



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102015643 B

(45) 授权公告日 2015. 05. 13

(21) 申请号 200980114233. 1

(22) 申请日 2009. 04. 17

(30) 优先权数据

2008-114057 2008. 04. 24 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2010. 10. 22

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2009/058113 2009. 04. 17

(87) PCT国际申请的公布数据

W02009/131199 EN 2009. 10. 29

(73) 专利权人 株式会社半导体能源研究所

地址 日本神奈川

(72) 发明人 川上祥子 铃木恒德 大泽信晴

下垣智子 濑尾哲史

(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 11038

代理人 柳冀

(51) Int. Cl.

C07D 209/86(2006. 01)

C09K 11/06(2006. 01)

H01L 51/50(2006. 01)

(56) 对比文件

W0 2007/102683 A1, 2007. 09. 13,

W0 2007/110129 A1, 2007. 10. 04,

JP 特开 2003-146951 A, 2003. 05. 21,

JP 特开 2006-41103 A, 2006. 02. 09,

JP 特开 2004-95850 A, 2004. 03. 25,

审查员 王超

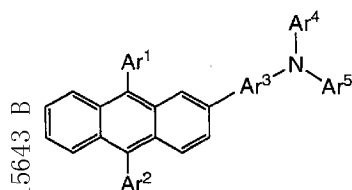
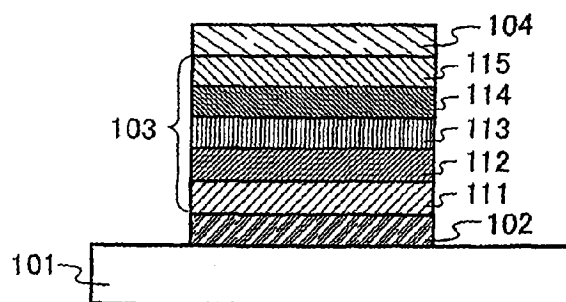
权利要求书4页 说明书101页 附图34页

(54) 发明名称

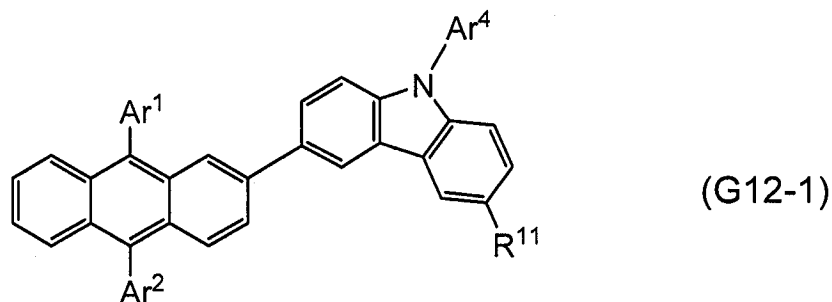
蒽衍生物、发光元件、发光器件及电子设备

(57) 摘要

本发明提供新的蒽衍生物。此外,本发明提供分别使用新的蒽衍生物的发光元件、发光器件和电子设备。提供通式 (G11) 和 (G21) 所示的蒽衍生物。通式 (G11) 和 (G21) 所示的蒽衍生物以高的色纯度发射蓝光,并具有载流子传输性能。因此,通式 (G11) 和 (G21) 所示的蒽衍生物均适用于发光元件、发光器件和电子设备。



1. 由通式 (G12-1) 表示的蒽衍生物,

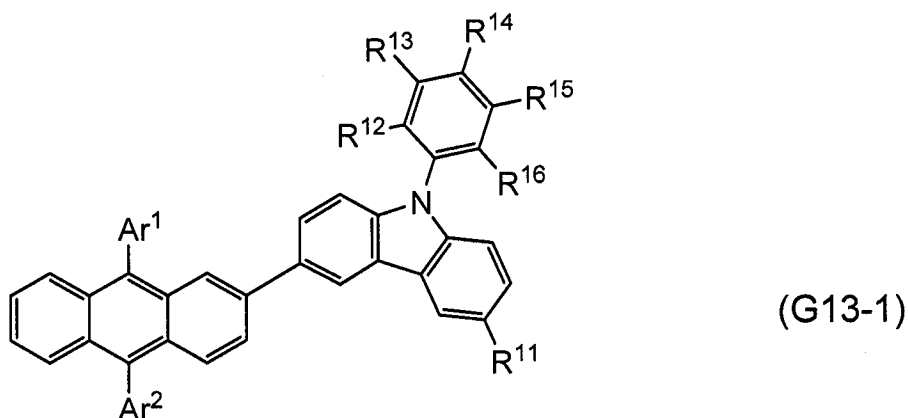


其中, Ar^1 和 Ar^2 独立地表示具有形成主骨架的环的 6 至 13 个碳原子的芳基, 所述芳基是无取代的或被具有 1 至 4 个碳原子的烷基或者具有 6 至 13 个碳原子的芳基取代,

Ar^4 表示具有形成主骨架的环的 6 至 13 个碳原子的芳基, 所述芳基是无取代的或被具有 1 至 4 个碳原子的烷基或者具有 6 至 13 个碳原子的芳基取代, 并且

R^{11} 表示氢或具有 1 至 4 个碳原子的烷基。

2. 由通式 (G13-1) 表示的蒽衍生物,

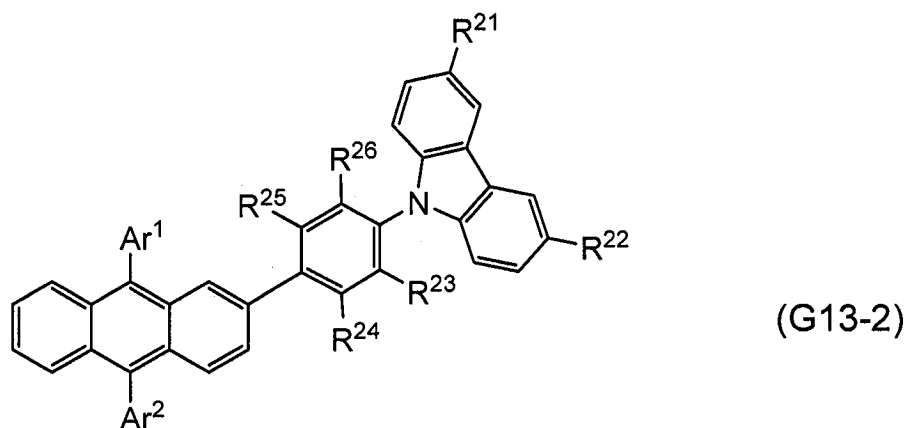


其中, Ar^1 和 Ar^2 独立地表示具有形成主骨架的环的 6 至 13 个碳原子的芳基, 所述芳基是无取代的或被具有 1 至 4 个碳原子的烷基或者具有 6 至 13 个碳原子的芳基取代,

R^{11} 表示氢或具有 1 至 4 个碳原子的烷基, 并且

R^{12} 至 R^{16} 独立地表示氢或具有 1 至 4 个碳原子的烷基。

3. 由通式 (G13-2) 表示的蒽衍生物,

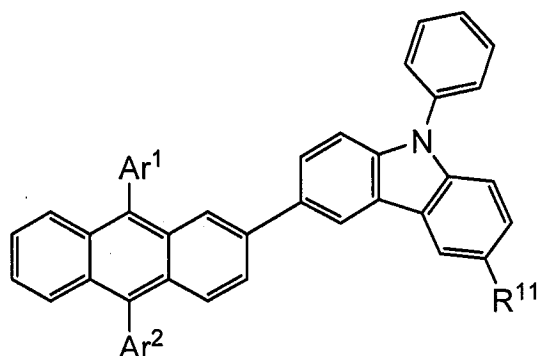


其中, Ar^1 和 Ar^2 独立地表示具有形成主骨架的环的 6 至 13 个碳原子的芳基, 所述芳基是无取代的或被具有 1 至 4 个碳原子的烷基或者具有 6 至 13 个碳原子的芳基取代,

R^{21} 至 R^{22} 独立地表示氢或具有1至4个碳原子的烷基,并且

R^{23} 至 R^{26} 独立地表示氢、具有1至4个碳原子的烷基或者无取代的苯基。

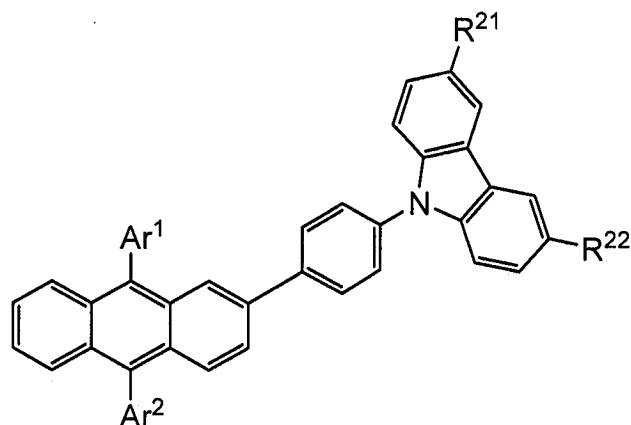
4. 由通式 (G14-1) 表示的蒽衍生物,



(G14-1)

其中, Ar^1 和 Ar^2 独立地表示具有形成主骨架的环的6至13个碳原子的芳基,所述芳基是无取代的或被具有1至4个碳原子的烷基或者具有6至13个碳原子的芳基取代,并且 R^{11} 表示氢或具有1至4个碳原子的烷基。

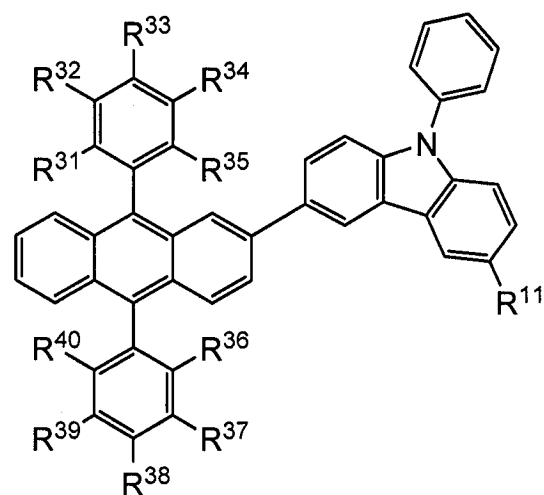
5. 由通式 (G14-2) 表示的蒽衍生物,



(G14-2)

其中, Ar^1 和 Ar^2 独立地表示具有形成主骨架的环的6至13个碳原子的芳基,所述芳基是无取代的或被具有1至4个碳原子的烷基或者具有6至13个碳原子的芳基取代,并且 R^{21} 至 R^{22} 独立地表示氢或具有1至4个碳原子的烷基。

6. 通式 (G15-1) 表示的蒽衍生物,

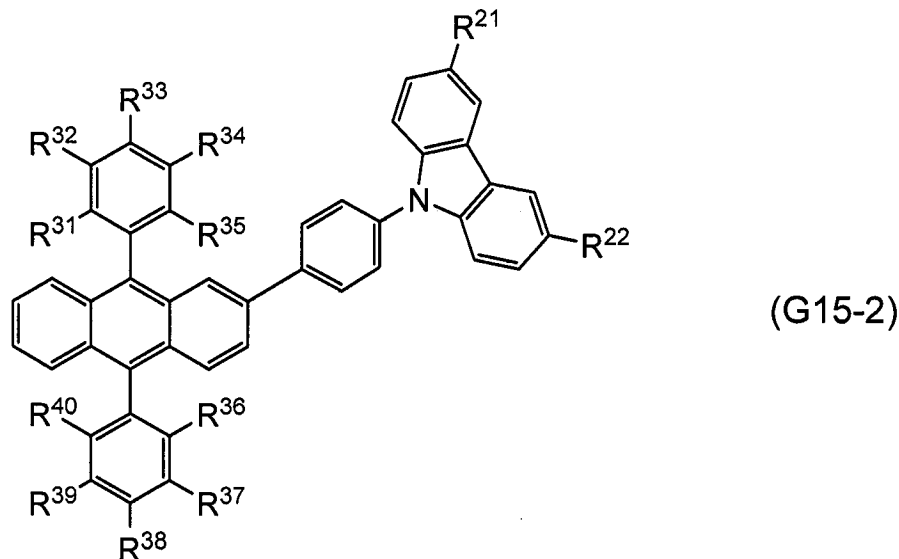


(G15-1)

其中, R^{11} 表示氢或具有 1 至 4 个碳原子的烷基, 并且

R^{31} 至 R^{40} 独立地表示氢、具有 1 至 4 个碳原子的烷基; 具有形成主骨架的环的 6 至 10 个碳原子的芳基, 所述芳基是无取代的或被具有 1 至 4 个碳原子的烷基或者具有 6 至 13 个碳原子的芳基取代; 卤素或者具有 1 至 4 个碳原子的卤代烷基。

7. 由通式 (G15-2) 表示的蒽衍生物,

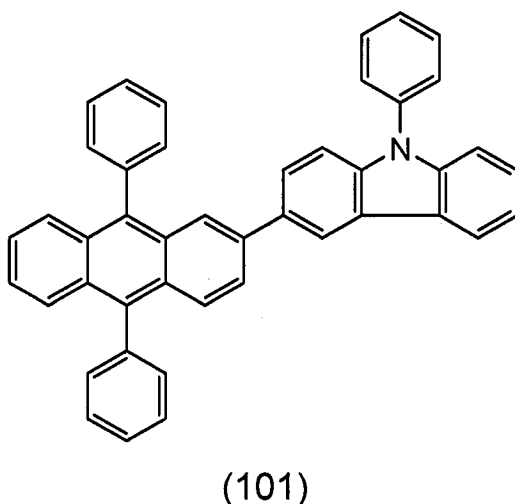


其中, R^{21} 和 R^{22} 独立地表示氢或具有 1 至 4 个碳原子的烷基, 并且

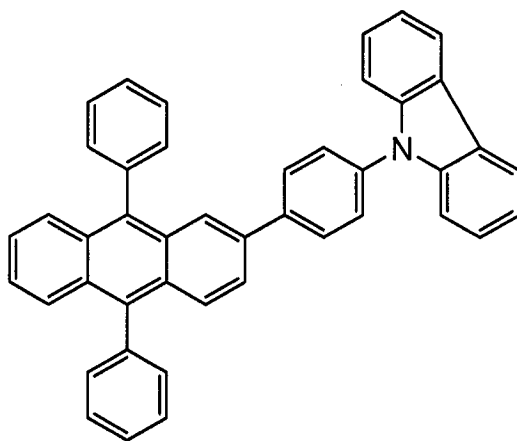
R^{31} 至 R^{40} 独立地表示氢、具有 1 至 4 个碳原子的烷基; 具有形成主骨架的环的 6 至 10 个碳原子的芳基, 所述芳基是无取代的或被具有 1 至 4 个碳原子的烷基或者具有 6 至 13 个碳原子的芳基取代; 卤素或者具有 1 至 4 个碳原子的卤代烷基。

8. 根据权利要求 1 至 5 中的任一项所述的蒽衍生物, 其中 Ar^1 和 Ar^2 是各自具有相同的结构的取代基。

9. 由结构式 (101) 表示的蒽衍生物



10. 由结构式 (201) 表示的蒽衍生物



(201)

11. 发光元件,该发光元件在一对电极之间包含根据权利要求 1 至 7、9 及 10 中的任一项所述的蒽衍生物。

12. 发光元件,该发光元件在一对电极之间包含发光层,其中该发光层包含根据权利要求 1 至 7、9 及 10 中的任一项所述的蒽衍生物。

13. 发光元件,该发光元件在一对电极之间包含发光层,
其中该发光层包含根据权利要求 1 至 7、9 及 10 中的任一项所述的蒽衍生物,并且
其中该蒽衍生物发光。

14. 发光器件,其包含根据权利要求 11 所述的发光元件和对所述发光元件的发光进行控制的控制电路。

15. 电子设备,该电子设备包含显示部分,其中该显示部分包含根据权利要求 11 所述的发光元件和对所述发光元件的发光进行控制的控制电路。

蒽衍生物、发光元件、发光器件及电子设备

技术领域

[0001] 本发明涉及蒽衍生物以及使用该蒽衍生物的发光元件、发光器件和电子设备。

背景技术

[0002] 与无机化合物相比,有机化合物可以采用多种多样的结构,并可通过适当的分子设计而用于合成具有各种功能的材料。由于这些类型的优点,近年来人们关注其中使用功能性有机化合物的光电子学和电子学。

[0003] 例如,作为其中使用有机化合物作为功能性有机材料的电子器件的例子,有太阳能电池、发光元件、有机晶体管等。这些器件利用有机化合物的电特性及光特性。其中,尤其是在发光元件中已取得显著发展。

[0004] 据称,发光元件的发光机理为:通过在一对电极之间施加电压(所述电极之间插入发光层),从阳极注入的空穴和从阴极注入的电子在发光层的发光中心重组而形成分子激子,当该分子激子弛豫到基态时释放能量而发光。已知激发状态有单重态激发态和三重态激发态,并且据认为经过哪一种激发态都可以获得发光。

[0005] 在试图改善这种发光元件的特性时,存在很多依赖于材料的问题。为了解决这些问题,进行了元件结构的改良、材料开发等。

[0006] 例如,在专利文献1中公开了发绿光的蒽衍生物。然而,在专利文献1中仅公开了蒽衍生物的PL光谱,而没有公开应用该蒽衍生物的发光元件的特性。

[0007] 另外,在专利文献2中公开了使用蒽衍生物作为电荷传输层的发光元件。然而,在专利文献2中没有关于发光元件的寿命的记载。

[0008] 考虑到商业化,寿命的提高是重要目标,期待具有更好特性的发光元件的开发。

[0009] [专利文献1] 美国专利申请公开 No. 2005-0260442

[0010] [专利文献2] 日本专利申请公开 No. 2004-91334

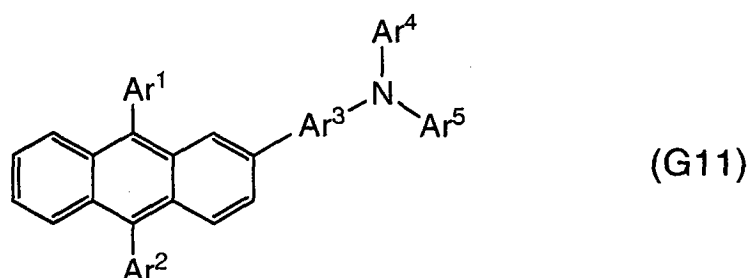
发明内容

[0011] 鉴于以上所述,根据本发明的一种实施方式,提供新的蒽衍生物。

[0012] 另外,根据本发明的一种实施方式,提供使用任何所述新的蒽衍生物的发光元件、发光器件和电子设备。

[0013] 本发明的一种实施方式是由通式(G11)表示的蒽衍生物。

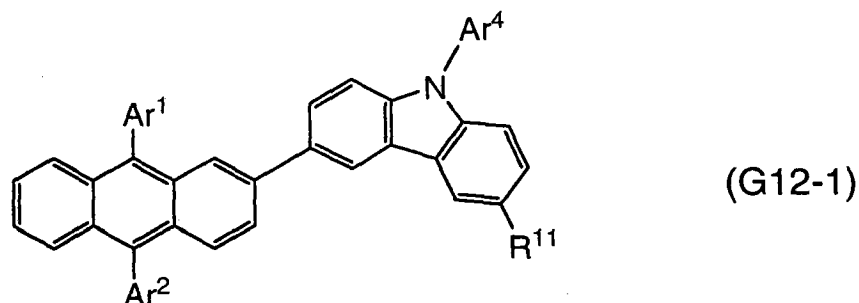
[0014]



[0015] 在该式中, Ar^1 和 Ar^2 独立地表示取代或无取代的具有 6 至 13 个碳原子的芳基, Ar^3 表示取代或无取代的具有 6 至 13 个碳原子的亚芳基, Ar^4 表示取代或无取代的具有 6 至 13 个碳原子的芳基, Ar^5 表示取代或无取代的具有 6 至 13 个碳原子的芳基, 并且 Ar^3 和 Ar^4 、 Ar^3 和 Ar^5 或 Ar^4 和 Ar^5 之间的直接键形成五员环, 从而形成咔唑骨架。

[0016] 另外, 本发明的一种实施方式是由通式 (G12-1) 表示的蒽衍生物。

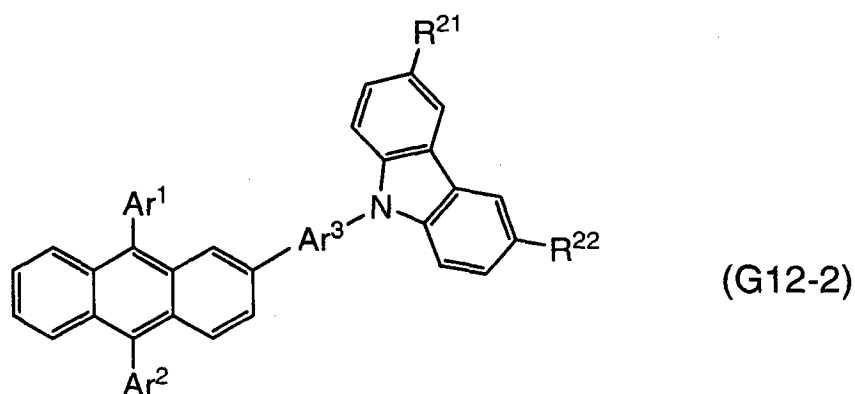
[0017]



[0018] 在该式中, Ar^1 和 Ar^2 独立地表示取代或无取代的具有 6 至 13 个碳原子的芳基, Ar^4 表示取代或无取代的具有 6 至 13 个碳原子的芳基, 并且 R^{11} 表示氢、具有 1 至 4 个碳原子的烷基或者取代或无取代的具有 6 至 13 个碳原子的芳基。

[0019] 另外, 本发明的一种实施方式是由通式 (G12-2) 表示的蒽衍生物。

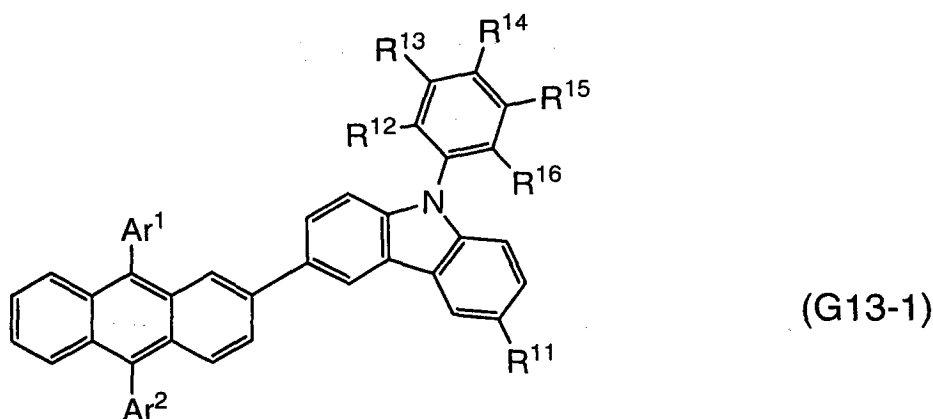
[0020]



[0021] 在该式中, Ar^1 和 Ar^2 独立地表示取代或无取代的具有 6 至 13 个碳原子的芳基, Ar^3 表示取代或无取代的具有 6 至 13 个碳原子的亚芳基, 并且 R^{21} 至 R^{22} 独立地表示氢、具有 1 至 4 个碳原子的烷基或者取代或无取代的具有 6 至 13 个碳原子的芳基。

[0022] 另外, 本发明的一种实施方式是由通式 (G13-1) 表示的蒽衍生物。

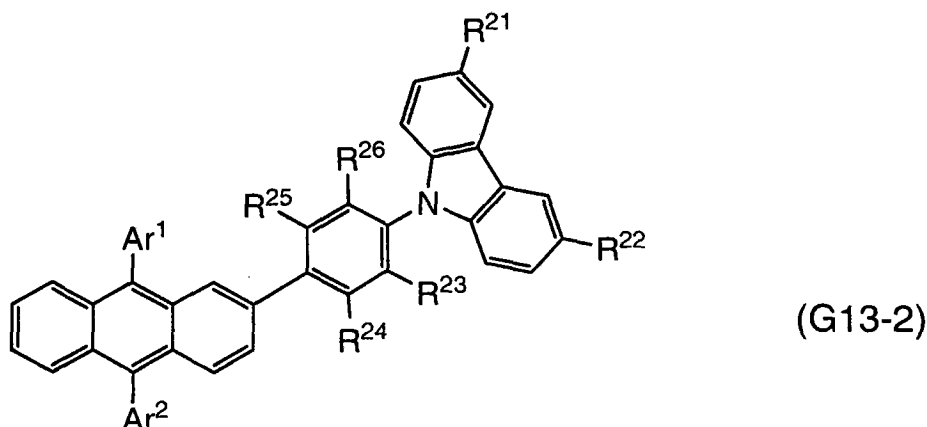
[0023]



[0024] 在该式中, Ar^1 和 Ar^2 独立地表示取代或无取代的具有 6 至 13 个碳原子的芳基, R^{11} 表示氢、具有 1 至 4 个碳原子的烷基或者取代或无取代的具有 6 至 13 个碳原子的芳基, 并且 R^{12} 至 R^{16} 独立地表示氢、具有 1 至 4 个碳原子的烷基或者取代或无取代的具有 6 至 10 个碳原子的芳基。

[0025] 另外, 本发明的一种实施方式是由通式 (G13-2) 表示的蒽衍生物。

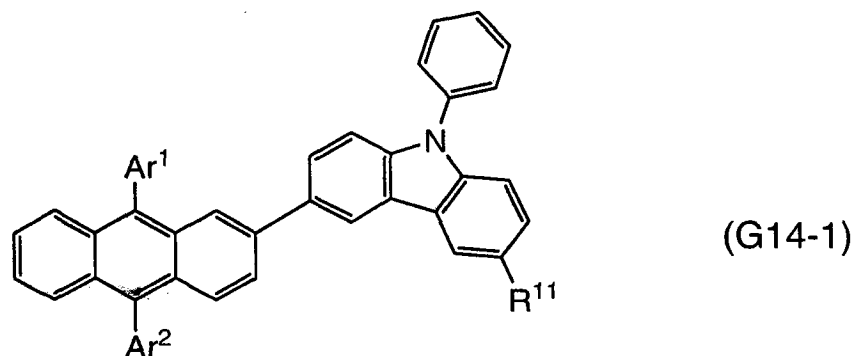
[0026]



[0027] 在该式中, Ar^1 和 Ar^2 独立地表示取代或无取代的具有 6 至 13 个碳原子的芳基, R^{21} 至 R^{22} 独立地表示氢、具有 1 至 4 个碳原子的烷基或者取代或无取代的具有 6 至 13 个碳原子的芳基, 并且 R^{23} 至 R^{26} 独立地表示氢、具有 1 至 4 个碳原子的烷基或者取代或无取代的苯基。

[0028] 另外, 本发明的一种实施方式是由通式 (G14-1) 表示的蒽衍生物。

[0029]

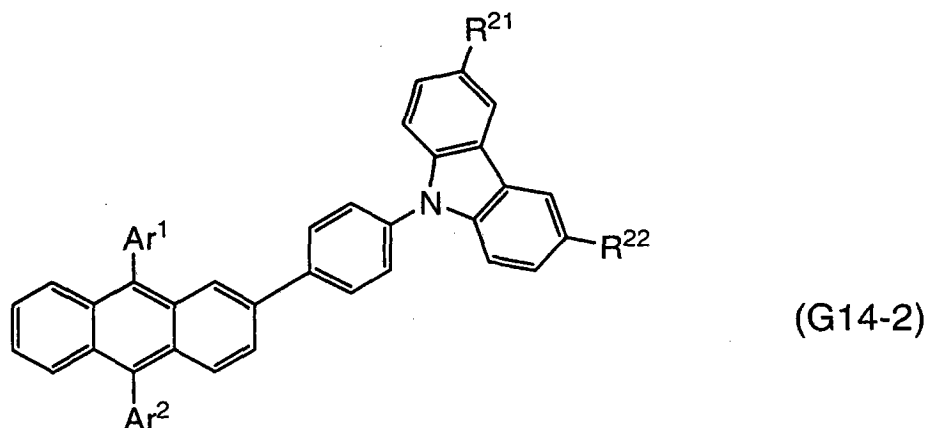


[0030] 在该式中, Ar^1 和 Ar^2 独立地表示取代或无取代的具有 6 至 13 个碳原子的芳基, R^{11}

表示氢、具有 1 至 4 个碳原子的烷基或者取代或无取代的具有 6 至 13 个碳原子的芳基。

[0031] 另外,本发明的一种实施方式是由通式 (G14-2) 表示的蒽衍生物。

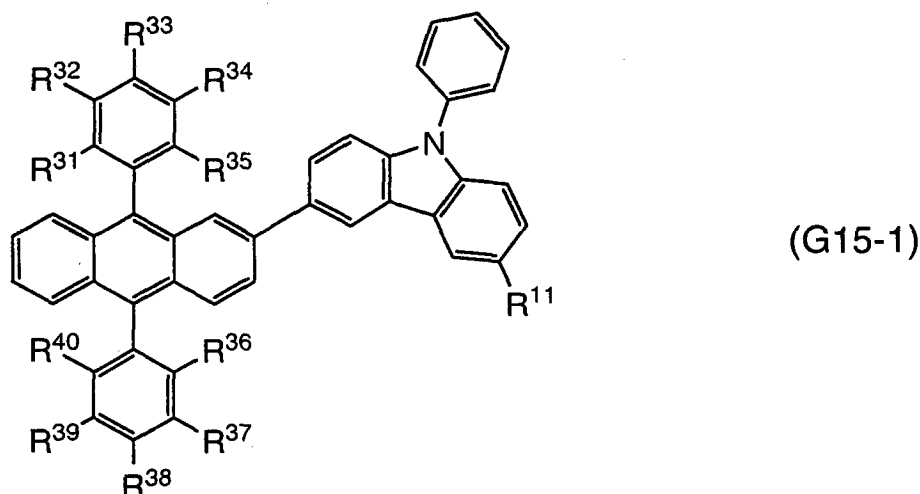
[0032]



[0033] 在该式中, Ar¹和 Ar²独立地表示取代或无取代的具有 6 至 13 个碳原子的芳基, R²¹和 R²²独立地表示氢、具有 1 至 4 个碳原子的烷基或者取代或无取代的具有 6 至 13 个碳原子的芳基。

[0034] 另外,本发明的一种实施方式是由通式 (G15-1) 表示的蒽衍生物。

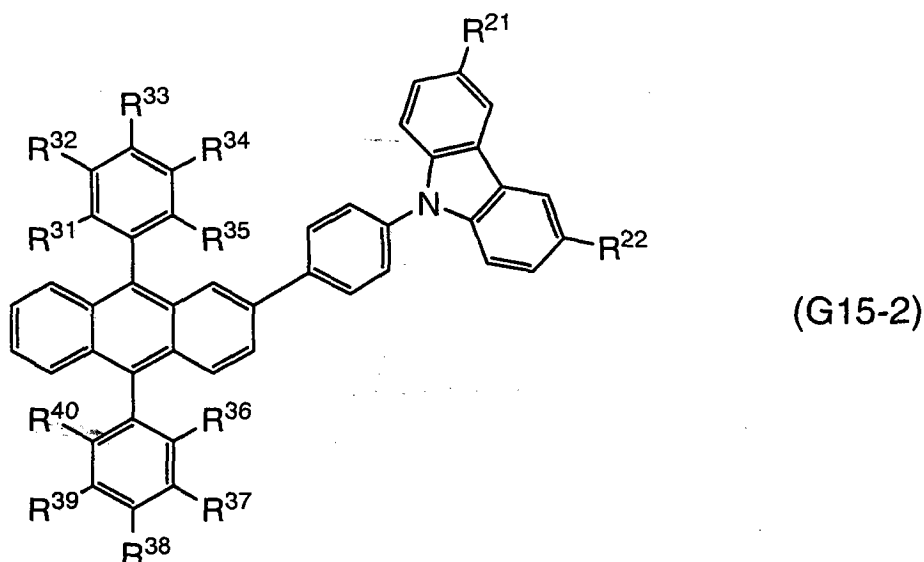
[0035]



[0036] 在该式中, R¹¹表示氢、具有 1 至 4 个碳原子的烷基或者取代或无取代的具有 6 至 13 个碳原子的芳基, R³¹至 R⁴⁰独立地表示氢、具有 1 至 4 个碳原子的烷基、取代或无取代的具有 6 至 10 个碳原子的芳基、卤素或者具有 1 至 4 个碳原子的卤代烷基。

[0037] 另外,本发明的一种实施方式是由通式 (G15-2) 表示的蒽衍生物。

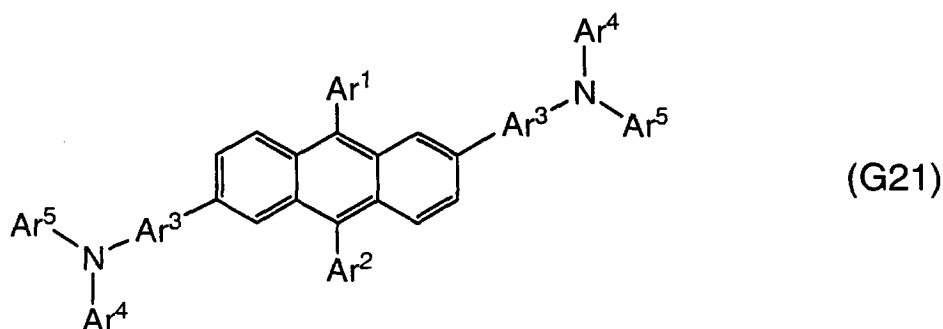
[0038]



[0039] 在该式中, R^{21} 和 R^{22} 独立地表示氢、具有 1 至 4 个碳原子的烷基或者取代或无取代的具有 6 至 13 个碳原子的芳基, R^{31} 至 R^{40} 独立地表示氢、具有 1 至 4 个碳原子的烷基、取代或无取代的具有 6 至 10 个碳原子的芳基、卤素或者具有 1 至 4 个碳原子的卤代烷基。

[0040] 另外, 本发明的一种实施方式是由通式 (G21) 表示的蒽衍生物。

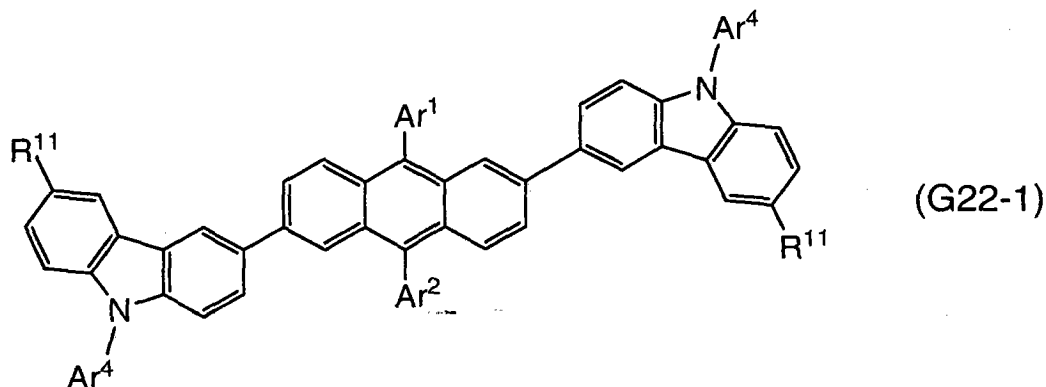
[0041]



[0042] 在该式中, Ar^1 和 Ar^2 独立地表示取代或无取代的具有 6 至 13 个碳原子的芳基, Ar^3 表示取代或无取代的具有 6 至 13 个碳原子的亚芳基, Ar^4 表示取代或无取代的具有 6 至 13 个碳原子的芳基, Ar^5 表示取代或无取代的具有 6 至 13 个碳原子的芳基, 并且 Ar^3 和 Ar^4 、 Ar^3 和 Ar^5 或 Ar^4 和 Ar^5 之间的直接键形成五员环, 从而形成咔唑骨架。

[0043] 另外, 本发明的一种实施方式是由通式 (G22-1) 表示的蒽衍生物。

[0044]

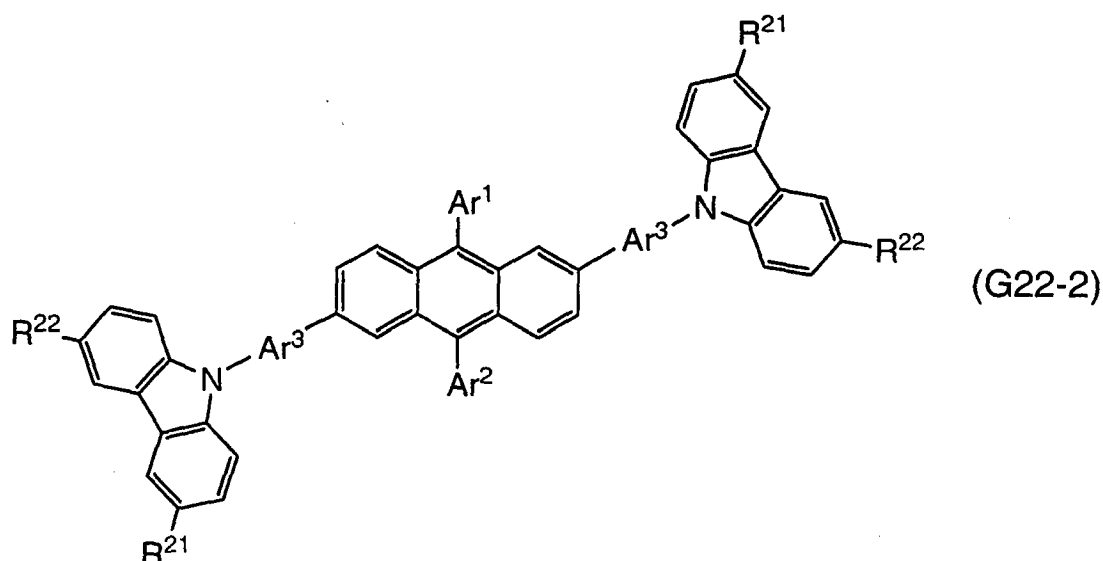


[0045] 在该式中, Ar^1 和 Ar^2 独立地表示取代或无取代的具有 6 至 13 个碳原子的芳基, Ar^4

表示取代或无取代的具有 6 至 13 个碳原子的芳基, R^{11} 表示氢、具有 1 至 4 个碳原子的烷基或者取代或无取代的具有 6 至 13 个碳原子的芳基。

[0046] 另外, 本发明的一种实施方式是由通式 (G22-2) 表示的蒽衍生物。

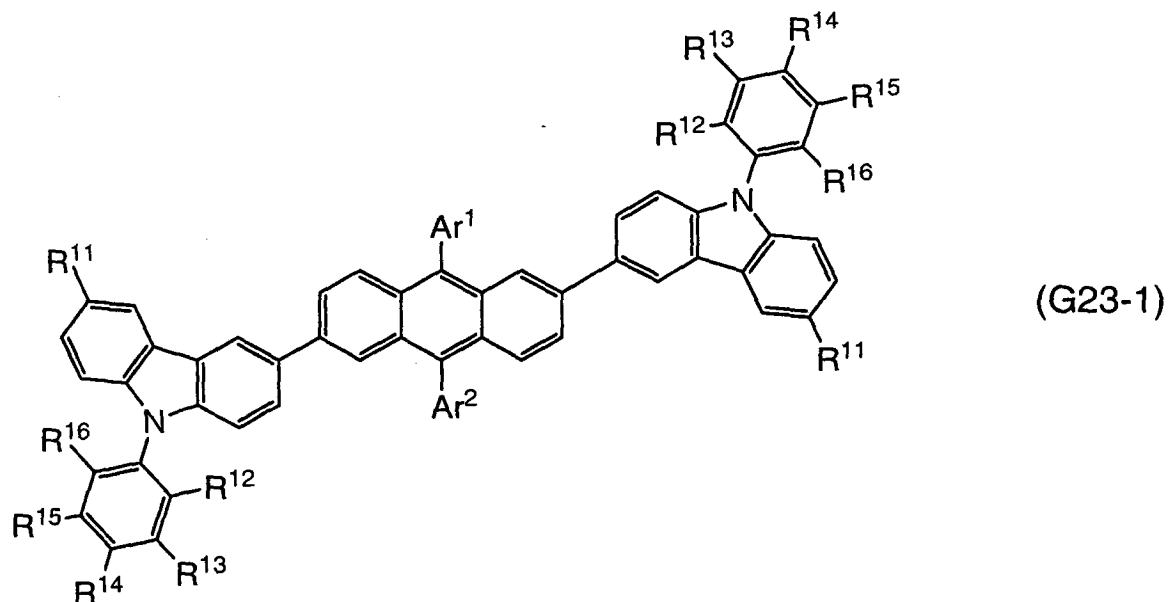
[0047]



[0048] 在该式中, Ar^1 和 Ar^2 独立地表示取代或无取代的具有 6 至 13 个碳原子的芳基, Ar^3 表示取代或无取代的具有 6 至 13 个碳原子的亚芳基, R^{21} 和 R^{22} 独立地表示氢、具有 1 至 4 个碳原子的烷基或者取代或无取代的具有 6 至 13 个碳原子的芳基。

[0049] 另外, 本发明的一种实施方式是由通式 (G23-1) 表示的蒽衍生物。

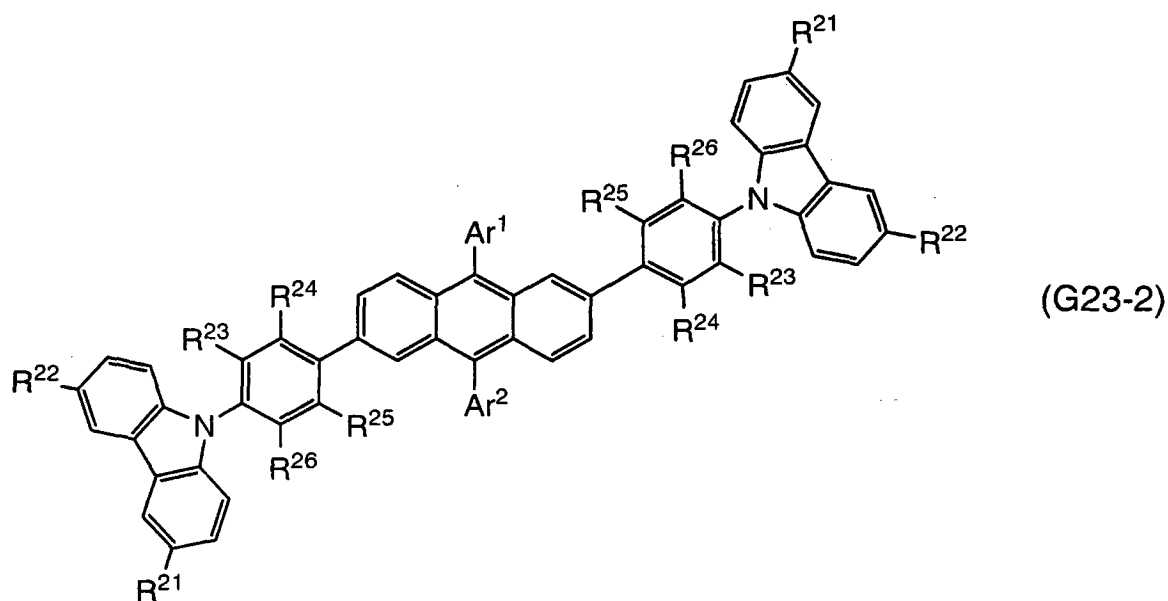
[0050]



[0051] 在该式中, Ar^1 和 Ar^2 独立地表示取代或无取代的具有 6 至 13 个碳原子的芳基, R^{11} 表示氢、具有 1 至 4 个碳原子的烷基或者取代或无取代的具有 6 至 13 个碳原子的芳基, R^{12} 至 R^{16} 独立地表示氢、具有 1 至 4 个碳原子的烷基或者取代或无取代的具有 6 至 10 个碳原子的芳基。

[0052] 另外, 本发明的一种实施方式是由通式 (G23-2) 表示的蒽衍生物。

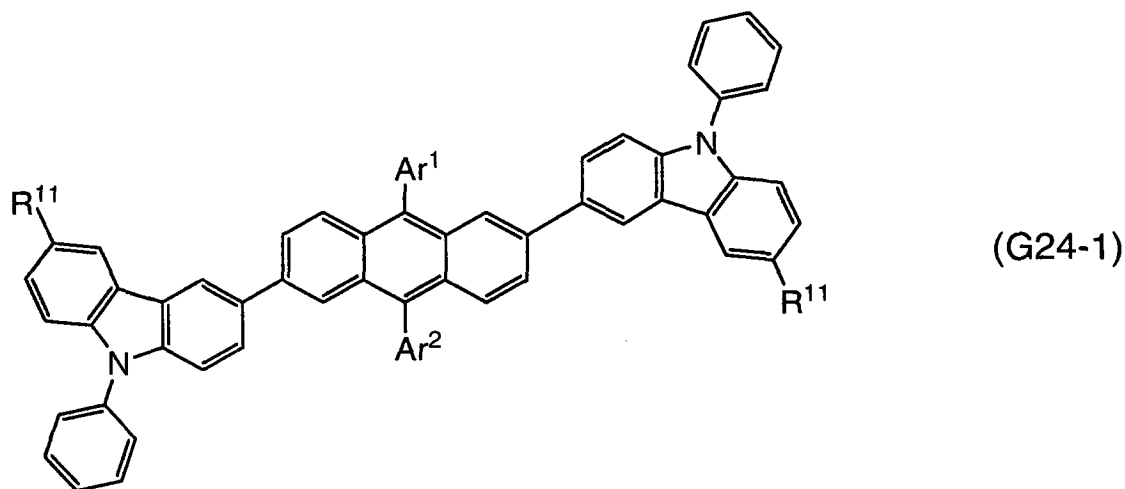
[0053]



[0054] 在该式中, Ar^1 和 Ar^2 独立地表示取代或无取代的具有 6 至 13 个碳原子的芳基, R^{21} 和 R^{22} 独立地表示氢、具有 1 至 4 个碳原子的烷基或者取代或无取代的具有 6 至 13 个碳原子的芳基, R^{23} 至 R^{26} 独立地表示氢、具有 1 至 4 个碳原子的烷基或者取代或无取代的苯基。

[0055] 另外, 本发明的一种实施方式是由通式 (G24-1) 表示的蒽衍生物。

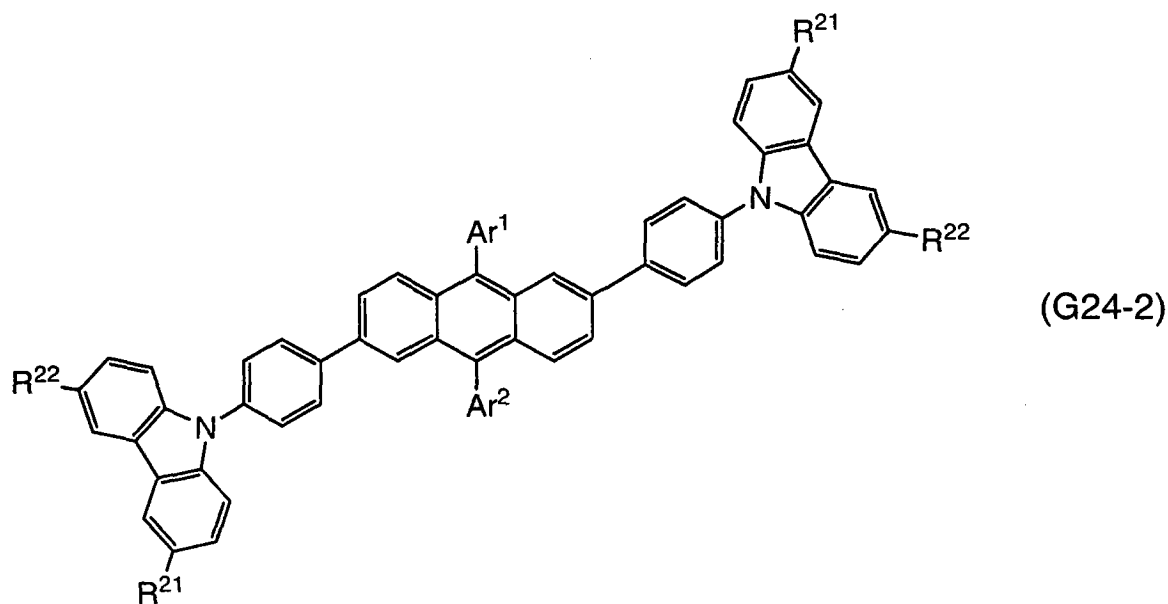
[0056]



[0057] 在该式中, Ar^1 和 Ar^2 独立地表示取代或无取代的具有 6 至 13 个碳原子的芳基, R^{11} 表示氢、具有 1 至 4 个碳原子的烷基或者取代或无取代的具有 6 至 13 个碳原子的芳基。

[0058] 另外, 本发明的一种实施方式是由通式 (G24-2) 表示的蒽衍生物。

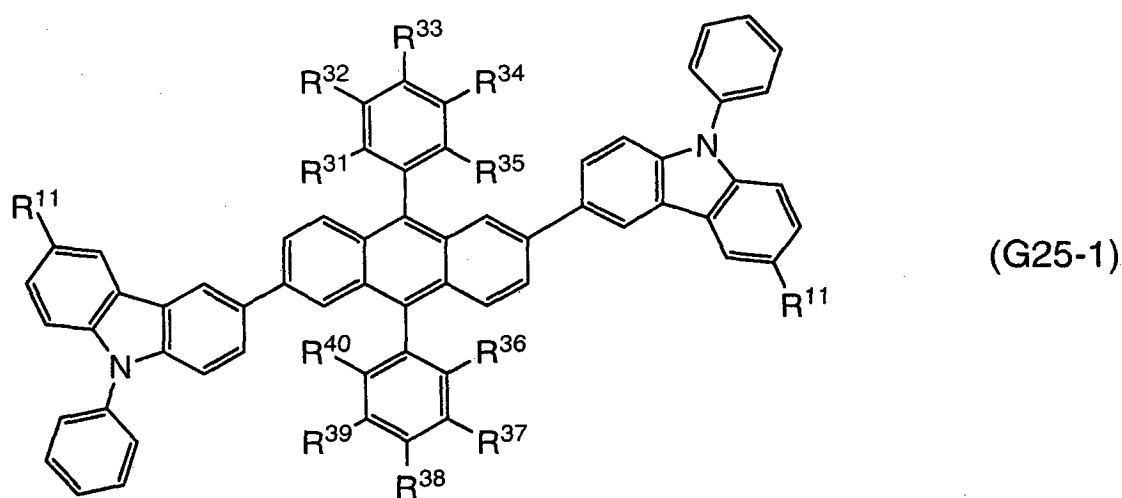
[0059]



[0060] 在该式中, Ar^1 和 Ar^2 独立地表示取代或无取代的具有 6 至 13 个碳原子的芳基, R^{21} 和 R^{22} 独立地表示氢、具有 1 至 4 个碳原子的烷基或者取代或无取代的具有 6 至 13 个碳原子的芳基。

[0061] 另外, 本发明的一种实施方式是由通式 (G25-1) 表示的蒽衍生物。

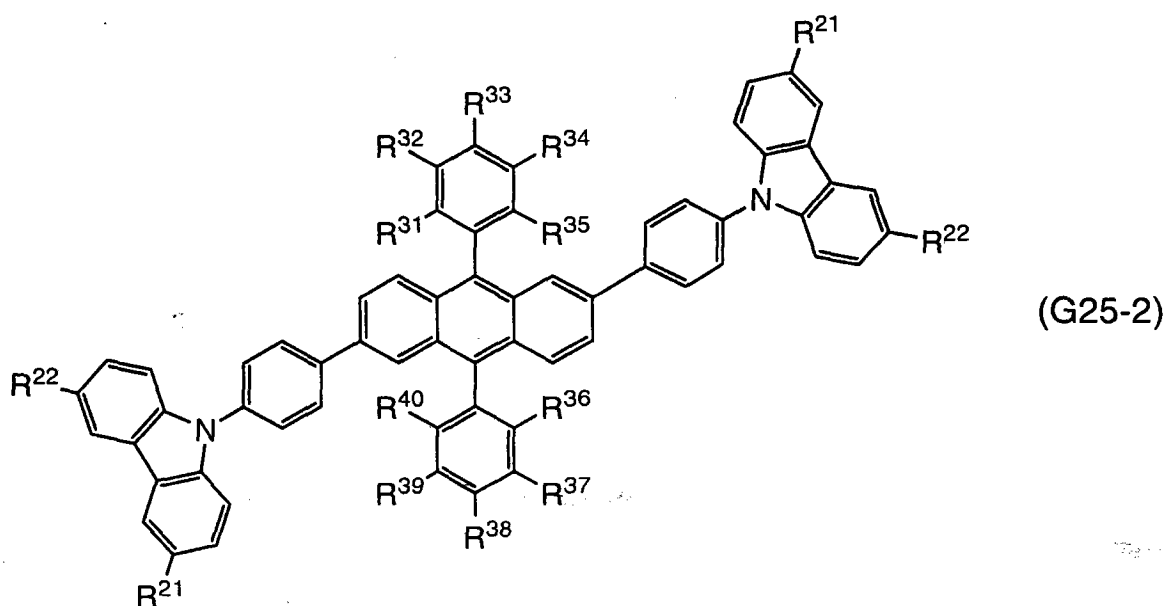
[0062]



[0063] 在该式中, R^{11} 表示氢、具有 1 至 4 个碳原子的烷基或者取代或无取代的具有 6 至 13 个碳原子的芳基, R^{31} 至 R^{40} 独立地表示氢、具有 1 至 4 个碳原子的烷基、取代或无取代的具有 6 至 10 个碳原子的芳基、卤素或者具有 1 至 4 个碳原子的卤代烷基。

[0064] 另外, 本发明的一种实施方式是由通式 (G25-2) 表示的蒽衍生物。

[0065]

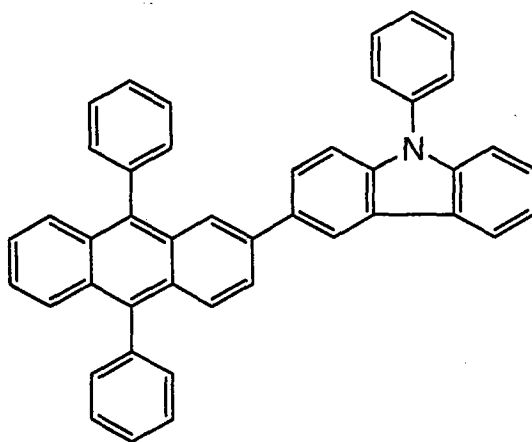


[0066] 在该式中, R^{21} 和 R^{22} 独立地表示氢、具有 1 至 4 个碳原子的烷基或者取代或无取代的具有 6 至 13 个碳原子的芳基, R^{31} 至 R^{40} 独立地表示氢、具有 1 至 4 个碳原子的烷基、取代或无取代的具有 6 至 10 个碳原子的芳基、卤素或者具有 1 至 4 个碳原子的卤代烷基。

[0067] 为了易于合成, 以上各结构中的 Ar^1 和 Ar^2 优选是各自具有相同结构的取代基。

[0068] 另外, 本发明的一种实施方式是由结构式 (101) 表示的蒽衍生物。

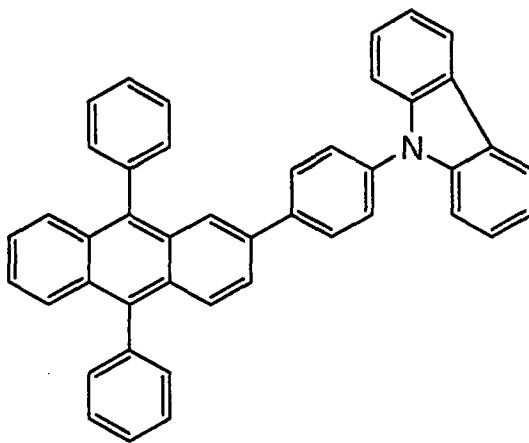
[0069]



(101)

[0070] 另外, 本发明的一种实施方式是由结构式 (201) 表示的蒽衍生物。

[0071]



(201)

[0072] 另外,本发明的一种实施方式是使用任何上述蒽衍生物的发光元件。具体地说,该发光元件在一对电极之间包含任何上述蒽衍生物。

[0073] 另外,本发明的一种实施方式是在一对电极之间具有发光层的发光元件。该发光层包含任何上述蒽衍生物。尤其是,优选使用上述蒽衍生物作为发光物质。就是说,优选采用其中上述蒽衍生物发光的结构。

[0074] 此外,在本发明的发光器件中包括发光元件,该发光元件在一对电极之间包括含有任何上述蒽衍生物的EL层以及对发光元件的发光进行控制的控制电路。注意,本说明书中的发光器件的类别包括图像显示器件和光源(例如照明装置)。另外,下述模块都包括在发光器件的类别中:在面板上连接有连接器如柔性印刷电路(FPC)、带式自动键合(TAB)胶带或带载体封装(TCP)的模块;在TAB胶带或TCP的末端设置有印刷线路板的模块;以及通过玻璃上芯片安装(COG)方式在发光元件上直接设置有集成电路(IC)的模块。

[0075] 另外,将本发明的发光元件用于显示部分的电子设备也包括在本发明的范围内。因此,本发明的电子设备包括显示部分。该显示部分包括上述发光元件和对发光元件的发光进行控制的控制电路。

[0076] 本发明的蒽衍生物均以高的色纯度发射蓝光,并具有载流子传输性能。因此,本发明的任何蒽衍生物均适合用于发光元件、发光器件和电子设备中。

附图说明

[0077] 图1A和1B各自说明根据本发明的一种实施方式的发光元件;

[0078] 图2说明根据本发明的一种实施方式的发光元件;

[0079] 图3说明根据本发明的一种实施方式的发光元件;

[0080] 图4A和4B说明根据本发明的一种实施方式的发光器件;

[0081] 图5A和5B说明根据本发明的一种实施方式的发光器件;

[0082] 图6A至6D说明根据本发明的一种实施方式的电子设备;

[0083] 图7说明根据本发明的一种实施方式的电子设备;

[0084] 图8说明根据本发明的一种实施方式的电子设备;

[0085] 图9说明根据本发明的一种实施方式的电子设备;

[0086] 图10说明根据本发明的一种实施方式的照明装置;

- [0087] 图 11 说明根据本发明的一种实施方式的照明装置；
- [0088] 图 12A 至 12C 说明根据本发明的一种实施方式的电子设备；
- [0089] 图 13A 和 13B 示出 3-(9,10-二苯基-2-萘基)-9-苯基-9H-咔唑（缩写为 2PCzPA）的 ^1H NMR 图；
- [0090] 图 14 示出 3-(9,10-二苯基-2-萘基)-9-苯基-9H-咔唑（缩写为 2PCzPA）的甲苯溶液的吸收光谱；
- [0091] 图 15 示出 3-(9,10-二苯基-2-萘基)-9-苯基-9H-咔唑（缩写为 2PCzPA）的甲苯溶液的发射光谱；
- [0092] 图 16 示出 3-(9,10-二苯基-2-萘基)-9-苯基-9H-咔唑（缩写为 2PCzPA）的薄膜的吸收光谱；
- [0093] 图 17 示出 3-(9,10-二苯基-2-萘基)-9-苯基-9H-咔唑（缩写为 2PCzPA）的薄膜的发射光谱；
- [0094] 图 18 示出 3-(9,10-二苯基-2-萘基)-9-苯基-9H-咔唑（缩写为 2PCzPA）的 CV 测量结果；
- [0095] 图 19 示出 3-(9,10-二苯基-2-萘基)-9-苯基-9H-咔唑（缩写为 2PCzPA）的 CV 测量结果；
- [0096] 图 20A 和 20B 示出 9-[4-(9,10-二苯基-2-萘基)苯基]-9H-咔唑（缩写为 2CzPPA）的 ^1H NMR 图；
- [0097] 图 21 示出 9-[4-(9,10-二苯基-2-萘基)苯基]-9H-咔唑（缩写为 2CzPPA）的甲苯溶液的吸收光谱；
- [0098] 图 22 示出 9-[4-(9,10-二苯基-2-萘基)苯基]-9H-咔唑（缩写为 2CzPPA）的甲苯溶液的发射光谱；
- [0099] 图 23 示出 9-[4-(9,10-二苯基-2-萘基)苯基]-9H-咔唑（缩写为 2CzPPA）的薄膜的吸收光谱；
- [0100] 图 24 示出 9-[4-(9,10-二苯基-2-萘基)苯基]-9H-咔唑（缩写为 2CzPPA）的薄膜的发射光谱；
- [0101] 图 25 示出 9-[4-(9,10-二苯基-2-萘基)苯基]-9H-咔唑（缩写为 2CzPPA）的 CV 测量结果；
- [0102] 图 26 示出 9-[4-(9,10-二苯基-2-萘基)苯基]-9H-咔唑（缩写为 2CzPPA）的 CV 测量结果；
- [0103] 图 27 说明实施例的发光元件；
- [0104] 图 28 示出实施例 3 中所制造的发光元件的电流密度-亮度特性；
- [0105] 图 29 示出实施例 3 中所制造的发光元件的电压-亮度特性；
- [0106] 图 30 示出实施例 3 中所制造的发光元件的亮度-电流效率特性；
- [0107] 图 31 示出实施例 3 中所制造的发光元件的电压-电流特性；
- [0108] 图 32 示出实施例 3 中所制造的发光元件的发射光谱；
- [0109] 图 33 示出实施例 4 中所制造的发光元件的电流密度-亮度特性；
- [0110] 图 34 示出实施例 4 中所制造的发光元件的电压-亮度特性；
- [0111] 图 35 示出实施例 4 中所制造的发光元件的亮度-电流效率特性；

- [0112] 图 36 示出实施例 4 中所制造的发光元件的电压 - 电流特性；
- [0113] 图 37 示出实施例 4 中所制造的发光元件的发射光谱；
- [0114] 图 38 示出实施例 4 中所制造的发光元件的亮度随驱动时间的变化；
- [0115] 图 39 示出实施例 5 中所制造的发光元件的电流密度 - 亮度特性；
- [0116] 图 40 示出实施例 5 中所制造的发光元件的电压 - 亮度特性；
- [0117] 图 41 示出实施例 5 中所制造的发光元件的亮度 - 电流效率特性；
- [0118] 图 42 示出实施例 5 中所制造的发光元件的电压 - 电流特性；
- [0119] 图 43 示出实施例 5 中所制造的发光元件的发射光谱；
- [0120] 图 44 示出实施例 5 中所制造的发光元件的亮度随驱动时间的变化；
- [0121] 图 45 说明实施例的发光元件；
- [0122] 图 46 示出实施例 6 中所制造的发光元件的电流密度 - 亮度特性；
- [0123] 图 47 示出实施例 6 中所制造的发光元件的电压 - 亮度特性；
- [0124] 图 48 示出实施例 6 中所制造的发光元件的亮度 - 电流效率特性；
- [0125] 图 49 示出实施例 6 中所制造的发光元件的电压 - 电流特性；
- [0126] 图 50 示出实施例 6 中所制造的发光元件的发射光谱；
- [0127] 图 51 示出实施例 6 中所制造的发光元件的亮度随驱动时间的变化；
- [0128] 图 52A 和 52B 示出 9-{4-[9,10- 双(联苯-2-基)-2- 萘基] 苯基}-9H- 咔唑(缩写为 2CzPBPhA) 的 ^1H NMR 图；
- [0129] 图 53 示出 9-{4-[9,10- 双(联苯-2-基)-2- 萘基] 苯基}-9H- 咔唑(缩写为 2CzPBPhA) 的甲苯溶液的吸收光谱；
- [0130] 图 54 示出 9-{4-[9,10- 双(联苯-2-基)-2- 萘基] 苯基}-9H- 咔唑(缩写为 2CzPBPhA) 的甲苯溶液的发射光谱；
- [0131] 图 55 示出 9-{4-[9,10- 双(联苯-2-基)-2- 萘基] 苯基}-9H- 咔唑(缩写为 2CzPBPhA) 的薄膜的吸收光谱；
- [0132] 图 56 示出 9-{4-[9,10- 双(联苯-2-基)-2- 萘基] 苯基}-9H- 咔唑(缩写为 2CzPBPhA) 的薄膜的发射光谱；
- [0133] 图 57 示出 9-{4-[9,10- 双(联苯-2-基)-2- 萘基] 苯基}-9H- 咔唑(缩写为 2CzPBPhA) 的 CV 测量结果；
- [0134] 图 58 示出 9-{4-[9,10- 双(联苯-2-基)-2- 萘基] 苯基}-9H- 咔唑(缩写为 2CzPBPhA) 的 CV 测量结果。

具体实施方式

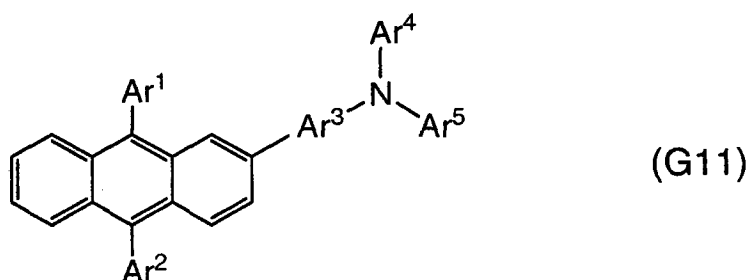
[0135] 下面,参照附图详细说明本发明的实施方式。注意,本发明不限于以下说明,所属技术领域的技术人员可以很容易地理解,在不脱离本发明的宗旨及其范围的情况下可以进行多种改变和修改。因此,本发明不应当解释为限于下述实施方式的内容。

[0136] 实施方式 1

[0137] 在实施方式 1 中,说明本发明的萘衍生物。

[0138] 本发明的一种实施方式是由通式 (G11) 表示的萘衍生物。

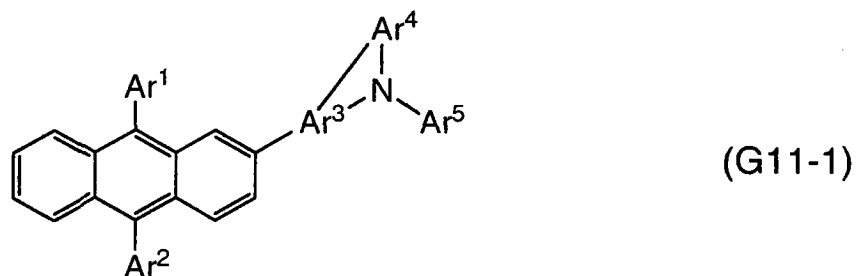
[0139]



[0140] 在该式中, Ar^1 和 Ar^2 独立地表示取代或无取代的具有 6 至 13 个碳原子的芳基, Ar^3 表示取代或无取代的具有 6 至 13 个碳原子的亚芳基, Ar^4 表示取代或无取代的具有 6 至 13 个碳原子的芳基, Ar^5 表示取代或无取代的具有 6 至 13 个碳原子的芳基, 并且 Ar^3 和 Ar^4 、 Ar^3 和 Ar^5 或 Ar^4 和 Ar^5 之间的直接键形成五员环, 从而形成咪唑骨架。

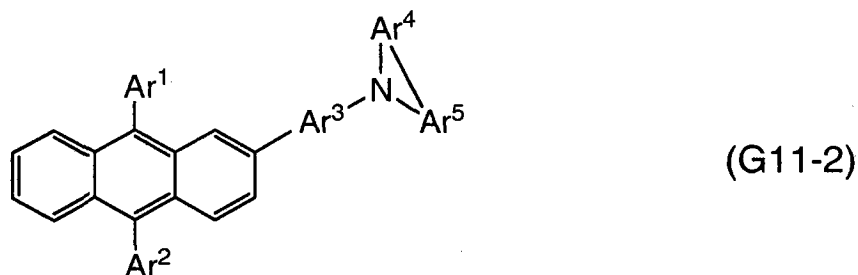
[0141] 具体地说, 作为由通式 (G11) 表示的蒽衍生物, 存在由通式 (G11-1) 至 (G11-3) 表示的蒽衍生物。

[0142]



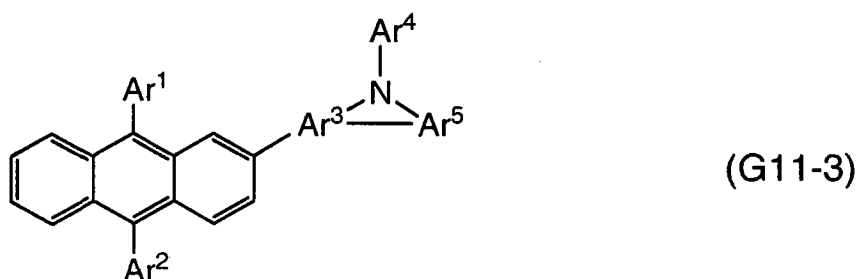
[0143] 在通式 (G11-1) 中, Ar^1 和 Ar^2 独立地表示取代或无取代的具有 6 至 13 个碳原子的芳基, Ar^3 具有苯环, Ar^4 具有苯环, Ar^3 和 Ar^4 之间的直接键形成五员环, 从而形成咪唑骨架, 并且 Ar^5 表示取代或无取代的具有 6 至 13 个碳原子的芳基。

[0144]



[0145] 在通式 (G11-2) 中, Ar^1 和 Ar^2 独立地表示取代或无取代的具有 6 至 13 个碳原子的芳基, Ar^3 表示取代或无取代的具有 6 至 13 个碳原子的芳基, Ar^4 具有苯环, Ar^5 具有苯环, 并且 Ar^4 和 Ar^5 之间的直接键形成五员环, 从而形成咪唑骨架。

