



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102598864 B

(45) 授权公告日 2015. 11. 25

(21) 申请号 200980162215. 0

代理人 欧阳帆

(22) 申请日 2009. 11. 05

(51) Int. Cl.

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

H01L 51/50(2006. 01)

2012. 04. 28

(56) 对比文件

(86) PCT国际申请的申请数据

CN 1802048 A, 2006. 07. 12,

PCT/JP2009/068930 2009. 11. 05

US 2008203908 A1, 2008. 08. 28,

(87) PCT国际申请的公布数据

审查员 白若鸽

W02011/055440 JA 2011. 05. 12

(73) 专利权人 佳能株式会社

地址 日本东京

(72) 发明人 水野信贵

(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

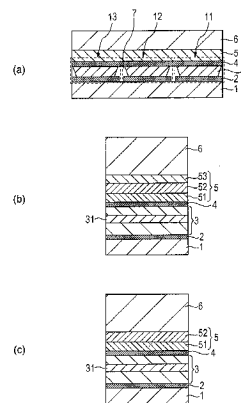
权利要求书2页 说明书10页 附图3页

(54) 发明名称

显示装置

(57) 摘要

公开了有机电致发光元件,其中,在采用保护层密封形式时,提高了发射蓝色光的有机电致发光元件的发光效率。显示装置包括多个有机电致发光元件(11、12、13)、覆盖多个有机电致发光元件的保护层(6)、以及设置在有机电致发光元件的第二电极(4)和保护层(6)之间的光学调整层(5)。光学调整层(5)包括与第二电极(4)接触的第一光学调整层和与第一光学调整层接触的第二光学调整层。第一光学调整层和第二光学调整层具有彼此不同的折射率,跨越多个有机电致发光元件地在具有共同的膜厚的情况下布置每一个光学调整层。每一个膜厚被配置为使得,对于由蓝光有机电致发光元件的发光层发射的光,在第二电极和第一光学调整层之间的界面处发生反射时的相位、在第一光学调整层和第二光学调整层之间的界面处发生反射时的相位和在第二光学调整层的保护层侧的界面处发生反射时的相位是相同的。



1. 一种包括保护层和多个有机电致发光元件的显示装置, 该多个有机电致发光元件中的每一个有机电致发光元件包括第一电极、有机化合物层和第二电极, 该有机化合物层包括发光层, 该保护层覆盖该多个有机电致发光元件, 该多个有机电致发光元件包括发射蓝色光的有机电致发光元件、发射绿色光的有机电致发光元件和发射红色光的有机电致发光元件, 并且该第二电极是该多个有机电致发光元件的公共电极,

该显示装置包括:

布置在第二电极和保护层之间的第一光学调整层和第二光学调整层, 第一光学调整层与第二电极接触, 且第二光学调整层与第一光学调整层接触,

其中第一光学调整层和第二光学调整层具有彼此不同的折射率, 延伸遍及该多个有机电致发光元件, 且第一光学调整层和第二光学调整层中的每一个具有一致的厚度, 该厚度被确定为使得, 对于由发射蓝色光的有机电致发光元件的发光层发射的光, 在该光由第二电极和第一光学调整层之间的界面反射时该光的相位、在该光由第一光学调整层和第二光学调整层之间的界面反射时该光的相位以及在该光由第二光学调整层的保护层侧的界面反射时该光的相位是相同的。

2. 根据权利要求 1 所述的显示装置, 其中第二电极是具有 5nm 到 20nm 的范围内的厚度的金属电极。

3. 根据权利要求 2 所述的显示装置, 其中第二电极包括银。

4. 根据权利要求 1 所述的显示装置, 其中第二光学调整层与保护层接触, 且第二光学调整层的折射率高于保护层的折射率。

5. 根据权利要求 4 所述的显示装置, 其中第二光学调整层的折射率和保护层的折射率之间的差等于或大于 0.5。

6. 根据权利要求 4 所述的显示装置, 其中第一光学调整层的折射率等于或低于 1.5, 且第二光学调整层的折射率高于 1.5。

7. 根据权利要求 1 所述的显示装置, 其中第一光学调整层的折射率和第二光学调整层的折射率之间的差等于或大于 0.2。

8. 一种包括保护层和多个有机电致发光元件的显示装置, 该多个有机电致发光元件中的每一个有机电致发光元件包括第一电极、有机化合物层和第二电极, 该有机化合物层包括发光层, 该保护层覆盖该多个有机电致发光元件, 该多个有机电致发光元件包括发射蓝色光的有机电致发光元件、发射绿色光的有机电致发光元件和发射红色光的有机电致发光元件, 并且该第二电极是该多个有机电致发光元件的公共电极,

该显示装置包括:

布置在第二电极和保护层之间的第一光学调整层和第二光学调整层, 第一光学调整层与第二电极接触, 且第二光学调整层与第一光学调整层接触,

其中第一光学调整层和第二光学调整层具有彼此不同的折射率, 延伸遍及该多个有机电致发光元件, 且第一光学调整层和第二光学调整层中的每一个具有一致的厚度,

其中第一光学调整层的厚度 d_1 满足

$$(4m_1 - 2\phi_1 / \pi - 1) \lambda / (8n_1) < d_1 < (4m_1 - 2\phi_1 / \pi + 1) \lambda / (8n_1),$$

其中 λ 是从发射蓝色光的有机电致发光元件发射出的光的光谱的最大峰值波长, n_1 是第一光学调整层在最大峰值波长 λ 处的折射率, ϕ_1 是当从发射蓝色光的有机电致发光元

件发射出的光由第一光学调整层和第二光学调整层之间的界面反射时的相移量,而 m_1 是自然数,以及

其中第二光学调整层的厚度 d_2 满足

$$(4m_2-3)\lambda/(8n_2) < d_2 < (4m_2-1)\lambda/(8n_2),$$

其中 λ 是该最大峰值波长, n_2 是第二光学调整层在最大峰值波长 λ 处的折射率,而 m_2 是自然数。

9. 根据权利要求 8 所述的显示装置,还包括:

与第二光学调整层和保护层接触的第三光学调整层,

其中第三光学调整层具有与第二光学调整层的折射率不同的折射率,且第三光学调整层的厚度 d_3 满足

$$(4m_3-3)\lambda/(8n_3) < d_3 < (4m_3-1)\lambda/(8n_3),$$

其中 λ 为该最大峰值波长, n_3 为第三光学调整层在最大峰值波长 λ 处的折射率,而 m_3 是自然数。

10. 根据权利要求 9 所述的显示装置,其中第三光学调整层的折射率高于保护层的折射率。

11. 根据权利要求 10 所述的显示装置,其中第三光学调整层的折射率和保护层的折射率之间的差等于或大于 0.5。

12. 根据权利要求 9 所述的显示装置,其中第一光学调整层的折射率高于 1.5,第二光学调整层的折射率等于或低于 1.5,且第三光学调整层的折射率高于 1.5。

13. 根据权利要求 9 所述的显示装置,其中第二光学调整层的折射率和第三光学调整层的折射率之间的差等于或大于 0.2。

显示装置

技术领域

[0001] 本发明涉及显示装置,且特别地涉及发光效率的提高。

背景技术

[0002] 有机电致发光元件包括彼此堆叠的、布置在衬底上的第一电极、包括发光层的有机化合物层和第二电极。对于有机电致发光元件,要求提高发光效率。为了解决此问题,专利文献 1 描述了通过具有堆叠在有机电致发光元件上部中的有机盖帽(capping)层而获得高效率的有机电致发光元件。

[0003] 有机电致发光元件易于腐蚀和氧化。因此,必须密封有机电致发光元件。密封配置被分类为两种类型。在一种类型的配置中,有机电致发光元件用干燥空气填充并用密封帽(cap)密封。在另一种类型的配置中,用不能透过水和氧的保护层覆盖有机电致发光元件。专利文献 2 描述了覆盖有由氮氧化硅(SiON)/有机材料/氮氧化硅(SiON)制成的保护层的有机电致发光元件。

[0004] 当具有保护层的密封配置被用于专利文献 1 中描述的在其中有机盖帽层被堆叠在有机电致发光元件的上部中的有机电致发光元件中时,在有机盖帽层和保护层之间的界面处的折射率的差别不大。因此,在使用具有保护层的密封配置时难以产生在专利文献 1 中描述的效果。

[0005] 引用文献列表

[0006] 专利文献

[0007] 专利文献 1 :日本专利公开 No. 2006-156390

[0008] 专利文献 2 :日本专利公开 No. 2002-0325765

发明内容

[0009] 技术问题

[0010] 本发明的一个目的是提供使用具有保护层的密封配置的显示装置,利用该显示装置提高了发光效率。

[0011] 问题的解决方案

[0012] 根据本发明,一种显示装置包括多个有机电致发光元件和保护层,多个有机电致发光元件中的每一个有机电致发光元件包括第一电极、有机化合物层和第二电极,有机化合物层包括发光层,保护层覆盖多个有机电致发光元件,且多个有机电致发光元件包括发射蓝色光的有机电致发光元件、发射绿色光的有机电致发光元件和发射红色光的有机电致发光元件,且该显示装置包括布置在第二电极和保护层之间的第一光学调整层和第二光学调整层,第一光学调整层与第二电极接触,且第二光学调整层与第一光学调整层接触,其中第一光学调整层和第二光学调整层具有彼此不同的折射率,延伸遍及多个有机电致发光元件,且第一光学调整层和第二光学调整层中的每一个具有一致的厚度,该厚度被确定为使得,对于由发射蓝色光的有机电致发光元件的发光层发射的光,在该光由第二电极和第一

光学调整层之间的界面反射时该光的相位、在该光由第一光学调整层和第二光学调整层之间的界面反射时该光的相位以及在该光由第二光学调整层的保护层侧的界面反射时该光的相位是相同的。

[0013] 本发明的有利效果

[0014] 本发明提供了使用具有保护层的密封配置的显示装置,利用该显示装置提高了发光效率。

附图说明

[0015] [图 1] 图 1 是本发明的实施例的示意图。

[0016] [图 2] 图 2 是针对两种密封配置类型示出了有机盖帽层的厚度和发光效率之间的关系图。

[0017] [图 3] 图 3 是示出了薄银膜的反射率的波长分散图。

[0018] [图 4] 图 4 是示出了根据本发明的实施例的在第一光学调整层的厚度和发光效率之间的关系图。

具体实施方式

[0019] 在下文中,将参考附图描述根据本发明实施例的有机电致发光元件和显示装置。在本说明书中没有示出或描述的部分中,使用本技术领域众所周知或已知的技术。本发明不局限于下面描述的实施例。

[0020] 图 1(a) 是根据本发明的显示装置的示意性截面图。显示装置包括衬底 1、发射蓝色光的有机电致发光元件 11、发射绿色光的有机电致发光元件 12 和发射红色光的有机电致发光元件 13。有机电致发光元件被布置在衬底 1 上。每一个有机电致发光元件顺序地包括第一电极 2、包含发光层的有机化合物层 3 和第二电极 4。保护层 6 被布置在有机电致发光元件上。由有机电致发光元件发射的光是从第二电极 4 侧发射的。隔墙 7 被布置在有机电致发光元件之间。

[0021] 光学调整层 5 被布置在沿与衬底 1 垂直的方向被堆叠的第二电极 4 和保护层 6 之间。光学调整层 5 包括多个层,且相邻层具有彼此不同的折射率。通过如下所述的密封配置间的比较而发现此结构。

[0022] 具体而言,对于包括堆叠在第二电极 4 的上部中的有机盖帽层的有机电致发光元件,将使用密封帽来密封的配置与使用保护层来密封的配置进行对比。将参考图 2 描述该对比。图 2 示出了有机盖帽层的厚度和发射蓝色光的有机电致发光元件的发光效率之间的关系。当密封帽用于密封时(在图 2 中由圆圈显示),有机盖帽层和干燥空气的折射率之间的差较大。因此,在有机盖帽层和干燥空气之间的界面处的反射率高,且由于增强了有机盖帽层中的蓝色光的光学干涉的效果,效率变化。与之对比,当保护层用于密封时(在图 2 中由正方形显示),有机盖帽层的厚度对发光效率仅有较小的影响。这是因为有机盖帽层和保护层的折射率之间的差较小,使得在有机盖帽层和保护层之间的界面处的反射率低,由此没有充分地产生增强有机盖帽层中的蓝色光的光学干涉效果。各材料的折射率对于有机盖帽层(Alq_3) 大约为 1.8,对于干燥空气(空气)为 1.0,而对于保护层(SiN) 为 1.8。保护层的折射率根据沉积方法、沉积条件和沉积气氛而在 1.6 到 2.1 的范围内变化。然而,有机

