

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



# [12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200810007466.9

[51] Int. Cl.

H01L 51/50 (2006.01)

H01L 51/54 (2006.01)

H01L 27/32 (2006.01)

C09K 11/06 (2006.01)

[43] 公开日 2008年9月10日

[11] 公开号 CN 101262044A

[22] 申请日 2008.3.7

[21] 申请号 200810007466.9

[30] 优先权

[32] 2007. 3. 7 [33] JP [31] 2007 - 056599

[71] 申请人 索尼株式会社

地址 日本东京

[72] 发明人 神户江美子 中村明史 鬼岛靖典  
山本弘志

[74] 专利代理机构 北京康信知识产权代理有限责  
任公司

代理人 余 刚 吴孟秋

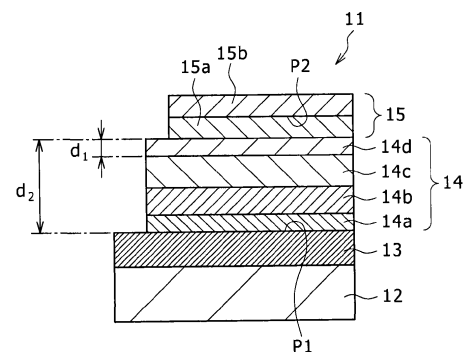
权利要求书 3 页 说明书 64 页 附图 10 页

## [54] 发明名称

有机电致发光器件及显示装置

## [57] 摘要

一种有机电致发光器件以及显示装置。该有机电致发光器件设置有阳极、阴极、以及至少具有发光层并保持在阳极和阴极之间的有机层。其中的具有含氮杂环衍生物层设置在阴极和发光层之间。其中包含的具有含氮杂环衍生物层具有的厚度大于设置在阳极和发光层之间的空穴供给层。该显示装置设置有基板以及在基板上以阵列形成的有机电致发光器件。



1. 一种有机电致发光器件，所述有机电致发光器件设置有阳极、阴极、以及至少具有发光层并保持在所述阳极和所述阴极之间的有机层，其中：

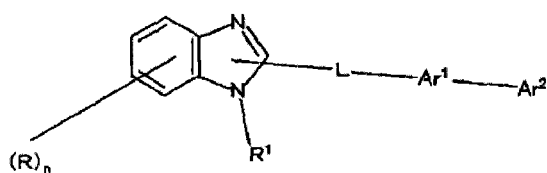
包含含氮杂环衍生物(layer)设置在所述阴极和所述发光层之间，并且所述包含含氮杂环衍生物(layer)具有的厚度大于设置在所述阳极和所述发光层之间的空穴供给层。

2. 根据权利要求1所述的有机电致发光器件，其中，所述包含含氮杂环衍生物(layer)的厚度为至少70 nm。
3. 根据权利要求1所述的有机电致发光器件，其中，所述空穴供给层具有的厚度不大于60 nm。
4. 根据权利要求1所述的有机电致发光器件，其中，所述包含含氮杂环衍生物(layer)和所述有机层形成为满足以下关系：

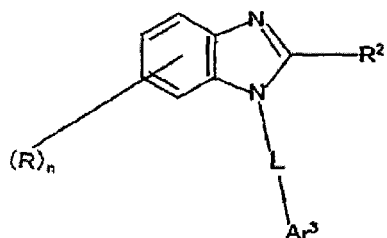
$$0.90 > d_1/d_2 > 0.30$$

其中， $d_1$ 是所述包含含氮杂环衍生物(layer)的厚度，而 $d_2$ 是所述有机层的厚度。

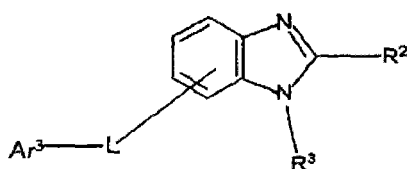
5. 根据权利要求1所述的有机电致发光器件，其中，所述含氮杂环衍生物是苯并咪唑衍生物。
6. 根据权利要求5所述的有机电致发光器件，其中，所述苯并咪唑衍生物由下列化学式(1)、(2)或(3)表示：



.....化学式 (1)



..... 化学式 (2)



..... 化学式 (3)

其中,

R 表示氢原子、取代或未取代的  $C_6 - C_{60}$  芳基基团、取代或未取代的吡啶基基团、取代或未取代的喹啉基基团、取代或未取代的  $C_1 - C_{20}$  烷基基团或者取代或未取代的  $C_1 - C_{20}$  烷氧基基团, 并且 n 代表 0 ~ 4 的整数;

$R^1$  表示取代或未取代的  $C_6 - C_{60}$  芳基基团、取代或未取代的吡啶基基团、取代或未取代的喹啉基基团、取代或未取代的  $C_1 - C_{20}$  烷基基团或者取代或未取代的  $C_1 - C_{20}$  烷氧基基团;

$R^2$  和  $R^3$  各自独立地表示氢原子、取代或未取代的  $C_6 - C_{60}$  芳基基团、取代或未取代的吡啶基基团、取代或未取代的喹啉基基团、取代或未取代的  $C_1 - C_{20}$  烷基基团或者取代或未取代的  $C_1 - C_{20}$  烷氧基基团;

L 表示取代或未取代的  $C_6 - C_{60}$  亚芳基基团、取代或未取代的亚吡啶基基团、取代或未取代的亚喹啉基基团或者取代或未取代的亚芴基基团；

$Ar^1$  表示取代或未取代的  $C_6 - C_{60}$  亚芳基基团、取代或未取代的亚吡啶基基团或者取代或未取代的亚喹啉基基团；

$Ar^2$  表示取代或未取代的  $C_6 - C_{60}$  芳基基团、取代或未取代的吡啶基基团、取代或未取代的喹啉基基团、取代或未取代的  $C_1 - C_{20}$  烷基基团或者取代或未取代的  $C_1 - C_{20}$  烷氧基基团；以及

$Ar^3$  表示取代或未取代的  $C_6 - C_{60}$  芳基基团、取代或未取代的吡啶基基团、取代或未取代的喹啉基基团、取代或未取代的  $C_1 - C_{20}$  烷基基团、取代或未取代的  $C_1 - C_{20}$  烷氧基基团、或者由  $-Ar^1 - Ar^2$  表示的基团，其中， $Ar^1$  和  $Ar^2$  具有与上述定义相同的含义。

7. 根据权利要求 1 所述的有机电致发光器件，进一步包括：

包含氮杂苯并菲衍生物并且设置在所述空穴供给层和所述阳极之间的界面侧的层。

8. 一种显示装置，所述显示装置设置有基板以及在所述基板上以阵列形成的有机电致发光器件，每个所述有机电致发光器件设置有阳极、阴极以及保持在所述阳极和所述阴极之间并至少具有发光层的有机层，其中：

包含含氮杂环衍生物的层设置在所述阴极和所述发光层之间，并且所述包含含氮杂环衍生物的层具有的厚度大于设置在所述阳极和所述发光层之间的空穴供给层。

## 有机电致发光器件及显示装置

### 相关申请的交叉引用

本发明包括于 2007 年 3 月 7 日向日本专利局提交的日本专利申请 JP 2007-056599 涉及的主题,将其全部内容并入本文作为参考。

### 技术领域

本发明涉及一种有机电致发光器件(所谓的“有机 EL 器件”)及显示装置,并且特别地涉及一种配备有包含含氮杂环衍生物(nitrogen-containing heterocycle derivative)的电子传输层的有机电致发光器件及显示装置。

### 背景技术

利用有机材料的电致发光(在下文中称为“EL”)的有机电致发光器件(所谓的有机 EL 器件)均设置在阳极和阴极之间,其中有机层由有机空穴传输层(hole transport layer)形成,有机发光层(light-emitting layer)以一层堆叠在另一层上的方式进行堆叠,并作为能通过低压直流驱动实现高亮度光发射的发光装置而引起兴趣。

图 12 是示出了这样的有机电致发光器件的一个结构实例的剖视图。在该图中示出的有机电致发光器件 51 设置在由例如玻璃等制成的透明基板 52 上,并且由设置在基板 52 上的阳极 53、设置在阳极 53 上的有机层 54、以及设置在有机层 54 上的阴极 55 构成。

有机层 **54** 具有空穴注入层 (hole injection layer) **54a**、空穴传输层 **54b**、发光层 **54c** 以及电子传输层 **54d** 从阳极 **53** 侧以该次序相继堆叠的结构。在该有机电致发光器件 **51** 中, 从阴极 **55** 注入的电子和从阳极 **53** 注入的空穴在发光层 **54c** 中彼此再结合, 并且通过阳极 **53** 或阴极 **55** 输出依据这种再结合 (recombination) 产生的光。应当注意, 有机电致发光器件也包括阴极、有机层以及阳极从基板侧以该次序相继堆叠的那些结构。

近年来, 对于这样的有机电致发光器件来说还需要更高的效率和更长的寿命。例如, 8-羟基喹啉铝 (Alq3) 通常已被用作电子传输层 **54d**。由于 Alq3 在电子迁移率上很低, 所以邻二氮杂菲 (菲咯啉) 衍生物 (参见, 例如, Applied Physics Letter (U.S.A.), 76(2), 197-199, January 10, 2000 (在下文中称为非专利文献 1)) 和噻咯 (silole) 衍生物 (参见, 例如, Applied Physics Letter (U.S.A.), 80(2), 189-191, January 14, 2002 (在下文中称为非专利文献 2)) 已被报道作为具有比 Alq3 更高的电子迁移率的材料。这些电子传输材料的使用具有的优点在于, 由于增强了电子注入并且将电子和空穴之间的再结合区集中在空穴注入电极 (阳极 **53**) 侧, 所以改善了再结合的可能性, 提高了发光效率, 并且低压驱动是可行的。另一方面, 由于电子和空穴之间的再结合区移动到阳极 **53** 侧, 所以更多的电子到达空穴传输层 **54b**。通常使用三苯胺衍生物作为空穴传输层 **54b**, 所以, 当其接收电子时, 变得很不稳定和劣化。结果, 电致发光器件的发光寿命缩短。

作为通过装置控制载体平衡的尝试, 已经披露了每个具有在发光层和电子传输层之间高空穴传输能力的层的有机电致发光器件的实例 (参见, 例如, PCT 国际公开第 WO 2004/077886 A 号 (在下文中称为专利文献 1) 和第 JP-A-2006-66890 号 (在下文中称为专利文献 2))。

为了防止阳极和阴极之间的短路以降低光发射失效的发生，需要有机层具有一定的厚度或更大。一般惯例是选择表现出高迁移率的空穴传输材料并且将其沉积很厚（参见，例如，专利文献 1 和 JP-A-2005-101008（在下文中称为专利文献 3））。

## 发明内容

然而，如在专利文献 1 和 2 中所描述的，具有在发光层和电子传输层之间高空穴传输能力的层的有机电致发光器件伴随的问题在于降低了电子传输能力，并且由于增加的驱动电压和不足的载体，劣化了电流效率。

如在非专利文献 1 和 2 中所描述的，当使用配备有足够高电子迁移率以能够高效率发光的材料作为电子传输层 **54d** 时，如在专利文献 1 和 3 中所描述的空穴传输层 **54b** 沉积很厚的结构由于大的厚度，尽管对空穴的传输是一个限制，而增强了电子的供给，因此涉及劣化载体平衡以及完全缩短寿命的问题。

因此，希望提供一种可以实现较高效率和较长寿命的有机电致发光器件。

为了实现上述希望，本发明的一个实施例的特征在于：在设置有阳极、阴极、以及至少具有发光层并保持在所述阳极和所述阴极之间的有机层的有机电致发光器件中，其中具有含氮杂环衍生物(layer)的层设置在阴极和发光层之间，并且其中包含的具有含氮杂环衍生物(layer)的层具有的厚度大于设置在阳极和发光层之间的空穴供给层 (hole supply layer)。

本发明的另一个实施例的特征还在于：在设置有基板以及在基板上以阵列形成的有机电致发光器件的显示装置中，每个有机电致

发光器件设置有阳极、阴极以及保持在阳极和阴极之间并至少具有发光层的有机层，其中具有含氮杂环衍生物层设置在阴极和发光层之间，并且其中包含的具有含氮杂环衍生物层具有的厚度大于设置在阳极和发光层之间的空穴供给层。

根据这些有机电致发光器件和显示装置，其中包含的具有含氮杂环衍生物层设置在阴极和发光层之间，并且含氮杂环衍生物具有高的电子供给能力。因此，其中包含的具有含氮杂环衍生物层可以为发光层提供必需的和足够的电子以在低驱动电压下获得较高的效率，尽管其中包含含氮杂环衍生物层形成有大于空穴供给层的厚度。此外，形成设置在阳极和发光层之间薄于包含含氮杂环衍生物层的空穴传输层可以增加空穴的供给。因此，可以在刚好足够的空穴和电子的情况下获得载体平衡 (carrier balance)，同时保证载体的足够大的供给量，因此，可以获得高发光效率。由于空穴和电子既不太多也不太少，所以几乎不会破坏载体平衡，从而可以降低在驱动下的劣化并且可以延长发光寿命。

如上述所描述的，根据本发明的有机电致发光器件和显示装置可以获得较高的效率和较长的寿命，因此，可以实现长期可靠性上优异的显示。

## 附图说明

图 1 是图解说明了根据本发明一个实施例的有机电致发光器件的结构剖视图；

图 2A 和图 2B 是示出了本发明另一个实施例的显示装置的电路结构图；

图3是描述了应用本发明一个实施例的密封结构的模块化显示装置的结构图；

图4是示出了应用本发明一个实施例的电视机的透视图；

图5A是图解说明了应用本发明一个实施例的当从前侧观察时数码相机的透视图，而图5B是当从后侧观察时数码相机的透视图；

图6是描述了应用本发明一个实施例的笔记本式个人计算机的透视图；

图7是描述了应用本发明一个实施例的摄像机的透视图；

图8A是作为应用了本发明的移动终端设备的一个实例的便携式电话在打开状态下的正视图，图8B是便携式电话在打开状态下的侧视图，图8C是便携式电话在关闭状态下的正视图，图8D是便携式电话在关闭状态下的左侧图，图8E是便携式电话在关闭状态下的右侧图，图8F是便携式电话在关闭状态下的顶视图，以及图8G是便携式电话在关闭状态下的底视图；

图9是图解说明了当其中包含的具有含氮杂环衍生物的层的厚度改变时驱动电压的变化的示图；

图10是示出了当其中包含的具有含氮杂环衍生物的层的厚度改变时电流效率的变化的示图；

图11是示出了当其中包含的具有含氮杂环衍生物的层的厚度改变时发光寿命的变化的示图；以及

图12是图解说明了现有的有机电致发光器件的结构剖视图。

## 具体实施方式

在下文中，将详细地描述本发明的实施例。

图1是图解说明了根据本发明的有机电致发光器件的一个结构实例的透视图。图中示出的有机电致发光器件**11**被提供有设置在基板**12**上的阳极**13**、以多层形式设置在阳极**13**上的有机层**14**、以及设置在有机层上的阴极**15**。

在以下描述中，将对顶发射（top-emitting）结构的有机电致发光器件**11**进行描述，当从阳极**13**注入的空穴和从阴极**15**注入的电子在发光层**14c**中一旦再结合所产生的光从阴极**15**的位于与基板**12**相对的一侧上的侧部输出。

首先，假定作为其上设置有机电致发光器件**11**的基板**12**，根据要求选择和使用诸如玻璃基板、硅基板、膜状柔性基板等的透明基板中的一种。当使用多个这样的有机电致发光器件**11**制造的显示装置的驱动系统是有源矩阵系统时，使用具有对应各个像素设置的TFT的TFT基板作为基板**12**。在这种情况下，该显示装置被构造使得通过使用TFT驱动顶发射有机电致发光器件**11**。

作为设置在基板**12**上作为下部电极的阳极**13**，可以单独或组合地使用其中每个从真空水平具有大的功函数（逸出功，work function）以有效地注入空穴的电极材料，例如，铬（Cr）、金（Au）、二氧化锡（SnO<sub>2</sub>）和锑（Sb）的合金、氧化锌（ZnO）和铝（Al）的合金、银（Ag）合金、这些金属和合金的氧化物等。

当有机电致发光器件**11**是顶发射系统时，由于干扰效应（interference effect）和高反射率效应，具有高发射率的材料阳极**13**的结构可以改善光至外部的输出效率。作为这样的电极材料，优

