



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101682001 B

(45) 授权公告日 2011. 12. 07

(21) 申请号 200880015512. 8

(22) 申请日 2008. 02. 20

(30) 优先权数据

11/746, 820 2007. 05. 10 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2009. 11. 10

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2008/002232 2008. 02. 20

(87) PCT申请的公布数据

W02008/140644 EN 2008. 11. 20

(73) 专利权人 全球 OLED 科技有限责任公司

地址 美国特拉华州

(72) 发明人 谭元昇 D·R·普瑞斯

G·法卢吉亚 R·A·基索

T·R·古许曼

(74) 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司

11127

代理人 丁香兰

(51) Int. Cl.

H01L 51/52 (2006. 01)

(56) 对比文件

US 2003/0127973 A1, 2003. 07. 10, 全文.

US 2005/0225234 A1, 2005. 10. 13, 说明书第 49-55 段, 附图 2.

CN 1498046 A, 2004. 05. 19, 说明书第 10 页第 28 行-第 11 页第 17 行.

WO 2006/040704 A1, 2006. 04. 20, 说明书第 7 页第 4 行-第 29 行, 附图 4.

US 2006/0186806 A1, 2006. 08. 24, 全文.

CN 1961613 A, 2007. 05. 09, 说明书第 4 页第 17-18 行, 说明书第 5 页第 7 行-第 8 页第 31 行, 说明书第 9 页第 25 行-第 10 页第 4 行, 说明书第 12 页第 11-16 行, 说明书第 17 页第 11 行-16 行, 附图 7.

审查员 刘雪莲

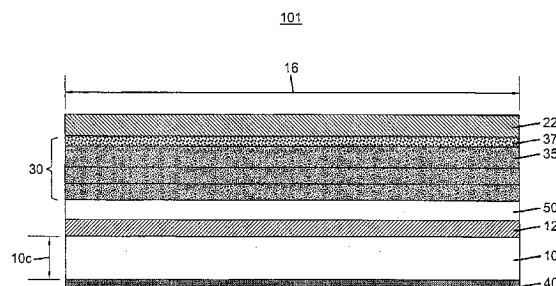
权利要求书 1 页 说明书 11 页 附图 4 页

(54) 发明名称

具有改进光输出的电致发光器件

(57) 摘要

一种 OLED 器件, 包括一个具有第一表面和第二表面的透明基板 (10), 一个置于所述基板的第一表面上的透明电极层 (12), 一个置于所述透明电极层上的短路减少层 (50), 一个置于所述短路减少层上的有机发光元件 (30), 以及包括至少一个发光层 (35) 和置于所述发光层上的电荷注入层 (37), 一个置于所述电荷注入层上的反射电极层 (22), 以及一个置于所述基板的第一或第二表面的光提取增强结构 (40), 其中所述短路减少层是具有全厚度电阻率为 10^{-9} - $10^2 \Omega \text{ cm}^2$ 的透明薄膜; 其中反射电极层包括 Ag 或含 Ag 超过 80% 的 Ag 合金; 并且总器件尺寸比所述基板厚度至少大 10 倍。



1. 一种 OLED 器件,依次包括:
具有第一表面和第二表面的透明基板;
与所述基板第一或第二表面直接接触的光提取增强结构;
透明电极层,所述透明电极层与所述基板第一表面直接接触,或者与位于所述基板第一表面的光提取增强结构直接接触;
与所述透明电极层直接接触的短路减少层,其中所述短路减少层是具有全厚度电阻率为 $10^{-9} \sim 10^2 \Omega \cdot \text{cm}^2$ 的透明薄膜;
置于所述短路减少层上的有机发光元件,包括至少一层发光层和置于所述发光层上的电荷注入层;
置于所述电荷注入层上的反射电极层,其中反射电极层包括 Ag 或含 Ag 超过 80% 的 Ag 合金;以及
总器件尺寸比所述基板厚度大 10 倍以上。
2. 权利要求 1 的 OLED 器件,其中所述短路减少层包括选自氧化铟、氧化锌、氧化锡、氧化钼、氧化钒、氧化锑、氧化铋、氧化镱、氧化钨、氧化铌或氧化镍的材料。
3. 权利要求 1 的 OLED 器件,其中所述短路减少层包括至少两种选自氧化铟、氧化锌、氧化锡、氧化钼、氧化钒、氧化锑、氧化铋、氧化镱、氧化钨、氧化铌或氧化镍的材料的混合物。
4. 权利要求 1 的 OLED 器件,其中所述短路减少层包括电绝缘氧化物、氟化物、氮化物、或硫化物材料与至少一种选自氧化铟、氧化锌、氧化锡、氧化钼、氧化钒、氧化锑、氧化铋、氧化镱、氧化钨、氧化铌或氧化镍的材料的混合物。
5. 权利要求 1 的 OLED 器件,其中所述短路减少层包括硫化锌与氧化铟锡,氧化铟或氧化锡的混合物。
6. 权利要求 1 的 OLED 器件,其中所述反射电极是阴极,且所述电荷注入层是电子注入层。
7. 权利要求 1 的 OLED 器件,其中所述反射电极是阳极,且所述 电荷注入层是空穴注入层。
8. 权利要求 1 的 OLED 器件,其中所述光提取增强结构是散射层。
9. 权利要求 8 的 OLED 器件,其中所述散射层包括分散在基质中的颗粒或孔,其中该基板具有不同于颗粒或孔的光学指数。
10. 权利要求 8 的 OLED 器件,其中所述散射层在单独的支撑上然后再层压到基板上。
11. 权利要求 8 的 OLED 器件,其中所述散射层包括一个在基板表面的高光学指数颗粒的涂层,并且颗粒之间具有孔。
12. 权利要求 11 的 OLED 器件,其中所述高光学指数颗粒选自包括氧化钛、氧化锆、氧化铌、氧化钽、氧化锌、氧化锡和硫化锌的无机材料。
13. 权利要求 11 的 OLED 器件,其中所述高光学指数颗粒为无规形状,且最大线性延伸在 300nm 到 2000nm 之间。
14. 权利要求 1 的 OLED 器件,其中所述 OLED 器件包括一个或多个串行连接的部分。
15. 权利要求 1 的 OLED 器件,其中所述 OLED 器件具有堆叠结构。

具有改进光输出的电致发光器件

技术领域

[0001] 本发明涉及电致发光器件,尤其是用于改进光输出的平面电致发光器件结构。

[0002] 发明背景

[0003] 本发明涉及电致发光器件。电致发光器件的例子包括小分子有机发光器件(SMOLED),聚合物发光器件(PLED),以及无机电致发光器件。而“有机发光器件(OLED)”这一术语涉及小分子有机发光器件和聚合物发光器件两者。

[0004] 一个典型的现有技术的电致发光器件包含透明的基板(其厚度比剩余各层厚1-4个数量级),透明的第一电极层,发光元件,其包括至少一层发光层,以及反射的第二电极层。当由两个电极注入的电子和空穴流经发光元件并通过复合或碰撞电离发出光时,电致发光器件发光。发光元件可以包括多层材料,其包括至少一个产生发射光的发光层。当为OLED器件时,发光元件例如可以包括电子注入层、电子传输层、一层或多层发光层、空穴传输层、和空穴注入层。这些层中的一层或多层可组合,并且可加入其它的层如电子或空穴阻隔层。最常见的第一电极层是阳极,而第二电极层是阴极。

