



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102969331 B

(45) 授权公告日 2016. 01. 27

(21) 申请号 201210319089. 9

审查员 赵辉

(22) 申请日 2012. 08. 31

(30) 优先权数据

2011-188099 2011. 08. 31 JP

(73) 专利权人 佳能株式会社

地址 日本东京

(72) 发明人 高谷格

(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)

(56) 对比文件

CN 102082234 A, 2011. 06. 01,

US 2009/0296366 A1, 2009. 12. 03,

JP 特开 2007-179933 A, 2007. 07. 12,

CN 1921140 A, 2007. 02. 28,

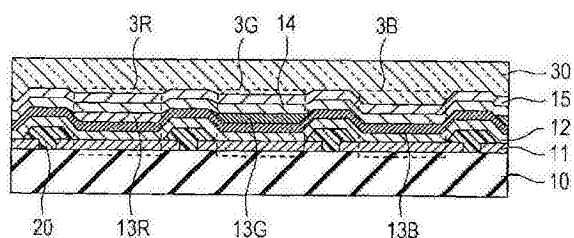
权利要求书1页 说明书9页 附图2页

(54) 发明名称

显示装置和摄像装置

(57) 摘要

本发明涉及显示装置和摄像装置。该显示装置中,与第二有机电致发光元件共用地设置第一有机电致发光元件的第一发光层,与该第一发光层接触地并且在阴极侧设置第二有机电致发光元件的第二发光层,并且第一发光层是具有电子捕集性的发光层。



1. 显示装置,包括:

发出第一种颜色即蓝色的第一有机电致发光元件;和

发出不同于该第一种颜色的第二种颜色的第二有机电致发光元件,

该第一和第二有机电致发光元件设置有阳极、阴极和设置在该阳极和该阴极之间的发光层,

其中与该第二有机电致发光元件共用地设置该第一有机电致发光元件的第一发光层,

与该第一发光层接触地并且在比该第一发光层更接近该阴极的一侧设置该第二有机电致发光元件的第二发光层,并且

还包括发出不同于该第一种颜色和该第二种颜色的第三种颜色的第三有机电致发光元件,

其中也与该第三有机电致发光元件共用地设置该第一发光层,并且

与该第一发光层接触地并且在比该第一发光层更接近该阴极的一侧设置该第三有机电致发光元件的第三发光层,

该第一发光层含有主体材料和发光掺杂剂材料并且经构成以满足下述式(1)和(2)和(3),

$$|LUMO_{D1}| > |LUMO_{H1}| \quad (1)$$

$$|LUMO_{D1}| - |LUMO_{H1}| > |HOMO_{H1}| - |HOMO_{D1}| \quad (2)$$

$$|HOMO_{D1}| > |HOMO_{H1}| \quad (3)$$

其中 $LUMO_{H1}$ 和 $HOMO_{H1}$ 分别表示该第一发光层中含有的主体材料的 LUMO 能级能量和 HOMO 能级能量, $LUMO_{D1}$ 和 $HOMO_{D1}$ 分别表示该第一发光层中含有的发光掺杂剂材料的 LUMO 能级能量和 HOMO 能级能量,

其中该第二发光层经构成以具有满足下述式(4)的 HOMO 能级能量 $HOMO_2$ 和 $HOMO_{H1}$,

$$|HOMO_2| < |HOMO_{H1}| \quad (4),$$

其中该第三发光层经构成以具有满足下述式(5)的 HOMO 能级能量 $HOMO_3$ 和 $HOMO_{H1}$,

$$|HOMO_3| < |HOMO_{H1}| \quad (5)。$$

2. 根据权利要求1的显示装置,其中该第二有机电致发光元件中,只有该第二发光层发光。

3. 根据权利要求1的显示装置,其中在该第一发光层中该掺杂剂材料为10重量%以下。

4. 根据权利要求1的显示装置,其中该第三有机电致发光元件中,只有该第三发光层发光。

5. 根据权利要求1的显示装置,其中该第二发光层发红光,并且该第三发光层发绿光。

6. 摄像装置,包括根据权利要求1的显示装置和摄像元件。

显示装置和摄像装置

技术领域

[0001] 本发明涉及设置有有机电致发光元件的显示装置。

背景技术

[0002] 有机电致发光元件具有如下构成, 其中将阳极、含有有机化合物的发光层和阴极层叠。关于包括三色, 即红色、绿色和蓝色的有机电致发光元件的显示装置, 通过使用根据各色的像素形状的用于图案化的金属掩模来真空蒸镀各色的发光层。

[0003] 近年来, 随着显示装置的精度的改进, 已使各色像素尺寸减小, 关于根据像素形状的用于图案化的金属掩模, 已要求高度的精度。因此, 显示装置的生产成本中金属掩模成本的比例已增加, 由此金属掩模的制备和维护已变得困难。

[0004] 日本专利公开 No. 2007-066862 公开了一种技术, 其中将具有低发光效率的蓝色发光层设置在整個像素区域并且在与蓝色发光层相比更靠近取出电极的一侧层叠红色发光层和绿色发光层。其记载在整個像素区域形成具有低发光效率的蓝色发光层以增加蓝色像素面积, 由此减少用于图案化的金属掩模的使用数目并且能够改善显示装置的寿命。

