

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.



[12] 发明专利说明书

H01L 33/00 (2006.01)

H05B 33/00 (2006.01)

C09K 11/06 (2006.01)

专利号 ZL 02129820.3

[45] 授权公告日 2006年3月1日

[11] 授权公告号 CN 1244166C

[22] 申请日 2002.8.15 [21] 申请号 02129820.3

[30] 优先权

[32] 2001.8.15 [33] US [31] 09/930050

[71] 专利权人 伊斯曼柯达公司

地址 美国纽约州

[72] 发明人 T·K·哈特瓦

审查员 梁素平

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 卢新华 王其灏

权利要求书3页 说明书25页 附图5页

[54] 发明名称

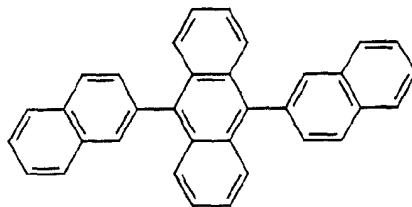
具有改进效率的白色有机发光器件

[57] 摘要

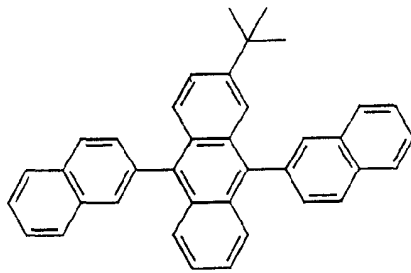
一种有机发光二极管(OLED)器件,它产生基本上是白色的光;它包括基底、配置在基底上的阳极以及配置在阳极上的空穴注入层。这种器件也包括配置在空穴注入层上的空穴传递层;掺杂有蓝色发光化合物的发光层直接配置在空穴传递层上;以及配置在蓝色发光层上的电子传递层。这种器件还进一步包括配置在电子传递层上的阴极;空穴传递层、电子传递层,或者电子传递层和空穴传递层在这样的区域被选择性地掺杂,该区域在与蓝色发光层接触中相应于完整的一层或者是一层中的一部份,选择性掺杂是用一种在光谱的黄色区域发光的化合物来进行的。

1. 一种产生基本上是白色光的有机发光二极管器件，它包含：
- a) 一种基底；
 - b) 配置在该基底上的阳极；
 - 5 c) 配置在阳极上的空穴注入层；
 - d) 配置在空穴注入层上的空穴传递层；
 - e) 直接配置在空穴传递层上的掺杂有蓝色发光化合物的发光层；
 - f) 配置在蓝色发光层上的电子传递层；
 - 10 g) 配置在电子传递层上的阴极；
 - h) 在空穴传递层整层或和蓝色发光层接触的空穴传递层的亚层中被选择性地掺杂的空穴传递层，选择性掺杂是用一种在光谱的黄色区域发光的化合物进行的；
 - i) 在电子传递层整层或和蓝色发光层接触的电子传递层的亚层中被选择性地掺杂的电子传递层，选择性掺杂是用一种在光谱的绿色区域发光的化合物进行的。
 - 15
2. 权利要求1的有机发光二极管器件，其中的黄色发光掺杂物包括一种红荧烯化合物。
3. 权利要求1的有机发光二极管器件，其中的空穴传递层包括
- 20 一种芳香叔胺。
4. 权利要求1的有机发光二极管器件，其中的电子传递层包括三(8-羟基喹啉)铝。
5. 权利要求1的有机发光二极管器件，其中的蓝色发光层包括选自具有下式的基质材料：

25

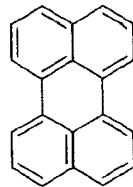


; 或

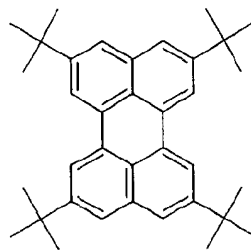


6. 权利要求 1 的有机发光二极管器件，其中的蓝色发光层包括一种选自下列化合物的蓝色掺杂物：

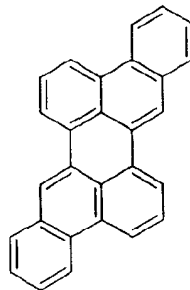
5 i) 苝



ii) 2,5,8,11-四叔丁基苝



10 iii) 具有下式的一种共轭的苯环型化合物：



7. 权利要求 2 的有机发光二极管器件, 其中红荧烯化合物的体积百分比浓度为基质材料的 0.1-10%之间。

8. 权利要求 1 的有机发光二极管器件, 其中蓝色掺杂物的体积百分比浓度为基质材料的 0.1-10%之间。

5 9. 权利要求 1 的有机发光二极管器件, 其中绿色掺杂物的体积百分比浓度为基质材料的 0.1-0.5%之间。

10. 一种产生基本上是白色光的有机发光二极管器件, 它包含:

a) 一种基底;

b) 配置在该基底上的阳极;

10 c) 配置在阳极上的空穴注入层;

d) 配置在空穴注入层上的空穴传递层;

e) 直接配置在空穴传递层上的掺杂有蓝色发光化合物的发光层;

15 f) 直接配置在蓝色发光层上的电子传递层的亚层掺杂有在光谱的黄色区域发光的化合物;

g) 直接配置在黄色发光层上的电子传递层的亚层掺杂有在光谱的绿色区域发光的化合物;

h) 配置在电子传递层上的阴极。

具有改进效率的白色有机发光器件

技术领域

5 本发明涉及产生白光的有机发光器件 OLED。

背景技术

OLED 器件包括一种基底、一个阳极、一层由有机化合物制成的空穴传递层、带有适当掺杂的有机发光层、一层有机电子传递层和一个阴极。OLED 器件是有吸引力的。因为它们具有低驱动电压、高发光率、宽广的视角以及全色平展发射显示的能力。Tang 和其它人在 US-A-4,769,292 和 US-A-4,885,211 中描述了这种多层 OLED 器件。

有效的产生白光的 OLED 器件被认为是一些像 LCD 显示器中的薄纸光源背光、自动顶灯和办公室照相这些用品的低值替代用品。产生白光的 OLED 器件应当明亮、有效并一般具有国际公告委员会 (CIE) 规定的色度坐标值约(0.33, 0.33)。按照本公开内容, 无论如何, 白光是指被用户觉察为具有白色的光。

以下专利和公开内容公开了能发射白光的有机 OLED 器件的制备, 它包括一层空穴传递层和一层有机发光层, 并且插在一对电极之间。

20 此前产生白光的 OLED 器件曾被 J.Shi(US-A-5,683,823)所报导过, 其中, 发光层中包括发红光和发蓝光的材料, 它们被均匀地分布在一种基质发射材料中。这种器件具有良好的电致发光特性, 但红色和蓝色掺杂物的浓度很小, 约为基质材料的 0.12%和 0.25%, 这样的浓度在大规模的工业制造中是难于控制的。

25 Sato 和其它人在 JP 07,142,169 中公开了一种 OLED 器件, 能发射白光, 是通过在空穴传递层之后粘贴一层蓝色发光层, 接着是一层含有红色荧光层区域的绿色发光层而制成的。

Kido 和其它人在 Sicence, 第 267 卷第 1332 页 (1995) 和在 APL 第 64 卷第 815 页 (1994) 报导了一种产生白光的 OLED 器件。在这种器件中有三层具有不同载体传递性质的发射层, 每层发射蓝色、绿色或红色光, 用来产生白光。

Littmann 和其它人在美国专利 US-A-5,405,709 中公开了另一种白

色发光器件,它在响应空穴-电子复合时发射白光并在可见光范围内包含蓝绿色到红色的荧光。

最近, Deshpande 和其它人在应用物理通讯 (APL) 第 75 卷第 888 页 (1999) 发表了用空穴阻挡层分开的红、蓝、绿色发光制成的白色 OLED 器件。

然而, 这些 OLED 器件需要很小量的掺杂物浓度、使得大规模制造时工艺难于控制。并且掺杂物浓度只要有小的改变就会使发射的颜色改变。

发明内容

10 本发明的一个目的是产生一种发射白光的有机器件。

本发明的另一个目的是提供一种有效和稳定的产生白光的 OLED 器件, 它结构简单并能在工业制造环境中复制。

相当出乎预料地, 已经发现, 具有高的发光效率和操作稳定性的产生白光的 OLED 器件, 可以通过在 NPB 空穴传递层中掺杂黄色掺杂物、在 TBADN 基质发射层中掺杂蓝色掺杂物、并在 Alq 电子传递层中掺杂绿色掺杂物而制得。

