



## (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109273505 A

(43)申请公布日 2019.01.25

(21)申请号 201811141110.4

(22)申请日 2018.09.28

(71)申请人 霸州市云谷电子科技有限公司

地址 065700 河北省廊坊市霸州孔雀城兰  
园S3楼

(72)发明人 孙远生 赵恩霆 张向伟 郑红

(74)专利代理机构 北京曼威知识产权代理有限  
公司 11709

代理人 方志炜

(51)Int.Cl.

H01L 27/32(2006.01)

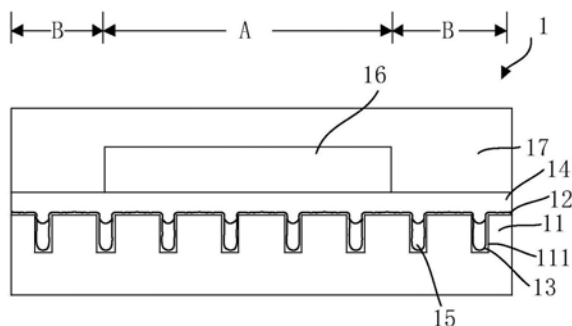
权利要求书2页 说明书11页 附图8页

### (54)发明名称

一种显示装置、柔性OLED显示面板及其制作  
方法

### (57)摘要

本发明提供了一种显示装置、柔性OLED显示面板及其制作方法,利用固态柔性基底内的多个第一深凹槽的凹凸不平结构制作一层凹凸起伏的有机软质层,有机软质层与其上的无机材料层之间形成有空气隙。好处在于:其一、制作多个第一深凹槽去除了固态柔性基底的部分材料,提高了固态柔性基底的弯折性能;其二、有机软质层相对于无机材料的拉伸性能好,能对OLED显示面板弯折过程中的应力进行缓冲;其三、空气隙提供了软质材料层拉伸或压缩应变的容置空间,不会引起各层之间的应力传递。



1. 一种柔性OLED显示面板,其特征在于,包括:

固态柔性基底,所述固态柔性基底具有多个第一深凹槽;

覆盖所述第一深凹槽的底壁、侧壁以及第一深凹槽外的固态柔性基底的有机软质层;所述有机软质层未填满所述第一深凹槽;覆盖有所述有机软质层的第一深凹槽成为第二深凹槽;

位于所述有机软质层上的无机材料层,所述无机材料层对所述第二深凹槽封口、在所述第二深凹槽内形成第一空气隙;所述无机材料层的上表面平坦,包括中心区域以及围合所述中心区域的边缘区域;

位于所述无机材料层上表面中心区域的OLED发光器件;

位于所述边缘区域的无机材料层以及中心区域的OLED发光器件上的封装层。

2. 根据权利要求1所述的柔性OLED显示面板,其特征在于,所述固态柔性基底包括自下而上堆叠的第一子层与第二子层,所述第一深凹槽位于所述第二子层。

3. 根据权利要求1或2所述的柔性OLED显示面板,其特征在于,所述第一深凹槽与第二深凹槽为孔或沟槽。

4. 根据权利要求1或2所述的柔性OLED显示面板,其特征在于,所述第二深凹槽的深宽比大于5:1。

5. 一种显示装置,其特征在于,包括权利要求1至4任一项所述的柔性OLED显示面板。

6. 一种柔性OLED显示面板的制作方法,其特征在于,包括:

提供固态柔性基底,在所述固态柔性基底形成多个第一深凹槽;

在所述第一深凹槽的底壁、侧壁以及第一深凹槽外的固态柔性基底覆盖一有机软质层;所述有机软质层未填满所述第一深凹槽;覆盖有所述有机软质层的第一深凹槽成为第二深凹槽;

在所述有机软质层上沉积无机材料层,沉积所述无机材料层对所述第二深凹槽封口、在所述第二深凹槽内形成第一空气隙;

对所述无机材料层的上表面进行化学机械研磨平坦化,所述上表面包括中心区域以及围合所述中心区域的边缘区域;

在所述平坦化的无机材料层上表面的中心区域形成OLED发光器件;

在所述边缘区域的无机材料层以及中心区域的OLED发光器件上形成封装层。

7. 一种柔性OLED显示面板,包括:

固态柔性基底;

位于所述固态柔性基底上的无机材料层,所述无机材料层的上表面包括中心区域以及围合所述中心区域的边缘区域;

位于所述无机材料层上表面中心区域的OLED发光器件;

位于所述边缘区域的无机材料层以及中心区域的OLED发光器件上的封装层;所述封装层自下而上包括第一无机材料封装层、有机软质层、第二无机材料封装层;

其特征在于:第一无机材料封装层具有多个第三深凹槽;

所述有机软质层覆盖所述第三深凹槽的底壁、侧壁以及第三深凹槽外的第一无机材料封装层;所述有机软质层未填满所述第三深凹槽;覆盖有所述有机软质层的第三深凹槽成为第四深凹槽;

所述第二无机材料封装层对所述第四深凹槽封口、在所述第四深凹槽内形成第二空气隙。

8. 根据权利要求7所述的柔性OLED显示面板, 其特征在于, 所述第三深凹槽与第四深凹槽为孔或沟槽。

9. 根据权利要求7所述的柔性OLED显示面板, 其特征在于, 所述第三深凹槽的开口大、底部小。

10. 根据权利要求7所述的柔性OLED显示面板, 其特征在于, 所述第四深凹槽的深宽比大于5:1。

11. 一种显示装置, 其特征在于, 包括权利要求7至10任一项所述的柔性OLED显示面板。

12. 一种柔性OLED显示面板的制作方法, 包括:

提供固态柔性基底;

在所述固态柔性基底上形成无机材料层, 所述无机材料层的上表面包括中心区域以及围合所述中心区域的边缘区域;

在所述无机材料层上表面的中心区域形成OLED发光器件;

在所述边缘区域的无机材料层以及中心区域的OLED发光器件上形成封装层;

其特征在于, 形成封装层包括:

在所述边缘区域的无机材料层以及中心区域的OLED发光器件上沉积第一无机材料封装层, 在所述第一无机材料封装层形成多个第三深凹槽;

在所述第三深凹槽的底壁、侧壁以及第三深凹槽外的第一无机材料封装层覆盖一有机软质层; 所述有机软质层未填满所述第三深凹槽; 覆盖有所述有机软质层的第三深凹槽成为第四深凹槽;

在所述有机软质层上沉积第二无机材料封装层, 沉积所述第二无机材料封装层对所述第四深凹槽封口、在所述第四深凹槽内形成第二空气隙。

## 一种显示装置、柔性OLED显示面板及其制作方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及OLED显示设备技术领域,尤其涉及一种显示装置、柔性OLED显示面板及其制作方法。

### 背景技术

[0002] 随着显示技术的发展,出现了基于柔性基底的可弯折柔性显示器件。其中,OLED由于具有自发光的特点,因此与其他显示器件相比,具有功耗低、显示亮度好等优点。制备于柔性基底上的OLED显示器也更容易实现更小弯曲半径的可弯折显示。因此,基于柔性基板的OLED显示面板的制作已经引起了广泛的关注。

[0003] 然而,现有的OLED显示面板中,由于具有无机材料层,例如用于驱动OLED像素的阵列式像素电路TFT采用无机材料形成,无机材料层应力较大,使得OLED显示面板在弯折过程中,容易出现无机层断裂或OLED像素功能层剥落。上述影响OLED显示面板的可靠性。

[0004] 有鉴于此,本发明提供一种新的显示装置、柔性OLED显示面板及柔性OLED显示面板的制作方法,改善柔性基底的弯折性能,以解决上述技术问题。

### 发明内容

[0005] 本发明的发明目的是提供一种显示装置、柔性OLED显示面板及柔性OLED显示面板的制作方法,改善OLED显示面板弯折过程中,对无机应力层的应力缓冲,提高OLED显示面板的可靠性。

[0006] 为实现上述目的,本发明的第一方面提供一种柔性OLED显示面板,包括:

[0007] 固态柔性基底,所述固态柔性基底具有多个第一深凹槽;

[0008] 覆盖所述第一深凹槽的底壁、侧壁以及第一深凹槽外的固态柔性基底的有机软质层;所述有机软质层未填满所述第一深凹槽;覆盖有所述有机软质层的第一深凹槽成为第二深凹槽;

[0009] 位于所述有机软质层上的无机材料层,所述无机材料层对所述第二深凹槽封口、在所述第二深凹槽内形成第一空气隙;所述无机材料层的上表面平坦,包括中心区域以及围合所述中心区域的边缘区域;

[0010] 位于所述无机材料层上表面中心区域的OLED发光器件;