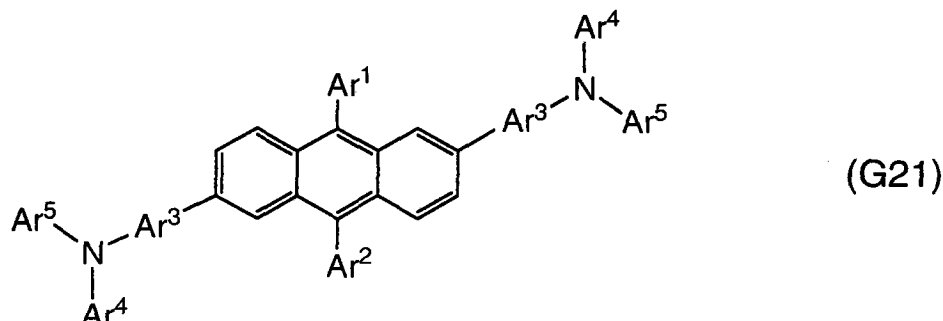
[0146]



[0147] 在通式 (G11-3) 中, Ar^1 和 Ar^2 独立地表示取代或无取代的具有 6 至 13 个碳原子的芳基, Ar^4 表示取代或无取代的具有 6 至 13 个碳原子的芳基, Ar^3 具有苯环, Ar^5 具有苯环, 并且 Ar^3 和 Ar^5 之间的直接键形成五员环, 从而形成咪唑骨架。

[0148] 本发明的另一种实施方式是由通式 (G21) 表示的蒽衍生物。

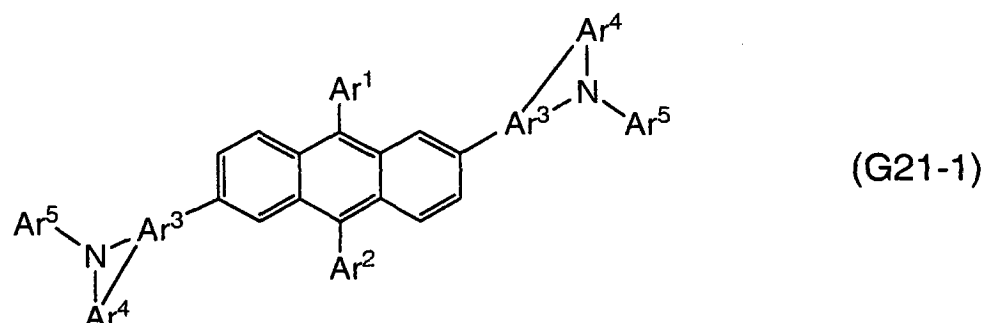
[0149]



[0150] 在该式中, Ar^1 和 Ar^2 独立地表示取代或无取代的具有 6 至 13 个碳原子的芳基, Ar^3 表示取代或无取代的具有 6 至 13 个碳原子的亚芳基, Ar^4 表示取代或无取代的具有 6 至 13 个碳原子的芳基, Ar^5 表示取代或无取代的具有 6 至 13 个碳原子的芳基, 并且 Ar^3 和 Ar^4 、 Ar^3 和 Ar^5 或 Ar^4 和 Ar^5 之间的直接键形成五员环, 从而形成咪唑骨架。

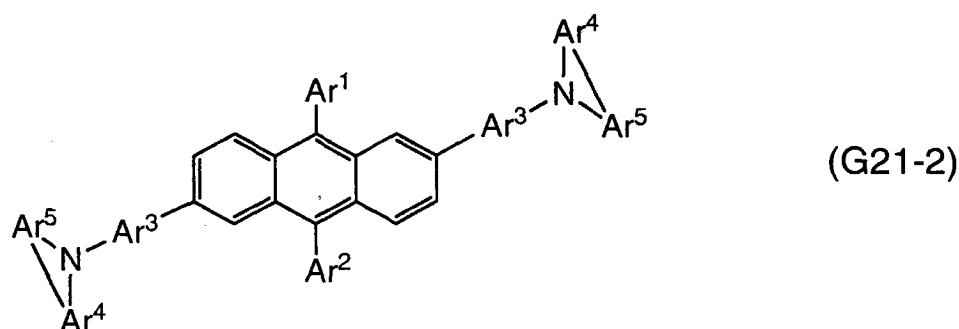
[0151] 具体地说, 作为由通式 (G21) 表示的蒽衍生物, 存在由通式 (G21-1) 至 (G21-3) 表示的蒽衍生物。

[0152]



[0153] 在通式 (G21-1) 中, Ar^1 和 Ar^2 独立地表示取代或无取代的具有 6 至 13 个碳原子的芳基, Ar^3 具有苯环, Ar^4 具有苯环, Ar^3 和 Ar^4 之间的直接键形成五员环, 从而形成咪唑骨架, 并且 Ar^5 表示取代或无取代的具有 6 至 13 个碳原子的芳基。

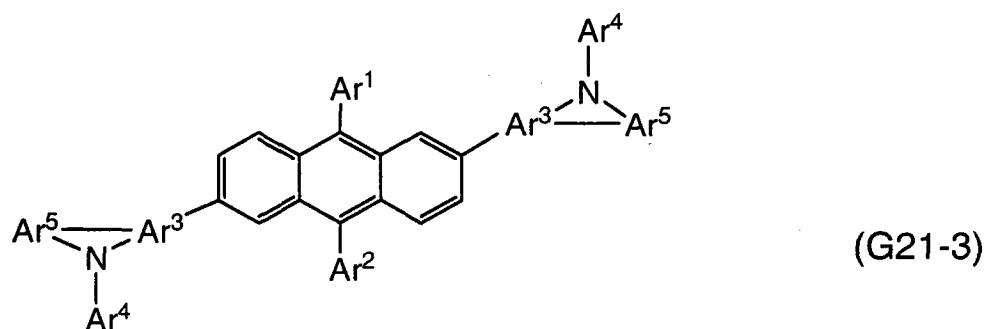
[0154]



[0155] 在通式 (G21-2) 中, Ar^1 和 Ar^2 独立地表示取代或无取代的具有 6 至 13 个碳原子的芳基, Ar^3 具有苯环, Ar^4 具有苯环, Ar^4 和 Ar^5 之间的直接键形成五员环, 从而形成咪唑骨

架,并且 Ar⁵表示取代或无取代的具有 6 至 13 个碳原子的芳基。

[0156]

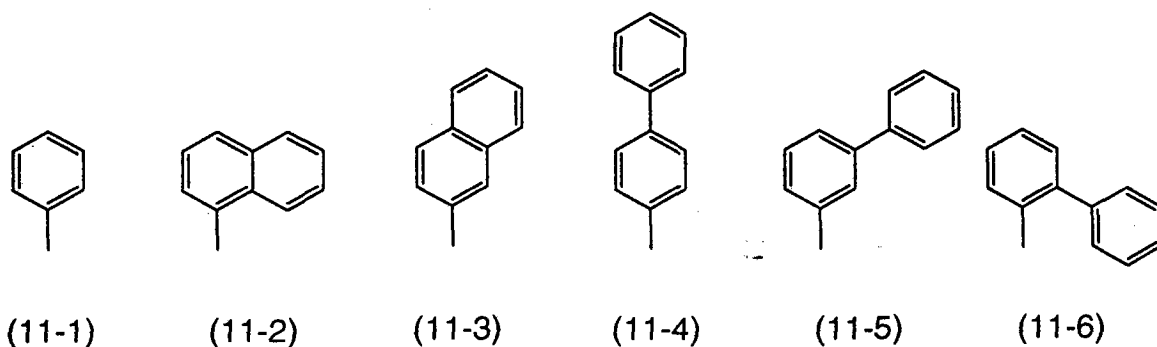


[0157] 在通式 (G21-3) 中, Ar¹和 Ar²独立地表示取代或无取代的具有 6 至 13 个碳原子的芳基, Ar⁴表示取代或无取代的具有 6 至 13 个碳原子的芳基, Ar³具有苯环, Ar⁵具有苯环, 并且 Ar³和 Ar⁵之间的直接键形成五员环, 从而形成咪唑骨架。

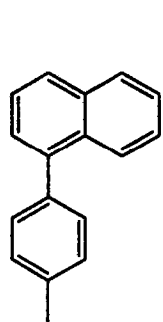
[0158] 注意, 本说明书中所述的芳基或亚芳基的碳原子是指形成主骨架的环的碳原子, 而不是指结合于主骨架的环上的取代基的碳原子。作为结合于芳基或亚芳基上的取代基的例子, 存在具有 1 至 4 个碳原子的烷基和具有 6 至 13 个碳原子的芳基; 具体地说, 甲基、乙基、丙基、丁基、苯基、萘基、苄基等。另外, 芳基或亚芳基可以具有一个或多个取代基。如果芳基或亚芳基具有两个取代基, 这些取代基可以相互结合而形成环。例如, 如果芳基是苄基, 9 位的碳原子可以具有两个苯基, 并且该两个苯基可以相互结合以形成螺环结构。

[0159] 在通式 (G11) 及 (G21) 中, 具有 6 至 13 个碳原子的芳基可以独立地具有取代基。如果各自具有 6 至 13 个碳原子的芳基独立地具有多个取代基, 这些取代基可以结合而形成环。另外, 如果碳原子具有两个取代基, 这些取代基可以相互结合而形成螺环。例如, 存在结构式 (11-1) 至 (11-16) 所示的取代基。

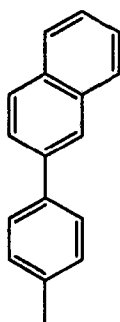
[0160]



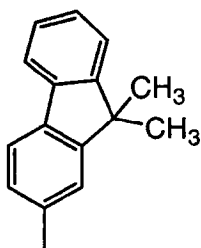
[0161]



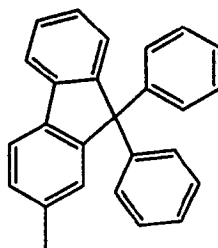
(11-7)



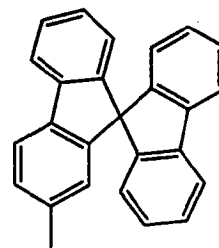
(11-8)



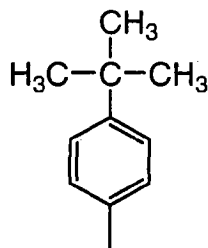
(11-9)



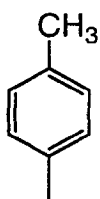
(11-10)



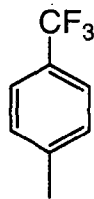
(11-11)



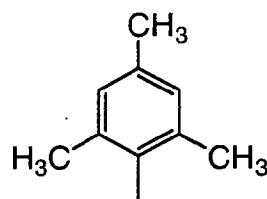
(11-12)



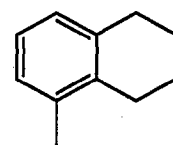
(11-13)



(11-14)



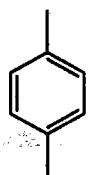
(11-15)



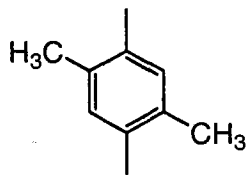
(11-16)

[0162] 另外,在通式 (G11) 及 (G21) 中,具有 6 至 13 个碳原子的亚芳基可以独立地具有取代基。如果具有 6 至 13 个碳原子的亚芳基具有多个取代基,这些取代基可以结合而形成环。另外,如果碳原子具有两个取代基,这些取代基可以相互结合而形成螺环。例如,存在结构式 (12-1) 至 (12-9) 所示的取代基。

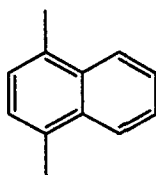
[0163]



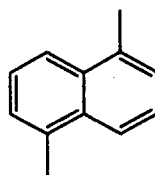
(12-1)



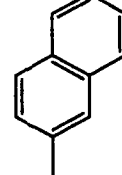
(12-2)



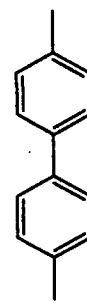
(12-3)



(12-4)

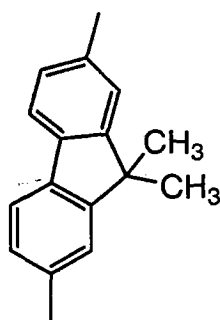


(12-5)

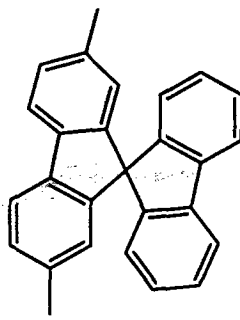


(12-6)

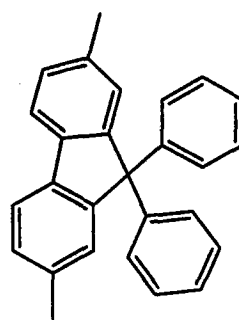
[0164]



(12-7)



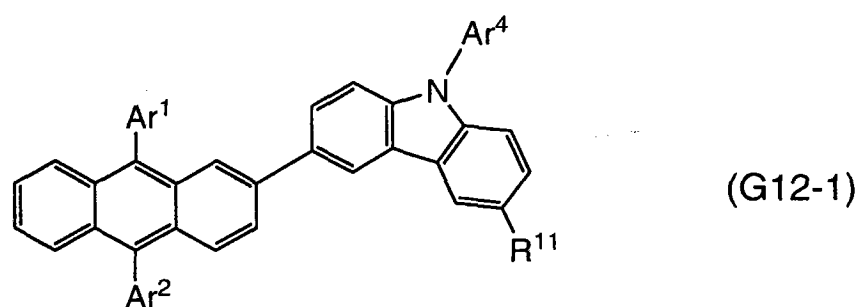
(12-8)



(12-9)

[0165] 为了易于合成和纯化,通式 (G11) 所示的蒽衍生物优选为通式 (G12-1) 或 (G12-2) 所示的蒽衍生物。

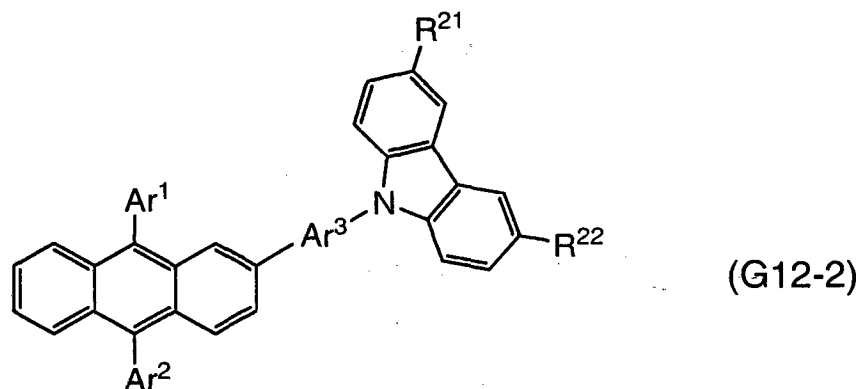
[0166]



(G12-1)

[0167] 在该式中, Ar^1 和 Ar^2 独立地表示取代或无取代的具有 6 至 13 个碳原子的芳基, Ar^4 表示取代或无取代的具有 6 至 13 个碳原子的芳基, 并且 R^{11} 表示氢、具有 1 至 4 个碳原子的烷基或者取代或无取代的具有 6 至 13 个碳原子的芳基。

[0168]

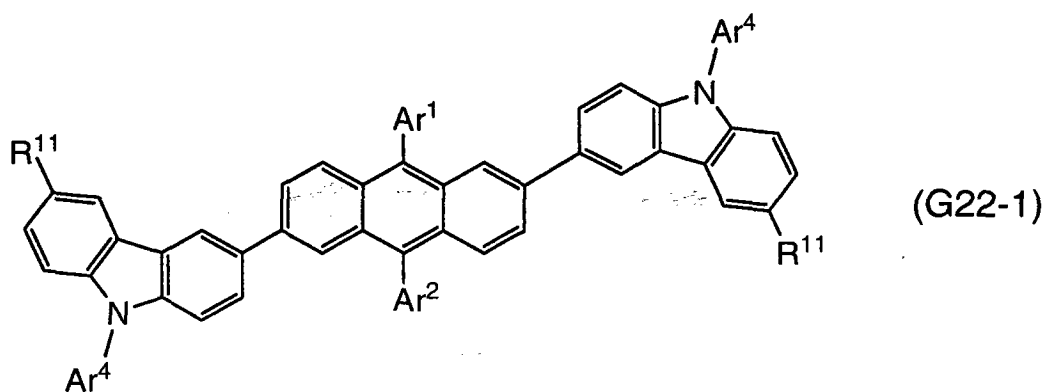


(G12-2)

[0169] 在该式中, Ar^1 和 Ar^2 独立地表示取代或无取代的具有 6 至 13 个碳原子的芳基, Ar^3 表示取代或无取代的具有 6 至 13 个碳原子的亚芳基, 并且 R^{21} 至 R^{22} 独立地表示氢、具有 1 至 4 个碳原子的烷基或者取代或无取代的具有 6 至 13 个碳原子的芳基。

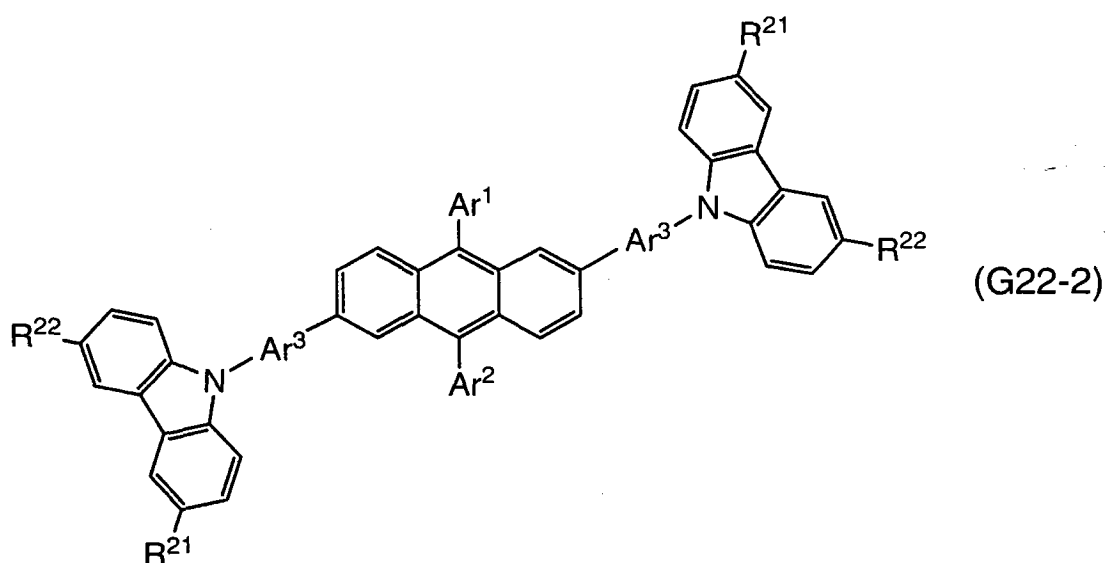
[0170] 同样,为了易于合成和纯化,通式 (G21) 所示的蒽衍生物优选为通式 (G22-1) 或 (G22-2) 所示的蒽衍生物。

[0171]



[0172] 在该式中, Ar^1 和 Ar^2 独立地表示取代或无取代的具有 6 至 13 个碳原子的芳基, Ar^4 表示取代或无取代的具有 6 至 13 个碳原子的芳基, R^{11} 表示氢、具有 1 至 4 个碳原子的烷基或者取代或无取代的具有 6 至 13 个碳原子的芳基。

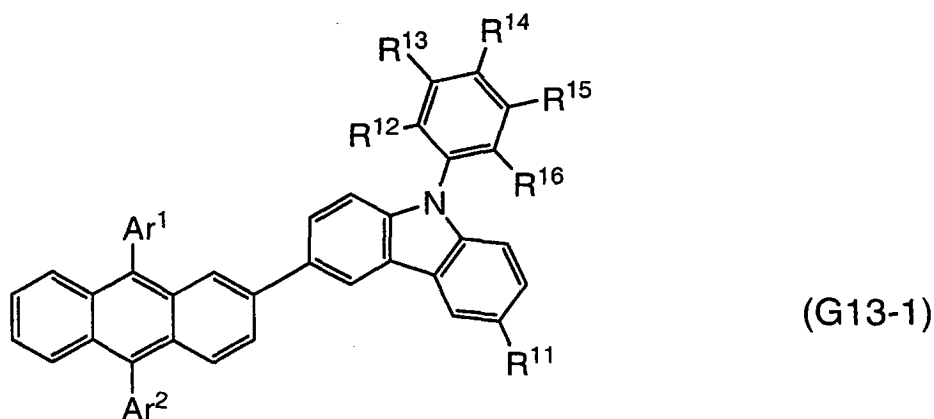
[0173]



[0174] 在该式中, Ar^1 和 Ar^2 独立地表示取代或无取代的具有 6 至 13 个碳原子的芳基, Ar^3 表示取代或无取代的具有 6 至 13 个碳原子的亚芳基, R^{21} 至 R^{22} 独立地表示氢、具有 1 至 4 个碳原子的烷基或者取代或无取代的具有 6 至 13 个碳原子的芳基。

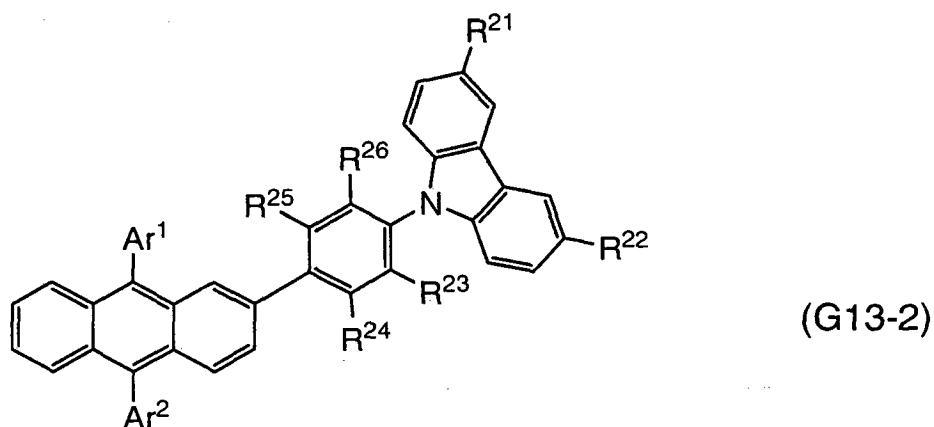
[0175] 另外, 在通式 (G11) 所示的蒽衍生物中, 为了易于合成和纯化, 优选的是 Ar^3 是取代或无取代的苯环, Ar^4 是取代或无取代的苯环, Ar^5 是取代或无取代的苯环。就是说, 通式 (G13-1) 或 (G13-2) 所示的蒽衍生物是优选的。

[0176]



[0177] 在该式中, Ar^1 和 Ar^2 独立地表示取代或无取代的具有 6 至 13 个碳原子的芳基, R^{11} 表示氢、具有 1 至 4 个碳原子的烷基或者取代或无取代的具有 6 至 13 个碳原子的芳基, 并且 R^{12} 至 R^{16} 独立地表示氢、具有 1 至 4 个碳原子的烷基或者取代或无取代的具有 6 至 10 个碳原子的芳基。

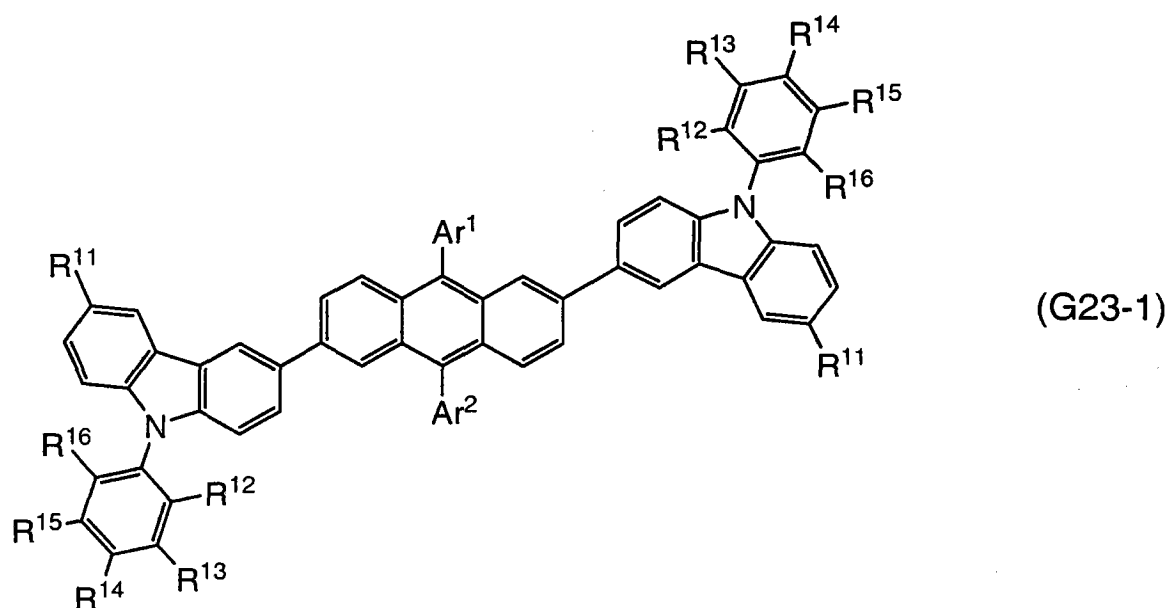
[0178]



[0179] 在该式中, Ar^1 和 Ar^2 独立地表示取代或无取代的具有 6 至 13 个碳原子的芳基, R^{21} 和 R^{22} 独立地表示氢、具有 1 至 4 个碳原子的烷基或者取代或无取代的具有 6 至 13 个碳原子的芳基, 并且 R^{23} 至 R^{26} 独立地表示氢、具有 1 至 4 个碳原子的烷基或者取代或无取代的苯基。

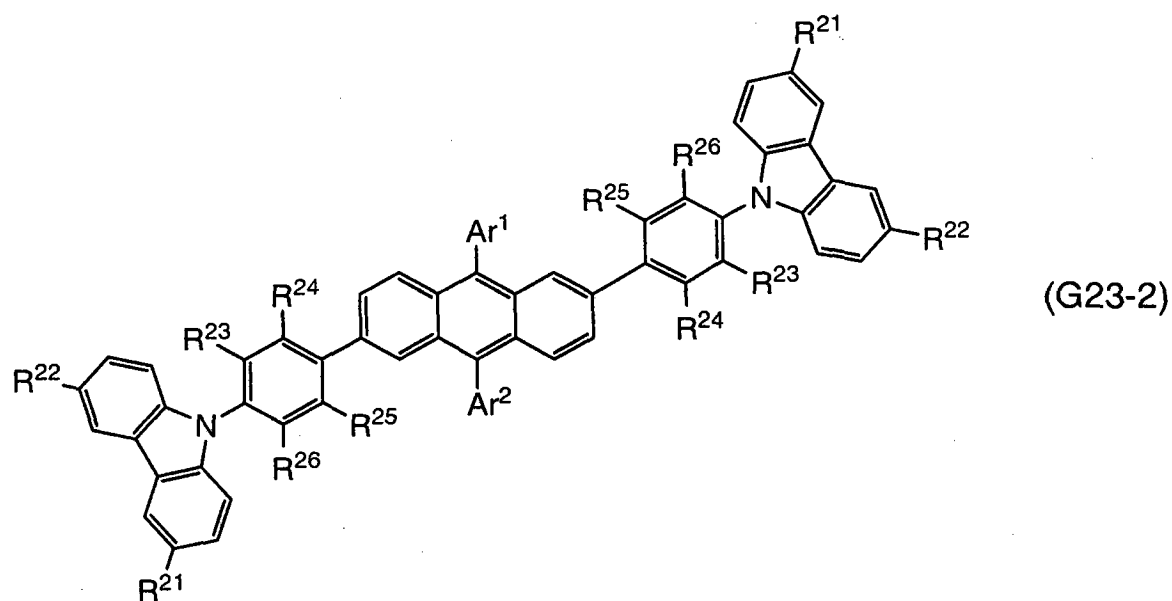
[0180] 同样, 在通式 (G21) 所示的蒽衍生物中, 为了易于合成和纯化, 优选的是 Ar^3 是取代或无取代的苯环, Ar^4 是取代或无取代的苯环, Ar^5 是取代或无取代的苯环。就是说, 通式 (G23-1) 或 (G23-2) 所示的蒽衍生物是优选的。

[0181]



[0182] 在该式中, Ar^1 和 Ar^2 独立地表示取代或无取代的具有 6 至 13 个碳原子的芳基, R^{11} 表示氢、具有 1 至 4 个碳原子的烷基或者取代或无取代的具有 6 至 13 个碳原子的芳基, R^{12} 至 R^{16} 独立地表示氢、具有 1 至 4 个碳原子的烷基或者取代或无取代的具有 6 至 10 个碳原子的芳基。

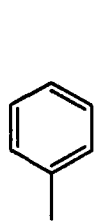
[0183]



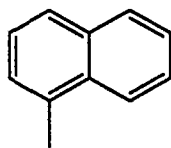
[0184] 在该式中, Ar^1 和 Ar^2 独立地表示取代或无取代的具有 6 至 13 个碳原子的芳基, R^{21} 和 R^{22} 独立地表示氢、具有 1 至 4 个碳原子的烷基或者取代或无取代的具有 6 至 13 个碳原子的芳基, R^{23} 至 R^{26} 独立地表示氢、具有 1 至 4 个碳原子的烷基或者取代或无取代的苯基。

[0185] 作为通式 (G13-1)、(G13-2)、(G23-1) 和 (G23-2) 中的各自具有 6 至 10 个碳原子取代或无取代的芳基, 存在例如结构式 (13-1) 至 (13-8) 所示的取代基。

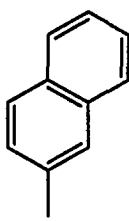
[0186]



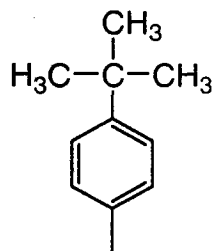
(13-1)



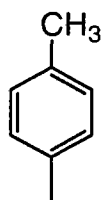
(13-2)



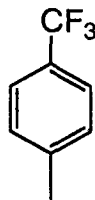
(13-3)



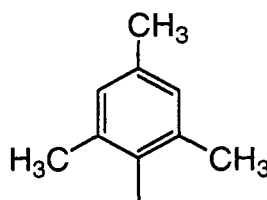
(13-4)



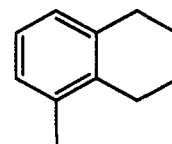
(13-5)



(13-6)



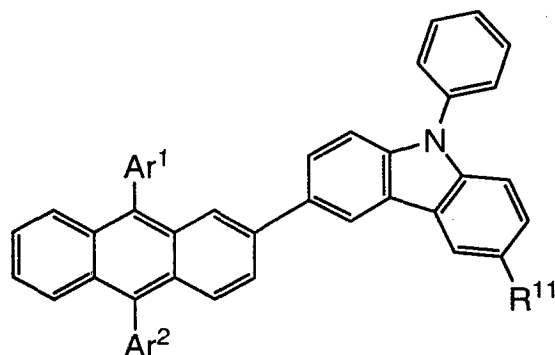
(13-7)



(13-8)

[0187] 为了易于合成和纯化,通式 (G11) 所示的蒽衍生物优选为通式 (G14-1) 或 (G14-2) 所示的蒽衍生物。

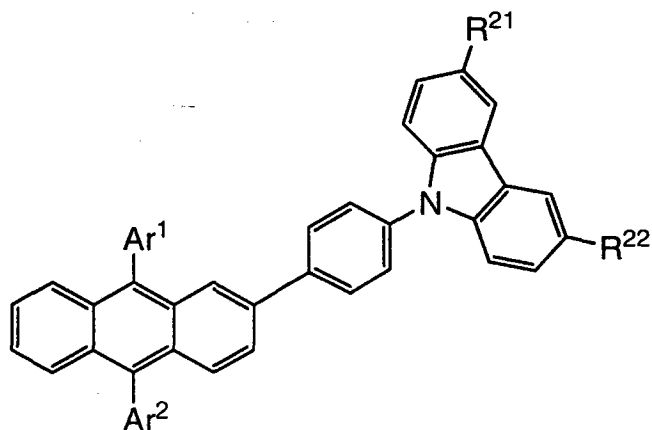
[0188]



(G14-1)

[0189] 在该式中, Ar^1 和 Ar^2 独立地表示取代或无取代的具有 6 至 13 个碳原子的芳基, R^{11} 表示氢、具有 1 至 4 个碳原子的烷基或者取代或无取代的具有 6 至 13 个碳原子的芳基。

[0190]



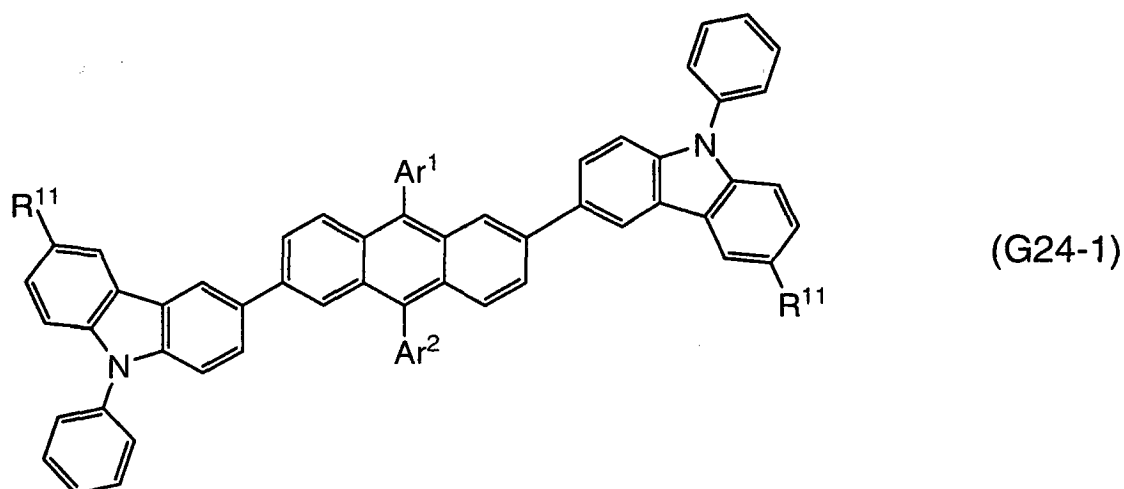
(G14-2)

[0191] 在该式中, Ar^1 和 Ar^2 独立地表示取代或无取代的具有 6 至 13 个碳原子的芳基, R^{21} 和 R^{22} 独立地表示氢、具有 1 至 4 个碳原子的烷基或者取代或无取代的具有 6 至 13 个碳

原子的芳基。

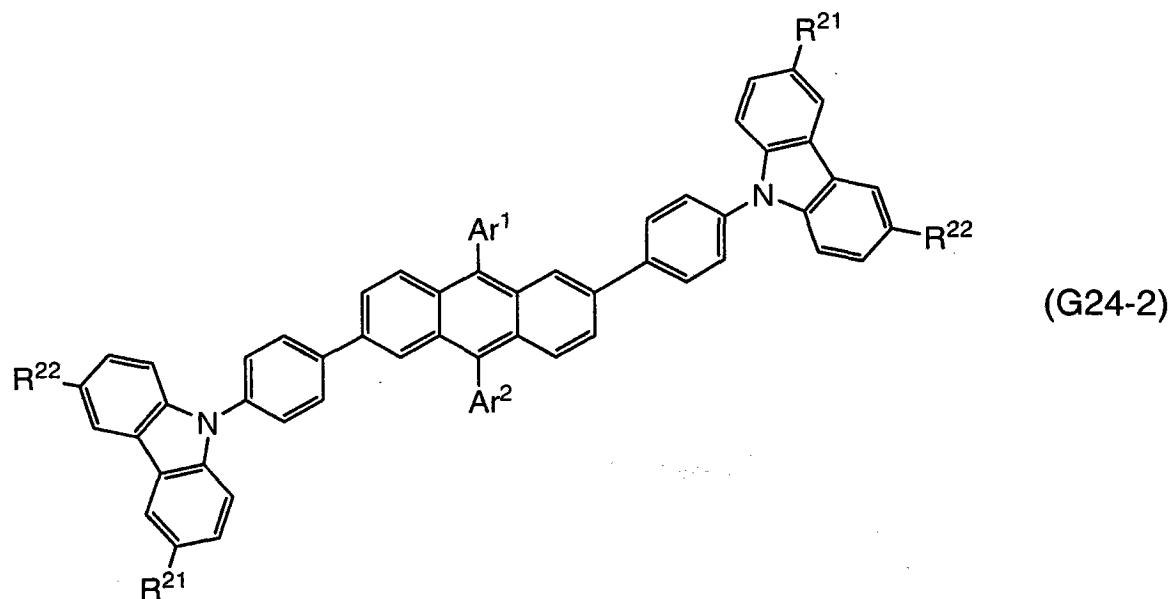
[0192] 同样,为了易于合成和纯化,通式 (G21) 所示的蒽衍生物优选为通式 (G24-1) 或 (G24-2) 所示的蒽衍生物。

[0193]



[0194] 在该式中, Ar^1 和 Ar^2 独立地表示取代或无取代的具有 6 至 13 个碳原子的芳基, R^{11} 表示氢、具有 1 至 4 个碳原子的烷基或者取代或无取代的具有 6 至 13 个碳原子的芳基。

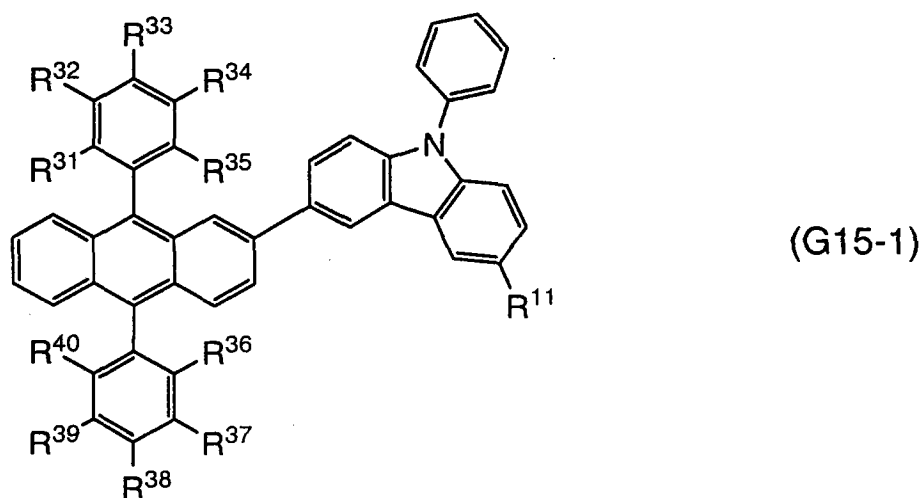
[0195]



[0196] 在该式中, Ar^1 至 Ar^2 独立地表示取代或无取代的具有 6 至 13 个碳原子的芳基, R^{21} 和 R^{22} 独立地表示氢、具有 1 至 4 个碳原子的烷基或者取代或无取代的具有 6 至 13 个碳原子的芳基。

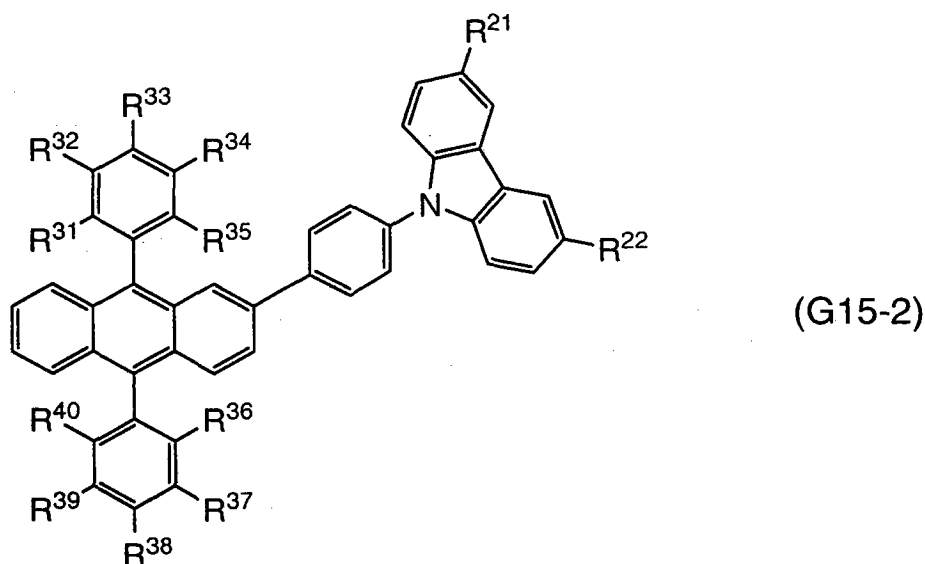
[0197] 另外,在通式 (G11) 所示的蒽衍生物中,为了易于合成和纯化,优选的是 Ar^1 和 Ar^2 独立地是取代或无取代的苯基。就是说,通式 (G15-1) 或 (G15-2) 所示的蒽衍生物是优选的。

[0198]



[0199] 在该式中, R^{11} 表示氢、具有1至4个碳原子的烷基或者取代或无取代的具有6至13个碳原子的芳基, R^{31} 至 R^{40} 独立地表示氢、具有1至4个碳原子的烷基、取代或无取代的具有6至10个碳原子的芳基、卤素或者具有1至4个碳原子的卤代烷基。

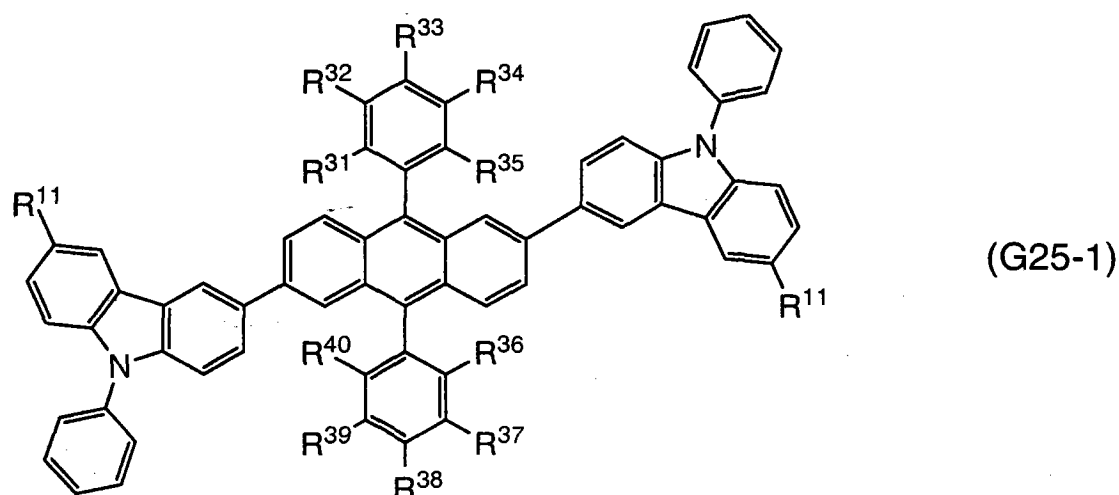
[0200]



[0201] 在该式中, R^{21} 和 R^{22} 独立地表示氢、具有1至4个碳原子的烷基或者取代或无取代的具有6至13个碳原子的芳基, R^{31} 至 R^{40} 独立地表示氢、具有1至4个碳原子的烷基、取代或无取代的具有6至10个碳原子的芳基、卤素或者具有1至4个碳原子的卤代烷基。

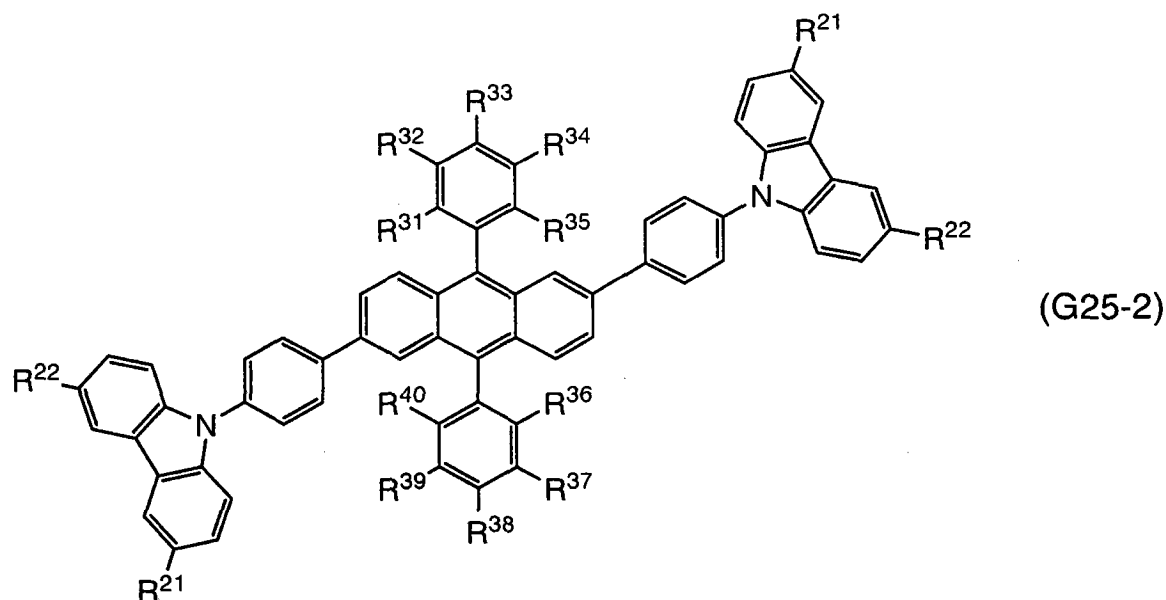
[0202] 同样,在通式(G21)所示的蒽衍生物中,为了易于合成和纯化,优选的是 Ar^1 和 Ar^2 独立地是取代或无取代的苯基。就是说,通式(G25-1)或(G25-2)所示的蒽衍生物是优选的。

[0203]



[0204] 在该式中, R^{11} 表示氢、具有1至4个碳原子的烷基或者取代或无取代的具有6至13个碳原子的芳基, R^{31} 至 R^{40} 独立地表示氢、具有1至4个碳原子的烷基、取代或无取代的具有6至10个碳原子的芳基、卤素或者具有1至4个碳原子的卤代烷基。

[0205]



[0206] 在该式中, R^{21} 和 R^{22} 独立地表示氢、具有1至4个碳原子的烷基或者取代或无取代的具有6至13个碳原子的芳基, R^{31} 至 R^{40} 独立地表示氢、具有1至4个碳原子的烷基、取代或无取代的具有6至10个碳原子的芳基、卤素或者具有1至4个碳原子的卤代烷基。

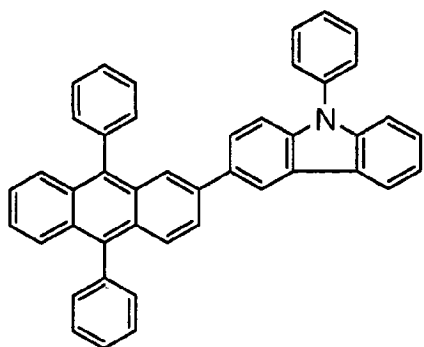
[0207] 作为各个通式 (G15-1)、(G15-2)、(G25-1) 和 (G25-2) 中的具有1至4个碳原子的卤代烷基, 存在三氟甲基等。

[0208] 另外, 在通式 (G11) 所示的蒽衍生物中, 为了易于合成和纯化, Ar^1 和 Ar^2 优选是各自具有相同结构的取代基。

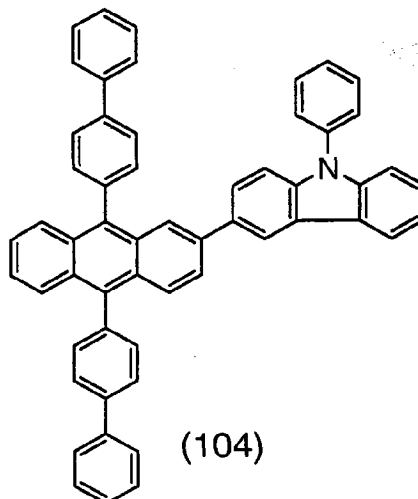
[0209] 同样, 在通式 (G21) 所示的蒽衍生物中, 为了易于合成和纯化, Ar^1 和 Ar^2 优选是各自具有相同结构的取代基。

[0210] 通式 (G11) 所示的蒽衍生物的具体例子包括但不限于结构式 (101) 至 (149) 和 (201) 至 (242) 所示的蒽衍生物。通式 (G21) 所示的蒽衍生物的具体例子包括但不限于结构式 (301) 至 (349) 和 (401) 至 (441) 所示的蒽衍生物。

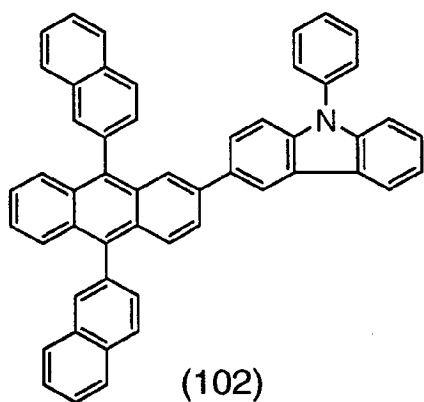
[0211]



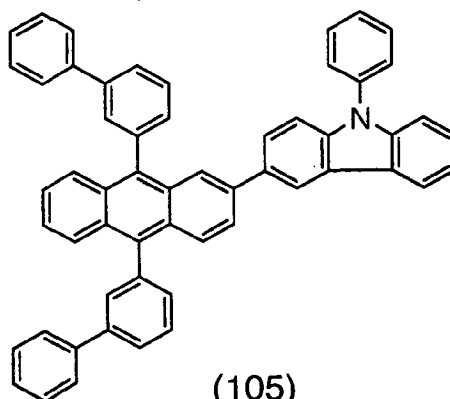
(101)



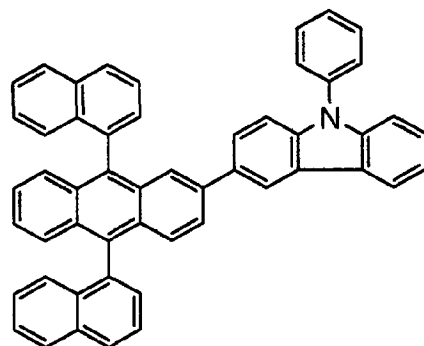
(104)



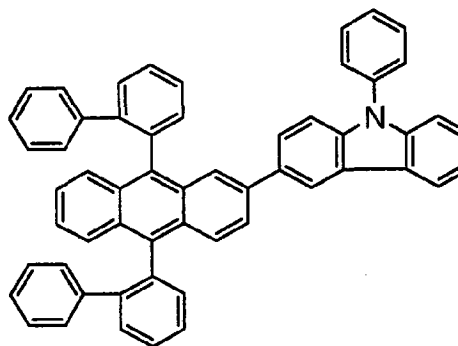
(102)



(105)

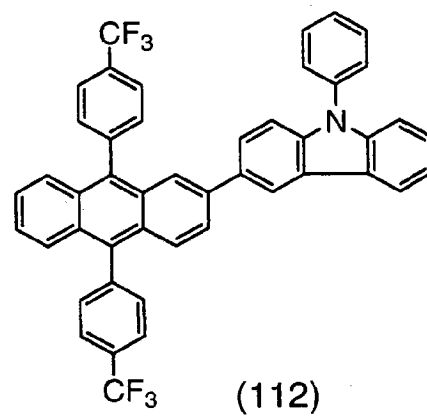
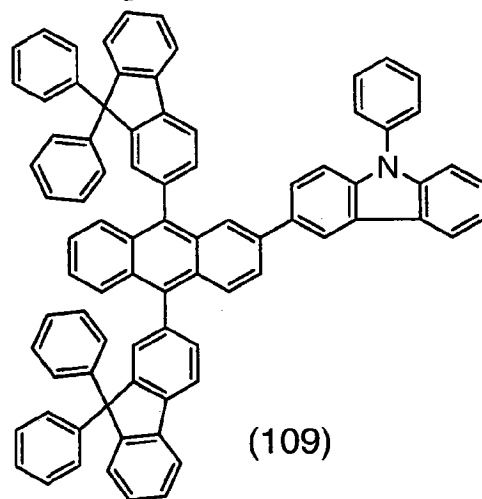
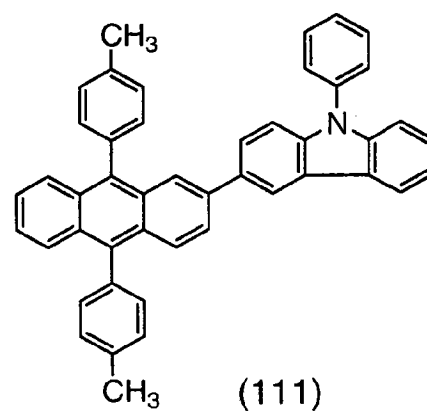
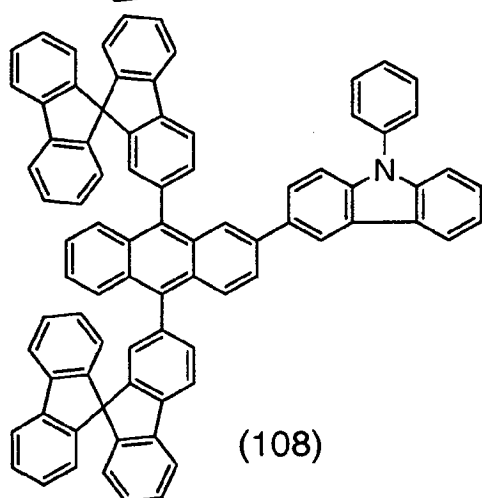
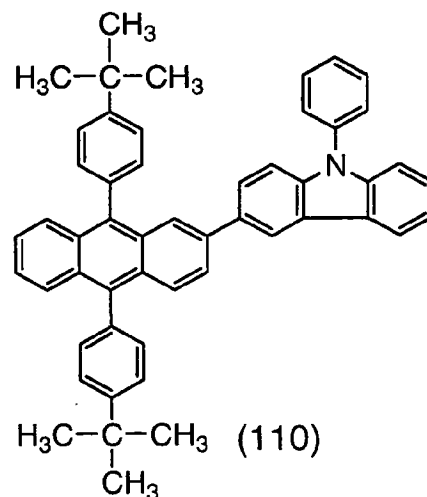
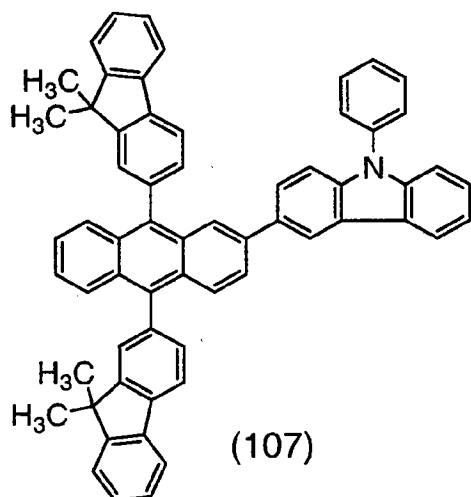


(103)

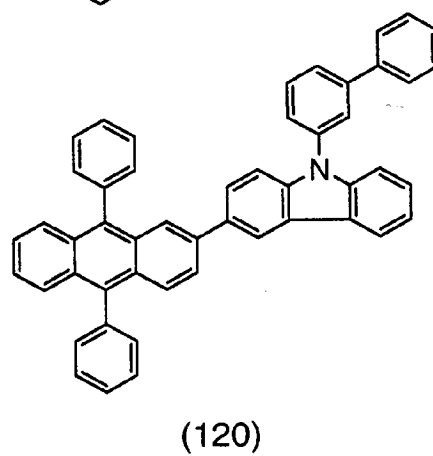
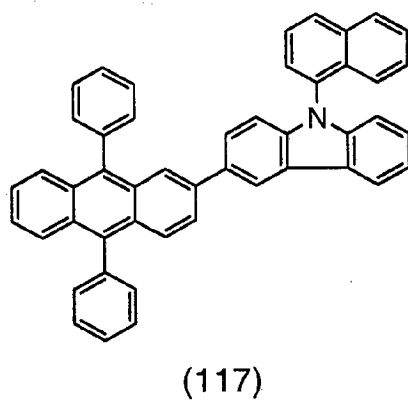
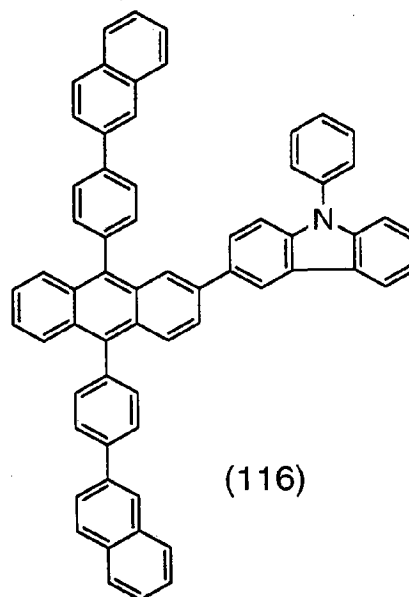
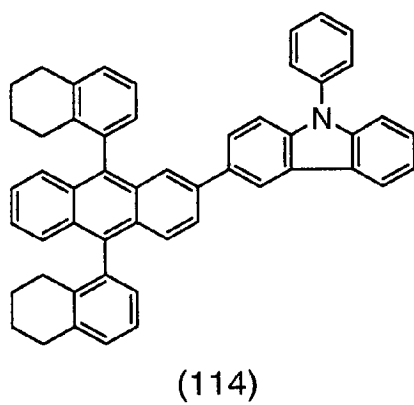
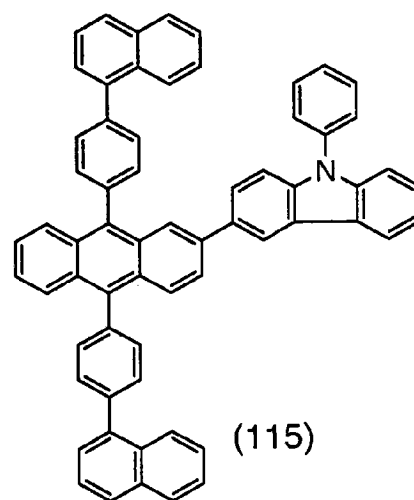
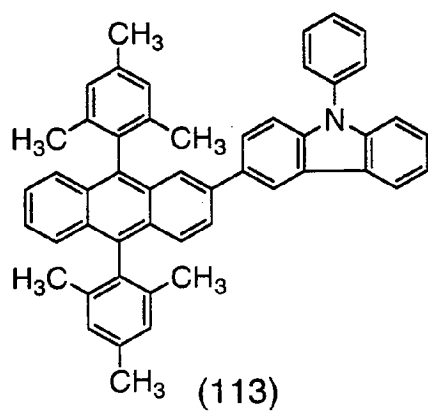


(106)

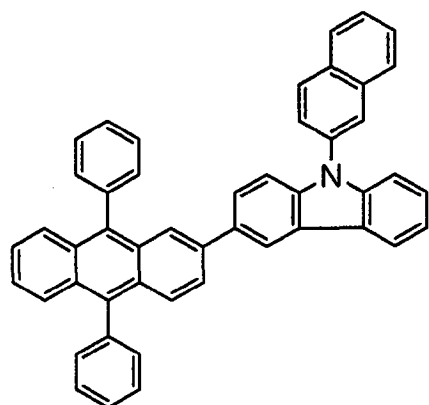
[0212]



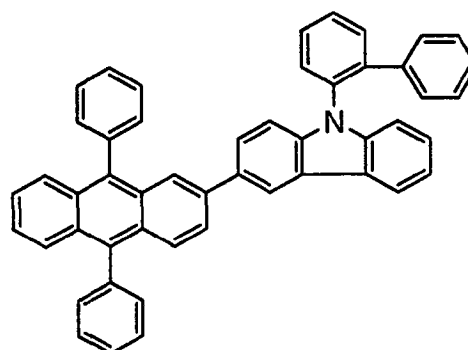
[0213]



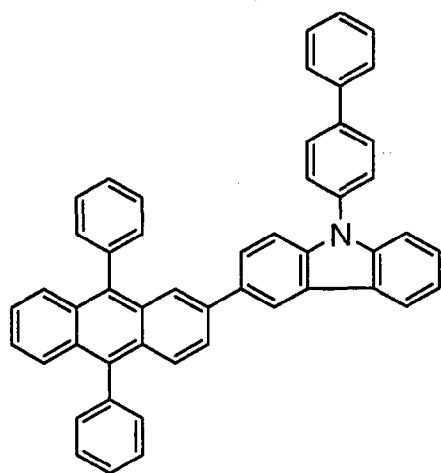
[0214]



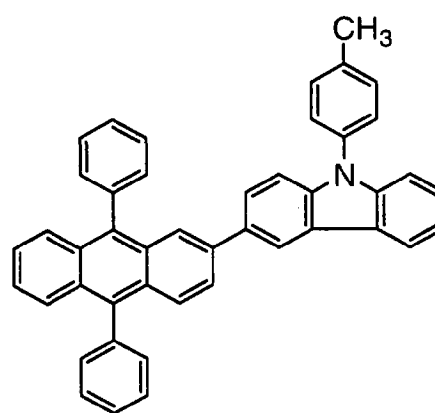
(118)



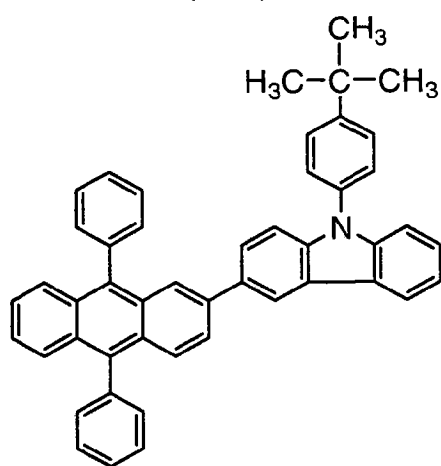
(121)



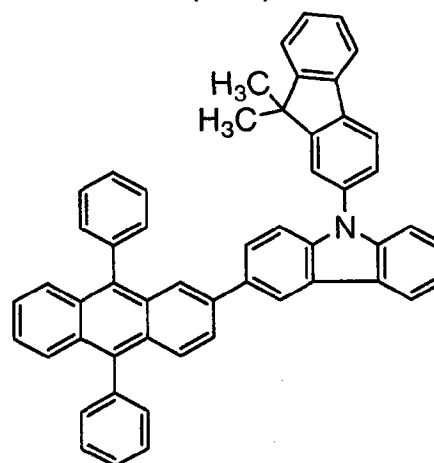
(119)



(122)

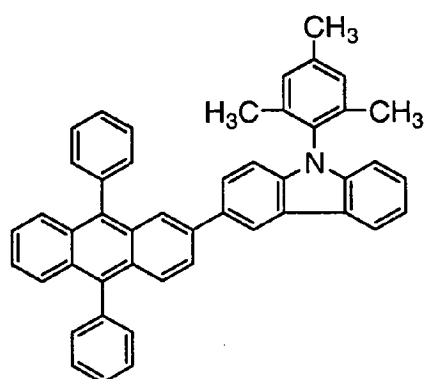


(123)

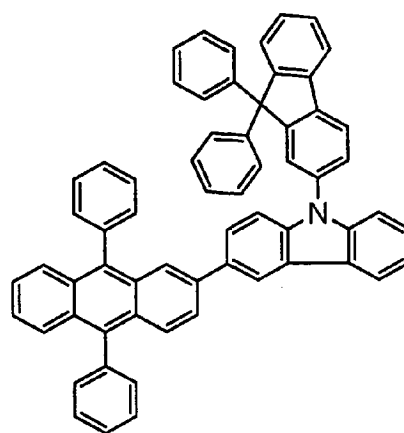


(126)

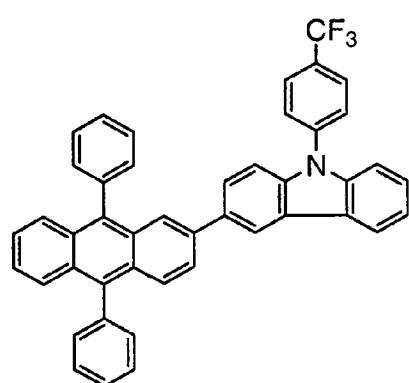
[0215]



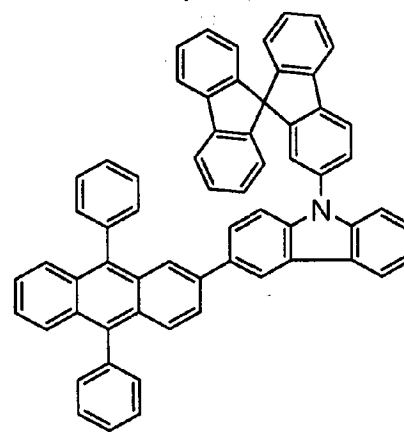
(124)



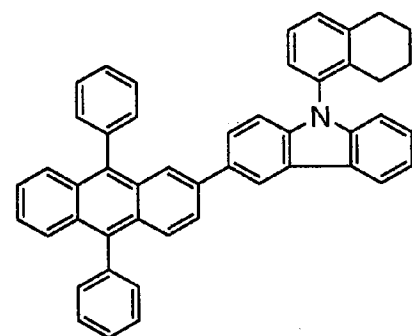
(127)



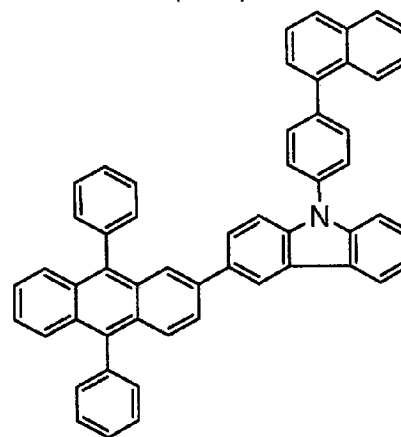
(125)



(128)

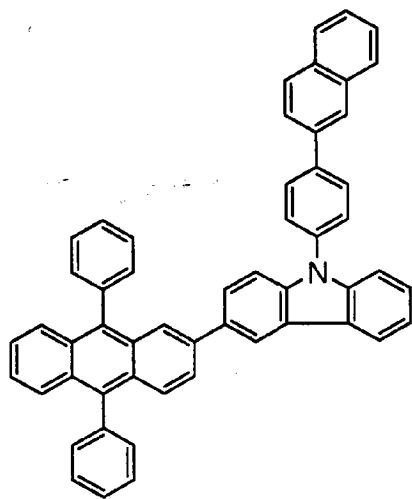


(129)

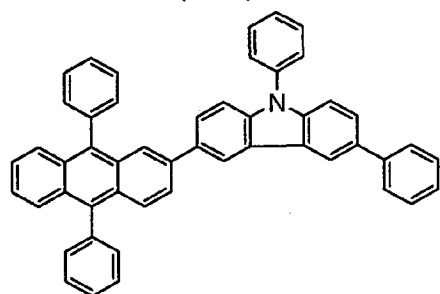


(131)

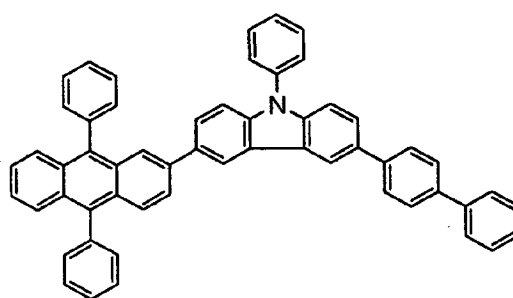
[0216]



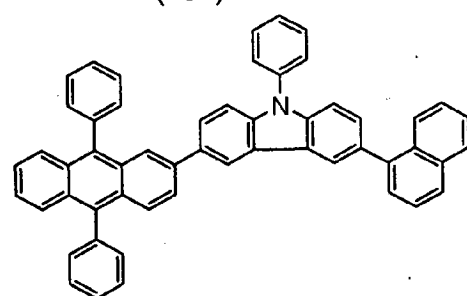
(130)



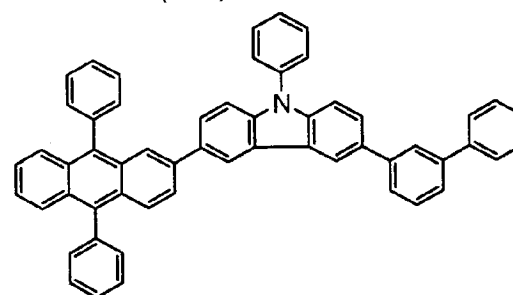
(132)



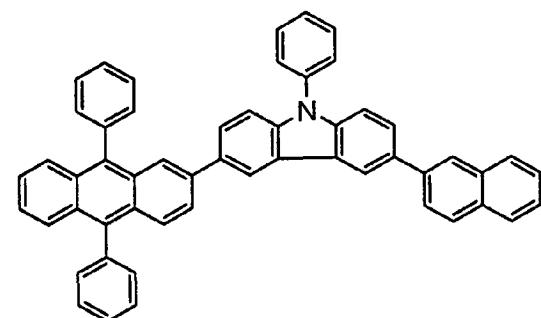
(135)



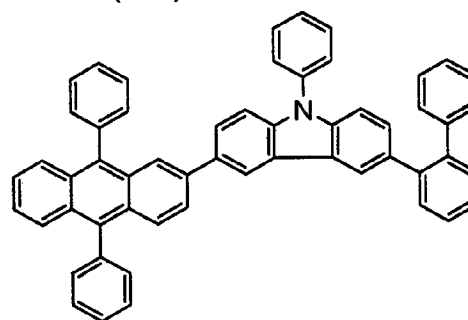
(133)



(136)