这一目的可通过可产生基本上是白光的有机发光二极管 (OLED) 器件而达成, 后者含有:

- a) 一种基底;
- 20 b) 配置在该基底上的阳极;
- c) 配置在阳极上的空穴注入层;
- d) 配置在空穴注入层上的空穴传递层;
- e) 掺杂有蓝色发光化合物并直接配置在空穴传递层上的发光层;
- f) 配置在蓝色发光层上的电子传递层;
- 25 g) 配置在电子传递层上的阴极;
- h) 在与蓝色发光层接触中相应于一整层或一层的一部分区域中, 被选择性地掺杂的空穴传递层、电子传递层, 或电子传递层和空穴传递层, 这种选择性掺杂是用一种在光谱的黄色区域发光的化合物进行的;
- 30 i) 在与蓝色发光层接触中, 相应于一整层或一层的一部分区域中, 被选择性地掺杂的电子传递层, 这种掺杂是用一种在光谱的绿色区域发光的化合物进行的;

这一目的进一步可用一种产生基本上是白光的有机发光二极管器件来达成，该器件包含：

- a)一种基底；
- b)配置在该基底上的阳极；
- 5 c)掺杂有红荧烯化合物以便在光谱的黄色区域发光的空穴传递层；
- d)掺杂有蓝色发光化合物并直接配置在空穴传递层上的发光层；
- e)掺杂有红荧烯化合物以便在光谱的黄色区域发光、并直接配置在蓝色发光层上的电子传递层；
- 10 f)掺杂有绿色化合物以便在光谱的绿色区域发光、并直接配置在黄色发光层上的电子传递层；
- g)配置在电子传递层上的阴极。

优点

以下是本发明的特色和优点：

- 15 1)一种产生白光的简化的 OLED 器件；
- 2)R, G 和 B 颜色的每种各别组分可以独立地协调；
- 3)这种白色 OLED 装置可以和带有 R, G, B 滤色片的预先画图的基底一起使用，从而产生全色器件；
- 4)一种可容易地控制蓝、黄和绿色掺杂物浓度的 OLED 器件；
- 20 5)按照本发明制造的 OLED 器件可以高的重现性生产，并且始终如一地提供高发光效率；
- 6)这些器件具有高的操作稳定性，并且只需要低的驱动电压。

附图说明

- 图 1 描绘了一种先有技术的有机发光器件；
- 25 图 2 描绘了另一种先有技术的多层有机发光器件；
- 图 3 描绘了本发明的产生白光的 OLED 器件；
- 图 4 描绘了本发明另一种结构的产生白光的 OLED 器件；
- 图 5 描绘了本发明又另一种产生白光的 OLED 器件；
- 图 6 描绘了另一种结构的本发明的产生白色的 OLED 器件；
- 30 图 7 描绘了另一种结构的本发明的产生白光的 OLED 器件；
- 图 8 显示了在绿色发光层中 EL 光谱分布作为绿色掺杂物浓度的函数关系；

图 9 显示了发光效率作为掺杂进绿色发光层中的绿色掺杂物%的函数关系;

图 1-7 必然只是图解性的, 因为各层太薄, 并且各种元件厚度差别太大, 不可能按比例描绘或给出方便的比例标度。

5 具体实施方式

OLED 的发射层包含一种能产生光的有机或有机金属材料, 称为电致发光材料, 它是层中电子—空穴复合的结果。此后, 术语“有机的”将用来包括纯有机的和有机金属材料。在原有技术中的最简单的构造中, 如图 1 所示, 发射层 140 是夹在阳极 120 和阴极 150 中间。
10 这种发射层可以是具有高发光效率的单一纯净材料。为这一目的所用的一种众所周知的材料是三(8-羟基喹啉合-N1, O8)铝(Alq), 它产生优良的绿色电致发光。这种发射层也可包含较少量的其它材料, 通常称之为掺杂物, 它的功能是改变电致发光(EL)的效率或改变发出的光的颜色。基底 110 为 OLED 和连接 OLED 到电流源用的电线提供机械支持。层 110 至 150 在一起构成 OLED 100。阴极、或者阳极和基底两者对于电致发光是透明的, 允许这些光被看到。术语透明的是指透过的能力不小于电致发光的百分之八十。在这种结构的一种变体中, 是阴极而不是阳极被支托在基底上。在这种变体中, 或者是阳极、或者是阴极和支撑体两者, 对电致发光是透明的。当阴极和阳极
15 被连接到电流源(未绘出)上时, 空穴由阳极被注入, 电子由阴极被注入, 并且它们在发射层复合而产生电致发光。

在原有技术更精心制作的结构中, 如图 2 中所示, 发射层 250 是处于空穴传递层 240 和电子传递层 260 之间。这些层中的每一层都主要是用有机材料组成的。两层传递层分别从阳极 220 传送空穴并从阴极 270 传送电子到发射层中。供选择的空穴注入层 230 使空穴从阳极注入空穴传递层变得容易。发射层的功能是作为电子—空穴复合的主要场所并发射产生的电致发光。在这一方面, 各层有机层的功能是独特的并且因此可被独立地优化。这样, 发射层可被优化发射所需要的 EL 颜色和高的发光效率。发射层中也可包含小量掺杂物, 其功能是
20 改变 EL 效率或发射光的颜色。同样, 空穴和电子传递层可优化它们的电荷传递性质。基底 210 为 OLED 和连接 OLED 到电流源的电线提供机械支持。210 层至 270 层在一起构成 OLED 200。或者阴极、或者

阳极和基底两者，对电致发光是透明的。在这种结构的一种变体中，阴极、而不是阳极被支托在基底上。在这种变体中，或者是阳极、或者是阴极和支撑体两者，对电致发光是透明的。在这种结构的另一种变体中，发射层和电子传递层可结合起来形成单一的一层，该层可履行原来两层的功能。在这种结构的又另一种变体中，可在阳极和空穴传递层之间插入另外一层空穴注入层。这另外一层的功能是使空穴注入空穴传递层变得容易。类似地，对于空穴传递层也可以由至少两种不同组成的亚层来组成，它们被分别选择来优化在阳极界面上的电荷注入以及空穴传递层其余部份的载流性质。

10 当在阳极 220 和阴极 270 之间加上电位差（未绘出）时，阴极即向电子传递层 260 中注入电子，并且它们迁移穿过该层进入发射层 250 中。同时，空穴由阳极 220 注入空穴传递层 240 中、并迁移穿过该层进入发射层中。空穴和电子在发射层 250 中复合，常常是在靠近空穴传递层和发射层的接合处。复合过程的一部份能量被释出并以电致发光的
15 形式发射，这些光线通过透明的阳极或阴极和/或基底而放出。

这种有机 OLED 器件可被看作是一个二极管，当阳极处于比阴极更高的电位时它是正向偏置的。有机 OLED 器件的阳极和阴极可分别采用任何方便的普通形式。例如由 Tang 和其它人在 US-A-4,885,211 中公开的各种形式中的任何一种。当使用低功函阴极和高功函阳极时
20 操作电压可大大降低。优选的阴极是结合一种功函值低于 4.0 eV 的金属和另一种功函值优选大于 4.0 eV 的金属构建而成的。Tang 和其它人在 US-A-4,885,211 中提到的 Mg:Ag 组成一种优选的阴极构造。Vanslyke 和其它人在 US-A-5,509,862 中提到的 Al:Mg 阴极是另一种优选的阴极构造。Hung 和其它人在 US-A-5,776,622 中公开了使用 LiF/Al
25 双层来在有机 OLED 器件中促进电子注入。Mg:Ag, Al:Li, Al:Mg 或 LiF/Al 制成的阴极都是不透明的，因而显像不能通过阴极看到。近来，有一系列出版物[Gu 及其它人，APL 68, 2606 (1996)；Burrows 及其它人，J.Appl.Phys. 87,3080 (2000)；Parthasarathy 及其它人，APL 72, 2138 (1998)；Parthasarathy 及其它人 APL 76, 2128 (2000)；Hung
30 以及其它人，APL, 3209 (1999)]已经公开了透明的阴极。阴极是基于薄的半透明金属（~100 Å）和在金属上面的氧化铟锡（ITO）的结合。铜酞菁（CuPc）有机层也可用来替代薄金属。

