



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102598865 A

(43) 申请公布日 2012. 07. 18

(21) 申请号 201080049002. X

代理人 康建忠

(22) 申请日 2010. 10. 22

(51) Int. Cl.

(30) 优先权数据

2009-253076 2009. 11. 04 JP

2010-219483 2010. 09. 29 JP

H05B 33/24(2006. 01)

H01L 51/50(2006. 01)

H05B 33/04(2006. 01)

(85) PCT申请进入国家阶段日

2012. 04. 28

(86) PCT申请的申请数据

PCT/JP2010/069235 2010. 10. 22

(87) PCT申请的公布数据

W02011/055686 EN 2011. 05. 12

(71) 申请人 佳能株式会社

地址 日本东京

(72) 发明人 松田阳次郎 水野信贵 梶本典史

(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

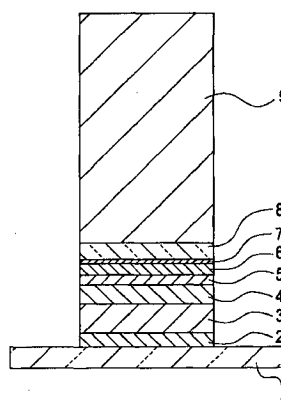
权利要求书 2 页 说明书 9 页 附图 4 页

(54) 发明名称

有机电致发光元件和包括有机电致发光元件的显示器

(57) 摘要

有机电致发光元件包括第一电极;包含多个层的有机化合物膜,该多个层包含:发射层;第二电极;保护层;以及在第二电极和保护层之间通过蒸镀方法形成的缓冲层,从发射层发射的光从第二电极侧出射,其中,第二电极由具有 5nm ~ 20nm 的厚度的金属膜形成,发射层的与第一电极相邻的表面和第二电极的与有机化合物膜相邻的表面之间的距离为 55nm ~ 90nm,并且,保护层通过溅射方法或等离子体增强化学气相沉积方法形成。



1. 一种有机电致发光元件,包括:

第一电极;

包含多个层的有机化合物膜,该多个层包含:

发射层;

第二电极;

保护层;以及

在第二电极和保护层之间通过蒸镀方法形成的缓冲层,从发射层发射的光从第二电极侧出射,

其中,第二电极由具有 5nm ~ 20nm 的厚度的金属膜形成,

发射层的与第一电极相邻的表面和第二电极的与有机化合物膜相邻的表面之间的距离为 55nm ~ 90nm,并且,

保护层通过溅射方法或等离子体增强化学气相沉积方法形成。

2. 根据权利要求 1 的有机电致发光元件,其中,缓冲层具有 60nm 或更大的厚度。

3. 根据权利要求 1 的有机电致发光元件,其中,缓冲层的厚度 d 满足下式:

$$(4m-2\phi/\pi-1)\lambda/(8n) < d < (4m-2\phi/\pi+1)\lambda/(8n)$$

这里, λ 代表从有机电致发光元件发射的光的光谱中的最大峰值波长, n 代表在最大峰值波长 λ 的缓冲层的折射率, ϕ 代表已从发射层发射的光被从缓冲层与保护层之间的界面反射时的相位偏移量,并且 m 代表自然数。

4. 根据权利要求 1 的有机电致发光元件,其中,缓冲层包含多个子层。

5. 根据权利要求 1 的有机电致发光元件,其中,缓冲层包括与包含于有机化合物膜中的所述多个层中所包含的材料中的任一种相同的材料。

6. 根据权利要求 1 的有机电致发光元件,其中,缓冲层包含锂氟化物或镁氟化物。

7. 根据权利要求 1 的有机电致发光元件,其中,保护层具有 100nm ~ 5000nm 的厚度。

8. 根据权利要求 1 的有机电致发光元件,其中,第二电极通过溅射方法形成以具有 5nm ~ 20nm 的厚度。

9. 根据权利要求 1 的有机电致发光元件,其中,缓冲层与保护层之间的关于折射率的差值为 0.5 或更大。

10. 一种显示器,包括:

蓝光发射有机电致发光元件;

绿光发射有机电致发光元件;和

红光发射有机电致发光元件,

其中,蓝光发射有机电致发光元件、绿光发射有机电致发光元件和红光发射有机电致发光元件中的每一个是根据权利要求 1 的有机电致发光元件。

11. 根据权利要求 10 的显示器,其中,各蓝光发射有机电致发光元件、绿光发射有机电致发光元件和红光发射有机电致发光元件的缓冲层被一体化地布置并具有相同的厚度。

12. 根据权利要求 10 的显示器,其中,在蓝光发射有机电致发光元件中,发射层的与第一电极相邻的表面和第二电极的与有机化合物膜相邻的表面之间的距离为 55nm ~ 64nm。

13. 根据权利要求 12 的显示器,其中,在绿光发射有机电致发光元件中,发射层的与第一电极相邻的表面和第二电极的与有机化合物膜相邻的表面之间的距离为 69nm ~ 80nm,

并且,

在红光发射有机电致发光元件中,发射层的与第一电极相邻的表面和第二电极的与有机化合物膜相邻的表面之间的距离为 83nm ~ 90nm。

14. 根据权利要求 11 的显示器,其中,

缓冲层的厚度 d 满足下式:

$(4m-2\phi/\pi-1)\lambda_B/(8n) < d < (4m-2\phi/\pi+1)\lambda_B/(8n)$ 这里, λ_B 代表从蓝光发射有机电致发光元件发射的光的光谱中的最大峰值波长, n 代表在最大峰值波长 λ_B 的缓冲层的折射率, ϕ 代表已从发射层发射的光被从缓冲层与保护层之间的界面反射时的相位偏移量,并且 m 代表自然数。

15. 一种有机电致发光元件,包括:

第一电极;

包含多个层的有机化合物膜,该多个层包含:发射层;

第二电极;

