



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103094311 B

(45) 授权公告日 2015. 07. 22

(21) 申请号 201210437706. 5

(22) 申请日 2012. 10. 31

(30) 优先权数据

2011-238945 2011. 10. 31 JP

(73) 专利权人 佳能株式会社

地址 日本东京

(72) 发明人 石津谷幸司

(74) 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专

利商标事务所 11038

代理人 李帆

(51) Int. Cl.

H01L 27/32(2006. 01)

H01L 51/50(2006. 01)

H01L 51/52(2006. 01)

H01L 51/54(2006. 01)

(56) 对比文件

JP 特开 2011-216778 A, 2011. 10. 27,

US 2007/0296334 A1, 2007. 12. 27,

US 2008/0067926 A1, 2008. 03. 20,

US 2003/0044639 A1, 2003. 03. 06,

WO 2011/065138 A1, 2011. 06. 03,

CN 101308863 A, 2008. 11. 19,

CN 1933173 A, 2007. 03. 21,

CN 1849719 A, 2006. 10. 18,

审查员 霍淑利

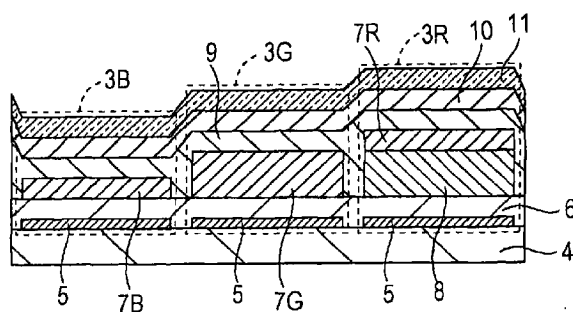
权利要求书1页 说明书15页 附图2页

(54) 发明名称

显示装置

(57) 摘要

显示装置,其具有有机 EL 元件,每个有机 EL 元件具有光学干涉结构,包括:含有主体材料和发光材料的蓝色发光层,其中空穴传输层的 LUMO 小于该主体材料的 LUMO 并且该主体材料的 HOMO 比该空穴传输层的 HOMO 大 0.5eV 以下;和在红色发光 EL 元件和绿色发光 EL 元件的至少一者的发光层和空穴传输层之间设置的膜厚度调节层,其中该调节层的空穴迁移率高于具有该调节层的 EL 元件的发光层的载流子迁移率,该调节层的 HOMO 不高于该空穴传输层的 HOMO 并且不低于其发光层中含有的发光材料的 HOMO。



1. 显示装置,包括:

红色发光的有机 EL 元件、绿色发光的有机 EL 元件和蓝色发光的有机 EL 元件,

各有机 EL 元件各自至少具有有金属层的阳极、空穴传输层、发光层和阴极,

各有机 EL 元件共有地设置该空穴传输层,

各有机 EL 元件中,每个发光层的发光位置与阳极的反射面之间的光学距离 L 满足下式,

$$(\lambda/8) \times (-1 - (2\phi/\pi)) < L < (\lambda/8) \times (1 - (2\phi/\pi))$$

其中, ϕ 为阳极的金属层中的相移, λ 为由各有机 EL 元件发出的光谱的峰值波长,

该蓝色发光的有机 EL 元件的发光层含有主体材料和发光材料,

该空穴传输层的 LUMO 值小于该蓝色发光的有机 EL 元件的发光层的主体材料的 LUMO 值,

从该蓝色发光的有机 EL 元件的发光层的主体材料的 HOMO 值减去该空穴传输层的 HOMO 值所得到的值为 0.5eV 以下,

在该红色发光的有机 EL 元件的发光层和该绿色发光的有机 EL 元件的发光层的至少一者与该空穴传输层之间设置膜厚度调节层,

该膜厚度调节层的空穴迁移率高于设置该膜厚度调节层的有机 EL 元件的发光层的载流子迁移率,并且

该膜厚度调节层的 HOMO 值等于或低于该空穴传输层的 HOMO 值并且等于或高于设置该膜厚度调节层的有机 EL 元件的发光层中含有的发光材料的 HOMO 值。

2. 根据权利要求 1 的显示装置,其中该红色发光的有机 EL 元件的发光层和该绿色发光的有机 EL 元件的发光层中,设置有该膜厚度调节层的有机 EL 元件的发光层含有形成该膜厚度调节层的材料。

3. 根据权利要求 1 的显示装置,其中该红色发光的有机 EL 元件的发光层和该绿色发光的有机 EL 元件的发光层中,设置有该膜厚度调节层的有机 EL 元件的发光层含有磷光发光材料。

显示装置

技术领域

[0001] 本发明涉及具有红色发光、绿色发光和蓝色发光的三色的有机 EL (电致发光) 元件的全色显示的显示装置。

背景技术

[0002] 作为使采用红色发光 (R)、绿色发光 (G) 和蓝色发光 (B) 的三色的有机 EL 元件的显示装置的发光效率提高的技术, 日本专利公开 No. 2000-323277 公开了对于每种发射色使有机 EL 元件的发光层以外的功能层的膜厚度改变的技术。这是通过对于每种发射色增强发射光谱的峰值波长的光学干涉结构来增加发光效率的技术。

[0003] 此外, 日本专利公开 No. 2008-288201 公开了通过如下方式已实现了高效率 and 长寿命的有机 EL 元件: 在红色发光和绿色发光的有机 EL 元件的每个的发光层和空穴注入层之间设置辅助层, 该辅助层含有不同于空穴注入层的材料并且具有比空穴注入层的材料高的空穴迁移率。

[0004] 但是, 日本专利公开 No. 2008-288201 中公开的显示装置具有如下可能性: 取决于空穴注入层、发光层和辅助层的构成材料, 驱动电压变高。

发明内容

[0005] 根据本发明的方面, 显示装置通过共振结构提高红色发光、绿色发光和蓝色发光的三色的有机 EL 元件的发光效率的同时使这些有机 EL 元件的驱动电压降低。

[0006] 根据本发明的另一方面, 显示装置具有红色发光的有机 EL 元件、绿色发光的有机 EL 元件和蓝色发光的有机 EL 元件, 其中各有机 EL 元件均至少具有有金属层的阳极、空穴传输层、发光层和阴极, 各有机 EL 元件共用 (common) 地设置该空穴传输层, 各有机 EL 元件中调节各发光层的发光位置与阳极的反射面之间的光学距离 L 以满足式 (I),

[0007] $(\lambda/8) \times (-1 - (2\phi/\pi)) < L < (\lambda/8) \times (1 - (2\phi/\pi)) \dots (I)$

[0008] [式 I 中, ϕ 为阳极的金属层中的相移, λ 为从各色的有机 EL 元件发出的光谱的峰值波长。], 蓝色发光的有机 EL 元件的发光层含有主体材料和发光材料, 空穴传输层的最低未占分子轨道 (LUMO) 值小于蓝色发光的有机 EL 元件的发光层的主体材料的 LUMO 值, 通过从蓝色发光的有机 EL 元件的发光层的主体材料的 HOMO 值减去空穴传输层的最高占有分子轨道 (HOMO) 值所得到的值为 0.5eV 或更低, 在红色发光的有机 EL 元件的发光层和绿色发光的有机 EL 元件的发光层的至少一者与空穴传输层之间设置膜厚度调节层, 膜厚度调节层的空穴迁移率大于设置有膜厚度调节层的有机 EL 元件的发光层的载流子迁移率, 膜厚度调节层的 HOMO 值等于或低于空穴传输层的 HOMO 值并且等于或高于设置有膜厚度调节层的有机 EL 元件的发光层中含有的发光材料的 HOMO 值。

