



(45)授权公告日 2016.12.28

权利要求书2页 说明书13页 附图2页

1. 发光装置, 包括:

基板;

有机EL元件, 该有机EL元件在基板上形成并且各自具有第一电极、发光层和第二电极;

和

晶体管, 该晶体管在基板上形成并且各自与各有机EL元件的第一电极连接, 其中

发光层的发光点与第一电极的反射表面之间的第一光学长度 L_1 满足式A, 和

其中第一电极包括第一层、覆盖第一层的第二层和覆盖第二层的第三层,

第一层含有Al并且与晶体管中的一个连接,

第二层含有Mo和/或W,

第三层含有氧化钼和/或氧化钨:

$$L_1 > 0, (\lambda/8) \times (-1 - 2\Phi_1/\pi) < L_1 < (\lambda/8) \times (1 - 2\Phi_1/\pi) \quad \text{式A}$$

其中 λ 表示各有机EL元件的发射光谱中最高峰的波长, 和 Φ_1 表示波长 λ 下的第一电极的反射表面的相移,

其中第二层和第三层的总厚度在2nm—9nm的范围。

2. 根据权利要求1的发光装置, 其中, 发光层的发光点与第二电极的反射表面之间的第二光学长度 L_2 满足式B:

$$L_2 > 0, (\lambda/8) \times (-1 - 2\Phi_2/\pi) < L_2 < (\lambda/8) \times (1 - 2\Phi_2/\pi) \quad \text{式B}$$

其中 Φ_2 表示波长 λ 下的第二电极的反射表面的相移。

3. 图像形成装置, 包括:

根据权利要求1的发光装置;

发光装置在其上形成潜像的感光部件; 和

用于使感光部件带电的带电单元。

4. 显示装置, 包括:

基板;

有机EL元件, 该有机EL元件在基板上形成并且各自具有第一电极、发光层和第二电极;

和

晶体管, 该晶体管在基板上形成并且各自与各有机EL元件的第一电极连接, 其中

发光层的发光点与第一电极的反射表面之间的第一光学长度 L_1 满足式C, 和

其中第一电极包括第一层、覆盖第一层的第二层和覆盖第二层的第三层,

第一层含有Al并且与晶体管中的一个连接,

第二层含有Mo和/或W,

第三层含有氧化钼和/或氧化钨:

$$L_1 > 0, (\lambda/8) \times (-1 - 2\Phi_1/\pi) < L_1 < (\lambda/8) \times (1 - 2\Phi_1/\pi) \quad \text{式C}$$

其中 λ 表示各有机EL元件的发射光谱中最高峰的波长, 和 Φ_1 表示波长 λ 下的第一电极的反射表面的相移,

其中第二层和第三层的总厚度在2nm—9nm的范围。

5. 根据权利要求4的显示装置, 其中该有机EL元件包括不同颜色的有机EL元件。

6. 摄像装置, 包括根据权利要求4的显示装置和图像传感器。

7. 根据权利要求4的显示装置, 其中该第二层含有Mo。

8.根据权利要求7的显示装置,其中第一电极还包括覆盖了第二层的第三层,第三层含有氧化钼,从该第一层侧依次形成金属膜和氧化物膜。

9.根据权利要求4的显示装置,其中该第二层含有W。

10.根据权利要求9的显示装置,其中该第一电极还包括覆盖了第二层的第三层,第三层含有氧化钨,从该第一层侧依次形成金属膜和氧化物膜。

11.根据权利要求4的显示装置,其中该第二层含有Mo和W。

12.根据权利要求11的显示装置,其中第一电极还包括覆盖了第二层的第三层,第三层含有氧化钼和氧化钨,从该第一层侧依次形成金属膜和氧化物膜。

发光装置、图像形成装置、显示装置和摄像装置

技术领域

[0001] 本发明涉及包括有机EL(电致发光)元件的发光装置、图像形成装置、显示装置和摄像装置。

背景技术

[0002] 近来对具有降低的电力消耗的有机EL显示器的需求增长并且对具有改善的发射效率的有机EL元件的预期提高。有机EL元件由彼此依次层叠的光反射电极、有机化合物层和光学透射电极组成,并且通过例如调节有机化合物层的厚度和其他特性以及利用得到的光干涉效果,能够改善其发射效率(日本专利公开No.2005-285395)。

[0003] 更具体地,光反射电极与有机EL元件的发光点之间的光学长度L设定为满足式1,其中 λ 为要增强的波长, Φ 为光被光反射电极反射时发生的相移(phase shift)之和,和m为0或更大的整数。m为0时使光干涉效果最大化。

[0004] $L = \{2m - (\Phi/\pi)\} \times (\lambda/4)$ 式1

[0005] 光反射电极的典型构成是日本专利公开No.2005-285395中发现的构成,即由100-nm Al基金属反射片和在该金属片上形成的100-nm ITO阴极组成的层叠体。该公开也公开了含有Al的金属化合物与ITO之间的接触电阻高,因此可经由接触孔使阴极直接与薄膜晶体管(TFT)连接以致有机EL元件能够运转。

[0006] 但是,如果使这样的ITO层的厚度大达100nm,将有机EL元件的光学长度L设定为满足式1(m等于0)时,使有机化合物层太薄以致没有完全覆盖光反射电极的表面上的凸凹或任何颗粒异物。在电极之间会发生短路或电流泄漏,有机EL元件会变得不能发光。

[0007] 该问题可能的解决方案是减小ITO层的厚度,但这也导致ITO层的增加的薄片电阻,因此使有机EL元件的驱动电压增加。

[0008] 省略ITO层使Al基金属层的表面更容易被氧化。在用于形成电极图案的蚀刻工艺过程中或者清洁基板和电极表面时会用氧化铝被覆Al基金属层。绝缘氧化铝层会干扰电荷向有机化合物层中的注入,使有机EL元件的驱动电压增加。

发明内容

[0009] 本发明的方面提供发光装置,其具有它们的光学长度设定为满足式1(m等于0)的有机EL元件并且能够在低驱动电压下运转。

[0010] 本发明的方面是发光装置,其具有基板、有机EL元件和晶体管。各有机EL元件具有第一电极、发光层和第二电极并且在基板上形成。各晶体管与各有机EL元件的第一电极连接并且也在基板上形成。各有机EL元件具有第一光学长度 L_1 ,其为发光层的发光点与第一电极的反射表面之间的光学距离并且满足式A。第一电极具有第一层和第二层。第一层含有Al并且与晶体管中的一个连接,第二层覆盖第一层并且含有Mo和/或W。

[0011] $L_1 > 0, (\lambda/8) \times (-1 - 2\Phi_1/\pi) < L_1 < (\lambda/8) \times (1 - 2\Phi_1/\pi)$ 式A