保护层;和

在第二电极与保护层之间通过蒸镀方法形成的缓冲层,从发射层发射的光从第二电极侧出射,

其中,第二电极由具有 5nm ~ 20nm 的厚度的金属膜形成,并且,

保护层通过溅射方法或等离子体增强化学气相沉积方法形成。

有机电致发光元件和包括有机电致发光元件的显示器

技术领域

[0001] 本发明涉及有机电致发光元件（以下，称为“有机 EL 元件”）和包括有机电致发光元件的显示器。

背景技术

[0002] 有机 EL 元件均包括层叠的布置于基板侧的下电极、包含发射层的有机化合物膜和上电极。有机 EL 元件的发光效率需要得到提高。因而，已提供了光从其中形成薄膜晶体管的基板的相反侧（上电极侧）出射（emerge）的顶发射型有机 EL 元件。并且，已提供了如下这样的有机 EL 元件，其中，包含于有机 EL 元件中的两个电极由金属构成，并且由于金属的高反射率通过利用增加两个电极之间的光强度的光学干涉来提高发光效率。

[0003] 有机 EL 元件对于水敏感，由此由被配置为防止水渗透的保护层覆盖。PTL 1 公开了在有机 EL 元件上的通过化学气相沉积（CVD）形成的硅氮化物所构成的保护层。

[0004] 引文列表

[0005] 专利文献

[0006] PTL 1 日本专利公开 No. 64-41192

发明内容

[0007] 技术问题

[0008] 但是，对于利用光学干涉的顶发射型有机 EL 元件，已发现通过作为高能量成膜方法的溅射方法或等离子体增强 CVD 方法形成保护层明显地使有机 EL 元件的寿命性能劣化。其原因如下：在上述的有机 EL 元件中，上电极由具有 20nm 或更小的厚度的薄金属膜形成。因此，在保护层的形成期间施加的高能量被传送到布置于电极之间的有机化合物膜，由此使有机 EL 元件受损。并且，从发射层到上电极的各层典型地以小的厚度形成，使得由于利用光学干涉，发射层中的发射点与上电极之间的光学距离被设为发射波长的约 1/4。因此，对于发射层的损害成为问题。

[0009] 问题的解决方案

[0010] 根据本发明的各方面，一种有机电致发光元件包括：第一电极；包含多个层的有机化合物膜，这些层包含发射层；第二电极；保护层；以及在第二电极和保护层之间通过蒸镀方法形成的缓冲层，从发射层发射的光从第二电极侧出射，其中，第二电极由具有 5nm ~ 20nm 的厚度的金属膜形成，发射层的与第一电极相邻的表面和第二电极与有机化合物膜相邻的表面之间的距离为 55nm ~ 90nm，并且，保护层通过溅射方法或等离子体增强化学气相沉积方法形成。

[0011] 本发明的有利效果

[0012] 本发明的各方面通过减少来自在保护层的形成期间施加的高能量的损害，提供了具有令人满意的寿命性能的有机 EL 元件。

附图说明

- [0013] 图 1 是根据本发明的一个方面的有机 EL 元件的截面图。
- [0014] 图 2 是根据本发明的另一方面的有机 EL 元件的截面图。
- [0015] 图 3A 和图 3B 是根据本发明的其它方面的有机 EL 元件的截面图。
- [0016] 图 4 是根据本发明的各方面的显示器。

具体实施方式

[0017] 以下将参照图 1 描述根据本发明的各方面的有机 EL 元件的实施例。图 1 所示的顶发射型有机 EL 元件包括在基板 1 上依次层叠的第一电极 2, 包含空穴传输层 3、发射层 4、电子传输层 5 和电子注入层 6 的有机化合物膜, 第二电极 7, 缓冲层 8 和无机保护层 9。通过有机 EL 元件的通电从两个电极注入的空穴和电子在发射层 4 中复合以产生能量。有机 EL 元件通过利用该能量发射光。在根据本发明的各方面的有机 EL 元件中, 光从与基板相反的第二电极侧出射。

[0018] 根据本发明的各方面的顶发射型有机 EL 元件具有光腔 (optical cavity) 结构。具体地, 使用以下两种相长光学干涉。一种是如下这样的光学干涉, 其中, 第一电极 2 和第二电极 7 中的每一个具有金属层, 并且在发射层 4 中产生的光在第一电极的反射面与第二电极 7 的反射面之间反射, 由此增强反射的光。与该腔结构有关的包含相位偏移量的参数之间的关系被表达为表达式 1:

$$[0019] \quad 2D/\lambda + (\phi_1 + \phi_2)/2\pi = N \quad \text{表达式 1}$$

[0020] 这里, D 代表第一电极 2 的反射面与第二电极 7 的反射面之间的光学距离, λ 代表从有机 EL 元件发射的光的光谱中的最大峰值波长, ϕ_1 代表第一电极 2 的反射面处的相位偏移量, ϕ_2 代表第二电极 7 的反射面处的相位偏移量, 并且 N 代表自然数。

[0021] 通常, 第一电极 2 的反射面处的相位偏移量 ϕ_1 和第二电极 7 的反射面处的相位偏移量 ϕ_2 中的每一个为 π 。因此, 在第一电极 2 的反射面与第二电极 7 的反射面之间的光学距离被设为最大峰值波长 λ 的约 1/2 的整数倍的情况下, 获得被配置为增强在发射层 4 中产生的光的腔结构。这导致发光效率的提高。发射蓝光的有机 EL 元件具有 400nm ~ 480nm 的最大峰值波长 λ 。发射绿光的有机 EL 元件具有 500nm ~ 580nm 的最大峰值波长 λ 。发射红光的有机 EL 元件具有 600nm ~ 730nm 的最大峰值波长 λ 。

[0022] 另一种是如下这样的相长光学干涉, 其中从发射层 4 中的发射点发射的光和从第一电极 2 的反射面反射的光被增强。与光学干涉有关的包含相位偏移量的参数之间的关系被表达为表达式 2:

$$[0023] \quad 2L/\lambda + \phi_1/2\pi = M \quad \text{表达式 2}$$

[0024] 这里, L 代表第一电极 2 的反射面与发射层 4 中的发射点之间的光学距离, λ 代表出射的光的最大峰值波长, ϕ_1 代表第一电极 2 的反射面处的相位偏移量, 并且 M 代表自然数。