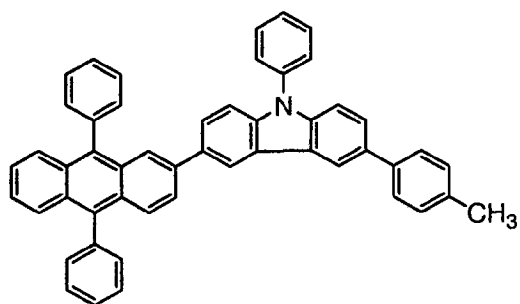


(134)

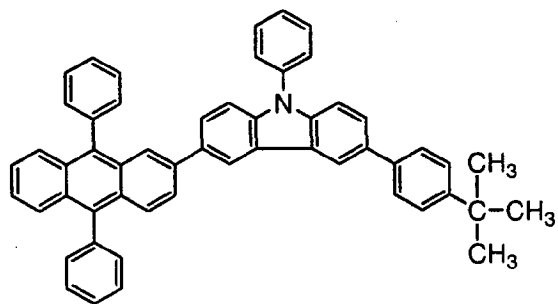


(137)

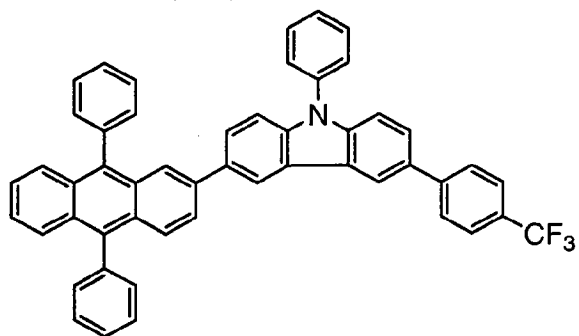
[0217]



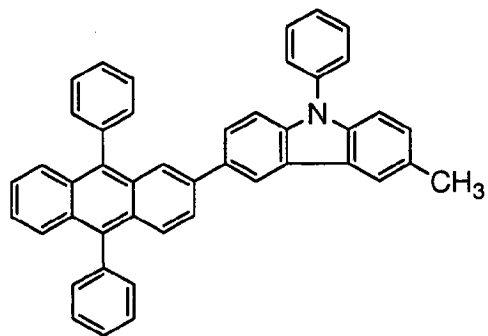
(138)



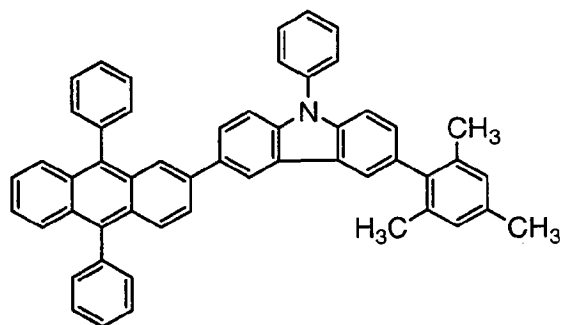
(141)



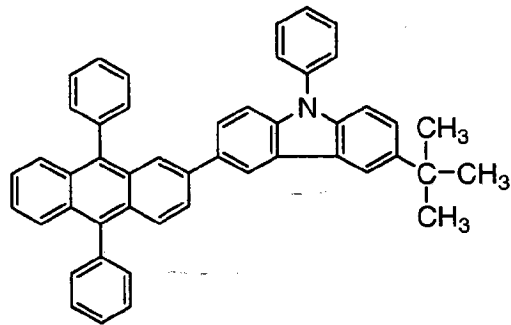
(139)



(142)

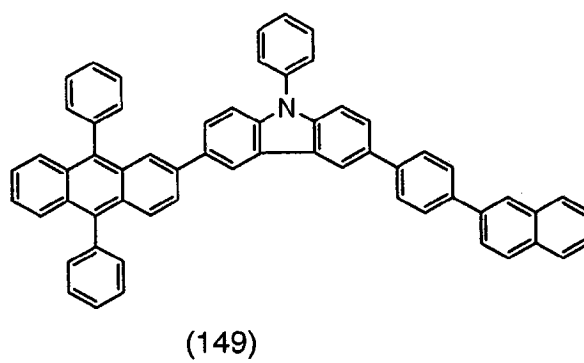
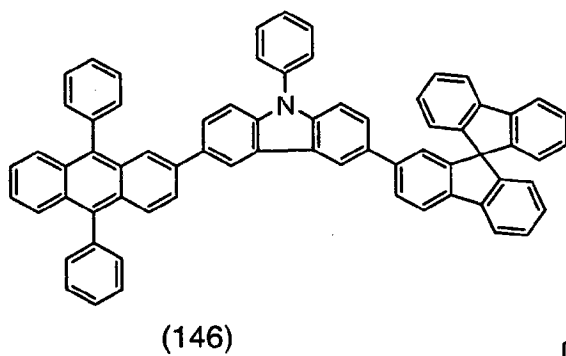
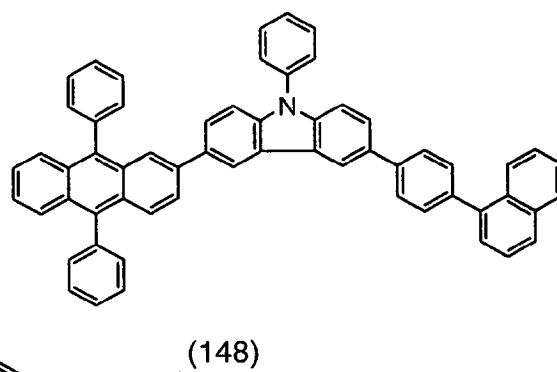
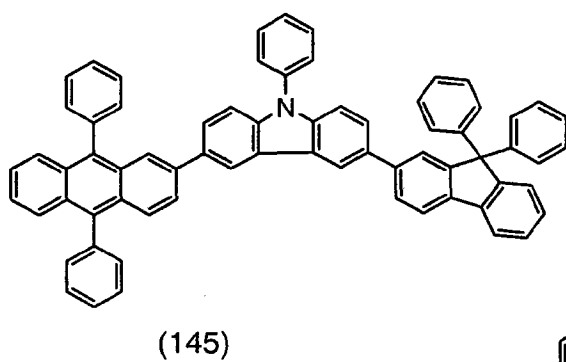
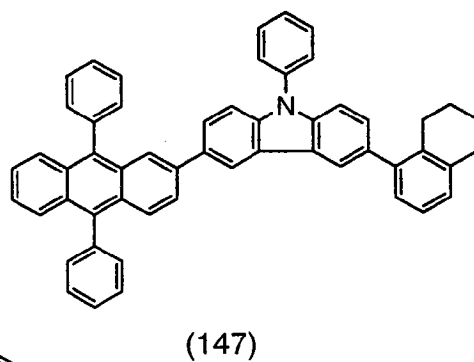
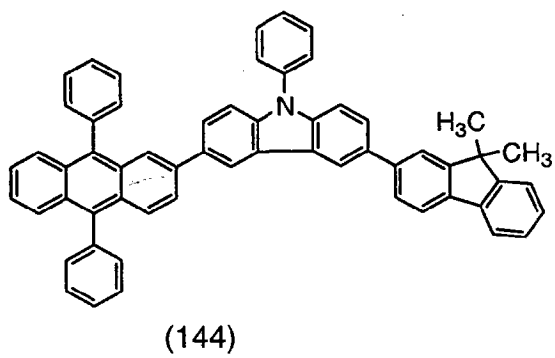


(140)

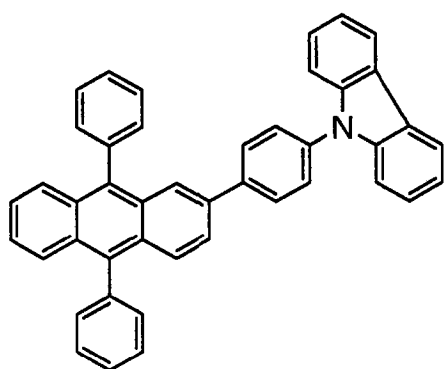


(143)

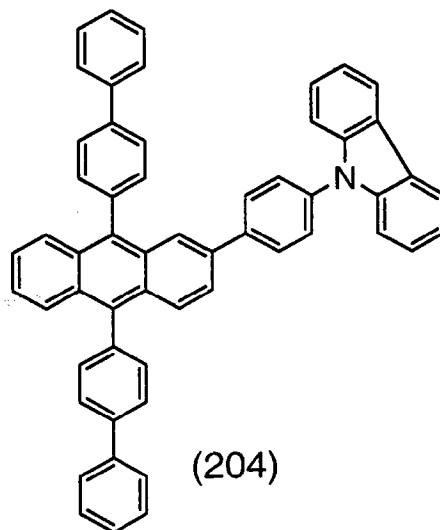
[0218]



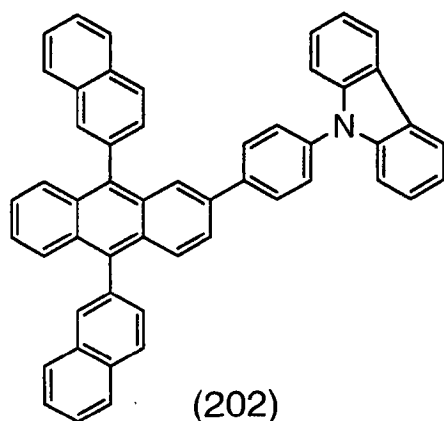
[0219]



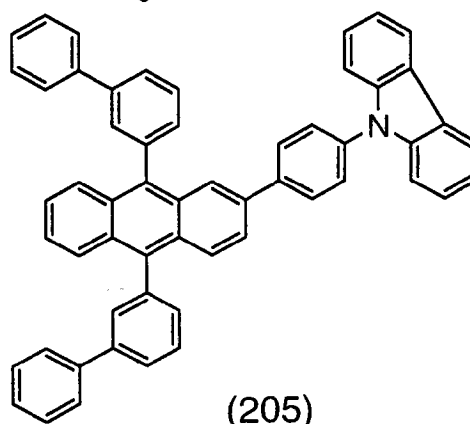
(201)



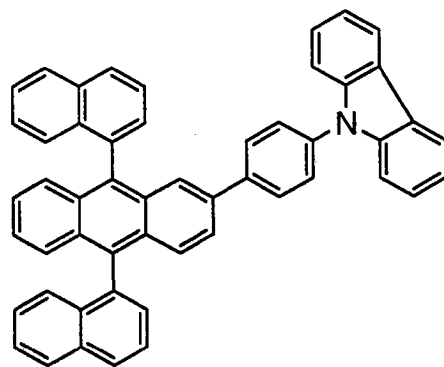
(204)



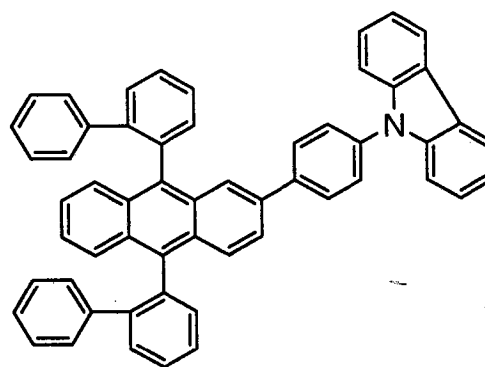
(202)



(205)

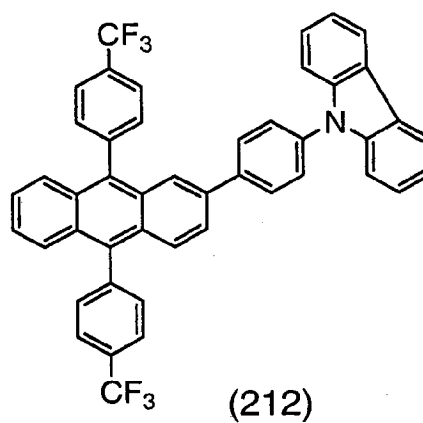
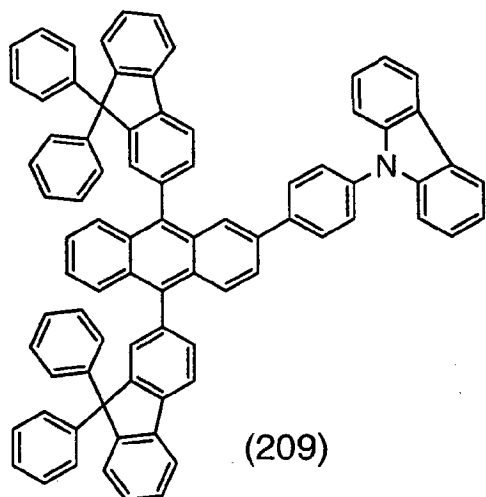
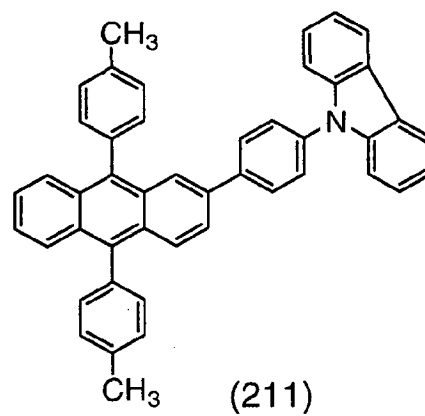
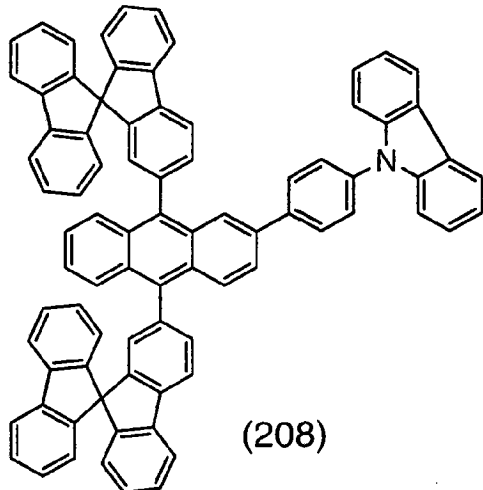
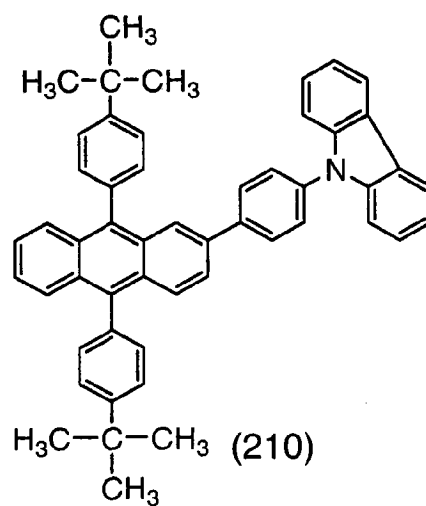
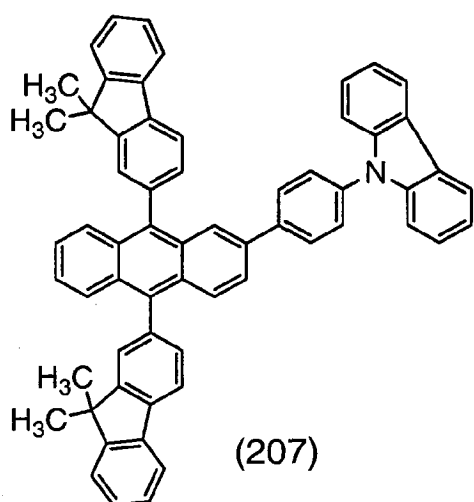


(203)

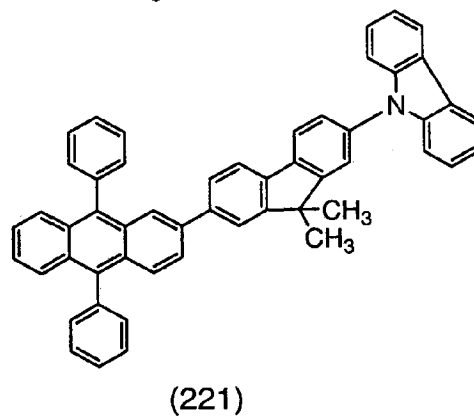
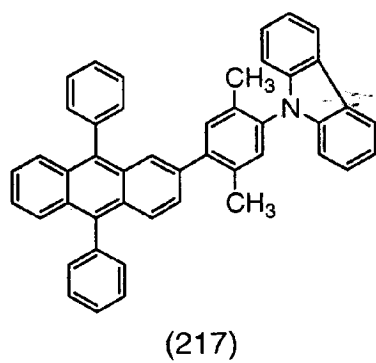
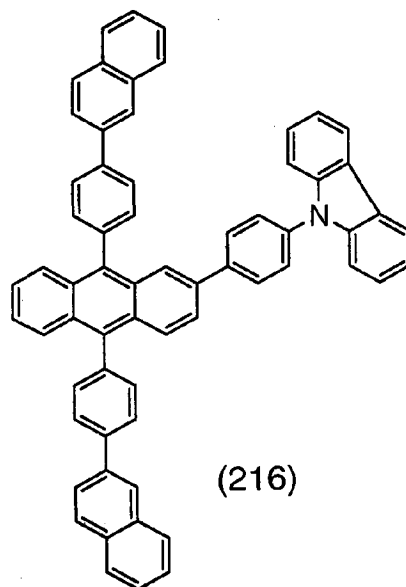
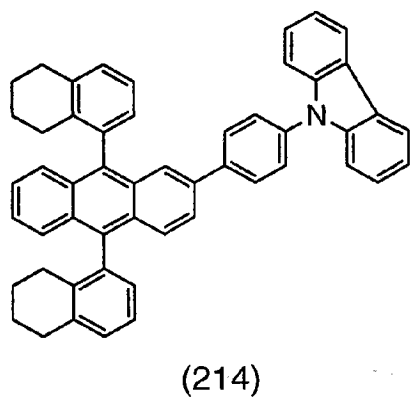
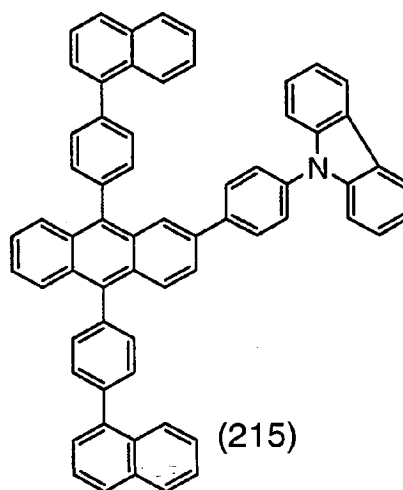
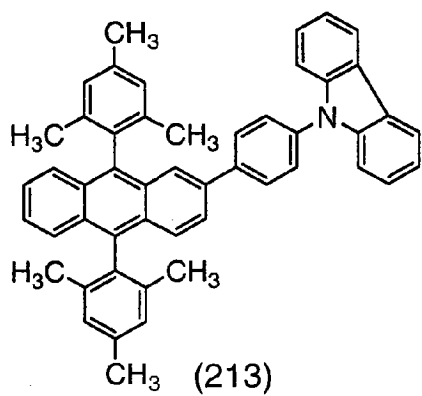


(206)

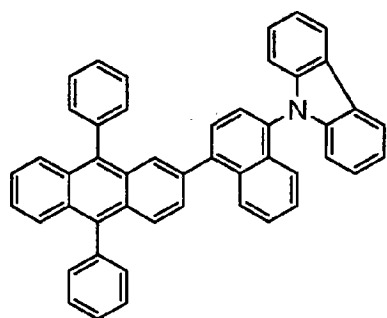
[0220]



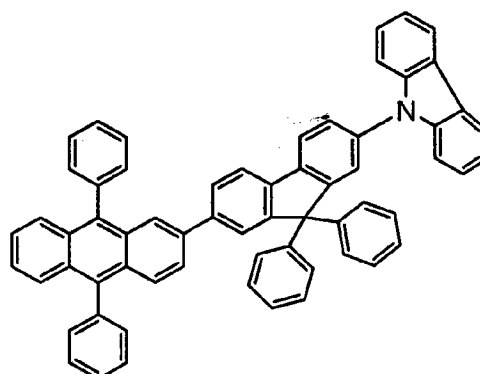
[0221]



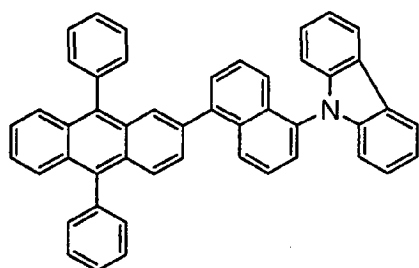
[0222]



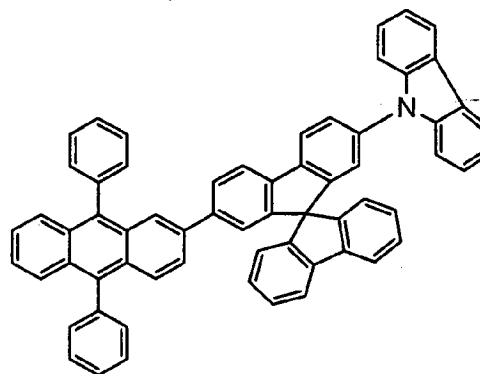
(218)



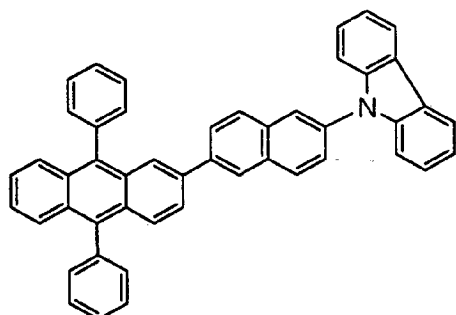
(222)



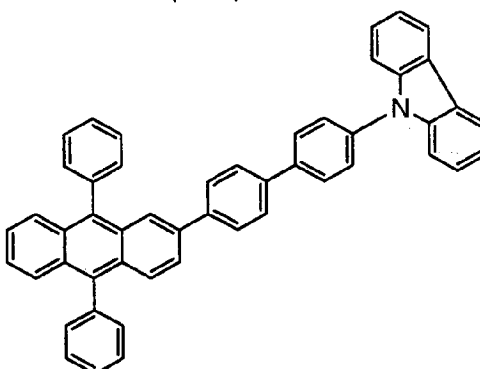
(219)



(223)

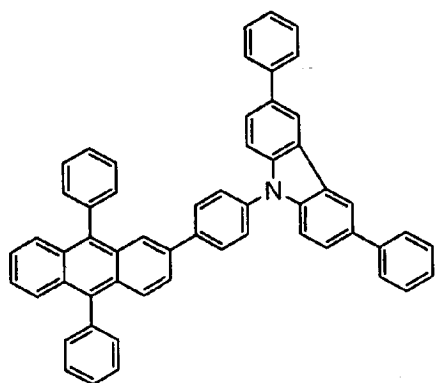


(220)

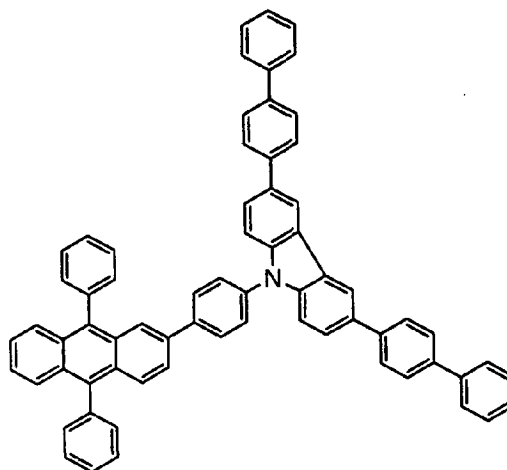


(224)

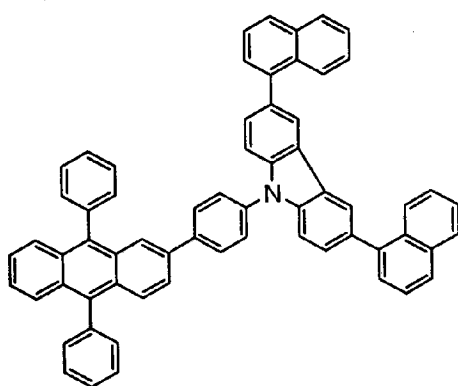
[0223]



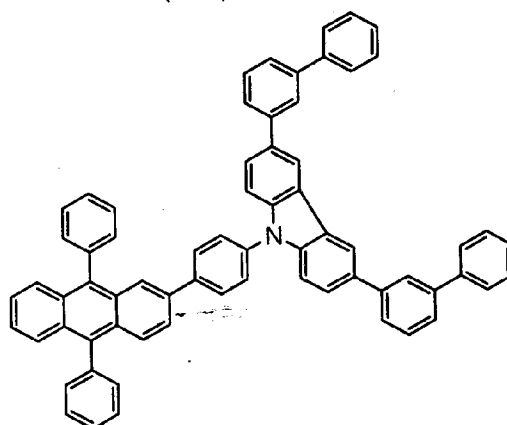
(225)



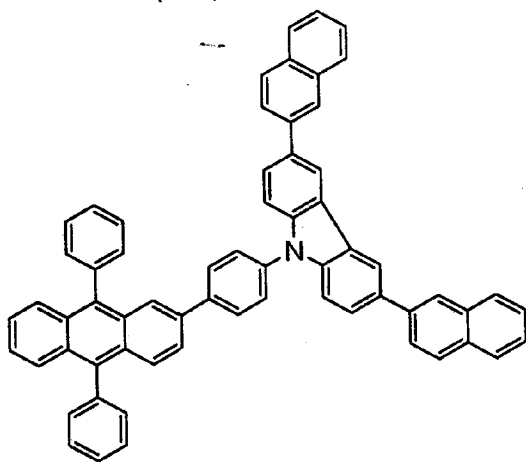
(228)



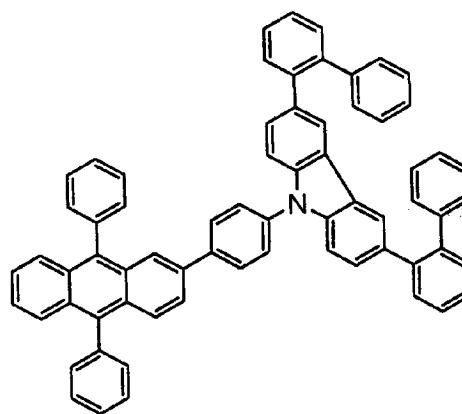
(226)



(229)

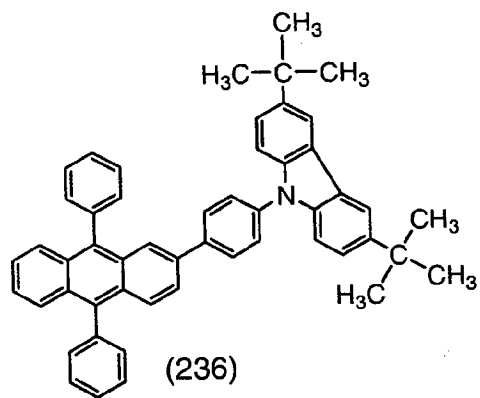
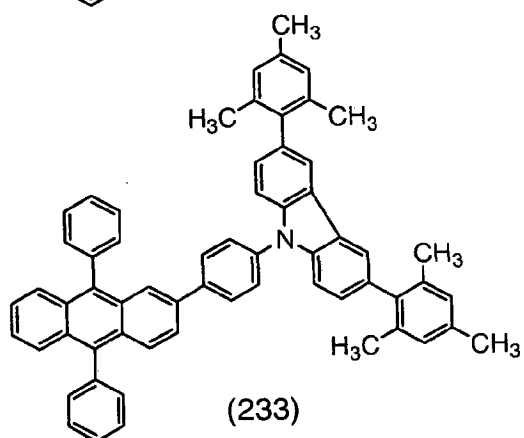
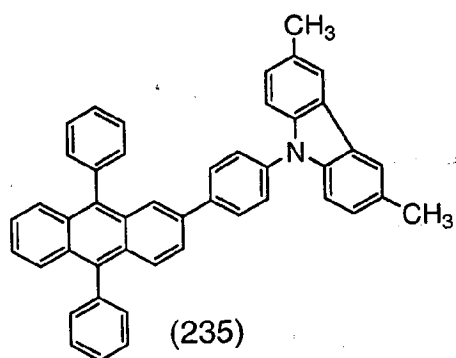
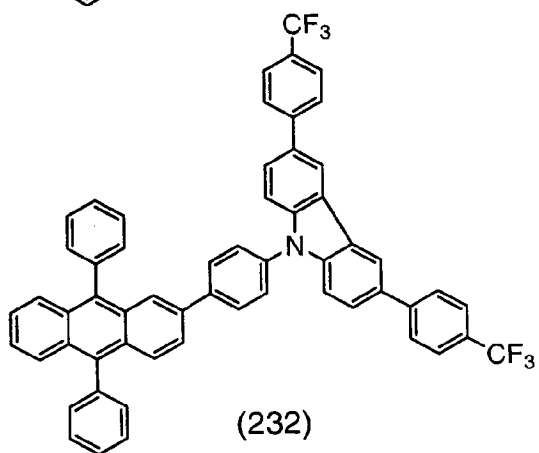
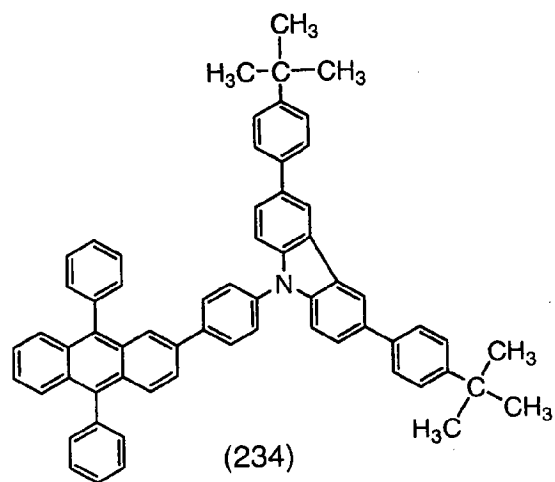
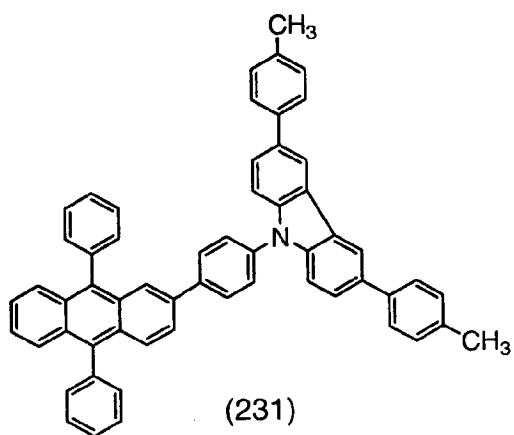


(227)

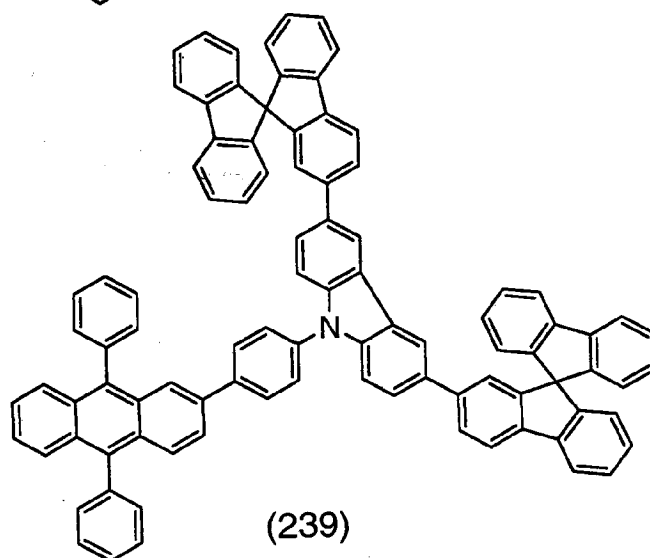
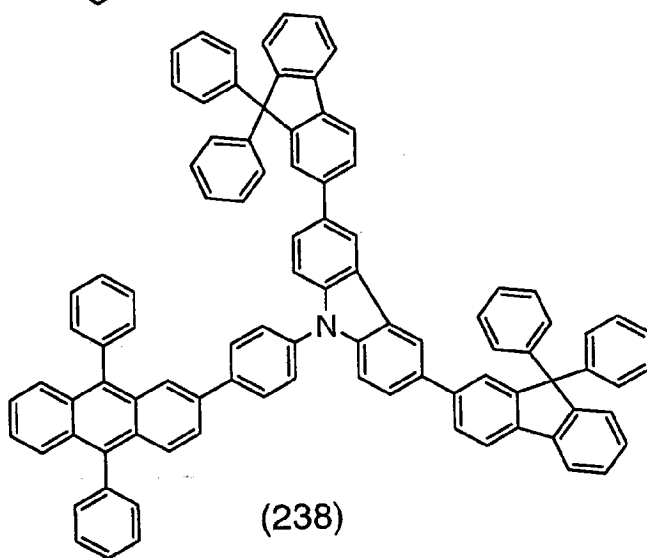
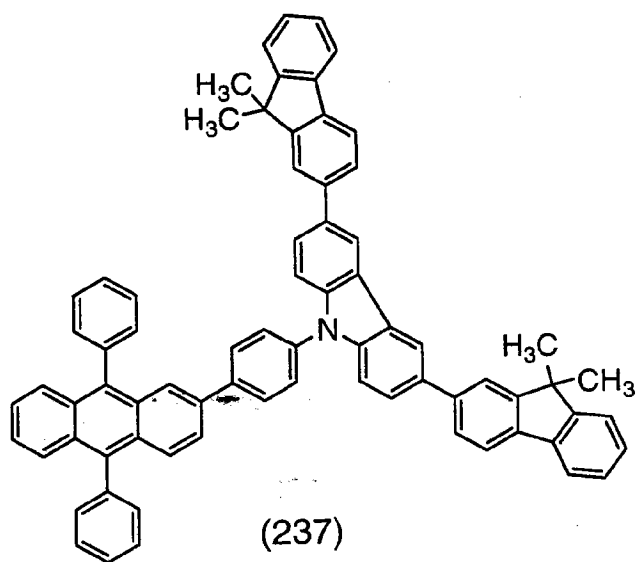


(230)

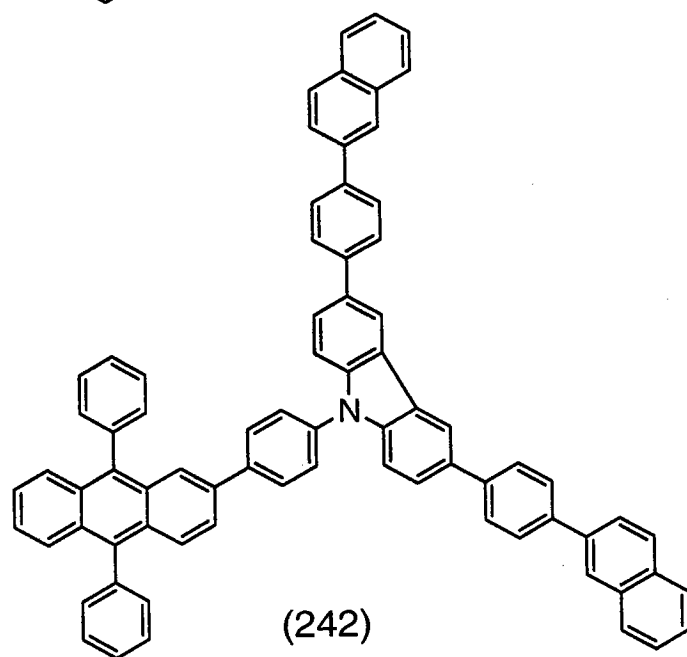
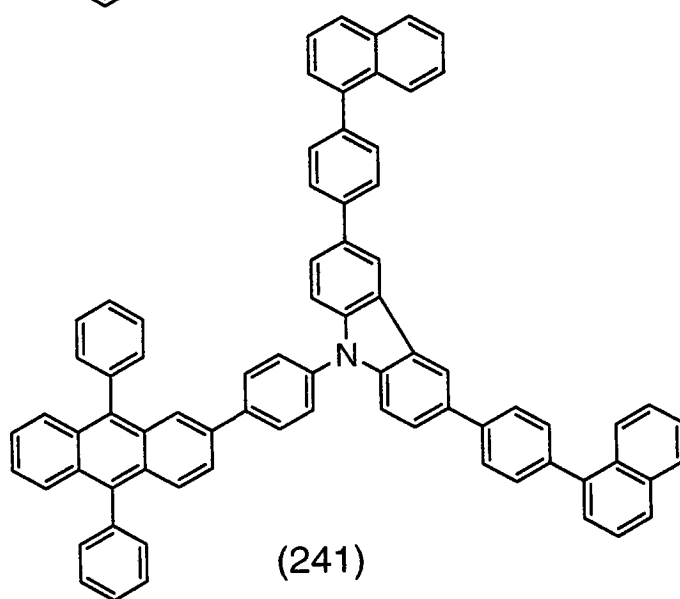
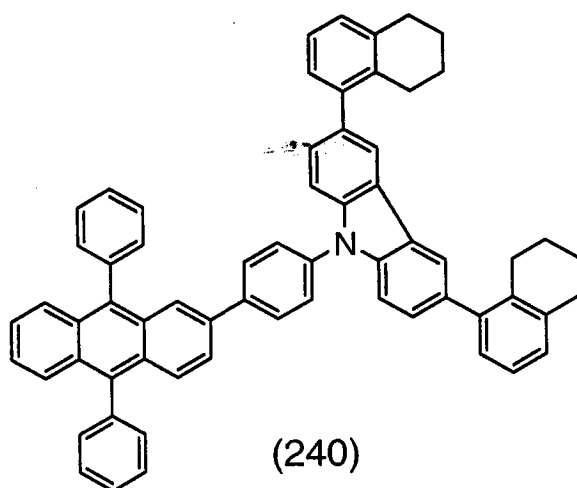
[0224]



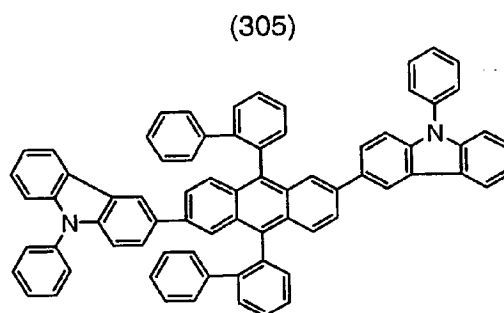
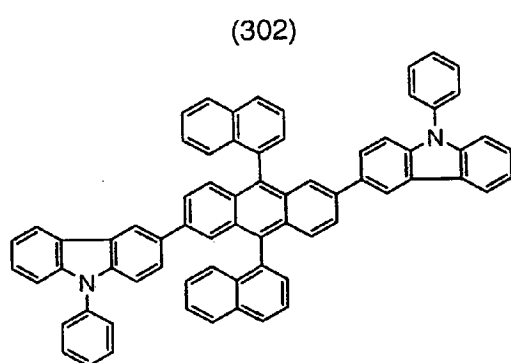
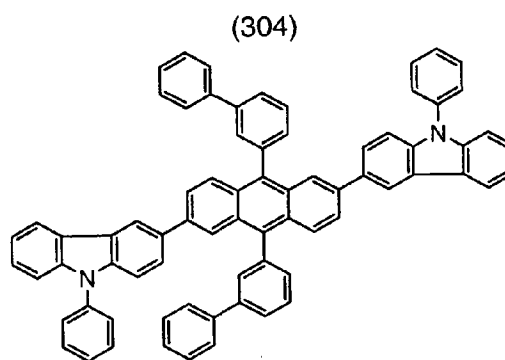
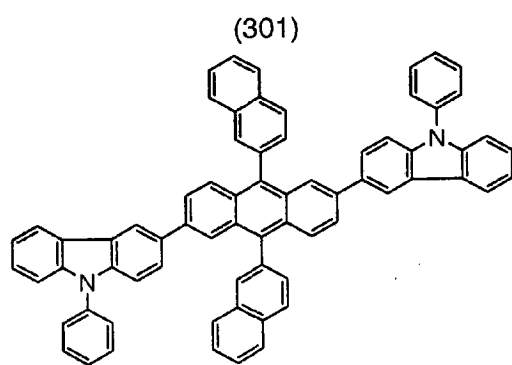
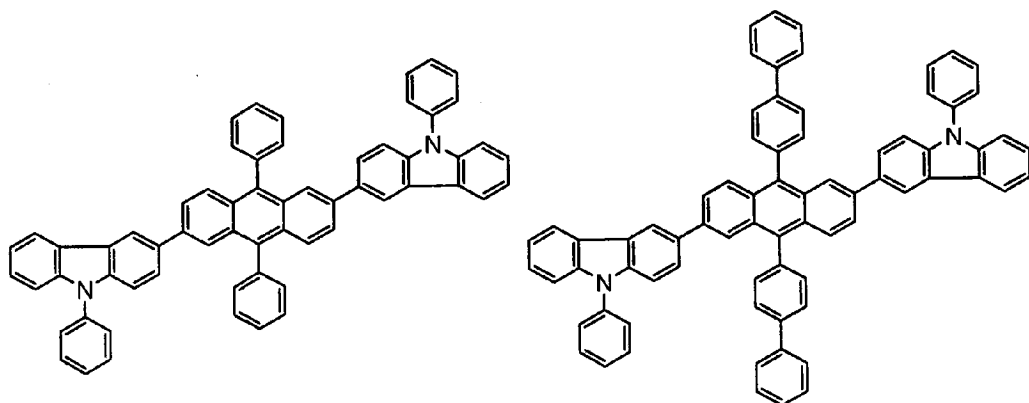
[0225]



[0226]



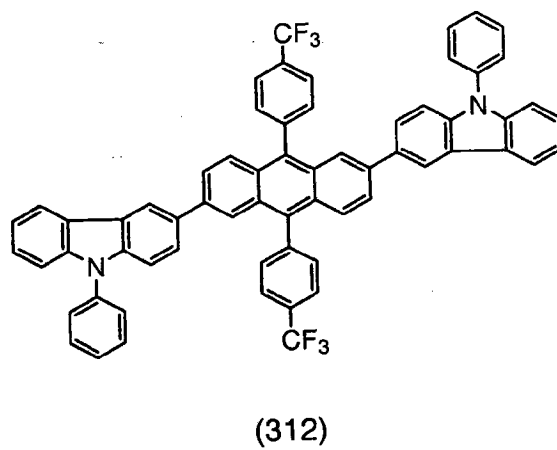
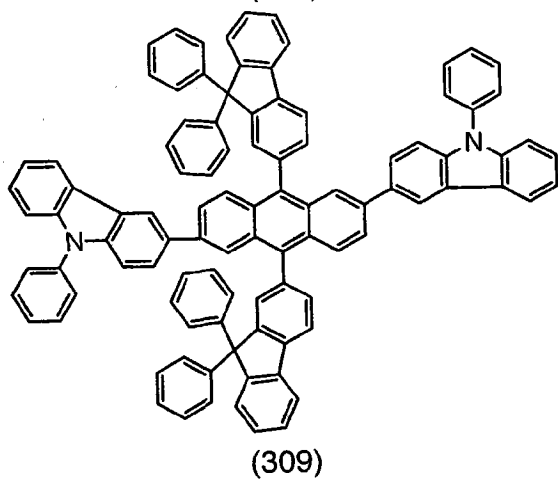
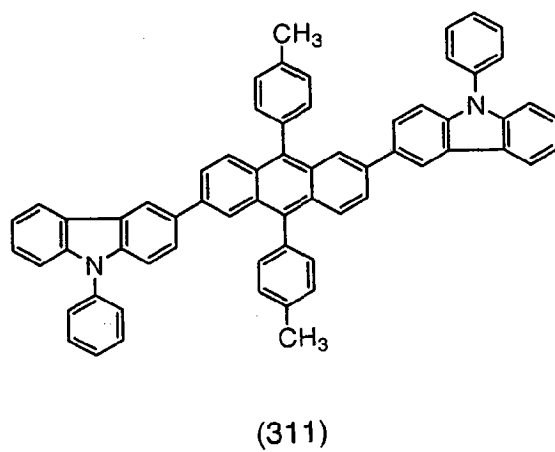
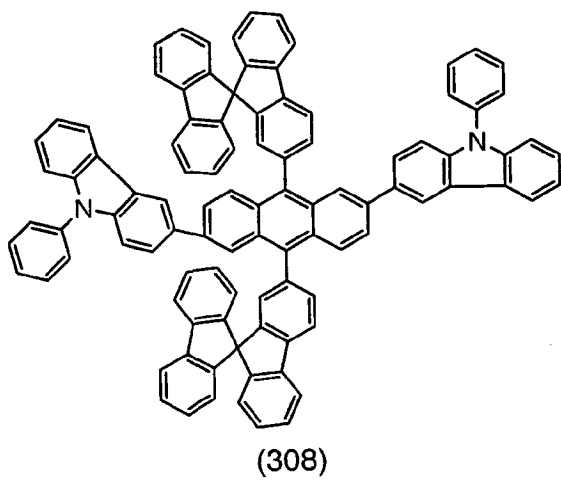
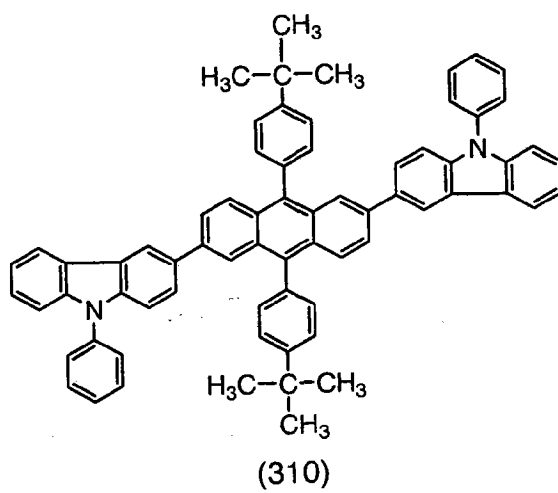
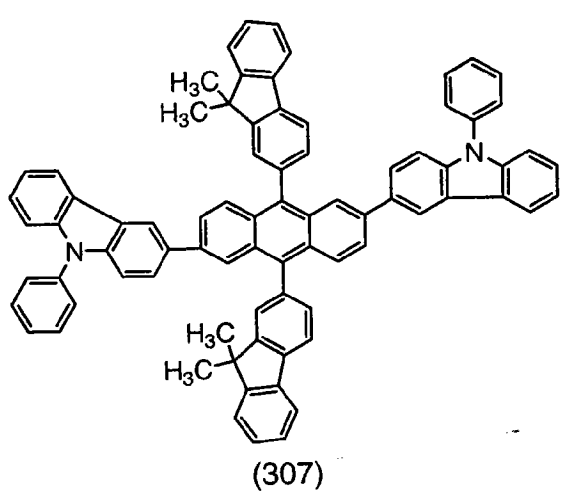
[0227]



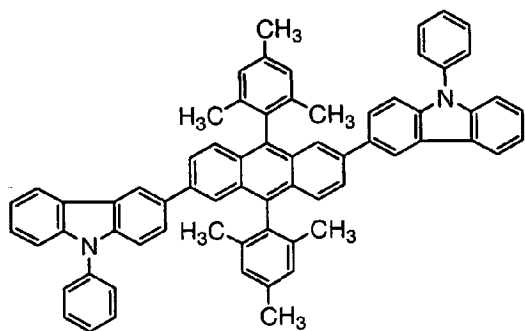
(303)

(306)

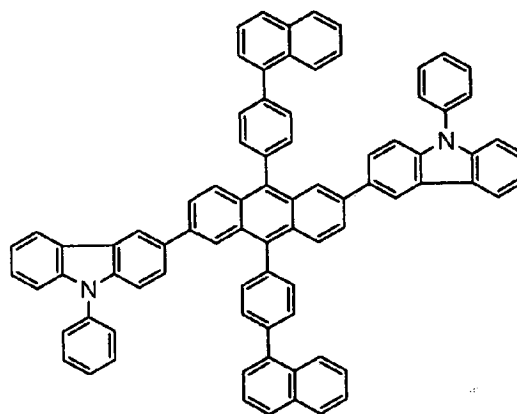
[0228]



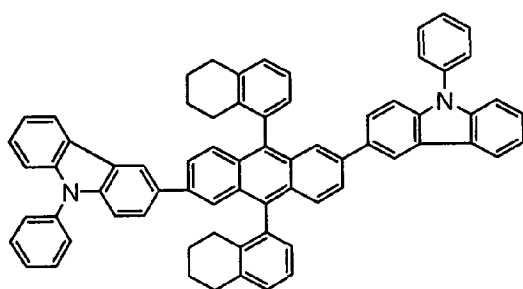
[0229]



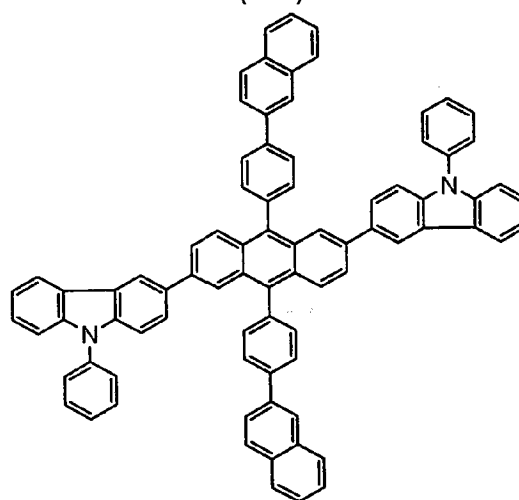
(313)



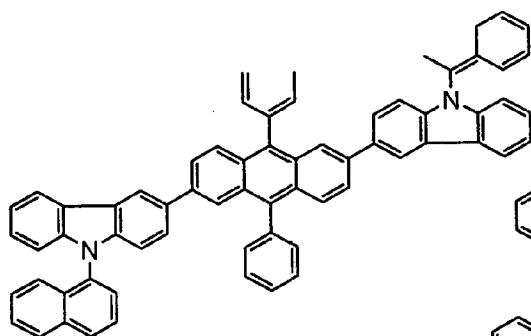
(315)



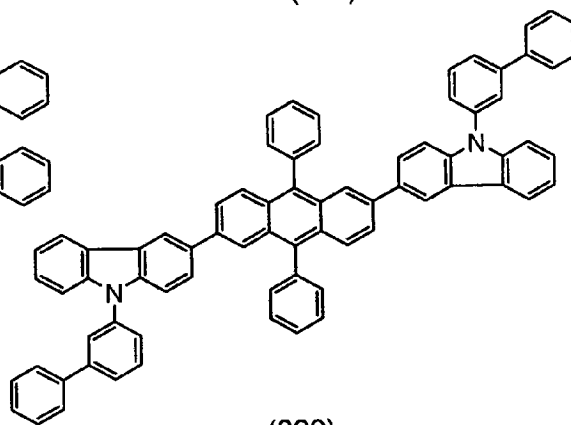
(314)



(316)

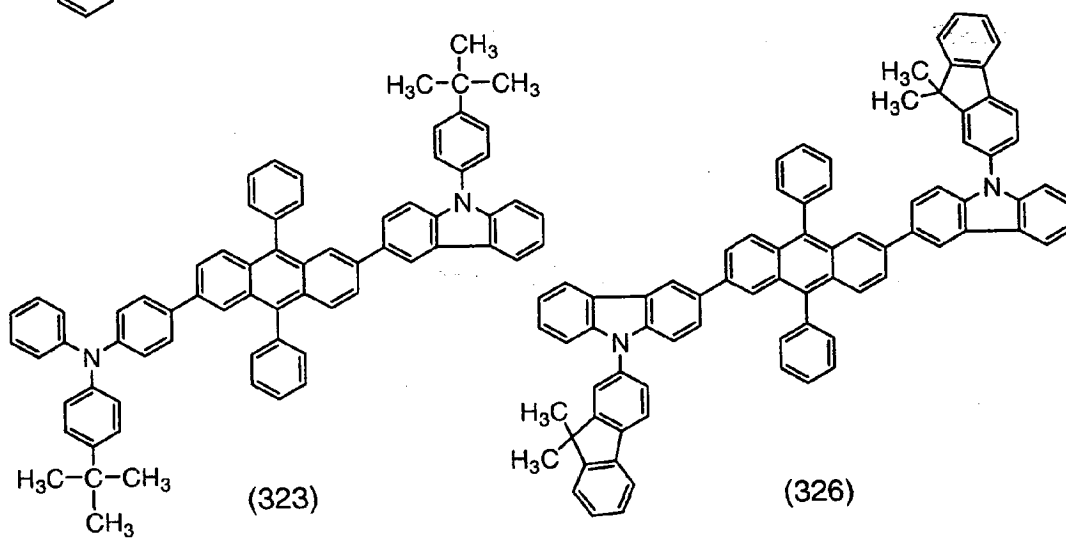
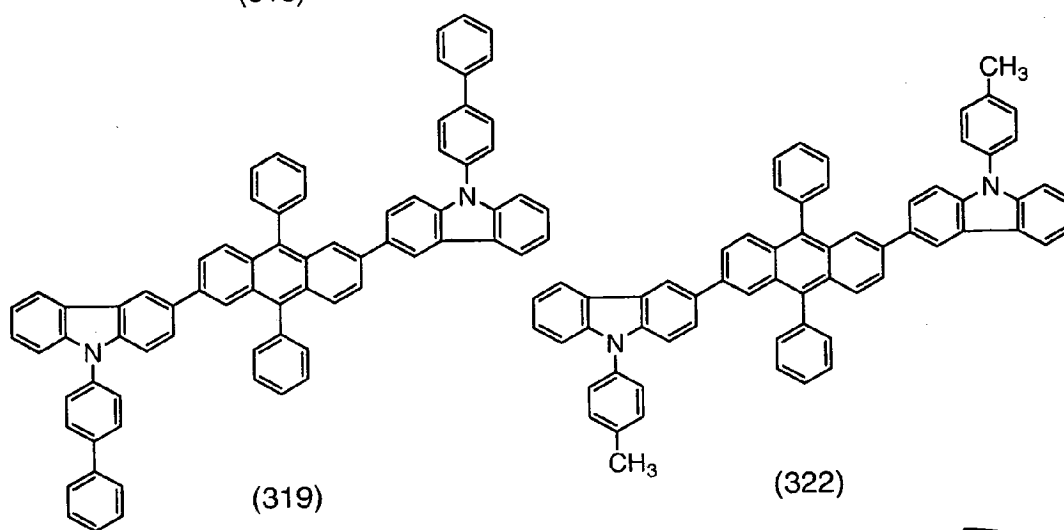
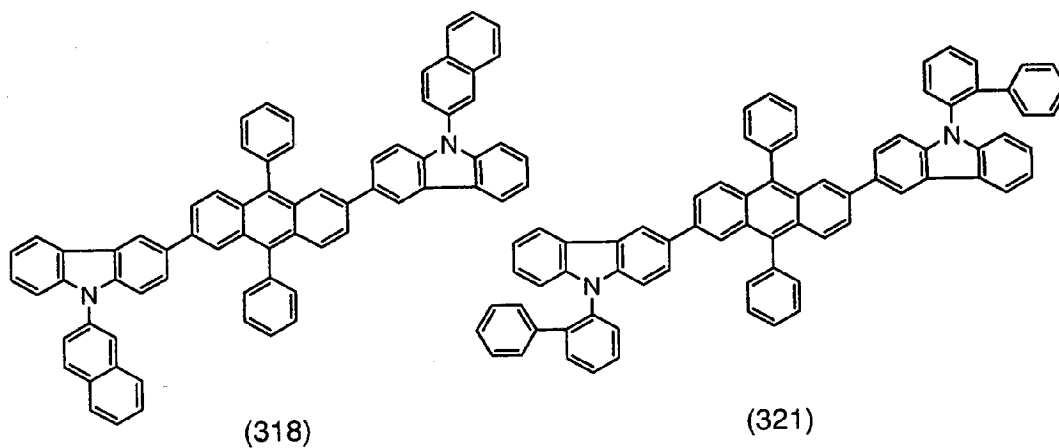


(317)

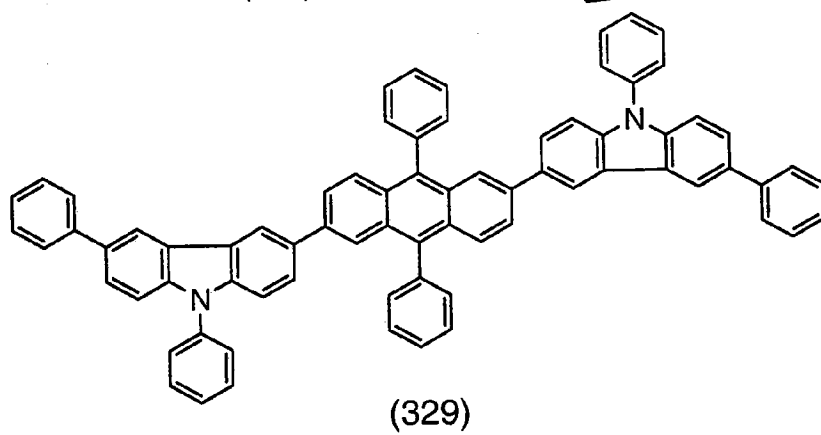
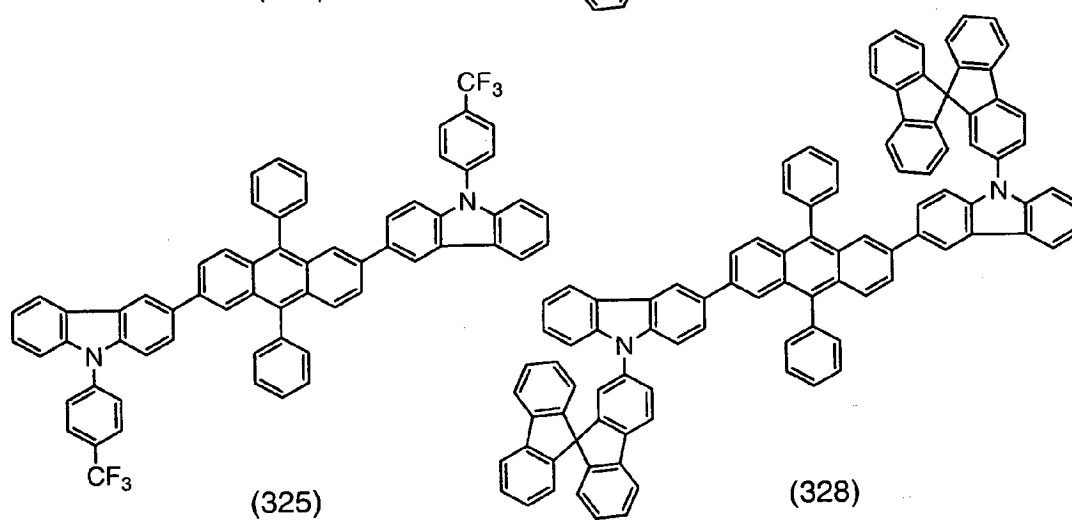
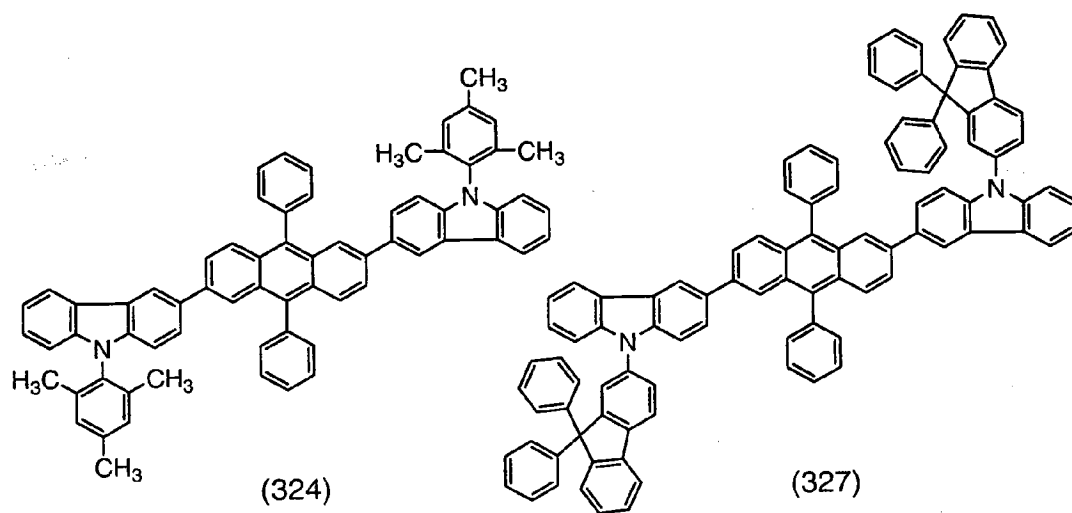


(320)

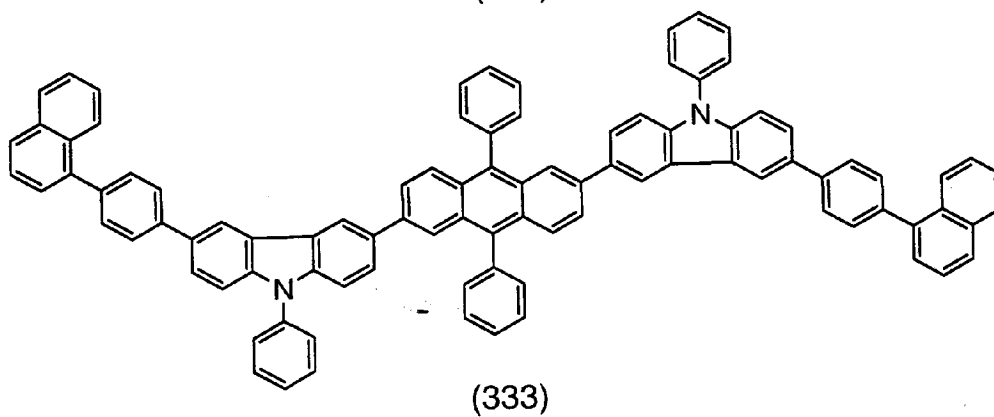
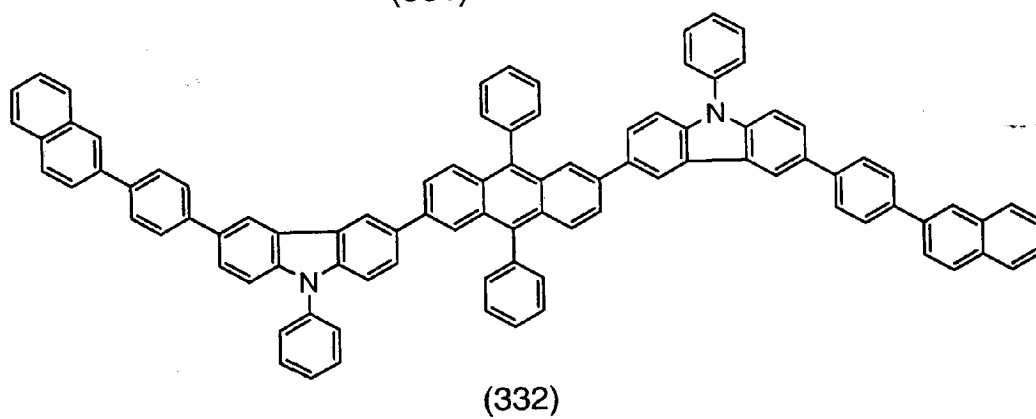
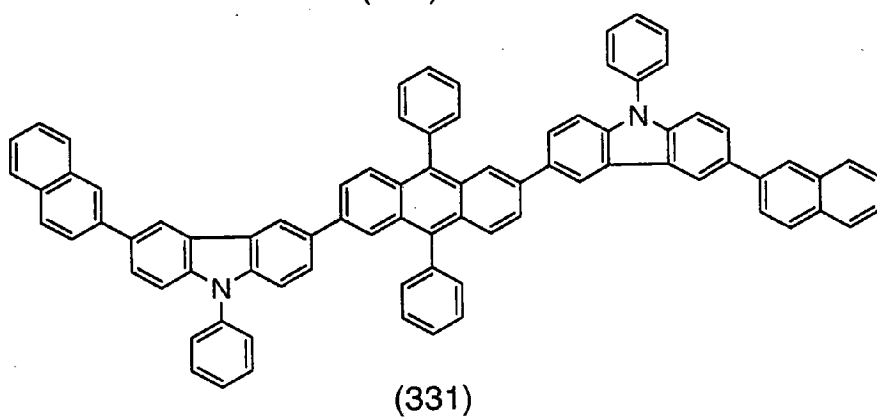
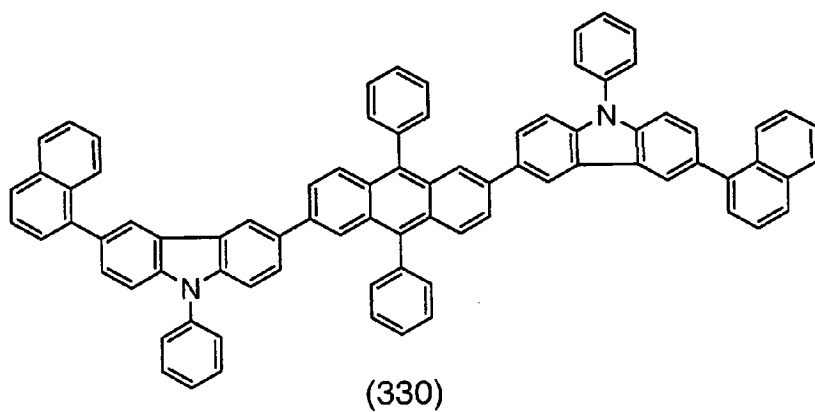
[0230]



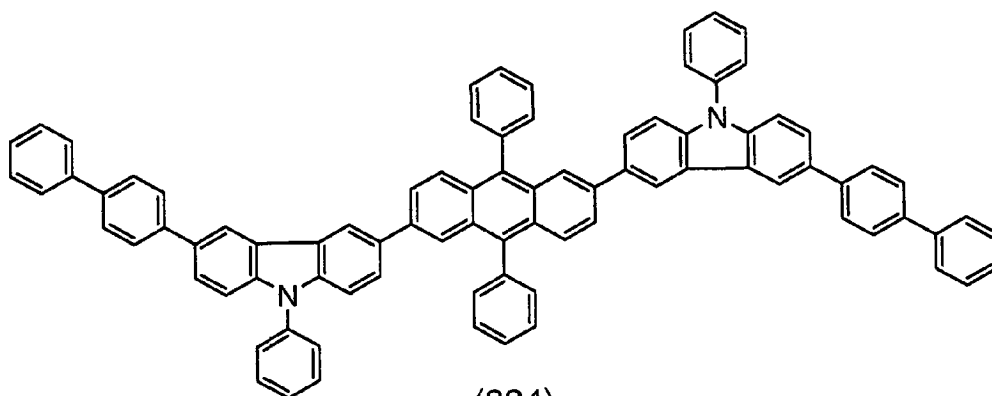
[0231]



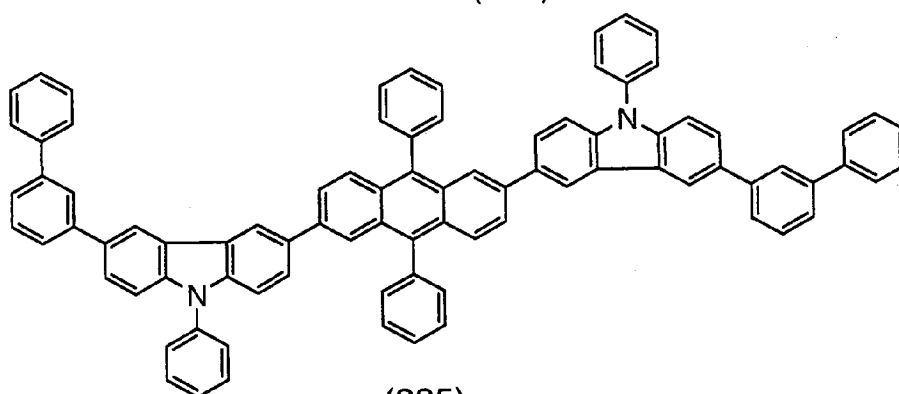
[0232]



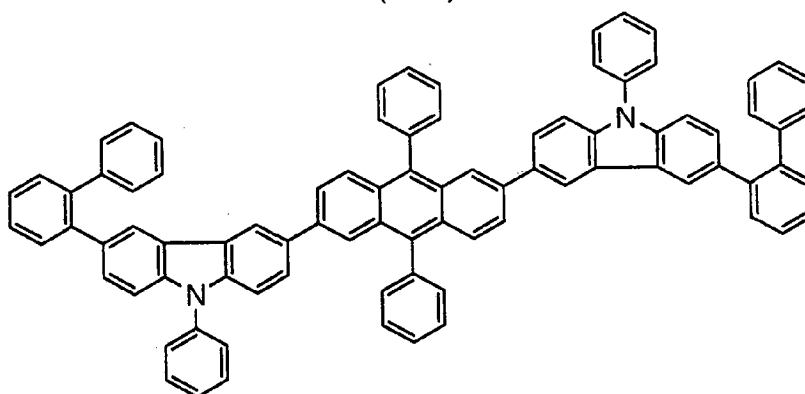
[0233]



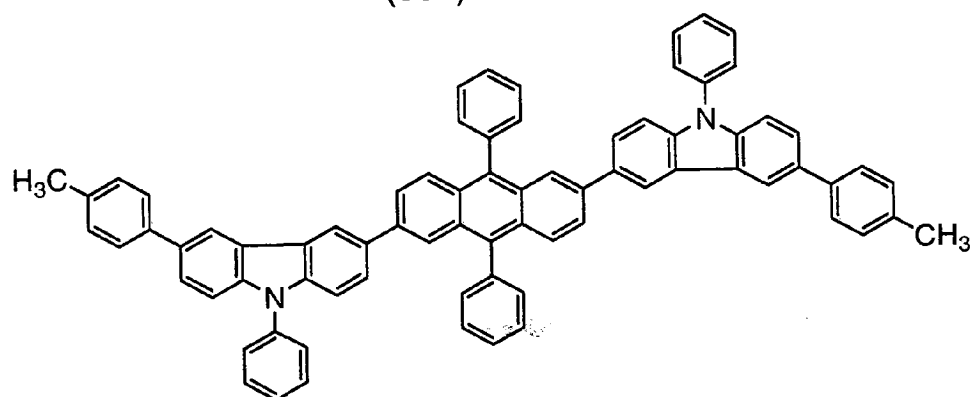
(334)