盖帽层和保护层的折射率之间的差小于有机盖帽层和干燥空气的折射率之间的差。

[0023] 因此,本发明使用包括在相邻层之间具有不同折射率的多个层的光学调整层。用这种结构,在光学调整层中形成多个反射面,且可以通过使用在由反射面反射的光和由有机电致发光元件的发光层发射的光之间的光学干涉来提高发光效率。在此情况下,所期望的是相邻层的折射率之间的差等于或大于 0.2。

[0024] 光学调整层 5 和保护层 6 延伸遍及多个有机电致发光元件(有机电致发光元件 11、有机电致发光元件 12 和有机电致发光元件 13),且光学调整层 5 和保护层 6 中的每一个具有一致的厚度。用此结构,不必针对由有机电致发光元件发射的每一种颜色的光执行图案化,由此简化了工艺。包括在光学调整层 5 中的层的厚度被确定为使得层具有高的蓝色光(在 400nm 到 500nm 的波长范围内)的反射率。具体地说,对于在发射蓝色光的有机电致发光元件的发光层中发射的光,通过使在光由包括在光学调整层 5 中的层之间的界面反射时的光的相位与在光由光学调整层 5 和第二电极 4 之间的界面反射时的光的相位相同,增大光学调整层的总反射率。当相位之间的差等于或小于 $\pi/4$ 时,假定两个相位相同。

[0025] 设置光学调整层 5 以便增大在蓝色波长带中的光的反射率的一个理由是,与发射其它颜色光的发光材料相比,发射蓝色光的发光材料的开发没有充分进展。因此,蓝色光的发光效率低于绿色光的发光效率,用于绿色光的磷光材料的开发有所进展。此外,发蓝光的材料的寿命短于用于其它颜色的材料的寿命。通过使用由于光学调整层而引起的光学干涉来提高光发射效率,可以降低驱动电流,并由此可以增加发蓝光的材料的寿命。

[0026] 另一个理由是,当用作光发射电极的第二电极由具有从 5nm 到 20nm 的范围内的厚度的薄金属膜制成时,第二电极的反射率在短波长带内较低。图 3 是示出了具有 10nm 厚度的薄银膜的反射率的波长分散的图。如从该图可以看出的,短波长范围内的反射率低于长波长范围内的反射率。因此,对于发射蓝色光的有机电致发光元件,干涉效果较小,由此光发射效率相对低于对于其它颜色的光发射效率。当使用包括银的薄金属膜时,此现象显著。然而,薄金属膜不局限于薄银膜或包括银的金属膜,因为,具有从 5nm 到 20nm 的范围内的厚度的薄金属膜一般在较短的波长范围内有较低的反射率。

[0027] 根据本发明的有机电致发光元件还可以被用于在其中通过使用发生在由包括在有机化合物层 3 中的发光层发射的并由第一电极 2 的反射面反射的光和由发光层发射的并由第二电极 4 的反射面反射的光之间的光学干涉来增强光的情况。在此情况下,在第一电极 2 的反射面和第二电极 4 的反射面之间的光学长度 L 被设置为满足以下表达式 1。在表达式 1 中, λ 是从有机电致发光元件发射的光的光谱的最大峰值波长, θ 是在第一电极 2 的反射面处的相移量和在第二电极 4 的反射面处的相移量的和,而 N 是自然数。光学长度是层厚度和折射率的差的乘积。

[0028] $2L/\lambda + \theta/2\pi = N \cdots$ 表达式 1

[0029] 然而,由于在沉积有机化合物层 3 时可能发生的沉积误差,可能不满足表达式 1。然而,即使光学长度 L 偏离满足表达式 1 的位置约 $\pm \lambda/8$,发生在第一电极 2 的反射面和第二电极 4 的反射面之间的光学干涉也是在波长 λ 处增强光的干涉。因此,在第一电极 2 的反射面和第二电极 4 的反射面之间的光学长度 L 满足以下表达式 1' 是足够的。在下文中,满足表达式 1' 的有机电致发光元件将被称为具有谐振器结构的有机电致发光元件。对于具有谐振器结构的有机电致发光元件,优选的是根据发射光谱确定有机层的厚度。

[0030] $(4N-2\theta/\pi-1)\lambda/8 < L < (4N-2\theta/\pi+1)\lambda/8$...表达式 1'

[0031] 更加优选的是光学长度 L 在偏离由表达式 1 表示的范围 $\pm \lambda/16$ 之内。

[0032] 衬底 1 是由玻璃、塑料等制成的绝缘衬底,且 TFT 或其它切换元件(未示出)被形成于其上。

[0033] 作为第一电极 2,可以使用由金属(诸如 Al、Cr 或 Ag)或其合金制成的金属层。可替代地,透明导电氧化物层(诸如由氧化铟和氧化锡的复合物制成的层或由氧化铟和氧化锌的复合物制成的层)可以被堆叠在金属层上。如果第一电极 2 仅包括金属层,则第一电极 2 的反射面是金属层(第一电极 2)和有机化合物层 3 之间的界面。如果第一电极 2 包括金属层和透明导电氧化物层,第一电极 2 的反射面是金属层和透明导电氧化物层之间的界面。优选的是,第一电极 2 的厚度在从 50nm 到 200nm 的范围内。术语“透明”意指在可见光范围(波长在 400nm 到 780nm 的范围内)内透光率等于或高于 50%。

[0034] 有机化合物层 3 至少包括发光层。根据需要,有机化合物层 3 可以包括电荷传输层(诸如空穴传输层或电子传输层)、空穴阻挡层等。各层可以由已知材料制成。各层可以通过使用已知沉积方法(诸如气相沉积和转录(transcription))来形成。通过针对每一种颜色的发射光优化有机化合物层的厚度,可以增大用于每一种颜色的有机电致发光元件的发光效率。

[0035] 作为第二电极 4,可以使用透明导电氧化物层(诸如氧化铟和氧化锡的复合物层以及氧化铟和氧化锌的复合物层)或者由金属(诸如 Al、Cr 和 Ag)或其合金制成的薄金属膜。特别地,优选的是,第二电极 4 为包括银的薄金属膜,因为这种膜具有低吸收率和低电阻率。当薄金属膜用作第二电极 4 时,优选的是厚度在从 5nm 到 20nm 的范围内。当第二电极 4 是金属层时,第二电极 4 的反射面是金属层(第二电极 4)和有机化合物层 3 之间的界面。当第二电极 4 是透明导电氧化物层时,第一电极 2 的反射面是透明导电氧化物层和光学调整层 5 之间的界面。

