

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200480031356.6

[51] Int. Cl.

H05B 33/22 (2006.01)

H05B 33/14 (2006.01)

H05B 33/12 (2006.01)

[43] 公开日 2006 年 11 月 29 日

[11] 公开号 CN 1871877A

[22] 申请日 2004.8.20

[21] 申请号 200480031356.6

[30] 优先权

[32] 2003. 8. 22 [33] JP [31] 298269/2003

[32] 2004. 1. 28 [33] JP [31] 019247/2004

[86] 国际申请 PCT/JP2004/012327 2004.8.20

[87] 国际公布 WO2005/027586 日 2005.3.24

[85] 进入国家阶段日期 2006.4.24

[71] 申请人 索尼株式会社

地址 日本东京都

[72] 发明人 柏原充宏

[74] 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

代理人 李晓舒 魏晓刚

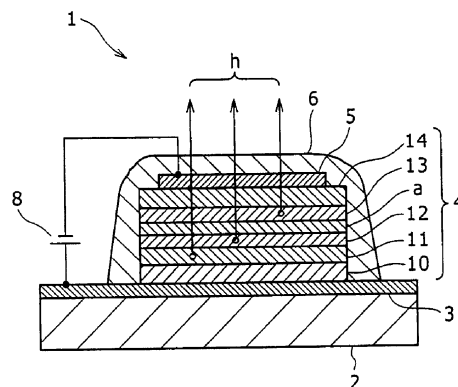
权利要求书 2 页 说明书 17 页 附图 5 页

[54] 发明名称

有机电致发光器件及显示器

[57] 摘要

在阳极(3)与阴极(5)之间顺序布置红光发射层(11)、绿光发射层(12)和蓝光发射层(13)，在绿光发射层(12)与蓝光发射层(13)之间设置由有机材料构成的中间层(a)。中间层(a)的 HOMO - LUMO 能隙大于构成绿光发射层(12)的绿光发射材料的 HOMO - LUMO 能隙。中间层(a)具有空穴传输属性。利用此有机 EL 器件(1)的显示器在光取出表面侧设置有滤色器。通过具有这样的结构，有机 EL 器件能够产生良好平衡的、高亮度的三种颜色成分，即红、绿和蓝发射，其适于全彩色显示器。



1. 一种有机 EL 器件, 包括发射颜色不同且叠置在阳极与阴极之间的多个发光层, 其中

包括有机材料的中间层设置在所述发光层之间的至少一个位置。

2. 如权利要求 1 所述的有机 EL 器件, 其中

所述中间层的 HOMO - LUMO 能隙比构成与所述中间层相邻地设置的所述发光层的至少一种材料的 HOMO - LUMO 能隙大。

3. 如权利要求 1 所述的有机 EL 器件, 其中

所述中间层具有空穴传输属性以及电子阻挡属性两者或者, 具有电子传输属性以及空穴阻挡属性两者。

4. 如权利要求 1 所述的有机 EL 器件, 其中

红光发射层、绿光发射层、以及蓝光发射层顺序叠置在所述阳极与所述阴极之间。

5. 如权利要求 4 所述的有机 EL 器件, 其中

所述红光发射层、所述绿光发射层、以及所述蓝光发射层从所述阳极侧顺序叠置在所述阳极与所述阴极之间; 且

具有空穴传输属性和电子阻挡属性的中间层至少设置在所述绿光发射层与所述蓝光发射层之间。

6. 如权利要求 5 所述的有机 EL 器件, 其中

具有所述空穴传输属性的所述中间层的 LUMO 能级高于所述绿光发射层中电子传输成分的 LUMO 能级。

7. 如权利要求 4 所述的有机 EL 器件, 其中

所述红光发射层、所述绿光发射层、以及所述蓝光发射层从所述阳极侧顺序叠置在所述阳极与所述阴极之间, 具有空穴传输属性以及电子阻挡属性两者的中间层至少设置在所述红光发射层与所述绿光发射层之间。

8. 如权利要求 7 所述的有机 EL 器件, 其中

具有所述空穴传输属性的所述中间层的 LUMO 能级高于所述红光发射层中电子传输成分的 LUMO 能级。

9. 一种显示器, 包括有机 EL 器件的光取出表面侧的滤色器, 该有机 EL 器件包括发射颜色不同且叠置在阳极与阴极之间的多个发光层, 其中

所述有机 EL 器件包括在所述发光层之间至少一个位置处的中间层。

10. 如权利要求 9 所述的显示器，其中

所述有机 EL 器件包括顺序叠置在所述阳极与所述阴极之间的红光发射层、绿光发射层、以及蓝光发射层。

有机电致发光器件及显示器

技术领域

本发明涉及有机 EL 器件和使用该有机 EL 器件的显示器,该有机 EL 器件中包括发光层的有机层置于阳极与阴极之间。

背景技术

近年来,作为代替阴极射线管(CRT)使用的显示器,重量轻且功耗低的平板显示器(flat display)已经成为热点研究和开发的目标。在平板显示器中,使用诸如有机 EL(电致发光)器件的自发光型显示器件(所谓的发光器件)的显示器以及有机 EL 器件作为能够用低功耗驱动的显示器已经引起关注。

以使用上述发光器件的显示器实现全彩色(full color)显示模式的构造包括其中将能够发白光的有机 EL 器件与仅分别传输蓝、绿或红色波长区域的光的滤色器结合的一种器件。此外,作为用于发白光的有机 EL 器件,已经公开了(参见日本专利特开 No. Hei 10-3990(具体地,参见图 1))一种具有以下结构的器件,其中蓝光发射层、绿光发射层和红光发射层从空穴传输层侧顺序叠置且其具有三波长发光部件。

发明内容

然而,具有上述结构的白色发光有机 EL 器件在蓝、绿和红波长区域中各发光强度的平衡方面不足。因此,不能使用这样的有机 EL 器件来获得在色彩再现性能方面可与 CRT 相比的显示器。

因此,本发明的一个目的在于提供一种有机 EL 器件以及一种显示器,该有机 EL 器件具有适用于全彩色显示的良好平衡的红、绿和蓝三种颜色的发光部件,具有高效率并能够长时间稳定发光,该显示器色彩再现性能优异且可以长时间驱动。

为了实现上述目的,根据本发明,提供一种有机 EL 器件,其包括发光颜色不同且叠置在阳极与阴极之间的多个发光层,其中在发光层之间的至少

一个位置处设置包括有机材料的中间层。

在如上构造的有机 EL 器件中，采用设置在发光层之间的中间层，确保每个发光层中由电荷的复合（re-coupling）产生的激子的能量更不易在发光层之间传输。因此，防止了发生由激子的能量的传输造成特定发光层的发光效率的降低。因此，保持了各颜色发光层的发光效率之间的平衡。

特定地，上述激子的能量容易传输到其中存在具有小的 HOMO（最高被占用分子轨道）- LUMO（最低未占用分子轨道）能隙的材料的层中，结果降低了具有大的 HOMO - LUMO 能隙的发光层的发光效率。鉴于此，优选地，将设置在发光层之间的中间层中的 HOMO - LUMO 能隙设置得大于与中间层相邻的构成发光层的材料的 HOMO - LUMO 能隙。此结构确保可靠地防止发生上述能量在发光层之间的传输。此外，防止能量传输到中间层中从而在中间层中释放。顺便提及，中间层中的 HOMO - LUMO 能隙不必大于构成与该中间层相邻的发光层的所有材料的 HOMO - LUMO 能隙；在存在具有如此小的 HOMO - LUMO 能隙从而允许激子能量的容易传输的材料的情况下，中间层中的 HOMO - LUMO 能隙大于该材料的 HOMO - LUMO 能隙就足够了。然而，此处应注意，如果中间层中的 HOMO - LUMO 能隙大于构成与该中间层相邻的发光层的所有材料的 HOMO - LUMO 能隙，则可靠地防止了发光层之间上述能量传输的发生。

此外，在如上构造的有机 EL 器件中，电子或空穴穿过相邻的发光层迁移到每个发光层中。因此，设置在发光层之间的中间层优选具有电子传输属性或空穴传输属性。这允许电子或空穴容易传输到与该中间层相邻的发光层中。因此，在设置在阴极侧的发光层发光强度弱的情况下，在该发光层的阳极侧设置具有空穴传输属性以及电子阻挡属性的中间层使得能够增大传输到设置在阴极侧的发光层中的空穴的量且能够限制传输到设置在阳极侧的发光层中的电子的量，由此可以提高所考虑的发光层中电子与空穴之间复合的几率，并且可以增大发光强度。另一方面，在设置在阳极侧的发光层发光强度弱的情况下，在该发光层的阴极侧设置具有电子传输属性以及空穴阻挡属性的中间层使得能够增大传输到设置在阳极侧的发光层中的电子的量且能够限制传输到设置在阴极侧的发光层中的空穴的量，由此可以提高所考虑的发光层中电子与空穴之间复合的几率，并且可以增大发光强度。