[0025] 如上所述, 第一电极 2 的反射面处的相位偏移量 ϕ_1 为 π 。因此, 在第一电极 2 的反射面与发射层 4 的发射点之间的光学距离为最大峰值波长 λ 的约 1/4 的奇数倍的情况下, 从发射层 4 中的发射点发射的光和从第一电极 2 的反射面反射的光得到增强。这导致发光效率的提高。

[0026] 在具有满足表达式 1 和 2 的腔结构的有机 EL 元件中,发射点与第二电极 7 的反射面之间的光学距离为最大峰值波长 λ 的约 1/4 的奇数倍。一般地,较厚的有机化合物膜导致较高的驱动电压。因此,发射点与第二电极 7 的反射面之间的光学距离被设为最大峰值波长 λ 的约 1/4。有机化合物膜具有约 1.8 的折射率。因此,根据各发射颜色,发射层 4 的发射点与第二电极 7 的反射面(第二电极 7 与有机化合物膜之间的界面)之间的距离为约 55nm ~ 约 90nm。发射点被定义为发射强度分布中的最高发射强度的点,并且,根据发射层的材料和电荷传输层的材料,位于发射层的一个表面上或发射层的中间。对于具有腔结构的有机 EL 元件,发射层 4 的与第一电极相邻的表面和第二电极 7 的与有机化合物膜相邻的表面之间的距离常常为 55nm ~ 90nm。该距离可响应具有不同的发射颜色的有机 EL 元件而不同。对于发射蓝光的有机 EL 元件,该距离为 55nm ~ 66nm。对于发射绿光的有机 EL 元件,该距离为 69nm ~ 80nm。对于发射红光的有机 EL 元件,该距离为 83nm ~ 90nm。发射蓝光的有机 EL 元件具有短的在发射层 4 的与第一电极相邻的表面和第二电极 7 的与有机化合物膜相邻的表面之间的距离;由此,可仅在发射蓝光的有机 EL 元件中设置缓冲层。

[0027] 对于实际的有机 EL 元件,考虑到例如作为与从正面出射的光的效率的折衷的视角特性,该距离不必完全与上述的厚度一致。光学距离 D 或 L 可从满足表达式 1 或 2 的值偏移约 $\pm \lambda/8$ 。

[0028] 即,在光学距离 D 和 L 分别满足表达式 1' 和 2' 的情况下,由表达式代表的光学干涉是相长光学干涉:

$$[0029] \quad (4N-2(\phi_1+\phi_2)/\pi-1)\lambda/8 < D < (4N-2(\phi_1+\phi_2)/\pi+1)\lambda/8$$

$$[0030] \quad \text{表达式 1'}$$

$$[0031] \quad (4M-2\phi_1/\pi-1)\lambda/8 < L < (4M-2\phi_1/\pi+1)\lambda/8$$

$$[0032] \quad \text{表达式 2'}$$

[0033] 在满足表达式 1 的光学距离 D 的值和满足表达式 2 的光学距离 L 的值分别由 D_a 和 L_a 表示的情况下,光学距离 D 可以为 $(D_a-\lambda/16) \sim (D_a+\lambda/16)$, 并且,光学距离 L 可以为 $(L_a-\lambda/16) \sim (L_a+\lambda/16)$ 。

[0034] 以下将详细描述根据本发明的各方面的有机 EL 元件的部件。

[0035] 基板 1 可由玻璃或塑料构成。根据本发明的各方面的有机 EL 元件是光从有机 EL 元件的基板 1 相邻侧的相反侧出射的顶发射型有机 EL 元件。因此,基板 1 可具有低的透光率或高的透光率。

[0036] 第一电极 2 可由例如金、铂、银、铝、铬、镁或它们的合金构成的单层形成。作为替代方案,第一电极 2 可由这些层层叠的叠层膜形成。特别地,可以使用由具有比其它金属高的导电率和反射率的银或银合金构成的薄膜。第一电极 2 可具有 50nm ~ 300nm 的厚度。对于第一电极 2,第一电极 2 与有机化合物膜之间的界面用作第一电极 2 的反射面。作为替代方案,第一电极 2 可具有在前述的用作反射层的金属层上层叠由例如 ITO 构成的透明导电氧化物层的结构。在这种情况下,反射层与透明导电氧化物层之间的界面用作反射面。

[0037] 空穴传输层 3 在来自第一电极 2 的空穴注入以及空穴传输中起作用。并且,根据需要,可以在第一电极 2 与空穴传输层之间形成由例如铜酞菁或钒氧化物构成的空穴注入层。具有注入和传输空穴的能力的低分子量材料或聚合物的例子包括但不限于三苯基二胺衍生物、噁二唑衍生物、卟啉衍生物、茈萜衍生物、聚乙炔基卟啉和聚噻吩。根据需要,可以在

空穴传输层与发射层之间形成具有小的最低未占分子轨道 (LUMO) 的能量的绝对值的电子阻挡层。空穴传输层 3 可具有 10nm ~ 300nm 的厚度。

[0038] 发射层 4 可适当地由任何已知的发光材料构成。发光材料可以是单独地自身用作发射层的材料,或者可以是用作包含宿主材料、发射掺杂剂和电荷传输掺杂剂等的混合层的材料。发射层 4 可具有 10nm ~ 40nm 的厚度。

[0039] 电子传输层 5 可由例如铝喹啉络合物或邻二氮杂菲化合物的已知材料构成。根据需要,可以在发射层与电子传输层之间形成具有大的最高占有分子轨道 (HOMO) 的能量的绝对值的空穴阻挡层。电子传输层 5 可具有 10nm ~ 40nm 的厚度。