选使用例如主要由 Al、Ag 等构成的电极材料。通过在这样的高反射率材料的层上设置具有大的功函数的透明电极材料如 ITO 的层，可以提高载体的注入效率。

当阳极 13 由 Al 合金形成时，作为对 Al 合金的附加成分的金属的使用，所述金属相对于作为主要成分的 Al 具有较小的功函数，诸如，例如钹，改善了 Al 合金的稳定性使得可以获得高反射率的稳定的阳极。在这种情况下，该功函数相比于具有大的功函数的诸如 ITO 的透明电极材料层的形式的阳极来说变得更小，这通常会导导致到目前为止作为通常使用的胺材料的大的空穴注入障碍唯一地用作空穴注入层。因此，通过在与阳极的界面处形成胺材料和其中混合的受体材料诸如 F4TCNQ (2,3,5,6-四氟-7,7,8,8-四氰基喹啉并二甲烷 (2,3,5,6-tetrafluoro-7,7,8,8-tetracyanoquinodimethane)) 的层，PEDOT-PSS (聚乙烯二羟基噻吩-聚苯乙烯磺酸 (polyethylenedioxythiophene-polystyrenesulfonic acid)) 的所谓的 p-掺杂层等或者通过使用本文中随后描述的氮杂苯并菲 (azatriphenylene) 衍生物，可以使用低驱动电压。尤其从装置稳定性和低驱动电压的观点来看，氮杂苯并菲衍生物是优选的。

应当注意的是，当通过使用多个这样的有机电致发光器件 11 制造的显示装置的驱动系统是有源矩阵系统时，对应于各 TFT 设置的像素图案化这样的阳极 13。作为对于阳极 13 的上层，设置绝缘膜，尽管在图中省略了其说明，并且通过绝缘膜中的空穴，露出各像素处的阳极 13 的表面。

另一方面，作为阴极 15，使用具有小功函数的材料形成层使得该层邻接有机层 14。对于该层来说，具有透光率良好的结构是必需的。作为这样的结构，阴极 15 可以具有第一层 15a 和第二层 15b 从阳极 13 侧以该次序堆叠的结构。

通过使用具有小功函数和良好透光率的材料来形成第一层 **15a**。这样的材料的实例包括碱金属氧化物、碱金属氟化物、碱土金属氧化物以及碱土金属氟化物，诸如  $\text{Li}_2\text{O}$ 、 $\text{Cs}_2\text{CO}_3$ 、 $\text{Cs}_2\text{SO}_4$ 、 $\text{MgF}$ 、 $\text{LiF}$  以及  $\text{CaF}_2$ 。另一方面，第二层 **15b** 由具有透光率和电导率的材料制成，例如以薄膜  $\text{MgAg}$  电极或  $\text{Ca}$  电极的形式。当该有机电致发光器件 **11** 是尤其由引起产生的光在阳极 **13** 和阴极 **15** 之间共振然后输出的共振器结构形成的顶发射装置时，使用诸如例如  $\text{Mg-Ag}$  的半透射反射材料 (semi-transmitting reflective material) 形成第二层 **15b** 以引起产生的光在第二层 **15b** 和阳极 **13** 之间共振。而且，第二层 **15b** 由例如透明的  $\text{SiN}_x$  化合物制成，并且形成为密封电极用于防止电极劣化。

上述第一层 **15a** 和第二层 **15b** 可以通过诸如真空蒸发、溅射或等离子体 CVD 的方法形成。当使用这样的有机电致发光器件制造的显示装置的驱动系统是有源矩阵系统时，阴极 **15** 可以在基板 **12** 上形成为固体膜使得阴极 **15** 通过覆盖阳极 **13** 的外围边 (peripheral edge) 的绝缘膜而与阳极 **13** 绝缘，尽管在图中省略了它的说明，并且可以使用有机层 **14** 和阴极 **15** 作为对各像素的共用电极。

保持在上述阳极 **13** 和阴极 **15** 之间的有机层 **14** 至少具有发光层，并且该有机层 **14** 已通过从阳极 **13** 侧以该次序堆叠用于将空穴从阳极 **13** 供给到发光层的空穴供给层、发光层、以及下面描述的用于将电子从阴极供给到发光层的电子供给层而形成。具体地说，有机层 **14** 已通过从阳极 **13** 侧以该次序堆叠由空穴注入层 **14a** 和空穴传输层 **14b** 构成的空穴供给层、发光层 **14c** 以及电子传输层 (电子供给层) **14d** 而形成。这些层可以由例如通过真空蒸发或诸如旋涂的另外的工艺形成的有机层制成。

作为本发明的特有特征，在发光层 **14c** 和阴极 **15** 之间设置其中包含的具有含氮杂环衍生物的层。具体地说，假定电子传输层 **14d** 包含含氮杂环衍生物。该电子传输层 **14d** 形成的厚度大于空穴供给层即空穴注入层 **14a** 和空穴传输层 **14b** 的厚度。由于含氮杂环衍生物的高电子供给能力，因此在低驱动电压下电子的供给保持很高，尽管电子传输层 **14d** 形成的厚度大于空穴注入层 **14a** 和空穴传输层 **14b** 的总厚度。而且，由于形成的电子传输层 **14d** 的厚度厚于空穴注入层 **14a** 和空穴传输层 **14b** 的总厚度，因此可以防止在阳极 **13** 和阴极 **15** 之间的短路。

电子传输层 **14d** 可以形成有优选为 70 nm 或更大的厚度。优选其形成有 70 nm 或更大的厚度，因为电子的供给并不过多并且可以与空穴的供给相平衡。而且，优选电子传输层 **14d** 和有机层 **14** 的形成满足  $0.90 > d_1/d_2 > 0.30$  ( $d_1$ : 电子传输层 **14d** 的厚度,  $d_2$ : 有机层 **14** 的厚度) 的关系，因为可以很容易地在空穴的供给和电子的供给之间建立平衡并且可以确保较长的寿命。

通过将有机电致发光器件 **11** 制造成引起产生的光在阳极 **13** 和阴极 **15** 之间共振并输出的共振器结构，可以输出具有改善的色纯度的光同时增加在共振的中心波长周围的光的强度。当制造成阳极 **13** 的反射端面设置在第一端部 P1 上(所述反射端面位于发光层 **14c** 侧)、阴极 **15** 的反射端面设置在第二端部 P2 上(所述反射端面位于发光层 **14c** 侧)、有机层 **14** 设置为共振部、以及引起发光层 **14c** 中产生的光共振并从第二端部侧输出这样的共振器结构时，设定共振器中第一端部 P1 和第二端部 P2 之间的光学距离(光程) L 以满足下面所述的方程式(1)。实际中，该光学距离 L 可以优选设定为采用满足方程式(1)的正的最小值。

$$(2L)/\lambda + \Phi / (2\pi) = m \dots\dots\dots \text{方程式 (1)}$$

在方程式(1)中,  $L$  表示第一端部 P1 和第二端部 P2 之间的光学距离,  $\Phi$  表示第一端部 P1 处产生的反射光的相位移  $\Phi_1$  和第二端部 P2 处产生的反射光的相位移  $\Phi_2$  的总和 ( $\Phi = \Phi_1 + \Phi_2$ ) (拉德 (rad)),  $\lambda$  表示希望从第二端部 P2 侧输出的光的光谱的峰值波长, 以及  $m$  表示使  $L$  为正的整数。应当注意, 在方程式(1)中对于  $L$  和  $\lambda$  可以使用相同的单位, 例如, 可以使用“nm”作为单位。

在有机电致发光器件 11 中, 在发光层 14c 的最大发光位置和第一端部 P1 之间的光学距离  $L_1$  设定为满足下面所述的方程式(2), 并且在最大发光位置和第二端部 P2 之间的光学距离  $L_2$  设定为满足下面所述的方程式(3)。应当注意, 术语“最大发光位置”是指其中在发光区域中光发射强度为最高的位置。当光的发射发生在阳极 13 侧和阴极 15 侧的发光层 14c 的两者的界面上时, 最大发光位置是界面中的一个, 所述一个界面在光产生的强度上高于另一个界面。

$$\left. \begin{aligned} L_1 &= tL_1 + a_1 \\ (2tL_1)/\lambda &= -\Phi_1/(2\pi) + m_1 \end{aligned} \right\} \text{方程式 (2)}$$

在方程式(2)中,  $tL_1$  表示第一端部 P1 和最大发光位置之间的理论光学距离,  $a_1$  表示基于发光层 14c 处光产生的分布的修正值,  $\lambda$  表示希望输出的光的光谱的峰值波长,  $\Phi_1$  表示第一端部 P1 处产生的反射光的相位移 (rad), 以及  $m_1$  表示 0 或者一个整数。

$$\left. \begin{aligned} L_2 &= tL_2 + a_2 \\ (2tL_2)/\lambda &= -\Phi_2/(2\pi) + m_2 \end{aligned} \right\} \text{方程式 (3)}$$

在方程式(3)中,  $tL_2$  表示第二端部 P2 和最大发光位置之间的理论光学距离,  $a_2$  表示基于发光层 14c 处光产生的分布的修正值,  $\lambda$  表示希望输出的光的光谱的峰值波长,  $\Phi_2$  表示第二端部 P2 处产生的反射光的相位移 (rad), 以及  $m_2$  表示 0 或者一个整数。

方程式(2)是为了保证当光的在发光层 14c 中所产生的一部分(其朝向阳极 13)接着返回到其在第一端部 P1 上的反射时, 由此返回的光具有与其产生时的光的相位相同的相位, 并且其与产生的光的朝向阴极 15 的另一部分处于这样的关系, 使得它们彼此增强。另一方面, 方程式(3)是为了保证当光的在发光层 14c 中所产生的一部分(其朝向阴极 15)接着返回到其在第二端部 P2 上的反射时, 由此返回的光具有与其产生时的光的相位相同的相位, 并且其与产生的光的朝向阳极 13 的另一部分处于这样的关系, 使得它们彼此增强。

通过形成比空穴注入层 14a 和空穴传输层 14b 的总厚度更厚的电子传输层 14d, 可以设计根据该实施例的有机电致发光器件 11 以实现方程式(2)和(3)中  $m_1 > m_2$ 。该设计可以增加光的输出效率。

应当注意, 方程式(2)中的理论光学距离  $tL_1$  和方程式(3)中的理论光学距离  $tL_2$  是当假定发光区域没有扩展(传播 spread)、第一端部 P1 或第二端部 P2 处的相位移的量和作为前进的结果的相位移的量完全取消并且返回的光的相位变得与其产生时的光的相位相同时的理论值。然而, 通常, 发光区域有扩展。因此, 基于光产生的分布, 在方程式(2)和方程式(3)中增加修正值  $a_1$ 、 $a_2$ 。

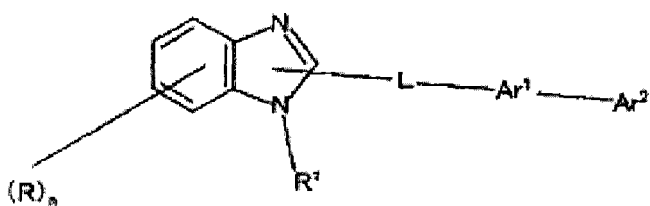
修正值  $a_1$ 、 $a_2$  根据光产生的分布有所不同。但是, 当最大发光位置在发光层 14c 的一侧, 所述侧在阴极 15 侧, 并且光产生的分布从最大发光位置扩展(传播)到阳极 13, 或者当最大发光位置在

发光层 **14c** 的另一侧, 所述侧在阳极 **13** 侧, 并且光产生的分布从最大发光位置传播到阴极 **15** 时, 它们可以例如根据下列方程式 (4) 而被确定。

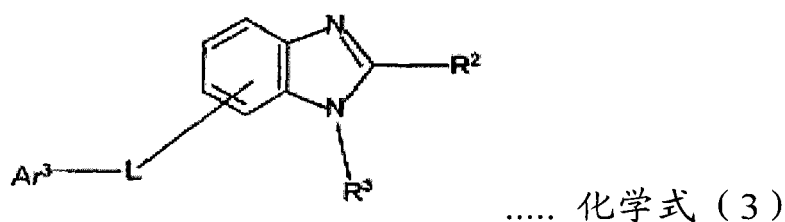
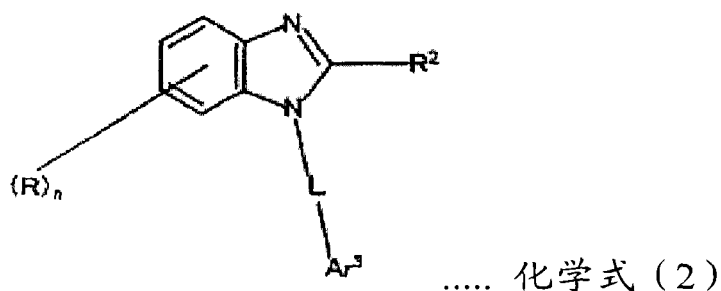
$$\left. \begin{aligned} a_1 &= b(\log_e(s)) \\ a_2 &= -a_1 \end{aligned} \right\} \text{方程式 (4)}$$

在方程式 (4) 中,  $b$  代表当发光层 **14c** 中光产生的分布从最大发光位置朝向阳极 **13** 传播时在  $2n \leq b \leq 6n$  范围内的值, 或者当发光层 **14c** 中光产生的分布从最大发光位置朝向阴极 **15** 传播时在  $-6n \leq b \leq -2n$  范围内的值,  $s$  表示与发光层 **14c** 中光产生的分布有关的物性值 ( $1/e$  衰减距离), 以及  $n$  表示在希望输出的光的光谱的峰值波长  $\lambda$  处, 第一端部 **P1** 和第二端部 **P2** 之间的平均折射率。

构成电子传输层 **14d** 的含氮杂环配合物优选可用的实例包括由下列化学式 (1) ~ (3) 表示的苯并咪唑衍生物和邻二氮杂菲衍生物。



..... 化学式 (1)



在化学式 (1)、(2) 和 (3) 中, R 表示氢原子、取代或未取代的  $C_6 - C_{60}$  芳基基团、取代或未取代的吡啶基基团、取代或未取代的喹啉基基团、取代或未取代的  $C_1 - C_{20}$  烷基基团或者取代或未取代的  $C_1 - C_{20}$  烷氧基基团, 以及 n 代表 0~4 的整数。

$R^1$  表示取代或未取代的  $C_6 - C_{60}$  芳基基团、取代或未取代的吡啶基基团、取代或未取代的喹啉基基团、取代或未取代的  $C_1 - C_{20}$  烷基基团或者取代或未取代的  $C_1 - C_{20}$  烷氧基基团; 以及  $R^2$  和  $R^3$  各自独立地表示氢原子、取代或未取代的  $C_6 - C_{60}$  芳基基团、取代或未取代的吡啶基基团、取代或未取代的喹啉基基团、取代或未取代的  $C_1 - C_{20}$  烷基基团或者取代或未取代的  $C_1 - C_{20}$  烷氧基基团。

L 表示取代或未取代的  $C_6 - C_{60}$  亚芳基基团、取代或未取代的亚吡啶基 (pyridinylene) 基团、取代或未取代的亚喹啉基 (quinolinylene) 基团或者取代或未取代的亚芴基 (fluorenylene) 基团。

$Ar^1$  表示取代或未取代的  $C_6 - C_{60}$  亚芳基基团、取代或未取代的亚吡啶基基团或者取代或未取代的亚喹啉基基团；以及  $Ar^2$  表示取代或未取代的  $C_6 - C_{60}$  芳基基团、取代或未取代的吡啶基基团、取代或未取代的喹啉基基团、取代或未取代的  $C_1 - C_{20}$  烷基基团或者取代或未取代的  $C_1 - C_{20}$  烷氧基基团。

$Ar^3$  表示取代或未取代的  $C_6 - C_{60}$  芳基基团、取代或未取代的吡啶基基团、取代或未取代的喹啉基基团、取代或未取代的  $C_1 - C_{20}$  烷基基团、取代或未取代的  $C_1 - C_{20}$  烷氧基基团、或者由  $-Ar^1-Ar^2$  表示的基团，其中， $Ar^1$  和  $Ar^2$  具有与上述定义相同的含义。

下面将在表 1~24 中示出了由化学式 (1)~(3) 表示的苯并咪唑衍生物的化合物 A 的具体实例，而下面将在表 25 中给出由化学式 (1)~(3) 表示的邻二氮杂菲衍生物的化合物 B 的具体实例。然而，本发明不应当限于这些示例性化合物的使用。应当注意，在下表中，化学式 (2) 和 (3) 中的  $Ar^3$  是  $-Ar^1-Ar^2$ ，并且“HAr”表示苯并咪唑结构。

