



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110582862 B

(45) 授权公告日 2023. 08. 01

(21) 申请号 201880029993.1

金南均

(22) 申请日 2018.05.31

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公

(65) 同一申请的已公布的文献号

司 31100

申请公布号 CN 110582862 A

专利代理师 陈哲锋 胡嘉倩

(43) 申请公布日 2019.12.17

(51) Int.Cl.

(30) 优先权数据

H10K 50/11 (2023.01)

10-2017-0067654 2017.05.31 KR

H10K 50/15 (2023.01)

10-2018-0056164 2018.05.16 KR

H10K 50/16 (2023.01)

H10K 50/17 (2023.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

(56) 对比文件

2019.11.06

US 2015357587 A1, 2015.12.10

(86) PCT国际申请的申请数据

KR 20160110078 A, 2016.09.21

PCT/KR2018/006210 2018.05.31

KR 20160052443 A, 2016.05.12

(87) PCT国际申请的公布数据

US 2015357587 A1, 2015.12.10

W02018/221978 EN 2018.12.06

KR 20160052443 A, 2016.05.12

(73) 专利权人 罗门哈斯电子材料韩国有限公司

JP 2010123716 A, 2010.06.03

地址 韩国忠清南道

CN 104752619 A, 2015.07.01

审查员 郭冰冰

(72) 发明人 张诚佑 D-H·李 赵相熙

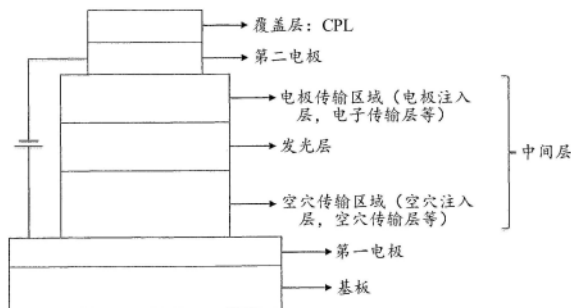
权利要求书1页 说明书11页 附图1页

(54) 发明名称

有机电致发光装置

(57) 摘要

本公开涉及一种有机电致发光装置,其包含高折射率的有机电致发光化合物。根据本公开,可以提供具有降低的厚度同时实现期望的色坐标的、或者在相同的装置厚度下实现更深的色坐标的有机电致发光装置。如此,可以通过降低在有机电致发光装置中使用的材料量来增加装置的生产效率,或者由于在相同的装置厚度下更深的颜色特征,可以获得更宽的发光区域。



1. 一种发射红光的有机电致发光装置,其包括第一电极;面向所述第一电极的第二电极;形成在所述第二电极上的覆盖层;和在所述第一电极与所述第二电极之间的至少一个空穴传输区域和发光层,其中所述空穴传输区域和所述发光层分别由一个或多个层组成,并且构成所述空穴传输区域的诸层中的至少一个层和构成所述发光层的诸层中的至少一个层都包含在620nm波长处具有1.8或更大的折射率的有机电致发光化合物,其中,使用以下等式1计算的在620nm波长处具有1.8或更大的折射率的包含在所述空穴传输区域中的所述化合物的基于分子量的相对极化率为30或更大:

(等式1) 基于分子量的相对极化率 = 极化率(Bohr<sup>3</sup>) - 分子量(g/mol)。

2. 根据权利要求1所述的有机电致发光装置,其中,通过分子动力学计算获得的具有1.8或更大的折射率的包含在所述空穴传输区域中的所述化合物的密度为1.1或更大。

3. 根据权利要求1所述的有机电致发光装置,其中,当所述第一电极和所述第二电极中的一个电极是反射膜时,另一个电极在620nm的波长下的透射率为10%至60%。

4. 根据权利要求1所述的有机电致发光装置,其发射出基于CIE 1931色坐标的x坐标的数值为0.660至0.750的光。

5. 根据权利要求4所述的有机电致发光装置,其中,所述数值为0.660至0.700。

## 有机电致发光装置

### 技术领域

[0001] 本公开涉及一种有机电致发光装置,其包含高折射率的有机电致发光化合物。

### 背景技术

[0002] 电致发光(EL)装置是一种自发光装置,其具有提供更宽的视角、更大的对比率和更快的响应时间的优势。第一件有机EL装置是由伊士曼柯达公司(Eastman Kodak)于1987年通过使用小的芳香族二胺分子和铝络合物作为用于形成发光层的材料开发的(参见Appl.Phys.Lett.[应用物理学快报]51,913,1987)。

[0003] 有机EL装置通过向有机发光材料施加电力而将电能转换为光,并且通常包括阳极、阴极和在这两个电极之间形成的中间层。有机EL装置的中间层可以包含空穴注入层、空穴传输层、电子阻挡层、发光层、电子缓冲层、空穴阻挡层、电子传输层、电子注入层等;可以取决于功能将中间层中使用的材料分为空穴注入材料、空穴传输材料、电子阻挡材料、发光材料、电子缓冲材料、空穴阻挡材料、电子传输材料、电子注入材料等。在有机EL装置中,通过施加电压将来自阳极的空穴和来自阴极的电子注入到发光层中,并且通过空穴和电子的再结合产生具有高能量的激子。有机发光化合物通过能量移动到激发态并由当有机发光化合物从激发态返回到基态时的能量发射光。