[0040] 电子注入层 6 可由碱金属、碱土金属、碱金属化合物或碱土金属化合物所构成的薄膜形成,该薄膜具有 0.5nm ~ 1nm 的厚度。例如,可以使用锂氟化物 (LiF)、钾氟化物 (KF) 或镁氧化物 (MgO)。作为替代方案,电子注入层 6 可由包含用作施主 (电子施予) 掺杂剂的金属或金属化合物的有机化合物所构成的层形成。为了提高电子注入的效率,可以使用具有低功函数的金属或其化合物作为掺杂剂。具有低功函数的金属的例子包含碱金属、碱土金属和稀土金属。可以使用碱金属化合物,原因是它在空气中的操作是相对容易的。例如,可以使用铯化合物作为碱金属化合物。碳酸铯在空气中是稳定的,并且容易操作。在这种情况下,即使厚度增加,驱动电压的增加仍被抑制。可以使用具有传输电子的能力的材料作为用于电子注入层的有机化合物。可以使用例如铝喹啉络合物或邻二氮杂菲化合物的已知的材料。在由包含施主 (电子施予) 掺杂剂的有机化合物构成的电子注入层的情况下,即使厚度增加,驱动电压的增加仍被抑制。电子注入层 6 可具有 10nm ~ 40nm 的厚度。

[0041] 第二电极 7 可由例如金、铂、银、铝、铬、镁或它们的合金所构成的薄膜形成。特别地,可以使用由具有比其它金属高的导电率和反射率的银或银合金构成的薄膜。第二电极 7 可具有 5nm ~ 20nm 的厚度。如果第二电极 7 具有小于 5nm 的厚度,那么腔结构不具有足够的反射率 (在 380nm ~ 780nm 的可见范围中 10% 或更大的反射率)。如果第二电极 7 具有 20nm 或更大的厚度,那么在蓝色波长范围 (400nm ~ 480nm) 中不能获得 40% 或更大的透射率。

[0042] 并且,可通过利用溅射方法形成的薄金属膜构成具有 5nm ~ 20nm 的厚度的第二电极 7。根据本发明的各方面,只有第二电极 7 确保阴极的连续性。但是,在通过蒸镀方法形成具有 5nm ~ 20nm 的厚度的薄金属膜的情况下,难以将该薄金属膜形成为沿基板 1 的面内方向的连续膜,使得膜在诸如接触孔的凹凸部分被不利地中断。这需要严格控制薄金属膜的制造工艺。相反,对于通过溅射方法形成的情况,容易形成连续膜。发明人的研究结果表明,对于具有 5nm ~ 20nm 的厚度的薄膜,在短的时间执行溅射方法,使得溅射方法对于有机化合物膜的损害是可忽略的。并且,形成为连续膜的第二电极 7 可减少在下文描述的无机保护层 9 的形成期间的对有机化合物膜的损害。

[0043] 缓冲层 8 可由对于有机 EL 元件的发射颜色基本上透明的蒸镀膜形成。透明膜的使用导致由于其光学吸收导致的损失减少。将在后面详细描述缓冲层的结构和效果。术语“透明膜”表示该透明膜在从有机 EL 元件发射的光的光谱中的最大峰值波长处具有 50% 或更大的透光率。

[0044] 保护层 9 可由例如硅氮化物 (SiN)、硅氧氮化物 (SiNO_x)、硅氧化物 (SiO₂)、氧化铟锡 (ITO) 或氧化铟锌 (In₂O₃-ZnO) 构成。保护层 9 可通过溅射方法或等离子体增强 CVD 方

法形成致密的防潮膜。保护层 9 的形成导致了其中下层的缓冲层和有机化合物膜不太可能因水而劣化的高度可靠的有机 EL 元件。并且,为了实现作为保护层的性能,保护层 9 可具有 100nm ~ 5000nm 的厚度。

[0045] 保护层 9 上的一部分可具有各种密封结构中的任一个,并且不被特别限制。例如,在形成保护层 9 之后,在保护层 9 上存在杂质的情况下,可以形成具有 10 μ m ~ 30 μ m 的厚度的由热固性树脂构成的覆盖层。并且,为了防止水渗入覆盖层中,可以在其上面形成另一保护层。该密封结构具有即使存在杂质也不受损的良好的密封性能。在这种情况下,位于覆盖层下面的保护层 9 还用于消除由于热固性树脂导致的应力,并且在印刷处理期间保护有机化合物膜。作为密封结构的另一例子,在形成保护层 9 之后,可以在氮气气氛下在手套箱中通过具有干燥剂的玻璃帽执行密封。

[0046] 以下将详细描述根据本发明的各方面的缓冲层 8 的结构和效果。对于具有腔结构的顶发射型有机 EL 元件,第二电极 7 具有小的厚度。并且,如上所述,发射层 4 的与第一电极 2 相邻的表面和第二电极 7 的与有机化合物膜相邻的表面之间的距离短至 60nm ~ 90nm。因此,在通过溅射方法或等离子体增强 CVD 方法在有机 EL 元件上形成保护层 9 的情况下,可发生来自溅射方法或等离子体增强 CVD 方法的明显损害。已经发现,在这种结构中,当在形成保护层 9 之前形成缓冲层 8 时,缓冲层 8 具有明显的抗损害层的效果。发明人已进行了实验,并且发现缓冲层的以下的典型的效果:在 25mA/cm² 下发射光的情况下,亮度降低 1.5% 的劣化时间得到改善,并且发现它为不形成缓冲层的情况的 1.2 ~ 4.0 倍。

[0047] 在根据本发明的各方面的有机 EL 元件中,缓冲层 8 不脱离,并且,有机 EL 元件在缓冲层的材料的选择上具有很大的灵活性。其原因在于,在缓冲层 8 上形成根据本发明的各方面的保护层 9。保护层 9 不仅防止由于水导致的有机 EL 元件的劣化,而且防止由于吸潮导致的缓冲层 8 的脱离。例如,即使对于缓冲层 8 使用对于溅射方法具有优异的抗性但很容易吸潮的材料,也由于防潮保护层 9 的存在而抑制层的脱离。这在缓冲层 8 的材料选择上提供了相当大的灵活性。

[0048] 通过蒸镀方法形成缓冲层 8。由于与溅射方法和等离子体增强 CVD 方法不同,蒸镀粒子的入射能量低并且下层膜(有机化合物膜)不暴露于等离子体,因此该方法不太可能损害该下层膜。作为根据本发明的各方面的缓冲层 8,难以使用用于已知的覆盖层等的热固性树脂和光固化树脂。这些树脂可导致由于在固化期间施加的热或光造成的有机化合物膜的劣化和由于在固化期间产生的应力造成的膜的脱离的问题。并且,可存在在涂敷处理中单体或溶剂通过第二电极 7 渗入有机化合物膜中的问题。并且,可存在在非真空处理中有机化合物膜污染和劣化的问题。