表 1




















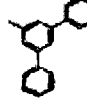















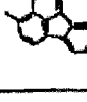
| 化合物 A<br>的编号 | HAr-L-Ar <sup>1</sup> -Ar <sup>2</sup>  |   |  |   |
|--------------|---|---|--|---|
|              | HAr   | L   | Ar <sup>1</sup>  | Ar <sup>2</sup>   |
| 1-1          |    |    |    |    |
| 1-2          |    |    |    |    |
| 1-3          |    |    |    |    |
| 1-4          |    |    |    |    |
| 1-5          |  |  |  |   |
| 1-6          |  |  |  |  |
| 1-7          |  |  |  |  |
| 1-8          |  |  |  |  |
| 1-9          |  |  |  |  |

表 2

























| 化合物 A<br>的编号 | HAr-L-Ar <sup>1</sup> -Ar <sup>2</sup>  |   |  |   |
|--------------|---|---|--|---|
|              | HAr   | L   | Ar <sup>1</sup>  | Ar <sup>2</sup>   |
| 1-10         |    |    |    |    |
| 1-11         |    |    |    |    |
| 1-12         |    |    |    |    |
| 1-13         |    |    |    |    |
| 1-14         |  |  |  |  |
| 1-15         |  |  |  |  |

表 3









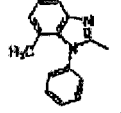



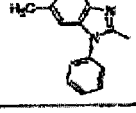



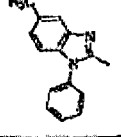



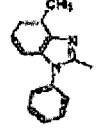



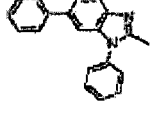



| 化合物 A<br>的编号 | HAr-L-Ar <sup>1</sup> -Ar <sup>2</sup>  |   |  |   |
|--------------|---|---|--|---|
|              | HAr   | L   | Ar <sup>1</sup>  | Ar <sup>2</sup>   |
| 2-1          |    |    |    |    |
| 2-2          |    |    |    |    |
| 2-3          |    |    |    |    |
| 2-4          |   |    |    |    |
| 2-5          |  |  |  |  |
| 2-6          |  |  |  |  |
| 2-7          |  |  |  |  |

表 4

| 化合物 A<br>的编号 | HAr-L-Ar <sup>1</sup> -Ar <sup>2</sup> |   |                 |                 |
|--------------|--|---|-----------------|-----------------|
|              | HAr                                    | L | Ar <sup>1</sup> | Ar <sup>2</sup> |
| 2-8          |  |   |                 |                 |
| 2-9          |  |   |                 |                 |

表 5

| 化合物 A<br>的编号 | HAr-L-Ar <sup>1</sup> -Ar <sup>2</sup> |   |                 |                 |
|--------------|--|---|-----------------|-----------------|
|              | HAr                                    | L | Ar <sup>1</sup> | Ar <sup>2</sup> |
| 3-1          |  |   |                 |                 |
| 3-2          |  |   |                 |                 |
| 3-3          |  |   |                 |                 |
| 3-4          |  |   |                 |                 |
| 3-5          |  |   |                 |                 |
| 3-6          |  |   |                 |                 |

表6

























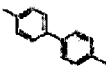



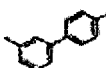



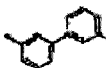


| 化合物 A<br>的编号 | HAr-L-Ar <sup>1</sup> -Ar <sup>2</sup>  |   |  |   |
|--------------|---|---|--|---|
|              | HAr   | L   | Ar <sup>1</sup>  | Ar <sup>2</sup>   |
| 4-1          |    | -   |    |    |
| 4-2          |    |    |    |    |
| 4-3          |    |    |    |    |
| 4-4          |    |    |    |    |
| 4-5          |  |  |  |  |
| 4-6          |  |  |  |  |
| 4-7          |  |  |  |  |
| 4-8          |  |  |  |  |
| 4-9          |  |  |  |  |

表 7

| 化合物 A<br>的编号 | HAr-L-Ar <sup>1</sup> -Ar <sup>2</sup> |   |                 |                 |
|--------------|--|---|-----------------|-----------------|
|              | HAr                                    | L | Ar <sup>1</sup> | Ar <sup>2</sup> |
| 4-10         |  |   |                 |                 |
| 4-11         |  |   |                 |                 |
| 4-12         |  |   |                 |                 |

表 8

| 化合物 A<br>的编号 | HAr-L-Ar <sup>1</sup> -Ar <sup>2</sup> |   |                 |                 |
|--------------|--|---|-----------------|-----------------|
|              | HAr                                    | L | Ar <sup>1</sup> | Ar <sup>2</sup> |
| 5-1          |  |   |                 |                 |
| 5-2          |  |   |                 |                 |
| 5-3          |  |   |                 |                 |
| 5-4          |  |   |                 |                 |
| 5-5          |  |   |                 |                 |
| 5-6          |  |   |                 |                 |

表 9

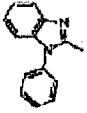



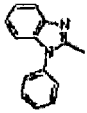

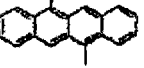

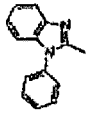

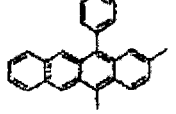



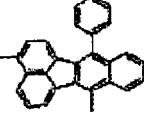

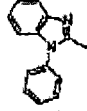

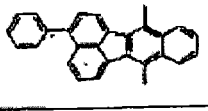

| 化合物 A<br>的编号 | HAr-L-Ar <sup>1</sup> -Ar <sup>2</sup>  |   |  |   |
|--------------|---|---|--|---|
|              | HAr   | L   | Ar <sup>1</sup>  | Ar <sup>2</sup>   |
| 6-1          |    |    |    |    |
| 6-2          |    |    |    |    |
| 6-3          |    |    |    |    |
| 6-4          |   |   |   |   |
| 6-5          |  |  |  |  |

表 10

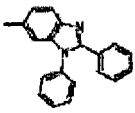

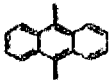

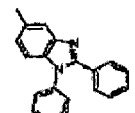

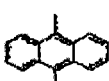

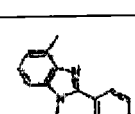

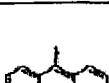

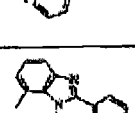

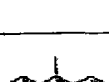

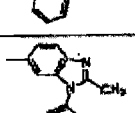

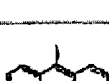

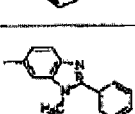

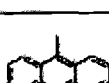

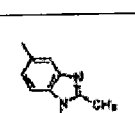

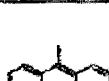

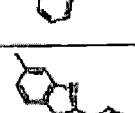



| 化合物 A<br>的编号 | HAr-L-Ar <sup>1</sup> -Ar <sup>2</sup>  |   |  |   |
|--------------|---|---|--|---|
|              | HAr   | L   | Ar <sup>1</sup>  | Ar <sup>2</sup>   |
| 7-1          |    |    |    |    |
| 7-2          |    |    |    |    |
| 7-3          |    |    |    |    |
| 7-4          |   |    |   |    |
| 7-5          |  |  |  |  |
| 7-6          |  |  |  |  |
| 7-7          |  |  |  |  |
| 7-8          |  |  |  |  |

表 11

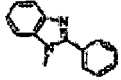

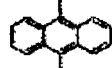

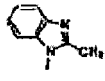

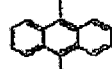

| 化合物 A<br>的编号 | HAr-L-Ar <sup>1</sup> -Ar <sup>2</sup>  |   |  |   |
|--------------|---|---|--|---|
|              | HAr   | L   | Ar <sup>1</sup>  | Ar <sup>2</sup>   |
| 7-9          |  |  |  |  |
| 7-10         |  |  |  |  |

表 12





































| 化合物 A<br>的编号 | HAr-L-Ar <sup>1</sup> -Ar <sup>2</sup>  |   |  |   |
|--------------|---|---|--|---|
|              | HAr   | L   | Ar <sup>1</sup>  | Ar <sup>2</sup>   |
| 8-1          |    |    |    |    |
| 8-2          |    |    |    |    |
| 8-3          |    |    |    |    |
| 8-4          |    |    |    |    |
| 8-5          |  |  |  |  |
| 8-6          |  |  |  |  |
| 8-7          |  |  |  |  |
| 8-8          |  |  |  |  |
| 8-9          |  |  |  |  |

表 13





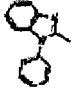



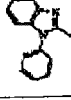

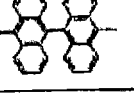

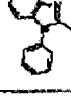

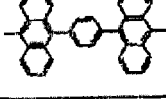

| 化合物 A<br>的编号 | HAr-L-Ar <sup>1</sup> -Ar <sup>2</sup>  |   |  |   |
|--------------|---|---|--|---|
|              | HAr   | L   | Ar <sup>1</sup>  | Ar <sup>2</sup>   |
| 8-10         |  |  |  |  |
| 8-11         |  |  |  |  |
| 8-12         |  |  |  |  |
| 8-13         |  |  |  |  |

表 14

| 化合物 A<br>的编号 | HAr-L-Ar <sup>1</sup> -Ar <sup>2</sup> |   |                 |                 |
|--------------|--|---|-----------------|-----------------|
|              | HAr                                    | L | Ar <sup>1</sup> | Ar <sup>2</sup> |
| 9-1          |  |   |                 |                 |
| 9-2          |  |   |                 |                 |
| 9-3          |  |   |                 |                 |
| 9-4          |  |   |                 |                 |
| 9-5          |  |   |                 |                 |
| 9-6          |  |   |                 |                 |
| 9-7          |  |   |                 |                 |
| 9-8          |  |   |                 |                 |
| 9-9          |  |   |                 |                 |

表 15

















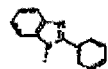






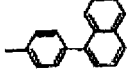



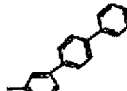
| 化合物 A<br>的编号 | HAr-L-Ar <sup>1</sup> -Ar <sup>2</sup>  |   |  |   |
|--------------|---|---|--|---|
|              | HAr   | L   | Ar <sup>1</sup>  | Ar <sup>2</sup>   |
| 9-10         |    |    |    |    |
| 9-11         |    |    |    |    |
| 9-12         |    |    |    |    |
| 9-13         |    |    |    |    |
| 9-14         |    |    |    |    |
| 9-15         |   |   |   |   |
| 9-16         |  |  |  |  |

表 16

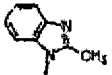

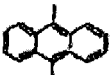

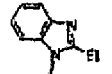

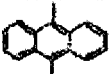



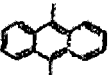



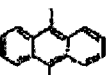



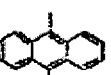

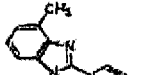

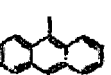



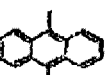



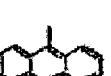



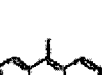

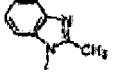

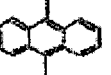
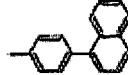
| 化合物 A<br>的编号 | HAr-L-Ar <sup>1</sup> -Ar <sup>2</sup>  |   |  |   |
|--------------|---|---|--|---|
|              | HAr   | L   | Ar <sup>1</sup>  | Ar <sup>2</sup>   |
| 10-1         |    |    |    |    |
| 10-2         |    |    |    |    |
| 10-3         |    |    |    |    |
| 10-4         |    |    |    |    |
| 10-5         |   |   |   |   |
| 10-6         |  |  |  |  |
| 10-7         |  |  |  |  |
| 10-8         |  |  |  |  |
| 10-9         |  |  |  |  |
| 10-10        |  |  |  |  |

表 17

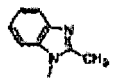

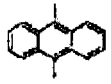
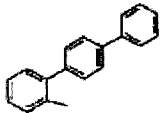
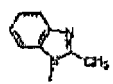

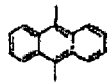
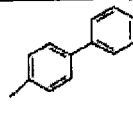
| 化合物 A<br>的编号 | HAr-L-Ar <sup>1</sup> -Ar <sup>2</sup>  |   |  |   |
|--------------|---|---|--|---|
|              | HAr   | L   | Ar <sup>1</sup>  | Ar <sup>2</sup>   |
| 10-11        |  |  |  |  |
| 10-12        |  |  |  |  |

表 18

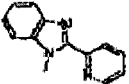

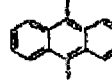
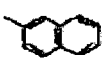
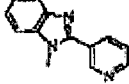

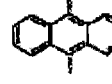
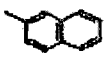
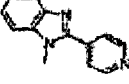

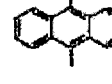
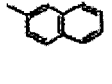
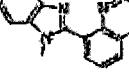

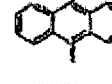
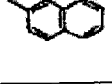


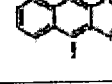



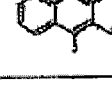

| 化合物 A<br>的编号 | HAr-L-Ar <sup>1</sup> -Ar <sup>2</sup>  |   |  |   |
|--------------|---|---|--|---|
|              | HAr   | L   | Ar <sup>1</sup>  | Ar <sup>2</sup>   |
| 11-1         |  |  |  |  |
| 11-2         |  |  |  |  |
| 11-3         |  |  |  |  |
| 11-4         |  |  |  |  |
| 11-5         |  |  |  |  |
| 11-6         |  |  |  |  |

表19

| 化合物 A<br>的编号 | HAr-L-Ar <sup>1</sup> -Ar <sup>2</sup> |   |                 |                 |
|--------------|--|---|-----------------|-----------------|
|              | HAr                                    | L | Ar <sup>1</sup> | Ar <sup>2</sup> |
| 12-1         |  | - |                 |                 |
| 12-2         |  |   |                 |                 |
| 12-3         |  |   |                 |                 |
| 12-4         |  |   |                 |                 |
| 12-5         |  |   |                 |                 |
| 12-6         |  |   |                 |                 |
| 12-7         |  |   |                 |                 |
| 12-8         |  |   |                 |                 |
| 12-9         |  |   |                 |                 |
| 12-10        |  |   |                 |                 |
| 12-11        |  |   |                 |                 |

表 20



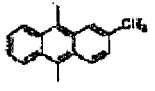
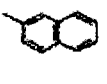


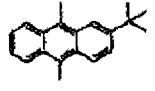
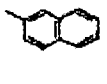


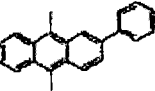
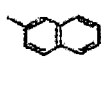


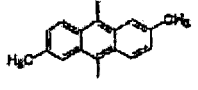
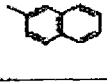


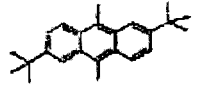
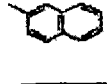


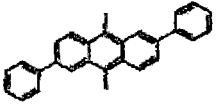
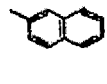
| 化合物 A<br>的编号 | HAr-L-Ar <sup>1</sup> -Ar <sup>2</sup>  |   |  |   |
|--------------|---|---|--|---|
|              | HAr   | L   | Ar <sup>1</sup>  | Ar <sup>2</sup>   |
| 13-1         |    |    |    |    |
| 13-2         |    |    |    |    |
| 13-3         |    |    |    |    |
| 13-4         |    |    |    |    |
| 13-5         |  |  |   |  |
| 13-6         |  |  |  |  |

表 21

| 化合物 A<br>的编号 | HAr-L-Ar <sup>1</sup> -Ar <sup>2</sup> |   |                 |                 |
|--------------|--|---|-----------------|-----------------|
|              | HAr                                    | L | Ar <sup>1</sup> | Ar <sup>2</sup> |
| 14-1         |  |   |                 |                 |
| 14-2         |  |   |                 |                 |
| 14-3         |  |   |                 |                 |
| 14-4         |  |   |                 |                 |
| 14-5         |  |   |                 |                 |