[0011] 位于所述边缘区域的无机材料层以及中心区域的OLED发光器件上的封装层。

[0012] 可选地,所述固态柔性基底包括自下而上堆叠的第一子层与第二子层,所述第一深凹槽位于所述第二子层。

[0013] 可选地,所述第一子层与第二子层的材质相同,都为聚酰亚胺、聚萘二甲酸乙二醇酯、聚对苯二甲酸乙二醇酯、聚芳酯、聚碳酸酯、聚醚砜或聚醚酰亚胺。

[0014] 可选地,所述第一子层与第二子层的材质不同,所述第一子层的材质为聚酰亚胺、聚萘二甲酸乙二醇酯、聚对苯二甲酸乙二醇酯、聚芳酯、聚碳酸酯、聚醚砜或聚醚酰亚胺;所述第二子层的材质为聚酰亚胺、聚甲基丙烯酸甲酯、聚甲基戊二酰亚胺或酚醛树脂。

- [0015] 可选地,所述第一深凹槽与第二深凹槽为孔或沟槽。
- [0016] 可选地,所述第二深凹槽的深宽比大于5:1。
- [0017] 可选地,所述有机软质层的材质为聚酰亚胺、聚萘二甲酸乙二醇酯、聚对苯二甲酸乙二醇酯、聚芳酯、聚碳酸酯、聚醚砜或聚醚酰亚胺。
- [0018] 可选地,所述无机材料层的材质为氮化硅、氧化硅、或氮氧化硅。
- [0019] 可选地,还包括位于所述封装层上的触控层。
- [0020] 本发明的第二方面提供一种显示装置,包括上述任一项的柔性OLED显示面板。
- [0021] 本发明的第三方面提供一种柔性OLED显示面板的制作方法,包括:
- [0022] 提供固态柔性基底,在所述固态柔性基底形成多个第一深凹槽;
- [0023] 在所述第一深凹槽的底壁、侧壁以及第一深凹槽外的固态柔性基底覆盖一有机软质层;所述有机软质层未填满所述第一深凹槽;覆盖有所述有机软质层的第一深凹槽成为第二深凹槽;
- [0024] 在所述有机软质层上沉积无机材料层,沉积所述无机材料层对所述第二深凹槽封口、在所述第二深凹槽内形成第一空气隙;
- [0025] 对所述无机材料层的上表面进行化学机械研磨平坦化,所述上表面包括中心区域以及围合所述中心区域的边缘区域;
- [0026] 在所述平坦化的无机材料层上表面的中心区域形成OLED发光器件;
- [0027] 在所述边缘区域的无机材料层以及中心区域的OLED发光器件上形成封装层。
- [0028] 可选地,所述固态柔性基底包括自下而上堆叠的第一子层与第二子层,在所述第二子层内形成所述第一深凹槽。
- [0029] 可选地,所述第一子层与第二子层的材质相同,都为聚酰亚胺、聚萘二甲酸乙二醇酯、聚对苯二甲酸乙二醇酯、聚芳酯、聚碳酸酯、聚醚砜或聚醚酰亚胺;所述第一深凹槽采用纳米压印法形成。
- [0030] 可选地,所述第一子层与第二子层的材质不同,所述第一子层的材质为聚酰亚胺、聚萘二甲酸乙二醇酯、聚对苯二甲酸乙二醇酯、聚芳酯、聚碳酸酯、聚醚砜或聚醚酰亚胺;所述第二子层的材质为聚酰亚胺、聚甲基丙烯酸甲酯、聚甲基戊二酰亚胺或酚醛树脂;所述第一深凹槽采用光刻法形成。
- [0031] 可选地,所述第一深凹槽与第二深凹槽为孔或沟槽。
- [0032] 可选地,所述第二深凹槽的深宽比大于5:1。
- [0033] 可选地,覆盖所述有机软质层采用蒸镀聚酰亚胺、聚萘二甲酸乙二醇酯、聚对苯二甲酸乙二醇酯、聚芳酯、聚碳酸酯、聚醚砜或聚醚酰亚胺实现。
- [0034] 可选地,所述无机材料层的材质为氮化硅、氧化硅、或氮氧化硅,对应的沉积法为化学气相沉积法。
- [0035] 可选地,还包括在所述封装层上制作触控层。
- [0036] 本发明的第四方面提供一种柔性OLED显示面板,包括:
- [0037] 固态柔性基底;
- [0038] 位于所述固态柔性基底上的无机材料层,所述无机材料层的上表面包括中心区域以及围合所述中心区域的边缘区域;
- [0039] 位于所述无机材料层上表面中心区域的OLED发光器件;

[0040] 位于所述边缘区域的无机材料层以及中心区域的OLED发光器件上的封装层;所述封装层自下而上包括第一无机材料封装层、有机软质层、第二无机材料封装层;

[0041] 其中:第一无机材料封装层具有多个第三深凹槽;

[0042] 所述有机软质层覆盖所述第三深凹槽的底壁、侧壁以及第三深凹槽外的第一无机材料封装层;所述有机软质层未填满所述第三深凹槽;覆盖有所述有机软质层的第三深凹槽成为第四深凹槽;

[0043] 所述第二无机材料封装层对所述第四深凹槽封口、在所述第四深凹槽内形成第二空气隙。

[0044] 可选地,所述第一无机材料封装层与第二无机材料封装层的材质为氮化硅。

[0045] 可选地,所述第三深凹槽与第四深凹槽为孔或沟槽。

[0046] 可选地,所述第三深凹槽的开口大、底部小。

[0047] 可选地,所述第四深凹槽的深宽比大于5:1。

[0048] 可选地,所述有机软质层的材质为聚酰亚胺、聚萘二甲酸乙二醇酯、聚对苯二甲酸乙二醇酯、聚芳酯、聚碳酸酯、聚醚砜或聚醚酰亚胺。

[0049] 可选地,还包括位于所述封装层上的触控层。

[0050] 本发明的第五方面提供一种显示装置,包括上述第四方面中任一项的柔性OLED显示面板。

[0051] 本发明的第六方面提供一种柔性OLED显示面板的制作方法,包括:

[0052] 提供固态柔性基底;

[0053] 在所述固态柔性基底上形成无机材料层,所述无机材料层的上表面包括中心区域以及围合所述中心区域的边缘区域;

[0054] 在所述无机材料层上表面的中心区域形成OLED发光器件;

[0055] 在所述边缘区域的无机材料层以及中心区域的OLED发光器件上形成封装层;

[0056] 其中,形成封装层包括:

[0057] 在所述边缘区域的无机材料层以及中心区域的OLED发光器件上沉积第一无机材料封装层,在所述第一无机材料封装层形成多个第三深凹槽;

[0058] 在所述第三深凹槽的底壁、侧壁以及第三深凹槽外的第一无机材料封装层覆盖一有机软质层;所述有机软质层未填满所述第三深凹槽;覆盖有所述有机软质层的第三深凹槽成为第四深凹槽;

[0059] 在所述有机软质层上沉积第二无机材料封装层,沉积所述第二无机材料封装层对所述第四深凹槽封口、在所述第四深凹槽内形成第二空气隙。

[0060] 可选地,所述第三深凹槽与第四深凹槽为孔或沟槽。

[0061] 可选地,所述第三深凹槽采用光刻、干法刻蚀形成。

[0062] 可选地,光刻、干法刻蚀形成的所述第三深凹槽为孔或沟槽。

[0063] 可选地,所述覆盖有机软质层前,还包括对所述第三深凹槽的开口进行扩大。

[0064] 可选地,所述第四深凹槽的深宽比大于5:1。

[0065] 可选地,覆盖所述有机软质层采用蒸镀聚酰亚胺、聚萘二甲酸乙二醇酯、聚对苯二甲酸乙二醇酯、聚芳酯、聚碳酸酯、聚醚砜或聚醚酰亚胺实现。

[0066] 可选地,所述第一无机材料封装层与第二无机材料封装层的材质为氮化硅,对应

的沉积法为化学气相沉积法。

[0067] 可选地,还包括在所述封装层上制作触控层。

[0068] 与现有技术相比,本发明的有益效果在于:

[0069] 1) 本发明利用固态柔性基底内的多个第一深凹槽的凹凸不平结构制作一层凹凸起伏的有机软质层,有机软质层与其上的无机材料层之间形成有空气隙 (airgap)。好处在于:其一、制作多个第一深凹槽去除了固态柔性基底的部分材料,提高了固态柔性基底的弯折性能;其二、有机软质层相对于无机材料的拉伸性能好,能对OLED显示面板弯折过程中的应力进行缓冲;其三、空气隙提供了软质材料层拉伸或压缩应变的容置空间,不会引起各层之间的应力传递。

[0070] 2) 第一深凹槽未穿透固态柔性基底。可选方案中,固态柔性基底可以包括自下而上堆叠的第一子层与第二子层;两者材质可以a) 相同,也可以b) 不同。对于a) 方案,两者材质可以都为聚酰亚胺、聚萘二甲酸乙二醇酯、聚对苯二甲酸乙二醇酯、聚芳酯、聚碳酸酯、聚醚砜或聚醚酰亚胺等常规固态柔性基底材质。第一子层可以先固化,之后纳米压印模板的凸起抵在固态的第一子层表面,对液态的第二子层进行固化。

