

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.



# [12] 发明专利说明书

专利号 ZL 03127477.3

H01L 31/12 (2006.01)  
H01L 51/50 (2006.01)  
H01L 27/00 (2006.01)  
H05B 33/00 (2006.01)

[45] 授权公告日 2007 年 10 月 3 日

[11] 授权公告号 CN 100341157C

[22] 申请日 2003.8.7 [21] 申请号 03127477.3

[30] 优先权

[32] 2002. 8. 7 [33] US [31] 10/213, 853

[73] 专利权人 伊斯曼柯达公司

地址 美国纽约州

[72] 发明人 田元生

[56] 参考文献

US 6337492B1 2002.1.8

CN 1361650A 2002.7.31

US 5321294A 1994.6.14

JP 2-71566A 1990.3.12

US 6030700A 2000.2.29

审查员 曾宇昕

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 邹雪梅 刘 玥

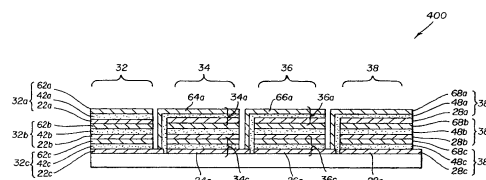
权利要求书 2 页 说明书 16 页 附图 6 页

[54] 发明名称

包括一组有机发光器件的有机发光设备

[57] 摘要

OLED 设备包括：衬底，衬底之上设置的多个隔开的底电极，设置在隔开的底电极之上的多个隔开的有机 EL 元件，每个隔开的有机 EL 元件在它对应的隔开的底电极的边缘上延伸；多个隔开的顶电极，每个隔开的顶电极设置在它的对应的形成所说的器件的隔开的 EL 元件的主要部分之上，并延伸到与下一个相邻的隔开的底电极电接触，使电流通过对应的隔开的有机 EL 元件流过每个对应的隔开的顶电极与底电极之间，进入下一个隔开的底电极和顶电极和隔开的有机 EL 元件，使多个器件串联连接，以减小由于串联电阻引起的功率损耗。



1. 一种 OLED 设备, 包括:  
(a) 衬底;  
(b) 设置在衬底之上的包括隔开的底电极的多个 OLED 器件;  
(c) 每个隔开的 OLED 器件包括在它的对应的隔开的底电极的边缘之上延伸的至少一层有机层; 和

(d) 多个 OLED 器件中的每个 OLED 器件包括顶电极, 它与其他顶电极隔开, 并延伸到与下一个邻近的 OLED 器件的隔开的底电极电接触, 从而提供串联连接 OLED 器件, 使电流流过每个 OLED 器件的隔开的顶电极与底电极之间, 从该 OLED 器件的隔开的底电极流到下一个 OLED 器件的隔开的顶电极, 以减小由串联电阻引起的功率损耗。

2. 按权利要求 1 的 OLED 设备, 其特征是, 每个 OLED 器件的至少一层有机层终止在相邻的隔开的底电极之间的间隔中。

3. 按权利要求 1 的 OLED 设备, 其特征是, 每个 OLED 器件的至少一层有机层延伸到与下一个邻近的隔开的底电极接触。

4. 按权利要求 2 或 3 的 OLED 设备, 其特征是, 隔开的底电极是阳极, 隔开的顶电极是阴极。

5. 按权利要求 1 的 OLED 设备, 还包括多个隔开的柱形结构, 每个柱形结构设置在一个隔开的底电极上, 以提供掩模的功能, 其使隔开的有机层和隔开的顶电极被构图淀积, 其中, 每个隔开的顶电极接触它的下一个邻近的隔开的底电极, 以形成串联连接。

6. 一种设置在公用衬底上的 OLED 设备阵列, 这些 OLED 设备是相互电绝缘的, 其中, 每个 OLED 设备是按权利要求 1 的 OLED 设备。

7. 按权利要求 6 的 OLED 设备阵列, 其特征是, 阵列的每个 OLED 器件发有色光。

8. 按权利要求 7 的 OLED 设备阵列, 其特征是, 有色光是红、绿或蓝色光。

9. 一种 OLED 设备的制造方法, 包括以下步骤:

(a) 形成衬底; 和

(b) 形成多个 OLED 器件, OLED 器件包括设置在衬底之上的隔开的底电极, 每个隔开的 OLED 器件包括在其对应的隔开的底电极的边缘上延伸的至少一个有机层, 多个 OLED 器件中的每个 OLED 器件包括顶电极, 它与其他顶电极隔开, 并延伸到与下一个邻近的 OLED 器件的隔开的底电极电接触, 从而提供串联连接的 OLED 器件, 并使电流流过每个 OLED 器件的隔开的顶电极与底电极之间, 并从该 OLED 器件的隔开的底电极流到下一个 OLED 器件隔开的顶电极, 以减小由串联电阻引起的功率损耗。

10. 一种 OLED 设备, 包括:

(a) 衬底;

(b) 设置在衬底之上的多个叠置的 OLED 器件, 其中, 多个叠置的 OLED 器件中的每个 OLED 器件包括: 隔开的顶电极、隔开的底电极, 和叠置在隔开的顶电极与隔开的底电极之间的多个单个的发光器件,

(c) 多个叠置的 OLED 器件中的每个 OLED 器件还包括: 掺杂的有机连接件, 它设置在相邻的单个发光器件之间;

(d) 多个叠置的 OLED 器件中的每个 OLED 器件还包括设置在相同的叠置的 OLED 器件的隔开的底电极的一个边缘之上的至少一层有机层;

(e) 多个叠置的 OLED 器件中的每个 OLED 器件的隔开的顶电极延伸超过相同的叠置的 OLED 器件的隔开的有机层的一个边缘, 并与下一个叠置的 OLED 器件的隔开的底电极电接触, 以串联连接多个叠置的 OLED 器件。

## 包括一组有机发光器件的有机发光设备

### 技术领域

本发明涉及大面积有机发光器件 (OLED)，并涉及减小串联电阻引起的功耗的方法和减小短路缺陷引起的损坏冲击的方法。

### 背景技术

有机发光器件 (OLED) 通常有两种形式，例如共同转让的美国专利文献 US-A-4476292 公开的小分子器件，和美国专利文献 US-A-5247190 公开的聚合物有机发光器件 (OLED)。无论那种类型的有机发光器件 (OLED) 通常都具有薄膜结构，包括夹在例如钠钙玻璃衬底上形成的阴极层与阳极层之间的有机电致发光 (EL) 元件。有机电致发光 (EL) 元件实际上是由几层构成的，包括：空穴注入层、空穴输送层、发光层、电子输送层和电子注入层。除发光层外，在期望的有机发光器件 (OLED) 中不是全部这些层都要有；另一方面，有机发光器件 (OLED) 中还可以有附加的功能膜层。发光层可以选自多种荧光材料或磷光有机材料中的任何材料。发光层还可以包括多个子层。当阳极与阴极之间加电位差时，带负电荷的电子从阴极层移动到有机发光器件 (OLED) 中。同时，通常叫做空穴的正电荷从阳极层移动到有机发光器件 (OLED) 中。当正电荷与负电荷相遇时，它们复合并产生光子。光子的波长和随后产生的颜色取决于产生光子的有机材料的电子性能。所产生的光子可以穿过有机发光器件 (OLED) 中的阴极层或阳极层，以允许从器件向外发光。

有机发光器件 (OLED) 还可以具有例如美国专利文献 US-A-6337492 中公开的叠层结构。具有叠层结构的有机发光器件 (OLED) (叠置的有机发光器件) 包括：顶电极、底电极、和垂直叠置在顶电极和底电极之间的多个单个的发光器件。在相邻的单个发光器件之间设置一对器件间电极。这些器件间电极分别给单个的发光器件的上面和下面注入电子和空穴，和电连接两个单个的发光器件。叠置的多个单个的发光器件串联连接。操作中，顶电极和底电极之间加电。相同的电流流过叠置的全部单个的发光器件，所加的电压分在叠置的全部单个的发光器件中。器件间电极的厚度通常是 0.1nm 到 15nm，据说还包括：