表 22

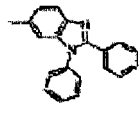
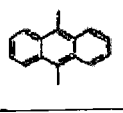
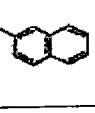
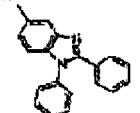
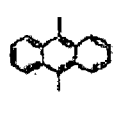
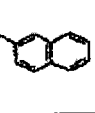
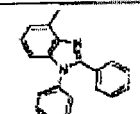
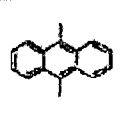
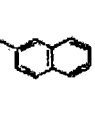
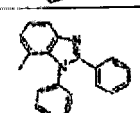
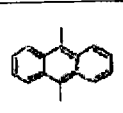
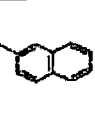
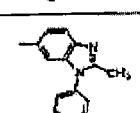
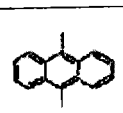
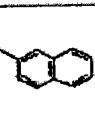
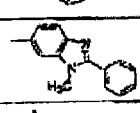
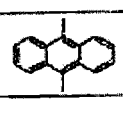
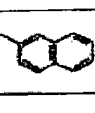
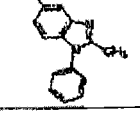
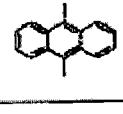
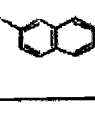
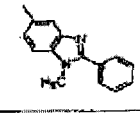
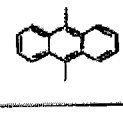
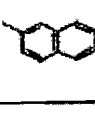
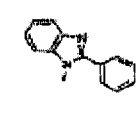
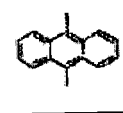
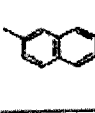
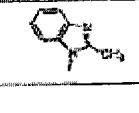
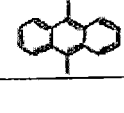
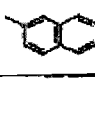
| 化合物 A<br>的编号 | HAr-L-Ar <sup>1</sup> -Ar <sup>2</sup>  |   |  |   |
|--------------|---|---|--|---|
|              | HAr   | L | Ar <sup>1</sup>  | Ar <sup>2</sup>   |
| 15-1         |    | - |    |    |
| 15-2         |    | - |    |    |
| 15-3         |    | - |    |    |
| 15-4         |    | - |    |    |
| 15-5         |   | - |   |   |
| 15-6         |  | - |  |  |
| 15-7         |  | - |  |  |
| 15-8         |  | - |  |  |
| 15-9         |  | - |  |  |
| 15-10        |  | - |  |  |

表 23

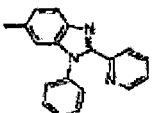
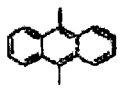
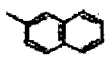
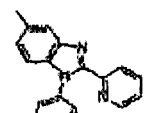
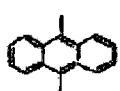
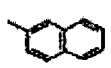
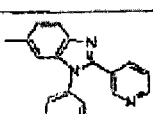
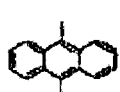
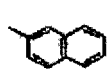
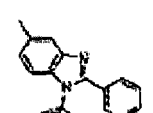
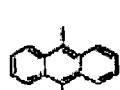
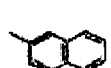
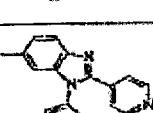
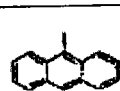

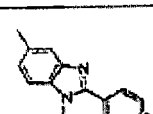
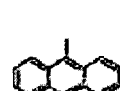

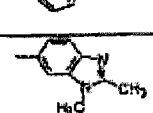
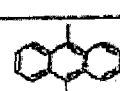
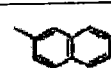
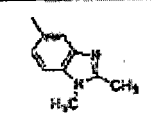
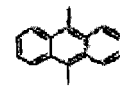
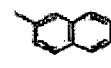
| 化合物 A<br>的编号 | HAr-L-Ar <sup>1</sup> -Ar <sup>2</sup>  |   |  |   |
|--------------|---|---|--|---|
|              | HAr   | L | Ar <sup>1</sup>  | Ar <sup>2</sup>   |
| 16-1         |    | - |    |    |
| 16-2         |    | - |    |    |
| 16-3         |    | - |    |    |
| 16-4         |   | - |   |   |
| 16-5         |  | - |  |  |
| 16-6         |  | - |  |  |
| 16-7         |  | - |  |  |
| 16-8         |  | - |  |  |

表 24

| 化合物 A<br>的编号 | HAr-L-Ar <sup>1</sup> -Ar <sup>2</sup> |   |                 |                 |
|--------------|--|---|-----------------|-----------------|
|              | HAr                                    | L | Ar <sup>1</sup> | Ar <sup>2</sup> |
| 17-1         |  | - |                 |                 |
| 17-2         |  | - |                 |                 |
| 17-3         |  | - |                 |                 |
| 17-4         |  | - |                 |                 |
| 17-5         |  | - |                 |                 |
| 17-6         |  | - |                 |                 |
| 17-7         |  | - |                 |                 |
| 17-8         |  | - |                 |                 |

表 25

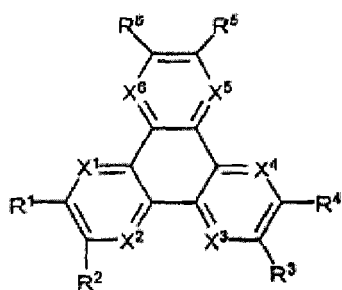
| 化合物编号 | 结构式 | 化合物编号 | 结构式 |
|-------|-----|-------|-----|
| B-1   |     | B-2   |     |
| B-3   |     | B-4   |     |
| B-5   |     | B-6   |     |
| B-7   |     | B-8   |     |

应当注意，电子传输层 **14d** 可以由包含含氮杂环衍生物的单层，可以是包含两种或多种含氮杂环衍生物的混合层，或者可以是含氮杂环衍生物和另一种化合物的混合层。该另一种化合物可以是选自碱金属、碱土金属、稀土金属、以及它们的氧化物、复合氧化物、氟化物和碳酸酯中的至少一种化合物。作为一种替换，电子传输层 **14d** 可以通过以一个堆叠在另一个上的方式堆叠包含含氮杂环化合物的多个层而形成，或者可以处于其中包含的具有含氮杂环衍生物的单层与包含除了含氮杂环衍生物以外的化合物的另一种层的堆叠结构。在这种堆叠结构中，除了含氮杂环衍生物以外的

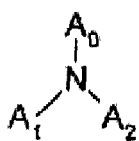
化合物的层可以设置在其中包含的具有含氮杂环衍生物的层的一侧，所述一侧是阳极 **13** 侧，或者可以设置在其中包含的具有含氮杂环衍生物的层的另一侧，所述另一侧是阴极 **15** 侧。

接着，将对于有机层 **14** 中除了电子传输层 **14d** 以外的层的结构进行描述。如上所述，由电子传输层 **14d** 构成的电子供给层形成成为厚于由空穴注入层 **14a** 和空穴传输层 **14b** 构成的空穴供给层。为了平衡上述电子传输层 **14d** 的空穴供给能力和电子供给能力，空穴注入层 **14a** 和空穴传输层 **14b** 可以优选设置有 60 nm 或更小的总厚度。

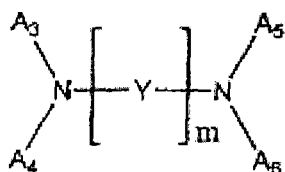
作为空穴注入层 **14a** 和空穴传输层 **14b**，可以使用一般的材料。然而，优选使用由下列化学式 (4)、(5)、(6) 和 (7) 表示的化合物作为空穴注入和/或空穴传输材料来形成这些层，因为相对于电子供给到上述电子传输层 **14d**，可以优化空穴供给到发光层 **14c**。虽然这些化合物可以用于空穴注入层 **14a** 和空穴传输层 **14b** 中的一种或两种中，但优选使用具有高氮 (N) 含量的组成的化合物作为空穴注入层 **14a**，因为可以降低对来自阳极 **13** 的空穴注入的障碍。由于在本发明的结构中增强了电子的注入，所以从提供良好的载体平衡 (carrier balance) 的观点来看，在与阳极的界面处仍然更优选使用高空穴注入特性的氮杂苯并菲衍生物。



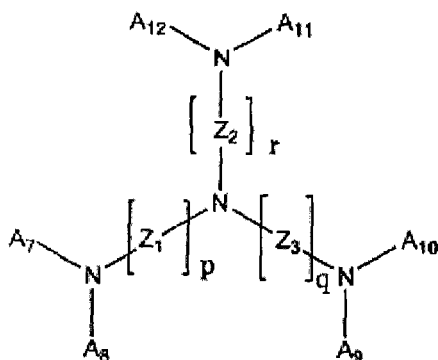
..... 化学式 (4)



..... 化学式 (5)



..... 化学式 (6)

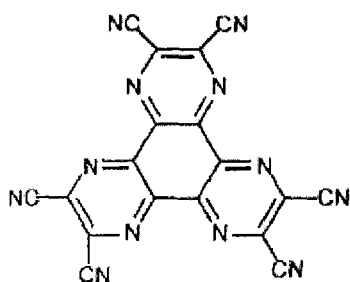


..... 化学式 (7)

在表示氮杂苯并菲衍生物的化学式(4)中,  $R^1 \sim R^6$  各自独立地表示氢原子, 或选自卤素原子、羟基基团、氨基基团、芳基氨基基团、具有 20 个或更少的碳原子的取代或未取代的羰基基团、具有 20 个或更少的碳原子的取代或未取代的羧基酯基团、具有 20 个或更少的碳原子的取代或未取代的烷基基团、具有 20 个或更少的碳原子的取代或未取代的烯基基团、具有 20 个或更少的碳原子的取代或未取代的烷氧基基团、具有 30 个或更少的碳原子的取代或未取代的芳基基团、具有 30 个或更少的碳原子的取代或未取代的杂环基团、硝酰(nitryl)基团、氰基基团、硝基基团以及甲硅烷基基团中的取代基, 并且邻近的  $R^m$  ( $m = 1 \sim 6$ ) 可以通过对应的环状

结构分别结合在一起。而且， $X^1 \sim X^6$ 各自独立地表示碳或氮(N)原子。特别是当X是N原子时，这些化合物具有高N含量，因此，可以适合地被用作空穴注入层 **14a**。

氮杂苯并菲衍生物的具体实例包括由以下结构式(1)表示的六硝酰氮杂苯并菲(hexanitrylazatriphenylene):



..... 结构式(1)

在表示胺衍生物的化学式(5)中， $A_0 \sim A_2$ 各自独立地表示单价  $C_{6-30}$ 芳香烃基团，该芳香烃基团可以是未取代的或者可以具有一个或多个取代基。这些取代基可以各自选自卤素原子或者羟基、醛、羰基、羧基酯、烷基、烯基、环烷基、烷氧基、芳基、氨基、杂环、氰基、硝酰、硝基或甲硅烷基基团。

胺衍生物的具体实例包括表26~表27中所示的化合物C。

表 26

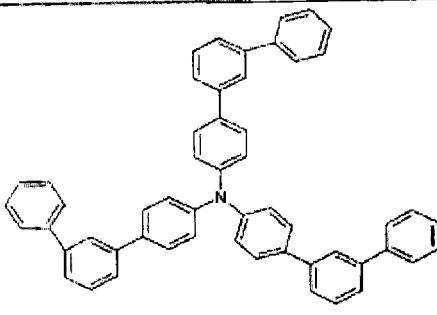
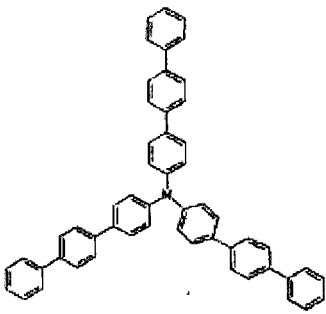
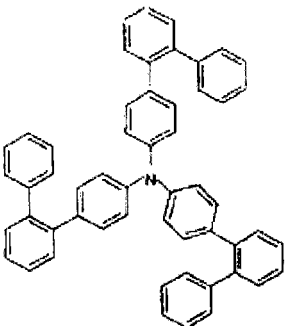
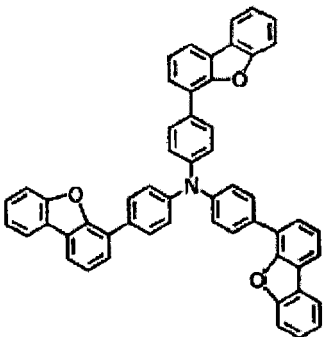
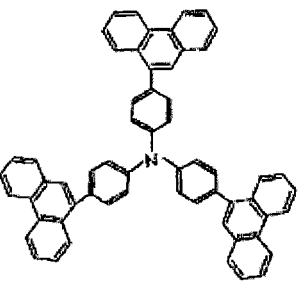
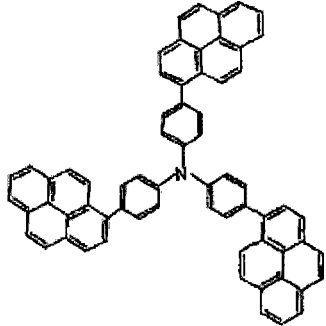
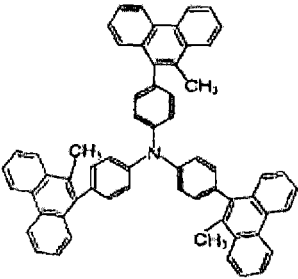
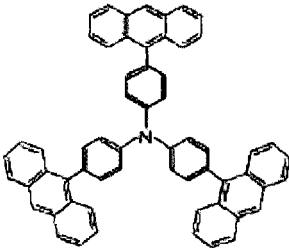
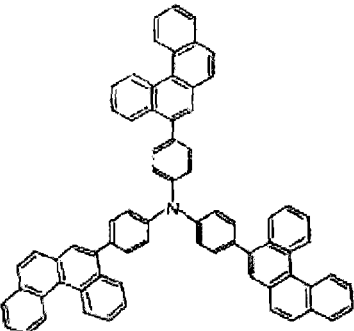
|  |   |
|--|---|
| 化合物编号 C-1<br> | C-2<br>   |
| C-3<br>      | C-4<br>  |
| C-5<br>     | C-6<br> |

表 27

| 化合物编号 C-7  | C-8  |
|--|--|
|   |  |
| C-9  |  |
|  |  |

在表示二胺衍生物的化学式(6)中,  $A_3 \sim A_6$  各自独立地表示  $C_6 - C_{20}$  芳香烃基团, 该芳香烃基团可以是未取代的或者可以具有一个或多个取代基。这些取代基可以各自选自卤素原子或者羟基、醛、羰基、羧基酯、烷基、烯基、环烷基、烷氧基、芳基、氨基、杂环、氰基、硝酰、硝基或甲硅烷基基团。而且,  $A_3$  和  $A_4$  以及  $A_5$  和  $A_6$  可以各自通过连接基团而结合在一起。Y 表示二价芳香烃基团, 并且可以选自亚苯基(苯撑, phenylene)、亚萘基(次萘基, naphthylene)、亚蒽基(anthracenylene)、亚菲基(phenanthrenylene)、亚并四苯基(naphthacenylene)、亚荧蒽基(fluroanthrenylene)或亚二萘嵌苯基(perylene)基团, 而 m 代表 1 或更大的整数。在

除了 N-结合位置以外的一个或多个位置处, Y 可以具有相似数量的取代基。这些取代基可以各自选自卤素原子或者羟基、醛、羰基、羧基酯、烷基、烯基、环烷基、烷氧基、芳基、氨基、杂环、氰基、硝酰、硝基或甲硅烷基基团。

二胺衍生物可用的具体实例包括表 28 ~ 表 31 中所示的化合物 D。

表 28

|           |      |      |      |
|-----------|------|------|------|
| 化合物编号 D-1 | D-2  | D-3  | D-4  |
|           |      |      |      |
| D-5       | D-6  | D-7  | D-8  |
|           |      |      |      |
| D-9       | D-10 | D-11 | D-12 |
|           |      |      |      |
| D-13      | D-14 | D-15 | D-16 |
|           |      |      |      |
| D-17      | D-18 | D-19 | D-20 |
|           |      |      |      |
| D-21      | D-22 | D-23 | D-24 |
|           |      |      |      |

表 29

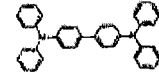
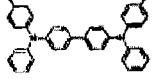
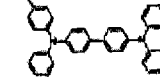
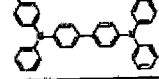
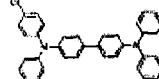
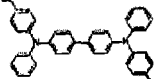
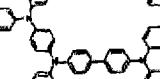
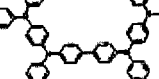

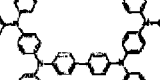
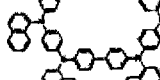
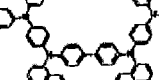
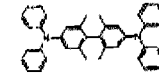
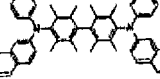
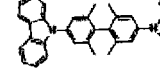
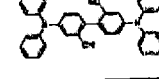
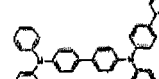
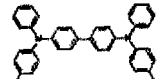
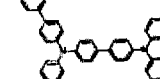
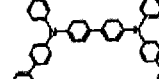
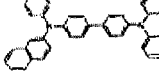
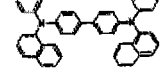
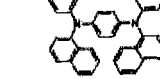
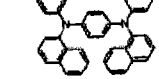
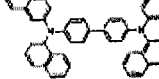
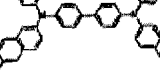
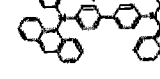
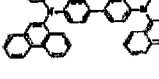
|   |   |  |   |
|---|---|--|---|
| D-25  | D-26  | D-27   | D-28  |
|    |    |    |    |
| D-29  | D-30  | D-31   | D-32  |
|    |    |    |    |
| D-33  | D-34  | D-35   | D-36  |
|    |    |    |    |
| D-37  | D-38  | D-39   | D-40  |
|   |   |   |   |
| D-41  | D-42  | D-43   | D-44  |
|  |  |  |  |
| D-45  | D-46  | D-47   | D-48  |
|  |  |  |  |
| D-49  | D-50  | D-51   | D-52  |
|  |  |  |  |

