

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200610142496.1

H01L 51/50 (2006.01)

H01L 51/54 (2006.01)

H01L 27/32 (2006.01)

C09K 11/06 (2006.01)

[43] 公开日 2007年5月2日

[11] 公开号 CN 1956236A

[22] 申请日 2006.10.27

[21] 申请号 200610142496.1

[30] 优先权

[32] 2005.10.28 [33] JP [31] 2005-314791

[71] 申请人 三洋电机株式会社

地址 日本大阪

[72] 发明人 西村和树 浜田祐次 中井正也

[74] 专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司
代理人 龙 淳

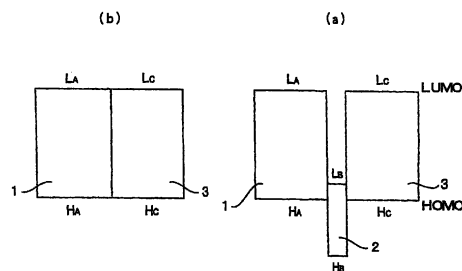
权利要求书 5 页 说明书 20 页 附图 4 页

[54] 发明名称

有机场致发光元件和有机场致发光显示装置

[57] 摘要

本发明是用于得到一种具有高的发光效率，可以使驱动电压降低的有机场致发光元件和使用其的有机场致发光显示装置，其特征在于：包括阳极、阴极、配置在阳极与阴极之间的发光层、配置在发光层与阳极之间的至少三层有机层，有机层中设置在阳极侧的第一有机层(1)的分子最低空轨道的能级的绝对值 $|LUMO(A)|$ 和第一有机层(1)的与阴极侧邻接设置的第二有机层(2)的分子最低空轨道的能级的绝对值 $|LUMO(B)|$ 存在 $|LUMO(A)| < |LUMO(B)|$ 的关系，第二有机层(2)的与阴极侧邻接设置的第三有机层(3)的分子最高占有轨道的能级HOMO(C)与第二有机层(2)的LUMO(B)之差的绝对值 $|HOMO(C) - LUMO(B)|$ 存在 $|HOMO(C) - LUMO(B)| \leq 1.5eV$ 的关系。



1. 一种有机场致发光元件，包括阳极、阴极、配置在所述阳极与所述阴极之间的发光层、配置在所述发光层与所述阳极之间的至少三个有机层，其特征在于：

所述有机层中设置在所述阳极侧的第一有机层的分子最低空轨道（LUMO）的能级的绝对值 $|LUMO(A)|$ 和与所述第一有机层的所述阴极侧邻接设置的第二有机层的分子最低空轨道（LUMO）的能级的绝对值 $|LUMO(B)|$ 存在

$|LUMO(A)| < |LUMO(B)|$ 的关系，

与所述第二有机层的所述阴极侧邻接设置的第三有机层的分子最高占有轨道（HOMO）的能级 HOMO(C) 和所述第二有机层的 LUMO(B) 之差的绝对值 $|HOMO(C) - LUMO(B)|$ 存在

$|HOMO(C) - LUMO(B)| \leq 1.5\text{eV}$ 的关系。

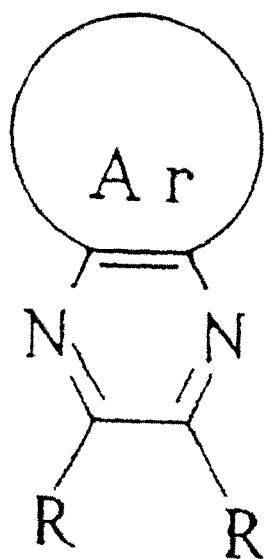
2. 如权利要求 1 所述的有机场致发光元件，其特征在于：

所述第一有机层和所述第三有机层的至少任一个由三级芳胺类材料形成。

3. 如权利要求 1 所述的有机场致发光元件，其特征在于：

所述第二有机层由下示的结构式表示的吡嗪衍生物形成。

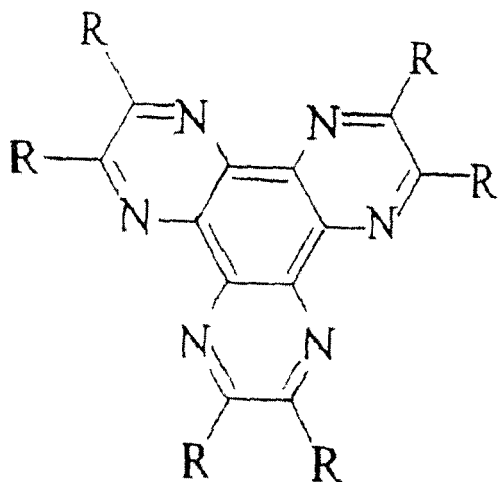
[结构式 1]



(其中, Ar 表示芳基, R 表示氢、碳数 1~10 的烷基、烷氧基、二烷基氨基、或 F、Cl、Br、I 或 CN。)

4. 如权利要求 1 所述的有机场致发光元件, 其特征在于:
所述第二有机层由下示的结构式表示的六氮杂[9, 10]苯并菲衍生物形成。

[结构式 2]



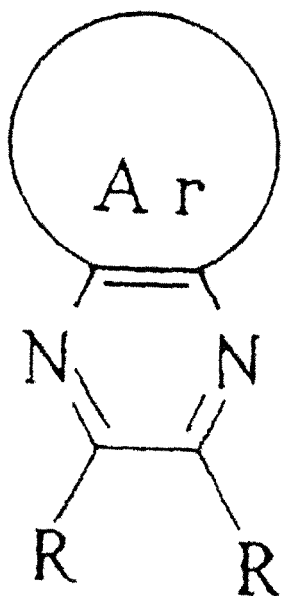
(其中, R 表示氢、碳数 1~10 的烷基、烷氧基、二烷基氨基、或 F、Cl、Br、I 或 CN。)

5. 如权利要求 1 所述的有机场致发光元件, 其特征在于:
所述第一有机层的分子最高占有轨道 (HOMO) 的能级的绝对值 $|HOMO(A)|$ 和所述第二有机层的分子最高占有轨道 (HOMO) 的能级的绝对值 $|HOMO(B)|$ 存在 $|HOMO(A)| < |HOMO(B)|$ 的关系。

6. 如权利要求 5 所述的有机场致发光元件, 其特征在于:
所述第一有机层和所述第三有机层的至少任一个由三级芳胺类材料形成。

7. 如权利要求 5 所述的有机场致发光元件, 其特征在于:
所述第二有机层由下示的结构式表示的吡嗪衍生物形成。

[结构式 1]

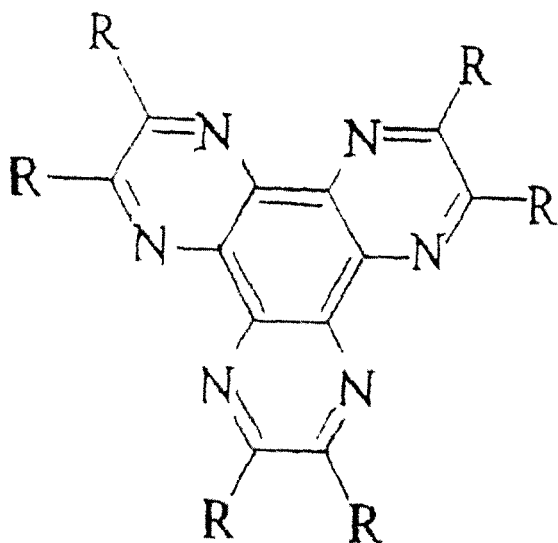


(其中, Ar 表示芳基, R 表示氢、碳数 1~10 的烷基、烷氧基、二烷基氨基、或 F、Cl、Br、I 或 CN。)

8. 如权利要求 5 所述的有机场致发光元件, 其特征在于:

所述第二有机层由下示的结构式表示的六氮杂[9, 10]苯并菲衍生物形成。

[结构式 2]



(其中, R 表示氢、碳数 1~10 的烷基、烷氧基、二烷基氨基、或 F、Cl、Br、I 或 CN。)

9. 一种底发射型有机场致发光显示装置，包括具有在阳极和阴极中夹持的元件结构的有机场致发光元件；和设置有用于将与每个显示像素对应的显示信号供给到所述有机场致发光元件的有源元件的有源矩阵驱动基板，该有机场致发光显示装置将所述有机场致发光元件配置在有源矩阵驱动基板上，将所述阴极和所述阳极中设置在所述基板侧的电极作为透明电极，其特征在于：

所述有机场致发光元件包括所述阳极、所述阴极、配置在所述阳极与所述阴极之间的发光层、配置在所述发光层与所述阳极之间的至少三层有机层，

所述有机层中设置在所述阳极侧的第一有机层的分子最低空轨道（LUMO）能级的绝对值 $|LUMO(A)|$ 和与所述第一有机层的所述阴极侧邻接设置的第二有机层的分子最低空轨道（LUMO）能级的绝对值 $|LUMO(B)|$ 存在

$|LUMO(A)| < |LUMO(B)|$ 的关系，

与所述第二有机层的所述阴极侧邻接设置的第三有机层的分子最高占有轨道（HOMO）的能级 HOMO(C) 与所述第二有机层的 LUMO(B) 之差的绝对值 $|HOMO(C) - LUMO(B)|$ 存在

