



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109119450 A

(43)申请公布日 2019.01.01

(21)申请号 201811016561.5

(22)申请日 2018.08.31

(71)申请人 京东方科技股份有限公司

地址 100015 北京市朝阳区酒仙桥路10号

申请人 成都京东方光电科技有限公司

(72)发明人 姜妮 吴小会

(74)专利代理机构 北京三高永信知识产权代理

有限责任公司 11138

代理人 刘小鹤

(51)Int.Cl.

H01L 27/32(2006.01)

H01L 51/50(2006.01)

H01L 51/56(2006.01)

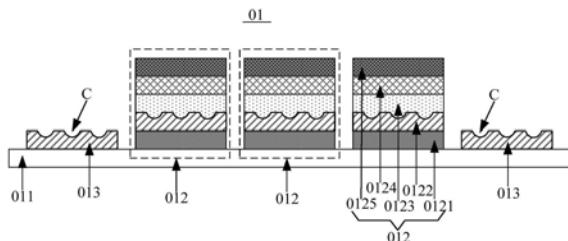
权利要求书2页 说明书13页 附图7页

(54)发明名称

显示基板及其制作方法、显示面板、显示装置

(57)摘要

本发明公开一种显示基板及其制作方法、显示面板、显示装置，属于显示技术领域。该显示基板包括：衬底基板以及设置在衬底基板上的显示单元，显示单元包括：依次设置的阳极、空穴传输层、有机发光层、电子传输层和阴极，空穴传输层的表面具有多个纳米凹槽，多个纳米凹槽中任意相邻的两个纳米凹槽之间的距离的数量级为纳米级。本发明有助于解决显示单元的抗折弯能力较差的问题，提高显示单元的抗折弯能力，避免折弯过程导致显示单元断裂。本发明用于柔性显示。



1. 一种显示基板，其特征在于，所述显示基板包括：

衬底基板以及设置在所述衬底基板上的显示单元，所述显示单元包括：依次设置的阳极、空穴传输层、有机发光层、电子传输层和阴极，所述空穴传输层的表面具有多个纳米凹槽，所述多个纳米凹槽中任意相邻的两个纳米凹槽之间的距离的数量级为纳米级。

2. 根据权利要求1所述的显示基板，其特征在于，所述纳米凹槽为半球形纳米凹槽。

3. 根据权利要求1所述的显示基板，其特征在于，所述空穴传输层的最大厚度的取值范围为10纳米～50纳米。

4. 根据权利要求1至3任一所述的显示基板，其特征在于，所述显示单元位于所述衬底基板的显示区域中，所述衬底基板还具有非显示区域，所述显示基板还包括：设置在所述非显示区域中的应力释放层，所述应力释放层的表面具有多个纳米凹槽，所述多个纳米凹槽中任意相邻的两个纳米凹槽之间的距离的数量级为纳米级。

5. 根据权利要求4所述的显示基板，其特征在于，所述应力释放层的最大厚度与所述空穴传输层的最大厚度相等。

6. 根据权利要求5所述的显示基板，其特征在于，所述应力释放层的形成材料和所述空穴传输层的形成材料均为聚3,4-乙烯二氧噻吩聚苯乙烯磺酸。

7. 一种显示基板的制作方法，其特征在于，所述方法包括：

在衬底基板上形成阳极；

在形成有所述阳极的衬底基板上形成空穴传输层，所述空穴传输层的表面具有多个纳米凹槽，所述多个纳米凹槽中任意相邻的两个纳米凹槽之间的距离的数量级为纳米级；

在形成有所述空穴传输层的衬底基板上依次形成有机发光层、电子传输层和阴极；

其中，所述阳极、所述空穴传输层、所述有机发光层、所述电子传输层和所述阴极构成显示单元。

8. 根据权利要求7所述的方法，其特征在于，所述纳米凹槽为半球形纳米凹槽。

9. 根据权利要求8所述的方法，其特征在于，在形成有所述阳极的衬底基板上形成空穴传输层，所述空穴传输层的表面具有多个纳米凹槽，所述多个纳米凹槽中任意相邻的两个纳米凹槽之间的距离的数量级为纳米级，包括：

在形成有所述阳极的衬底基板上形成聚苯乙烯单层膜，所述聚苯乙烯单层膜中包括多个聚苯乙烯球体，所述多个聚苯乙烯球体中任意相邻的两个聚苯乙烯球体之间的距离的数量级为纳米级；