[0009] 根据本发明的另一方面, 在具有红色发光、绿色发光和蓝色发光的三色的有机 EL 元件的显示装置中, 通过光学干涉结构来增加发光效率的同时能够降低驱动电压。

[0010] 由以下参照附图对例示实施方案的说明, 本发明进一步的特点将变得清楚。

附图说明

[0011] 图 1 是本发明的实施方案的显示装置的透视图。

[0012] 图 2 是本发明的实施方案的显示装置的一个像素的轮廓的横截面图。

[0013] 图 3 是表示通过从蓝色有机 EL 元件的蓝色发光层的主体材料的 HOMO 值减去空穴传输层的 HOMO 值而得到的值 $E_{H_{bh}}-E_{H_{ht}}$ 与驱动电压之间的关系的图。

具体实施方式

[0014] 以下参照附图对本发明的显示装置的各种实施方案进行说明。对于本说明书中未图示或记载的部分,适用技术领域中公知或已知的技术。本发明并不限于下述的实施方案。用基于真空能级的绝对值表示与构成本发明中记载的有机 EL 元件的层相关的最低未占分子轨道 (LUMO) 的值和最高占有分子轨道 (HOMO) 的值。

[0015] 图 1 是示意地表示本发明的显示装置的一个实施方案的构成的透视图。图 1 包括显示区域 1、像素 2 以及有机 EL 元件 3R、3G 和 3B。本发明的显示装置具有多个像素 2,并且该像素 2 含有一组分别发红、绿光和蓝光的有机 EL 元件 3R、3G 和 3B。显示装置中,以矩阵状设置多个像素 2。

[0016] 图 2 为沿图 1 的 II-II 线的像素 2 的轮廓的横截面图。像素 2 具有红色发光的有机 EL 元件 3R、绿色发光的有机 EL 元件 3G 和蓝色发光的有机 EL 元件 3B。每个有机 EL 元件从阳极 5 依次具有空穴传输层 6、发光层 (7R、7G 和 7B 的任一个) 和阴极 11,每个有机 EL 元件共用地设置空穴传输层 6。基板 4 用玻璃、塑料、硅等形成。在基板上可形成开关元件 (未图示) 例如 TFT。

[0017] 在基板 4 上,形成含有金属层的阳极 5。形成阳极用于反射从有机 EL 元件的发光层发出的光以形成光学干涉结构以由此增加发光效率。以对应于红色、绿色和蓝色有机 EL 元件每一个的方式将阳极 5 图案化。优选具有高反射率的金属或其合金形成阳极 5 的金属层并且特别优选材料例如 Al、Ag、Pt、Au、Cu、Pd、Ni 和 Mo。阳极 5 可以是在该金属层上层叠具有高功函数的透明导电材料例如 ITO 和 IZO 的层叠体。在对应于红色、绿色和蓝色有机 EL 元件 3R、3G 和 3B 的每一个的阳极 5 的边缘可进一步形成绝缘膜 (未图示)。

[0018] 在红色发光、绿色发光和蓝色发光的有机 EL 元件 3R、3G 和 3B 每一个的阳极 5 上,共用地形成含有空穴传输材料的空穴传输层 6。在阳极 5 与空穴传输层 6 之间,可各有机 EL 元件 3R、3G 和 3B 共用地形成空穴注入层等。

[0019] 以与空穴传输层 6 接触的方式在空穴传输层 6 上的与蓝色有机 EL 元件的阳极 5 对应的区域中形成蓝色发光层 7B。用至少主体材料和发光材料形成蓝色发光层 7B。

[0020] 空穴传输层 6 的 LUMO 值小于蓝色发光层 7B 的主体材料的 LUMO 值。通过形成这样的构成,防止蓝色发光层 7B 中的电子流入空穴传输层 6 中并且蓝色发光层 7B 中的再结合率增加,以致能够使蓝色有机 EL 元件 3B 的发光效率增加。

[0021] 通过由蓝色发光的有机 EL 元件 3B 的蓝色发光层 7B 的主体材料的 HOMO 值 ($E_{H_{bh}}$) 减去空穴传输层 6 的 HOMO 值 ($E_{H_{ht}}$) 所得的值 $E_{H_{bh}}-E_{H_{ht}}$ 为 0.5eV 或更低。图 3 表示改变空穴传输层 6 的材料时通过由蓝色发光层 7B 的主体材料的 HOMO 值减去空穴传输层 6 的 HOMO 值所得的值 $E_{H_{bh}}-E_{H_{ht}}$ 与蓝色发光的有机 EL 元件 3B 的驱动电压的关系。图 3 表示 $E_{H_{bh}}-E_{H_{ht}}$ 为

0eV 或更低时,驱动电压不存在差异,但随着 $EH_{bh}-EH_{ht}$ 从 0eV 增加,驱动电压变大。 $EH_{bh}-EH_{ht}$ 的增加意味着在空穴传输层 6 与蓝色发光层 7B 之间的界面空穴的注入势垒增加。在界面的注入势垒的增加使有机 EL 元件的驱动电压增加。优选驱动电压的增加尽可能小,但优选 0.5V 或更低作为最小值。因此,由图 3 可知, $EH_{bh}-EH_{ht}$ 优选为 0.5eV 或更低。

[0022] 光学干涉结构中发光位置与反射面之间的光学距离 L 由下式 A 表示。式 A 中, m 为 0 或更大的整数。

$$[0023] \quad L = (\lambda/4) \times (2m - (\phi/\pi)) \quad \dots (A)$$

[0024] ϕ : 阳极的金属层中的相移

[0025] λ : 由各色的有机 EL 元件发出的光谱的峰值波长

[0026] 调节从蓝色发光层 7B 的发光位置到阳极 5 的反射面的光学距离 L 以由式 (A) 建立 $m = 0$ 。考虑与正面的发光效率存在折衷关系的视角特性等,在实际的有机 EL 元件中未必总严格地与膜厚度一致。具体地,可存在光学距离 L 满足式 A 的值 $\pm \lambda/8$ 内的误差。有利地,根据本发明,有机 EL 元件中,能够以满足式 I 的方式来调节光学距离 L。由于光学距离 L 满足式 I 的事实,通过光学干涉结构能够增加蓝色发光的有机 EL 元件 3B 的发光效率。通过改变空穴传输层 6 的膜厚度或者蓝色发光层 7B 的膜厚度来实现光学距离 L 的调节。

$$[0027] \quad (\lambda/8) \times (-1 - (2\phi/\pi)) < L < (\lambda/8) \times (1 - (2\phi/\pi)) \dots (I)$$