[0005] 发光材料的折射率大于空气的折射率。最为常见的是位于发光层和空气之间的透明基板的折射率小于发光层的折射率但大于空气的折射率。当光从较高折射率的层向较低折射率的基板传播时,可以发生全内反射。发生全内反射的光不能传播进入较低折射率的基板,而是被捕获于较高折射率的层中。例如,在OLED器件中,发光层通常具有1.7~1.8的折射率;透明电极层具有约1.9的折射率,而基板具有约1.5的折射率。在透明的电极/基板界面可能会发生全内反射。由发光层发出的到达该界面的光中,比从法线起测的临界角更大的部分被有机层和透明的电极层捕获,并最终被这些层中的材料所吸收而未发挥出有用的作用。这部分光被称为有机模式的光。类似地,全内反射可以发生在基板/空气界面。到达该界面的光中,比从法线起测的临界角更大的部分被基板、透明的电极层和有机层捕获,并最终被器件中的材料所吸收或在OLED器件的边缘射出而未发挥出有用的作用。这部分光被称为基板模式的光。据估算,由发光层产生的光中超过50%的光最终成为有机模式的光,超过30%的光最终成为光的基板模式,而由发光层发出的光中低于20%的光被输出至空气中成为有用的光。从器件中实际射出的占由发光层发出光的20%的部分被称为空气模式的光。因此,由于全内反射所致的光捕获大大降低了电致发光器件的输出效率。

[0006] 已有人提出了各种通过降低光捕获效应并使得基板模式和有机模式的光从器件中射出的方式来提高薄膜电致发光器件效率的技术。这些技术在以下文献中有详细记载:美国专利U.S. 5,955,837,5,834,893,6,091,195,6,787,796和6,777,871;美国专利申请U.S. 2004/0217702 A1,2005/0018431 A1和2001/0026124 A1;WO 02/37580 A1和WO 02/37568A1。这些文献在此经引用而引入本发明。虽然这些技术中的许多在光提取效率上取得了提高,但仍存在一些问题。

发明内容

[0007] 本发明提供了具有改进的光提取效率以及延长的使用时间的电致发光器件。

[0008] 由于由发光层产生的光线中的一部分以大于临界角的角度入射到有机-基板界面或基板-空气界面,这里称为“界面”,并经过全内反射(TIR)反射回器件内,从而在 OLED 器件中产生光捕获。然后,TIR 光在 OLED 结构中传播,在其全部被 OLED 结构中的各层所吸收或通过 OLED 器件的边缘逃逸之前可被反射的电极反射,并再次多次入射到这些界面上。由于 OLED 结构的平面几何形状,反射光在之后入射时永远不会改变其和这些界面的入射角,从而一直发生全内反射。这样,TIR 光就被 OLED 结构捕获。为了使得这种光线出射到空气中,这些界面的入射角必须发生改变。现有技术中建议的提高光提取效率的技术提供了一种可改变光的方向的改进结构,通过该结构,被捕获的光逃逸到空气中的机率增加。由于发光层会向各个方向发出一些光,因此由发光层产生的光会以各种角度到达界面。之前提出的技术中没有一种能改变所有的光线的方向以小于临界角的角度入射从而得以完全逃离到空气中。相反,他们仅在使光线中的一部分在每次到达改进结构时方向变为优选的(亚临界)方向。例如,使用微透镜或光子晶体结构的技术可使到达他们的光线的方向发生一定角度范围内的变化,从而逃逸到空气中;而利用散射中心的技术将再次使到达他们的任意光线中的随机或半随机部分进入到空气中。在所有情况下,生成的光在逃逸前均经过了许多传递。当在 OLED 结构中传播时,光能发生吸收损失。而在所有的光能够逃逸进空气之前经过了许多传递这一事实加剧了这个问题。已经发现反射电极可能是导致吸收问题的主要原因。尽管人们普遍认为理想的反射电极应当用具有高反射率的金属制成,但发现即使最常用作 OLED 反射电极的铝,由于其高反射性会导致在用到光提取增强特征时显著降低提取效率。另外,还发现当用作具有提取增强结构的 OLED 的反射电极时,Ag 或 Ag-基合金所表现的结果更好。对于没有提取增强特征的传统 OLED 而言,使用 Al 电极和使用 Ag 或 Ag-基合金电极在性能上的差别非常小,可以忽略。Ag 或 Ag-基合金电极的上佳表现只有在使用了光提取增强结构时才变得显著。美国专利 U. S. 6, 965, 197 中建议使用 Ag 或 Ag-基合金电极作为反射电极。然而,由于在使用 Ag 或 Ag-基合金电极时存在一些问题,实践中很少将 Ag 或 Ag-基合金电极用作 OLED 的反射电极。首先,Ag 的功函数作为阳极则太低,作为阴极则又太高。第二,通过经验发现使用 Ag 或 Ag-基合金作为反射电极的 OLED 器件易于在操作中过早地因短路而出现故障。第三,当使用 Ag 或 Ag-基合金作为反射电极时,发现因电极吸收的部分减少,一般地说,出射的光在被提取之前在器件中进一步沿侧面传播。如果器件的整体尺寸不是显著大于基板厚度,则一部分光会传播到器件区域之外并被器件区域外的结构所吸收而丢失,或者从基板的相对侧发射出。该传播损失的量是可以估计的。

[0009] OLED 器件可以是像素化器件,例如有源矩阵或无源矩阵显示器,其中具有分割为多个小的发光像素的有源区域,并可包括分隔这些像素的非发光区域。总的器件区域是包含几乎所有像素的区域和分隔这些像素的非发光区域。OLED 器件也可以包括许多部分,例如那些在美国专利 U. S. 6, 694, 296 和 7, 034, 470 中所述的串行连接的阵列中的那些。而总的器件区域是包含几乎所有部分的区域。

[0010] 本文使用的总器件尺寸是指总的器件区域中最小的线尺寸。

[0011] 本发明通过使用有效电荷注入层作为发光元件的一部分而解决了功函数匹配问题。该电荷注入层位于与 Ag 或 Ag-基合金反射电极层相邻之处。如果反射电极用作阴极则选择电子注入层,并且如果反射电极用作阳极则选择空穴注入层。下面将详细描述适合的电子或空穴注入层。本发明还通过在两个电极之间设置具有适当电阻的薄透明层而解决了过

早的短路失效 (shorting failure) 问题。本文称该具有适当电阻的薄透明层为短路减少 (short reduction) 层。本发明还通过使用一种总器件尺寸至少比基板厚度大 10 倍的器件结构而解决了传播损失问题。

[0012] 根据本发明的示例实施方式, OLED 器件包括:

[0013] a. 具有第一表面和第二表面的透明基板;

[0014] b. 置于所述基板的第一表面上的透明的第一电极层;

[0015] c. 置于所述透明第一电极层上的短路减少层;

[0016] d. 置于所述短路减少层上的有机发光元件, 其包括至少一层发光层和一层置于所述发光层上的电荷注入层;

[0017] e. 置于所述电荷注入层上的反射电极层; 以及

[0018] f. 置于所述基板的第一或第二表面的光提取增强结构;

[0019] 其中短路减少层是具有全厚度 (through-thickness) 电阻率为 10^{-9} – $10^2 \Omega \text{ cm}^2$ (欧姆· cm^2) 的透明薄膜; 其中反射电极层包括 Ag 或含 Ag 超过 80% 的 Ag 合金; 并且总器件尺寸比所述基板厚度大 10 倍以上。