(335)

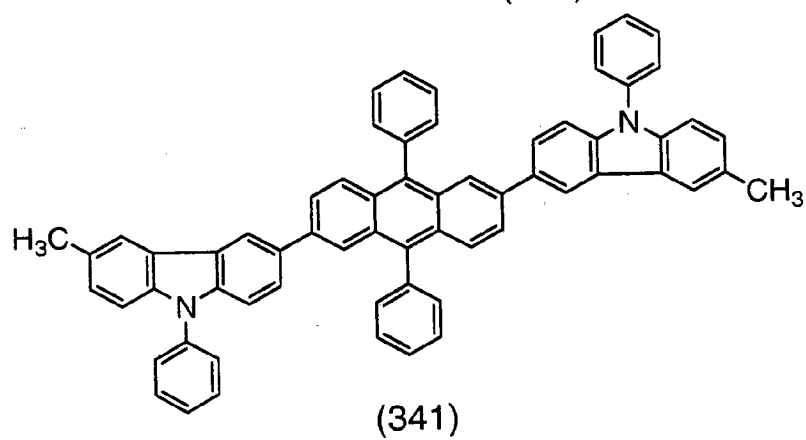
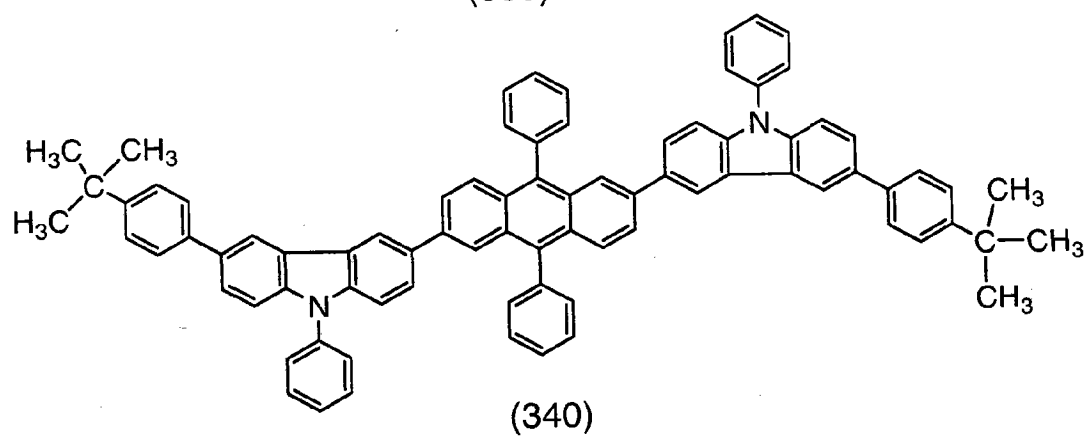
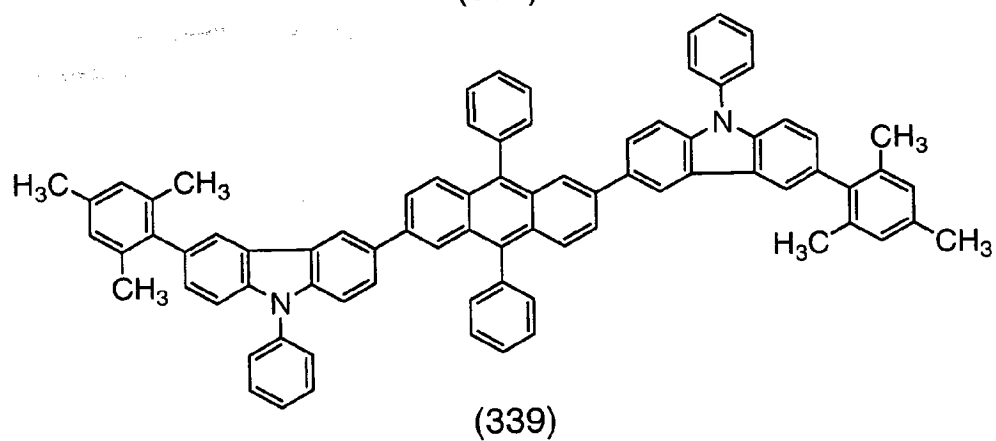
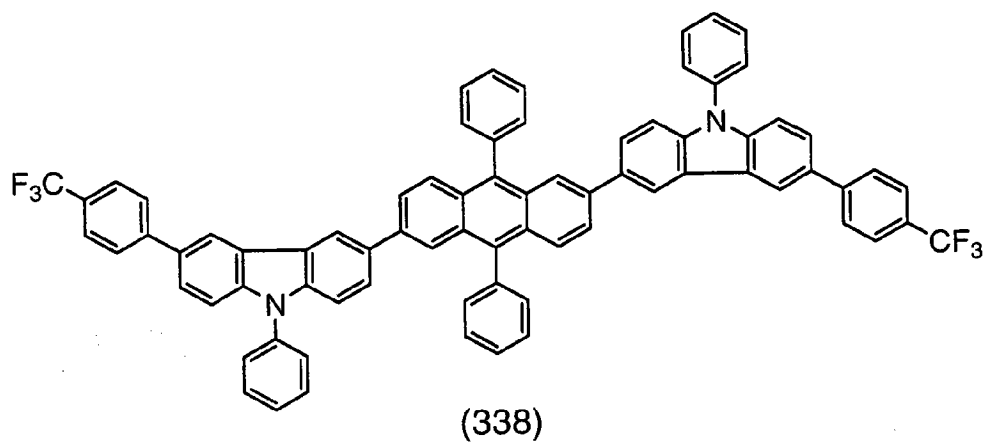


(336)

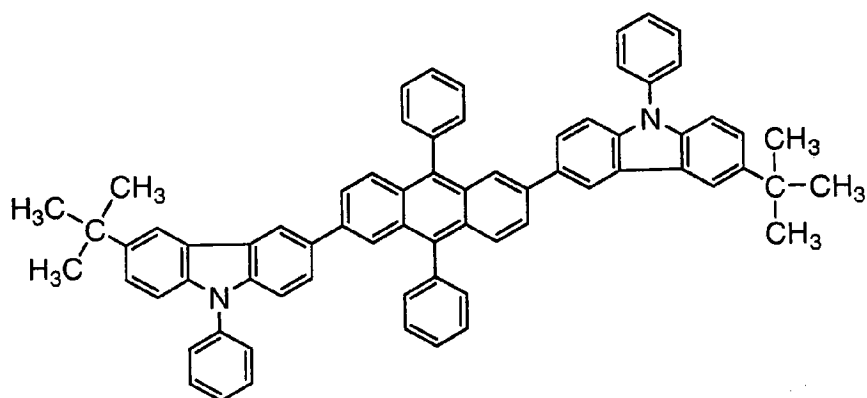


(337)

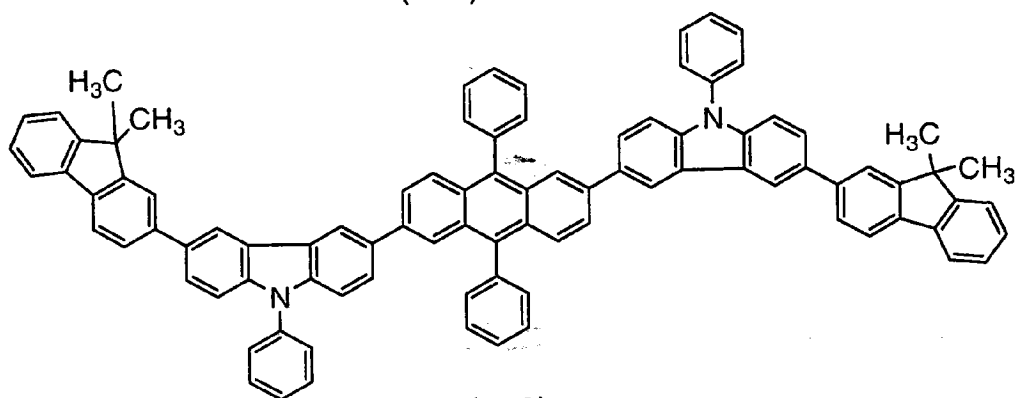
[0234]



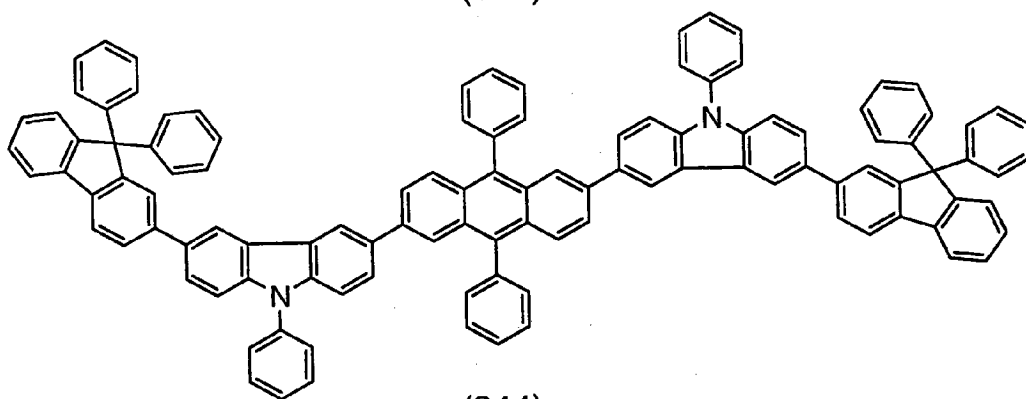
[0235]



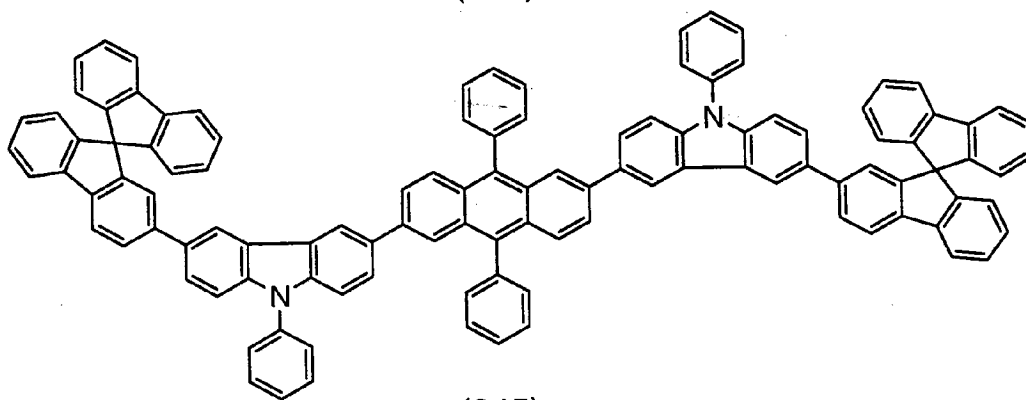
(342)



(343)

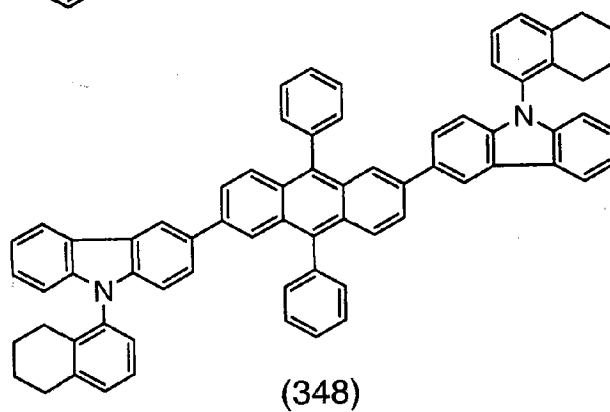
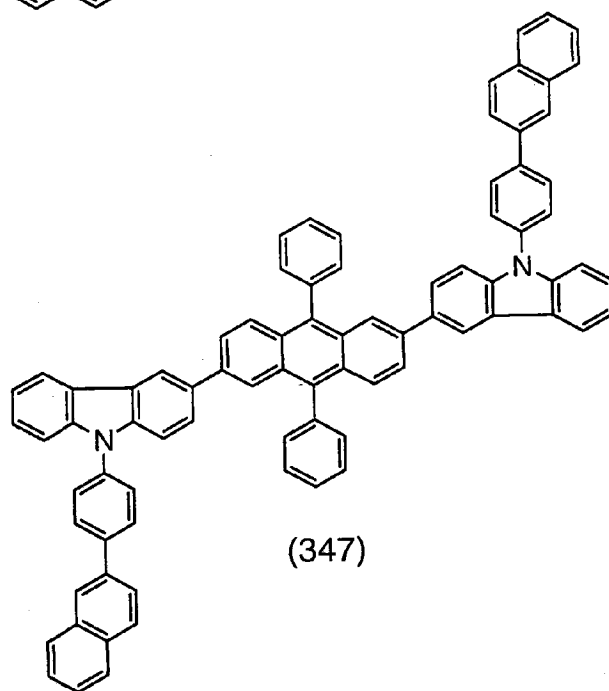
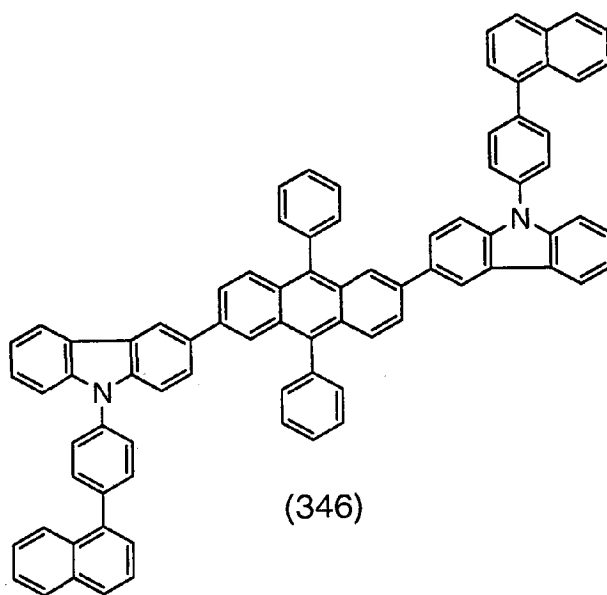


(344)

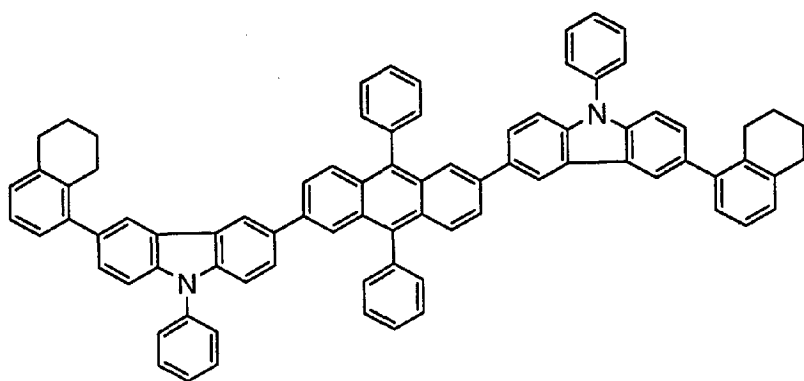


(345)

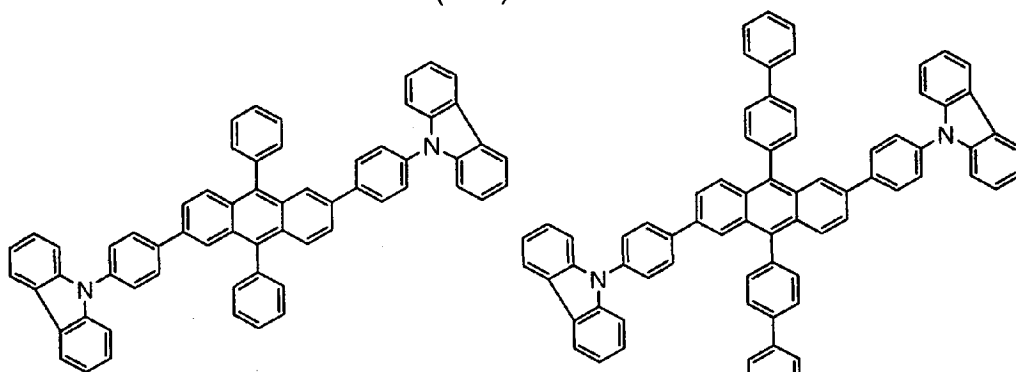
[0236]



[0237]

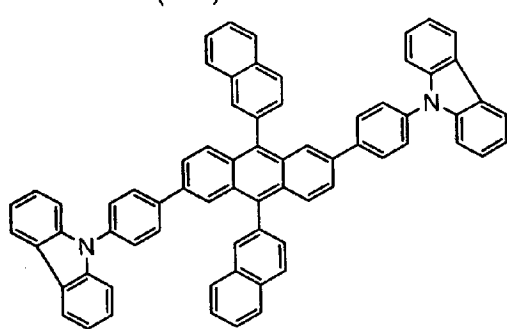


(349)

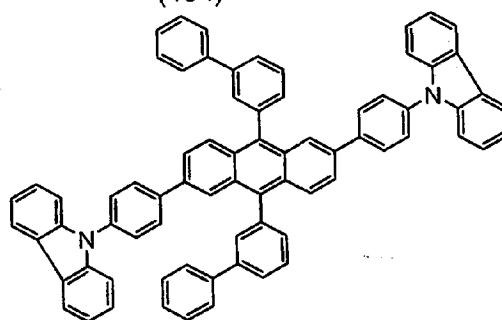


(401)

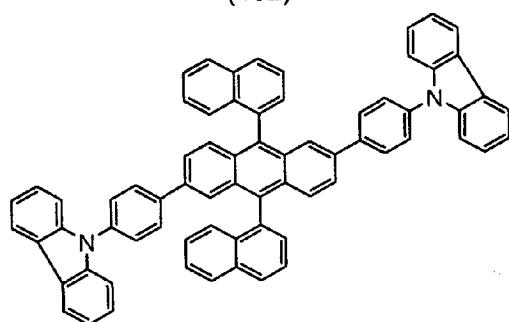
(404)



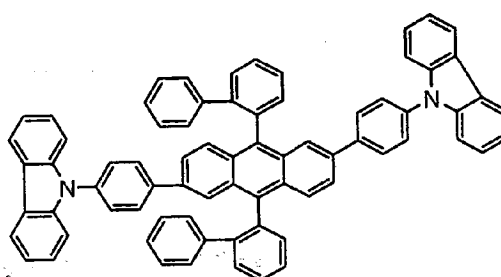
(402)



(405)

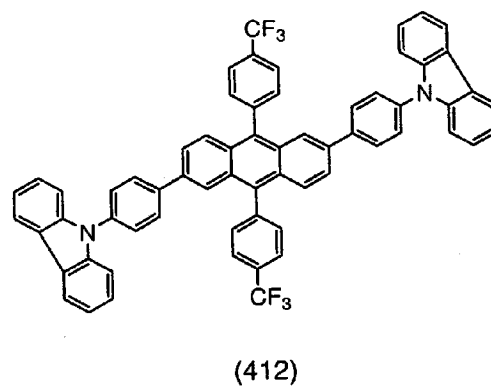
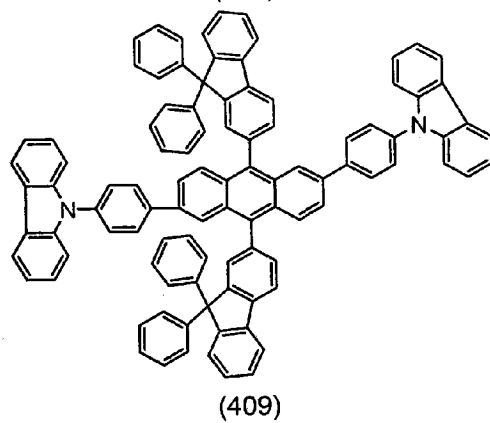
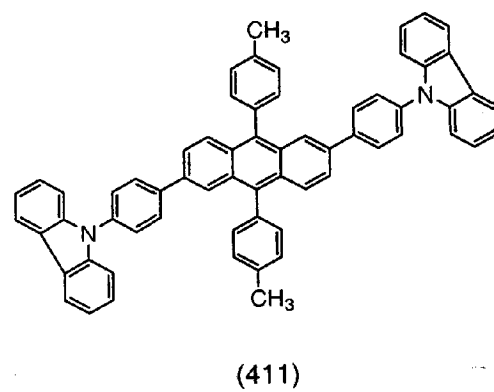
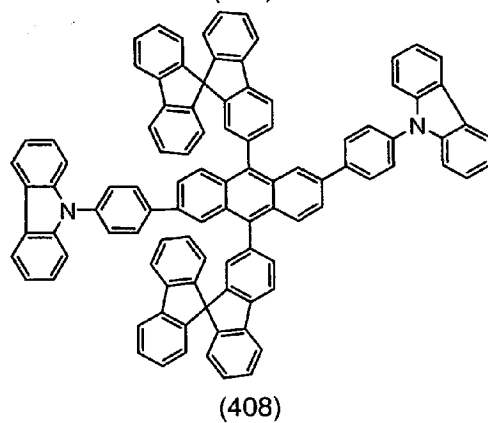
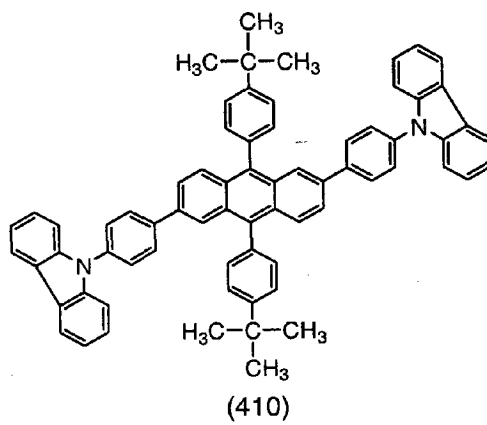
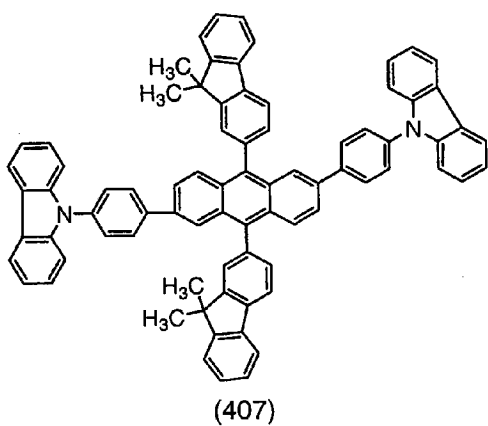


(403)

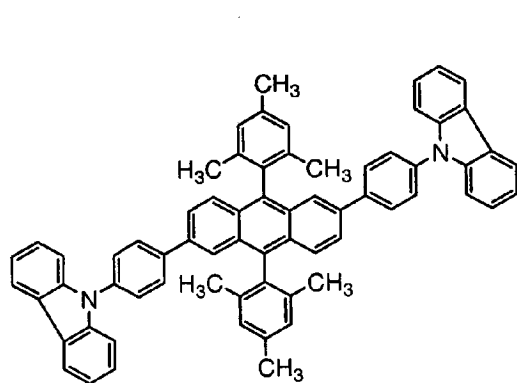


(406)

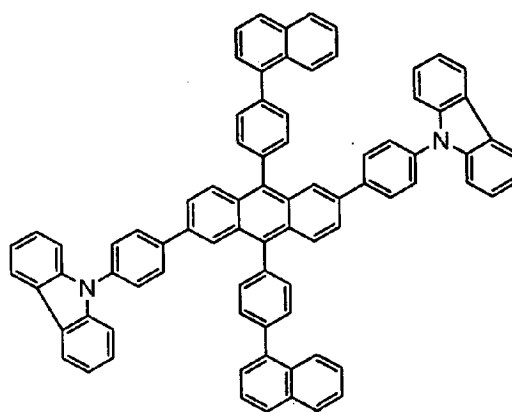
[0238]



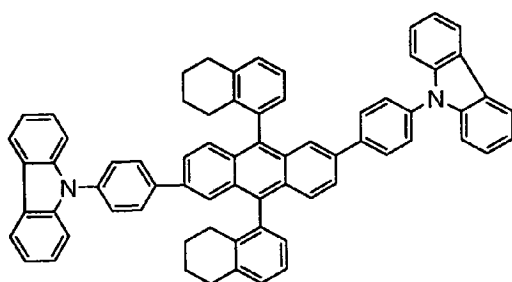
[0239]



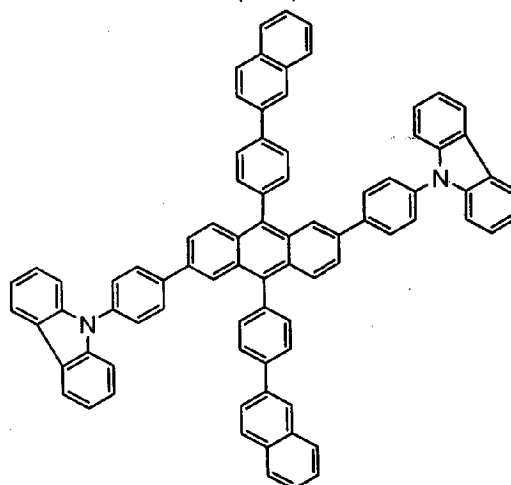
(413)



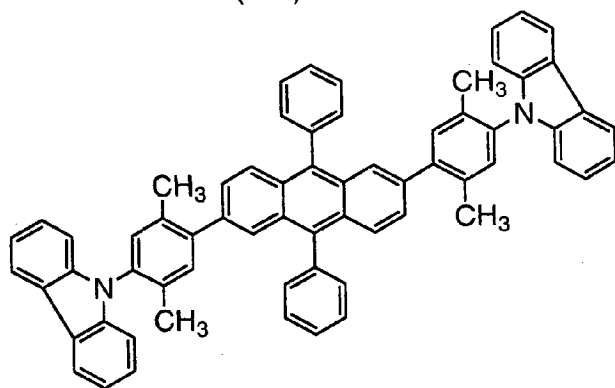
(415)



(414)

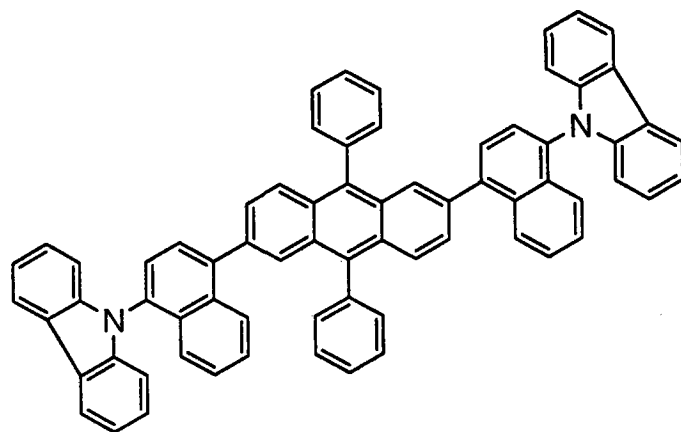


(416)

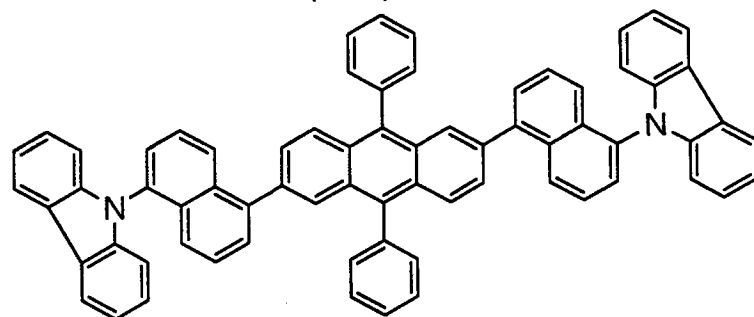


(417)

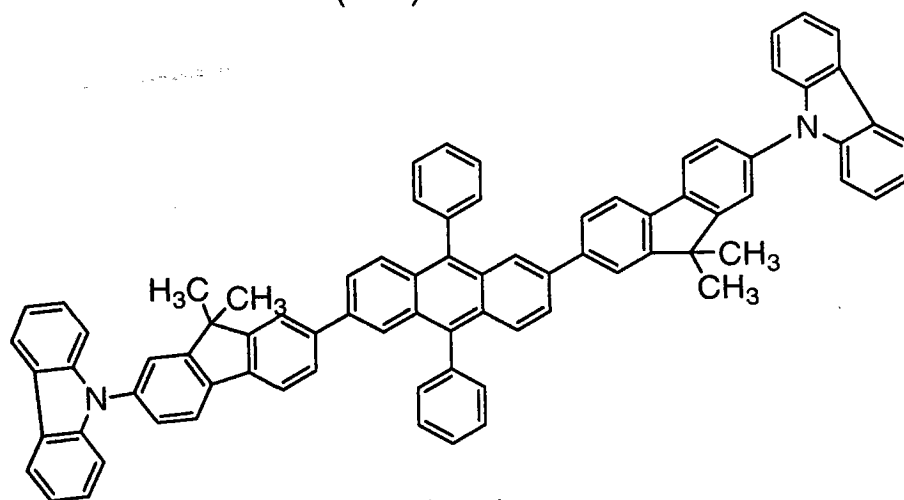
[0240]



(418)

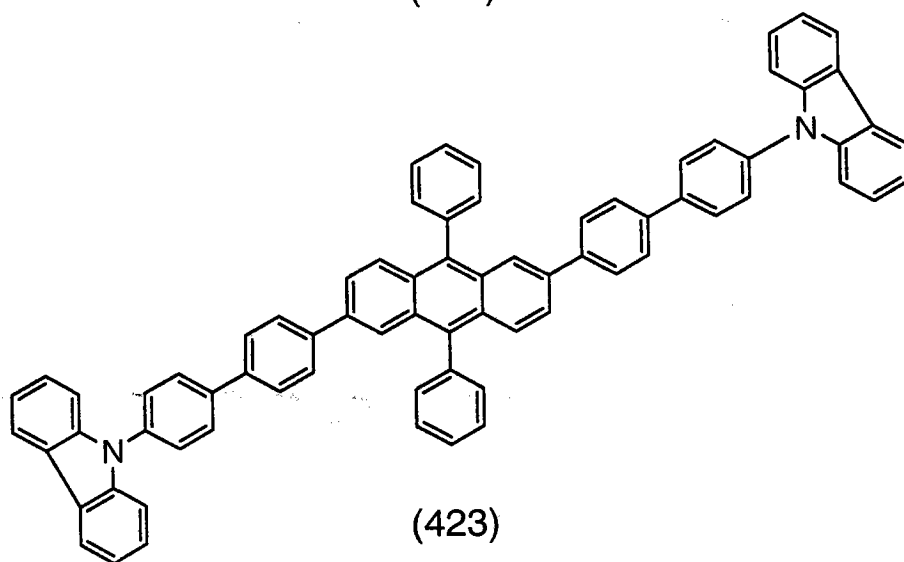
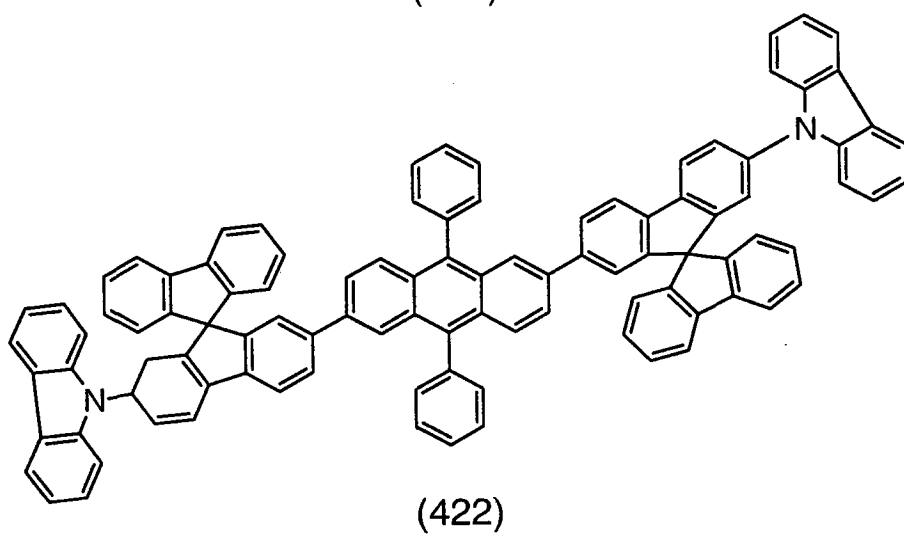
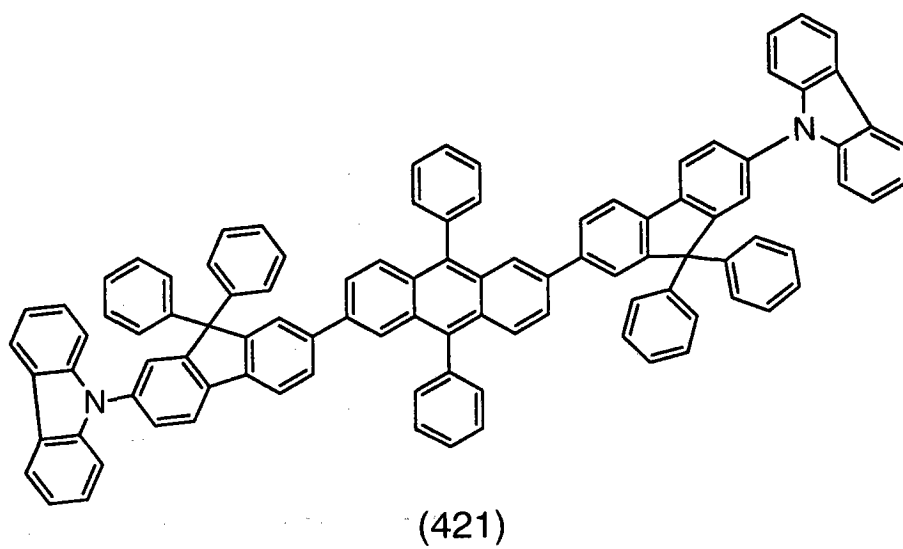


(419)

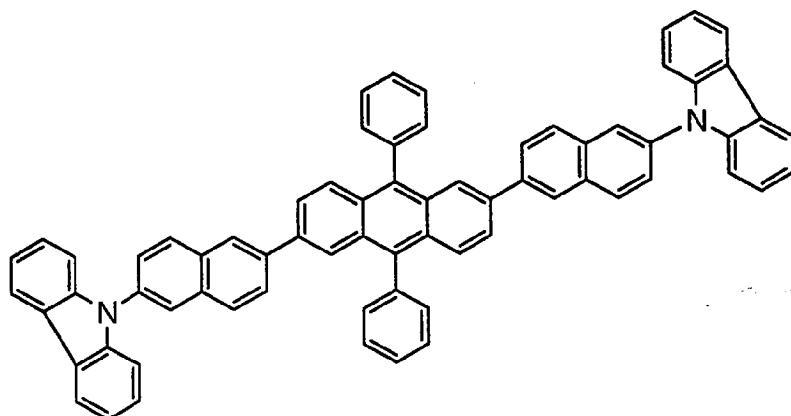


(420)

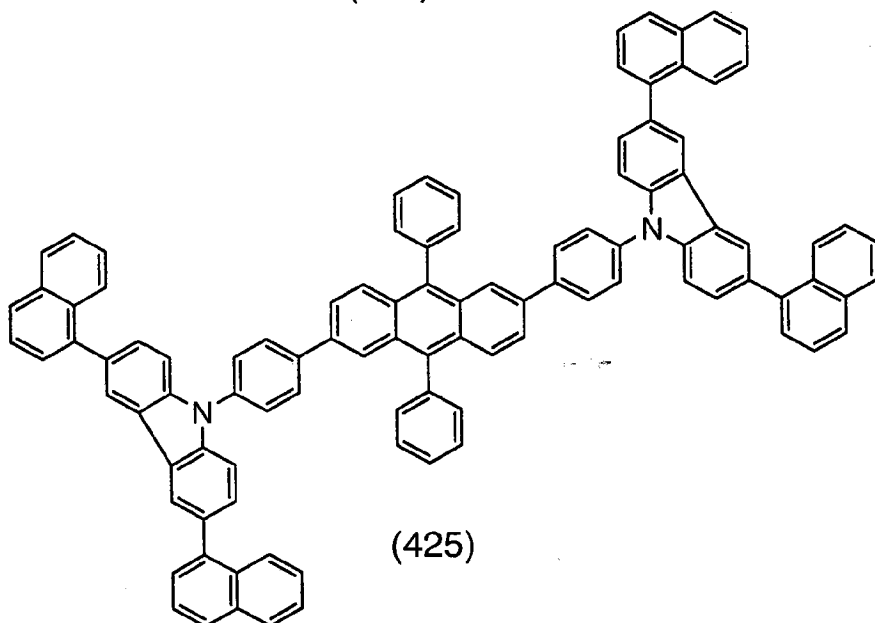
[0241]



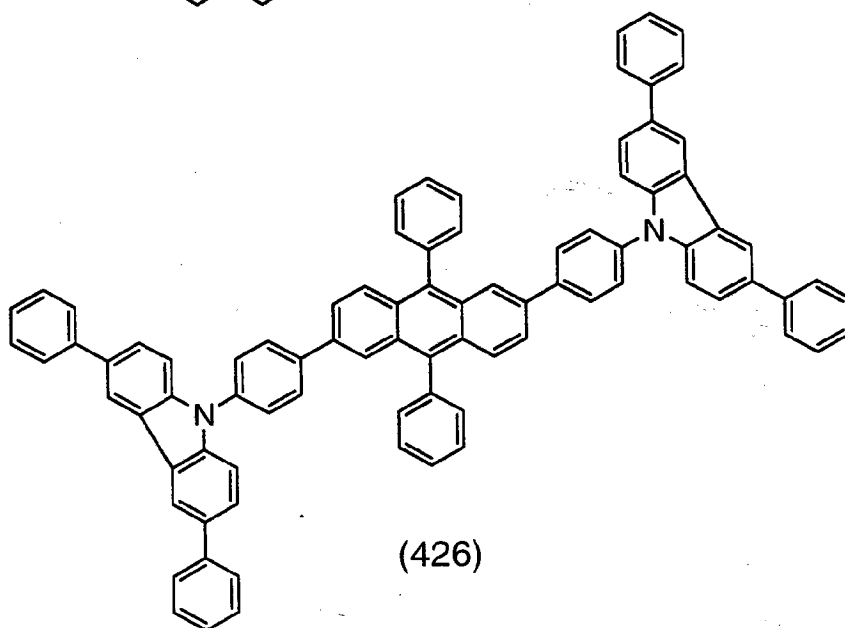
[0242]



(424)

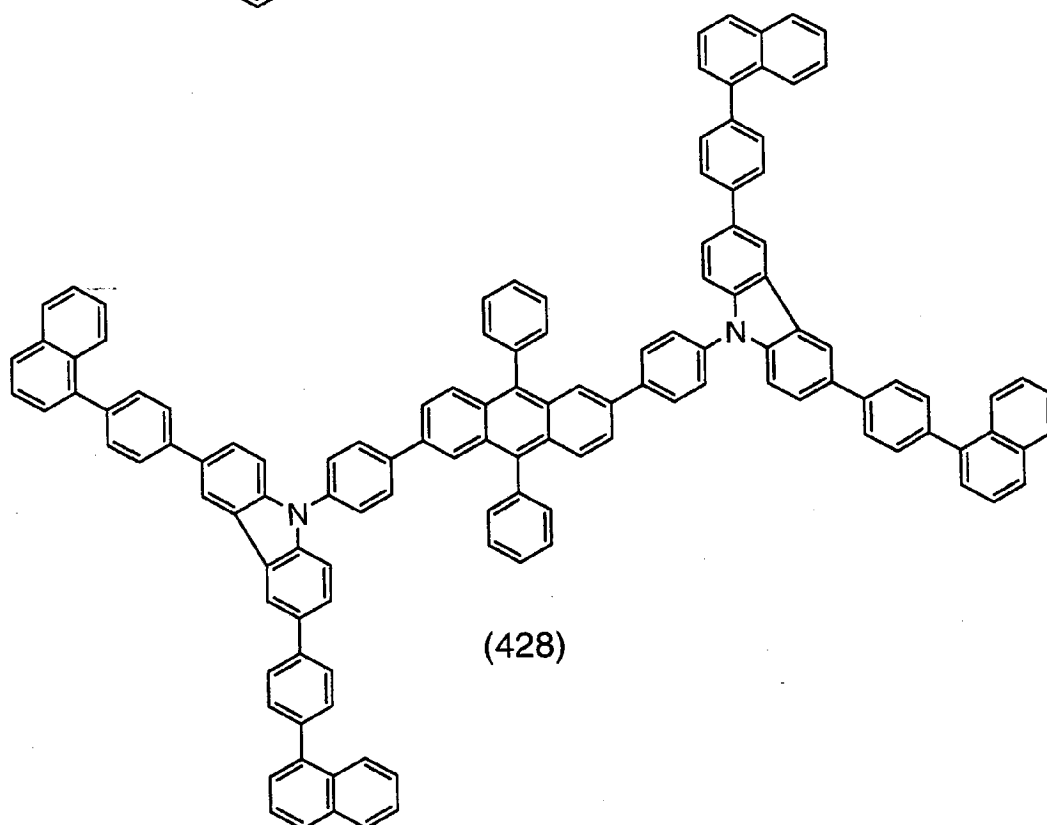
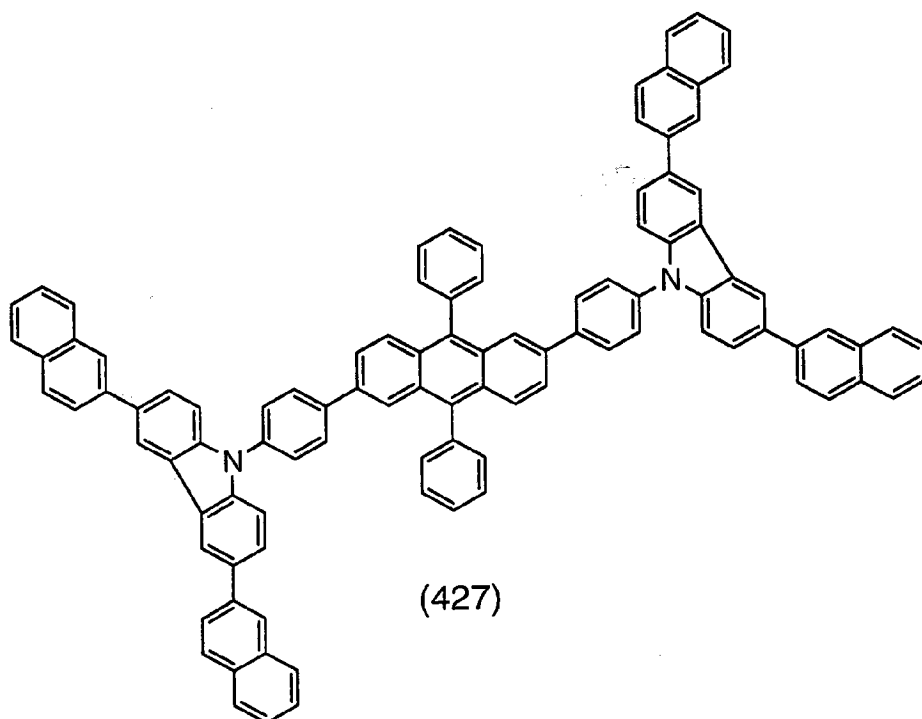


(425)

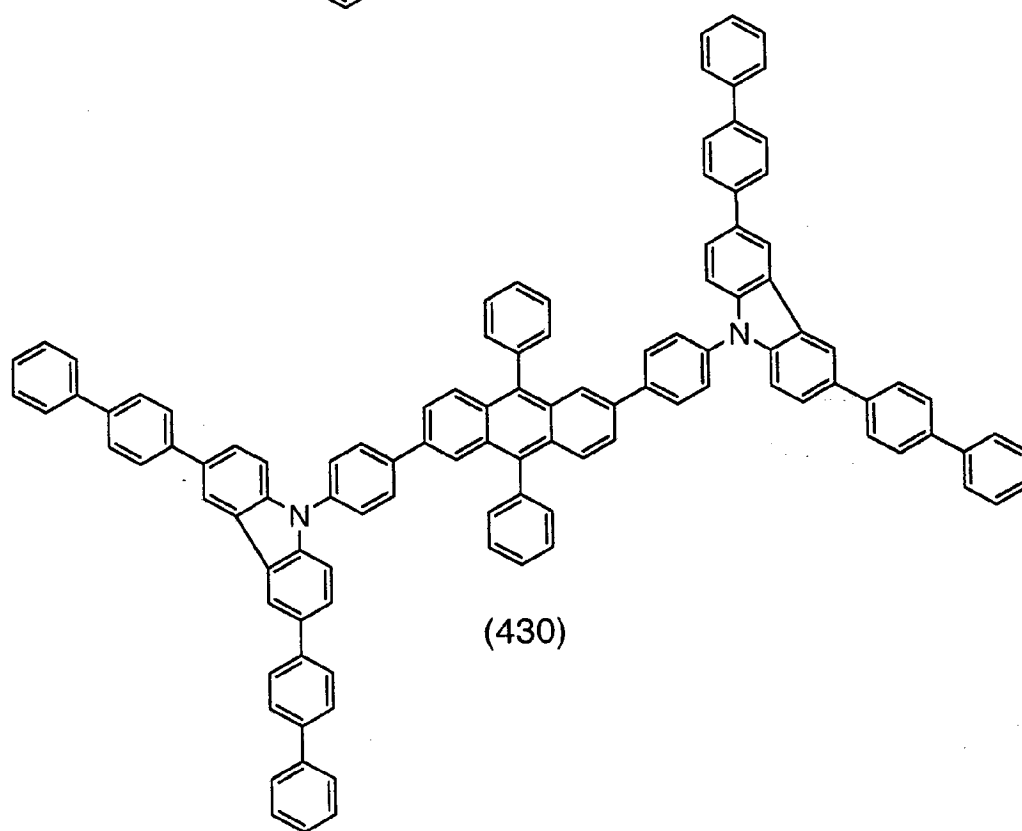
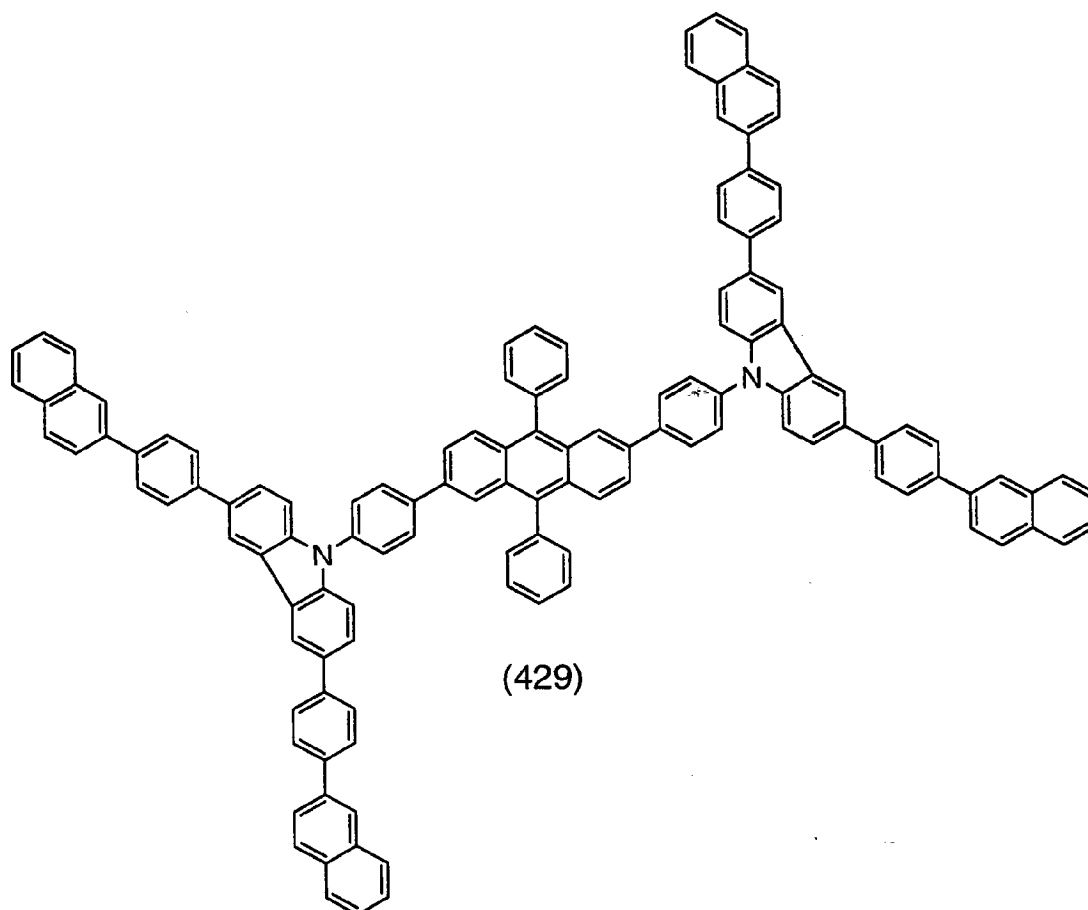


(426)

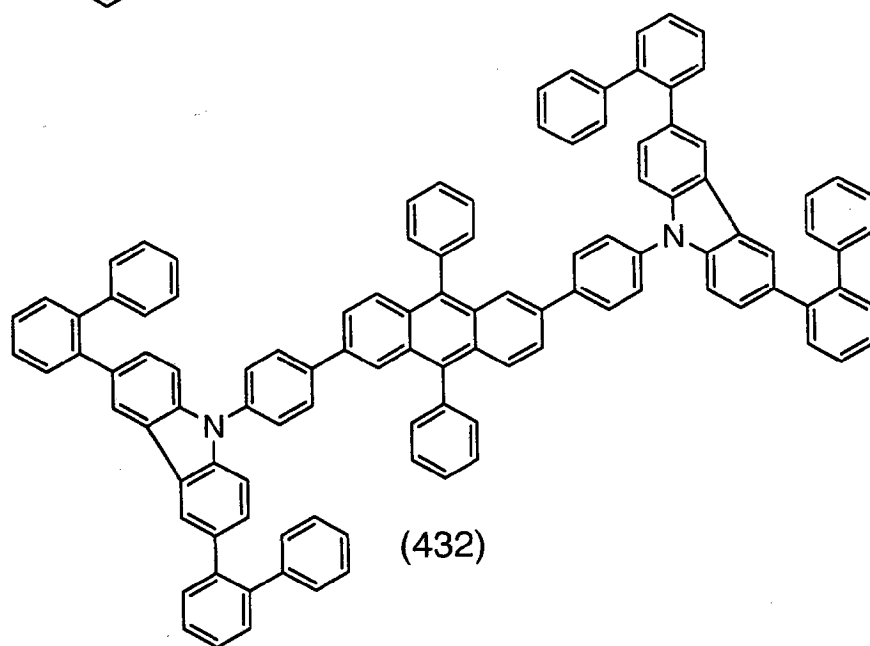
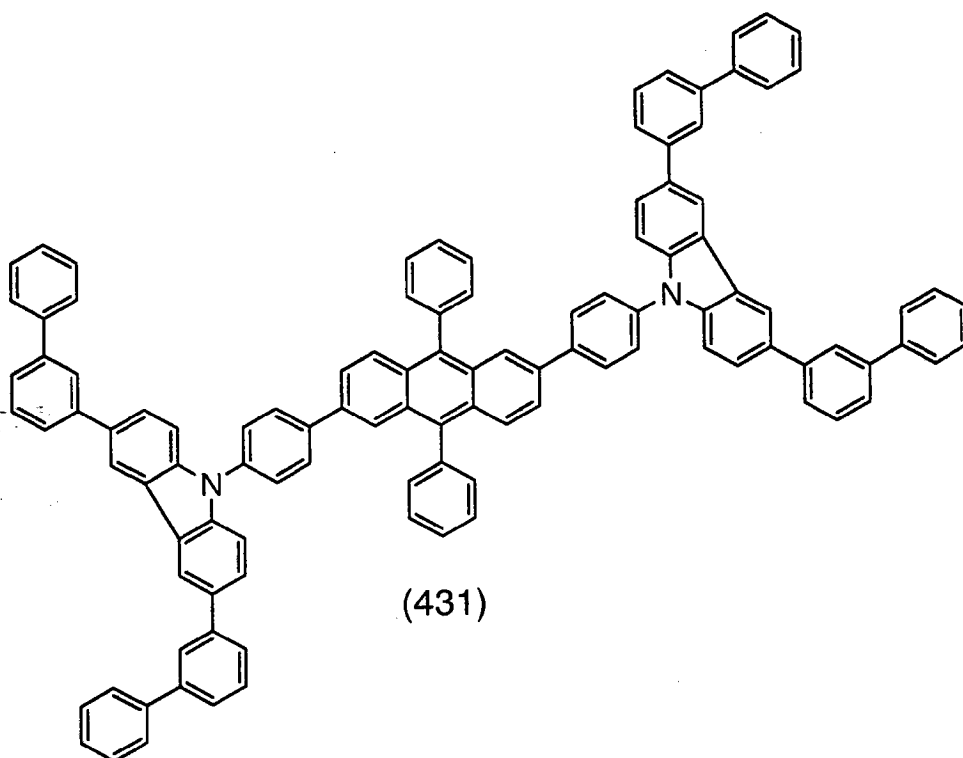
[0243]



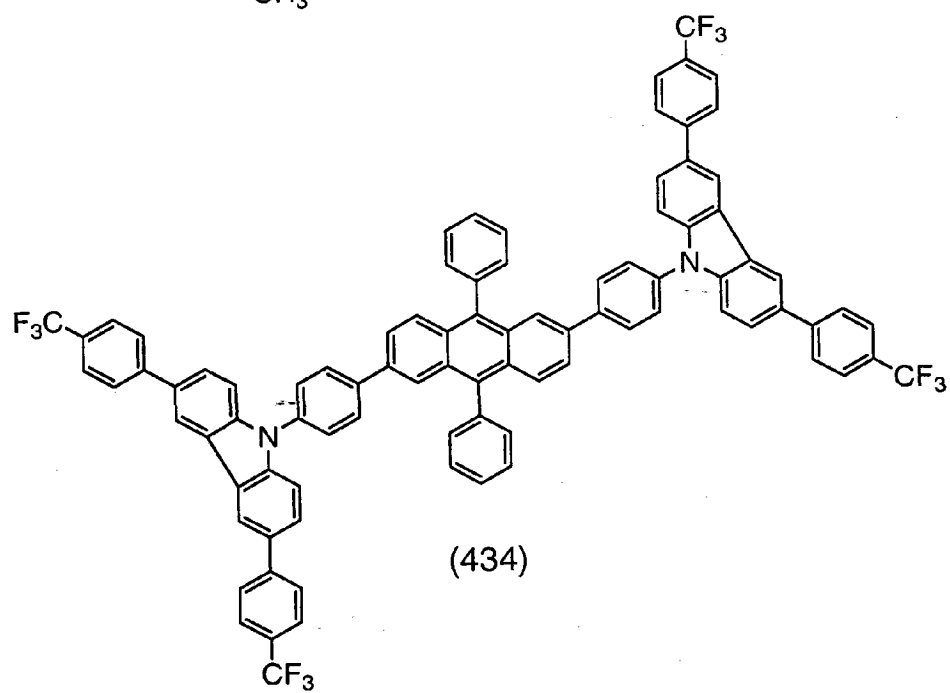
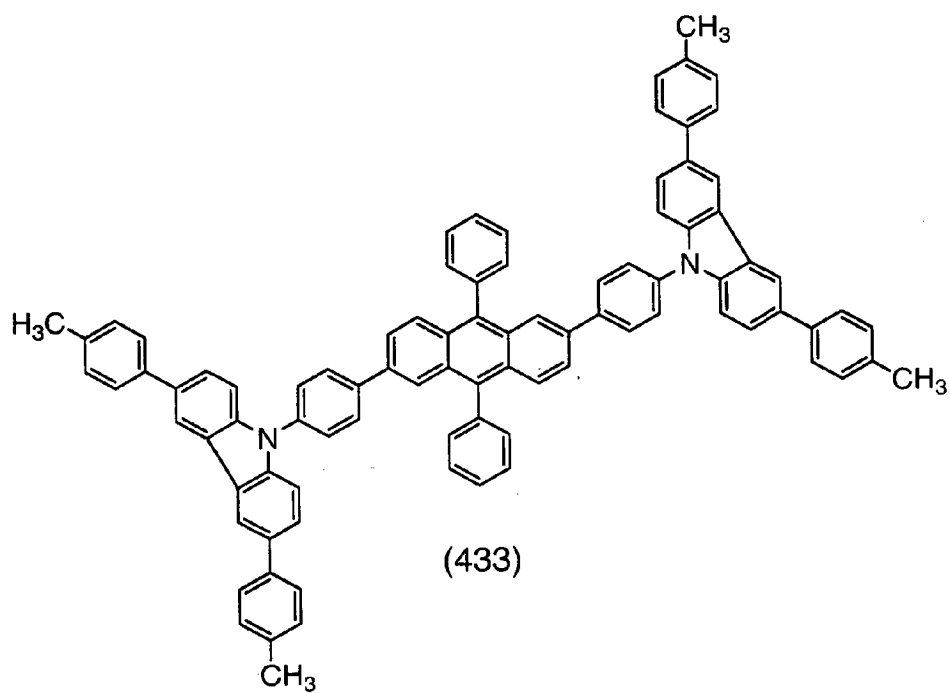
[0244]



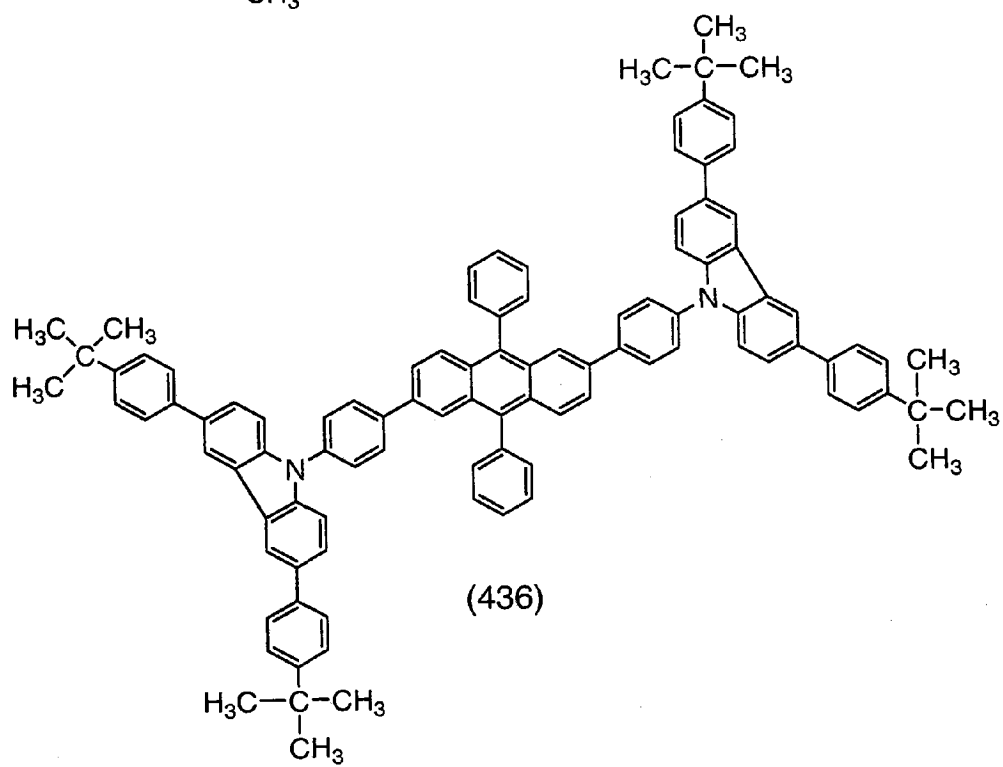
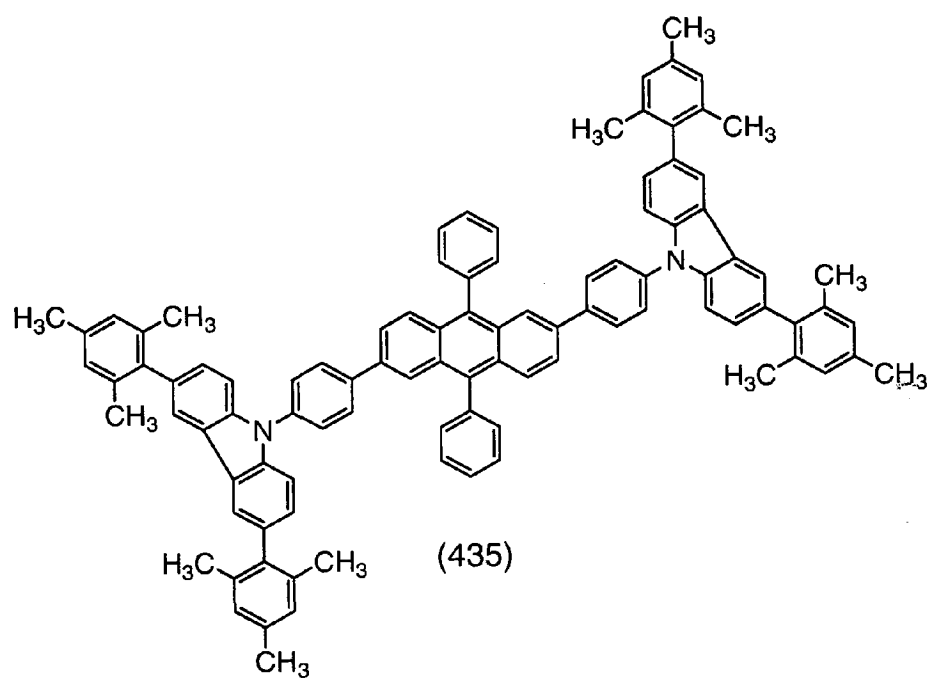
[0245]



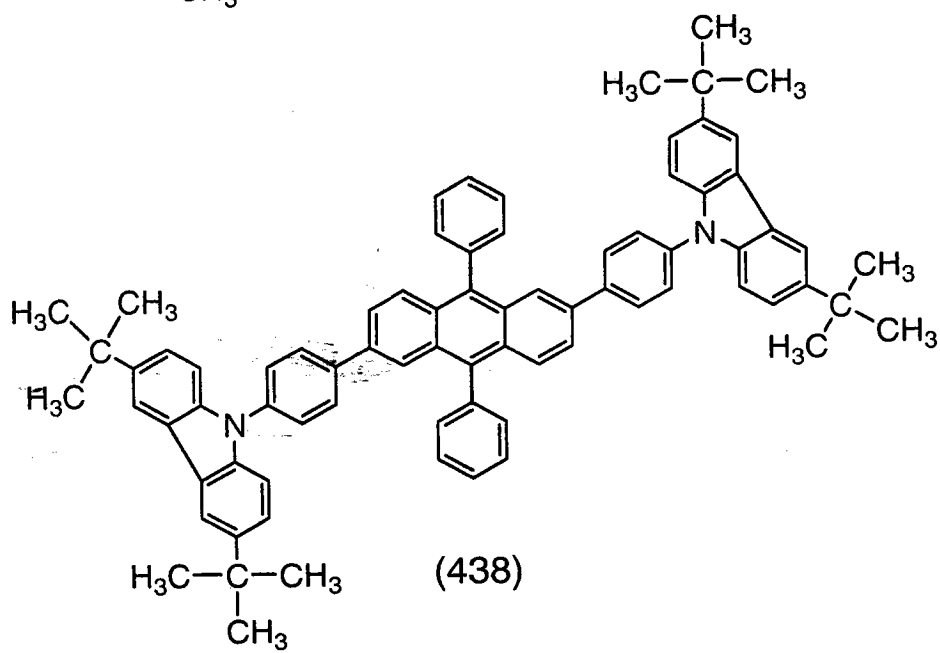
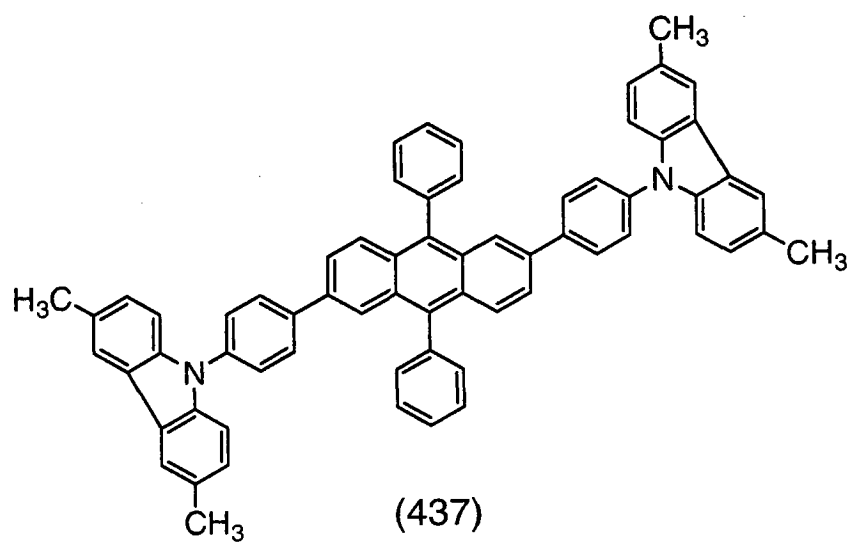
[0246]



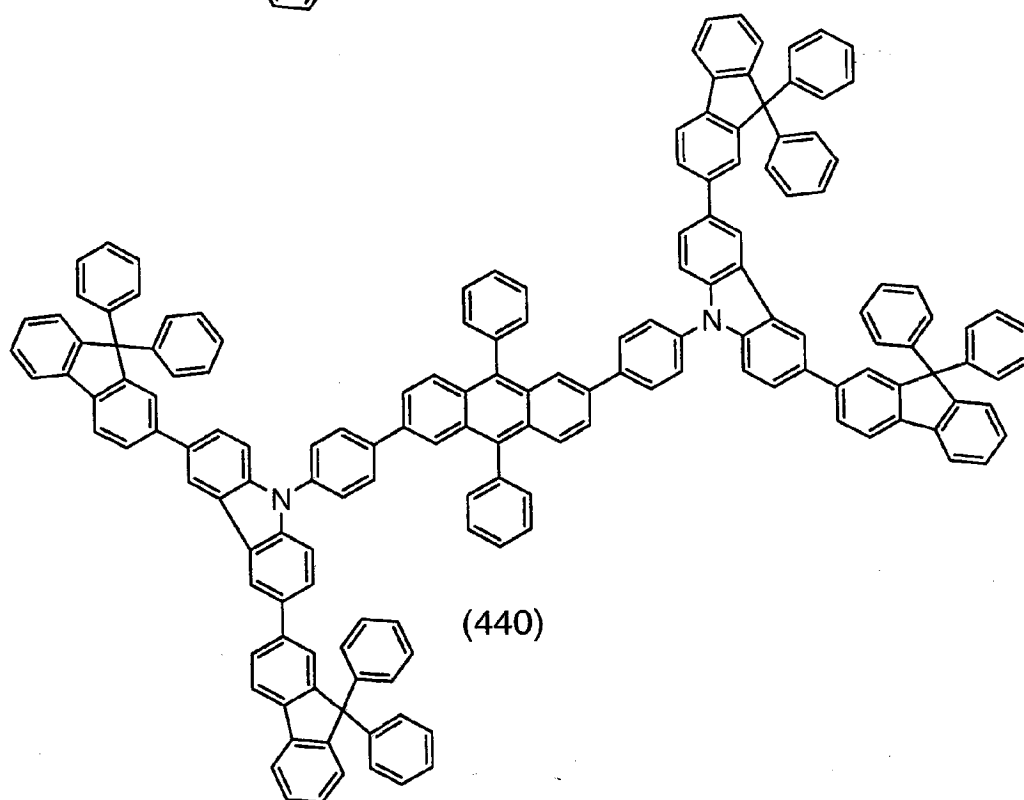
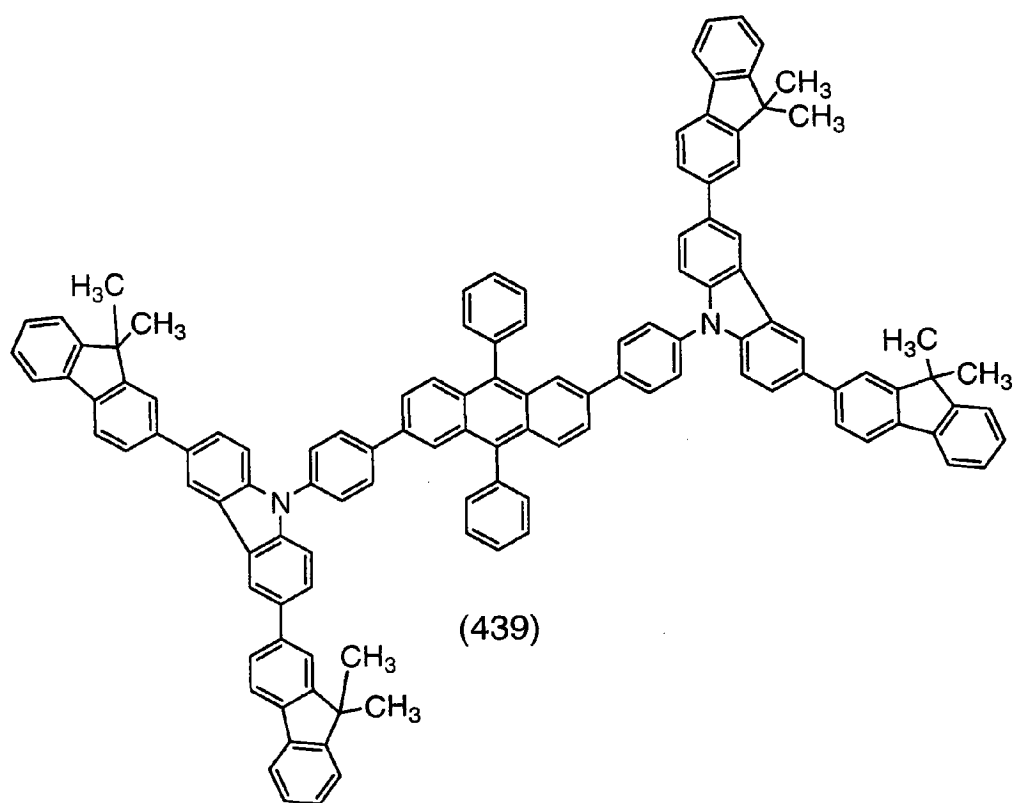
[0247]