此外，发光层可以包括从阳极侧顺序叠置的红光发射层、绿光发射层和

蓝光发射层，由此在充分确保红光发射层中的发光效率的同时，空穴可以充分注入到相对于红光发射层在阴极侧的绿光发射层和蓝光发射层中。

在该情况下，将具有空穴传输属性以及电子阻挡属性的中间层设置在绿光发射层与蓝光发射层之间。这确保了可以促进空穴注入到设置在最阴极侧的蓝光发射层中，并且可以限制电子注入到绿光发射层中，由此确保了蓝光发射层中空穴与电子之间的良好复合几率。这还提供了良好平衡的白光发射。在此情况下，中间层中 LUMO 能级（能量值）优选高于用作绿光发射层中基质材料（host material）的电子传输成分的 LUMO 能级，以提供阻挡电子注入到绿光发射层中的势垒。

此外，在此情况下，具有空穴传输属性以及电子阻挡属性的中间层可以设置在红光发射层和绿光发射层之间。这确保了促进空穴到相对于该中间层设置在阴极侧的蓝光发射层和绿光发射层中的注入，并且可以限制电子到红光发射层中的注入，确保了蓝光发射层和绿光发射层中空穴与电子之间的复合几率。这还提供了良好平衡的白光发射。在此情况下，中间层中 LUMO 能级优选高于红光发射层中电子传输成分的 LUMO 能级，以提供阻挡电子注入到红光发射层 12 中的势垒。此构造使得可以限制电子到红光发射层中的注入。

此外，根据本发明，提供了一种显示器，其中滤色器设置在上述有机 EL 器件的光取出表面侧。

根据如上显示器，通过将发光颜色之间良好平衡的多个有机 EL 器件与用于各颜色的滤色器结合，可以取出具有良好平衡的发光颜色的射线。

附图说明

图 1 是示出根据本发明一实施例的有机 EL 器件的结构剖视图；

图 2 是示出根据本发明一实施例的有机 EL 器件的另一结构（示例 1）的剖视图；

图 3 是示出根据本发明一实施例的有机 EL 器件中的能级的示意图；

图 4 是示出根据本发明一实施例的有机 EL 器件的再一实施例（示例 2）的剖视图；

图 5 示出示例 1 中制造的有机 EL 器件的发射谱；

图 6 是示出示例 2 中有机膜中的能级的示意图；

图 7 示出示例 2 中制造的有机 EL 器件的发射谱;

图 8 示出比较例中制造的有机 EL 器件的发射谱。

具体实施方式

现在, 将基于附图在下面详细描述根据本发明的有机 EL 器件的结构。

图 1 和 2 是示意性示出本发明的有机 EL 器件的剖视图。

这些图所示的有机 EL 器件 1 和 1' 的每个例如设置在构成显示器的基板 2 的每个像素中, 包括从基板 2 侧顺序叠置的阳极 3、有机层 4 和阴极 5, 且用保护膜 6 气密地覆盖。特别地, 将图 1 所示的有机 EL 器件 1 构造成所谓的顶发射型, 其中由有机 EL 器件 1 发射的光 h 在与基板 2 相对的一侧取出。另一方面, 将图 2 所示的有机 EL 器件 1' 构造成所谓的底发射型, 其中由有机 EL 器件 1' 发射的光 h 在基板 2 一侧取出。

接下来, 将按照基板 2、阳极 3、与阳极 3 配对的阴极 5、以及夹在阳极 3 与阴极 5 之间的有机层 4 的顺序描述有机 EL 器件 1 和 1' 中每个的组成部件的详细结构。

<基板>

首先, 基板 2 由玻璃基板、硅基板、塑料基板、或设置有 TFT (薄膜晶体管) 的 TFT 基板等构成; 特别地, 在图 2 所示的底发射型有机 EL 器件的情况下, 基板 2 由透光材料构成。此外, 当有机 EL 器件 1、1' 与其他显示器件结合使用时, 基板可以由这两种器件公用。

<阳极>

设置在基板 2 上的阳极 3 由具有大功函数的导电材料构成。具有大功函数的导电材料的示例包括镍、银、金、铂、钯、硒、铈、钕、铈、钨、钼、铬、钽、铌、这些金属的合金、氧化锡 (SnO_2)、氧化铟锡 (ITO)、氧化锌、以及氧化钛。

<阴极>

另一方面, 通过电源 8 连接到阳极 3 的阴极 5 由具有小功函数的导电材料构成。具有小功函数的导电材料的示例包括诸如 Li、Mg、Ca 等的活泼金属与诸如 Ag、Al、In 等的金属的合金, 以及这些合金的叠层。此外, 可以采用如下结构, 其中将诸如 Li、Mg、Ca 等的活泼金属与诸如氟、溴等的卤素、或者氧等的化合物层以薄的形式置于阴极 5 与有机层 4 之间。

上述阳极 3 和阴极 5 的、设置在取得 (take up) 有机层 4 中产生的发射光 h 的一侧的一个电极通过适当选择和使用上述材料中的透光材料来构成, 且调节其厚度从而获得适于使用的透光率。另一方面, 另一电极通过适当选择和使用具有良好反射率的材料来构成。

此外, 根据使用有机 EL 器件 1 或 1' 构造的显示器的驱动系统, 将阳极 3 和阴极 5 构图成合适的形状。例如, 在显示器的驱动系统是简单矩阵型的情况下, 以彼此交叉的条纹 (stripe) 的形式形成阳极 3 和阴极 5, 且交叉部分构成有机 EL 器件 1、1'。在显示器的驱动系统是具有用于每个像素的 TFT 的有源矩阵型的情况下, 根据所布置的多个像素的每个构图阳极 3, 使其处于通过形成在覆盖 TFT 的层绝缘膜中的接触孔 (未示出) 连接到类似地为每个像素提供的 TFT 的状态。另一方面, 可以以形成来覆盖基板 2 的整个表面的固体膜的形式形成阴极 5 以用作像素的公共电极。在此应注意, 在采用有源矩阵型作为显示器的驱动系统的情况下, 优选使用图 1 所示的顶发射型有机 EL 器件 1, 因为由此可以增大器件的数值孔径 (numerical aperture)。

<有机层>

夹在阳极 3 与阴极 5 之间的有机层 4 包括从阳极 3 一侧顺序叠置的空穴传输层 10、红光发射层 11、绿光发射层 12、蓝光发射层 13 和电子传输层 14。特别地, 有机层 4 的特征在于在绿光发射层 12 与蓝光发射层 13 之间设置中间层 "a"。现在, 将顺序描述层 10-15 和中间层 "a" 的结构。

<空穴传输层>

首先, 设置在阳极 3 上的空穴传输层 10 是构造来传输空穴 (正空穴) 的层。空穴传输层 10 可以通过叠置多种空穴传输材料来构成, 以增强空穴传输性能。

用于形成空穴传输层 10 的材料 (空穴传输材料) 的示例包括杂环共轭单体、低聚物和聚合物, 不仅包含联苯胺及其衍生物、苯乙烯胺及其衍生物、以及三苯甲烷及其衍生物, 而且包含卟啉及其衍生物、三唑及其衍生物、咪唑及其衍生物、恶二唑及其衍生物、聚芳基链烷 (polyarylalkane) 及其衍生物、苯二胺及其衍生物、芳基胺及其衍生物、恶唑及其衍生物、噻及其衍生物、茛酮及其衍生物、联氨及其衍生物、芪及其衍生物、酞菁 (phthalocyanine) 及其衍生物、聚硅烷基化合物、乙烯基卟啉基化合物、噻吩 (thiophene) 基化合物、苯胺基化合物, 等等。

空穴传输材料的具体但不限制的示例包括 α -萘基苯二胺 (α -NPD)、卟啉、金属四苯基卟啉 (metallotetraphenylporphyrin)、金属水杨酸萘酯菁 (metallonaphthalocyanine)、4,4',4''-三甲基三苯胺, 4,4',4''-三(3-甲基苯基)三苯胺 (m-MTDATA), N,N,N',N'-四(p-甲基苯基)p-苯二胺 (N,N,N',N'-tetrakis(p-tolyl)p-phenylenediamine), N,N,N',N'-四苯基-4,4'-二氨基联苯 (N,N,N',N'-tetraphenyl-4,4'-diaminobiphenyl), N-苯基吡唑, 4-二-p-甲基苯基氨基均二苯代乙烯 (4-di-p-tolylaminostyrene), 聚(对亚苯基亚乙烯) (poly(paraphenylenevinylene)), 聚(噻吩撑乙烯) (poly(thiophenevinylene)), 聚(2,2'-噻吩吡咯) (poly(2,2'-thienylpyrrole)), 等等。