[0012] 其中 λ 表示各有机EL元件的发射光谱中最高峰的波长,和 Φ_1 表示波长 λ 下在第一

电极的反射表面的相移。

[0013] 以这种方式构成的发光装置的有利之处在于,它们的光学长度设定为满足式1(m 等于0)的有机EL元件能够在降低的驱动电压下运转。

[0014] 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

[0015] 图1为根据本发明方面的发光装置的透视示意图。

[0016] 图2为沿线II-II所取的图1的发光装置的横截面示意图。

[0017] 图3为沿线III-III所取的图1的发光装置的横截面示意图。

[0018] 图4为表示不同比例的Al层和Mo层的层叠体的反射率的坐标图。

[0019] 图5为表示450nm的波长下不同比例的Al层和Mo层的层叠体的反射率的坐标图。

具体实施方式

[0020] 以下参照附图记载本发明的一些实施方案。这些实施方案不应解释为限制本发明的任何方面。图中没有图示或者本文中没有记载的部分应通过适用本领域中的已知技术而理解。

[0021] 图1是根据本发明的实施方案的发光装置的透视示意图。该发光装置具有均具有有机EL元件的像素1,并且以矩阵状配置这些像素1以形成显示区域2。本文中使用的术语像素是指对应于一个发光元件的发光区域的区域。该发光装置中,发光元件为有机EL元件,并且一个单色的有机EL元件占有每个像素1。由各有机EL元件发出的光的颜色可以是红色、绿色或蓝色,白色、黄色或青色,或者任何其他适合的颜色。不同颜色的像素的组(例如,发红光、绿光和蓝光的像素)构成像素单元,该发光装置中使用像素单元的阵列。本文中使用的术语像素单元表示通过混色能够发出任何所需颜色的光的最小像素组。但是,将其用于例如打印头中时该发光装置可使用以列配置的相同色的多个像素而构成。

[0022] 图2为沿图1的线II-II所取的部分横截面示意图,和图3为沿图1的线III-III所取的部分横截面示意图。如图2中所示,一个像素1具有在基板11上形成并且由第一电极(阴极)110、有机化合物层103R、103G或103B、和第二电极(阳极)104组成的有机EL元件。本实施方案中使用的各有机EL元件在第一电极110上具有反射表面,并且从发光层向第一电极110发出的光在该表面反射并通过第二电极104出去。

[0023] 如图3中所示,在基板11与第一电极110之间插入用于向有机EL元件供给电流并且与第一电极110连接的晶体管12。更具体地,使晶体管12的源电极或漏电极与第一电极110连接。用第一绝缘层13和第二绝缘层14覆盖晶体管12。第一绝缘层13和第二绝缘层14都具有在晶体管12上方形成的开口,该开口是将第一电极110与晶体管12连接的位置。除了这些以外,形成第三绝缘层15以覆盖开口。

[0024] 图2中所示的有机化合物层103R、103G和103B分别发出红光、绿光和蓝光。这些有机化合物层103R、103G和103B分别含有红色发光层、绿色发光层和蓝色发光层,并且在这些发光层的每一个上形成图案以制成能够发红光、绿光或蓝光的一个像素(一个有机EL元件)。除了发光层以外,有机化合物层103R、103G和103B可具有一个或两个或更多个附加层,例如空穴传输层和电子传输层。如果形成空穴传输层和/或电子传输层,其可分割为对应于

各个像素(有机EL元件)或者作为整体用于覆盖几个像素,也可使这两种构成混合。

[0025] 第一电极110与下一个像素(有机EL元件)的第一电极110分离,因此对于各像素(有机EL元件)是独立的。第二电极104可与下一个像素共用或者图案化以独立地用于各像素。第一电极110的边缘用第三绝缘层15覆盖以致在第一电极110与第二电极104之间不应发生短路。

[0026] 本实施方案中使用的各有机EL元件可进一步在第二电极104上具有光学调节层105。可由有机或无机材料制成的该光学调节层105的厚度能够调节以致能够提高光干涉效果,由此能够改善有机EL元件的发射效率。而且,用密封玻璃片(图中未示出)覆盖本实施方案中使用的有机EL元件以防范水分和氧。

[0027] 本实施方案中使用的有机EL元件均具有第一光学长度 L_1 。其为有机化合物层103R、103G或103B的发光点与第一电极110的反射表面之间的光学距离并且设定为满足式2。

$$[0028] \quad L_1 = -(\Phi_1/\pi) \times (\lambda/4) \quad \text{式2}$$

[0029] 其中 λ 表示有机EL元件的发射光谱中最高峰的波长,和 Φ_1 表示波长 λ 下的第一电极110的相移。

[0030] 通常,在反射表面的相移(Φ)能够由式3表示,其中从其入射光的一种材料的光学常数为(n_1, k_1)和光入射的另一种材料的光学常数为(n_2, k_2)。使用分光椭偏仪或其他适合的仪器能够测定这些光学常数。由该式可以看到,相移 Φ_1 为负。

$$[0031] \quad \Phi = \tan^{-1}\{2n_1k_2/(n_1^2 - n_2^2 - k_2^2)\} \quad \text{式3}$$

[0032] 通过在各有机EL元件中形成具有适当的厚度的空穴传输层、向一些有机EL元件提供空穴传输层并且向其他有机EL元件不提供空穴传输层或者其他方法,能够满足式2。

[0033] 可能有时由于有机化合物层的形成过程中发生的误差或者发光层中发光分布的影响,不能满足式2。但是,只要第一光学长度 L_1 在从满足式2的值偏离 $\pm\lambda/8$ 的范围内,具有波长 λ 的光增强。

[0034] 因此,实际上,本实施方案中使用的有机EL元件经构成以满足式4,其中 L_1 应大于0。

$$[0035] \quad (\lambda/8) \times (-1 - 2\Phi_1/\pi) < L_1 < (\lambda/8) \times (1 - 2\Phi_1/\pi) \quad \text{式4}$$

[0036] 第一光学长度 L_1 可以在从满足式2的值偏离 $\pm\lambda/16$ 的范围内。换言之,本实施方案中使用的有机EL元件能够经构成以满足式5,其中 L_1 应大于0。

$$[0037] \quad (\lambda/16) \times (-1 - 4\Phi_1/\pi) \leq L_1 \leq (\lambda/16) \times (1 - 4\Phi_1/\pi) \quad \text{式5}$$

[0038] 其中,第一电极110具有金属层,因此在该电极的相移约为 $-\pi$ 。

[0039] 因此,有机EL元件可经构成以满足下式,其由式4和5导出。

$$[0040] \quad \lambda/8 < L_1 < 3\lambda/8 \quad \text{式4'}$$

$$[0041] \quad 3\lambda/16 \leq L_1 \leq 5\lambda/16 \quad \text{式5'}$$

[0042] 除此之外,第二光学长度 L_2 ,其为有机化合物层103R、103G或103B的发光点与第二电极104的反射表面之间的光学距离,能够设定为满足式6以致能够提高光干涉效果。

$$[0043] \quad L_2 = -(\Phi_2/\pi) \times (\lambda/4) \quad \text{式6}$$

[0044] 其中 Φ_2 表示波长 λ 下在第二电极104的相移。

[0045] 如上所述,可能有时由于有机化合物层的形成过程中发生的误差或者发光层中发

光分布的影响,不能满足式6。但是,只要第二光学长度 L_2 在从满足式6的值偏离 $\pm\lambda/8$ 的范围内,使具有波长 λ 的光增强。第二光学长度 L_2 可在从满足式6的值偏离 $\pm\lambda/16$ 的范围内。换言之,本实施方案中使用的有机EL元件能够经构成以满足式7或8,其中 L_2 应大于0。