[0049] 缓冲层 8 可由有机化合物或无机化合物构成。在根据本发明的各方面的有机 EL 元件中,仅通过第二电极 7 向有机 EL 元件馈送电流;由此,缓冲层 8 可具有任何的导电性和任何的厚度。在考虑到对于溅射方法的抗性,缓冲层 8 具有 30nm 或更大的厚度并优选具有 60nm 或更大的厚度的情况下,获得稳定的寿命性能。为了减少制造时间,缓冲层 8 可具有 150nm 或更小的厚度。

[0050] 根据本发明的各方面的缓冲层 8 的厚度 d 可满足表达式 3 或表达式 3'。在这种情况下,通过第二电极 7 并从缓冲层 8 与保护层 9 之间的界面反射的光与从第二电极 7 的反射面反射的光同相,由此增强根据本发明的各方面的腔结构的效果。

[0051] $2nd/\lambda + \phi/2\pi = m$ 表达式 3

[0052] $(4m-2\phi/\pi-1)\lambda/(8n) < d < (4m-2\phi/\pi+1)\lambda/(8n)$ 表达式 3'

[0053] 这里, λ 代表从有机 EL 元件发射的光的光谱中的最大峰值波长, n 代表在最大峰值波长 λ 的缓冲层 8 的折射率, ϕ 代表从缓冲层 8 与保护层 9 之间的界面反射已从发射层发射的光时的相位偏移量, 并且 m 代表自然数。表达式 3' 表示厚度 d 为 $(1-\lambda/8) \sim (1+\lambda/8)$, 这里, 1 代表满足表达式 3 的光学距离 ($=nd$)。满足表达式 3' 的厚度 d 也增强根据本发明的各方面的腔结构的效果。

[0054] 作为用于缓冲层 8 的有机化合物, 例如, 可以使用与用于有机化合物膜中的各层的材料 (空穴传输材料、发光材料和电子传输材料等) 中的任一种相同的材料。在这种情况下, 不增加材料的类型的数量, 由此降低成本。

[0055] 作为用于缓冲层 8 的无机化合物, 例如, 可以使用锂氟化物 (LiF) 或镁氟化物 (MgF_2)。锂氟化物和镁氟化物均具有比有机化合物材料 (具有约 1.8 的折射率) 低的折射率 (约 1.4)。由此, 缓冲层 8 与保护层 9 之间的关于折射率的大差值可能增加缓冲层 8 和保护层 9 之间的界面处的反射率, 由此增强上述的腔结构的效果。缓冲层 8 与保护层 9 之间的关于折射率的差值可以为 0.5 或更大。

[0056] 缓冲层 8 可具有包含两个或更多个子层的叠层结构。在这种情况下, 缓冲层 8 可具有层叠由有机化合物构成的子层的叠层结构、由无机化合物构成的子层的叠层结构、或层叠由有机化合物 (例如, 电子传输材料) 构成的子层和由无机化合物 (例如, 锂氟化物) 构成的子层的叠层结构。作为包含于缓冲层中的子层中的一个, 由例如锂氟化物构成的低折射率子层可提高由锂氟化物构成的子层与另一子层之间的界面处的反射率。在多个子层中的每一个的厚度 d 满足表达式 3 或表达式 3' 的情况下, 腔结构的效果得到增强。

[0057] 在根据本发明的各方面的有机 EL 元件中, 缓冲层 8 和保护层 9 的总光学距离可以为最大峰值波长 λ 的约 1/4 的奇数倍。即, 表达式 3 中的 nd 被设为 $(n_1d_1+n_2d_2)$, 这里, d_1 表示缓冲层 8 的总厚度, n_1 表示缓冲层的平均折射率, d_2 表示保护层 9 的厚度, 并且 n_2 表示保护层 9 的折射率。使得缓冲层 8 的厚度和保护层 9 的厚度满足表达式 3。该结构进一步增强根据本发明的各方面的腔结构的效果。在最大峰值波长 λ 的约 1/4 的奇数倍的值由 D_3 表示的情况下, 缓冲层 8 和保护层 9 的总光学距离可以为 $(D_3-\lambda/8) \sim (D_3+\lambda/8)$ 。依赖于密封结构例如另一保护层 9、树脂和氮气气氛等, 为了增加保护层 9 与在保护层 9 上形成的层之间的界面处的反射率, 在保护层 9 上形成的层可具有与保护层 9 大大不同的折射率。

[0058] 在本实施例中, 已经描述了基板 1 上的第一电极 2 用作正电极的结构。但是, 本发明不限于本实施例。例如, 可在基板 1 上依次层叠第一电极 (负电极)、电子注入层、发射层、空穴传输层、第二电极 (正电极)、缓冲层和保护层。

[0059] 图 4 是包含多个有机 EL 元件 (即, 发射蓝光的有机 EL 元件、发射绿光的有机 EL 元件和发射红光的有机 EL 元件) 的显示器的截面图。发射有色光束的有机 EL 元件中的每一个可由根据本发明的各方面的有机 EL 元件形成。有机 EL 元件中的每一个包含在基板 1 上依次层叠的第一电极 2、由包含发射层的多个层形成的有机化合物膜 30、第二电极 7、缓冲层 8 和保护层 9。并且, 在有机 EL 元件之间形成分隔部件 20。缓冲层 8 可具有对于有机 EL 元件中的每一个独特的厚度。例如, 缓冲层 8 可具有使得满足表达式 3 或表达式 3' 的

厚度。作为替代方案,可以形成如下这样的缓冲层 8,该缓冲层 8 具有使得具有最低发光效率的有机 EL 元件的发光效率提高的厚度并且共用于各有机 EL 元件。在后一种情况下,具体地,缓冲层 8 具有使得蓝光发射有机 EL 元件的最大峰值波长 λ 满足表达式 3 或表达式 3' 的厚度。该结构使得不再需要通过对于各颜色构图以形成缓冲层 8,由此导致了处理的简化。可对于电视系统、个人计算机、数字照相机、蜂窝式电话等使用该显示器。