[0004] 同时,为了提高色纯度和/或增加光提取效率,需要优化有机电致发光装置的光学厚度。

[0005] 韩国专利申请公开号KR 2016-0049157 A公开了一种有机电致发光装置,其通过控制有机电致发光装置的覆盖层的折射率和厚度来提高光效率并且改善颜色失真。然而,所述参考文献仅公开了控制多个覆盖层的折射率和厚度。韩国专利号KR 1496789 B1公开了一种有机电致发光装置,其空穴传输层由基于从发光层发射的光谱的最大峰值波长的具有1.20至1.65的折射率的材料组成。J.phys.Chem.A.[物理化学杂志]1999,103,第1818-1821页公开了一种测量被卤素取代的苯的折射率的方法,和J.Mater.Chem.[材料化学杂志],2011,21,第19187-19202页公开了小分子OLED中包含的材料的分子取向以及由于所述取向而改善电学和光学特征的效果。

[0006] 然而,所述参考文献没有具体公开发射红光的有机电致发光装置,其中空穴传输区域和/或发光层中的至少一个层包含具有约1.8或更大的折射率的有机电致发光化合物。

### 发明内容

[0007] 技术问题

[0008] 本公开的目的是提供一种有机电致发光装置,其具有降低的厚度同时实现期望的色坐标,或者在相同的装置厚度下实现更深的色坐标特征。另外,可以通过降低有机电致发光装置中使用的材料量来增加装置的生产效率,或者可以在相同的装置厚度下改善装置性能。

[0009] 问题的解决方案

[0010] 作为解决以上问题的深入研究的结果,本发明的诸位发明人发现上述目的可以通过一种发射红光的有机电致发光装置来实现,所述发射红光的有机电致发光装置包括第一电极;面向所述第一电极的第二电极;和在所述第一电极与所述第二电极之间的至少一个空穴传输区域和发光层,其中所述空穴传输区域和所述发光层分别由一个或多个层组成,并且构成所述空穴传输区域的诸层和构成所述发光层的诸层中的至少一个层包含具有约1.8或更大的折射率的有机电致发光化合物。

[0011] 本发明的有益效果

[0012] 根据本公开,在不损失色纯度的情况下,可以通过降低在发射红光的有机电致发光装置中使用的材料量来降低装置厚度来增加生产效率,或者可以在不增加装置厚度的情况下表示高纯度的深颜色。

### 附图说明

[0013] 图1是根据本公开的实施例的有机电致发光装置的概略示意图。

[0014] 图2是CIE 1931图。

### 具体实施方式

[0015] 在下文中,将详细描述本公开。然而,以下描述旨在解释本公开,并不意味着以任何方式限制本公开的范围。

[0016] 本公开的第一执行实施例提供了一种发射红光的有机电致发光装置,其包括第一电极;面向所述第一电极的第二电极;和在所述第一电极与所述第二电极之间的至少一个空穴传输区域和发光层,其中所述空穴传输区域和所述发光层分别由一个或多个层组成,并且构成所述空穴传输区域的诸层和构成所述发光层的诸层中的至少一个层包含具有约1.8或更大的折射率的有机电致发光化合物。

[0017] 本公开的第二执行实施例提供了根据第一执行实施例的有机电致发光装置,其中使用根据本公开的等式1计算的具有约1.8或更大的折射率的包含在所述空穴传输区域中的所述化合物的基于分子量的相对极化率为约30或更大。

[0018] 本公开的第三执行实施例提供了根据第一或第二执行实施例的有机电致发光装置,其中通过分子动力学计算获得的具有约1.8或更大的折射率的包含在所述空穴传输区域中的所述化合物的密度为约1.1或更大。

[0019] 本公开的第四执行实施例提供了根据第一至第三执行实施例中任一项的有机电致发光装置,其中当所述第一电极和所述第二电极中的一个电极是反射膜时,另一个电极在约620nm的波长处的透射率为约10%至约60%。

[0020] 本公开的第五执行实施例提供了根据第一至第四执行实施例中任一项的有机电致发光装置,所述有机电致发光装置发射出基于CIE 1931色坐标的x坐标的数值为约0.660至约0.750的光。

[0021] 本公开的第六执行实施例提供根据第一至第五执行实施例中任一项的有机电致发光装置,其中所述数值为约0.660至约0.700。

[0022] 本公开中的术语“有机电致发光化合物”意指可以用于有机电致发光装置中、并且可以根据需要包含在构成有机电致发光装置的任何材料层中的化合物。

[0023] 本公开中的术语“有机电致发光材料”意指可以用于有机电致发光装置中、并且可以包含至少一种化合物的材料。如有需要,有机电致发光材料可以包含在构成有机电致发光装置的任何层中。例如,有机电致发光材料可以是空穴注入材料、空穴传输材料、空穴辅助材料、发光辅助材料、电子阻挡材料、发光材料、电子缓冲材料、空穴阻挡材料、电子传输材料、电子注入材料等。

[0024] 取决于发射结构,有机电致发光装置分为底部发射装置和顶部发射装置。其中大部分光朝向薄膜晶体管侧的有机电致发光装置是底部发射装置,并且其中大部分光朝向薄膜晶体管的相对侧的有机电致发光装置是顶部发射装置。

