



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105514143 A

(43) 申请公布日 2016. 04. 20

(21) 申请号 201510670204. 0

(22) 申请日 2015. 10. 13

(30) 优先权数据

10-2014-0137778 2014. 10. 13 KR

(71) 申请人 乐金显示有限公司

地址 韩国首尔

(72) 发明人 李东振 金哲弘 赵晟希 郑容彬

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227

代理人 蔡胜有 董文国

(51) Int. Cl.

H01L 27/32(2006. 01)

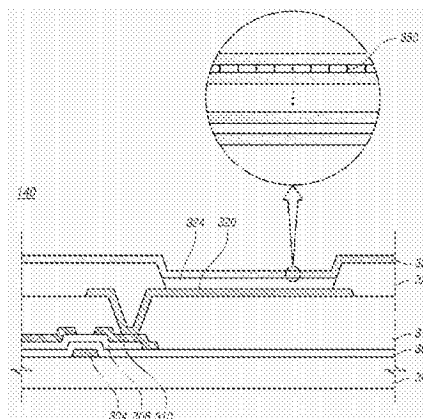
权利要求书2页 说明书12页 附图11页

(54) 发明名称

有机发光二极管显示面板及其制造方法

(57) 摘要

本发明涉及有机发光二极管显示面板及其制造方法。有机发光二极管(OLED)显示面板包括设置在第一电极上的有机层和设置在有机层上的多层薄膜。多层薄膜由石墨烯的堆叠体形成。多层薄膜在其中的两个或更多个上层之间具有层间键合。



1. 一种有机发光二极管显示面板,包括:
第一电极;
多层薄膜;以及
位于所述第一电极与所述多层薄膜之间的有机层,
其中所述多层薄膜包括多个第一石墨烯层和多个第二石墨烯层,并且
其中在所述多个第一石墨烯层之间存在层间键合。
2. 根据权利要求1所述的面板,其中所述多个第二石墨烯层之间没有层间键合。
3. 根据权利要求1所述的面板,其中所述多个第二石墨烯层位于所述有机层与所述多个第一石墨烯层之间。
4. 根据权利要求1所述的面板,其中所述多个第一石墨烯层包括所述多层薄膜中的作为距所述有机层最远的石墨烯层的石墨烯层。
5. 根据权利要求1所述的面板,其中所述层间键合包括碳原子的 sp^3 键。
6. 根据权利要求1所述的面板,其中所述层间键合包括碳原子的类金刚石结构。
7. 根据权利要求1所述的面板,其中
所述多个第一石墨烯层中的石墨烯层通过共价键键合,并且
所述多个第二石墨烯层中的石墨烯层通过范德华力相互作用。
8. 根据权利要求1所述的面板,其中所述多个第一石墨烯层的薄层电阻大于所述多个第二石墨烯层的薄层电阻。
9. 根据权利要求1所述的面板,其中所述多个第一石墨烯层的电导率小于所述多个第二石墨烯层的电导率。
10. 根据权利要求1所述的面板,其中所述多个第一石墨烯层的层间距离小于所述多个第二石墨烯层的层间距离。
11. 根据权利要求1所述的面板,其中所述多个第一石墨烯层的水分透过率小于所述多个第二石墨烯层的水分透过率。
12. 根据权利要求1所述的面板,其中从所述有机层发射的光沿朝向所述多层薄膜的方向辐射。
13. 一种制造有机发光二极管显示面板的方法,所述方法包括:
形成第一电极;
形成多层薄膜;
形成有机层;
将所述有机层置于所述第一电极与所述多层薄膜之间,
其中所述多层薄膜包括多个第一石墨烯层和多个第二石墨烯层;以及
在所述多个第一石墨烯层之间形成层间键合。
14. 根据权利要求13所述的方法,其中所述形成层间键合包括使用等离子体处理。
15. 根据权利要求14所述的方法,其中在所述等离子体处理中的等离子体包括氢等离子体。
16. 根据权利要求13所述的方法,其中所述多个第二石墨烯层位于所述有机层与所述多个第一石墨烯层之间。
17. 根据权利要求13所述的面板,其中在所述多个第二石墨烯层中的石墨烯层之间没

有层间键合。

18. 根据权利要求 13 所述的方法,其中所述形成多层薄膜包括根据选自透光率、薄层电阻、电导率和水分透过率中的至少之一的设计值来确定所述多层薄膜中的石墨烯层的数目。

19. 根据权利要求 13 所述的方法,其中所述形成多层薄膜包括在催化剂金属层上生长石墨烯的多层薄膜以及随后将所述多层薄膜转移至所述有机层。

有机发光二极管显示面板及其制造方法

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 该申请要求 2014 年 10 月 13 日提交的韩国专利申请第 10-2014-0137778 号的优先权和权益,通过引用将其如在本文中完全阐述那样并入本文以用于所有目的

技术领域

[0003] 本公开涉及有机发光二极管 (OLED) 显示面板及其制造方法。

背景技术

[0004] 在平板显示工业中,液晶显示器 (LCD) 装置由于其轻便且耗能较少而得到广泛应用。然而, LCD 装置在亮度、对比度、视角、尺寸等方面能力有限,原因是其是自身不发光的非发光型装置。

[0005] 为了克服 LCD 装置的这些问题,已经积极研发了新型平面显示装置。与 LCD 装置相比,有机发光二极管 (OLED) 显示装置(一种新型平面显示装置)具有高亮度级、宽视角和高对比度的优点,原因是在 OLED 显示装置中使用了能够自身发光的 OLED。另外, OLED 显示装置可以具有轻薄外形且耗能较低,原因是其不需要背光。

[0006] OLED 显示装置的 OLED 显示面板利用从连接至各像素区中的薄膜晶体管 (TFT) 的 OLED 发射的光来显示图像。OLED 是这样一种装置,在该装置中有机化合物形成阳极与阴极之间的有机发光层以在给该有机发光层施加有电场的情况下发射光。OLED 具有许多优点,例如可在低电压下操作、相对低的能耗、重量轻以及可在柔性基板上制造。

[0007] OLED 分为顶部发光(或前发光)型和底部发光(或背发光)型。顶部发光型 OLED 对于阴极要求高水平的透光率和高电导率。然而,使用透明材料用于阴极由于高的薄层电阻而对电导率性质具有不利效果;反之添加旨在提高电导率的金属层却减小了透光率。

[0008] 保护 OLED 显示装置的内部装置的保护层在其由单个层或薄膜形成的情况下不透性性质有限,因此不能有效地保护内部免受水分以及氧的影响。相反,在采用多层结构来改善保护层的透过性的情况下,成问题的是:透光率降低、工艺复杂化、工艺步骤的数量增加、以及从而制造成本增加。

[0009] 另外,在 OLED 显示装置是柔性显示装置的情况下,在通过气相沉积形成层的情况下难以确保层具有机械柔性。

发明内容

[0010] 本发明的各方面在独立权利要求中阐明。本发明的各实施方案提供了有机发光二极管 (OLED) 显示面板及其制造方法、以及 OLED 显示装置,其具有优异的透光率、薄层电阻、电导率、机械柔性和可靠性,以及减少的工艺步骤数量和减少的工艺时间。

[0011] 在一个实施方案中,提供了一种有机发光二极管显示面板,其包括:设置在第一电极上的有机层;设置在有机层上的多层薄膜,多层薄膜由石墨烯的堆叠体形成。多层薄膜在其两个或更多个上层之间具有层间键合。

[0012] 在另一实施方案中,提供了一种制造有机发光二极管显示面板的方法,其包括:在第一电极上形成有机层;在有机层上形成由石墨烯形成的多层薄膜;以及通过等离子体处理在多层薄膜的两个或更多个上层之间形成层间键合,由此没有层间键合的层形成第二电极,并且具有层间键合的所述两个或更多个层形成封装层。

[0013] 如上所述,根据本公开的 OLED 显示面板、制备该 OLED 显示面板的方法以及 OLED 显示装置具有优异的透光率、薄层电阻、电导率、机械柔性以及可靠性性质,以及有益效果例如减少工艺步骤的数量以及减少工艺所需的时间。

附图说明

[0014] 根据结合附图的如下详细描述,本公开的以上目标、特征和优点以及其他目标、特征和优点将被更清楚地理解,其中:

[0015] 图 1 是示出应用实施方案的 OLED 显示装置的示意系统构造图;

[0016] 图 2 是示出常规 OLED 显示面板的示意截面图;

[0017] 图 3 是根据本公开一个示例性实施方案的 OLED 显示面板的截面图;

[0018] 图 4 是示出实施根据本公开另一示例性实施方案的 OLED 显示装置的多层薄膜的示意截面图;

[0019] 图 5A 和图 5B 是示出在多层薄膜中随等离子体处理的结构变化的图;

[0020] 图 6A 至图 6D 是示出实施根据本公开另一示例性实施方案的 OLED 显示装置的多层薄膜的示意截面图;

[0021] 图 7A 至图 7F 是示出根据本公开又一示例性实施方案的制造 OLED 显示面板的方法的过程图;

[0022] 图 8A 是示出在 OLED 显示装置的多层膜没有层间键合的情况下的水分透过的示意截面图;以及

[0023] 图 8B 是示出在根据本公开实施方案的 OLED 显示装置的多层膜具有层间键合的情况下的水分路径的示意截面图。

具体实施方式

[0024] 现在将详细地参照本公开,本公开的实施方案在附图中示出。贯穿该文件,应该参照附图,在附图中贯穿不同的附图可以使用相同的附图标记和记号来表示相同或类似的部件。在本公开的下面的描述中,在并入本文中的公知功能和部件可能使本公开的主题变得不清楚的情况下将省略其详细描述。

[0025] 还应理解的是,虽然在本文中可以使用表述例如“第一”、“第二”、“A”、“B”“(a)”以及“(b)”来描述各种元件,但是这样的表述仅用于将一个元件与另一元件进行区分。这些元件的实质、次序、顺序或数量不受这些表述限制。应理解的是在元件被称为“连接至”或“耦接至”另一元件时,所述元件不仅可以“直接连接至”或“直接耦接至”所述另一元件,而且所述元件还可以经由“中间”元件而“间接连接或耦接至”所述另一元件。在相同的上下文中,应理解的是,当元件被称为形成在另一元件“上”或“下”时,所述元件不仅可以直接形成在所述另一元件上或下,而且所述元件也可以经由中间元件间接地形成在所述另一元件上或下。

