

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H01L 33/00 (2006.01)

H01L 51/00 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 02142173.0

[45] 授权公告日 2006 年 2 月 15 日

[11] 授权公告号 CN 1242495C

[22] 申请日 1999. 12. 15 [21] 申请号 02142173.0

分案原申请号 99815945. X

[30] 优先权

[32] 1998. 12. 16 [33] GB [31] 9827699. 1

[32] 1999. 3. 26 [33] GB [31] 9907120. 1

[71] 专利权人 剑桥显示技术有限公司

地址 英国剑桥

[72] 发明人 J·C·卡特 J·H·伯路格斯

S·K·希克斯

审查员 吴晓达

[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

代理人 蔡胜有

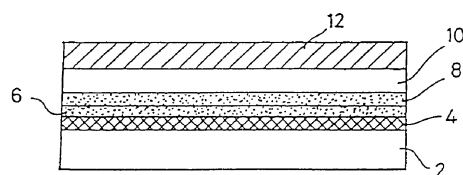
权利要求书 2 页 说明书 17 页 附图 3 页

[54] 发明名称

有机发光器件

[57] 摘要

一个有机发光器件，包含一个夹在第一电极(4)和第二电极(12)之间的发光有机层(8)，第一和第二电极用来注入电荷载流子到发光有机层(10)内。所述的第一电极和第二电极中至少一个包含多个层，包括有高阻的第一电极层(10)，该层邻近发光有机层(8)的表面，远离第一电极和第二电极中的另一个，所述的第一电极层(10)包含选自半导体材料和绝缘材料的混合物、半导体材料和导体材料的混合物以及绝缘材料和导体材料混合物中的一种高阻材料。



1. 一种有机发光器件，包含夹在第一和第二电极之间的发光有机层，第一和第二电极用来注入电荷载流子到发光有机层内，所说的第一和第二电极中的至少一个包含多个层，其中包括邻近发光有机层表面的第一电极层，远离第一电极和第二电极中的另一个，所说的第一电极层的电阻率和厚度的乘积在 $0.005\text{--}10\Omega\cdot\text{cm}^2$ ，并且包含从以下材料中选择的材料：半导体材料和绝缘材料的混合物，半导体材料和导体材料的混合物以及绝缘材料和导体材料的混合物。

2. 根据权利要求1所述的有机发光器件，其中，所述第一电极层包含选自氧化物、氮化物和氟化物的绝缘材料与导体材料的混合物。

3. 根据权利要求1的有机发光器件，其中，所述第一电极层具有至少0.5微米的厚度。

4. 根据权利要求1所述的有机发光器件，其中，所述第一电极层包含至少一种有低功函数的材料。

5. 根据权利要求4所述的有机发光器件，其中，所述第一电极层包含LiF/Al。

6. 根据权利要求1所述的有机发光器件，其中，所述导体材料是Al或Ag。

7. 根据权利要求1, 2和6中任意一项所述的有机发光器件，还包含位于第一电极层上的第二电极层，所说的第二电极层包含一个导体材料层。

8. 根据权利要求1的有机发光器件，其中，所述绝缘材料选自 Al_2O_3 ， SiO_2 ，LiO，AlN，SiN，LiF和CsF。

9. 有机发光器件，包含夹在第一和第二电极之间的发光有机层，第一和第二电极用来注入电荷载流子到发光有机层内，所述的第一和第二电极中至少一个包含多个层，其中包括含有低功函数材料的薄的第一电极层，该层邻近发光有机层表面，远离第一和第二电极中的另一个，和第二电极层，邻近第一电极层表面，远离发光有机层，所述

的第二电极层的电阻率和厚度的乘积在 $0.005-10\Omega \cdot \text{cm}^2$ 并包含选自半导体材料、半导体材料和导体材料的混合物、半导体材料和绝缘体材料的混合物以及导体材料和绝缘材料的混合物的材料。

10. 根据权利要求 9 所述的有机发光器件, 还包括在第二电极层表面上的第三电极层, 该层远离第一电极层, 所述的第三电极层包括导体材料层。

11. 根据权利要求 9 所述的有机发光器件, 其中, 第一电极包含选自 Ca, Li, Yb, LiF, CsF 和 LiO 中的材料。

12. 根据权利要求 9 所述的有机发光器件, 其中, 第一电极层的厚度范围是 0.5nm 到 10nm。

13. 根据权利要求 12 的有机发光器件, 其中, 所述第一电极层的厚度小于 5nm。

14. 根据权利要求 9 的有机发光器件, 其中, 所述绝缘材料选自 Al_2O_3 , SiO_2 , LiO, AlN, SiN, LiF 和 CsF。

15. 根据权利要求 9 的有机发光器件, 其中, 所述第二电极层包含选自氧化物、氮化物和氟化物的绝缘材料与导体材料的混合物。

16. 根据权利要求 9 的有机发光器件, 其中, 所述第二电极层具有至少 0.5 微米的厚度。

有机发光器件

技术领域

本发明涉及有机发光器件（OLEDs）和一种改善具有含本征缺陷的发光有机层的 OLEDs 的电流密度均匀性的方法。

本发明也涉及一种有已构图的电极的有机发光器件。

背景技术

有机发光器件，如美国专利 US5247190 或美国专利 US4539507（其内容引入本文作为参考）所述，在不同的显示应用中有更多可能的应用。根据一种方法，用透明的第一电极（阳极）例如铟-锡氧化物（ITO）覆盖玻璃或塑料衬底制造一个 OLED。然后在最后一层一般是金属或合金的第二电极膜（阴极）形成之前淀积至少一层电致发光有机材料薄膜。

在许多实际应用中，电致发光有机材料层有 100nm 数量级的厚度以保证一个实际的工作电压。它一般是通过旋涂技术淀积在第一电极上。如果该有机材料被与有机材料层的厚度尺寸同一数量级的微粒所污染，在形成的有机层中不仅这些微粒它们自己会带来缺陷，而且它们的存在还使在第一电极层表面上的有机材料流体的运动中断，从而导致微粒周围形成的有机层厚度变化，最坏时导致有机层中形成空洞，透过空洞下面的层（电极层）被暴露。

例如，有机材料固有的成膜性能较差，或者淀积之后通过物理损伤该有机层，而会在有机层内产生缺陷。

图 3 表示一个典型的缺陷位置。电致发光有机层 106 通过旋涂被淀积在覆盖一层铟-锡氧化物（ITO）阳极层的玻璃衬底 102 上。大颗粒 107 的存在导致一个包含颗粒 107 本身和针孔 111 缺陷位置 109。在电致发光有机层 106 上形成一阴极层 110。