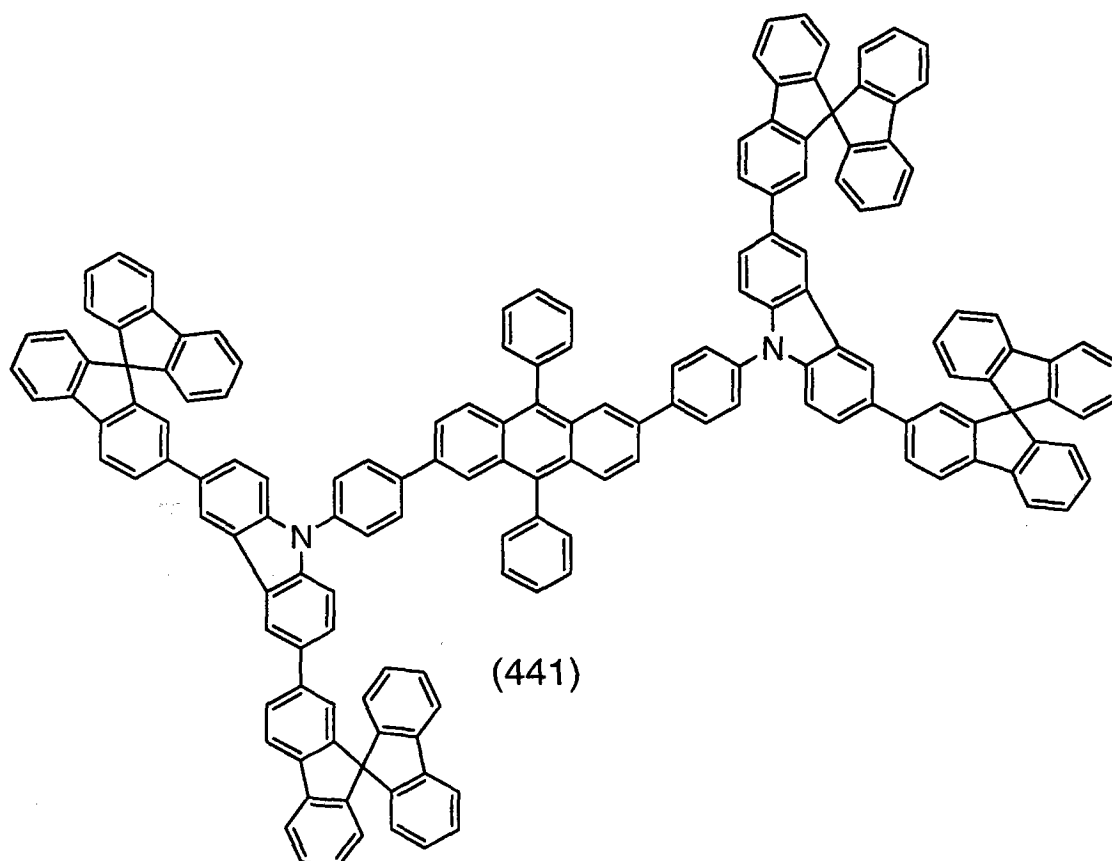
[0248]



[0249]



[0250]



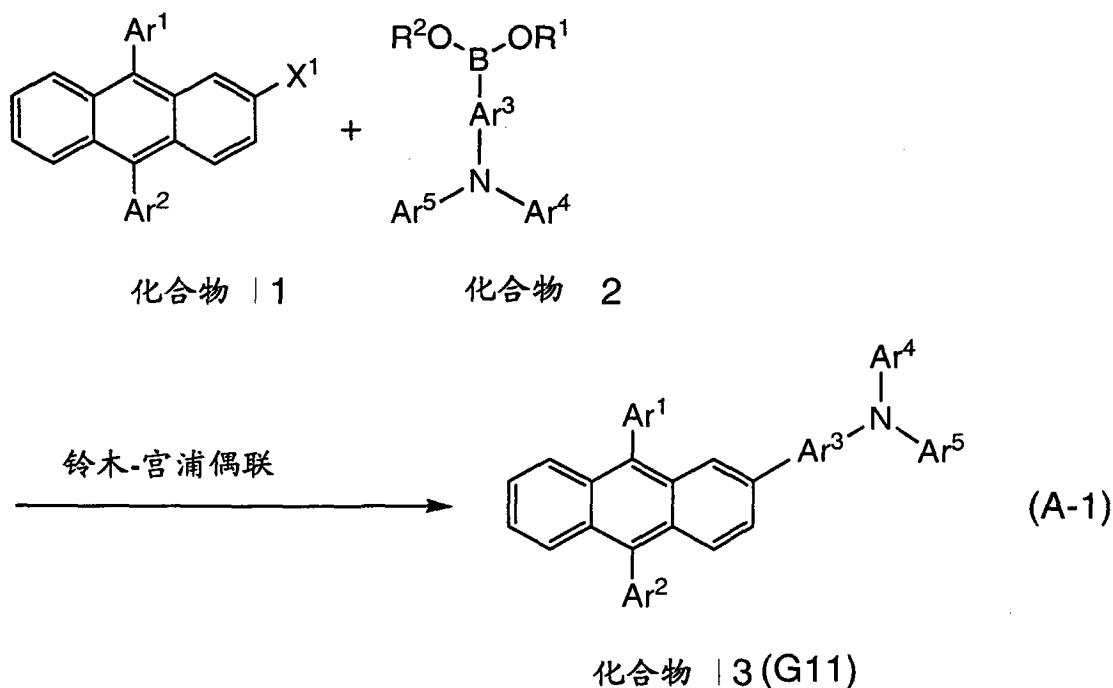
[0251] 结构式 (101) 至 (149) 所示的蒽衍生物是在通式 (G11) 中 Ar^3 和 Ar^4 或 Ar^3 和 Ar^5 之间键合的情况下的具体例子。结构式 (201) 至 (242) 所示的蒽衍生物是在通式 (G11) 中 Ar^4 和 Ar^5 之间键合的情况下的具体例子。

[0252] 结构式 (301) 至 (349) 所示的蒽衍生物是在通式 (G21) 中 Ar^3 和 Ar^4 或 Ar^3 和 Ar^5 之间键合的情况下的具体例子。结构式 (401) 至 (441) 所示的蒽衍生物是在通式 (G21) 中 Ar^4 和 Ar^5 之间键合的情况下的具体例子。

[0253] 多种反应可以应用于本发明的蒽衍生物的合成方法。例如,可以通过下面所述的合成反应合成本发明的蒽衍生物。注意,本发明的蒽衍生物的合成方法不限于下面的合成方法。

[0254] < 由通式 (G11) 表示的蒽衍生物的合成 >

[0255]

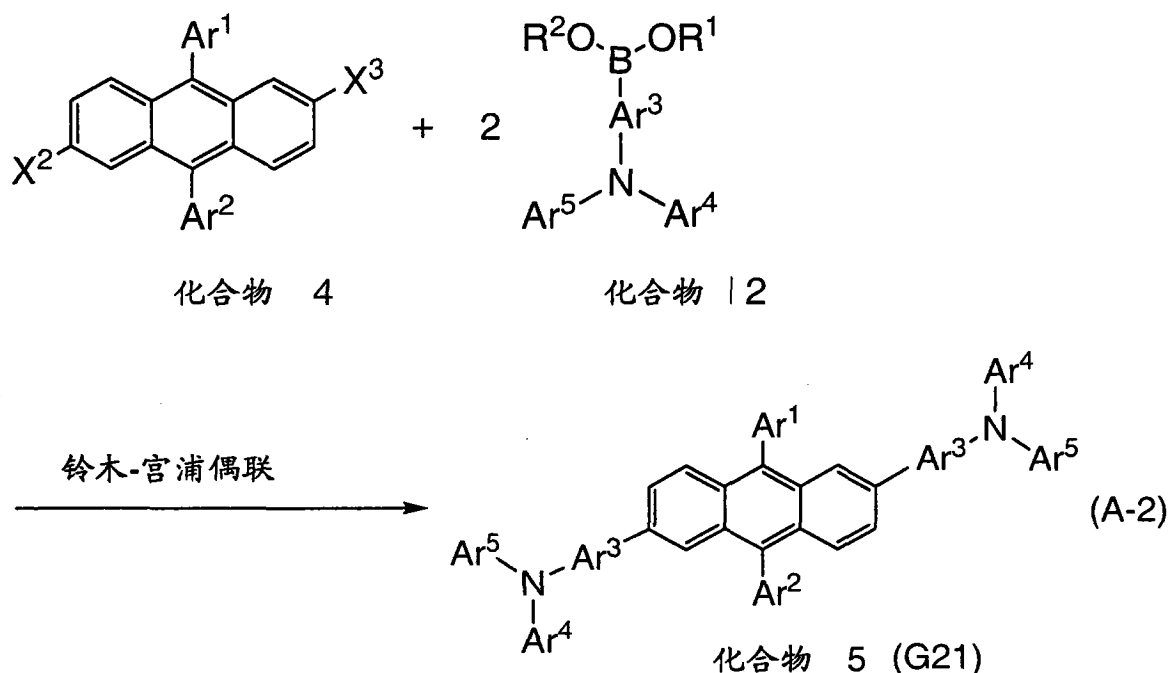


[0256] 如合成方案 (A-1) 所示,通过使用铃木-宫浦反应 (Suzuki-Miyaura reaction) 将蒽衍生物 (化合物 1) 和具有硼酸或有机硼的咪唑衍生物 (化合物 2) 偶联,从而可以获得作为合成目标的蒽衍生物 (化合物 3),其中咪唑骨架结合到 2 位上。在合成方案 (A-1) 中, X^1 表示卤素或者三氟甲磺酸酯基, Ar^1 和 Ar^2 独立地表示取代或无取代的具有 6 至 13 个碳原子的芳基, Ar^3 表示取代或无取代的具有 6 至 13 个碳原子的亚芳基, Ar^4 表示取代或无取代的具有 6 至 13 个碳原子的芳基, Ar^5 表示取代或无取代的具有 6 至 13 个碳原子的芳基,并且 Ar^3 和 Ar^4 、 Ar^3 和 Ar^5 或 Ar^4 和 Ar^5 之间的直接键形成五员环,从而形成咪唑骨架。另外,在 X^1 是卤素的情况下, X^1 优选是氯、溴或碘。

[0257] 在合成方案 (A-1) 中可以使用的钯催化剂的例子包括但不限于醋酸钯 (II)、四(三苯基膦)钯 (0) 等。在合成方案 (A-1) 中可以使用的钯催化剂的配体的例子包括但不限于三(邻-甲基)膦、三苯膦、三环己基膦等。在合成方案 (A-1) 中可以使用的碱的例子包括但不限于有机碱如叔丁醇钠、无机碱如碳酸钾等。在合成方案 (A-1) 中可以使用的溶剂的例子包括但不限于甲苯和水的混合溶剂;甲苯、醇例如乙醇和水的混合溶剂;二甲苯和水的混合溶剂;二甲苯、醇例如乙醇和水的混合溶剂;苯和水的混合溶剂;苯、醇例如乙醇和水的混合溶剂;醚例如乙二醇二甲醚和水的混合溶剂等。另外,更优选使用甲苯和水的混合溶剂或者甲苯、乙醇和水的混合溶剂。

[0258] < 由通式 (G21) 表示的蒽衍生物的合成 >

[0259]



[0260] 如合成方案 (A-2) 所示,通过使用铃木-宫浦反应将蒽衍生物(化合物 4)和具有硼酸或有机硼的咪唑衍生物(化合物 2)偶联,从而可以获得作为合成目标的蒽衍生物(化合物 5),其中两个咪唑骨架结合到 2 位和 6 位上。在合成方案 (A-2) 中, X^2 和 X^3 独立地表示卤素或者三氟甲磺酸酯基, Ar^1 和 Ar^2 独立地表示取代或无取代的具有 6 至 13 个碳原子的芳基, Ar^3 表示取代或无取代的具有 6 至 13 个碳原子的亚芳基, Ar^4 表示取代或无取代的具有 6 至 13 个碳原子的芳基, Ar^5 表示取代或无取代的具有 6 至 13 个碳原子的芳基,并且 Ar^3 和 Ar^4 、 Ar^3 和 Ar^5 或 Ar^4 和 Ar^5 之间的直接键形成五员环,从而形成咪唑骨架。另外,在 X^2 和 X^3 各自是卤素的情况下, X^2 和 X^3 优选是氯、溴或碘并且可彼此相同或不同。

[0261] 在合成方案 (A-2) 中可以使用的钯催化剂的例子包括但不限于醋酸钯 (II)、四(三苯基膦)钯 (0) 等。在合成方案 (A-2) 中可以使用的钯催化剂的配体的例子包括但不限于三(邻-甲苯基)膦、三苯基膦、三环己基膦等。在合成方案 (A-2) 中可以使用的碱的例子包括但不限于有机碱如叔丁醇钠、无机碱如碳酸钾等。在合成方案 (A-2) 中可以使用的溶剂的例子包括但不限于甲苯和水的混合溶剂;甲苯、醇例如乙醇和水的混合溶剂;二甲苯和水的混合溶剂;二甲苯、醇例如乙醇和水的混合溶剂;苯和水的混合溶剂;苯、醇例如乙醇和水的混合溶剂;醚例如乙二醇二甲醚和水的混合溶剂等。另外,更优选使用甲苯和水的混合溶剂或者甲苯、乙醇和水的混合溶剂。

[0262] 本发明的蒽衍生物以高的色纯度发射蓝光。因此,每种蒽衍生物均适合用于发光元件中。另外,本发明的蒽衍生物对重复的氧化反应和还原反应是稳定的。因此,通过将本发明的蒽衍生物用于发光元件,可以获得长寿命的发光元件。另外,由于本发明的蒽衍生物能够以高的色纯度发射蓝光,因此每种蒽衍生物均适合用于全彩色显示器的发光元件中。

[0263] 本发明的蒽衍生物在很多种溶剂中具有溶解性,所述溶剂例如为二氯乙烷、氯仿、四氢呋喃、环己酮、二甲基甲酰胺、二甲亚砜、丙酮、二氧六环、苯甲醚、乙酸乙酯、甲苯、二甲苯、四氢萘、氯苯、二氯苯、氟苯等,以及硝基苯、吡啶、甲基异丁基酮、二甘醇二甲醚等。因此,可以通过湿法将这样的溶剂和蒽衍生物的混合物形成膜,而形成包含任何本发明的蒽衍生物层。

[0264] 实施方式 2

[0265] 在实施方式 2 中,将参照图 1A 和 1B 说明使用本发明的任何蕙衍生物的发光元件的一种实施方式。

[0266] 实施方式 2 中所述的发光元件在一对电极之间具有多个层。该多个层是各自包含具有高载流子注入性能的物质或者具有高载流子传输性能的物质层的叠层,以便在远离电极的区域形成发光区域,也就是以便使载流子在远离电极的区域重组。

[0267] 在实施方式 2 中,发光元件包括第一电极 102、第二电极 104 以及形成于第一电极 102 和第二电极 104 之间的 EL 层 103。注意,在下文的实施方式 2 中,假定第一电极 102 充当阳极,并且第二电极 104 充当阴极。就是说,在以下说明中,假定对第一电极 102 和第二电极 104 施加电压以使得第一电极 102 的电位高于第二电极 104 的电位时获得发光。

[0268] 衬底 101 用作发光元件的支撑体。对于衬底 101,例如可以使用玻璃、塑料等。注意,可以使用任何其它材料,只要它充当发光元件的支撑体即可。注意,当来自发光元件的发光经过衬底而到达外部时,优选使用透光衬底作为衬底 101。

[0269] 优选地,第一电极 102 使用具有高功函数(具体地,优选大于或等于 4.0eV)的金属、合金、导电化合物、它们的混合物等形成。例如,存在氧化铟-氧化锡(ITO)、含有硅或氧化硅的氧化铟-氧化锡、氧化铟-氧化锌(IZO)、含有氧化钨及氧化锌的氧化铟(IWZO)等。通常通过溅射形成这些导电金属氧化物的膜,但也可以通过应用溶胶-凝胶法等通过喷墨法、旋涂法等形式。例如,可以使用其中向氧化铟中添加了 1 至 20wt% 的氧化锌的靶材利用溅射法来形成氧化铟-氧化锌(IZO)的膜。此外,可以使用其中向氧化铟中添加了 0.5 至 5wt% 的氧化钨和 0.1 至 1wt% 的氧化锌的靶材且利用溅射法形成含有氧化钨和氧化锌的氧化铟(IWZO)的膜。另外,存在金(Au)、铂(Pt)、镍(Ni)、钨(W)、铬(Cr)、钼(Mo)、铁(Fe)、钴(Co)、铜(Cu)、钯(Pd)、钛(Ti)、金属材料的氮化物(例如氮化钛)等。

[0270] 另外,当包含以下所述复合材料的层被用作与第一电极 102 接触的层时,那么多种金属、合金、导电化合物或它们的混合物的任何一种可以用作第一电极 102 而不考虑其功函数。例如,可以使用铝(Al)、银(Ag)、含有铝的合金(例如 AlSi)等。或者,可以使用属于元素周期表的第一族或第二族的具有低功函数的任何元素,即碱金属如锂(Li)和铯(Cs);碱土金属如镁(Mg)、钙(Ca)和锶(Sr);含这些金属的合金(例如 MgAg 和 AlLi);稀土金属如铕(Eu)和镱(Yb);含有这些金属的合金等。可以通过真空蒸发法形成碱金属、碱土金属或含有这些金属的合金的膜。或者,含有碱金属或碱土金属的合金的膜可以通过溅射法来形成。此外,可以使用银膏等通过喷墨法等来形成膜。

[0271] 实施方式 2 中所述的 EL 层 103 包括空穴注入层 111、空穴传输层 112、发光层 113、电子传输层 114 以及电子注入层 115。注意,只要 EL 层 103 包含实施方式 1 中所述的任何蕙衍生物,就对其他层的叠层结构没有限制。就是说,对于 EL 层 103 的叠层结构没有限制,只要 EL 层 103 具有下述结构:其中实施方式 1 中所述的任何蕙衍生物适当地与包含具有高电子传输性能的物质、具有高空穴传输性能的物质、具有高电子注入性能的物质、具有高空穴注入性能的物质、双极性物质(具有高电子传输性能和高空穴传输性能的物质)等组合使用。例如,该结构可以通过适当地组合空穴注入层、空穴传输层、发光层、电子传输层、电子注入层等而形成。下面具体给出用于这些层的材料。

[0272] 空穴注入层 111 是包含具有高空穴注入性能的物质层。作为具有高空穴注入

性能的物质,可以使用氧化钼、氧化钒、氧化钨、氧化钨、氧化锰等。另外,作为低分子有机化合物的例子,存在基于酞菁的化合物如酞菁(缩写: H_2Pc)、酞菁铜(II)(缩写: CuPc)和酞菁氧钒(IV)(VOPc);芳胺化合物如4,4',4''-三(N,N-二苯基氨基)三苯胺(缩写:TDATA)、4,4',4''-三[N-(3-甲基苯基)-N-苯基氨基]三苯胺(缩写:MTDATA)、4,4'-双[N-(4-二苯基氨基苯基)-N-苯基氨基]联苯(缩写:DPAB)、4,4'-双(N-{4-[N'-(3-甲基苯基)-N'-苯基氨基]苯基}-N-苯基氨基)联苯(缩写:DNTPD)、1,3,5-三[N-(4-二苯基氨基苯基)-N-苯基氨基]苯(缩写:DPA3B)、3-[N-(9-苯基咔唑-3-基)-N-苯基氨基]-9-苯基咔唑(缩写:PCzPCA1)、3,6-双[N-(9-苯基咔唑-3-基)-N-苯基氨基]-9-苯基咔唑(缩写:PCzPCA2)以及3-[N-(1-萘基)-N-(9-苯基咔唑-3-基)氨基]-9-苯基咔唑(缩写:PCzPCN1)等。

[0273] 或者,空穴注入层111可以使用复合材料形成,在该复合材料中在具有高空穴传输性能的物质中包含受体物质。注意,通过使用在具有高空穴传输性能的物质中包含受体物质的材料,可以在考虑功函数的情况下选择用于形成电极的材料。换句话说,除了具有高功函数的材料以外,也可以将具有低功函数的材料用于第一电极102。该复合材料通过具有高空穴传输性能的物质和受体物质的共蒸发而形成。

[0274] 注意,在本说明书中,术语“复合”不仅仅指两种材料简单混合的状态,而且指其中通过多种材料的混合在材料间能够授受电荷的状态。

[0275] 作为用于复合材料的有机化合物,可以使用多种化合物的任何一种,例如芳胺化合物、咔唑衍生物、芳烃或高分子化合物(低聚物、树状化合物、聚合物等)等。注意,用于复合材料的有机化合物优选具有高空穴传输性能。具体地,优选使用具有 $10^{-6}\text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上的空穴迁移率的物质。另外,可以使用任何其它物质,只要它是空穴传输性能高于电子传输性能的物质。下面具体给出可用于复合材料的有机化合物。

[0276] 例如,任何下列有机化合物可以用于复合材料:芳胺化合物例如MTDATA、TDATA、DPAB、DNTPD、DPA3B、PCzPCA1、PCzPCA2、PCzPCN1、4,4'-双[N-(1-萘基)-N-苯基氨基]联苯(缩写:NPB或 α -NPD)以及N,N'-双(3-甲基苯基)-N,N'-二苯基-[1,1'-联苯基]-4,4'-二胺(缩写:TPD);咔唑衍生物例如4,4'-二(N-咔唑基)-联苯(缩写:CBP)、1,3,5-三[4-(N-咔唑基)苯基]苯(缩写:TCPB)、9-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-9H-咔唑(缩写:CzPA)以及1,4-双[4-(N-咔唑基)苯基]-2,3,5,6-四苯基苯;以及芳香烃化合物,例如2-叔丁基-9,10-二(2-萘基)蒽(缩写:t-BuDNA)、2-叔丁基-9,10-二(1-萘基)蒽、9,10-双(3,5-二苯基苯基)蒽(缩写:DPPA)、2-叔丁基-9,10-双(4-苯基苯基)蒽(缩写:t-BuDBA)、9,10-二(2-萘基)蒽(缩写:DNA)、9,10-二苯基蒽(缩写:DPAnth)、2-叔丁基蒽(缩写:t-BuAnth)、9,10-双(4-甲基-1-萘基)蒽(缩写:DMNA)、9,10-双[2-(1-萘基)苯基]-2-叔丁基-蒽、9,10-双[2-(1-萘基)苯基]蒽、2,3,6,7-四甲基-9,10-二(1-萘基)蒽、2,3,6,7-四甲基-9,10-二(2-萘基)蒽、9,9'-联蒽、10,10'-二苯基-9,9'-联蒽、10,10'-双(2-苯基苯基)-9,9'-联蒽、10,10'-双[(2,3,4,5,6-五苯基)苯基]-9,9'-联蒽、蒽、并四苯、红荧烯、二萘嵌苯、2,5,8,11-四(叔丁基)二萘嵌苯、并五苯、六苯并苯、4,4'-双(2,2-二苯基乙烯基)联苯(缩写:DPVBi)以及9,10-双[4-(2,2-二苯基乙烯基)苯基]蒽(缩写:DPVPA)。

[0277] 另外,受体物质的例子如下:有机化合物例如7,7,8,8-四氰基-2,3,5,6-四氟二

甲基对苯醌(缩写:F₄-TCNQ)以及氯醌,以及过渡金属氧化物。另外,其它例子为属于元素周期表第4族到第8族的金属的氧化物。具体地说,优选氧化钒、氧化铌、氧化钽、氧化铬、氧化钼、氧化钨、氧化锰以及氧化铯,因为它们的高的电子接受性能。在它们之中,氧化钼是尤其优选的,因为其在空气中稳定而且其吸湿性低,所以容易处理。

[0278] 或者,对于空穴注入层111,可以使用任何高分子化合物(低聚物、树状化合物聚合物等)。高分子化合物的例子包括聚(N-乙烯基咔唑)(缩写:PVK)、聚(4-乙烯基三苯胺)(缩写:PVTPA)、聚[N-(4-{N'-[4-(4-二苯基氨基)苯基]苯基-N'-苯基氨基}苯基)甲基丙烯酰胺](缩写:PTPDMA)以及聚[N,N'-双(4-丁基苯基)-N,N'-双(苯基)联苯胺(缩写:Poly-TPD)。或者,可以使用添加了酸的高分子化合物,例如聚(3,4-乙烯二氧噻吩)/聚(苯乙烯磺酸)(PEDOT/PSS)或者聚苯胺/聚(苯乙烯磺酸)(PAni/PSS)。

[0279] 或者,对于空穴注入层111,可以使用利用任何上述高分子化合物如PVK、PVTPA、PTPDMA或Poly-TPD以及任何上述受体物质形成的复合材料。

[0280] 空穴传输层112是包含具有高空穴传输性能的物质层。作为具有高空穴传输性能的物质,可以使用低分子有机化合物,其例子包括芳香胺化合物例如NPB(或 α -NPD)、TPD、4,4'-双[N-(9,9-二甲基芴-2-基)-N-苯基氨基]联苯(缩写:DFLDPBi)以及4,4'-双[N-(螺-9,9'-二芴-2-基)-N-苯基氨基]联苯(缩写:BSPB)。所述物质主要是具有大于或等于 $10^{-6}\text{cm}^2/\text{Vs}$ 的空穴迁移率的物质。然而,也可以使用任何其它物质,只要它是空穴传输性能高于电子传输性能的物质。注意,空穴传输层不限于单层,可以是包含任何上述物质的两个或多个层的叠层。

[0281] 或者,对于空穴传输层112,可以使用复合材料,在该复合材料中在具有高空穴传输性能的上述物质中包含受体物质。

[0282] 或者,对于空穴传输层112,可以使用高分子化合物例如PVK、PVTPA、PTPDMA或Poly-TPD。

[0283] 发光层113是包含具有高发光性能的物质层。在实施方式2中所述的发光元件中,发光层113包含实施方式1中所述的本发明的任何蒽衍生物。由于本发明的蒽衍生物以高的色纯度发射蓝光,因此每种蒽衍生物适合用于发光元件中作为具有高发光性能的物质。

[0284] 电子传输层114是包含具有高电子传输性能的物质层。作为低分子化合物的例子,存在金属络合物例如三(8-羟基喹啉)铝(III)(缩写:Alq)、三(4-甲基-8-羟基喹啉)铝(III)(缩写:Almq₃)、双(10-羟基苯并[h]喹啉)铍(II)(缩写:BeBq₂)、双(2-甲基-8-羟基喹啉)(4-苯基苯酚)铝(III)(缩写:BA1q)、双(8-羟基喹啉)合锌(II)(缩写:Znq)、双[2-(2-苯并噻唑基)苯酚]合锌(II)(缩写:ZnPB0)以及双[2-(2-苯并噻唑基)苯酚]合锌(II)(缩写:ZnBTZ)。此外,除了金属络合物之外,存在杂环化合物例如2-(4-联苯基)-5-(4-叔丁基苯基)-1,3,4-噁二唑(缩写:PBD)、1,3-双[5-(对叔丁基苯基)-1,3,4-噁二唑-2-基]苯(缩写:OXD-7)、3-(4-联苯基)-4-苯基-5-(4-叔丁基苯基)-1,2,4-三唑(缩写:TAZ01)、红菲绕啉(缩写:BPhen)和浴铜灵(缩写:BCP)。这里所述的物质主要是具有 $10^{-6}\text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上的电子迁移率的物质。注意,可以使用任何其它物质,只要它是电子传输性能高于空穴传输性能的物质。此外,电子传输层不限于单层,可以是包含任何上述物质的一个或多个层的叠层。

[0285] 或者, 高分子化合物可以用于电子传输层 114。例如, 可以使用聚[(9,9-二己基芴-2,7-二基)-共-(吡啶-3,5-二基)](缩写:PF-Py)、聚[(9,9-二辛基芴-2,7-二基)-共-(2,2'-联吡啶-6,6'-二基)](缩写:PF-BPy)等。

[0286] 电子注入层 115 是包含具有高电子注入性能的物质层。作为具有高电子注入性能的物质, 可以使用任何碱金属、碱土金属或它们的化合物如氟化锂(LiF)、氟化铯(CsF)和氟化钙(CaF₂)。或者, 可以使用包含具有电子传输性能的物质和对该具有电子传输性能的物质呈现电子给予性能的物质层。具体地说, 可以使用其中碱金属、碱土金属或它们的化合物包含在具有电子传输性能的物质中的层, 例如其中在Alq中包含镁(Mg)的层。注意, 作为电子注入层, 优选使用包含具有电子传输性能的物质和对该具有电子传输性能的物质呈现电子给予性能的物质层, 这是因为来自第二电极 104 的电子注入可以有效地进行。

[0287] 作为用于形成第二电极 104 的物质, 可以使用具有低功函数(具体地说, 优选低于或等于 3.8eV 的功函数)的金属、合金、导电化合物、它们的混合物等。作为这样的阴极材料的具体例子, 存在属于元素周期表第 1 族或第 2 族的元素, 即碱金属如锂(Li)和铯(Cs); 碱土金属如镁(Mg)、钙(Ca)和锶(Sr); 含有任何这些金属的合金(例如MgAg和AlLi); 稀土金属如铕(Eu)和镱(Yb); 含有任何这些金属的合金等。碱金属、碱土金属或者含有任何这些金属的合金的膜可以通过真空蒸发法形成。或者, 可以通过溅射法形成含有碱金属或碱土金属的合金的膜。另外, 可以使用银膏等通过喷墨法等形成膜。

[0288] 此外, 通过将具有增进电子注入的功能的电子注入层 115 配备于第二电极 104 和电子传输层 114 之间, 使得可以用多种导电材料如Al、Ag、ITO或含有硅或氧化硅的氧化铟-氧化锡的任何一种作为第二电极 104 而不用考虑功函数。这些导电材料的膜可以通过溅射法、喷墨法、旋涂法等方法形成。

[0289] 另外, 可以使用多种方法的任何一种来形成EL层, 不管该方法是干法还是湿法。例如, 可以使用真空蒸发法、喷墨法、旋涂法等。此外, 对于各个电极或者各个层可以使用不同的形成方法。

[0290] 例如, EL层可以通过使用选自上述材料的高分子化合物通过湿法形成。或者, EL层可以使用低分子有机化合物通过湿法形成。再或者, EL层可以使用低分子有机化合物通过干法例如真空蒸发来形成。

[0291] 此外, 电极可以使用溶胶-凝胶法通过湿法形成, 或者使用金属材料的膏通过湿法形成。或者, 电极可以通过干法例如溅射或真空蒸发法来形成。

[0292] 例如, 为了使应用本发明的发光元件的显示器件可以使用大的衬底进行制造, 发光层优选通过湿法形成。即使在大的衬底的情况下, 使用喷墨法形成发光层也有助于以不同的颜色形成发光层。

[0293] 在具有上述结构的本发明的发光元件中, 因施加到第一电极 102 和第二电极 104 之间的电位差而流过电流, 空穴和电子在EL层 103 中重组, 从而发光。

[0294] 发射的光经过第一电极 102 和第二电极 104 中的一方或双方到达外部。因而, 第一电极 102 和第二电极 104 中的一方或双方为具有透光性的电极。例如, 当只有第一电极 102 具有透光性时, 发射的光从衬底一侧经过第一电极 102 到达外部。或者, 当只有第二电极 104 具有透光性时, 发射的光从与衬底相对的一侧经过第二电极 104 到达外部。当第一电极 102 和第二电极 104 都具有透光性时, 发射的光从衬底一侧和与衬底相对的一侧经过

第一电极 102 和第二电极 104 到达外部。

[0295] 注意,设在第一电极 102 和第二电极 104 之间的层的结构并不限于上述结构。可以采用任何结构代替上述结构,只要用于电子和空穴的重组的发光区域远离第一电极 102 和第二电极 104 以防止由于发光区域邻近金属引起的猝灭,并且包含实施方式 1 中所述的任何蒽衍生物。

[0296] 换言之,对于层的叠层结构没有限制,只要本发明的任何蒽衍生物适当地与包含具有高电子传输性能的物质、具有高空穴传输性能的物质、具有高电子注入性能的物质、具有高空穴注入性能的物质或者具有双极性的物质(具有高电子传输性能和高空穴传输性能的物质)的层组合使用。

[0297] 另外,如图 1B 所示,可以在衬底 101 上按顺序层叠充当阴极的第二电极 104、EL 层 103、充当阳极的第一电极 102。在图 1B 中,采用在第二电极 104 上按顺序层叠电子注入层 115、电子传输层 114、发光层 113、空穴传输层 112、空穴注入层 111 的结构。

[0298] 注意,在实施方式 2 中,在用玻璃、塑料等形成的衬底上制造发光元件。通过在一个衬底上制造多个这样的发光元件,可以制造无源矩阵型发光器件。此外,可以在与例如薄膜晶体管(TFT)电连接的电极上制造发光元件,该薄膜晶体管形成于用玻璃、塑料等形成的衬底上。由此,可以制造其中发光元件的驱动由 TFT 控制的有源矩阵型发光器件。注意,对于 TFT 的结构没有限制,可以使用交错型的 TFT 或反交错型的 TFT。此外,形成于 TFT 衬底上的驱动电路可以使用 N 沟道 TFT 及 P 沟道 TFT 形成,或者可以使用 N 沟道 TFT 或 P 沟道 TFT 中的任一种形成。此外,对于用于 TFT 的半导体膜的结晶性没有限制。可以将非晶半导体膜或结晶半导体膜用于 TFT。另外,可以使用单晶半导体膜。单晶半导体膜可以通过 Smart Cut(注册商标)法等形式形成。

[0299] 由于本发明的蒽衍生物以高的色纯度发射蓝光,因此每种蒽衍生物可以本实施方式 2 所述用于发光层,无需任何其他发光物质。通过使用本发明的任何蒽衍生物,可以获得以高的色纯度发射蓝光的发光元件。

[0300] 另外,由于本发明的蒽衍生物对重复的氧化反应和还原反应是稳定的,通过将任何该蒽衍生物用于发光元件,可以获得长寿命的发光元件。

[0301] 另外,由于使用本发明的任何蒽衍生物的发光元件可以以高的色纯度发射蓝光,因此发光元件适合用于全彩显示器。尤其是,蓝色发光元件的开发在寿命、色纯度和效率方面落后于红色或绿色发光元件,从而期待具有良好性能的蓝色发光元件。使用本发明的任何蒽衍生物的发光元件可以以长寿命发射蓝光,适合用于全彩显示器。

[0302] 另外,由于本发明的蒽衍生物以高的色纯度发射蓝光,可以通过将本发明的任何蒽衍生物与另一种发光材料组合并应用于发光元件而获得白色发光元件。

[0303] 实施方式 3

[0304] 在实施方式 3 中,说明与实施方式 2 中所述的结构不同的结构。

[0305] 当通过将本发明的任何蒽衍生物分散在另一种物质(主体材料)中来形成实施方式 2 中所述的发光层 113 时,可以从本发明的蒽衍生物获得发光。由于本发明的蒽衍生物以高的色纯度发射蓝光,因此可以获得以高的色纯度发射蓝光的发光元件。

[0306] 这里,作为本发明的任何蒽衍生物分散于其中的物质,可以使用多种材料中的任何一种。除了实施方式 2 中给出的具有高空穴传输性能或高电子传输性能的物质,存在例

如 4,4'-双(N-咔唑基)联苯(缩写:CBP)、2,2',2''-(1,3,5-苯三基(benzenetriyl))三(1-苯基-1H-苯并咪唑)(缩写:TPBI)、9,10-二(2-萘基)蒽(缩写:DNA)、2-叔丁基-9,10-二(2-萘基)蒽(缩写:t-BuDNA)、9-[4-(10-苯基-9-蒽基)苯基]-9H-咔唑(缩写:CzPA)等。或者,作为本发明的任何蒽衍生物分散于其中的物质,可以使用高分子材料。例如,可以使用聚(N-乙烯基咔唑)(缩写:PVK)、聚(4-乙烯基三苯胺)(缩写:PVTPA)、聚[N-(4-{N'-[4-(4-二苯基氨基)苯基]苯基-N'-苯基氨基}苯基)甲基丙烯酸酯胺](缩写:PTPDMA)、聚[N,N'-双(4-丁基苯基)-N,N'-双(苯基)联苯胺](缩写:Poly-TPD)、聚[(9,9-二己基芴-2,7-二基)-共-(吡啶-3,5-二基)](缩写:PF-Py)、聚[(9,9-二辛基芴-2,7-二基)-共-(2,2'-联吡啶-6,6'-二基)](缩写:PF-BPy)等。

[0307] 由于本发明的蒽衍生物以高的色纯度发射蓝光,因此任何该蒽衍生物可以用作发光物质。通过使用本发明的任何蒽衍生物,可以获得以高的色纯度发射蓝光的发光元件。

[0308] 另外,由于本发明的蒽衍生物对重复的氧化反应和还原反应是稳定的,因此,通过将任何该蒽衍生物用于发光元件,可以获得长寿命的发光元件。

[0309] 另外,由于使用本发明的任何蒽衍生物的发光元件可以以高的色纯度发射蓝光,因此发光元件适合用于全彩显示器。尤其是,蓝色发光元件的开发在寿命、色纯度和效率方面落后于红色或绿色发光元件,从而期待具有良好性能的蓝色发光元件。使用本发明的任何蒽衍生物的发光元件可以以长寿命发射蓝光,并且适合用于全彩显示器。

[0310] 注意,对于发光层 113 以外的层,可以适当地使用实施方式 2 中所述的结构。

[0311] 实施方式 4

[0312] 在实施方式 4 中,将说明与实施方式 2 和 3 中所述的结构不同的结构。

[0313] 当通过将发光物质(客体材料)分散在本发明的任何蒽衍生物中来形成实施方式 2 中所述的发光层 113 时,可以获得来自发光物质(客体材料)的发光。

[0314] 当将本发明的任何蒽衍生物用作其中分散另一种发光物质的材料时,可以获得来自于该发光物质的发光颜色。或者,可以获得来自于本发明的蒽衍生物的发光颜色和来自于分散于蒽衍生物中的发光物质的发光颜色的混合颜色。

[0315] 这里,作为分散在本发明的任何蒽衍生物中的发光物质,可以使用多种材料中的任何一种。下面给出发射荧光的荧光化合物的例子。用于发射蓝光的材料的例子如下:N,N'-双[4-(9H-咔唑-9-基)苯基]-N,N'-二苯基芪-4,4'-二胺(缩写:YGA2S)、4-(9H-咔唑-9-基)-4'-(10-苯基-9-蒽基)三苯胺(缩写:YGAPA)等。另外,用于发射绿光的材料的例子如下:N-(9,10-二苯基-2-蒽基)-N,9-二苯基-9H-咔唑-3-胺(缩写:2PCAPA)、N-[9,10-双(1,1'-联苯-2-基)-2-蒽基]-N,9-二苯基-9H-咔唑-3-胺(缩写:2PCABPhA)、N-(9,10-二苯基-2-蒽基)-N,N',N'-三苯基-1,4-苯二胺(缩写:2DPAPA)、N-[9,10-双(1,1'-联苯-2-基)-2-蒽基]-N,N',N'-三苯基-1,4-苯二胺(缩写:2DPABPhA)、9,10-双(1,1'-联苯-2-基)-N-[4-(9H-咔唑-9-基)苯基]-N-苯基蒽-2-胺(缩写:2YGABPhA)、N,N,9-三苯基蒽-9-胺(缩写:DPhAPhA)等。另外,用于发射黄光的材料的例子如下:红荧烯、5,12-双(1,1'-联苯-4-基)-6,11-二苯基并四苯(缩写:BPT)等。另外,用于发射红光的材料的例子如下:N,N,N',N'-四(4-甲基苯基)并四苯-5,11-二胺(缩写:p-mPhTD)、7,13-二苯基-N,N,N',N'-四(4-甲基苯基)茚并[1,2-a]荧蒽-3,10-二胺(缩写:p-mPhAFD)、2-(2-{2-[4-(二甲基氨基)苯

基] 乙烯基}-6-甲基-4H-吡喃-4-亚基) 丙二腈(缩写:DCM1)、2-{2-甲基-6-[2-(2,3,6,7-四氢-1H,5H-苯并[ij]喹啉-9-基) 乙烯基]-4H-吡喃-4-亚基} 丙二腈(缩写:DCM2) 等。另外,发射磷光的磷光化合物的例子包括双[2-(2'-苯并[4,5- α] 噻吩基) 吡啶-N, C^{3'}] 铱(III) 乙酰丙酮(缩写:Ir(btp)₂(acac))、双(1-苯基异喹啉-N, C^{2'}) 铱(III) 乙酰丙酮(缩写:Ir(piq)₂(acac))、(乙酰丙酮) 双[2,3-双(4-氟苯基) 喹喔啉合] 铱(III)(缩写:Ir(Fdpq)₂(acac))、2,3,7,8,12,13,17,18-八乙基-21H,23H-卟啉铂(II)(缩写:PtOEP) 等。

[0316] 本发明的蒽衍生物均具有大的能隙。因而,即使将以短波长发光的发光物质分散在蒽衍生物中时,也可以得到该发光物质的发光。就是说,可以使以短波长发光的物质激发而发光。

[0317] 另外,本发明的蒽衍生物对重复的氧化反应和还原反应是稳定的。因此,通过将本发明的任何蒽衍生物用作主体材料,可以获得长寿命的发光元件。

[0318] 注意,对于发光层 113 以外的层,可以适当地使用实施方式 2 中所述的结构。

[0319] 实施方式 5

[0320] 在实施方式 5 中,说明与实施方式 2 至 4 中所述的结构不同的结构。

[0321] 本发明的蒽衍生物均具有载流子传输性能,因而可以用于发光元件的载流子传输层。

[0322] 本发明的蒽衍生物均具有电子传输性能。因此,可以在阴极和发光层之间提供包含本发明的任何蒽衍生物层。具体地说,可以将本发明的任何蒽衍生物用于实施方式 2 中所述的电子注入层 115 或电子传输层 114。

[0323] 另外,当将本发明的任何蒽衍生物用于电子注入层 115 时,电子注入层 115 优选包含本发明的蒽衍生物和对本发明的蒽衍生物呈现电子给予性的物质。这种结构改善电子注入性能。另外,可以与功函数无关地选择用于第二电极的材料。作为对本发明的蒽衍生物具有电子给予性的物质,可以使用碱金属、碱土金属或它们的化合物。

[0324] 另外,本发明的蒽衍生物均具有空穴传输性能,因而可以用于空穴传输层。另外,可以将复合材料用于空穴注入层或空穴传输层,在该复合材料中在本发明的任何蒽衍生物中包含受体物质。作为受体物质,可以使用实施方式 2 中给出的任何物质。

[0325] 注意,实施方式 5 可以与任何其他实施方式适当地组合。

[0326] 实施方式 6

[0327] 在实施方式 6 中,使用图 2 对与实施方式 2 至 5 中所述的结构不同的结构进行说明。

[0328] 在实施方式 6 中所述的发光元件中,在实施方式 2 中所述的发光元件的发光层 113 和电子传输层 114 之间另外形成了功能层 116。功能层 116 控制从第二电极 104 注入的电子的传输速度。

[0329] 功能层 116 包含第一有机化合物和第二有机化合物,该第一有机化合物的量多于该第二有机化合物的量。就是说,第二有机化合物分散于第一有机化合物中。另外,用于控制电子传输的层优选设置得比发光层 113 更接近充当阴极的第二电极 104。就是说,用于控制电子传输的层优选设置于发光层 113 和第二电极 104 之间。

[0330] 对于功能层 116,可以给出多种结构。该结构的第一个例子可以是其中将具有捕

捉电子的功能的第二有机化合物添加到具有电子传输性能的第一有机化合物中。在该结构中,电子从充当阴极的第二电极 104 经过电子传输层等注入功能层 116 中。注入功能层 116 中的电子被第二有机化合物暂时捕捉,从而使电子的传输受阻;因而,电子向发光层 113 的注入受到控制。

[0331] 在该结构中,功能层 116 中包含的第二有机化合物是具有捕捉电子的功能的有机化合物。因此,第二有机化合物的最低未占分子轨道 (LUMO) 能级优选比功能层 116 中包含的第一有机化合物的最低未占分子轨道 (LUMO) 能级低 0.3eV 以上。通过功能层 116 中包含的第二有机化合物,在整个层中的电子传输速度比该层中只包含第一有机化合物的情况低。就是说,通过添加第二有机化合物,可以控制载流子的传输。另外,通过控制第二有机化合物的浓度,可以控制载流子的传输速度。具体地说,第二有机化合物的浓度优选为 0.1 至 5 重量%或者 0.1 至 5mol%。

[0332] 作为功能层 116 中包含的第二有机化合物,例如可以使用任何下列物质:N,N'-二甲基喹吡啶酮(缩写:DMQd)、N,N'-二苯基喹吡啶酮(缩写:DPQd)、9,18-二氢-苯并[h]苯并[7,8]喹啉并[2,3-b]吡啶-7,16-二酮(缩写:DMNQd-1)、9,18-二氢-9-18-二甲基-苯并[h]苯并[7,8]喹啉并[2,3-b]吡啶-7,16-二酮(缩写:DMNQd-2)、香豆素 30、香豆素 6、香豆素 545T、香豆素 153 等。

[0333] 功能层 116 中包含的第一有机化合物是具有电子传输性能的有机化合物。即,第一有机化合物是电子传输性能高于空穴传输性能的化合物。具体地说,可以使用任何下列物质:金属络合物例如三(8-羟基喹啉)铝(III)(缩写:Alq)、Almq₃、BeBq₂、BAIq、Znq、BAIq、ZnPBO 和 ZnBTZ,杂环化合物例如 PBD、OXD-7、TAZ、TPBI、BPhen 和 BCP,以及缩合芳族化合物例如 CzPA、DPCzPA、DPPA、DNA、t-BuDNA、BANT、DPNS、DPNS2 和 TPB3。其中,优选使用对电子稳定的金属络合物。另外,如上所述,第二有机化合物的 LUMO 能级优选比第一有机化合物的 LUMO 能级低 0.3eV 以上。因此,作为第一有机化合物,可以根据用作第二有机化合物的有机化合物的种类适当地选择有机化合物,以满足上述条件。

[0334] 在具有上述结构的本发明的发光元件中,因在第一电极 102 和第二电极 104 之间施加的电位差而通过电流,空穴和电子在 EL 层 103 中重组,从而发光。具体地说,在从 EL 层 103 中的发光层 113 到发光层 113 和功能层 116 之间的界面的区域中形成发光区域。下面对该原理进行说明。

[0335] 电子经过电子注入层 115 及电子传输层 114 从第二电极 104 注入到功能层 116 中。注入到功能层 116 中的电子的传输因具有电子捕捉性能的第二有机化合物而受阻;因此,向发光层 113 的电子注入受到控制。结果,通常局限于空穴传输层 112 和发光层 113 之间的界面附近的发光区域在从发光层 113 到发光层 113 和功能层 116 之间的界面附近的区域内形成。因此,电子到达空穴传输层 112 并使其劣化的可能性降低。类似地,由于发光层 113 具有电子传输性能,所以空穴到达电子传输层 114 并使其劣化的可能性也降低。

[0336] 功能层 116 的结构第二个例子可以为这样的结构:其中第一有机化合物以大于第二有机化合物的量包含,并且第一有机化合物所传输的载流子的极性不同于第二有机化合物所传输的载流子的极性。在将功能层 116 设置在发光层和充当阴极的第二电极之间的情况下,优选的是第一有机化合物是具有电子传输性能的有机化合物,第二有机化合物是具有空穴传输性能的有机化合物。另外,第一有机化合物的最低未占分子轨道能级

(LUMO 能级) 和第二有机化合物的最低未占分子轨道能级 (LUMO 能级) 之间的差优选小于 0.3eV, 更优选为 0.2eV 以下。换言之, 在热力学上, 优选的是作为载流子的电子在第一有机化合物和第二有机化合物之间容易地移动。

[0337] 在该结构中, 如上所述, 第一有机化合物优选是具有电子传输性能的有机化合物。具体而言, 可以使用任何下列物质: 金属络合物例如 Alq、Almq₃、BeBq₂、BAIq、Znq、ZnPBO 和 ZnBTz; 杂环化合物例如 PBD、OXD-7、TAZ、TPBI、BPhen 和 BCP; 以及缩合芳族化合物例如 CzPA、DPCzPA、DPPA、DNA、t-BuDNA、BANT、DPNS、DPNS2 和 TPB3。

[0338] 另外, 作为第二有机化合物, 优选使用具有空穴传输性能的有机化合物。具体而言, 可以使用任何下列材料: 缩合芳烃例如 9,10-二苯基蒽 (缩写: DPAnth) 和 6,12-二甲氧基-5,11-二苯基屈; 芳胺化合物例如 N,N-二苯基-9-[4-(10-苯基-9-蒽基) 苯基]-9H-咔唑-3-胺 (缩写: CzAlPA)、4-(10-苯基-9-蒽基) 三苯胺 (缩写: DPhPA)、N,9-二苯基-N-[4-(10-苯基-9-蒽基) 苯基]-9H-咔唑-3-胺 (缩写: PCAPA)、N,9-二苯基-N-{4-[4-(10-苯基-9-蒽基) 苯基] 苯基}-9H-咔唑-3-胺 (缩写: PCAPBA)、N-(9,10-二苯基-2-蒽基)-N,9-二苯基-9H-咔唑-3-胺 (缩写: 2PCAPA)、NPB (或 α -NPD)、TPD、DFLDPBi 和 BSPB; 以及具有氨基的化合物例如香豆素 7 和香豆素 30。

[0339] 通过上述组合, 从第一有机化合物到第二有机化合物或者从第二有机化合物到第一有机化合物的电子传输得到抑制, 从而可以抑制功能层 116 中的电子传输速度。

[0340] 注意, 在上述组合中, 作为第一有机化合物的金属络合物和作为第二有机化合物的芳胺化合物的组合是优选的。金属络合物具有高的电子传输性能以及大的偶极矩, 而芳胺化合物具有高的空穴传输性能以及相对小的偶极矩。通过偶极矩显著不同的物质的组合, 可以进一步提高上述电子传输的抑制效果。具体地说, 当第一有机化合物的偶极矩为 P_1 而第二有机化合物的偶极矩为 P_2 时, 满足下式之一的组合是优选的:

$$[0341] \quad P_1/P_2 \geq 3$$

$$[0342] \quad P_1/P_2 \leq 0.33$$

[0343] 在具有上述结构的本发明的发光元件中, 因在第一电极 102 和第二电极 104 之间施加的电位差而流过电流, 空穴和电子在 EL 层 103 中重组, 从而发光。具体地说, 在从 EL 层 103 中的发光层 113 到发光层 113 和功能层 116 之间的界面的区域中形成发光区域。下面对该原理进行说明。

[0344] 在功能层 116 中, 电子易于注入第一有机化合物中, 该第一有机化合物是具有电子传输性能的有机化合物; 且易于向邻近的第一有机化合物传输。换句话说, 电子在第一有机化合物之间的传输速度 (v) 高。

[0345] 另一方面, 由于第二有机化合物 (它是具有空穴传输性能的有机化合物) 具有与第一有机化合物的 LUMO 能级接近的 LUMO 能级, 从热力学上电子可能注入第一有机化合物中。然而, 电子从第一有机化合物 (它是具有电子传输性能的有机化合物) 注入到第二有机化合物 (它是具有空穴传输性能的有机化合物) 中的速度 (v_1) 或者电子从第二有机化合物注入到第一有机化合物中的速度 (v_2) 低于电子在第一有机化合物之间的传输速度 (v)。

[0346] 因此, 由于功能层 116 包含第二有机化合物, 整个层中的电子传输速度低于仅包含第一有机化合物的层。即, 通过添加第二有机化合物, 可以控制载流子的传输。此外, 通过控制第二有机化合物的浓度, 可以控制载流子的传输速度。

[0347] 在其中不形成具有任一上述结构的功能层 116 的常规发光元件中,从第二电极注入的电子注入到发光层 113 中,同时电子的传输不受阻碍。当发光层 113 具有电子传输性能时,即发光层 113 中量最大的材料具有电子传输性能时,注入到发光层 113 中的电子可穿过发光层而到达空穴传输层 112。如果电子到达空穴传输层 112,空穴传输层 112 中包含的材料可以劣化,这导致发光元件的劣化。另外,如果上述劣化使到达电子传输层 114 的空穴的数量随时间增加,则发光层 113 中的重组几率随时间减小,导致元件寿命的降低(亮度经时衰减)。

[0348] 实施方式 6 中所述的发光元件的一个特征在于还设置有功能层 116。从第二电极 104 注入的电子穿过电子注入层 115 及电子传输层 114 而注入到功能层 116。注入到功能层 116 的电子的传输受阻,从而使电子向发光层 113 的注入受到控制。结果,以往局限于空穴传输层 112 和发光层 113 之间的界面附近的发光区域在从发光层 113 到发光层 113 和功能层 116 之间的界面附近的区域中形成。因此,电子到达空穴传输层 112 而使其劣化的可能性降低。类似地,由于发光层 113 具有电子传输性能,所以空穴到达电子传输层 114 并使其劣化的可能性也降低。

[0349] 此外,如常规情况下在阳极和发光层之间设置电子阻挡层以防止电子穿过发光层,电子阻挡层的电子阻挡功能随时间的劣化使得重组区域扩展到电子阻挡层内侧(或空穴传输层内侧)。因此,电流效率显著降低(即亮度衰减)。另一方面,在实施方式 6 所述的发光元件中,由于在电子达到发光层之前(在发光层和阴极之间)控制电子的传输,所以即使相对于空穴的传输电子的传输稍有不平衡,发光层中的重组几率也不易变化,从而使亮度不容易衰减。

[0350] 另外,实施方式 6 的一个要点是:通过将具有捕捉电子的功能的有机化合物或具有空穴传输性能的有机化合物添加到具有电子传输性能的有机化合物中而形成功能层 116,而不是通过仅仅使用具有低的电子迁移率的物质。这种结构使得能够不仅控制注入发光层 113 中的电子数,而且抑制该受控制的注入电子数随时间的变化。

[0351] 如上所述,通过控制向发光层的注入电子数,可以防止载流子平衡随时间降低从而降低重组几率的现象。这导致元件寿命的改善(亮度的经时衰减的抑制)。

[0352] 另外,由于实施方式 6 中所述的用于控制载流子传输的层包含两种以上物质,因此通过控制物质的组合或混合比、层的厚度等,可以精确地控制载流子平衡。

[0353] 另外,由于可以通过控制物质的组合或混合比、层的厚度等而控制载流子平衡,所以载流子平衡的控制比常规技术容易。就是说,可以使用物质的混合比、层的厚度等控制载流子的传输,而无需物质的物理性能的任何改变。

[0354] 另外,通过用于控制载流子传输的层所包含的两种以上的物质中的含量最低的有机化合物控制载流子传输。就是说,可以通过用于控制载流子传输的层中所包含的成分中含量最低的成分控制载流子传输。因此,可以实现不容易随时间劣化且具有改善的寿命的发光元件。就是说,与通过单一物质控制载流子平衡的情况相比,不容易发生载流子平衡的变化。例如,如果通过由单一物质形成的层控制载流子传输,整个层的载流子平衡被形态的部分改变、部分结晶等改变。因此,在这种情况下用于控制载流子平衡的层容易随时间劣化。但是,如实施方式 6 所述,通过以用于控制载流子传输的层中包含的成分中的含量最低的成分控制载流子传输,降低形态变化、结晶、聚集等的影响,因而不容易导致随时间的

变化。因此,可以获得载流子平衡不容易随时间受损且因此发光效率不容易随时间降低的长寿命发光元件。

[0355] 另外,功能层 116 的厚度优选大于或等于 5nm 且小于或等于 20nm。若功能层 116 太厚,则电子的传输减慢得过多,导致驱动电压的升高。或者,若功能层 116 太薄,则不能实现控制电子传输的功能。因此,功能层 116 的厚度优选大于或等于 5nm 且小于或等于 20nm。

[0356] 另外,由于功能层控制电子传输,因而优选将该层设置在发光层和充当阴极的电极之间。更优选地,将功能层设置为与发光层接触。通过将功能层设置为与发光层接触,可以直接控制向发光层的电子注入。因此,可以进一步抑制发光层内的载流子平衡随时间的变化,从而获得更大的发光元件寿命提高效果。另外,可以简化工序。

[0357] 另外,优选将功能层设置为与发光层接触。在此情况下,功能层包含的第一有机化合物优选地与发光层中的量大的有机化合物的种类不同。尤其是,在发光层包含其中分散有具有高发光性能的物质(主体材料)和具有高发光性能的物质(客体材料)的情况下,主体材料和第一有机化合物优选是不同种类的。通过这种结构,还可以在第二有机化合物和主体材料之间抑制从功能层向发光层的电子传输。因此,可以进一步提高通过设置用于控制电子传输的层所获得的效果。

[0358] 由于本发明的蒽衍生物均具有电子传输性能,因而任何该蒽衍生物均可以合适地用于实施方式 6 所述的发光元件的发光层,作为其中分散有发光物质的物质(主体材料)。作为分散在本发明的蒽衍生物中的发光物质(客体材料),例如可以使用实施方式 4 中给出的任何物质。

[0359] 注意,可以在发光层 113 和用于控制电子传输的功能层 116 之间形成层。

[0360] 在实施方式 6 的发光元件中,发光层包含的具有高发光性能的物质发光颜色和第二有机化合物的发光颜色优选是类似的颜色。这可以保持发光元件的色纯度,即使第二有机化合物不期望地发光。但是,第二有机化合物不一定发光。例如,在具有高发光性能的物质发光效率较高的情况下,优选调整用于控制电子传输的功能层 116 中的第二有机化合物的浓度以使得基本上仅从具有高发光性能的物质获得发光(稍微降低第二有机化合物的浓度,以使得可以抑制第二有机化合物的发光)。在此情况下,具有高发光性能的物质发光颜色和第二有机化合物的发光颜色是类似的颜色(即,它们具有基本相同的能隙)。因此,能量难以从具有高发光性能的物质向第二有机化合物转移,从而可以得到高发光效率。

[0361] 或者,第二有机化合物的发光波长优选比发光层包含的具有高发光性能的物质发光波长短。就是说,第二有机化合物的发光峰波长优选比发光层包含的具有高发光性能的物质发光峰波长短。在该情况下,第二有机化合物的能隙比具有高发光性能的物质能隙大。因此,能量难以从具有高发光性能的物质向第二有机化合物转移;因此,可以抑制第二有机化合物的不期望的发光。

[0362] 注意,实施方式 6 可以与任何其他实施方式适当地组合。

[0363] 实施方式 7

[0364] 在实施方式 7 中,参照图 3 说明了一种发光元件,其中将多个根据本发明的发光单元层叠(以下称为叠层型元件)。该发光元件为在第一电极和第二电极之间包含多个发光单元的叠层型元件。各发光单元的结构可以与实施方式 2 至 6 中所述的类似。即,实施方

式 2 至 6 中所述的发光元件各自是具有一个发光单元的发光元件。只要发光单元包含至少一个发光层,对其他层的叠层结构没有特别的限制。在实施方式 7 中,将对具有多个发光单元的发光元件进行说明。

[0365] 在图 3 中,在第一电极 501 和第二电极 502 之间层叠有第一发光单元 511 和第二发光单元 512,并在第一发光单元 511 和第二发光单元 512 之间设置有电荷产生层 513。与实施方式 2 的电极类似的电极可以应用于第一电极 501 和第二电极 502。此外,第一发光单元 511 和第二发光单元 512 可以具有相同或不同的结构,所述结构可以与实施方式 2 至 6 中所述的类似。

[0366] 电荷产生层 513 是当对第一电极 501 和第二电极 502 施加电压时向一侧的发光单元注入电子并向另一侧的发光单元注入空穴的层,它可以为单层或多个层的叠层。作为多个层的叠层结构,优选的是其中将注入空穴的层和注入电子的层叠置的结构。

[0367] 作为注入空穴的层,可以使用半导体或绝缘体,例如氧化钼、氧化钒、氧化铌或氧化钨。或者,可以采用其中将受体物质添加到具有高空穴传输性能的物质结构。包含具有高空穴传输性能的物质和受体物质的层使用实施方式 2 中所述的复合材料形成的,并且,作为受体物质,包含 7,7,8,8-四氰基-2,3,5,6-四氟二甲基对苯醌(缩写: F_4 -TCNQ)或金属氧化物如氧化钒、氧化钼或氧化钨。作为具有高空穴传输性能的物质,可以使用多种化合物中的任意一种,例如芳胺化合物、吡啶衍生物、芳烃或高分子化合物(低聚物、树枝状化合物、聚合物等)。注意,优选将具有 $10^{-6} \text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上的空穴迁移率的物质应用于具有高空穴传输性能的物质。然而,也可以使用任何其它物质,只要它是空穴传输性能高于电子传输性能的物质。由于具有高空穴传输性能的物质和受体物质的复合材料具有出色的载流子注入性能和出色的载流子传输性能,因此可以实现低电压驱动和低电流驱动。

[0368] 作为注入电子的层,可以使用绝缘体或半导体,例如氧化锂、氟化锂或碳酸铯。或者,可以采用其中将供体物质加入具有高电子传输性能的物质结构。作为供体物质,可以使用碱金属、碱土金属、稀土金属、属于元素周期表第 13 族的金属或者它们的氧化物或碳酸盐。具体而言,优选使用锂(Li)、铯(Cs)、镁(Mg)、钙(Ca)、镱(Yb)、铟(In)、氧化锂、碳酸铯等。或者,可以使用有机化合物如四硫并四苯作为供体物质。作为具有高电子传输性能的物质,可以使用实施方式 2 中所给出的任何材料。注意,优选将具有 $10^{-6} \text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上的电子迁移率的物质应用于具有高电子传输性能的物质。然而,也可以使用任何其它物质,只要它是电子传输性能高于空穴传输性能的物质。由于具有高电子传输性能的物质和供体物质的复合材料具有出色的载流子注入性能和出色的载流子传输性能,因此可以实现低电压驱动和低电流驱动。

[0369] 另外,对于电荷产生层 513,可以使用实施方式 2 中给出的任何电极材料。例如,可以使用包含具有空穴传输性能的物质和金属氧化物的层并结合透明导电膜而形成电荷产生层 513。注意,就光获取效率而言,电荷产生层优选是具有高透光性的层。

[0370] 无论如何,夹在第一发光单元 511 和第二发光单元 512 之间的电荷产生层 513 可以具有任何结构,只要当在第一电极 501 和第二电极 502 之间施加电压时电子可以在一侧注入发光单元中且空穴可以在另一侧注入发光单元中即可。例如,任何结构均是可接受的,只要当施加电压以使得第一电极的电势高于第二电极的电势时电荷产生层 513 向第一发光单元 511 注入电子并向第二发光单元 512 注入空穴即可。

[0371] 在实施方式 7 中,说明了具有两个发光单元的发光元件。然而,本发明可以应用于类似地层叠了三个以上的发光单元的发光元件。如根据实施方式 7 的发光元件那样,通过在一对电极之间配置多个发光单元从而使该多个发光单元可以被电荷产生层划分,可以在保持低电流密度的同时在高亮度区实现发光;因而,可以获得长寿命的发光元件。另外,当该发光元件用于照明装置时,可以抑制由于电极材料的电阻引起的电压降低;由此,可以实现大面积上的均匀发光。而且,可以实现能够以低电压驱动且能耗低的发光器件。

[0372] 此外,通过形成发射彼此不同的颜色的光的发光单元,发光元件作为整体可以得到所需颜色的发光。例如,通过形成具有两个发光单元的发光元件,使得第一发光单元的发光颜色和第二发光单元的发光颜色彼此互补,发光单元整体可以发白光。注意,“补色”指的是当混合时变为无色的颜色。即,当发射补色的光的物质所发射的光混合时,可以获得白光。此外,这也适用于具有三个发光单元的发光元件。例如,当第一发光单元发红光、第二发光单元发绿光且第三发光单元发蓝光时,发光元件作为整体发白光。

[0373] 注意,实施方式 7 可以与任何其他实施方式适当地组合。

[0374] 实施方式 8

[0375] 在实施方式 8 中,对使用本发明的任何蒾衍生物制造的发光器件进行说明。

[0376] 在实施方式 8 中,使用图 4A 和 4B 对使用本发明的任何蒾衍生物制造的发光器件进行说明。注意,图 4A 是发光器件的俯视图,图 4B 是沿 A-A' 及 B-B' 线截取的图 4A 的截面图。该发光器件包括由虚线表示的驱动电路部分(源极侧驱动电路)601、像素部分 602 和驱动电路部分(栅极侧驱动电路)603,以控制发光元件的发光。此外,附图标记 604 表示密封衬底,附图标记 605 表示密封材料。附图标记 607 表示由密封材料 605 围绕的空间。

[0377] 注意,引绕配线 608 是用来传送输入到源极侧驱动电路 601 及栅极侧驱动电路 603 的信号的配线。引绕配线 608 从作为外部输入端的柔性印刷电路(FPC)609 接收视频信号、时钟信号、起始信号、复位信号等。注意,虽然这里仅示出了 FPC,但该 FPC 也可以提供有印刷线路板(PWB)。本说明书中的发光器件不仅包括发光器件本身,还包括附有 FPC 或 PWB 的发光器件。

[0378] 接下来,使用图 4B 说明截面结构。在元件衬底 610 上提供驱动电路部分及像素部分,这里仅示出了作为驱动电路部分的源极侧驱动电路 601 和像素部分 602 的一个像素。

[0379] 另外,在源极侧驱动电路 601 中形成了作为 n 沟道 TFT 623 和 p 沟道 TFT 624 的组合的 CMOS 电路。驱动电路可以使用多种电路例如 CMOS 电路、PMOS 电路或者 NMOS 电路来形成。此外,在实施方式 8 中说明了驱动集成型,其中在具有像素部分的衬底上形成驱动电路;但是,本发明不限于这种类型,也可以将驱动电路形成在衬底外部,而不是形成在具有像素部分的衬底上。

[0380] 此外,像素部分 602 包括多个像素,每个像素具有开关用 TFT 611、电流控制用 TFT 612 以及与电流控制用 TFT 612 的漏极电连接的第一电极 613。注意,形成绝缘体 614 以覆盖第一电极 613 的端部。在这里,使用正型感光性丙烯酸树脂膜来形成绝缘体 614。

[0381] 此外,为了改善覆盖,使绝缘体 614 的上端部或下端部形成具有曲率的曲面。例如,当使用正型感光性丙烯酸树脂作为用于绝缘体 614 的材料时,优选的是仅仅绝缘体 614 的上端部为具有曲率半径(0.2~3 μm)的曲面。或者,可以使用通过光照而在蚀刻剂中不可溶的负型树脂或者通过光照而在蚀刻剂中可溶的正型树脂形成绝缘体 614。

[0382] 在第一电极 613 上形成 EL 层 616 以及第二电极 617。在这里,多种金属、合金、导电化合物或者它们的混合物的任何一种可以用作第一电极 613 的材料。如果将第一电极用作阳极,优选的是在这些材料中使用具有高功函数(优选 4.0eV 以上的功函数)的任何金属、合金或者导电化合物、它们的混合物等形成第一电极。例如,可以使用单层膜例如含有硅的氧化铟-氧化锡膜、氧化铟-氧化锌膜、氮化钛膜、铬膜、钨膜、Zn 膜、Pt 膜等;氮化钛膜和以铝为主要成分的膜的叠层;或者氮化钛膜、以铝为主要成分的膜和氮化钛膜的三层结构形成第一电极 613。注意,当采用叠层结构时,第一电极 613 作为配线具有低电阻,形成有利的欧姆接触,并且可以充当阳极。

[0383] 此外,EL 层 616 通过使用多种方法例如带有蒸发掩模的蒸发法、喷墨法、旋涂法等来形成。EL 层 616 包含实施方式 1 中所述的任何蒽衍生物。此外,作为包含在 EL 层 616 中的另一种材料,可以使用任何低分子化合物或高分子化合物(种类包括低聚物、树枝状化合物、聚合物等)。另外,用于 EL 层的材料不限于有机化合物,还可以是无机化合物。

[0384] 此外,作为用于第二电极 617 的材料,可以使用多种金属、合金或者导电化合物、它们的混合物等。如果将第二电极用作阴极,优选的是在这些材料中使用具有低功函数(优选 3.8eV 以下的功函数)的任何金属、合金或者导电化合物、它们的混合物等形成第二电极。例如,存在属于元素周期表第 1 族和第 2 族的元素,即碱金属例如锂(Li)和铯(Cs);碱土金属例如镁(Mg)、钙(Ca)和锶(Sr);含有任何这些金属的合金(例如 MgAg 和 AlLi)等。当在 EL 层 616 中产生的光透过第二电极 617 传送时,第二电极 617 也可以使用低厚度的金属薄膜和透明导电膜(氧化铟-氧化锡(ITO)、含有硅或氧化硅的氧化铟-氧化锡、氧化铟-氧化锌(IZO)、含有氧化钨及氧化锌的氧化铟(IWZO)等)的叠层形成。