发明内容

[0005] 上述构成中, 关于红色和绿色发光有机电致发光元件, 通过在蓝色发光层上层叠来设置红色发光层和绿色发光层的每一个。因此, 必须只使红色和绿色发光层发光。但是, 一些情况下, 取决于红色发光层和绿色发光层的构成, 电子通过红色发光层和绿色发光层, 使电子泄漏到蓝色发光层, 使蓝色发光层发光, 由此变得难以使红色发光层和绿色发光层高效地发光。

[0006] 而且, 日本专利公开 No. 2007-066862 公开了电子阻挡层可设置在红色发光层与蓝色发光层之间和绿色发光层与蓝色发光层之间。但是, 关于这种构成, 元件的驱动电压增加。

[0007] 本发明的方面提供显示装置, 包括发出不同颜色的有机电致发光元件共用地设置的发光层, 其中在发光层之间没有设置电子阻挡层的情况下使各有机电致发光元件高效率地发光。

[0008] 根据本发明方面的显示装置包括发出第一种颜色的第一有机电致发光元件和发出不同于上述第一种颜色的第二种颜色的第二有机电致发光元件, 上述有机电致发光元件设置有阳极、阴极和设置在上述阳极和上述阴极之间的发光层, 其中与上述第二有机电致发光元件共用地设置上述第一有机电致发光元件的第一发光层, 与上述第一发光层接触地并且在比上述第一发光层更接近上述阴极的一侧设置上述第二有机电致发光元件的第二发光层, 并且上述第一发光层含有主体材料和发光掺杂剂材料并且经构成以满足下述式(1)和(2),

$$[0009] \quad |LUMO_{D1}| > |LUMO_{H1}| \quad (1)$$

$$[0010] \quad |LUMO_{D1}| - |LUMO_{H1}| > |HOMO_{H1}| - |HOMO_{D1}| \quad (2)$$

[0011] 其中 $LUMO_{H1}$ 和 $HOMO_{H1}$ 分别表示上述第一发光层中含有的上述主体材料的 LUMO 能级能量和 HOMO 能级能量, $LUMO_{D1}$ 和 $HOMO_{D1}$ 分别表示上述第一发光层中含有的上述发光掺杂剂材料的 LUMO 能级能量和 HOMO 能级能量。

[0012] 根据本发明的方面, 关于包括发出不同颜色的有机电致发光元件共用地设置的发光层的显示装置, 在发光层之间没有设置电子阻挡层的情况下使各有机电致发光元件高效率地发光。

[0013] 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

[0014] 图 1A 和 1B 是示意地表示根据本发明的实施方案的显示装置的构成的图。

[0015] 图 2A-2C 是根据本发明的显示装置的蓝色发光、红色发光和绿色发光有机电致发光元件的典型的能带图。

具体实施方式

[0016] 以下参照附图基于实施方案对根据本发明方面的显示装置进行说明。关于没有具体在图中示出或者在本说明书中记载的部分, 适用现有技术中众所周知或公知的技术。下述的实施方案只是实例, 并且本发明并不限于它们。

[0017] 特别地, 下述实施方案中, 将第一种颜色、第二种颜色和第三种颜色分别规定为绿色、红色和蓝色。将第一有机电致发光元件、第二有机电致发光元件和第三有机电致发光元件分别规定为绿色有机电致发光元件、红色有机电致发光元件和蓝色有机电致发光元件。将第一发光层、第二发光层和第三发光层分别规定为绿色发光层、红色发光层和蓝色发光层。但是, 本发明并不限于该构成。

[0018] 图 1A 是表示根据本发明的实施方案的显示装置的构成的透视示意图。根据本发明方面的显示装置包括多个设置有有机电致发光元件的像素 1。将多个像素 1 配置为矩阵状以构成显示区域 2。在这方面, 像素是指对应于一个有机电致发光元件的发光区域的区域。根据本实施方案的显示装置中, 在每个像素 1 中设置一色的有机电致发光元件。每个有机电致发光元件发出红光、绿光和蓝光的任一种。除了这三色的有机电致发光元件以外, 可包括各自发出黄色、青色和白色的任一种的有机电致发光元件。根据本实施方案的显示装置中, 配置多个由具有不同发射色的多个像素(例如, 发红色的像素、发绿色的像素和发蓝色的像素)形成的像素单元。像素单元是指通过各像素的混色能够发出预定颜色的最小单元。

[0019] 图 1B 是沿图 1A 中所示的线 IB-IB 的部分截面示意图。每个像素 1 包括有机电致发光元件, 该有机电致发光元件在基板 10 上设置有阳极 11、空穴传输层 12、含有有机化合物的发光层、电子传输层 14 和阴极 15。在这方面, 3R、3G 和 3B 分别表示红色发光有机电致发光元件、绿色发光有机电致发光元件和蓝色发光有机电致发光元件。红色、绿色和蓝色发光有机电致发光元件 3R、3G 和 3B 分别包括红色发光层 13R、绿色发光层 13G 和蓝色发光层 13B。遍及红色发光有机电致发光元件 3R 和绿色发光有机电致发光元件 3G 设置蓝色发光层 13B, 因此, 蓝色发光层 13B 用作所谓的共用发光层(共发光层, common light-emitting layer)。即, 红色发光有机电致发光元件 3R 和绿色发光有机电致发光元件 3G 的每一个包