$|HOMO(C) - LUMO(B)| \leq 1.5\text{eV}$ 的关系。

10. 如权利要求 9 所述的有机场致发光显示装置，其特征在于：

所述有机场致发光元件是发出白色光的元件，在所述有机场致发光元件与所述基板之间配置有滤色器。

11. 如权利要求 9 所述的有机场致发光显示装置，其特征在于：

所述有源矩阵驱动基板设置有图像信号驱动电路和垂直扫描信号驱动电路，经由该图像信号驱动电路，图像信号施加在所述有机 EL 元件上，经由该垂直扫描信号驱动电路，通过将垂直扫描信号在规定定时施加在所述有机 EL 元件上，生成在各有机 EL 元件上显示的图像。

12. 一种顶发射型有机场致发光显示装置，包括具有在阳极和阴极中夹持的元件结构的有机场致发光元件；设置有用于将与每个显示像

素对应的显示信号供给到所述有机场致发光元件的有源元件的有源矩阵驱动基板；和与该有源矩阵驱动基板相对设置的透明的密封基板，该有机场致发光显示装置将所述有机场致发光元件配置在所述有源矩阵驱动基板与所述密封基板之间，将所述阴极和所述阳极中设置在所述密封基板侧的电极作为透明电极，其特征在于：

所述有机场致发光元件包括所述阳极、所述阴极、配置在所述阳极与所述阴极之间的发光层、配置在所述发光层与所述阳极之间的至少三层有机层，

所述有机层中设置在所述阳极侧的第一有机层的分子最低空轨道（LUMO）能级的绝对值 $|LUMO(A)|$ 和与所述第一有机层的所述阴极侧邻接设置的第二有机层的分子最低空轨道（LUMO）能级的绝对值 $|LUMO(B)|$ 存在

$|LUMO(A)| < |LUMO(B)|$ 的关系，

与所述第二有机层的所述阴极侧邻接设置的第三有机层的分子最高占有轨道（HOMO）能级 $HOMO(C)$ 与所述第二有机层的 LUMO（B）之差的绝对值 $|HOMO(C) - LUMO(B)|$ 存在

$|HOMO(C) - LUMO(B)| \leq 1.5\text{eV}$ 的关系。

13. 如权利要求 12 所述的有机场致发光显示装置，其特征在于：

所述有机场致发光元件是发出白色光的元件，在所述有机场致发光元件与所述密封基板之间配置有滤色器。

14. 如权利要求 12 所述的有机场致发光显示装置，其特征在于：

所述有源矩阵驱动基板设置有图像信号驱动电路和垂直扫描信号驱动电路，经由该图像信号驱动电路，图像信号施加在所述有机 EL 元件上，经由该垂直扫描信号驱动电路，通过将垂直扫描信号在规定定时施加在所述有机 EL 元件上，生成在各有机 EL 元件上显示的图像。

有机场致发光元件和有机场致发光显示装置

技术领域

本发明涉及有机场致发光元件和有机场致发光显示装置。

背景技术

有机场致发光元件（有机 EL）正在从应用于显示器和照明的观点进行积极地开发。有机 EL 元件的驱动原理如下，也就是，从阳极和阴极分别注入空穴和电子，它们在有机薄膜中输送，在发光层重新结合，产生激励状态，从该激励状态而发光。为了提高发光效率，有效地注入空穴和电子，在有机薄膜中输送是必要的。

在有机 EL 元件中，一般在电极与发光层之间设置有助于转移空穴或电子的电荷输送层和电荷注入层等。

作为这样技术领域的现有技术，在日本专利特开 2003 - 151776 号公报中提出了如下方案：在从阳极侧到阴极侧层叠有空穴注入层、空穴输送层、电子捕获层、发光层和电子输送层的结构中，电子捕获层的母材的传导带最低能级比空穴输送层的母材的传导带最低能级和发光层母材的传导带最低能级低。这样可以防止阳极侧的空穴输送层的母材的恶化。

在日本专利特开 2004 - 207000 号公报中提出了将混合相邻空穴输送层的构成材料混合的混合层，夹在相邻两层的空穴输送层的界面中的方案，说明了其宗旨是由此可以提高相邻两层的电荷输送层之间的密接性，提高发光效率和亮度寿命。

在日本专利特开 2003 - 229269 号公报中，提出了通过在阴极与发光层之间，相互至少层叠两次以上的阴极缓冲层和电子输送层，控制电子输送效率。

此外，其他的公知的文献还有 SYNTHESIS, April, 1994, 378~380 页 “Improved Synthesis of 1, 4, 5, 8, 9, 12 - Hexaazatriphenylenehexacarboxylic Acid”。

至今使用 NPB (N, N'-2 (并四苯-1-基)-N, N'-二苯基联苯胺) 等的三级芳胺类材料作为空穴输送层, 但是为了调整空腔, 若使由该 NPB 等构成的空穴输送层的膜厚增加, 由于 NPB 等的空穴输送性材料的载流子移动程度低, 所以存在有驱动电压变高的问题。因此, 至今一直在寻求即使 NPB 等的膜厚增加, 也可以降低驱动电压的有机 EL 元件的元件结构。

本发明的目的是提供一种具有高的发光效率, 可以使驱动电压降低的有机 EL 元件和有机 EL 显示装置。

发明内容

本发明的有机 EL 元件, 包括阳极、阴极、配置在阳极与阴极之间的发光层、配置在发光层与阳极之间的至少三个有机层, 其特征在于有机层中设置在阳极侧的第一有机层的分子最低空轨道 (LUMO) 的能级的绝对值 $|LUMO(A)|$ 和与第一有机层的阴极侧邻接设置的第二有机层的分子最低空轨道 (LUMO) 的能级的绝对值 $|LUMO(B)|$ 存在 $|LUMO(A)| < |LUMO(B)|$ 的关系, 与第二有机层的阴极侧邻接设置的第三有机层的分子最高占有轨道 (HOMO) 的能级 HOMO(C) 和第二有机层的 LUMO(B) 之差的绝对值 $|HOMO(C) - LUMO(B)|$ 存在 $|HOMO(C) - LUMO(B)| \leq 1.5\text{eV}$ 的关系。

在本发明中, 发光层与阳极层之间配置有第一有机层、第二有机层和第三有机层, 第一有机层的 LUMO(A) 与第二有机层的 LUMO(B) 存在有 $|LUMO(A)| < |LUMO(B)| \dots\dots (1)$ 的关系。

此外, 第二有机层的 LUMO(B) 与第三有机层的 LUMO(C) 存在有 $|HOMO(C) - LUMO(B)| \leq 1.5\text{eV} \dots\dots (2)$ 的关系。

在本发明中, 由于满足上述公式 (2), 所以第三有机层的 HOMO(C) 和第二有机层的 LUMO(B) 之差在 1.5eV 以下。因此, 第二有机层可以容易地从第三有机层吸引出电子。

此外, 由于满足上述式 (1), 所以第二有机层从第三有机层吸引出的电子被第一有机层阻挡, 电子积蓄在第二有机层中。因此局部形成高的电场。根据本发明, 由于形成高的电场, 认为能带发生变化, 产生驱动电压的降低。

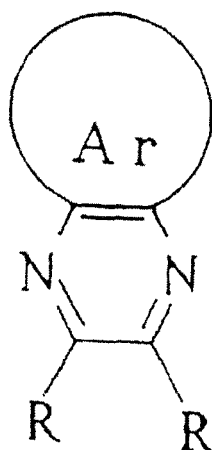
在本发明中，优选的是第一有机层的分子最高占有轨道（HOMO）能级的绝对值 $| \text{HOMO}(\text{A}) |$ 和第二有机层的分子最高占有轨道（HOMO）能级的绝对值 $| \text{HOMO}(\text{B}) |$ 存在有 $| \text{HOMO}(\text{A}) | < | \text{HOMO}(\text{B}) |$ 的关系。

通过满足所述的公式（3），使从第一有机层向第二有机层流动的空穴因第二有机层的能量壁垒而被阻挡，所以空穴蓄积在第一有机层和第二有机层的界面。这样在局部形成高的电场，认为能使驱动电压进一步降低。

在本发明中，优选的是第一有机层和第三有机层由空穴输送性材料制成。这样的空穴输送性材料可以例举的由3级芳基胺类材料。

在本发明中，第二有机层使用满足上述式（1）和（2）的材料。本发明中的第二有机层起到从第三有机层吸引出电子的电子吸引层的作用。此外，优选的是第二有机层是满足公式（3）的材料。作为形成这样的第二有机层的材料，可以举出用下面所示的结构式表示的吡嗪衍生物。

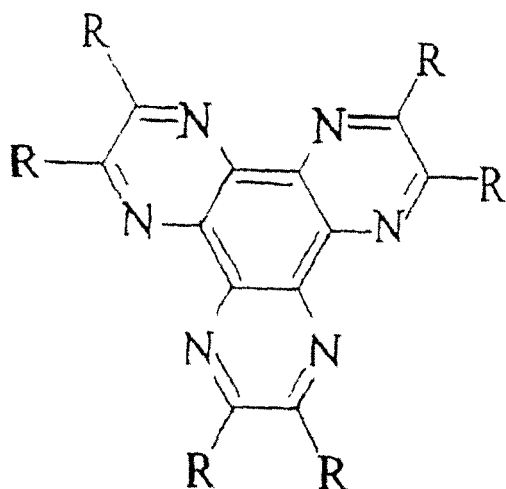
[结构式 1]