[0028] 更优选地,光学距离 L 的误差在光学距离 L 满足式 A 的值 $\pm \lambda/16$ 内。有利地,根据本发明,有机 EL 元件中,能够以满足下式 II 的方式调节光学距离 L。

$$[0029] \quad (\lambda/16) \times (-1 - (4\phi/\pi)) \leq L \leq (\lambda/16) \times (1 - (4\phi/\pi)) \dots (II)$$

[0030] 此外,由于 ϕ 约为 $-\pi$,因此有机 EL 元件能够满足下述关系 (I') 或 (II')。

$$[0031] \quad \lambda/8 < L < 3\lambda/8 \dots (I')$$

$$[0032] \quad 3\lambda/16 < L < 5\lambda/16 \dots (II')$$

[0033] 在红色发光的有机 EL 元件 3R 的发光层 7R 和绿色有机 EL 元件 3G 的发光层 7G 的至少一者与空穴传输层 6 之间设置膜厚度调节层 8。在红色发光的有机 EL 元件 3R 和 / 或绿色发光的有机 EL 元件 3G 的对应于阳极 5 和 / 或阳极 5 的区域中形成膜厚度调节层 8。在红色发光的有机 EL 元件 3R 和绿色发光的有机 EL 元件 3G 中,设置了膜厚度调节层 8 的有机 EL 元件中,在膜厚度调节层 8 上形成至少含有发光材料的发光层。图 1 表示只在红色发光的有机 EL 元件 3R 中设置膜厚度调节层 8 的构成。

[0034] 从设置有膜厚度调节层 8 的红色发光的有机 EL 元件 3R 的发光层 7R 和 / 或绿色发光的有机 EL 元件 3G 的发光层 7G 的发光位置到阳极 5 的反射面的光学距离 L 也与蓝色发光的有机 EL 元件 3B 同样地,以满足上述式 I、II、I' 或 II' 的方式调节。由于光学距离 L 满足式 I、II、I' 或 II' 的事实,因此通过光学干涉结构能够增加红色发光的有机 EL 元件 3R 和绿色发光的有机 EL 元件 3G 的发光效率。设置有膜厚度调节层 8 的有机 EL 元件中,通过改变膜厚度调节层 8 的膜厚度来实现光学距离 L 的调节。

[0035] 用如下材料形成膜厚度调节层 8,该材料具有比空穴传输层 6 的空穴迁移率和设置有膜厚度调节层 8 的有机 EL 元件的发光层的载流子迁移率高的空穴迁移率。因此,通过由用具有高空穴迁移率的材料形成的膜厚度调节层 8 调节光学距离 L,而不是通过由空穴传输层 6 或发光层调节光学距离 L,能够进一步使有机 EL 元件的驱动电压降低。

[0036] 膜厚度调节层 8 的 HOMO 值等于或低于空穴传输层 6 的 HOMO 值并且等于或高于膜厚度调节层 8 上的发光层中含有的发光材料的 HOMO 值。通过形成这样的元件构成,在空穴传输层 6 与膜厚度调节层 8 之间的界面和膜厚度调节层 8 与发光层之间的界面的两个界面,空穴的注入势垒消失。因此,由于在各层之间的界面空穴的注入势垒的消失,能够防止驱动电压的增加。

[0037] 由于红色发光的有机 EL 元件 3R 的光谱的峰值波长长,因此所需的光学距离 L 变大。由于所需的膜厚度随着光学距离 L 的增加而增加,因此具有高空穴迁移率的膜厚度调节层 8 的效果变大。因此,更优选至少在红色发光的有机 EL 元件 3R 中形成膜厚度调节层 8。

[0038] 膜厚度调节层 8 能够用具有较高空穴迁移率的材料构成。特别优选地,膜厚度调节层 8 用具有高空穴迁移率的含有两个或更多个三芳基胺结构的材料构成。

[0039] 红色发光的有机 EL 元件 3R 和绿色发光的有机 EL 元件 3G 中,在没有设置有膜厚度调节层 8 的有机 EL 元件中,在空穴传输层 6 上的、与没有设置膜厚度调节层 8 的有机 EL 元件的阳极对应的区域中形成至少含有发光材料的发光层。从发光层的发光位置到阳极 5 的反射面的光学距离 L,也与蓝色发光的有机 EL 元件同样地,以满足式 I 的方式调节。由于光学距离 L 满足式 I 的事实,在没有设置膜厚度调节层 8 的有机 EL 元件中通过光学干涉结构能够使发光效率增加。通过改变发光层的膜厚度来实现光学距离 L 的调节。

[0040] 在各色的发光层 7R、7G 和 7B 的上方设置阴极 11,并且能够使用透明导电材料或者半透明金属薄膜。对于透明导电材料,能够使用 ITO、IZO 等,作为半透明金属薄膜,使用与阳极 5 相同的金属。吸收为 50%或更低的膜厚度的情况下,能够与透过和反射的比例无关地使用。

[0041] 在各发光层 7R、7G 和 7B 与阴极 11 之间,可设置功能层,例如空穴阻挡层(未图示)、电子传输层 9、电子注入层 10 等。这些功能层可红色发光、绿色发光和蓝色发光的有机 EL 元件共用地设置,对于每种发射色,功能层的膜厚度可不同或者形成功能层的材料可不同。对于功能层,能够使用已知的有机 EL 材料。

[0042] 优选地,红色发光的有机 EL 元件 3R 和绿色发光的有机 EL 元件 3G 中,设置有膜厚度调节层 8 的有机 EL 元件的发光层含有形成膜厚度调节层 8 的材料。膜厚度调节层 8 的空穴迁移率高于发光层的载流子迁移率。因此,通过在发光层 7 中配合形成膜厚度调节层 8 的材料,能够进一步降低驱动电压。

[0043] 优选地,红色发光的有机 EL 元件 3R 和绿色发光的有机 EL 元件 3G 中,设置有膜厚度调节层 8 的有机 EL 元件的发光层含有磷光发光材料。

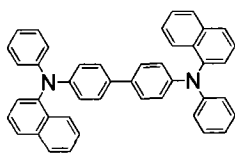
[0044] 对荧光发光材料和磷光发光材料的发光过程进行比较时,荧光发光材料从激发单重态 S1 发光并且磷光发光材料从激发三重态 T1 发光。S1 具有高于 T1 的能级。由 S1 确定发光的发光材料的驱动电压。因此,存在如下问题:荧光发光材料和磷光发光材料发出具有相同波长的光时,具有高于荧光发光材料的 S1 的磷光发光材料的驱动电压变高。

[0045] 因此,该显示装置的构成能够降低发光层中含有磷光发光材料的红色发光的有机 EL 元件 3R 或绿色发光的有机 EL 元件 3G 的驱动电压。

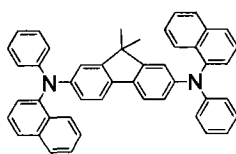
[0046] 以下示出用作膜厚度调节层 8、发光层主体和发光掺杂剂的材料典型结构式。但是,本发明并不限于此。

[0047] 作为膜厚度调节层 8 的材料,可提及下述结构式的材料作为实例。

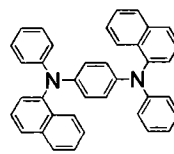
[0048]



