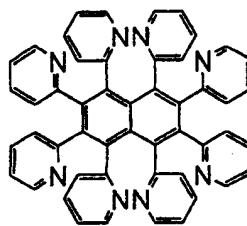
(1-38)



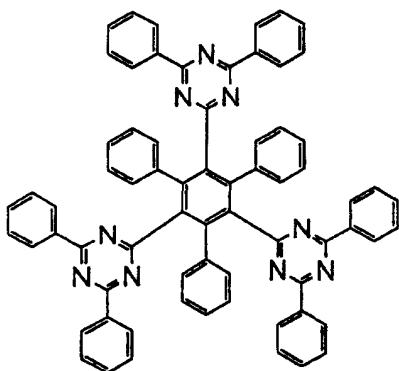
(1-39)



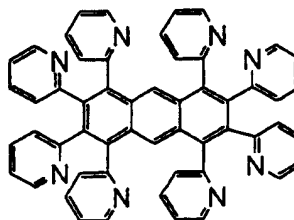
(1-43)



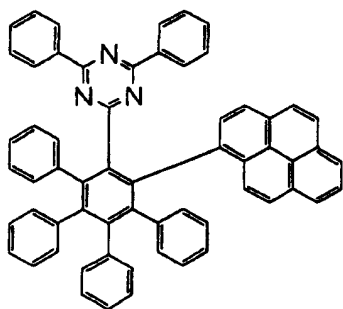
(1-40)



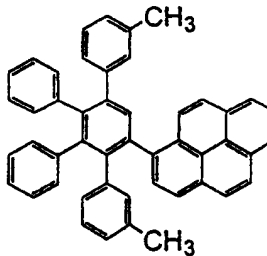
(1-44)



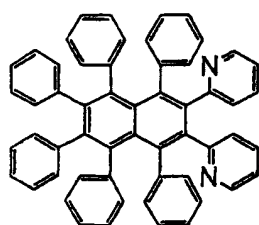
(1-41)



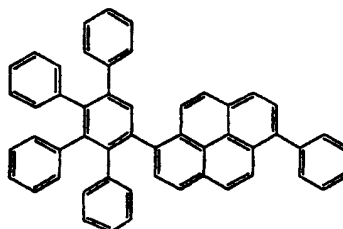
(1-45)



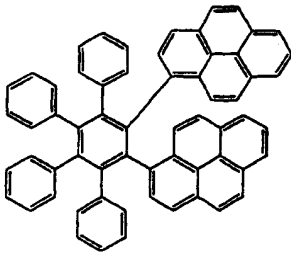
(1-42)



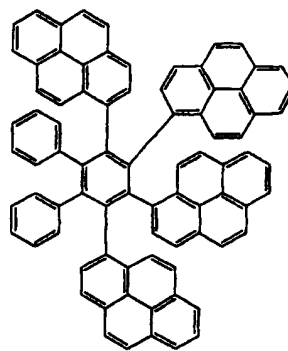
(1-46)



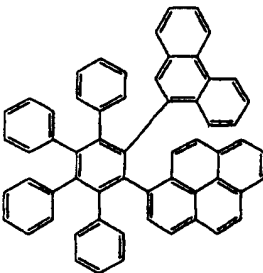
(1-47)



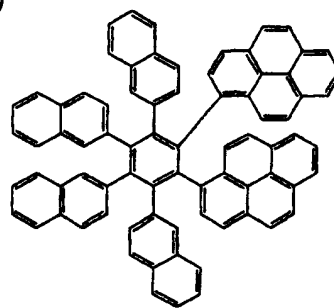
(1-51)



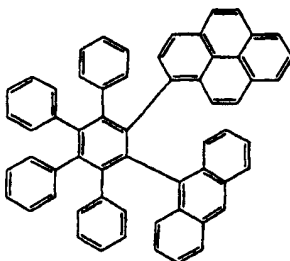
(1-48)



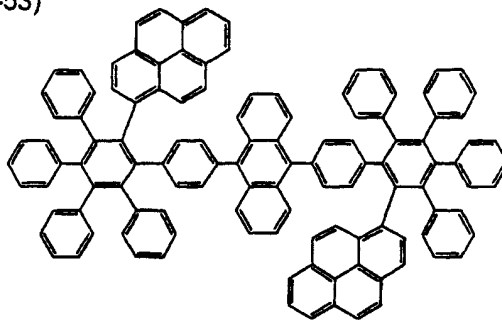
(1-52)



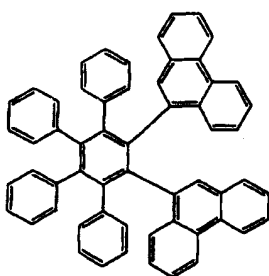
(1-49)



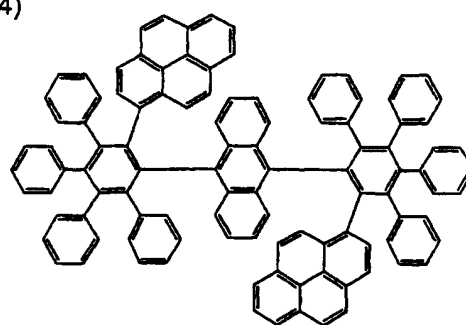
(1-53)



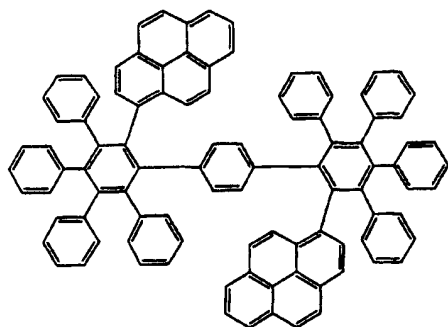
(1-50)



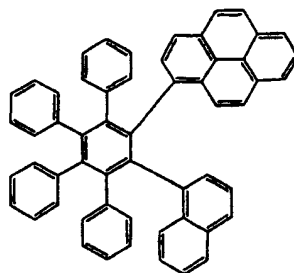
(1-54)



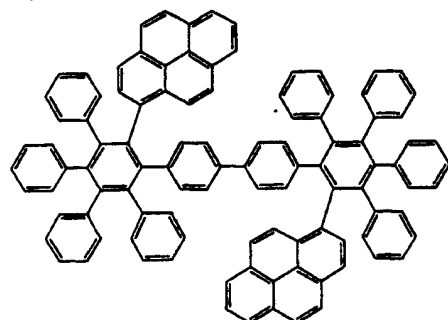
(1-55)



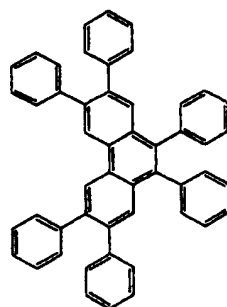
(1-59)



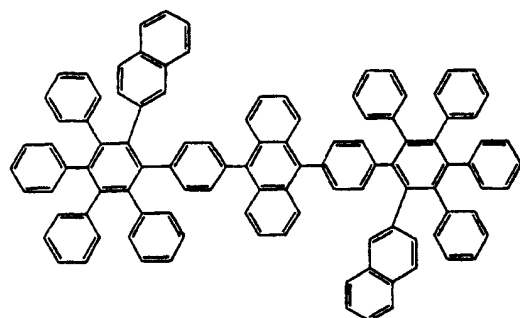
(1-56)



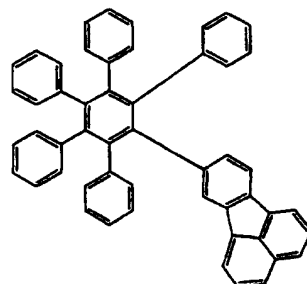
(1-60)



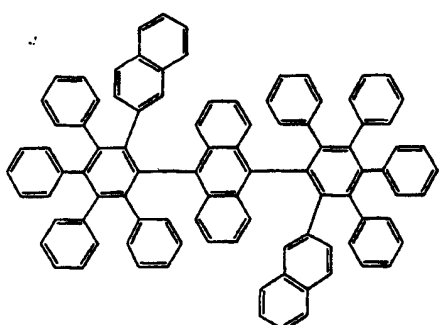
(1-57)



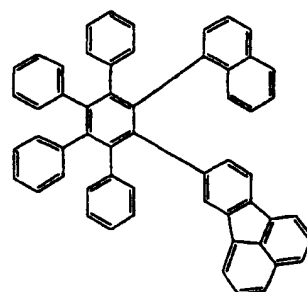
(1-61)



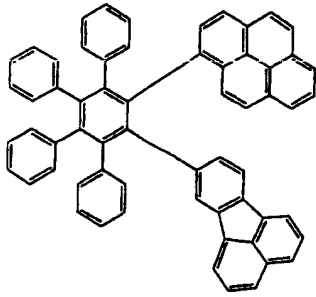
(1-58)



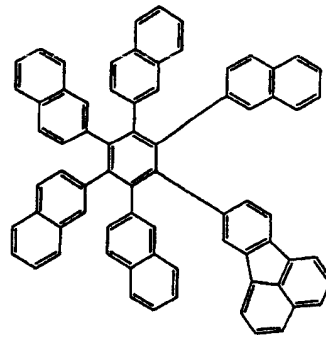
(1-62)



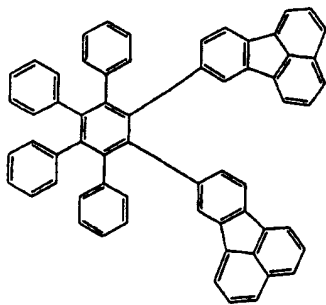
(1-63)



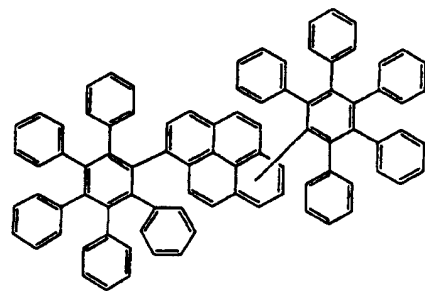
(1-67)



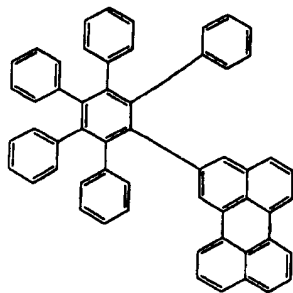
(1-64)



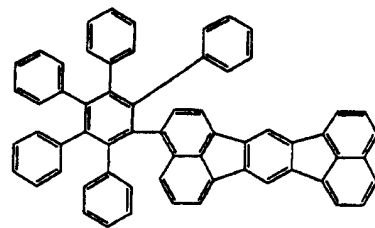
(1-68)