[0046] $(\lambda/8) \times (-1-2\Phi_2/\pi) < L_2 < (\lambda/8) \times (1-2\Phi_2/\pi)$ 式7

[0047] $(\lambda/16) \times (-1-4\Phi_2/\pi) \leq L_2 \leq (\lambda/16) \times (1-4\Phi_2/\pi)$ 式8

[0048] 第二电极104也具有金属层并且在该电极的相移也约为 $-\pi$ 。因此,有机EL元件可经构成以满足由式7和8导出的下式。

[0049] $\lambda/8 < L_2 < 3\lambda/8$ 式7'

[0050] $3\lambda/16 \leq L_2 \leq 5\lambda/16$ 式8'

[0051] 而且,本实施方案中,第一电极110具有从基板侧依次层叠的第一层101和第二层102,前者含有Al并且后者含有Mo和/或W。含Al的第一层101从有机EL元件的发射区域延伸到晶体管12并且与晶体管12接触。第二层102覆盖第一层101。

[0052] 该构成防止Al层或第一层101氧化。结果,即使为了最大光干涉效果,有机EL元件经构成以满足式2和4-8'时,在驱动电压没有增加的情况下,改善有机EL元件的发射效率。

[0053] 以下更详细地说明第一电极110的构成。如上所述,第一电极110具有彼此层叠的第一层101和第二层102。用于第一层101的材料能够为Al、Al合金例如AlNd等。第一层101的厚度能够为50nm-200nm的范围(包括两个端点)内的任何值。该第一层101具有两个功能:与晶体管12连接并且将空穴供给到有机EL元件的阴极,和将由有机EL元件的有机化合物层103R、103G或103B发出的光向第二电极104反射的光反射层。第一层101与晶体管12之间的连接可以是间接的。例如,可将另一金属层插入第一层101和晶体管12之间。

[0054] 含Al层的表面容易被氧化,用于形成电极图案的蚀刻工艺或者清洁基板和电极表面使该层被覆有厚度为几纳米的氧化铝(Al_2O_3)层。如果第一层101只是第一电极110的部分,由于 Al_2O_3 的绝缘性,其会使第一电极110与有机化合物层103R、103G或103B之间的空穴注入势垒增加并因此使有机EL元件的驱动电压更高。

[0055] 这是本实施方案中使用含有Mo和/或W的第二层102的原因;其防止Al层氧化。材料Mo和W的高功函数和它们的氧化物的同样高的功函数有助于在有机化合物层103R、103G或103B的空穴注入势垒的降低。由于由Mo和/或W制成的该金属层的低反射率,第二层102的厚度能够在2nm-9nm的范围(包括两个端点)内。这确保能够防止第一层101氧化,同时保持足够高的反射率。第二层102的厚度可以在2nm-6nm的范围(包括两个端点)内,以致对于蓝光(波长:450nm)的反射率能够高达80%以上。

[0056] 第二层102可由从第一层101侧依次形成的含有Mo和/或W的金属膜(Mo/W金属膜)和含有氧化钼和/或氧化钨的氧化物膜(Mo/W氧化物膜)组成。由于Mo和W的氧化物的功函数高于纯Mo和W的功函数,因此这进一步降低了在有机化合物层103R、103G或103B的空穴注入势垒。而且,Mo和W的氧化物更具光学透射性,因此与纯Mo和W相比,对第一电极110的反射率的影响较小。由于其使含Al表面氧化,因此在第一层101上直接形成Mo/W氧化物膜是不希望的;在Mo/W金属膜后能够形成Mo/W氧化物膜。Mo/W氧化物膜的厚度能够在1nm-5nm的范围(包括两个端点)内,原因在于这促进空穴的注入,同时第一电极110的反射率的损失较小。关于Mo/W金属膜,等于或大于2nm的厚度足以防止第一层101的氧化。

[0057] 为了使它们之间的接触更紧密,也可将另一金属层插入第一电极110与第二绝缘

层14之间。该金属层能够是由氧化铟锡、氧化铟锌等制成的导电氧化物层,纯金属例如Mo、W或Ti,或这些金属的合金。

[0058] 第二层102覆盖第一层101。更具体地,第二层102覆盖形成第一层101的区域;第一层101从有机EL元件的发射区域延伸到晶体管12,并且在该第一层101上形成第二层102。所需的是晶体管12与第一层101直接连接或者经由插入晶体管12与第一层101之间的另一金属层连接。只要满足该要求,第二层102的部分是否与晶体管12直接连接或者第二层102的部分是否与插入晶体管12与第一层101之间的另一金属层连接并不重要。

[0059] 为了防止第一层101的氧化,能够同时将第一层101和第二层102图案化,并且出于该目的,能够将第二层102成形为与第一层101相同的图案。因此,第二层102不必延伸到第一层101的侧面。无论第一层101的侧面被覆盖或露出,从晶体管12到有机EL元件的发射区域的电流通路没有形成高电阻膜。

[0060] 此外,第一电极110的反射表面是第一电极110与有机化合物层103R、103G或103B之间的界面。

[0061] 基板11能够为玻璃基板、半导体基板、金属基板或者由任何其他适合的材料制成的基板。其可为刚性或柔性。

[0062] 关于晶体管12,材料的实例包括多晶硅、无定形硅等。

[0063] 用于第一绝缘层13的材料的实例包括氮化硅、氧化硅、氮氧化硅和其他无机绝缘物质。第一绝缘层13的厚度能够是100nm-1 μ m的范围(包括两个端点)内的任何值。该第一绝缘层13可兼作第二绝缘层14。

[0064] 用于第二绝缘层14的材料的实例包括树脂例如聚酰亚胺和丙烯酸系树脂以及无机物质例如氮化硅。第二绝缘层14由树脂材料制成时,将晶体管12的表面上的凸凹掩蔽。但是,即使第二绝缘层14由无机物质制成,也能够将第二绝缘层14磨光直至表面平坦。使用树脂材料时,第二绝缘层14的厚度能够是300nm-10 μ m的范围(包括两个端点)内的任何值,使用无机物质时,第二绝缘层14的厚度能够是100nm-1 μ m的范围(包括两个端点)内的任何值。

[0065] 关于第三绝缘层15,材料的实例和厚度的范围与第二绝缘层14的那些相同。如果不存在第一电极110与第二电极104之间的短路的危险,或更具体地,例如,用有机化合物层103R、103G或103B将第一电极110(包括其侧面)覆盖的情况下,能够省略第三绝缘层15。第三绝缘层15是否延伸到晶体管12并不重要。