在形成有所述聚苯乙烯单层膜的衬底基板上形成聚3,4-乙烯二氧噻吩聚苯乙烯磺酸层，使所述聚苯乙烯单层膜中的聚苯乙烯球体浮于所述聚3,4-乙烯二氧噻吩聚苯乙烯磺酸层的表面；

对所述聚3,4-乙烯二氧噻吩聚苯乙烯磺酸层进行干燥处理；

采用甲苯对干燥后的所述聚3,4-乙烯二氧噻吩聚苯乙烯磺酸层的表面进行清洗，以去除所述聚3,4-乙烯二氧噻吩聚苯乙烯磺酸层表面的聚苯乙烯球体，在所述聚3,4-乙烯二氧噻吩聚苯乙烯磺酸层的表面形成多个纳米凹槽，所述多个纳米凹槽中任意相邻的两个纳米凹槽之间的距离的数量级为纳米级；

通过一次构图工艺对清洗后的所述聚3,4-乙烯二氧噻吩聚苯乙烯磺酸层进行处理，得到所述空穴传输层。

10. 根据权利要求9所述的方法,其特征在于,所述显示单元位于所述衬底基板的显示区域中,所述衬底基板还具有非显示区域,所述显示基板还包括:设置在所述非显示区域中的应力释放层,所述应力释放层的表面具有多个纳米凹槽,所述多个纳米凹槽中任意相邻的两个纳米凹槽之间的距离的数量级为纳米级,所述应力释放层与所述空穴传输层通过同一次工艺形成。

11. 一种显示面板,其特征在于,所述显示面板包括权利要求1至6任一所述的显示基板,与所述显示基板相对设置的封装基板,以及,设置在所述封装基板的非显示区域中的应力释放层,所述应力释放层的表面具有多个纳米凹槽,所述多个纳米凹槽中任意相邻的两个纳米凹槽之间的距离的数量级为纳米级,所述应力释放层位于所述显示基板与所述封装基板之间。

12. 一种显示装置,其特征在于,所述显示装置包括权利要求11所述的显示面板。

## 显示基板及其制作方法、显示面板、显示装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及显示技术领域,特别涉及一种显示基板及其制作方法、显示面板、显示装置。

### 背景技术

[0002] 有机发光二极管(英文:Organic Light-Emitting Diode;简称:OLED)显示装置具有低功耗、自发光、宽视角、全色彩以及响应速度快等优点,是当前显示领域研究的热点之一。相比于传统的显示装置,OLED显示装置还具有可柔性显示的特点,这为智能穿戴设备的实现提供了无限的可能。

[0003] OLED显示装置包括显示基板,显示基板包括衬底基板以及阵列排布在衬底基板上的多个显示单元,多个显示单元中的每个显示单元包括:依次设置的阳极、空穴传输层、有机发光层、电子传输层和阴极。在阳极与阴极之间的电压差的作用下,阳极中的空穴通过空穴传输层注入有机发光层,阴极中的电子通过电子传输层注入有机发光层,空穴和电子在有机发光层中复合产生能量,激发有机发光层发光。

[0004] 但是,在上述显示基板中,显示单元的抗弯曲能力较差,在进行柔性显示时,折弯过程容易导致显示单元断裂。

### 发明内容

[0005] 本发明提供一种显示基板及其制作方法、显示面板、显示装置,可以解决显示单元的抗折弯能力较差的问题,提高显示单元的抗折弯能力。本发明的技术方案如下:

[0006] 第一方面,提供一种显示基板,所述显示基板包括:

[0007] 衬底基板以及设置在所述衬底基板上的显示单元,所述显示单元包括:依次设置的阳极、空穴传输层、有机发光层、电子传输层和阴极,所述空穴传输层的表面具有多个纳米凹槽,所述多个纳米凹槽中任意相邻的两个纳米凹槽之间的距离的数量级为纳米级。

[0008] 可选地,所述纳米凹槽为半球形纳米凹槽。

[0009] 可选地,所述空穴传输层的最大厚度的取值范围为10纳米~50纳米(nm)。

[0010] 可选地,所述显示单元位于所述衬底基板的显示区域中,所述衬底基板还具有非显示区域,所述显示基板还包括:设置在所述非显示区域中的应力释放层,所述应力释放层的表面具有多个纳米凹槽,所述多个纳米凹槽中任意相邻的两个纳米凹槽之间的距离的数量级为纳米级。