附图说明

[0020] 图 1 是本发明的 OLED 器件的截面示意图;

[0021] 图 2 是本发明的包含一组串行连接的部分的阵列的 OLED 器件的截面示意图;

[0022] 图 3 是本发明的包含多组串行连接的部分的阵列的 OLED 器件的截面示意图; 以及

[0023] 图 4 是本发明的 OLED 器件的截面示意图。

具体实施方式

[0024] 以下对本发明的 OLED 器件进行描述。然而, 应当理解的是对无机电致发光器件也可以进行相同或类似应用。

[0025] 美国专利申请公开 2005/2225234 中教导了使用薄电阻膜预先在 OLED 器件使用前减小其中易于出现的由于短路缺陷导致的不良影响。其目的是提高生产率。而本发明涉及的主题是使用不会在 OLED 使用前出现短路缺陷的 Ag 或 Ag 基合金的 OLED 器件。然而, 这些器件在它们的实际操作中易于出现短路缺陷。流经 OLED 器件的电流显然会引入这些缺陷, 但这些引入的短路缺陷的机理仍然未知。一种推论是在两个电极之间的高电场或操作电流导致 Ag 原子发生迁移, 从而形成导电丝, 其贯穿 OLED 结构中的多层并连接起两个电极。如果这就是实际的机理, 则 Ag 丝也可贯穿短路减少层。非常出乎意料的是, 当根据本发明选择了合适的材料作为短路减少层后, 这种贯穿不再发生, 并且发现由操作引发的短路失效显著地减少了。

[0026] 参见图 1, 示出根据本发明一个实施方案的 OLED 器件 101。OLED 器件 101 具有器件尺寸 16, 包括基板 10, 其具有第一表面 10a 和第二表面 10b, 基板厚度为 10c。在基板 10 的第一表面 10a 上设置有透明电极层 12、短路减少层 50, 有机发光元件 30, 以及反射电极层 22。在基板 10 的第二表面 10b 上设置有光提取增强结构 40。此外, 在第一表面 10a 或第二表面 10b 上还可有其它层, 例如包括置于反射第二电极层 22 和 / 或光提取增强结构 40 上的保护层。

[0027] 有机发光元件 30 至少包括发光层 35 和电荷注入层 37。其可具有其它的层,包括第二电荷注入层,电子传输层,更多的发光层,以及空穴传输层。有机发光元件 30 也可具有堆叠结构,通过连接器分隔开一层以上的发光层。这种堆叠结构的构建在美国专利 U. S. 6, 872, 472、6, 936, 961、6, 717, 358、6, 991, 859、7, 126, 267 和美国专利申请公开 2005/0029933 A1、2006/0040132 A1、2006/0087225 A1 中有详细描述,这些专利文献经引用而并入本申请。电荷注入层 37 位于与反射电极 22 相邻之处,并且在以反射电极 22 作为阴极时选择作为电子注入层,而在反射电极被用作阳极时选择作为空穴注入层。操作中,在透明电极层 12 和反射电极层 22 之间施加电压从而导致电荷载体注入发光层 35 中。随着这些载体的复合,在发光层 35 中产生光。OLED 器件 101 通常被称作底部发射器件,其中从发光层 35 产生的光传播通过短路减少层 50、透明电极层 12、和透明基板 10 而进入空气中。

[0028] 透明电极层 12 通常由透明的导电金属氧化物层形成,例如氧化铟-锡 (ITO),氧化铟-锌 (IZO),铝掺杂氧化锌 (AZO) 等。或者,透明电极层 12 也可由薄金属膜构成,或由薄金属膜与包括 ITO、IZO 或 AZO 的一层或多层透明氧化物层的组合构成。优选金属是 Ag、Ag 基合金、Mg、Ag-Mg 合金、Au、Al 或 Cu。反射电极层 22 优选由 Ag 或 Ag 基合金形成。用于本发明目的的 Ag 基合金是 Ag 含量超过 80 原子百分含量的合金。反射电极层 22 也可包括一层以上的层,在这种情况下,这些层中的至少一层,优选最靠近有机发光元件的一层含有 Ag 或 Ag 基合金。反射电极层 22 可通过普通的真空沉积技术如蒸发和溅镀来形成。反射电极层 22 的优选厚度为 30nm 或更厚。

[0029] 短路减少层 50 是一层薄的具有适当电阻的透明层,能够减小 OLED 器件操作中产生的短路缺陷的不利影响。短路减少层 50 可覆盖在基板 10 的第一表面 10a 的大部分区域。或者,如果 OLED 器件包括多于一个部分,则也可将其做成具有与这些部分相同的构图 (pattern) 并仅对 OLED 器件的有源区域进行基本覆盖。

[0030] 具有 Ag 或 Ag 基合金反射电极的 OLED 器件在操作中引起的短路失效被认为是由高电场或高操作电流导致在两个电极之间形成导电 Ag 丝所致。这些 Ag 丝一旦形成,将形成低阻抗通路而从器件分流一部分施加于其上的电流,从而导致器件失效。恰当选择的短路减少层 50 加给 Ag 丝的电阻大大高于它加给器件的电阻,这是由于短路减少层 50 与 Ag 丝的接触表面积远远小于它与器件的接触表面积所致。于是,施加的电流将优选流经器件而非 Ag 丝,从而减轻了 Ag 丝的不利影响。

[0031] 对以下术语的定义将有助于讨论本发明的详细的实施:

[0032] (a) 体电阻率, ρ , 是材料的基本性质;单位是 $\Omega \cdot \text{cm}$ 。

[0033] (b) 表面电阻率, ρ/t , 是具有厚度 t 的材料薄层的电阻率;单位是欧姆,或优选为 $\Omega/\square$ 。

[0034] (c) 全厚度电阻率, ρt , 是具有厚度 t 的材料薄层的全厚度电阻率;单位是 $\Omega \cdot \text{cm}^2$ 。

[0035] OLED 器件的有效电阻取决于它的尺寸和操作条件。在本发明的一种示例的实施方式中, OLED 器件 101 在 $1000\text{cd}/\text{m}^2$ 下运行,具有 $20\text{cd}/\text{A}$ 的发光效率和 3 伏特的操作电压。因此, OLED 器件 101 的有效全厚度电阻率为约 $600 \Omega \cdot \text{cm}^2$ 。如果 OLED 器件 101 的尺寸是 10cm^2 ,则该器件的有效电阻为约 60Ω 。为了确保例如施加电流中的 10% 以下的电流流经短路缺陷,则短路缺陷的总电阻必须大于 600Ω 。如果总的 Ag 丝接触表面积是

100nm×100nm(10^{-10}cm^2), 则一个具有全厚度电阻率 $6\times 10^{-8}\Omega\text{cm}^2$ 或更大的薄膜层将给短路缺陷增加超过 600 Ω 的电阻, 并成为有效的短路减少层 50。具有更大全厚度电阻率的薄膜在降低短路缺陷的不利影响上甚至更为有效。然而, 由于短路减少层 50 也会增加器件的电阻, 因此对其电阻率有限制。由于在此例中的器件具有 600 Ωcm^2 的有效全厚度电阻率, 因此短路减少层必须具有的全厚度电阻率应当少于该值的 10% 或 60 Ωcm^2 , 以确保增加的电阻不会导致器件性能降低超过 10%。因此就目前讨论的情况而言, 具有全厚度电阻率在 $6\times 10^{-8}\Omega\text{cm}^2$ 和 60 Ωcm^2 之间的薄膜可被用作有效的短路减少层 50。短路减少层 50 的优选厚度为约 20nm 到约 200nm。因此, 要求对应于 20nm 薄膜和 200nm 薄膜的用于短路减少层的材料的体电阻率分别为约 3×10^{-2} 到 $3\times 10^7\Omega\text{cm}$ 以及 3×10^{-3} 到 $3\times 10^6\Omega\text{cm}$ 。相应的对应于 20nm 和 200nm 表面电阻率分别为 1.5×10^4 到 $1.5\times 10^{13}\Omega/\text{cm}^2$ 以及 1.5×10^3 到 $1.5\times 10^{12}\Omega/\text{cm}^2$ 。