其中，Ar 表示芳基，R 表示氢、碳数 1~10 的烷基、烷氧基、二烷基氨基、或 F、Cl、Br、I 或 CN。

此外，本发明中的形成第二有机层的材料优选的是下面所示的结构式表示的六氮杂[9, 10]苯并菲衍生物。

[结构式 2]



其中，R 表示氢、碳数 1~10 的烷基、烷氧基、二烷基氨基、或 F、Cl、Br、I 或 CN。

本发明的底发射型有机场致发光显示装置，包括具有在阳极和阴极中夹持的元件结构的有机场致发光元件；和设置有助于将与每个显示像素对应的显示信号供给到有机场致发光元件的有源元件的有源矩阵驱动基板，该有机场致发光显示装置将有机场致发光元件配置在有源矩阵驱动基板上，将阴极和阳极中设置在基板侧的电极作为透明电极，其特征在于：有机场致发光元件包括阳极、阴极、配置在阳极与阴极之间的发光层、配置在发光层与阳极之间的至少三层有机层，有机层中设置在阳极侧的第一有机层的分子最低空轨道（LUMO）能级的绝对值 $|LUMO(A)|$ 和与第一有机层的阴极侧邻接设置的第二有机层的分子最低空轨道（LUMO）能级的绝对值 $|LUMO(B)|$ 存在 $|LUMO(A)| < |LUMO(B)|$ 的关系，与第二有机层的阴极侧邻接设置的第三有机层的分子最高占有轨道（HOMO）的能级 HOMO(C) 与第二有机层的 LUMO(B) 之差的绝对值 $|HOMO(C) - LUMO(B)|$ 存在 $|HOMO(C) - LUMO(B)| \leq 1.5\text{eV}$ 的关系。

在上述本发明的有机场致发光显示装置中，有机 EL 元件是发出白光元件的情况下，在有机 EL 元件与基板之间可以配置滤色器后成为显示装置。

而且，上述有源矩阵驱动基板设置有图像信号驱动电路和垂直扫

描信号驱动电路，通过该图像信号驱动电路，图像信号施加在有机 EL 元件上，通过该垂直扫描信号驱动电路，利用垂直扫描信号在规定定时施加在有机 EL 元件上，生成在各有机 EL 元件上显示的图像。

本发明的其他实施例的顶发射型有机场致发光显示装置，包括具有在阳极和阴极中夹持的元件结构的有机场致发光元件；设置有用将每个显示像素对应的显示信号供给到有机场致发光元件的有源元件的有源矩阵驱动基板；和与该有源矩阵驱动基板相对设置的透明的密封基板，该有机场致发光显示装置将有机场致发光元件配置在有源矩阵驱动基板与密封基板之间，将阴极和阳极中设置在密封基板侧的电极作为透明电极，其特征在于：有机场致发光元件包括阳极、阴极、配置在阳极与阴极之间的发光层、配置在发光层与阳极之间的至少三层有机层，有机层中设置在阳极侧的第一有机层的分子最低空轨道（LUMO）能级的绝对值 $|LUMO(A)|$ 和与第一有机层的阴极侧邻接设置的第二有机层的分子最低空轨道（LUMO）能级的绝对值 $|LUMO(B)|$ 存在 $|LUMO(A)| < |LUMO(B)|$ 的关系，与第二有机层的阴极侧邻接设置的第三有机层的分子最高占有轨道（HOMO）能级 $HOMO(C)$ 与第二有机层的 LUMO(B) 之差的绝对值 $|HOMO(C) - LUMO(B)|$ 存在 $|HOMO(C) - LUMO(B)| \leq 1.5eV$ 的关系。

在上述有机场致发光显示装置中，有机 EL 元件是发出白色光的元件的情况下，在有机 EL 元件与密封基板之间可以配置滤色器，成为彩色过滤器显示装置。

而且，上述有源矩阵驱动基板设置有图像信号驱动电路和垂直扫描信号驱动电路，通过该图像信号驱动电路，图像信号施加在有机 EL 元件上，通过该垂直扫描信号驱动电路，利用垂直扫描信号在规定定时施加在有机 EL 元件上，生成在各有机 EL 元件上显示的图像。

本发明的有机 EL 显示装置是具有上述本发明的有机 EL 元件的显示装置，所以显示出高的发光效率，可以降低驱动电压，可以实现降低电力消耗。

根据本发明，可以成为具有高发光效率，降低驱动电压的有机 EL 元件。特别是为了调整有机 EL 元件的空腔，有时会产生需要将配置在

发光层与阳极之间的空穴输送性材料的层厚增加，即使在这样的情况下，也能抑制因膜厚增加造成驱动电压的升高。

本发明的有机 EL 显示装置由于是具有上述本发明的有机 EL 元件的显示装置，所以具有高的发光效率，可以降低驱动电压，可以降低电力消耗。

附图说明

图 1 是表示本发明的第一有机层、第二有机层和第三有机层中的 LUMO 和 HOMO 的能级的示意图。

图 2 是表示图 1 所示的第一有机层、第二有机层和第三有机层的 LUMO 和 HOMO 的施加电压时的能级状态的示意图。

图 3 是表示按照本发明实施例的底发射型 (Bottom Emissive Type) 有机 EL 显示装置的截面图。

图 4 是表示按照本发明实施例的顶发射型 (Top Emissive Type) 有机 EL 显示装置的截面图。

图 5 是表示将图像信号驱动电路和垂直扫描信号驱动电路连接在有机 EL 元件上的状态的俯视图。

具体实施方式

下面通过实施例对本发明进行说明，但本发明不限于以下的实施例。

图 1 (a) 是表示在本发明的有机 EL 元件中，第一有机层 1、第二有机层 2 和第三有机层 3 的 HOMO 和 LUMO 的能级的示意图。设定第一有机层 1 的 LUMO 表示为 L_A ，HOMO 表示为 H_A 。设定第二有机层 2 的 LUMO 表示为 L_B ，HOMO 表示为 H_B 。设定第三有机层 3 的 LUMO 表示为 L_C ，HOMO 表示为 H_C 。

如图 1 (a) 所示，在本发明的有机 EL 元件中，第二有机层 2 的 LUMO 能级 L_B 的绝对值比第一有机层 1 的 LUMO 能级 L_A 大。此外，第三有机层 3 的 HOMO 能级 H_C 与第二有机层 2 的 LUMO 能级 L_C 之差的绝对值为 1.5eV 以下。

此外，在图 1 (a) 所示的例子中，第二有机层 2 的 H_B 的绝对值比

第一有机层 1 的 H_A 的绝对值大。

图 1 (b) 是表示在第一有机层 1 与第三有机层 3 之间, 不配置作为电子吸引层的第二有机层 2 的比较例的能级的示意图。在该例中, 由于第一有机层 1 和第三有机层 3 由相同材料制成, 所以第一有机层 1 的 L_A 和第三有机层 3 的 L_C 为相同水平, 同样 H_A 和 H_C 也为相同水平。

图 2 是表示在图 1 (a) 和 (b) 的层叠结构上施加电压时的能级状态的示意图。

如图 2 (a) 所示, 在本发明的有机 EL 元件中, 由于第三有机层 3 的 H_C 和第二有机层 2 的 L_B 之差在 1.5eV 以下, 所以第二有机层 2 可以容易地从第三有机层 3 吸引出电子。

此外, 由于第二有机层 2 的 L_B 的绝对值比第一有机层 1 的 L_A 的绝对值大, 所以第一有机层 1 和第二有机层 2 的界面成为能垒, 吸引出的电子蓄积在第二有机层 2 中, 这样在局部形成高的电场。

此外, 由于第二有机层 2 的 H_B 的绝对值比第一有机层 1 的 H_A 的绝对值大, 所以第二有机层 2 和第一有机层 1 的界面成为能垒, 空穴蓄积在此界面上。这样因蓄积的空穴也在局部形成高的电场。

在本发明中, 如上述那样在有机 EL 元件上施加电压时, 由于在第一有机层 1 和第二有机层 2 的界面上形成高的电场, 能带发生变化, 与图 2 (b) 所示的比较例的情况相比, 电压降低 ΔV , 可以认为产生了驱动电压的降低。

(实施例 1~11 和比较例 1~3)

制作了具有表 1 所示的阳极、空穴注入单元、空穴输送单元、橙色发光层、蓝色发光层、电子输送层和阴极的实施例 1~11 和比较例 1~3 的有机 EL 元件。在下表中, () 内的数字表示各层的厚度 (nm)。

通过在形成 ITO (铟锡氧化物) 膜的玻璃基板上, 形成碳氟化合物 (CF_x) 层, 制作了阳极。碳氟化合物层通过 CHF_3 气体的等离子体聚合形成。碳氟化合物层的厚度为 1nm 。