[0066] 如上所述,除了发光层以外,有机化合物层103R、103G或103B可具有空穴传输层和电子传输层。

[0067] 使用空穴传输层时,其由传输空穴而不是电子的材料制成。实例包括叔胺衍生物和唑啉衍生物,例如4,4'-双[N-(1-萘基)-N-苯基氨基]联苯。空穴传输层的数目并不限于1个。使用2个或更多个空穴传输层时,可将具有高空穴注入性的层放置在第一电极110侧,也可将具有高电子或激子阻挡性的层放置在发光层侧。空穴传输层或多个空穴传输层的每一个可由材料的组合组成。

[0068] 使用电子传输层时,其由传输电子而不是空穴的材料制成。实例包括杂环化合物衍生物、多环烃衍生物和金属络合物,例如浴铜灵、红菲咯啉等。电子传输层的数目并不限于一个。使用两个或更多个电子传输层时,可将具有高空穴或激子阻挡性的层放置在发光层侧,也可将具有高电子注入性的层放置在第二电极104侧。电子传输层或多个电子传输层

的每一个可由材料的组合组成。添加碱金属例如Li或Cs、碱土金属例如Mg、和/或含有碱金属或碱土金属的化合物提高电子注入性。

[0069] 关于发光层,材料可以是荧光或磷光材料。发光层可由主体材料和发光掺杂剂组成。如果使用该构成,发光掺杂剂的量能够在0.01重量%-10重量%的范围(包括两个端点)内,相对于主体材料。主体材料能够是茈萘衍生物、萘衍生物、蒽衍生物、咔唑衍生物或者任何其他适合的化合物,发光掺杂剂能够是适合的荧光或磷光材料。除了主体材料和发光掺杂剂,发光层可还含有辅助掺杂剂。如果使用,发光层中辅助掺杂剂的浓度能够低于主体材料的浓度并且高于发光掺杂剂的浓度。

[0070] 发射光谱的最高峰在420nm-470nm的范围(包括两个端点)内的任意波长下的材料,能够用作发蓝光掺杂剂。发射光谱的最高峰在500nm-550nm的范围(包括两个端点)内的任意波长下的材料,能够用作发绿光掺杂剂,发射光谱的最高峰在610nm-650nm的范围(包括两个端点)内的任意波长下的材料,能够用作发红光掺杂剂。

[0071] 发光层的发光点是指发光层中具有最高发射强度的区域。例如发光层含有主体材料和发光掺杂剂时,该发光点由主体材料的最高占有分子轨道(HOMO)和最低未占分子轨道(LUMO)能级与发光掺杂剂的最高占有分子轨道(HOMO)和最低未占分子轨道(LUMO)能级之间的关系决定。

[0072] 下述中,发光层中的主体材料的HOMO和LUMO能级分别表示为 H_H 和 L_H ,发光掺杂剂的HOMO和LUMO能级分别表示为 H_D 和 L_D 。满足式9时,相对于其中心,发光层在空穴传输层(一个或多个)侧具有其发光点,或者更具体地,发光点位于发光层与(最接近的)空穴传输层之间的界面附近($\leq$ 距离该界面的10nm)。

[0073] $|H_D| < |H_H|$, $|H_H| - |H_D| > |L_D| - |L_H|$ 式9

[0074] 在经构成以满足式9的发光层中,空穴更可能被发光掺杂剂捕集并且空穴迁移率小。空穴-电子再结合的概率在空穴传输层(一个或多个)侧较高,结果,发射强度在空穴传输层(一个或多个)侧较高。

[0075] 满足式10时,相对于其中心,发光层在电子传输层(一个或多个)侧具有其发光点,或者更具体地,发光点位于发光层与(最接近的)电子传输层之间的界面附近($\leq$ 距离该界面的5nm)。

[0076] $|L_D| > |L_H|$, $|L_D| - |L_H| > |H_H| - |H_D|$ 式10

[0077] 经构成以满足式10的发光层中,电子更可能被发光掺杂剂捕集并且电子迁移率小。空穴-电子再结合的概率在电子传输层(一个或多个)侧较高,结果,发射强度在电子传输层(一个或多个)侧较高。

[0078] 第二电极104是单层或多层电极,该层或层的每一个由Ag、Al、Ca、Mg或它们的合金制成。第二电极104可以是任何上述材料制成的金属层和导电氧化物层的层叠体。Ag是高反射率和低吸收材料,因此第二电极104可以是Ag或者含有Ag的合金的层或者由均由Ag或含有Ag的合金制成的两个或更多个层组成。也可使第二电极104由从有机化合物层103R、103G或103B侧依次层叠的由Ag或含有Ag的合金制成的金属层和导电氧化物层组成。

[0079] 能够选择第二电极104的厚度以致在整个可见光范围(400nm-800nm,包括两个端点)从有机化合物层103R、103G或103B入射的光的反射率应为至少50%。更具体地,第二电极104的厚度能够在15nm-35nm的范围(包括两个端点)内。

[0080] 此外,第二电极104的反射表面是第二电极104与有机化合物层103R、103G或103B之间的界面。

[0081] 如果使用,在第二电极104上形成光学调节层105。在有机化合物层103R、103G或103B中产生的光能够独立地记载为两个部分,从第二电极104的反射和从与第二电极104的界面相反的光学调节层105的表面的反射。这两个部分之间的干涉能够用于调节整个可见光范围的反射率,由此改善有机EL元件的发射效率。通过光学调节层105将对于从有机化合物层103R、103G或103B入射到第二电极104中的可见光的反射率控制在50%到小于80%的范围内的设计,能够降低发光装置的电力消耗。

[0082] 使用光学调节层105时,其能够由在整个可见光范围具有等于或高于90%的透射率的有机或无机材料制成。材料的实例包括氧化硅和氮化硅、氧化铟锡和氧化铟锌、和作为用于有机EL元件中的有机化合物层103R、103G和103B的材料使用的物质。

[0083] 光学调节层105的厚度,根据上述目的适当设定,能够是50nm-300nm的范围(包括两个端点)内的任何值。光学调节层105的使用是任选的。

[0084] 有机EL元件能够用密封玻璃片或者用光学调节层105,然后用无机密封膜密封。使用密封膜时,其为单层或多层膜,并且该层或层的每一个由无机材料例如氮化硅、氧化硅或氧化铝制成。密封膜的厚度在100nm-10 μ m的范围(包括两个端点)内。

[0085] 根据本实施方案的发光装置能够用于图像形成装置例如激光打印机,或更具体地,具有发光装置在其上形成潜像的感光部件和经构成使该感光部件带电的带电单元的图像形成装置。

[0086] 尽管本实施方案记载了发光装置,但本发明的方面包括含有多个有机EL元件的显示装置。这些显示装置中使用的有机EL元件可以是相同色或者不同色。根据本发明的方面的显示装置能够用于摄像装置例如具有图像传感器如CMOS传感器的数码相机或摄像机的屏幕或电子取景器以及用于图像形成装置和移动信息终端例如便携式电话或智能手机的屏幕。也可使显示装置具有多个单色有机EL元件和红色、绿色和蓝色滤色器。