图 3 表示这种局部缺陷可在器件工作过程中表现为电流异常（短路）即大部分电流开始停留在缺陷区域。这导致，尤其是器件的再现性问题，

在点矩阵器件中这尤其是一个问题，因为它提供了另外的电流路径，从而导致错误的像素发光。

为了防止这种缺陷，有机层的淀积一般在洁净室中进行，目的在于防止污染，一般在旋转之前对有机材料进行过滤除去大的微粒。然而，一般洁净室的微粒数量级下限为 300nm，有机材料典型的仅是在 450nm 左右被过滤，因为排除更小尺寸的微粒需要更多的费用。

因此发光有机材料仍将经常被与待淀积的有机层厚度有同样数量级尺寸的微粒所污染，如上所述，它将导致在形成的有机层中形成缺陷。而且，即使大颗粒的污染能被完全排除，缺陷仍然可出现在制造过程中，例如，因为有机材料本身固有的成膜特性差，或者因为在有机层淀积之后不经意造成的物理损伤。

已知的在器件的生产之后去除缺陷微粒的技术是用非常高的电流流经该器件，通过使这些缺陷蒸发而“烧掉”缺陷微粒。然而，该技术不能应用于所有的缺陷微粒，并且不能用来解决大的短路问题。而且，它未必能处理可以出现在器件的有效期内的的问题，因此本发明的一个目的是减少有机发光器件中电流异常的问题。

有机发光器件 (OLEDs)，例如我们更早的美国专利 US-A-5247190 或 Van Slyke 等的 US-A-4539507 所描述，仅在阴极和阳极交迭处发出来自所述至少一个有机层的光，因此仅通过对电极构图，可以简单地获得像素和图形。高分辨率是容易获得的，其主要限制仅为阳极和阴极交迭区域即阳极和阴极的尺寸。一般是通过排列阳极和阴极作为垂直的行和列阵列，并且将至少一个有机层设于其间来制造点矩阵显示。

低分辨率点矩阵显示也可以例如，通过在有作为阳极的铟-锡氧化物 (ITO) 线阵列的衬底上覆盖至少一层有机电致发光层制造。在所述至少一个有机层的另一侧设置包含垂直于那些阳极线阵列的线阵列的阴极。这些阴极线可以例如是用一个物理阴罩蒸发或溅射的铝线或铝基合金线。但是，阴罩并不是对于各种原因都理想。特别，当需要大面积和/或高分辨率显示时使用阴罩存在明显限制，为了制造这样的电极线阵列和其他大面积和/或高分辨率图形，通常不得不使用各种形式的光刻技术。

为了制造有效的和稳定并且有希望的电和光输出特性的 OLEDs, 必须经常多关注所有有机层和电极之间界面的设计和构造, 这些界面的特殊重要性在于电荷载流子应该从电极被有效注入到至少一个有机层内这个事实。

光刻工艺用来制造电极图形, 特别是这些图形在至少一个有机层顶部时在 OLED 显示中保持像素希望的电和光输出特性, 考虑光刻工艺具有改变和潜在损坏有机层/电极界面和邻近区的危险并非不重要的。在光刻过程中的这些损坏可能由光刻胶, 显影剂, 蚀刻过程(干蚀或湿蚀刻, 负型和正型工艺和蚀刻、剥离)或使用的溶剂所引起, 应该注意这里, 共轭聚合物通常溶解在有机溶剂中并由其被淀积。

在光刻法中常使用等离子蚀刻/磨光(ashing), 以移走光刻胶或没有被显影剂冲走的残余光刻胶, 在这种干蚀刻/磨光过程中若直接暴露于等离子体中通常可损坏、改变和/或非常快蚀刻有机电致发光和电荷输运材料。

W097/42666 揭示了一种保护有机电致发光和电荷输运材料不受电极构图工艺影响的方法, 其中包括介电材料的薄阻挡层夹在导电电极层和发光有机材料层之间。

本发明的发明者认识到对改进结构的需要, 即允许使用各种光刻工艺在至少一个有机层的顶上形成电极, 而不显著改变显示的电和光输出特性, 达到目前增强功效、可靠性和耐用性的需要。本发明的另一个目的是提供一个能满足这些需要的器件。

发明内容

根据本发明的第一个方面, 提供一种有机发光器件, 它包含夹在第一和第二电极之间的有机发光层, 第一和第二电极用来注入电荷载流子到有机发光层内, 和在所说的发光有机层内限制电流流过任何导电缺陷的装置。与上面所述的“烧掉”技术相比, 引入到该器件中的用于在所说的发光有机层内限制电流流经任何导电缺陷的装置, 可防止在器件的有效期内任何电流异常的出现增加到用上述方式明显影响器件的运行程度。

更适合这个装置是引入所述器件的第一和第二电极中的至少一个。特别，该电极可以包含多个层，包括邻近发光有机层表面的第一电极层，该层远离第一电极和第二电极中的另一个，并且该层有一个这样选择的阻值，它不太高不使器件的驱动电压显著增加，但也高到足以防止所述的发光有机层中任何导电缺陷处产生过电流。

根据本发明的一个实施例，第一电极可以包括选自半导体材料和绝缘材料的混合物，半导体材料和导体材料的混合物以及绝缘材料和导体材料的混合物中的高阻材料，上述提及的混合材料层作为高阻电极层的使用有一个优点，即通过简单地相应调整所述混合物各成分的相对比例，高阻电极层的阻值容易调整到希望的值。

对于阴极，第一电极优选包含至少一种有低功函数的材料，优选低于 3.7eV，更进一步优选低于 3.2eV，以增强阴极的电子注入性能。

根据本发明的第二个方面，提供一种有机发光器件，它包含夹在第一和第二电极之间的有机发光层，第一和第二电极用来注入电荷载流子到有机发光层内，和用于在有机层内与相关的电极电隔离任何导电缺陷的装置。根据本发明的这个方面，在器件的有效期内出现的任何电流异常都是短暂的，采用引入到该器件的装置可使引起电流异常的在有机层内的导电缺陷很快与相关电极隔离。