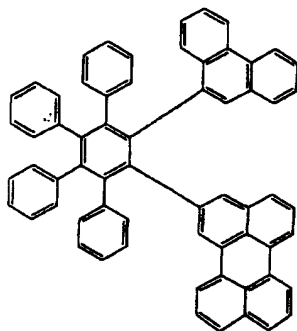
(1-65)



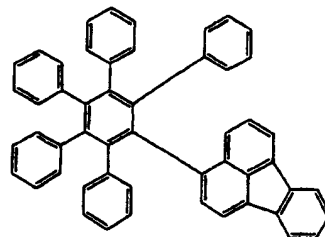
(1-69)



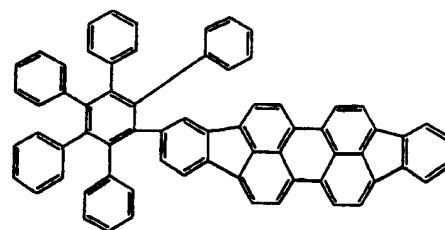
(1-66)



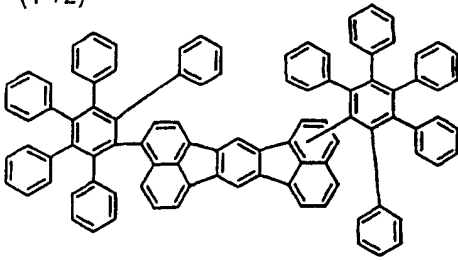
(1-70)



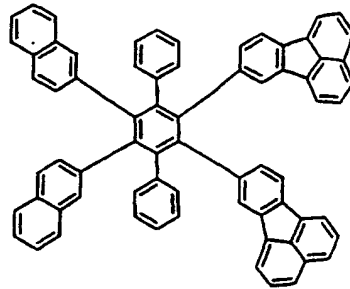
(1-71)



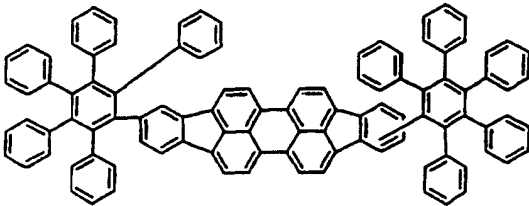
(1-72)



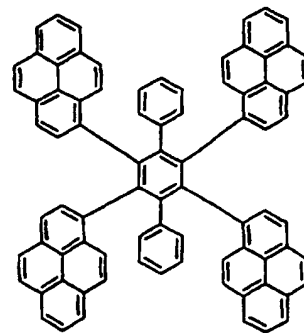
(1-76)



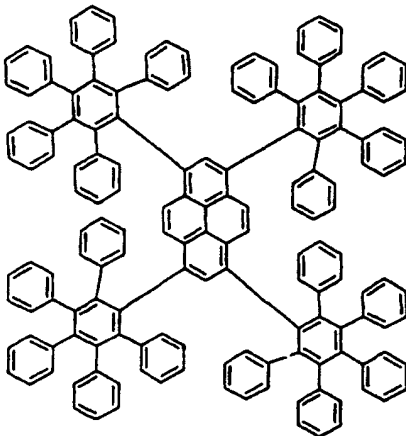
(1-73)



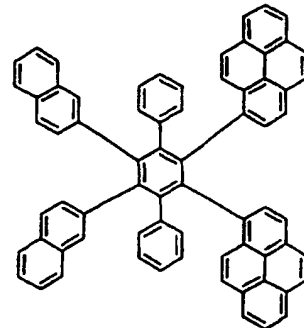
(1-77)



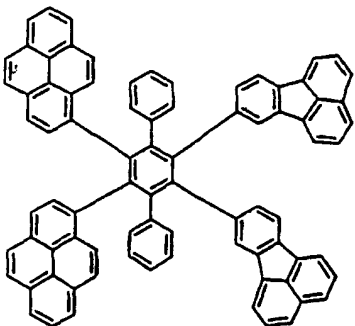
(1-74)



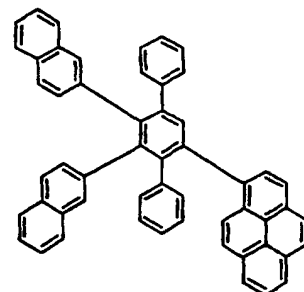
(1-78)



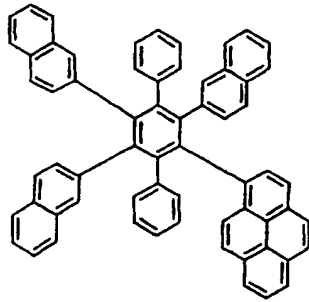
(1-75)



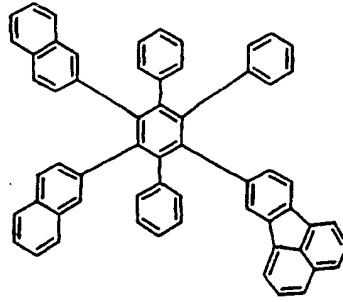
(1-79)



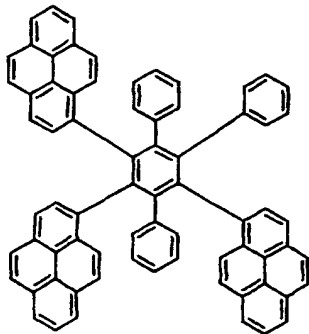
(1-80)



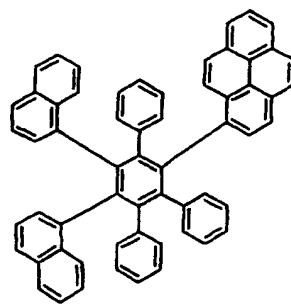
(1-84)



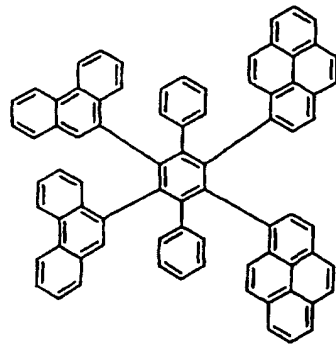
(1-81)



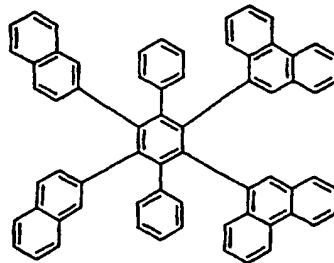
(1-85)



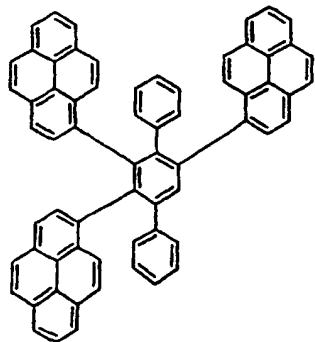
(1-82)



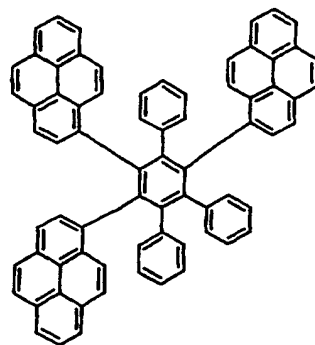
(1-86)



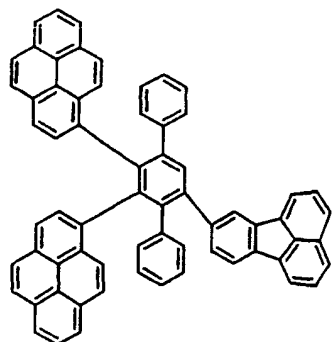
(1-83)



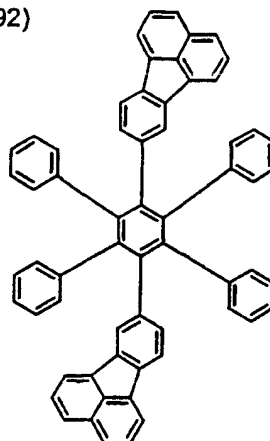
(1-87)



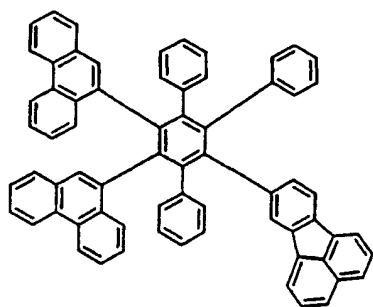
(1-88)



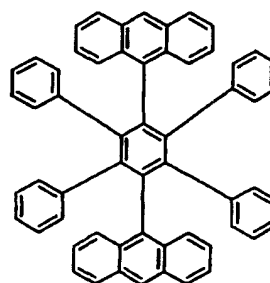
(1-92)



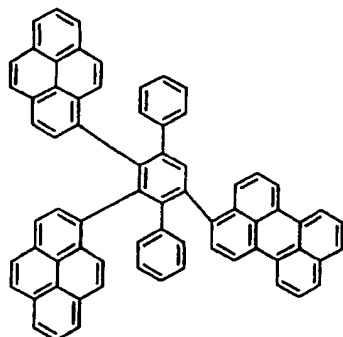
(1-89)



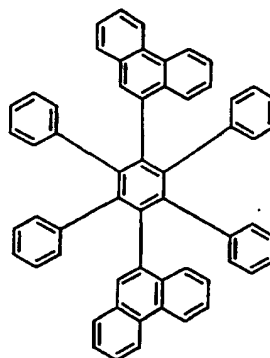
(1-93)



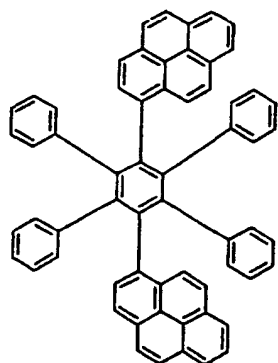
(1-90)



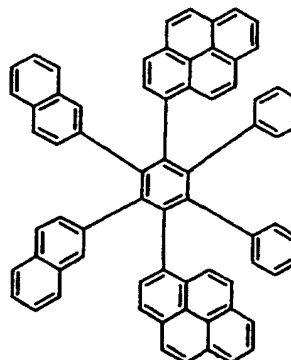
(1-94)



(1-91)



(1-95)