透明的金属合金、金属氧化物、和有机发光器件中通用的公知的无机电极材料。

OLED 器件是低电压、大电流器件。典型的器件在 3-10V 的电压下工作，发光效率是大约 1-10Cd/A。为了用于大量的显示和照明，要求亮度约为 1000Cd/m<sup>2</sup>。因此，工作电流是约 100A/m<sup>2</sup>到 1000 A/m<sup>2</sup>。对于小器件而言这些特性是理想的，这些小器件可以用于要求器件面积小于 0.01 m<sup>2</sup> 的便携式装置中。然而，器件面积增大时，这些特性将引起一些实际的问题。例如，某些照明装置要求器件的面积大到 1 m<sup>2</sup>。在这些器件中的工作电流可以高达 100A 到 1000A。由于阳极层和阴极层是电导率有限的薄膜，在没有串联电阻引起的真正的能量损失的情况下不可能承载这些大电流。强调该问题的原因是，一层电极层也是透明的，允许发射的光通过。如果用叠置的 OLED 器件，情况会有某些改善。如果叠置 OLED 器件和非叠置 OLED 器件在相同的光输出水平下工作，那么叠置 OLED 器件的工作电流等于 I/N，其中，I 是非叠置 OLED 器件的电流，N 是叠置 OLED 器件中的单个发光元件的数量。工作电流降低使由串联电阻引起的功率损失降低。但是，由于叠置器件中的单元总量受到实际因素的限制，所以，叠置 OLED 器件的电压仍然较低，大电流器件和串联电阻引起的能量损失仍然是严重问题。

在制造大面积 OLED 器件中遇到的另一个共同的问题是由短路缺陷引起的故障。由于 OLED 器件用极薄的膜层，所以，针孔、粉尘颗粒和许多其他类型的缺陷会引起阳极与阴极之间短路。所施加的电能将经过短路缺陷，而不是发光器件。单一的短路缺陷会造成整个 OLED 器件损坏。在制造中尽管尽了最大的努力，也很难消除大面积薄膜电器件中所有的短路缺陷。假设缺陷是随机分布的，具有缺陷密度为 Nd 的面积为 A 的器件中发现 X 个缺陷的几率用下式表示：

$$P(X, A, Nd) = [(A \cdot Nd)^X \exp(-A \cdot Nd)] / X!$$

因此面积为 A 的器件的无缺陷几率是：

$$P(0, A, Nd) = \exp(-A \cdot Nd)$$

随着器件面积的增大，几率按指数减小。例如，如果缺陷密度低达 0.001/cm<sup>2</sup>，面积为 1m<sup>2</sup> 的器件的无缺陷几率只有 36.8%。因此，为制造实用的大面积 OLED 器件，迫切需要找到了克服短路缺陷的方法。

发明内容

本发明的目的是，提供一种改进的大面积 OLED 器件，能减少串联电阻和短路缺陷引起的损坏冲击。

该发明目的通过提供一种 OLED 设备来达到，所述设备包括：

(a) 衬底；

(b) 多个 OLED 器件，包括设置在衬底上的相互隔开的底电极；

(c) 多个 OLED 器件中的每一个包括至少一层有机膜层，它延伸在其对应的隔开的底电极的边缘之上；和

(d) 多个 OLED 器件中的每一个包括与其他 OLED 器件的顶电极隔开的顶电极，并延伸到与邻近的 OLED 器件的隔开的底电极电接触，以提供 OLED 器件的串联连接，电流在每个 OLED 器件的隔开的顶电极与底电极之间流过，从该 OLED 器件的隔开的底电极流到下一个 OLED 器件的隔开的顶电极，以减小由于串联电阻引起的功率损耗。

本发明的优点是能减小由于串联电阻引起的功率损耗。本发明设备的另一优点是能减少短路缺陷引起的损坏冲击。本发明设备的另一优点是可以设计可调的颜色。本发明设备的另一优点是可以用叠置单元以进一步改善性能。本发明设备的另一优点是可以低成本制造设备。本发明特别适合制造大面积 OLED 设备。

本发明的其他目的和优点，一部分可以通过以下的描述了解，一部分本行业技术人员可从下面的描述和/或本发明的实践了解到。

附图说明

图 1 是现有的 OLED 器件的示意剖视图；

图 2 是现有的 OLED 器件的示意剖视图，其中有机 EL 元件包括几个层；

图 3 是按本发明的 OLED 器件的示意剖视图；

图 4 是按本发明的包括叠置单元的 OLED 设备的示意剖视图；

图 4a 是按本发明的包括叠置单元的 OLED 设备的示意剖视图；

图 5 是按本发明的 OLED 设备的示意顶视图；

图 6 是在公共衬底上的按本发明的电隔离阵列的 OLED 设备的示意图；

和

图 7 是用内置的柱形结构的按本发明的 OLED 设备的示意剖视图。

具体实施方式

图1是典型的OLED器件100的剖视图,包括:衬底10、阳极层12、有机EL元件14、和阴极层16。有机EL元件14有多种结构,其中,能成功实践本发明。图2中显示出典型的结构200,包括:衬底10、阳极层12、有机EL元件14、和阴极层16。其中有机EL元件14包括:空穴注入层13、空穴输送层15、发光层17、和电子输送层19。有机EL元件14的总组合厚度优选小于500nm。以下将详细描述这些层。注意,衬底可以按另一种方式设置在邻近阴极的位置,或者,衬底实际上构成阳极或阴极。

### 衬底

按本发明的OLED设备通常设置在支撑衬底上,其中,无论是阴极或阳极都可以与衬底接触。与衬底接触的电极通常叫做底电极。通常底电极是阳极,但是,本发明不限于这种结构。衬底可以透光也可以不透光,这取决于光发射的预定方向。透光性是通过衬底观察EL发射所需要的。在这种情况下,通常用透明玻璃或塑料。在通过顶电极观察EL发射的应用中,底支持体的透明特性就不重要了,因此底支持体可以是透光的、吸光的或反光的。这种情况下用的衬底包括但不限于玻璃、塑料、半导体材料、硅、陶瓷、和电路板材料。当然,在这些器件结构中必须设置透光的顶电极。

### 阳极

当通过阳极12观察EL发射时,阳极对于所说的发射应是透明或基本透明的。本发明中通常使用的透明阳极材料是氧化铟-锡(ITO)、氧化铟-锌(IZO)、和氧化锡,但是其他金属氧化物也可以工作,它包括但不限于这些金属氧化物,例如,掺杂铝-或铟的氧化锌、氧化镁-铟、和氧化镍-铟。除这些氧化物之外,例如氮化镓的金属氮化物、例如硒化锌的金属硒化物和例如硫化锌的金属硫化物,也可以用作阳极。对于只通过阴极观察EL发射的应用,阳极的透明特性就不重要了,阳极可以用任何导电材料,无论是透明的、不透明的或反射的材料都可以用。这种用途中的导电体例如包括:金、铱、钼、钽、和铂,但是,导电体不限于这些金属。典型的阳极材料,透明材料或其它材料的功函数为4.1eV或以上。通常用任何适当的方式,例如,蒸发、溅射、化学气相淀积、或电-化学方式,淀积需要的阳极材料。在制造过程中,用公知的光刻工艺或用掩模给阳极构图。

### 空穴注入层(HIL)

在阳极 12 与空穴输送层 15 之间设置空穴注入层 13 通常是有益的。空穴注入材料用于提高随后的有机膜层的膜形成性能，便于将空穴注入空穴输送层。适用于空穴注入层的材料包括：例如共同转让的美国专利 US-A-4720432 中公开的卟啉化合物，和共同转让的美国专利 US-A-6208075 中公开的等离子体淀积的碳氟聚合物，但是用于空穴注入层的材料不限于这些材料。在欧洲专利文献 EP-0891121A1 和 EP-1029909A1 中公开了有机 EL 器件中适用的其他空穴注入层的材料。