括具有与蓝色发光有机电致发光元件 3B 中的蓝色发光层 13B 的那些相同的组成和相同的膜厚度的蓝色发光层 13B。

[0020] 而且,与蓝色发光层 13B 接触地并且在蓝色发光层 13B 的阴极 15 侧设置红色发光层 13R。与蓝色发光层 13B 接触地并且在蓝色发光层 13B 的阴极 15 侧设置绿色发光层 13G。即,该构成中,在红色发光层 13R 与蓝色发光层 13B 之间没有设置电子阻挡层,在绿色发光层 13G 与蓝色发光层 13B 之间也没有设置电子阻挡层。

[0021] 以外部氧气和水分不进入的方式用密封膜 30 将各有机电致发光元件密封。

[0022] 关于密封膜 30,可使用无机材料,例如氮化硅、氧化硅或氧化铝。密封膜可由至少两层无机材料的层叠膜形成或者由无机材料和树脂材料的层叠膜形成。

[0023] 可采用任何密封有机电致发光元件的构成。关于构成,可代替密封膜 30 而设置由玻璃、塑料等制成的密封帽。密封帽可由例如板状部件例如玻璃板和为了将该部件与基板 10 粘结而设置在显示区域 2 周围的密封剂形成。可将气体例如氮气或氩气密封在密封帽与有机电致发光元件的阴极 15 之间的空间中,或者可用树脂材料例如丙烯酸系树脂将该空间填充。

[0024] 没有使用用于分开涂布的金属掩模而形成蓝色发光层 13B,通过使用用于分开涂布的金属掩模而将红色发光层 13R 和绿色发光层 13G 形成为像素的形状。如上所述,没有使用用于分开涂布的金属掩模而形成蓝色发光层 13B 的情况下,与对于全部色的发光层都采用分开涂布的情形相比,能够将用于分开涂布的金属掩模的使用数目减少。

[0025] 将阳极 11 与相邻像素(有机电致发光元件)的阳极 11 分离地设置,为了防止起因于异物的与阴极 15 的短路的发生,在像素(更具体地,阳极 11)之间设置像素分离层 20。空穴传输层 12、电子传输层 14 和阴极 15 可如图 1B 中所示与相邻像素共用地设置,或者通过图案化基于像素而设置。

[0026] 本实施方案中,阳极 11 为反射电极和阴极 15 为透明发光侧电极。关于阳极 11,可采用金属层与透明导电层的层叠。在上述阳极 11 上可设置由有机化合物制成的空穴传输层。在电子传输层 14 上可设置电子注入层。

[0027] 关于空穴传输层,可使用先前已知的材料例如芳基胺。可通过层叠不同的材料例如空穴注入层材料来形成空穴传输层,并且为了增加光的取出效率,可通过分开涂布改变基于颜色的膜厚度来调节光学干涉。

[0028] 通过在蓝色发光层 13B 的用作反射电极的阳极 11 的一侧层叠红色发光层 13R 和绿色发光层 13G,可减少用于分开涂布的金属掩模的使用。但是,没有有利地调节光学干涉。因此,本发明的方面中,红色发光层 13R 和绿色发光层 13G 设置在蓝色发光层 13B 的用作发光侧电极的阴极 15 的一侧。

[0029] 空穴传输层 12、发光层 13R、13G 和 13B、电子传输层 14 和根据需要使用的空穴注入层和电子注入层的层叠体称为有机化合物层。

[0030] 如上所述,本发明的方面提供由其中将阳极 11、含有发光层 13R、13G 和 13B 的有机化合物层和阴极 15 依次层叠的三色即红色、绿色和蓝色的有机电致发光元件 3R、3G 和 3B 形成的显示装置。遍及像素区域设置蓝色发光层 13B 并且与蓝色发光层 13B 接触地且在阴极 15 侧设置红色和绿色发光层 13R 和 13G。

[0031] 为了即使在两个层叠的发光层 13 之间没有设置电子阻挡层的构成中也使红色有

机电致发光元件 3R 和蓝色有机电致发光元件 3B 高效率地发光,设计蓝色发光层 13B 的构成。即,蓝色发光层 13B 含有主体材料和发光掺杂剂材料并且经构成以满足下述的式(1)和(2),

$$[0032] \quad |LUMO_{D1}| > |LUMO_{H1}| \quad (1)$$

$$[0033] \quad |LUMO_{D1}| - |LUMO_{H1}| > |HOMO_{H1}| - |HOMO_{D1}| \quad (2)。$$

[0034] 其中, $LUMO_{H1}$ 和 $HOMO_{H1}$ 分别表示蓝色发光层 13B 中含有的主体材料的最低未占分子轨道(LUMO)能级能量和最高占有分子轨道(HOMO)能级能量, $LUMO_{D1}$ 和 $HOMO_{D1}$ 分别表示蓝色发光层 13B 中含有的发光掺杂剂材料的 LUMO 能级能量和 HOMO 能级能量。