[0025] 为了操作有机电致发光装置,由于形成了薄膜晶体管、电容器、像素限定层等的多个层,因此与顶部发射装置相比,具有非共振结构的底部发射装置在操作装置时具有弱点,如低开口率。开口率是单位像素中实际上可以发射光的面积的比率。如果开口率高,则在相同电流下所发射的光量大,并且因此亮度高。结果,在功耗方面是有利的,并且由于减少了由于累积电流引起的劣化,因此装置的寿命变得更长。因此,顶部发射装置在表示有效像素方面具有优势。

[0026] 近来,不仅进行了可以增强有机电致发光装置性能的材料的研究,而且特别进行了由于通过在包括共振结构的顶部发射装置中优化阳极与阴极之间的光学厚度而增强色纯度和增加光提取效率来改善装置性能的研究。

[0027] 为了满足某一颜色工具在某一波长下的有效光提取条件,可以控制装置的彼此互补的厚度和折射率。因此,当使用高折射率的材料时,由于可以降低装置的厚度,因此期望减少材料量并改善工艺生产率。特别地,由于发射红光的有机电致发光装置的厚度大于发射蓝光或绿光的装置的厚度,因此通过使用高折射率材料可以显著改善装置的生产效率。本公开的有机电致发光装置可以应用于顶部发射装置。然而,本公开的有机电致发光装置不限于此,因此可以将其应用于底部发射装置。

[0028] 具体地,当从有机电致发光装置的发光层产生的光被提取到外部时,其经过许多夹层。经过许多夹层的光可以被反射而不透射所述夹层。如此,通过经过透射和反射光被提取到外部。另外,在每个层之间的夹层内,可以重复反射,并且在此过程中会使很多光共振。由于该共振,光被放大并且提取到外部的光的量增加。因此,可以通过有效放大的从有机电致发光装置的发光层产生的光来改善发光效率。

[0029] 当两个电极中的一个电极被形成为反射膜而另一个电极被形成为半透射膜时,与两个电极中的一个电极被形成为透射膜时相比,共振效果更大。可以通过控制材料的光学特征、和光路来优化这种共振现象。

[0030] 例如,考虑到在通过夹层时由于光折射引起的光路和斯涅尔定律(Snell's law)(折射率和膜厚度与波长乘以整数成正比),为了表示深红色,当使用相同的发光材料时,可以通过增加有机层的厚度来增加光路,或者可以使用具有高折射率的材料。

[0031] 然而,当形成用于增加光路的厚有机层时,在每个工艺中所使用的材料的量和所使用的所有供应品都增加了。因此,它是低效的。

[0032] 相应地,在本公开中,通过使用高折射率的材料薄膜来优化共振效果,并且还可以实现期望的CIE 1931色坐标。因此,提供了在工艺方面具有优势的有机电致发光装置。另外,由于可以使用相同厚度下的高折射率材料获得更深的颜色,因此提供了在色坐标方面

具有优异特征的有机电致发光装置。

[0033] 在下文中,将通过参照图1描述本公开的有机电致发光装置的结构。

[0034] 根据本公开的实施例,有机电致发光装置具有以下结构,其中基板、第一电极、中间层、第二层和覆盖层从下至上依次堆叠。

[0035] 彼此面对的第一电极和第二电极之一可以是阳极,并且另一个可以是阴极。即,第一电极可以是阳极,并且第二电极可以是阴极,反之亦然。第一电极可以形成为反射膜,并且第二电极可以形成为半透射膜(顶部发射装置)。然而,所述电极不限于此,因此第一电极可以形成为半透射膜,并且第二电极可以形成为反射膜(底部发射装置)。

[0036] 在本公开中,反射膜仅具有反射光的功能就足够了,并且包括具有光透射特性的膜。反射膜可以由具有高反射率的银、银合金等组成,并且可以是本技术领域通常使用的反射膜。具体地,本公开的反射膜的透射率为约50%或更低、优选约30%或更低、并且更优选约10%或更低。当透射率低于上述上限时,通过充分反射光来有效地发挥作为反射膜的功能。

[0037] 在本公开中,半透射膜是具有约10%至约60%、优选约20%至约50%的透射率的膜,其具有通过反射一些光以及透射一些光而能够进行光提取的功能。

[0038] 当第一电极和第二电极中的一个电极充当反射膜时,另一个电极在约620nm的波长下的透射率可以为10%或更大、优选约10%至约60%、并且更优选约20%至约50%。当具有高于下限的透射率时,可以通过透射率有效地提取光,并且当具有低于上限的透射率时,由于反射可以发生有效的共振。

[0039] 形成在第二电极上的覆盖层(CPL)保护第一电极、中间层和第二电极,并且使在中间层内产生的光有效地提取到外部。

[0040] 第一电极与第二电极之间的中间层可以包括一个或多个发光层和一个或多个空穴传输区域,并且可以进一步包括一个或多个电子传输区域。

[0041] 空穴传输区域是在阳极与发光层之间传输空穴的区域,并且可以由选自下组的一个或多个层组成,所述组由空穴传输层、空穴注入层、电子阻挡层、空穴辅助层和发光辅助层组成。如果需要,可以包括附加层。每个层可以由一个或多个层组成。构成空穴传输区域的至少一个层可以包含具有约1.8或更大的折射率的有机电致发光化合物。当折射率高于下限时,可以通过有效地减少层的厚度来增加装置的生产效率。