### 空穴输送层 (HTL)

空穴输送层 15 包含至少一种空穴输送化合物，例如，芳族叔胺，应了解，后者的化合物中包含至少一个只键合到碳原子的三价的氮原子，其中的至少一个是芳环中的原子。一种形式的芳族叔胺可以是芳基胺，例如，单芳基胺、二芳基胺、三芳基胺，或聚合芳基胺。典型的单芳基胺已由 Klupfel 等人的美国专利文献 US-A-3180730 公开。用一个或多个乙烯基取代的和/或包括含至少一个活性氢基的其他合适的叔芳基胺已由 Brantley 等人的共同转让的美国专利 US-A-3567450 和 US-A-3658520 公开。

正如共同转让的美国专利 US-A-4720432 和 US-A-5061569 公开的，更优选的芳族叔胺类是包含至少两个芳族叔胺部分的那些。空穴输送层可以用单一的芳族叔胺形成，也可以用多种芳族叔胺的混合物形成。实用的芳族叔胺列举如下：

- 1, 1-双(4-二-对-甲苯基氨基苯基)环己烷
- 1, 1-双(4-二-对-甲苯基氨基苯基)-4-苯基环己烷
- 4, 4'-双(二苯基氨基)四联苯
- 双(4-二甲基氨基-2-甲基苯基)-苯基甲烷
- N, N, N-三(对-甲苯基)胺
- 4-(二-对-甲苯基氨基)-4'-[4-(二-对-甲苯基氨基)-苯乙烯基]茼
- N, N, N', N'-四-对-甲苯基-4,4'-二氨基联苯
- N, N, N', N'-四苯基-4,4'-二氨基联苯
- N, N, N', N'-四-1-萘基-4,4'-二氨基联苯
- N, N, N', N'-四-2-萘基-4,4'-二氨基联苯
- N-苯基咪唑



4,4'-双[N-(1-萘基)-N-苯基氨基]联苯  
 4,4'-双[N-(1-萘基)-N-(2-萘基)氨基]联苯  
 4,4''-双[N-(1-萘基)-N-苯基氨基]对-三联苯  
 4,4'-双[N-(2-萘基)-N-苯基氨基]联苯  
 4,4'-双[N-(3-萘基)-N-苯基氨基]联苯  
 1,5-双[N-(1-萘基)-N-苯基氨基]萘  
 4,4'-双[N-(9-蒽基)-N-苯基氨基]联苯  
 4,4''-双[N-(1-蒽基)-N-苯基氨基]对-三联苯  
 4,4'-双[N-(2-菲基)-N-苯基氨基]联苯  
 4,4'-双[N-(8-荧蒽基)-N-苯基氨基]联苯  
 4,4'-双[N-(2-芘基)-N-苯基氨基]联苯  
 4,4'-双[N-(2-并四苯基)-N-苯基氨基]联苯  
 4,4'-双[N-(2-花基)-N-苯基氨基]联苯  
 4,4'-双[N-(1-蒽基)-N-苯基氨基]联苯  
 2,6-双(二-对-甲苯基氨基)萘  
 2,6-双[二-(1-萘基)氨基]萘  
 2,6-双[二-(1-萘基)-N-(2-萘基)氨基]萘  
 N,N,N',N'-四-(2-萘基)-4,4''-二氨基-对-三联苯  
 4,4'-双{N-苯基-N-[4-(1-萘基)-苯基]氨基}联苯  
 4,4'-双[N-苯基-N-[4-(2-芘基)氨基]联苯  
 2,6-双[N,N(2-萘基)胺]芴  
 1,5-双[N-(1-萘基)-N-苯基氨基]萘

其他实用的空穴输送材料包括如 EP-1009041 中公开的多环芳香化合物。此外,也可以用聚合空穴输送材料,例如,聚(N-乙烯吡啶)(PVK),聚噻吩,聚吡咯,聚苯胺;和共聚物,例如,聚(3,4-亚乙基二氧噻吩)/聚(4-苯乙炔磺酸酯),也叫做 PEDOT/PSS。

### 发光层 (LEL)

正如共同转让的美国专利 US-A-4769292 和 US-A-5935721 中更充分描述的,有机 EL 元件的发光层 (LEL) 包括发光材料或荧光材料,所产生的电致发光作为在该区域中电子-空穴对重组的结果。发光层可以用单一材料形成,但

是，发光层材料更通常由掺杂有一种或多种客体化合物的主体材料组成，其中光发射主要来源于掺杂剂，而且可以是任何颜色。发光层中的主体材料可以是：如以下所定义的电子输送材料；如以上所定义的空穴输送层；或者其他材料；或者是支持空穴-电子对重组的材料的组合。掺杂剂通常选自高荧光染料，但不包括磷光化合物，例如，WO-98/55561，WO-00/18851，WO-00/57676，和WO-00/70655 中所公开的过渡金属配合物也可以使用。通常在主体材料中掺入0.01wt%到10wt%的掺杂剂。聚合物材料也可以用作主体材料，例如，聚芴和聚乙烯基亚芳基化合物（例如（聚对亚苯基亚乙烯基）PPV）。这种情况下，小分子掺杂剂可以以分子形式分散进聚合物主体，或者，以通过将少量成分共聚合至主体聚合物的方式加入掺杂剂。

选择染料作掺杂剂的一个重要关系是比较带隙势，带隙势定义为分子的最高占据分子轨道与分子的最低未占据分子轨道之间的能量差。使有效能级从主体材料分子转移到掺杂剂分子的必要条件是掺杂剂的带隙小于主体材料的带隙。

已经使用的主体材料分子和发射分子包括以下共同转让的美国专利中公开的材料，但是，不限于这些材料，这些美国专利文献是：US-A-4768292；US-A-5141671；US-A-5150006；US-A-5151629；US-A-5405709；US-A-5484922；US-A-5593788；US-A-5645948；US-A-5683823；US-A-5755999；US-A-5928802；US-A-5935720；US-A-5935721；和US-A-6020678。

8-羟基喹啉（喔星）的金属配合物和类似的衍生物构成一类能支持电致发光的实用的主体化合物。实用的螯合喔星化合物列举如下：

CO-1: 三喔星铝[ 别名, 三(8-羟基喹啉合)铝(III) ]

CO-2: 双喔星镁[ 别名, 双(8-羟基喹啉合)镁(II) ]

CO-3: 双[苯并{f}-8-羟基喹啉合]锌(II)

CO-4: 双(2-甲基-8-羟基喹啉合)铝(III) - $\mu$ -氧代-双(2-甲基-8-羟基喹啉合)铝(III)

CO-5: 三喔星镉[ 别名, 三(8-羟基喹啉合)镉]

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

CO-7: 喔星锂[ 别名, (8-羟基喹啉合)锂(I) ]

CO-8: 喔星镓[ 别名, 三(8-羟基喹啉合)镓(III) ]

CO-9: 喔星锆[ 别名, 四(8-羟基喹啉合)锆(IV) ]

其他类的实用的主体材料包括以下材料, 但是, 不限于这些材料, 主体材料包括: 蒽衍生物, 例如 9, 10-二-(2-萘)蒽, 及其衍生物, 美国专利文献 US-A-5121029 公开的联苯乙烯亚芳基衍生物, 和吡啶衍生物, 例如, 2, 2', 2''-(1, 3, 5-亚苯基)三[1-苯基-1H-苯并咪唑]

实用的荧光掺杂剂包括以下材料, 但是不限于这些材料, 荧光掺杂剂包括: 蒽衍生物, 并四苯, 咕吨, 花, 红荧烯, 香豆素, 若丹明, 喹吡啶酮, 二氰基亚甲基吡喃化合物, 噻喃化合物, 聚次甲基化合物, 吡喃<sup>鎓</sup>和噻喃<sup>鎓</sup>化合物, 芴衍生物, periflanthene 衍生物, 和 2-羟基喹啉化合物。