[0035] 通常,如果蓝色发光层中含有的发光掺杂剂材料的浓度大于 10 质量%,发生称为浓度猝灭的发光效率的降低。因此,本发明的方面中,将蓝色发光层 13B 的发光掺杂剂材料的浓度规定为 10 重量%以下。

[0036] 图 2A 表示蓝色发光有机电致发光元件 3B 的能带图。将电子注入满足式(1)和(2)的蓝色发光层 13B 时,在发光掺杂剂材料的 LUMO 能级将电子捕集。发光掺杂剂材料为蓝色发光层 13B 的总质量的 10% 以下,以致不易传导电子。

[0037] 注入空穴时,将空穴注入主体材料的 HOMO 能级。主体材料构成蓝色发光层 13B 的体积的最大部分,因此,在该能级传导。因此,蓝色发光层 13B 具有与电子相比容易传导空穴的空穴传输性(电子捕集性)。

[0038] 上述的式(2)包括关系 $|HOMO_{H1}| > |HOMO_{D1}|$ 可成立。这种情况下,在发光掺杂剂材料的 HOMO 能级容易将空穴捕集。但是,上述的式(2)表示:表示发光掺杂剂材料的电子捕集的强度的能量差 $|LUMO_{D1}| - |LUMO_{H1}|$ 大于表示空穴捕集的强度的能量差 $|HOMO_{H1}| - |HOMO_{D1}|$ 。因此,蓝色发光层 13B 中,不易传导电子,空穴容易移动,以致显示空穴传输性(电子捕集性)。可以是如下情形:蓝色发光层 13B 经构成以满足 $|HOMO_{D1}| > |HOMO_{H1}|$ 。根据本构成,更容易传导空穴。即,特别地,能够满足下述式(3)。

$$[0039] \quad |HOMO_{D1}| > |HOMO_{H1}| > |LUMO_{D1}| > |LUMO_{H1}| \quad (3)$$

[0040] 关于蓝色发光层 13B 的主体材料,有利地使用茈萘生物等。关于发光掺杂剂材料,有利地使用蒽蒽生物等。

[0041] 图 2B 和 2C 分别表示红色发光和绿色发光有机电致发光元件 3R 和 3G 的典型的能带图。图 2B 和 2C 是有利的能带结构,尽管红色和绿色发光层 13R 和 13G 的能带结构未必限于它们。

[0042] 在与满足式(1)、(2)和(3)并且具有空穴传输性的蓝色发光层 13B 接触的同时在阴极 15 侧将红色发光层 13R 或绿色发光层 13G 层叠的情况下,空穴容易通过蓝色发光层 13B。因此,能够抑制蓝色发光层 13B 的发光,只使红色和绿色发光层 13R 和 13G 发光而没有使红色和绿色发光有机电致发光元件 3R 和 3G 的电压增加。

[0043] 而且,关于红色和绿色发光有机电致发光元件 3R 和 3G,蓝色发光层 13B 的发光得到抑制,由此不必使用电子阻挡层。关于蓝色发光有机电致发光元件 3B,电子注入没有受到抑制,并且没有带来电压的增加。而且,没有阻止电子注入蓝色发光层 13B,因此,在蓝色发光层 13B 中再结合的可能性得到改善。因此,不产生由于空穴通过蓝色发光层 13B 而使效率降低的问题。

[0044] 红色发光层 13R 和绿色发光层 13G 能够以如下方式构成:红色发光层 13R 的 HOMO

能级能量 HOMO_2 和上述 HOMO_{H} 满足：

$$[0045] \quad |\text{HOMO}_2| < |\text{HOMO}_{\text{H}}| \quad (4)$$

[0046] 并且绿色发光层 13G 的 HOMO 能级能量 HOMO_3 和上述 HOMO_{H} 满足

$$[0047] \quad |\text{HOMO}_3| < |\text{HOMO}_{\text{H}}| \quad (5)。$$

[0048] 其中,关于上述 HOMO_2 (HOMO_3),在红色发光层 13R (绿色发光层 13G) 只由发光材料制成的情况下,红色发光层 13R (绿色发光层 13G) 的 HOMO 能级能量是指该发光材料的 HOMO 能级能量。红色发光层 13R (绿色发光层 13G) 含有主体材料和发光掺杂剂材料的情况下,上述 HOMO_2 (HOMO_3) 可以是该主体材料或该发光掺杂剂材料的 HOMO 能级能量。这些是比蓝色发光层 13B 的主体材料的 HOMO 能级能量浅的能级,因此,容易将通过蓝色发光层 13B 的空穴注入红色和绿色发光层 13R 和 13G。

[0049] 满足上述式(4)和(5)时,容易将通过蓝色发光层 13B 的空穴注入红色和绿色发光层 13R 和 13G。因此,能够显现抑制蓝色发光层 13B 的发光并且只使红色和绿色发光层 13R 和 13G 发光的效果。

[0050] 而且,特别地,红色和绿色有机电致发光元件 3R 和 3G 能够具有如下构成,其中不易将电子从红色和绿色发光层 13R 和 13G 注入蓝色发光层 13B。例如,可以是如下情形:每个发光层以在红色和绿色发光层 13R 和 13G 与蓝色发光层 13B 之间设置电子注入势垒的方式构成。