通式(1)-(6)代表的化合物可以纯化。纯化方法没有特别的限制，但是可以是再结晶法、柱色谱法、升华纯化法等。

升华纯化法为已知，并且可以是例如“Lecture One on Experimental Chemistry, Basic Operations [I]”由 Maruzen 有限公司出版，第 425-430 页中所述的方法，JP 5-269371 A、JP 6-263438 A、JP 7-24205 A、JP 7-204402 A、JP 11-171801 A、JP 2000-93701 A、JP 2000-48955 A、JP 62-22960 B、JP 2583306 B、JP 2706936 B 中所述的方法等。升华纯化可以在真空或惰性气体流如氮气、氩气等进行。在真空下进行升华纯化的真空泵没有特别的限制，但是可以是旋转泵、涡轮分子泵、扩散泵等。

化合物(1)可以通过下面文献中所述的已知方法合成：Tetrahedron, 1997, 53,第 45 期第 15349 页；J. Am. Chem. Soc., 1996, 118,第 741 页；J. Org. Chem. Soc., 1986, 51, 第 979 页；Angew. Chem. Int. Ed. Engl., 1997, 36,第 631 页；Indian J. Chem. Sect. B, 2000, 39,第 173 页；Org. Synth. Coll.第 5 期,1973,第 604 页；Chem. Ber., 1960, 93,第 1769 页等。

尽管本发明的发光设备在其系统、驱动方法和用途等方面没有特别的限制，但是所述发光设备优选具有使用化合物(1)作为发光材料、或者作为主体材料、电子注入材料、电子传导材料、空穴注入材料和/或空穴传导材料的结构。已知的典型发光设备是有机电致发光(EL)设备。

本发明的发光设备包括一个发光层和在一对电极(阳极和阴极)之间的包含一个发光层的多个有机层。所述发光层或至少一个有机层包括化合物(1)。当将本发明的化合物用作发光材料时，包含化合物(1)的层内的化合物(1)的量优选是 0.1-100 质量%，更优选是 0.5-100 质量%。当将化合物(1)用作主体材料时，化合物(1)的量优选是 10-99.9 质量%，更优选是 20-99.5 质量%。

包含化合物(1)的层的形成没有特别的限制，该层可以通过电阻

加热蒸汽沉积法、电子束法、溅射法、分子堆积法、涂布法、喷墨打印法、打印法、转移法、电子照相等。从发光设备的性能和生产成本的角度，其中优选电阻加热蒸汽沉积法、涂布法和打印法。

除了发光层之外，本发明的发光设备可以包括功能层，如空穴注入层、空穴传导层、电子注入层、电子传导层、保护层等。所述功能层可以具有其它功能。化合物(1)可以含在任意这些层中。下面详细描述本发明的发光设备的每一元件。

(A) 阳极

阳极起着给空穴注入层、空穴传导层、发光层等提供空穴的作用。阳极通常由纯金属、合金、金属氧化物、导电化合物、以及它们的混合物等制成，优选由具有 4eV 或更高的逸出功的材料制成。阳极材料的实例包括金属，例如金、银、铬、镍和它们的合金；导电金属氧化物，例如氧化锡、氧化锌、氧化铟和氧化锡铟(ITO)；这些金属和导电金属氧化物的混合物和层压物；导电无机化合物，例如碘化铜和硫化铜；导电有机化合物，例如聚苯胺、聚噻吩和聚吡咯；导电有机化合物和 ITO 的层压物；等等。从生产率、导电性、透明度等的角度，阳极优选由导电金属氧化物，特别是 ITO 制成。

可以根据所用的材料选择阳极的形成方法。例如，由 ITO 制成的阳极可以通过电子束法、溅射法、电阻加热蒸汽沉积法、化学反应法如溶胶-凝胶法、使用含有氧化锡铟的分散液的涂布法等。阳极可以经受洗涤处理等，以降低驱动电压、或者增加发光设备的发光效率。例如，在为 ITO 阳极的情况下，UV-臭氧处理和等离子体处理是有效的。阳极优选具有几百 $\Omega/\text{平方}$ 或更小的薄层电阻。尽管可以根据所用的材料大致决定阳极的厚度，但是一般说来优选 10 nm-5 μm ，更优选 50 nm-1 μm ，最优选 100-500 nm。

阳极通常位于由苏打石灰玻璃、非碱性玻璃、透明树脂等制成的

基片上。玻璃基片优选由非碱性玻璃制成以减少离子洗脱。在使用苏打石灰玻璃的情况下，优选预先在其上形成二氧化硅等的屏障涂层。基片的厚度没有特别的限制，只要它具有足够的强度。在为玻璃基片的情况下，基片的厚度通常是 0.2 mm 或更大、优选 0.7 mm 或更大。

(B) 阴极

阴极起着向电子注入层、电子传导层、发光层等供应电子的作用。根据电离电位、稳定性、与阴极相邻的层（如发光层）的粘合等，阴极的材料可以选自纯金属、合金、金属卤化物、金属氧化物、导电化合物、及其混合物等。阴极材料的实例包括碱金属如 Li、Na 和 K、及其氟化物和氧化物；碱土金属如 Mg 和 Ca 及其氟化物和氧化物；金；银；铅；铝；钠与钾的合金和混合物；锂与铝的合金和混合物；镁与银的合金和混合物；稀土金属如铟和镱；及它们的混合物；等等。阴极优选由逸出功为 4 eV 或更小的材料制成，更优选由铝、锂与铝的合金或者混合物，或镁与银的合金和混合物制成。

阴极可以具有单层结构或多层结构。优选的多层结构是铝/氟化锂、铝/氧化锂等。阴极可以通过电子束法、溅射法、电阻加热蒸汽沉积法、涂布法等形式形成。通过蒸汽沉积法可以同时沉积多种材料。合金阴极可以通过同时沉积多种金属、或者通过沉积它们的合金形成。阴极优选具有几百 $\Omega/\text{平方}$ 或更小的薄层电阻。尽管阴极的厚度可以根据所用材料大致确定，但是通常优选 10 nm-5 μm ，更优选 50 nm -1 μm ，最优选 100 nm-1 μm 。

(C) 空穴注入层和空穴传导层

用于空穴注入层和空穴传导层的材料没有特别的限制，只要它们具有任意如下功能：将由阳极提供的空穴注入到发光层中；将空穴传导到发光层；和阻断由阴极提供的电子。所述材料的实例包括咔唑、

三唑、噁唑、噁二唑、咪唑、聚芳基链烷类、吡唑啉、吡唑酮、苯二胺、芳基胺类、氨基取代的查耳酮、苯乙烯基蒽、芴酮、脞、二苯乙烯、硅氮烷、芳香叔胺化合物、苯乙烯基胺化合物、芳香二次甲基化合物、卟啉化合物、聚硅烷化合物、聚(N-乙烯基咪唑)、苯胺共聚物、导电聚合物和低聚物如低聚噻吩和聚噻吩、有机硅烷化合物、化合物(1)、其衍生物、碳等。

空穴注入层和空穴传导层各自可以由一种或多种材料制成的单层、或者由相同或不同材料制成的多层。空穴注入层和空穴传导层可以通过真空沉积法、LB法、使用含有上面材料的溶液或分散液的涂布法(如旋涂法、浇铸法和浸涂法)、喷墨打印法、打印法、转移法、电子照相等形成。用于涂布法的溶液和分散液可以含有一树脂。这些树脂的实例包括聚(氯乙烯)、聚碳酸酯类、聚苯乙烯、聚(甲基丙烯酸甲酯)、聚(甲基丙烯酸丁酯)、聚酯类、聚砜类、聚(苯醚)、聚丁二烯、聚(N-乙烯基咪唑)、烃树脂类、酮树脂类、苯氧树脂类、聚酰胺类、乙基纤维素、聚(乙酸乙烯酯)、ABS树脂类、聚氨酯类、蜜胺树脂类、不饱和聚酯树脂类、醇酸树脂类、环氧树脂类、聚硅氧烷树脂类等。尽管对空穴注入层和空穴传导层各自的厚度没有特别的限制,但是一般说来优选1 nm-5 μm ,更优选5 nm-1 μm ,特别是10-500 nm。

(D) 发光层

在发光层中,当向所述发光设备施加电场时,由阳极、空穴注入层或空穴传导层注入的空穴将和由阴极、电子注入层或电子传导层注入的电子复合,从而发光。对所述发光层的发光材料和荧光化合物没有特别的限制,只要它们具有如下的功能:接收由阳极等提供的空穴;接收由阴极等提供的电子;传导电荷;并在向发光设备施加电场时将空穴和电子复合以发光。发光材料的实例包括苯并噁唑;苯并咪唑;

苯并噻唑；苯乙烯基苯；聚苯基；二苯基丁二烯；四苯基丁二烯；萘二甲酰亚氨基；香豆素；perynone；噻二唑；醛连氮；pyralidine；环戊二烯；双(苯乙烯基)蒽；喹吖啶酮；吡咯并吡啶；噻二唑并吡啶；环戊二烯；苯乙烯基胺；芳香二次甲基化合物；pyrromethene；稠合芳香化合物如蒽、芘、荧蒽、菲；金属络合物如 8-喹啉醇衍生物金属络合物；高分子量的发光材料（如聚噻吩、聚亚苯基和聚亚苯基亚乙烯基）；有机硅烷化合物；化合物(1)；它们的衍生物；等等。

发光层可以由一种或多种材料制成。本发明的发光设备可以包括一个或多个发光层。在发光设备包括多个发光层的情况下，每个发光层可以由一种或多种材料制成，并且可以发出不同颜色的光，以提供白光。单个发光层可以提供白光。

发光层可以通过电阻加热蒸汽沉积法；电子束法；溅射法；分子堆积法；涂布法（如旋涂法、浇铸法和浸涂法）；喷墨打印法；打印法；LB 法；转移法；电子照相机法；等等形成，其中优选电阻加热蒸汽沉积法和涂布法。尽管发光层的厚度没有特别的限制，但是一般说来优选 1 nm-5 μm ，更优选 5 nm-1 μm ，特别是 10-500 nm。

(E) 电子注入层和电子传导层

对于用于电子注入层和电子传导层的材料没有特别的限制，只要它们具有任意的如下功能：将由阴极提供的电子注入到发光层中；将电子传导到发光层；和阻断由阳极提供的空穴。这些材料的实例包括三唑；噻唑；噻二唑；咪唑；芴酮；蒽醌二甲烷；蒽酮；二苯基醌；二氧化噻喃；碳二亚胺；亚芴基甲烷；二苯乙烯基吡嗪；具有芳香环（例如萘环和菲环等）的四羧酸酐；酞菁；金属络合物如 8-喹啉醇衍生物金属络合物、金属酞菁络合物和含有苯并噻唑或苯并噻唑作为配体的金属络合物；金属（如铝、锌、镓、铍、镁）；有机硅烷化合物；化合物(1)；它们的衍生物；等等。