[0036] 除了上面描述的外, 本发明还可应用于在不同条件下具有其它运行效率的 OLED 器件。对于大多数 OLED 器件而言, 短路减少层 50 的全厚度电阻率应当在 $6\times 10^{-8}\Omega\text{cm}^2$ 到 $10^2\Omega\text{cm}^2$ 的范围内, 优选在 $2\times 10^{-6}\Omega\text{cm}^2$ 到 $2\Omega\text{cm}^2$ 的范围内。这可通过使用 20 到 200nm 厚、由体电阻率为 $3\times 10^{-3}\Omega\text{cm}$ 到 $3\times 10^7\Omega\text{cm}$ 的材料形成的薄膜实现, 优选在 10^{-1} 到 $10^6\Omega\text{cm}$ 范围内。

[0037] 可用作短路减少层 50 的材料包括无机的氧化铟、氧化锌、氧化锡、氧化钼、氧化钒、氧化锑、氧化铋、氧化镱、氧化钽、氧化钨、氧化铌、氧化镍或它们的混合物。这些氧化物材料的薄膜可通过普通的真空沉积技术如蒸发和溅镀来制备。需注意的是这些氧化物材料或它们的混合物的薄膜可形成具有适合用于诸如 OLED 的透明电极或光电太阳能电池的低电阻的应用。对于这类应用而言, 体电阻率需要小于约 $10^{-3}\Omega\text{cm}$, 从而使这些薄膜能够起到短路减少层的作用。然而, 通过正确控制包括氧气分压在内的沉积条件, 可制成电阻率在可用作短路较少层范围内的这些材料的薄膜。其它适合作为短路较少层的材料包括上面列出的氧化物材料与选自氧化物、氟化物、氮化物、硫化物及其混合物的绝缘材料的混合物。混合层的电阻率可通过调整两种材料的比例而达到理想的范围。一种特别有用的用作短路减少层的材料是硫化锌或硫化锌-氧化硅混合物与氧化铟-锡、氧化铟、或氧化锡的混合物。含有材料混合物的层可从两个或多个靶采用共溅镀制备, 或从两个或多个蒸发源采用共蒸发制备。或者, 这些层也可从一个含有混合物材料的预先混合的靶经溅镀制备, 或从以预先混合的源采用包括闪蒸或馈线 (wire-feed) 蒸发的蒸发技术制备。

[0038] 光提取增强结构 40 可以是任何改善 OLED 器件发光的结构。光提取增强结构 40 的例子在美国专利 U. S. 5, 955, 837, 5, 834, 893, 6, 091, 195, 6, 787, 796, 6, 777, 871; 美国专利申请公开 2004/0217702 A1, 2005/0018431 A1 和 2001/0026124 A1; WO 02/37580 A1, W002/37568 A1 各文献中有详细描述, 且这些文献经引用而并入。有效的光提取增强结构包括散射层、表面粗糙度、光晶体和微透镜阵列。散射层可由分散在基质中的颗粒或孔形成, 其中基质具有不同于颗粒或孔的光学指数。该散射层可涂覆在第二表面 10b 上或涂覆于一单独的支撑上然后再层压到第二表面 10b 上。散射层也可在第二表面 10b 上用具有高光学指数颗粒的涂层形成, 并且颗粒间具有孔。优选的高光学指数颗粒选自包括氧化钛、氧化锆、氧化铌、氧化钽、氧化锌、氧化锡和硫化锌的无机材料。颗粒的尺寸从约 100nm 到约 10000nm; 颗粒的形状可以是球形、椭球形或无规形状。优选的, 颗粒为无规形状, 且最大线

性延伸在 300nm 到约 2000nm 之间。另外,颗粒的材料优选为氧化钛。微透镜阵列是二维的、规则或无规则的表面特征的阵列,具有半球形或锥体形状。微透镜阵列可通过压纹或蚀刻第二表面 10b 来直接形成,也可通过将一层带有这种表面特征的单独的材料层压到第二表面 10b 上而形成。表面特征的尺寸优选在约 1,000nm 到约 1,000,000nm 之间。表面粗糙度是第二表面 10b 的无任何特定尺寸或形状的任意粗磨。光晶体是在 10b 上或层压到 10b 上的单独的材料片上形成的周期性的电介质结构。

[0039] 在具有包括 Ag 或 Ag 基合金的反射电极 22 的 OLED 器件中,光提取增强元件 40 不能将所有捕获于器件区域内的光都提取出,因此,除非总器件尺寸 16 远大于基板厚度 10c,否则在基板 10 中沿侧面传播并到达器件区域外的光中的绝大部分将会丢失。从有效的光提取考虑,总器件尺寸 16 至少应该是基板厚度 10c 的 10 倍,更优选为大于基板厚度的 20 倍。

[0040] 现参见图 2,这里示出了根据本发明的一种实施方式的 OLED 器件 102 的截面示意图。OLED 器件 102 是 4 个 OLED 部分在共用基板 10 串行连接的阵列,其中一个部分的透明电极与下一个部分的反射电极在它左边相连。所有的 OLED 部分均包括如 OLED 器件 101 中所具备的各个层,但是为了清楚起见,在图 2 中没有将所有的层均表示出来。当在左边的第一部分的反射电极 22 和右边最后一个部分的透明电极 10 上施加电压时,电流流经所有四个部分,每个部分均产生光。如此串行连接的阵列在美国专利 U. S. 6,694,296 和 7,034,470 中已有详细描述。图 2 中还示出了总器件尺寸 16 和基板厚度 10c。每个片段或像素也可具有如美国专利 U. S. 5,703,436 和 6,274,980 中描述的堆叠的 OLED 结构,其中多个发光层被连接器所分开。

[0041] 现参见图 3,这里示出了根据本发明的一种实施方式的 OLED 器件 103 的顶视图。OLED 器件 103 包括 6 个在一个共用基板 10 上的串行连接的阵列 60。OLED 器件 103 包括如 OLED 器件 101 中所具备的所有的层,但是为了便于讨论清楚,只示出了基板 10、透明电极层 12 和反射电极层 22。图 3 中还示出了总器件尺寸 16 和基板厚度 10c。同样,对于包含多个片段或像素的器件,总的尺寸是 OLED 器件的总有源区域中线性最小尺寸。

[0042] 现参见图 4,这里示出了 OLED 器件 201 的截面示意图。OLED 器件 201 包括基板 10、光提取增强结构 40、透明电极层 12、短路减少层 20、有机发光元件 30、和反射电极层 22。除了层 40 现在位于基板 10 和透明电极层 12 之间外,对所有各层的说明与 OLED 器件 101 的各层相同。因此,光提取增强结构 40 就需要有一光滑表面这个额外特征,以使其它各层在它上面构建时不会造成器件短路。OLED 器件 201 也可以是像素化的或分段化的。根据本发明的 OLED 器件可用作显示器器件或照明器件,在作为显示器器件的情况下,OLED 器件可以是无源矩阵结构或有源矩阵结构中的一部分。