[0026] 图 1 是示出应用本公开实施方案的有机发光二极管 (OLED) 显示装置 100 的示意系统构造图。

[0027] 参照图 1, OLED 显示装置 100 包括:其上形成有 m 条数据线 DL1、DL2、..... 和 DL m (其中 m 为自然数)和 n 条栅极线 GL1、DL2、..... 和 GL n (其中 n 为自然数)的显示面板;驱动 m 条数据线 DL1 至 DL m 的数据驱动器 120;依次驱动 n 条栅极线 GL1 至 GL n 的栅极驱动器 130;以及控制数据驱动器 120 和栅极驱动器 130 的定时控制器 110。

[0028] 首先,定时控制器 110 基于从主机输入的外部定时信号(例如垂直同步信号 Vsync/水平同步信号 Hsync、图像数据(Data)以及时钟信号)来输出控制数据驱动器 120 的数据控制信号 DCS 和控制栅极驱动器 130 的栅极控制信号 GCS。另外,定时控制器 110 将从主机输入的图像数据转换成在数据驱动器 120 中使用的数据信号的格式,并且将转换的图像数据 Data' 提供至数据驱动器 120。

[0029] 响应于从定时控制器 110 输入的数据控制信号和转换的图像数据 Data', 数据驱动器 120 将图像数据 Data' 转换成数据信号,即,与灰度水平对应的电压值(模拟像素信号或数据电压),并且将转换的数据信号提供至数据线 DL1 至 DL m 。

[0030] 另外,响应于从定时控制器 110 输入的栅极控制信号 GCS,栅极驱动器 130 将扫描信号(栅极脉冲、扫描脉冲或栅极导通信号)依次提供至栅极线 GL1 至 GL n 。

[0031] 如在图 1 中,栅极驱动器 130 位于显示面板 110 的一侧上,或者根据驱动方案,可以将栅极驱动器 130 分为设置在显示面板 140 的相对侧上的两个部分。

[0032] OLED 显示面板 140 上的像素 P 可以布置为矩阵的形式,位于通过数据线 DL1 至 DL m 和栅极线 GL1 至 GL n 限定的区域上。

[0033] OLED 显示装置 100 包括用作阳极(未示出)的第一电极(未示出)、设置在第一电极(未示出)上的有机层(未示出)以及设置在有机层(未示出)上的石墨烯堆叠多层薄膜(未示出)。在多层薄膜(未示出)中的两个或更多个上层之间存在层间键合(未示出)。层间键合(未示出)是相邻两层的碳原子的 sp^3 键(未示出)。在本文中, sp^3 键(未示出)可以理解为是类金刚石结构(未示出)。

[0034] 在 OLED 显示装置 100 中,存在于层间结构(未示出)中的两个或更多个层是封装层(未示出),并且没有层间键合的层可以是用作阴极(未示出)以及第二电极(未示出)两者的公共电极。

[0035] 在下文中,第一电极、阳极和正电极可以用作指代同一事物。

[0036] 如上所述,根据本公开的实施方案的 OLED 显示装置 100 具有通过等离子体处理而形成在石墨烯的多层薄膜中的层间键合。具有层间键合的层用作保护有机层和装置的封装层,并且没有层间键合的层用作第二电极。因此,由于省略了传统的上基板,减小了厚度,简化了工艺,改善了性质例如不透水性、电导率和透光率,并且得到由于石墨烯的物理特性而产生的机械柔性。

[0037] 下面将参照附图给出实施方案的详细描述。

[0038] 图 2 是示出常规 OLED 显示面板的示意截面图。

[0039] 参照图 2, OLED 显示面板 140 包括:基板 202;设置在基板 202 上的晶体管,该晶体管包括栅电极 204、栅极绝缘膜 206、半导体层 208 和源电极/漏电极 210;以及设置在晶体管上的平坦化层 212。OLED 显示面板 140 还包括:设置在平坦化层 202 上并且经由接触孔

连接至源电极 / 漏电极 210 的第一电极 220 ; 以露出第一电极 220 的一部分的方式上覆第一电极 220 的周边的堤坝 (bank) 222 ; 设置在露出的第一电极 220 上的有机层 224 ; 以及形成在覆盖有机层 224 和堤坝 222 的整个表面上的第二电极 (或公共电极) 230 。另外, OLED 显示面板 140 包括 : 保护 OLED 显示面板 140 内部的装置 (例如有机层 224) 的钝化层 260 ; 以及经由接合层 262 接合至钝化层 260 的封装层 264 。

[0040] 在 OLED 显示面板 140 为顶部发光型的情况下, 第二电极 230 必须具有高水平的透光率。然而, 透明金属氧化物例如铟锡氧化物 (ITO) 不能实现足够的电导率, 这是成问题的。为此, 第二电极 230 形成为透明金属氧化物层和旨在获得导电性的金属层。在此, 旨在得到导电性的金属是合金例如 MgAg, 这不利地降低了透光率。

[0041] 另外, OLED 显示面板 140 还包括依次堆叠在第二电极 230 上的钝化层 260、接合层 262 和封装层 264。所有这些层都是保护有机层 224 免受水分或氧影响的保护层, 其中钝化层 260 可以具有包含有机膜和无机膜的多层结构。在这种情况下, 问题在于由于沉积过程等使工艺步骤的数量增加并且使制造成本增加。

[0042] 在 OLED 显示面板 140 是柔性 OLED 显示面板 140 的情况下, 钝化层 260、接合层 262、封装层 264 等由无机材料形成。然而, 在这种情况下, 降低的机械柔性降低了产品的可靠性, 并且开裂导致差的图像质量。另外, 在保护层由单个层或少量层形成以得到柔性的情况下, 由于降低的不透水性而不可能防止氧或水分透过保护层。

[0043] 本公开的实施方案构造为利用设置在有机层 224 上的多层结构来克服上述问题。下面将参照附图给出实施方案的详细描述。

[0044] 图 3 是根据本公开一个示例性实施方案的 OLED 显示面板的截面图。

[0045] 参照图 3, OLED 显示面板 140 包括 : 基板 302 ; 设置在基板 302 上的晶体管, 该晶体管包括栅电极 304、栅极绝缘膜 306、半导体层 308 和源电极 / 漏电极 310 ; 以及设置在晶体管上的平坦化层 312。OLED 显示面板 140 还包括 : 设置在平坦化层 312 上并且经由接触孔连接至源电极 / 漏电极 310 的第一电极 320 ; 以及露出第一电极 320 的一部分的上覆第一电极 320 的周边的堤坝 322。

[0046] 根据该实施方案的 OLED 显示面板 140 包括设置在第一电极 320 上的有机层 324 和设置在有机层 324 上的石墨烯堆叠多层薄膜 330, 其中在多层薄膜 330 中的两个或更多个上层之间存在层间键合 350。

[0047] 层间键合 350 是相邻两层的碳原子的 sp^3 键。 sp^3 键指的是其中碳原子与周围四个原子形成四个键的结构。换言之, sp^3 键指的是其中碳的配位数为 4 的键合结构。由于金刚石具有与石墨的平面结构不同的 sp^3 键, 所以 sp^3 键理解为是类金刚石结构。

[0048] 首先, 基板 302 可以不仅实施为玻璃基板, 还可以实施为塑料基板, 例如聚对苯二甲酸乙二醇酯基板、聚萘二甲酸乙二醇酯基板或聚酰亚胺基板。

[0049] 基板 302 可以设置有防止杂质穿透进入基板的缓冲层。缓冲层可以为例如硅氮化物 ($SiNx$) 或硅氧化物 ($SiOx$) 的单层或多层。

[0050] 栅电极 304 具有将栅极信号传送至晶体管的功能, 并且可以实施为由诸如 Al、Pt、Pd、Ag、Mg、Au、Ni、Nd、Ir、Cr、Li、Ca、Mo、Ti、W 和 Cu 的至少一种金属或合金形成的单层或多层。另外, 电连接至半导体层 308 的源电极 / 漏电极 310 可以由难熔金属例如 Cr 或 Ta 形成。

[0051] 半导体层 308 可以由选自但不限于镓锌氧化物 (IGZO)、锌锡氧化物 (ZTO) 或锌铟氧化物 (ZIO) 中的金属氧化物形成。当然, 半导体层 308 可以由非晶硅 (a-Si) 或多晶硅形成。

[0052] 栅极绝缘膜 306 可以由无机绝缘材料例如 SiO_x 或 SiN_x 形成。

[0053] 包括栅电极 304、半导体层 308、源电极 / 漏电极 310 的晶体管被示出为例如底栅型。然而, 本公开不限于此, 晶体管可以为顶栅型。

[0054] 考虑到机械强度、防水分透过率、容易成膜等, 平坦化层 312 为疏水的有机或无机膜。例如, 平坦化层 312 由选自但不限于聚苯乙烯、硅氧烷系树脂、丙烯酸类树脂、 SiON 、 SiN_x 、 SiO_x 和 AlO_x 中的之一形成。

[0055] 形成在平坦化层 312 上的第一电极 320 可以由用作阳极电极的具有相对大的功函数的透明导电材料形成。例如, 第一电极 320 可以由选自但不限于以下中的之一形成: 金属氧化物例如铟锡氧化物 (ITO) 或铟锌氧化物 (IZO)、金属氧化物混合物例如 $\text{ZnO}:\text{Al}$ 或 $\text{SnO}_2:\text{Sb}$ 、碳纳米管、石墨烯、以及银纳米线。

[0056] 另外, 在顶部发光型的情况下, 可以将由诸如 Al 或 Ag 的具有优异反射率的金属材料形成的反射器布置成在第一电极 320 上或下的辅助电极以提高反射率。

[0057] 在本文中, 表述“顶部发光”是指光沿朝向多层薄膜 330 的方向从有机层 324 发射, 而表述“底部发光”是指光沿与“顶部发光”相反的方向发射。

[0058] 堤坝 322 限定了发光区域, 并且可以由疏水的有机材料例如聚苯乙烯、聚甲基丙烯酸甲酯 (PMMA)、苯并环丁烯系树脂、硅氧烷系树脂、硅烷树脂、丙烯酸类树脂等形成。

[0059] 有机层 324 可以由从像素电极 320 的顶表面依次堆叠的多层形成。例如, 有机层 324 可以具有包括空穴注入层、空穴传输层、发射层、电子注入层和电子注入层的五层结构; 包括空穴传输层、发射层、电子传输层和电子注入层的四层结构; 或包括空穴传输层、发射层和电子传输层的三层结构。

[0060] 在根据该实施方案的 OLED 显示面板 140 中, 多层薄膜 330 中的其间存在有上述层间键合 350 的两个或更多个层是封装层, 没有层间键合 350 的层是第二电极 (或公共电极)。