电子注入层和电子传导层各自可以具有由一种或多种材料制成的单层结构、或者由相同或不同材料制成的多层结构。电子注入层和电子传导层可以通过真空沉积法；LB法；使用含有上面材料的溶液或分散液的涂布法（如浸涂法、浇铸法和浸涂法）；喷墨打印法；打印法；转移法；电子照相法；等等。用于涂布法的溶液和分散液可以含有一树脂。这些树脂的实例可以与用于空穴注入层和空穴传导层的相同。尽管对电子注入层和电子传导层各自的厚度没有特别的限制，但是一般说来它优选1 nm-5 μm ，更优选5 nm-1 μm ，特别是10-500 nm。

(F) 保护层

保护层起着遮蔽发光设备以防止水分、氧等渗透损坏设备的作用。用于保护层的材料的实例包括金属（如In、Sn、Pb、Au、Cu、Ag、Al、Ti和Ni）；金属氧化物（如MgO、SiO、SiO₂、Al₂O₃、GeO、NiO、CaO、BaO、Fe₂O₃、Y₂O₃和TiO₂）；金属氟化物（如MgF₂、LiF、AlF₃和CaF₂）；氮化物（如SiN_x和SiO_xN_y）；聚乙烯；聚丙烯；聚甲基丙烯酸甲酯；聚亚胺类；聚脲类；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；四氟乙烯和至少一种共聚单体的共聚物；具有带环结构的主链的含氟共聚物；吸水率为1%或更大的吸水材料；吸水率为0.1%或更小的防水材料；等等。

形成保护层的方法没有特别的限制。保护层可以通过真空沉积法、溅射法、反应性溅射法、分子束外延(MBE)法、簇离子束法、离子镀膜法、高频激发离子镀膜法、等离子体聚合法、等离子体CVD法、激光CVD法、热CVD法、气体源CVD法、涂布法、打印法、转移法等。

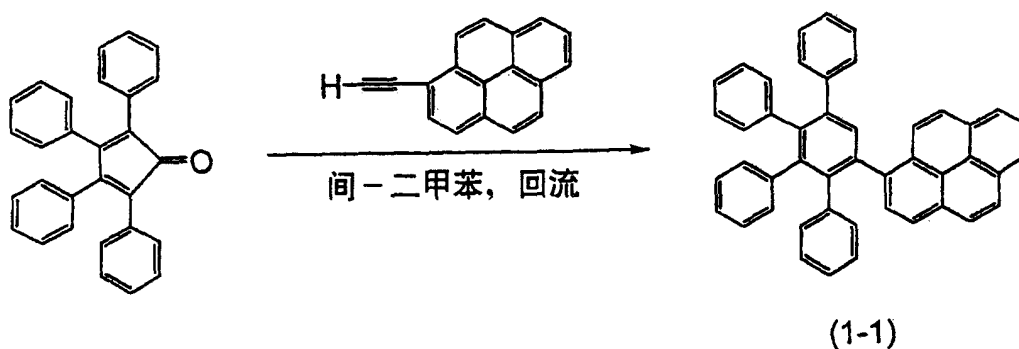
下面参照实施例具体描述本发明，但是不打算限制本发明的范

围。

合成实施例 1

化合物(1-1)的合成

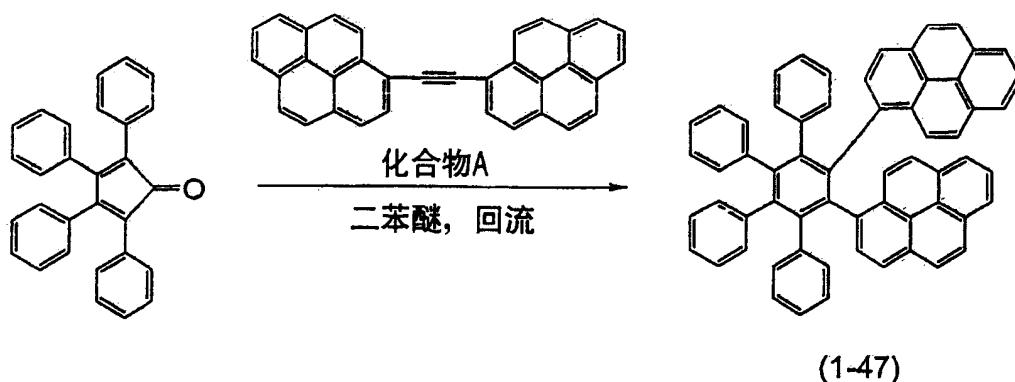
将 10 ml 间-二甲苯加入到 0.5 g 1-乙炔基芘和 0.85 g 四苯基环戊二烯酮中并在回流下搅拌 3 小时。将所得反应产物溶液冷却至室温，并向其中加入 50 ml 甲醇以沉淀固体。过滤将固体分离，并通过硅胶柱色谱法纯化(己烷/氯仿 = 5/1)，获得 1.1 g 白色固体。质谱测定证实该白色固体是化合物(1-1)。这种结果暗示化合物(1-1)是通过以下反应获得的。



合成实施例 2

化合物(1-47)的合成

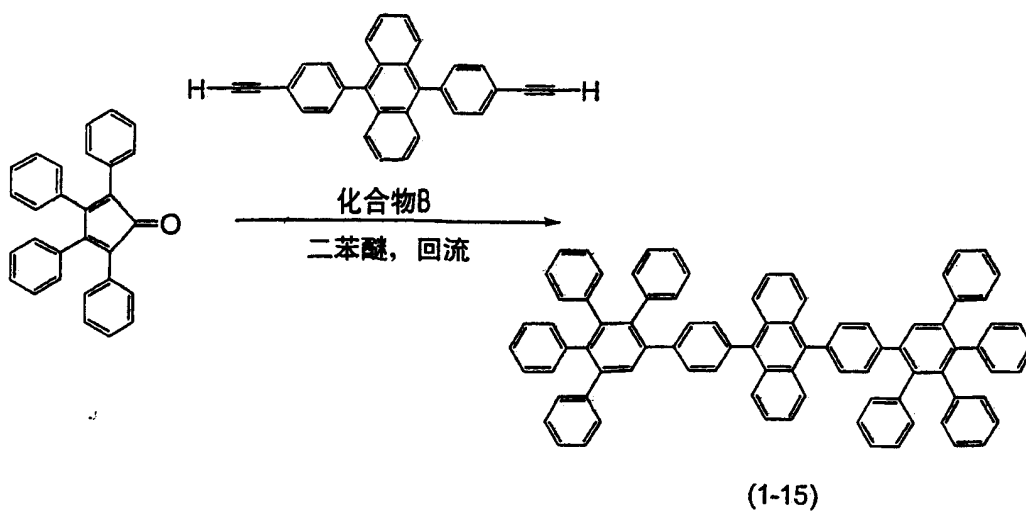
将 50 ml 二苯醚加入到 1 g 以下化合物 A 和 1.35 g 四苯基环戊二烯酮中并在回流下搅拌 30 小时。将所得反应产物溶液冷却至室温，并向其中加入 100 ml 甲醇以沉淀固体。过滤将固体分离，并通过硅胶柱色谱法纯化(氯仿)，获得 1.3 g 白色固体。质谱测定证实该白色固体是化合物(1-47)。这种结果暗示化合物(1-47)是通过以下反应获得的。



合成实施例 3

化合物(1-15)的合成

将 50 ml 二苯醚加入到 1 g 以下化合物 B 和 3 g 四苯基环戊二烯酮中并在回流下搅拌 10 小时。将所得反应产物溶液冷却至室温，并向其中加入 100 ml 甲醇以沉淀固体。过滤将固体分离，并通过硅胶柱色谱法纯化(氯仿)，获得 2.0 g 白色固体。质谱测定证实该白色固体是化合物(1-15)。这种结果暗示化合物(1-15)是通过以下反应获得的。

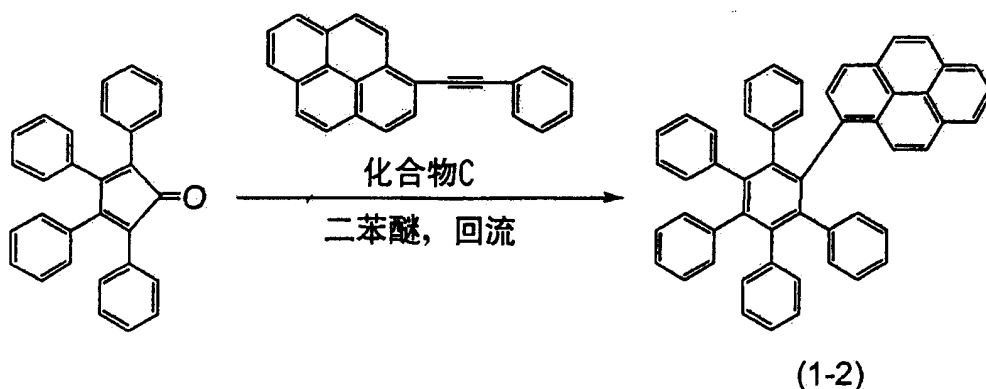


合成实施例 4

化合物(1-2)的合成

将 10 ml 二苯醚加入到 0.5 g 以下化合物 C 和 0.85 g 四苯基环戊二烯酮中并在回流下将所得反应混合物搅拌 3 小时。将所得反应产物

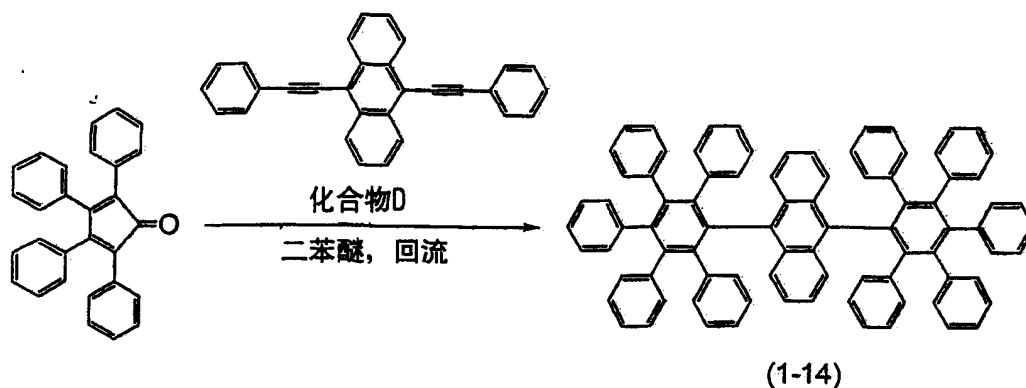
溶液冷却至室温，并向其中加入 50 ml 甲醇以沉淀固体。过滤将固体分离，并通过硅胶柱色谱法纯化(己烷/氯仿 = 5/1)，获得 1.0 g 白色固体。质谱测定证实该白色固体是化合物(1-2)。这种结果暗示化合物(1-2)是通过以下反应获得的。