<红光发射层>

另外, 设置在空穴传输层 10 上的红光发射层 11 优选这样设计, 通过空穴传输层 10 注入的一些空穴在红光发射层 11 中复合从而提供红光发射, 红光发射层中未对光发射做贡献的其余空穴传输到绿光发射层 12 中, 以对绿光发射和蓝光发射做贡献。

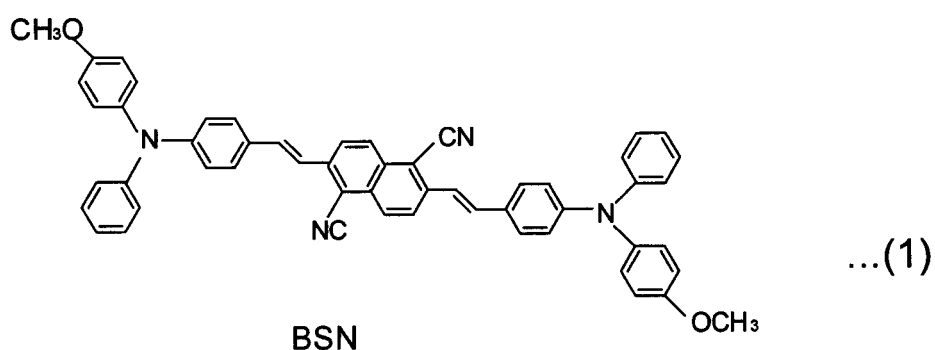
通过适当地组合选自以下的所需材料构造这样的红光发射层 11: (a) 红光发射材料 (荧光的或磷光的); (b) 空穴传输材料; (c) 电子传输材料; 以及 (d) 正电荷和负电荷传输材料。如有需要, 将这些材料的每种与从以下材料种类中适当选择的一种或多种材料一起使用, 以确保发光性能和空穴传输性能。

所述材料种类包括环戊二烯衍生物、四苯基丁二烯衍生物、三苯胺衍生物、恶二唑衍生物、红菲绕啉衍生物、吡唑啉衍生物、苯乙烯基衍生物、苯乙烯基亚芳烃 (styrylarylene) 衍生物、氨基苯乙烯衍生物、含硅 (silole) 衍生物、噻吩环衍生物、嘧啶环化合物、紫环酮 (perinone) 衍生物、二萘嵌苯衍生物、低聚噻吩衍生物、香豆素衍生物、红荧烯衍生物、喹吖啶酮衍生物、方酸鎓盐 (squalium) 衍生物、卟啉衍生物、苯乙烯基染料、并四苯衍生物、吡唑啉衍生物、三富马基胺 (trifumanylamine) 衍生物、蒽衍生物、二苯基蒽衍生物、茈衍生物、吡唑衍生物、恶二唑二聚物、吡唑啉二聚物、铝-喹啉醇 (quinolinol) 络合物、苯并喹啉醇 (benzoquinolinol)-铍络合物、苯并恶唑-锌络合物、苯并噻唑-锌络合物、偶氮基甲基-锌络合物、卟啉-锌络合物、钼络合物、铈络合物、铂络合物等, 以及具有诸如 Al、Zn、Be、Pt、Ir、Tb、Eu、Dy 等的金属作为中心金属并具有恶二唑、噻二唑 (triadiazole)、

苯基吡啶、苯基苯并咪唑或喹啉结构等作为配合基的金属络合物。

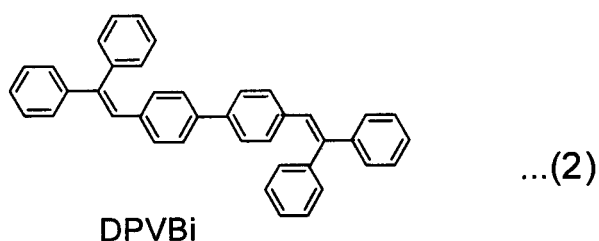
特别地，(a) 红光发射材料的特定示例包括由以下分子式 (1) 表示的二(氨基苯乙烯)萘(BSN)，其为苯乙烯基亚芳烃衍生物。这样的苯乙烯基亚芳烃基材料，其示例公开在日本专利特开 No.2002-226722 中，可以用于以高浓度掺杂基质材料，且由于其三苯胺架构而具有空穴传输属性。因此，当使用这样的红光发射材料时，可以获得有效的红光发射和高的空穴传输性能，这是优选形成红光发射层 11 与空穴传输层 10 接触的原因。

分子式 (1):



具体地，但不限于此，(b) 空穴传输材料的示例包括 α -NPD，且特定地，但不限于此，(c) 电子传输材料的示例包括由以下分子式 (2) 表示的 4,4'-二(2,2-联苯-乙烯-1-基)-联苯(4,4'-bis(2,2-diphenyl-ethen-1-yl))(DPVBi)，其为苯乙烯基亚芳烃衍生物。

分子式 (2):



<绿光发射层>

设置在红光发射层 11 上的绿光发射层 12 优选地具有用于传输空穴和电子两者的正电荷和负电荷传输属性。该特征属性确保通过红光发射层 11 注

入的一些空穴对绿光发射层 12 中的光发射做贡献,而其余空穴传输到蓝光发射层 13 中,并且从蓝光发射层 13 一侧注入的一些电子对绿光发射层 12 中的光发射做贡献,而其余电子传输到红光发射层 11 中。这使得可以实现从红光、绿光和蓝光发射层 11、12、13 的各种光发射。

作为用于向绿光发射层 12 提供正电荷和负电荷传输属性的方法,可以考虑以下方法:(1)用绿光发射材料掺杂正电荷和负电荷传输基质(host),(2)用电子传输绿光发射材料掺杂空穴传输基质,(3)用空穴传输绿光发射材料掺杂电子传输基质,(4)用绿光发射材料掺杂由空穴传输材料和电子传输材料构成的混合基质,等等。在此情况下,绿光发射层 12 中的空穴传输材料可以是用于形成空穴传输层的空穴传输材料。此外,绿光发射层 12 中的电子传输材料可以是构成将在下面描述的蓝光发射层 13 的电子传输基质材料。

作为用于构成绿光发射层 12 的材料,单种材料或多种材料适当地选自上述材料种类。

此外,在根据本发明的其中红光发射层 11 存在于空穴传输层 10 一侧的有机 EL 器件 1 中,绿光发射层 12 优选设置在红光发射层 11 与蓝光发射层 13 之间。这是因为以下问题:(1)在红光发射层 11 和蓝光发射层 13 彼此相邻的情况下,蓝光发射层 13 中产生的激子的能量将容易地移动到红光发射层 11 中。结果,将不易获得足够的蓝光强度,而且(2)在将蓝光发射层 13 设置在红光发射层 11 与绿光发射层 12 之间的情况下,激子的能量将被红光发射层 11 和绿光发射层 12 二者夺去,等等问题。此外,在其中例如电子传输基质被掺杂以空穴传输绿光发射材料的构造的情况下,可以通过二元共沉积(binary co-deposition)来形成构成有机层 4 的每一层,这允许作为白光器件的功能且消除了对诸如三元共沉积的复杂制造工艺的需要。

<蓝光发射层>

此外,设置在绿光发射层 12 上的蓝光发射层 13 具有电子传输属性。这确保了通过电子传输层 14 注入到蓝光发射层 13 中的一些电子对蓝光发射层 13 中的蓝光发射做贡献,而其余电子传输到绿光发射层 12 和红光发射层 11 中,以对绿光发射和红光发射做贡献。

通过结合所需材料构成蓝光发射层 12,所述所需材料适当地选自:(a)蓝光发射材料(荧光的或磷光的);(b)空穴传输材料;(c)电子传输材料;

以及(d)正电荷和负电荷传输材料。如果需要,作为这些材料中的每一种,单种材料或多种材料适当地选自上述材料种类,以确保光发射性能和空穴传输性能。

特别地,(a)蓝光发射材料的特定示例包括二萘嵌苯,(b)空穴传输材料的特定示例包括 α -NPD,(c)的特定示例包括上述分子式(2)的DPVBi,其为苯乙烯基亚芳烃衍生物,示例不限于此。

此外,蓝光发射层13可以具有从绿光发射层12一侧顺序叠置的正和负电荷传输蓝光发射层以及电子传输蓝光发射层。采用具有这样的叠层结构的蓝光发射层13,空穴可以有效地传输到蓝光发射层13内部的整个区域,其实现了高效率和高色纯度的稳定光发射。作为用于提供具有正和负电荷传输属性的蓝光发射层13的方法,可以考虑以下方法:(1)用蓝光发射材料掺杂正和负电荷传输基质;(2)用电子传输蓝光发射材料掺杂空穴传输基质;(3)用空穴传输蓝光发射材料掺杂电子传输基质;(4)用蓝光发射材料掺杂由空穴传输材料和电子传输材料构成的混合基质,等等。