[0071] 对于b) 方案中的第一子层,材质可以为聚酰亚胺、聚萘二甲酸乙二醇酯、聚对苯二甲酸乙二醇酯、聚芳酯、聚碳酸酯、聚醚砜或聚醚酰亚胺等常规固态柔性基底材质。第二子层的材质为聚酰亚胺、聚甲基丙烯酸甲酯、聚甲基戊二酰亚胺或酚醛树脂等光敏材质,如此,可以利用光刻法在第二子层内形成第一深凹槽。

[0072] 不论a) 方案,还是b) 方案,在第二子层形成第一深凹槽相对于在固态柔性基底的部分厚度形成深凹槽的工艺容易控制。

[0073] 3) 可选方案中,第一深凹槽与第二深凹槽为孔或沟槽。若为沟槽,该沟槽的延伸方向应与OLED显示面板的卷曲方向垂直。

[0074] 4) 可选方案中,第二深凹槽的深宽比 (Aspect Ratio) 大于5:1。如此,可以保证能在无机材料层沉积时,无机材料能对第二深凹槽收口,形成空气隙。

[0075] 5) 可选方案中,有机软质层的材质可以为聚酰亚胺、聚萘二甲酸乙二醇酯、聚对苯二甲酸乙二醇酯、聚芳酯、聚碳酸酯、聚醚砜或聚醚酰亚胺。如此,可以采用蒸镀上述材质,以在第一深凹槽的底壁、侧壁、沟槽外的固态柔性基底表面形成一薄层的有机软质层,不填满第一深凹槽,也不大幅降低第一深凹槽的深宽比。

[0076] 6) 可选方案中,无机材料层的材质为氮化硅、氧化硅、或氮氧化硅。上述材质均可以采用化学气相沉积法形成,化学反应生成的大分子容易堆积在第二深凹槽开口的边缘,易于封口。

## 附图说明

[0077] 图1是本发明一实施例中的柔性OLED显示面板的结构示意图;

[0078] 图2是本发明另一实施例中的柔性OLED显示面板的结构示意图;

[0079] 图3是本发明一实施例中的柔性OLED显示面板的制作方法的流程图;

[0080] 图4至图9是图3流程的中间结构图;

[0081] 图10是本发明再一实施例中的柔性OLED显示面板的结构示意图;

[0082] 图11是本发明又一实施例中的柔性OLED显示面板的结构示意图;

- [0083] 图12是本发明再一实施例中的柔性OLED显示面板的制作方法的流程图；
- [0084] 图13至图15是图12流程的中间结构图。
- [0085] 为方便理解本发明，以下列出本发明中出现的所有附图标记：
- |        |                     |                 |
|--------|---------------------|-----------------|
| [0086] | 柔性OLED显示面板1、1'、3、3' | 固态柔性基底11、11'、31 |
| [0087] | 第一深凹槽111            | 有机软质层12、342     |
| [0088] | 第二深凹槽13             | 无机材料层14、32      |
| [0089] | 第一空气隙15             | 中心区域A           |
| [0090] | 边缘区域B               | OLED发光器件16、33   |
| [0091] | 封装层17、34            | 第二子层113         |
| [0092] | 第一子层112             | 压印模板2           |
| [0093] | 凸起21                | 第一无机材料封装层341    |
| [0094] | 第二无机材料封装层343        | 第三深凹槽3411、3411' |
| [0095] | 第四深凹槽35             | 第二空气隙36         |

### 具体实施方式

[0096] 为使本发明的上述目的、特征和优点能够更为明显易懂，下面结合附图对本发明的具体实施例做详细的说明。

[0097] 图1是本发明一实施例中的柔性OLED显示面板的结构示意图。

[0098] 参照图1所示，该柔性OLED显示面板1，包括：

[0099] 固态柔性基底11，固态柔性基底11具有多个第一深凹槽111；

[0100] 覆盖第一深凹槽111的底壁、侧壁以及第一深凹槽111外的固态柔性基底11的有机软质层12；有机软质层12未填满第一深凹槽11；覆盖有有机软质层12的第一深凹槽11成为第二深凹槽13；

[0101] 位于有机软质层12上的无机材料层14，无机材料层14对第二深凹槽13封口、在第二深凹槽13内形成第一空气隙15；无机材料层14的上表面平坦，包括中心区域A以及围合中心区域A的边缘区域B；

[0102] 位于无机材料层上表面中心区域A的OLED发光器件16；

[0103] 位于边缘区域B的无机材料层14以及中心区域A的OLED发光器件16上的封装层17。

[0104] 固态柔性基底11的材质可以为聚酰亚胺、聚萘二甲酸乙二醇酯、聚对苯二甲酸乙二醇酯、聚芳酯、聚碳酸酯、聚醚砜或聚醚酰亚胺。第一深凹槽111未穿透固态柔性基底11。

[0105] 第一深凹槽111可以为a) 孔，也可以为b) 沟槽。a) 方案中，每个孔俯视下去可以呈圆形、矩形等。b) 方案中，沟槽俯视下去呈条状。对于该条状的延伸方向，应与柔性OLED显示面板1的卷曲方向垂直。

[0106] 第一深凹槽111的深宽比优选大于5:1，例如可以为10:1。

[0107] 有机软质层12的材质可以为聚酰亚胺、聚萘二甲酸乙二醇酯、聚对苯二甲酸乙二醇酯、聚芳酯、聚碳酸酯、聚醚砜或聚醚酰亚胺。上述材质的柔韧性好，缓冲性能佳。

[0108] 覆盖有有机软质层12的第一深凹槽111成为第二深凹槽13。由于有机软质层12较薄，因而第二深凹槽13的深宽比大致与第一深凹槽111的深宽比相等，仍较大。在有机软质层12上沉积无机材料层14时，由于生成无机材料的反应物分子较大，容易在第二深凹槽13



还未沉积入无机材料层14,或无机材料层14沉积量较少时,先对第二深凹槽13封口。封口后的第二深凹槽13内形成了第一空气隙15。

[0109] 无机材料层14的材质可以为氮化硅、氮氧化硅、氧化硅中的至少一种。当为氮化硅或氮氧化硅时,可以作为钝化层,防止外界的水汽、氧,自固态柔性基底11向上扩散。当为氧化硅时,可以作为粘附层,提高固态柔性基底11与后续其上无机材料之间的粘结性,防止剥离。

[0110] OLED发光器件16的一个可选方案中,可以包括:阵列式像素电路及OLED像素。阵列式像素电路包括多个薄膜晶体管(TFT),如开关晶体管与驱动晶体管。驱动晶体管的漏极与OLED像素中充当阳极的像素电极相连,便于注入空穴。OLED像素中的阴极由公共电极充当。阵列式像素电路及OLED像素工作过程如下:开关晶体管的栅极与栅线电连接,开关晶体管的源极与数据线连接,当栅线的扫描信号有效时,开关晶体管打开并将数据线中的电信号提供给驱动晶体管,使得驱动晶体管开启,并将电源电压信号中的电信号提供给OLED像素的阳极;阳极与阴极之间形成电势差,阳极的空穴与阴极的电子在有机发光层中复合发光,从而实现显示功能。

[0111] 阵列式像素电路及OLED像素也可以采用现有的阵列式像素发光单元,本发明对此并不加以限制。

[0112] 封装层17可以为薄膜封装(Thin Film Encapsulation,TFE)中的各层,例如为氮化硅、有机层、氮化硅的三层结构。也可以采用若干有机、无机材料的叠层,本发明对此也不加以限制。

[0113] 上述柔性OLED显示面板1中,利用固态柔性基底11内的多个第一深凹槽111的凹凸不平结构制作一层凹凸起伏的有机软质层12,有机软质层12与其上的无机材料层14之间形成有第一空气隙15。好处在于:其一、制作多个第一深凹槽111去除了固态柔性基底11的部分材料,提高了固态柔性基底11的弯折性能;其二、有机软质层12相对于无机材料的拉伸性能好,能对OLED显示面板1弯折过程中的应力进行缓冲;其三、第一空气隙15提供了软质材料层12拉伸或压缩应变的容置空间,不会引起各层之间的应力传递。

[0114] 柔性OLED显示面板1除了作为显示器件用外,还可以在封装层17上设置触控层,作为触控面板用。柔性OLED显示面板1甚至还可以作为半成品与其它部件集成、装配在一起形成如手机、平板电脑(PAD)、车载显示屏等显示装置。可以理解的是,上述凹凸不平的有机软质层12以及第一空气隙15也可以提高固态柔性基底11对触摸过程中产生的应力的缓冲。

[0115] 图2是本发明另一实施例中的柔性OLED显示面板的结构示意图。参照图2所示,本实施例中的柔性OLED显示面板1'与图1中的柔性OLED显示面板1结构大致相同,区别仅在于:固态柔性基底11'包括自下而上堆叠的第一子层112与第二子层113,第一深凹槽111形成在第二子层113中。