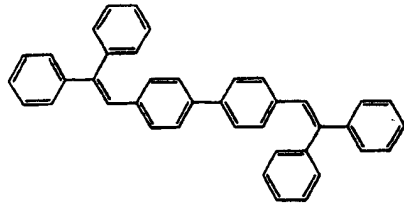
合成实施例 5

化合物(1-14)的合成

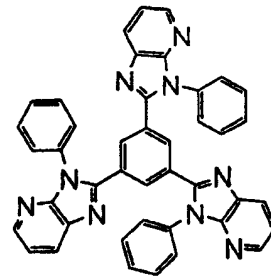
将 50 ml 二苯醚加入到 0.5 g 以下化合物 D 和 3 g 四苯基环戊二烯酮中并在回流下搅拌 10 小时。将所得反应产物溶液冷却至室温，并向其中加入 100 ml 甲醇以沉淀固体。过滤将固体分离，并通过硅胶柱色谱法纯化(氯仿)，获得 0.9 g 淡黄色固体。质谱测定证实该淡黄色固体是化合物(1-14)。这种结果暗示化合物(1-14)是通过以下反应获得的。



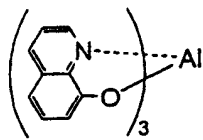
下面描述用于以下实施例和对比实施例的化合物 b-v。



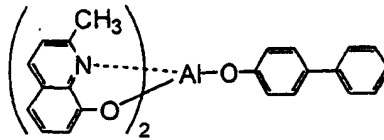
化合物 b



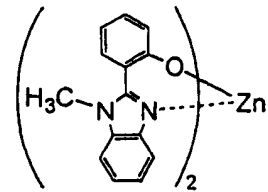
化合物 c



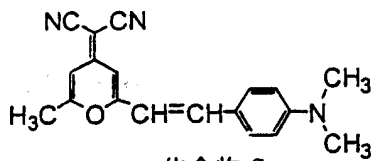
化合物 d



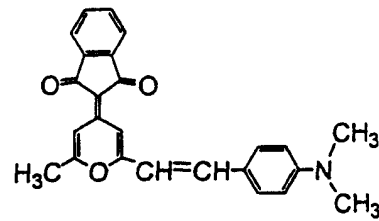
化合物 e



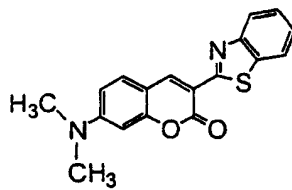
化合物 f



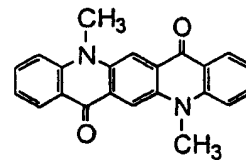
化合物 g



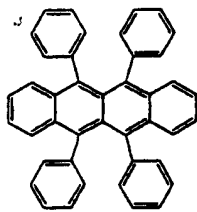
化合物 h



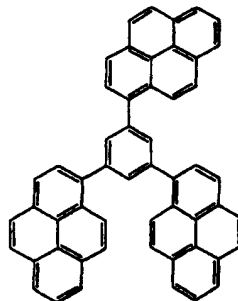
化合物 i



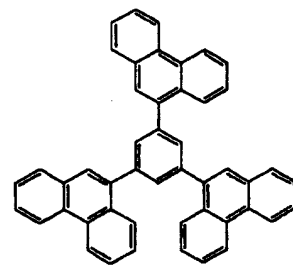
化合物 j



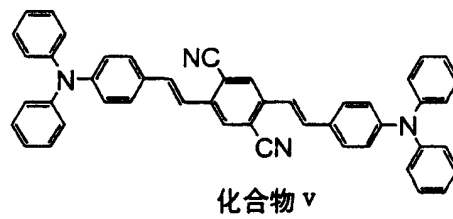
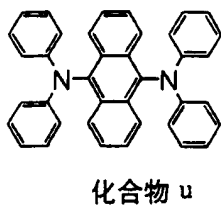
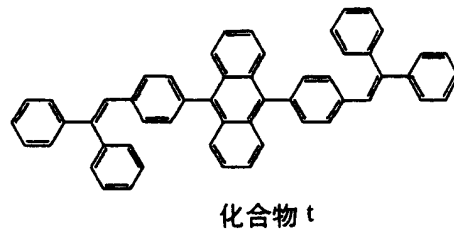
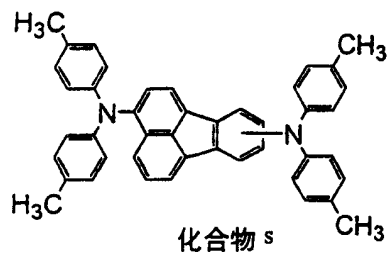
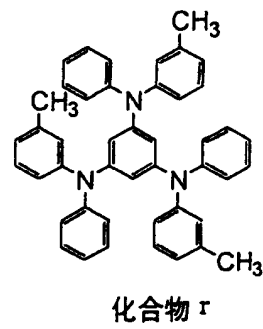
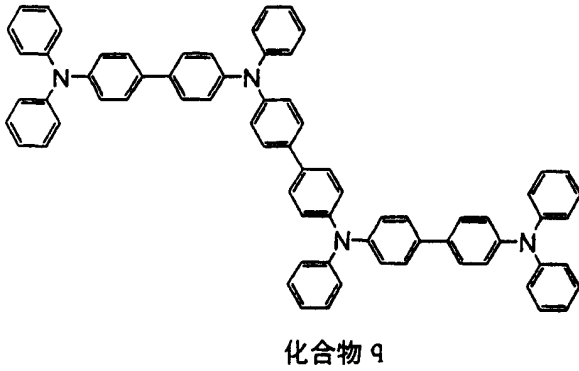
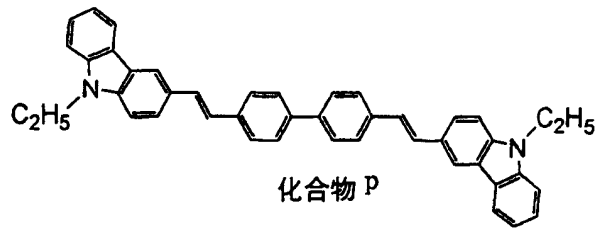
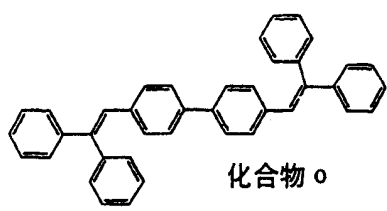
化合物 k



化合物 m



化合物 n



对比实施例 1

将 N,N'-二苯基-N,N'-二(α -萘基)联苯胺(α -NPD)以 40 nm 的厚度蒸汽沉积到放置在沉积设备中的干净 ITO 基片上。将上面的二苯乙烯基化合物(化合物 b)以 20 nm 的厚度蒸汽沉积在其上,然后将上面的吡咯化合物(化合物 c)以 40 nm 的厚度蒸汽沉积在其上。在将勾画有 4 mm \times 5 mm 的所需发光面积的掩膜沉积在所得有机薄膜上之后,将镁和银(镁/银质量比为 10:1)以 50 nm 的厚度共沉积在沉积设备中的有机薄膜上,并在其上再蒸汽沉积厚度为 50 nm 的银,制得一发光设备。

通过可以从 Toyo 公司获得的“Source-Measure Unit 2400”向对比实施例 1 的发光设备施加直流电压使其发光,通过可从 Topcon 公司获得的“Luminance Meter BM-8”测定发光的亮度,并通过可从 Hamamatsu Photonics K.K.获得的“Spectral Analyzer PMA-11”测定发光波长。结果发现,对比实施例 1 的发光设备以最大亮度 1,130 cd/m²发出色度为(0.15,0.20)的蓝绿色光。将该发光设备在氮气环境中放置一天之后,观察到该发光设备的层表面有阴影。

实施例 1

将 N,N'-二苯基-N,N'-二(α -萘基)联苯胺(α -NPD)以 40 nm 的厚度蒸汽沉积到放置在沉积设备中的干净 ITO 基片上。将化合物(1-1)以 20 nm 的厚度蒸汽沉积在其上,然后将吡咯化合物(化合物 c)以 40 nm 的厚度蒸汽沉积在其上。在将勾画有 4 mm \times 5 mm 的所需发光面积的掩膜沉积在所得有机薄膜上之后,将镁和银(镁/银质量比为 10:1)以 50 nm 的厚度共沉积在沉积设备中的有机薄膜上,并在其上再蒸汽沉积厚度为 50 nm 的银,制得一发光设备。对于从该发光设备发出的光,以与对比实施例 1 相同的方式测定亮度和发光波长。结果发现,该发光设备以最大亮度 4,370 cd/m²发出色度为(0.15,0.10)的蓝光。该

发光设备的外量子效率 $\phi_{EL} = 1.4\%$ (计算值)。将该发光设备在氮气环境中放置一天之后, 观察到该发光设备的层表面透明。

实施例 2

将 N,N'-二苯基-N,N'-二(α -萘基)联苯胺(α -NPD)以 40 nm 的厚度蒸汽沉积到放置在沉积设备中的干净 ITO 基片上。将化合物(1-17)以 20 nm 的厚度蒸汽沉积在其上, 然后将吡咯化合物(化合物 c)以 40 nm 的厚度蒸汽沉积在其上。在将勾画有 4 mm \times 5 mm 的所需发光面积的掩膜沉积在所得有机薄膜上之后, 将镁和银(镁/银质量比为 10:1)以 50 nm 的厚度共沉积在沉积设备中的有机薄膜上, 并在其上再蒸汽沉积厚度为 50 nm 的银, 制得一发光设备。对于从该发光设备发出的光, 以与对比实施例 1 相同的方式测定亮度和发光波长。结果发现, 该发光设备以最大亮度 2,920 cd/m² 发出色度为(0.15,0.14)的蓝光。该发光设备的外量子效率 $\phi_{EL} = 1.3\%$ (计算值)。将该发光设备在氮气环境中放置一天之后, 观察到该发光设备的层表面透明。