### 电子输送层 (ETL)

形成本发明的有机 EL 元件的电子输送层 19 中使用的优选的薄膜形成材料是, 金属螯合的喔星化合物, 包括喔星本身的螯合物 (也叫做 8-喹啉醇或 8-羟基喹啉)。这些化合物有助于注入和输送电子, 具有高性能, 薄膜形成中容易制造。典型的喔星化合物已在上面列出。

其他的电子输送材料包括共同转让的美国专利 US-A-4356429 中公开的各种丁二烯衍生物, 和共同转让的美国专利 US-A-4539507 中公开的各种杂环荧光增白剂。吡啶和三嗪是实用的电子输送材料。

某些实例中, 层 17 和 19 可以任选被收缩成单层, 它们既能支持发光, 也能支持电子输送。该层既能被收缩进小分子 OLED 系统, 也能被收缩进聚合的 OLED 系统中。例如, 在聚合系统中, 通常使用例如具有以 PPV 作聚合发光层的 PEDOT-PSS 的空穴输送层, 在该系统中, 用 PPV 支持发光和电子输送。

### 阴极

当只通过阳极观察光发射时, 本发明中用的阴极 16 几乎可以用任何导电材料构成。要求的材料具有好的膜形成性能, 以保证它与位于它下面的有机层的良好接触, 促进在低电压的电子注入, 和具有良好的稳定性。实用的阴极材料通常含低功函数的金属 (<4.0eV) 或金属合金。一种优选的阴极材料是共同转让的美国专利 US-A-4885221 公开的 Mg: Ag 合金, 其中, Ag 占的百分比是 1 到 20%。另一类合适的阴极材料包括: 由薄电子注入层 (EIL) 和与其接触的覆盖有较厚的导电金属层的有机层 (例如, ETL) 构成的双层膜。这里,

EIL 优选包含低功函数的金属或金属盐，如果这样做，该较厚的覆盖层就不需要具有低功函数。正如共同转让的美国专利 US-A-5677572 公开的，这种阴极由 LiF 薄膜层构成，随后是较厚的 Al 层。其他实用的阴极材料组包括共同转让的美国专利 US-A-5059861、US-A-5059862 和 US-A-6140763 所公开的材料，但是，不限于这些材料。

通过阴极观察发射光时，阴极必须透明或大致透明。对于这种应用，金属必须是薄的，或必须用透明的导电氧化物，或是这些材料组合使用。优选的透明阴极在下列专利文献中详细公开，这些专利文献包括：US-A-4885211；US-A-5247190；JP-3234963；US-A-5703436；US-A-5608287；US-A-5837391；US-A-5677572；US-A-5776622；US-A-5776623；US-A-5714838；US-A-5969474；US-A-5739545；US-A-5981306；US-A-6137223；US-A-6140763；US-A-6172459；EP 1076368 和 US-A-6278236。通常用蒸发、溅射、或化学气相淀积法淀积阴极材料。按需要通过公知的多种方法构图，但是，不限于这些方法，这些方法包括：穿过掩模淀积，和共同转让的专利 US-A-5276380 和 EP0732868 公开的整体投影掩蔽，激光烧蚀，和选择化学气相淀积法。

#### 有机层淀积

上述的有机材料适合通过例如升华的气相法淀积，但是，从流体，例如，具有任选的粘接剂的溶剂中淀积有机材料能改善膜形成。如果有机材料是聚合物，通常用溶剂淀积，但是，也能用其他方法，例如，溅射法，或从给体片进行热转印法来淀积有机材料。如共同转让的美国专利 US-A-6237529 所公开的，要用升华淀积的材料可以从升华“舟”使其蒸发，升华“舟”通常用钽材料构成，或者，首先将有机材料涂覆在给体片上，然后，升华到衬底附近。由混合材料形成的膜层可以用分开的升华舟形成，或者，将材料预先混合，从一个舟或给体片涂覆。用掩模、整体投影掩蔽（见 US-A-5294870）、空间限定的从给体片的染料热转印（见共同转让的 US-A-5851709 和 US-A-6066357）和喷墨法（见共同转让的 US-A-6066357）等方法可以获得构图的淀积。

#### 封装

大多数的 OLED 设备对湿气或氧或对湿气和氧都敏感，所以，OLED 设备通常密封在惰性气氛中，例如，氮气气氛中或氩气气氛中，并具有除湿剂，除湿剂例如包括：氧化铝、铝矾土、硫酸钙、粘土、硅胶、沸石、碱金属氧化

物、碱土金属氧化物、硫酸盐、金属卤化物和金属过卤化物。封装和除湿的方法由共同转让的美国专利 US-A-6226890 公开，但是，不限于这些方法。此外，阻挡层，例如，SiO<sub>x</sub>、特氟隆、和其他的无机/聚合物层是封装领域中公知的。

### 光学优化方法

本发明的 OLED 设备使用多个 OLED 器件，如果需要，OLED 器件利用各种公知的光学效应来增强其性能。这包括优化层厚度，以获得最大的透光率，设置介电镜结构，用光吸收电极代替光反射电极，设置防闪光层，或在显示器上涂防反射涂层，在显示器上设置偏光介质，或在显示器上设置带色的中性密度的或颜色转换的滤光镜。滤光镜、偏光镜和防闪光涂层或防反射涂层可以具体设置在盖子上或盖子的一部分上。

图 3 是按本发明的 OLED 设备 300 的示意剖视图，具有多个串联连接的 OLED 器件 32、34、36 和 38。为了便于说明，图中只显示出 4 个 OLED 器件 32、34、36 和 38。应了解，在大多数的用途中，会包括更多的 OLED 器件。在衬底 10 的顶上，具有相互隔开的多个用于每个 OLED 器件的底电极 22、24、26 和 28。通过掩模用真空淀积法或用含电极材料的油墨印刷成规定的图形来设置相互隔开的底电极 22、24、26 和 28。或者，在连续的膜层中制备相互隔开的底电极 22、24、26、和 28，然后用光刻法、激光刻蚀方法或机械刻蚀方法将其分割成规定的相互隔开的图形。在相互隔开的底电极 22、24、26 和 28 上设置多个相互隔开的有机 EL 元件 42、44、46、和 48。相互隔开的有机 EL 元件 42、44、46、和 48 中的每个元件具有至少一层有机膜层，该有机膜层在对应的相互隔开的底电极 22、24、26、和 28，的边缘上延伸。图 3 中，每个相互隔开的有机 EL 元件 42、44、46、和 48 覆盖对应的相互隔开的底电极 22、24、26、和 28 的左边缘。每个有机 EL 元件 42、44、46、和 48 的有机层终止在邻近的相互隔开的底电极 22、24、26、和 28 之间的间隔，或者，它延伸超过间隔，并覆盖下一个相互隔开的底电极 22、24、26、和 28 的右边边缘到它的左边。在相互隔开的有机 EL 元件 42、44、46、和 48 之上设置多个相互隔开的顶电极 62、64、66、和 68。每个相互隔开的顶电极 62、64、66、和 68 设置在它的对应的相互隔开的有机 EL 元件 42、44、46、和 48 的具体部分之上。一组对应的相互隔开的底电极、相互隔开的有机 EL 元件和相互隔开的顶电极形成能发光的 OLED 器件。每个相互隔开的顶电极延伸过它的对应的底电极与

下一个相互隔开的底电极之间的间隔，并与后者电接触。因此，OLED 器件 38 的相互隔开的顶电极与 OLED 器件 36 的相互隔开的底电极接触；OLED 器件 36 的相互隔开的顶电极与 OLED 器件 34 的相互隔开的底电极接触；等等。当在器件 32 的顶电极 62 与器件 38 的底电极 28 之间施加工作电压时，工作电流从一个器件流进下一个器件，使所有的器件同时发光。驱动电压是 4 个 OLED 器件 32、34、36、和 38 的驱动电压之和，但是，单个 OLED 器件的驱动电流只是作为 OLED 设备 300 的等效总面积的单个 OLED 器件的驱动电流的 1/4。由于串联电阻引起的功率损耗等于工作电流与串联电阻的乘积的二次方，因此，与包括单个 OLED 器件而不是包括 4 个 OLED 器件的 OLED 设备相比，串联电阻引起的功率损耗急剧减小。与制造相互隔开的底电极类似，根据所选择的有机材料和所用的顶电极材料，可以用常规的掩模、印刷或刻蚀方法制造相互隔开的有机 EL 元件和相互隔开的顶电极。