[0061] 也就是说, 多层薄膜 330 是同时执行保护内部装置的功能和用作第二电极的功能的单个结构。

[0062] 多层薄膜中的每层由石墨烯 (即具有蜂窝结构的由碳原子形成的二维材料) 形成。

[0063] 多层薄膜 330 可以通过化学气相沉积生长在快速催化剂上, 但本公开不限于此。当然, 多层薄膜 330 可以由还原石墨烯氧化物 (rGO) 形成, 该 rGO 通过如下方式生成: 通过利用强氧化剂例如高锰酸钾 (KMnO_4) 氧化石墨烯来形成石墨烯氧化物 (GO); 然后利用还原剂例如肼 (NH_2NH_2) 还原石墨烯氧化物 (GO)。

[0064] 石墨烯具有优异的机械性质、高化学耐受性、高机械柔性、优异的耐热性、高载流子迁移率和高电荷存储能力, 原因是其由二维的共轭的 sp^2 杂化碳形成。

[0065] 因此, 与 OLED 显示面板 140 中的常规第二电极的透光率和电导率、薄层电阻以及柔性相比, 膜 330 中的与第二电极对应的部分具有高水平的透光率和电导率、低水平的薄层电阻以及高水平的柔性。

[0066] 相反,多层薄膜 330 中的对应于封装层的部分由于等离子体处理而具有绝缘性质、以及低水平的电导率和优异的不透水性。在此,等离子体可以为例如氢等离子体。

[0067] 另外,由于单个结构实现了否则在相关技术中将通过两个结构实现的上述两个功能,减少了工艺所需时间,减少了工艺步骤的数量,从而降低了制造成本。

[0068] 这些性质是由通过等离子体处理而产生的层间键合 350 所产生的。层间键合 350 可以形成在位于多层薄膜 330 中的上部中的两个或更多个层之间。

[0069] 将参照图 4 更为详细地描述多层薄膜 330 和层间键合 350。

[0070] 图 4 是示出实施根据本公开另一示例性实施方案的 OLED 显示装置的多层薄膜的示意截面图。

[0071] 参照图 4,石墨烯堆叠多层薄膜 330 设置在有机层 324 上(参见图 3)。多层薄膜 330 具有存在于多层薄膜中的两个或更多个上层之间的层间键合 350。

[0072] 层间键合 350 是指相邻两层或类金刚石结构的碳原子的 sp^3 键(未示出)。存在于与存在的层间键合 350 同一层上的碳原子与周围四个原子局部地或完全地结合。

[0073] 没有等离子体处理的石墨烯配位数为 3,并且与周围的碳形成西格玛(σ)键。另外,在不参与西格玛(σ)键的电子之间形成派(π)键(共轭)。

[0074] 在由石墨烯形成的多层薄膜 330 用氢等离子体处理的情况下,多层薄膜 330 中的上层上的由派(π)键形成的 sp^2 网络在暴露于等离子体时被破坏,由此可以形成西格玛(σ)键。该改变可以在各层上局部地发生或对于整个上层发生。

[0075] 该改变使得具有层间键合 350 的两个或更多个层形成封装层 334 并且使得没有层间键合 350 的层 332 用作第二电极层 332。

[0076] 在 sp^3 键由相邻层的碳原子形成的情况下,所述相邻层之间的层间距离减小,并且存在电导率、薄层电阻和水分透过率的改变。

[0077] 具体地,具有层间键合 350 的两个或更多个层 334 的层间距离 d_2 可以小于没有层间键合 350 的层 332 的层间距离 d_1 。这是由于由通过相邻层的碳原子形成的 sp^3 键而产生的在相邻层之间的相对强的键合力。

[0078] 换言之,层间距离 d_1 和 d_2 可以不同,原因是具有层间键合 350 的两个或更多个层 334 通过共价键键合而不具有层间键合 350 的层 332 通过范德华力相互作用。具体地,具有层间键合 350 的两个或更多个层 334 通过西格玛(σ)键即原子间的共价键结合。没有层间键合 350 的层 332 没有直接键合,通过由瞬时诱导电荷产生的范德华力相互作用保持层间距离 d_1 。

[0079] 另外,具有层间键合 350 的两个或更多个层 334 的薄层电阻可以大于没有层间键合 350 的层 332 的薄层电阻。具有层间键合 350 的上层由于氢等离子体处理而具有绝缘性质。

[0080] 相反,没有层间键合 350 的层 332 由于石墨烯的物理特性而具有高水平的电导率和低水平的薄层电阻。例如,没有层间键合 350 的层 332 可以具有高水平的电导率,原因是其薄层电阻可以小于 $1\ \Omega/\square$ (欧姆每方)。

[0081] 也就是说,具有层间键合 350 的两个或更多个层 334 的电导率小于没有层间键合 350 的层 332 的电导率。

[0082] 没有层间键合 350 的层 332 的数量的增加使得厚度增加,降低了薄层电阻,并且使

得没有层间键合 350 的层 332 的电导率增加。因而,没有层间键合 350 的层 332 的厚度上的增加使得 OLED 显示面板 140 响应于相等地施加至其上的驱动电压而发射的光的亮度增加。换言之,没有层间键合 350 的层 332 的薄层电阻随着其整个厚度增加而降低。因此,在施加相同的驱动电压的情况下,较大的电流从第一电极 320 流向第二电极 330,由此增加了 OLED 显示面板 140 的亮度。

[0083] 具有层间键合 350 的两个或更多个层 334 的水分透过率可以小于没有层间键合 350 的层 332 的水分透过率。这是因为层间键合 350 本身或由于层间距离 350 而产生的层间距离的减小防止了外部水分或氧透过。因此,例如,封装层 334 的水分透过率可以为 $10^{-4} \text{g/m}^2 \cdot \text{天}$ 或更低。下面将参照图 8A 和图 8B 给出水分透过率的详细描述。

[0084] 具有层间键合 350 的层 334 用作封装层 334,原因是其具有高薄层电阻和低电导率性质。没有层间键合 350 的层 332 用作第二电极层 332,原因是其具有低薄层电阻和高电导率性质。

[0085] 对于根据该实施方案的 OLED 显示面板 140,相对于常规面板,减少了工艺步骤的数量,减少了工艺所需的时间,从而降低了制造成本。

[0086] 在如上所述的常规 OLED 显示面板 140 中,第二电极层 332 设置在有机层 324 上,并且钝化层 260、接合层 262 和封装层 246 设置在第二电极 332 上,以保护有机层 324 免受外部水分或氧影响。因此,这由于另外的工艺例如沉积而增加了工艺步骤的数量以及制造成本,这是成问题的。

[0087] 相反,在根据本发明该实施方案的 OLED 显示面板 140 中,通过在外形成之后被转移的多层薄膜 330 的氢等离子体处理同时形成第二电极层 332 和封装层 334,由此使工艺步骤的数量最小化并且减少了工艺所需的时间。

[0088] 另外,多层薄膜 330 中的一层的厚度为例如约 $3\text{\AA}$ 。由于一百层多层薄膜 330 的厚度仅为 $300\text{\AA}$,所以多层薄膜 330 可以具有非常小的厚度。因此,多层薄膜 330 具有从有机层 324 发射的光的高的透过率。

[0089] 另外,可以通过调节层的数目或调节等离子体处理所需时间、振荡频率等来调节透射率。有利的是可以根据设计值改变第二电极层 332 的厚度和封装层 334 的厚度。例如,在 OLED 显示装置 100 为顶部发光型的情况下,需要高水平的透光率。在这种情况下,可以通过减少层的数目来实现高水平的透光率。另外,在 OLED 显示装置 100 中,可以通过增加没有层间键合 350 的层 332 的厚度来实现高水平的亮度,或者可以通过增加具有层间键合 350 的层 334 的厚度来实现高的不透水性。

[0090] 此外,由于由石墨烯形成的多层薄膜 330 由于石墨烯的物理特性而具有优异的机械柔性,所以多层薄膜 330 可以有利地用在柔性显示装置中。

[0091] 图 5A 和图 5B 是示出在多层薄膜中随等离子体处理的结构变化的图。

[0092] 参照图 5A 和图 5B 在没有层间键合 350 的多层薄膜 330 经受等离子体处理时,产生结构上的变化。

[0093] 在等离子体处理之前,石墨烯的碳原子具有 sp^2 共轭。多层薄膜 330 的堆叠层通过由瞬时诱发电荷而产生的范德华力以及派 (π) 键来结合。

[0094] 相反,在等离子体处理完成之后,可以在多层薄膜 330 的上层的局部区域或整个区域中形成层间键合 350。层间键合 350 形成 sp^3 键 (或类金刚石结构)。该键对应于由

与范德华力相互作用相比较强的力而产生的作为原子间的直接键合的共价键。

[0095] 因此,封装层的层 334 即具有通过等离子体处理形成的层间键合 350 的层 334 的层间距离 d_2 小于第二电极层 332 的层的层间距离 d_1 。

[0096] 图 6A 和图 6B 是示出实施根据本公开又一示例性实施方案的 OLED 显示装置的多层薄膜的示意截面图。

[0097] 参照图 6A 和图 6B,多层薄膜 330 包括具有层间键合 350 的封装层 334 和没有层间键合 350 的第二电极层 332。

[0098] 多层薄膜 330 的整体厚度 t_0 可以根据产品的设计值而改变。换言之,多层薄膜 330 中的层的数目可以根据选自但不限于透光率、薄层电阻、亮度、电导率和水分透过率中的至少一的设计值而改变,因此,确定整体厚度 t_0 。

[0099] 封装层 334 可以由两个或更多个层形成,其中封装层 334 的层间距离 d_2 小于第二电极层 332 中的层的层间距离 d_1 ,并且在封装层 334 中的各相邻层中存在层间键合 350。

[0100] 多层薄膜 334 的厚度 t_2 可以根据设计值而改变。例如,增加厚度 t_2 以实现高的不透水性,而在需要高透光率的情况下减小厚度 t_2 。这些特征可以通过调节层的数目来实现。

[0101] 类似地,第二电极层 332 可以由两个或更多个层形成,其中所述两个或更多个层的层间距离 d_1 大于封装层 334 的层间距离 d_2 。

[0102] 例如在需要低薄层电阻和高电导率的情况下,第二电极层 332 的厚度 t_1 可以厚,或者在需要高透光率的情况下其厚度可以薄。

[0103] 如图 6C 和图 6D 所示,在多层薄膜 330 的结构中,可以相对地改变封装层 334 的厚度 t_2 和第二电极层 332 的厚度 t_1 。具体地,在图 6C 中,封装层 334 包括四层,而第二电极层 332 包括两层 ($t_2 > t_1$)。另外,在图 6D 的情况中,封装层 334 包括两层,而第二电极层 332 包括四层 ($t_2 < t_1$)。这些特征可以根据所需的设计值而改变。