[0051] 根据上述构成,本发明的方面能够提供显示装置,其中即使在为了减少用于分开涂布的掩模的使用而遍及像素区域设置蓝色发光层 13B 的情况下,蓝色发光有机电致发光元件显示良好的发光效率而没有施加于有机电致发光元件的电压增加。

[0052] 同时,本发明中,术语“ HOMO ”定义为最高占有分子轨道,通过在空气中使用光电子分光法(AC-2,由 RIKEN KIKI CO., LTD. 生产)测定其 HOMO 能级能量。术语“ LUMO ”定义为最低未占分子轨道,并且 LUMO 能级能量通过从采用上述方法测定的 HOMO 能级能量的值中减去由通过使用紫外和可见分光法(UV/VIS V-560,由 JASCO Corporation 生产)测定的吸收光谱的吸收边缘确定的带隙来计算。

[0053] 如上述的式(1)–(5)所示,基于绝对值来规定每个式中 HOMO 能级能量与 LUMO 能级能量之间的大小关系。

[0054] 本实施方案中,作为共用发光层(第一发光层)的实例,提及蓝色发光层 13B,作为第二发光层的实例,提及红色发光层 13R,尽管并不特别限于它们。关于共用发光层,也可应用其他色发光层,例如绿色发光层 13G 或红色发光层 13R。

[0055] 本实施方案的构成中,从基板 10 侧依次层叠阳极 11、空穴传输层 12、发光层、电子传输层 14 和阴极 15。但是,相反地,可从基板 10 侧依次层叠阴极 15、电子传输层 14、发光层、空穴传输层 12 和阳极 11。

[0056] 根据本发明方面的显示装置可以是底部发射型显示装置,其中有机电致发光元件的光从基板 10 侧发出,或者是顶部发射型显示装置,其中有机电致发光元件的光从基板 10 的相反侧发出。

[0057] 将根据本发明方面的显示装置用于电视系统和个人电脑的显示部。此外,可将该显示装置用于摄像装置,例如数码相机和数码摄像机的显示部和电子取景器。该摄像装置还包括摄像的摄像元件,例如摄像光学系统和 CMOS 传感器。

[0058] 根据本实施方案的显示装置可用于移动电话的显示部、手持视频游戏机的显示部等,而且可用于便携音乐播放器的显示部、个人数字助理(PDA)的显示部和汽车导航系统的显示部。

[0059] 实施例

[0060] 以下对根据本发明方面的实施例进行说明。实施例中使用的材料和元件构成只是实例并且本发明并不限于它们。

[0061] 制备显示装置,其具有图 1B 中所示的构成,此外还具有如下构成,其中在电子传输层 14 与阴极 15 之间设置了电子注入层。

[0062] 由低温多晶硅 TFT 在玻璃基板上形成了像素回路。在其上依次形成由 SiN 制成的层间绝缘膜和由丙烯酸系树脂制成的平坦化膜,以致制备图 1B 中所示的基板 10。通过在基板 10 上层叠用作金属膜的银(膜厚度 200nm)和用作透明导电层的 IZO (膜厚度 20nm)而形成阳极 11,并且进行 UV/ 臭氧清洁。

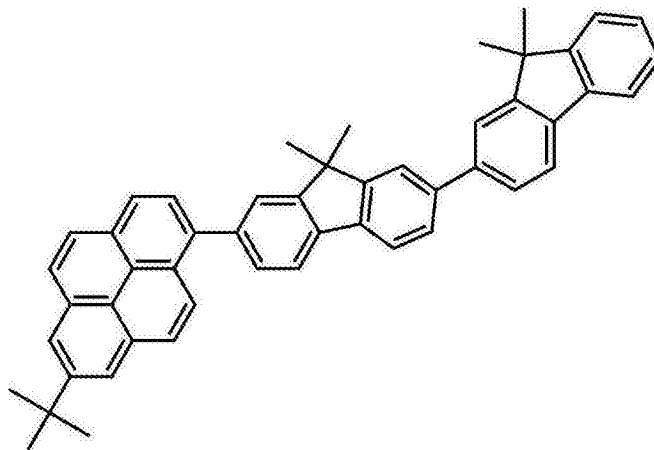
[0063] 将上述设置有电极的基板安装到真空蒸镀装置(由 ULVAC, Inc. 生产)并且进行至多 1.33×10^{-4} Pa 的抽空。然后,没有使用用于分开涂布的掩模,在阳极 11 上形成具有 20nm 的厚度的 N, N' - α - 二萘基联苯胺的膜,以形成空穴传输层 12。

[0064] 通过使用由下述结构式(I)表示的茈萘生物作为蓝色发光层 13B 的主体材料和由下述结构式(II)表示的荧蒽衍生物作为发光掺杂剂材料,从而形成具有 20nm 的厚度的蓝色发光层 13B。以 2 体积 % 的比例含有该发光掺杂剂材料。

[0065] 关于上述茈萘生物, $|LUMO_{H1}|$ 为 2.67eV 并且 $|HOMO_{H1}|$ 为 5.61eV。关于荧蒽衍生物,结果 $|LUMO_{D1}|$ 为 3.06eV 并且 $|HOMO_{D1}|$ 为 5.85eV。因此,满足根据本发明方面的上述式(1) - (3)所示的关系。