[0087] 实施例

[0088] 以下示出本发明的方面的一些实施例。这些实施例中使用的材料和元件构成只为了例示并且不应解释为限制本发明的任何方面。

[0089] 实施例1

[0090] 清洁的玻璃基板被覆有通过溅射形成的100-nm Al层,在不将基板暴露于空气的情况下,立即以下述厚度形成Mo层,由此制备五种光反射电极A-E:0.0nm(没有形成Mo层)、2.1nm、3.5nm、7.1nm和9.0nm。然后将负载光反射电极的玻璃基板暴露于空气并且在纯水中洗涤。

[0091] 图4表示在300nm-800nm(包括两个端点)的整个波长范围各光反射电极的反射率,并且表1和图5表示450nm下各光反射电极的反射率。从图4中可以看到,反射率随Mo层厚度的增加而减小。但是,从图5中可以看到,Mo层的厚度等于或小于6nm时,波长450nm(蓝光)下的反射率不小于80%。

[0092] 表1

[0093]

	A	B	C	D	E
--	---	---	---	---	---

Mo膜厚度(nm)	0.0	2.1	3.5	7.1	9.0
450nm下的反射率(%)	91	87	84	79	73

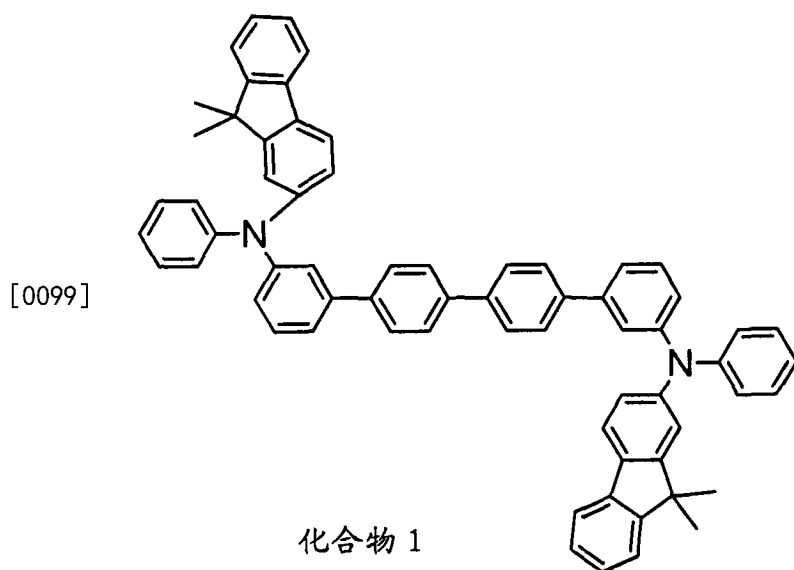
[0094] 实施例2

[0095] 使用实施例1中制备的光反射电极作为第一电极,制备蓝色有机EL元件。

[0096] 首先,在减压下用UV和臭氧对负载光反射电极A-E的玻璃基板处理10分钟,由此将其表面清洁。

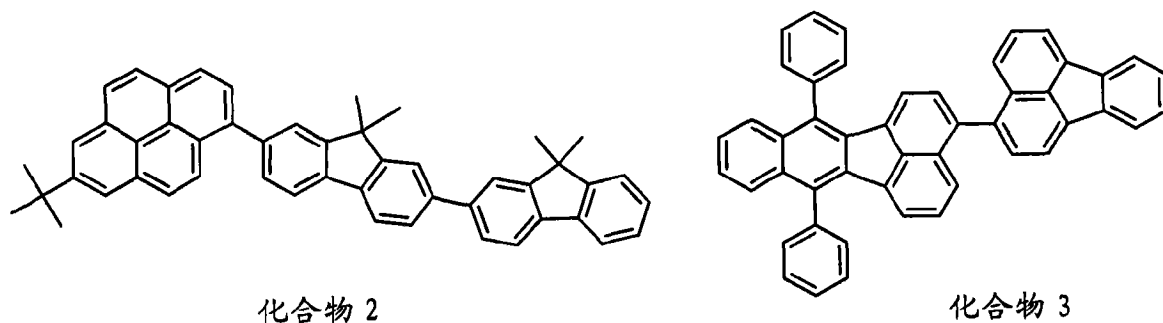
[0097] 在真空沉积系统中只使实施例1的光反射电极A被覆2.0-nm氧化钼(MoO₃)层作为空穴注入层。

[0098] 然后,通过化合物1的25-nm膜的真空沉积,使具有MoO₃被覆层的光反射电极A以及光反射电极B-E被覆空穴传输层。压力为 1.0×10^{-4} Pa。



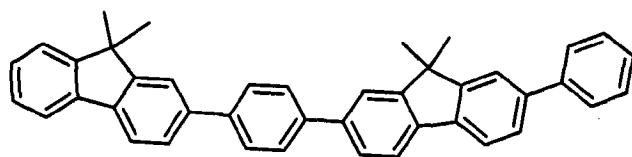
[0100] 然后将形成了该空穴传输层的基板搬运到真空沉积系统,并且在 1.0×10^{-4} Pa的真空下通过化合物2(主体材料)和化合物3(发光掺杂剂)的共蒸镀,在其上沉积发光层。发光层含有1.0重量%的化合物3,相对于化合物2,并且其厚度为20nm。蓝色发光层中化合物2和3的组合满足式10。因此发光点在电子传输层侧。

[0101]

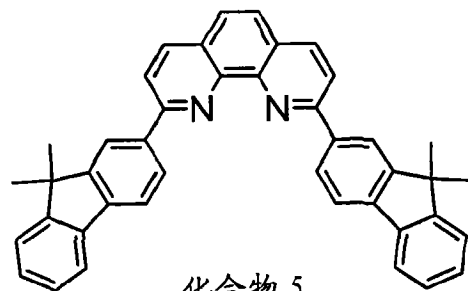


[0102] 随后,通过沉积化合物4的10-nm膜来形成激子阻挡层,通过沉积化合物5的10-nm膜来形成电子传输层,然后通过采用共蒸镀沉积含有化合物5和20重量%碳酸铯的10-nm膜来形成电子注入层。

[0103]



化合物 4



化合物 5

[0104] 然后通过沉积25-nm Ag层来形成光学半透射电极作为第二电极,并且通过沉积化合物5的70-nm膜来形成光学调节层。以这种方式,得到了有机EL元件。

[0105] 然后在氮气氛围中在手套箱中用环氧树脂粘合剂将含有干燥剂的密封玻璃片与玻璃基板的膜被覆表面接合,从而将这些有机EL元件密封。

[0106] 得到的蓝色有机EL元件的分析产生下述结果:发射光谱中最高峰的波长: $\lambda_B = 450\text{nm}$ 。

[0107] 然后,用等于1.8的空穴传输层和发光层的折射率计算这些蓝色有机EL元件的第一和第二光学长度并且发现分别为 $81.0\text{nm}(25\text{nm} \times 1.8 + 20\text{nm} \times 1.8)$ 和 $72.0\text{nm}(40\text{nm} \times 1.8)$ 。