OLED 的基底 210 可用玻璃、石英或塑料材料来构造，并且，供选择地，可并入别的层来发挥别的功能，诸如滤色层可除去电致发光中不想要的光谱组份。

5 普通的阳极 220 是由导电和透明的金属氧化物形成的。氧化铟锡 (ITO) 已经广泛地被用作阳极材料，因为它具有透明性、良好的导电性和高的功函。它是本发明中优选的阳极材料。

10 在一个优选的实施方案中，空穴注入层 230 被配置在阳极和空穴传递层之间。在这样的空穴注入层中优选的材料是一种碳氟化合物 (CF_x) 诸如在共同转让的 US-A-6,208,075 和 US-A-6,127,004 中所公开的那些。

在本发明的空穴传递层中有用的材料包括 Van Slyke 在美国专利申请 US-A-4,539,507 中所讲授的叔胺。它们可被用作未经掺杂的空穴传递层或者空穴传递层的一层未经掺杂的亚层的单一材料。它们也可被用作掺杂的空穴传递层或空穴传递层的掺杂的亚层中的基质材料。15 这类材料目前是优选的。最优选的是 NPB，即 4,4'-双[N-(1-萘基)-N-苯基氨基]联苯，如 Van Slyke 及其它人在 US-A-4,539,507 中所描述的。

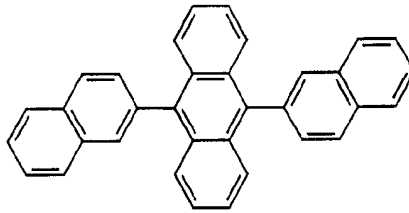
20 在本发明的电子传递层中有用的材料包括与 8-羟基喹啉负离子形成的金属络合物，诸如前面叙述过的、公开于 US-A-4,885,211 中的那些。这类材料既呈现出高性能水平，又容易在薄层中加工。它们可被用作未经掺杂的电子传递层或电子传递层的未经掺杂的亚层的单一材料。它们也可被用作掺杂的电子传递层或电子传递层的掺杂的亚层的基质材料。这类材料目前是优选的。最优选的是 Alq 本身（通常也称为 8-羟基喹啉，即 8-quinolinol 或 8-hydroxyquinoline）。其它本领域25 中已知的材料也可用于本发明的电子传递层中。一个实施例 TPBI，被 Shi 和其它人描述于 US-A-5,645,948 中。如果使用透明的阴极，优选使用也是透明的用于电子传递层中的材料。

30 发光层的一个经优选的实施方案，包括掺杂有荧光染料的基质材料。用这种方法，可构建出高效的 EL 器件。同时，EL 器件的颜色可通过使用在普通基质材料中不同发射波长的荧光染料来协调。Tang 和其它人在其共同转让的 US-A-4,769,292 中已经描述过用 Alq 作为基质材料的 EL 装置的非常详尽的掺杂物方案。

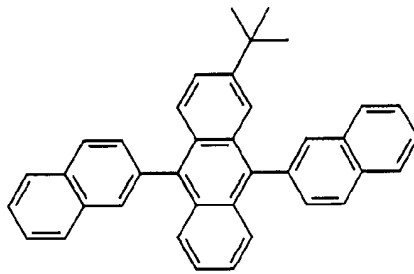
用于发射层的另一类普通基质材料，包括 9,10-二芳基取代的蒽类，诸如 9,10-双(4-(2,2-二苯基乙烯基)苯基)蒽，以及 ADN 和 TBADN，它们的结构显示在下面。Shi 和其它人在共同转让的 US-A-5,935,721 中已经非常详尽地描述了这种用 9,10-二-(2-萘基)蒽于蓝色发射 OLED 器件中的掺杂物方案。(ADN) 衍生物作为基质材料。

本发明优选的用于蓝色发光层的基质材料包括：

a) ADN



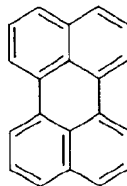
10 b) 叔丁基 ADN (TBADN)



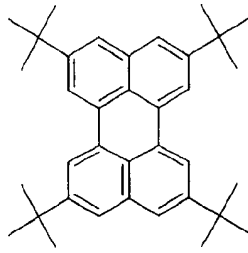
下面列举了打算用于本发明实践中的蓝色荧光掺杂物：

i) 芘

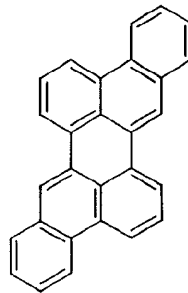
15



ii) 2,5,8,11-四叔丁基芘

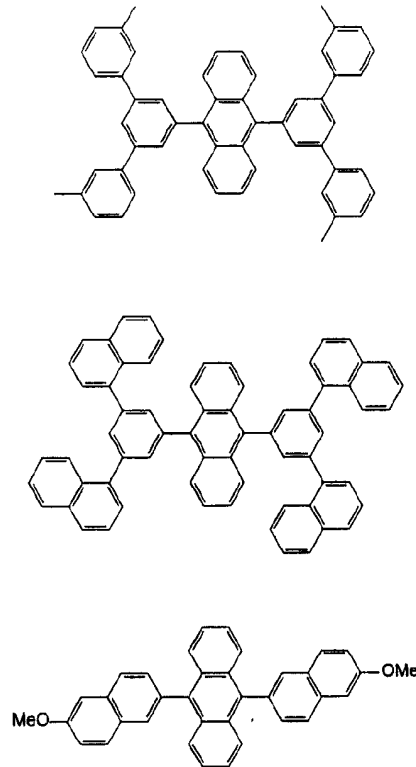


iii) 其它共轭的苯环型化合物

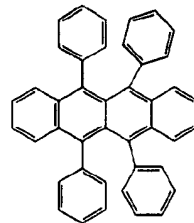


5 在发射层中用作黄色掺杂物的优选材料是红荧烯类材料。这些是含有多环苯型发色单元的烃类化合物。Hamada 和其它人在 *Applied Phys. Lett.*, 第 75 卷, 1682 页 (1999 年) 上报导了一种发射红色光的 OLED 器件, 是通过在空穴传递层中掺杂红荧烯以及把 DCM2 掺杂物掺杂到 Alq 发射层中来达成的。

10 下面给出了某些红荧烯类材料以及它们的电离电位:



红荧烯



- 5 为发射层选择基质材料部分地依赖于所需的发射颜色和/或在该层被用作掺杂物的任何染料的选择，此外还有中性颜色掺杂物。包含与 8-羟基喹啉根的衍生物形成的金属络合物，诸如 Alq 的基质材料，和用来产生有效的发绿色光的香豆素类或喹吡啶酮类染料以及用作发红色光的 DCM 衍生物在一起是有用的。一种优选的发绿色光的香豆素类是 C545T，如 Chen 及其它人在 US-A-6,020,078 中所描述的那样。
- 10 一种优选的发绿色光的喹吡啶酮类是 CFDMQA，如 Shi 及其它人在 US-A-5,593,788 中所描述的那样。

本发明及其优点可通过下面的具体实施例进一步阐明。术语“百分数”是指相对于基质材料一种特定掺杂物的体积百分数。

图 3-9 显示了按照本发明制备的产生白光的 OLED 器件结构以及它们操作时各种参数的图形。本发明及其优点可通过下面的具体实施例进一步阐明。

5 图 3 描绘了本发明的一种 OLED。这种 OLED 300 类似于显示在图 2 中的原有技术的 OLED 200，只是空穴传递层 340 掺杂了黄色掺杂物，发射层 350 掺杂了蓝色掺杂物。电子传递层包含两层亚层。其中邻接蓝色发射层的亚层 361 含有发绿光的掺杂物，而亚层 362 未经掺杂。另外的组份包括基底 310、阳极 320、供选择的空穴注入层 330 和阴极 370。

10 图 4 描绘了本发明的另一种 OLED。这种 OLED 400 类似于原有技术的 OLED 300，只是空穴传递层由两层 441 和 442 组成。最紧靠蓝色发射层的层 442 掺杂有黄色掺杂物，而层 441 未经掺杂。把层或亚层再进一步细分也在本发明范围之内，如果经黄色掺杂物掺杂的空穴传递层是紧靠着蓝光发射层 450 的话。邻近蓝光发射层的电子传递层 461 掺杂有发绿色光的掺杂物并且层 462 则未经掺杂。另外的组份
15 包括基底 410、阳极 420、供选择的空穴注入层 430 和阴极 470。

图 5 描绘了本发明的又另一种 OLED。这种 OLED 500 类似于 OLED 300，只是电子传递层是由三层亚层 561、562 和 563 所组成的。邻近蓝光发射层 550 的亚层 561 含有发黄光的掺杂物。亚层 562 含有
20 发绿光的掺杂物，亚层 563 未经掺杂。空穴传递层 540 未经掺杂。另外的组份包括基底 510、阳极 520、供选择的空穴注入层 530 和阴极 570。