优选将这些装置引入所说的第一电极和第二电极的至少一个，这些电极很可能包含多个层包括薄的第一电极层，该层邻近发光有机层表面，远离第一电极和第二电极中的另一个。当所说的薄的第一电极层邻近所说的有机层内的一个导电缺陷时其尺寸和材料特性是这样来选择的，当经历一个由所说的导电缺陷产生的电流异常时所说的层将蒸发。

根据本发明的一个实施例，电极是不透明的和包含多个层，包括具有低功函数的材料的薄的第一电极层，该层邻近发光有机层的表面，远离第一电极和第二电极中的另一个，第二电极层，邻近第一电极层的表面，远离发光有机层，所说的第二电极层包括从以下材料中选择的一种高阻材料：半导体材料，半导体材料和导体材料的混合物，半导体材料和绝缘体材料的混合物，导体材料和绝缘材料的混合物。

或者, 该电极也可以有包含多个子电极的第一电极层, 每一个子电极通过可熔连接物直接围绕每一任意子电极与其连接, 当经受一个超过特定值的电流时每一个可熔连接物正好断裂, 从而使该相应子电极电隔离于其它各子电极。

本发明的第二个方面中薄的第一电极层优选的厚度范围为0.5到10nm, 更进一步优选为5nm或更小。

根据本发明的第三个方面, 提供一种有机发光器件, 它包含夹在第一和第二电极之间的发光有机层, 第一和第二电极用来注入电荷载流子到发光有机层内, 所说的第一电极和第二电极的至少一个包含多个层, 包括有高阻值的第一电极层, 所说的第一电极层比发光有机层厚, 以至于发光有机层内的任何本征缺陷都被第一电极层覆盖。

根据一个实施例, 在邻近发光有机层的表面设置第一电极层, 但远离第一电极和第二电极中的另一个。

使高阻的第一电极层的厚度比发光有机层厚, 发光有机层内的任何针孔缺陷都被完全填满, 使之有可能更进一步保证发光有机层没有留下任何暴露区域与上覆的导电层直接接触。

本发明第三个方面中的高阻层优选包含半导体材料, 导体材料和半导体材料的混合物, 半导体材料和绝缘材料的混合物或绝缘材料和导体材料的混合物。

根据本发明的第四个方面, 提供一种增强有机发光器件中电流密度均匀性的方法, 该有机发光器件包含夹在第一和第二电极之间的发光有机层, 第一和第二电极用来注入电荷载流子到发光有机层内, 该方法包括由多个层(包括有高阻的第一电极层)形成第一和第二电极中的一个的步骤, 该高阻层包含半导体材料, 绝缘材料和半导体材料的混合物, 绝缘材料和导体材料的混合物或半导体材料和导体材料的混合物。

本发明上述的每一个方面, 高阻电极层优选覆盖有一层导体材料例如铝层。

本发明的第一到第四方面中高阻电极层的阻值优选地是这样选择, 它不太高而不使驱动电压显著增加(因为这将减小器件的功率效率)但是

它也高到足够阻止缺陷位置过电流。一般，一个电极层的厚度范围是 100 至 10000nm，阻值范围 1 到 $10^5\Omega\text{cm}$ 。

对于本发明上述方面，适合使用的半导体材料包括，例如，Ge，Si， $\alpha\text{-Sn}$ ，Se，ZnSe，ZnS，GaAs，GaP，CdS，CdSe，MnS，MnSe，PbS，ZnO，SnO， TiO_2 ， MnO_2 和 SiC。

对于本发明上述方面，适合使用的绝缘材料包括例如绝缘氧化物、氮化物和氟化物，例如： Al_2O_3 ， SiO_2 ，LiO，AlN，SiN，LiF 和 CsF 等，对于本发明适合使用的导体材料包括，例如：如 Al 和 Ag 等的金属。

对于本发明适合使用的低的功函数材料包括，例如：Ca，Li，Yb，LiF，CsF 和 LiO。

当阴极在真空中被淀积时因为有能力保持极低的微粒级别，所以阴极的使用对于克服发光有机层内不希望的本征缺陷是特别有利的。

根据本发明的第六个方面，提供一种发光器件，它包含一个排列在第一和第二电极之间发光材料层，以至于电荷载流子能在第一电极和第二电极和发光材料之间运动，其中至少第一电极层包含多个子电极，每一个子电极通过可熔连接物连接直接围绕它的任一子电极，当经历的电流超过一个特定值时每一个可熔连接物可断裂，以从其他子电极使相应子电极电隔离。

本发明第六个方面的优选实施例中，排列多个子电极以形成平行的行和列的有序阵列，每一个子电极经可熔连接物连接与在同一行和列中与其直接邻近的任意子电极。

子电极的尺寸和间距是更优选这样选择，在器件运行期间，由发光器件发出的光在整个发光区以连续的强度出现在人眼前。

根据本发明的第七个方面，提供一种有机发光器件，它包含一层设在第一个和二电极之间的发光有机区域，第一和第二电极用来注入电荷载流子到发光有机区内，所述第一电极和第二电极的至少一个包括：高阻的第一电极层，邻近发光有机区域的表面，远离第一电极和第二电极中的另一个，所述的第一电极层基本覆盖在发光有机区表面的整个区域上，而远离第一电极和第二电极中的另一个，并包含从以下材料中选择的高

阻材料：绝缘材料和半导体材料的混合物，半导体材料和导体材料的混合物以及绝缘材料和导体材料的混合物；还包括已构图的导电第二电极层，邻近第一电极表面，远离发光有机区域。

本发明的第七个方面中，如上所述在基本上整个发光有机区域的表面上形成第一电极层。换句话说，第一电极层形成在发光有机区表面的至少那些区域上，所述区域对应于被第二电极层占用，即由已构图的第二电极层侧向最外部边缘限定的区域。

该术语“已构图的电极层”指仅仅通过下面高阻的第一电极层被连接的多个电极元件。构图电极层优选包含单独元素的有序阵列例如一系列仅通过下面高阻的第一电极层被连接的平行的行和列。

在本发明的第七方面中高阻电极层的阻值是这样决定的，即它充分高足以防止在构图的第二电极层的各元件之间显著的电流泄露，但是它并不高到显著增加器件工作所需电压。

包含绝缘材料和半导体材料的物理混合物，或半导体材料和导体材料的物理混合物或绝缘材料和导体材料的物理混合物的材料作为阻挡层使用有一个显著的优点，即通过适当的变化混合物中各种材料的相对比例很容易调整该层的电阻率适合各种器件的需要。