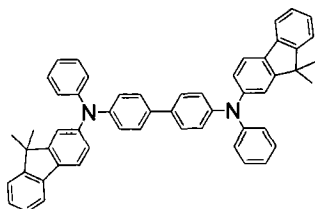
OT1



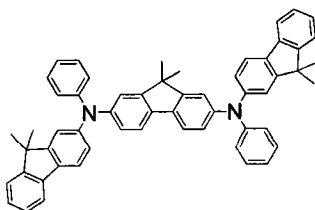
OT2



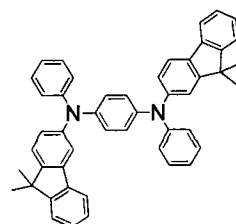
OT3



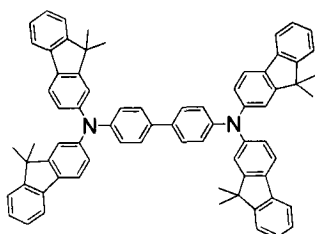
OT4



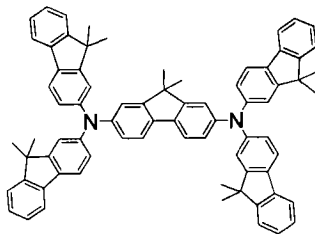
OT5



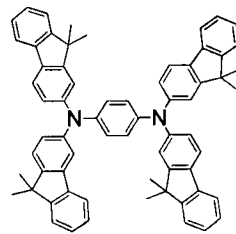
OT6



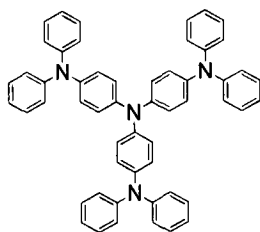
OT7



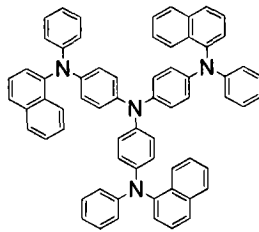
OT8



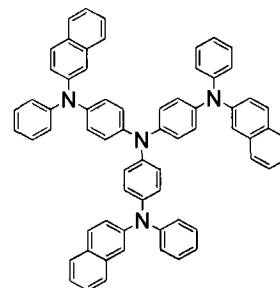
OT9



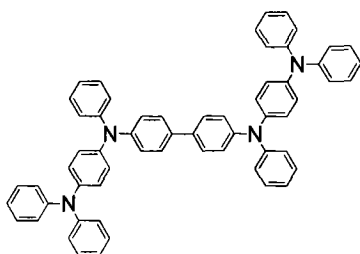
OT10



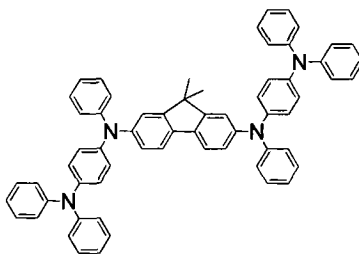
OT11



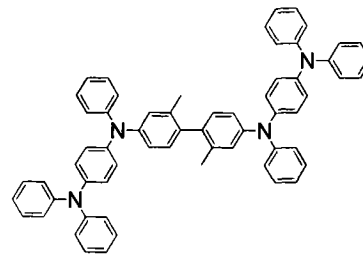
OT12



OT13



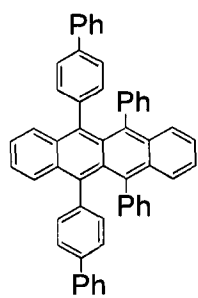
OT14



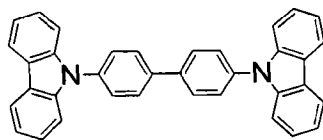
OT15

[0049] 作为红色发光层 7R 的主体材料,可提及下述结构式的材料作为实例。

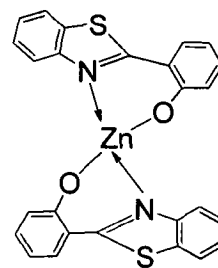
[0050]



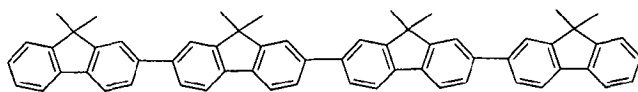
RH1



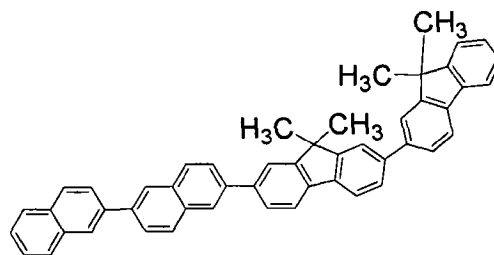
RH2



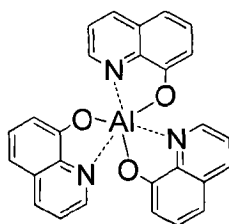
RH3



RH4



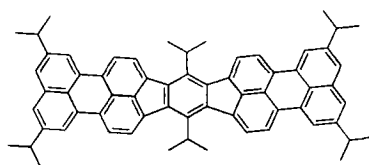
RH5



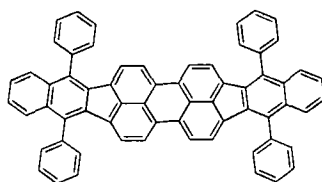
RH6

[0051] 作为红色发光层 7R 的发光掺杂剂材料,可提及下述结构式的材料作为实例。

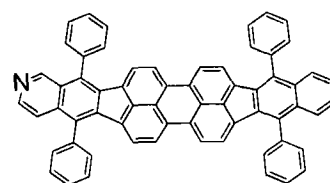
[0052]



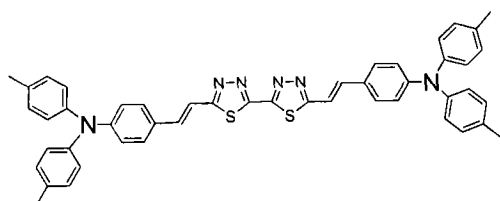
RD1



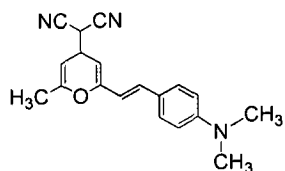
RD2



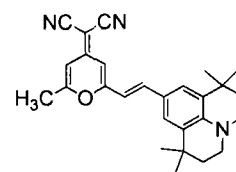
RD3



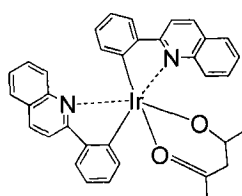
RD4



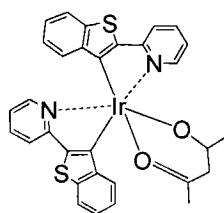
RD5



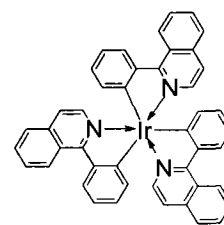
RD6



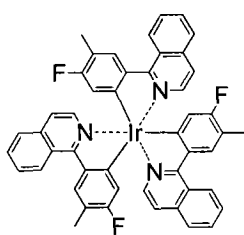
RD7



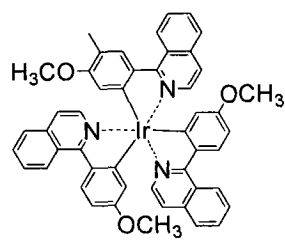
RD8



RD9



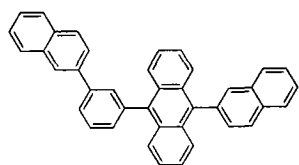
RD10



RD11

[0053] 作为绿色发光层 7G 的主体材料,可提及下述结构式的材料作为实例。

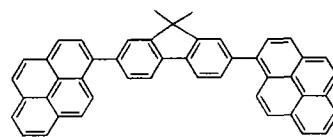
[0054]