OLED 器件 32、34、36、和 38 也可以是叠置的 OLED 器件。在这种情况下，每个 OLED 器件 32、34、36、和 38 包括：相互隔开的顶电极、相互隔开的底电极、和叠置在两个电极之间的多个单个的发光器件。在相邻的单个发光器件之间可以有器件之间电极，如 US-A6337492 所教导的。或者，如由 Liao 等人的申请序列号是 No.10/077720 的共同转让的美国专利申请中所述的，在单个的发光器件之间可以用掺杂的有机材料连接件。图 4 是 OLED 设备 400 的剖视图，包括多个叠置的 OLED 器件，OLED 器件之间有器件之间的电极。为了便于显示，每个 OLED 器件 32、34、36、和 38 包括 3 个单个的发光器件。例如，OLED 器件 32 包括 3 个单个的发光器件 32a、32b 和 32c。顶上的单个的发光器件 32a 包括：隔开的顶电极 62a，隔开的发光元件 42a，和隔开的器件之间的电极 22a；中间的单个的发光器件 32b 包括：隔开的器件之间的电极 62b，隔开的发光元件 42b，和隔开的器件之间的电极 22b；底部的单个的发光器件 32c 包括：隔开的器件之间的电极 62c，隔开的发光元件 42c，和隔开的底电极 22c。OLED 器件 34 的顶上的单个的发光器件 34a 的隔开的顶电极 64a 构成为与 OLED 器件 32 的底部的单个的发光器件 32c 的隔开的底电极 22c 接触。OLED 器件 36 的顶上的单个的发光器件 36a 的隔开的顶电极 66a 构成为与 OLED 器件 34 的底部的单个的发光器件 34c 的隔开的底电极 24c 接触；OLED 器件 38 的顶上的单个的发光器件 38a 的隔开的顶电极 68a 构成为与 OLED 器件 36 的

底部的单个的发光器件 36c 的隔开的底电极 26c 接触。因此，OLED 器件 32、34、36 和 38 串联连接。为了操作设备，OLED 器件 32 的顶上的单个的发光器件 32a 的隔开的顶电极 62a 与 OLED 器件 38 的底部的单个的发光器件 38c 的隔开的底电极 28c 之间施加电流。该电流流过全部 OLED 器件 32、34、36 和 38 的全部单个的发光器件，使全部单个的发光器件发光。与具有相同器件面积并在相同亮度工作的现有的 OLED 器件相比，按本发明的设备 400 的工作电压是 12 倍，但电流只有 1/12。因此由串联电阻引起的损耗急剧减小。

再看图 4，以使用单个发光器件 32b 为例，可以看到，器件之间的隔开的顶电极 62b 和隔开的底电极 22b 不必具有高的横向导电率。这些电极的功能是向单个有机 EL 器件 42b 供给正电荷和负电荷，使其具有足够的导电率，允许电流流过这些膜层的厚度。如果这些电极的厚度小，那么，电阻率高达  $10^8\Omega\text{-cm}$  的材料可以用于这些器件之间的电极。另一方面，最上面的单个的发光器件 32a、34a、36a、38a 的隔开的顶电极 62a、64a、66a、68a 和最下面的单个的发光器件 32c、34c、36c、38c 的隔开的底电极 22c、24c、26c、28c 必须具有高的横向导电率，以减小由串联电阻引起的能量损耗。这些膜层的电阻率必须在  $10^3\Omega\text{-cm}$  以下。为了能用叠置的 OLED 器件制造按本发明的 OLED 设备，优选具有高电阻率的材料制造器件之间的电极。注意图 4 所示的 OLED 器件 38，隔开的顶电极 68a 延伸到左边超过全部其他膜层 48a、28a、68b、48b、28b、68c、48c、28c 的端部边缘，使其与下一个 OLED 器件 36 的隔开的底电极 26c 接触。用高电阻率材料制造器件之间的电极层 28a、68b、28b、68c 有助于防止在隔开的电极 68a 与其他器件之间的电极层 28a、68b、28b、68c 之间偶然接触时出现单个的发光器件短路。

可以用上述 Liao 等人的申请序列号是 No.10/077720 的共同转让的美国专利申请中所述的交替叠置的 OLED 器件。用在叠置的单个发光器件之间的掺杂的有机材料连接件代替器件之间的电极。图 4 所示的按本发明的 OLED 设备 410 包括基于掺杂的有机材料连接件的串联连接的叠置的 OLED 器件。在共用衬底 10 上，有 4 个 OLED 器件 32、34、36、38，每个器件包括 3 个单个的发光器件的叠置堆。相应的具有 4 个隔开的顶电极 62a、64a、66a、68a；4 个隔开的底电极 22c、24c、26c、28c。每对隔开的顶电极和隔开的底电极 62a 和 22c、64a 和 24c、66a 和 26c、68a 和 28c 之间，具有用掺杂的有机材料连接件连接的 3

个单个的发光器件。例如，掺杂的有机材料连接件 23a 和 23b 用于连接 OLED 器件 32 中的 3 个叠置的单个器件，掺杂的有机材料连接件 83a 和 83b 用于连接 OLED 器件 38 中的 3 个叠置的单个器件，等等。OLED 器件 34 的隔开的顶电极 64a 构成为与 OLED 器件 32 的隔开的底电极 22c 接触。OLED 器件 36 的隔开的顶电极 66a 构成为与 OLED 器件 34 的隔开的底电极 24c 接触。OLED 器件 38 的隔开的顶电极 68a 构成为与 OLED 器件 36 的隔开的底电极 26c 接触。因此，使 OLED 器件 32、34、36、38 串联连接。为了操作设备，电流施加到 OLED 器件 32 的隔开的顶电极 62a 与 OLED 器件 38 的隔开的底电极 28c 之间，该电流流过全部 OLED 器件 32、34、36、38 的全部的单个的发光器件，使全部的单个发光器件发光。与具有相同器件面积并在相同亮度工作的现有的 OLED 器件相比，按本发明的设备 400 的工作电压是 12 倍，但电流只有 1/12。因此由串联电阻引起的损耗急剧减小。

图 5 是 OLED 设备 300 的示意顶视图，显示出 OLED 器件 32、34、36、38；它们对应的隔开的顶电极 62、64、66、68；和一个隔开的底电极 28。

除了减小由串联电阻引起的功耗，本发明的其他优点是，OLED 设备分成串联连接的 OLED 器件时，只在处于不工作状态的 OLED 器件中出现短路缺陷。串联的其他 OLED 器件继续发光。OLED 器件的总输出减小，但是，这种状态比由于单一的短路缺陷而造成整个器件全都不工作要好得多。

图 6 显示出本发明的另一实施方案，显示出共用衬底 10 上有 5 个 OLED 设备 101、102、103、104、和 105 的阵列。5 个 OLED 设备 101、102、103、104、和 105 中的每个设备包括按本发明的串联连接的 4 个 OLED 器件。例如，OLED 设备 101 包括串联连接的 OLED 器件 132、134、136、和 138。除了他们要连接的端部使 5 个设备并联工作之外，OLED 设备 101、102、103、104、和 105 相互电隔离。本实施方案用于将大面积的 OLED 器件分割成多个小的器件，这些器件先串联连接然后并联连接。本实施方案不仅能减小由于串联电阻引起的功耗，而且能减小由于短路缺陷引起的损坏效果。如果出现了短路缺陷也只影响处于停止状态的 OLED 器件。例如，如果在 OLED 设备 103 的 OLED 器件 236 中出现短路缺陷，只有 OLED 器件 236 受到影响，那么阵列 500 的总输出只减小 1/20。因此，使短路冲击大大减小。