表 30

|      |      |      |      |
|------|------|------|------|
| D-53 | D-54 | D-55 | D-56 |
|      |      |      |      |
| D-57 | D-58 | D-59 | D-60 |
|      |      |      |      |
| D-61 | D-62 | D-63 | D-64 |
|      |      |      |      |
| D-65 | D-66 | D-67 | D-68 |
|      |      |      |      |
| D-69 | D-70 | D-71 | D-72 |
|      |      |      |      |
| D-73 | D-74 | D-75 | D-76 |
|      |      |      |      |

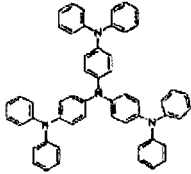
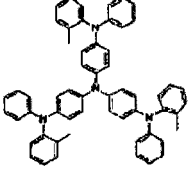
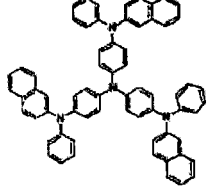
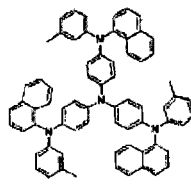
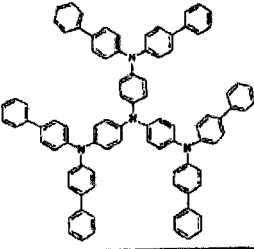
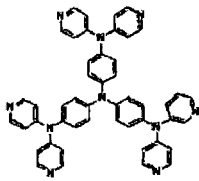
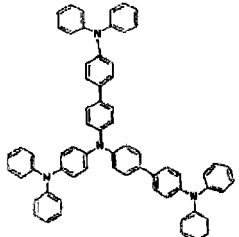
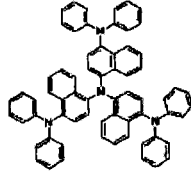
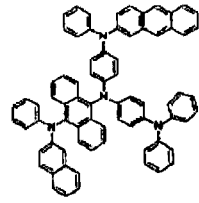
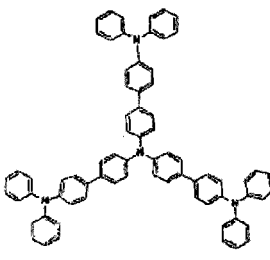
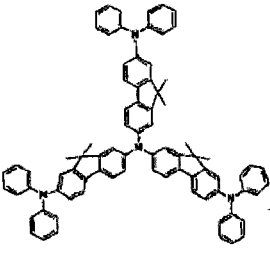
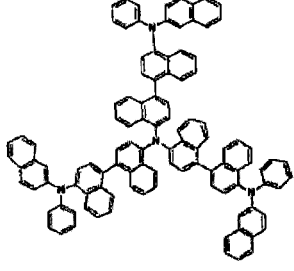
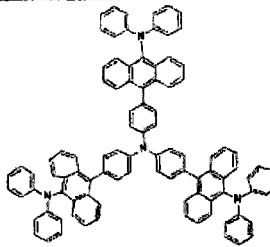
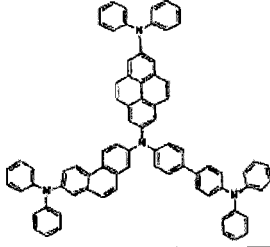
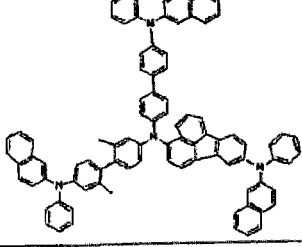
表 31

|      |      |      |      |
|------|------|------|------|
| D-77 | D-78 | D-79 | D-80 |
|      |      |      |      |
| D-81 | D-82 | D-83 | D-84 |
|      |      |      |      |

在表示三芳基胺多聚体的化学式(7)中,  $A_7 \sim A_{12}$  各自独立地表示  $C_6 - C_{20}$  芳香烃基团, 该芳香烃基团可以是未取代的或者可以具有一个或多个取代基。这些取代基可以各自选自卤素原子或者羟基、醛、羰基、羧基酯、烷基、烯基、环烷基、烷氧基、芳基、氨基、杂环、氰基、硝酰、硝基或甲硅烷基基团。 $Z_1 \sim Z_3$  各自独立地表示二价芳香烃基团, 并且可以选自亚苯基、亚萘基、亚蒽基、亚菲基、亚并四苯基、亚荧蒽基或亚二萘嵌苯基基团, 而  $p$ 、 $q$  和  $r$  各自独立地代表 1 或更大的整数。而且,  $A_7$  和  $A_8$ 、 $A_9$  和  $A_{10}$ 、以及  $A_{11}$  和  $A_{12}$  可以各自通过连接基团而结合在一起。在除了 N-结合位置以外的一个或多个位置处,  $Z_1 \sim Z_3$  可以各自具有相似数量的取代基。这些取代基可以各自选自卤素原子或者羟基、醛、羰基、羧基酯、烷基、烯基、环烷基、烷氧基、芳基、氨基、杂环、氰基、硝酰、硝基或甲硅烷基基团。

三芳基胺多聚体的具体实例包括表 32 中所示的化合物 E。

表 32

| 化合物编号 E-1   | E-2   | E-3   |
|---|---|---|
|    |    |    |
| E-4   | E-5   | E-6   |
|    |    |    |
| E-7   | E-8   | E-9   |
|  |  |  |
| E-10  | E-11  | E-12  |
|  |  |  |
| E-13  | E-14  | E-15  |
|  |  |  |

作为构成发光层 **14c** 的材料, 希望不仅具有注入电荷的功能(两者施加电场时能够从阳极或空穴注入层注入空穴同时能够从阴极层或电子注入层注入电子的功能)而且具有传输的功能(在电场的力下引起注入的空穴和电子移动的功能)和发光的功能(对电子和空穴提供再结合的场所以引起发光的功能)。作为主体(host), 例如, 这样的材料可以是苯乙烯基衍生物、蒽衍生物、并四苯衍生物或芳香胺。作为苯乙烯基衍生物特别优选的是选自联苯乙烯衍生物、三苯乙烯基衍生物、四苯乙烯基衍生物以及苯乙烯胺衍生物中的至少一种苯乙烯基衍生物。作为蒽衍生物的优选的是不对称的蒽化合物。作为芳香胺优选的是包含 2~4 个芳香族取代的氮原子的化合物。

该材料也可以包含荧光染料作为发光掺杂剂。作为发光掺杂剂, 可以根据需要选择性地使用例如荧光材料诸如激光染料如苯乙烯基苯(styrylbenzene)染料、噁唑染料、二萘嵌苯染料、香豆素染料和吡啶染料; 聚芳香烃材料例如蒽衍生物、并四苯衍生物、并五苯衍生物和蒎衍生物; 吡咯甲川(pyrrromethene)骨架化合物和吡咯甲川金属配合物; 喹吡啶酮(quinacridone)衍生物; 氰基亚甲基吡喃(cyanomethylenepyrane)衍生物(DCM、DCJTb); 苯并噻唑化合物; 苯并咪唑化合物; 以及金属螯合的 oxynoid 化合物中的一种。基于膜厚度, 这些荧光材料的掺杂浓度可以各自优选为 0.5% 或更高但不高于 15%。

由有机层 **14** 构成的各层 **14a**~**14d** 可以提供有其它特征或功能。各层 **14a**~**14d** 可以各自具有堆叠结构。例如, 发光层 **14c** 可以由堆叠结构形成以制造发射白光的有机电致发光器件, 该堆叠结构由蓝光发射层、绿光发射层以及红光发射层组成。

接着将参照图 2A 的示意性结构图和图 2B 的像素电路结构图对具有这样的在基板 12 上以阵列形成的有机电致发光器件 11 的示例性有源矩阵显示装置 20 进行描述。

如图 2A 所图解说明的,显示区域 12a 和其外围区域(peripheral area) 12b 设定在显示装置 20 的基板 12 上。在显示区域 12a 中,分别水平地和垂直地形成多条扫描线 21 和多条信号线 22,并且对应于它们的交叉点分别设置像素 A,使得显示区域 12a 被构造为像素阵列区域。这些像素 A 分别设置有有机电致发光器件。另一方面,设置在外围区域 12b 中的是用于扫描驱动扫描线 21 的扫描线驱动电路 23 和用于为信号线 22 提供对应于亮度信息的视频信号(换句话说,输入信号)的信号线驱动电路 24。

如图 2B 所描述的,设置在每个像素 A 上的像素电路由例如有机电致发光器件 11、驱动晶体管 Tr1、写入晶体管(写晶体管, write transistor)(采样晶体管) Tr2、以及保持电容器(retention capacitor) Cs 构成。基于由扫描线驱动电路 23 的驱动通过写入晶体管 Tr2 从信号线 22 写入的每个视频信号被保持在保持电容器 Cs 中,对应于保持信号强度的电流被提供给有机电致发光器件 11,并且有机电致发光器件 11 以对应于电流值的亮度发光。

应当注意,上述像素电路结构仅仅是示例性的。因此,可以根据需要在像素电路中设置电容器并且可以用多个晶体管构造像素电路。而且,根据对像素电路的变更可以按照需要将一个或多个驱动电路进一步添加到外围区域 12b 中。

根据本发明的显示装置也可以以如图 3 所示的密封结构的模块形式。例如,设置密封部分(密封部, sealing part) 25 使得其围绕作为像素阵列区域的显示区域 12a。用粘合剂形成该密封部分 25,将基板 12 粘结在由透明玻璃等制成的对向元件(opposing element)

(密封基板 **26**) 上以制造显示模块。该透明的密封基板 **26** 可以设置有滤色器、保护膜、遮光膜等。应当注意, 具有形成在其上的显示区域 **12a** 的作为显示模块的基板 **12** 设置有柔性印刷基板 **27** 用于将信号等从外部输入/输出到显示区域 **12a** (像素阵列区域)。

在如上所述的这样的有机电致发光器件和显示装置中, 电子传输层 **14d** 包含具有高电子供给能力的含氮杂环衍生物。尽管形成厚度大于空穴注入层 **14a** 和空穴传输层 **14b** 总厚度的电子传输层 **14d**, 因此电子传输层 **14d** 可以为发光层 **14c** 提供必需的和足够的电子以在低驱动电压下获得较高的效率。而且, 形成总厚度小于电子传输层 **14d** 的空穴注入层 **14a** 和空穴传输层 **14b** 可以增加空穴的供给。因此, 可以在刚好足够的空穴和电子的情况下获得载体平衡, 同时保证载体的足够大的供给量, 因此, 可以获得高发光效率。由于空穴和电子既不太多也不太少, 所以几乎不会破坏载体平衡, 从而可以降低在驱动下的劣化并且可以延长发光寿命。因此, 可以实现低功率消耗和优异的长期可靠性的显示。

在根据本发明的有机电致发光器件和显示装置中, 电子传输层 **14d** 形成为很厚使得发光层 **14c** 中载体的再结合区域可以设置在远离阴极 **15** 的位置上。因此, 可以避免对再结合区域的破坏, 该破坏在通过溅射等形成阴极 **15** 时会以其它方式发生。

应当注意, 根据本发明的有机电致发光器件并不限于利用 TFT 基板并用于有源矩阵显示装置中的有机电致发光器件, 而是可用作用于无源显示装置 (passive display device) 中的有机电致发光器件并可以产生相似的有利效果。当应用于无源显示装置中时, 阴极 **15** 和阳极 **13** 中的一个被配置为信号线, 而另一个被配置为扫描线。

在上述实施例中, 对产生的光从设置在与基板 **12** 相对侧的阴极 **15** 侧输出的“顶发射”设计进行了描述。然而, 本发明也可以

用于“底发射”有机电致发光器件中，其中通过用透明材料形成基板 12 而使发射的光从基板 12 侧输出。在这种情况下，在参照图 1 描述的堆叠结构中，由透明材料形成的基板 12 上的阳极 13 使用具有大功函数的透明电极材料如 ITO 进行配置。在这种结构中，产生的光可以从基板 12 侧和与基板 12 相对侧中的两者输出。在这样的结构中，使用反射材料配置阴极 15 使得可以仅从基板 12 侧输出产生的光。在这种情况下，AuGe、Au、Pt 等的密封电极可以用于阴极 15 的最上层。

其中产生的光从基板 12 侧输出的“透射型”有机电致发光器件也可以通过更改已参照图 1 描述的堆叠结构而配置为这样的结构，在该结构中，各层从由透明材料形成的基板 12 侧相反地堆叠并且阳极 13 设置为上部电极。在这种情况下，通过透明电极将阳极 13 替换为上部电极使得可以从基板 12 侧和与基板 12 侧相对侧中的两者输出产生的光。

已经基于实施例在上面描述的本发明也可以用于通过彼此在其上堆叠单元（装置，unit）而配置的堆叠型有机电致发光器件（stacked organic electroluminescent device）中，每个单元由包括发光层的有机层形成。如本文中使用的，术语“堆叠型有机电致发光器件”是指有机电致发光串联器件（tandem device）。例如，JP-A-11-329748 披露的装置的特征在于：多个有机电致发光器件分别通过中间导电层进行串联电连接。

而且，JP-A-2003-45676 和 JP-A-2003-272860 披露了用于实现串联器件的器件结构并包含详细的实施例。这些专利公开描述了当其中每个包括有机层的两个单元彼此堆叠其上时在不改变发光效率（lm/W）的情况下电流效率（cd/A）可以理想地增加两倍，以及

当其中每个包括有机层的三个单元彼此堆叠其上时在不改变发光效率 (lm/W) 的情况下电流效率 (cd/A) 可以理想地增加三倍。

由于从串联器件的结构和本发明的寿命延长效果可固有地得到较长寿命的协同效应, 因此本发明应用于串联器件可以提供极其长寿命的器件。

### 应用实例

根据本发明的上述显示装置可以作为显示装置用于各种领域的电子设备中, 该显示装置将电子设备 (诸如图 4~8G 中所描述的各种电子设备, 例如数码相机、笔记本式个人计算机、移动终端设备如便携式电话、以及摄像机) 中输入的视频信号或者电子设备中产生的视频信号显示成画面图像 (picture image) 或视频图像。在下文中将对应用了本发明的电子设备的实例进行描述。

图 4 是应用了本发明的电视机的透视图。根据该应用实例的电视机包括由面板 102、滤色玻璃 103 等构成的图像显示屏幕 101, 并且可以通过使用根据本发明的显示装置作为图像显示屏幕 101 而被制造。

图 5A 和图 5B 是应用了本发明的数码相机的透视图。图 5A 是当从前侧观察时的透视图, 而图 5B 是当从后侧观察时的透视图。根据该应用实例的数码相机包括用于闪光灯的发光单元 111、显示器 112、菜单选择器 113、快门按钮 114 等, 并且可以通过使用根据本发明的显示装置作为显示器 112 而被制造。

图 6 是示出了应用本发明的笔记本式个人计算机的透视图。根据该应用实例的笔记本式个人计算机包括主体 121、输入字符等时

操作的键盘 **122**、用于显示图像的显示器 **123** 等，并且可以通过使用根据本发明的显示装置作为显示器 **123** 而被制造。

图 7 是示出了应用本发明的摄像机的透视图。根据该应用实例的摄像机包括主体 **131**、前侧的物体摄影镜头（物体投影镜头，object-shooting lens）**132**、摄影时使用的启动/停止开关 **133**、显示器 **134** 等，并且可以通过使用根据本发明的显示装置作为显示器 **134** 而被制造。

图 8A ~ 图 8E 图解说明了应用本发明的移动终端设备，特别地，便携式电话，其中，图 8A 是其在打开状态下的正视图，图 8B 是其侧视图，图 8C 是其在关闭状态下的正视图，图 8D 是其左侧视图，图 8E 是其右侧视图，图 8F 是其顶视图，以及图 8G 是其底视图。根据该应用实例的便携式电话包括上部壳体（上侧壳体）**141**、下部壳体（下侧壳体）**142**、连接部（在该实例中为铰链）**143**、显示器 **144**、子显示器 **145**、图像灯（图画灯，picture light）**146**、照相机 **147** 等，并且可以通过使用根据本发明的显示装置作为显示器 **144** 或子显示器 **145** 而被制造。