本发明第七个方面中高阻的第一电极层优选由导体和绝缘体或半导体的物理混合物组成，更优选由导体和绝缘体的物理混合物组成，因为由引入导体材料实现的增加混合物的导电性意味着可以增加高阻的第一电极层的厚度，而不显著增加器件操作所需电压。这样显著地增加该厚度的能力，不仅对于加强保护下面有机层免受蚀刻/磨光工序有害的影响提供了可能性，而且提供一种方法弥补任何不可避免的，即使由现代化洁净室提供高洁净度，但还存在于下面有机膜中的缺陷（例如微粒的污染或针孔）的不利影响。例如，覆盖任何这样的缺陷将充分地减少器件内不希望的低阻路径的存在，因此增强了器件的性能。增加了厚度的阻挡层也增强了对下面有机层的保护，阻挡周围的反应物例如能和有机材料反应形成黑斑的湿气和氧气进入。

合适的半导体材料包括但并不局限于：Ge, Si, α -Sn, Se, ZnSe,

ZnS, GaAs, GaP, CdS, CdSe, MnS, MnSe, PbS, ZnO, SnO, TiO, TiO₂, MnO₂ 和 SiC。

合适的绝缘材料包括,但并不局限于:氧化物、氮化物和卤化物如氟化物。绝缘材料优选选自: Al₂O₃, SiO₂, LiO, AlN, SiN, LiF 和 CsF。

合适的导体材料包括但并不局限于金属, 优选 Al 或 Ag。

根据本发明第七个方面的一个实施例, 第一电极层形成器件的阴极, 并包含至少一种包括低功函数的元素的材料(优选 3.7eV 或更少, 更进一步优选 3.0eV 或更少)例如 Li, Ca 或 Cs, 因此电极的电子注入性能被增强。特别优选电极层包含一种含 Li 或 Ca 的材料。第一电极层优选由从以下材料中选择的混合物组成: LiF/Al, Ca/Ge, Li/Si, Ca/ZnO, LiF/ZnSe 和 CsF/ZnS。

根据本发明第七个方面的另外一个实施例, 第一电极层形成器件的阳极, 并包含至少一种包括高功函数的元素的材料(优选 4.5eV 或更高, 更进一步优选 5.0eV 或更高), 因此电极的空穴注入性能被增强, 在该可选实施例中, 优选第一电极层包含从以下材料中选择的一种材料: Au, Pd, Ag 和氧化铟锡(ITO)。

第一电极层的优选厚度范围为 0.5 到 1.0 微米, 它由一种电阻率 ρ 的范围为 10^2 到 $10^5 \Omega \text{ cm}$ 的材料组成。

根据本发明的第八个方面, 提供一种有机发光器件, 它包含设在第一和第二电极之间的发光有机区域, 第一和第二电极用来注入电荷载流子到发光有机区域内, 所说的第一电极和第二电极中至少一个包含多个层, 包括邻近发光有机区域表面的高阻第一电极层, 远离第一和第二电极中的另一个, 所说的第一电极层形成在发光有机区表面的基本整个区域上, 远离第一和第二电极中的另一个, 且比发光有机区域厚, 因此发光有机区域中任何缺陷的不利影响通过第一电极层被弥补; 和第二电极层, 邻近第一电极层的表面, 远离发光有机区域, 所说的第二电极层包含已构图的导电层。

在本发明的第八个方面中, 第一电极层的厚度范围优选为 0.5 到 1 微米; 第一电极层优选包含从以下材料中选择的材料: 半导体材料, 半导

体材料和绝缘材料的混合物，半导体材料和导体材料的混合物，导体材料和绝缘材料的混合物。

根据本发明的第九个方面，提供一种形成有机发光器件电极的方法，该有机发光器件包含设在第一和第二电极之间的发光有机区域，第一和第二电极用来注入电荷载流子到发光有机区域内，该方法包括形成第一和第二电极之一，通过首先在发光有机区域表面的基本整个区域上形成一个高阻的第一电极层，远离第一和第二电极中的另一个，所说的第一电极层包含选自以下的一种材料：半导体材料，半导体材料和导体材料的混合物，半导体材料和绝缘体材料的混合物，导体材料和绝缘材料的混合物；然后在所述第一电极层表面形成第二电极层，远离发光有机区域，所说的第二电极层包含一个已构图的导电层。

根据本发明第十个方面，提供一种有机发光器件，它包括一个设在第一和第二电极之间的发光有机区域，第一和第二电极用来注入电荷载流子到发光有机区域内，所述的第一和第二电极中的至少一个包含：包括绝缘材料的第一电极层，该层邻近发光有机区域表面，远离该第一和第二电极中的另一个；高阻的第二电极层，邻近第一电极层表面，远离发光有机区域；已构图的导电第三电极层，邻近所说的第二电极层表面，远离第一电极层；这里所说的第一和第二电极层覆盖发光有机区域表面的基本整个面积，远离第一和第二电极中的另一个；所说的第二电极层包括选自以下的一种高阻材料：半导体材料，半导体材料和绝缘材料的混合物，半导体材料和导体材料的混合物，绝缘材料和导体材料的混合物。

本发明的第十个方面中，术语“已构图的电极层”指通过下面的电极层仅被彼此连接的多个电极元件，优选的是通过下面高阻的第二电极层仅被彼此连接。

提供的邻近发光有机区域的绝缘材料薄层和上覆的高阻电极层，有另外的优点。通过对阴极使用含有低功函数元素的材料，或对阳极使用含有高功函数元素的材料，可在没有显著增加器件操作电压，并不损害第一和第二电极层整体上的功能即阻止侧向漏电流（串扰）同时也保护下

面的有机层的条件下，使在电极和发光有机区域之间的界面处的电荷载流子的注入性能更进一步增强。

本发明第十个方面，第一电极层优选含有一层介电氧化物、氮化物或卤化物例如氟化物。对于阴极时，特别优选使用的材料是 LiO, LiF 和 CsF。

本发明的第七到第十个方面中每一个方面中，发光有机区域可以是例如由单个发光有机材料例如发光聚合物的层组成，或也可以包括一个或多个可起附加发光层作用或起电荷注入和/或输运层作用的附加有机层。