根据本发明的蓝光发射层13如此构造,使蓝光发射层13中通过正电荷和负电荷的复合产生的激子的能量对蓝光发射层13中的光发射做贡献,同时使能量到红光发射层11和绿光发射层12中的移动最小化。因此,蓝光发射层13优选设置在最阴极侧。

<电子传输层>

此外,设置在蓝光发射层13与阴极5之间的电子传输层14是被构造来传输电子的层。可以通过叠置多种电子传输材料来构造电子传输层14,以增强电子传输性能。

上述电子传输材料的非限制性示例包括8-羟基喹啉铝(Alq3)、8-羟甲基喹啉铝、蒽、萘、菲、芘、1,2-苯并菲、二萘嵌苯、丁二烯、香豆素、吡啶、茋、以及其衍生物。

<中间层>

此外,设置在绿光发射层12与蓝光发射层13之间的中间层“a”由有机材料构成,该有机材料具有比构成绿光发射层12和蓝光发射层13的材料的HOMO-LUMO能隙大的HOMO-LUMO能隙。这里,为了防止蓝光发射层13中产生的激子的能量传输到绿光发射层12中,中间层由有机材料构成,该有机材料具有比作为绿光发射层12中的发光材料的掺杂剂的HOMO

- LUMO 能隙大的 HOMO - LUMO 能隙。

此外，在发光层 11、12 和 13 中的光发射中，在设置在中间层“a”的阳极 3 一侧的绿光发射层 12 中的发光强度强，而设置在中间层 a 的阴极 5 一侧的蓝光发射层 13 中的发光强度弱的情况下，通过使用具有上述能隙特征且具有空穴传输属性以及电子阻挡属性两者的材料形成中间层“a”。另一方面，在发光强度与以上相反的情况下，通过使用具有上述能隙特征且具有电子传输属性以及空穴阻挡属性两者的材料形成中间层“a”。顺便提及，这里，中间层“a”具有空穴传输属性以及电子阻挡属性两者。

构成具有这样的特性的中间层“a”的有机材料适当地选自可用于空穴传输层 10 的材料、可用于发光层 11 - 13 的材料、以及可用于电子传输层 14 的材料。在此情况下，考虑构成与中间层 a 相邻地设置的发光层 12 和 13 的材料能隙特征，选择可以获得上述特性的材料来形成中间层 a。本实施例中用于有机 EL 器件 1、1' 的有机材料的特定示例包括具有空穴传输属性和较大 HOMO - LUMO 能隙的那些材料，例如 TPD、 α -NPD、CBP，等等。

此外，将中间层“a”的膜厚设置在 0.1-20nm 的范围，优选地 0.5-10nm。这允许中间层“a”充分显示其功能。如果中间层“a”的膜厚低于此范围，则不能满意地获得下面将描述的设置中间层“a”的效果。另一方面，如果中间层“a”的膜厚大于该范围，则将产生诸如由有机层 4 引起的驱动电压上升、驱动寿命降低、以及不能满意地控制电荷复合区域的问题。

顺便提及，设置中间层“a”的位置不限于绿光发射层 12 与蓝光发射层 13 之间的位置，可以将中间层“a”设置在发光层之间的任意位置。在本实施例中，将中间层“a”设置在绿光发射层 12 与蓝光发射层 13 之间的位置以及红光发射层 11 与绿光发射层 12 之间的位置中的至少一处。此外，在层叠更多发光层的情况下，可以将中间层“a”设置在发光层之间的每个位置处。然而，此处应注意，考虑设置在任意位置的中间层“a”和与该中间层 a 相邻地设置的发光层的特性，提供与上述相同的特性。

此外，在使用通过已知方法合成的有机材料的同时，可以通过应用已知方法形成构造为具有上述叠层结构的有机层 4，例如真空蒸镀和旋涂。

在通过将如上构造的有机 EL 器件 1 或 1' 与滤色器结合来构造全彩色显示器的情况下，在多个有机 EL 器件 1 或 1' 的光取出表面侧设置仅传输蓝、绿和红色波长区域的射线的各滤色器。

根据如上所述地构造的有机 EL 器件 1 或 1', 采用设置在绿光发射层 12 与蓝光发射层 13 之间的中间层 “a”, 在绿光发射层 12 和蓝光发射层 13 的每个中通过电荷的复合而产生的激子的能量不易于在绿光发射层 12 和蓝光发射层 13 之间传输。采用具有这样的叠层结构的有机 EL 器件 1 或 1', 存在这样的情况, 具有大的 HOMO - LUMO 能隙的蓝光发射层 13 中产生的激子的能量将传输到绿光发射层 12 中, 结果降低了蓝光发射层 13 中的发光强度。然而, 在本实施例中, 将中间层 “a” 中的 HOMO - LUMO 能隙设置为比作为绿光发射层 12 中的发光材料的掺杂剂的 HOMO - LUMO 能隙大, 由此确保了蓝光发射层 13 中产生的激子的能量不易传输到绿光发射层 12 中, 蓝光发射层 13 中蓝光发射的强度可以保持较高。此外, 防止了将要在中间层 a 中传输的能量释放到中间层 “a” 中。

此外, 采用设置在最阳极 3 侧的红光发射层 11, 可以通过使用能够以高浓度掺杂空穴传输红光发射材料来形成红光发射层 11, 使得空穴将容易地传输到相对于红光发射层 11 设置在阴极 5 一侧的绿光发射层 12 和蓝光发射层 13 中。

在这样的条件下, 特别地由于本实施例中的中间层 “a” 具有空穴传输属性以及电子阻挡属性两者, 所以空穴可以充分地传输到相对于中间层 a 设置在阴极 5 一侧的蓝光发射层 13 中, 并且可以限制电子注入到绿光发射层 12 中, 从而可以提高蓝光发射层 13 中电子和空穴之间复合的几率。这还有助于蓝光发射强度的增强。在此情况下, 为了提供防止电子注入到绿光发射层 12 中的势垒 (barrier), 优选地, 具有空穴传输属性的中间层 “a” 中的 LUMO 能级高于用作绿光发射层 12 的基质材料的电子传输成分的 LUMO 能级。按照能级, 这样的结构示于图 3 中。在这样的结构的情况下, 即其中空穴传输层 10、红光发射层 11、绿光发射层 12、中间层 a、蓝光发射层 13 和电子传输层 14 从阳极 3 一侧顺序叠置在阳极 3 与阴极 5 之间, 优选地, 中间层 “a” 中的 LUMO 能级[即, 能量的值 (eV)]高于用作绿光发射层的基质材料的电子传输成分的 LUMO 能级[即, 能量的值 (eV)]。此配置使得可以限制电子到绿光发射层 12 中的注入。

因此, 在发光层 11、12 和 13 中, 可以以良好的平衡和高效率取出各颜色的射线, 对于各颜色来说发光强度之间的平衡良好, 且可以获得具有良好发光效率的白光发射。

顺便提及,在上述实施例中,作为示例已经描述了在绿光发射层 12 与蓝光发射层 13 之间设置中间层“a”的情况。然而,如上所述,可以在绿光发射层 12 与蓝光发射层 13 之间的位置以及红光发射层 11 与绿光发射层 12 之间的位置中的至少一处设置中间层;在任何情况下,考虑与中间层相邻地设置的发光层的特性,将设置在任何位置的中间层构造为具有与上述相同的特性。

例如,在图 4 所示的中间层“a”还设置在红光发射层 11 与绿光发射层 12 之间的有机 EL 器件 1"中,通过使用有机材料形成中间层“a”,该有机材料具有比构成红光发射层 11 和绿光发射层 12 的材料的 HOMO-LUMO 能隙大的 HOMO-LUMO 能隙。在特定示例中,为了防止绿光发射层 12 中产生的激子的能量传输到红光发射层 11 中,通过使用有机材料形成中间层“a”,该有机材料具有比作为红光发射层 11 中的发光材料的掺杂剂的 HOMO-LUMO 能隙大的 HOMO-LUMO 能隙。

此外,与上述实施例相似,在设置在红光发射层 11 和绿光发射层 12 之间的中间层“a”的阳极 3 一侧设置的红光发射层 11 中的发光强度强,设置在中间层“a”的阴极 5 一侧的绿光发射层 12 中的发光强度弱的情况下,通过使用具有上述能隙特征且具有空穴传输属性以及电子阻挡属性两者的材料形成中间层“a”。另一方面,在发光强度与上述相反的情况下,通过使用具有上述能隙特征且具有电子传输属性以及空穴阻挡属性两者的材料形成中间层“a”。