实施例 3

将 N,N'-二苯基-N,N'-二(α -萘基)联苯胺(α -NPD)以 40 nm 的厚度蒸汽沉积到放置在沉积设备中的干净 ITO 基片上。将化合物(1-24)以 20 nm 的厚度蒸汽沉积在其上, 然后将吡咯化合物(化合物 c)以 40 nm 的厚度蒸汽沉积在其上。在将勾画有 4 mm \times 5 mm 的所需发光面积的掩膜沉积在所得有机薄膜上之后, 将镁和银(镁/银质量比为 10:1)以 50 nm 的厚度共沉积在沉积设备中的有机薄膜上, 并在其上再蒸汽沉积厚度为 50 nm 的银, 制得一发光设备。对于从该发光设备发出的光, 以与对比实施例 1 相同的方式测定亮度和发光波长。结果发现, 该发光设备以最大亮度 2,000 cd/m² 发出色度为(0.15,0.18)的蓝光。该发光设备的外量子效率 $\phi_{EL} = 1.3\%$ (计算值)。将该发光设备在氮气环境

中放置一天之后，观察到该发光设备的层表面透明。

实施例 4

将 N,N'-二苯基-N,N'-二(α -萘基)联苯胺(α -NPD)以 40 nm 的厚度蒸汽沉积到放置在沉积设备中的干净 ITO 基片上。将化合物(1-1)和 7,4-(二氰基亚甲基)-2-甲基-6-(4-二甲基氨基苯乙烯基)-4H-吡喃(DCM) (其中化合物(1-1)与 DCM 的质量比为 1000:5)以 20 nm 的厚度共沉积在其上，然后将吡咯化合物(化合物 c)以 40 nm 的厚度蒸汽沉积在其上。在将勾画有 4 mm \times 5 mm 的所需发光面积的掩膜沉积在所得有机薄膜上之后，将镁和银(镁/银质量比为 10:1)以 50 nm 的厚度共沉积在沉积设备中的有机薄膜上，并在其上再蒸汽沉积厚度为 50 nm 的银，制得一发光设备。对于从该发光设备发出的光，以与对比实施例 1 相同的方式测定亮度和发光波长。结果发现，该发光设备以最大亮度 4,300 cd/m²发出色度为(0.30,0.32)的白光。该发光设备的外量子效率 $\phi_{EL} = 2.2\%$ (计算值)。将该发光设备在氮气环境中放置一天之后，观察到该发光设备的层表面透明。

实施例 5

将 N,N'-二苯基-N,N'-二(α -萘基)联苯胺(α -NPD)以 40 nm 的厚度蒸汽沉积到放置在沉积设备中的干净 ITO 基片上。将三(8-羟基喹啉酸基)铝(Alq)和 DCM (其中 Alq 与 DCM 的质量比为 100:1)以 5 nm 的厚度共沉积在其上，再将化合物(1-1)以 15 nm 的厚度蒸汽沉积在其上，然后将吡咯化合物(化合物 c)以 40 nm 的厚度蒸汽沉积在其上。在将勾画有 4 mm \times 5 mm 的所需发光面积的掩膜沉积在所得有机薄膜上之后，将镁和银(镁/银质量比为 10:1)以 50 nm 的厚度共沉积在沉积设备中的有机薄膜上，并在其上再蒸汽沉积厚度为 50 nm 的银，制得一发光设备。对于从该发光设备发出的光，以与对比实施例

1 相同的方式测定亮度和发光波长。结果发现, 该发光设备以最大亮度 $4,400 \text{ cd/m}^2$ 发出色度为(0.31,0.33)的白光。该发光设备的外量子效率 $\phi_{\text{EL}} = 2.3\%$ (计算值)。将该发光设备在氮气环境中放置一天之后, 观察到该发光设备的层表面透明。

实施例 6

将 40 mg 聚(N-乙炔基咪唑)、12 mg 2-(4-叔丁基苯基)-5-(4-联苯基)-1,3,4-噁二唑和 1 mg 化合物(1-1)溶解在 2.5 ml 二氯乙烷中。在 1,500 rpm 和 20 秒钟的条件下将所得溶液旋涂到一干净 ITO 基片上, 形成厚度为 110 nm 的有机层。在将勾画有 $4 \text{ mm} \times 5 \text{ mm}$ 的所需发光面积的掩膜沉积在所得有机薄膜上之后, 将镁和银(镁/银质量比为 10:1)以 50 nm 的厚度共沉积在沉积设备中的有机薄膜上, 并在其上再蒸汽沉积厚度为 50 nm 的银, 制得一发光设备。对于从该发光设备发出的光, 以与对比实施例 1 相同的方式测定亮度和发光波长。结果发现, 该发光设备以最大亮度 $1,900 \text{ cd/m}^2$ 发出色度为(0.15,0.10)的蓝光。

实施例 7

将 N,N'-二苯基-N,N'-二(α -萘基)联苯胺(α -NPD)以 40 nm 的厚度蒸汽沉积到放置在沉积设备中的干净 ITO 基片上。将化合物(1-15)以 20 nm 的厚度蒸汽沉积在其上, 然后将吡咯化合物(化合物 c)以 40 nm 的厚度蒸汽沉积在其上。在将勾画有 $4 \text{ mm} \times 5 \text{ mm}$ 的所需发光面积的掩膜沉积在所得有机薄膜上之后, 将镁和银(镁/银质量比为 10:1)以 50 nm 的厚度共沉积在沉积设备中的有机薄膜上, 并在其上再蒸汽沉积厚度为 50 nm 的银, 制得一发光设备。对于从该发光设备发出的光, 以与对比实施例 1 相同的方式测定亮度和发光波长。结果发现, 该发光设备以最大亮度 $3,200 \text{ cd/m}^2$ 发出色度为(0.16,0.08)的蓝光。该发光设备的外量子效率 $\phi_{\text{EL}} = 1.2\%$ (计算值)。将该发光设备在氮气环境

中放置一天之后，观察到该发光设备的层表面透明。

实施例 8

将 N,N'-二苯基-N,N'-二(α -萘基)联苯胺(α -NPD)以 40 nm 的厚度蒸汽沉积到放置在沉积设备中的干净 ITO 基片上。将化合物(1-2)以 20 nm 的厚度蒸汽沉积在其上，然后将吡咯化合物(化合物 c)以 40 nm 的厚度蒸汽沉积在其上。以与对比实施例 1 相同的方式在所得有机薄膜上蒸汽沉积一阴极，制得一发光设备。对于从该发光设备发出的光，以与对比实施例 1 相同的方式测定亮度和发光波长。结果发现，该发光设备以最大亮度 1,400 cd/m²发出色度为(0.16,0.08)的蓝光。该发光设备的外量子效率 $\phi_{EL} = 1.5\%$ (计算值)。将该发光设备在氮气环境中放置一天之后，观察到该发光设备的层表面透明。

实施例 9

将 N,N'-二苯基-N,N'-二(α -萘基)联苯胺(α -NPD)以 40 nm 的厚度蒸汽沉积到放置在沉积设备中的干净 ITO 基片上。将化合物(1-47)以 20 nm 的厚度蒸汽沉积在其上，然后将吡咯化合物(化合物 c)以 40 nm 的厚度蒸汽沉积在其上。以与对比实施例 1 相同的方式在所得有机薄膜上蒸汽沉积一阴极，制得一发光设备。对于从该发光设备发出的光，以与对比实施例 1 相同的方式测定亮度和发光波长。结果发现，该发光设备以最大亮度 6,470 cd/m²发出色度为(0.17,0.17)的蓝光。该发光设备的外量子效率 $\phi_{EL} = 3.4\%$ (计算值)。将该发光设备在氮气环境中放置一天之后，观察到该发光设备的层表面透明。

实施例 10

将 N,N'-二苯基-N,N'-二(α -萘基)联苯胺(α -NPD)以 40 nm 的厚度蒸汽沉积到放置在沉积设备中的干净 ITO 基片上。将化合物(1-14)以

20 nm 的厚度蒸汽沉积在其上,然后将吡咯化合物(化合物 c)以 40 nm 的厚度蒸汽沉积在其上。以与对比实施例 1 相同的方式在所得有机薄膜上蒸汽沉积一阴极,制得一发光设备。对于从该发光设备发出的光,以与对比实施例 1 相同的方式测定亮度和发光波长。结果发现,该发光设备以最大亮度 2,500 cd/m² 发出色度为(0.16,0.17)的蓝光。该发光设备的外量子效率 $\phi_{EL} = 0.8\%$ (计算值)。将该发光设备在氮气环境中放置一天之后,观察到该发光设备的层表面透明。

实施例 11

将 N,N'-二苯基-N,N'-二(α -萘基)联苯胺(α -NPD)以 40 nm 的厚度蒸汽沉积到放置在沉积设备中的干净 ITO 基片上。将化合物(1-1)以 20 nm 的厚度蒸汽沉积在其上,然后将化合物 d 以 40 nm 的厚度蒸汽沉积在其上。以与对比实施例 1 相同的方式在所得有机薄膜上蒸汽沉积一阴极,制得一发光设备。在施加 8 V 的电压的情况下,该发光设备发出亮度为 1,100 cd/m² 的蓝光。

实施例 12

将 N,N'-二苯基-N,N'-二(α -萘基)联苯胺(α -NPD)以 40 nm 的厚度蒸汽沉积到放置在沉积设备中的干净 ITO 基片上。将化合物(1-47)以 20 nm 的厚度蒸汽沉积在其上,然后将化合物 e 以 40 nm 的厚度蒸汽沉积在其上。以与对比实施例 1 相同的方式在所得有机薄膜上蒸汽沉积一阴极,制得一发光设备。施加 9 V 的电压,该发光设备发出亮度为 1,300 cd/m² 的蓝光。

实施例 13

将 N,N'-二苯基-N,N'-二(α -萘基)联苯胺(α -NPD)以 40 nm 的厚度蒸汽沉积到放置在沉积设备中的干净 ITO 基片上。将化合物(1-47)以

20 nm 的厚度蒸汽沉积在其上,然后将化合物 f 以 40 nm 的厚度蒸汽沉积在其上。以与对比实施例 1 相同的方式在所得有机薄膜上蒸汽沉积一阴极,制得一发光设备。施加 9 V 的电压,该发光设备发出亮度为 1,200 cd/m² 的蓝光。