[0042] 另外,发光层是其中电子和空穴在空穴传输区域与电子传输区域之间相遇从而发射光的区域,并且可以由一个或两个或更多个层组成。如果需要,可以包括其中材料被混合的另一层。构成发光层的至少一个层可以包含具有约1.8或更大的折射率的有机电致发光化合物。当折射率高于下限时,可以在装置的相同厚度下实现更深的颜色。

[0043] 图2是CIE 1931图。在红色的情况下,CIE X值越大,其中连接RGB的三个顶点的三角形的面积变得越大。这示出显示器中的颜色表示区域增加的优势。

[0044] 将空穴传输层放置在阳极(或空穴注入层)与发光层之间,使得从阳极传输的空穴能够平稳地传输到发光层,并且还可以起到阻挡从阴极传输的电子停留在发光层的作用。可以使用空穴注入层以使从阳极到空穴传输层或电子阻挡层的空穴注入势垒(或空穴注入电压)降低。可以将电子阻挡层放置在空穴传输层(或空穴注入层)与发光层之间,并且可以通过阻挡电子从发光层溢出将激子限制在发光层内以防止发光泄漏。可以将空穴辅助层放

置在空穴传输层(或空穴注入层)与发光层之间,并且可以有效地促进或限制空穴传输速率(或空穴注入速率),从而使得能够控制电荷平衡。可以将发光辅助层放置在阳极与发光层之间,或者放置在阴极与发光层之间。当将发光辅助层放置在阳极与发光层之间时,它可以用于促进空穴注入和/或空穴传输,或用于防止电子溢出。当将发光辅助层放置在阴极与发光层之间时,它可以用于促进电子注入和/或电子传输,或用于防止空穴溢出。另外,当有机电致发光装置包括两个或更多个空穴传输层时,进一步包括的空穴传输层可以用作发光辅助层、空穴辅助层、电子阻挡层等。发光辅助层、空穴辅助层、和/或电子阻挡层可以具有提高有机电致发光装置的发光效率和/或寿命的效果。

[0045] 根据本公开的一个实施例,空穴传输区域可以包括空穴传输层。在此,空穴传输层可以包含具有约1.8或更大的折射率的有机电致发光化合物。

[0046] 根据本公开的另一个实施例,空穴传输区域包括空穴传输层,并且进一步包括空穴注入层、电子阻挡层、空穴辅助层和发光辅助层中的一个或多个。在此,空穴传输层、空穴注入层、电子阻挡层、空穴辅助层和发光辅助层中的一个或多个可以包含具有约1.8或更大的折射率的有机电致发光化合物。

[0047] 根据本公开的又另一实施例,发光层可以由一个或两个或更多个层组成。在此,这些发光层中的一个或多个可以包含具有约1.8或更大的折射率的有机电致发光化合物。

[0048] 为了表示某种颜色,即实现期望的CIE 1931色坐标,可以改变中间层的厚度。形成的空穴传输区域越厚,CIE 1931色坐标的红色变得越深。另外,根据在空穴传输区域中使用的材料的特征,在实现期望的CIE 1931色坐标时示出不同的厚度特性。在本公开中,为了在抑制厚度增加的同时有效地实现期望的CIE 1931色坐标,空穴传输区域的至少一个层可以包含具有约1.8或更大的折射率的有机电致发光化合物。另外,为了表示深红色而不增加厚度,发光层的至少一个层可以包含具有约1.8或更大的折射率的有机电致发光化合物。

[0049] 具体地,本公开可以应用于以下有机电致发光装置,所述有机电致发光装置发射出基于CIE 1931色坐标的x坐标值为约0.660至约0.750、优选约0.660至约0.700的光。当数值落在数值范围内时,可以实现本公开中期望的红光。

[0050] 此外,在本公开中,具有约1.8或更大的折射率的包含在空穴传输区域中的化合物的基于分子量的相对极化率可以为约30或更大。同时地或分别地,通过分子动力学计算获得的具有约1.8或更大的折射率的包含在空穴传输区域中的化合物的密度可以为约1.1或更大。

[0051] 光折射是光在通过不同介质的边界时发生折射的现象,并且是由不同介质中光速的差异引起的。另外,将介质中的光速度与真空中的速度之比定义为折射率。当光进入介质时,它会遇到构成介质的分子。光使存在于分子中的电子振动,并且振动的电子产生相同频率的光。通过此种无数的过程,光的速度随着光从介质传播而变得更慢,并且当材料的极化率较大时,光的速度甚至更慢,从而增加了相互作用。此外,光路中的分子数量越大,光随相互作用数量增加而变得越慢。因此,极化率和密度越大,光变得越慢并且折射率变得越大。

[0052] 在本公开中,通过量子动力学计算和分子动力学计算获得材料的极化率和密度,然后找到与折射率的相关性。

[0053] 分子中存在的电子越多,或者随着电子离核变得越远,对核的影响越弱,极化率就变得越大。因此,随着分子量变得较大,极化率趋于增加。由于极化率受分子量影响,因此当

分子量不同时难以比较极化率。相应地,将相对极化率(基于分子量的相对极化率)定义为在其中分子量为x轴且极化率为y轴的图中梯度为1时的点处的偏移值。具体地,可以通过以下等式1计算基于分子量的相对极化率:

[0054] (等式1)基于分子量的相对极化率=极化率(Bohr<sup>3</sup>)-分子量(g/mol)。

[0055] 证实具有30或更大的基于分子量的相对极化率和/或1.1或更大的密度的化合物示出1.8或更大的折射率。因此,本公开的目的还可以通过空穴传输区域中使用具有30或更大的基于分子量的相对极化率、1.1或更大的密度、并且优选地在计算时具有两者的材料来实现。因此,当使用1.8或更大的高折射率材料时,由于装置厚度的降低,可以获得材料的减少和工艺生产率的改善,或者可以在相同的装置厚度下获得装置特征的改善,即更深的颜色特征。本公开的有机电致发光装置可以应用于所有蓝色、绿色和红色装置,但是特别地,可以在装置厚度最大的红色装置中获得最大的效果。

[0056] 发光层中的至少一个层可以包含一种或多种掺杂剂化合物和一种或多种主体化合物。

[0057] 电子传输区域是其中在阴极与发光层之间传输电子的区域,并且可以由选自下组的一个或多个层组成,所述组由电子传输层、电子缓冲层、电子注入层、夹层、空穴阻挡层和发光辅助层组成。如果需要,可以包括附加层。每个层可以由一个或多个层组成。

[0058] 为了形成构成本公开的有机EL装置的每个层,可以使用干法成膜方法,如真空沉积、溅射、等离子体、离子镀膜方法等,或湿法成膜方法,如喷墨印刷、喷嘴印刷、狭缝式涂布、旋涂、浸涂、流涂方法等。

[0059] 当使用湿法成膜方法时,通过将构成每个层的材料溶解或分散在合适溶剂如乙醇、氯仿、四氢呋喃、二噁烷等中来形成薄膜。对溶剂没有特别限制,只要构成每个层的材料在溶剂中是可溶的或可分散的,这在形成层时不会引起任何问题。

[0060] 通过使用本公开的有机电致发光装置,可以生产例如用于智能手机、平板电脑、笔记本电脑、PC、TV或车辆的显示装置,或照明装置例如室内或室外照明装置。

[0061] 在下文中,将详细说明本公开的有机电致发光装置的制备方法及其发光特征。

[0062] 实例

[0063] [折射率的测量方法]

[0064] 为了获得本公开的有机电致发光材料的折射率,将有待获得其折射率的材料引入真空气相沉积设备的小室中,并且然后将所述设备的腔室中的压力控制到10<sup>-6</sup>托。此后,向小室施加电流以使所引入的材料蒸发,从而在硅晶片基板上产生具有30nm厚度的样品。

[0065] 使用椭圆仪测量折射率。具体地,将使用堀场株式会社(HORIBA Ltd.)的UVSEL在350至800nm的波长下的折射率用作在60度入射角处基于620nm的折射率。

[0066] 对材料的测量的折射率以及基于分子结构的量子动力学计算和分子动力学计算的计算结果进行了比较。

[0067] [极化率的计算方法]

[0068] 通过使用Gaussian 09程序中的密度泛函理论(DFT)来测量极化率的所有计算。在以B3LYP/6-31g\*的水平优化结构后,计算在620nm处的级联频率极化率。极化率以每单位电场的偶极矩变化表示,并以二阶张量的形式表示。使用了各向同性极化率,其是极化率的3×3矩阵中的对角线平均值。

[0069] [密度的计算方法]

[0070] 由于有机电致发光装置的薄膜基本上是无定形的,为了模拟无定形态,在生产出密度为0.1g/mL的具有一百个相同分子的无定形小室之后,进行在静压和静温下的分子动力学计算。一直进行模拟,直至系统密度没有变化的状态。

[0071] 通过使用BIOVIA公司(BIOVIA Corporation)的Material Studio程序测量密度的所有计算。

[0072] 为了进行密度计算,在使用无定形小室模块生产密度为0.1g/mL的具有一百个分子的无定形小室之后,使用Forcite模块进行分子动力学计算直至其中密度没有变化的状态。

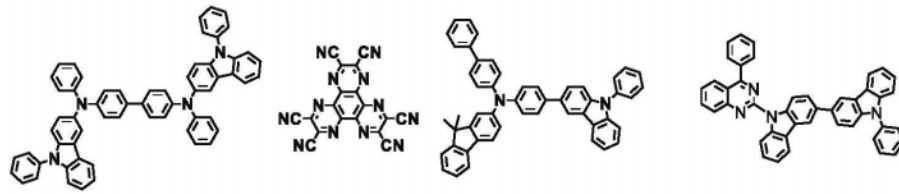
[0073] 实例1至4:生产在空穴传输区域的至少一个层中包含根据本公开的高折射率材料的发射红光的OLED装置