[0116] 一个方案中,第一子层112与第二子层113两者材质相同,都为聚酰亚胺、聚萘二甲酸乙二醇酯、聚对苯二甲酸乙二醇酯、聚芳酯、聚碳酸酯、聚醚砜或聚醚酰亚胺。

[0117] 另一个方案中,第一子层112与第二子层113两者材质不同。第一子层112的材质为聚酰亚胺、聚萘二甲酸乙二醇酯、聚对苯二甲酸乙二醇酯、聚芳酯、聚碳酸酯、聚醚砜或聚醚酰亚胺;第二子层113的材质为聚酰亚胺、聚甲基丙烯酸甲酯、聚甲基戊二酰亚胺或酚醛树脂。

[0118] 上述设置方式出于第一深凹槽111的制作方便性。

[0119] 对于上述的柔性OLED显示面板1、1'，本发明还提供了制作方法。图3是一实施例中的制作流程图。图4至图9是中间结构图。

[0120] 以下参照图3至图9，详细介绍各制作步骤。

[0121] 首先，结合图3至图5，执行步骤S1，提供固态柔性基底11、11'，在固态柔性基底11形成多个第一深凹槽111。

[0122] 一个方案中，如图4所示，固态柔性基底11可以为一层，具体材质可以为聚酰亚胺、聚萘二甲酸乙二醇酯、聚对苯二甲酸乙二醇酯、聚芳酯、聚碳酸酯、聚醚砜或聚醚酰亚胺。第一深凹槽111可以在固态柔性基底11固化过程中，采用具有若干凸起21的模板2压印而成。可以理解的是，压印过程中，模板2的高度需采用额外夹持或吸附装置控制。

[0123] 另一个方案中，如图5所示，固态柔性基底11'包括自下而上堆叠的第一子层112与第二子层113。

[0124] 在具体制作过程中，可以a) 第一子层112与第二子层113的材质相同，都为聚酰亚胺、聚萘二甲酸乙二醇酯、聚对苯二甲酸乙二醇酯、聚芳酯、聚碳酸酯、聚醚砜或聚醚酰亚胺等常规固态柔性基底材质。第一子层112可以先固化，之后纳米压印模板2的凸起21抵在固态的第一子层112表面，加热对液态的第二子层113进行固化；去除模板2后，模板2的凸起21占位处形成了各个第一深凹槽111。

[0125] 对于纳米压印法，凸起21的深宽比优选大于5:1，以使得形成的第一深凹槽111的深宽比大于5:1。

[0126] 除了a)中的纳米压印法，也可以b) 第一子层112与第二子层113的材质不同。第一子层112的材质可以为聚酰亚胺、聚萘二甲酸乙二醇酯、聚对苯二甲酸乙二醇酯、聚芳酯、聚碳酸酯、聚醚砜或聚醚酰亚胺等常规固态柔性基底材质。第二子层113的材质可以为聚酰亚胺、聚甲基丙烯酸甲酯、聚甲基戊二酰亚胺或酚醛树脂等光敏材质。第一深凹槽111采用光刻法形成，即采用具有镂空图案或透光图案的掩模板对第二子层113曝光，之后采用显影液显影；被显影液溶解的区域形成第一深凹槽111。

[0127] 若曝光、显影法，曝光的光敏材质的厚度与透光图案平面尺寸之比优选大于5:1，以使得形成的第一深凹槽111的深宽比大于5:1。

[0128] 以下以图4中的结构为基础，继续介绍之后工艺步骤；图5中的结构的后续工艺步骤与此一致。

[0129] 接着，执行步骤S2，参照图6所示，在第一深凹槽111的底壁、侧壁以及第一深凹槽外的固态柔性基底11覆盖一有机软质层12；有机软质层12未填满第一深凹槽111；覆盖有有机软质层12的第一深凹槽111成为第二深凹槽13。

[0130] 一个方案中，覆盖有机软质层12可以采用边旋涂液态聚酰亚胺、聚萘二甲酸乙二醇酯、聚对苯二甲酸乙二醇酯、聚芳酯、聚碳酸酯、聚醚砜或聚醚酰亚胺，边加热固化实现。旋涂是一种利用高速旋转甩膜的技术，所甩出的膜可以较薄。

[0131] 另一个方案中，覆盖有机软质层12也可以采用蒸镀有机材料的方法，蒸镀形成的有机软质层12也较薄。

[0132] 再接着，执行步骤S3，参照图7所示，在有机软质层12上沉积无机材料层14，沉积无机材料层14对第二深凹槽13封口、在第二深凹槽13内形成第一空气隙15。

[0133] 无机材料层14的材质为氮化硅、氧化硅、或氮氧化硅,对应的沉积法为物理气相沉积(PVD)、化学气相沉积法(CVD)、或离子体增强化学的气相沉积法(PECVD)。上述沉积工艺在反应腔内进行。例如对于化学气相沉积,反应生成上述无机材质的化学反应物分子较大,可以利用减小对反应腔的抽真空力度,使反应物沉积在第二深凹槽13的开口处。

[0134] 本步骤S3执行完毕后,参照图7所示,无机材料层14的上表面可能凹凸不平。

[0135] 之后,执行步骤S4,参照图8所示,对无机材料层14的上表面进行化学机械研磨平坦化,上表面包括中心区域A以及围合所述中心区域A的边缘区域B。

[0136] 对无机材料层14的上表面进行化学机械研磨平坦化,可以提供平整表面制作后续器件。

[0137] 之后,执行步骤S5,参照图9所示,在平坦化的无机材料层14上表面的中心区域A形成OLED发光器件16。

[0138] 一个可选方案中,OLED发光器件16包括阵列式像素电路及像素。阵列式像素电路包括若干薄膜晶体管,例如开关晶体管与驱动晶体管。薄膜晶体管按照依次远离固态柔性基底11上表面的方向,包括:半导体有源层,其中半导体有源层中包括通过掺杂N型杂质离子或P型杂质离子而形成的源极区域和漏极区域,以及位于源极区域和漏极区域之间的不掺杂的沟道区域;位于半导体有源层之上的栅极绝缘层、栅极、层间绝缘层、源极和漏极,源极和漏极分别通过层间绝缘层和栅极绝缘层中的接触孔电连接半导体有源层中的源极区域和漏极区域。OLED像素按照依次远离固态柔性基底11的方向依次包括:充当阳极的像素电极、像素定义层、有机发光层和充当阴极的公共电极;其中,像素电极与漏极电连接。漏极与像素电极之间还具有钝化层。

[0139] 阵列式像素电路及OLED像素也可以采用现有的阵列式像素发光单元的制作方法,本发明对此并不加以限制。

[0140] 再之后,执行步骤S6,参照图1所示,在边缘区域B的无机材料层14以及中心区域A的OLED发光器件16上形成封装层17。

[0141] 封装层17可以包括无机层、有机层、无机层的三层结构。两层无机层可以采用物理气相沉积、化学气相沉积法形成,中间有机层可以采用有机蒸镀法形成。封装层17也可以采用有机、无机的多层间隔层叠结构,本发明对此并不加以限制。

[0142] 其它实施例中,在制作完封装层17后,还可以继续在其上制作触控层,以形成柔性OLED触控面板。

[0143] 图10是本发明再一实施例中的柔性OLED显示面板的结构示意图。

[0144] 参照图1所示,该柔性OLED显示面板3,包括:

[0145] 固态柔性基底31;

[0146] 位于固态柔性基底31上的无机材料层32,无机材料层32的上表面包括中心区域A以及围合中心区域A的边缘区域B;

[0147] 位于无机材料层32上表面中心区域A的OLED发光器件33;

[0148] 位于边缘区域B的无机材料层32以及中心区域A的OLED发光器件33上的封装层34;封装层34自下而上包括第一无机材料封装层341、有机软质层342、第二无机材料封装层343;

[0149] 其中:第一无机材料封装层341具有多个第三深凹槽3411;

[0150] 有机软质层342覆盖第三深凹槽3411的底壁、侧壁以及第三深凹槽3411外的第一无机材料封装层341;有机软质层342未填满第三深凹槽3411;覆盖有有机软质层342的第三深凹槽3411成为第四深凹槽35;

[0151] 第二无机材料封装层343对第四深凹槽35封口、在第四深凹槽35内形成第二空气隙36。

[0152] 具体地,固态柔性基底31的材质可以为聚酰亚胺、聚萘二甲酸乙二醇酯、聚对苯二甲酸乙二醇酯、聚芳酯、聚碳酸酯、聚醚砜或聚醚酰亚胺等常规固态柔性基底材质。

[0153] 无机材料层32的材质可以为氮化硅、氮氧化硅、氧化硅中的至少一种。当为氮化硅或氮氧化硅时,可以作为钝化层,防止水汽、氧自固态柔性基底31向上扩散。当为氧化硅时,可以作为粘附层,提高固态柔性基底31与后续其上无机材料之间的粘结性,防止剥离。