附图简述

现在仅通过例子的方法，参考以下附图将描述本发明的实施例：

图 1 是根据本发明的一个实施例的 OLED 的剖面图；

图 2 是一个 OLED 的剖面图，用来解释本发明的第一个方面的原理；

图 3 是具有在旋涂过程中有机材料的微粒污染引起一个典型的缺陷位置的 OLED 的剖面示意图；

图 4 是根据本发明的另一个实施例一个 OLED 的剖面图；

图 5 是根据本发明的另一个实施例一个发光有机器件的示意图；

图 6 表示图 5 中该器件阳极截面的平面示意图；

图 7 是根据本发明的另一个实施例器件的剖面图；

图 8 是根据本发明的又一个实施例器件的剖面图。

描述优选实施例：

图 1 表示根据本发明第一个实施例的 OLED，玻璃衬底 2 厚度为 1.1mm，上面覆盖方块电阻值为 15 Ohms/sq，厚度为 150 nm 的氧化铟锡（ITO）层 4。尽管在图 1 中没有显示，利用例如标准的光刻和蚀刻工艺对其构图形成平行的条状序列。在阳极 4 上旋涂掺有聚苯乙烯磺酸的亚乙二氧基噻吩（PEDT: PSS）层 6，然后在 150°C 下烘焙除去水分留下 50nm 厚的一层。发光聚合物层 8 例如 5%的聚（2, 7-（9, 9, 二正辛基芴）-3, 6-（苯并噻二唑）和 95%聚（2, 7-（9, 9-二正辛基芴）（5BTF8）并掺入聚（2, 7-（9, 9-二正辛基芴）-（1, 4-亚苯基-（（1, 4-亚苯基-（（4-仲丁基苯基）亚氨基）-1, 4-亚苯基））（TFB），然后旋涂在 PEDT: PSS 层 6 上，形成 75nm 厚。然后在发光聚合物层 8 上形成阴极层 10。

鉴于常规真空热蒸镀技术是一个相对低能量的技术这个事实，标准的真空热蒸发技术用来淀积阴极层，它可减小对下面的发光聚合物层的损坏。如果不考虑损坏下面有机层的可能性，溅射是一种希望的工艺，因为它是一种保形的淀积技术。在溅射场合，较好使用氩作为放电气体。

在这种场合，阴极层 10 是共蒸发有 Al 的 LiF 层。该阴极层 10 淀积到厚度在 0.5 到 1 微米之间，以保证下面有机层的整个表面和那里的任何缺陷都被阴极层覆盖。在该层的顶部淀积铝层 12 到厚度为 0.5 微米。该铝顶层 12 可以例如用蒸发淀积。尽管在图 1 中没有表示出来，也对包含 LiF-Al 的阴极层 10 和铝顶层 12 的阴极构图，形成在垂直于平行阳极带状序列方向上形成延伸的平行带状序列，由此用每个阴极和阳极带状序列重叠的点来限定形成一个有规律的像素阵列。

LiF 有两个作用，它是低功函数材料因此有助于电子注入到发光有机层内。它还是一个绝缘体形成高阻层。

高阻的 LiF/Al 层通过渗透机制导电。

LiF-Al 层 10 中 LiF 和 Al 的相对比例根据希望的电阻率来决定。希望的电阻率本身是根据存在于下面发光有机层 8 中缺陷的数目和面积来确定的。一种决定合适的希望电阻率的方法参考附图 2 进行如下描述，附图 2 表示一个 OLED，包含一个含有多个作为引起 OLED 中电流异常主要原因的针孔缺陷 30 的发光有机层 18。

发光有机层 18 夹在第一阴极层 20 和覆盖在玻璃衬底 12 上的 ITO 阳极层 14 之间，第一阴极层被铝层 22 覆盖。

假定，出于举例，如果发光有机层 18 不含任何针孔缺陷，在通常 3V 的工作电压时器件的电流密度 (j) 将是 $1\text{mA}/\text{cm}^2$ 。

希望的是归因于针孔缺陷存在的电流密度仅占如果发光有机层不存在针孔时将可观察到的电流密度的一小部分。例如，优选第一电极层具有足够高的电阻，归因于缺陷的电流密度最多占如果发光有机层里没有针孔存在时观察到的电流密度的 1%。通过针孔缺陷的电流密度可被计算为

$$J_{(\text{def})} = NVA / \rho t$$

这里 N 是缺陷密度（每单位面积）， A 是每个缺陷的平均面积， V 是工

作电压, ρ 是阴极层电阻率, t 是第一阴极层 20 的厚度。

我们假定第一阴极层 20 的厚度是 0.5 微米, 每 $1\mu\text{m}^2$ 面积有 100 个缺陷。

然后, 在上述提及的工作电压 3V 下, 归因于缺陷的电流密度将接近 $60/\rho \text{ mA/cm}^2$ 。

为使该电流密度占如果没有针孔缺陷时所观察到的电流密度 (假定如上述是 1mA/cm^2) 的 1% 或更低, 第一阴极层材料的电阻率将有约 $6000\Omega \text{ cm}$ 或更高。

当电流密度是 1mA/cm^2 时, 电压通过厚度为 0.5 微米和由电阻率为 $6000\Omega \text{ cm}$ 的材料组成的第一阴极层时电压降约 0.3mV, 因此该层对功率效率的影响可以忽略, 并增强工作中 OLED 电流密度的均匀性。

发光有机层中微粒缺陷的存在被忽略, 因为与针孔缺陷相比它们的影响是可以忽略的。然而, 如果任何这种的缺陷的影响不是可忽略的, 按照上面所述, 当为高阻阴极层决定一个合适的电阻率时怎样考虑这些微粒缺陷的影响对技术人员来说是很清楚的。

下面提供一种计算图 1 所示器件的高阻层的最佳电阻率的值的方法, 该器件的缺陷区域在没有该高阻层时会使低阻的阴极和阳极之间直接接触。对该薄膜优化以达到最高效。

对没有缺陷的器件, 运行在电流密度 I_0 (mA/cm^2) 和电压 V_0 (V) 及发光度为 L_0 (Cd/m^2) 时的发光效率 η_0 (lm/W) 为:

$$\eta_0 = \frac{\pi L_0}{10 V_0 I_0}. \quad (1)$$

如果我们引入缺陷到器件里, 缺陷面积与整个面积比例为 D 和这些缺陷的面电阻是 R_D ($\text{K}\Omega \text{ cm}^2$), 在同样的电压条件下通过整个器件的平均电流密度是:

$$I = (1-D)I_0 + D \frac{V}{R_D}. \quad (2)$$

如果我们假定缺陷面积不发出任何发光, 然后, 通过有缺陷的发光有机层发出的光仅仅是

$$L = (1 - D)L_0. \quad (3)$$

如果引入面电阻率为 R_H ($K\Omega \text{ cm}^2$) 的高阻阴极层, 然后使 I_0 流过没有缺陷区域, 则器件上的电压需要增加到

$$V = V_0 + I_0 R_H. \quad (4)$$

流过器件的平均电流密度见方程式 2

$$I = (1 - D)I_0 + D \frac{V}{R_D + R_H}. \quad (5)$$

然后通过结合方程式 3, 4 和 5 得到新的效率 η 是

$$\eta = \frac{\pi(1 - D)(R_D + R_H)L_0}{10(V_0 + I_0 R_H)\{(1 - D)(R_D + R_H)I_0 + D(V_0 + I_0 R_H)\}}. \quad (6)$$