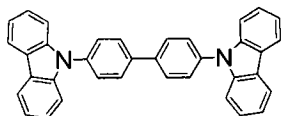
GH1



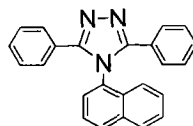
GH2



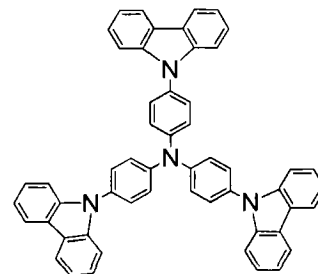
GH3



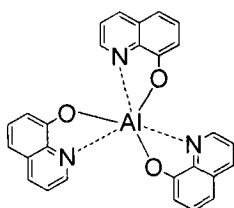
GH4



GH5



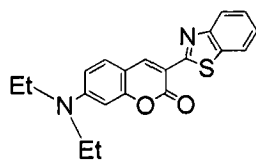
GH6



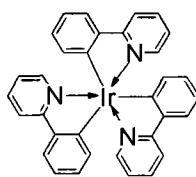
GH7

[0055] 作为绿色发光层 7G 的发光掺杂剂材料,可提及下述结构式的材料作为实例。

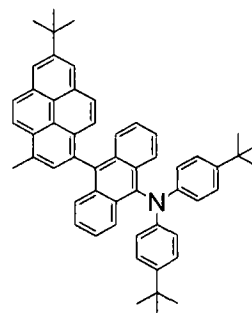
[0056]



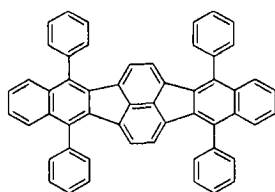
GD1



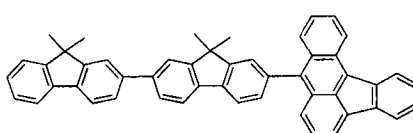
GD2



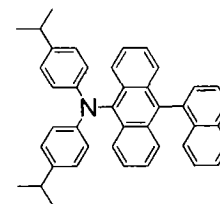
GD3



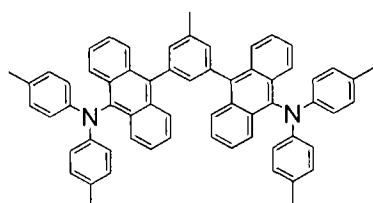
GD4



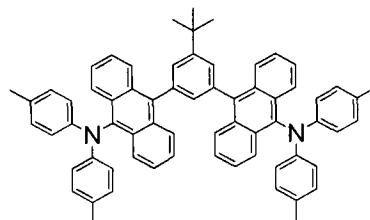
GD5



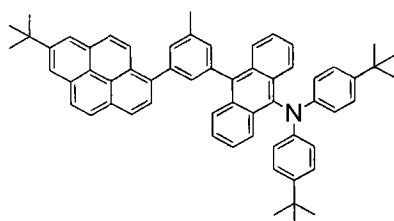
GD6



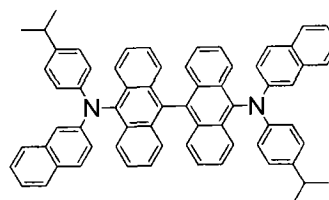
GD7



GD8



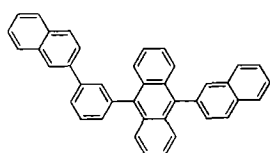
GD9



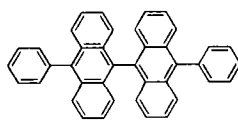
GD10

[0057] 作为蓝色发光层 7B 的主体材料,可提及下述结构式的材料作为实例。

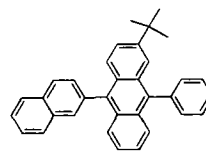
[0058]



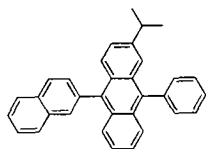
BH1



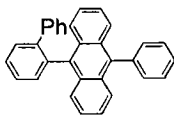
BH2



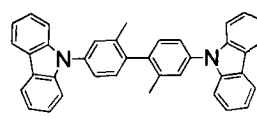
BH3



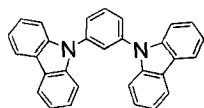
BH4



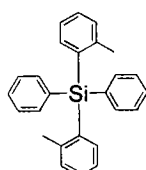
BH5



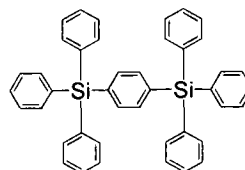
BH6



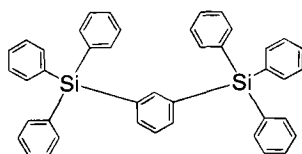
BH7



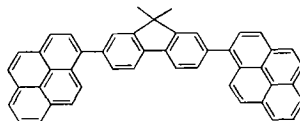
BH8



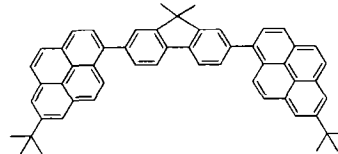
BH9



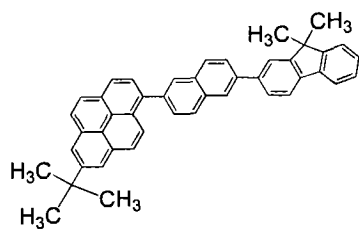
BH10



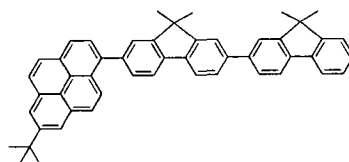
BH11



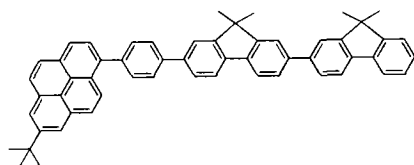
BH12



BH13



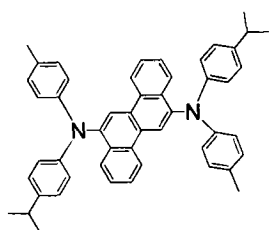
BH14



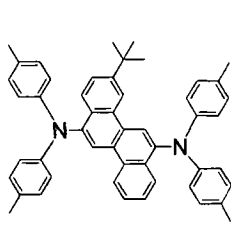
BH15

[0059] 作为蓝色发光层 7B 的发光掺杂剂材料,可提及下述结构式的材料作为实例。

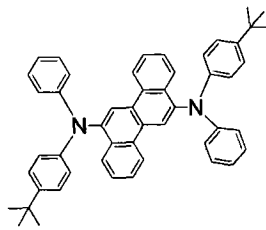
[0060]