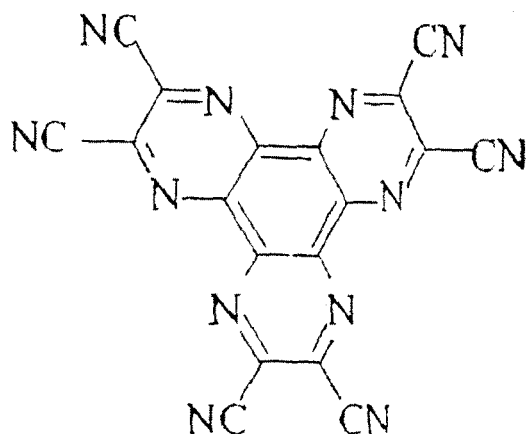
在上面那样制作的阳极上, 顺次堆积形成空穴注入单元、空穴输送单元、橙色发光层、蓝色发光层、电子输送层和阴极。在下面的表 1 和表 2 中, 空穴注入单元和空穴输送单元为了方便而加以区别, 但空穴注入单元和空穴输送单元没有特别的区别, 作为整体表示空穴注入

和空穴输送的功能。

在实施例 1~6 和比较例 1~3 中, 通过将 NPB 和 HAT - CN6 按照表 1 所示顺序层叠, 形成空穴注入单元和空穴输送单元。

HAT - CN6 是六氮杂苯并[9, 10]菲六腈(Hexaazatriphenylene hexa carbonitrile), 具有以下的结构。

[结构式 3]

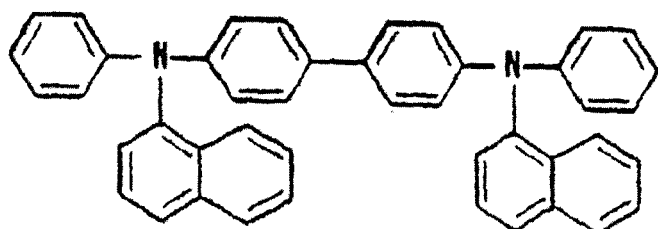


HAT-CN6

HAT - CN6 例如可以由非专利文献 1 所述的方法制造。

NPB 是 N, N' - 2 (并四苯 - 1 - 基) - N, N' - 二苯基联苯胺, 具有以下的结构。

[结构式 4]

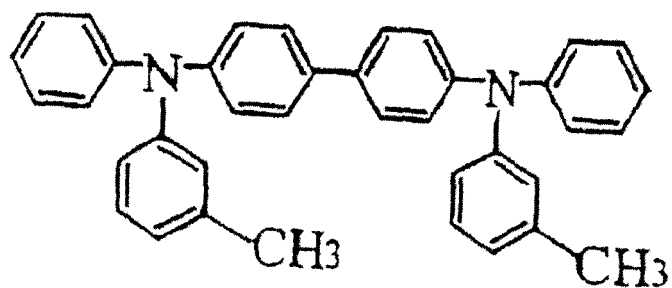


NPB

NPB 是三级芳胺类材料, 是空穴输送性材料。在实施例 7~10 中, 作为三级芳胺类材料, 使用了 TPD、PhTPD 和 PPD。

TPD 是 N, N' - 2 (3 - 甲基苯基) - N, N' - 二苯基联苯胺, 具有以下的结构。

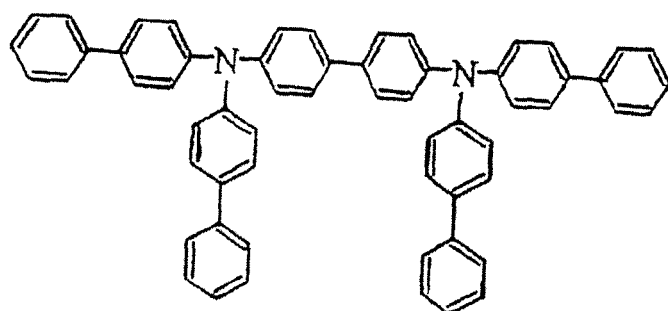
[结构式 5]



TPD

PhTPD 是 N, N, N', N' - 四 (4 - 苯基苯基) 联苯胺, 具有以下的结构。

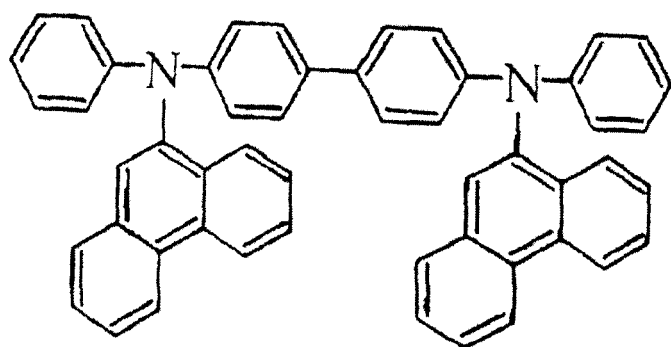
[结构式 6]



PhTPD

PPD 是 N, N' - 2 (邻菲 - 9 - 基) - N, N' - 二苯基联苯胺, 具有以下的结构。

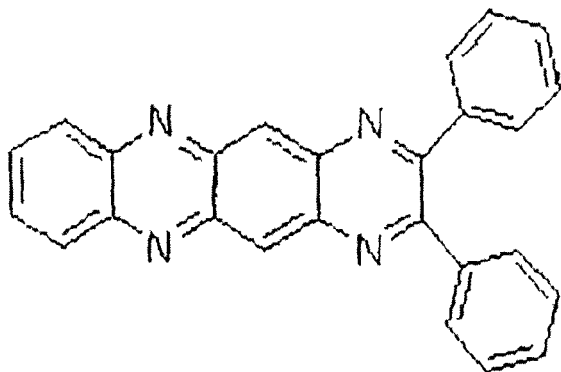
[结构式 7]



PPD

在实施例 11 中，作为形成电子吸引层的第二有机层的材料使用 DTN。DTN 是 2, 3 - 二苯基 - 1, 4, 6, 11 - 四氮杂并四苯，具有以下的结构。

[结构式 8]



2, 3 - 二苯基 - 1, 4, 6, 11 - 四氮杂并四苯 (DTN)

各实施例的第一有机层、第二有机层和第三有机层相当于在空穴注入单元和空穴输送单元中以下的层叠结构。

在实施例 1~4 中，NPB/HAT - CN6/NPB 的层叠结构与第一有机层/第二有机层/第三有机层的层叠结构对应。

在实施例 5 和 6 中，NPB/HAT - CN6/NPB/HAT - CN6/NPB 的层叠结构与第一有机层/第二有机层/第三有机层（也有时是第一有机层）/第二有机层/第三有机层的层叠结构对应。位于中央的 NPB 层相对于阳极侧的层叠结构为第三有机层，相对于阴极侧的层叠结构为第一有机层。

在实施例 7 中，TPD/ HAT - CN6/NPB 的层叠结构与第一有机层/第二有机层/第三有机层的层叠结构对应。

在实施例 8 中，TPD/ HAT - CN6/ TPD 的层叠结构与第一有机层/第二有机层/第三有机层的层叠结构对应。

在实施例 9 中，PhTPD/ HAT - CN6/ PhTPD 的层叠结构与第一有机层/第二有机层/第三有机层的层叠结构对应。

在实施例 10 中，PPD/ HAT - CN6/ PPD 的层叠结构与第一有机层/第二有机层/第三有机层的层叠结构对应。

在实施例 11 中，NPB/ DTN/ NPB 的层叠结构与第一有机层/第二

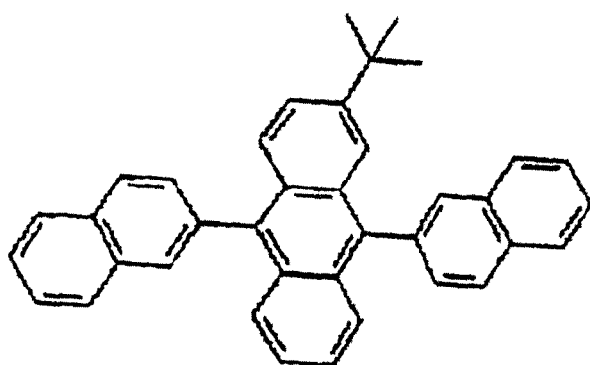
有机层/第三有机层的层叠结构对应。

在上述形成的空穴输送单元上，形成由橙色发光层和蓝色发光层构成的发出白色光的发光单元。将橙色发光层配置在阳极侧，将蓝色发光层配置在阴极侧。此外，在表中，只要没有特别事先说明，%是重量%。

在橙色发光层中，将 NPB 作为空穴输送性的主 (Host) 材料使用，将 TBADN 作为电子输送性的主材料使用，将 DBzR 作为掺杂材料使用。

TBADN 是 2-叔丁基-9,10-二(2-萘基)蒽，具有以下的结构。

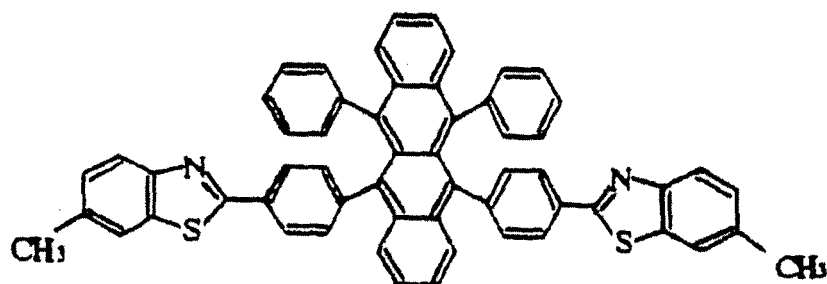
[结构式 9]