[0043] 共同的器件特征

[0044] 基板

[0045] 本发明的 OLED 通常是位于支持基板上,其中阴极或阳极均可与基板接触。与基板接触的电极通常被称作底部电极。一般而言,底部电极是阳极,但本发明并不限于此构造。根据发光的目的方向,基板可以是透光的或不透光的。对于通过基板观察 EL 发射而言,透光性是理想的性能。在这种情况下,通常采用透明玻璃或塑料。对于通过顶部电极板观察 EL 发射的应用而言,底部支撑的透光性则不重要,因此基板可以是透光的、吸收光的或反射

光的。用于这种情况的基板包括但不限于玻璃、塑料、半导体材料、硅、陶瓷、具有绝缘表面层的金属,以及电路板材料。当然,在这些器件构造中必须提供透光的顶部电极。

[0046] 阳极和阴极

[0047] 透明电极 12 可以是 OLED 器件的阳极或阴极。当透明电极 12 为阳极时,反射电极 22 是阴极,反之亦然。

[0048] 空穴注入层 (HIL)

[0049] 尽管不总是必要的,但提供 HIL 与阳极接触往往有用。特别是在以由 Ag 或 Ag 基合金做成的反射电极层 22 作为阳极时,由于 Ag 或 Ag 基合金没有有效注入空穴的合适的功函数,所以有必要采用空穴注入层与反射电极 22 接触。HIL 可帮助将空穴注入到 HTL 中而降低 OLED 的驱动电压。在一些情况下,它也可以改善后续有机层的成膜性质。适合用于 HIL 中的材料包括但不限于在美国专利 U. S. 4, 720, 432 中描述的卟啉类化合物,在美国专利 U. S. 6, 208, 075 中描述的等离子-沉积的氟碳聚合物,以及一些芳胺,如 m-MTDATA(4,4', 4'' -三[(3-乙苯基)苯氨基]三苯胺)。用于有机 EL 器件中的其它空穴注入材料在 EP 0 891 121 A1 和 EP 1 029 909 A1 中有描述。

[0050] 美国专利 U. S. 6, 423, 429 中描述了一种 p-型掺杂的有机层也可用于空穴注入层。p-型掺杂的有机层是指该层具有导电性,且电荷载体主要为空穴。导电性是由于电子从宿主材料转移到掺杂剂材料中形成电荷-转移复合物而提供的。

[0051] 一些无机金属氧化物也是良好的 HIL 材料。有用的无机 HIL 材料包括但不限于氧化钼、氧化钨、氧化镍和氧化银。这些材料的从几纳米到几十纳米厚度非常薄的层可提供理想的 HIL 功能。

[0052] 空穴传输层 (HTL)

[0053] OLED 中的 HTL 包括至少一种空穴传输化合物例如芳香叔胺,其是一种含有至少一个仅与碳原子相连的三价氮原子的化合物,这些碳原子中的至少一个是芳环的组成原子。在一种形式中,芳香叔胺可以是芳基胺,如单芳基胺、二芳基胺、三芳基胺、或聚芳基胺。具体的单体三芳基胺在 Klupfel 等人的美国专利 U. S. 3, 180, 730 中有描述。其它的被一个或多个乙烯基自由基取代的和/或含有至少一个含活性氢基团的适合的三芳基胺在 Brantley 等人的美国专利 U. S. 3, 567, 450 和 3, 658, 520 中公开。

[0054] 更优选的一类芳香族叔胺是那些如在美国专利 U. S. 4, 720, 432 和 5, 061, 569 中个描述的包含至少两个芳香族叔胺部分的物质。HTL 可由单一的或混合的芳香叔胺化合物形成。有用的芳香叔胺如下:

[0055] 1,1-二(4-二-对-甲苯基氨基苯基)环己烷

[0056] 1,1-二(4-二-对-甲苯基氨基苯基)-4-苯基环己烷

[0057] 4,4'-二(二苯基氨基)四苯基

[0058] 二(4-二甲基氨基-2-甲基苯基)-苯基甲烷

[0059] N,N,N'-三(对-甲苯基)胺

[0060] 4-(二-对-甲苯基氨基)-4'-[4(二-对-甲苯基氨基)-苯乙烯基]芪

[0061] N,N,N',N'-四-对-甲苯基-4,4'-二氨基联苯

[0062] N,N,N',N'-四苯基-4,4'-二氨基联苯

[0063] N,N,N',N'-四-1-萘基-4,4'-二氨基联苯

- [0064] N, N, N', N' - 四 -2- 萘基 -4,4' - 二氨基联苯
- [0065] N- 苯基吡唑
- [0066] 4,4' - 二 [N-(1- 萘基)-N- 苯基氨基] 联苯
- [0067] 4,4' - 二 [N-(1- 萘基)-N-(2- 萘基) 氨基] 联苯
- [0068] 4,4'' - 二 [N-(1- 萘基)-N- 苯基氨基] p- 三联苯
- [0069] 4,4' - 二 [N-(2- 萘基)-N- 苯基氨基] 联苯
- [0070] 4,4' - 二 [N-(3- 萘基)-N- 苯基氨基] 联苯
- [0071] 1,5- 二 [N-(1- 萘基)-N- 苯基氨基] 萘
- [0072] 4,4' - 二 [N-(9- 蒽基)-N- 苯基氨基] 联苯
- [0073] 4,4'' - 二 [N-(1- 蒽基)-N- 苯基氨基] p- 三联苯
- [0074] 4,4' - 二 [N-(2- 菲基)-N- 苯基氨基] 联苯
- [0075] 4,4' - 二 [N-(8- 荧蒽基)-N- 苯基氨基] 联苯
- [0076] 4,4' - 二 [N-(2- 芘基)-N- 苯基氨基] 联苯
- [0077] 4,4' - 二 [N-(2- 并四苯基)-N- 苯基氨基] 联苯
- [0078] 4,4' - 二 [N-(2- 花基)-N- 苯基氨基] 联苯
- [0079] 4,4' - 二 [N-(1- 蔻基)-N- 苯基氨基] 联苯
- [0080] 2,6- 二 (二 - 对 - 甲苯基氨基) 萘
- [0081] 2,6- 二 [二 -(1- 萘基) 氨基] 萘
- [0082] 2,6- 二 [N-(1- 萘基)-N-(2- 萘基) 氨基] 萘
- [0083] N, N, N', N' - 四 (2- 萘基) -4,4'' - 二氨基 - 对 - 三联苯
- [0084] 4,4' - 二 {N- 苯基 -N-[4-(1- 萘基) - 苯基] 氨基} 联苯
- [0085] 4,4' - 二 [N- 苯基 -N-(2- 芘基) 氨基] 联苯
- [0086] 2,6- 二 [N, N- 二 (2- 萘基) 胺] 芴
- [0087] 1,5- 二 [N-(1- 萘基)-N- 苯基氨基] 萘
- [0088] 4,4', 4'' - 三 [(3- 甲苯基) 苯基氨基] 三苯基胺