[0154] OLED发光器件33的一个可选方案中,可以包括:阵列式像素电路及OLED像素。阵列式像素电路包括多个薄膜晶体管(TFT),如开关晶体管与驱动晶体管。驱动晶体管的漏极与OLED像素中充当阳极的像素电极相连,便于注入空穴。OLED像素中的阴极由公共电极充当。阵列式像素电路及OLED像素工作过程如下:开关晶体管的栅极与栅线电连接,开关晶体管的源极与数据线连接,当栅线的扫描信号有效时,开关晶体管打开并将数据线中的电信号提供给驱动晶体管,使得驱动晶体管开启,并将电源电压信号中的电信号提供给OLED像素的阳极;阳极与阴极之间形成电势差,阳极的空穴与阴极的电子在有机发光层中复合发光,从而实现显示功能。

[0155] 阵列式像素电路及OLED像素也可以采用现有的阵列式像素发光单元,本发明对此并不加以限制。

[0156] 封装层34的第一无机材料封装层341与第二无机材料封装层343的材质可以为氮化硅,以提高隔绝外界水汽、氧进入OLED像素的性能。

[0157] 第一无机材料封装层341中的第三深凹槽3411未穿透第一无机材料封装层341。第三深凹槽3411的深宽比优选大于5:1,例如10:1。

[0158] 第三深凹槽3411可以为孔或沟槽。孔的截面结构不限。沟槽的延伸方向应与柔性OLED显示面板3的卷曲方向垂直。

[0159] 有机软质层342的材质可以为聚酰亚胺、聚萘二甲酸乙二醇酯、聚对苯二甲酸乙二醇酯、聚芳酯、聚碳酸酯、聚醚砜或聚醚酰亚胺。上述材质的柔韧性好,缓冲性能佳。

[0160] 在有机软质层342上沉积第二无机材料封装层343时,由于生成无机材料的反应物分子较大,容易在第四深凹槽35还未沉积入第二无机材料封装层343,或第二无机材料封装层343沉积量较少时,先对第四深凹槽35封口。封口后的第四深凹槽35内形成了第二空气隙36。

[0161] 上述第一无机材料封装层341、有机软质层342、第二无机材料封装层343的有机、无机交替堆叠结构可以设置多层,至少一层的无机材料与其上的有机材料之间形成空气隙。

[0162] 上述柔性OLED显示面板3中,利用第一无机材料封装层341内的多个第三深凹槽3411的凹凸不平结构将其上的有机软质层342也制作呈凹凸起伏状,有机软质层342与其上的第二无机材料封装层343之间形成有第二空气隙36。好处在于:其一、有机软质层342相对于无机材料的拉伸性能好,能对OLED显示面板3弯折过程中的应力进行缓冲,能缓解无机应

力层的断裂以及OLED像素功能层的剥离;其二、第二空气隙36提供了软质材料层342拉伸或压缩应变的容置空间,不会引起各层之间的应力传递。

[0163] 柔性OLED显示面板3除了作为显示器件用外,还可以在封装层34上设置触控层,作为触控面板用。柔性OLED显示面板3也可以作为半成品与其它部件集成、装配在一起形成如手机、平板电脑、车载显示屏等显示装置。可以理解的是,上述凹凸不平的有机软质层342以及第二空气隙36相对于固态柔性基底31更靠近触控层,因而对触控层卷曲过程中的应力缓冲效果更佳,可以防止触控层剥离。

[0164] 图11是本发明又一实施例中的柔性OLED显示面板的结构示意图。参照图11所示,本实施例中的柔性OLED显示面板3'与图10中的柔性OLED显示面板3结构大致相同,区别仅在于:第三深凹槽3411'的开口大、底部小。换言之,1)第三深凹槽3411'的侧壁呈坡形;2)第三深凹槽3411'的侧壁与第三深凹槽3411'外的第一无机材料封装层341的上表面之间为钝角。好处在于:能增加第三深凹槽3411'侧壁的有机软质层342长度,提高有效缓冲长度,以及防止有机软质层342缓冲拉伸过程中在直角开口断裂。

[0165] 对于上述的柔性OLED显示面板3、3',本发明还提供了制作方法。图12是一实施例中的制作流程图。图13至图15是中间结构图。

[0166] 以下参照图12至图15,详细介绍各制作步骤。

[0167] 首先,结合图12与图13,执行步骤S1,提供固态柔性基底31。

[0168] 固态柔性基底31的材质可以为聚酰亚胺、聚萘二甲酸乙二醇酯、聚对苯二甲酸乙二醇酯、聚芳酯、聚碳酸酯、聚醚砜或聚醚酰亚胺。

[0169] 接着,仍参照图13,执行步骤S2,在固态柔性基底31上形成无机材料层32,无机材料层32的上表面包括中心区域A以及围合中心区域A的边缘区域B。

[0170] 无机材料层14的材质为氮化硅、氧化硅、或氮氧化硅,对应的沉积法为化学气相沉积法。

[0171] 再接着,继续参照图13,执行步骤S3,在无机材料层32上表面的中心区域A形成OLED发光器件33。

[0172] 一个可选方案中,OLED发光器件33包括阵列式像素电路及像素。阵列式像素电路包括若干薄膜晶体管,例如开关晶体管与驱动晶体管。薄膜晶体管按照依次远离固态柔性基底31上表面的方向,包括:半导体有源层,其中半导体有源层中包括通过掺杂N型杂质离子或P型杂质离子而形成的源极区域和漏极区域,以及位于源极区域和漏极区域之间的不掺杂的沟道区域;位于半导体有源层之上的栅极绝缘层、栅极、层间绝缘层、源极和漏极,源极和漏极分别通过层间绝缘层和栅极绝缘层中的接触孔电连接半导体有源层中的源极区域和漏极区域。OLED像素按照依次远离固态柔性基底11的方向依次包括:充当阳极的像素电极、像素定义层、有机发光层和充当阴极的公共电极;其中,像素电极与漏极电连接。漏极与像素电极之间还具有钝化层。

[0173] 阵列式像素电路及OLED像素也可以采用现有的阵列式像素发光单元的制作方法,本发明对此并不加以限制。

[0174] 之后,参照图14与图15,执行步骤S4,在边缘区域B的无机材料层以及中心区域A的OLED发光器件33上形成封装层34。

[0175] 本步骤S4具体包括以下步骤S41-S43。

[0176] 执行步骤S41,参照图14,在边缘区域B的无机材料层32以及中心区域A的OLED发光器件33上沉积第一无机材料封装层341,在第一无机材料封装层341形成多个第三深凹槽3411。

[0177] 第一无机材料封装层341的材质可以为氮化硅、氧化硅、或氮氧化硅,对应沉积方法可以为物理气相沉积法、化学气相沉积法、或离子体增强化学的气相沉积法。

[0178] 在第一无机材料封装层341形成多个第三深凹槽3411采用光刻、干法刻蚀。

[0179] 第三深凹槽3411干法刻蚀过程中,由于开口处暴露于刻蚀等离子时间相对于底壁长,因而,刻蚀完毕的第三深凹槽3411略微呈开口大、底部小。

[0180] 一个可选方案中,还可以通过减小承载待刻蚀件的基台与刻蚀等离子体产生设备之间的偏置电压,即改变等离子体的单向性,对第三深凹槽3411进一步刻蚀,以扩大开口,形成如图11所示的第三深凹槽3411'。

[0181] 执行步骤S42,参照图15,在第三深凹槽3411的底壁、侧壁以及第三深凹槽3411外的第一无机材料封装层32覆盖一有机软质层342;有机软质层342未填满第三深凹槽3411;覆盖有有机软质层342的第三深凹槽3411成为第四深凹槽35。

[0182] 一个方案中,覆盖有机软质层342可以采用边旋涂液态聚酰亚胺、聚萘二甲酸乙二醇酯、聚对苯二甲酸乙二醇酯、聚芳酯、聚碳酸酯、聚醚砜或聚醚酰亚胺,边加热固化实现。旋涂是一种利用高速旋转甩膜的技术,所甩出的膜可以较薄。

[0183] 另一个方案中,覆盖有机软质层342也可以采用蒸镀上述有机材料的方法。

[0184] 有机软质层342较薄,不填满第三深凹槽3411,也不会大幅降低第三深凹槽3411的深宽比,因而第四深凹槽35的深宽比大致与第三深凹槽3411保持一致。

[0185] 执行步骤S43,参照图10,在有机软质层342上沉积第二无机材料封装层343,沉积第二无机材料封装层343对第四深凹槽35封口、在第四深凹槽35内形成第二空气隙36。

[0186] 第二无机材料封装层343的材质可以为氮化硅、氧化硅、或氮氧化硅,对应的沉积法为物理气相沉积法、化学气相沉积法、或离子体增强化学的气相沉积法。上述各工艺在反应腔内进行。例如对于化学气相沉积法,反应生成上述无机材质的化学反应物分子较大,可以利用减小对反应腔的抽真空力度,使反应物沉积在第四深凹槽35的开口处。