一般, 如果缺陷区域是一个问题, 则与高阻层相比它们将有非常低的电阻, 即:

$$R_D \ll R_H. \quad (7)$$

然后效率是:

$$\eta = \frac{\pi(1 - D)R_H L_0}{10(V_0 + I_0 R_H)\{(1 - D)R_H I_0 + D(V_0 + I_0 R_H)\}}. \quad (8)$$

如果将其对于 R_H 进行微分, 我们将发现最大的功率效率是:

$$R_H^{\text{max}} = \frac{\sqrt{D}V_0}{I_0}. \quad (9)$$

在一个特别操作的点 (由 I_0 和 V_0 决定) 使效率最大的高阻层的值取决于缺陷面积分数的平方根。

高阻层最优化的电阻率取决于高阻层的厚度，该厚度又决定于造成短路缺陷的尺寸和形状以及高阻层淀积的方法。如果淀积的方法是保形地覆盖所有表面，则高阻层可以是任意厚度。然而如果这种淀积方法是一种直线方法，例如从一个固定源蒸发到一个固定靶则其厚度一般。应比缺陷的高度更厚。如果高阻层的厚度用 t_H (cm) 和最佳的电阻率是 ρ_H ，则

$$\rho_H = \frac{R_H^{MAX}}{t_H} \quad (10)$$

很显然高阻层厚度和电阻率的最佳值取决于缺陷面积的尺寸，缺陷性质，淀积方法和器件的工作点。

图 4 是根据本发明的另一个实施例一个有机发光器件的剖面图。衬底 202，阳极层 204，有机层 206，208，与上述第一实施例所述的是一样的。在有机层 208 表面形成厚度 5nm 的钙薄层 209。该层 209 较好是通过真空蒸发形成，在薄钙层 209 上形成厚度为 0.5 微米的硅层 210 作为高阻层，在硅层 210 的顶部形成厚度为 0.5 微米的铝层 212。

使用位于高阻层和发光有机层之间的导体材料（此时为钙）薄层是有利的，因为它有效地起到熔断器一样的作用，如果薄导体层的一部分经受因薄导体层该部分下面的有机层部分内缺陷引起的，异常高电流时，薄导体层的该部分汽化，因此使流过导电缺陷的电流停止和改善器件的性能。也可以在器件制成之后通过一个高电流流经器件的方法来隔离导电缺陷。

尽管在上述实施例中器件有一个高阻的阴极，作为替代，高阻的阳极也可以应用到这种场合，例如采用以下方式生产 OLED，首先在玻璃衬底上形成阴极，通过旋涂在阴极上淀积一层发光有机材料，最后在发光有机材料层上形成阳极。对阳极来说，优选高阻电极层包括一种高功函数的材料，或者在高阻电极层和发光有机层之间设有一个高功函数材料薄层。

参考图 5，提供用于本发明的第五个方面的发光显示时使用的，根据本发明第六个方面的发光器件，该器件作为一个背后照明使用。它包含

玻璃衬底 302，淀积玻璃衬底 302 上的阳极层 304，淀积在阳极层 304 上的有机空穴输运层 306，淀积在空穴输运层 306 上的电致发光聚合物层 308，在电致发光聚合物层 308 上连续的金属阴极层 310。图 6 表示一个淀积在玻璃衬底上的阳极层的部分截面示意图，以展示阳极层 304 的图形特性，它包含小的子电极 320 排列成平行的行和列阵列的二维阵列。在空穴输运层 306 不同部分的下面形成每一个共面的子电极，这些子电极的面积尺寸和它们之间的间距非常小以至于器件产生的光的观察者在正常观察条件下用器件不能察觉到它们。每一个子电极 320 由一个可熔连接物 322 连接直接邻近它在同一行和列上的其他子电极，每一个可熔连接物的材料和尺寸是这样来选择的，在正常操作条件下可熔连接物的电压降非常低，但如果经受异常高电流（例如由位于电极和子电极之间有机层中该部分的缺陷所产生）它将过热和断裂，从而从其它背景光中隔离该缺陷位置，最终增强器件的性能。

阳极的子电极和可熔连接物也可以例如用 ITO 制成，子电极和可熔连接物形成的图形阵列可，例如按以下方式形成：首先在玻璃衬底上淀积一连续的 ITO 层，然后使用例如光刻工艺选择性地蚀刻该连续的层以形成图形阵列。或者，子电极和可熔连接物可以由不同材料制成。

阴极可以用上面对阳极所述的同一种方法附加地或替代地由用可熔连接物连接的子电极形成。但是，上面所述的这种器件的阴极层是淀积在相对敏感的有机层顶部，通常应注意不要对下面的有机层带来不适当的损伤。由于这个原因，更优选的是通过阴罩板淀积而形成阴极层图形，而不是蚀刻工艺。

图 7 表示根据本发明一个发光器件的另一实施例，在这个实施例中，玻璃衬底 402 厚度为 1.1mm，上面覆盖方块电阻值为 15 Ohms/sq，厚度为 150nm 的氧化铟锡（ITO）404。用标准的光刻和蚀刻工艺对该 ITO 覆层构图形成一个平行的行序列。在 ITO/玻璃衬底上通过旋涂形成掺有聚苯乙烯磺酸的聚亚乙二氧基噻吩（PEDT/PSS）层 406，并在 150°C 下烘焙除去水分留下 50nm 厚的层 406。然后在 PEDT/PSS 层 406 上通过旋涂淀积发光聚合物层 408，该层可以是 5%的聚（2，7-（9，9，二正辛基芴）