[0104] 在上文中描述了 OLED 显示面板 140 或包括多层薄膜 330 的 OLED 显示装置 100 的结构。下面,将给出制造包括多层薄膜 330 的 OLED 显示面板 140 的方法的详细描述。

[0105] 图 7A 至图 7F 是示出根据本公开又一示例性实施方案的制造 OLED 显示面板的方法的过程图。一些特征的描述由于其与在图 1 至图 6D 中所描述的相同而将被省略。

[0106] 参照图 7A 至图 7F,制造 OLED 显示面板 140 的方法包括:在第一电极 320 上形成有机层 324;在有机层 324 上形成由石墨烯形成的多层薄膜 330;以及通过等离子体处理在多层薄膜 330 的两个或更多个上层之间形成层间键合 350,其中没有层间键合的层形成第二电极(或公共电极层)332,并且具有层间键合的所述两个或更多个层形成封装层 334。

[0107] 在此,层间键合 350 可以是相邻两层或类金刚石结构的碳原子的 sp^3 键。

[0108] 具体地,如图 7A 所示,在形成 OLED 显示面板 140 的基板 302、晶体管、栅极绝缘膜 306、平坦化层 312 和第一电极 320 之后,执行形成堤坝 322 和有机层 324 的操作。

[0109] 通过诸如物理气相沉积或化学气相沉积的沉积工艺沉积包括栅电极 304、栅绝缘膜 306、半导体层 308 和源电极/漏电极 310 的晶体管,并且通过蚀刻工艺进行图案化。

[0110] 晶体管上形成有平坦化层 312,在平坦化层 312 中设置有通过沉积形成的接触孔。在平坦化层 312 上沉积第一电极 320 并对其进行图案化,使得第一电极 320 经由接触孔连接至源电极/漏电极 310。

[0111] 沿着第一电极的周边形成堤坝 322。堤坝 322 可以通过沉积和蚀刻工艺由无机材料形成,或者可以通过溶液工艺由有机材料形成。

[0112] 在通过堤坝 322 所露出第一电极 320 上形成有机层 324。有机层 324 可以包括多个层。可以通过物理气相沉积或化学气相沉积来沉积有机层 324,或者可以通过溶液工艺例如喷墨印刷来形成有机层 324。在使用溶液工艺的情况下,可以通过溶液工艺形成所述多个层中的仅一些层。

[0113] 可以在第一电极 320 上形成多层薄膜 330。在图 7B 至图 7D 中示出了实施制造多层薄膜 330 的方法。

[0114] 在图 7B 至图 7D 中示出的制造多层薄膜 330 的方法是使用化学气相沉积实施制造方法,但根据本公开制造 OLED 显示面板 140 的方法不限于此。

[0115] 形成多层薄膜 330 的操作包括在催化剂金属层 704 上生长多层石墨烯以及随后将所述多层石墨烯转移至 OLED 显示面板 140 的有机层 324,由此形成多层薄膜 330。

[0116] 具体地,催化剂金属层 704 形成在基底基板 702 上。催化剂金属层 704 可以由低的碳溶解度材料例如 Cu 或 Ni 形成,但本公开不限于此。

[0117] 因此,通过化学气相沉积在催化剂金属层 704 上生长石墨烯。执行若干次石墨烯沉积以形成具有多重层的多层膜 330',然后转移多层膜 330',并且可以在多层膜 330' 上设置待粘合有机层 324 的透明粘合膜。

[0118] 然后,利用选择性蚀刻溶液蚀刻掉催化剂金属层 704,并且将剩余的多层膜 330' 转移至有机层 324。因此,执行在图 7E 中示出的形成多层薄膜 330 的操作。

[0119] 应该理解的是,利用化学气相沉积制造多层薄膜 330 的方法仅出于说明目的而被公开,并且根据本公开的实施方案的 OLED 显示面板 140 的多层薄膜 330 可以以各种其他形式实施。

[0120] 例如,多层薄膜 330 可以由还原石墨烯氧化物 (rGO) 形成,该 rGO 通过如下方式生成:通过利用强氧化剂例如高锰酸钾 (KMnO_4) 氧化石墨烯来形成石墨烯氧化物 (GO);然后利用还原剂例如肼 (NH_2NH_2) 还原石墨烯氧化物 (GO)。

[0121] 形成多层薄膜 330 的操作可以通过根据可以选自但不限于透光率、薄层电阻、电导率和水分透过率中的至少一个设计值而调节层的数目来形成多层薄膜 330。

[0122] 例如,在多层薄膜 330 的厚度 t_0 通过形成大量层的多层薄膜 330 而增加并且具有层间键合 350 的封装层 334 的厚度 t_2 也增加的情况下,封装层 334 具有下述性质:例如降低的透光率、增加的薄层电阻、减小的电导率以及降低的水分透过率(改善的水分透过率性质)。

[0123] 相反,在多层薄膜 330 的厚度 t_0 通过形成少量层的多层薄膜 330 而减小并且没有层间键合 350 的第二电极层 332 的厚度 t_1 也降低的情况下,第二电极层 332 具有下述性质:例如增加的透光率、低薄层电阻、增加的电导率以及增加的水分透过率。

[0124] 此后,通过借助等离子体处理形成层间键合 350 来执行形成第二电极层 332 和封装层 334 的操作。

[0125] 如图 7E 所示,没有经受等离子体处理的多层膜 330' 没有形成在层之间的层间键合 350。在此,层间距离 d_1 相对宽,原因是层通过相对弱的相互作用结合。

[0126] 相反,如图 7F 所示,在执行等离子体处理的情况下,形成具有层间键合 350 的多层

薄膜 330。在此,等离子体可以为氢等离子体。

[0127] 执行等离子体处理的操作可以包括:将面板 140 设置在通过例如真空泵抽真空的腔内;随后将多层薄膜 330 暴露于在 1 毫巴 (mbar) 的压力和 20W 的功率的条件下通过高频发生器生成的氢等离子体。

[0128] 在此,等离子体处理所需的时间、压力和温度以及等离子体的频率是可变的。例如,形成第二电极层 332 和封装层 334 的操作可以通过调节压力、温度、时间和等离子体的频率中的至少之一来确定第二电极层 334 的厚度 t_1 和封装层 334 的厚度 t_2 。

[0129] 具体地,封装层 334 的厚度 t_2 随着等离子体处理所需时间、压力、温度以及等离子体的频率的增加而增加。因此,封装层 334 具有下述性质:例如改善的水分透过率、降低的透光率、减小的电导率以及增加的薄层电阻。

[0130] 在等离子体处理所需的时间减少、压力或温度降低、或者等离子体的频率降低的情况下,封装层 334 的厚度 t_2 相对降低并且第二电极层 332 的厚度 t_1 相对增加。因此,第二电极层 332 具有低薄层电阻和提高的电导率的性质。

[0131] 通过这些调节过程,形成第二电极层 332 和封装层 334,由此完成了 OLED 显示面板 140 的制造。

[0132] 图 8A 是示出在 OLED 显示装置的多层膜没有层间键合的情况下的水分透过的示意截面图;以及图 8B 是示出在 OLED 显示装置的多层膜具有层间键合 350 的情况下的水分路径的示意截面图。

[0133] 参照图 8A 和图 8B, OLED 显示面板 140 的多层薄膜 330 可能包含本征缺陷。

[0134] 例如,如图 7B 至图 7D 所示,在多层薄膜 330 通过化学气相沉积形成的情况下,多层薄膜 330 可以沉积在催化剂金属层 704 上。在此,催化剂金属层 704 包括具有不同晶体结构的邻接区。因此,沉积在催化剂金属层 704 上的石墨烯包含多个晶畴。晶畴是指多晶石墨烯中的晶面区。由于这些晶畴,多层薄膜 330 中的每层可以包括多个缺陷。

[0135] 另外,通过还原石墨烯氧化物 (GO) 而生成的还原石墨烯氧化物 (rGO) 还可能包含通过在制造石墨烯氧化物 (GO) 期间的强氧化而引入的各种缺陷。

[0136] OLED 显示面板 140 的多层薄膜 330 内的缺陷可能引起水分 (H_2O) 或氧 (O_2) 透过 OLED 显示面板 140 的问题。由于有机层 324 由有机材料形成,所以在水分或氧从外部透过的情况下, OLED 显示面板 140 的有机层 324 可能经受电特性劣化以及寿命减少。

[0137] 相反,在根据本公开的实施方案的 OLED 显示面板 140 的封装层 334 中,层间键合 350 可以防止水分或氧从外部透过。

[0138] 因此,在多层薄膜 330 中,具有层间键合 350 的封装层 334 可以防止水分或氧从外部透过,防止有机层在特性上的劣化,以及改善 OLED 显示面板 140 的可靠性和寿命。

[0139] 因此,根据本公开的实施方案的 OLED 显示面板 140 和 OLED 显示装置 100 由石墨烯形成,并且包括在上层中具有层间键合 350 的多层薄膜 330。

[0140] 在多层薄膜 330 中,没有层间键合 350 的第二电极层 332 具有高电导率和低薄层电阻。

[0141] 另外,在多层薄膜 330 中,具有层间键合 350 的封装层 334 具有能够防止水分以及氧从外部透过的改善的水分透过率性质。

[0142] 此外,多层薄膜 330 由于非常小的厚度 t_0 而具有高水平的透光率。另外,由于石

石墨烯的物理性质可以得到优异的强度和机械柔性。在其中光从有机层 324 沿朝向多层薄膜 330 的方向发射的顶部发光型 OLED 显示面板 140 和 OLED 显示装置 100 中,透光率可能是关键因素。另外,在 OLED 显示面板 140 和 OLED 显示装置 100 是柔性显示装置的情况下,机械柔性是重要的。

[0143] 另外,有利的是可以通过根据 OLED 显示面板 140 和 OLED 显示装置 100 所需的设计值而调节多层薄膜 330 的层的数目来调节厚度 t_0 ,以及可以通过改变等离子体处理所需的条件来调节第二电极层 332 的厚度 t_1 和封装层 334 的厚度 t_2 。

[0144] 最终,根据本公开的实施方案的 OLED 显示面板 140 和 OLED 显示装置 100 具有有利性质,例如减少的工艺步骤数量、减少的工艺所需时间以及减少的制造成本,原因是第二电极层 332 和封装层 334 同时形成。

[0145] 虽然结合附图描述了本公开的实施方案,但本公开非旨在限于此。

[0146] 虽然目前为止参照附图描述了各实施方案,但是本发明不限于此。

[0147] 作为一个实施方案,有机发光二极管显示面板可以包括:设置在第一电极上的有机层;以及设置在有机层上的多层薄膜;多层薄膜由石墨烯的堆叠体形成,其中多层薄膜在其两个或更多个上层之间具有层间键合。