TBADN

DBzR 是 5,12-二{4-(6-甲基苯并噻唑-2-基)苯基}-6,11-二苯基并四苯，具有以下的结构。

[结构式 10]

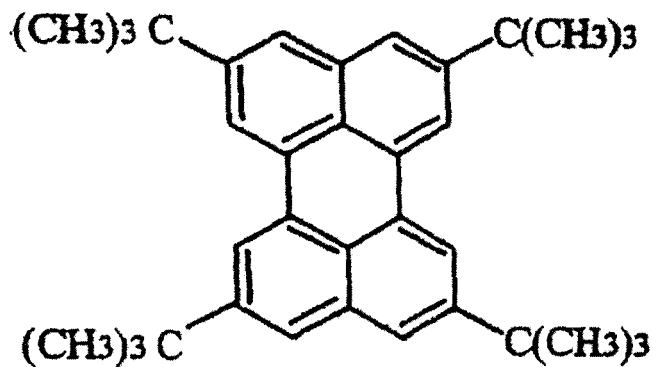


DBzR

在蓝色发光层中，将 TBADN 作为空穴输送性的主材料使用，将 NPB 作为电子输送性的主材料使用，将 TBP 作为掺杂材料使用。

TBP 是 2, 5, 8, 11 - 四 - 叔丁基二萘嵌苯，具有以下的结构。

[结构式 11]

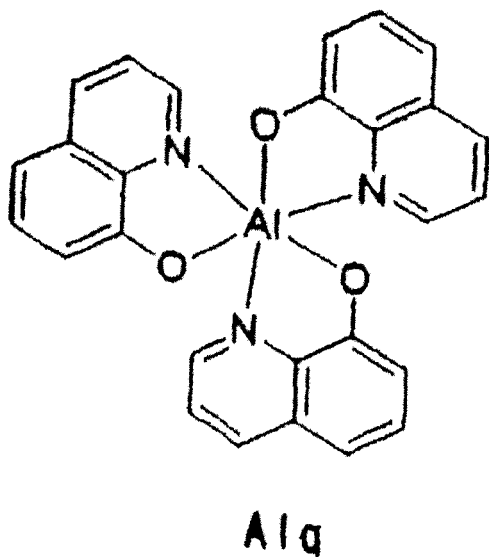


TBP

在蓝色发光层上形成有由 Alq 层和 BCP 层的层叠结构构成的电子输送层。

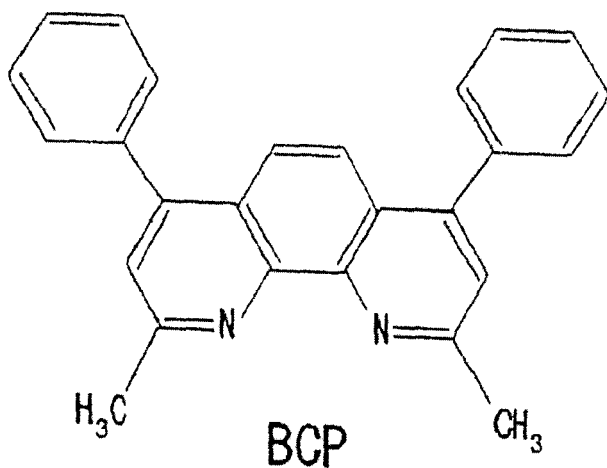
Alq 是三 - (8 - 喹啉基) 铝 (III)，具有以下的结构。

[结构式 12]



BCP 是 2, 9 - 二甲基 - 4, 7 - 二苯基 - 1, 10 - 邻二氮杂菲, 具有以下的结构。

[结构式 13]



在电子输送层上形成有由 LiF 层和 Al 层的层叠结构构成的阴极。

[表 1]

| | 阳极 | 空穴注入单元 | 空穴输送层 | 橙色发光层 | 蓝色发光层 | 电子输送层 | 阴极 |
|-------|-------------|--|-----------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|----------------------|--------------------------|
| 实施例 1 | ITO/ CFx | HAT - CN6/NPB/ HAT - CN6 (5) / (45) / (7.5) | NPB/ HAT - CN6 (45) / (10) | 70%NPB+ 30%TBADN+ 3%DBzR (60) | 90%TBADN+ 10%NPB+ 2.5%TBP (50) | Alq/BCP (3) / (7) | LiF/Al (1) / (200) |
| 实施例 2 | | HAT - CN6/NPB/ HAT - CN6 (5) / (45) / (5) | NPB/ HAT - CN6 (45) / (5) | | | | |
| 比较例 1 | | HAT - CN6/NPB (5) / (45) | | | | | |
| 实施例 3 | ITO/ CFx | HAT - CN6/NPB/ HAT - CN6 (10) / (45) / (10) | NPB/ HAT - CN6 (45) / (20) | 70%NPB+ 30%TBADN+ 3%DBzR (60) | 90%TBADN+ 10%NPB+ 2.5%TBP (50) | Alq/BCP (3) / (7) | LiF/Al (1) / (200) |
| 实施例 4 | | HAT - CN6/NPB/ HAT - CN6 (10) / (45) / (10) | NPB/ HAT - CN6 (4.5) / (10) | | | | |
| 比较例 2 | | HAT - CN6/NPB (10) / (45) | | | | | |
| 实施例 5 | ITO/ CFx | HAT - CN6/NPB/ HAT - CN6/NPB/ HAT - CN6 (5) / (30) / (7) / (30) / (9) | NPB/ HAT - CN6 (30) / (10) | 70%NPB+ 30%TBADN+ 3%DBzR (60) | 90%TBADN+ 10%NPB+ 2.5%TBP (50) | Alq/BCP (3) / (7) | LiF/Al (1) / (200) |
| 实施例 6 | | HAT - CN6/NPB/ HAT - CN6/NPB/ HAT - CN6 (5) / (30) / (5) / (30) / (5) | NPB/ HAT - CN6 (30) / (5) | | | | |

| | | | | | | | |
|--------|-------------|---|-----------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|----------------------|--------------------------|
| 比较例 3 | | HAT - CN6/NPB/ NPB (5) / (30) / (30) | | | | | |
| 实施例 7 | ITO/ CFx | HAT - CN6/TPD/ HAT - CN6 (5) / (45) / (5) | NPB/ HAT - CN6 (45) / (5) | 70%NPB+ 30%TBADN+ 3%DBzR (60) | 90%TBADN+ 10%NPB+ 2.5%TBP (50) | Alq/BCP (3) / (7) | LiF/Al (1) / (200) |
| 实施例 8 | ITO/ CFx | HAT - CN6/TPD/ HAT - CN6 (5) / (45) / (5) | TPD/ HAT - CN6 (45) / (5) | | | | |
| 实施例 9 | ITO/ CFx | HAT - CN6/PhTPD/ HAT - CN6 (5) / (45) / (5) | PhTPD/ HAT - CN6 (45) / (5) | | | | |
| 实施例 10 | ITO/ CFx | HAT - CN6/PPD/ HAT - CN6 (5) / (45) / (5) | PPD/ HAT - CN6 (45) / (5) | | | | |
| 实施例 11 | ITO/ CFx | HAT - CN6/NPB/ HAT - CN6 (5) / (45) / (5) | NPB/ HAT - CN6 (45) / (5) | | | | |

(实施例 12)

制作了具有表 2 所示的阳极、空穴注入单元、空穴输送单元、橙色发光层、蓝色发光层、中间单元、橙色发光层、蓝色发光层、电子输送层和阴极的实施例 12 的有机 EL 元件。

[表 2]

| | 阳极 | 空穴注入单元 | 空穴输送单元 | 橙色发光层 | 蓝色发光层 |
|--------|---|---|--------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|
| 实施例 12 | ITO/ CFx | HAT - CN6/NPB/ HAT - CN6 (5) / (45) / (5) | NPB/ HAT - CN6 (45) / (5) | 70%NPB+ 30%TBADN+ 3%DBzR (60) | 90%TBADN+ 10%NPB+ 2.5%TBP (50) |
| | 中间单元 | 橙色发光层 | 蓝色发光层 | 电子输送层 | 阴极 |
| | BCP/Li ₂ O/ HAT - CN6 (10) / (0.2) / (50) | 70%NPB+ 30%TBADN+ 3%DBzR (60) | 90%TBADN+ 10%NPB+ 2.5%TBP (50) | BCP (10) | LiF/Al (1) / (200) |

除了表 2 所示的层叠结构以外，与上述各实施例相同，制作了实施例 12 的有机 EL 元件。

在实施例 12 所示的有机 EL 元件中，使用中间单元，层叠有两个白色发光单元（橙色发光层+蓝色发光层）。从阳极侧通过层叠 BCP/Li₂O/ HAT - CN6 形成有中间单元。在中间单元中，HAT - CN6 是电子吸引层，Li₂O 是电子注入层，BCP 是电子输送层。中间单元内的电子吸引层从邻接的橙色发光层吸引电子，将该电子通过电子注入层和电子输送层提供到阳极侧的蓝色发光层单元，使其与从阳极提供的空穴重新结合后发光。此外，在通过中间单元的电子吸引层吸引出电子的橙色发光层中，产生空穴，该空穴与从阴极通过的电子重新结合后发光。这样通过在上述两个发光单元之间设置中间单元，可以在各自的发光单元内分别形成重新结合区域，可以更有效地发光。