本发明的其他实施方案中，OLED 设备 101、102、103、104、和 105 能



包含不同 EL 元件，以发射不同颜色的光。可以将某些 OLED 设备构成为发蓝光，某些 OLED 设备构成为发红光，某些 OLED 设备构成为发绿光。每个 OLED 设备可以发出单色光，以形成不同颜色的光的重复图形。常规的电结构可以用于连接全部 OLED 设备的产生相同颜色的光的第一 OLED 器件的底电极。同样，可以连接全部 OLED 设备的产生相同颜色的光的最后一个 OLED 器件的顶电极。可以单独驱动 OLED 设备 101、102、103、104、和 105 以获得不同的强度。或者，如果 OLED 设备 101、102、103、104、和 105 的效率不等，它们可以按不同的电平驱动，以获得一致的强度。

或者，电连接阵列的每个 OLED 设备中的第一 OLED 器件的顶电极，和电连接阵列的每个 OLED 设备中的最后一个 OLED 器件的底电极。全部 OLED 设备这样并列连接，并用公用电源驱动。

图 7 显示出本发明的另一实施方案，其中用柱状结构作为构建用于制造隔开的有机 EL 元件 42、44、46、48 和隔开的顶电极 62、64、66、68 的掩模。在该结构中，在衬底 10 上设置多个隔开的底电极 22、24、26、28。然后，用光刻法在隔开的底电极 22、24、26、28 上制造多个隔开的柱状结构 72 和 74。然后，用柱状结构 72 和 74 作为内置的掩模进行真空淀积，制造隔开的有机 EL 元件 42、44、46、48 和隔开的顶电极 62、64、66、68。柱状结构 72 和 74 顶上的有机元件材料涂层 43、45、47 和柱状结构 72 和 74 顶上的顶电极材料涂层 63、65、67 使得隔开的有机 EL 元件 42、44、46、48 和隔开的顶电极 62、64、66、68 相互隔开。隔开的柱状结构 72 和 74 的位置使得隔开的每个顶电极与下一个邻近的底电极接触，形成串联连接。

本发明的其他特征说明如下。

OLED 设备阵列，其中阵列中的每个 OLED 器件发射有色光，以构成红、绿和蓝色的重复图形。

OLED 设备阵列，其中每个 OLED 设备发射单一的有色光，以形成不同的有色光的重复图形，并且，还包括电连接产生相同颜色的全部 OLED 设备的第一 OLED 器件的底电极并且电连接产生相同颜色的全部 OLED 设备的最后一个 OLED 器件的顶电极的电连接装置。

阵列还包括控制流过 OLED 设备电极的电流的控制装置，以调节阵列产生的光的颜色。

OLED 设备，其中每个 OLED 器件的至少一层有机层终止在相邻的隔开的底电极之间的间隔中，或者，延伸到与下一个邻近的隔开的底电极接触。

OLED 设备，其中隔开的底电极是阳极，隔开的顶电极是阴极。

OLED 设备还包括多个隔开的柱形结构，每个柱形结构设置在一个隔开的底电极上，以提供掩模的功能，其使隔开的有机层和隔开的顶电极被构图淀积，其中，每个隔开的顶电极接触它的下一个邻近的隔开的底电极，以形成串联连接。

OLED 设备阵列，其中每个 OLED 设备中的第一 OLED 器件的顶电极是电连接的，每个 OLED 设备中的最后一个的 OLED 器件的底电极是电连接的。

OLED 设备阵列，其中阵列的每个 OLED 器件发射有色光。

OLED 设备阵列，其中有色光是红、绿或蓝色光。

OLED 设备阵列，其中阵列的每个 OLED 器件发射有色光，以形成红、绿和蓝色的重复图形。

OLED 设备阵列，其中每个 OLED 设备发射单一的有色光，以形成不同的有色光的重复图形，还包括电连接产生相同颜色的全部 OLED 设备的第一 OLED 器件的底电极并且电连接产生相同颜色的全部 OLED 设备的最后一个 OLED 器件的顶电极的电连接装置。

阵列还包括控制流过 OLED 设备电极的电流的控制装置，以调节阵列产生的光的颜色。

OLED 设备的制造方法，包括以下步骤：

(a) 形成衬底；和

(b) 形成多个叠置的 OLED 器件，OLED 器件包括设置在衬底之上的多个隔开的底电极，每个隔开的 OLED 器件包括在其对应的隔开的底电极的边缘上延伸的至少一个有机层，每个 OLED 器件包括顶电极，它与其他顶电极隔开，并延伸到与邻近的 OLED 器件的隔开的底电极电接触，以提供串联连接的 OLED 器件，使电流流过每个 OLED 器件的隔开的顶电极与底电极之间，并从该 OLED 器件的隔开的底电极流到下一个 OLED 器件隔开的顶电极，因此，减小由串联电阻引起的功率损耗。

OLED 设备，包括：

(a) 衬底；设置在衬底之上的多个叠置的 OLED 器件，其中，多个叠置

的 OLED 器件中的每个 OLED 器件包括：隔开的顶电极、隔开的底电极，和叠置在隔开的顶电极与隔开的底电极之间的多个单个的发光器件，

(b) 多个叠置的 OLED 器件中的每个 OLED 器件还包括设置在相邻的单个发光器件之间的器件之间的电极。

(c) 叠置的 OLED 器件中的每个 OLED 器件还包括设置在相同的叠置的 OLED 器件的隔开的底电极的一个边缘之上的至少一层有机层，

(d) 多个叠置的 OLED 器件中的每个 OLED 器件的隔开的顶电极延伸超过所述的相同的叠置的 OLED 器件的隔开的有机层的一个边缘，并与下一个叠置的 OLED 器件的隔开的底电极电接触，使多个叠置的 OLED 器件串联连接。

OLED 设备，其中每个 OLED 器件的至少一层有机层终止在相邻的隔开的底电极之间的间隔中，或者，延伸到与下一个邻近的隔开的底电极接触。

OLED 设备，其中隔开的底电极是阳极，隔开的顶电极是阴极。

OLED 设备，还包括多个隔开的柱形结构，每个柱形结构设置在一个隔开的底电极上，以提供掩模的功能，其使隔开的有机层和隔开的顶电极被构图淀积，其中，每个隔开的顶电极接触它的下一个邻近的隔开的底电极，以形成串联连接。

OLED 设备阵列，其中每个 OLED 设备中的第一 OLED 器件的顶电极是电连接的，每个 OLED 设备中的最后一个的 OLED 器件的底电极是电连接的。

OLED 设备阵列，其中阵列的每个 OLED 器件发射有色光。

OLED 设备阵列，其中有色光是红、绿或蓝色光。

OLED 设备阵列，其中阵列的每个 OLED 器件发射有色光，以形成红、绿和蓝色的重复图形。

OLED 设备阵列，其中每个 OLED 设备发射单一的有色光，以形成不同的有色光的重复图形，还包括电连接产生相同颜色的全部 OLED 设备的第一 OLED 器件的底电极并且电连接产生相同颜色的全部 OLED 设备的最后一个 OLED 器件的顶电极的电连接装置。