实施例 14

将 N,N'-二苯基-N,N'-二(α-萘基)联苯胺(α-NPD)以 40 nm 的厚度蒸汽沉积到放置在沉积设备中的干净 ITO 基片上。将化合物(1-1)和化合物 g (其中化合物(1-1)与化合物 g 的质量比为 100:1)以 20 nm 的厚度共沉积在其上,然后将化合物 c 以 40 nm 的厚度蒸汽沉积在其上。以与对比实施例 1 相同的方式在所得有机薄膜上蒸汽沉积一阴极,制得一发光设备。施加 7 V 的电压,该发光设备发出亮度为 2,500 cd/m² 的橙色光。

实施例 15

将 N,N'-二苯基-N,N'-二(α-萘基)联苯胺(α-NPD)以 40 nm 的厚度蒸汽沉积到放置在沉积设备中的干净 ITO 基片上。将化合物(1-1)和化合物 h (其中化合物(1-1)与化合物 h 的质量比为 100:1)以 20 nm 的厚度共沉积在其上,然后将化合物 c 以 40 nm 的厚度蒸汽沉积在其上。以与对比实施例 1 相同的方式在所得有机薄膜上蒸汽沉积一阴极,制得一发光设备。施加 7 V 的电压,该发光设备发出亮度为 1,800 cd/m² 的红色光。

实施例 16

将 N,N'-二苯基-N,N'-二(α-萘基)联苯胺(α-NPD)以 40 nm 的厚度蒸汽沉积到放置在沉积设备中的干净 ITO 基片上。将化合物(1-1)和化合物 i (其中化合物(1-1)与化合物 i 的质量比为 100:1)以 20 nm 的厚

度共沉积在其上，然后将化合物 c 以 40 nm 的厚度蒸汽沉积在其上。以与对比实施例 1 相同的方式在所得有机薄膜上蒸汽沉积一阴极，制得一发光设备。施加 7 V 的电压，该发光设备发出亮度为 6,300 cd/m² 的绿色光。

实施例 17

将 N,N'-二苯基-N,N'-二(α-萘基)联苯胺(α-NPD)以 40 nm 的厚度蒸汽沉积到放置在沉积设备中的干净 ITO 基片上。将化合物(1-2)和化合物 j (其中化合物(1-2)与化合物 j 的质量比为 100:1) 以 20 nm 的厚度共沉积在其上，然后将化合物 c 以 40 nm 的厚度蒸汽沉积在其上。以与对比实施例 1 相同的方式在所得有机薄膜上蒸汽沉积一阴极，制得一发光设备。施加 7 V 的电压，该发光设备发出亮度为 4,500 cd/m² 的黄绿色光。

实施例 18

将 N,N'-二苯基-N,N'-二(α-萘基)联苯胺(α-NPD)以 40 nm 的厚度蒸汽沉积到放置在沉积设备中的干净 ITO 基片上。将化合物(1-47)和化合物 k (其中化合物(1-47)与化合物 k 的质量比为 100:1) 以 20 nm 的厚度共沉积在其上，然后将化合物 c 以 40 nm 的厚度蒸汽沉积在其上。以与对比实施例 1 相同的方式在所得有机薄膜上蒸汽沉积一阴极，制得一发光设备。施加 7 V 的电压，该发光设备发出亮度为 3,900 cd/m² 的黄色光。

实施例 19

将 N,N'-二苯基-N,N'-二(α-萘基)联苯胺(α-NPD)以 40 nm 的厚度蒸汽沉积到放置在沉积设备中的干净 ITO 基片上。将化合物(1-1)和化合物 m (其中化合物(1-1)与化合物 m 的质量比为 10: 1) 以 20 nm 的

厚度共沉积在其上,然后将化合物c以40 nm的厚度蒸汽沉积在其上。以与对比实施例1相同的方式在所得有机薄膜上蒸汽沉积一阴极,制得一发光设备。施加8 V的电压,该发光设备发出亮度为2,800 cd/m²的蓝光。

实施例 20

将N,N'-二苯基-N,N'-二(α-萘基)联苯胺(α-NPD)以40 nm的厚度蒸汽沉积到放置在沉积设备中的干净ITO基片上。将化合物(1-47)和化合物m(其中化合物(1-47)与化合物m的质量比为10:1)以20 nm的厚度共沉积在其上,然后将化合物c以40 nm的厚度蒸汽沉积在其上。以与对比实施例1相同的方式在所得有机薄膜上蒸汽沉积一阴极,制得一发光设备。施加8 V的电压,该发光设备发出亮度为3,400 cd/m²的蓝绿色光。

实施例 21

将N,N'-二苯基-N,N'-二(α-萘基)联苯胺(α-NPD)以40 nm的厚度蒸汽沉积到放置在沉积设备中的干净ITO基片上。将化合物(1-1)和化合物n(其中化合物(1-1)与化合物n的质量比为1:1)以20 nm的厚度共沉积在其上,然后将化合物c以40 nm的厚度蒸汽沉积在其上。以与对比实施例1相同的方式在所得有机薄膜上蒸汽沉积一阴极,制得一发光设备。施加8 V的电压,该发光设备发出亮度为1,100 cd/m²的蓝光。

实施例 22

将N,N'-二苯基-N,N'-二(α-萘基)联苯胺(α-NPD)以40 nm的厚度蒸汽沉积到放置在沉积设备中的干净ITO基片上。将化合物(1-1)和化合物o以20 nm的厚度(其中化合物(1-1)与化合物o的质量比为10:1)

共沉积在其上，然后将化合物 c 以 40 nm 的厚度蒸汽沉积在其上。以与对比实施例 1 相同的方式在所得有机薄膜上蒸汽沉积一阴极，制得一发光设备。施加 8 V 的电压，该发光设备发出 $1,800 \text{ cd/m}^2$ 的蓝光。

实施例 23

将 N,N'-二苯基-N,N'-二(α -萘基)联苯胺(α -NPD)以 40 nm 的厚度蒸汽沉积到放置在沉积设备中的干净 ITO 基片上。将化合物(1-1)和化合物 p (其中化合物(1-1)与化合物 p 的质量比为 20:1)以 20 nm 的厚度共沉积在其上，然后将化合物 c 以 40 nm 的厚度蒸汽沉积在其上。以与对比实施例 1 相同的方式在所得有机薄膜上蒸汽沉积一阴极，制得一发光设备。施加 8 V 的电压，该发光设备发出亮度为 $3,800 \text{ cd/m}^2$ 的蓝光。

实施例 24

将化合物 q 以 40 nm 的厚度蒸汽沉积到放置在沉积设备中的干净 ITO 基片上。将化合物(1-1)以 20 nm 的厚度蒸汽沉积在其上，然后将化合物 c 以 40 nm 的厚度蒸汽沉积在其上。以与对比实施例 1 相同的方式在所得有机薄膜上蒸汽沉积一阴极，制得一发光设备。施加 8 V 的电压，该发光设备发出亮度为 $2,100 \text{ cd/m}^2$ 的蓝光。

实施例 25

将化合物 r 以 10 nm 的厚度蒸汽沉积到放置在沉积设备中的干净 ITO 基片上。将 N,N'-二苯基-N,N'-二(α -萘基)联苯胺(α -NPD)以 30 nm 的厚度蒸汽沉积在其上，再将化合物(1-1)以 20 nm 的厚度蒸汽沉积在其上。然后将化合物 c 以 40 nm 的厚度蒸汽沉积在其上。以与对比实施例 1 相同的方式在所得有机薄膜上蒸汽沉积一阴极，制得一发光设备。施加 6 V 的电压，该发光设备发出亮度为 $2,200 \text{ cd/m}^2$ 的蓝光。

实施例 26

将 N,N'-二苯基-N,N'-二(α -萘基)联苯胺(α -NPD)以 40 nm 的厚度蒸汽沉积到放置在沉积设备中的干净 ITO 基片上。将化合物(1-1)和化合物(1-2) (其中化合物(1-1)与化合物(1-2)的质量比为 1:1) 以 20 nm 的厚度共沉积在其上, 然后将化合物 c 以 40 nm 的厚度蒸汽沉积在其上。以与对比实施例 1 相同的方式在所得有机薄膜上蒸汽沉积一阴极, 制得一发光设备。施加 8 V 的电压, 该发光设备发出亮度为 2,200 cd/m^2 的蓝光。

实施例 27

将 N,N'-二苯基-N,N'-二(α -萘基)联苯胺(α -NPD)以 40 nm 的厚度蒸汽沉积到放置在沉积设备中的干净 ITO 基片上。将化合物 d 和化合物 k (其中化合物 d 与化合物 k 的质量比为 100:1) 以 5 nm 的厚度共沉积在其上, 然后将化合物(1-1)和化合物 p (其中化合物(1-1)与化合物 p 的质量比为 20:1) 以 20 nm 的厚度共沉积在其上。再将化合物 c 以 20 nm 的厚度蒸汽沉积在其上。以与对比实施例 1 相同的方式在所得有机薄膜上蒸汽沉积一阴极, 制得一发光设备。施加 8 V 的电压, 该发光设备发出亮度为 4,100 cd/m^2 的白色光。

实施例 28

将 N,N'-二苯基-N,N'-二(α -萘基)联苯胺(α -NPD)以 40 nm 的厚度蒸汽沉积到放置在沉积设备中的干净 ITO 基片上。将化合物(1-14)和化合物 p (其中化合物(1-14)与化合物 p 的质量比为 20:1) 以 20 nm 的厚度共沉积在其上, 然后将化合物 c 以 40 nm 的厚度蒸汽沉积在其上。以与对比实施例 1 相同的方式在所得有机薄膜上蒸汽沉积一阴极, 制得一发光设备。施加 8 V 的电压, 该发光设备发出亮度为 2,900

cd/m² 的蓝光。

实施例 29

将 N,N'-二苯基-N,N'-二(α-萘基)联苯胺(α-NPD)以 40 nm 的厚度蒸汽沉积到放置在沉积设备中的干净 ITO 基片上。将化合物(1-14)和化合物 m (其中化合物(1-14)与化合物 m 的质量比为 1:1) 以 20 nm 的厚度共沉积在其上,然后将化合物 c 以 40 nm 的厚度蒸汽沉积在其上。以与对比实施例 1 相同的方式在所得有机薄膜上蒸汽沉积一阴极,制得一发光设备。施加 8 V 的电压,该发光设备发出亮度为 3,700 cd/m² 的蓝光。