## 实例

接着将对作为本发明具体实例以及对这些实例的比较例的有机电致发光器件的制造过程进行描述。

### 实例 1

形成参照图 1 在上面描述的结构有机电致发光器件 **11**。在该实例中，每一有机电致发光器件 **11** 形成为以共振器结构配置的顶发射有机电致发光器件 **11**，该共振器结构引起当在发光层 **14c** 中从阳极 **13** 注入的空穴和从阴极 **15** 注入的电子再结合时发出的光在阳

极 **13** 和阴极 **15** 之间共振并且从位于与基板 **12** 相对侧的阴极 **15** 侧输出。各层的结构示于表 33 中，其中对于与本文中接着描述的实例和比较例共有的结构，省略了它们的描述。在下文中将描述有机电致发光器件 **11** 的制造过程。

表 33

|      | 阳极                     | 空穴注入层                           | 空穴传输层                    | 电子传输层                                | 电流效率<br>(cd/A) | 电压<br>(V)   | 时间(h) | 电压增加<br>幅度( $\Delta V$ ) |
|------|------------------------|---------------------------------|--------------------------|--------------------------------------|----------------|-------------|-------|--------------------------|
| 实例1  | Ag/ITO<br>(200nm/10nm) | D-57<br>(10 nm)                 | D-43<br>(30 nm)          | A9-4(120 nm)                         | 7.8            | 5.2         | 300   | 0.2                      |
| 实例2  | Ag/ITO                 | D-57                            | D-43                     | A9-15(120 nm)                        | 7.6            | 5.3         | 305   | 0.2                      |
| 实例3  | Ag/ITO                 | D-57                            | D-43                     | A9-16(120 nm)                        | 7.0            | 5.4         | 280   | 0.1                      |
| 实例4  | Ag/ITO                 | D-57                            | D-43                     | A10-10(120 nm)                       | 8.0            | 5.5         | 300   | 0.3                      |
| 实例5  | Ag/ITO                 | D-57                            | D-43                     | B-3(120 nm)                          | 6.0            | 10.5        | 200   | 0.6                      |
| 实例6  | Ag/ITO                 | D-57                            | D-43                     | A9-15(50%)+A9-16(50%)(120 nm)        | 7.3            | 5.8         | 300   | 0.1                      |
| 实例7  | Ag/ITO                 | D-57                            | D-43                     | A9-2(60 nm)/<br>A9-4(60 nm)          | 7.0            | 6.1         | 302   | 0.2                      |
| 实例8  | Ag/ITO                 | D-57                            | D-43                     | DPA(10 nm)/<br>A9-4(110 nm)          | 7.8            | 6.0         | 300   | 0.2                      |
| 实例9  | Ag/ITO                 | D-57                            | D-43                     | A9-16(100 nm)/<br>Bphen(20nm)+Cs(5%) | 7.7            | 5.1         | 250   | 0.1                      |
| 实例10 | Al-Nd(10%)<br>(120 nm) | 结构式(1)(10 nm)                   | D-42/D-82<br>(10nm/10nm) | A9-4(120 nm)                         | 8.8            | 7.0         | 300   | 0.2                      |
| 实例11 | Al-Nd(10%)             | 结构式(1)                          | D-82(20nm)               | A9-4(120 nm)                         | 7.0            | 7.0         | 300   | 0.2                      |
| 实例12 | Al-Nd(10%)             | D-58(60%)+<br>F4TCNQ(40%)(10nm) | D-82                     | A9-4(120nm)                          | 6.5            | 9.0         | 250   | 0.5                      |
| 实例13 | Al-Nd(10%)             | 结构式(1)                          | D-82                     | A1-6(120 nm)                         | 6.8            | 9.0         | 600   | 0.1                      |
| 实例14 | Al-Nd(10%)             | 结构式(1)                          | D-83(20 nm)              | A1-15(120 nm)                        | 6.7            | 9.2         | 800   | 0.1                      |
| 比较例1 | Ag/ITO                 | D-57                            | D-43                     | DPA                                  | 0              | $\geq 20$ V | 不能测定  | 不能测定                     |
| 比较例2 | Ag/ITO                 | D-57                            | D-43                     | Alq3                                 | 3.0            | 7.3         | 200   | 0.2                      |
| 比较例3 | Ag/ITO                 | D-57                            | D-43                     | A9-4                                 | 4.0            | 5.5         | 5     | 0.2                      |

作为阳极**13**，首先，在由30 mm × 30 mm的玻璃板制成的基板**12**上以200 nm的厚度形成Ag层，然后，在Ag层上以10 nm的厚度形成ITO层。在这种情况下，阳极**13**中的Ag层的端面（所述的端面在有机层**14**侧）将作为所得到的共振器结构中的第一端部P1。通过SiO<sub>2</sub>蒸发，然后除了2 mm × 2 mm的发光区以外将基板**12**用绝缘膜（图中未示出）遮盖（mask）以制造用于有机电致发光器件的单元。

然后，通过真空蒸发在阳极**13**上以10 nm（沉积速度：0.2 ~ 0.4 nm/s）的厚度形成其为表30中所示的化合物D-57的二胺衍生物作为空穴注入层**14a**。

在空穴注入层**14a**上，通过真空蒸发以30 nm（沉积速度：0.2 ~ 0.4 nm/s）的厚度形成表29中所示的化合物D-43作为空穴传输层**14b**。化合物D-43是空穴传输材料。结果，空穴注入层**14a**和空穴传输层**14b**得到40 nm的总厚度。

使用9-（2-萘基）-10-[4-（1-萘基）苯基]蒽（主体A）作为主体和N,N,N',N'-四（2-萘基）-4,4'-二氨基芪的蓝光发射掺杂剂化合物作为掺杂剂（掺杂剂B），通过真空蒸发在空穴传输层**14b**上以36 nm的厚度进一步形成发光层**14c**使得基于膜厚度掺杂剂浓度变为5%。

然后，在发光层**14c**上，通过真空蒸发以大于空穴注入层**14a**和空穴传输层**14b**总厚度（40 nm）的120 nm的厚度形成由表14中所示的化合物A9-4组成的苯并咪唑衍生物作为电子传输层**14d**。

在如上所述已经形成从空穴注入层**14a**到电子传输层**14d**变化的有机层**14**之后，通过真空蒸发以大约0.3 nm（沉积速度：达到0.01 nm/s）的厚度形成LiF作为阴极**15**的第一层**15a**。然后通过真

空蒸发以 10 nm 的厚度形成 MgAg 作为第二层 **15b** 以将阴极 **15** 设置成双层结构的形式。在这种情况下, 第二层 **15b** 的面(所述的面在有机层 **14** 侧)将变为所得到的共振器结构的第二端部 P2。

如上所述制造有机电致发光器件 **11**。

#### 实例 2

以与实例 1 类似的方式制造有机电致发光器件 **11**, 不同之处在于: 以 120 nm 的厚度形成由表 15 中所示的化合物 A9-15 组成的苯并咪唑衍生物作为电子传输层 **14d**。

#### 实例 3

以与实例 1 类似的方式制造有机电致发光器件 **11**, 不同之处在于: 以 120 nm 的厚度形成由表 15 中所示的化合物 A9-16 组成的苯并咪唑衍生物作为电子传输层 **14d**。

#### 实例 4

以与实例 1 类似的方式制造有机电致发光器件 **11**, 不同之处在于: 以 120 nm 的厚度形成由表 16 中所示的化合物 A10-10 组成的苯并咪唑衍生物作为电子传输层 **14d**。

#### 实例 5

以与实例 1 类似的方式制造有机电致发光器件 **11**, 不同之处在于: 以 120 nm 的厚度形成由表 25 中所示的化合物 B-3 组成的邻二氮杂菲衍生物作为电子传输层 **14d**。

## 实例 6

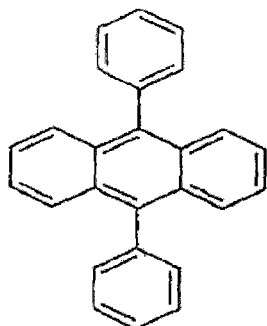
以与实例 1 类似的方式制造有机电致发光器件 **11**，不同之处在于：以 120 nm 的厚度形成由表 15 中所示的化合物 A9-15 组成的苯并咪唑衍生物和由表 16 中所示的化合物 A10-1 组成的另一种苯并咪唑衍生物的混合物的层作为电子传输层 **14d**。

## 实例 7

以与实例 1 类似的方式制造有机电致发光器件 **11**，不同之处在于：以每个 60 nm 的厚度形成并以该次序堆叠由表 14 中所示的化合物 A9-2 和化合物 A9-4 组成的苯并咪唑衍生物作为电子传输层 **14d** 以给出 120 nm 的总厚度。

## 实例 8

以与实例 1 类似的方式制造有机电致发光器件 **11**，不同之处在于：分别以 10 nm 和 110 nm 的厚度以该次序堆叠由下述结构式(2)表示的二苯基蒽 (DPA) 和由表 14 中的化合物 A9-4 组成的苯并咪唑衍生物作为电子传输层 **14d**。



DPA

..... 结构式 (2)

### 实例 9

以与实例 1 类似的方式制造有机电致发光器件 **11**，不同之处在于：分别以 100 nm 和 20 nm 的厚度以该次序堆叠由表 15 中所示的化合物 A9-16 组成的苯并咪唑衍生物和掺杂有 5% 金属铯的红菲咯啉（4,7-二苯基-1,10-菲咯啉（bathophenanthroline））的膜作为电子传输层 **14d**。

### 实例 10

以与实例 1 类似的方式制造有机电致发光器件 **11**，不同之处在于：以 120 nm 的厚度形成含 10 wt% 的 Nd 的 Al-Nd 合金的层作为阳极 **13**，以 10 nm 的厚度形成由结构式 (1) 表示的六硝酰氮杂苯并菲作为空穴注入层 **14a**，以及分别以 10 nm 和 10 nm 的厚度以该次序堆叠由表 29 中所示的化合物 D-42 组成的二胺衍生物和由表 31 中所示的化合物 D-82 组成的另一种二胺衍生物作为空穴传输层 **14b**。

### 实例 11

以与实例 10 类似的方式制造有机电致发光器件 **11**，不同之处在于：以 20 nm 的厚度形成由表 31 中所示的化合物 D-82 组成的二胺衍生物作为空穴传输层 **14b**。

### 实例 12

以与实例 10 类似的方式制造有机电致发光器件 **11**，不同之处在于：以 10 nm 的厚度形成掺杂有 40% 的 F4TCNQ 的表 30 中所示的化合物 D-58 的膜作为空穴注入层 **14a**。

### 实例 13

以与实例 10 类似的方式制造有机电致发光器件 **11**，不同之处在于：以 20 nm 的厚度形成由表 31 中所示的化合物 D-82 组成的二胺衍生物作为空穴传输层 **14b** 以及以 120 nm 的厚度形成由表 1 中所示的化合物 A1-6 组成的苯并咪唑衍生物作为电子传输层 **14d**。

### 实例 14

以与实例 10 类似的方式制造有机电致发光器件 **11**，不同之处在于：以 20 nm 的厚度形成由表 31 中所示的化合物 D-83 组成的二胺衍生物作为空穴传输层 **14b** 以及以 120 nm 的厚度形成由表 2 中所示的化合物 A1-15 组成的苯并咪唑衍生物作为电子传输层 **14d**。

### 比较例 1

作为对上述实例 1~14 的一个比较例，以与实例 1 类似的方式制造有机电致发光器件，不同之处在于：以 120 nm 的厚度形成由结构式 (2) 表示的 DPA 作为电子传输层 **14d**。

### 比较例 2

作为对上述实例 1~14 的另一个比较例，以与实例 1 类似的方式制造有机电致发光器件，不同之处在于：以 15 nm 的厚度形成 Alq3 作为电子传输层 **14d**。然而，为了将有机电致发光器件配置为如实例 1~9 中的引起发射的光在阳极 **13** 和阴极 **15** 之间共振并输出的腔结构（谐振腔结构，cavity structure），将空穴注入层 **14a** 的厚度、空穴传输层 **14b** 的厚度以及发光层 **14c** 的厚度分别调整为 10 nm、140 nm 以及 20 nm。

### 比较例 3

作为对上述实例 1~14 的一个进一步的比较例, 以与实例 1 类似的方式制造有机电致发光器件, 不同之处在于: 以 15 nm 的厚度形成表 14 中所示的化合物 A9-4 作为电子传输层 **14d**。然而, 为了将有机电致发光器件配置为如实例 1~11 中的共振器结构, 将空穴注入层 **14a** 的厚度、空穴传输层 **14b** 的厚度以及发光层 **14c** 的厚度分别调整为 10 nm、140 nm 以及 20 nm。

### 评价结果 1

对于如上所述制造的实例 1~14 和比较例 1~3 的每个有机电致发光器件, 在  $10 \text{ mA/cm}^2$  的电流密度下测量它的电压 (V) 和电流效率 (cd/A)。而且, 测量其中在  $50^\circ\text{C}$ 、25% 的功率 (负荷, duty) 以及  $100 \text{ mA/cm}^2$  下的恒定电流驱动时初始亮度假定为 1 的相对亮度下降至 0.9 的时间作为它的发光寿命, 并且测量该时间下的驱动电压增加幅度 ( $\Delta V$ )。结果示于表 33 中。

如表 33 表示, 与比较例 1-3 的有机电致发光器件相比, 其中每个电子传输层 **14d** 包含它对应的苯并咪唑衍生物并且每个电子传输层 **14d** 具有的厚度大于空穴注入层 **14a** 和空穴传输层 **14b** 的总厚度的实例 1~14 的有机电致发光器件 **11** 各自被确认具有  $6.0 \text{ cd/A}$  或更高的较高的电流效率和 200 h 或更长的较长的发光寿命。因此, 它们被确定能够实现较高的效率和较长的寿命这两者。

尤其关于实例 10 的有机电致发光器件 **11**, 电流效率高达  $8.8 \text{ (cd/A)}$ , 因此, 即使与其它实例相比也证实了更高的发光效率。另一方面, 关于实例 13 的有机电致发光器件 **11** 和实例 14 的有机电致发光器件 **11**, 证实发光寿命分别显著地延长至 600 h 和 800 h。

### 实例 15 ~ 19

此外, 通过将电子传输层 **14d** 中其中包含的具有化合物 **A9-4** 的层的厚度变为 70、100、126、150 以及 185 nm 同时使有机层 **14** 的总厚度保持不变而制造有机电致发光器件 **11**。

作为器件结构, 使用 Al-Nd (10 wt%) 合金层作为阳极 **13**, 由结构式 (1) 表示的六硝酰氮杂苯并菲作为空穴注入层 **14a**, 使用化合物 **D-43** 作为空穴传输层 **14b**, 以及使用用 9-(2-萘基)-10-[4-(1-萘基)苯基]蒽 (主体 **A**) 作为主体和 N,N,N',N'-四(2-萘基)-4,4'-二氨基芪 (掺杂剂 **B**) 的蓝光发射掺杂剂化合物作为掺杂剂而形成的使得基于膜厚度掺杂剂浓度变为 5% 的层作为发光层 **14c**。在电子传输层 **14d** 中, 使用表 14 中所示的化合物 **A9-4**。虽然使有机层 **14** 的总厚度保持不变, 但将电子传输层 **14d** 中包含化合物 **A9-4** 的层的厚度变为 70、100、126、150 以及 185 nm, 从而制造有机电致发光器件 **11**。各个实例的有机电致发光器件 **11** 的结构中的材料和膜厚度示于表 34 中。在实例 13 ~ 15 的每一个中, 使用 9-(2-萘基)-10-[4-(1-萘基)苯基]蒽 (主体 **A**) 作为厚度调整层以调整电子传输层 **14d** 的厚度。除了上述变化外以与实例 1 类似的方式, 制造器件, 并且测量该器件的效率、电压和寿命。