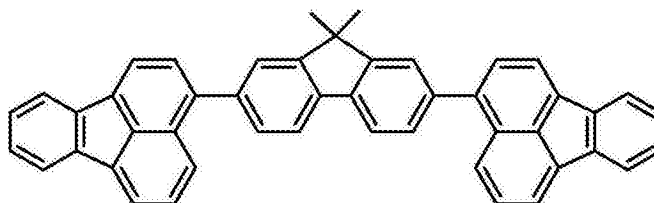
[0066] 结构式(I)

[0067]



[0068] 结构式(II)

[0069]

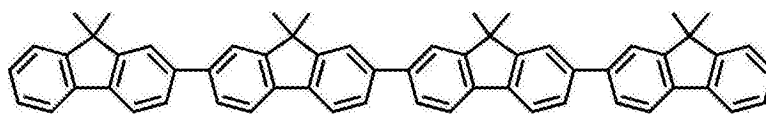


[0070] 通过使用用于分开涂布的金属掩模,在蓝色发光层 13B 上只在与红色发光有机电致发光元件对应的区域中形成了具有 50nm 的厚度的红色发光层 13R。将由下述结构式(III)表示的茚衍生物用作红色发光层 13R 的主体材料,将由下述结构式(IV)表示的 Ir 络合物用作发光掺杂剂材料,并且以 10 体积 % 的比例含有该发光掺杂剂材料。

[0071] 关于上述用作发光掺杂剂材料的 Ir 络合物, $|LUMO|$ 为 2.47eV 并且 $|HOMO|$ 为 5.13eV。关于用作主体材料的茚衍生物,结果 $|LUMO|$ 为 2.75eV 并且 $|HOMO|$ 为 5.77eV。即, $|HOMO_2|$ 为 5.13eV,其为发光掺杂剂材料的 HOMO 能级能量。因此,蓝色发光层 13B 的发光掺杂剂材料的 Ir 络合物和用作主体材料的茚衍生物满足根据本发明方面的由式(4)表示的关系。

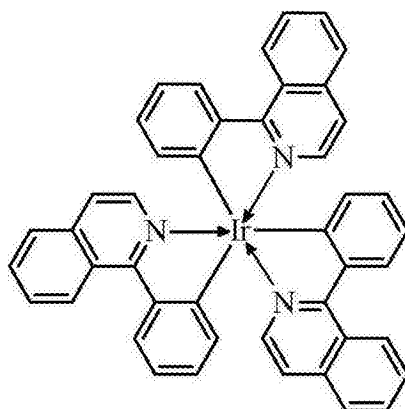
[0072] 结构式(III)

[0073]



[0074] 结构式(IV)

[0075]

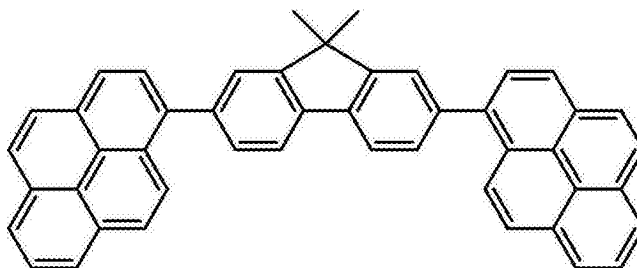


[0076] 通过使用用于分开涂布的金属掩模,在蓝色发光层 13B 上只在与绿色发光有机电致发光元件对应的区域中形成了具有 20nm 的厚度的绿色发光层 13G。将由下述结构式(V)表示的茚衍生物用作绿色发光层 13G 的主体材料,将由下述的结构式(VI)表示的芳基胺衍生物用作发光掺杂剂材料,并且以 10 体积 % 的比例含有该发光掺杂剂材料。

[0077] 关于上述用作发光掺杂剂材料的芳基胺衍生物,结果 $|LUMO|$ 为 3.01eV 并且 $|HOMO|$ 为 5.51eV。关于用作主体材料的茚衍生物,结果 $|LUMO|$ 为 2.78eV 并且 $|HOMO|$ 为 5.72eV。即, $|HOMO_3|$ 为 5.51eV,其为发光掺杂剂材料的 HOMO 能级能量。因此,蓝色发光层 13B 的用作发光掺杂剂材料的芳基胺衍生物和用作主体材料的茚衍生物满足根据本发明方面的式(3)表示的关系。

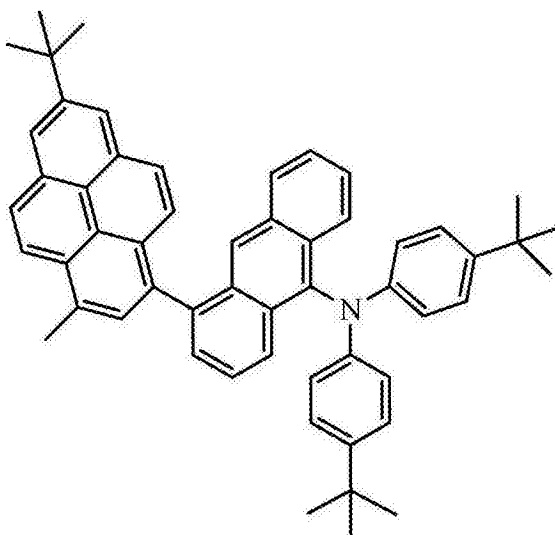
[0078] 结构式(V)