-3, 6-(苯并噻二唑)和 95%聚(2, 7-(9, 9-二正辛基芴)(5BTf8)并掺有聚(2, 7-(9, 9-二正辛基芴-(1, 4-亚苯基-((1, 4-亚苯基-((4-仲丁基苯基)亚氨基)-1, 4-亚苯基)))(TFB)的混合物, 厚度为 75nm。然后在真空室中通过共蒸镀 LiF 和 Al 在发光聚合物层 408 上淀积 LiF/Al 混合物层 410 以在发光聚合物层 408 上形成一个欧姆接触。LiF/Al 混合物层 410 淀积到厚度能充分覆盖在发光聚合物层 408 的表面上的任何缺陷。在 100 级洁净室中制备器件时, 所述厚度在 0.5 到 1 微米之间。然后在 LiF/Al 层 410 上淀积铝层 412 厚度为 0.5 微米, 使用一般的光刻工艺构图, 在垂直于 ITO 平行行序列的方向上形成规则间隔的平行列序列, 因此确定彼此空间重叠的 ITO 平行行和 Al 平行列序列的规则像素矩阵。

LiF/Al 物理混合物是通过渗透机制导电的各向同性导体, 混合物的电阻率由 LiF/Al 混合物中 Al 的相对比例来确定。LiF/Al 混合物层中 LiF 和 Al 的相对比例是根据该层希望的电阻率确定的。希望的电阻率会当然根据该层的所需厚度变化, 但是它基本上应使该层电阻不太高不导致驱动电压显著增加(因为它将减小器件的功率效率)但它也高到足以保证将相邻近的列之间的串扰减小到一个很小的级别。因此希望的电阻率取决于几个因素, 例如 Al 列的数量和间距(取决于希望的分辨率), 每一列相对相邻近的列顺序驱动电压, 器件工作时的电流密度。

尽管一个标准的背后发光的 LED 在相对较低的电流密度下运行: 一般 $1\text{mA}/\text{cm}^2$, 但点矩阵显示 LED 工作的电流密度一般会更高, 因为, 例如在无源的矩阵器件中, 这些行是顺序地被驱动, 一般该更高的电流密度对应于无脉冲的电流密度(如果作为背后发光器件使用, 器件运行时的电流密度)乘以顺序驱动的行数。因此具有 100 个行的器件工作时一般的电流密度是 $100\text{mA}/\text{cm}^2$ 。

如果该层的厚度为 0.5 微米, LiF/Al 混合物的电阻率能最高达 $2 \times 10^4 \text{ohm}/\text{cm}$, 不会导致驱动电压增加超过 0.1V。如果驱动电压的增加最高为 1V 是可以接受的, LiF/Al 混合物的电阻率可以最高到 $2 \times 10^5 \text{ohm}/\text{cm}$, 如果在器件中所用层厚度为 0.5 微米和电阻率是 $2 \times 10^5 \text{ohm}/\text{cm}$, 该器件中上面的铝层和 ITO 阳极层分别构图形成列和行, 每一个行和列的节距

1mm, 间隔 0.5mm, 长 50mm, 然后, 与仅仅是一个像素发光时流经器件的电流 $250\mu\text{A}$ 相比, 被驱动的列的两侧面上相邻近的列的漏电流仅是 $0.5\mu\text{A}$ (基于假定被驱动的列电压是 10V, 被驱动的列的每一个侧面上相邻近的列接地)。

上面所述的实施例也有一个优点, 即铝层和发光有机层之间的高阻层包含一种含有低功函数元素的材料, 如 LiF, 这样有助于电子注入到发光聚合物内, 因此改善了器件的性能。

图 8 表示根据本发明有机发光器件的另一实施例。显示在图 8 中的器件与图 7 中的在衬底、阳极和有机层是一样的, 相同的数字表示相同的部件。图 8 中的器件与图 7 所示器件的不同之处包括阴极结构, 该阴极包含一层厚度约为 5nm 的 LiF 层 414。该层 414 可以用一般的淀积技术淀积, 但是优选用热蒸发技术来淀积, 以减小对下面有机层的损伤。在该 LiF 薄层 414 的顶部淀积半导体材料层 416, 例如 LiF 和 Al 物理混合物层, 其厚度范围从 0.5 到 1 微米, 下一步, 铝层 412 淀积到 LiF/Al 混合物层 416 的顶部达到厚度为 0.5 微米, 形成一个欧姆接触, 然后使用一般的构图技术, 构图铝层 412 形成在垂直于阳极行序列方向上延伸的平行列序列。相对较厚的 LiF/Al 混合物层 16 可保证下面的有机层在构图工序中被充分保护起来, LiF/Al 混合物层 416 的电阻是这样: 它不增加器件的驱动电压到难以承受的程度, 同时还防止邻近的阴极列之间的横向漏电流 (串扰)。提供邻近发光有机区域的 LiF 薄层 414, 增强电子从阴极到发光有机区域的注入。

尽管图 7 和图 8 显示的实施例表示一个有构图电极的高阻电极层的应用, 它也同样可以和构图的阳极一起使用在以下情形, 其中 OLED 用以下方式制备: 通过首先在玻璃衬底上形成构图阴极, 在阴极上淀积一层或多层有机材料层, 最后在有机材料的最上层形成阳极。对阳极来说, 邻近发光有机区域的电极层较好包含至少一种有高功函数的元素以增强正电荷载流子 (空穴) 从阳极注入到发光有机区域内。