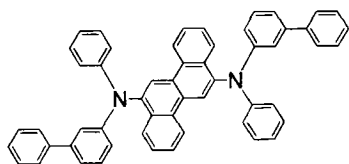
BD1



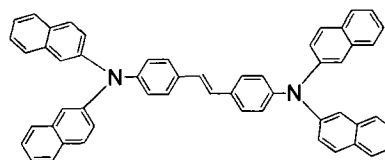
BD2



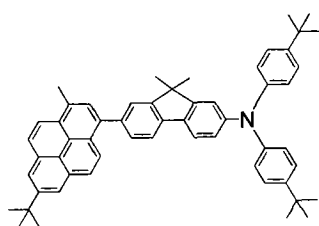
BD3



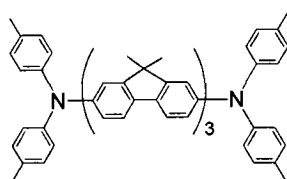
BD4



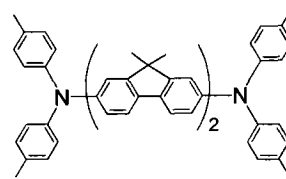
BD5



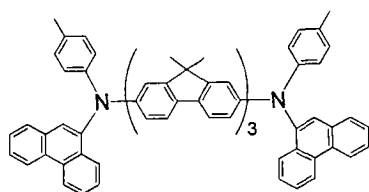
BD6



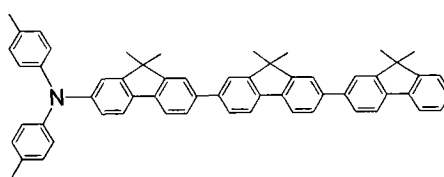
BD7



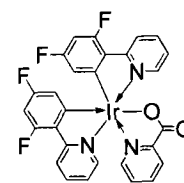
BD8



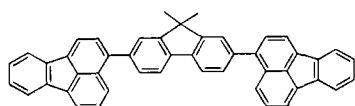
BD9



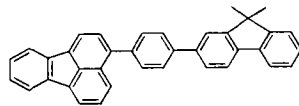
BD10



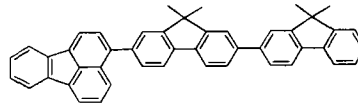
BD11



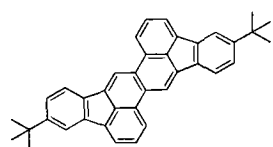
BD12



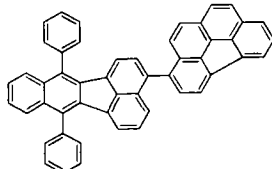
BD13



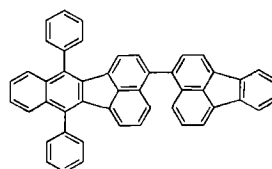
BD14



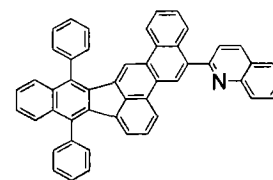
BD15



BD16



BD17



BD18

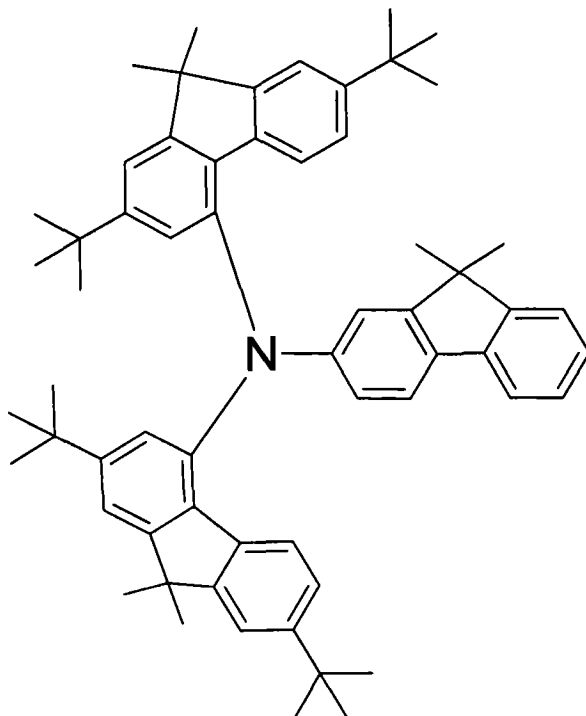
[0061] 实施例

[0062] 实施例 1

[0063] 制备图 2 中所示的构成的显示装置。首先,在玻璃基板 4 上层叠 A1(100nm 的膜厚度)/IZO(10nm 的膜厚度)并形成膜,然后使用光刻法进行图案化,由此形成各色的彩色有机 EL 元件的每一个的阳极 5。接下来,通过 UV 臭氧处理对阳极 5 的表面进行洗涤。然后,将该基板和材料连接到真空沉积设备,然后排气到 1×10^{-4} pa。

[0064] 接下来,将由下述结构式表示的空穴传输材料形成为 25nm 的膜厚度的膜以由此形成空穴传输层 6。

[0065]



[0066] 接下来,在空穴传输层 6 上在对应于蓝色发光的有机 EL 元件 3B 的阳极 5 的区域中使用金属掩模形成蓝色发光层 7B。通过形成具有 25nm 的膜厚度的由结构式 BD12 表示的蓝色发光掺杂剂 (1 体积%) 和由结构式 BH14 表示的发光层主体材料的共沉积膜而得到蓝色发光层 7B。

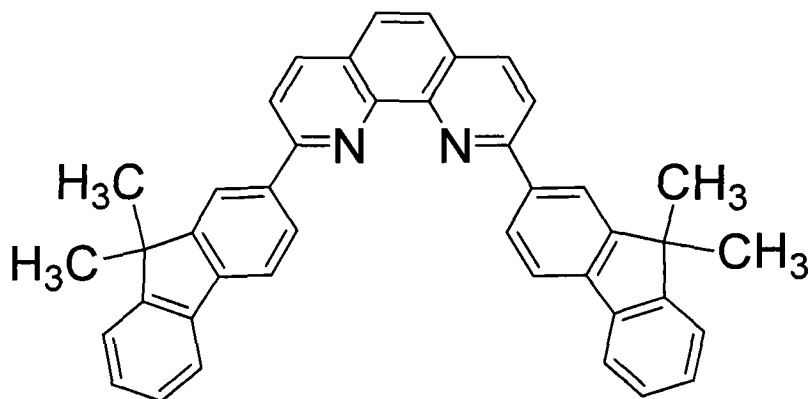
[0067] 接下来,在空穴传输层 6 上在对应于绿色发光的有机 EL 元件 3G 的阳极 5 的区域上使用金属掩模形成绿色发光层 7G。通过形成具有 40nm 的膜厚度的由结构式 GD4 表示的绿色发光掺杂剂 (1 体积%) 和由结构式 GH3 表示的发光层主体材料的共沉积膜而得到绿色发光层 7G。