[0079]



[0080] 结构式(VI)

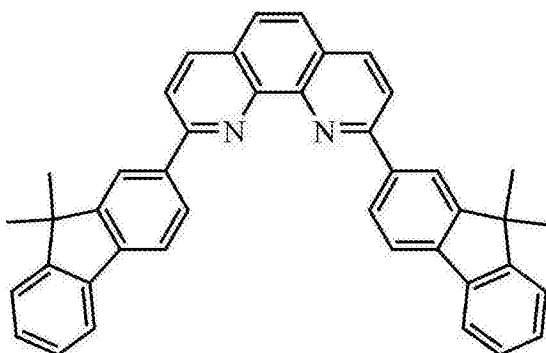
[0081]



[0082] 形成具有 10nm 的膜厚度的由下述结构式(VII)表示的菲绕啉衍生物的膜作为电子传输层 14。而且,在电子传输层 14 上形成碳酸铯(3 体积%)和上述菲绕啉衍生物的具有 40nm 的厚度的共蒸镀膜作为电子注入层(图中未示出)。

[0083] 结构式(VII)

[0084]



[0085] 在真空下将设置有直至电子注入层的基板输送到溅射装置(由 ULVAC, Inc. 生产)。通过溅射法在上述电子注入层上形成具有 30nm 的厚度的氧化铟锡的膜以形成阴极 15。

[0086] 将该基板输送到手套箱中并且在氮气氛中使用包括干燥剂的玻璃帽(图中未示出)进行密封以致制备显示装置。

[0087] 对上述程序中得到的显示装置的各色的发光进行评价。结果,在低电压下得到了各色的充分的发光并且在红色发光中和绿色发光中没有观察到蓝色发光。

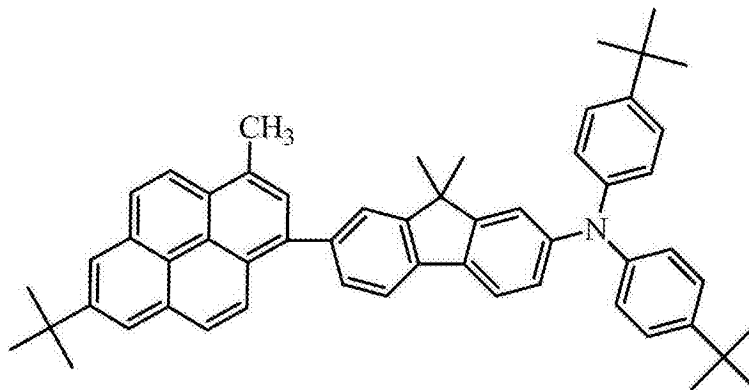
[0088] 比较例

[0089] 在上述实施例中在用作蓝色发光层 13B 的主体材料的芘衍生物中以 2 体积%的

比例含有用作发光掺杂剂材料的由下述结构式(VIII)所示的芳基胺衍生物,并且形成具有20nm的厚度的蓝色发光层13B。除了上述那些以外,以与上述实施例相同的方式制备显示装置。这种情况下,关于所述的芳基胺衍生物,得到的 $|LUMO_{D1}|$ 为2.42eV并且 $|HOMO_{D1}|$ 为5.29eV。因此,茈萘衍生物和芳基胺衍生物不满足根据本发明方面的由上述式(1)所示的关系。

[0090] 结构式(VIII)

[0091]



[0092] 对比较例中的显示装置的红色和绿色发光进行了评价。结果,观察到蓝色发光,与上述实施例中的显示装置的红色和绿色发光相比,元件的效率低。认为其原因是比较例中的显示装置不满足根据本发明方面的上述式(1)表示的关系,因此,蓝色发光层 13B 的空穴传输性低并且向红色发光层 13R 和绿色发光层 13G 中的空穴注入不足。