[0148] 层间键合可以包括相邻两层的碳原子的 sp^3 键。

[0149] 层间键合可以包括相邻两层的碳原子的类金刚石结构。

[0150] 具有层间键合的两个或更多个层可以包括封装层,并且多层薄膜的没有层间键合的层包括第二电极。

[0151] 具有层间键合的两个或更多个层可以通过共价键键合,并且多层薄膜的没有层间键合的层通过范德华力相互作用。

[0152] 具有层间键合的两个或更多个层的薄层电阻可以大于多层薄膜的没有层间键合的层的薄层电阻。

[0153] 具有层间键合的两个或更多个层的电导率可以小于多层薄膜的没有层间键合的层的电导率。

[0154] 具有层间键合的两个或更多个层的层间距离可以小于多层薄膜的没有层间键合的层的层间距离。

[0155] 具有层间键合的两个或更多个层的水分透过率可以小于多层薄膜的没有层间键合的层的水分透过率。

[0156] 多层薄膜的没有层间键合的层的厚度的增加可以在施加等同驱动电压的情况下增加有机发光二极管显示面板的亮度。

[0157] 从有机层发射的光可以沿朝向多层薄膜的方向辐射。

[0158] 作为另一实施方案,制造有机发光二极管显示面板的方法可以包括:在第一电极上形成有机层;在有机层上形成由石墨烯形成的多层薄膜;以及通过等离子体处理在多层薄膜的两个或更多个上层之间形成层间键合,其中没有层间键合的层形成第二电极,并且具有层间键合的所述两个或更多个层形成封装层。

[0159] 形成多层薄膜可以包括根据选自透光率、薄层电阻、电导率和水分子透过率中的至少之一的的设计值来调节多层薄膜中的层的数目。

[0160] 形成第二电极和封装层可以包括通过调节选自等离子体处理中的压力、温度、时

间和等离子体的频率中的至少之一来确定第二电极的厚度和封装层的厚度。

[0161] 等离子体可以包括氢等离子体。

[0162] 形成多层薄膜可以包括在催化剂金属层上生长由石墨烯的多层薄膜以及随后将石墨烯的多层薄膜转移至有机层。

[0163] 应理解的是,如果没有明确相反描述,在本文中使用的表述“包括”、“包含”、“具有”、“含有”及其任何变型旨在囊括非排他性包括。如果未以另外的方式限定,则在本文中使用的术语(包括技术术语和科学术语)具有本发明所属技术领域中的普通技术人员所通常理解的相同的意思。还应理解的是,如果在本文中未以另外的方式明确限定,则诸如在通用字典中定义的那些表述应该被理解为具有与其在相关技术以及本公开中的环境中的意思一致的意思;并且将不以理想或过于正式的意思来理解。

[0164] 为了说明本公开的某些原理,已经示出了前述描述和附图。在不脱离本公开的原理的情况下,本公开所涉及的技术领域的技术人员可以做出许多修改和变化。在本文中公开的前述实施方案应该被理解为仅说明性的,而非限制本公开的原理和范围。应该理解的是,本发明的范围应该通过所附权利要求书以及落在本公开的范围内的所有权利要求书等同方案来限定。