图 6 描绘了本发明的又另一种 OLED。这种 OLED 600 类似于 OLED 500，只是空穴传递层 640 含有发黄光的掺杂物。电子传递层是
25 由三层亚层 661、662 和 663 所组成的。邻近于蓝光发射层 650 的亚层 661 含有发黄光的掺杂物。亚层 662 含有发绿光的掺杂物，亚层 663 是未经掺杂的。空穴传递层 640 也含有一种发黄光的掺杂物。这样，本发明的这种器件结构在空穴传递层和在邻近蓝光发射层的电子传递层两者中都含有发黄光的掺杂物。另外的组份包括基底 610、阳极
30 620、供选择的空穴注入层 630 和阴极 670。

图 7 描绘了本发明的又另一种 OLED。这种 OLED 700 类似于 OLED 600，只是空穴传递层是由两层亚层 741 和 742 所组成。紧靠蓝

光发射层 750 的亚层 742 掺杂有黄色掺杂物，而亚层 741 未经掺杂。电子传递层是由三层亚层 761、762 和 763 所组成。邻近蓝光发射层 750 的亚层 761 含有发黄光的掺杂物。亚层 762 含有发绿光的掺杂物，亚层 763 未经掺杂。这样本发明 OLED 700 的装置结构包含本发明
5 OLED 装置 400 和 500 的特色。另外的组份包括基底 710、阳极 720、供选择的空穴注入层 730、和阴极 770。

空穴传递层的厚度在 20 至约 200 纳米之间，优选在 70 至 150 纳米之间。发射层的厚度在 20 至约 100 纳米之间，优选 20 至 75 纳米之间。电子传递层的厚度在 20 至约 100 纳米之间，优选 20 至 75 纳米之
10 间。当空穴传递层中包含含有黄色掺杂物的亚层并配置在邻近发射层时，这亚层的厚度在 2 至约 200 纳米之间，优选在 10 至 100 纳米之间。当空穴传递层包含没有黄色掺杂物亚层并被配置在邻近阳极时（如图 4 中的亚层 441 和图 6 中的亚层 641），这种亚层的厚度在 2 至约 200 纳米之间，优选在 10 至 100 纳米之间。类似地，当电子传递层包含
15 含有黄色掺杂物的亚层并配置在邻近发射层时，这种亚层的厚度在 2 至 50 纳米之间，优选 10 至 35 纳米之间。含有绿色掺杂物的电子传递层亚层厚度在 2 至 50 纳米之间，未经掺杂的电子传递层的厚度在 2 至 50 纳米之间，优选在 20 至 40 纳米之间。阴极层的厚度在 20 至 200 纳米之间，优选在 50 纳米至 200 纳米之间。

20 实施例

本发明及其优点可进一步通过以下具体实施例进一步来说明。在描述掺杂物的浓度时，任何百分数都是指相对于层中总材料按体积计的百分数。也提供了总结实施例结果的表格。

比较例 1

25 按图 3 中所示结构组建 OLED 器件。涂布有 80 纳米 ITO 的基底相继地在商品洗涤剂中经超声波处理、在去离子水中漂洗、在甲苯蒸气中脱脂。这些基底用氧等离子体处理的一分钟并借助等离子体沉积 CHF_3 涂布 1 纳米碳氟化合物层。同样的操作程序用来制备本发明中所述的所有其它器件。

30 这些基底被装载进淀积室中，进行有机层和阴极的淀积。

器件 1 是通过按顺序淀积 150 纳米 NPB 孔穴传递层 (HTL)，20 纳米蓝色发光层 (EML)、它含有带 2% TBP 蓝色掺杂物的 TBADN

主体, 35 纳米 Alq 电子传递层 (ETL) 和 0.5 纳米 LiF 和 200 纳米 Al 作为阴极的一部份而制得的。上述顺序完成了 OLED 器件的淀积。

5 这种 OLED 器件然后在充满氮气的干燥手套箱中密封包装以防护周围环境。用来制备这些 OLED 器件的 ITO 型式的基底包含一些画像 (或试验图形)。对器件的每个各别画像进行电流电压特性试验并计算电致发光产率。这种器件 1 的发光度特性给出于表 1 中。这种器件发射蓝色光, 其发光产率为 2.5 cd/A, CIE_{x, y} 的色度坐标为 (0.16, 0.20)。

10 在周围环境中已密封的 OLED 器件的操作稳定性可通过在 20 毫安/厘米² 的恒电流密度条件下操作 OLED 器件时驱动电压和发光度作为时间的函数关系的改变来求出。用本发明以下不同结构制备的白色光 OLED 器件具有很高的操作稳定性。

比较例 2

15 器件 2 是按与器件 1 相同的淀积顺序制备的, 但 NPB 空穴传递层被分成两个亚层, 第一层 120 纳米 NPB 层是未经掺杂的, 然后是 30 纳米掺杂有 3% 红荧烯的 NPB 层和 20 纳米蓝色发光层。150 纳米 NPB 空穴传递层掺杂有 3% 红荧烯黄色掺杂物。这种器件的 CIE_{x, y} 坐标为 0.33, 0.35 并且发射白光。从掺杂着红荧烯的 NPB 空穴传递层发出的黄色光和从掺杂着 TBP 的 TBADN 层发射的蓝光在一起给出白色光的发射。颜色坐标和发光效率可通过调节各别掺杂物的浓度来做进一步的优化。

比较例 3

25 器件 3 具有类似于图 3 的结构。它是按照与器件 2 相同的淀积顺序制备的, 但在 10 纳米 Alq 层中掺杂了 0.12% C545T 绿色掺杂物接着淀积 25 纳米未掺杂的 Alq。这种器件具有明显改善的发光产率和类似于器件 2 的 CIE_{x, y} 坐标。同样显著的是也显示在图 8 中的位于 520 纳米附近的绿色发射峰。这一绿色发射部分在器件 2 的光谱中是没有的。器件 3 总体上发射白光, 但比器件 2 有高得多的发光产率。这样, 30 通过在 Alq 电子传递层中的绿色掺杂物可以产生增加了发光效率的白色光。每种颜色的各别贡献是特别重要的, 如果把白色 OLED 光与 R, G, B 滤色片结合使用来产生全色的 OLED 器件的话。转过来,

各别 R, G, B 对全色 OLED 的贡献可以通过使用本发明来设计。

比较例 4

5 器件 4 是按照与器件 3 相同的淀积顺序制备的, 但并入 10 纳米 Alq 层中的 C545T 的浓度为 0.25%。结果得到了进一步增加的发光产率。

比较例 5

10 器件 5 是按照与器件 4 相同的淀积次序制备的, 但是并入 10 纳米 Alq 层中的 C545T 浓度为 0.5%。这一器件具有 5.1 cd/A 的高发光效率。其 $CIE_{x,y}$ 坐标值为 0.34, 0.42 并且器件发出的光的颜色是稍带绿色的白光。这样, 就可能用优化 Alq 电子传递层中的绿色掺杂物浓度、在空穴传递层中的黄色掺杂物浓度以及在蓝色发射层中的蓝色掺杂物 TBP% 来优化发光效率和发光颜色。

15 图 8 显示了器件 2 至 5 的 EL 谱, 其中在 Alq ETL 层中的 C545T 掺杂物的浓度从 0 增加到 0.5%。围绕绿光发射区域的光谱分量随着在 Alq 电子传递层中的绿色掺杂物浓度的增加而明显地增加。

20 图 9 显示发光产率和掺杂到 Alq 电子传递层中的绿色 C545T 掺杂物% 的函数关系。再一次看到, 发白色光的 OLED 的发光效率可以增加而没有对发白色光的 OLED 的颜色产生负面影响。

表 1

表1: 装置1至5的BL特性							装置发光 颜色
装置 编号	空穴传输 亚层1	空穴传输 亚层2	发射层	电子传输 亚层1	电子传输 亚层2	发光产率 (cd/A)	
1	150 nm NPB	0	20 nm TBADN + 2% TBP	35 nm Alq	0	2.5	蓝色
2	120 nm NPB	30 nm NPB + 3% Rubrene	20 nm TBADN + 2% TBP	35 nm Alq	0	3.74	白色
3	120 nm NPB	30 nm NPB + 3% Rubrene	20 nm TBADN + 2% TBP	10 nm Alq + 0.12% C545T 绿色掺杂物	25 nm Alq	4.3	白色
4	120 nm NPB	30 nm NPB + 3% Rubrene	20 nm TBADN + 2% TBP	10 nm Alq + 0.25% C545T 绿色掺杂物	25 nm Alq	4.58	白色
5	120 nm NPB	30 nm NPB + 3% Rubrene	20 nm TBADN + 2% TBP	10 nm Alq + 0.50% C545T 绿色掺杂物	25 nm Alq	5.06	稍带绿色 的白色