[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。

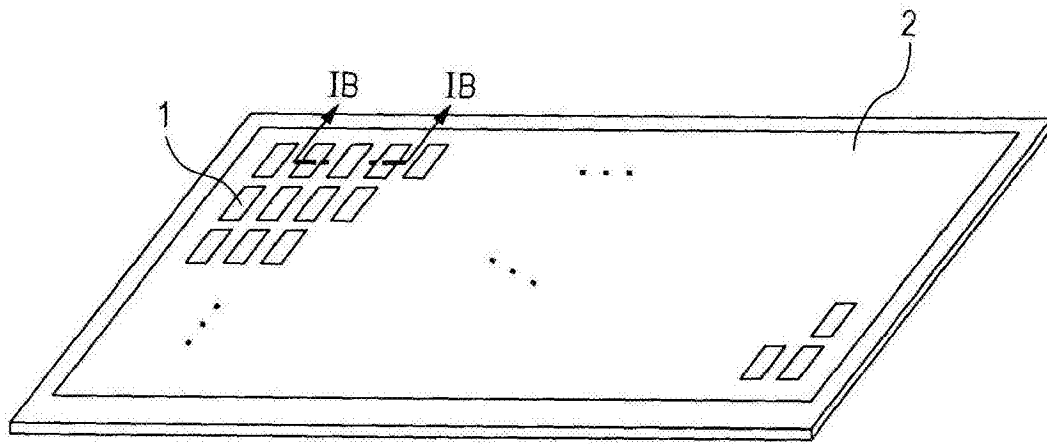


图 1A

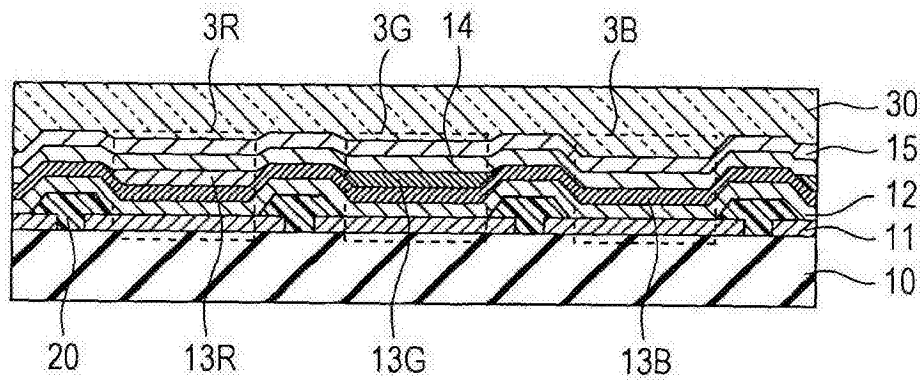


图 1B

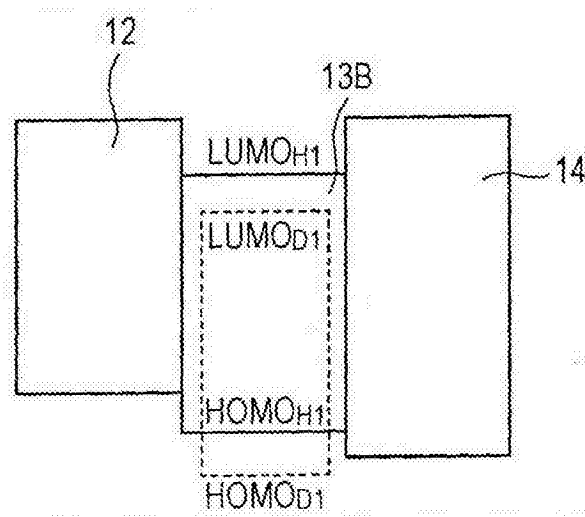


图 2A

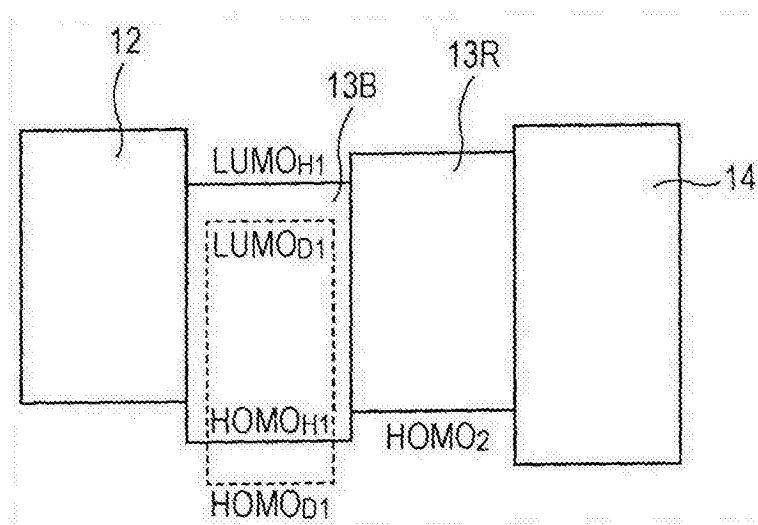


图 2B

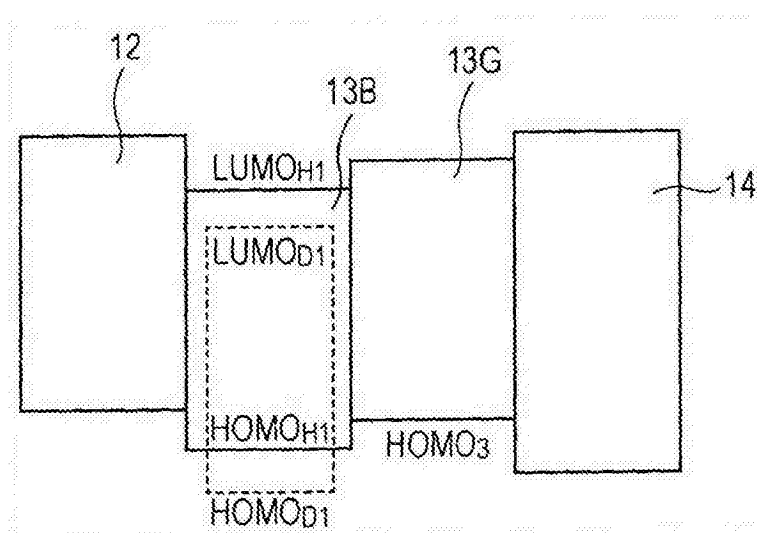


图 2C