在实施例 12 的空穴注入单元和空穴输送单元中的 NPB/HAT - CN6/NPB 的层叠结构，相当于本发明中的第一有机层/第二有机层/第三有机层的层叠结构。

[有机 EL 元件的评价]

对以上那样制作的各有机 EL 元件测定了驱动电压和发光效率。测定的结果示于表 3。此外，测定结果是在 20mA/cm² 的驱动电流中的值。

[表 3]

| | 驱动电压 (V) | 发光效率 (cd/A) |
|--------|----------|-------------|
| 实施例 1 | 4.6 | 17.9 |
| 实施例 2 | 4.5 | 21.3 |
| 比较例 1 | 4.9 | 15.9 |
| 实施例 3 | 4.7 | 19.6 |
| 实施例 4 | 4.7 | 20.4 |
| 比较例 2 | 5.1 | 15.7 |
| 实施例 5 | 4.2 | 17.7 |
| 实施例 6 | 4.2 | 16.0 |
| 比较例 3 | 5.0 | 15.6 |
| 实施例 7 | 4.5 | 22.0 |
| 实施例 8 | 4.4 | 23.0 |
| 实施例 9 | 4.6 | 21.2 |
| 实施例 10 | 4.6 | 21.0 |
| 实施例 11 | 4.9 | 16.1 |
| 实施例 12 | 9.0 | 40.5 |

比较实施例 1~6 和对应于各实施例的比较例 1~3, 可以看出, 按照本发明, 通过将第一有机层/第二有机层/第三有机层的结构设置在阳极与发光层之间, 可以降低驱动电压, 提高发光效率。

此外, 从实施例 7~10 可以看出, 在使用 NPB 以外的三级芳胺类材料作为空穴输送性材料的情况下, 认为有同样的效果。

此外, 从实施例 11 可以看出, 作为形成第二有机层(电子吸引层)的材料, 使用 DTN 替代 HAT - CN6, 认为有同样的效果。

如上述那样, 实施例 12 是具有将两个发光单元通过中间单元层叠的结构有机 EL 元件, 由于层叠两个发光单元, 所以可以看出驱动电压约为 2 倍, 但发光效率也提高到 2 倍。

此外如实施例 5 和 6 那样可以看出, 如第一有机层/第二有机层/第三有机层(有时是第一有机层)/第二有机层/第三有机层那样, 将多个第二有机层夹在中间的情况下, 可以进一步降低驱动电压。此外, 从与实施例 5 和实施例 6 的比较可以看出, 在将多个第二有机层夹在中间的情况下, 通过随着靠近阴极侧, 使第二有机层的膜厚逐渐加厚, 可以进一步提高发光效率。

从以上结果可以看出, 按照本发明的有机 EL 元件, 通过在阳极与发光层之间具有第一有机层/第二有机层/第三有机层的层叠结构, 可以提高发光效率, 降低驱动电压。

因此, 在通过调整空腔等将阳极与发光层之间的距离加长的情况下, 也可以实现降低驱动电压。

[有机 EL 显示装置]

图 3 是表示按照本发明的实施例的底发射型的有机 EL 显示装置的截面图。在该有机 EL 显示装置中, 作为有源元件使用 TFT, 驱动各像素发光。此外, 作为有源元件也可以使用二极管等。此外, 在该有机 EL 显示装置中, 设置有滤色器。该有机 EL 显示装置是如箭头所示, 使光向基板 17 的下方射出显示的底发射型的显示装置。

参照图 3, 在由玻璃等透明基板构成的基板 17 上, 设置有第一绝缘层 18。第一绝缘层 18 例如由 SiO_2 和 SiN_x 形成。在第一绝缘层 18 上形成有由多晶硅层构成的沟道区域 20。在沟道区域 20 上形成有漏电极 21 和源电极 23, 此外, 在漏电极 21 与源电极 23 之间通过第二绝缘

层 3 设置有门电极 22。在门电极 22 上设置有第四绝缘层 4。第二绝缘层 19 例如由 SiN_x 和 SiO_2 形成，第三绝缘层 4 例如由 SiO_2 和 SiN_x 形成。

在第三绝缘层 4 上形成第四绝缘层 5。第四绝缘层 5 例如由 SiN_x 形成。在第四绝缘层 5 的像素区域的部分上设置有滤色器层 7。作为滤色器层 7 设置有 R（红）、G（绿）或 B（蓝）等的滤色器。在滤色器层 7 上设置有第一平坦化膜 6。在漏电极 21 上方的第一平坦化膜 6 上形成通孔部，由在第一平坦化膜 6 上形成的 ITO（铟锡氧化物）构成的空穴注入电极 8 导入通孔部内。在像素区域中的空穴注入电极（阳极）8 上，形成有空穴注入、输送单元 10。在像素区域以外的部分中，形成有第二平坦化膜 9。

空穴注入、输送单元 10 具有本发明的第一有机层/第二有机层/第三有机层的层叠结构。

在空穴注入、输送单元 10 上设置有发光层 11。在发光层 11 上设置有电子输送层 12，在电子输送层 12 上设置有电子注入电极（阴极）13。

如上述那样，在本实施例的有机 EL 元件中，在像素区域上层叠空穴注入电极（阳极）8、空穴注入、输送单元 10、发光层 11、电子输送层 12、电子注入电极（阴极）13，构成有机 EL 元件。

在本实施例的发光元件层 11 中，由于使用层叠橙色发光层和蓝色发光层的发光单元，所以从发光层 11 发出白色光。该发出的白色光通过基板 1 向外部射出，但是由于在发光侧设置有滤色器层 7，所以根据滤色器层 7 的颜色，射出 R、G 或 B 的颜色。在以单色发光的元件的情况下，也可以没有滤色器层 7。

图 4 是表示本发明的实施例的顶发射型的有机 EL 显示装置的截面图。如图中箭头所示，本实施例的有机 EL 显示装置是从基板 17 的上方射出光而显示的顶发射型的有机 EL 显示装置。

从基板 17 到阳极 8 的部分由与图 3 所示的实施例大体相同的方法制作。但是，滤色器层 7 没有设置在第四绝缘层 5 上，而配置在有机 EL 元件的上方。具体说，将滤色器层 7 安装在由玻璃等构成的透明密封基板 16 上，在其上涂敷外涂层 15，通过将其经由透明粘接剂层 14

粘贴在阳极 8 上, 进行安装。此外在本实施例中, 使阳极和阴极的位置与图 3 所示的实施例相反。

作为阳极 8 形成为透明电极, 例如通过层叠膜厚 100nm 左右的 ITO 和膜厚 20nm 左右的银形成。阴极 13 形成为反射电极, 例如形成膜厚 100nm 左右的铝、铬或银的薄膜。外涂层 15 通过丙烯酸树脂等形成为厚度 1 μ m 左右。滤色器层 7 可以是颜料类的物质, 也可以是染料类的物质。其厚度在 1 μ m 左右。

从发光层 11 发出的白色光通过密封基板 16 向外部射出, 由于在发光侧设置有滤色器层 7, 所以根据滤色器层 7 的颜色射出 R、G 或 B 的颜色。本实施例的有机 EL 显示装置由于是顶发射型的, 所以设置有薄膜晶体管的区域也可以作为像素区域使用, 与图 3 所示的实施例相比, 可以在更宽的范围内设置滤色器层 7。根据本实施例, 可以将更宽区域作为像素区域使用, 可以提高孔径率。此外, 形成具有多个发光单元的发光层, 由于可以不考虑有源阵列式造成的影响而进行, 所以可以提高设计的自由度。

在上述实施例中, 使用玻璃板作为密封基板, 但在本发明中密封基板不限于玻璃基板, 例如也可以将 SiO₂ 等的氧化膜和 SiN_x 等的氮化膜的膜状物质作为密封基板使用。在这种情况下, 由于可以在元件上直接形成膜状密封基板, 所以无须设置透明粘接剂层。

图 5 是表示将图像信号驱动电路和垂直扫描信号驱动电路连接在上述有机 EL 元件上的状态的俯视图。

具体地说, 驱动 IC 芯片 31 分别由驱动有机 EL 面板的图像信号驱动 IC 芯片和垂直扫描信号驱动 IC 芯片构成。搭载在图 5 下侧的驱动电路基板 32 上的五个 IC 芯片 31 是垂直扫描信号侧的驱动 IC 芯片, 搭载在左边的驱动电路基板 33 上的十个 IC 芯片 31 是图像信号侧的驱动 IC 芯片。驱动电路基板 32 和 33 在通过卷带自动结合法 (TAB: Tape Automatic Bonding) 安装的驱动用 IC 芯片 31 的卷带载体组件 (Tape Carrier package) 中, 被分割成图 5 那样的图像信号驱动电路用和扫描信号驱动用的两部分。