[0108] 然后,用等于 -132° 的基于第一电极110侧的折射率和吸收系数的相移 Φ_1 和作为 450nm 的 λ_B ,计算根据式2的第一光学长度并且发现为 82.5nm ;其几乎等于得到的有机EL元件的第一光学长度。同样地,然后用等于 -112° 的基于第二电极104侧的折射率和吸收系数的相移 Φ_2 和作为 450nm 的 λ_B ,计算根据式6的第二光学长度并且发现为 70.0nm ;其几乎等于得到的有机EL元件的第二光学长度。除了这些以外,实施例2的构成满足式4、5、4'、5'、7、8、7'和8'。在此使用的折射率和吸收系数是使用分光椭偏仪得到的相关材料的膜的实测值。

[0109] 表2汇总了在 $25\text{mA}/\text{cm}^2$ 的电流密度下测定的实施例2的各蓝色有机EL元件的EL特性。

[0110] 表2

[0111]

	光反射 电极	空穴注 入层	CIE 色度坐标 (x, y)	电流效率 (Cd/A)	电压 (V)	发射效率 (lm/W)
实 施 例 2	A	MoO ₃	(0.145, 0.054)	5.0	5.48	2.9
	B		(0.146, 0.052)	5.1	3.67	4.4
	C		(0.145, 0.057)	4.5	3.44	4.1
	D		(0.145, 0.058)	3.4	3.44	3.1
	E		(0.147, 0.058)	2.7	3.40	2.5

[0112] 比较例1

[0113] 除了没有用MoO₃层被覆电极以外,以与实施例2的用光反射电极A相同的方式制备有机EL元件。由于其在10V以下的电压下没有发光,因此不可能采用实施例2中记载的方法测定比较例1的有机EL元件的特性。

[0114] 表2和由比较例1所示的结果表明,在A1层上形成含Mo层降低驱动电压。表明形成含Mo层改善空穴注入性。具有大于0nm且小于等于3.5nm的厚度的Mo层也提高发射效率。

[0115] 而且,与在A1层上直接形成MoO₃层相比,在A1层上首先形成Mo层在降低驱动电压上更有效。认为这是因为通过用UV和臭氧的处理清洁基板导致A1层的表面被部分氧化。

[0116] 光反射电极B-E必定已被该UV-臭氧处理氧化并且MoO₃膜必定已在它们的Mo层的表面上形成。换言之,这些电极的Mo层必定已为金属Mo膜和钼的氧化物膜的层叠体。这通过以下实验确认。

[0117] 对于表面被覆氧化物膜的厚度对于处理持续时间的依赖性,用UV和臭氧对光反射电极C(A1层和3.5-nm Mo层的层叠体)的表面进行了处理并且在几个时间点通过分光椭圆偏光法对该电极进行分析。表3汇总了结果。分析方法由在通过扫描反射电子显微法得到的横截面像上测定光反射电极的厚度以及基于测定的厚度和文献中Mo和MoO₃的折射率来将椭圆偏光数据拟合模型组成。

[0118] 表3

[0119]

UV-臭氧处理持续时间(分钟)	0	2	5	10	30
MoO ₃ 膜厚度(nm)	0.6	1.3	1.6	3.3	4.8
Mo膜厚度(nm)	3.1	2.8	2.5	2.3	2.2
整个Mo层厚度(nm)	3.7	4.1	4.1	5.6	7.0
450nm下的反射率(%)	84	87	88	89	89

[0120] 表3中的结果表明用UV和臭氧的处理在金属Mo层上形成MoO₃层。即使在UV-臭氧处理的0分钟(即,小于1分钟),也观察到MoO₃层的形成并且整个Mo层的厚度为3.7nm,比基线长。这可能因为试样在空气中用于测定时Mo层的表面被氧化。

[0121] 结果还表明,随着UV-臭氧处理延长,金属Mo膜变薄并且MoO₃层生长。认为这是因为用UV和臭氧的处理过程中MoO₃层的密度和结晶结构随着金属Mo膜的表面氧化进行而变化。整个Mo层的增加的厚度使得该层成为用于A1层的保护的有效的阻隔层。试样在UV-臭氧处理下将金属Mo层的厚度保持在2nm-3nm的范围内。而且,由于层状MoO₃比较透明,因此尽管MoO₃层的厚度增加,但反射率没有减小而是改善。

[0122] 实施例3

[0123] 接下来的实验是确定驱动电压对UV-臭氧处理的持续时间的依赖性。除了用UV和臭氧的处理的持续时间为0分钟或2分钟以外,以与实施例2的用光反射电极C相同的方式制备蓝色有机EL元件。表4汇总了在25mA/cm²的电流密度下测定的它们的驱动电压。

[0124] 表4

[0125]	UV-臭氧处理持续时间(分钟)		电压(V)
	实施例3	0	6.88
		2	3.48
	实施例2	10	3.44

[0126] 从表4可以看到,没有用UV和臭氧处理的元件需要高电压运转。这意味着在与有机

化合物层的界面形成MoO₃层时Mo层对驱动电压的降低效果增加,可能因为MoO₃的空穴注入性比Mo更强。而且,UV-臭氧处理的持续时间从10分钟到2分钟的变化对驱动电压几乎无影响;具有1nm的厚度的MoO₃层足够。

[0127] 实施例4

[0128] 制备具有红色、绿色和蓝色有机EL元件的发光装置。

[0129] 在玻璃基板上形成了低温多晶硅薄膜晶体管(TFT),并且用由氮化硅制成的300-nm第一绝缘层,然后用由丙烯酸系树脂制成的1.5-μm第二绝缘层被覆TFT。将第一和第二绝缘层穿孔以致使每个TFT的漏电极暴露。

[0130] 随后,通过均采用溅射来沉积100-nm Al层(第一层)和2.1-nmMo层(第二层)从而形成第一电极。因此,第一电极为从基板侧依次层叠的第一和第二层的层叠体。

[0131] 然后同时对第一和第二层进行图案化,覆盖从随后各有机EL元件的发光区域将位于的位置到各TFT的漏电极上形成的开口的区域,使TFT与第一层彼此接触。

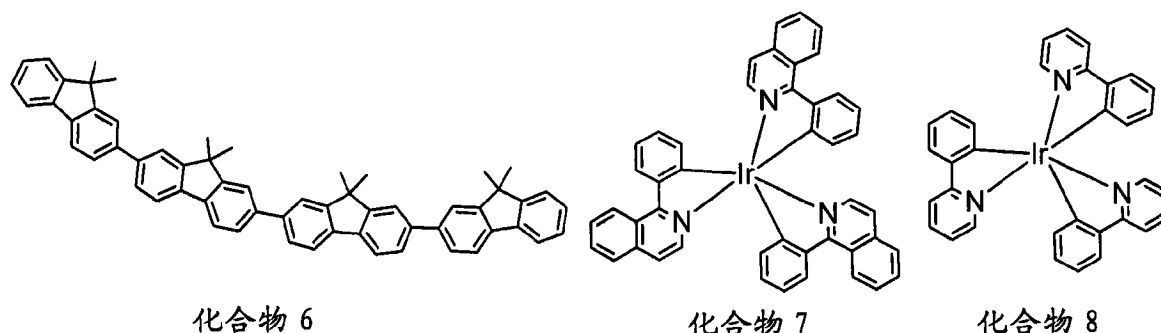
[0132] 然后通过将聚酰亚胺树脂膜图案化,制备将第一电极的边缘覆盖的1.5-μm第三绝缘层。然后在减压下用UV和臭氧对玻璃基板处理10分钟,由此将其表面清洁。