[0089] 另外一类有用的空穴传输材料包括在 EP 1 009 041 中描述的多环芳香化合物。可使用的具有超过两个胺基的芳香叔胺包括低聚材料。此外,可用的聚合的空穴传输材料如聚乙烯基吡唑(PVK)、聚噻吩、聚吡咯、聚苯胺和如聚(3,4- 乙烯二氧噻吩)/ 聚(4- 苯乙烯磺酸盐)的共聚物,也称作 PEDOT/PSS。

[0090] 发光层 (LEL)

[0091] 如在美国专利 U. S. 4, 769, 292 和 5, 935, 721 中更为完整的描述, OLED200 中的 LEL134 包括发光或荧光材料,其中在这一区域内因空穴 - 电子对再复合而产生电致发光。LEL 可包括至少一种掺杂有至少一种客体化合物的宿主材料,其中光主要从掺杂剂发出,且可以是任何颜色。LEL 中的宿主材料可以是电子传输材料、空穴传输材料、或其它材料或支持空穴 - 电子再复合的材料组合。掺杂剂一般选自高荧光染料,但也可使用磷光化合物,例如在 WO 98/55561, WO 00/18851, WO 00/57676 和 WO 00/70655 中描述的过渡金属络合物。一般掺杂剂涂于基材料内的重量比例为 0.01 到 10%。聚合材料如聚芴类和聚乙烯基亚芳基类,例如聚对亚苯基亚乙烯基,PPV 也可用作宿主材料。在这种情况下,小分子的掺杂剂可分子分散于聚合物宿主内,或者可通过共聚将少量的掺杂剂加入到宿主聚合物中。

[0092] 在选择染料作为掺杂剂时需要考虑的重要关系是比较电子能带隙。为了从宿主到掺杂剂分子实现有效的能量转移,一个必要条件是掺杂剂的能带隙小于宿主材料的能带隙。对于发磷光的材料,宿主的三线态能级应足够高以实现从宿主到掺杂剂的能量转移。

[0093] 已知可用的宿主材料和发光分子包括但不限于那些在美国专利 U. S. 4,768,292, 5,141,671,5,150,006,5,151,629,5,405,709,5,484,922,5,593,788,5,645,948, 5,683,823,5,755,999,5,928,802,5,935,720,5,935,721 和 6,020,078 中描述的。

[0094] 8-羟基喹啉(oxine)与类似衍生物的金属络合物构成了一类有用的能支持电致发光的宿主化合物。这些有用的螯合 8-羟基喹啉(oxinoid)化合物如下:

[0095] C0-1:三噁星铝[别名,三(8-羟基喹啉)铝(III)]

[0096] C0-2:二噁星镁[别名,二(8-羟基喹啉)镁(II)]

[0097] C0-3:二[苯并{f}-8-羟基喹啉]锌(II)

[0098] C0-4:二(2-甲基-8-羟基喹啉)铝(III)- μ -氧代-二(2-甲基-8-羟基喹啉)铝(III)

[0099] C0-5:三噁星铟[别名,三(8-羟基喹啉)铟]

[0100] C0-6:三(5-甲基噁星)铝[别名,三(5-甲基-8-羟基喹啉)铝(III)]

[0101] C0-7:噁星锂[别名,(8-羟基喹啉)锂(I)]

[0102] C0-8:噁星镓[别名,三(8-羟基喹啉)镓(III)]

[0103] C0-9:噁星锆[别名,四(8-羟基喹啉)锆(IV)]。

[0104] 其它类有用的宿主材料包括但不限于蒽的衍生物,例如 2-(1,1-二甲乙基)-9,10-双(2-萘基)蒽(TBADN),9,10-二-(2-萘基)蒽(ADN)以及如在美国专利 U. S. 5,935,721 中描述的它们的衍生物,如在美国专利 U. S. 5,121,029 中描述的连苯乙炔亚芳基衍生物,吡啶的衍生物,例如 2,2',2''-(1,3,5-亚苯基)三[1-苯基-1H-苯并咪唑],以及发蓝光的金属螯合的噁星化合物,例如双(2-甲基-8-羟基喹啉)(4-苯基苯酚)铝(B-Alq)。咔唑的衍生物是特别有用的磷光发射体的宿主。

[0105] 有用的荧光掺杂剂包括但不限于蒽、并四苯、咕吨、茈、红荧烯、香豆素、若丹明和噻吡酮的衍生物、二氰亚甲基吡喃化合物、噻喃化合物、聚甲炔化合物、吡啶鎓(pyrylium)和噻喃鎓(thiapyrylium)化合物、茈的衍生物、periflanthene 的衍生物、茈并茈的衍生物、双(吡嗪基)胺硼化合物、双(吡嗪基)甲烷化合物和羰基苯乙烯化合物。

[0106] 在本发明中,LEL 的厚度是在 5nm 到 45nm 的范围内。优选地,发光层的厚度是在 5nm 到 30nm 的范围内。更优选地,发光层的厚度是在 5nm 到 20nm 的范围内。

[0107] 电子传输层(ETL)

[0108] 用于在 OLED 器件中形成 ETL 的优选薄膜形成材料为金属螯合的噁星类(oxinoid)化合物,包括噁星本身的螯合物,其通常也被称为 8-噻啉醇或 8-羟基喹啉。这些化合物帮助电子的注入和传输,展现出高性能,且易于沉积形成薄膜。8-羟基喹啉化合物的例子如下:

[0109] C0-1:三噁星铝[别名,三(8-羟基喹啉)铝(III)]

[0110] C0-2:二噁星镁[别名,二(8-羟基喹啉)镁(II)]

[0111] C0-3:二[苯并{f}-8-羟基喹啉]锌(II)

[0112] C0-4:二(2-甲基-8-羟基喹啉)铝(III)- μ -氧代-二(2-甲基-8-羟基喹啉)

铝 (III)

[0113] C0-5 :三喔星铟 [别名, 三 (8- 羟基喹啉) 铟]

[0114] C0-6 :三 (5- 甲基喔星) 铝 [别名, 三 (5- 甲基 -8- 羟基喹啉) 铝 (III)]

[0115] C0-7 :喔星锂 [别名, (8- 羟基喹啉) 锂 (I)]

[0116] C0-8 :喔星镓 [别名, 三 (8- 羟基喹啉) 镓 (III)]

[0117] C0-9 :喔星锆 [别名, 四 (8- 羟基喹啉) 锆 (IV)]。

[0118] 其它的电子传输材料包括在美国专利 U. S. 4, 356, 429 中公开的各种丁二烯衍生物以及在美国专利 U. S. 4, 539, 507 中公开的各种杂环荧光增白剂。吡啶、噻二唑、三唑、吡啶噻二唑、三嗪和一些噻咯 (silole) 衍生物也是有用的电子传输材料。

[0119] 电子注入层 (EIL)

[0120] 尽管不总是必要, 但提供 EIL 与阴极接触往往有用。特别是在以由 Ag 或 Ag 基合金做成的反射电极层 22 作为 EIL 阴极时, 由于 Ag 或 Ag 基合金不具有有效注入电子的合适的功函, 所以有必要采用 EIL 与反射电极 22 接触。如美国专利 U. S. 6, 013, 384 中所描述的, EIL 可帮助将电子注入到 ETL 中以增加导电性, 从而降低 OLED 的驱动电压。适合用于 EIL 中的材料为前面提到的具有以强还原剂作为掺杂剂的 ETL 或具有以低功函 ($< 3.0\text{eV}$) 金属作为掺杂剂而形成 n- 型掺杂的有机层的 ETL。n- 型掺杂的有机层是指该层具有导电性, 且电荷载体主要为电子。导电性是通过电子从掺杂材料转移到宿主材料中形成电荷 - 转移复合物而提供的。其它可供选择的无机电子 - 注入材料也可用于形成 OLED 中的 EIL。无机 EIL 优选包括低功函的金属或金属盐, 例如在美国专利 U. S. 5, 677, 572 中描述的 0.5-1nm LiF 层, 或 0.4-10nm Li 或 Ca 金属层。