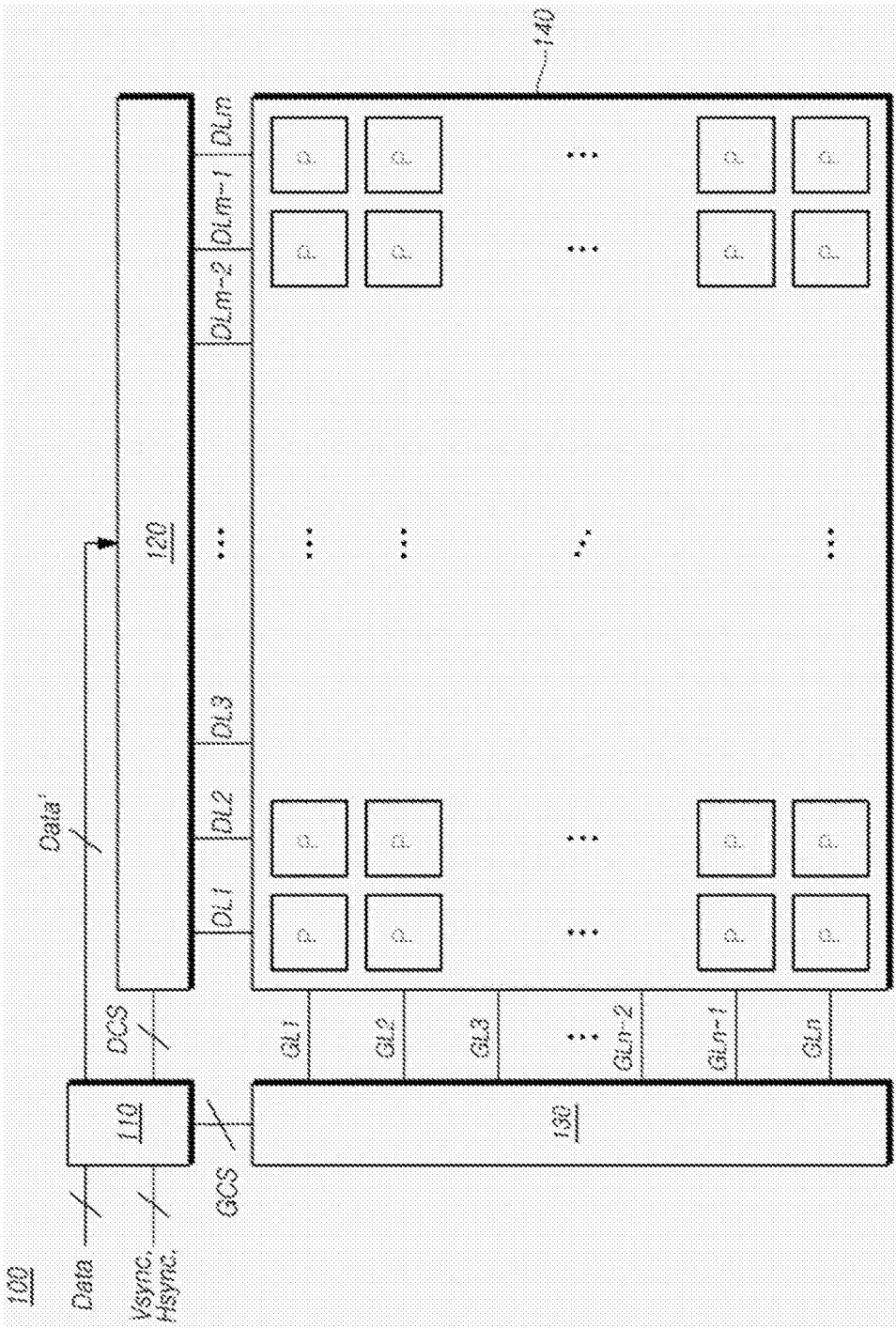


图 1

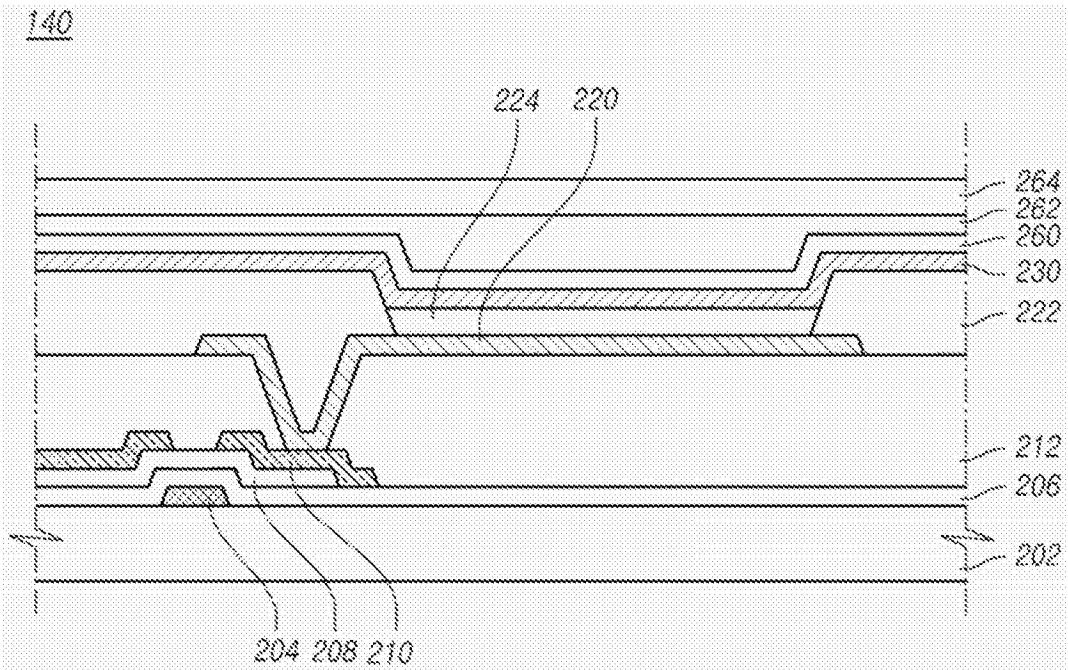


图 2

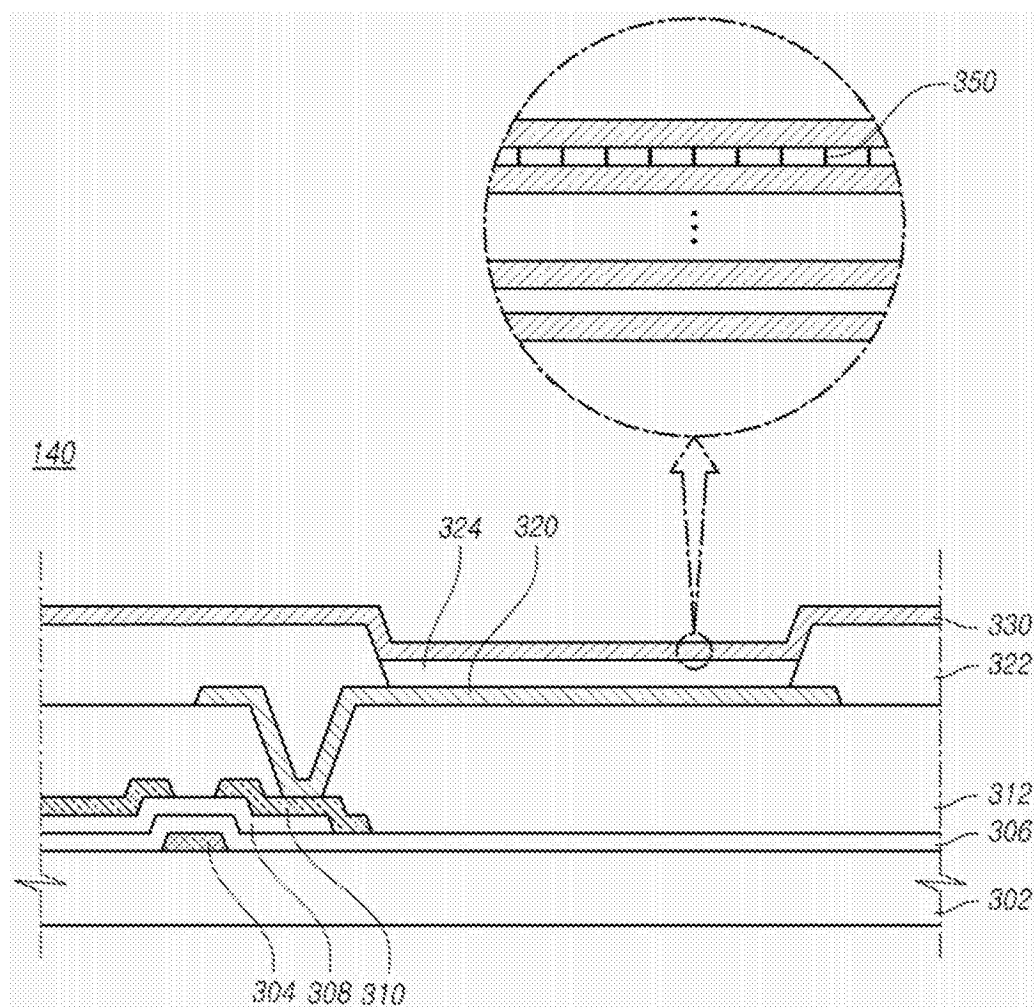


图 3

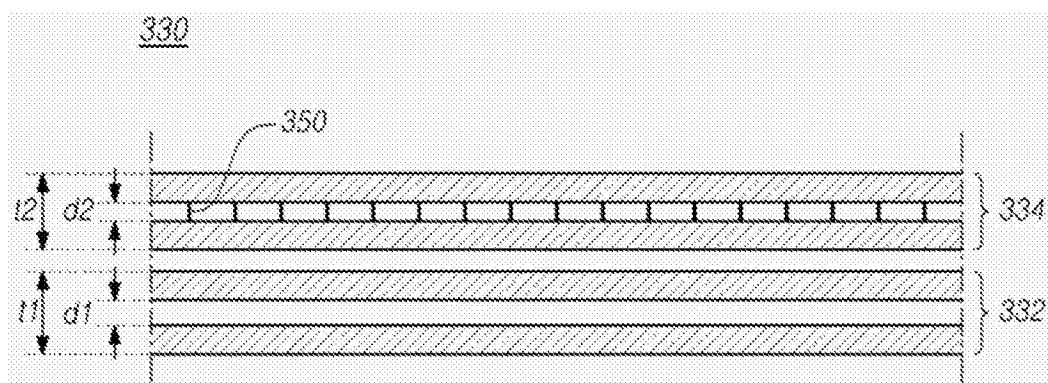


图 4

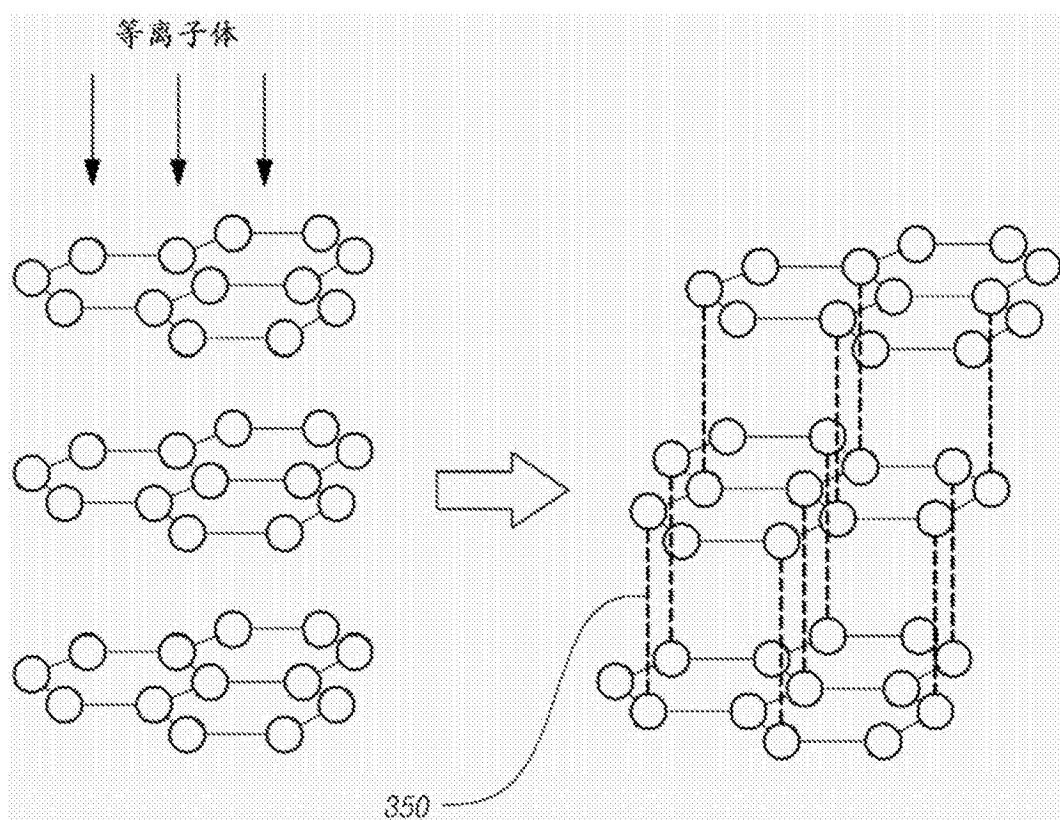


图 5A

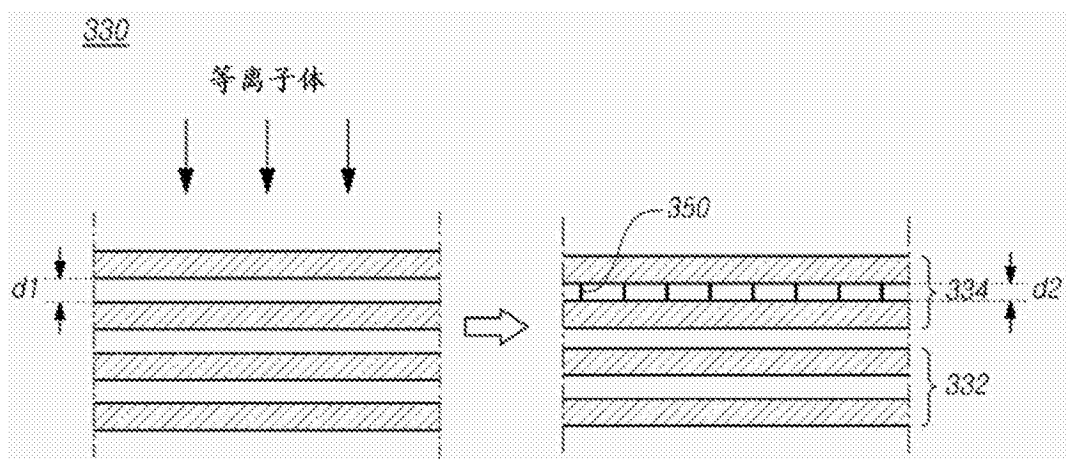


图 5B

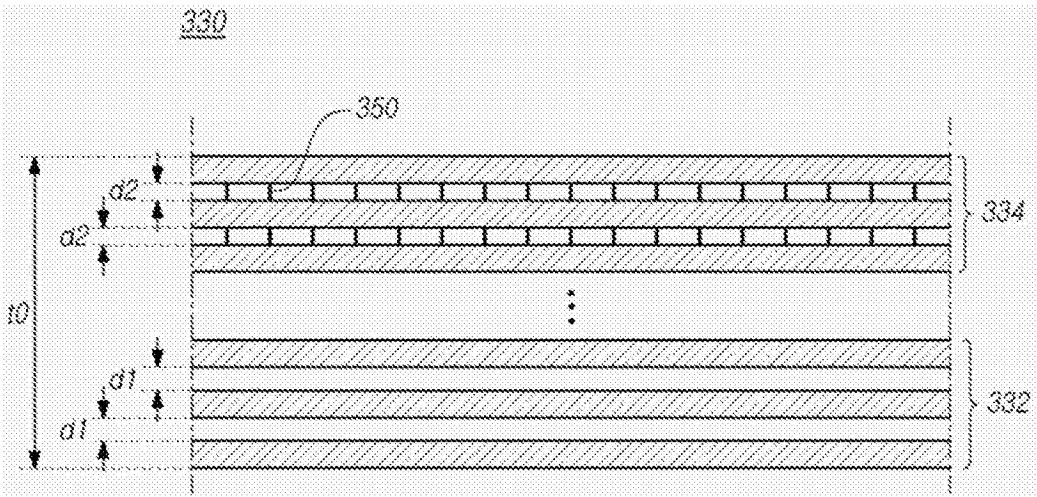


图 6A

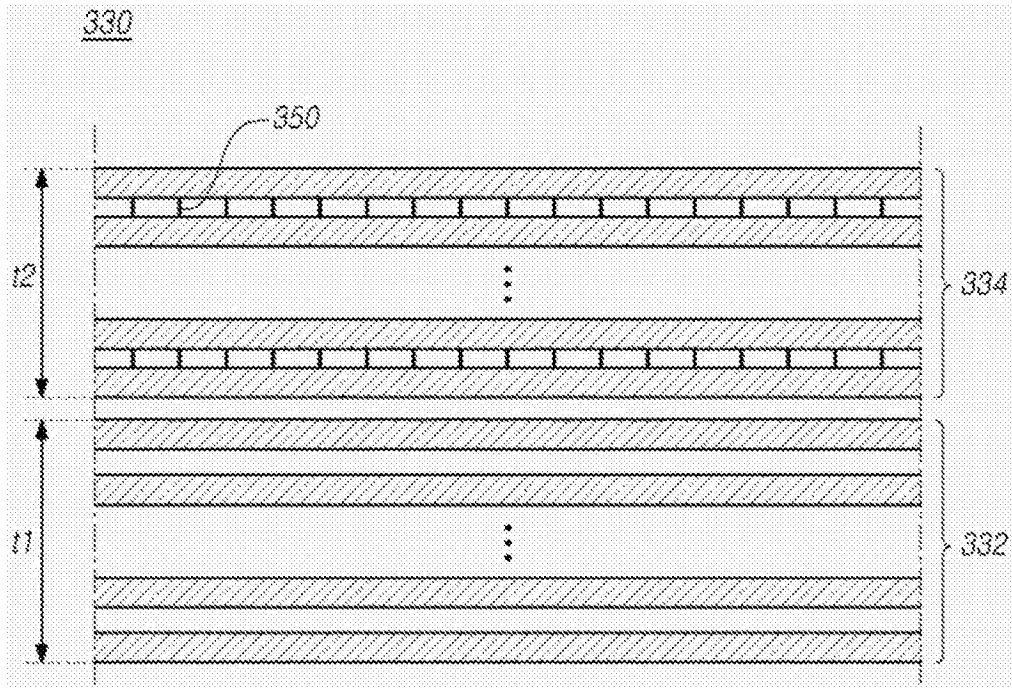


图 6B

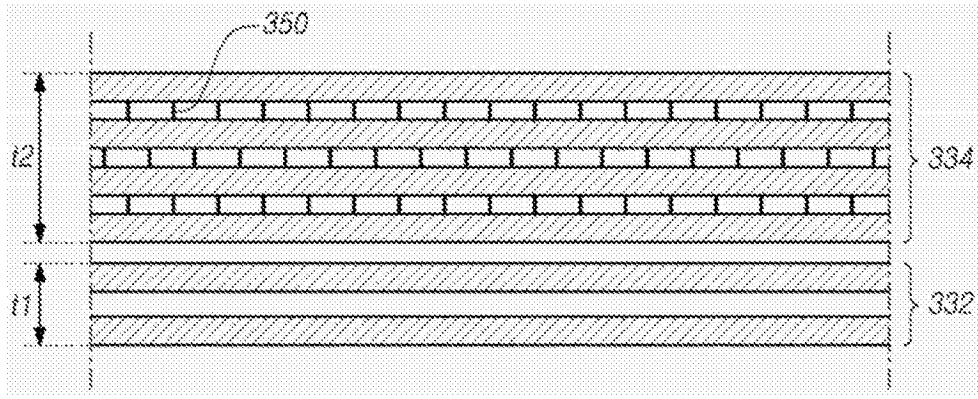


图 6C

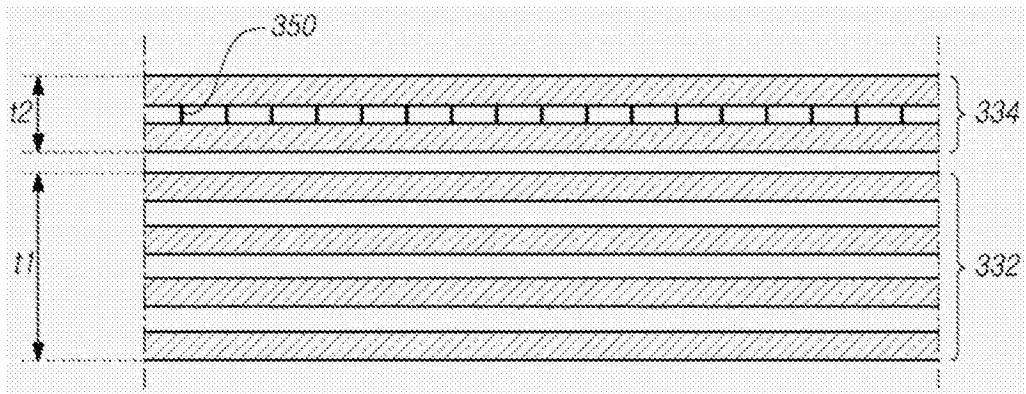