在以此方式构造的有机 EL 器件 1"中,在红光发射层 11 和绿光发射层 12 之间设置中间层“a”确保了在红光发射层 11 和绿光发射层 12 的每个中通过电荷的复合产生的激子的能量不易在红光发射层 11 和绿光发射层 12 之间传输。特别地在中间层“a”具有空穴传输属性以及电子阻挡属性两者时,空穴可以充分地传输到相对于中间层 a'设置在阴极 5 一侧的绿光反射层 12 和蓝光发射层 13 中,可以限制电子到红光发射层 11 中的注入,并且可以提高绿光发射层 12 和蓝光发射层 13 中电子和空穴之间的复合几率。在此情况下,为了提供防止电子注入到红光发射层 11 中的势垒,优选地,具有空穴传输属性的中间层“a”中的 LUMO 能级高于红光发射层 11 中的电子传输成分的 LUMO 能级。这使得可以限制电子注入到红光发射层 11 中。

因此,与上述实施例相似,在各发光层 11、12 和 13 中,可以以良好的

平衡和高效率取出各颜色的射线，各颜色的发光强度之间的平衡良好，且可以获得具有良好发光效率的白光发射。

此外，在上述实施例中，已经描述了红光发射层 11、绿光发射层 12 和蓝光发射层 13 从阳极 3 一侧顺序层叠的结构，但是本发明不限于这样的层叠顺序，还可以采用相反的层叠顺序。然而，这里应注意，每个发光层的电子传输属性也适当地改变。特定地，设置在最阳极 3 侧的蓝光发射层至少具有空穴传输属性，设置在蓝光发射层的阴极 5 一侧的绿光发射层具有正和负电荷传输属性，设置在最阴极 5 侧的红光发射层至少具有电子传输属性。此外，在这样的配置中，可以以与上述相同的方式考虑设置在发光层之间的中间层的特性，可以获得如上相同的效果。

例如，当在最阳极 3 侧的蓝光发射层和其阴极 5 一侧的绿光发射层之间设置具有如上所述的大的 HOMO - LUMO 能隙的中间层时，可以防止蓝光发射层和绿光发射层的每个中产生的激子的能量在发光层之间传输。此外，在这样的结构中，当中间层具有电子传输属性以及空穴阻挡属性两者时，可以提高设置在阳极 3 一侧的蓝光发射层中电荷的复合几率。在此情况下，为了提供防止空穴注入到绿光发射层 12 中的势垒，将中间层中的 HOMO 能级设置为低于绿光发射层 12 中空穴传输成分的 HOMO 能级，由此可以限制空穴到绿光发射层 12 中的注入。

另一方面，当中间层具有空穴传输属性以及电子阻挡属性两者时，可以提高相对于中间层设置在阴极 5 一侧的绿光发射层和红光发射层中电荷之间的复合几率。

此外，本发明不限于其中阳极 3 设置在基板 2 上且有机层 4 和阴极 5 叠置在阳极 3 上这样的构造；本发明还适用于具有如下结构的有机 EL 器件，其中在基板 2 上设置阴极，在阴极上顺序层叠有机层和阳极。顺便提及，在此情况下，通过适当地选择阴极和阳极的材料和膜厚，可以获得顶发射型结构和底发射型结构，并获得与上述那些有机 EL 器件 1、1' 和 1'' 相同的效果。

(示例)

<示例 1>

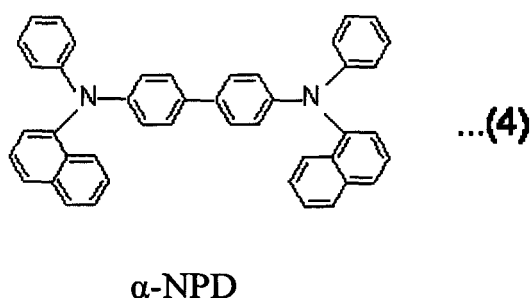
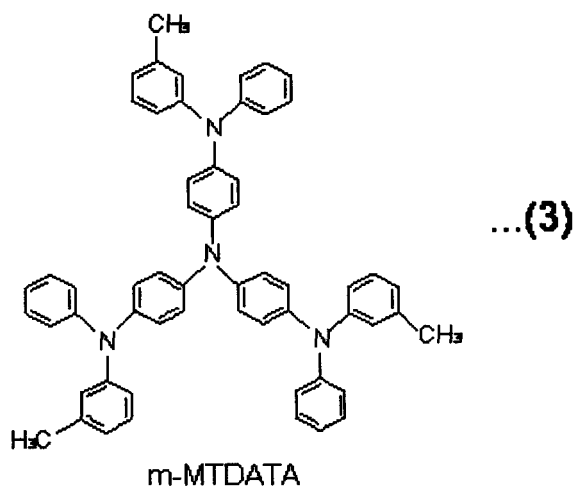
在示例 1 中，如下制造参考图 2 描述的底发射型有机 EL 器件 1'。

首先制造用于有机 EL 器件的单元，其中在由 30mm × 30mm 玻璃板构成的基板 2 上形成作为阳极 3 的 ITO 膜（约 100nm 厚），通过使用光敏有机

绝缘材料用绝缘膜（图中省略）来掩模化阳极 3 的除了中心 $2\text{mm} \times 2\text{mm}$ 发光区域之外的其他区域。接着，将具有开口的金属掩模设置在基板 2 的上侧并邻近基板 2，使得所述开口匹配阳极 3（ITO）的将成为每个发光区域的暴露部分，在 10^{-4}Pa 或更低的真空下通过真空蒸镀方法顺序形成随后的有机层。

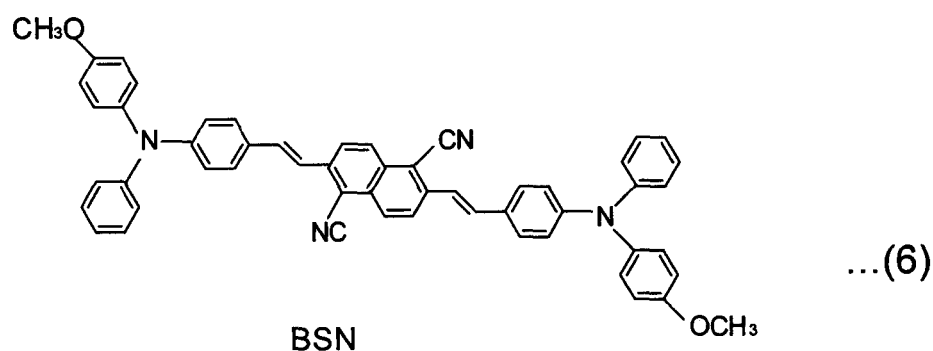
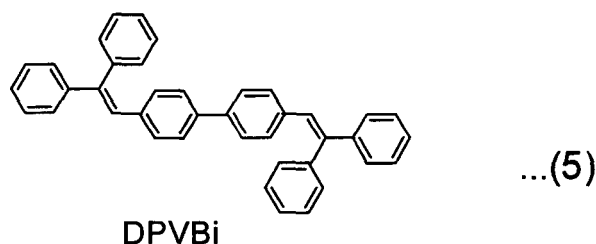
首先，作为空穴传输层 10，以 20nm 的厚度形成由以下分子式（3）表示的 m-MTDATA 膜（4,4',4''-三(3-甲基苯基苯胺)-三苯胺）（4,4',4''-tris(3-methylphenylphenylamino)-triphenylamine），然后以 20nm 的厚度形成由以下分子式（4）表示的 α -NPD (α -萘基二胺)二[N-(1-萘基)-N-苯基]联苯胺（(α -naphthyldiamine)Bis[N-(1-naphthyl)-N-phenyl]benzidine）膜。将气相淀积速率设置到 $0.1\text{nm}/\text{秒}$ 。

分子式（3）、分子式（4）：



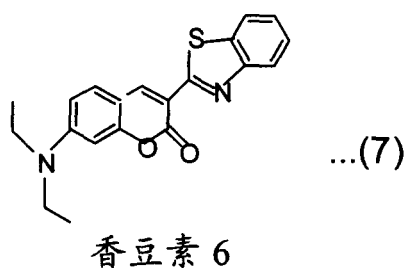
接着，作为红光发射层 11，以 5nm 的厚度形成共淀积膜（co-deposition film），该共淀积膜由下面的分子式（5）的 DPVBi 作为基质掺杂以 30 % 的下面的分子式（6）的 BSN 作为红光发射材料所构成。将气相淀积速率设置到 $0.2\text{nm}/\text{秒}$ 。

分子式 (5)、分子式 (6):



此后,作为绿光发射层 12,以 10nm 的厚度形成共淀积膜,该共淀积膜由 1:1 混合比的 DPVBi 和 α -NPD 的混合物作为基质掺杂以 1% 的下面的分子式(7)的香豆素 6 作为绿光发射材料所构成。将气相淀积速率设置到 0.2nm/秒。

分子式 (7):