[0385] 另外,通过用密封材料 605 将密封衬底 604 和元件衬底 610 彼此贴合在一起,使发光元件 618 处于由元件衬底 610、密封衬底 604 以及密封材料 605 围绕的空间 607 中。注意,空间 607 用填充剂填充。存在可以用惰性气体(例如氮或氩)填充空间 607 的情况,或者可以用密封材料 605 填充空间 607 的情况。

[0386] 注意,作为密封材料 605,优选使用环氧类树脂。此外,优选的是,这样的材料允许尽可能少的水分或氧透过。此外,作为用于密封衬底 604 的材料,除了玻璃衬底或者石英衬底以外,可以使用由玻璃纤维增强塑料(FRP)、聚氟乙烯(PVF)、聚酯、丙烯酸树脂等形成的塑料衬底。

[0387] 如上所述,可以获得包含本发明的发光元件的发光器件。

[0388] 由于将实施方式 1 中所述的任何蒽衍生物用于本发明的发光器件,因此可以获得高性能发光器件。具体而言,可以获得具有长寿命的发光器件。

[0389] 另外,由于本发明的蒽衍生物可以以高的色纯度发射蓝光,因此每种蒽衍生物适合用于全彩显示器。通过将本发明的任何蒽衍生物用作全彩显示器的发光物质,能够获得具有出色的颜色再现性的显示装置。

[0390] 如上所述,在实施方式 8 中,虽然对通过晶体管控制发光元件的驱动的有源矩阵型发光器件进行了说明,但是该发光器件也可以为无源矩阵型发光器件。图 5A 和 5B 中示出根据本发明制成的无源矩阵型发光器件。注意,图 5A 是发光器件的立体图,图 5B 是沿 X-Y 线截取的图 5A 的截面图。在图 5A 和 5B 中,在衬底 951 上,在电极 952 和电极 956 之间设置 EL 层 955。电极 952 的端部被绝缘层 953 覆盖。并且,在绝缘层 953 上设置分隔层

954。分隔层 954 的侧壁倾斜,使得一个侧壁和另一个侧壁之间的距离朝着衬底的面方向逐渐减小。换言之,沿着分隔层 954 的短边方向的截面为梯形,底边(与绝缘层 953 接触的一边,它是梯形截面的一对平行边中的一个)比顶边(不与绝缘层 953 接触的一边,它是一对平行边中的另一个)短。以这种方式设置分隔层 954,可以进行 EL 层 955 及电极 956 的图案化。同样在无源矩阵型发光器件的情况下,通过使用本发明的发光元件,可以获得具有长寿命和 / 或高的颜色再现性的发光器件。

[0391] 注意,实施方式 8 可以与任何其他实施方式适当地组合。

[0392] 实施方式 9

[0393] 在实施方式 9 中,对分别包括实施方式 8 中所述的发光器件的本发明的电子设备进行说明。本发明的电子设备分别具有显示部分,该显示部分包括实施方式 1 中所述的任何蒽衍生物并具有长寿命。

[0394] 作为分别包括使用本发明的任何蒽衍生物制造的发光元件的电子设备的例子,存在电视机、影像拍摄装置例如摄像机和数码相机、护目镜型显示器(头戴式显示器)、导航系统、音响再现设备(汽车音响系统和音响系统)、计算机、游戏机、便携式信息终端(例如移动计算机、移动电话、便携式游戏机和电子书阅读器)、具备记录介质的图像再现设备(能够再现记录介质例如数字通用光盘(DVD)并具备能够显示图像的显示设备的设备)等。图 6A 至 6D 示出这些电子设备的具体例子。

[0395] 图 6A 示出了本发明的电视机,包括框体 9101、支承台 9102、显示部分 9103、扬声器部分 9104、视频输入端子 9105 等。在该电视机的显示部分 9103 中,将与实施方式 2 至 7 中所说明的发光元件类似的发光元件排列成矩阵。该发光元件的一个特征是长寿命。由于包括发光元件的显示部分 9103 具有与发光元件类似的特征,因此在所述电视机中画质的劣化量小。通过该特征,可以大幅消减或缩小电视机中的劣化补偿功能电路和电源电路;因此,可以获得框体 9101 或支承台 9102 的尺寸和重量的降低。在根据本发明的电视机中,获得了更高的画质以及尺寸和重量的降低;因此,可以提供适合于居住环境的产品。另外,由于实施方式 1 中所述的蒽衍生物可以以高的色纯度发蓝光,因此可以获得具有高颜色再现性的显示部分的电视机。

[0396] 图 6B 示出了根据本发明的计算机,其包括主体 9201、框体 9202、显示部分 9203、键盘 9204、外部连接端口 9205、定位设备 9206 等。在该计算机的显示部分 9203 中,将与实施方式 2 至 7 中所说明的发光元件类似的发光元件排列成矩阵。该发光元件的一个特征是长寿命。由于包括该发光元件的显示部分 9203 具有与发光元件类似的特征,因此在该计算机中画质的劣化量小。通过该特征,可以大幅削减或缩小计算机中的劣化补偿功能电路和电源电路;因此,可以实现主体 9201 和框体 9202 的尺寸和重量的降低。在根据本发明的计算机中,获得了更高的画质以及尺寸和重量的降低;因此,可以提供适合于环境的产品。另外,由于实施方式 1 中所述的蒽衍生物可以以高的色纯度发射蓝光,因此可以获得具有高颜色再现性的显示部分的计算机。

[0397] 图 6C 示出根据本发明的影像拍摄装置,其包括主体 9301、显示部分 9302、框体 9303、外部连接端口 9304、遥控接收部分 9305、影像接收部分 9306、电池 9307、声音输入部分 9308、操作键 9309、目镜部分 9310 等。在该影像拍摄装置的显示部分 9302 中,将与实施方式 2 至 7 中所说明的发光元件类似的发光元件排列成矩阵。该发光元件的一个特征是长

寿命。由于包括该发光元件的显示部分 9302 具有与发光元件类似的特征,因此在该影像拍摄装置中画质的劣化量小。通过该特征,可以大幅削减或缩小影像拍摄装置中的劣化补偿功能电路和电源电路;因此,可以实现主体 9301 的尺寸和重量的降低。在根据本发明的影像拍摄装置中,实现了更高的画质以及尺寸和重量的降低;因此可以提供适合于携带的产品。另外,由于实施方式 1 中所述的蒽衍生物可以以高的色纯度发射蓝光,因此可以获得具有高颜色再现性的显示部分的影像拍摄装置。

[0398] 图 6D 示出根据本发明的移动电话,其包括主体 9401、框体 9402、显示部分 9403、声音输入部分 9404、声音输出部分 9405、操作键 9406、外部连接端口 9407、天线 9408 等。在该移动电话的显示部分 9403 中,将与实施方式 2 至 7 中所说明的发光元件类似的发光元件排列成矩阵。该发光元件的一个特征是长寿命。由于包括该发光元件的显示部分 9403 具有与发光元件类似的特征,因此在该移动电话中画质的劣化量小。通过该特征,可以大幅削减或缩小该移动电话中的劣化补偿功能电路和电源电路;因此,可以实现主体 9401 和框体 9402 的尺寸和重量的降低。在根据本发明的移动电话中,实现了更高的画质以及尺寸和重量的降低;因此,可以提供适合于携带的产品。另外,由于实施方式 1 中所述的蒽衍生物可以以高的色纯度发射蓝光,因此可以获得具有高颜色再现性的显示部分的移动电话。

[0399] 图 12A 至 12C 示出具有与图 6D 中的移动电话不同的结构的移动电话的一个例子。图 12A 是正视图,图 12B 是后视图,图 12C 是展开图。图 12A 至 12C 中的移动电话是所谓的智能电话,其具有电话和便携式信息终端两者的功能,并包含有计算机以便除了声音通话以外进行多种数据处理。

[0400] 图 12A 至图 12C 所示的移动电话包括两个框体 1001 及 1002。框体 1001 包括显示部分 1101、扬声器 1102、麦克风 1103、操作键 1104、定位装置 1105、影像拍摄透镜 1106、外部连接端子 1107 等,而框体 1002 包括耳机端子 1008、键盘 1201、外部存储槽 1202、影像拍摄透镜 1203、灯 1204 等。另外,在框体 1001 中装有天线。

[0401] 除了上述结构,移动电话也可以包含非接触 IC 芯片、小型存储设备等。

[0402] 在显示部分 1101 中,可以包含实施方式 8 中所述的发光期间,并且可以根据使用方式而适当地改变显示方向。由于该移动电话在一个表面上具有影像拍摄透镜 1106 和显示部分 1101,因此该移动电话可以用作电视电话。另外,使用显示部分 1101 作为取景器,可以使用影像拍摄透镜 1203 及灯 1204 拍摄静止图像或运动图像。扬声器 1102 及麦克风 1103 可以用于电视电话、录音、回放等,而不限于声音通话。使用操作键 1104,可以进行电话的发送和接受、简单信息如电子邮件等的输入、画面的滚动、光标移动等。而且,彼此重叠的框体 1001 和框体 1002(图 12A)可以如图 12C 所示滑动,从而该移动电话可以用作便携式信息终端。在此情况下,可以使用键盘 1201 和定位装置 1105 进行顺利操作。外部连接端子 1107 可以与 AC 适配器及各种电缆如 USB 电缆连接,并且可以进行充电、与计算机的数据通信等。另外,通过将储存介质插入外部存储槽 1202 中,可以对大量的数据进行存储和移动。

[0403] 除了以上功能,该移动电话可以包括红外线通信功能、电视接收功能等。

[0404] 图 7 示出一种音响再现装置,具体为汽车音响系统,它包括主体 701、显示部分 702 以及操作开关 703 和 704。显示部分 702 可通过实施方式 8 的发光器件(无源矩阵型或有源矩阵型)实现。而且,该显示部分 702 可使用片段型发光器件来形成。在任何情形中,通

过使用根据本发明的发光元件,可以使用车载电源(12至42V)形成具有长寿命的显示部分。此外,虽然实施方式9中说明了车载音响系统,但根据本发明的发光器件也可用于便携式音响系统或家用音响系统。

[0405] 图8示出数字播放器作为音响再现装置的一个例子。图8所示的数字播放器包括主体710、显示部分711、存储部分712、操作部分713、一对耳机714等。注意,可以使用一对头戴式耳机或无线耳机代替该对耳机714。显示部分711可通过使用实施方式8的发光器件(无源矩阵型或有源矩阵型)形成。而且,显示部分711可使用片段型发光器件形成。在任何情形中,通过使用根据本发明的发光元件,可获得具有长寿命的显示部分,它甚至能够使用二次电池(例如镍氢电池等)显示图像。作为储存部分712,使用硬盘或非易失性存储器。例如,通过使用具有20至200GB存储容量的NAND型非易失性存储器并通过对操作部分713进行操作,能够记录和再现图像或声音(音乐)。注意,在显示部分702和显示部分711中,在黑色背景上显示白色字符,因此可以降低能耗。这对于便携式音响系统特别有效。

[0406] 如上所述,根据本发明制造的发光器件的应用范围很宽,从而发光器件可用于很多种领域中的电子设备。通过使用本发明的任何衍生物,可提供具有长寿命的显示部分的电子设备。另外,可以提供包含具有高颜色再现性的显示部分的电子设备。

[0407] 另外,本发明的发光器件也可以用作照明装置。参照图9说明使用本发明的发光器件作为照明装置的一个实施方式。

[0408] 作为使用根据本发明的发光器件作为照明装置的电子设备的一个实例,图9示出了使用根据本发明的发光器件用作背光灯的液晶显示装置。图9所示的液晶显示装置包括框体901、液晶层902、背光灯903以及框体904,液晶层902与驱动器IC905连接。此外,使用本发明的发光器件作为背光灯903,通过端子906提供电流。

[0409] 通过使用本发明的发光器件用作液晶显示装置的背光灯,可以获得能耗降低的背光灯。另外,由于本发明的发光器件是平面发光型照明装置并可以具有大面积,因此背光灯可以具有大面积,从而可以获得具有大面积的液晶显示装置。再者,由于本发明的发光器件薄且具有低能耗,因此也可以实现显示装置的薄型化和低能耗化。另外,由于本发明的发光器件具有长寿命,因此使用本发明的发光器件的液晶显示装置也具有长寿命。

[0410] 图10示出将本发明的发光器件用作作为照明装置的台灯的例子。图10所示的台灯包括外壳2001和光源2002,将本发明的发光器件用作光源2002。由于本发明的发光器件具有长寿命,因此台灯也具有长寿命。

[0411] 图11示出将本发明的发光器件用于室内照明装置3001的例子。由于本发明的发光器件可以具有大面积,因此本发明的发光器件可以用作具有大发光面积的照明装置。此外,由于本发明的发光器件薄且具有长寿命,因此该发光器件可以用于薄的且具有长寿命的照明装置。在使用本发明的发光器件作为室内照明装置3001的房间内,设置参照图6A所说明的根据本发明的电视机3002,从而可以欣赏广播和电影。在此情况下,由于各装置均具有长寿命,因此可以降低更换照明装置和电视机的频率,从而降低环境负担。

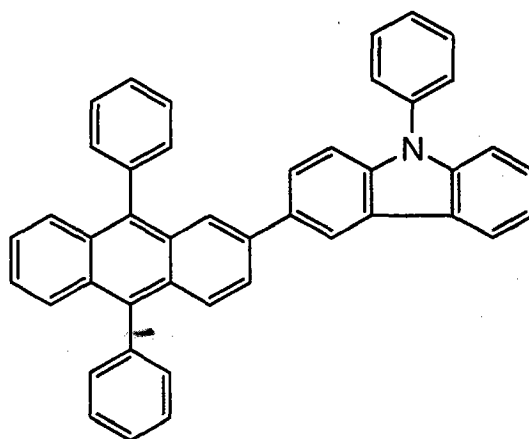
[0412] 注意,实施方式9可以与任何其他实施方式适当地组合。

[0413] 实施例1

[0414] 在实施例1中,具体地说明结构式(101)所表示的本发明的一种衍生物3-(9,

10-二苯基-2-蒽基)-9-苯基-9H-咔唑(缩写:2PCzPA)的合成方法。

[0415]



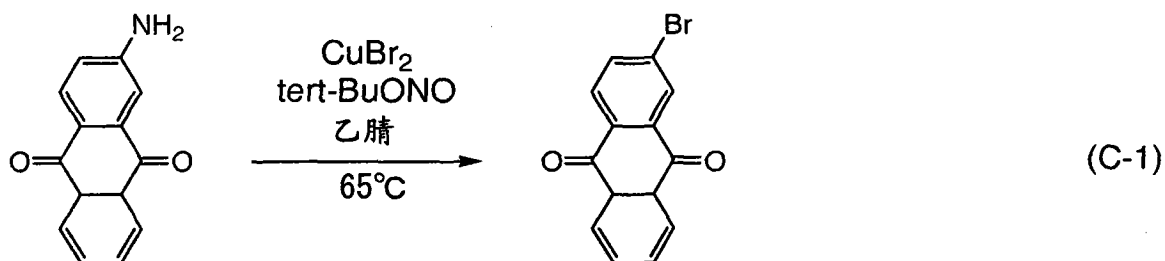
(101)

[0416] [步骤1]2-溴-9,10-二苯基蒽(缩写:2PA单元)的合成

[0417] (i)2-溴-9,10-蒽醌的合成

[0418] (C-1)中示出2-溴-9,10-蒽醌的合成方案。

[0419]

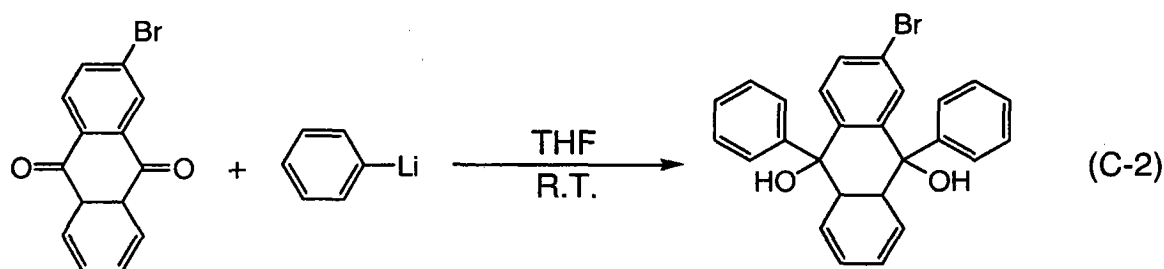


[0420] 在1L三口烧瓶中加入46g(206mmol)溴化铜(II)和500mL乙腈。向该混合物中加入17.3g(168mmol)亚硝酸叔丁酯。将该混合物加热到65°C。在加热该混合物的同时,向该混合物中加入25g(111mmol)2-氨基-9,10-蒽醌。将该混合物在相同的温度下搅拌6小时。然后,将该溶液倒入大约500mL盐酸(3mol/L)中。将该混合物搅拌3小时。然后,将该混合物中沉淀出的固体过滤出来。将获得的残余物用水和乙醇洗涤。然后,将该残余物溶解于甲苯中,并将该溶液通过硅酸镁(Florisil)(和光纯药工业株式会社(Wako Pure Chemical Industries, Ltd.)的产品,目录号码:540-00135)、C盐(Celite)(和光纯药工业株式会社的产品,目录号码:531-16855)和氧化铝抽滤。将获得的滤液进行浓缩而获得固体。将该固体用氯仿/己烷重结晶,从而以58%的收率获得18.6g的合成目标物质,即2-溴-9,10-蒽醌的淡黄色粉末状固体。

[0421] (ii)2-溴-9,10-二苯基蒽-9,10-二醇的合成

[0422] (C-2)中示出2-溴-9,10-二苯基蒽-9,10-二醇的合成方案。

[0423]

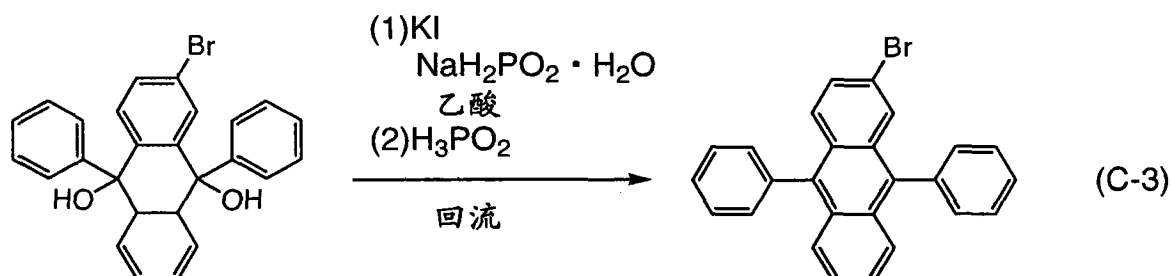


[0424] 在 300mL 三口烧瓶中加入 4.90g (17.0mmol) 2-溴-9,10-蒽醌,并用单体置换烧瓶中的气氛。向烧瓶中加入 100mL 四氢呋喃 (THF),并向该溶液中滴加 17.8mL (37.3mmol) 苯基锂。在滴加结束后,在室温下将该溶液搅拌 15 小时。然后,将该溶液用水洗涤,并将水层用乙酸乙酯萃取。将萃取溶液和有机层合并,并用硫酸镁干燥。然后,对该混合物进行自然过滤。将获得的滤液浓缩以获得合成目标物质,即 2-溴-9,10-二苯基蒽-9,10-二醇。

[0425] (iii) 2-溴-9,10-二苯基蒽的合成

[0426] (C-3) 中示出 2-溴-9,10-二苯基蒽的合成方案。

[0427]

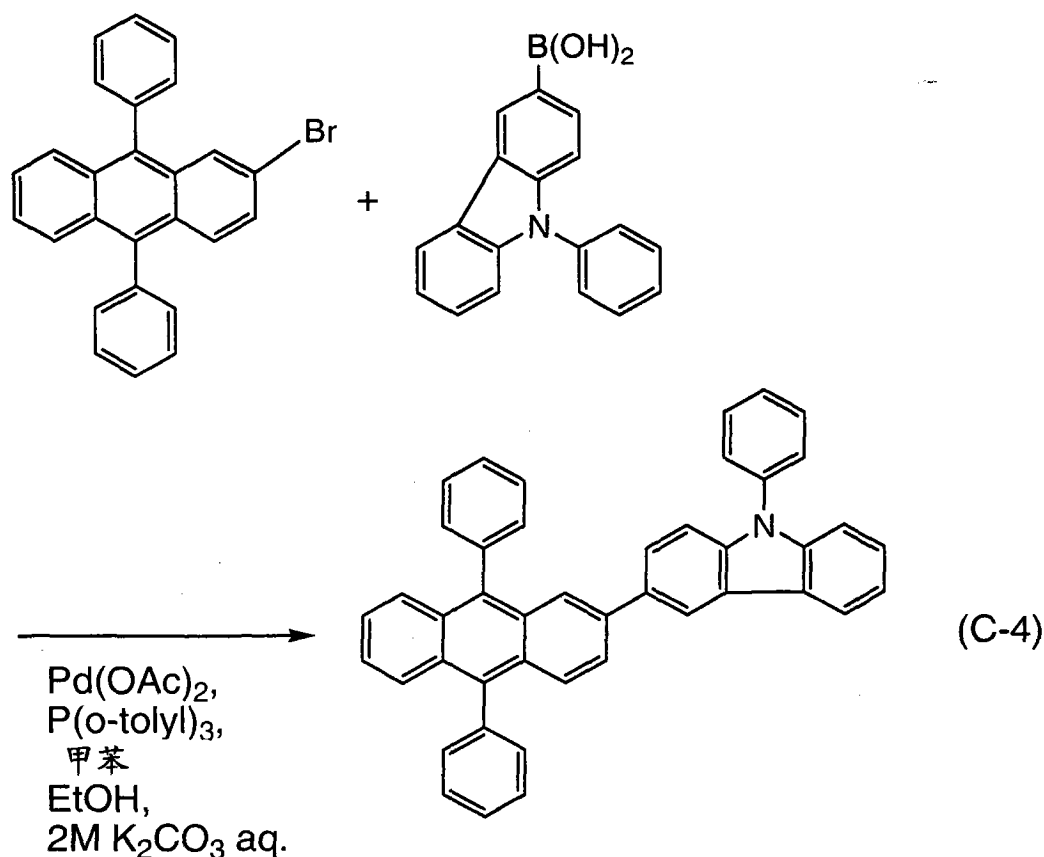


[0428] 在 500mL 三口烧瓶中加入所获得的 7.55g (17.0mmol) 2-溴-9,10-二苯基蒽-9,10-二醇、5.06g (30.5mmol) 碘化钾、9.70g (91.5mmol) 磷酸钠一水合物以及 50mL 冰醋酸,并将该混合物在 120℃ 搅拌 2 小时。然后,向该混合物中加入 30mL 50% 的磷酸,并将该混合物在 120℃ 再搅拌 1 小时。然后,将该混合物用水洗涤,并将水层用乙酸乙酯萃取。将萃取溶液和有机层合并,并用硫酸镁干燥。将该混合物进行自然过滤。将所获得的滤液浓缩以获得淡黄色固体。将获得的固体溶于甲苯中,并将该溶液通过 C 盐 (和光纯药工业株式会社的产品,目录号码:531-16855)、硅酸镁 (和光纯药工业株式会社的产品,目录号码:540-00135) 和氧化铝抽滤。将获得的滤液浓缩而获得固体。将该固体用氯仿/己烷重结晶,从而以 74% 的收率 (方案 (C-2) 及 (C-3) 的收率) 获得 5.1g 的合成目标物质,即 淡黄色粉末状固体。

[0429] [步骤 2] 2PCzPA 的合成

[0430] (C-4) 中示出 2PCzPA 的合成方案

[0431]



[0432] 在 100mL 三口烧瓶中加入 1.5g (3.7mmol) 2-溴-9,10-二苯基蒽、1.1g (3.7mmol) 4-(9H-吡唑-9-基)苯基硼酸以及 0.16g (0.50mmol) 三(邻甲苯基)膦, 并将烧瓶中的气氛用氮气置换。向该混合物中加入 20mL 甲苯、10mL 乙醇以及 13mL 碳酸钾水溶液 (2.0mol/L)。将该混合物在减压下进行搅拌的同时脱气。然后, 将烧瓶中的气氛用氮气置换。向该混合物中加入 28mg (0.10mmol) 醋酸钯 (II)。将该混合物在 110℃ 回流 12 小时。然后, 在该混合物冷却到室温后, 将约 20mL 甲苯加入其中, 并将该混合物通过 C 盐 (和光纯药工业株式会社的产品, 目录号码: 531-16855) 过滤。将获得的混合物的有机层用水和饱和盐水洗涤, 并用硫酸镁干燥。对该混合物进行自然过滤。将获得的滤液浓缩从而获得褐色油状物质。将该油状物质通过硅胶柱层析法 (展开溶剂是己烷和甲苯的 7 : 3 混合物) 纯化。将获得的淡黄色固体用乙醇重结晶, 从而以 58% 的收率获得 1.2g 的淡黄色粉末状固体。

[0433] 然后, 将获得的 1.2g 淡黄色粉末状固体通过系列升华 (train sublimation) 进行升华和纯化。对于升华纯化条件, 将 2PCzPA 在 280℃ 在流速为 3.0mL/min 的氙气的 8.7Pa 压力下加热。在升华纯化后, 以 74% 的收率回收 0.83g 的 2PCzPA 的淡黄色固体。

[0434] 通过核磁共振 (NMR) 测量, 确认该化合物是 3-(9,10-二苯基-2-蒽基)-9-苯基-9H-吡唑 (缩写: 2PCzPA)。

[0435] 2PCzPA 的 ^1H NMR 数据为: ^1H NMR (CDCl_3 , 300MHz): δ = 7.30-7.34 (m, 3H), 7.41-7.49 (m, 4H), 7.53-7.65 (m, 15H), 7.70-7.74 (m, 2H), 7.79-7.84 (m, 2H), 7.98 (s, 1H), 8.15 (d, J = 7.8Hz, 1H), 8.31 (d, J = 2.1Hz, 1H)。另外, 图 13A 和 13B 示出 ^1H NMR 图。注意, 图 13B 是将图 13A 中的 7.0 至 8.5ppm 的范围放大的图。

[0436] 另外, 通过高真空差动型差热天平 (TG-DTA2410SA, Bruker AXS K.K. 的产品) 测

定获得的 2PCzPA 的分解温度。将升温速度设定为 10℃ /min 并且在常压下进行升温。因而,在 416℃ 观察到 5% 的重量减少。从而,发现 2PCzPA 具有高的热稳定性。

[0437] 此外,图 14 示出 2PCzPA 的甲苯溶液的吸收光谱,而图 15 示出 2PCzPA 的甲苯溶液的发射光谱。将紫外-可见分光光度计(V-550,分光株式会社(JASCO Corporation)的产品)用于测量。使用加入石英皿中的溶液进行测量。显示的吸收光谱中已减去了只在石英皿中加入甲苯的情况下获得的吸收光谱。在图 14 中,横轴表示波长(nm),而纵轴表示吸收强度(给定(任意)单位)。在图 15 中,横轴表示波长(nm),而纵轴表示发射强度(给定单位)。在使用甲苯溶液的情况下,在约 302nm、331nm、366nm、386nm 和 409nm 观察到吸收。另外,在使用甲苯溶液的情况下,发射峰波长为约 436nm 及 459nm(激发波长为 370nm)。

[0438] 此外,图 16 示出 2PCzPA 的薄膜的吸收光谱,而图 17 示出 2PCzPA 的薄膜的发射光谱。将紫外-可见分光光度计(V-550,分光株式会社的产品)用于测量。通过在石英衬底上进行蒸发而制备样品,并显示减去了石英的吸收光谱的吸收光谱。在图 16 中,横轴表示波长(nm),而纵轴表示吸收强度(给定单位)。在图 17 中,横轴表示波长(nm),而纵轴表示发射强度(给定单位)。在使用薄膜的情况下,在约 283nm、305nm、340nm、395nm 和 423nm 观察到吸收。另外,在使用薄膜的情况下,发射峰波长为约 456nm 及 476nm(激发波长为 418nm)。

[0439] 另外,通过用光电子能谱仪(AC-2,理研计器株式会社(Riken Keiki, Co., Ltd.)的产品)在大气中的测量,发现 2PCzPA 的薄膜的电离电位为 5.49eV。因此,可知 HOMO 能级为 -5.49eV。再者,通过使用 2PCzPA 的薄膜的吸收光谱数据,通过假定直接跃迁的 Tauc 图获得吸收端。将该吸收端估计为光学能隙,从而该能隙为 2.77eV。从获得的能隙和 HOMO 能级的值得出 LUMO 能级为 -2.72eV。

[0440] 另外,通过循环伏安法(CV)测定 2PCzPA 的氧化还原特性。注意,将电化学分析仪(ALS 型 600A, BAS 株式会社(BAS Inc.)的产品)用于测量。

[0441] 对于在 CV 测定中使用的溶液,使用脱水二甲基甲酰胺(DMF, Sigma-Aldrich 公司的产品,99.8%,目录号码:22705-6)作为溶剂,并将充当支持电解质(supporting electrolyte)的高氯酸四正丁基铵($n\text{-Bu}_4\text{NClO}_4$, 东京化成工业株式会社(Tokyo Chemical Industry Co., Ltd.)的产品,目录号码:T0836)溶解于该溶剂中,使得高氯酸四正丁基铵的浓度为 100mmol/L。此外,将作为测量对象的 2PCzPA 溶解于该溶液中,使得 2PCzPA 的浓度为 2mmol/L。另外,使用铂电极(PTE 铂电极, BAS 株式会社的产品)作为工作电极,使用铂电极(VC-3 用 Pt 对电极(5cm), BAS 株式会社的产品)作为辅助电极,并使用 Ag/Ag⁺电极(用于非水溶剂的 RE5 参比电极, BAS 株式会社的产品)作为参比电极。注意,测定在室温下进行。

[0442] 按如下所述对 2PCzPA 的氧化特性进行考察。以使工作电极相对于参比电极的电位从 -0.16V 变化至 1.30V、然后从 1.30V 变化至 -0.16V 的扫描为一个周期,测定进行 100 个周期。另外,按如下所述对 2PCzPA 的还原特性进行考察。以使工作电极相对于参比电极的电位从 -1.02V 变化至 -2.54V、然后从 -2.54V 变化至 -1.02V 的扫描为一个周期,测定进行 100 个周期。注意, CV 测定的扫描速度设定为 0.1V/s。

[0443] 图 18 示出 2PCzPA 的氧化特性的 CV 测定结果。图 19 示出 2PCzPA 的还原特性的 CV 测定结果。在图 18 及图 19 中,横轴均表示工作电极相对于参比电极的电位(V),纵轴均表示在工作电极和辅助电极之间流过的电流(μA)。从图 18 中,在约 0.79V(相对于 Ag/

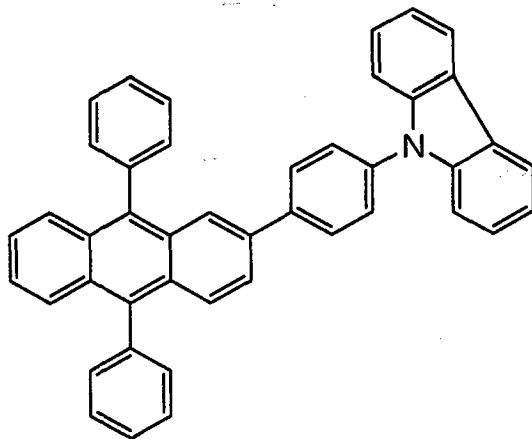
Ag⁺电极)观察到表示氧化的电流。另外,从图 19 中,在约 -2.24V(相对于 Ag/Ag⁺ 电极)观察到表示还原的电流。

[0444] 尽管扫描重复进行了多达 100 个周期,但是在氧化反应及还原反应中均没有发现 CV 曲线的峰位置和峰强度的显著变化。这表明,本发明的蒽衍生物对重复的氧化反应和还原反应是相当稳定的。

[0445] 实施例 2

[0446] 在实施例 2 中,具体地说明结构式 (201) 所表示的本发明的一种蒽衍生物 9-[4-(9,10-二苯基-2-蒽基)苯基]-9H-咔唑(缩写:2CzPPA)的合成方法。

[0447]

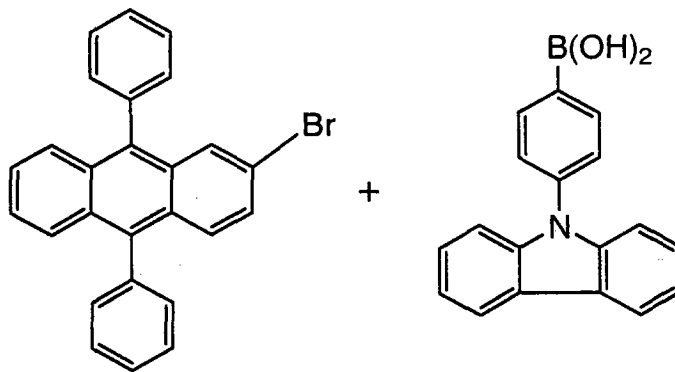


(201)

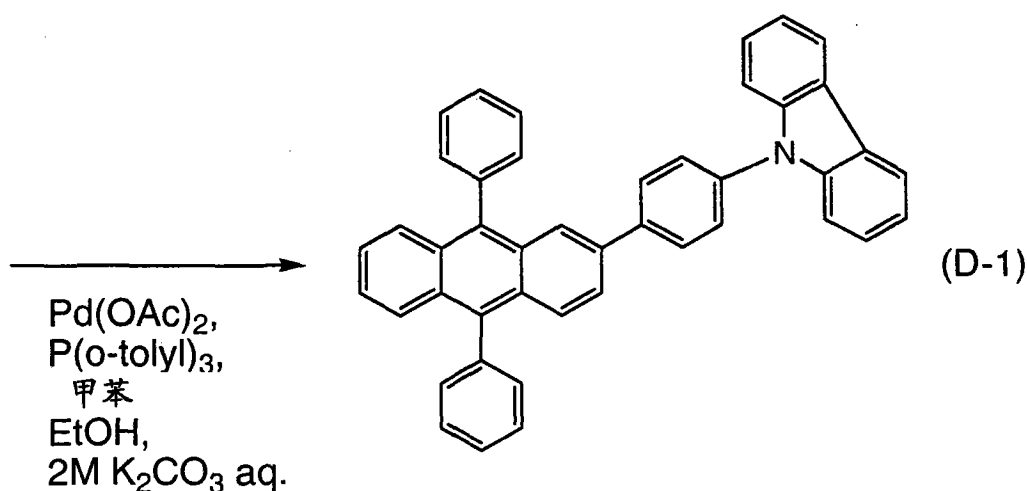
[0448] [步骤 1] 9-[4-(9,10-二苯基-2-蒽基)苯基]-9H-咔唑(缩写:2CzPPA)的合成

[0449] (D-1) 中示出 2CzPPA 的合成方案。

[0450]



[0451]



[0452] 在 100mL 三口烧瓶中加入 2.0g (4.9mmol) 2-溴-9,10-二苯基蒽、1.4g (4.9mmol) 4-(9H-吡唑-9-基)苯基硼酸和 0.15g (0.50mmol) 三(邻甲苯基)膦,并将烧瓶内的气氛用氮气置换。向该混合物中加入 15mL 甲苯、15mL 乙醇和 10mL 碳酸钾水溶液 (2.0mol/L)。将该混合物在减压下搅拌的同时脱气。然后,将烧瓶内的气氛用氮气置换。向该混合物中加入 23mg (0.10mmol) 醋酸钯 (II)。将该混合物在 100℃ 回流 20 小时。然后,在将该混合物冷却到室温后,将约 50mL 甲苯加入其中,并将该混合物通过滤纸过滤。将获得的混合物用水洗涤,并将水层用甲苯萃取。将萃取溶液和有机层合并,并用饱和盐溶液洗涤,并将有机层用硫酸镁干燥。对该混合物进行自然过滤。将获得的滤液浓缩,以获得淡黄色固体。将该固体用甲苯洗涤,从而以 54% 的收率获得 1.5g 的淡黄色粉末状固体作为合成目标物质。

[0453] 然后,将获得的 1.5g 淡黄色粉末状固体通过系列升华进行升华和纯化。对于升华纯化的条件,将 2CzPPA 在 260℃ 在流速为 3.0mL/min 的氩气条件下加热。在升华纯化之后,以 94% 的收率回收 1.4g 的 2CzPPA 的淡黄色固体。

[0454] 通过核磁共振 (NMR) 测量,确认该化合物是 9-[4-(9,10-二苯基-2-蒽基)苯基]-9H-吡唑 (缩写:2CzPPA)。

[0455] 2CzPPA 的 ^1H NMR 数据为: ^1H NMR (CDCl_3 , 300MHz): δ = 7.30 (d, J = 6.3Hz, 2H), 7.33-7.75 (m, 21H), 7.77 (d, J = 8.1Hz, 2H), 7.85 (d, J = 9.0Hz, 1H), 8.01 (d, J = 2.1Hz, 1H), 8.15 (d, J = 7.8Hz, 2H)。另外,图 20A 和图 20B 示出 ^1H NMR 图。注意,图 20B 是图 20A 中的 7.0 至 8.5ppm 的范围的放大图。

[0456] 另外,通过高真空差动型差热天平 (TG-DTA2410SA, Bruker AXS K.K. 的产品) 测定获得的 2CzPPA 的分解温度。将升温速度设定为 10℃/min 并且在常压下进行升温。因而,在 421℃ 观察到 5% 的重量减少。从而,发现 2CzPPA 具有高的热稳定性。

[0457] 此外,图 21 示出 2CzPPA 的甲苯溶液的吸收光谱,而图 22 示出 2CzPPA 的甲苯溶液的发射光谱。将紫外-可见分光光度计 (V-550, 分光株式会社的产品) 用于测量。用加入石英皿中的溶液进行测量。显示的吸收光谱中已减去了仅在石英皿中加入甲苯的情况下获得的吸收光谱。在图 21 中,横轴表示波长 (nm),而纵轴表示吸收强度 (给定单位)。在图 22 中,横轴表示波长 (nm),而纵轴表示发射强度 (给定单位)。在使用甲苯溶液的情况下,在约 282nm、337nm、366nm、385nm 和 407nm 观察到吸收。另外,在使用甲苯溶液的情况下,发射峰波长为 426nm 及 451nm (激发波长为 370nm)。

[0458] 此外,图 23 示出 2CzPPA 的薄膜的吸收光谱,而图 24 示出 2CzPPA 的薄膜的发射光谱。将紫外-可见分光光度计(V-550,分光株式会社的产品)用于测量。通过在石英衬底进行的蒸发而制备样品,并显示减去了石英的吸收光谱的吸收光谱。在图 23 中,横轴表示波长(nm),而纵轴表示吸收强度(给定单位)。在图 24 中,横轴表示波长(nm),而纵轴表示发射强度(给定单位)。在薄膜的情况下,在约 240nm、290nm、344nm、393nm 和 415nm 观察到吸收。另外,在薄膜的情况下,发射峰波长为 461nm(激发波长为 341nm)。

[0459] 另外,通过光电子能谱仪(AC-2,理研计器株式会社的产品)在大气中的测量,发现 2CzPPA 的薄膜的电离电位为 5.72eV。结果,可知 HOMO 能级为 -5.72eV。此外,通过使用 2CzPPA 的薄膜的吸收光谱数据,由假定直接跃迁的 Tauc 图获得吸收端。将该吸收端估计为光学能隙,因而该能隙为 2.84eV。从获得的能隙和 HOMO 能级的值得出 LUMO 能级为 -2.88eV。

[0460] 另外,通过循环伏安法(CV)测定 2CzPPA 的氧化-还原特性。注意,将电化学分析仪(ALS 型 600A, BAS 株式会社的产品)用于测量。

[0461] 对于 CV 测定中使用的溶液,使用脱水二甲基甲酰胺(DMF, Sigma-Aldrich Inc. 的产品,99.8%,目录号码:22705-6)作为溶剂,并将作为支持电解质的高氯酸四正丁基铵($n\text{-Bu}_4\text{NClO}_4$, 东京化成工业株式会社的产品,目录号码:T0836)溶解于该溶剂中,使得高氯酸四正丁基铵的浓度为 100mmol/L。此外,将作为测量对象的 2CzPPA 溶解于该溶液中,使得 2CzPPA 的浓度为 2mmol/L。另外,将铂电极(PTE 铂电极, BAS 株式会社的产品)作为工作电极,将铂电极(VC-3 用 Pt 对电极(5cm), BAS 株式会社的产品)用作辅助电极,并将 Ag/Ag^+ 电极(用于非水溶剂的 RE5 参比电极, BAS 株式会社的产品)用作参比电极。注意,测定在室温下进行。

[0462] 按如下所述对 2CzPPA 的氧化特性进行考察。以使工作电极相对于参比电极的电位从 -0.03V 变化至 1.30V、然后从 1.30V 变化至 -0.03V 的扫描为一个周期,测定进行 100 个周期。另外,按如下所述对 2CzPPA 的还原特性进行考察。以使工作电极相对于参比电极的电位从 -1.08V 变化至 -2.50V、然后从 -2.50V 变化至 -1.08V 的扫描为一个周期,测定进行 100 个周期。注意, CV 测定的扫描速度设定为 0.1V/s。

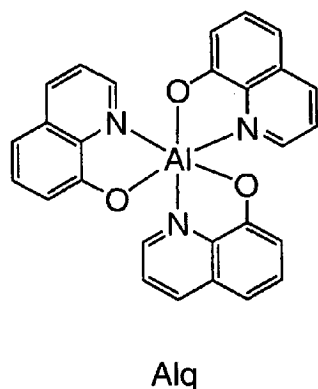
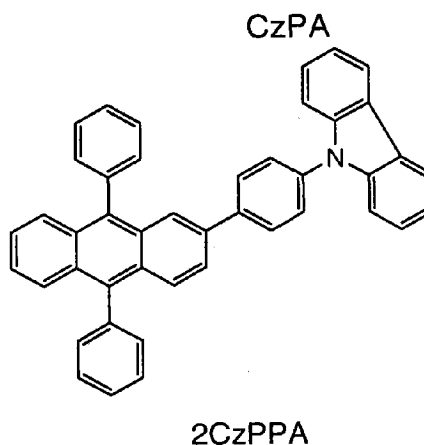
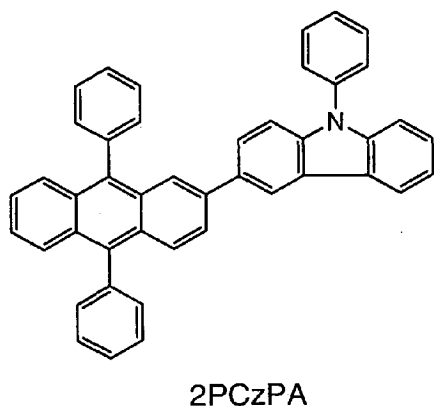
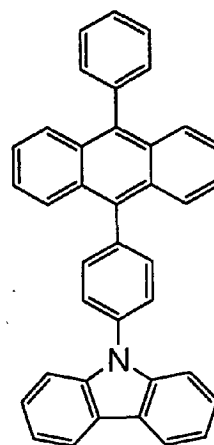
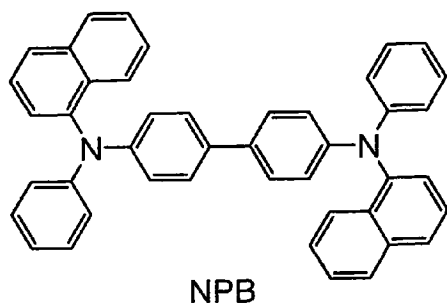
[0463] 图 25 示出 2CzPPA 的氧化特性的 CV 测定结果。图 26 示出 2CzPPA 的还原特性的 CV 测定结果。在图 25 及图 26 中,横轴均表示工作电极相对于参比电极的电位(V),纵轴均表示在工作电极和辅助电极之间流过的电流(μA)。从图 25 中,在约 0.89V(相对于 Ag/Ag^+ 电极)观察到表示氧化的电流。另外,从图 26 中,在约 -2.17V(相对于 Ag/Ag^+ 电极)观察到表示还原的电流。

[0464] 尽管将扫描重复进行了多达 100 个周期,但是在氧化反应及还原反应中均没有发现 CV 曲线的峰位置和峰强度的显著变化。这表明本发明的蒽衍生物对重复的氧化反应和还原反应是相当稳定的。

[0465] 实施例 3

[0466] 在实施例 3 中,参照图 27 说明本发明的发光元件。下面表示在实施例 3 中使用的材料的结构式。

[0467]



[0468] 下面,说明实施例 3 的发光元件的制造方法。

[0469] (发光元件 1)

[0470] 首先,通过溅射法在玻璃衬底 2101 上形成含有氧化硅的氧化铟锡 (ITO) 的膜,从而形成第一电极 2102。注意,第一电极 2102 的厚度设定为 110nm,而该电极的面积设定为 $2\text{mm} \times 2\text{mm}$ 。

[0471] 接着,将具有第一电极的衬底固定在设置在真空蒸发装置中的衬底支架上,使形成第一电极 2102 的表面向下。在将成膜室的压力降低到大约 10^{-4}Pa 之后,将 4,4'-双[N-(1-萘基)-N-苯基氨基]联苯(缩写:NPB)和氧化钼(VI)共蒸发在第一电极 2102 上,从而形成包含有机化合物和无机化合物的复合材料的层 2111。将层 2111 的厚度设定为 50nm,并且将 NPB 和氧化钼(VI)的质量比调节为 4 : 1 (= NPB : 氧化钼)。注意,共蒸发法是指在一个处理室内从多个蒸发源同时进行蒸发的蒸发法。

[0472] 接着,通过用电阻加热的蒸镀法在包含复合材料的层 2111 上形成 4,4'-双[N-(1-萘基)-N-苯基氨基]联苯(缩写:NPB)的 10nm 厚的膜,从而形成空穴传输层 2112。

[0473] 此外,将 9-[4-(10-苯基-9-蒎基)苯基]-9H-咔唑(缩写:CzPA)和由结构式(101)表示的本发明的一种蒎衍生物 3-(9,10-二苯基-2-蒎基)-9-苯基-9H-咔唑(缩写:2PCzPA)共蒸发到空穴传输层 2112 上,从而形成 30nm 厚的发光层 2113。在此,将 CzPA 和 2PCzPA 的质量比调节为 1 : 0.1 (= CzPA : 2PCzPA)。

[0474] 然后,通过用电阻加热的蒸发法,在发光层 2113 上形成三(8-羟基喹啉)铝(III)(缩写:Alq)的 10nm 厚的膜,从而形成电子传输层 2114。

[0475] 此外,将三(8-羟基喹啉)铝(III)(缩写:Alq)和锂(Li)共蒸发到电子传输层 2114 上,从而形成 20nm 厚的电子注入层 2115。这里,将 Alq 和 Li 的质量比调节为 1 : 0.01 (= Alq : Li)。

[0476] 最后,通过用电阻加热的蒸发法,在电子注入层 2115 上形成 200nm 厚的铝膜,从而形成第二电极 2104。这样,制得了发光元件 1。

[0477] (发光元件 2)

[0478] 使用与发光元件 1 相同的一种衬底,并采用结构式(201)所表示的本发明的一种蒎衍生物 9-[4-(9,10-二苯基-2-蒎基)苯基]-9H-咔唑(缩写:2CzPPA)代替 2PCzPA,以与发光元件 1 相同的方式制造发光元件 2。就是说,通过将 9-[4-(10-苯基-9-蒎基)苯基]-9H-咔唑(缩写:CzPA)和结构式(201)所表示的本发明的蒎衍生物 9-[4-(9,10-二苯基-2-蒎基)苯基]-9H-咔唑(缩写:2CzPPA)共蒸发,在空穴传输层 2112 上形成 30nm 厚的发光层 2113。这里,将 CzPA 和 2CzPPA 的质量比调节为 1 : 0.1 (= CzPA : 2CzPPA)。除发光层 2113 以外的层以与发光元件 1 类似的方式制造。

[0479] 将如此获得的发光元件 1 和 2 密封在含有氮气气氛的手套箱中,以使得不暴露于空气。然后,对这些发光元件的工作特性进行测定。注意,在室温(在保持为 25℃的气氛中)条件下进行测定。

[0480] 图 28 示出发光元件 1 和 2 的电流密度-亮度特性。图 29 示出发光元件 1 和 2 的电压-亮度特性。图 30 示出发光元件 1 和 2 的亮度-电流效率特性。图 31 示出发光元件 1 和 2 的电压-电流特性。

[0481] 此外,图 32 示出发光元件 1 和 2 在 1mA 的电流下的发射光谱。从图 32 可知,发光元件 1 的发光来源于 2PCzPA。此外发光元件 2 的发光来源于 2CzPPA。

[0482] 发光元件 1 在 800cd/m²的亮度下的 CIE 色度坐标是 (x = 0.16, y = 0.13),呈现高色纯度的蓝色发光。另外,在 800cd/m²的亮度下,发光元件 1 的电流效率为 2.0cd/A,其外量子效率为 1.8%。另外,在 800cd/m²的亮度下,发光元件 1 的电压、电流密度和功率效率分别为 6.6V、39.5mA/cm²和 1.01lm/W。

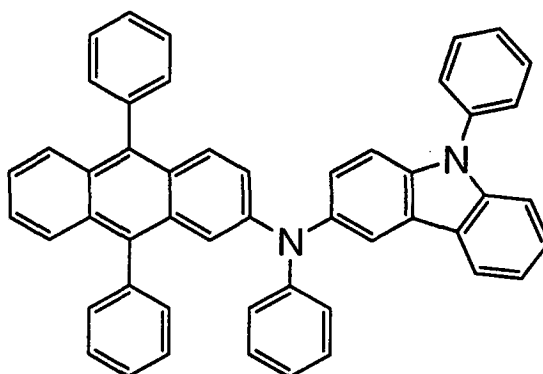
[0483] 发光元件 2 在 990cd/m²的亮度下的 CIE 色度坐标是 (x = 0.16, y = 0.11),呈现高色纯度的蓝色发光。另外,在 990cd/m²的亮度下,发光元件 2 的电流效率为 1.5cd/A,其外量子效率为 1.4%。另外,在 990cd/m²的亮度下,发光元件 2 的电压、电流密度和功率效率分别为 6.8V、67.3mA/cm²和 0.68lm/W。

[0484] 因而,发光元件 1 及发光元件 2 均以高的色纯度发射蓝光。因此,通过使用本发明的蒎衍生物作为发光层的发光物质,可以获得以高的色纯度发射蓝光的发光元件。

[0485] 实施例 4

[0486] 在实施例 4 中,参照图 27 说明本发明的发光元件。下面表示在实施例 4 中使用的材料的结构式。注意,省略了已示出的材料的结构式。

[0487]



2PCAPA

[0488] 下面,说明实施例 4 的发光元件的制造方法。

[0489] (发光元件 3)

[0490] 首先,通过溅射法在玻璃衬底 2101 上形成含有氧化硅的氧化铟锡 (ITO) 的膜,从而形成第一电极 2102。注意,将第一电极 2102 的厚度设定为 110nm,并将电极的面积设定为 2mm×2mm。

[0491] 接着,将具有第一电极的衬底固定在设置在真空蒸发装置中的衬底支架上,使形成第一电极 2102 的表面向下。在将成膜室的压力降低到大约 10^{-4} Pa 后,将 4,4'-双[N-(1-萘基)-N-苯基氨基]联苯(缩写:NPB)和氧化钼(VI)共蒸发在第一电极 2102 上,从而形成包含有机化合物和无机化合物的复合材料的层 2111。将层 2111 的厚度设定为 50nm,并将 NPB 和氧化钼(VI)的质量比调节为 4:1(=NPB:氧化钼)。注意,共蒸发法是指在一个处理室内从多个蒸发源同时进行蒸发的蒸发法。

[0492] 接着,通过使用电阻加热的蒸发法在包含复合材料的层 2111 上形成 4,4'-双[N-(1-萘基)-N-苯基氨基]联苯(缩写:NPB)的 10nm 厚的膜,从而形成空穴传输层 2112。

[0493] 此外,通过将由结构式(101)表示的本发明的一种蒽衍生物 3-(9,10-二苯基-2-蒽基)-9-苯基-9H-咔唑(缩写为 2PCzPA)和 N-(9,10-二苯基-2-蒽基)-N,9-二苯基-9H-咔唑-3-胺(缩写:2PCAPA)共蒸发到空穴传输层 2112 上,从而形成 40nm 厚的发光层 2113。在此,将 2PCzPA 和 2PCAPA 的质量比调节为 1:0.05(=2PCzPA:2PCAPA)。

[0494] 然后,通过使用电阻加热的蒸发法,在发光层 2113 上形成三(8-羟基喹啉)铝(III)(缩写:Alq)的 30nm 厚的膜,从而形成电子传输层 2114。

[0495] 此外,通过使用电阻加热的蒸发法,在电子传输层 2114 上形成 1nm 厚的氟化锂膜,从而形成电子注入层 2115。

[0496] 最后,通过使用电阻加热的蒸发法,在电子注入层 2115 上形成 200nm 厚的铝膜,从而形成第二电极 2104。这样,制得了发光元件 3。

[0497] (发光元件 4)

[0498] 使用与发光元件 3 相同的一种衬底,并采用结构式(201)所表示的本发明的一种

蒽衍生物 9-[4-(9,10-二苯基-2-蒽基)苯基]-9H-咔唑(缩写:2CzPPA)代替 2PCzPA,以与发光元件 3 类似的方式制造发光元件 4。就是说,通过结构式(201)所表示的本发明的蒽衍生物 9-[4-(9,10-二苯基-2-蒽基)苯基]-9H-咔唑(缩写:2CzPPA)和 N-(9,10-二苯基-2-蒽基)-N,9-二苯基-9H-咔唑-3-胺(缩写:2PCAPA)的共蒸发,在空穴传输层 2112 上形成 40nm 厚的发光层 2113。这里,将 2CzPPA 和 2PCAPA 的质量比调节为 1 : 0.05(= 2CzPPA : 2PCAPA)。除发光层 2113 以外的层以与发光元件 3 类似的方式形成。

[0499] 将如此获得的发光元件 3 和 4 密封在含有氮气气氛的手套箱中,以使得不暴露于空气。然后,对这些发光元件的工作特性进行测定。注意,在室温(在保持为 25℃的气氛中)条件下进行测定。

[0500] 图 33 示出发光元件 3 和 4 的电流密度-亮度特性。图 34 示出发光元件 3 和 4 的电压-亮度特性。图 35 示出发光元件 3 和 4 的亮度-电流效率特性。图 36 示出发光元件 3 和 4 的电压-电流特性。

[0501] 此外,图 37 示出发光元件 3 和 4 在 1mA 的电流下的发射光谱。从图 37 可知,发光元件 3 和 4 的发光均来源于 2PCAPA。

[0502] 发光元件 3 在 3400cd/m²的亮度下的 CIE 色度坐标是 (x = 0.30, y = 0.62),呈现绿色发光。另外,在 3400cd/m²的亮度下,发光元件 3 的电流效率为 14.2cd/A。另外,在 3400cd/m²的亮度下,发光元件 3 的电压、电流密度和功率效率分别为 6.0V、24.0mA/cm²和 7.4lm/W。

[0503] 发光元件 4 在 2800cd/m²的亮度下的 CIE 色度坐标是 (x, y) = (0.29, 0.62),呈现绿色发光。另外,在 2800cd/m²的亮度下,发光元件 4 的电流效率为 13.2cd/A。另外,在 2800cd/m²的亮度下,发光元件 4 的电压、电流密度和功率效率为 6.8V、21.0mA/cm²和 6.1lm/W。

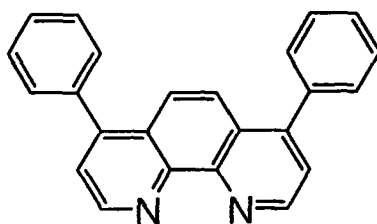
[0504] 另外,图 38 示出连续点亮测试的结果,其中将发光元件 3 和 4 通过恒流驱动连续点亮,其中将其初始亮度设定为 3000cd/m²(纵轴表示以 3000cd/m²为 100%的归一化亮度)。从图 38 可以看出,发光元件 3 和 4 在 710 小时之后分别保持初始亮度的 85%和 82%。因此,可知本发明的发光元件具有长寿命。

[0505] 因此,通过将本发明的任何蒽衍生物用作发光层的主体材料,能够获得长寿命的发光元件。

[0506] 实施例 5

[0507] 在实施例 5 中,参照图 27 说明本发明的发光元件。下面表示在实施例 5 中使用的材料的结构式。注意,省略已示出的材料的结构式。

[0508]



BPhen

[0509] 下面,说明实施例 5 的发光元件的制造方法。

[0510] (发光元件 5)

[0511] 首先,通过溅射法在玻璃衬底 2101 上形成含有氧化硅的氧化铟锡 (ITO) 的膜,从而形成第一电极 2102。注意,将第一电极 2102 的厚度设定为 110nm,并将电极的面积设定为 $2\text{mm} \times 2\text{mm}$ 。

[0512] 接着,将具有第一电极的衬底固定在设置在真空蒸发装置中的衬底支架上,使形成第一电极 2102 的表面向下。在将成膜室中的压力降低到大约 10^{-4}Pa 之后,将 4,4'-双[N-(1-萘基)-N-苯基氨基]联苯(缩写:NPB)和氧化钼(VI)共蒸发在第一电极 2102 上,从而形成包含有机化合物和无机化合物的复合材料的层 2111。将层 2111 的厚度设定为 50nm,并将 NPB 和氧化钼(VI)的质量比调节为 4 : 1(= NPB : 氧化钼)。注意,共蒸发法是指在一个处理室内从多个蒸发源同时进行蒸发的蒸发法。

[0513] 接着,通过使用电阻加热的蒸发法在包含复合材料的层 2111 上形成 4,4'-双[N-(1-萘基)-N-苯基氨基]联苯(缩写:NPB)的 10nm 厚的膜,从而形成空穴传输层 2112。

[0514] 此外,将由结构式(101)表示的本发明的一种蒽衍生物 3-(9,10-二苯基-2-蒽基)-9-苯基-9H-咔唑(缩写:2PCzPA)和 N-(9,10-二苯基-2-蒽基)-N,9-二苯基-9H-咔唑-3-胺(缩写:2PCAPA)共蒸发到空穴传输层 2112 上,从而形成 40nm 厚的发光层 2113。在此,将 2PCzPA 和 2PCAPA 的质量比调节为 1 : 0.05(= 2PCzPA : 2PCAPA)。

[0515] 然后,通过使用电阻加热的蒸发法,在发光层 2113 上形成红菲绕啉(缩写:BPhen)的 30nm 厚的膜,从而形成电子传输层 2114。

[0516] 然后,通过使用电阻加热的蒸发法,在电子传输层 2114 上形成氟化锂的 1nm 厚的膜,从而形成电子注入层 2115。

[0517] 最后,通过使用电阻加热的蒸发法,在电子注入层 2115 上形成 200nm 厚的铝膜,从而形成第二电极 2104。由此,制得发光元件 5。

[0518] (发光元件 6)

[0519] 使用与发光元件 5 相同的一种衬底,并采用结构式(201)所表示的本发明的一种蒽衍生物 9-[4-(9,10-二苯基-2-蒽基)苯基]-9H-咔唑(缩写:2CzPPA)代替 2PCzPA,以与发光元件 5 相同的方式制造发光元件 6。就是说,通过将结构式(201)所表示的本发明的蒽衍生物 9-[4-(9,10-二苯基-2-蒽基)苯基]-9H-咔唑(缩写:2CzPPA)和 N-(9,10-二苯基-2-蒽基)-N,9-二苯基-9H-咔唑-3-胺(缩写:2PCAPA)共蒸发,在空穴传输层 2112 上形成 40nm 厚的发光层 2113。这里,将 2CzPPA 和 2PCAPA 的质量比调节为 1 : 0.05(= 2CzPPA : 2PCAPA)。除发光层 2113 以外的层以与发光元件 5 相同的方式形成。

[0520] 将如此获得的发光元件 5 和 6 密封在含有氮气气氛的手套箱中,以使得不暴露于空气。然后,对这些发光元件的工作特性进行测定。注意,在室温(在保持为 25°C 的气氛中)条件下进行测定。

[0521] 图 39 示出发光元件 5 和 6 的电流密度-亮度特性。图 40 示出发光元件 5 和 6 的电压-亮度特性。图 41 示出发光元件 5 和 6 的亮度-电流效率特性。图 42 示出发光元件 5 和 6 的电压-电流特性。

[0522] 此外,图 43 示出发光元件 5 和 6 在 1mA 的电流下的发射光谱。从图 43 可知,发光元件 5 和 6 的发光均来源于 2PCAPA。

[0523] 发光元件 5 在 3500cd/m^2 的亮度下的 CIE 色度坐标是 ($x = 0.28$, $y = 0.61$), 呈现绿色发光。另外, 在 3500cd/m^2 的亮度下, 发光元件 5 的电流效率为 13.1cd/A 。另外, 在 3500cd/m^2 的亮度下, 发光元件 5 的电压、电流密度和功率效率分别为 3.2V 、 26.3mA/cm^2 和 12.9lm/W 。

[0524] 发光元件 6 在 3500cd/m^2 的亮度下的 CIE 色度坐标是 ($x = 0.28$, $y = 0.61$), 呈现绿色发光。另外, 在 3500cd/m^2 的亮度下, 发光元件 6 的电流效率为 10.1cd/A 。另外, 在 3500cd/m^2 的亮度下, 发光元件 6 的电压、电流密度和功率效率分别为 3.0V 、 35.0mA/cm^2 和 10.5lm/W 。

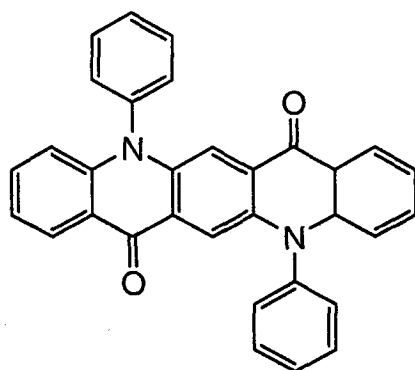
[0525] 另外, 图 44 示出连续点亮测试的结果, 其中将发光元件 5 和 6 通过恒流驱动进行连续点亮, 其中将其初始亮度设定为 3000cd/m^2 (纵轴代表以 3000cd/m^2 为 100% 的归一化亮度)。从图 44 可知, 发光元件 5 和 6 在 140 小时之后分别保持初始亮度的 81% 和 84%。因此, 可知本发明的发光元件具有长寿命。

[0526] 因此, 通过将本发明的任何蒽衍生物用作发光层的主体材料, 能够获得长寿命的发光元件。

[0527] 实施例 6

[0528] 在实施例 6 中, 参照图 45 说明本发明的发光元件。下面表示在实施例 6 中使用的材料的结构式。注意, 省略了已示出的材料的结构式。

[0529]



DPQd

[0530] 下面, 说明实施例 6 的发光元件的制造方法。

[0531] (发光元件 7)

[0532] 首先, 通过溅射法在玻璃衬底 2101 上形成含有氧化硅的氧化铟锡 (ITO) 的膜, 从而形成第一电极 2102。注意, 将第一电极 2102 的厚度设定为 110nm , 并将电极的面积设定为 $2\text{mm} \times 2\text{mm}$ 。

[0533] 接着, 将具有第一电极的衬底固定在设置在真空蒸发装置中的衬底支架上, 使形成第一电极 2102 的表面向下。在将成膜室的压力降低到大约 10^{-4}Pa 之后, 将 4,4'-双[N-(1-萘基)-N-苯基氨基]联苯 (缩写: NPB) 和氧化钼 (VI) 共蒸发在第一电极 2102 上, 从而形成包含有机化合物和无机化合物的复合材料的层 2111。将层 2111 的厚度设定为 50nm , 并将 NPB 和氧化钼 (VI) 的质量比调节为 4 : 1 (= NPB : 氧化钼)。注意, 共蒸发法是指在一个处理室内从多个蒸发源同时进行蒸发的蒸发法。

[0534] 接着, 通过使用电阻加热的蒸发法在包含复合材料的层 2111 上形成 4,4'-双

[N-(1-萘基)-N-苯基氨基]联苯(缩写:NPB)的10nm厚的膜,从而形成空穴传输层2112。
[0535] 此外,将由结构式(101)表示的本发明的一种蒽衍生物3-(9,10-二苯基-2-蒽基)-9-苯基-9H-咔唑(缩写:2PCzPA)和N-(9,10-二苯基-2-蒽基)-N,9-二苯基-9H-咔唑-3-胺(缩写:2PCAPA)共蒸发到空穴传输层2112上,从而形成30nm厚的发光层2113。在此,将2PCzPA和2PCAPA的质量比调节为1:0.05(=2PCzPA:2PCAPA)。

[0536] 此外,将三(8-羟基喹啉)铝(III)(缩写:Alq)和N,N'-二苯基喹吖啶酮(缩写:DPQd)共蒸发到发光层2113上,从而形成用来控制电子传输的10nm厚的功能层2116。这里,将Alq和DPQd的质量比调节为1:0.005(=Alq:DPQd)。

[0537] 然后,通过使用电阻加热的蒸发法,在功能层2116上形成红菲绕啉(缩写:BPhen)的30nm厚的膜,从而形成电子传输层2114。

[0538] 此外,在电子传输层2114上形成1nm厚的氟化锂膜,从而形成电子注入层2115。

[0539] 最后,通过使用电阻加热的蒸发法,在电子注入层2115上形成200nm厚的铝膜,从而形成第二电极2104。由此,制得发光元件7。

[0540] (发光元件8)

[0541] 使用与发光元件7相同的一种衬底,并采用结构式(201)所表示的本发明的一种蒽衍生物9-[4-(9,10-二苯基-2-蒽基)苯基]-9H-咔唑(缩写:2CzPPA)代替2PCzPA,以与发光元件7相同的方式制造发光元件8。就是说,通过将结构式(201)所表示的本发明的蒽衍生物9-[4-(9,10-二苯基-2-蒽基)苯基]-9H-咔唑(缩写:2CzPPA)和N-(9,10-二苯基-2-蒽基)-N,9-二苯基-9H-咔唑-3-胺(缩写:2PCAPA)共蒸发,在空穴传输层2112上形成30nm厚的发光层2113。这里,将2CzPPA和2PCAPA的质量比调节为1:0.05(=2CzPPA:2PCAPA)。除发光层2113以外的层以与发光元件7类似的方式形成。

[0542] 将如此获得的发光元件7和8密封在含有氮气气氛的手套箱中,以使得不暴露于空气。然后,对这些发光元件的工作特性进行测定。注意,在室温(在保持为25℃的气氛中)条件下进行测定。

[0543] 图46示出发光元件7和8的电流密度-亮度特性。图47示出发光元件7和8的电压-亮度特性。图48示出发光元件7和8的亮度-电流效率特性。图49示出发光元件7和8的电压-电流特性。

[0544] 此外,图50示出发光元件7和8在1mA的电流下的发射光谱。从图50可知,发光元件7和8的发光均来源于2PCAPA。

[0545] 发光元件7在3300cd/m²的亮度下的CIE色度坐标是(x=0.31, y=0.62),呈现绿色发光。另外,在3300cd/m²的亮度下,发光元件7的电流效率为14.9cd/A。另外,在3300cd/m²的亮度下,发光元件7的电压、电流密度和功率效率分别为4.4V、22.2mA/cm²和10.6lm/W。

[0546] 发光元件8在2700cd/m²的亮度下的CIE色度坐标是(x=0.29, y=0.62),呈现绿色发光。另外,在2700cd/m²的亮度下,发光元件8的电流效率为14.6cd/A。另外,在2700cd/m²的亮度下,发光元件8的电压、电流密度和功率效率分别为4.6V、18.2mA/cm²和10.0lm/W。

[0547] 另外,图51示出连续点亮测试的结果,其中将发光元件7和8通过恒流驱动连续点亮,其中将其初始亮度设定为5000cd/m²(纵轴代表以5000cd/m²为100%的归一化亮

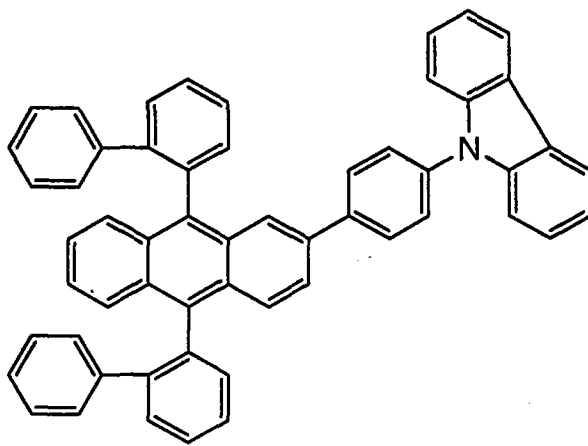
度)。从图 51 可知,发光元件 7 和 8 在 140 小时之后分别保持初始亮度的 92% 和 90%。因此可知,即使将初始亮度设定为高达 5000cd/m^2 ,本发明的发光元件也具有长寿命。

[0548] 因此,通过本发明的任何蒽衍生物,能够获得长寿命的发光元件。尤其是,通过本发明的蒽衍生物和用来控制电子传输的功能层,能够获得寿命更长的发光元件。

[0549] 实施例 7

[0550] 在实施例 7 中,具体地说明结构式 (206) 所表示的本发明的一种蒽衍生物 9-{4-[9,10-双(联苯-2-基)-2-蒽基]苯基}-9H-咔唑(缩写:2CzPBPhA)的合成方法。

[0551]