[0036] 保护层 6 可以通过使用已知的沉积方法由已知材料制成。例如,保护层 6 可以通过使用 CVD 系统沉积硅氮化物(SiN)而制成。可替代地,可以使用氧化钛。通常,保护层 6 的厚度为微米量级,使得执行密封功能且不产生光学干涉效果。

[0037] 光学调整层 5 的材料没有特别限制,且可以是有机材料或无机材料。例如,可以使用 SiO_2 、 TiO_2 、LiF、 MgF_2 、 CF_x 或有机化合物层 3 的材料之一。然而,优选的是,相邻光学调整层的折射率之间的差较大(折射率之间的差等于或大于 0.2),因为,在这种情况下,反射率高且可以容易地执行光学调整。在具有折射率 n_A 的介质和具有折射率 n_B 的介质之间的界面处的光的反射率 R 由表达式 2 表示。

[0038] $R = (n_A - n_B)^2 / (n_A + n_B)^2$...表达式 2

[0039] 所期望的是,光学调整层包括交替堆叠的高折射率层(具有高于 1.7 的折射率)和低折射率层(具有等于或低于 1.7 的折射率)。优选的是,光学调整层的与保护层 6 接触的层的折射率高于保护层 6 的折射率而且其折射率的差等于或大于 0.5。

[0040] (第一实施例)

[0041] 将参考图 1(b) 来描述第一实施例。图 1(b) 是有机电致发光元件的详细截面图。有机电致发光元件依次包括第一电极 2、包含发光层 31 的有机化合物层 3 和第二电极 4。光学调整层 5 和保护层 6 被布置在第二电极 4 上。光学调整层 5 和保护层 6 延伸遍及多个有

机电致发光元件,且层 5 和 6 中的每一个具有一致的厚度。

[0042] 如图 1(b) 中示出的,光学调整层 5 包括与第二电极 4 接触的第一光学调整层 51、与第一光学调整层 51 接触的第二光学调整层 52 以及与第二光学调整层 52 和保护层 6 接触的第三光学调整层。第一光学调整层 51、第二光学调整层 52 和第三光学调整层 53 延伸遍及多个有机电致发光元件,且层 51 到 53 中的每一个具有一致的厚度。第一光学调整层 51 和第二光学调整层 52 具有彼此不同的折射率,且第二光学调整层 52 和第三光学调整层 53 具有彼此不同的折射率。优选的是,第一光学调整层 51 和第二光学调整层 52 的折射率之间的差等于或大于 0.2。优选的是,第二光学调整层 52 和第三光学调整层 53 的折射率之间的差等于或大于 0.2。优选的是,第一光学调整层 51 和第三光学调整层 53 的折射率高于 1.5 且第二光学调整层 52 的折射率等于或低于 1.5。优选的是,折射率如上所述,因为光学调整层的各层可以在各层之间或在各层和保护层之间形成具有较高反射率的反射面。

[0043] 优选的是,光学调整层 5 包括交替堆叠的低折射率层(具有等于或低于 1.5 的折射率)和高折射率层(具有等于或高于 1.7 的折射率),使得可以容易地增大反射率。在此情况下,考虑界面的反射和由于透射而引起的相移量,第二光学调整层 52 和第三光学调整层 53 的厚度 d_2 和 d_3 分别满足表达式 3 和表达式 4。在这些表达式中, λ 是从发射蓝色光的有机电致发光元件发射的光的光谱的最大峰值波长,而 n_2 和 n_3 分别是第二光学调整层和第三光学调整层在最大峰值波长 λ 处的折射率。 m_2 和 m_3 是自然数。取决于发光材料的从蓝色有机电致发光元件发射的光的最大峰值波长在大约 430nm 到 480nm 的范围内。

[0044] $d_2 = (2m_2 - 1) \lambda / 4n_2$...表达式 3

[0045] $d_3 = (2m_3 - 1) \lambda / 4n_3$...表达式 4

[0046] 根据本发明,即使厚度 d_2 和 d_3 偏离满足表达式 3 和表达式 4 的值大约 $\pm \lambda / 8$,光学调整层的反射率也可以被提高。因此,第二光学调整层 52 和第三光学调整层 53 的厚度 d_2 和 d_3 分别满足表达式 3' 和表达式 4' 是足够的。

[0047] $(4m_2 - 3) \lambda / (8n_2) < d_2 < (4m_2 - 1) \lambda / (8n_2)$...表达式 3'

[0048] $(4m_3 - 3) \lambda / (8n_3) < d_3 < (4m_3 - 1) \lambda / (8n_3)$...表达式 4'

[0049] 更加优选的是,厚度 d_2 和 d_3 在偏离满足表达式 3 和表达式 4 的值约 $\pm \lambda / 16$ 的范围内。

[0050] 第一光学调整层 51 的厚度为允许由第一光学调整层 51 和第二光学调整层 52 之间的界面的反射适当地起作用的厚度是足够的。具体地说,从发射蓝色光的有机电致发光元件发射的光的光谱的最大峰值波长 λ 以及在第一光学调整层 51 和第二光学调整层 52 之间的界面与发光层 31 中的发光点之间的光学长度 t_1 满足表达式 5 是足够的。 ϕ_1 是当由发射蓝色光的有机电致发光元件发射的光被第一光学调整层 51 和第二光学调整层 52 之间的界面反射时发生的相移的量,而 m_1 是自然数。如果有机电致发光元件的发射具有一个分布,则发光点是光强分布的极大点。

[0051] $2t_1 / \lambda + \phi_1 / 2\pi = m_1$... 表达式 5

[0052] 根据本发明,即使光学长度 t_1 偏离表达式 5 约 $\pm \lambda / 8$,光学调整层的反射率也可以被提高。因此,光学长度 t_1 满足表达式 5' 是足够的。

[0053] $(4m_1 - 2\phi_1 / \pi - 1) \lambda / 8 < t_1 < (4m_1 - 2\phi_1 / \pi + 1) \lambda / 8$...表达式 5'

[0054] 在具有谐振器结构的有机电致发光元件中,如果第二电极由薄金属膜制成,有机

电致发光元件和第一光学调整层 51 可以被分离为不同的光学干涉。因此,在具有谐振器结构的有机电致发光元件中,第一光学调整层的厚度 d_1 满足下面的表达式 6。这里, λ 是从发射蓝色光的有机电致发光元件发射的光的光谱的最大峰值波长,而 n_1 是第一光学调整层 51 在最大峰值波长 λ 处的折射率。