[0133] 然后,覆盖随后将制成有机EL元件的整个区域,通过真空沉积化合物1的25-nm膜来形成第一空穴传输层。压力为 1.0×10^{-4} Pa。

[0134] 然后通过经图案化以限定像素的金属掩模,采用真空沉积用化合物1的45-nm膜只覆盖红色像素随后将位于的位置,从而形成第二空穴传输层。

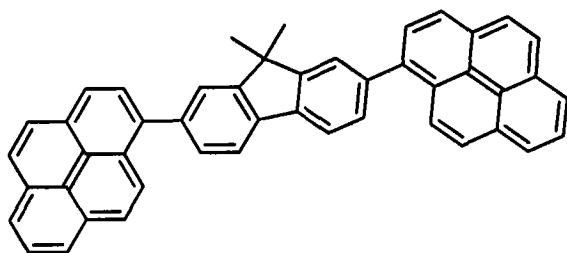
[0135] 然后通过像素图案化的金属掩模在第二空穴传输层上形成25-nm红色发光层以致将红色像素的位置占据。通过化合物6(主体材料)、化合物7(4重量%,发光掺杂剂)和化合物8(15重量%,辅助掺杂剂)的共蒸镀来沉积红色发光层。红色发光层中化合物6和7的组合满足式9;因此发光点在电子传输层侧。

[0136]

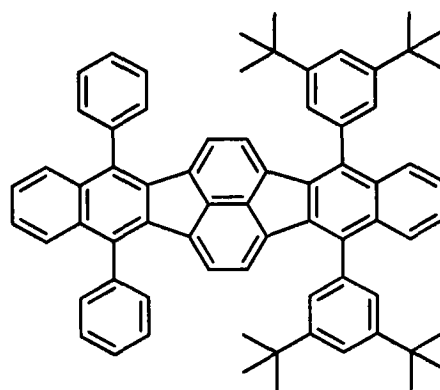


[0137] 随后,在第一空穴传输层上通过另一个像素图案化的金属掩模来形成35-nm绿色发光层以占据绿色像素的位置。通过共蒸镀化合物9(主体材料)和化合物10(2.5重量%,发光掺杂剂)来沉积绿色发光层。绿色发光层中化合物9和10的组合满足式9;因此发光点在电子传输层侧。

[0138]



化合物 9



化合物 10

[0139] 然后在第一空穴传输层上通过另一个像素图案化的金属掩模形成20-nm蓝色发光层以占据蓝色像素的位置。通过共蒸镀化合物2(主体材料)和化合物3(1.0重量%, 发光掺杂剂)来沉积蓝色发光层。蓝色发光层中化合物2和3的组合满足式10; 因此发光点在电子传输层侧。

[0140] 随后, 通过沉积化合物4的10-nm膜来形成激子阻挡层, 通过沉积化合物5的10-nm膜来形成电子传输层, 然后通过采用共蒸镀来沉积含有化合物5和20重量%碳酸铯的10-nm膜, 从而形成电子注入层。

[0141] 然后通过沉积Ag层来形成25-nm第二电极, 并且通过沉积化合物5的70-nm膜来形成光学调节层。以这种方式, 得到了有机EL元件。

[0142] 然后, 通过在手套箱中在氮气氛围中用环氧树脂粘合剂将含有干燥剂的密封玻璃片与玻璃基板的膜被覆表面接合, 从而将这些有机EL元件密封。

[0143] 使用该发光装置产生的光的分析揭示如下结构: 红色、绿色和蓝色有机EL元件的发射光谱中的最高峰的波长: $\lambda_R = 623\text{nm}$ 、 $\lambda_G = 517\text{nm}$ 和 $\lambda_B = 450\text{nm}$ 。

[0144] 表5汇总了各色的有机EL元件的第一和第二光学长度以及由式2和6计算的光学长度。对于各色即红色、绿色和蓝色的有机EL元件, 基于实施例4的构成的光学长度和由式2和4计算的光学长度几乎相等。除了这些以外, 实施例4的构成满足式4、5、7和8。

[0145] 表5

		红色	绿色	蓝色
第一光学长度 (nm)	实施例 4	126	102	81
	由式 2 计算	123	101	83
第二光学长度 (nm)	实施例 4	117	85	72
	由式 6 计算	112	86	70

[0146] 表6汇总了在 $25\text{mA}/\text{cm}^2$ 的电流密度下测定的实施例4的各色的有机EL元件的EL特性。

[0147] 表6

[0148]

	CIE 色度坐标 (x, y)	电流效率 (Cd/A)	电压 (V)	发射效率 (lm/W)
红色像素	(0.681, 0.319)	29.0	4.22	21.6
绿色像素	(0.208, 0.712)	52.0	4.12	39.7
蓝色像素	(0.146, 0.052)	5.1	3.67	4.4