表 34

(单位: nm)

| 材料   | 电子传输层的厚度            |          | 空穴注入层的厚度 | 空穴传输层的厚度 | 发光层的厚度   | 阳极的厚度      |
|------|---------------------|----------|----------|----------|----------|------------|
|      | 其中包含的具有含氮杂环衍生物的层的厚度 | 厚度调整层的厚度 |          |          |          |            |
|      | 化合物 A9-4            | 主体A      | 结构式(1)   | 化合物 D-43 | 主体A+掺杂剂B | Al-Nd(10%) |
| 实例15 | 70                  | 56       | 10       | 30       | 36       | 120        |
| 实例16 | 100                 | 26       | 10       | 30       | 36       | 120        |
| 实例17 | 126                 | 0        | 10       | 30       | 36       | 120        |
| 实例18 | 150                 | 0        | 10       | 30       | 16       | 120        |
| 实例19 | 185                 | 0        | 5        | 5        | 7        | 120        |
| 比较例4 | 10                  | 116      | 10       | 30       | 36       | 120        |
| 比较例5 | 30                  | 96       | 10       | 30       | 36       | 120        |
| 比较例6 | 50                  | 76       | 10       | 30       | 36       | 120        |
| 比较例7 | 60                  | 66       | 10       | 30       | 36       | 120        |

## 比较例 4~7

作为对实例 15~19 的比较例, 以与实例 15 类似的方式制造有机电致发光器件, 不同之处在于: 将电子传输层 **14d** 中包含化合物 A9-4 的层的厚度分别变为 10、30、50 以及 60 nm。为了在其制造时将每个有机电致发光器件形成为共振器结构, 如在实例 15~19 中通过使用 9-(2-萘基)-10-[4-(1-萘基)苯基]蒽(主体 A) 作为厚度调整层来调整电子传输层 **14d** 的厚度。

## 评价结果 2

对于如上所述制造的实例 15~19 和比较例 4~7 的每个有机电致发光器件, 在  $10 \text{ mA/cm}^2$  的电流密度下测量它的驱动电压 (V)。结果示于图 9 的曲线图中。如在该曲线图中所示, 已经证实, 驱动电压随着构成电子传输层 **14d** 的化合物 A9-4 的厚度降低和厚度调整层的厚度增加而变得更大。

### 评价结果 3

对于如上所述制造的实例 15 ~ 19 和比较例 4 ~ 7 的每个有机电致发光器件,在  $10 \text{ mA/cm}^2$  的电流密度下测量它的电流效率( $\text{cd/A}$ )。结果示于图 10 的曲线图中。如在该曲线图中所示,已经证实,当构成电子传输层 **14d** 的化合物 A9-4 的厚度落在  $70 \text{ nm} \sim 130 \text{ nm}$  的范围内时表现出高电流效率。其中化合物 A9-4 的厚度为  $150 \text{ nm}$  和  $180 \text{ nm}$  的有机电致发光器件降低的电流效率被认为归因于与电子传输层 **14d** 增加的厚度成反比地降低的发光层 **14c** 的厚度。

### 评价结果 4

对于如上所述制造的实例 15 ~ 19 和比较例 4 ~ 7 的每个有机电致发光器件,测量其中在  $50^\circ\text{C}$ 、25 % 的功率以及  $100 \text{ mA/cm}^2$  下的恒定电流驱动时假定初始亮度为 1 的相对亮度下降至 0.5 的时间作为它的发光寿命。结果示于图 11 的曲线图中。与比较例 4 ~ 7 的有机电致发光器件相比,实例 15 ~ 19 的有机电致发光器件被证实具有较长的发光寿命。其中化合物 A9-4 的厚度为  $150 \text{ nm}$  和  $180 \text{ nm}$  的有机电致发光器件降低的发光寿命被认为归因于与电子传输层 **14d** 增加的厚度成反比地降低的发光层 **14c** 的厚度。