[0187] 步骤S43执行完毕后,还可以对第二无机材料封装层343进行或不进行化学机械研磨工艺,之后重复执行步骤S41至S43至少一次,以形成多层的无机、有机堆叠结构,每层有机材料及其上的无机材料之间都具有空气隙。当然,对于上述多层无机、有机堆叠结构,也可以部分层的有机材料与其上的无机材料之间具有空气隙。

[0188] 此外,在制作完封装层34后,还可以对最顶层的第二无机材料封装层343进行化学机械研磨,之后在其上制作触控层,以形成柔性OLED触控面板。

[0189] 虽然本发明披露如上,但本发明并非限于于此。任何本领域技术人员,在不脱离本发明的精神和范围内,均可作各种更动与修改,因此本发明的保护范围应当以权利要求所限定的范围为准。

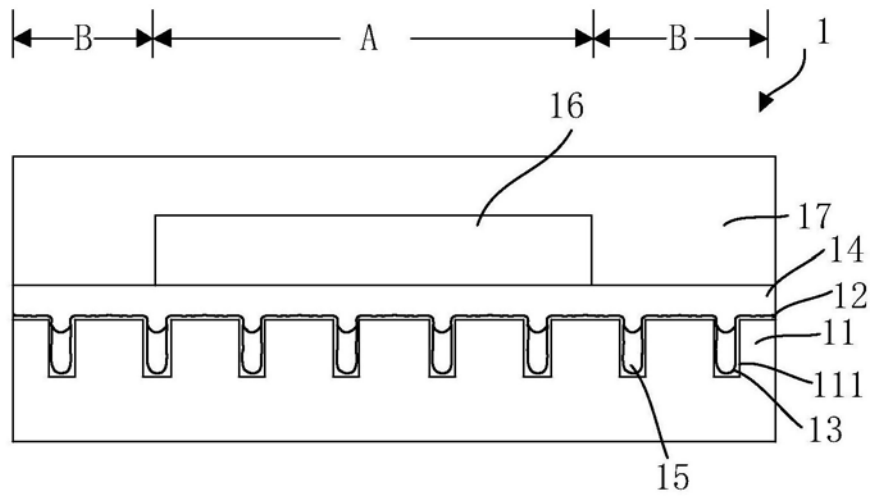


图1

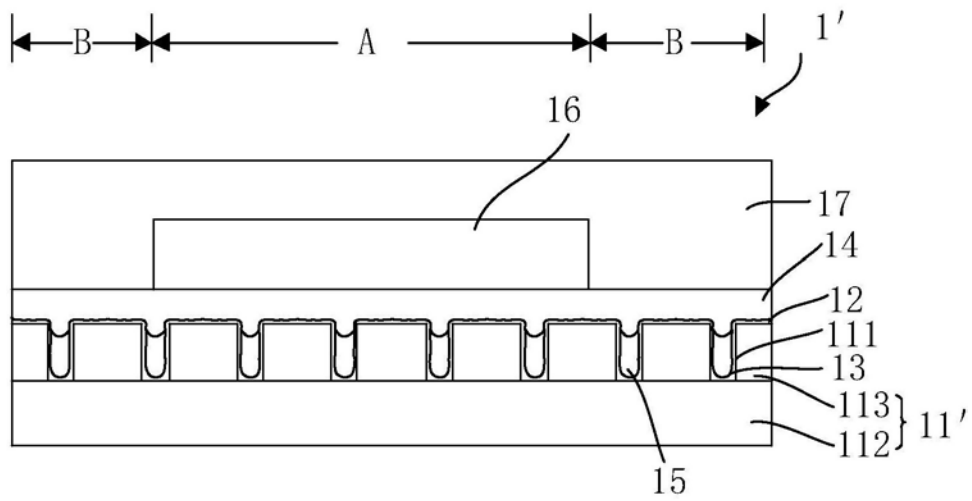


图2

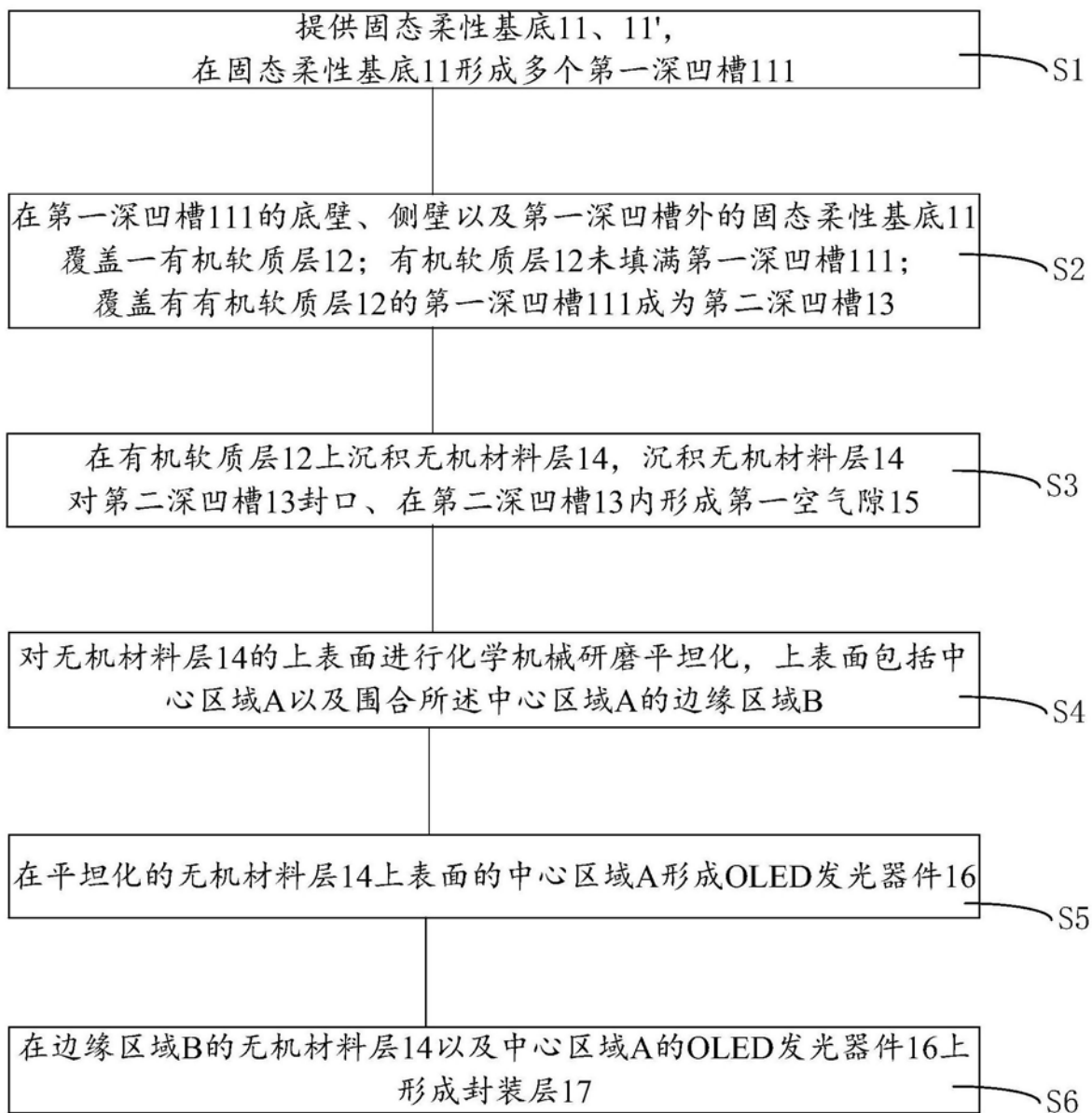


图3

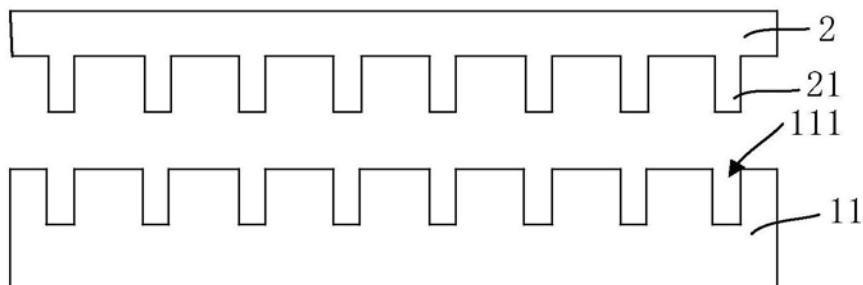


图4



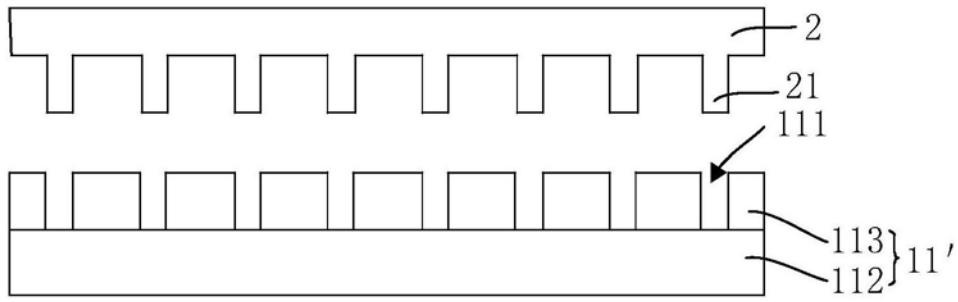


图5

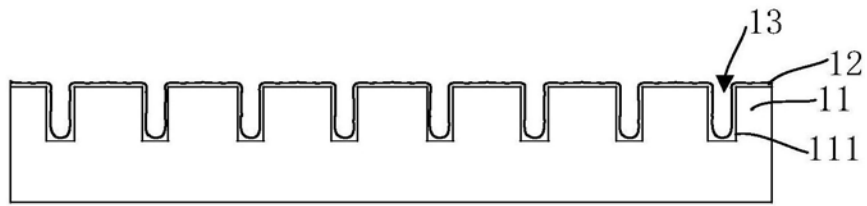


图6

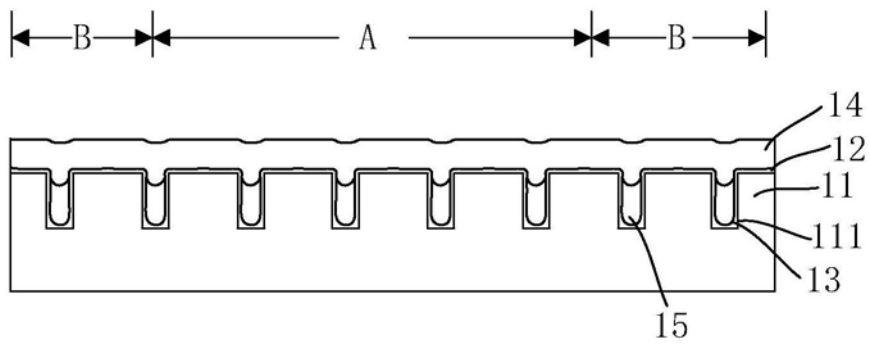


图7

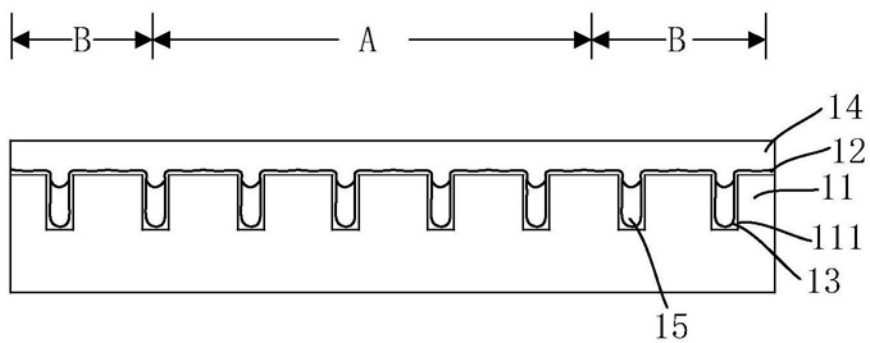


图8

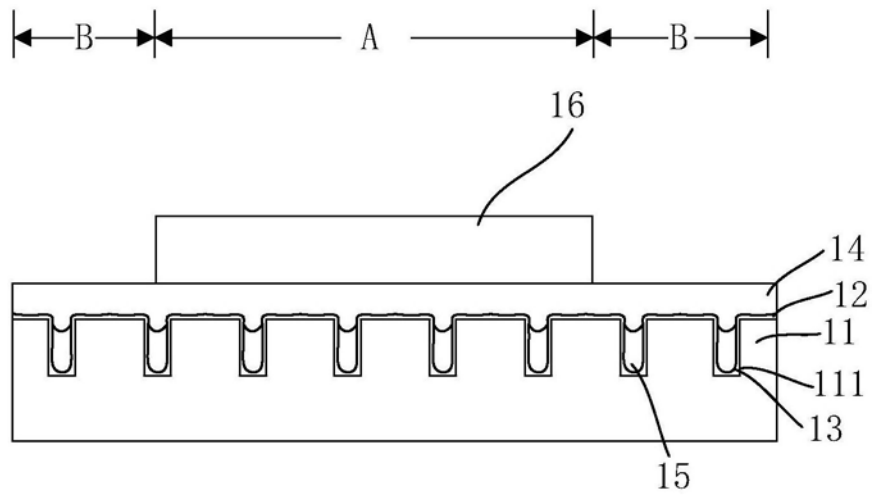