[0055] $2n_1d_1/\lambda + \phi_1/2\pi = m_1 \quad \dots$ 表达式 6

[0056] 即使存在约 $\pm \lambda/8$ 的与表达式 6 的偏离,光学调整层的反射率也可以被提高。因此,第一光学调整层 51 的厚度 d_1 满足表达式 6' 是足够的。

[0057] $(4m_1 - 2\phi_1/\pi - 1)\lambda/(8n_1) < d_1 < (4m_1 - 2\phi_1/\pi + 1)\lambda/(8n_1) \quad \dots$ 表达式 6'

[0058] 更加优选的是,厚度 d_1 在偏离满足表达式 6 的值约 $\pm \lambda/16$ 的范围内。

[0059] 当第一光学调整层 51 的厚度 d_1 和第二光学调整层 52 的厚度 d_2 分别满足表达式 6' 和表达式 3' 时,以下适用。也就是说,对于由蓝色有机电致发光元件的发光层产生的光,当光由第二电极 4 和第一光学调整层 51 之间的界面反射时的光的相位与当光由第一光学调整层 51 和第二光学调整层 52 之间的界面反射时的光的相位是相同的。此外,对于由蓝色有机电致发光元件的发光层产生的光,上述相位与由第二光学调整层 52 和第三光学调整层 53 之间的界面(第二光学调整层 52 的保护层侧的界面)反射的光的相位是相同的。因此,增大了光学调整层反射由蓝色有机电致发光元件的发光层 31 产生的光的总反射率,由此提高了发光效率。特别地,当满足表达式 6' 和表达式 3' 时,提高了光学调整层对于波长 λ 的反射率,由此可以提高发光效率。此外,当第三光学调整层 53 的厚度 d_3 满足表达式 4' 时,对于由蓝色有机电致发光元件的发光层向保护层发射的光,当光由如上所述的界面反射时的光的相位和当光由第三光学调整层 53 和保护层 6 之间的界面反射时的光的相位是相同的。因此,进一步提高了蓝色有机电致发光元件的发光效率。

[0060] 相移量 ϕ_1 取决于第一光学调整层 51 和第二光学调整层 52 的折射率。也就是说,如果第一光学调整层 51 的折射率高于第二光学调整层 52 的折射率,相移量 ϕ_1 为 π ,且在相反的情况下相移量 ϕ_1 为零。

[0061] 当光学调整层的各层满足如上所述的表达式时,使得当光由各层之间的界面反射时的光的相位、当光由光学调整层和第二电极之间的界面反射时的光的相位以及当光由光学调整层和保护层之间的界面反射时的光的相位是相同的。

[0062] 以下将描述本实施例的示例。在示例中,调整第一光学调整层 51 的厚度以便增大具有在 460nm 处有最大峰值波长的发射光谱的蓝色有机电致发光元件的发光效率。第一光学调整层 51、第二光学调整层 52 和第三光学调整层 53 分别由 Alq_3 、 SiO_2 和氧化铟锌制成,而保护层 6 由 SiN 制成。表 1 示出了光学调整层和保护层在 460nm 波长处的折射率。可以通过使用光学设备(诸如椭圆偏振光谱仪(spectroscopic ellipsometry))来计算折射率。如在表 1 中示出的,设置第二光学调整层 52 的厚度以便满足在 $m_2 = 1$ 时的表达式 3', 且设置第三光学调整层 53 的厚度以便满足在 $m_3 = 2$ 时的表达式 4'。

[0063] 根据第一光学调整层 51 的折射率和第二光学调整层 52 的折射率之间的关系, $\phi_1 = 0$ 。因此,发光点与第一光学调整层 51 和第二光学调整层 52 间的界面之间的约 230nm 的光学长度 t_1 满足在自然数 $m_1 = 1$ 时的表达式 5 是足够的。在本实施例中,考虑光学干涉,发光点(在此示例中为发光层 31 的在第一电极 2 侧的界面)与第二电极 4 和第一光学调整层 51 间的界面之间的光学长度被设置为大约 122nm,使得第一光学调整层 51 的光学长度

大约为 108nm。在本实施例中,第一光学调整层的折射率为 1.8,使得层厚度大约为 60nm,以便使光学长度大约为 108nm。层厚度满足表达式 6'。

[0064] [表 1]

[0065]

	材料	折射率	厚度 [nm]
保护层	SiN	1.8	10000
第三光学调整层	IZO	2.2	180
第二光学调整层	SiO ₂	1.5	77
第一光学调整层	Alq ₃	1.8	×
第二电极	Ag		12

[0066] 图 4(a) 示出了第一光学调整层 51 的厚度和发光效率之间的关系。当第一光学调整层 51 的厚度为 60nm 时,发光效率为 4.10cd/A,其是极大值。这是在仅提供有机盖帽层的情况下的发光效率的 1.24 倍。表 2 示出了其中仅提供了有机盖帽层的比较示例 1,以及第一实施例与比较示例 1 关于红色、绿色与蓝色有机电致发光元件的效率和发射这些颜色的光以便显示白色时的电流的比较。因为本实施例在短波长范围上具有比比较示例 1 更强的干涉,所以增大了蓝色有机电致发光元件的效率,且降低了显示白色时有机电致发光元件的总电流,由此将预料到功耗的降低。

[0067] [表 2]

[0068]

		红色	绿色	蓝色
第一实施例	效率[cd/A]	15.3	32.8	4.1
	电流比	0.72	0.74	1.00
比较示例 1	效率[cd/A]	17.1	37.2	3.3
	电流比	0.66	0.65	1.24

[0069] (第二实施例)

[0070] 图 1(c) 是根据本实施例的第二实施例的显示装置的有机电致发光元件的截面图。第二实施例在光学调整层 5 的结构方面不同于第一实施例。在其它方面,第一实施例和第二实施例是相同的。根据本实施例,光学调整层 5 包括与第二电极 4 接触的第一光学调整层 51 以及与第一光学调整层 51 接触的第二光学调整层 52。第二光学调整层 52 与保护层 6 接触。第一光学调整层 51 和第二光学调整层 52 延伸遍及多个有机电致发光元件,且层 51 和 52 中的每一个具有一致的厚度。第一光学调整层 51 和第二光学调整层 52 具有彼此不同的折射率。优选的是,第一光学调整层 51 和第二光学调整层 52 的折射率之间的差等于或大于 0.2。优选的是,第一光学调整层 51 的折射率等于或低于 1.5 且第二光学调