[0149] 以这种方式能够得到具有红色、绿色和蓝色有机EL元件的发光装置,其能够在低驱动电压下以高发射效率运转。

[0150] 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。

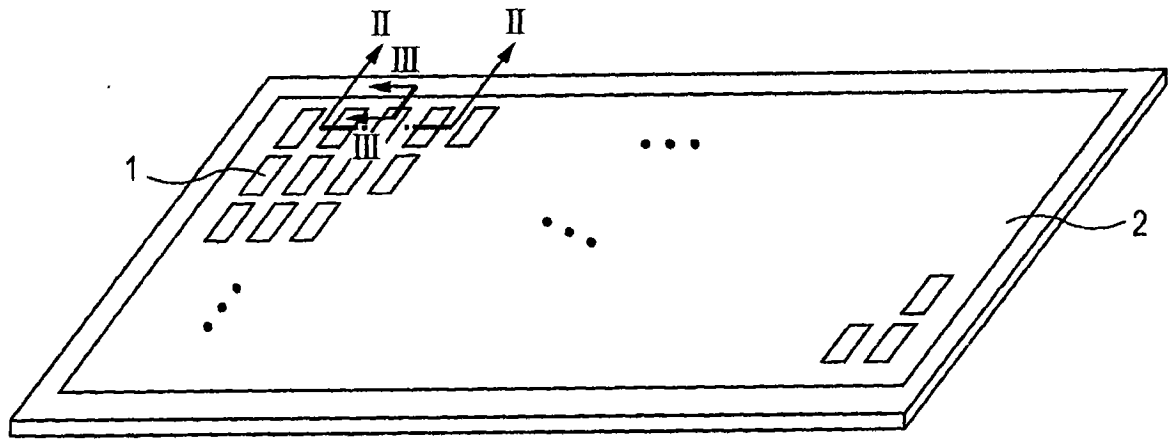


图1

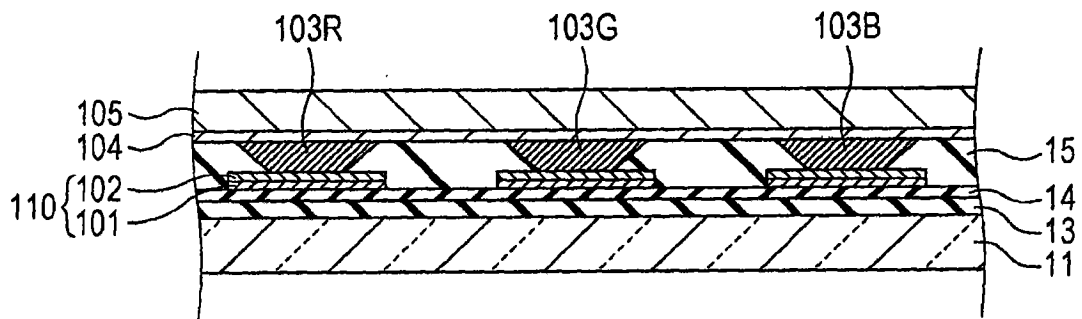


图2

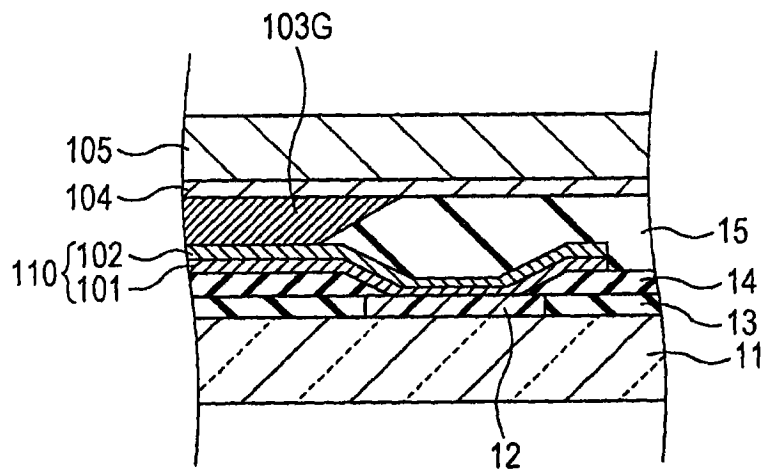


图3

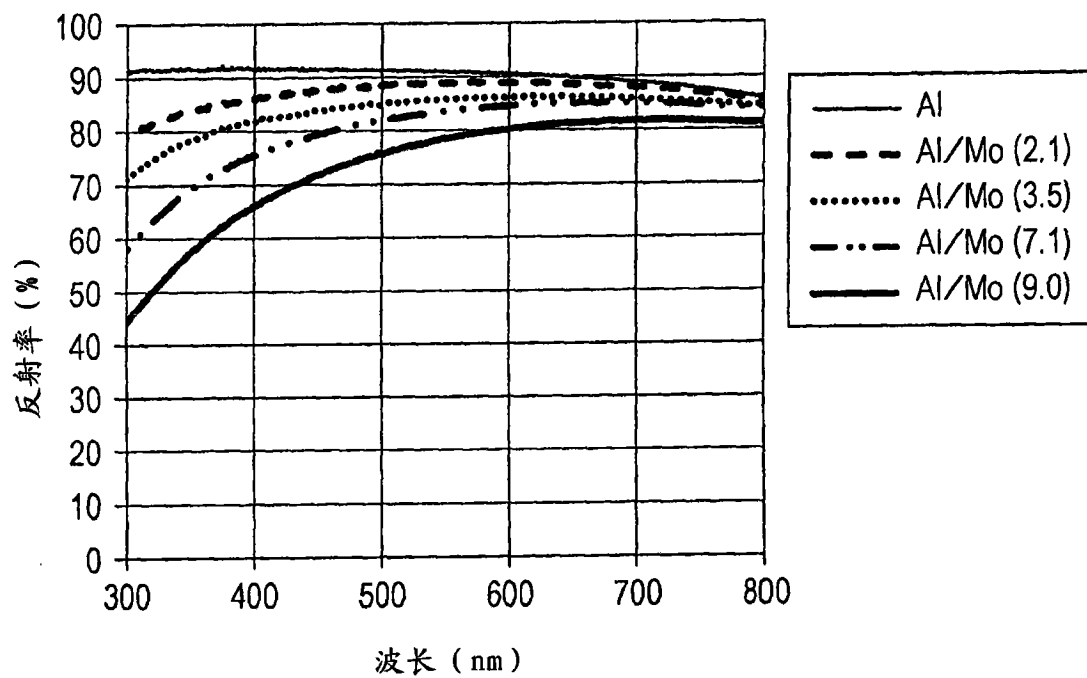


图4

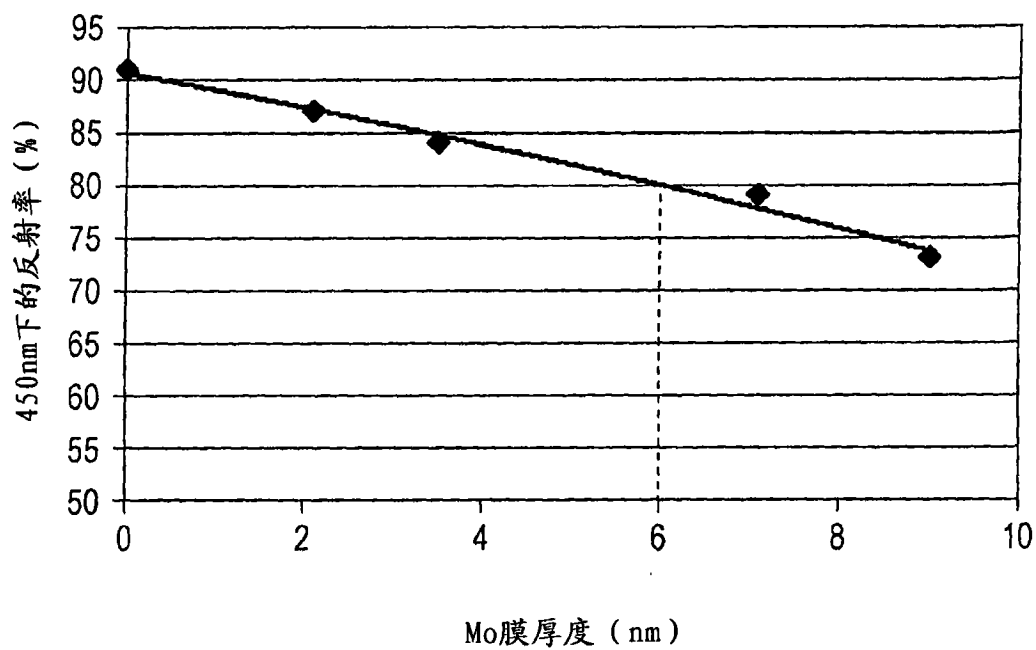


图5