通过搭载在这些驱动电路基板 32 和 33 上的各个 IC 芯片 31, 在规定的定时将图像信号和垂直扫描信号施加在上述有机 EL 元件上, 生成

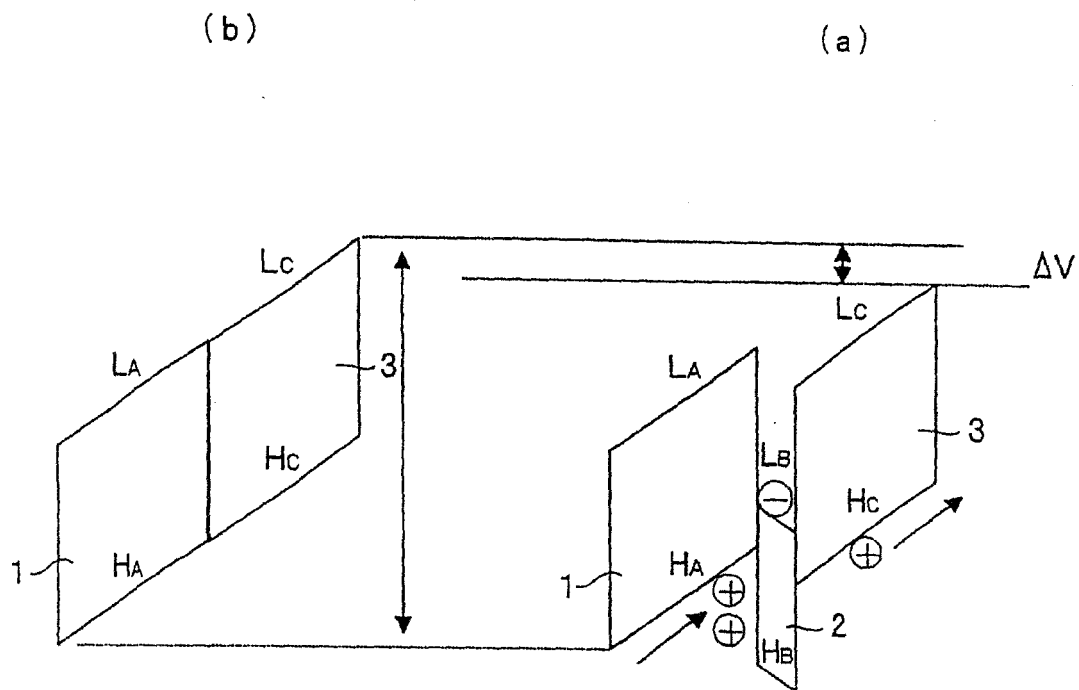
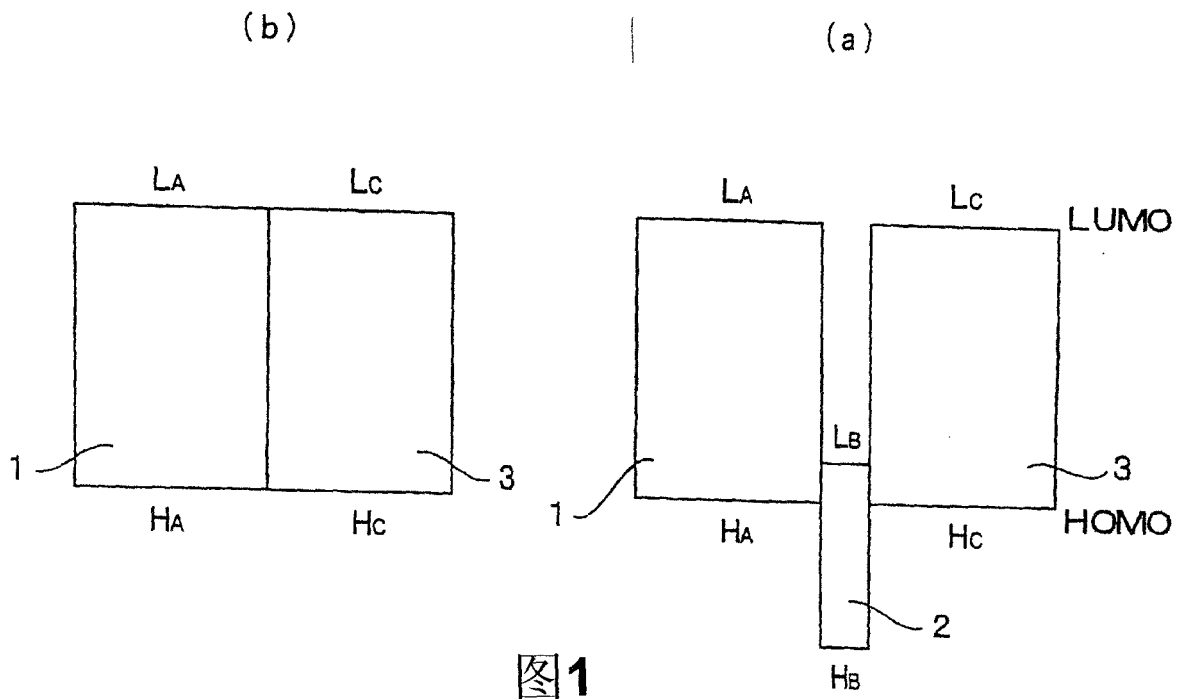
在各有机 EL 元件上显示的图像。电源电路基板 34 提供驱动电压。

此外，端子组是在以搭载有集成电路芯片 31 的卷带载体组件 TCP 的单位中，将多根各扫描电路连接用端子 35 和图像信号电路连接用端子 36 各自的引出配线部汇总在一起。从各组的阵列部到外部连接端子部的引出配线随靠近两端并倾斜。这是为了使有机 EL 面板的端子 35 和 36 与组件 TCP 的排列间距和各驱动电路基板 32 和 33 中的连接端子间距一致。

使基板 16 和基板 17 重合后密封，通过将上下基板切断组装成此有机 EL 面板。然后在本发明的有机 EL 面板的制造中，如果是小尺寸的话，为了提高生产能力，在一块玻璃基板上同时加工多个器件后再分割，如果是大尺寸的话，为了提高制造设备的共用性，对于无论什么品种都加工成标准大小的玻璃基板，然后减小到适合各品种的尺寸，在各种情况下都经过一次工序后，切断玻璃。