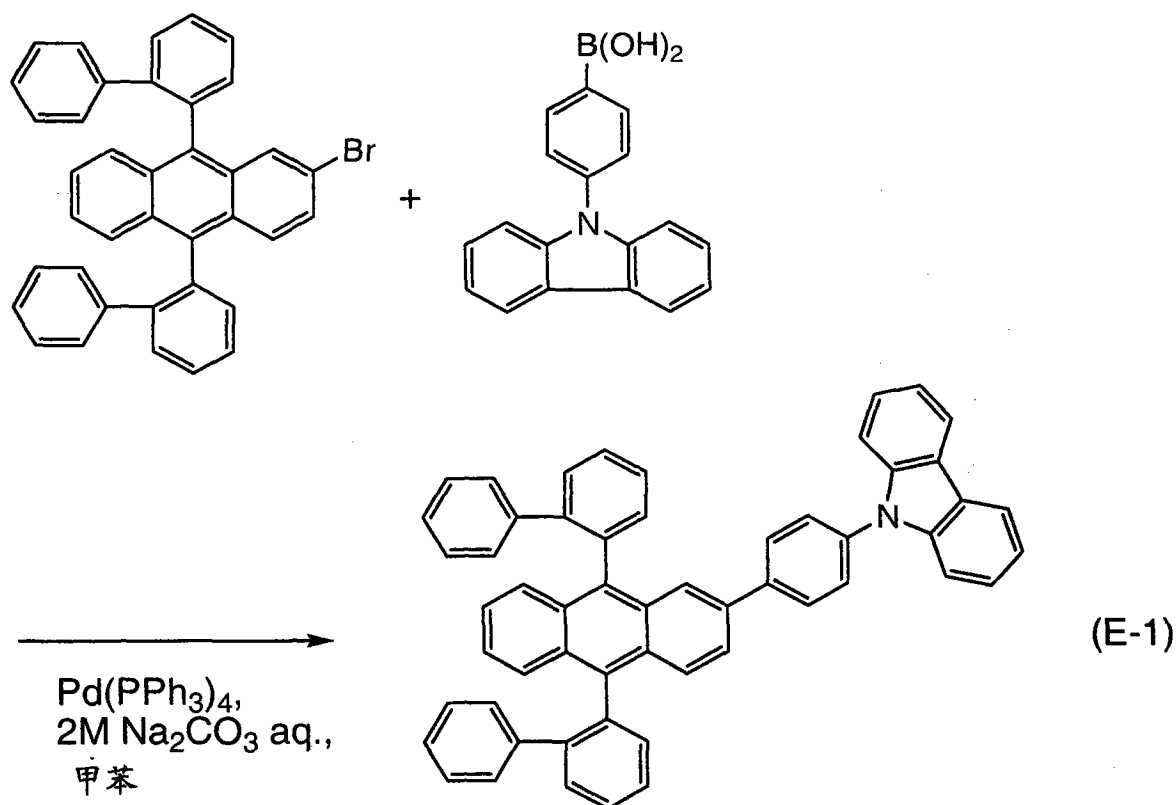


(206)

[0552] [步骤 1] 9-{4-[9,10-双(联苯-2-基)-2-蒽基]苯基}-9H-咔唑(缩写:2CzPBPhA)的合成

[0553] (E-1) 中示出 2CzPBPhA 的合成方案。

[0554]



[0555] 在 100mL 三口烧瓶中加入 1.7g (3.0mmol) 2-溴-9,10-双(2-联苯基)蒽、0.86g (3.0mmol) 4-(9H-咔唑-9-基)苯硼酸以及 0.13g (0.12mmol) 四(三苯基膦)合钯(0), 并将烧瓶内的气氛用氮气置换。向该混合物中加入 15mL 甲苯和 7mL 碳酸钠水溶液 (2.0mol/L)。将该混合物通过在减压下搅拌而脱气。将该混合物在 110℃ 回流 10 小时。然后, 在将该混合物冷却到室温后, 将约 100mL 甲苯加入其中。将该混合物通过氧化铝、硅酸镁 (和光纯药工业株式会社的产品, 目录号码: 540-00135) 和 C 盐 (和光纯药工业株式会社的产品, 目录号码: 531-16855) 抽滤。将获得的滤液依次用水和饱和盐溶液洗涤, 并将有机层用硫酸镁进行干燥。将该混合物进行自然过滤。将获得的滤液浓缩, 获得固体, 并将该固体使用二氯甲烷/己烷重结晶, 从而以 66% 的收率获得 1.4g 的合成目标物质的淡黄色粉末状固体。

[0556] 然后, 将获得的 490mg 的淡黄色粉末状固体通过系列升华进行升华和纯化。对于升华纯化的条件, 将材料在 360℃ 在流速为 15.0mL/min 的氩气的 200Pa 的压力下加热。在升华纯化之后, 以 86% 的收率回收 430mg 的 2CzPBPhA。

[0557] 通过核磁共振 (NMR) 测量, 确认该化合物是 9-[4-[9,10-双(联苯-2-基)-2-蒽基]苯基]-9H-咔唑 (缩写: 2CzPBPhA)。

[0558] 2CzPBPhA 的 ^1H NMR 数据为: ^1H NMR (CDCl_3 , 300MHz): δ = 6.89-6.96 (m, 6H), 7.00-7.06 (m, 4H), 7.21-7.32 (m, 4H), 7.37-7.45 (m, 7H), 7.54-7.74 (m, 15H), 7.85 (d, J = 1.5Hz, 1H), 8.15 (d, J = 8.4Hz, 2H)。另外, 图 52A 和图 52B 示出 ^1H NMR 图。注意, 图 52B 是图 52A 中的 6.5 至 8.5ppm 的范围的放大图。

[0559] 另外, 利用高真空差动型差热天平 (TG-DTA2410SA, Bruker AXS K.K. 的产品) 测定获得的 2CzPBPhA 的分解温度。将升温速度设定为 10℃/min, 并且在常压下进行升温。因而, 在 455℃ 观察到 5% 的重量减少。从而发现 2CzPBPhA 具有高的热稳定性。

[0560] 另外,通过示差扫描量热计(DSC, PerkinElmer, Inc. 的产品, Pyris1) 测量 2CzPBPhA 的玻璃化转变点。在将样品以 40℃ /min 加热直到 350℃ 而熔融后,以 40℃ /min 冷却至室温。然后,以 10℃ /min 将样品温度升高到 350℃,进行测量。其结果是,2CzPBPhA 的玻璃化转变点(Tg)和熔点分别为 143℃ 和 296℃。由此可见,2CzPBPhA 具有高的玻璃化转变点。

[0561] 此外,图 53 示出 2CzPBPhA 的甲苯溶液的吸收光谱,而图 54 示出 2CzPBPhA 的甲苯溶液的发射光谱。将紫外-可见分光光度计(V-550,分光株式会社的产品)用于测量。将溶液加入石英皿中进行测量。显示的吸收光谱中减去了在仅将甲苯加入石英皿的情况下获得的吸收光谱。在图 53 中,横轴表示波长(nm),而纵轴表示吸收强度(给定单位)。在图 54 中,横轴表示波长(nm),而纵轴表示发射强度(给定单位)。在使用甲苯溶液的情况下,在约 291nm、340nm、369nm、389nm 和 412nm 观察到吸收。另外,在使用甲苯溶液的情况下,发射峰波长为 429nm 及 455nm(激发波长为 370nm)。

[0562] 此外,图 55 示出 2CzPBPhA 的薄膜的吸收光谱,而图 56 示出 2CzPBPhA 的薄膜的发射光谱。将紫外-可见分光光度计(V-550,分光株式会社的产品)用于测量。通过在石英衬底上进行蒸发而制备薄膜样品,并显示减去了石英的吸收光谱的吸收光谱。在图 55 中,横轴表示波长(nm),而纵轴表示吸收强度(给定单位)。在图 56 中,横轴表示波长(nm),而纵轴表示发射强度(给定单位)。在使用薄膜的情况下,在约 293nm、344nm、398nm 和 419nm 观察到吸收。另外,在使用薄膜的情况下,发射峰波长为 438nm 及 463nm(激发波长为 380nm)。

[0563] 另外,通过用光电子能谱仪(AC-2,理研计器株式会社的产品)在大气中测定,发现 2CzPBPhA 薄膜的电离电位为 5.72eV。结果,可知 HOMO 能级为 -5.72eV。此外,通过使用 2CzPBPhA 薄膜的吸收光谱的数据,通过假定直接跃迁的 Tauc 图获得吸收端。将该吸收端估计为光学能隙,从而该能隙为 2.82eV。从获得的能隙和 HOMO 能级的值得出 LUMO 能级为 -2.90eV。

[0564] 另外,通过循环伏安法(CV)测定 2CzPBPhA 的氧化还原特性。注意,将电化学分析仪(ALS 型 600A, BAS 株式会社的产品)用于测量。

[0565] 对于 CV 测定中使用的溶液,将脱水二甲基甲酰胺(DMF, Sigma-Aldrich Inc. 的产品, 99.8%, 目录号码:22705-6)用作溶剂,并将作为支持电解质的高氯酸四正丁基铵($n\text{-Bu}_4\text{NClO}_4$, 东京化成工业株式会社的产品, 目录号码:T0836)溶解于该溶剂中,使得高氯酸四正丁基铵的浓度为 100mmol/L。此外,将作为测量对象的 2CzPBPhA 溶解于该溶液中,使得 2CzPBPhA 的浓度为 2mmol/L。另外,将铂电极(PTE 铂电极, BAS 株式会社的产品)用作工作电极,将铂电极(VC-3 用 Pt 对电极(5cm), BAS 株式会社的产品)用作辅助电极,并将 Ag/Ag⁺电极(用于非水溶剂的 RE5 参比电极, BAS 株式会社的产品)用作参比电极。注意,测定在室温下进行。

[0566] 按如下所述对 2CzPBPhA 的氧化特性进行考察。以使工作电极相对于参比电极的电位从 -0.26V 变化至 1.30V、然后从 1.30V 变化至 -0.26V 的扫描为一个周期,测定进行 100 个周期。另外,按如下所述对 2CzPBPhA 的还原特性进行考察。以使工作电极相对于参比电极的电位从 -0.28V 变化至 -2.40V、然后从 -2.40V 变化至 -0.28V 的扫描为一个周期,测定进行 100 个周期。注意, CV 测定的扫描速度设定为 0.1V/s。

[0567] 图 57 表示 2CzPBPhA 的氧化特性的 CV 测定结果。图 58 表示 2CzPBPhA 的还原特

性的 CV 测定结果。在图 57 及图 58 中,横轴均表示工作电极相对于参比电极的电位 (V),纵轴均表示在工作电极和辅助电极之间流过的电流 (μA)。从图 57 中,在约 0.89V (相对于 Ag/Ag^+ 电极) 观察到表示氧化的电流。另外,从图 58 中,在约 -2.16V (相对于 Ag/Ag^+ 电极) 观察到表示还原的电流。

[0568] 尽管将扫描重复进行了多达 100 个周期,但是在氧化反应及还原反应中均没有发现 CV 曲线的峰位置和峰强度的显著变化。这表明本发明的蒽衍生物对于重复的氧化反应和还原反应是相当稳定的。

[0569] 本申请基于 2008 年 4 月 24 日提交于日本特许厅的日本专利申请 No. 2008-114057,其全部内容通过引用纳入本文中。

[0570] 附图标记说明

[0571] 101 衬底,102 第一电极,103EL 层,104 第二电极,111 空穴注入层,112 空穴传输层,113 发光层,114 电子传输层,115 电子注入层,116 功能层,501 第一电极,502 第二电极,511 第一发光单元,512 第二发光单元,513 电荷产生层,601 源极侧驱动电路,602 像素部分,603 栅极侧驱动电路,604 密封衬底,605 密封材料,607 空间,608 配线,609 柔性印刷电路 (FPC),610 元件衬底,611 开关用 TFT,612 电流控制用 TFT,613 第一电极,614 绝缘体,616EL 层,617 第二电极,618 发光元件,623n 沟道型 TFT,624p 沟道型 TFT,701 主体,702 显示部分,703 操作开关,704 操作开关,710 主体,711 显示部分,712 存储器部分,713 操作部分,714 耳机,901 外壳,902 液晶层,903 背光灯,904 外壳,905 驱动器 IC,906 端子,951 衬底,952 电极,953 绝缘层,954 分隔层,955EL 层,956 电极,1001 框体,1002 框体,1101 显示部分,1102 扬声器,1103 麦克风,1104 操作键,1105 定位装置,1106 影像拍摄透镜,1107 外部连接端子,1108 耳机端子,1201 键盘,1202 外部存储槽,1203 影像拍摄透镜,1204 灯,2001 外壳,2002 光源,2101 玻璃衬底,2102 第一电极,2104 第二电极,2111 包含复合材料的层,2112 空穴传输层,2113 发光层,2114 电子传输层,2115 电子注入层,2116 功能层,3001 照明装置,3002 电视机,9101 框体,9102 支承台,9103 显示部分,9104 扬声器部分,9105 视频输入端子,9201 主体,9202 框体,9203 显示部分,9204 键盘,9205 外部连接端口,9206 定位装置,9301 主体,9302 显示部分,9303 框体,9304 外部连接端口,9305 遥控接收部分,9306 影像接收部分,9307 电池,9308 声音输入部分,9309 操作键,9310 目镜部,9401 主体,9402 框体,9403 显示部分,9404 声音输入部分,9405 声音输出部分,9406 操作键,9407 外部连接端口,9408 天线