本领域的普通技术人员应当理解,可以根据设计要求和其它因素进行各种变更、组合、子组合以及改变,只要它们在所附权利要求或其等同物的范围内。

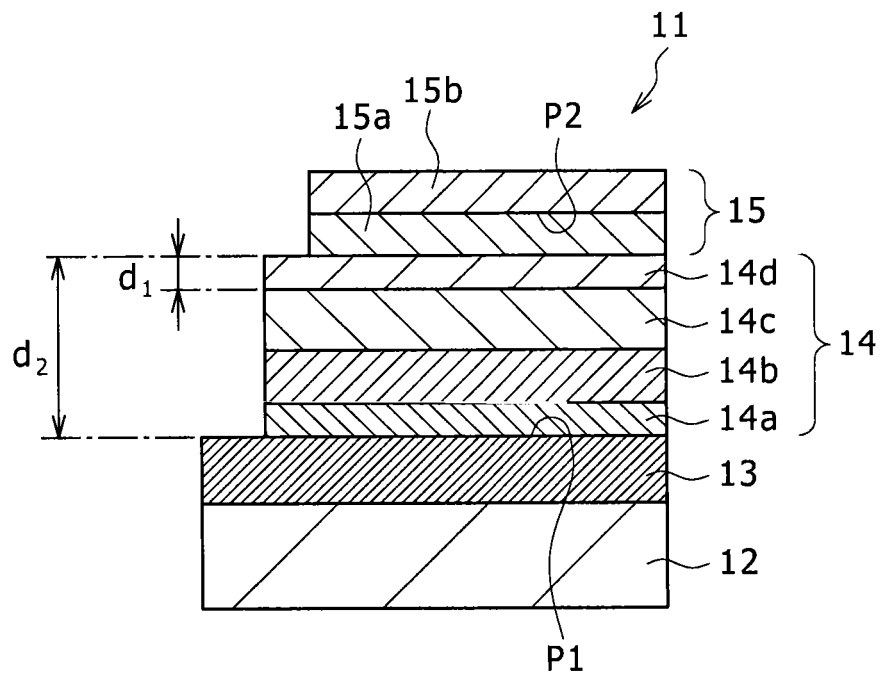


图 1

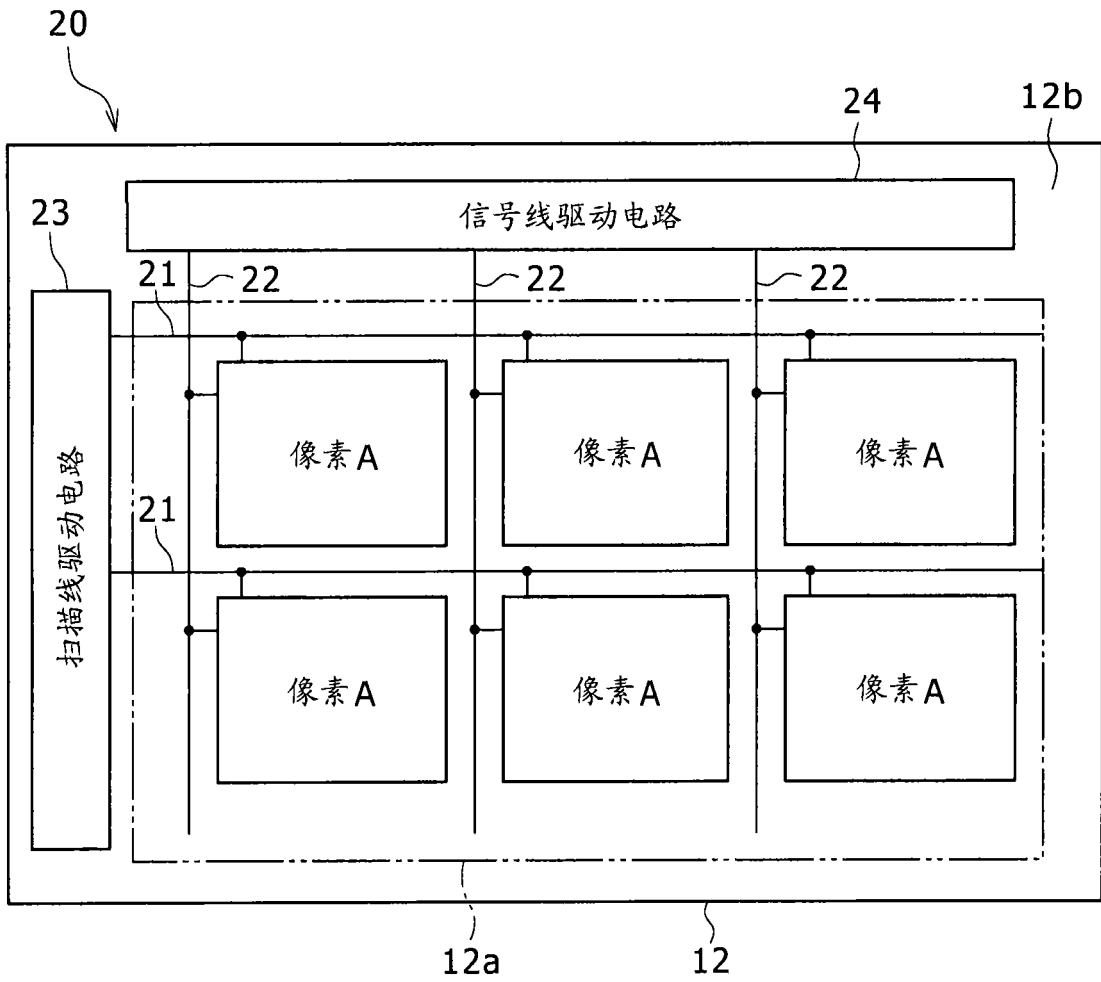


图 2A

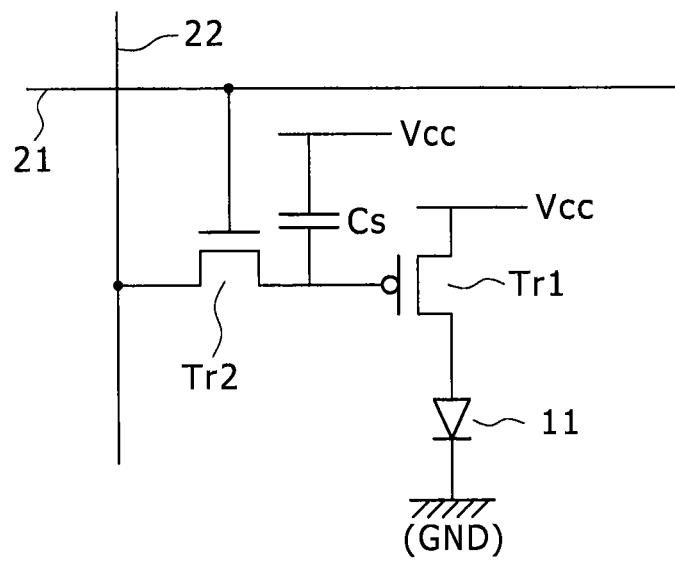


图 2B

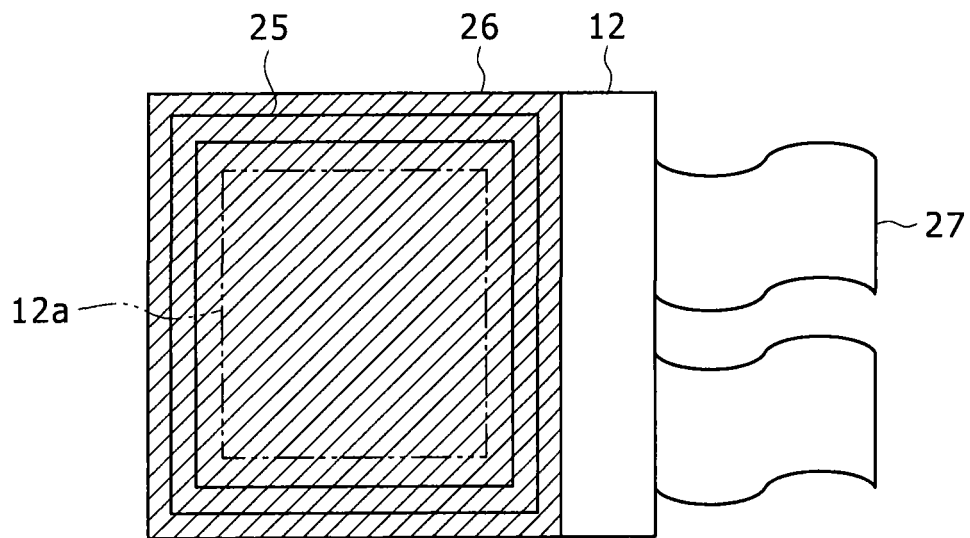


图 3

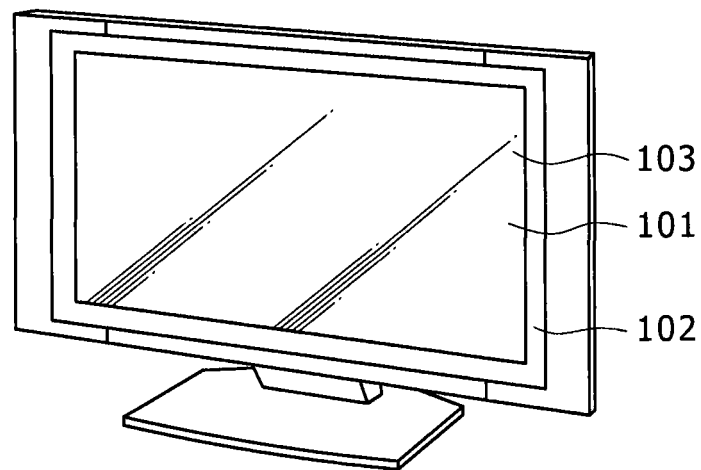


图 4

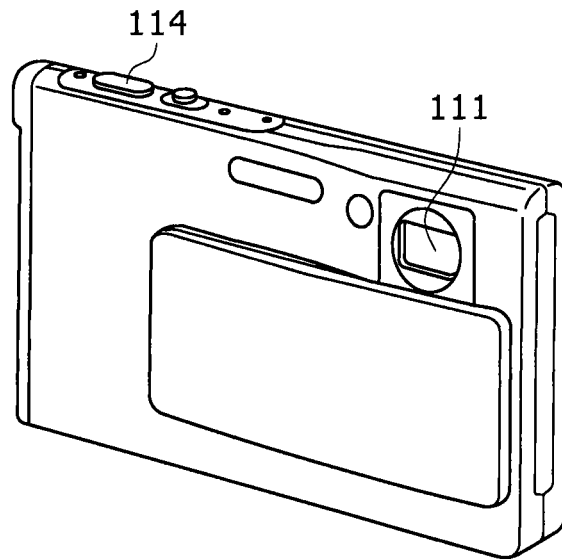


图 5A

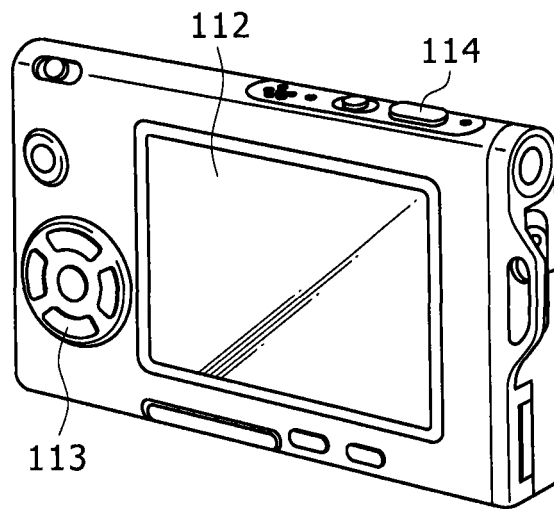


图 5B

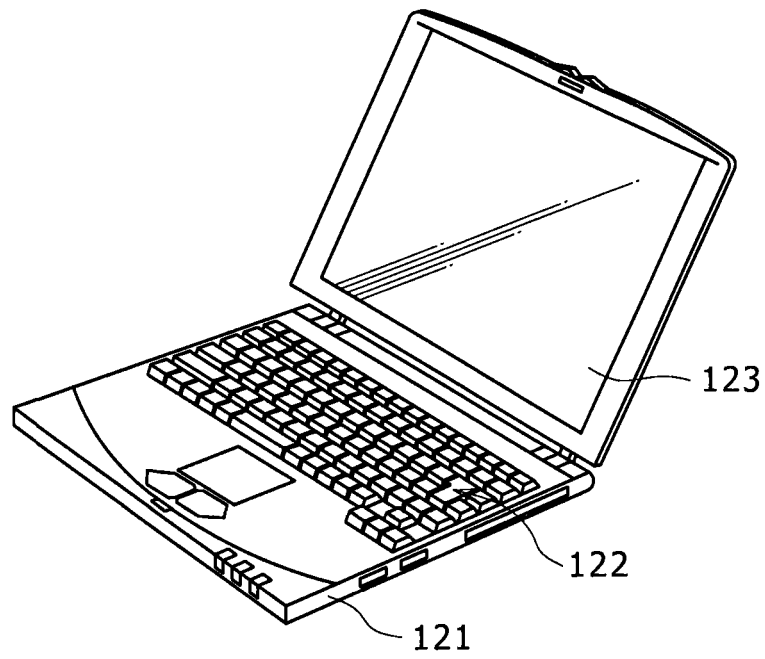


图 6

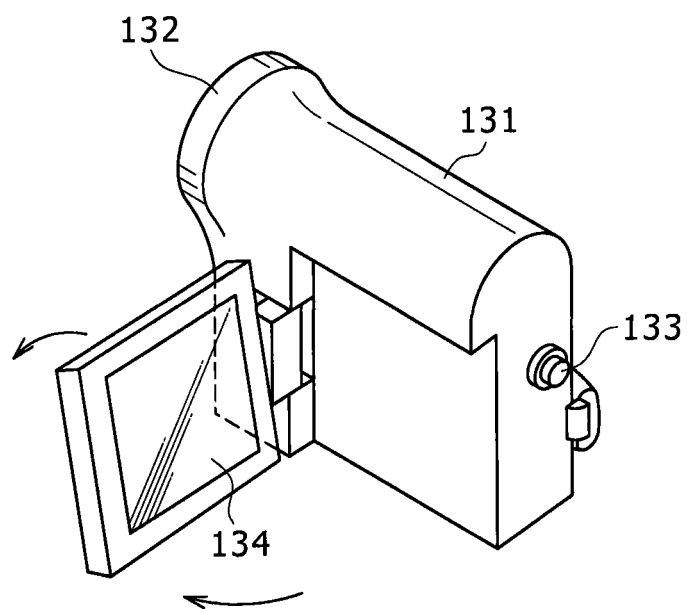


图 7

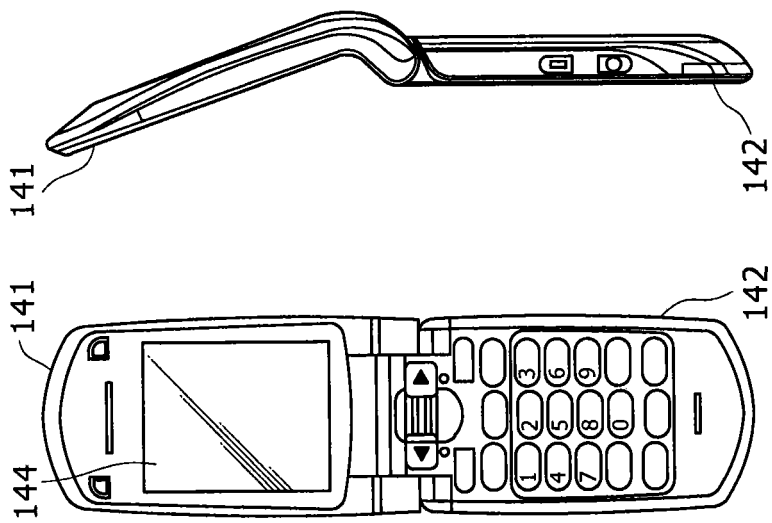


图 8A

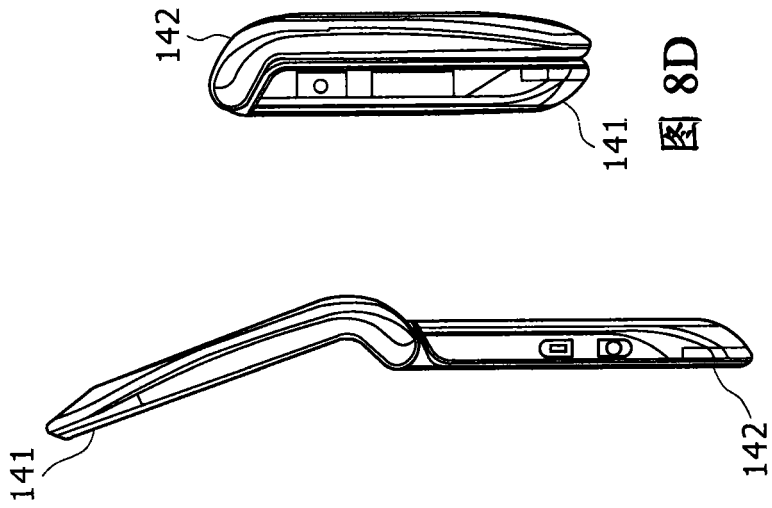


图 8B

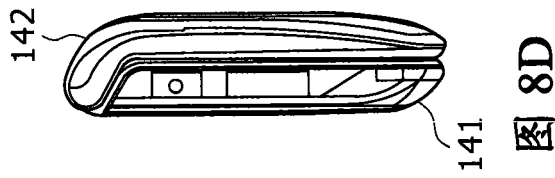


图 8D

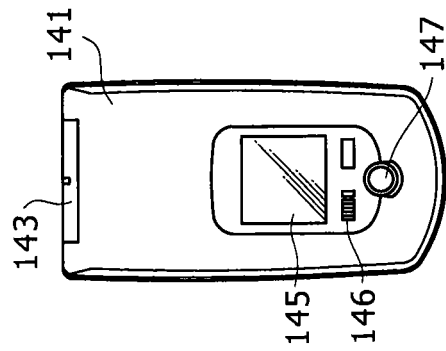


图 8C

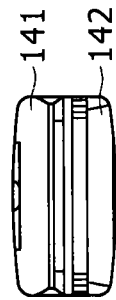


图 8G

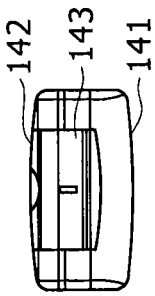


图 8F

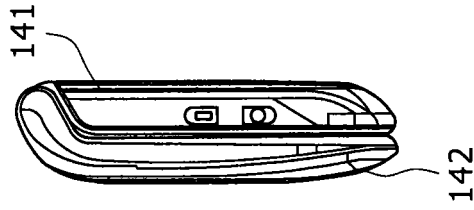


图 8E

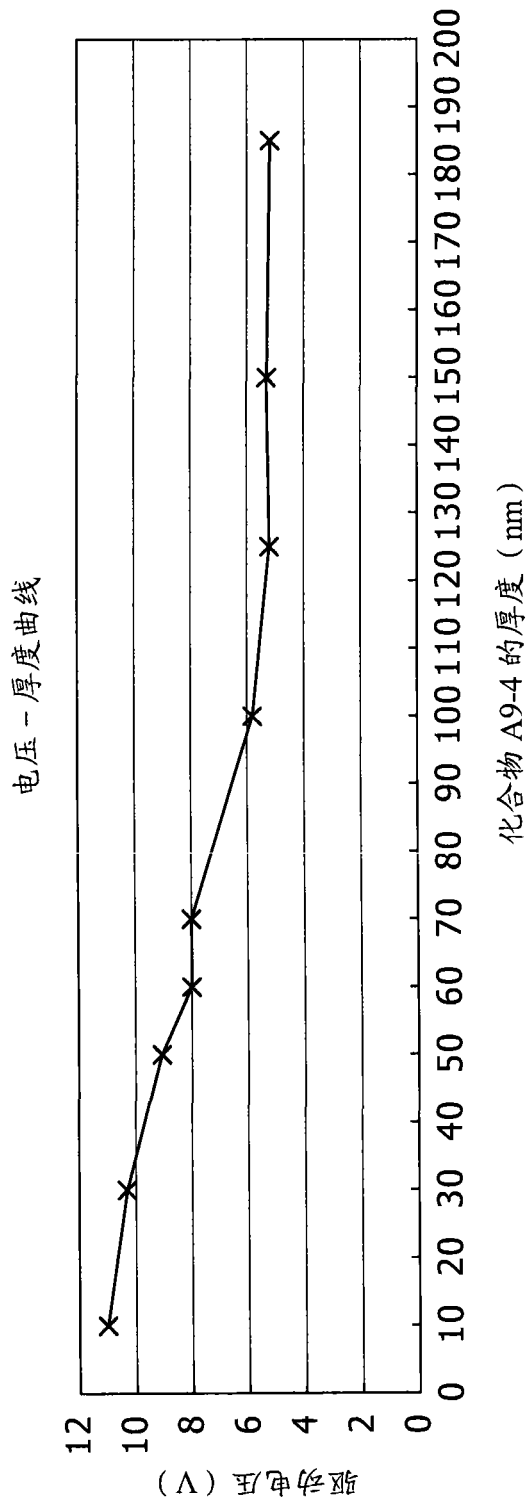


图 9

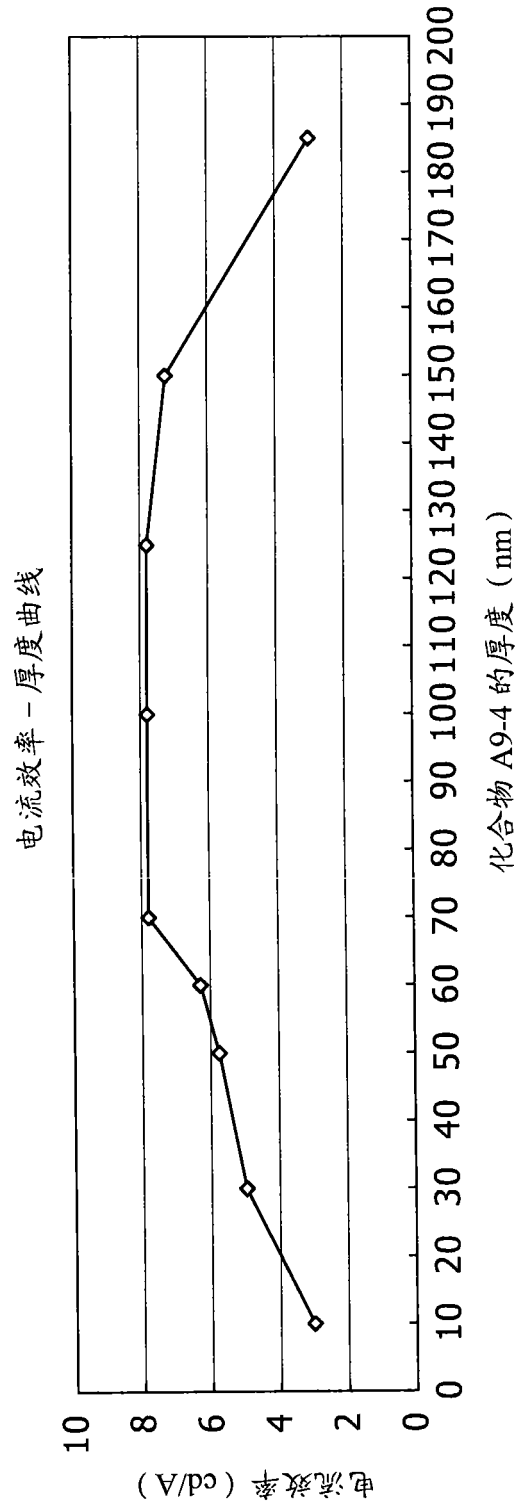


图 10

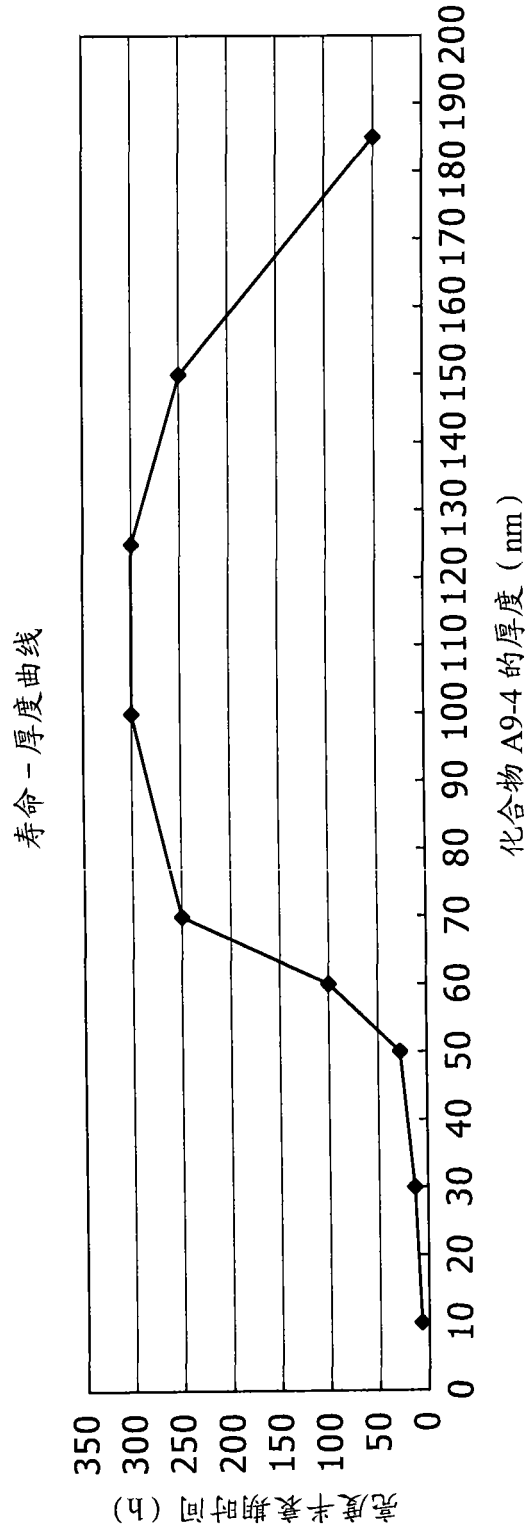


图 11

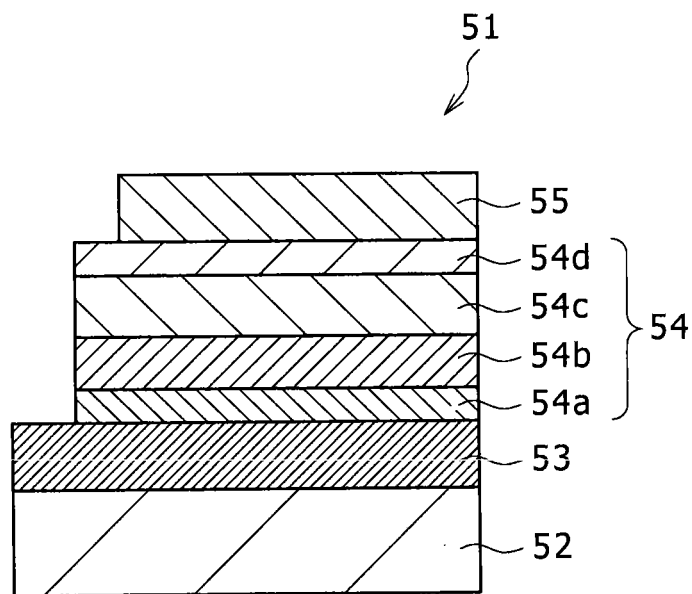


图 12

|                |   |         |            |
|----------------|---|---------|------------|
| 专利名称(译)        | 有机电致发光器件及显示装置   |         |            |
| 公开(公告)号        | <a href="#">CN101262044A</a>  | 公开(公告)日 | 2008-09-10 |
| 申请号            | CN200810007466.9  | 申请日     | 2008-03-07 |
| [标]申请(专利权)人(译) | 索尼公司  |         |            |
| 申请(专利权)人(译)    | 索尼株式会社  |         |            |
| 当前申请(专利权)人(译)  | 索尼株式会社  |         |            |
| [标]发明人         | 神戸江美子<br>中村明史<br>鬼岛靖典<br>山本弘志   |         |            |
| 发明人            | 神戸江美子<br>中村明史<br>鬼岛靖典<br>山本弘志   |         |            |
| IPC分类号         | H01L51/50 H01L51/54 H01L27/32 C09K11/06   |         |            |
| CPC分类号         | H01L51/5206 H01L51/5048 H01L51/5234 Y10T428/26 H01L51/5052 H01L51/0072 H01L51/5265<br>H01L2251/558 H01L51/006 H01L51/0059 Y10S428/917 H01L51/5218 |         |            |
| 代理人(译)         | 余刚  |         |            |
| 优先权            | 2007056599 2007-03-07 JP  |         |            |
| 其他公开文献         | CN101262044B  |         |            |
| 外部链接           | <a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a>  |         |            |

摘要(译)

一种有机电致发光器件以及显示装置。该有机电致发光器件设置有阳极、阴极、以及至少具有发光层并保持在阳极和阴极之间的有机层。其中的具有含氮杂环衍生物层设置在阴极和发光层之间。其中包含的具有含氮杂环衍生物层具有的厚度大于设置在阳极和发光层之间的空穴供给层。该显示装置设置有基板以及在基板上以阵列形成的有机电致发光器件。