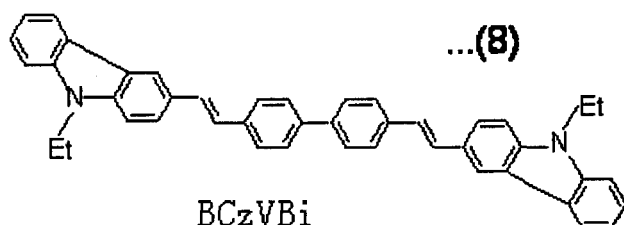
然后,以 3nm 的厚度形成 α -NPD 膜作为具有空穴传输属性的中间层“a”。气相淀积速率设置为 0.1nm/秒。顺便提及, α -NPD 具有比作为绿光发射层 12 中的绿光发射材料的香豆素 6 的能隙大的 HOMO - LUMO 能隙。此外, α -NPD 中的 LUMO 能级大于作为绿光发射层 12 中的电子传输成分的 DPVBi 的 LUMO 能级。

此外,作为蓝光发射层 13,以 30nm 的厚度形成共淀积层,该共淀积层由 DPVBi 作为基质掺杂以 3% 的下面的分子式 (8) 的

4,4'-(二(9-乙基-3-咔唑撑乙烯)-1,1'-联苯(BCzVBi))

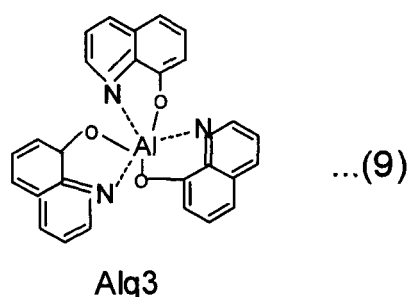
(4,4'-(Bis(9-ethyl-3-carbazovinylen)-1,1'-biphenyl(BCzVBi)) 作为蓝光发射材料所构成。气相淀积速率设置到 0.2nm/秒。

分子式 (8):



然后, 作为电子传输层 14, 以 20nm 的厚度形成由以下分子式 (9) 表示的 Alq3 膜。气相淀积速率设置到 0.2nm/秒。

分子式 (9):



接下来, 作为阴极 5, 以 50nm 的厚度形成具有 10:1 的共淀积比的 Mg 和 Ag 的薄膜, 且以 150nm 的厚度形成 Ag 膜。气相淀积速率设置为 0.5nm/秒。

如上制造的示例 1 中的有机 EL 器件的发射谱 (emission spectrum) 在图 5 中示出。如图所示, 证实了可以从根据示例 1 的有机 EL 器件获得蓝、绿和红光发射成分。此外, 在发光表面上方均匀地获得了在 $25\text{mA}/\text{cm}^2$ 的电流密度具有 $1337\text{cd}/\text{m}^2$ 的亮度和 CIE 色度 (0.319, 0.294) 的光发射。

<示例 2>

在示例 2 中, 制造参考图 4 描述的底发射型有机 EL 器件 1"。顺便提及, 图 6 示出示例 2 中有机层中的能级的示意图。

在此情况下, 以与制造上面示例 1 中的有机 EL 器件相同的方式制造底发射型有机 EL 器件 1", 除了对示例 1 中的制造工序增加了在红光发射层 11

和绿光发射层 12 之间形成中间层 “a” 的步骤。然而，这里应注意，以 2nm 的膜厚形成绿光发射层 12 与蓝光发射层 13 之间的中间层 “a”（在示例 1 中，此膜厚为 3nm）。此外，以 2nm 的厚度形成 α -NPD 膜作为红光发射层 11 与绿光发射层 12 之间的中间层 “a”。气相淀积速率设置为 0.1nm/秒。顺便提及，构成中间层 “a” 的 α -NPD 具有比作为红光发射层 11 中的红光发射材料的 BSN 的能隙大的 HOMO - LUMO 能隙。此外， α -NPD 的 LUMO 能级高于用作红光发射层 11 中的电子传输成分的 BSN 的 LUMO 能级。

如上制造的示例 2 中的有机 EL 器件的发射谱在图 7 中示出。如图所示，证实了从示例 2 中的有机 EL 器件可以获得蓝、绿和红光发射成分。此外，在发光表面上方均匀地获得了在 25mA/cm² 的电流密度具有 1706cd/m² 的亮度和 CIE 色度 (0.324, 0.362) 的光发射。

<比较例>

在比较例中，制造具有一结构的有机 EL 器件，该结构通过从上面示例 1 中制造的有机 EL 器件 1' 的结构省略中间层 “a” 来获得。以上述示例中相同的制造工序制造有机 EL 器件，除了省略形成中间层 a 的步骤。

如上制造的比较例中的有机 EL 器件的发射谱在图 8 中示出。如图所示，证实了从比较例中的有机 EL 器件可以获得蓝、绿和红光发射成分。获得了在 25mA/cm² 的电流密度具有 1311cd/m² 亮度和 CIE 色度 (0.392, 0.390) 的光发射。

然而，从图 5 和 7 中的发射谱（示例 1 和 2）与图 8 中的发射谱（比较例）的比较，证实了利用根据示例的其中设置了中间层的有机 EL 器件可以获得更大的蓝光发射成分和更好的白光发射平衡的光发射。

工业实用性

如上所述，根据本发明的有机 EL 器件，可以以良好的平衡和高效率发射不同波长区域的射线。因此，通过层叠用于蓝、绿和红发射颜色的发光层，可以实现具有良好的发光强度平衡和良好的发光效率的白光发射。此外，根据通过将有机 EL 器件与滤色器结合而获得的显示器，可以以良好的平衡取出发射颜色的射线，并且可以构成板 (panel)，使得可以实现具有优异色彩再现特性的显示器。