[0060] 例子 1

[0061] 通过以下描述的方法制造图 1 所示的有机 EL 元件。在用作支撑的玻璃基板 1 上通过溅射方法形成具有 100nm 的厚度的铝合金 (AlNd) 膜。然后,通过溅射方法形成具有 70nm 的厚度的 ITO 膜,从而形成具有叠层结构的第一电极 2。形成具有 1 μ m 的高度和 40° 的锥角的由聚酰亚胺构成的分隔部件(未示出)。通过丙酮并然后通过异丙醇 (IPA) 使基板经受超声清洗。基板然后在 IPA 中被煮沸并然后干燥。基板 1 的表面经受 UV/ 臭氧清洗。

[0062] 铜酞菁被沉积以形成具有 50nm 的厚度的空穴传输层 3。Alq₃ 和 DTBVi 通过蒸镀方法被共沉积(以 95 : 5 的重量比),以形成具有 30nm 的厚度的发射层 4。红菲咯啉化合物在发射层 4 上沉积以形成具有 20nm 的厚度的电子传输层 5。红菲咯啉化合物和碳酸铯通过蒸镀方法被共沉积,以便得到的层具有为按重量计算 8.3% 的铯浓度,从而形成具有 15nm 的厚度的电子注入层 6。在电子注入层 6 上通过热蒸镀方法沉积银 (Ag) 以形成具有 16nm 的厚度的第二电极 7。发射层 4 的与第一电极 2 相邻的表面和第二电极 7 的与有机化合物膜相邻的表面之间的距离被设为 65nm。

[0063] 在第二电极 7 上通过热蒸镀方法沉积与用于电子传输层 5 的材料相同的材料,以形成具有 30nm 的厚度的缓冲层 8。在缓冲层 8 上通过 CVD 沉积 SiN 以形成具有 3 μ m 的厚度的保护层。

[0064] 根据本例子的有机 EL 元件被以 25mA/cm² 驱动以发光。然后,检查亮度降低 1.5% 的劣化时间。结果表明,劣化时间得到改善,并且发现它为不在根据本例子的有机 EL 元件中形成缓冲层 8 的有机 EL 元件的劣化时间的约 2.5 倍。

[0065] 在得到的有机 EL 元件中,没有观察到暗斑和归因于水的膜的脱离,由此,提高寿命性能。

[0066] 例子 2

[0067] 在与例子 1 相同的条件下直到形成电子注入层 6 的步骤执行相同的处理之后,根据以下的过程制造根据本例子的有机 EL 元件。图 2 是根据例子 2 的有机 EL 元件的截面图。

[0068] 在电子注入层 6 上通过溅射方法沉积银 (Ag),以形成具有 12nm 的厚度的第二电极 7。

[0069] 在第二电极 7 上沉积与用于电子传输层 5 的材料相同的材料,以形成具有 45nm 的厚度的缓冲层 8。

[0070] 在缓冲层 8 上通过溅射方法沉积氧化镉以形成具有 30nm 的厚度的保护层。在氮气气氛下在手套箱中通过包含干燥剂的玻璃帽 40 覆盖整个有机 EL 元件。注意,在最大峰值波长 λ (= 460nm) 的约 1/4 的奇数倍的值由 D3 表示的情况下,缓冲层 8 和保护层 9 的总光学距离为 $(D3 - \lambda / 8) \sim (D3 + \lambda / 8)$ 。

[0071] 本结构中的发光效率得到提高,并且发现它为缓冲层 8 和保护层 9 的总光学距离处于上述的 $(D3 - \lambda / 8)$ 到 $(D3 + \lambda / 8)$ 的范围外的结构的发光效率的 1.2 倍。

[0072] 根据本例子的有机 EL 元件被以 $25\text{mA}/\text{cm}^2$ 驱动以发光。然后,检查亮度降低 1.5% 的劣化时间。结果表明,劣化时间得到改善,并且,发现它为不在根据本例子的有机 EL 元件中形成缓冲层 8 的有机 EL 元件的劣化时间的约 3 倍。

[0073] 在得到的有机 EL 元件中,没有观察到暗斑和归因于水的膜的脱离,由此,提高寿命性能。

[0074] 在本例子中,第二电极由具有小至 12nm 的厚度的薄金属膜形成。但是,第二电极通过溅射方法形成,并由此为连续膜。因此,能够建立在诸如分离膜和接触孔的凹凸部分处没有中断的高度可靠的导电性。

[0075] 例子 3

[0076] 在与例子 2 相同的条件下直到形成缓冲层 8 的步骤执行相同的处理之后,根据以下的过程制造根据本例子的有机 EL 元件。图 3A 是根据本例子的有机 EL 元件的截面图。

[0077] 在缓冲层 8 上通过 CVD 沉积 SiN,以形成具有 150nm 的厚度的第一保护层 91。在其上面施加热固性树脂并使其固化以形成具有 $30\ \mu\text{m}$ 的厚度的覆盖层 10。在覆盖层 10 上通过 CVD 沉积 SiN,以形成具有 $1\ \mu\text{m}$ 的厚度的第二保护层 92。

[0078] 根据本例子的有机 EL 元件被以 $25\text{mA}/\text{cm}^2$ 驱动以发光。亮度降低 1.5% 的劣化时间得到改善,并且,发现它为不在根据本例子的有机 EL 元件中形成缓冲层 8 的有机 EL 元件的劣化时间的约 3.2 倍。

[0079] 在得到的有机 EL 元件中,没有观察到暗斑和归因于水的膜的脱离,由此,提高寿命性能。

[0080] 例子 4

[0081] 在与例子 2 相同的条件下直到形成第二电极 7 的步骤执行相同的处理之后,根据以下的过程制造根据例子 4 的有机 EL 元件。图 3A 是根据本例子的有机 EL 元件的截面图。