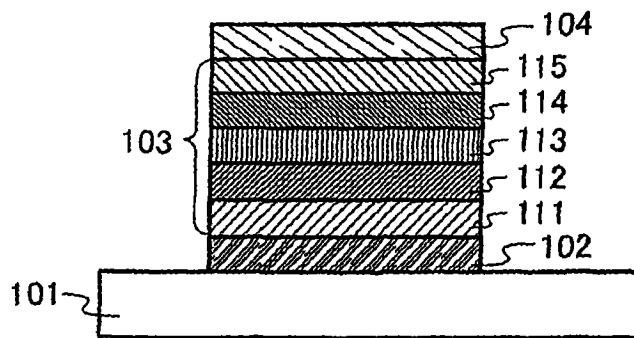


图 1A

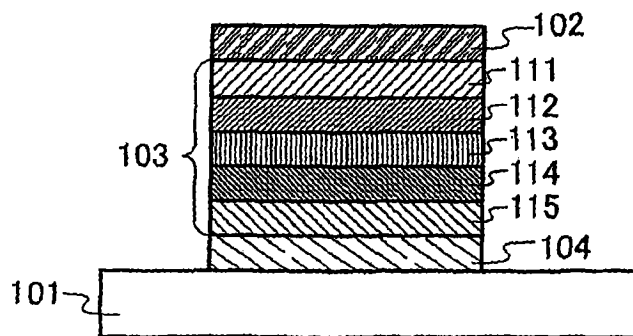


图 1B

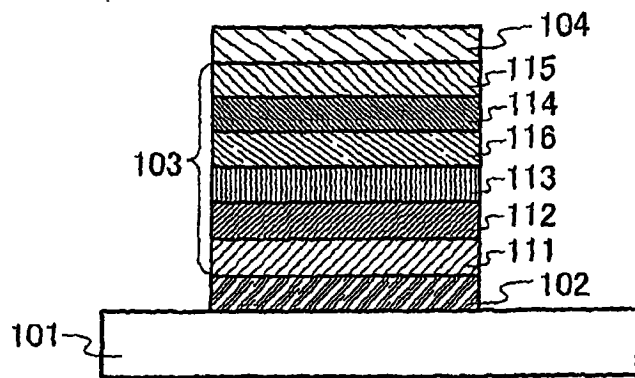


图 2

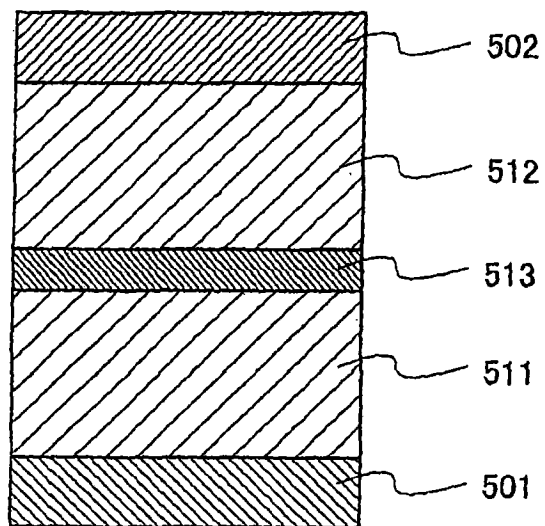


图 3

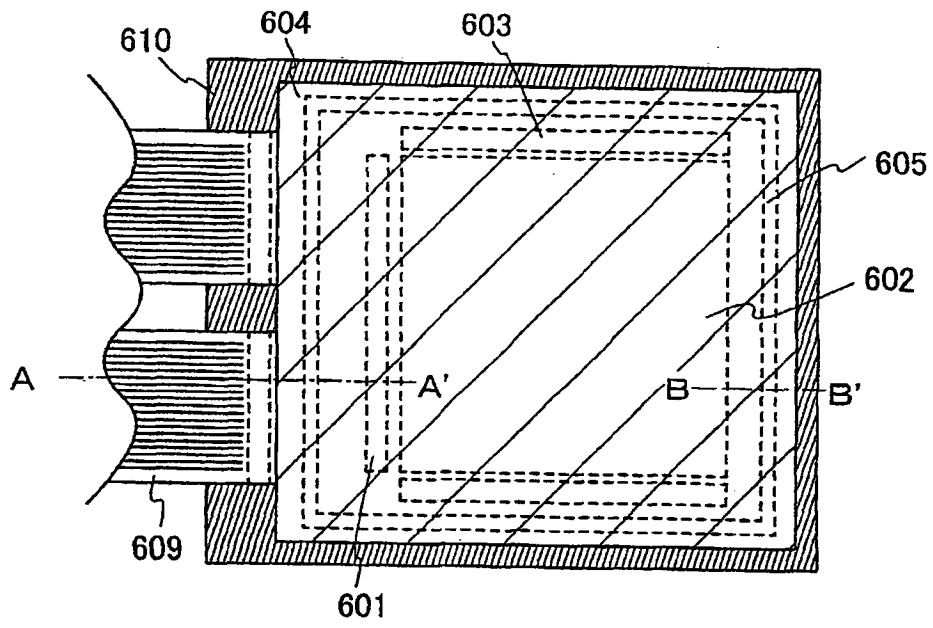


图 4A

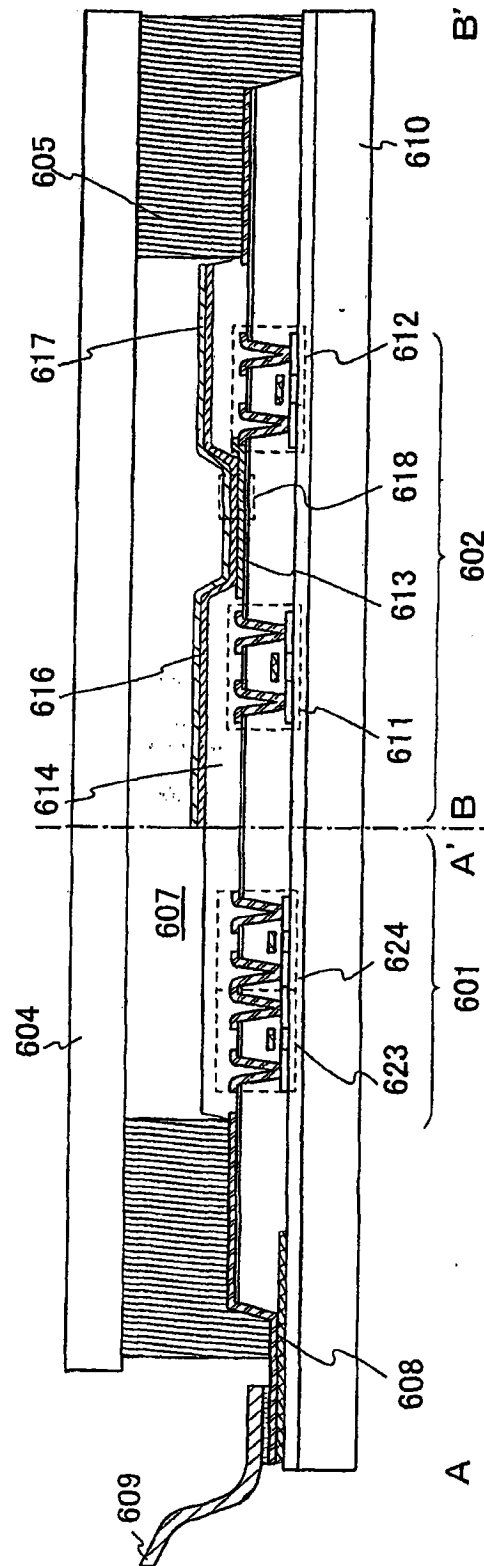


图 4B

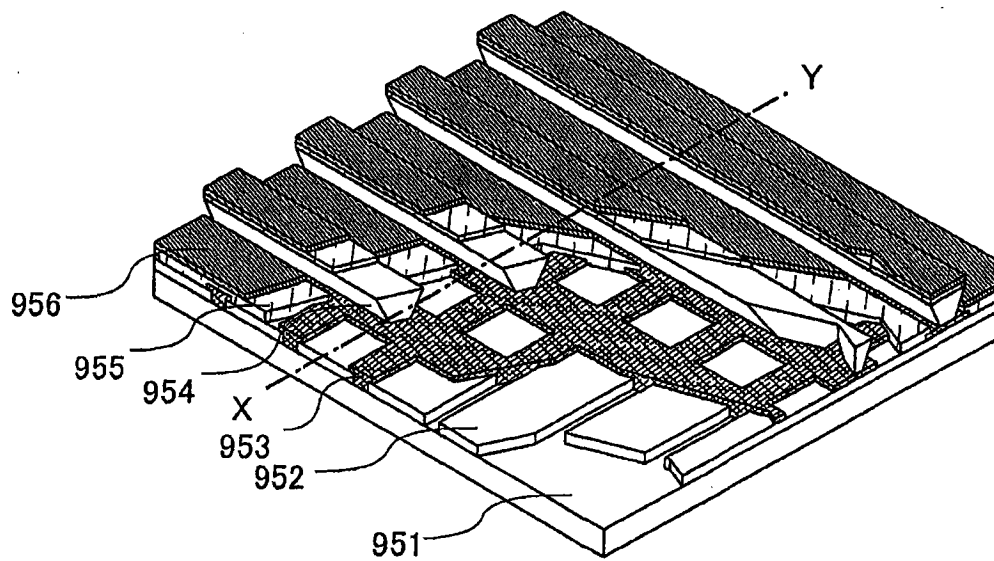


图 5A

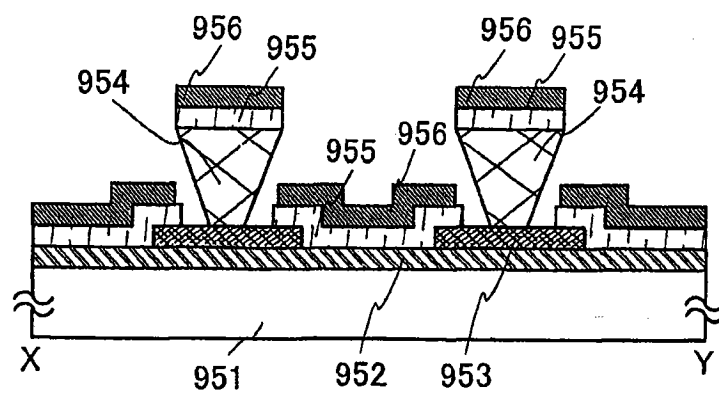


图 5B

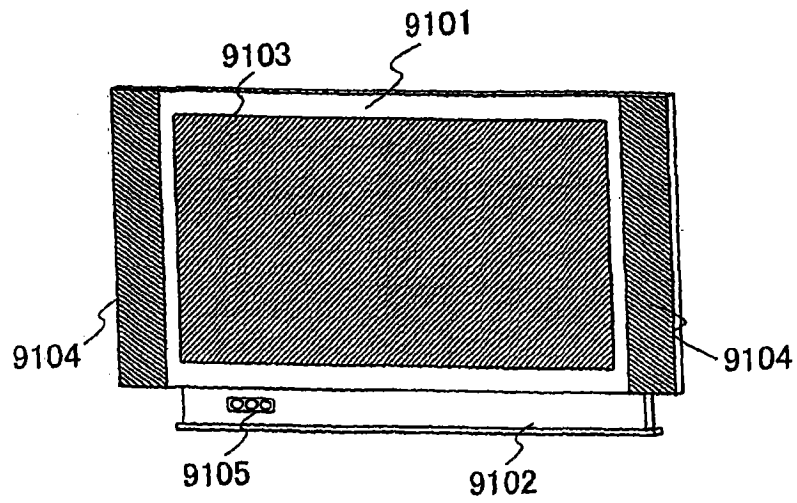


图 6A

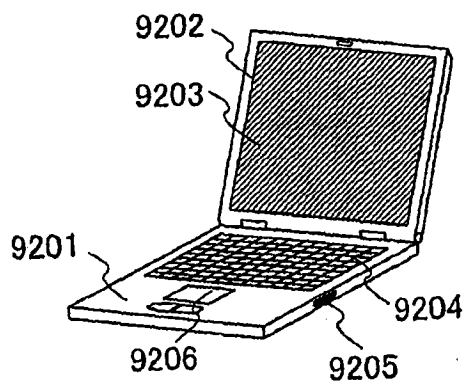


图 6B

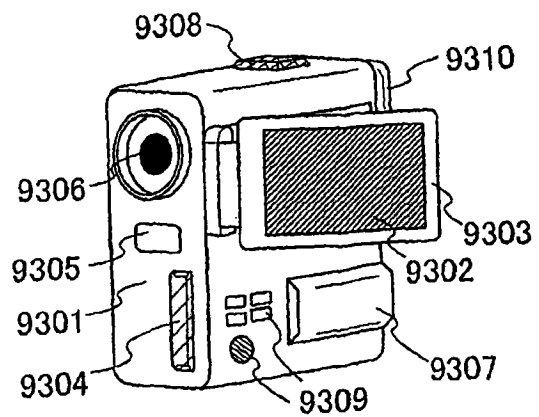


图 6C

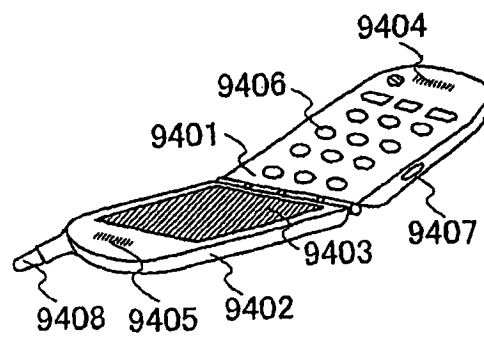


图 6D

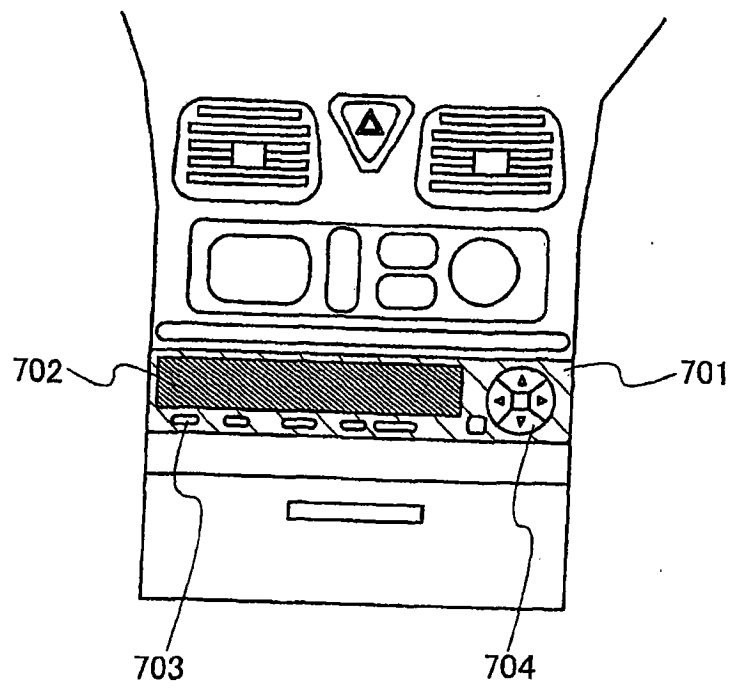


图 7

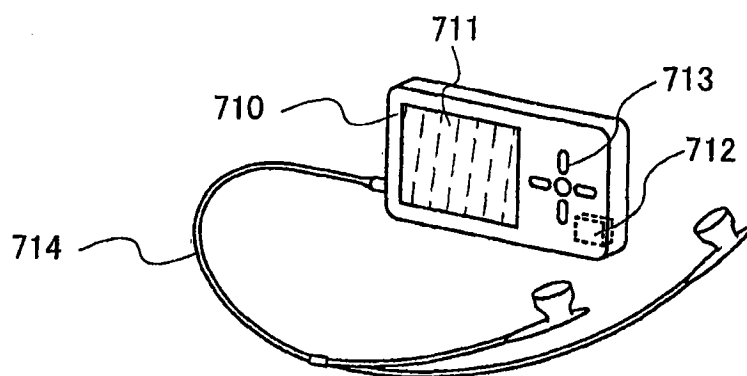


图 8

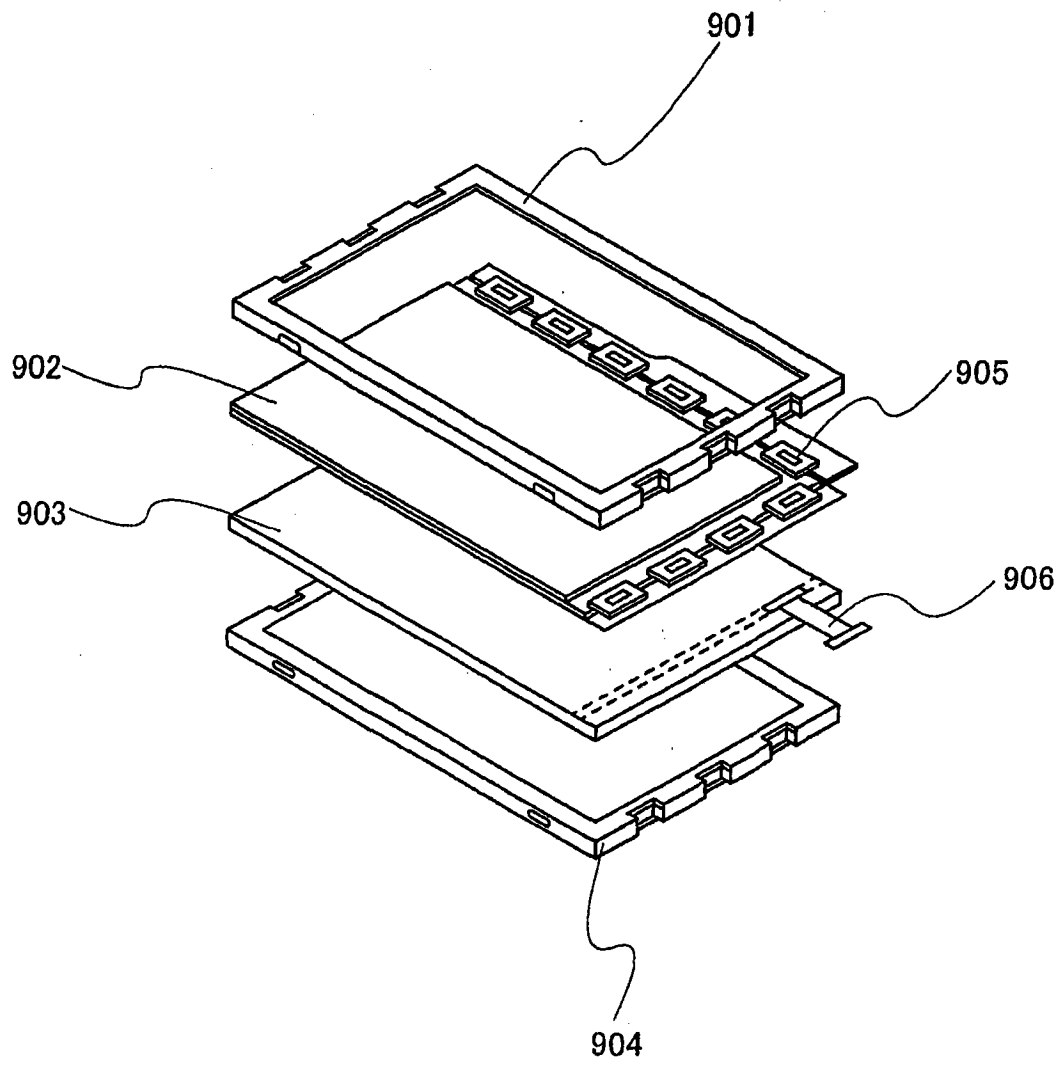


图 9

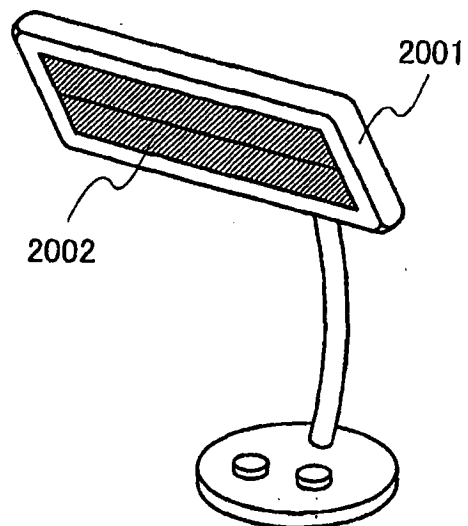


图 10

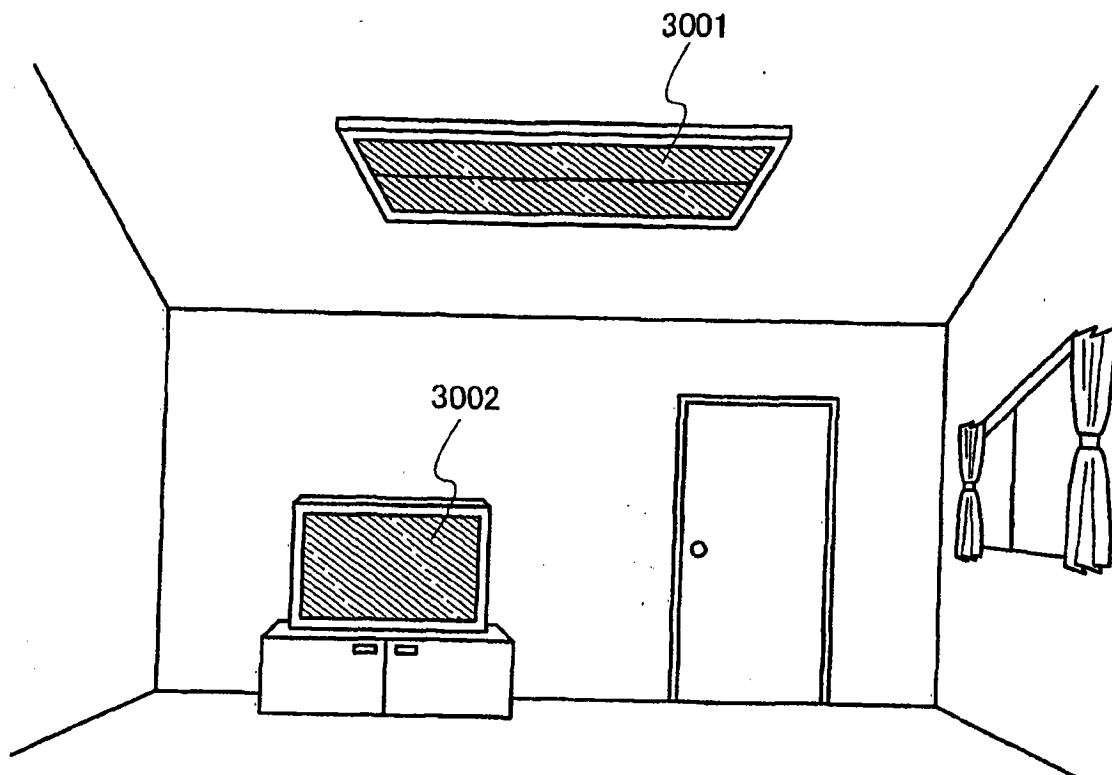


图 11

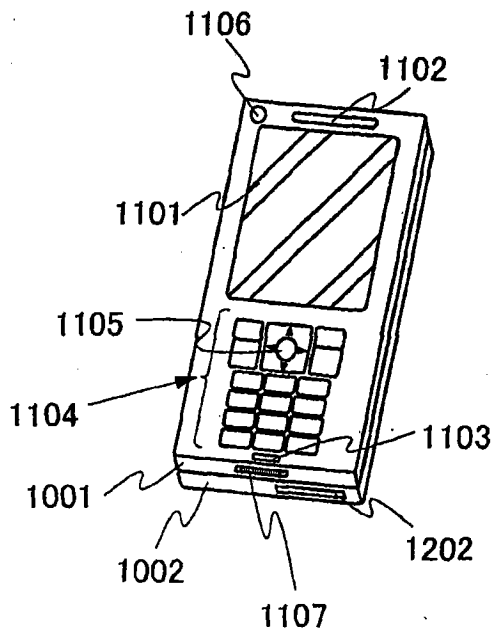


图 12A

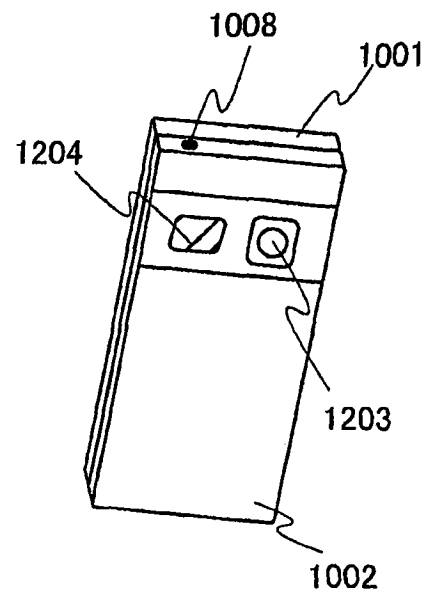


图 12B

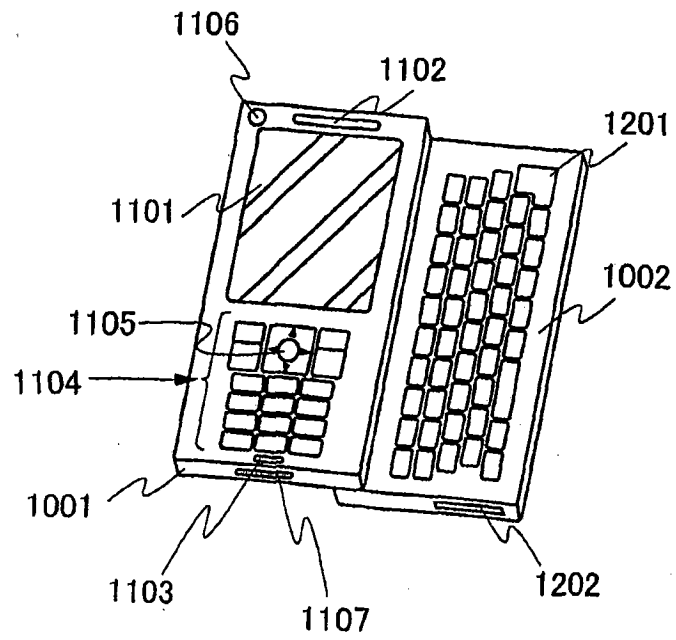


图 12C

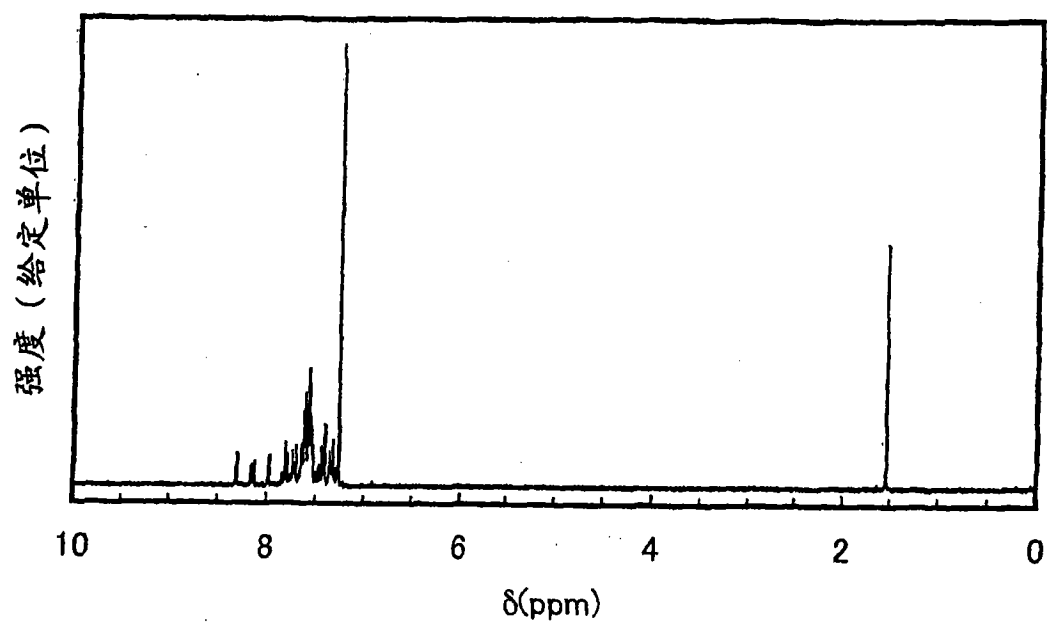


图 13A

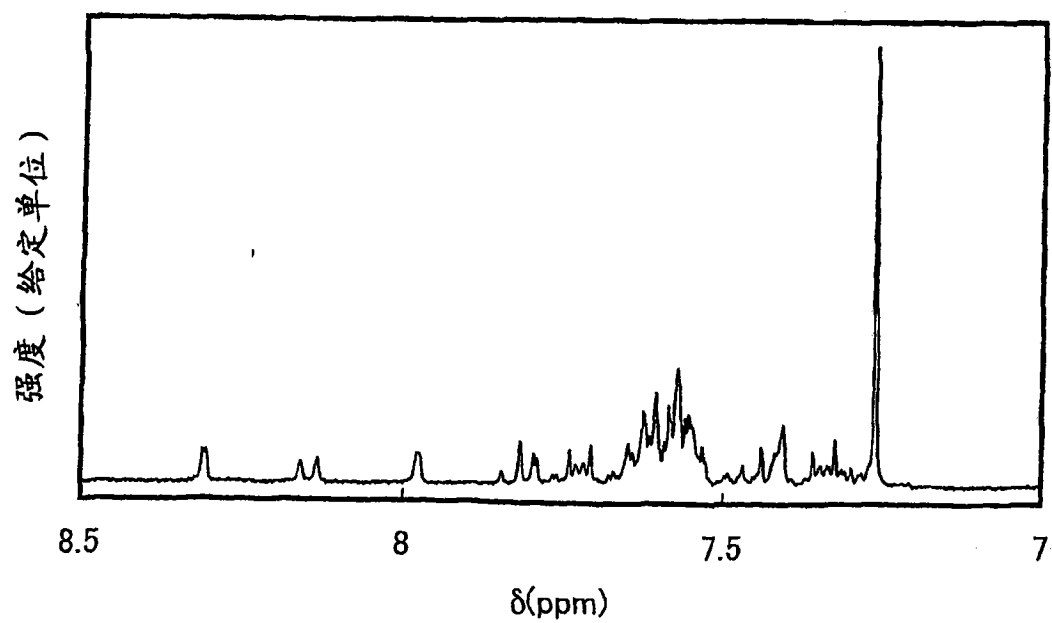


图 13B

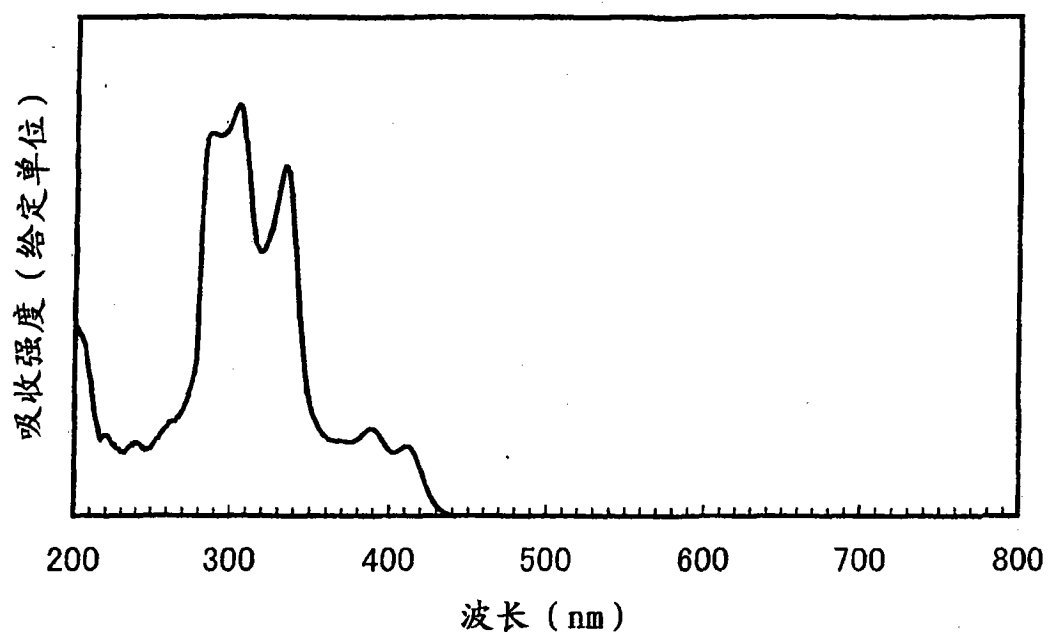


图 14

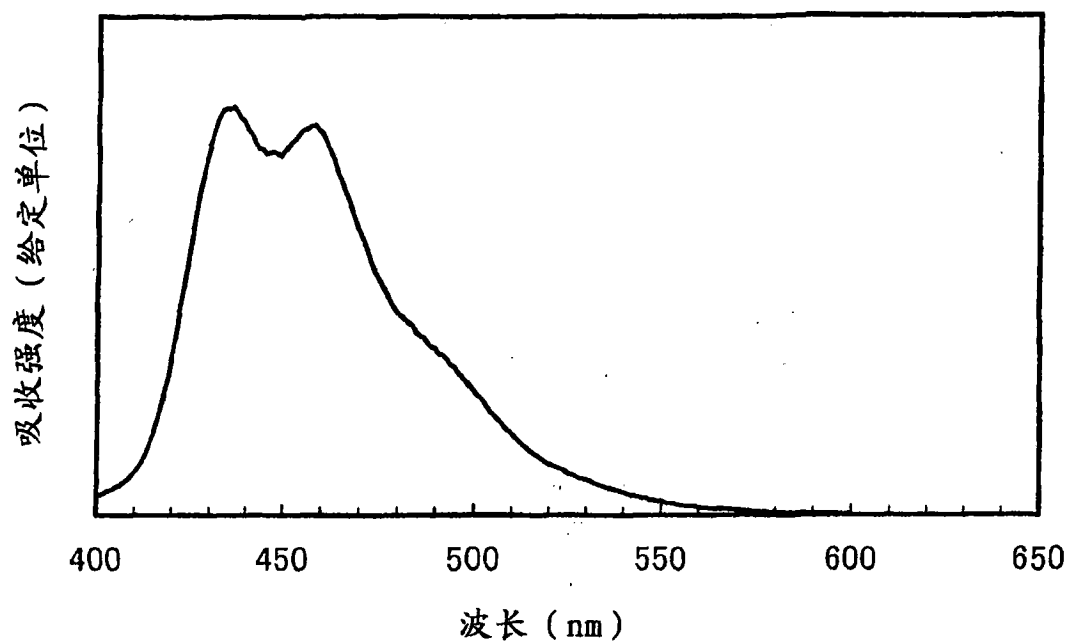


图 15

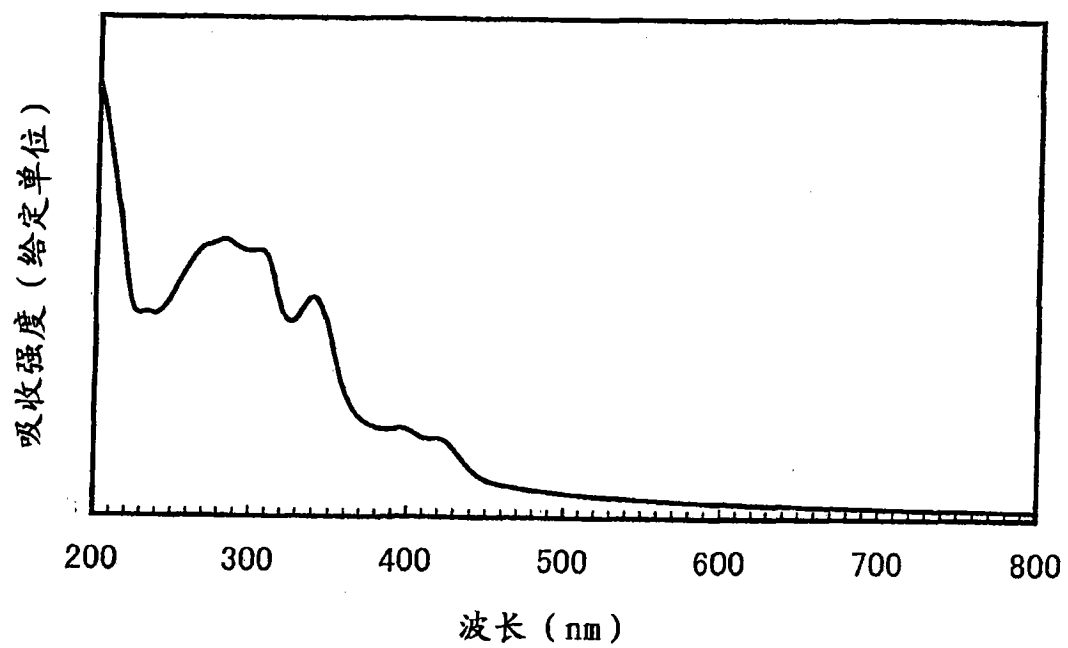


图 16

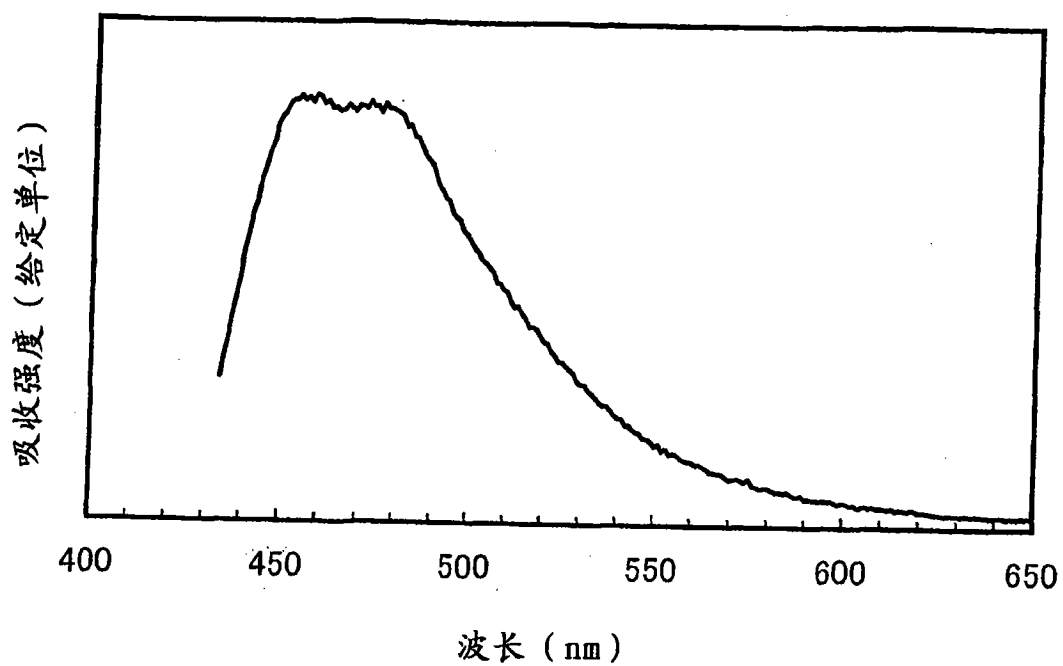


图 17

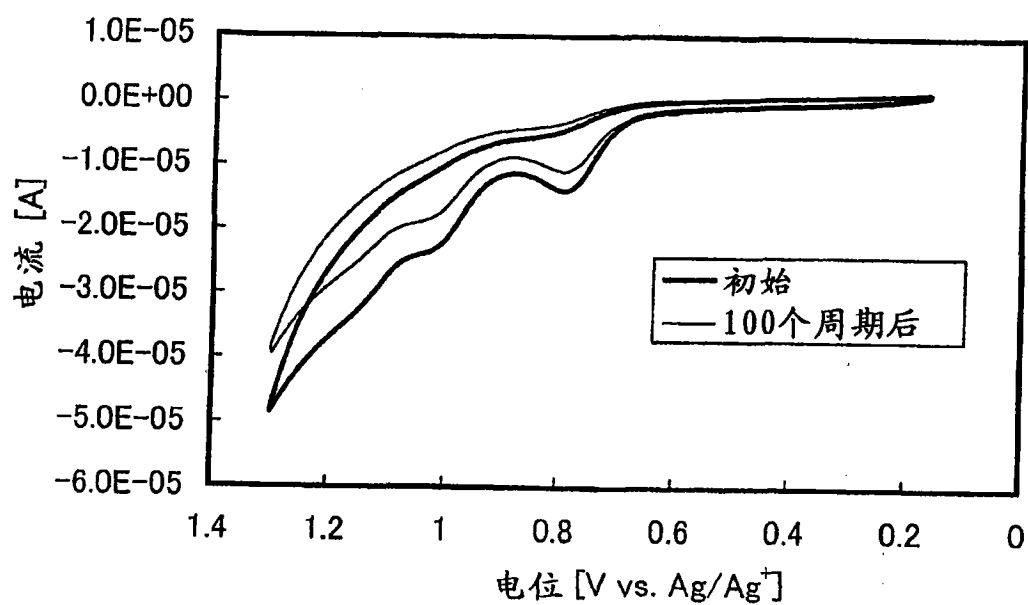


图 18

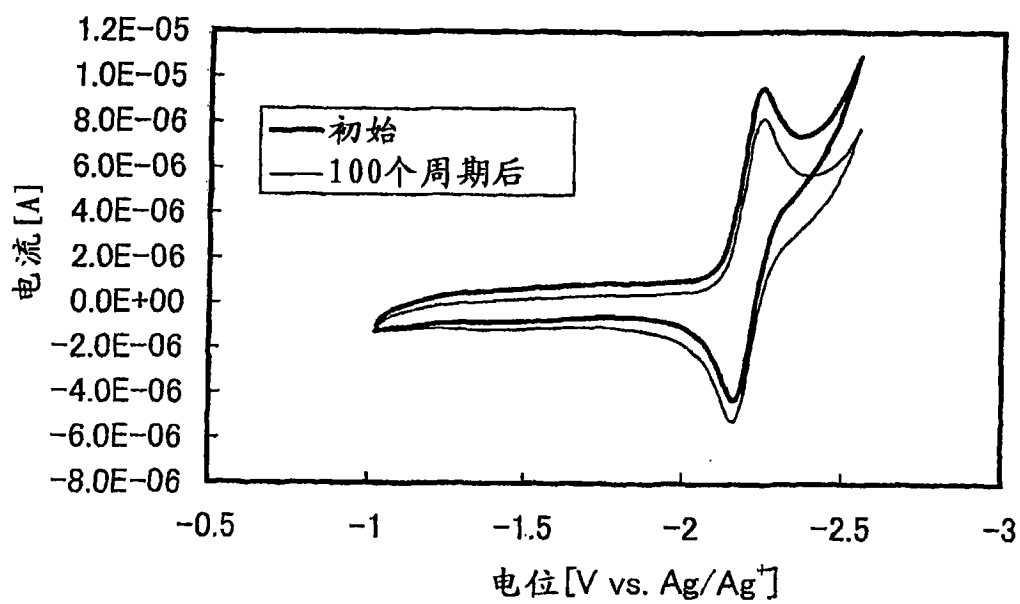


图 19

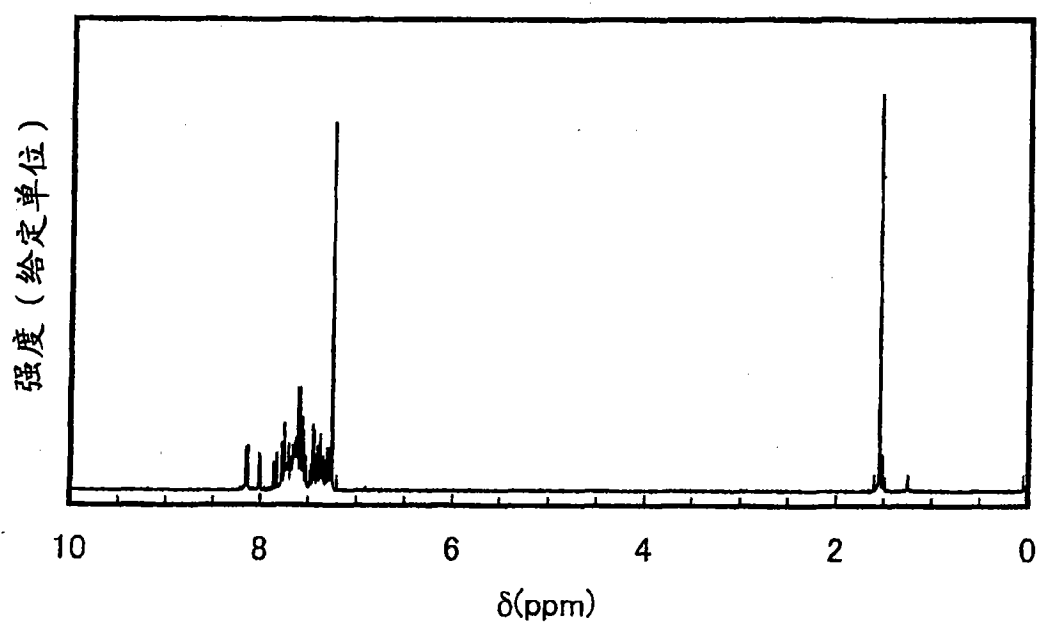


图 20A

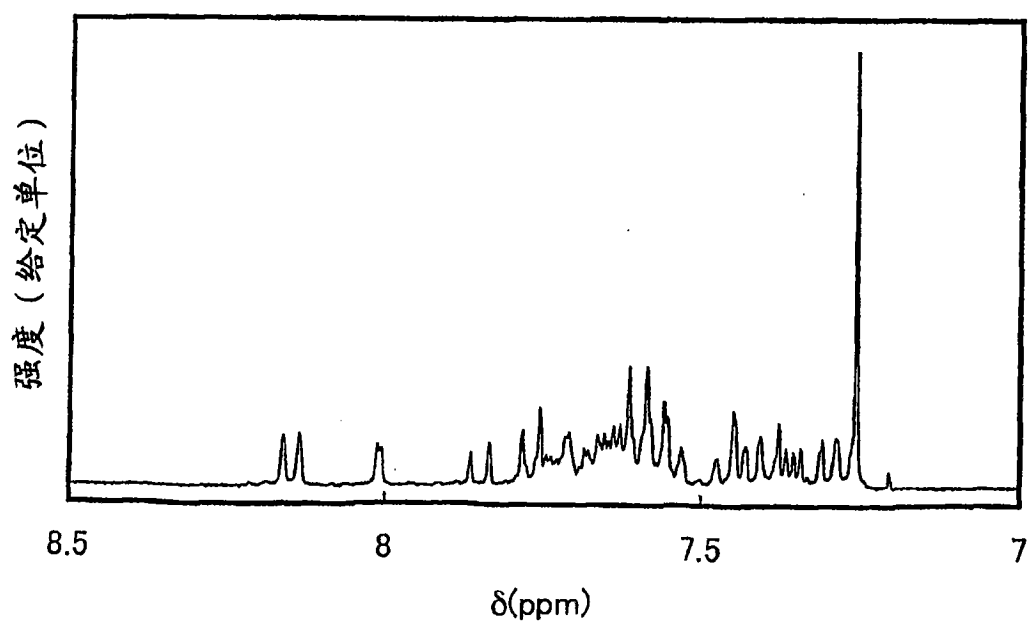


图 20B

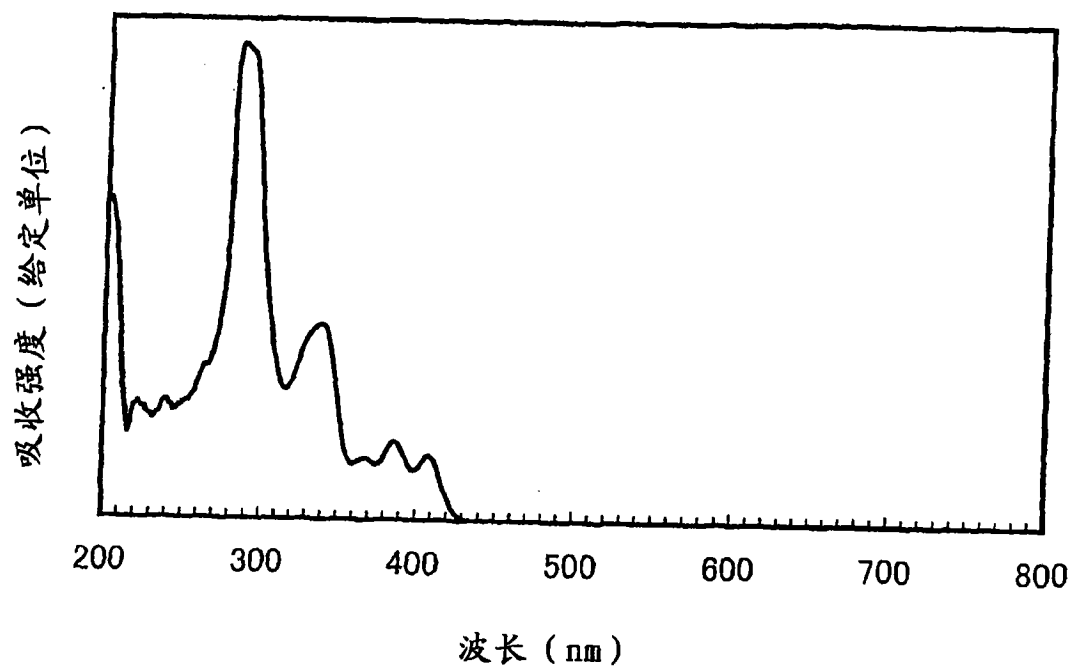


图 21

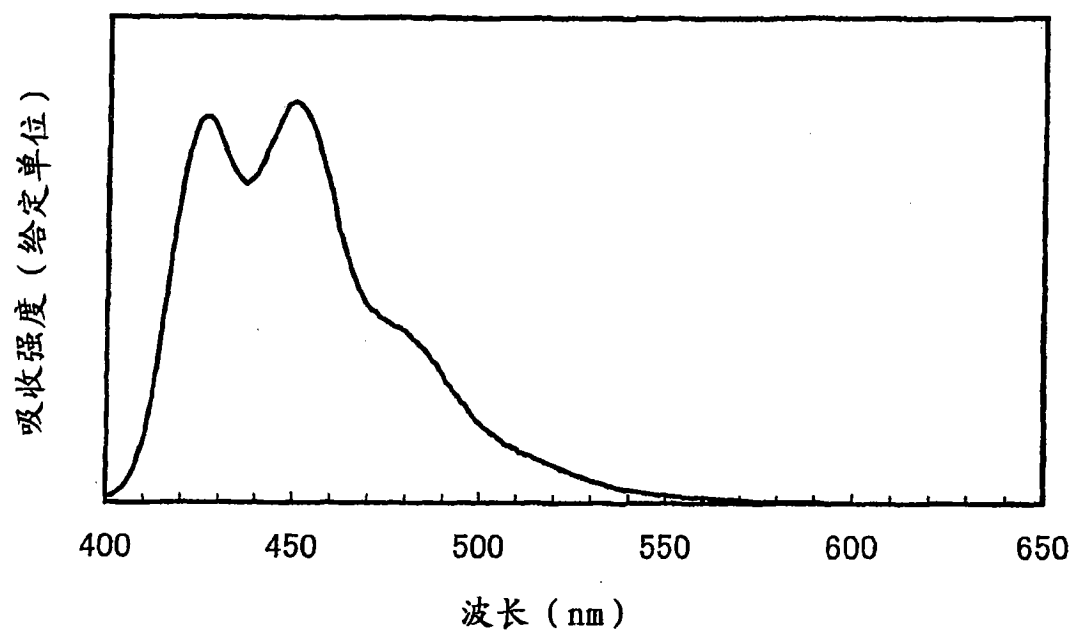


图 22

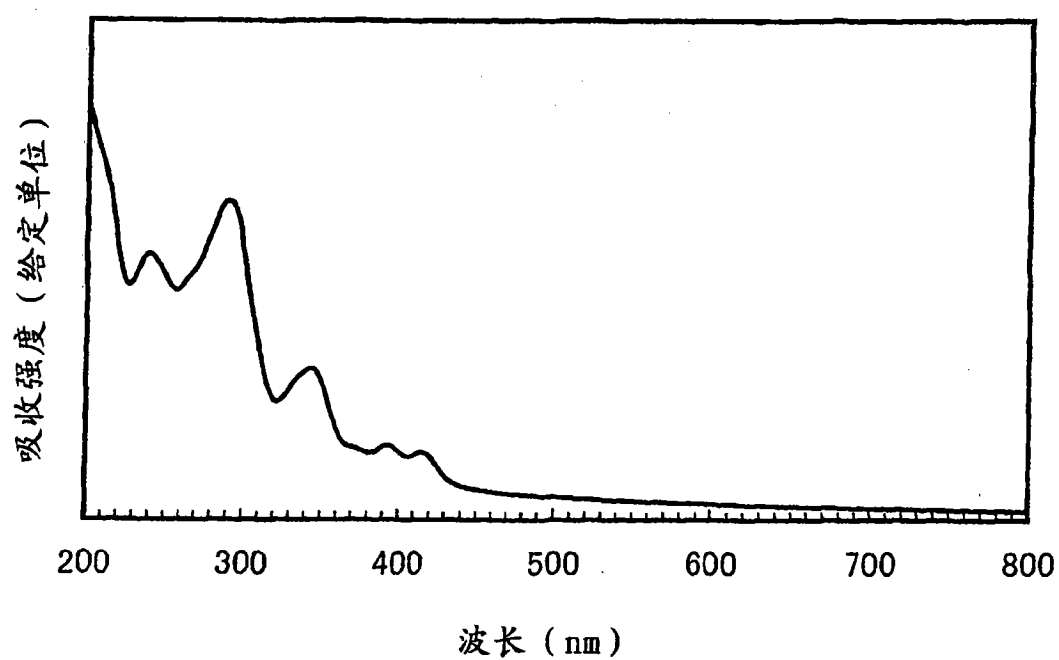


图 23

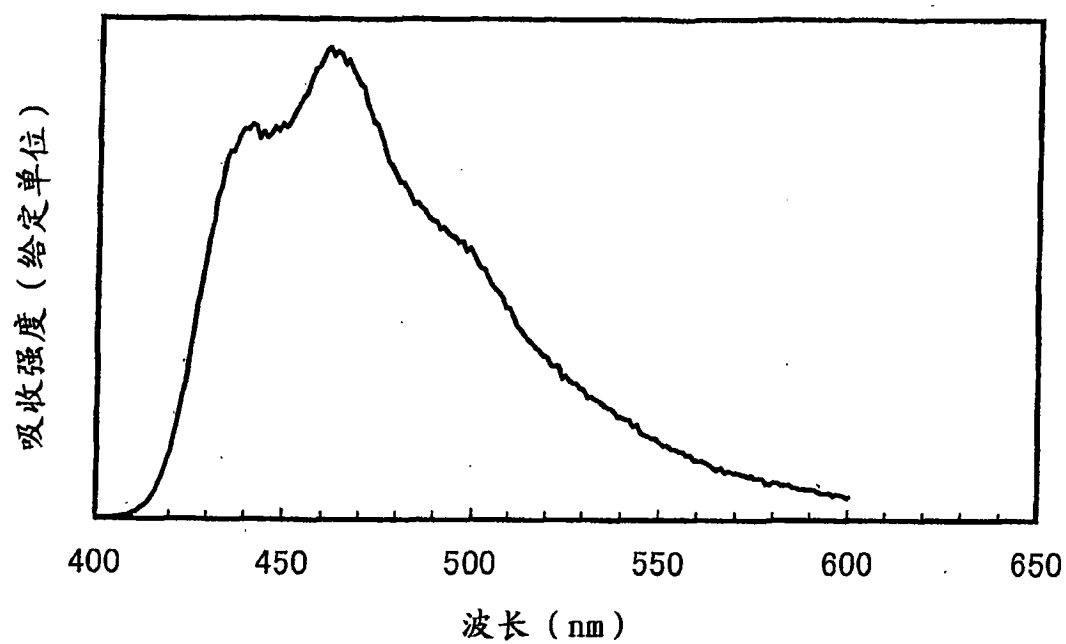


图 24

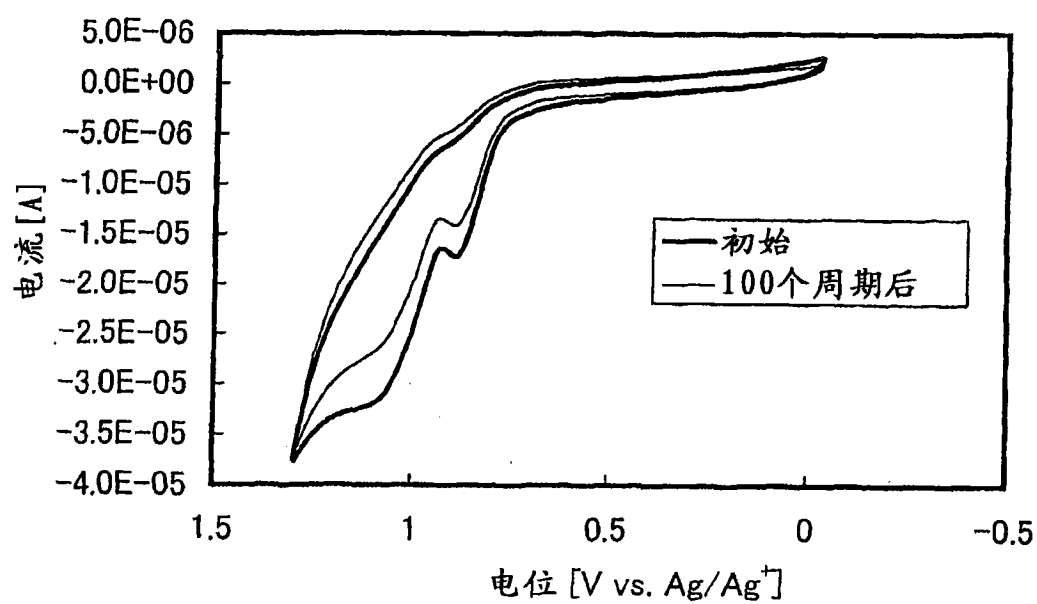


图 25

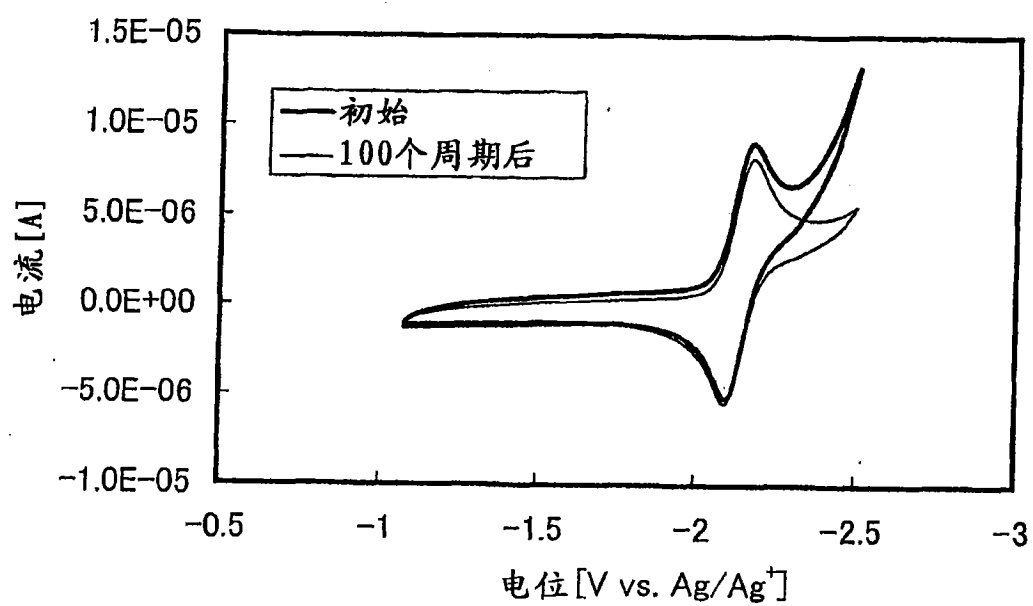


图 26

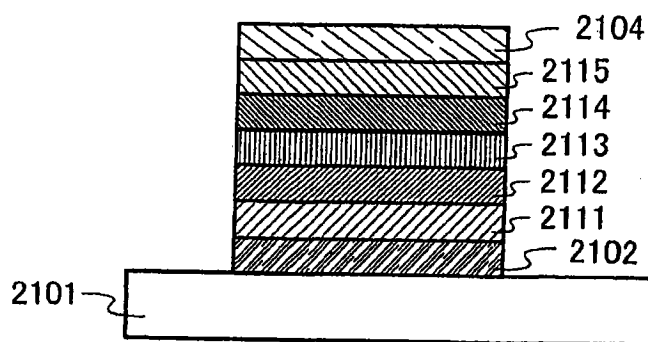


图 27

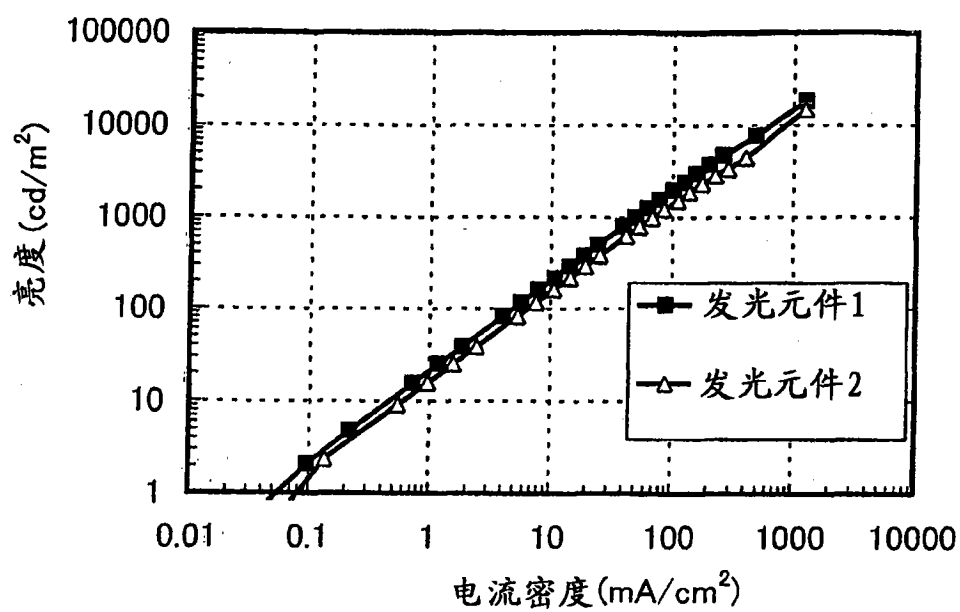


图 28

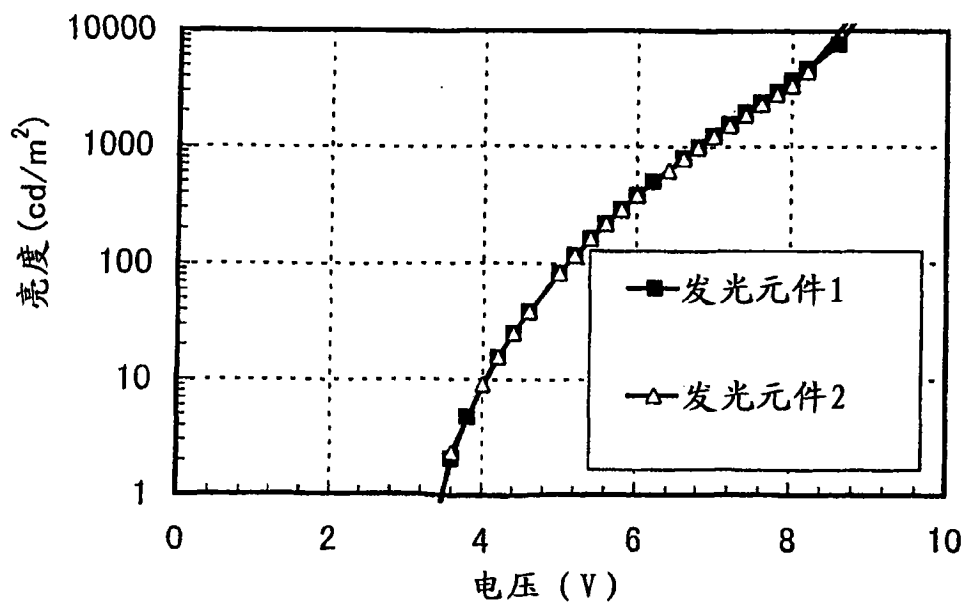


图 29

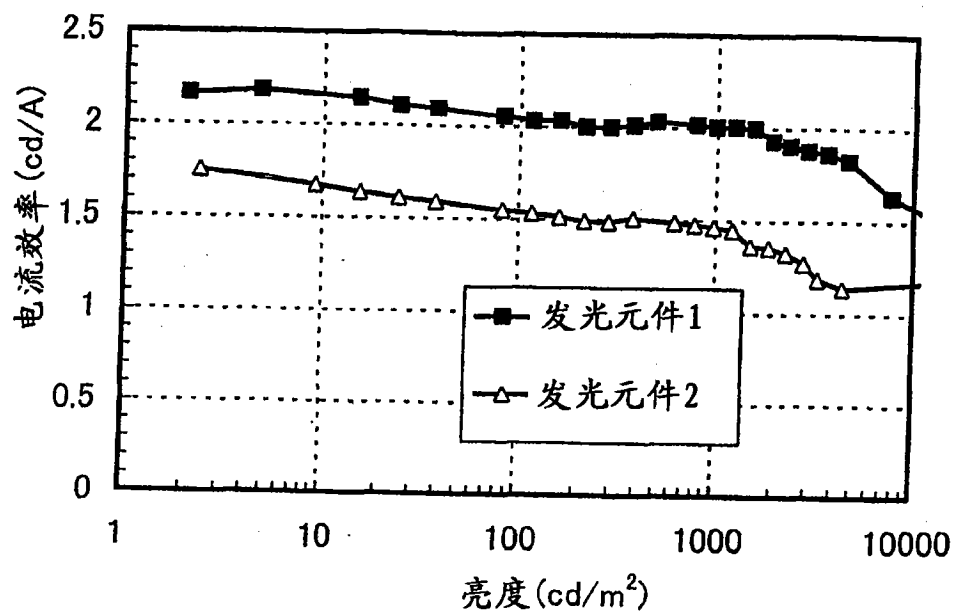


图 30

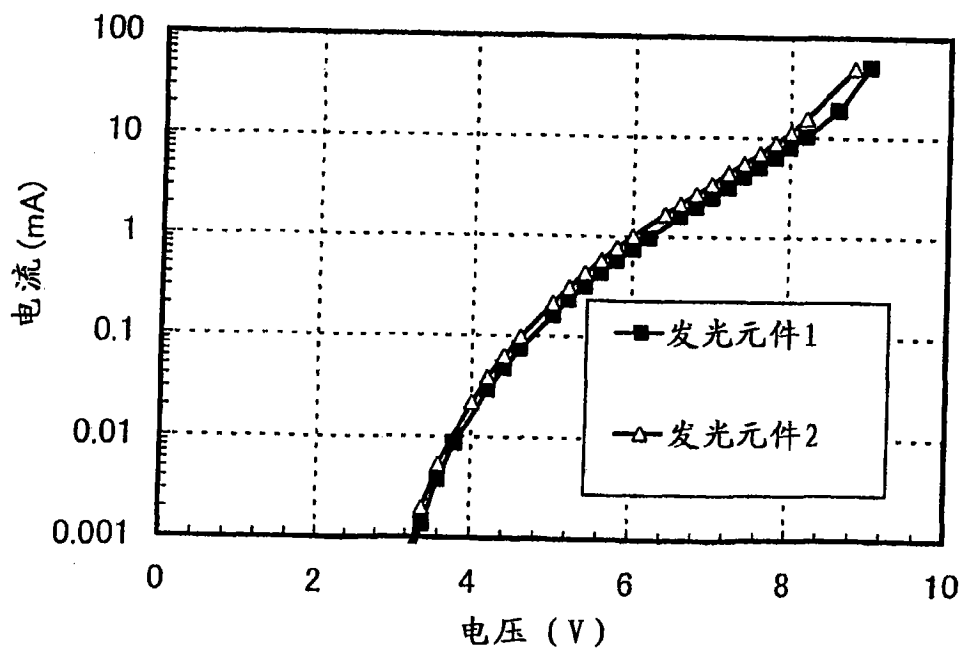


图 31

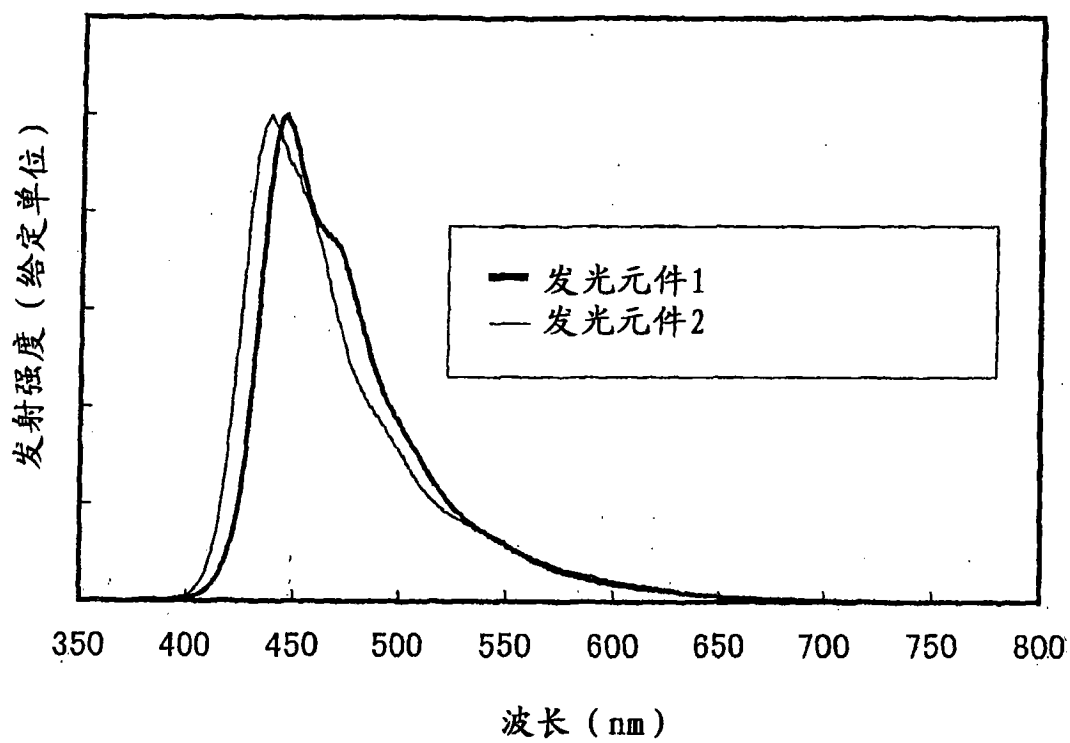


图 32

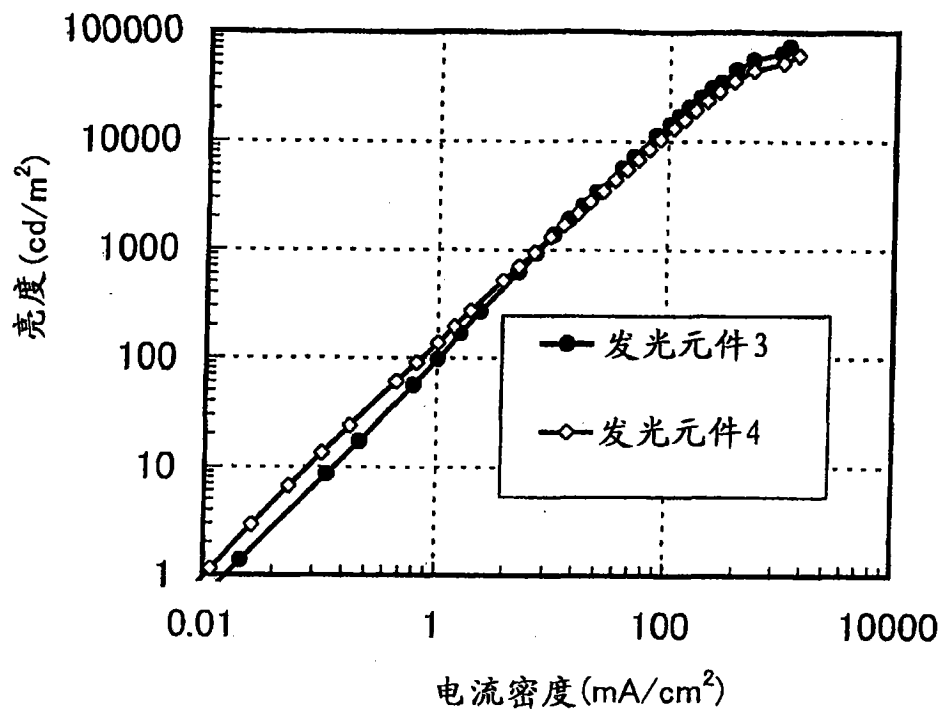


图 33

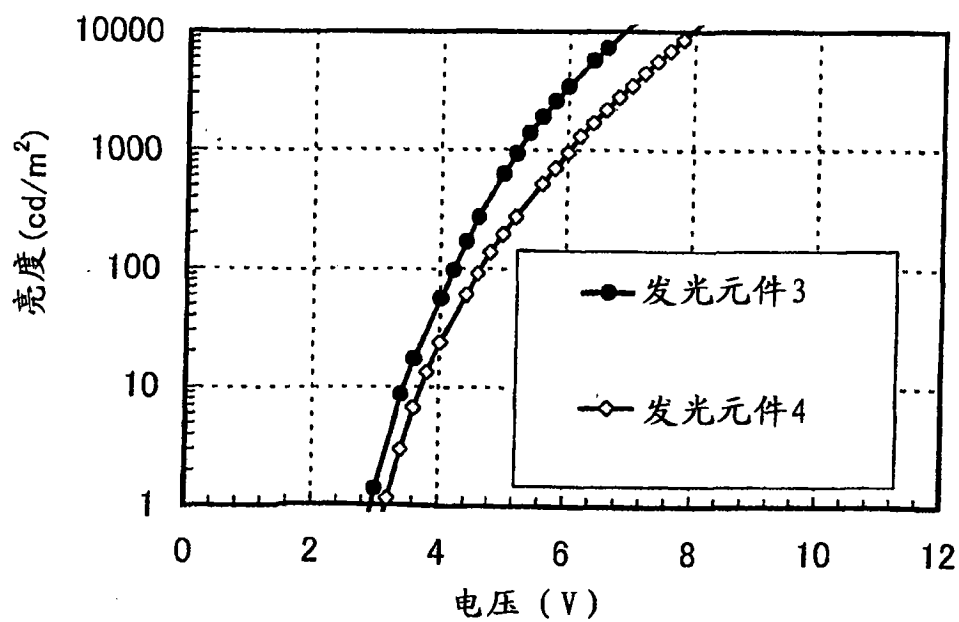


图 34

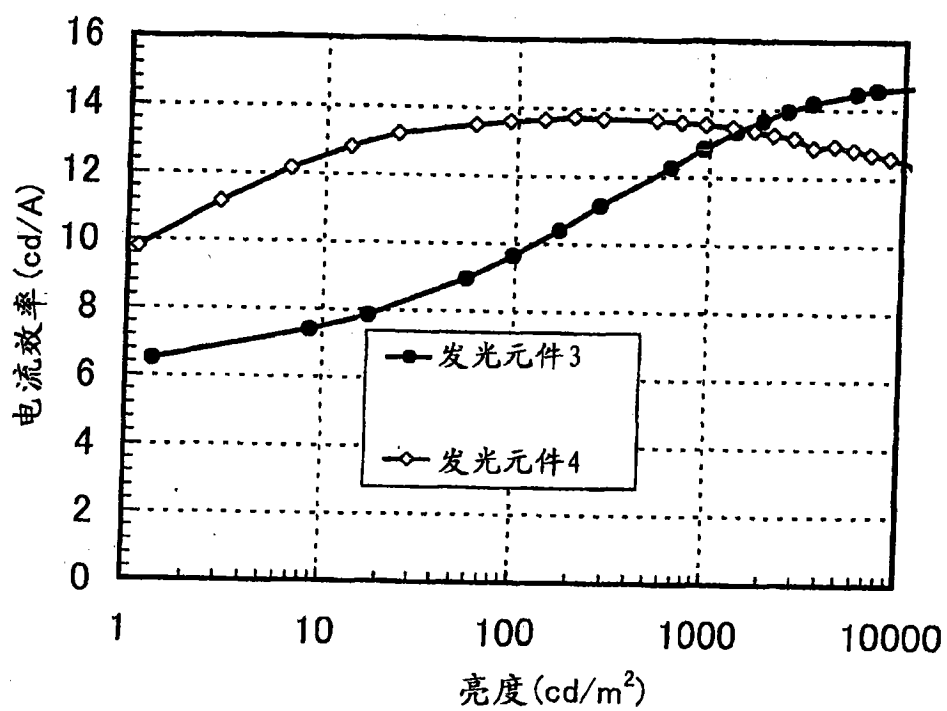


图 35

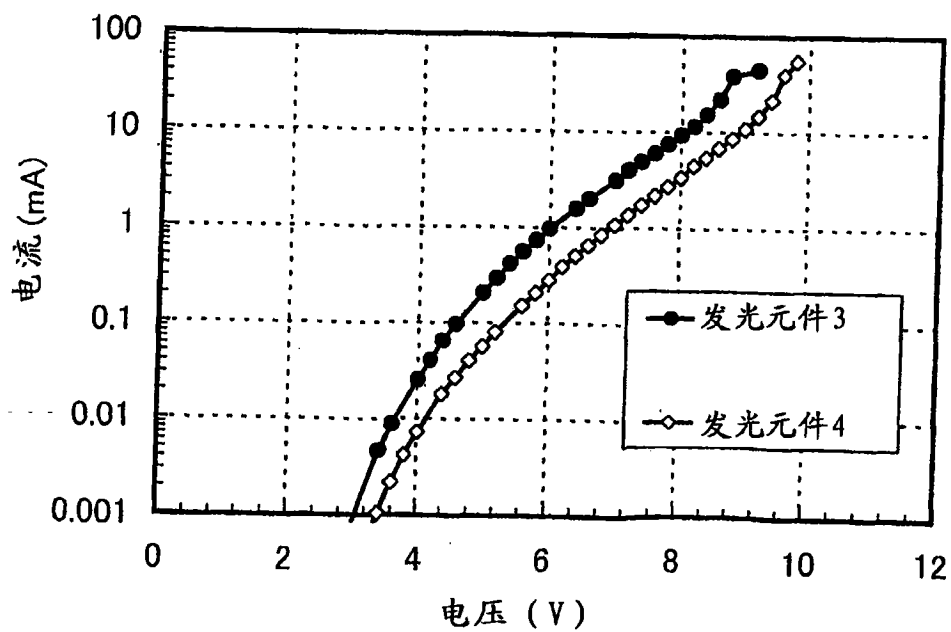


图 36

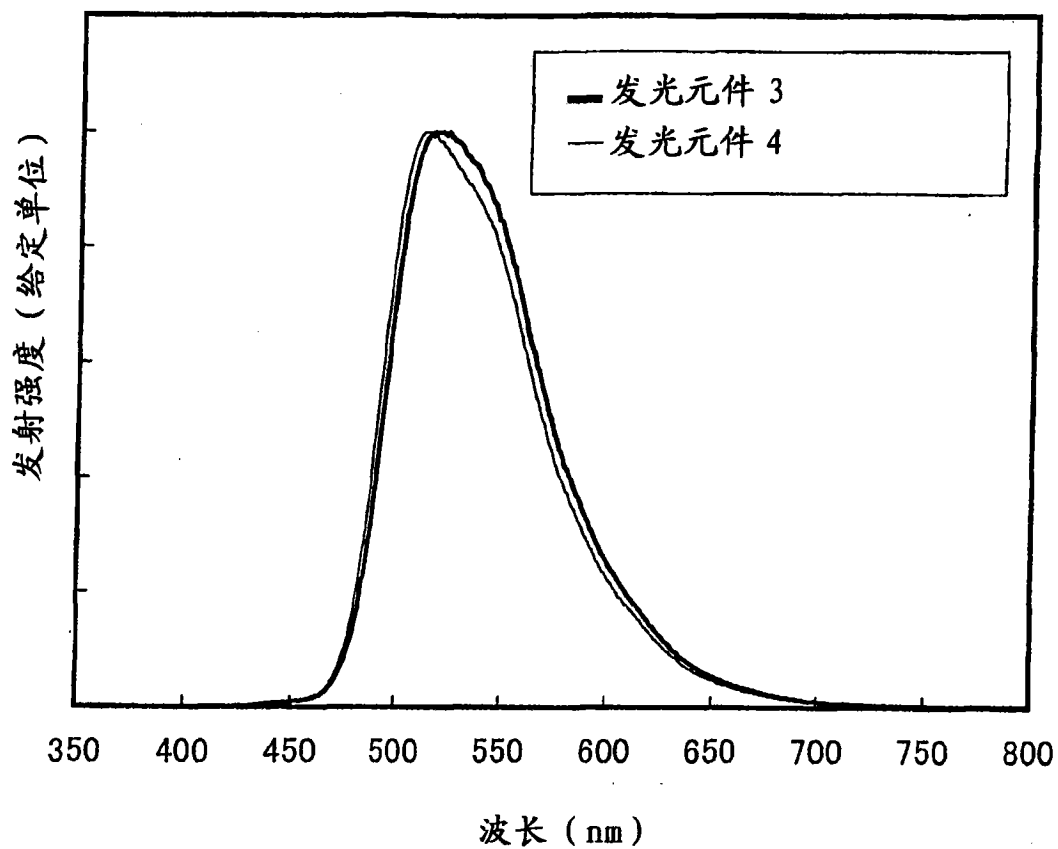


图 37

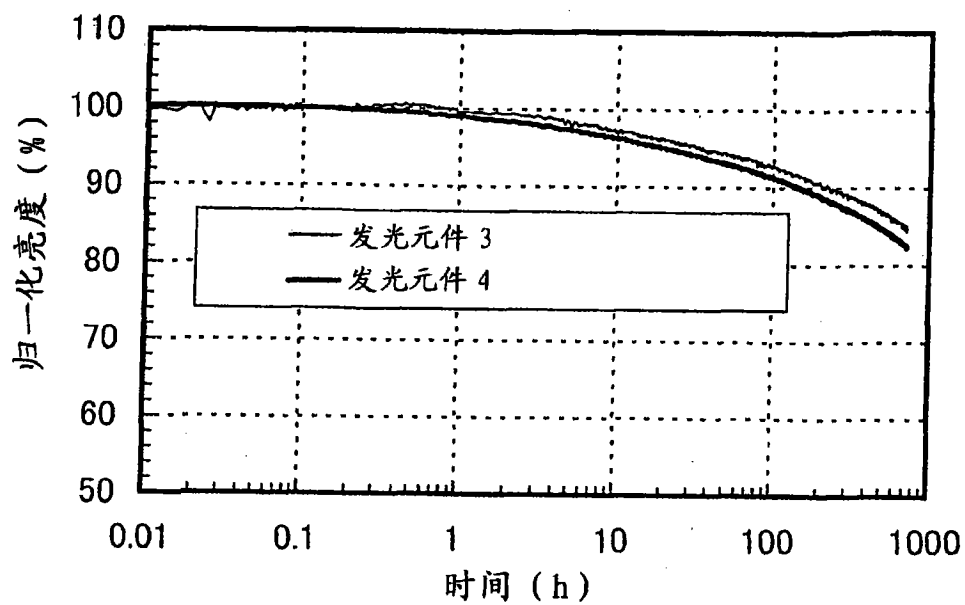


图 38

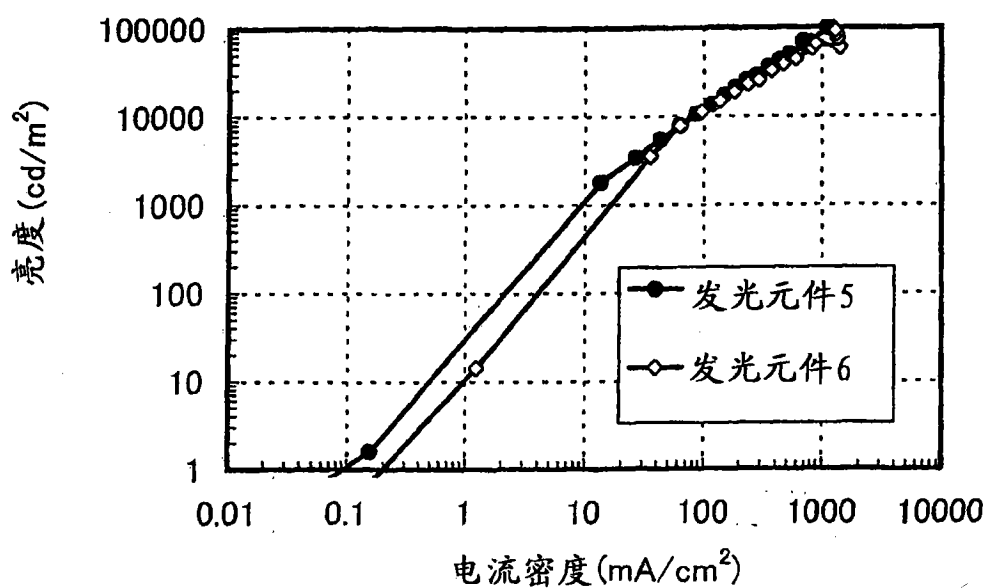


图 39

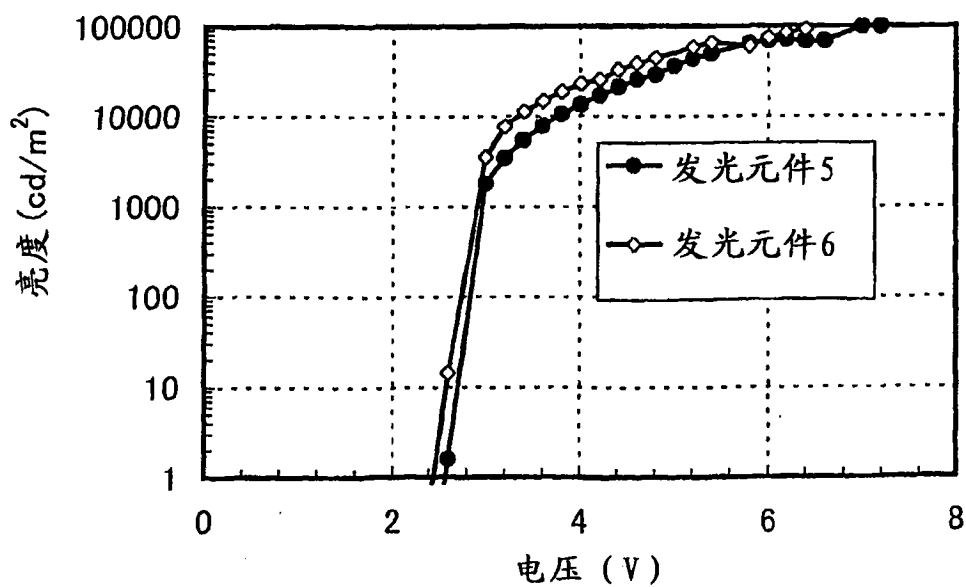


图 40

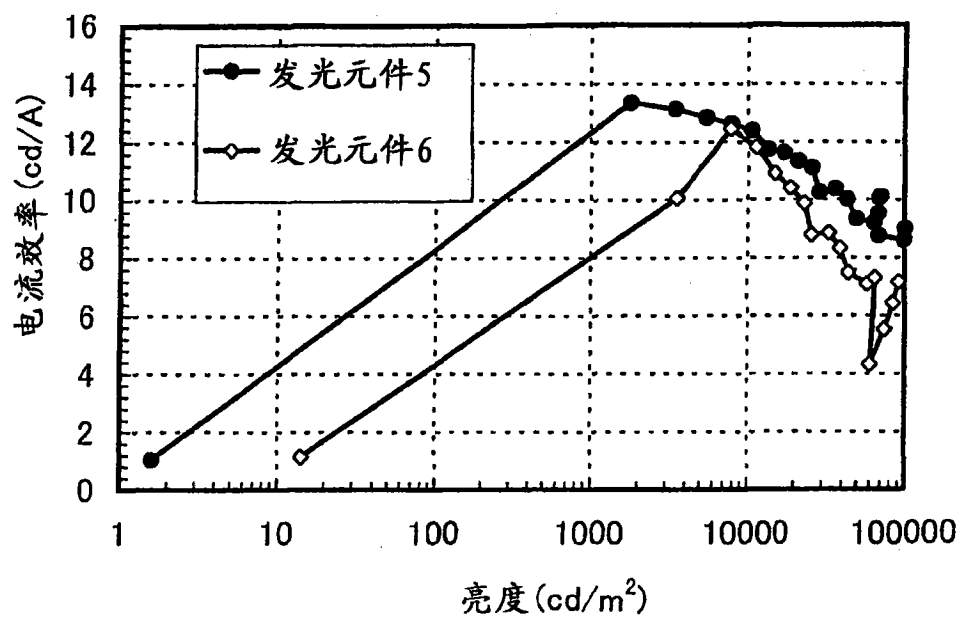


图 41

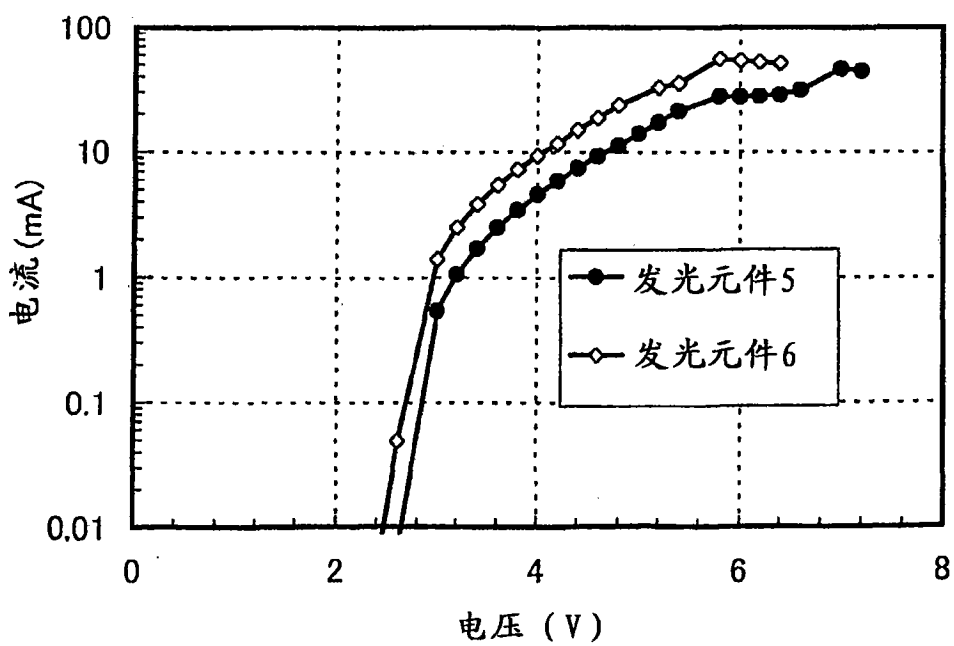


图 42

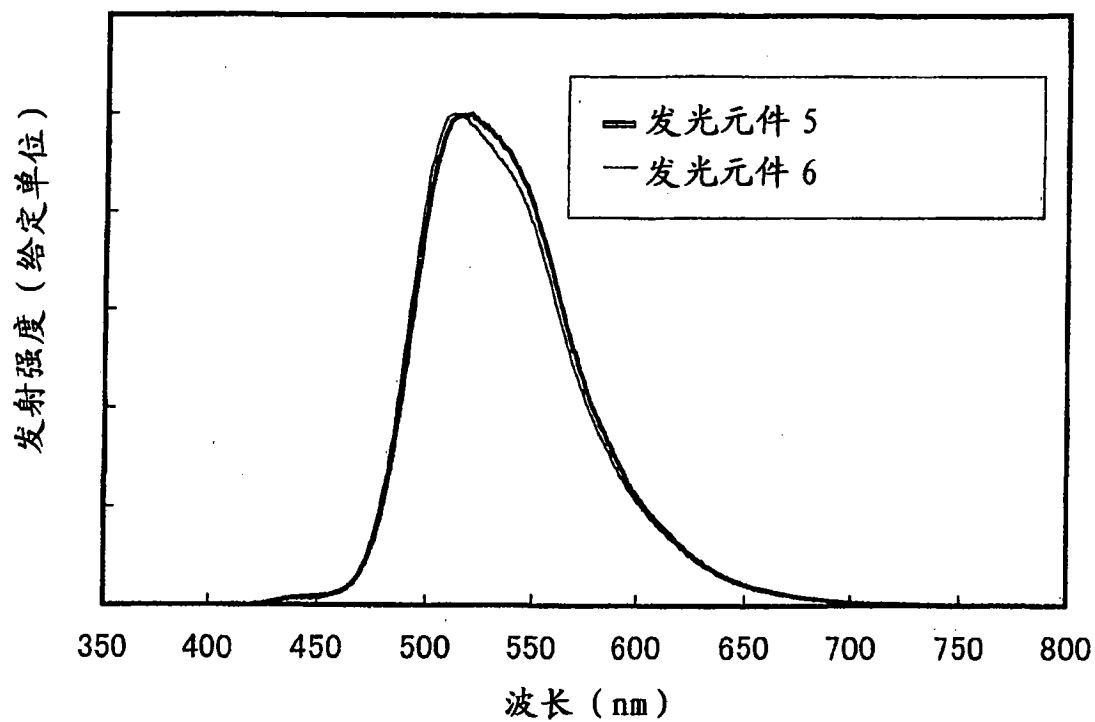


图 43

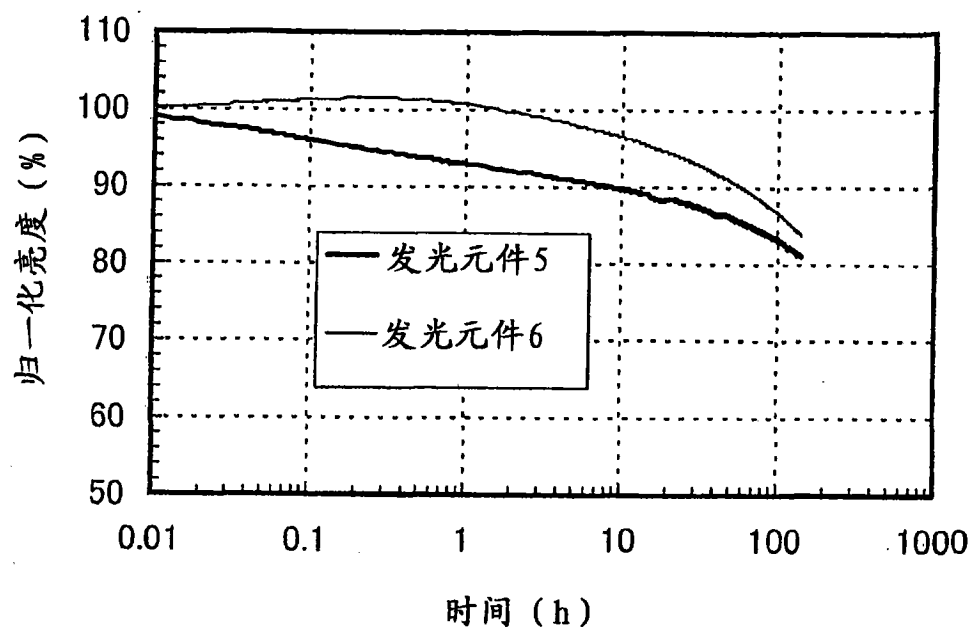


图 44

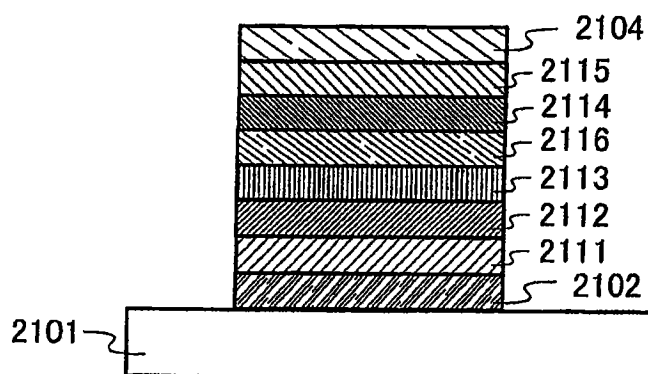


图 45

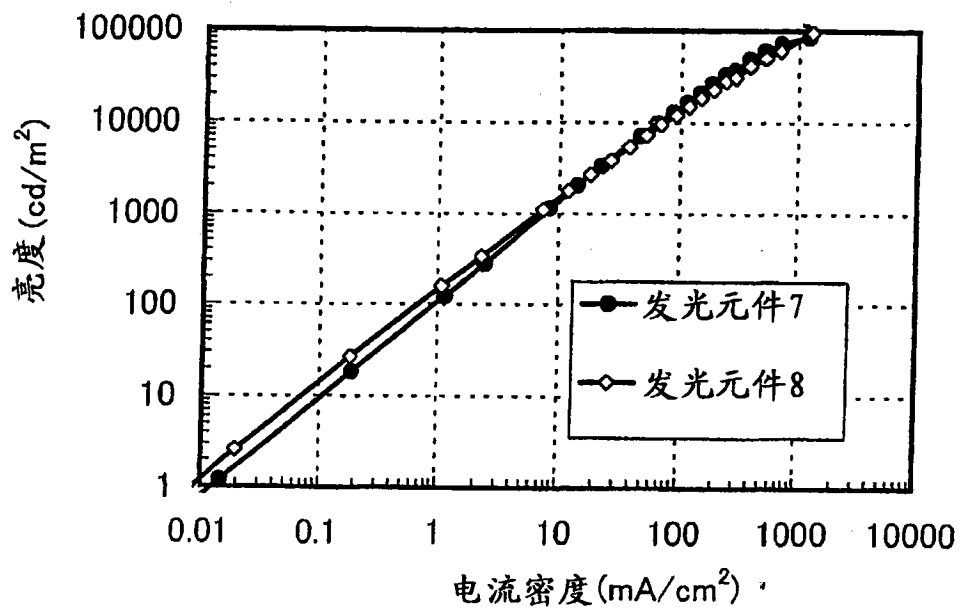


图 46

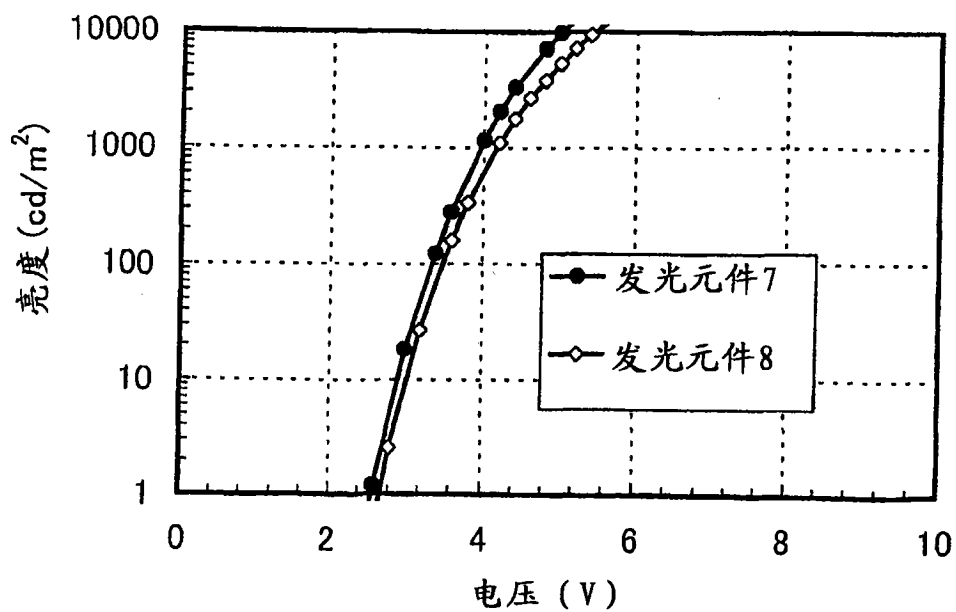


图 47

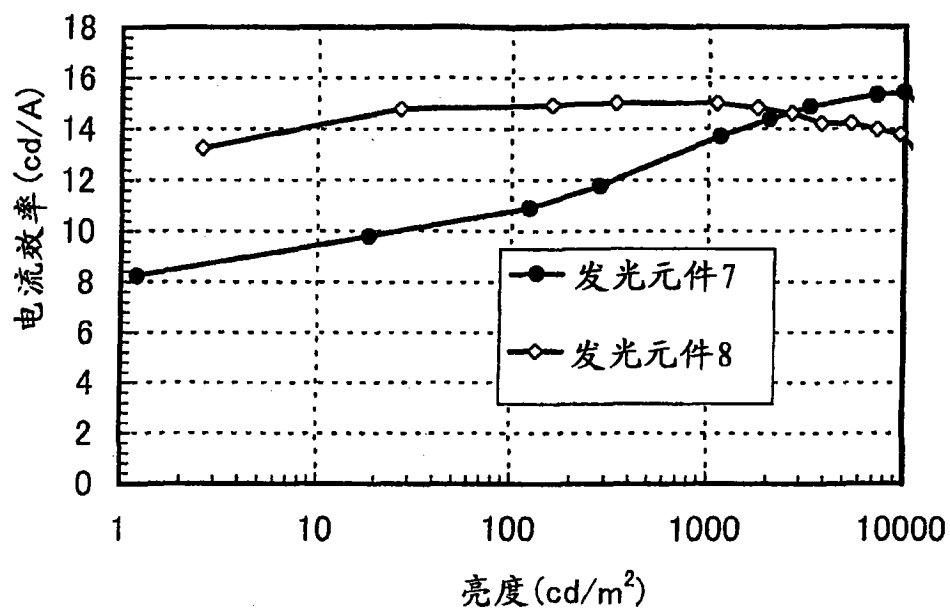


图 48

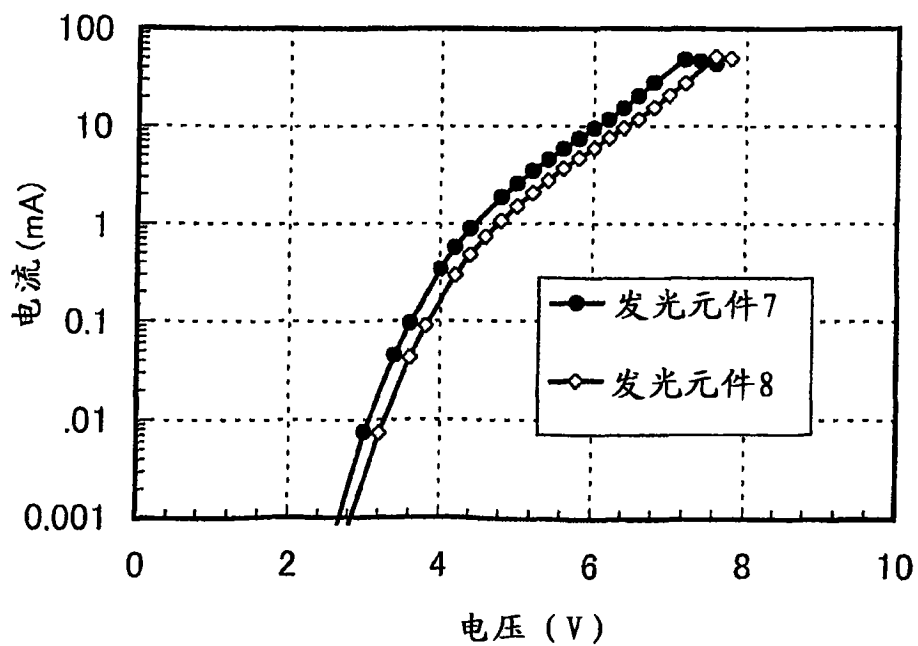


图 49

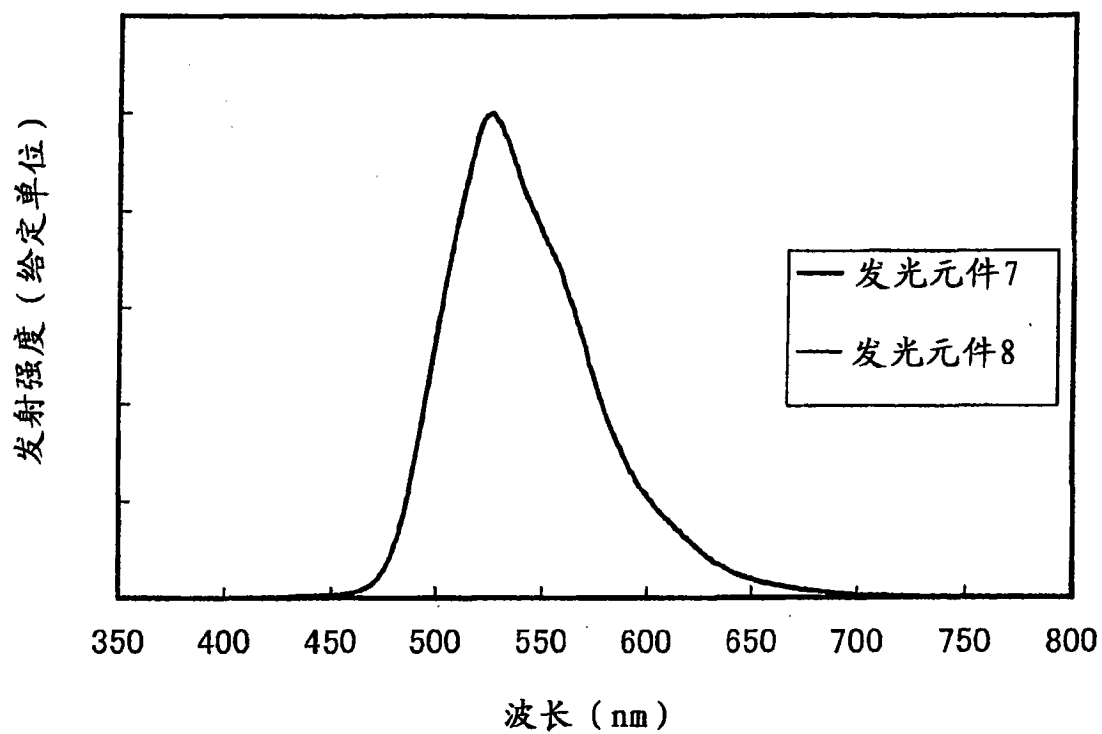


图 50

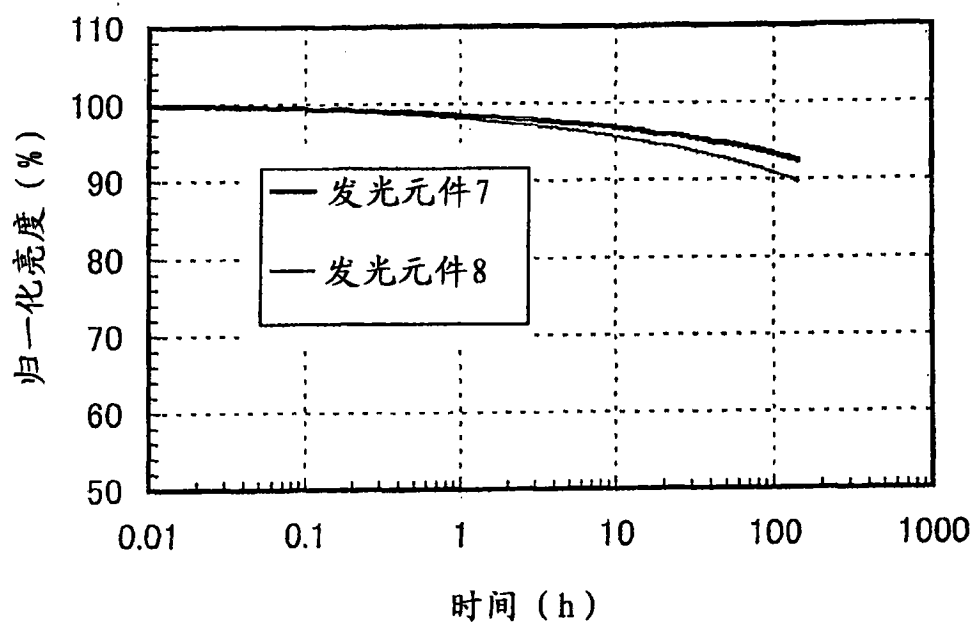


图 51

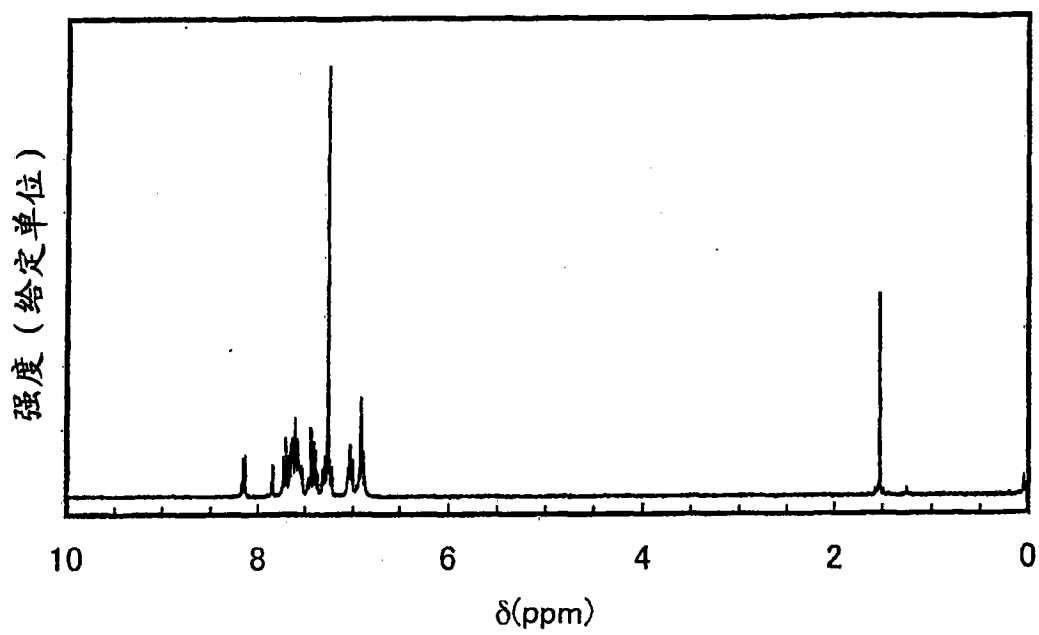


图 52A

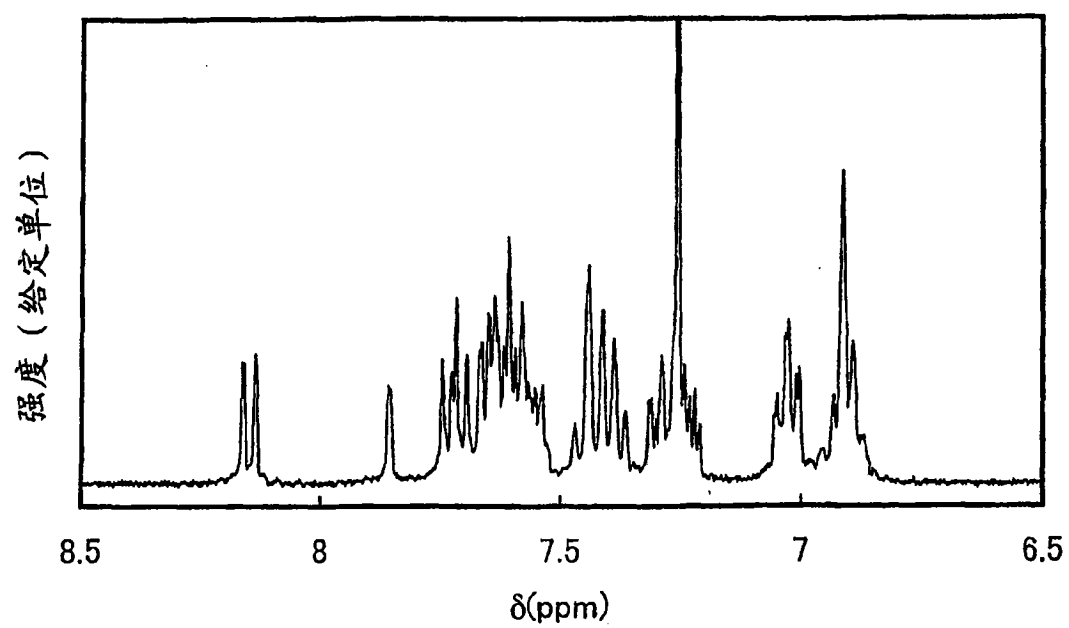


图 52B

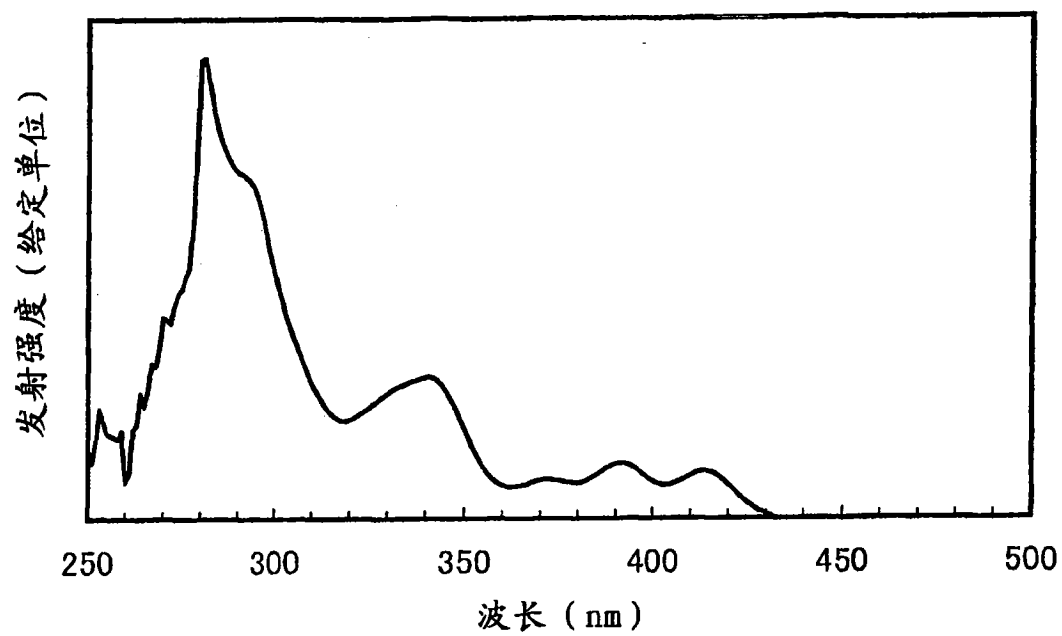


图 53

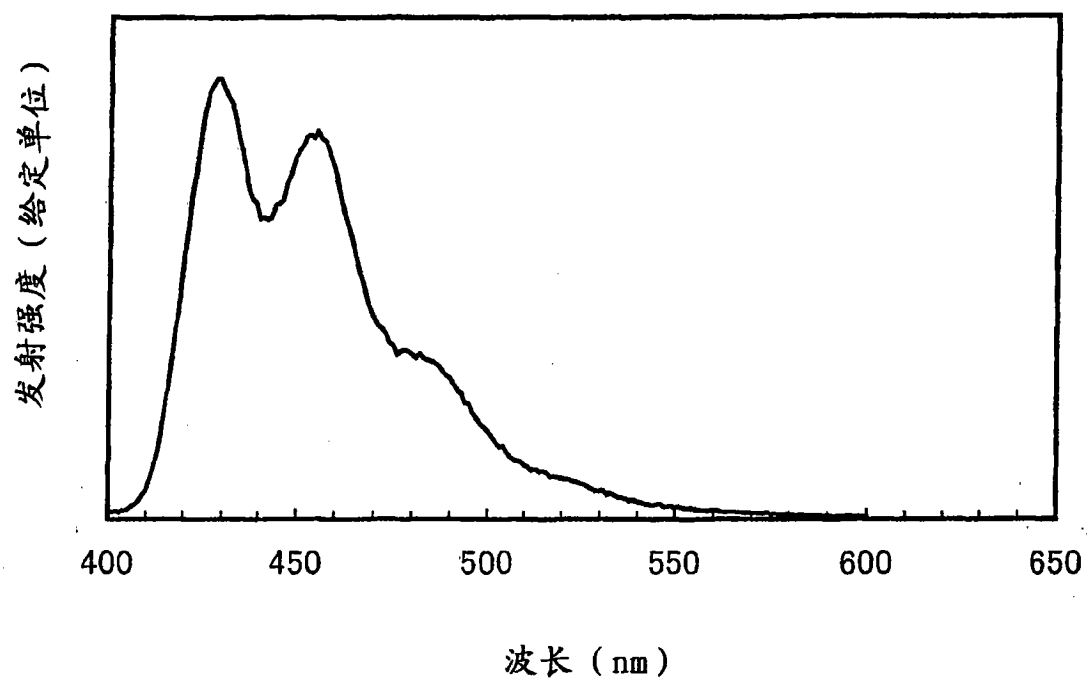


图 54

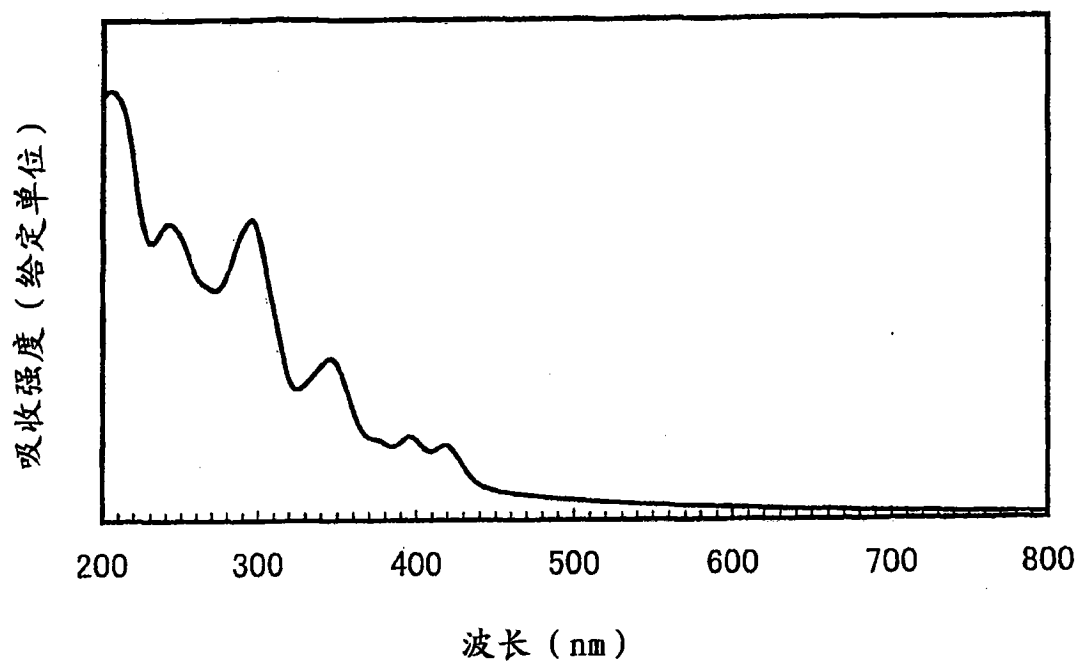


图 55

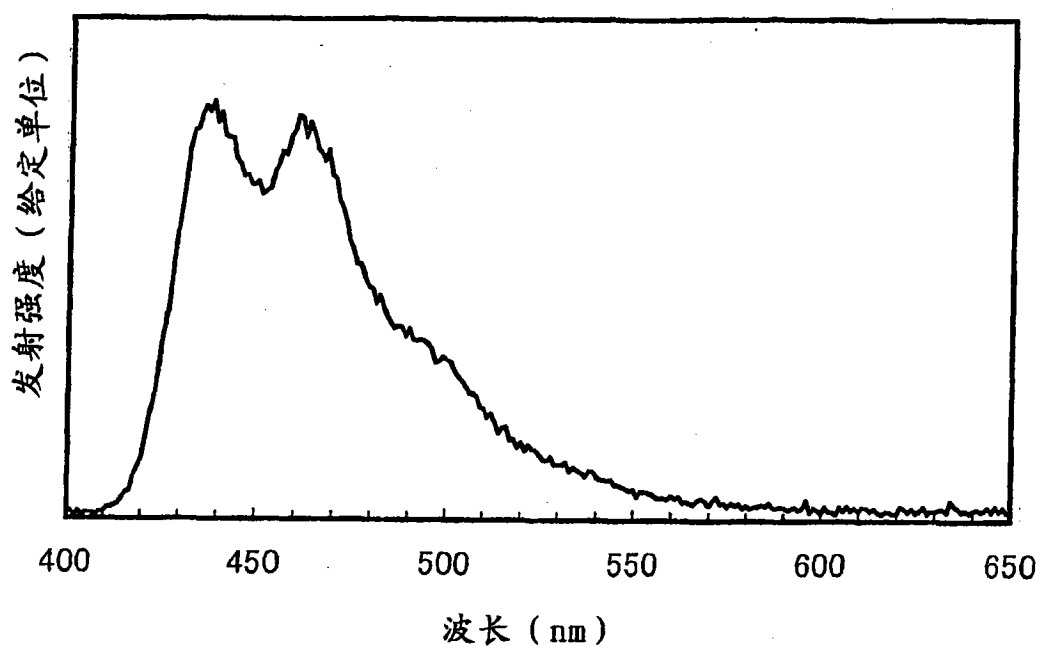


图 56

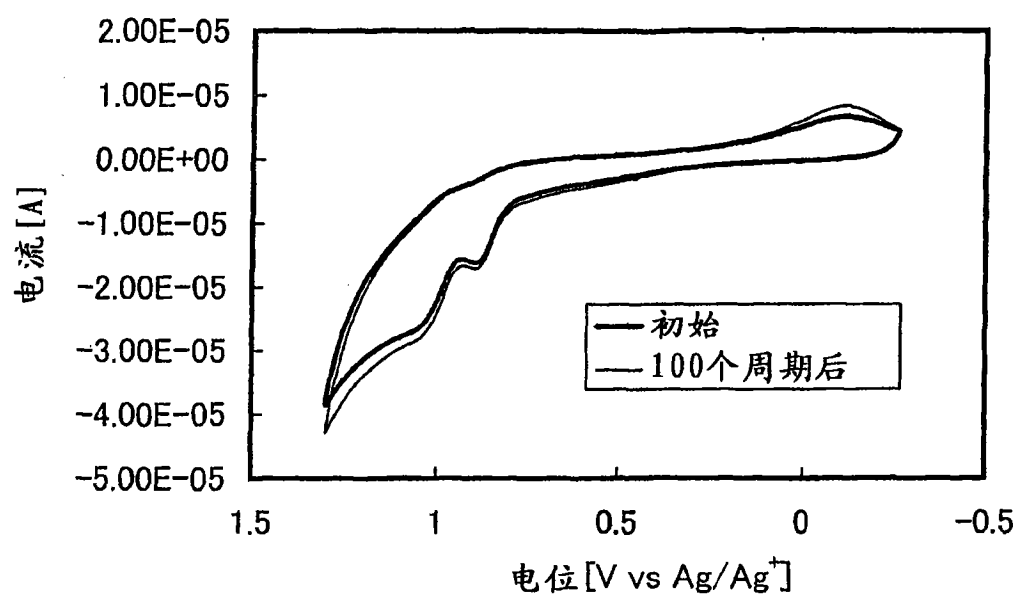


图 57

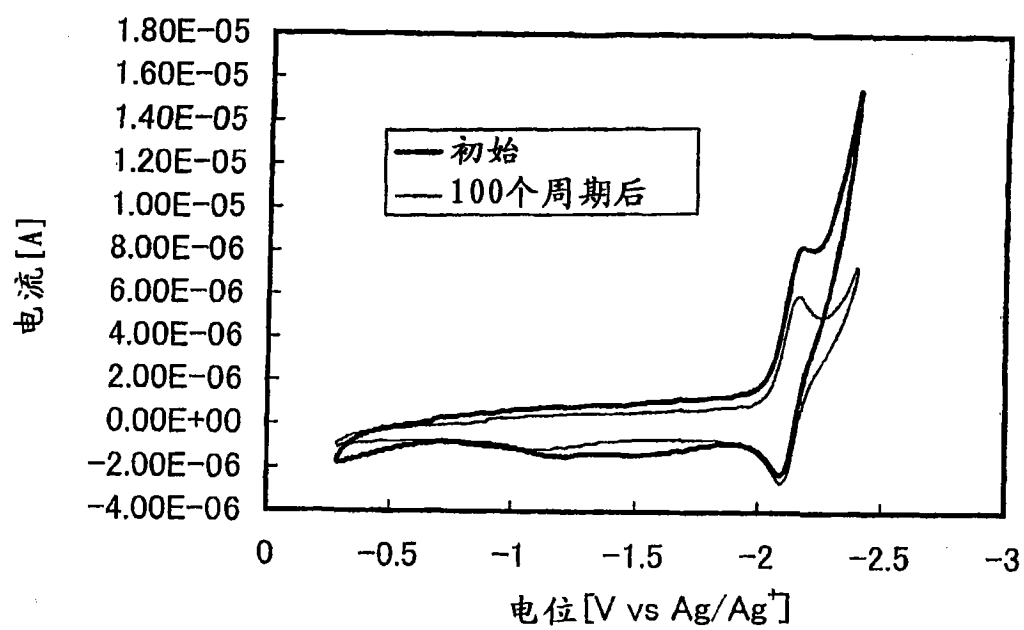


图 58