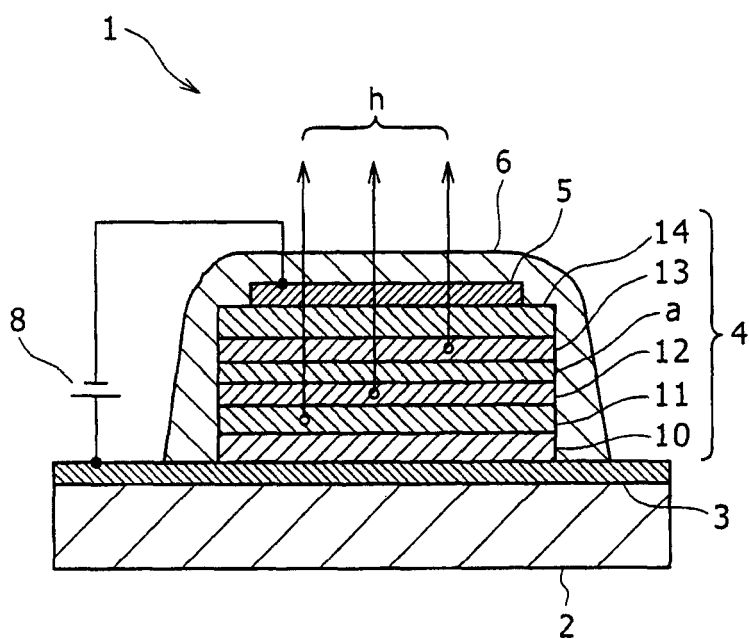


图 1

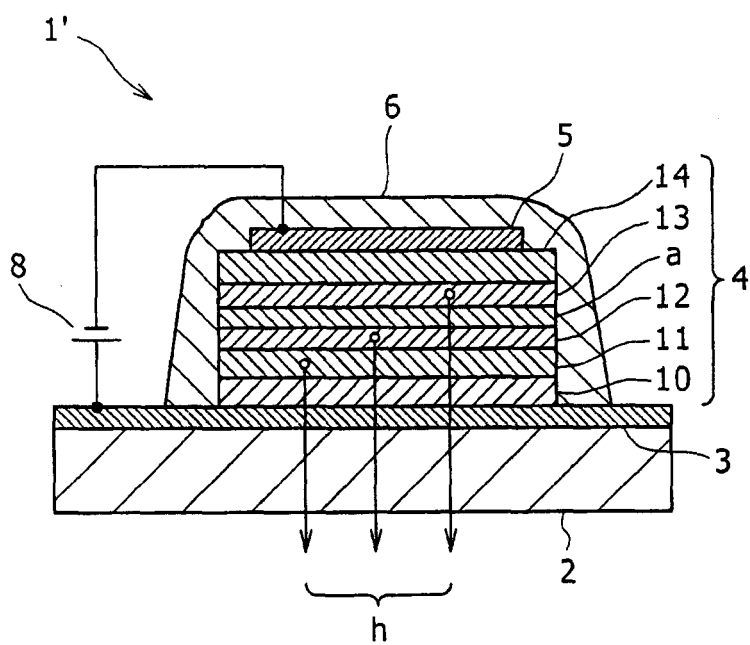


图 2

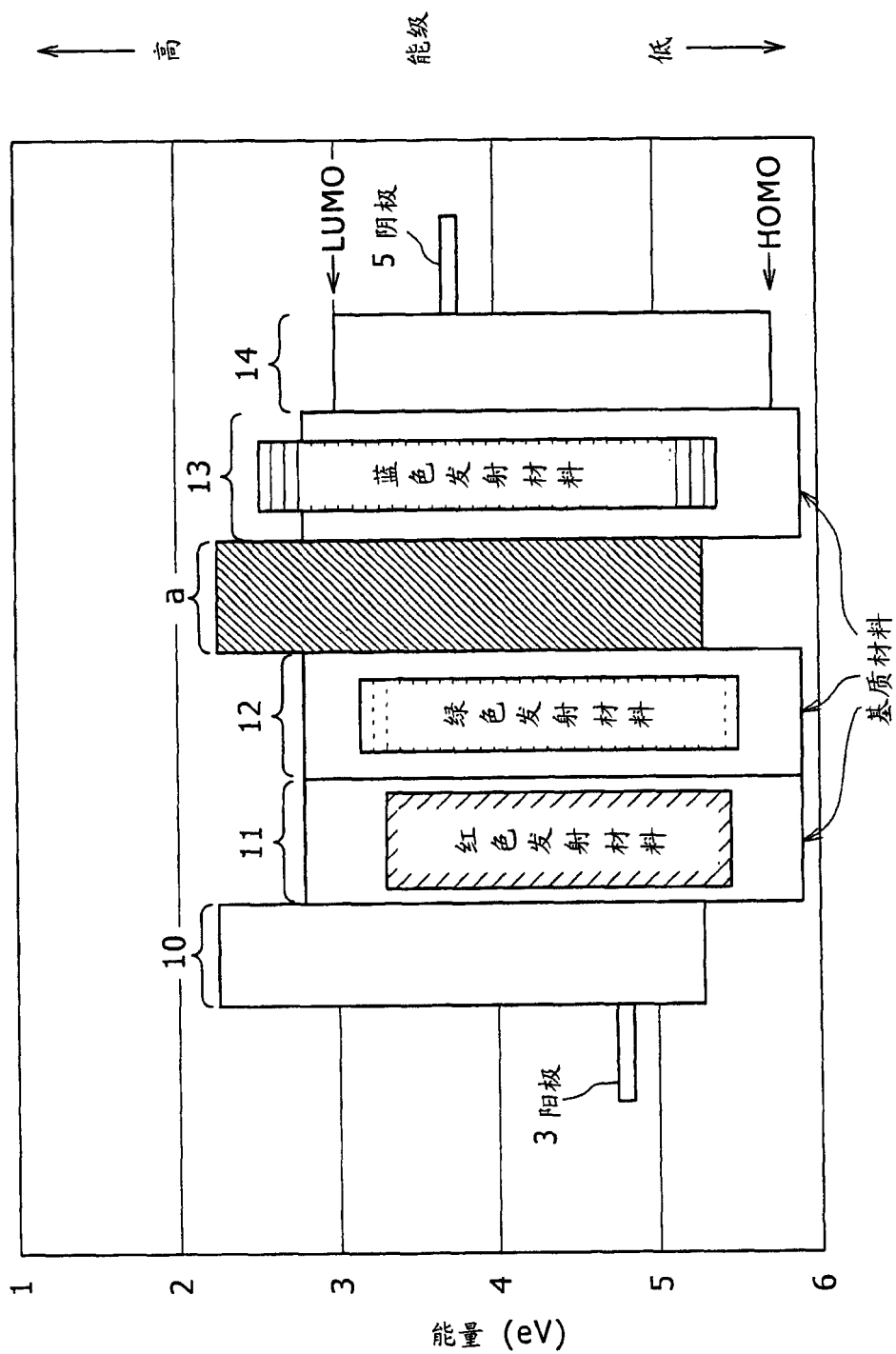


图 3

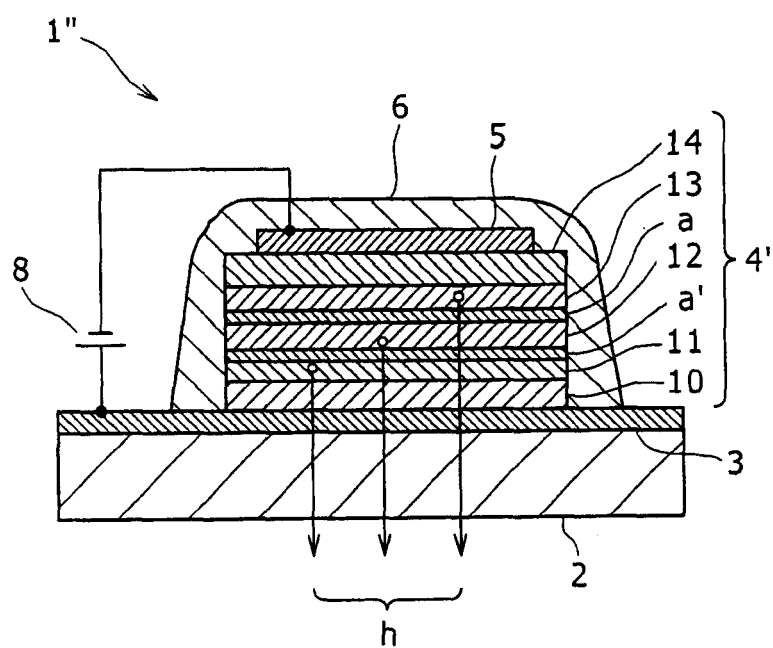


图 4

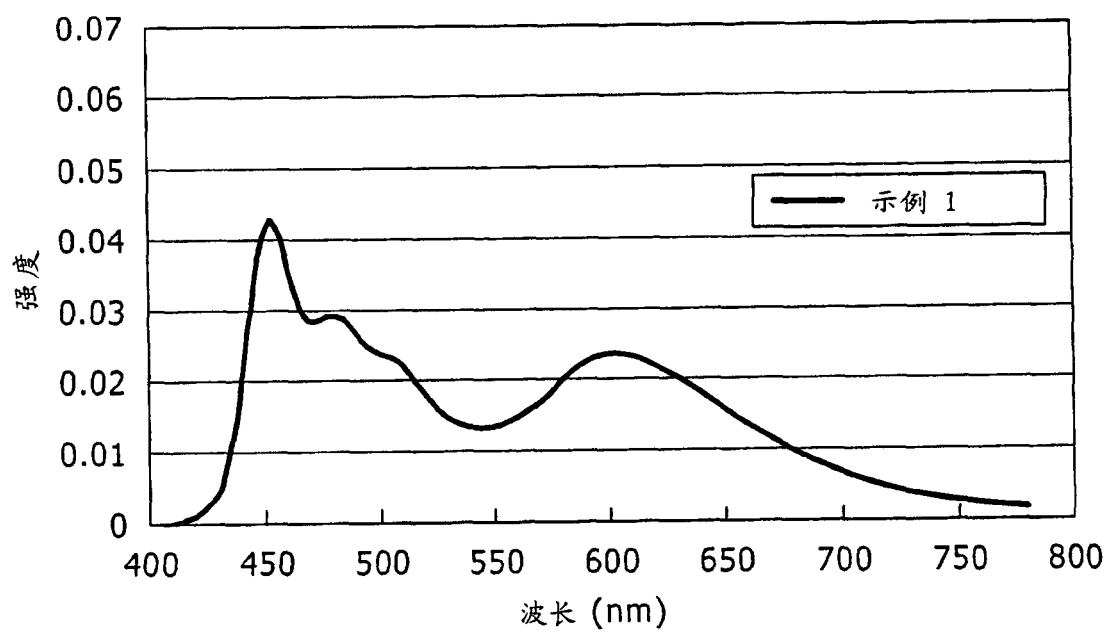


图 5

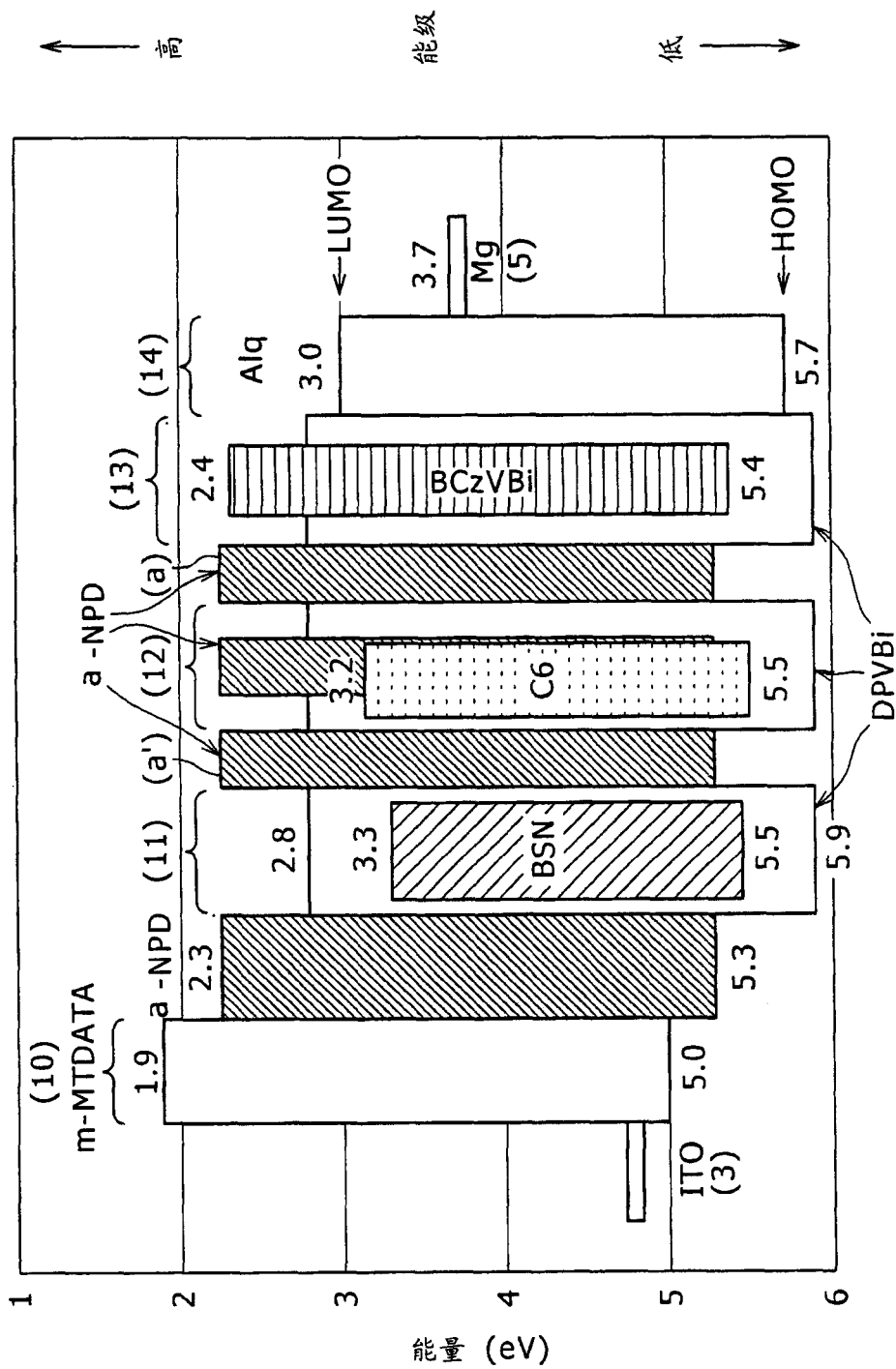


图 6

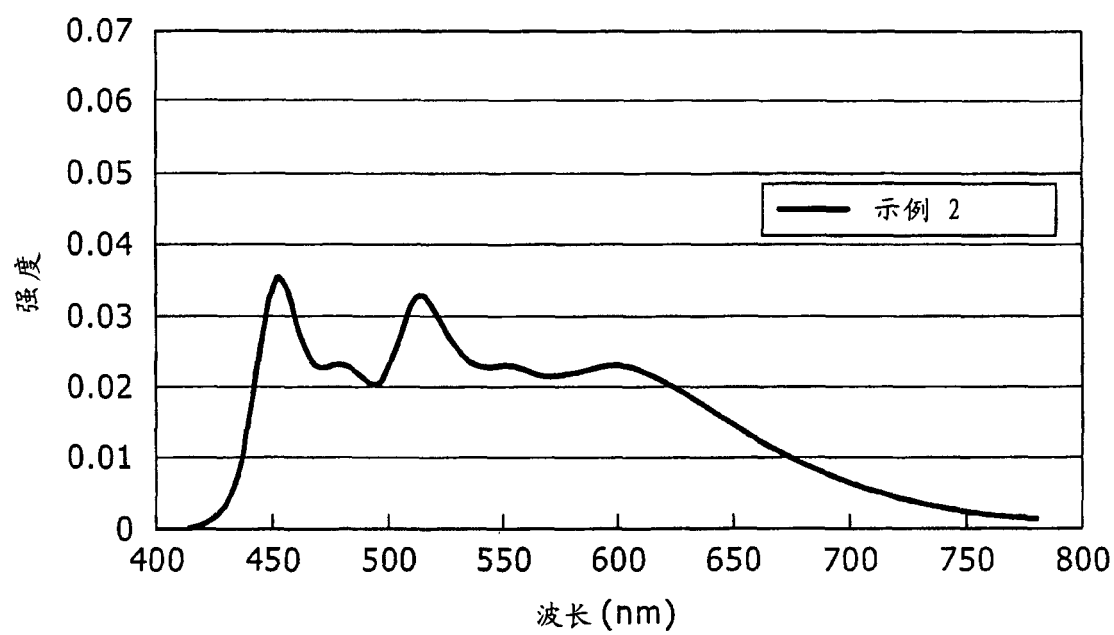


图 7

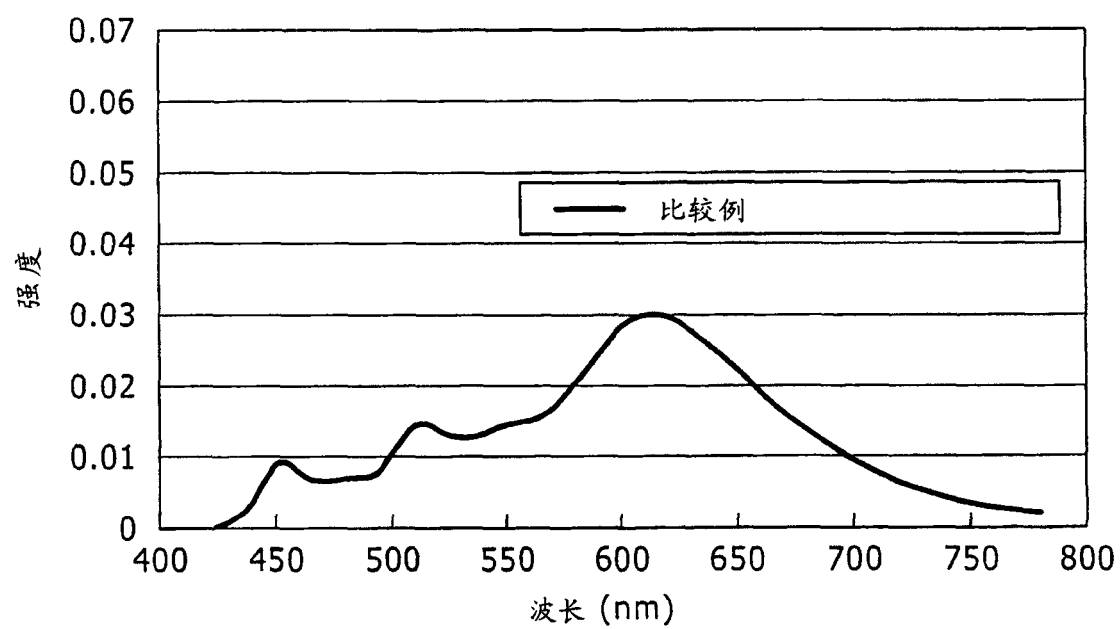


图 8

专利名称(译)	有机电致发光器件及显示器		
公开(公告)号	CN1871877A	公开(公告)日	2006-11-29
申请号	CN200480031356.6	申请日	2004-08-20
[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	柏原充宏		
发明人	柏原充宏		
IPC分类号	H05B33/22 H05B33/14 H05B33/12		
代理人(译)	李晓舒 魏晓刚		
优先权	2003298269 2003-08-22 JP 2004019247 2004-01-28 JP		
其他公开文献	CN100534246C		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

在阳极(3)与阴极(5)之间顺序布置红光发射层(11)、绿光发射层(12)和蓝光发射层(13)，在绿光发射层(12)与蓝光发射层(13)之间设置由有机材料构成的中间层(a)。中间层(a)的HOMO - LUMO能隙大于构成绿光发射层(12)的绿光发射材料的HOMO - LUMO能隙。中间层(a)具有空穴传输属性。利用此有机EL器件(1)的显示器在光取出表面侧设置有滤色器。通过具有这样的结构，有机EL器件能够产生良好平衡的、高亮度的三种颜色成分，即红、绿和蓝发射，其适于全彩色显示器。