实施例 30

将 N,N'-二苯基-N,N'-二(α-萘基)联苯胺(α-NPD)以 40 nm 的厚度蒸汽沉积到放置在沉积设备中的干净 ITO 基片上。将化合物(1-1)、化合物 p 和化合物 g (其中化合物(1-1)/化合物 p/化合物 g 的质量比为 100:5:0.2) 以 20 nm 的厚度共沉积在其上,然后将化合物 c 以 40 nm 的厚度蒸汽沉积在其上。以与对比实施例 1 相同的方式在所得有机薄膜上蒸汽沉积一阴极,制得一发光设备。施加 8 V 的电压,该发光设备发出亮度为 1,800 cd/m² 的白色光。

实施例 31

在 1,000 rpm 和 30 秒钟的条件下,将一干净的 ITO 基片用“Baytron P”(PEDOT-PSS 溶液,即掺有聚苯乙烯磺酸的聚(亚乙基二氧基噻吩)溶液,其可从 BAYER AG 获得)旋涂,并在 150°C 下真空干燥 1.5 小时,形成厚度为 70 nm 的有机层。在 1,500 rpm 下将由此获得的有机层用 4 ml 二氯乙烷中的 10 mg 聚甲基丙烯酸甲酯和 30 mg 化合物(1-1)的混合物旋涂 20 秒钟,形成总厚度为 120 nm 的有机层。

将化合物 c 以 50 nm 的厚度蒸汽沉积在其上。以与对比实施例 1 相同的方式在所得有机薄膜上蒸汽沉积一阴极，制得一发光设备。施加 10 V 的电压，该发光设备发出亮度为 800 cd/m^2 的蓝光。

实施例 32

将 N,N'-二苯基-N,N'-二(α -萘基)联苯胺(α -NPD)以 40 nm 的厚度蒸汽沉积到放置在沉积设备中的干净 ITO 基片上。将化合物(1-1)以 20 nm 的厚度蒸汽沉积在其上，然后将化合物 d 以 40 nm 的厚度蒸汽沉积在其上。将 LiF 以 3 nm 的厚度蒸汽沉积在所得有机薄膜上，然后以 100 nm 的厚度蒸汽沉积铝，制得一发光设备。施加 8 V 的电压，该发光设备发出亮度为 $1,300 \text{ cd/m}^2$ 的蓝光。

实施例 33

将 N,N'-二苯基-N,N'-二(α -萘基)联苯胺(α -NPD)以 40 nm 的厚度蒸汽沉积到放置在沉积设备中的干净 ITO 基片上。将化合物(1-2)和化合物 s (其中化合物(1-2)与化合物 s 的质量比为 100:1)以 20 nm 的厚度共沉积在其上，然后将化合物 c 以 40 nm 的厚度蒸汽沉积在其上。以与对比实施例 1 相同的方式在所得有机薄膜上蒸汽沉积一阴极，制得一发光设备。施加 7 V 的电压，该发光设备发出亮度为 $2,500 \text{ cd/m}^2$ 的绿光。

实施例 34

将 N,N'-二苯基-N,N'-二(α -萘基)联苯胺(α -NPD)以 40 nm 的厚度蒸汽沉积到放置在沉积设备中的干净 ITO 基片上。将化合物(1-2)和化合物 t (其中化合物(1-2)与化合物 t 的质量比为 1:1)以 20 nm 的厚度共沉积在其上，然后将化合物 c 以 40 nm 的厚度蒸汽沉积在其上。以与对比实施例 1 相同的方式在所得有机薄膜上蒸汽沉积一阴极，制得

一发光设备。施加 7 V 的电压，该发光设备发出亮度为 1,500 cd/m² 的蓝光。

实施例 35

将 N,N'-二苯基-N,N'-二(α-萘基)联苯胺(α-NPD)以 40 nm 的厚度蒸汽沉积到放置在沉积设备中的干净 ITO 基片上。将化合物(1-47)和化合物 u (其中化合物(1-47)与化合物 u 的质量比为 100:1) 以 20 nm 的厚度共沉积在其上，然后将化合物 c 以 40 nm 的厚度蒸汽沉积在其上。以与对比实施例 1 相同的方式在所得有机薄膜上蒸汽沉积一阴极，制得一发光设备。施加 7 V 的电压，该发光设备发出亮度为 2,700 cd/m² 的绿色光。

实施例 36

将 N,N'-二苯基-N,N'-二(α-萘基)联苯胺(α-NPD)以 40 nm 的厚度蒸汽沉积到放置在沉积设备中的干净 ITO 基片上。将化合物(1-47)和化合物 v (其中化合物(1-47)与化合物 v 的质量比为 100:1) 以 20 nm 的厚度共沉积在其上，然后将化合物 c 以 40 nm 的厚度蒸汽沉积在其上。以与对比实施例 1 相同的方式在所得有机薄膜上蒸汽沉积一阴极，制得一发光设备。施加 8 V 的电压，该发光设备发出亮度为 2,200 cd/m² 的橙红色光。

实施例 37

将 N,N'-二苯基-N,N'-二(α-萘基)联苯胺(α-NPD)以 40 nm 的厚度蒸汽沉积到放置在沉积设备中的干净 ITO 基片上。将化合物(1-61)和化合物 p (其中化合物(1-61)与化合物 p 的质量比为 100:2) 以 20 nm 的厚度共沉积在其上，然后将化合物 c 以 40 nm 的厚度蒸汽沉积在其上。以与对比实施例 1 相同的方式在所得有机薄膜上蒸汽沉积一阴

极，制得一发光设备。施加 7 V 的电压，该发光设备发出亮度为 1,000 cd/m^2 的蓝光。

实施例 38

将 N,N'-二苯基-N,N'-二(α -萘基)联苯胺(α -NPD)以 40 nm 的厚度蒸汽沉积到放置在沉积设备中的干净 ITO 基片上。将化合物(1-65)和化合物 s (其中化合物(1-65)与化合物 w 的质量比为 100:2) 以 20 nm 的厚度共沉积在其上，然后将化合物 c 以 40 nm 的厚度蒸汽沉积在其上。以与对比实施例 1 相同的方式在所得有机薄膜上蒸汽沉积一阴极，制得一发光设备。施加 7 V 的电压，该发光设备发出亮度为 1,100 cd/m^2 的蓝光。

实施例 39

将 N,N'-二苯基-N,N'-二(α -萘基)联苯胺(α -NPD)以 40 nm 的厚度蒸汽沉积到放置在沉积设备中的干净 ITO 基片上。将化合物(1-2)和化合物 p (其中化合物(1-2)与化合物 p 的质量比为 95:5) 以 20 nm 的厚度共沉积在其上，然后将吡咯化合物(化合物 c)以 40 nm 的厚度蒸汽沉积在其上。以与对比实施例 1 相同的方式在所得有机薄膜上蒸汽沉积一阴极，制得一发光设备。对于从该发光设备发出的光，以与对比实施例 1 相同的方式测定亮度和发光波长。结果发现，该发光设备以最大亮度 17,000 cd/m^2 发出色度为(0.16,0.18)的蓝光。该发光设备的外量子效率 $\phi_{\text{EL}} = 4\%$ (计算值)。将该发光设备在氮气环境中放置一天之后，观察到该发光设备的层表面透明。

实施例 40

将 N,N'-二苯基-N,N'-二(α -萘基)联苯胺(α -NPD)以 40 nm 的厚度蒸汽沉积到放置在沉积设备中的干净 ITO 基片上。将化合物(1-47)和

化合物 p (其中化合物(1-47)与化合物 p 的质量比为 95:5) 以 20 nm 的厚度共沉积在其上, 然后将吡咯化合物(化合物 c)以 40 nm 的厚度蒸汽沉积在其上。以与对比实施例 1 相同的方式在所得有机薄膜上蒸汽沉积一阴极, 制得一发光设备。对于从该发光设备发出的光, 以与对比实施例 1 相同的方式测定亮度和发光波长。结果发现, 该发光设备以最大亮度 10,000 cd/m² 发出色度为(0.16,0.20)的蓝光。该发光设备的外量子效率 $\phi_{EL} = 3.5\%$ (计算值)。将该发光设备在氮气环境中放置一天之后, 观察到该发光设备的层表面透明。

实施例 41

将 N,N'-二苯基-N,N'-二(α -萘基)联苯胺(α -NPD)以 40 nm 的厚度蒸汽沉积到放置在沉积设备中的干净 ITO 基片上。将化合物(1-47)和化合物 p (其中化合物(1-2)与化合物 p 的质量比为 99:1) 以 20 nm 的厚度共沉积在其上, 然后将吡咯化合物(化合物 c)以 40 nm 的厚度蒸汽沉积在其上。以与对比实施例 1 相同的方式在所得有机薄膜上蒸汽沉积一阴极, 制得一发光设备。对于从该发光设备发出的光, 以与对比实施例 1 相同的方式测定亮度和发光波长。结果发现, 该发光设备以最大亮度 12,000 cd/m² 发出色度为(0.16,0.18)的蓝光。该发光设备的外量子效率 $\phi_{EL} = 3.5\%$ (计算值)。将该发光设备在氮气环境中放置一天之后, 观察到该发光设备的层表面透明。

实施例 42

将 N,N'-二苯基-N,N'-二(α -萘基)联苯胺(α -NPD)以 40 nm 的厚度蒸汽沉积到放置在沉积设备中的干净 ITO 基片上。将化合物(1-1)和化合物 p (其中化合物(1-1)与化合物 p 的质量比为 95:5) 以 20 nm 的厚度共沉积在其上, 然后将吡咯化合物(化合物 c)以 40 nm 的厚度蒸汽沉积在其上。以与对比实施例 1 相同的方式在所得有机薄膜上蒸汽沉

积一阴极，制得一发光设备。对于从该发光设备发出的光，以与对比实施例 1 相同的方式测定亮度和发光波长。结果发现，该发光设备以最大亮度 $13,000 \text{ cd/m}^2$ 发出色度为(0.15,0.22)的蓝光。该发光设备的外量子效率 $\phi_{\text{EL}} = 3.3\%$ (计算值)。将该发光设备在氮气环境中放置一天之后，观察到该发光设备的层表面透明。

工业实用性

正如上面详细描述，本发明的发光设备呈现优异的发光效率、发光性能、耐用性、耐热性和结晶可能性小的无定形性。具有这些特性的本发明的发光设备可用作高色纯度的蓝光发射设备或白光发射设备，所述设备用于指示元件、显示器、背光、电子照相、照明光源、记录光源、曝光光源、读光源、信号和标志、招牌、室内照明、光通信设备等。用于本发明的发光设备的化合物(1)可用作有机 EL 设备的材料，并且还可用于医疗领域、荧光-增白剂、照相材料、UV-吸收材料、激光染料、滤色器的染料、色温变换过滤器、有机半导体材料、导电有机材料等。