[0121] 可供选择的层

[0122] 在一些情况下, 有机 HIL, 其可任选称为 HTL, 起到支持空穴注入和空穴传输的功能, 而有机 EIL, 其可任选称为 ETL, 起到支持电子注入和电子传输的功能。本领域中也已公开了可在 HTL 中加入发光掺杂剂而可作为宿主。

[0123] 为了制备发白光的 OLED, 也可向一层或多层中加入多种掺杂剂, 例如通过结合发蓝光和黄光的材料, 青光和红光材料, 或红光、绿光和蓝光的材料而实现。发白光的器件例如在美国专利申请公开 2002/0025419 A1, 美国专利 U. S. 5, 683, 823、5, 503, 910、5, 405, 709、5, 283, 182 和 EP 1 187 235 以及 EP 1 182 244 中进行了描述。

[0124] 另外的层, 例如现有技术中教导的在阳极一侧并与 LEL 临近的电子阻碍层也可应用于本发明的器件中。

[0125] 部件清单

[0126] 10 基板

[0127] 10a 第一表面

[0128] 10b 第二表面

[0129] 10c 基板厚度

[0130] 12 透明电极层

[0131] 16 总器件尺寸

[0132] 22 反射电极层

[0133] 30 发光元件

- [0134] 35 发光层
- [0135] 37 电荷注入层
- [0136] 40 光提取增强结构
- [0137] 50 短路减少层
- [0138] 60 串行连接的阵列
- [0139] 101 OLED 器件
- [0140] 102 OLED 器件
- [0141] 103 OLED 器件
- [0142] 201 OLED 器件