OLED 设备阵列，其中每个 OLED 器件的至少一层有机层终止在相邻的隔开的底电极之间的间隔中，或者，延伸到与下一个邻近的隔开的底电极接触。

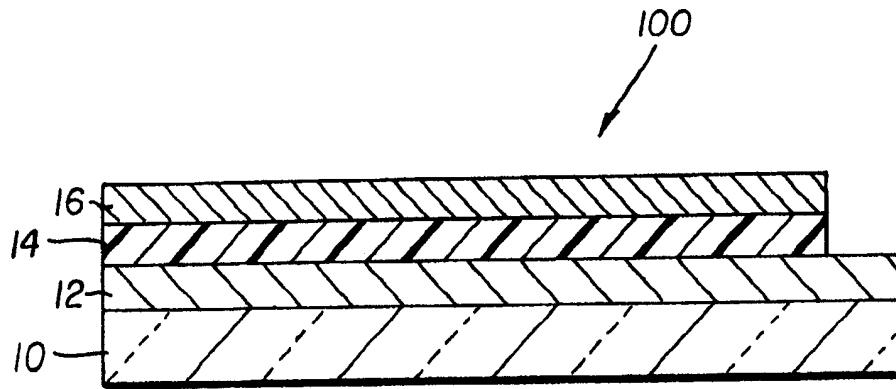


图 1

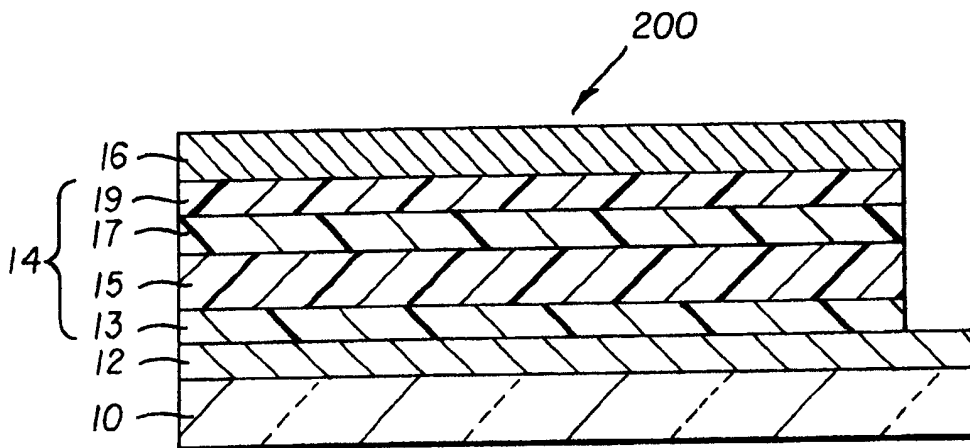


图 2

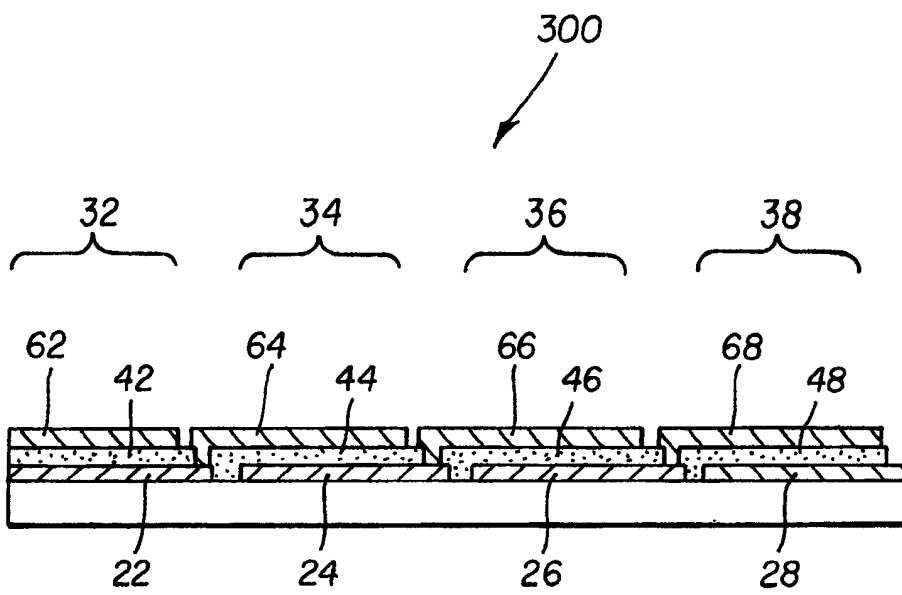


图 3