[0082] 在第二电极 7 上沉积锂氟化物以形成具有 80nm 的厚度的缓冲层 8。

[0083] 在缓冲层 8 上通过 CVD 沉积 SiN,以形成具有 110nm 的厚度的第一保护层 91。形成具有 $30\ \mu\text{m}$ 的厚度的由热固性树脂构成的覆盖层 10。在覆盖层 10 上通过 CVD 沉积 SiN,以形成具有 $1\ \mu\text{m}$ 的厚度的第二保护层 92。

[0084] 在本例子中,缓冲层 8 的厚度满足表达式 $3'$ 。从缓冲层 8 与第一保护层 91 之间的界面反射的光与从第二电极 7 反射的光同相,由此进一步增强腔结构的效果。在根据本例子的有机 EL 元件的缓冲层 8 由红菲咯啉化合物(折射率为 1.8)而不是由锂氟化物(折射率为 1.4)构成的情况下,由 SiN(折射率为 2.0)构成的第一保护层 91 与缓冲层 8 之间的关于折射率的差值减小。由此,在该结构中,效率降低到 0.9 倍。

[0085] 在本例子中,通过缓冲层减少来自用于通过 CVD 形成 SiN 的处理的损害,由此实现优异的寿命性能。具体地,根据本例子的有机 EL 元件被以 $25\text{mA}/\text{cm}^2$ 驱动以发光。亮度降低 1.5% 的劣化时间得到改善,并且,发现它为不在根据本例子的有机 EL 元件中形成缓冲层 8 的有机 EL 元件的劣化时间的约 3.6 倍。

[0086] 例子 5

[0087] 在本例子中,除了缓冲层的结构不同以外,如例子 4 那样制造有机 EL 元件。具体地,与用于电子注入层的材料相同的材料在第二电极 7 上被沉积,以形成具有 70nm 的厚度的缓冲子层 81。锂氟化物在缓冲子层 81 上被沉积以形成具有 77nm 的厚度的缓冲子层 82,

缓冲子层 81 和缓冲子层 82 包含于缓冲层 8 中。图 3B 是根据本例子的有机 EL 元件的截面图。

[0088] 在本例子中,缓冲子层 81 和缓冲子层 82 具有不同的折射率。其间的关于折射率的差值导致缓冲层中的反射率的增加。并且,各缓冲层的厚度满足表达式 3'。从缓冲层 8 与第一保护层 91 之间的界面反射的光与从第二电极反射的光同相,由此进一步增强腔结构的效果。发光效率得到提高,并且,发现它为不在根据本例子的有机 EL 元件中形成缓冲子层 81 的有机 EL 元件的发光效率的 1.2 倍。

[0089] 在本例子中,通过缓冲层减少来自用于通过 CVD 形成 SiN 的处理的损害,由此实现优异的寿命性能。具体地,根据本例子的有机 EL 元件被以 $25\text{mA}/\text{cm}^2$ 驱动以发光。亮度降低 1.5% 的劣化时间得到改善,并且,发现它为不在根据本例子的有机 EL 元件中形成缓冲子层 81 和缓冲子层 82 的有机 EL 元件的劣化时间的约 4.0 倍。

[0090] 虽然已参照示例性实施例说明了本发明,但应理解,本发明不限于公开的示例性实施例。以下的权利要求的范围应被赋予最宽的解释以包含所有的这样的变更方式、等同的结构和功能。

[0091] 本申请要求在 2009 年 11 月 04 日提交的日本专利申请 No. 2009-253076 和在 2010 年 9 月 29 日提交的日本专利申请 No. 2010-219483 的权益,在此通过引用并入它们的全部内容。