[0068] 接下来,通过在空穴传输层 6 上在对应于红色发光的有机 EL 元件 3R 的阳极 5 的区域中使用金属掩模将由结构式 OT4 表示的材料形成为具有 40nm 的膜厚度的膜而形成膜厚度调节层 8。

[0069] 接下来,没有改变金属掩模的位置,通过形成膜厚度为 25nm 的由结构式 RD9 表示的红色发光掺杂剂 (4 体积%) 和由结构式 RH4 表示的发光层主体材料的共沉积膜而形成红色发光层 7R。

[0070] 接下来,每个有机 EL 元件共用地将由下述结构式 ET01 表示的化合物形成为膜厚度为 10nm 的膜以由此形成电子传输层 9。

[0071]



ET01

[0072] 接下来,在电子传输层 9 上每个有机 EL 元件共用地形成膜厚度为 20nm 的碳酸铯 (3 体积%) 和由结构式 ET01 表示的化合物的共沉积膜以由此形成电子注入层 10。

[0073] 随后,将其上形成了直至电子注入层 9 的层的基板 4 转移到溅射设备,然后通过溅射法在电子注入层 9 上将 ITO 形成成为具有 60nm 的膜厚度的膜以由此形成阴极 11。

[0074] 然后,将基板 4 转移到手套箱,然后在氮气气氛中用含有干燥剂的玻璃帽(未图示)进行密封以由此制备显示装置。

[0075] 在电流密度为 $25\text{mA}/\text{cm}^2$ 的条件下使用 4-端子 (terminal) 法进行显示装置的有机 EL 元件的驱动电压的评价。由 Riken Keiki Co., Ltd. 的 AC-2 测定每个层的 HOMO 值。作为样品,使用在其上将 Al 气相沉积的玻璃基板上以 $400\text{\AA}$ 气相沉积化合物而得到的产物。通过从 HOMO 值中减去能隙而计算出 LUMO 值。由通过使用 JASCO V-560 (紫外和可见吸收光谱测定仪器) 的测定得到的紫外和可见吸收光谱的吸收端确定能隙。作为紫外和可见吸收光谱的样品,使用在玻璃基板上以 $400\text{\AA}$ 气相沉积化合物而得到的产物。

[0076] 通过使用 TOF (飞行时间) 法的瞬时电流测定来测定每个层的载流子迁移率。用 ITO 在玻璃基板上通过真空沉积法制备约 $2\text{\mu m}$ 的薄膜,进而将铝气相沉积作为对电极。使用 TOF 测定设备 (由 Optel Corporation 制造的 TOF-301) 对该样品测定 $4 \times 10^5\text{V}/\text{cm}$ 的电场强度中的值。

[0077] 实施例 2

[0078] 通过形成膜厚度为 25nm 的由下述结构式 RD9 表示的红色发光掺杂剂 (4 体积%)、由下述结构式 OT4 表示的材料 (15 体积%) 和由下述结构式 RH4 表示的发光层主体材料的共沉积膜来形成红色发光层 7R。除了红色发光层 7R 以外,采用与实施例 1 中同样的方法制备显示装置。

[0079] 比较例 1

[0080] 除了形成具有 40nm 的厚度的由结构式 GH3 表示的材料作为膜厚度调节层 8 以外,采用与实施例 1 中同样的方法制备显示装置。

[0081] 实施例 1 的评价

[0082] 表 1 示出实施例 1 的红色有机 EL 元件、绿色有机 EL 元件和蓝色有机 EL 元件的光学距离、 λ 、 ϕ/π 、由式 I 给出的 L 的范围和驱动电压。在阳极 IZO 的折射率为 2.0 并且空穴传输层、膜厚度调节层和发光层的折射率为 1.8 的条件下计算光学距离。由于红色发光层具有双极性 (空穴和电子),因此该发光层的膜厚度的中心为发光位置。蓝色和绿色发

光层具有如下的带结构,其中发光掺杂剂捕集电子,并且发光位置为每个发光层的阴极侧。IZO、空穴传输层、膜厚度调节层和发光层的光学距离的合计为光学距离 L。

[0083] 通过测定每个有机 EL 元件的发射光谱的波长色散特性而得到 λ 。从由折射率计算的相移 ϕ 和阳极的吸收系数确定 ϕ/π 。由 λ 和 ϕ/π 计算出由式 I 给出的光学距离 L 的范围。

[0084] 表 1 示出红色、绿色和蓝色有机 EL 元件的每个的光学距离 L 在由式 I 给出的 L 的范围内。这表明本发明中红色有机 EL 元件、绿色有机 EL 元件和蓝色有机 EL 元件的每个能够具有用于增加发光效率的最佳结构。

[0085] 红色有机 EL 元件、绿色有机 EL 元件和蓝色有机 EL 元件的每个的驱动电压分别为 3.5V、3.6V 和 3.2V,表示本发明中各色的有机 EL 元件能够充分地降低电压。

[0086] 表 1

[0087]

		红色有机 EL 元件	绿色有机 EL 元件	蓝色有机 EL 元件
光学距离 L	阳极 IZO	20	20	20
	空穴传输层	45	45	45
	膜厚度调节层	72	-	-
	发光层	22.5	72	45
	合计	159.5	137	110
λ		623	517	452
ϕ/π		-0.85	-0.81	-0.77
由式 (I) 给出的 L 的范围		54.5-210.3	40.1-169.3	30.5-143.5
驱动电压 [V]		3.5	3.6	3.2

[0088] 实施例 1 和 2 和比较例 1 的评价

[0089] 表 2 示出实施例 1 和 2 以及比较例 1 的空穴传输层 6、蓝色发光层 7B 主体、膜厚度调节层 8 和红色发光层 7R 的物性的评价结果和红色发光的有机 EL 元件 3R 的驱动电压的评价结果。

[0090] 表 2 示出实施例 1 和 2 的空穴传输层 6、蓝色发光层 7B 主体、膜厚度调节层 8 和红色发光层 7R 的每个层的物性满足本发明的方面。而比较例 1 不满足本发明的那些方面,原因在于膜厚度调节层的 HOMO 高于空穴传输层的 HOMO 并且膜厚度调节层的空穴迁移率低于空穴传输层的空穴迁移率和红色发光层的载流子迁移率。实施例 1 和 2 以及比较例 1 的红色有机 EL 元件的驱动电压 ($25\text{mA}/\text{cm}^2$) 的比较表明,比较例 1 的驱动电压为 3.7V,而实施例 1 的驱动电压为 3.5V。因此,能够说本发明中的显示装置的构成能够高度有效地降低驱动电压。表 2 示出实施例 2 的驱动电压为 3.2V。因此,能够说本发明中的显示装置的构成中,通过在发光层中复合具有空穴迁移率的膜厚度调节层,能够进一步使驱动电压降低。