整层 52 的折射率高于 1.5。使用这样的结构,可以在光学调整层之间或光学调整层和保护层之间形成具有更高反射率的反射面。

[0071] 同样地,在本实施例中,优选的是,第一光学调整层 51 和第二光学调整层 52 的厚度分别满足表达式 6 或 6' 和表达式 3 或 3'。在此情况下,对于由蓝色有机电致发光元件的发光层向保护层发射的光,当光由第二电极 4 和第一光学调整层 51 之间的界面反射时光的相位和当光由第一光学调整层 51 和第二光学调整层 52 之间的界面反射时光的相位是相同的。此外,对于由蓝色有机电致发光元件的发光层向保护层发射的光,上述相位与当光由第二光学调整层 52 和保护层 6 之间的界面(第二光学调整层 52 的保护层侧的界面)反射时光的相位是相同的。结果,如第一实施例中描述的,提高了整个光学调整层的反射率,且提高了发射蓝色光的有机电致发光元件的发光效率。

[0072] 将描述本实施例的示例,在其中使用了具有 460nm 的最大峰值波长的发射光谱的蓝色有机电致发光元件且调整了第一光学调整层 51 的厚度以便增大发光效率。如表 3 中示出的,第二光学调整层 52 的厚度满足在 $m_2 = 2$ 时的表达式 3'。

[0073] 第一光学调整层 51 和第二光学调整层 52 分别由 MgF_2 和 TiO_2 制成。保护层 6 由 SiN 制成。光学调整层和保护层在 460nm 波长处的折射率在表 3 中显示。

[0074] 在本实施例中, $\phi_1 = \pi$ 。因此,光学长度 t_1 (其是发光点与第一光学调整层 51 和第二光学调整层 52 间的界面之间的距离且其满足表达式 5) 可以为约 345nm(约 115nm)。在本实施例中,如在第一实施例中一样,发光点与第二电极 4 和第一光学调整层 51 间的界面之间的光学长度为约 122nm。因此,优选的是,第一光学调整层 51 的光学长度为约 223nm(约 -7nm)。在本实施例中,光学调整层 51 的折射率为 1.4,使得厚度为约 178nm(约 -5nm)。图 4(b) 示出了第一光学调整层 51 的厚度和发光效率之间的关系。当第一光学调整层 51 的厚度为约 170nm 时,发光效率的极大值为 4.05cd/A。同样根据本实施例,蓝色有机电致发光元件的效率高于比较示例 1 的效率,减少了当显示白色时有机电致发光元件的总电流,由此将预料到功耗的降低。

[0075] 使用表达式 5 计算的第一光学调整层 51 的最佳厚度为 178nm。然而,在图 4(b) 中,发光效率在 170nm 处具有最优值,可能因为发射具有一个分布。当第一光学调整层 51 的厚度小、即等于或小于 30nm 时,发光效率高。当第一光学调整层 51 的厚度等于或小于 30nm 时,发光效率高,可能因为第一光学调整层 51 在 -5nm 附近处有最优值。然而,优选的是,提供第一光学调整层 51 以增加光学调整层中的反射面的数目且第一光学调整层 51 的厚度在 10nm 到 30nm 的范围内。当提供具有等于或小于 10nm 的厚度的第一光学调整层 51 时,该层不是均匀的层,且具有不均匀的厚度。也就是说,在用于相同颜色的元件之间,产生了由于光学调整层而引起的在发光效率提高方面的差别。

[0076] [表 3]

[0077]

	材料	折射率	厚度 [nm]
保护层	SiN	1.8	10000
第二光学调整层	TiO_2	2.7	120

第一光学调整层	MgF ₂	1.4	×
第二电极	Ag		12

[0078] 表 4 示出了根据本发明的发射蓝色光的有机电致发光元件之间的发光效率的对比。表 5 示出了比较示例 1, 其中有有机盖帽层被布置在保护层和有机电致发光元件之间。表 5 示出了比较示例 2, 其中保护层被布置在有机电致发光元件的第二电极的正上方。很清楚本发明增大了蓝色光的发光效率。单位是 [cd/A]。

[0079] [表 4]

[0080]

第一实施例	第二实施例	比较示例 1	比较示例 2
4.1	4.05	3.3	2.81

[0081] [表 5]

[0082]

比较示例 1	材料	折射率	厚度 [nm]
保护层	SiN	1.8	10000
有机盖帽层	Alq ₃	1.8	60
第二电极	Ag		12

[0083] [表 6]

[0084]

比较示例 2	材料	折射率	厚度 [nm]
保护层	SiN	1.8	10000
第二电极	Ag		12

[0085] 在第一实施例和第二实施例中, 描述了顶部发射。然而, 本发明对于底部发射同样有效。在底部发射的情况下, 布置在光发射侧的玻璃衬底对应于根据本发明的保护层。在第一实施例和第二实施例中, 保护层由 SiN 制成。然而, 材料不局限于 SiN, 且可以使用任何已知的保护层材料。