比较例 6

器件 6 具有类似于图 5 的结构。它是按照与器件 1 相同的淀积次序制备的,只是在淀积 20 纳米蓝色发射物 TBADN+2% TBP 之后接着淀积 10 纳米掺杂了 2%红荧烯的 Alq 层和随后 25 纳米未经掺杂的 Alq 层。这种器件的 $CIE_{x,y}$ 坐标值为 0.29, 0.30 并具有白光发射性质。由掺杂了红荧烯的 Alq 电子传递层的黄色光发射和掺杂了 TBP 的 TBADN 层的蓝色光发射的总体效果即给出白光发射。颜色坐标和发光效率可通过调节个别掺杂物浓度来进一步优化。

10

比较例 7

器件 7 具有类似于图 5 的结构并且是按照与器件 6 相同的淀积顺序来制备的,只是在淀积了 10 纳米掺杂了 2%红荧烯的 Alq 层之后接着淀积了掺杂有 0.12% CFDMQA 绿色掺杂物的 Alq 层、接着是 15 纳米未经掺杂的 Alq 层。这种器件的 $CIE_{x,y}$ 坐标为 0.33, 0.38 并具有白光发射性能。这种器件具有比器件 6 更高的发光效率。

15

表 2

表2: 装置6和7的BL特性							装置 发光 颜色				
装置 编号	空穴传输 亚层1	空穴传输 亚层2	发射层	电子传输 亚层1	电子传输 亚层2	电子传输 亚层3	发光产率 (cd/A)	驱动 电压 (伏)	CIEx	CIEy	
6	150 nm NPB	0 nm	20 nm TBADN + 2% TBP	10 nm Alq + 2% 红荧烯	25 nm	0	2.95	7.5	0.29	0.30	白色
7	150 nm NPB	0 nm	20 nm TBADN + 2% TBP	10 nm Alq + 2% 红荧烯	10 nm Alq + 0.12% C545T 绿色掺杂物	15 nm Alq	4.1	7.5	0.33	0.38	白色

比较例 8

器件 8 具有类似于图 6 的结构。150 纳米 NPB 空穴传输层掺杂了 2% 发黄色光的红荧烯掺杂物, 并且 10 纳米 Alq 电子传递层掺杂了 1% 的红荧烯。蓝色光发射层是 20 纳米 TBADN+2% TBP。这种器件发出白色光, 其效率类似于器件 1 和器件 6, 但发现它具有远比器件 1 和器件 6 要高的操作稳定性。

比较例 9

器件 9 具有类似于图 6 的结构并且是按照与器件 8 相同的顺序沉积的, 只是 10 纳米 Alq 层掺杂了 1% 红荧烯, 接着的 10 纳米 Alq 层掺杂了 0.12% 的 C545T 绿色掺杂物, 再接着的是 15 纳米未经掺杂的 Alq 层。这种器件具有总体上发射白光的性质, 但效率比器件 8 增加了。其操作稳定性类似于器件 8。

比较例 10

器件 10 具有类似于图 7 的结构并且是按照与器件 9 相同的顺序沉积的, 只是它的 NPB 空穴传输层分成两个亚层。第一个亚层 120 纳米 NPB 是未经掺杂的, 接着是 30 纳米掺杂有 2% 红荧烯的 NPB。这种器件具有总体发射白光的性质, 其效率类似于器件 9。

表 3

表3: 装置8至10的EL特性							装置 发光 颜色				
装置 编号	空穴传输 亚层1	空穴传输 亚层2	发射层	电子传输 亚层1	电子传输 亚层2	电子传输 亚层3	发光产率 (cd/A)	驱动 电压 (伏)	CIEx	CIEy	
8	0	150 nm NPB + 2% NPB	20 nm TBADN + 2% TBP	10 nm Alq + 1% 红荧烯	25 nm	0	3.74	6.2	0.33	0.35	白色
9	0	150 nm NPB + 2% NPB	20 nm TBADN + 2% TBP	10 nm Alq + 1% 红荧烯	10 nm Alq + 0.12% C545T 绿色掺杂物	15 nm Alq	4.4	6.5	0.33	0.38	白色
10	120 nm NPB	30 nm NPB + 2% NPB	20 nm TBADN + 2% TBP	10 nm Alq + 1% 红荧烯	10 nm Alq + 0.12% C545T 绿色掺杂物	15 nm Alq	4.5	6.4	0.33	0.38	白色

这种白色 OLED 发射器件可用来制备使用 R, G, B 滤色器的全色器件。滤色器可淀积在基底或白色 OLED 器件上。在这种情况下, 白色 OLED 是被用作背面光。一般, R, G, B 滤色器是用显微绘图法整合到基底上。用这种技术产生的全色光比起用来产生全色的精密障板技术有一些优点。这种技术无需精密校准、价值低并且容易制造。基底本身含有薄膜晶体管来编址各别象素。Tang 和 Hseih 的美国专利 US-A-5,550,066 和 US-A-5,684,365 二者都描述了 TFT 基底的编址方法。用白色 OLED 制备全色器件的一些其它技术发表在 P.F. Burrows 和其它人在 IEEE Trans. Electron Device 44, 1188 页 (1997 年) 的论文中。

本发明的其它特色包括下面这些:

这种 OLED 器件的空穴传递层厚度在 20 纳米至 300 纳米之间。

这种 OLED 器件的蓝色发光层厚度在 10 纳米至 100 纳米之间。

这种 OLED 器件的电子传递层厚度在 10 纳米至 150 纳米之间。

这种 OLED 器件的阴极是选自 LiF/Al、Mg:Ag、Al:Mg 和 Al:Li。

这种 OLED 器件的阴极是透明的。

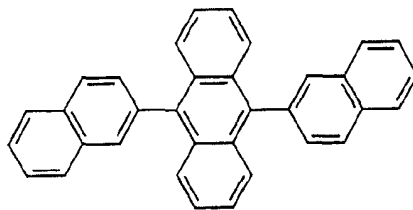
这种 OLED 器件的电子传递层是透明的。

这种 OLED 器件的空穴传递层中包含一种芳香族叔胺。

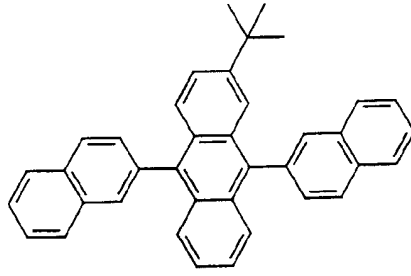
这种 OLED 器件的电子传递层中包含三(8-羟基喹啉)铝。

这种 OLED 器件的电子传递层中包含铜酞菁化合物。

这种 OLED 器件的蓝色发光层中包含选自以下的基质材料。

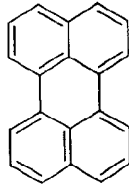


; 和

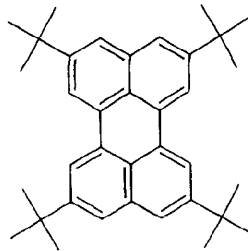


这种 OLED 器件的蓝色发光层中包括选自以下物质的蓝色掺杂物：

5 i) 菲

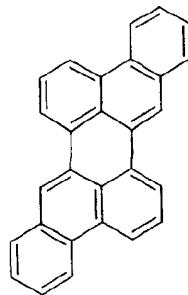


ii) 2,5,8,11-四叔丁基菲



10 ; 和

iii) 其它共轭的苯环型化合物



这种 OLED 器件中红荧烯化合物的浓度为基质材料的 0.1%-10% 之间。

这种 OLED 器件中蓝色掺杂物的掺杂物浓度为基质材料的 0.1%-10% 之间。

5 这种 OLED 器件中空穴传递层的厚度在 20-300 纳米之间。

权利要求 16 中的 OLED 器件中蓝色发光层的厚度在 10-100 纳米之间。

这种 OLED 器件中电子传递层的厚度在 100-150 纳米之间。

这种 OLED 器件中空穴传递层是一种芳香族叔胺。

10 这种 OLED 器件中电子传递层是三(8-羟基喹啉)铝。

这种 OLED 器件中的电子传递层是用酮酞菁化合物制造的。

这种 OLED 器件中的阴极是选自 LiF/Al、Mg:Ag、Al:Mg 和 Al:Li。

这种 OLED 器件中的阴极是透明的。

这种 OLED 器件中的电子传递层是透明的。

15 一种有机发光二极管器件，它产生基本上是白色的光，它包含：

a) 一种基底；

b) 配置在基底上的阳极；

c) 配置在阳极上的空穴注入层；

20 d) 配置在空穴注入层上并掺杂有在光谱黄色区域发光的红荧烯化合物的空穴传递层；

e) 掺杂有蓝色发光化合物、直接配置在空穴传递层上的发光层；

f) 掺杂有在光谱黄色区域发光的红荧烯化合物并直接配置在蓝色发光层上的电子传递层；

25 g) 掺杂有在光谱绿色区域发光的绿色化合物、并直接配置在黄色发光层上的电子传递层；

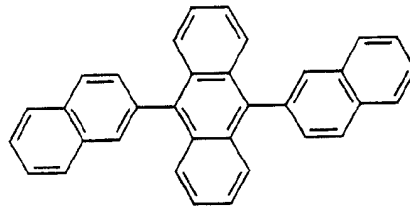
h) 配置在电子传递层上的阴极。

这种 OLED 器件中的空穴传递层包括一种芳香族叔胺。

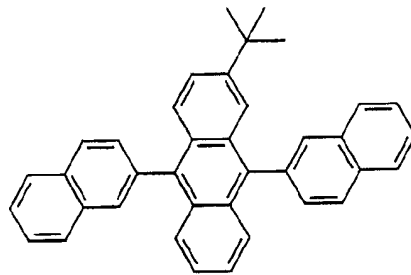
这种 OLED 器件中的电子传递层包括三(8-羟基喹啉)铝。

30 这种 OLED 器件中的电子传递层包括铜酞菁化合物。

这种 OLED 器件中的蓝色发光层包括选自以下物质的基质材料：



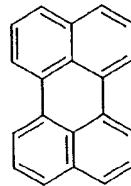
; 和



5

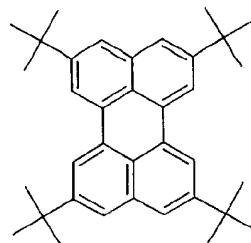
这种 OLED 器件中的蓝色发光层包括选自以下物质的蓝色掺杂物:

i) 菲

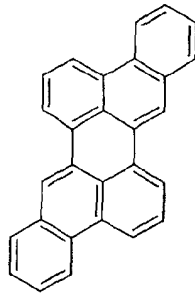


10

ii) 2,5,8,11-四叔丁基菲



; 和



iii) 其它共轭的苯环型化合物。

这种 OLED 器件中的红荧烯化合物的浓度为基质材料的 0.1%-
5 10%之间。

这种 OLED 器件中蓝色掺杂物的掺杂物浓度为基质材料的 0.1%-
10%之间。

这种 OLED 器件中空穴传递层的厚度在 20-300 纳米之间。

这种 OLED 器件中的蓝色发光层厚度在 10-100 纳米之间。

10 这种 OLED 器件中的电子传递层的厚度在 100-150 纳米之间。

这种 OLED 器件中的阴极是选自 LiF/Al、Mg:Ag、Al:Mg 和 Al:Li。

这种 OLED 器件中的阴极是透明的。

这种 OLED 器件中的电子传递层是透明的。

15 这种 OLED 器件进一步包括配置在已掺杂的电子传递层上的未经掺杂的电子传递层。

一种为产生光的带颜色象素的有机发光器件。

一种为产生选定颜色的有机发光设备，它包括：

a) 许多可选择的 OLED 器件，其中每一种当选定之后可产生基本上是白色的光；

20 b) 相应于不同的可选的 OLED 器件的许多滤色器，当白光通过这种滤色器时会产生一种特定的颜色；

c) 选择 OLED 器件并使它们产生白光的方法。

在这种设备的每个 OLED 器件中包含：

25 a) 一种基底；

b) 配置在这种基底上的阳极；

c) 配置在阳极上的空穴注入层；

- d) 配置在空穴注入层上的空穴传递层;
- e) 掺杂有蓝色发光化合物, 直接配置在空穴传递层上的发光层;
- f) 配置在蓝色发光层上的电子传递层;
- 5 g) 配置在电子传递层上的阴极;
- h) 在相应于和蓝色发光层接触的一层的整层或该层的一部分的区域中, 被选择性地掺杂的空穴传递层, 选择性掺杂是用一种在光谱的黄色区域发光的化合物进行的;
- i) 在相应于和蓝色发光层接触的一层的整层或该层的一部分的区域中, 被选择性地掺杂的电子传递层, 选择性掺杂是用一种在光谱的绿色区域发光的化合物进行的。
- 10 在这种设备的每个 OLED 器件中包含:
- a) 一种基底;
- b) 配置在基底上的阳极;
- 15 c) 配置在阳极上的空穴注入层;
- d) 配置在空穴注入层上的空穴传递层;
- e) 掺杂有蓝色发光化合物, 直接配置在空穴传递层上的发光层;
- f) 掺杂有在光谱的黄色区域发光的化合物并直接配置在蓝色发光层上的电子传递层;
- 20 g) 掺杂有在光谱的绿色区域发光的化合物并直接配置在黄色发光层上的电子传递层;
- h) 配置在电子传递层上的阴极。
- 这种设备中的每个 OLED 器件中包含:
- 25 a) 一种基底;
- b) 配置在基底上的阳极;
- c) 配置在阳极上的空穴注入层;
- d) 配置在空穴注入层上并掺杂有在光谱的黄色区域发光的红荧烯化合物的空穴传递层;
- 30 e) 掺杂有蓝色发光化合物并直接配置在空穴传递层上的发光层;
- f) 掺杂有在光谱的黄色区域发光的红荧烯化合物并直接配置

在蓝色发光层上的电子传递层;

g) 掺杂有为在光谱的绿色区域发光的绿色化合物并直接配置在黄色发光层上的电子传递层;

h) 配置在电子传递层上的阴极。

5 在这种设备中滤色器被整合在基底上或置于 OLED 器件上。

这种设备中选择的方法包括与阳极或阴极结合的电路图，每个 OLED 器件在活化时，即引起产生电场来促使发射白光。

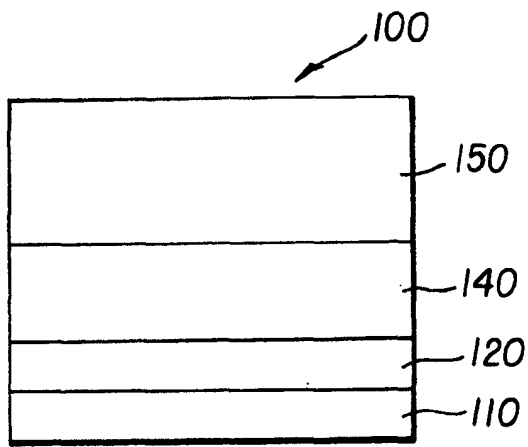


图 1
(现有技术)

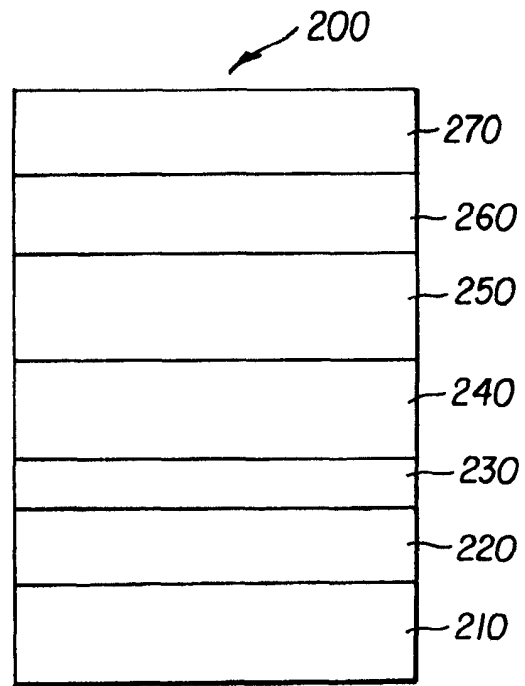


图 2
(现有技术)