[0091] 表 2

[0092]

		实施例 1	实施例 2	比较例 1
空穴传输层	HOMO [eV]	5.31	5.31	5.31
	LUMO [eV]	2.06	2.06	2.06
	空穴迁移率 [cm/Vs]	2×10^{-4}	2×10^{-4}	2×10^{-4}
蓝色发光层 主体	HOMO [eV]	5.76	5.76	5.76
	LUMO [eV]	2.76	2.76	2.76
膜厚度调节 层	HOMO [eV]	5.26	5.26	5.70
	空穴迁移率 [cm/Vs]	1×10^{-3}	1×10^{-3}	1×10^{-4}
红色发光层	发光材料 HOMO [eV]	5.03	5.03	5.03
	空穴迁移率 [cm/Vs]	2×10^{-4}	2×10^{-4}	2×10^{-4}
	电子迁移率 [cm/Vs]	5×10^{-5}	5×10^{-5}	5×10^{-5}
	构成膜厚度调节层的 材料	无	含有	无
红色有机 EL 元件的驱动电压 [V]		3.5	3.2	3.7

[0093] 尽管已参照例示实施方案对本发明进行了说明,但应理解本发明并不限于所公开的例示实施方案。下述权利要求的范围应给予最宽泛的解释以包括所有这样的变形以及等同的结构和功能。

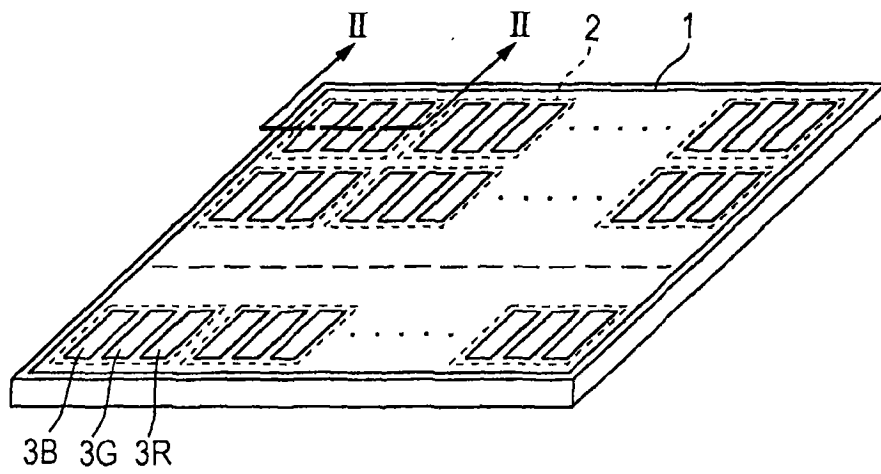


图 1

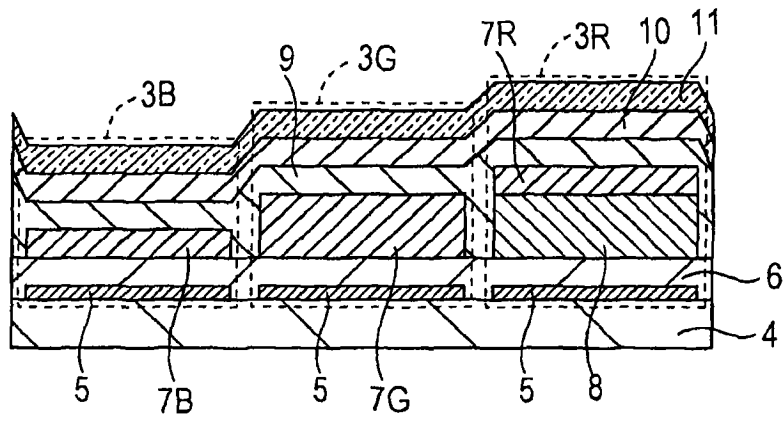


图 2

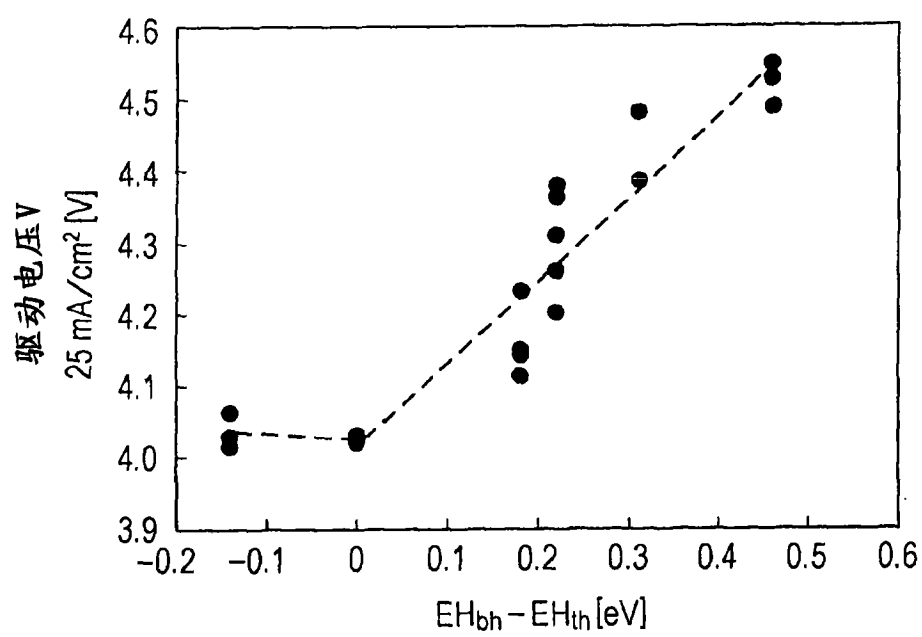


图 3

专利名称(译)	显示装置		
公开(公告)号	CN103094311B	公开(公告)日	2015-07-22
申请号	CN201210437706.5	申请日	2012-10-31
[标]申请(专利权)人(译)	佳能株式会社		
申请(专利权)人(译)	佳能株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	佳能株式会社		
[标]发明人	石津谷幸司		
发明人	石津谷幸司		
IPC分类号	H01L27/32 H01L51/50 H01L51/52 H01L51/54		
CPC分类号	H01L51/006 H01L51/5218 H01L27/3211 H01L2251/558 H01L51/5265 H01L51/5064		
代理人(译)	李帆		
优先权	2011238945 2011-10-31 JP		
其他公开文献	CN103094311A		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

显示装置，其具有有机EL元件，每个有机EL元件具有光学干涉结构，包括：含有主体材料和发光材料的蓝色发光层，其中空穴传输层的LUMO小于该主体材料的LUMO并且该主体材料的HOMO比该空穴传输层的HOMO大0.5eV以下；和在红色发光EL元件和绿色发光EL元件的至少一者的发光层和空穴传输层之间设置的膜厚度调节层，其中该调节层的空穴迁移率高于具有该调节层的EL元件的发光层的载流子迁移率，该调节层的HOMO不高于该空穴传输层的HOMO并且不低于其发光层中含有的发光材料的HOMO。