图9

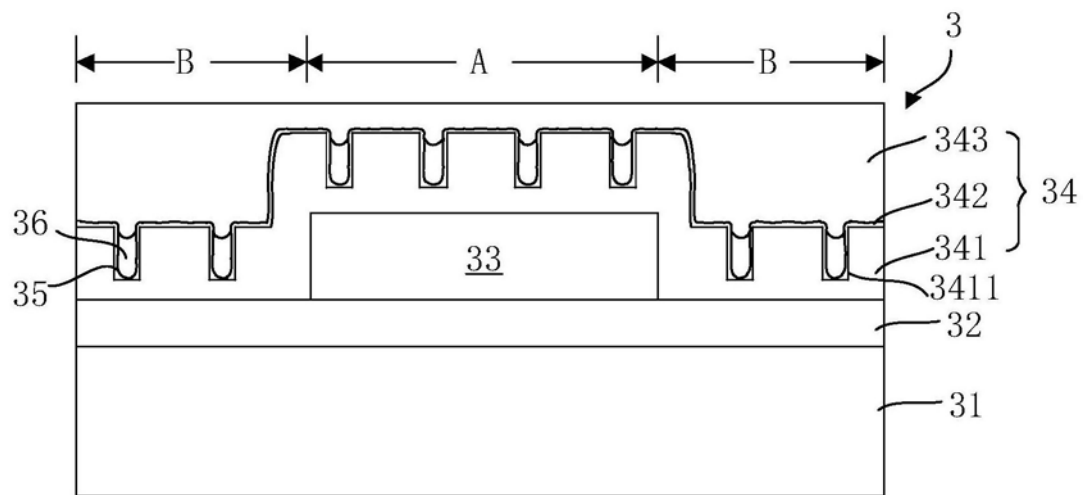


图10

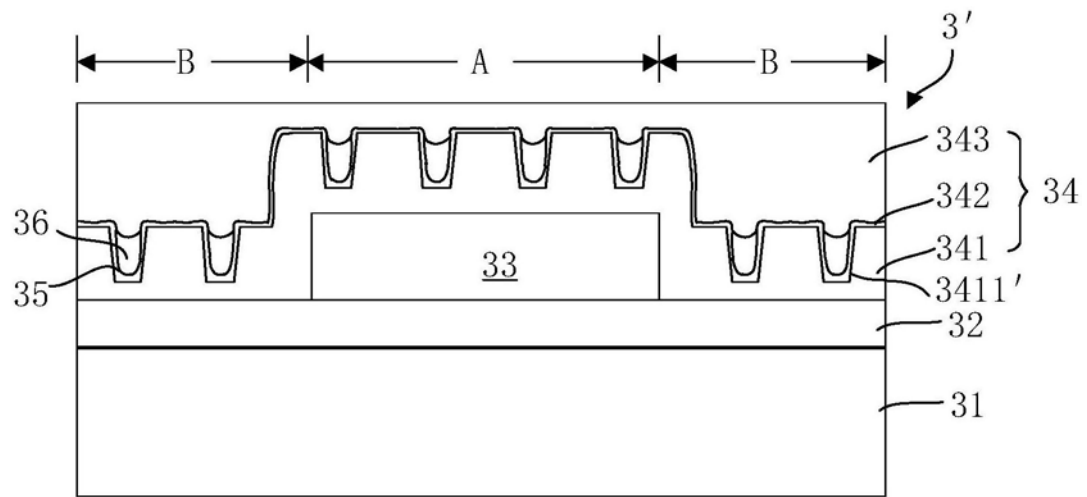


图11

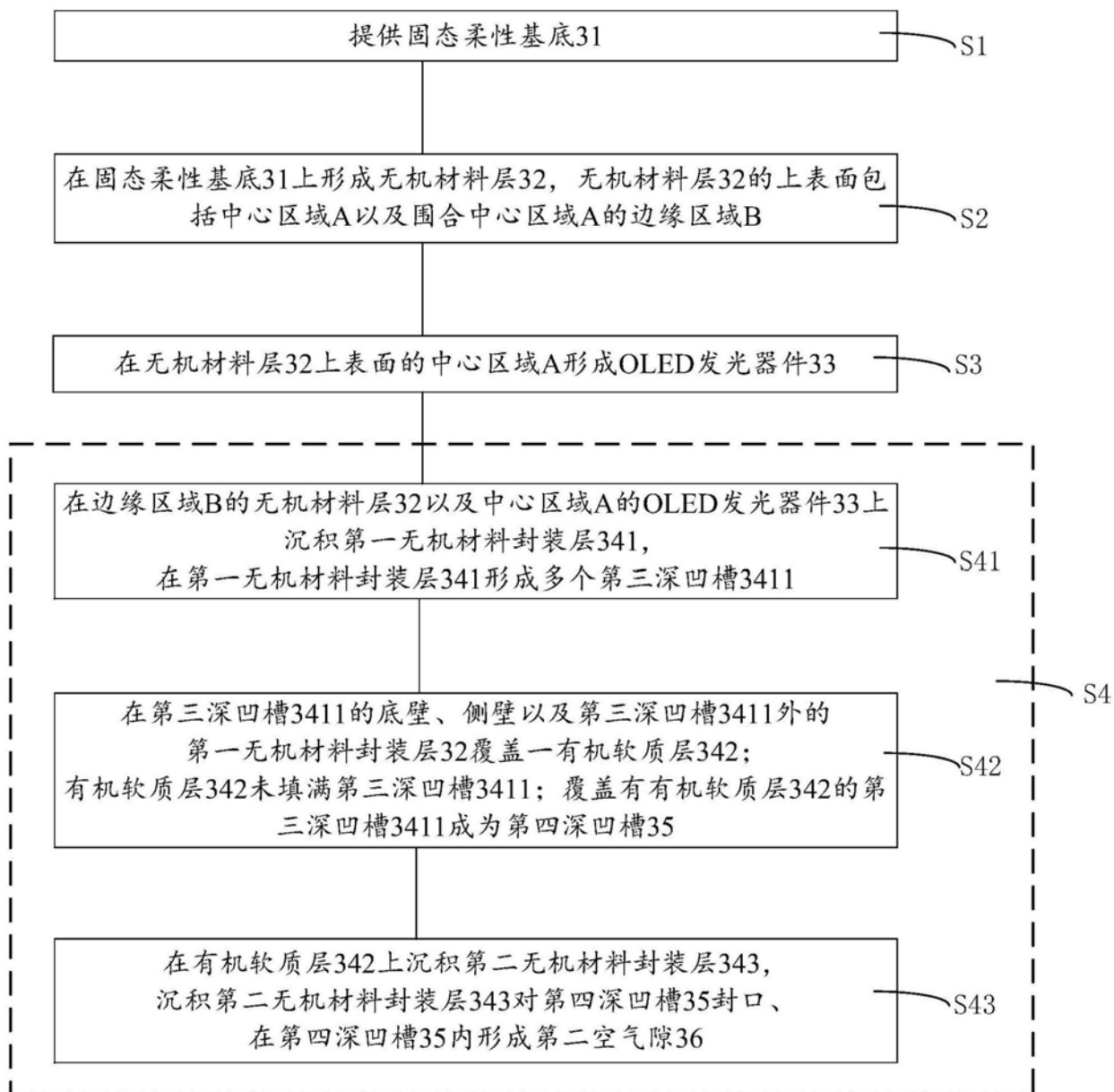


图12

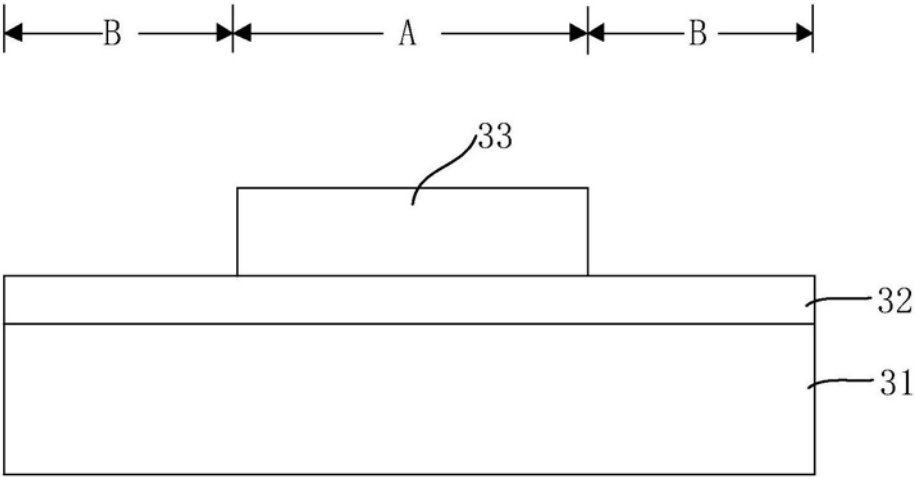


图13

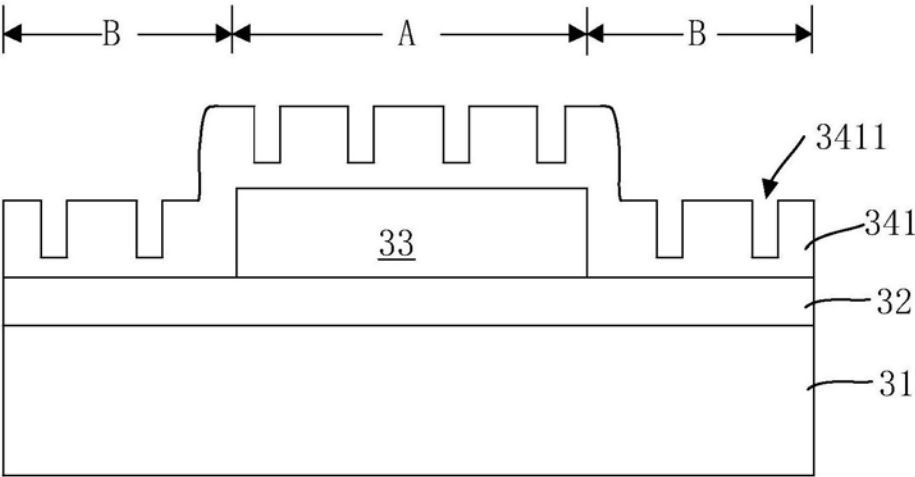


图14

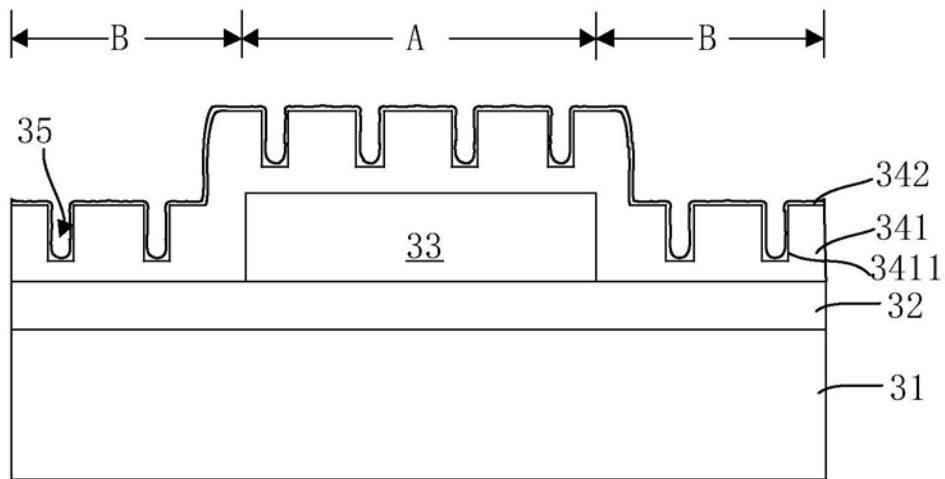


图15

|         |                                                |         |            |
|---------|------------------------------------------------|---------|------------|
| 专利名称(译) | 一种显示装置、柔性OLED显示面板及其制作方法                        |         |            |
| 公开(公告)号 | <a href="#">CN109273505A</a>                   | 公开(公告)日 | 2019-01-25 |
| 申请号     | CN201811141110.4                               | 申请日     | 2018-09-28 |
| [标]发明人  | 孙远生<br>赵恩霆<br>张向伟<br>郑红                        |         |            |
| 发明人     | 孙远生<br>赵恩霆<br>张向伟<br>郑红                        |         |            |
| IPC分类号  | H01L27/32                                      |         |            |
| CPC分类号  | H01L27/32 H01L27/3223 H01L27/323               |         |            |
| 代理人(译)  | 方志炜                                            |         |            |
| 外部链接    | <a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a> |         |            |

#### 摘要(译)

本发明提供了一种显示装置、柔性OLED显示面板及其制作方法，利用固态柔性基底内的多个第一深凹槽的凹凸不平结构制作一层凹凸起伏的有机软质层，有机软质层与其上的无机材料层之间形成有空气隙。好处在于：其一、制作多个第一深凹槽去除了固态柔性基底的部分材料，提高了固态柔性基底的弯折性能；其二、有机软质层相对于无机材料的拉伸性能好，能对OLED显示面板弯折过程中的应力进行缓冲；其三、空气隙提供了软质材料层拉伸或压缩应变的容置空间，不会引起各层之间的应力传递。