[0092] 附图标记

[0093] 2 第一电极

[0094] 4 发射层

[0095] 7 第二电极

[0096] 8 缓冲层

[0097] 9 保护层

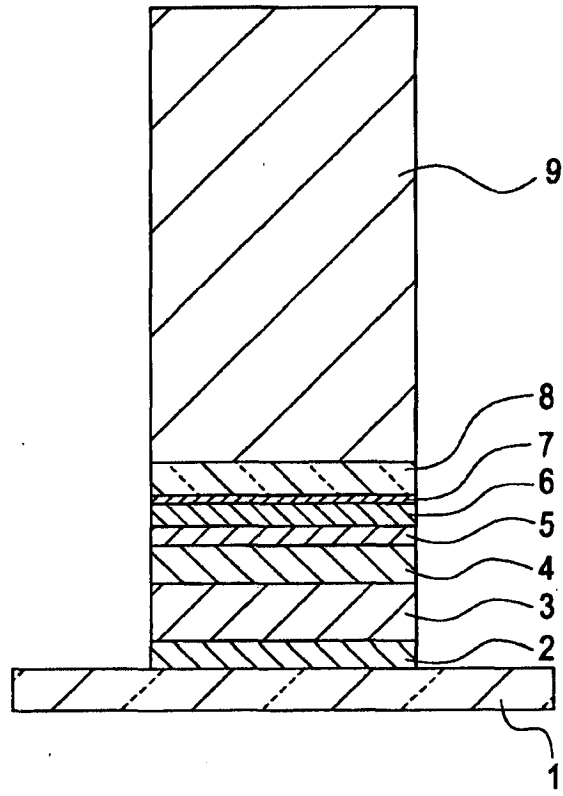


图 1

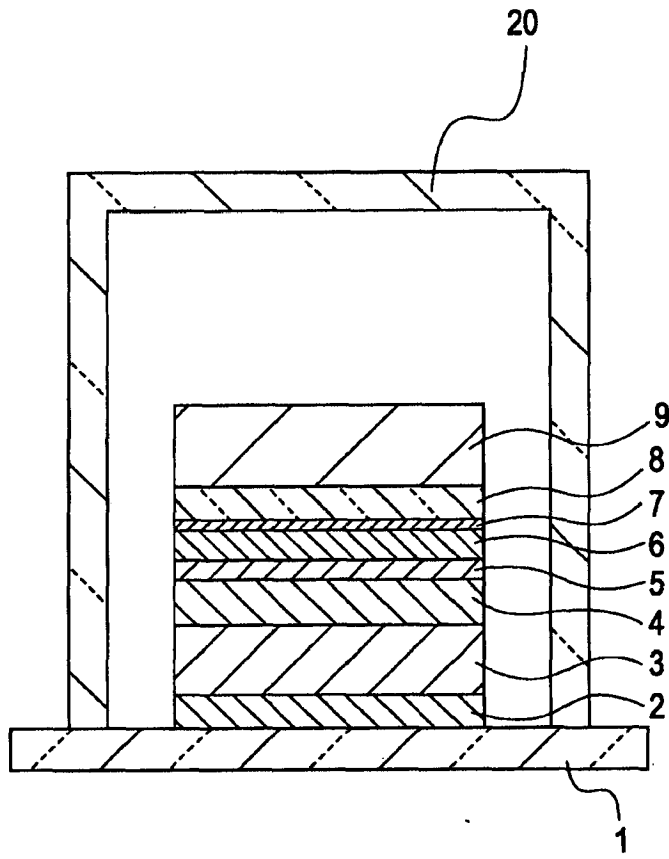


图 2

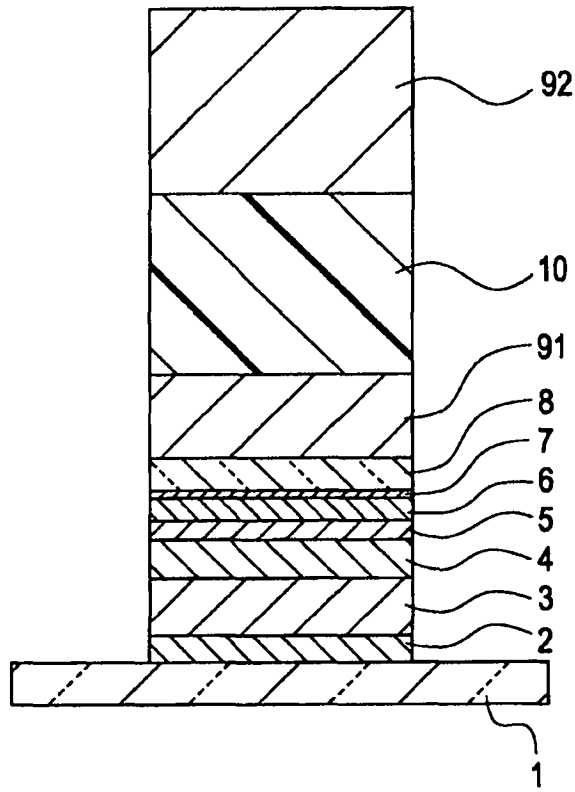


图 3A

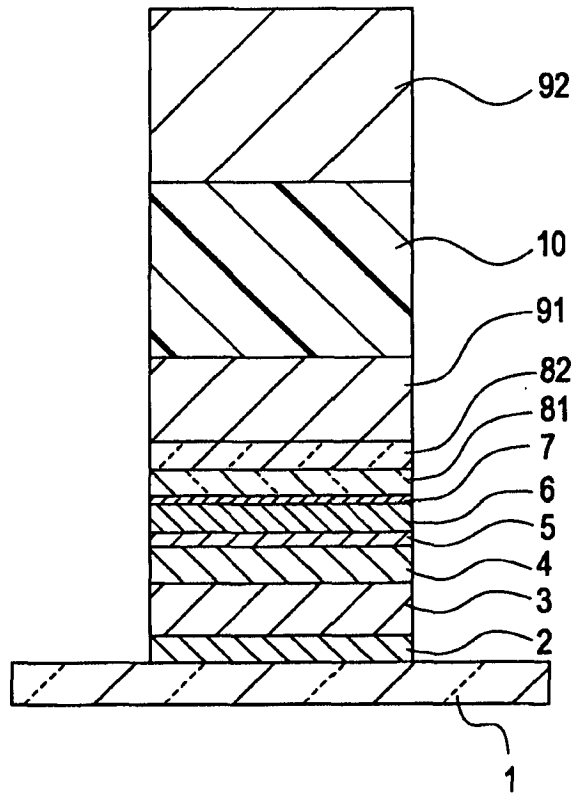


图 3B

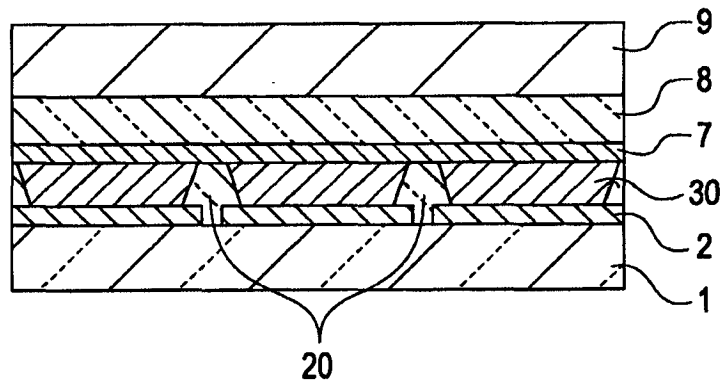


图 4

专利名称(译)	有机电致发光元件和包括有机电致发光元件的显示器		
公开(公告)号	CN102598865A	公开(公告)日	2012-07-18
申请号	CN201080049002.X	申请日	2010-10-22
[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	松田阳次郎 水野信贵 梶本典史		
发明人	松田阳次郎 水野信贵 梶本典史		
IPC分类号	H05B33/24 H01L51/50 H05B33/04		
CPC分类号	H05B33/22 H01L51/5237 H05B33/26 H01L51/5234 H01L51/5253 H01L51/5265 H01L2251/558		
代理人(译)	康建忠		
优先权	2009253076 2009-11-04 JP 2010219483 2010-09-29 JP		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

有机电致发光元件包括第一电极；包含多个层的有机化合物膜，该多个层包含：发射层；第二电极；保护层；以及在第二电极和保护层之间通过蒸镀方法形成的缓冲层，从发射层发射的光从第二电极侧出射，其中，第二电极由具有5nm~20nm的厚度的金属膜形成，发射层的与第一电极相邻的表面和第二电极的与有机化合物膜相邻的表面之间的距离为55nm~90nm，并且，保护层通过溅射方法或等离子体增强化学气相沉积方法形成。