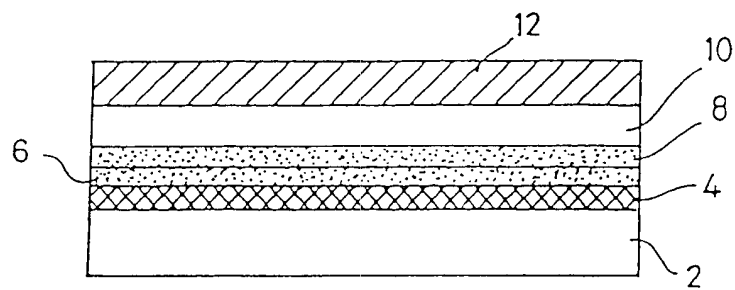


图 1

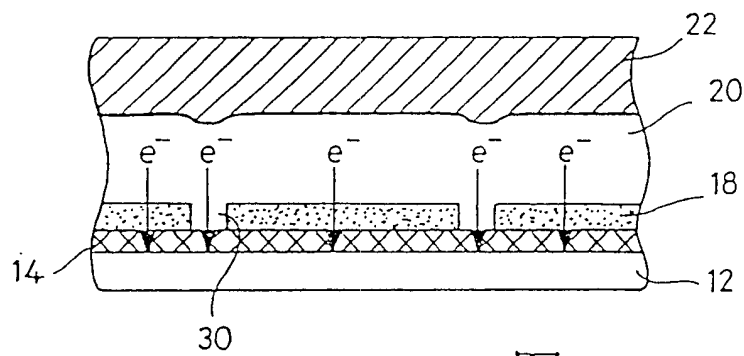


图 2

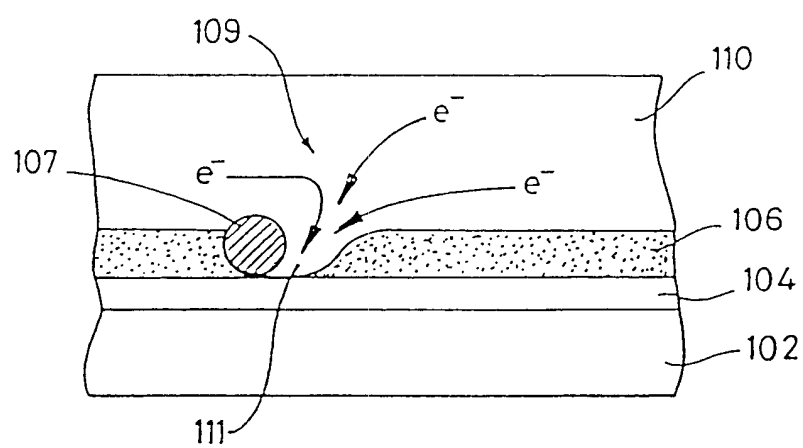


图 3

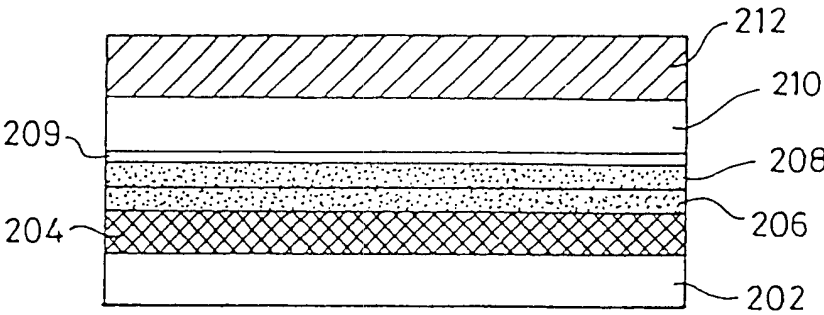


图 4

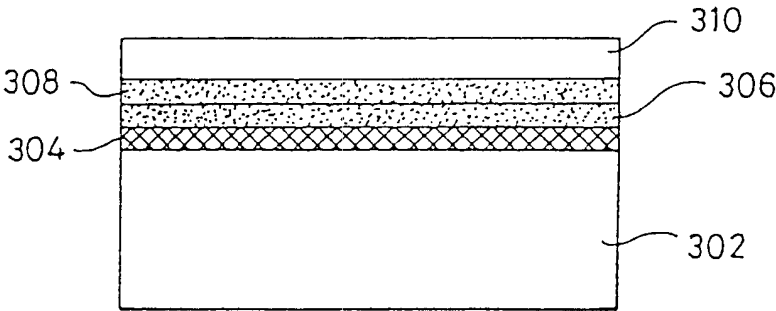


图 5

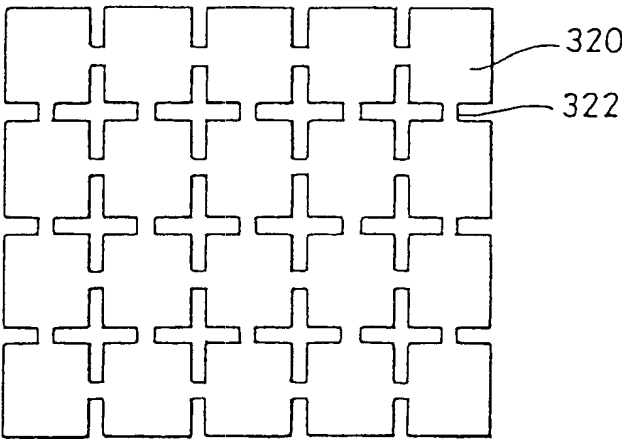


图 6

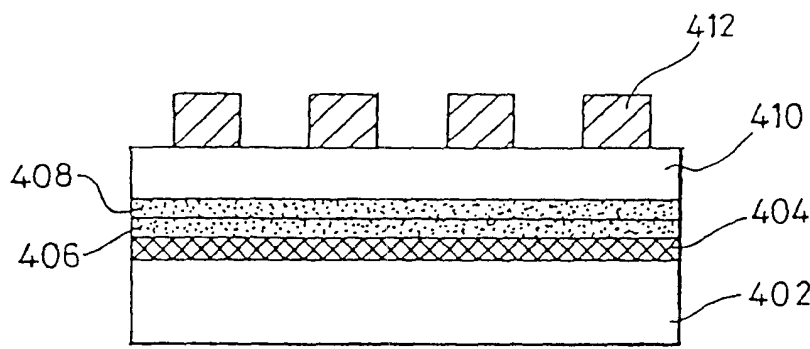


图 7

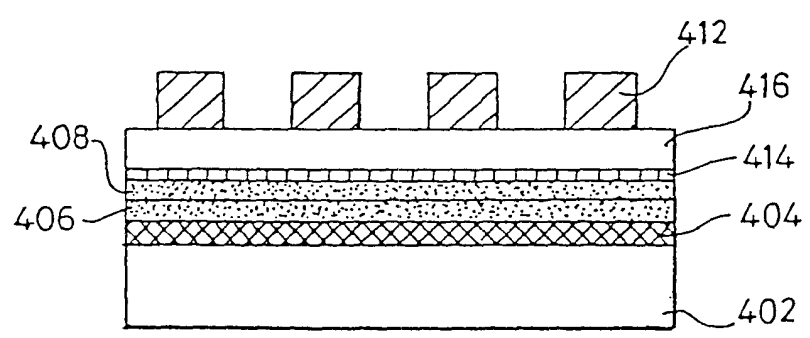


图 8