[0074] 如下生产根据本公开的发射红光的OLED装置:顺序地用丙酮、乙醇和蒸馏水使其中第一电极形成成为反射膜的顶部发射装置的ITO/Ag/ITO玻璃基板经受超声洗涤,并且然后将其储存在异丙醇中。接下来,将玻璃基板安装在真空气相沉积设备的基板夹持件上。将化合物HI-1引入真空气相沉积设备的小室中,并且然后将设备的腔室中的压力控制到 $10^{-6}$ 托。此后,向小室施加电流以使所引入的材料蒸发,从而在玻璃基板上形成具有65nm厚度的第一空穴注入层。然后将化合物HI-2引入真空气相沉积设备的另一个小室中,并向小室施加电流以使所引入的材料蒸发,从而在第一空穴注入层上形成具有5nm厚度的第二空穴注入层。将化合物HT-1引入真空气相沉积设备的另一个小室中。此后,向小室施加电流以使所引入的材料蒸发,从而在第二空穴注入层上形成具有65nm厚度的第一空穴传输层。然后将下表1的化合物引入真空气相沉积设备的另一个小室中,并向小室施加电流以使所引入的材料蒸发,从而在第一空穴传输层上形成具有下表1中描述的厚度的第二空穴传输层。在形成空穴注入层和空穴传输层之后,然后如下沉积发光层。将化合物RH-1或RH-2作为主体引入真空气相沉积设备的一个小室中,并将化合物RD-1作为掺杂剂引入所述设备的另一个小室中。将两种材料以不同的速率蒸发并以基于主体和掺杂剂的总重量的2wt%的掺杂量沉积掺杂剂,以在第二空穴传输层上形成具有40nm厚度的发光层。接下来,将化合物ET-1和化合物EI-1引入两个小室中并以1:1的重量比蒸发,以在发光层上形成具有35nm厚度的电子传输层。在电子传输层上沉积化合物EI-1作为具有2nm厚度的电子注入层后,以18:1的重量比蒸发Mg(镁)和Ag(银),从而形成具有16nm厚度的第二电极。然后蒸发化合物HI-1作为厚度为63nm的覆盖层。由此,生产了OLED装置。

[0075] 对比实例1至3:生产在空穴传输区域的至少一个层中包含常规低折射率材料的发射红光的OLED装置

[0076] 除了使用下表1中示出的化合物作为第二空穴传输材料以外,以与实例1至4中相同的方式生产OLED装置。

[0077] 下表1中提供了通过使用照片研究公司(PHOTO RESEARCH Inc.)的亮度计(PR-655)施加电压在3,700尼特的亮度下测量的所生产的发射红光的OLED装置的驱动电压、发光效率以及CIE 1931色坐标中的X和Y值。



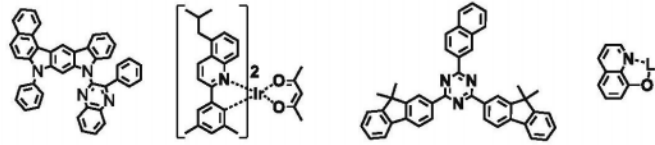
HI-1

HI-2

HT-1

RH-1

[0078]

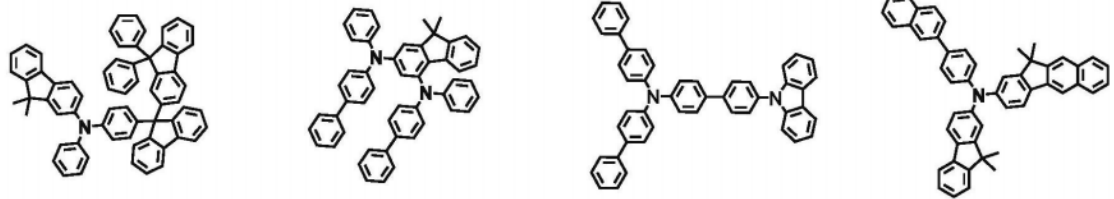


RH-2

RD-1

ET-1

EI-1



HT-A

HT-B

HT-C

HT-D

[0079]

[表 1]

项目	第二空 穴传输 材料	第二空穴传输材料特性			第二空 穴传输 层厚度 [nm]	发光层 (主体：掺 杂剂)	驱动 电压 [V]	发光效率 [Cd/A]	CIE 1931 色坐 标	
		折射率	基子分子 量的相对 极化率	密度					CIEx	CIEy
实例 1	HT-C	1.83	68.37	1.117	75	RH-1:RD-1	5.2	41.0	0.669	0.331
实例 2	HT-D	1.86	116.07	1.103	75	RH-1:RD-1	4.1	43.0	0.670	0.329
实例 3	HT-C	1.83	68.37	1.117	75	RH-2:RD-1	4.4	43.0	0.667	0.333
实例 4	HT-D	1.86	116.07	1.103	73	RH-2:RD-1	3.5	42.6	0.668	0.332
对比实例 1	HT-A	1.74	-61.54	1.102	91	RH-1:RD-1	5.1	43.0	0.669	0.332
对比实例 2	HT-A	1.74	-61.54	1.102	87	RH-2:RD-1	4.3	45.3	0.659	0.340
对比实例 3	HT-B	1.77	3.93	1.111	83	RH-2:RD-1	3.8	41.4	0.670	0.329

[0080] 如在表1中,与使用常规材料的OLED装置相比,根据本公开的OLED装置以较小的厚度发射x坐标值接近0.670的光。由于该差异,可以在大量生产的大规模过程中显著改善生产效率。