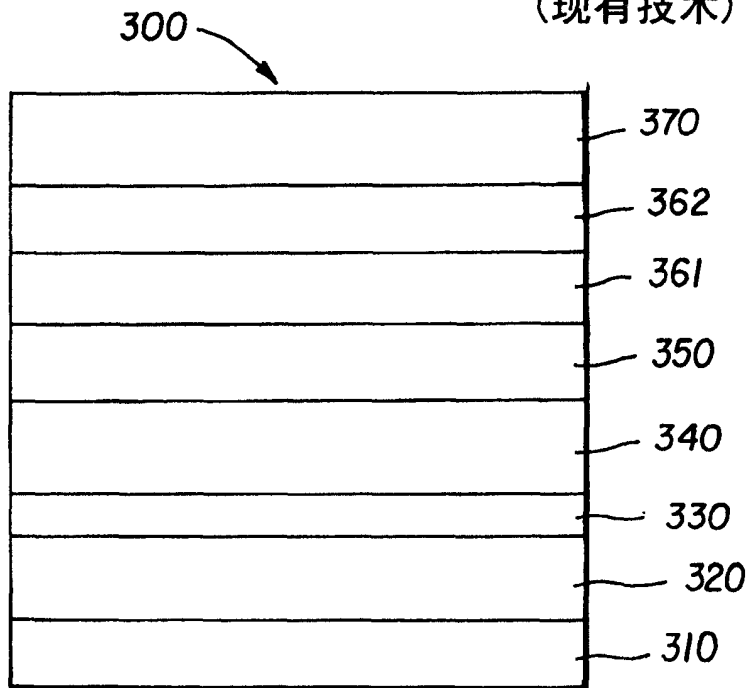


图 3

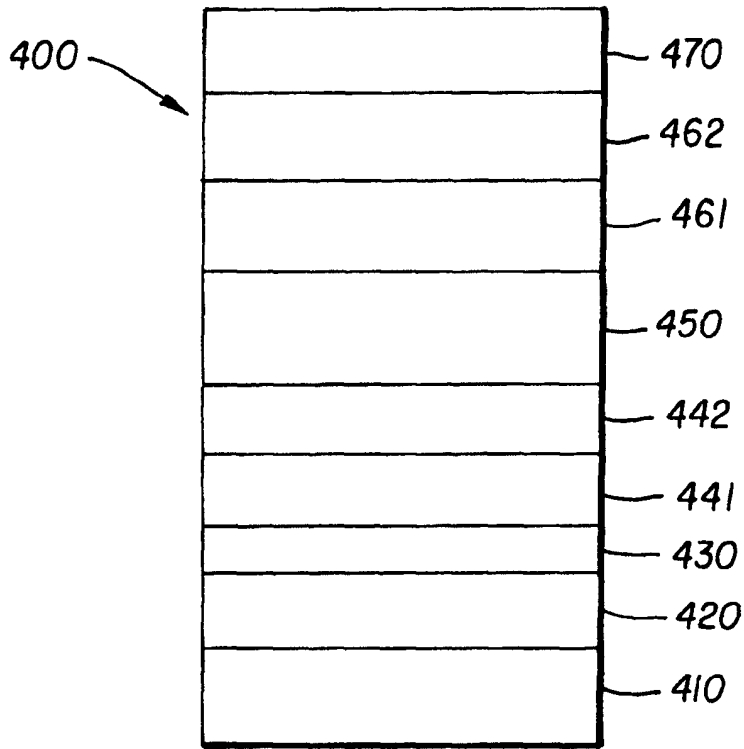


图 4

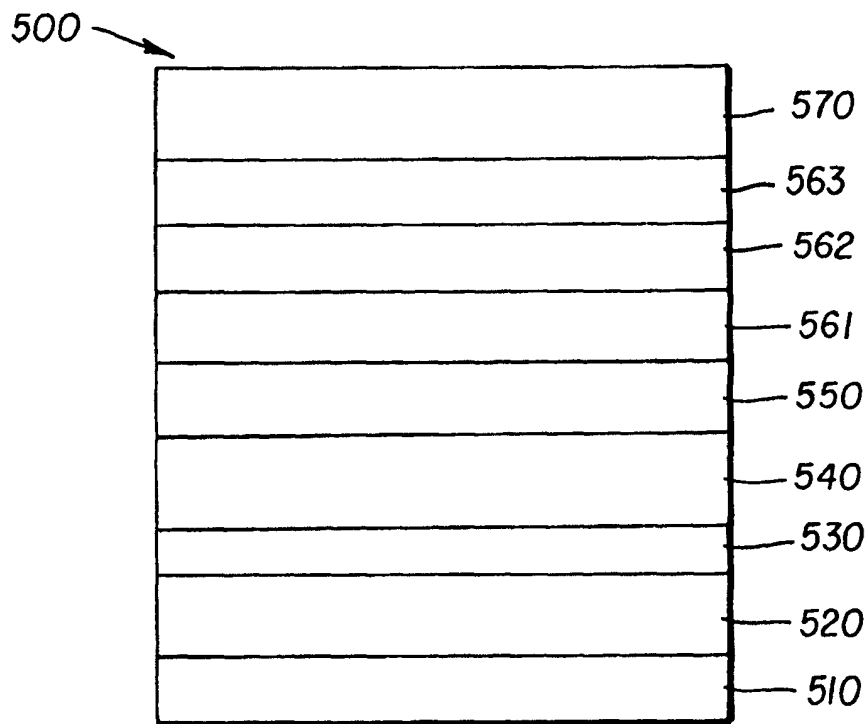


图 5

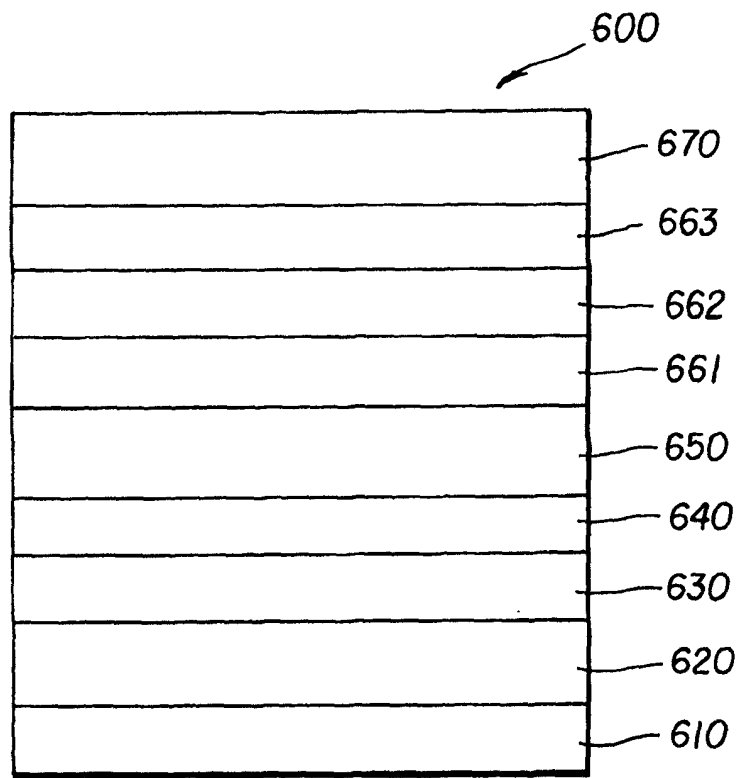