通过以上方法，根据本发明可以得到具有高的发光效率，使驱动电压降低的有机场致发光元件、以及使用其的有机场致发光显示装置。

此外，本发明不限于上述的实施例，本发明的构成方面的变更有各种可能，在权利要求的解释时应该是最宽范围的解释。



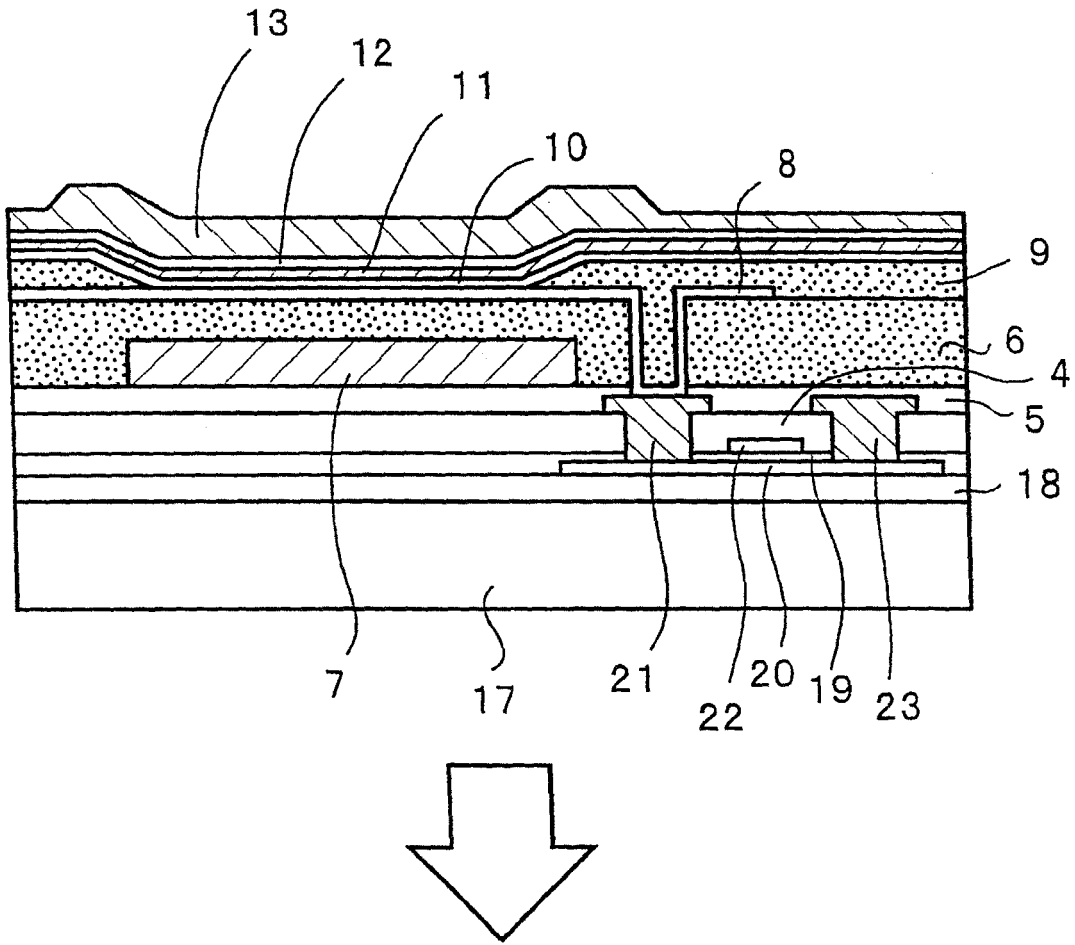


图3

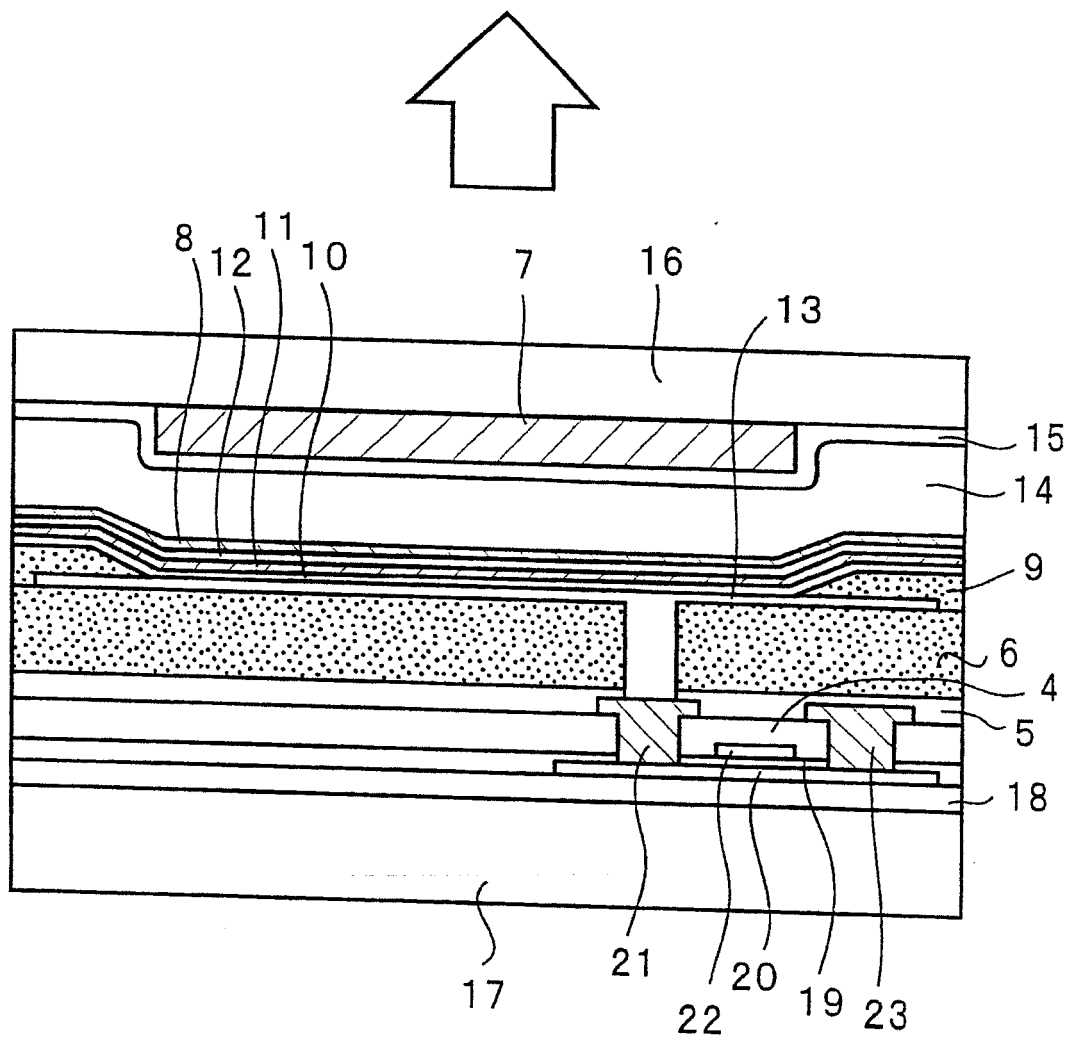


图4

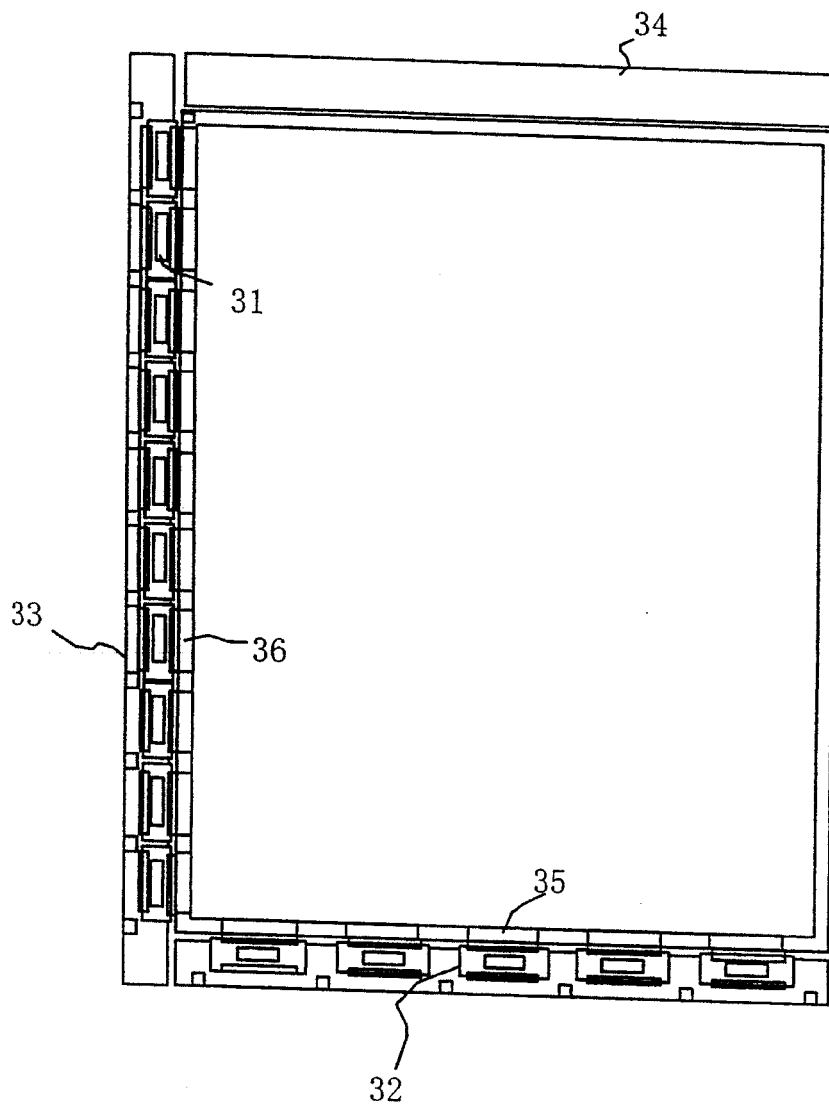


图5

| | | | |
|----------------|---|---------|------------|
| 专利名称(译) | 有机场致发光元件和有机场致发光显示装置 | | |
| 公开(公告)号 | CN1956236A | 公开(公告)日 | 2007-05-02 |
| 申请号 | CN200610142496.1 | 申请日 | 2006-10-27 |
| [标]申请(专利权)人(译) | 三洋电机株式会社 | | |
| 申请(专利权)人(译) | 三洋电机株式会社 | | |
| 当前申请(专利权)人(译) | 三洋电机株式会社 | | |
| [标]发明人 | 西村和树 浜田祐次 中井正也 | | |
| 发明人 | 西村和树 浜田祐次 中井正也 | | |
| IPC分类号 | H01L51/50 H01L51/54 H01L27/32 C09K11/06 | | |
| CPC分类号 | H01L51/5048 H01L51/0054 H01L51/5036 H01L51/0071 H01L51/50 H01L51/0072 H01L51/006 Y10T428/24942 H01L51/5088 H01L51/0081 H01L51/0055 | | |
| 优先权 | 2005314791 2005-10-28 JP | | |
| 其他公开文献 | CN1956236B | | |
| 外部链接 | Espacenet SIPO | | |

摘要(译)

本发明是用于得到一种具有高的发光效率，可以使驱动电压降低的有机场致发光元件和使用其的有机场致发光显示装置，其特征在于：包括阳极、阴极、配置在阳极与阴极之间的发光层、配置在发光层与阳极之间的至少三层有机层，有机层中设置在阳极侧的第一有机层(1)的分子最低空轨道的能级的绝对值 $|LUMO(A)|$ 和第一有机层(1)的与阴极侧邻接设置的第二有机层(2)的分子最低空轨道的能级的绝对值 $|LUMO(B)|$ 存在 $|LUMO(A)| < |LUMO(B)|$ 的关系，第二有机层(2)的与阴极侧邻接设置的第三有机层(3)的分子最高占有轨道的能级 $HOMO(C)$ 与第二有机层(2)的 $LUMO(B)$ 之差的绝对值 $|HOMO(C) - LUMO(B)|$ 存在 $|HOMO(C) - LUMO(B)| \leq 1.5eV$ 的关系。