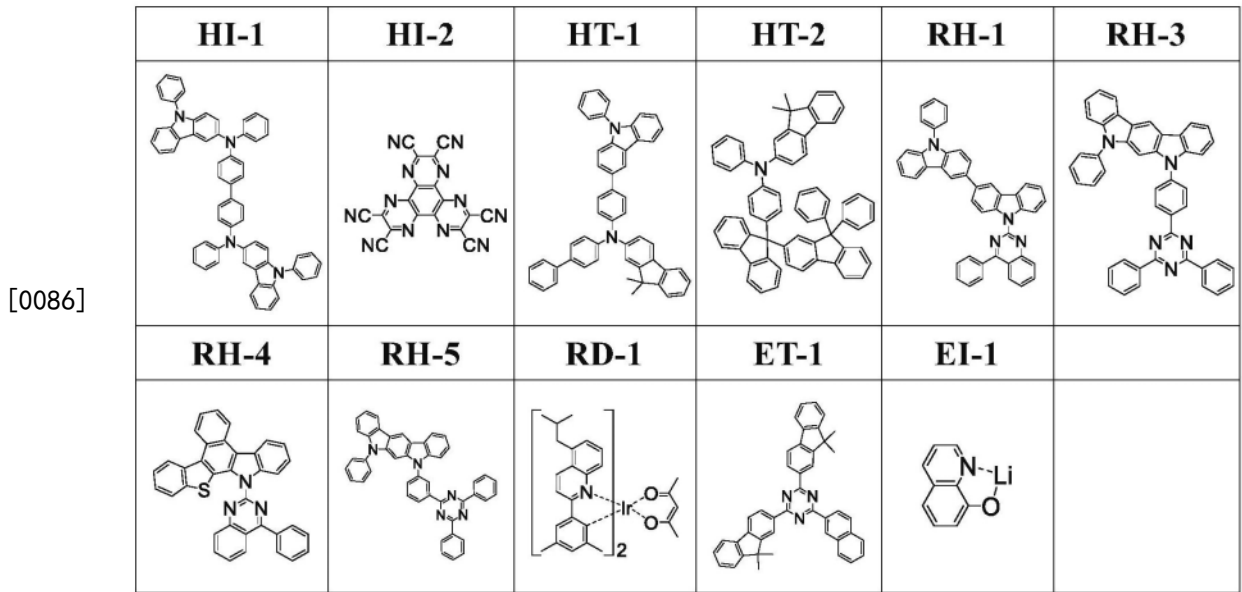
[0081] 实例5和实例6:生产在发光层的至少一层中包含根据本公开的高折射率材料的发射红光的OLED装置

[0082] 如下生产根据本公开的发射红光的OLED装置:顺序地用丙酮、乙醇和蒸馏水使其第一电极形成反射膜的顶部发射装置的ITO/Ag/ITO玻璃基板经受超声洗涤,并且然后将其储存在异丙醇中。接下来,将玻璃基板安装在真空气相沉积设备的基板夹持件上。将化合物HI-1引入真空气相沉积设备的小室中,并且然后将设备的腔室中的压力控制到 $10^{-6}$ 托。此后,向小室施加电流以使所引入的材料蒸发,从而在玻璃基板上形成具有65nm厚度的第一空穴注入层。然后将化合物HI-2引入真空气相沉积设备的另一个小室中,并向小室施加电流以使所引入的材料蒸发,从而在第一空穴注入层上形成具有5nm厚度的第二空穴注入层。将化合物HT-1引入真空气相沉积设备的另一个小室中。此后,向小室施加电流以使所引入的材料蒸发,从而在第二空穴注入层上形成具有65nm厚度的第一空穴传输层。然后将化合物HT-2引入真空气相沉积设备的另一个小室中,并向小室施加电流以使所引入的材料蒸发,从而在第一空穴传输层上形成具有95nm厚度的第二空穴传输层。在形成空穴注入层和空穴传输层之后,然后如下沉积发光层。将化合物RH-1或RH-3作为主体引入真空气相沉积设备的一个小室中,并将化合物RD-1作为掺杂剂引入所述设备的另一个小室中。将两种材料以不同的速率蒸发并以基于主体和掺杂剂的总重量的3wt%的掺杂量沉积掺杂剂,以在第二空穴传输层上形成具有40nm厚度的发光层。接下来,将化合物ET-1和化合物EI-1引入两个小室中并以1:1的重量比蒸发,以在发光层上形成具有35nm厚度的电子传输层。在电子传输层上沉积化合物EI-1作为具有2nm厚度的电子注入层后,以9:1的重量比蒸发Mg(镁)和Ag(银),从而形成具有17nm厚度的第二电极。然后蒸发化合物HT-1作为厚度为83nm的覆盖层。由此,生产了OLED装置。

[0083] 对比实例4和5:生产在发光层的至少一层中包含常规低折射率材料的发射红光的OLED装置

[0084] 除了使用化合物RH-4或RH-5作为发光层的主体材料之外,以与实例5和6中相同的方式生产OLED装置。

[0085] 下表2中提供了通过使用照片研究公司的亮度计(PR-655)施加电压在5,000尼特的亮度下测量的所生产的发射红光的OLED装置的驱动电压、发光效率和CIE 1931色坐标中的X和Y值以及EL主峰。



[0087] [表2]

[0088]

项目	主体材料	折射率 (在 620 nm 下)	EL 峰 (nm)	CIE 1931 色坐标	
				CIE <sub>x</sub>	CIE <sub>y</sub>
实例 5	RH-1	1.92	616	0.667	0.333
实例 6	RH-3	1.85	616	0.666	0.334
对比实例 4	RH-4	1.75	608	0.655	0.344
对比实例 5	RH-5	1.77	612	0.658	0.342