[0086] 在本发明中, 包括多个层的保护层的一部分可以被用作光学调整层。

[0087] 附图标记列表

[0088] 2 第一电极

[0089] 3 有机化合物层

[0090] 4 第二电极

[0091] 6 保护层

- [0092] 51 第一光学调整层
- [0093] 52 第二光学调整层

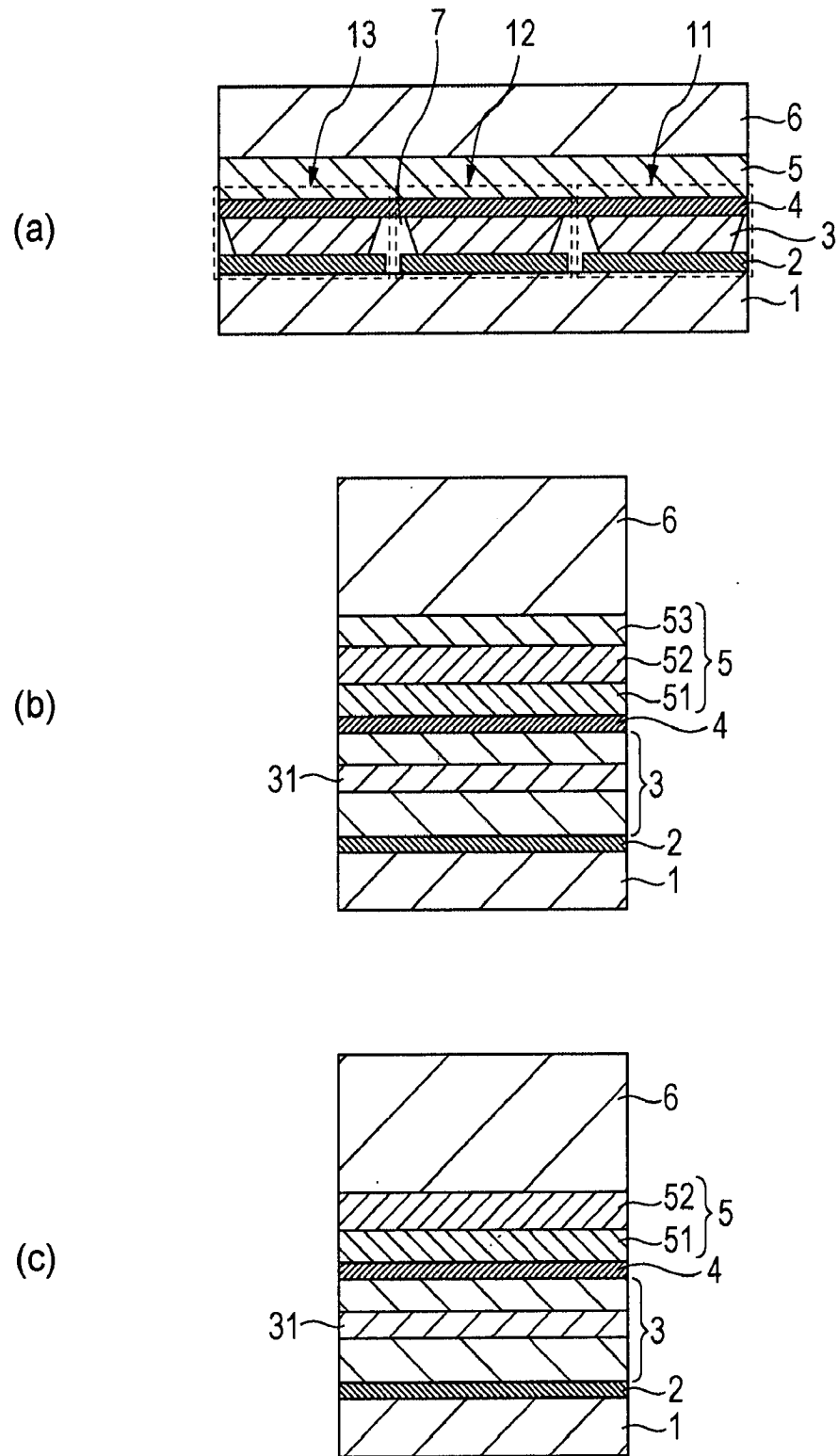


图 1

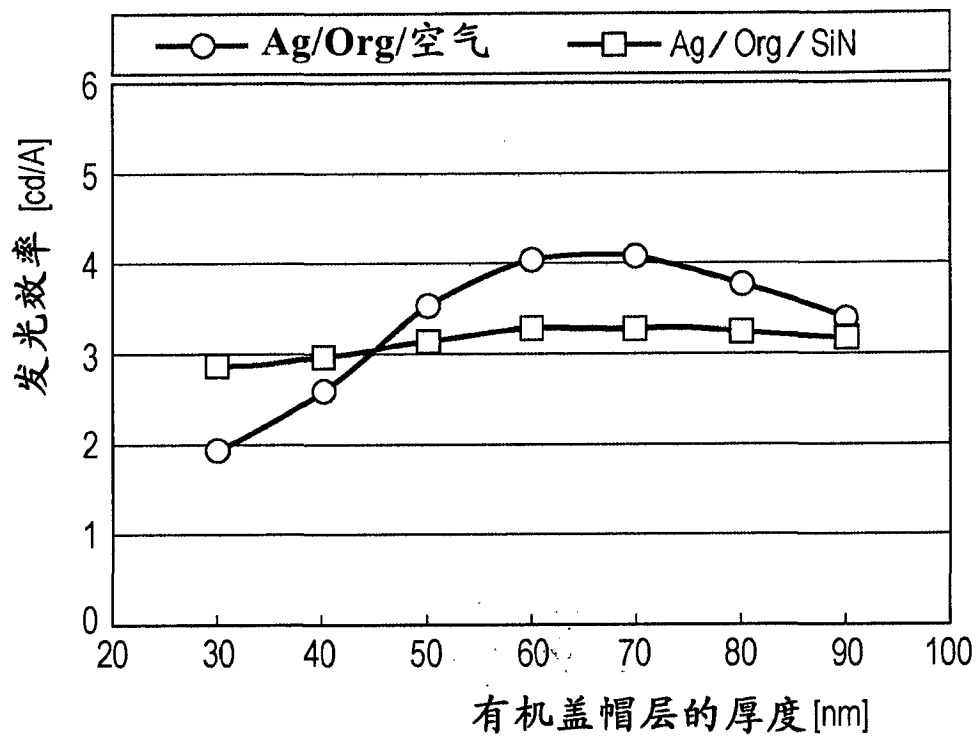


图 2

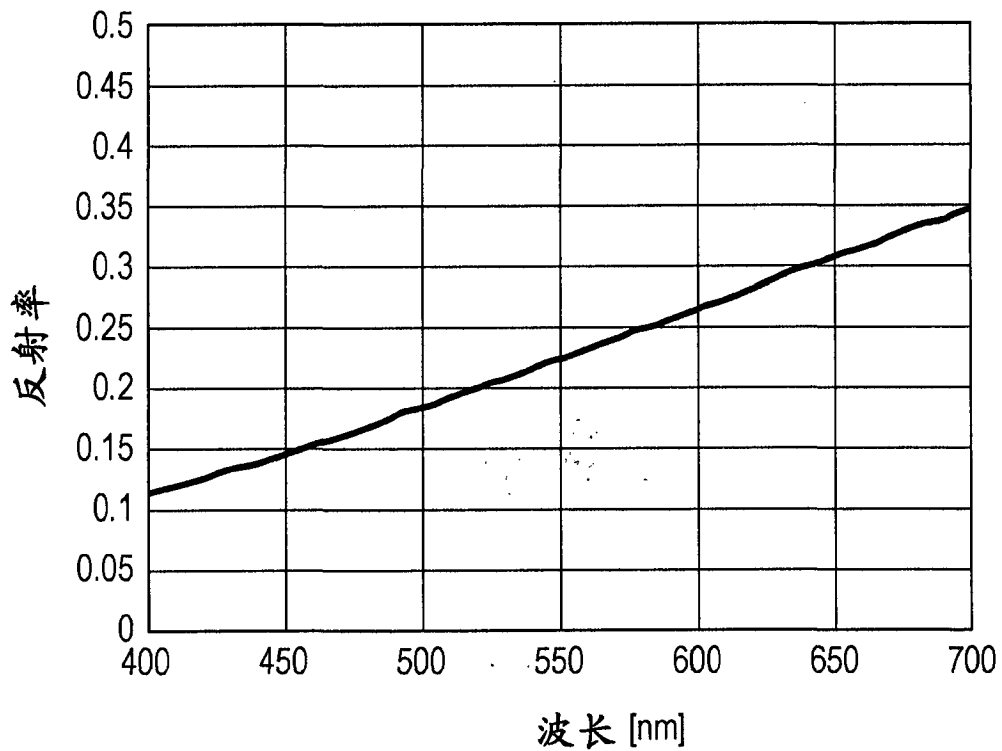


图 3

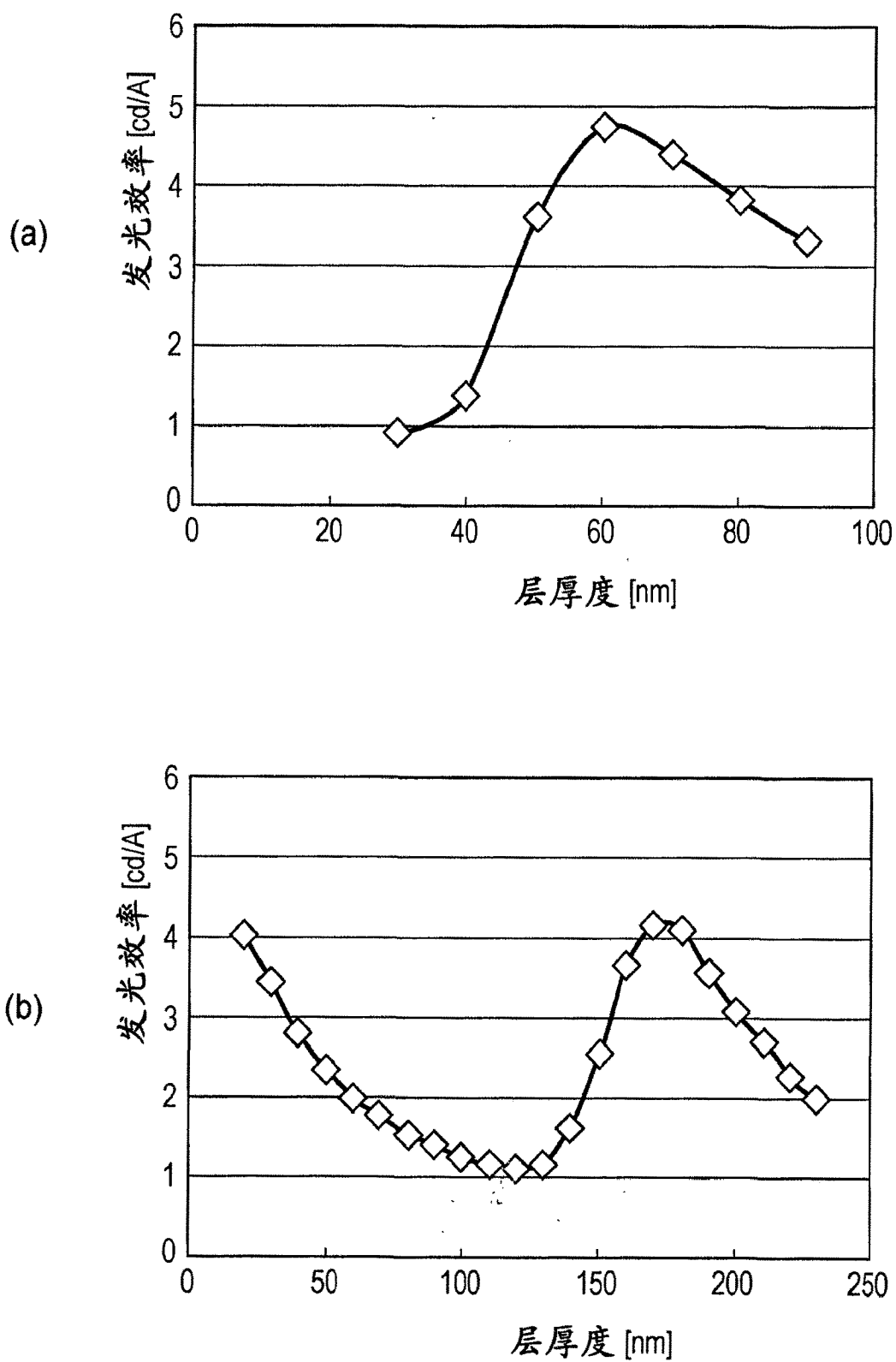


图 4

专利名称(译)	显示装置		
公开(公告)号	CN102598864B	公开(公告)日	2015-11-25
申请号	CN200980162215.0	申请日	2009-11-05
[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	水野信贵		
发明人	水野信贵		
IPC分类号	H01L51/50		
CPC分类号	H01L27/3211 H01L51/5237 H01L51/5262 H01L2251/558 H01L51/5253		
代理人(译)	欧阳帆		
其他公开文献	CN102598864A		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

公开了有机电致发光元件，其中，在采用保护层密封形式时，提高了发射蓝色光的有机电致发光元件的发光效率。显示装置包括多个有机电致发光元件(11、12、13)、覆盖多个有机电致发光元件的保护层(6)、以及设置在有机电致发光元件的第二电极(4)和保护层(6)之间的光学调整层(5)。光学调整层(5)包括与第二电极(4)接触的第一光学调整层和与第一光学调整层接触的第二光学调整层。第一光学调整层和第二光学调整层具有彼此不同的折射率，跨越多个有机电致发光元件地在具有共同的膜厚的情况下布置每一个光学调整层。每一个膜厚被配置为使得，对于由蓝光有机电致发光元件的发光层发射的光，在第二电极和第一光学调整层之间的界面处发生反射时的相位、在第一光学调整层和第二光学调整层之间的界面处发生反射时的相位和在第二光学调整层的保护层侧的界面处发生反射时的相位是相同的。