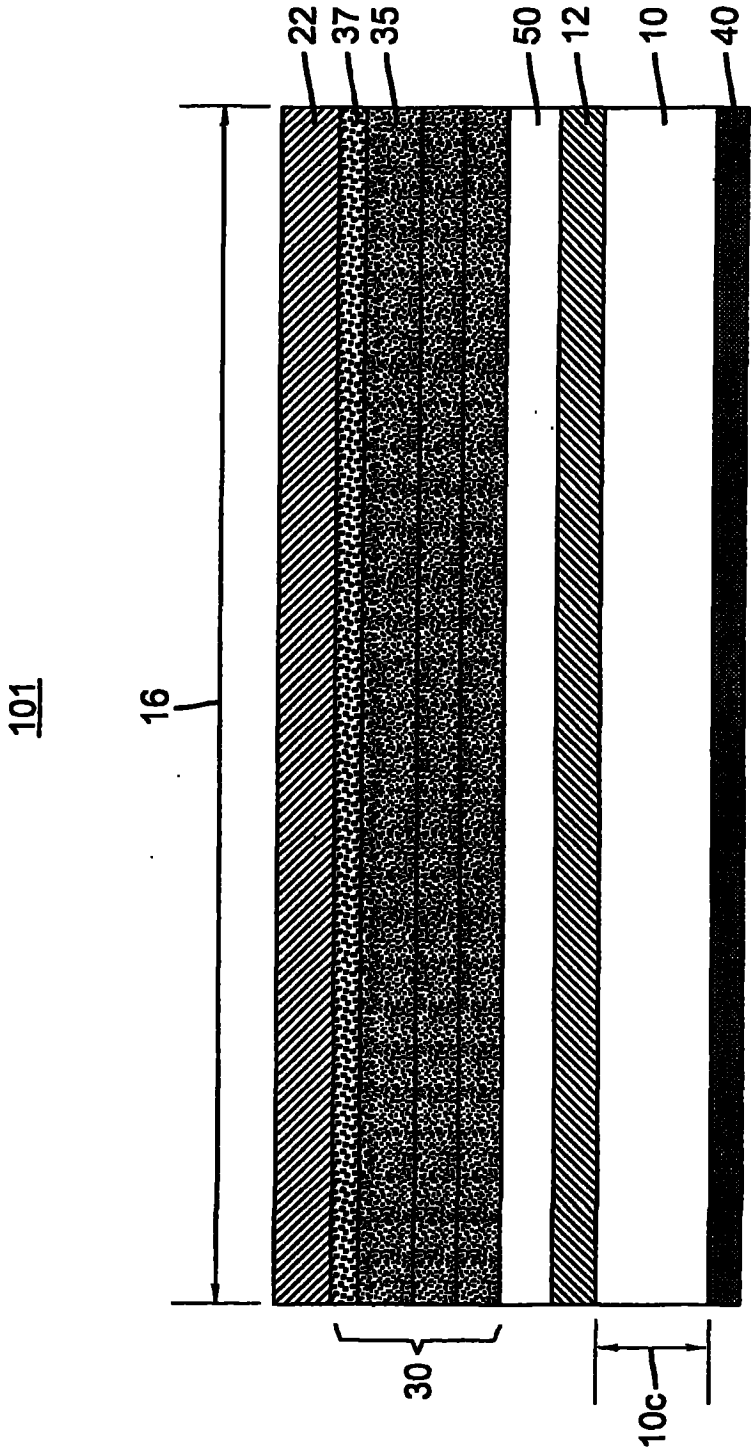


图 1

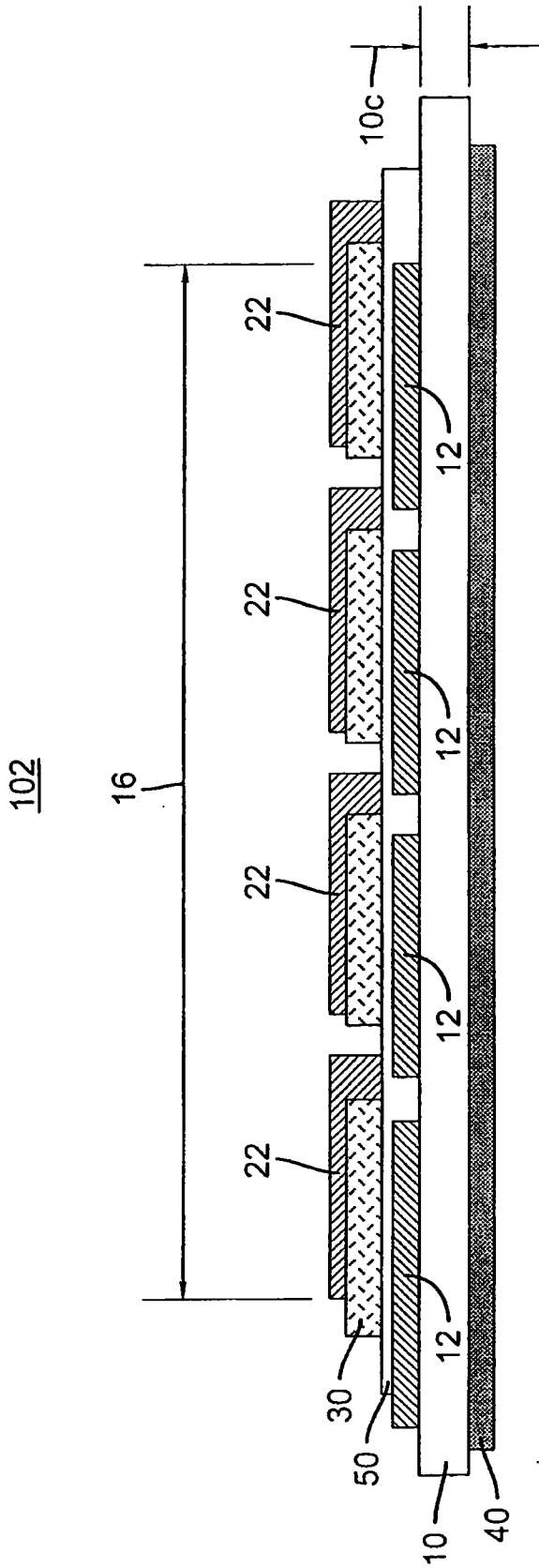


图 2

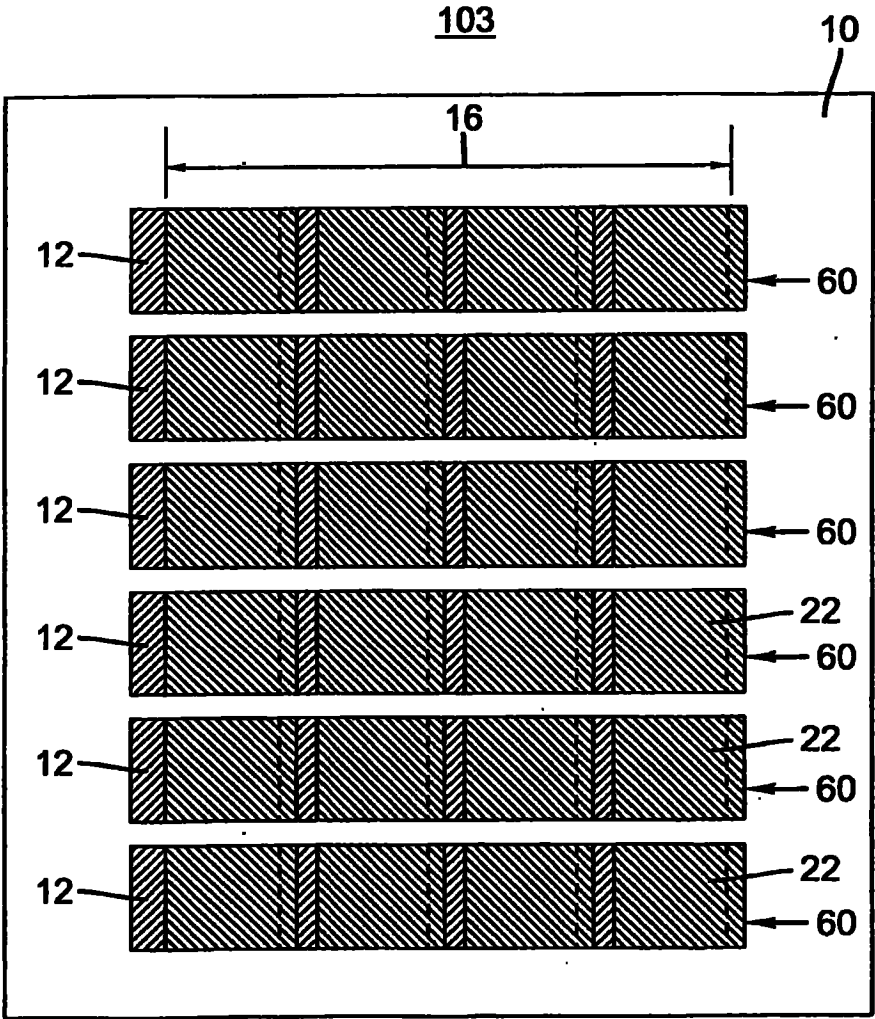


图 3

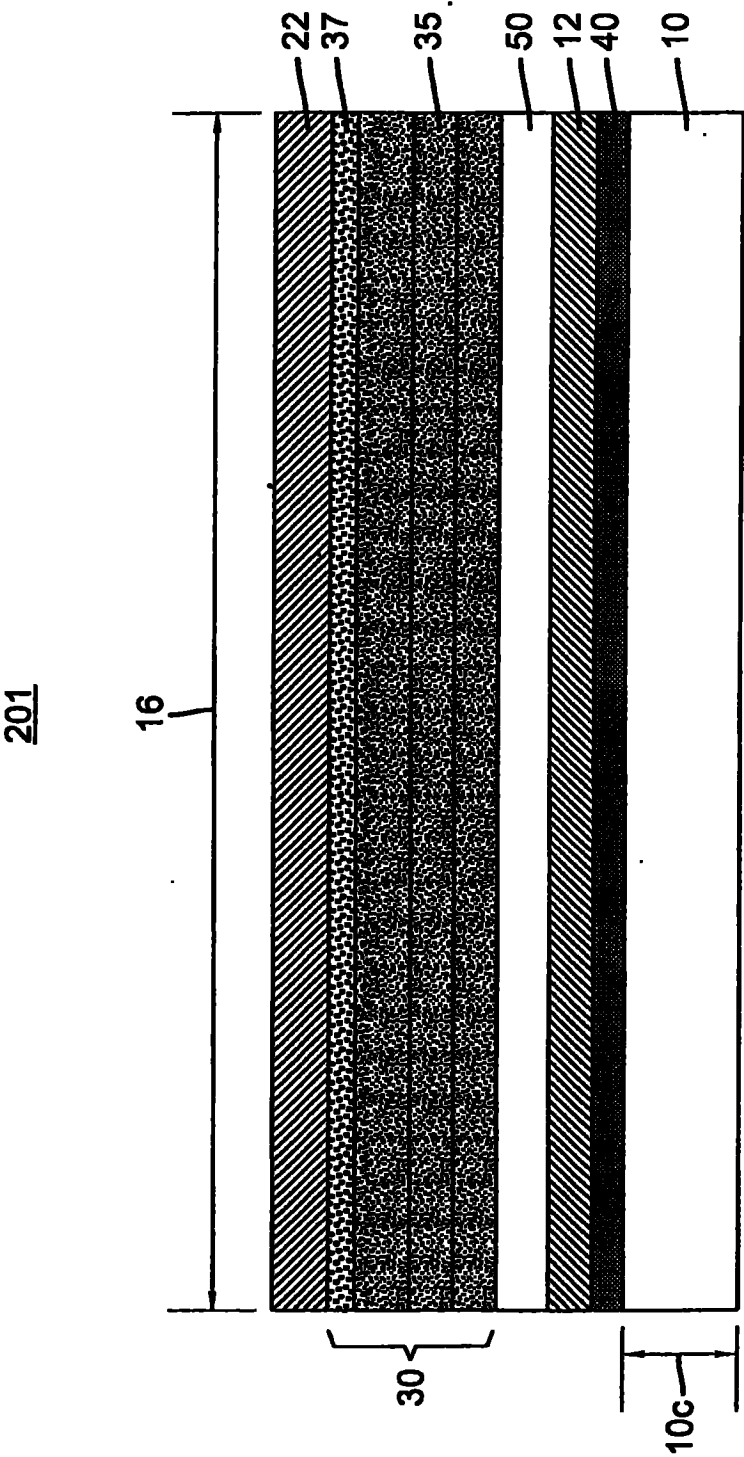


图 4