[0089] 如在表2中,与使用常规材料的OLED装置相比,根据本公开的OLED装置发射CIE<sub>x</sub>坐标值更接近0.670的光(即,在相同的装置厚度和结构下更深的颜色)。该差异示出可以在显示器中表示的颜色面积大大增加的优势。

[0090] 该优势在下表3中更具体地示出。

[0091] [表3]

[0092]

项目	蓝色坐标	绿色坐标	红色坐标	四边形 (S) 面积	T1 面积	T2 面积	T3 面积	三角形面积 (S-T1-T2-T3)	与 NTSC 的比率
NTSC 标准	0.140, 0.080	0.210, 0.710	0.670, 0.330	333900	24570	87400	66250	155680	100%
实例 5	0.140, 0.080	0.210, 0.710	0.667, 0.333	332010	24570	86144.5	66665.5	154630	99.33%
实例 6	0.140, 0.080	0.210, 0.710	0.666, 0.334	331380	24570	85728	66802	154280	99.10%
对比实例 4	0.140, 0.080	0.210, 0.710	0.655, 0.344	324450	24570	81435	67980	150465	96.65%
对比实例 5	0.140, 0.080	0.210, 0.710	0.658, 0.342	326340	24570	82432	67858	151480	97.30%

[0093] 表3中的项目基于图2的CIE 1931图,并且表3的T1至T3是指图2的T1至T3。

[0094] 如在表3中,至于实例5和6的使用高折射率化合物的装置的色坐标特征,与对比实例4和5的使用相对低折射率化合物的装置的色坐标特征相比,可表示区域更宽。

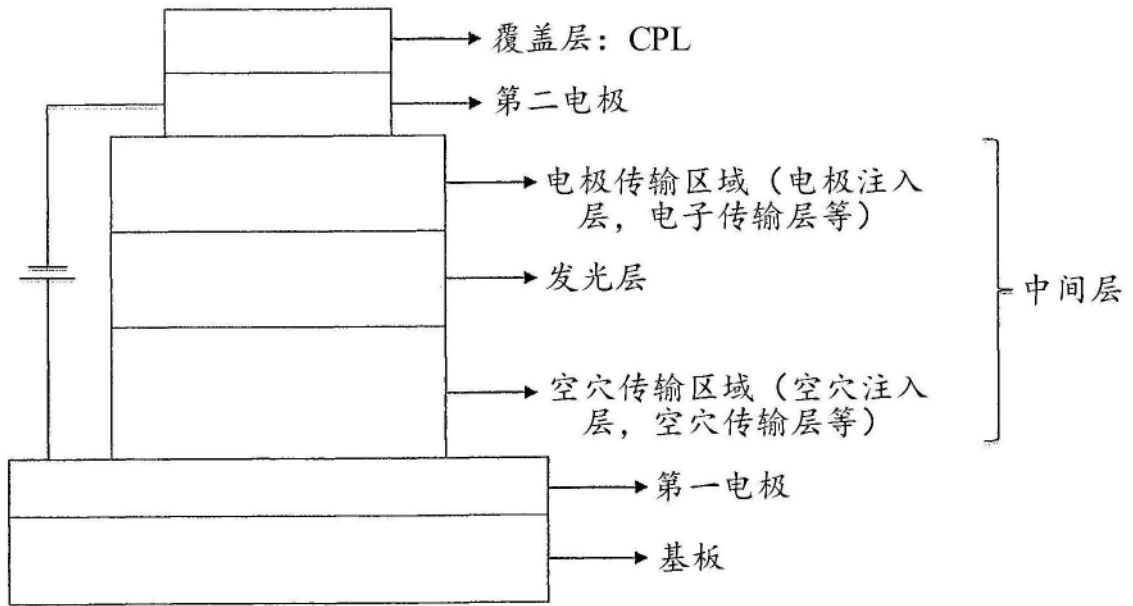


图1

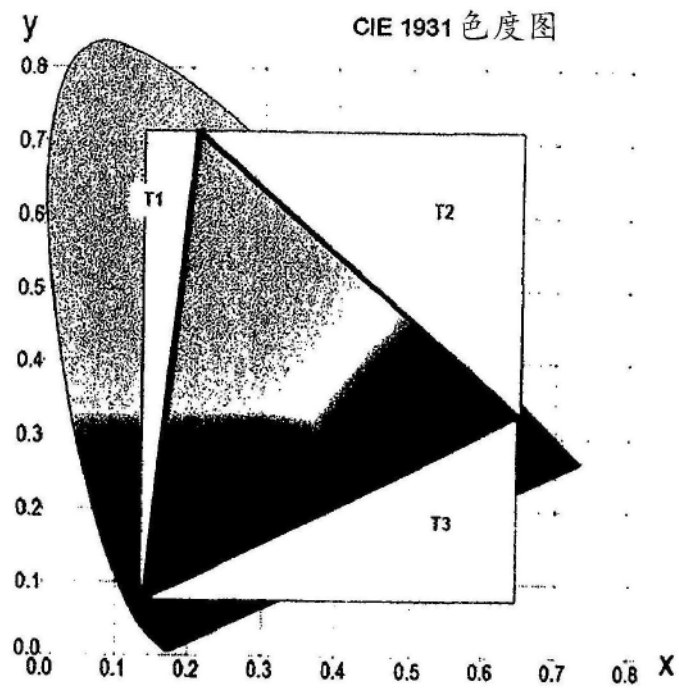


图2