图 6D

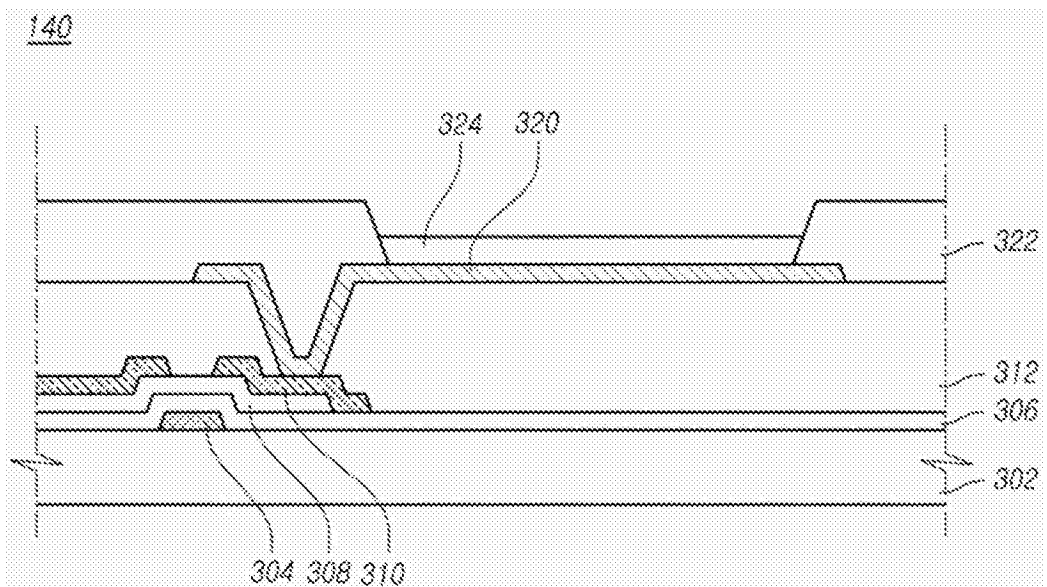


图 7A

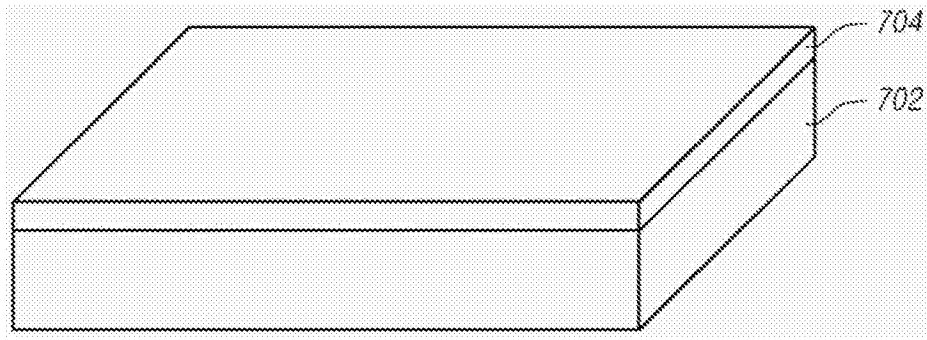


图 7B

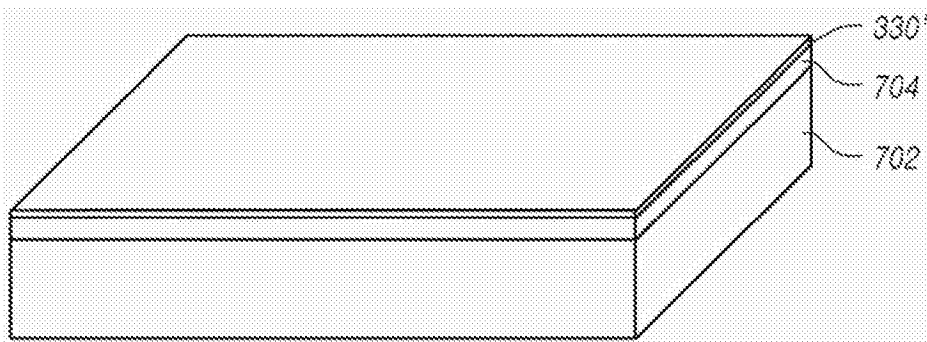


图 7C

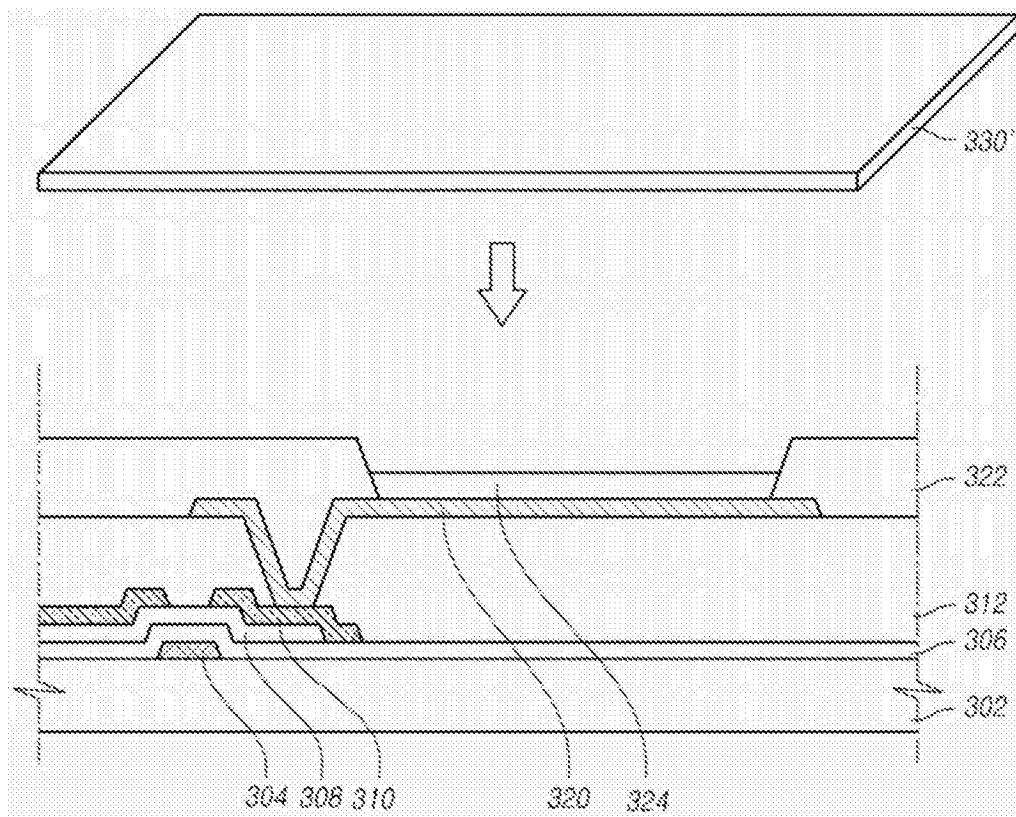


图 7D

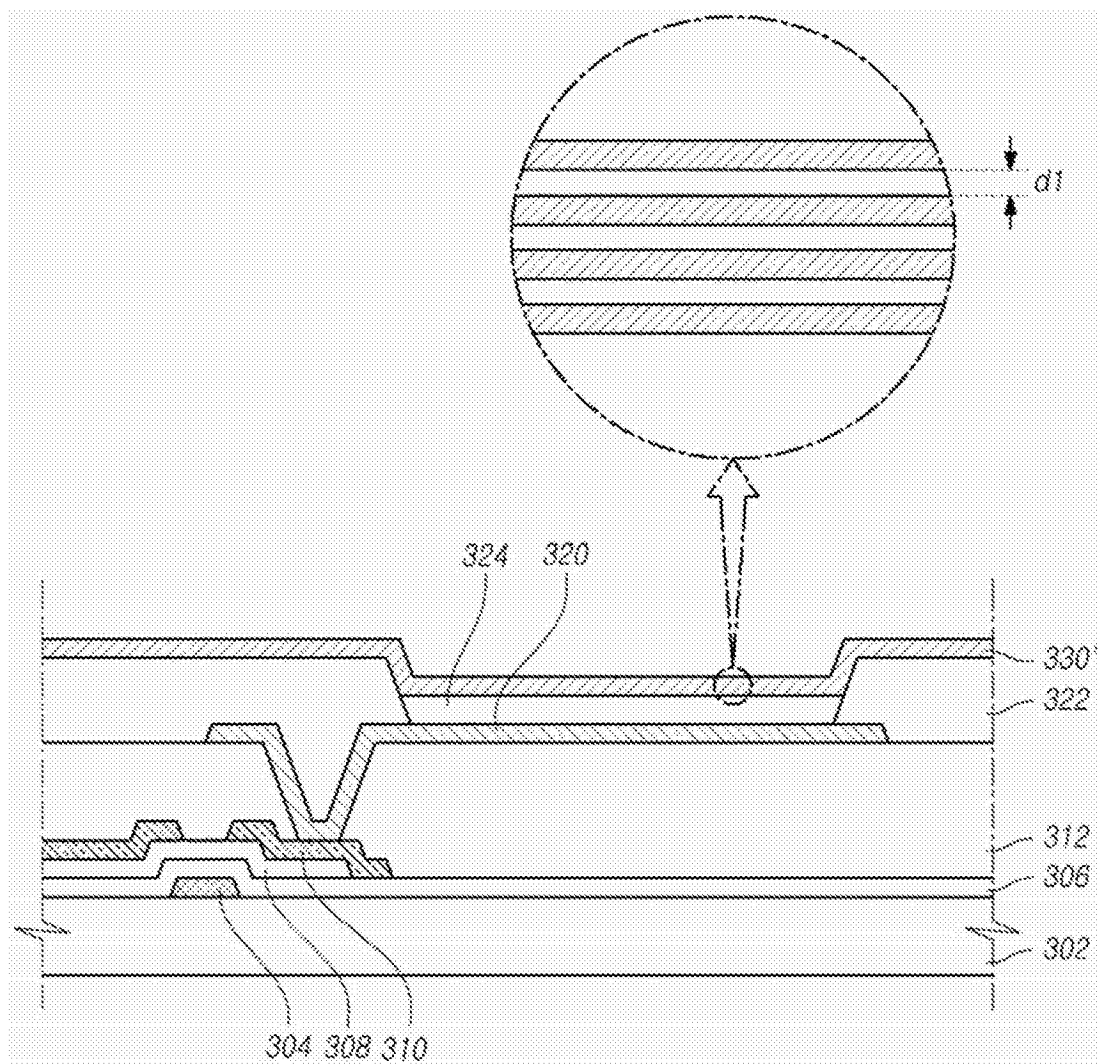


图 7E

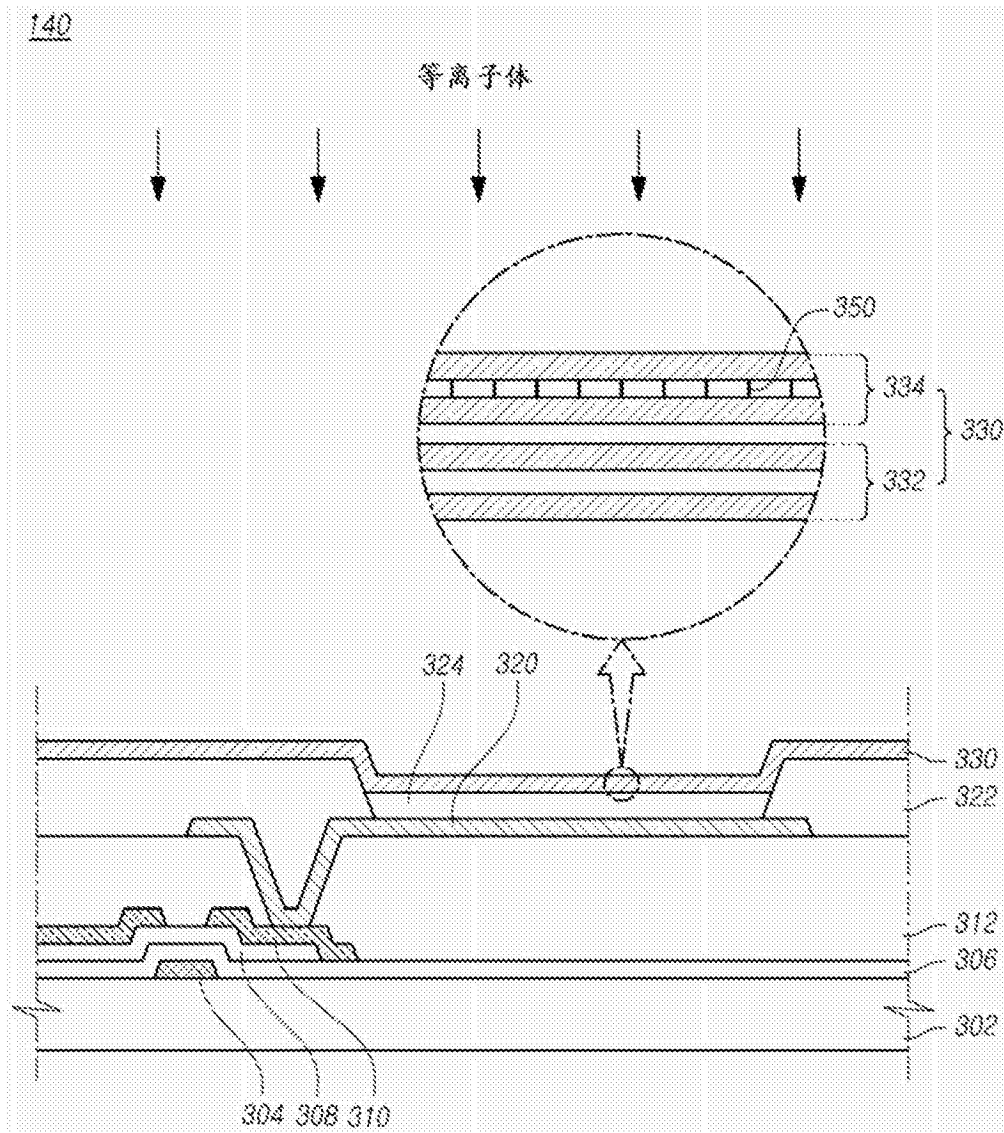


图 7F

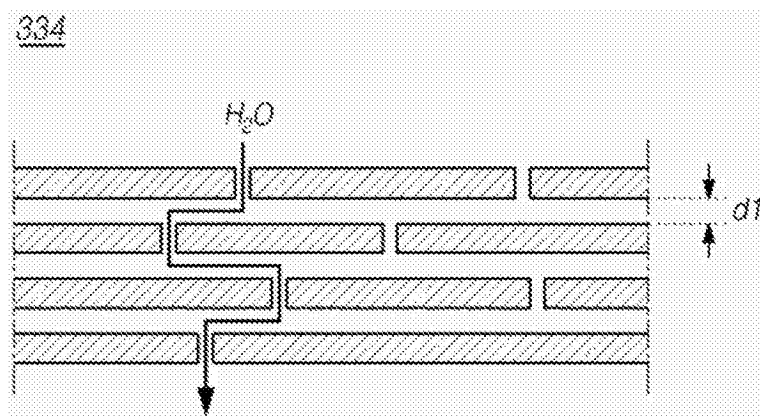


图 8A

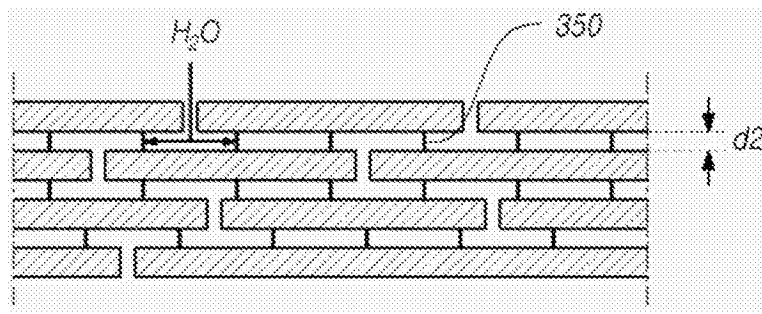


图 8B

专利名称(译)	有机发光二极管显示面板及其制造方法		
公开(公告)号	CN105514143A	公开(公告)日	2016-04-20
申请号	CN201510670204.0	申请日	2015-10-13
[标]申请(专利权)人(译)	乐金显示有限公司		
申请(专利权)人(译)	乐金显示有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	乐金显示有限公司		
[标]发明人	李东振 金哲弘 赵晟希 郑容彬		
发明人	李东振 金哲弘 赵晟希 郑容彬		
IPC分类号	H01L27/32		
CPC分类号	H01L51/5215 H01L27/3244 H01L51/5234 H01L51/5253 H01L2251/5315		
优先权	1020140137778 2014-10-13 KR		
其他公开文献	CN105514143B		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明涉及有机发光二极管显示面板及其制造方法。有机发光二极管(OLED)显示面板包括设置在第一电极上的有机层和设置在有机层上的多层薄膜。多层薄膜由石墨烯的堆叠体形成。多层薄膜在其中的两个或更多个上层之间具有层间键合。