图 6

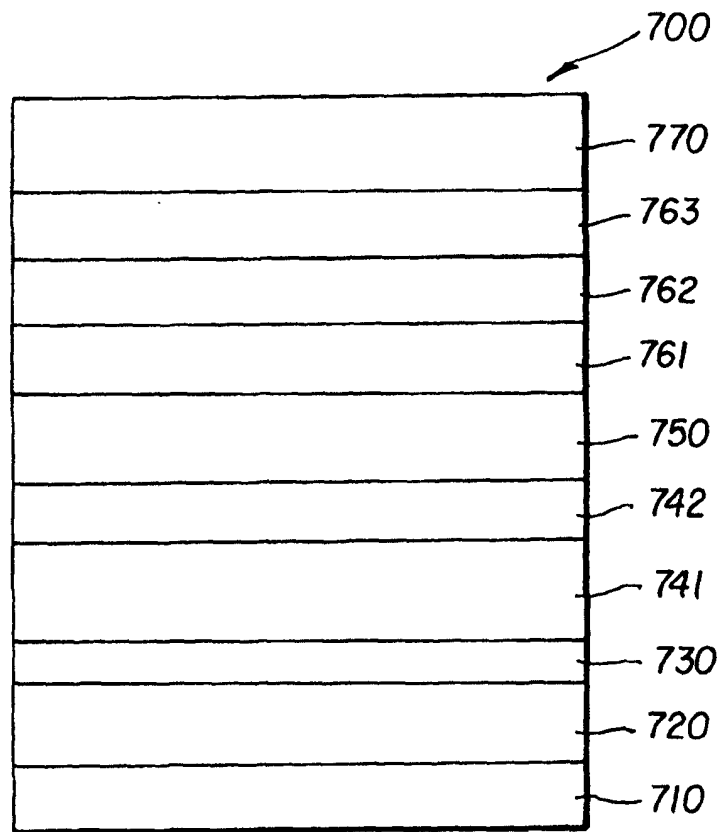


图 7

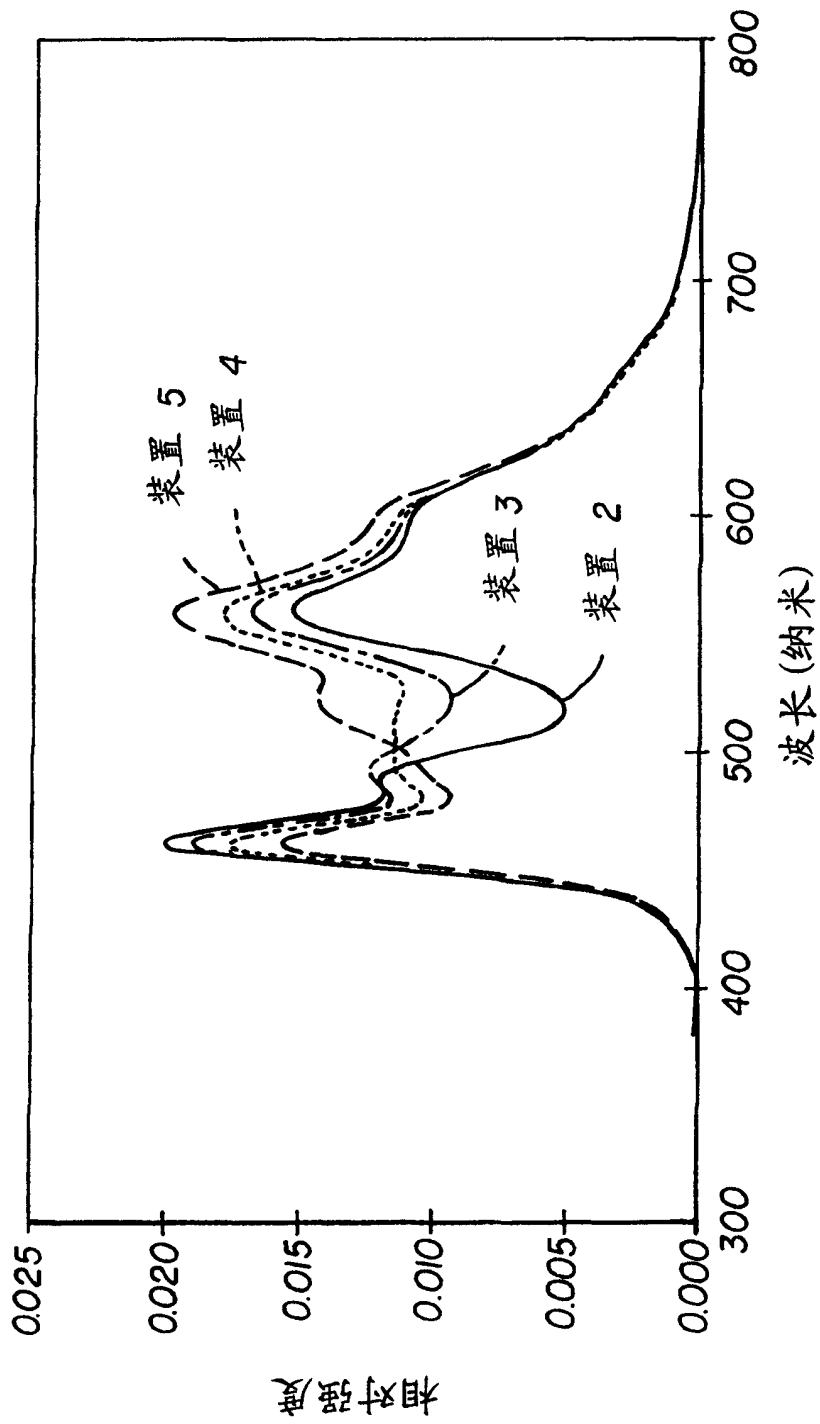


图 8

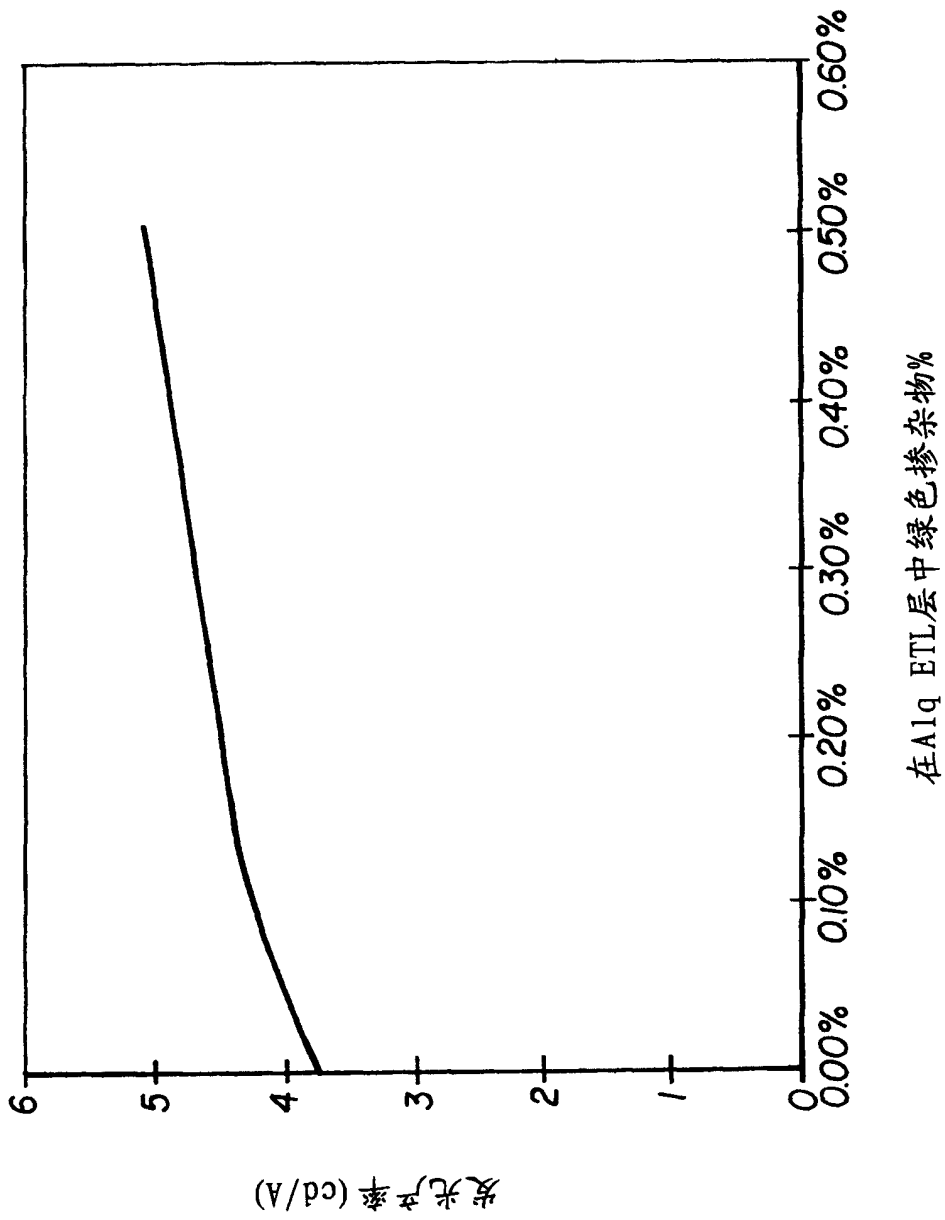


图 9