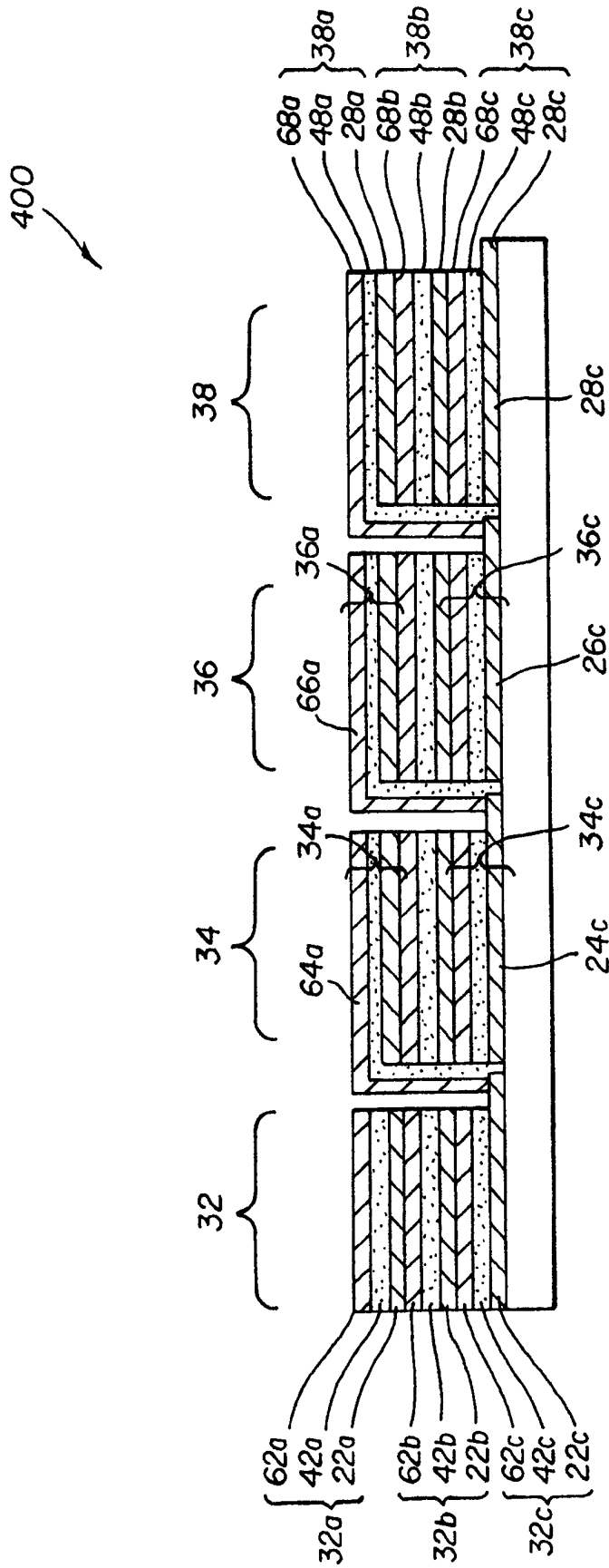


图 4

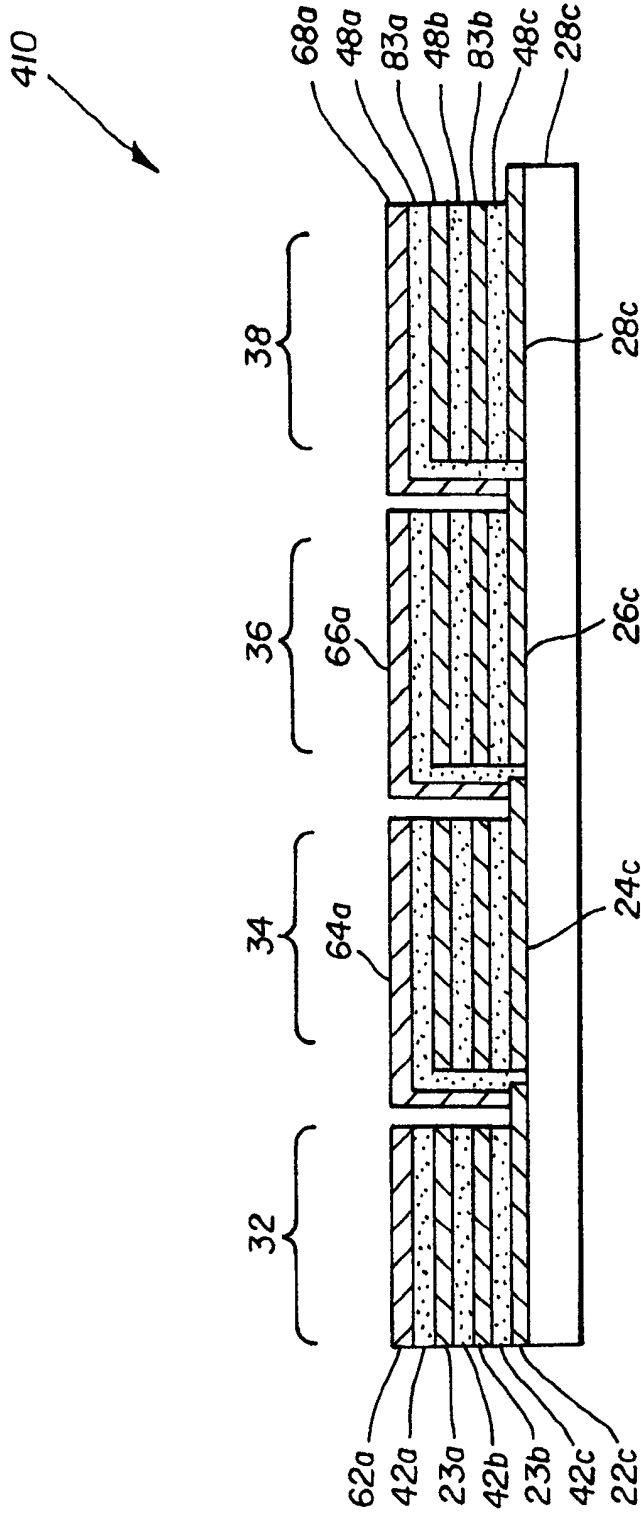


图 4a

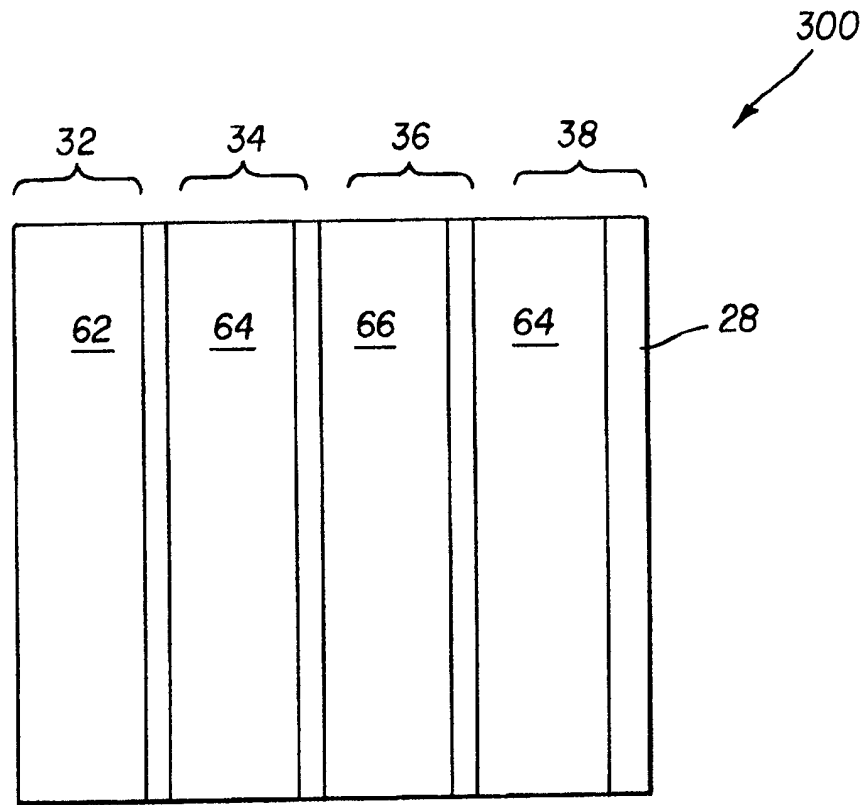


图 5

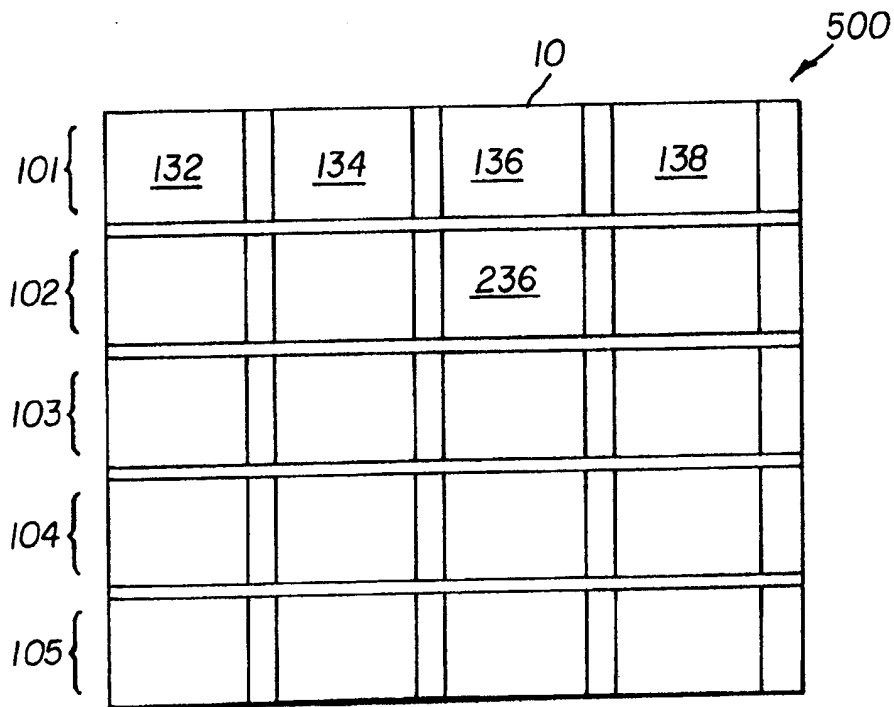


图 6



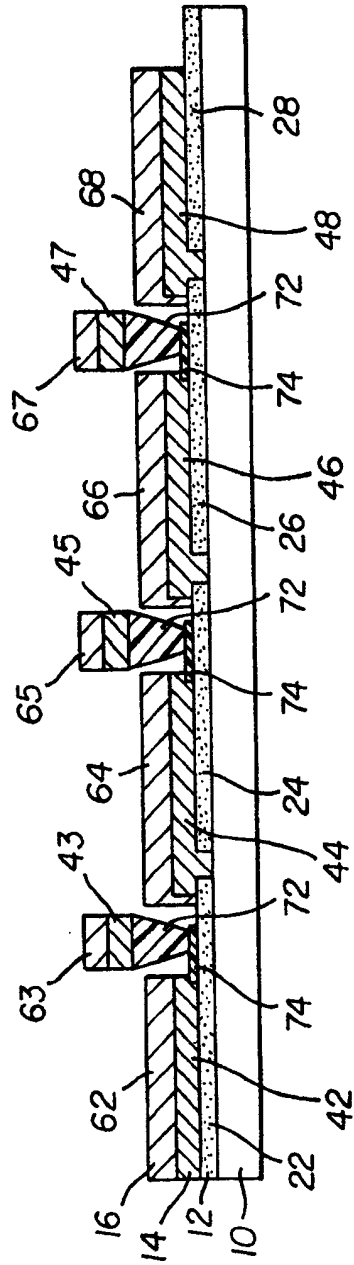


图 7