[0011] 可选地,所述应力释放层的最大厚度与所述空穴传输层的最大厚度相等。

[0012] 可选地,所述应力释放层的形成材料和所述空穴传输层的形成材料均为聚3,4-乙烯二氧噻吩聚苯乙烯磺酸(简称:PEDOT:PSS)。

[0013] 第二方面,提供一种显示基板的制作方法,所述方法包括:

[0014] 在衬底基板上形成阳极;

[0015] 在形成有所述阳极的衬底基板上形成空穴传输层,所述空穴传输层的表面具有多

个纳米凹槽，所述多个纳米凹槽中任意相邻的两个纳米凹槽之间的距离的数量级为纳米级；

[0016] 在形成有所述空穴传输层的衬底基板上依次形成有机发光层、电子传输层和阴极；

[0017] 其中，所述阳极、所述空穴传输层、所述有机发光层、所述电子传输层和所述阴极构成显示单元。

[0018] 可选地，所述纳米凹槽为半球形纳米凹槽。

[0019] 可选地，在形成有所述阳极的衬底基板上形成空穴传输层，所述空穴传输层的表面具有多个纳米凹槽，所述多个纳米凹槽中任意相邻的两个纳米凹槽之间的距离的数量级为纳米级，包括：

[0020] 在形成有所述阳极的衬底基板上形成聚苯乙烯单层膜，所述聚苯乙烯单层膜中包括多个聚苯乙烯球体，所述多个聚苯乙烯球体中任意相邻的两个聚苯乙烯球体之间的距离的数量级为纳米级；

[0021] 在形成有所述聚苯乙烯单层膜的衬底基板上形成聚3,4-乙烯二氧噻吩聚苯乙烯磺酸层，使所述聚苯乙烯单层膜中的聚苯乙烯球体浮于所述聚3,4-乙烯二氧噻吩聚苯乙烯磺酸层的表面；

[0022] 对所述聚3,4-乙烯二氧噻吩聚苯乙烯磺酸层进行干燥处理；

[0023] 采用甲苯对干燥后的所述聚3,4-乙烯二氧噻吩聚苯乙烯磺酸层的表面进行清洗，以去除所述聚3,4-乙烯二氧噻吩聚苯乙烯磺酸层表面的聚苯乙烯球体，在所述聚3,4-乙烯二氧噻吩聚苯乙烯磺酸层的表面形成多个纳米凹槽，所述多个纳米凹槽中任意相邻的两个纳米凹槽之间的距离的数量级为纳米级；

[0024] 通过一次构图工艺对清洗后的所述聚3,4-乙烯二氧噻吩聚苯乙烯磺酸层进行处理，得到所述空穴传输层。

[0025] 可选地，所述显示单元位于所述衬底基板的显示区域中，所述衬底基板还具有非显示区域，所述显示基板还包括：设置在所述非显示区域中的应力释放层，所述应力释放层的表面具有多个纳米凹槽，所述多个纳米凹槽中任意相邻的两个纳米凹槽之间的距离的数量级为纳米级，所述应力释放层与所述空穴传输层通过同一次工艺形成。

[0026] 可选地，所述空穴传输层的厚度的取值范围为10nm～50nm。

[0027] 第三方面，提供一种显示面板，所述显示面板包括第一方面或第一方面的任一可选方式所述的显示基板，与所述显示基板相对设置的封装基板，以及，设置在所述封装基板的非显示区域中的应力释放层，所述应力释放层的表面具有多个纳米凹槽，所述多个纳米凹槽中任意相邻的两个纳米凹槽之间的距离的数量级为纳米级，所述应力释放层位于所述显示基板与所述封装基板之间。

[0028] 第四方面，提供一种显示面板的制作方法，所述方法包括：

[0029] 形成第一方面或第一方面的任一可选方式所述的显示基板；

[0030] 在封装基板的非显示区域中形成应力释放层，所述应力释放层的表面具有多个纳米凹槽，所述多个纳米凹槽中任意相邻的两个纳米凹槽之间的距离的数量级为纳米级；

[0031] 将所述显示基板与所述封装基板相对设置，使所述应力释放层位于所述显示基板基板与所述封装基板之间。

[0032] 第五方面,提供一种显示装置,所述显示装置包括第三方面所述的显示面板。

[0033] 本发明提供的技术方案带来的有益效果是:

[0034] 本发明提供的显示基板及其制作方法、显示面板、显示装置,显示基板包括衬底基板以及设置在衬底基板上的显示单元,显示单元包括依次设置的阳极、空穴传输层、有机发光层、电子传输层和阴极,空穴传输层的表面具有多个纳米凹槽,多个纳米凹槽中任意相邻的两个纳米凹槽之间的距离的数量级为纳米级。由于空穴传输层的表面具有多个纳米凹槽,任意相邻的两个纳米凹槽之间的距离的数量级为纳米级,因此空穴传输层表面的纳米凹槽较多,且纳米凹槽较小,空穴传输层与有机发光层的接触面积较大,空穴传输层可以大大吸收和释放有机发光层的应力,有助于解决显示单元的抗弯曲能力较差的问题,提高显示单元的抗弯曲能力,避免折弯过程导致显示单元断裂。

[0035] 应当理解的是,以上的一般描述和后文的细节描述仅是示例性的,并不能限制本发明。

## 附图说明

[0036] 为了更清楚地说明本发明实施例中的技术方案,下面将对实施例描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0037] 图1是本发明实施例提供的一种显示基板的结构示意图;

[0038] 图2是本发明实施例提供的一种空穴传输层的结构示意图;

[0039] 图3是本发明实施例提供的另一种显示基板的结构示意图;

[0040] 图4是本发明实施例提供的一种显示基板的制作方法的方法流程图;

[0041] 图5是本发明实施例提供的另一种显示基板的制作方法的方法流程图;

[0042] 图6是本发明实施例提供的一种在衬底基板的显示区域中形成阳极后的示意图;

[0043] 图7是本发明实施例提供的一种在形成有阳极的衬底基板上形成空穴传输层和应力释放层后的示意图;

[0044] 图8是本发明实施例提供的一种在形成有阳极的衬底基板上形成空穴传输层和应力释放层的方法流程图;

[0045] 图9是本发明实施例提供的一种在形成有阳极的衬底基板上形成聚苯乙烯单层膜后的示意图;

[0046] 图10是本发明实施例提供的一种在形成有阳极的衬底基板上形成聚苯乙烯单层膜后的立体结构示意图;

[0047] 图11是本发明实施例提供的一种在形成有聚苯乙烯单层膜的衬底基板上形成聚3,4-乙烯二氧噻吩聚苯乙烯磺酸层后的示意图;

[0048] 图12是本发明实施例提供的一种对干燥后的聚3,4-乙烯二氧噻吩聚苯乙烯磺酸层的表面进行清洗后的示意图;

[0049] 图13是本发明实施例提供的一种在空穴传输层上形成有机发光层后的示意图;

[0050] 图14是本发明实施例提供的一种在有机发光层上形成电子传输层后的示意图;

[0051] 图15是本发明实施例提供的一种显示面板的结构示意图;

- [0052] 图16是本发明实施例提供的另一种显示面板的结构示意图；  
[0053] 图17是本发明实施例提供的一种显示面板的制作方法的方法流程图；  
[0054] 图18是本发明实施例提供的一种在封装基板的非显示区域形成应力释放层后的示意图。  
[0055] 此处的附图被并入说明书中并构成本说明书的一部分，示出了符合本发明的实施例，并与说明书一起用于解释本发明的原理。

## 具体实施方式

[0056] 为了使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合附图对本发明作进一步地详细描述，显然，所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其它实施例，都属于本发明保护的范围。

[0057] OLED显示装置包括显示基板，显示基板包括衬底基板、设置在衬底基板上的多条栅线和多条数据线，以及阵列排布在衬底基板上的多个显示单元，多条栅线和多条数据线相互交叉围成多个像素区，每个像素区由相邻的两条栅线和相邻的两条数据线围成，多个显示单元中的每个显示单元位于一个像素区内，且每个显示单元包括：沿远离衬底基板的方向依次设置的阳极、空穴传输层、有机发光层、电子传输层和阴极。但是，栅线、数据线以及显示单元的抗弯曲能力有限，当OLED显示装置应用于智能穿戴设备等柔性显示产品时，折弯过程容易导致OLED显示装置的栅线、数据线以及显示单元发生断裂，限制了OLED显示装置在智能穿戴领域的发展。

[0058] 本发明提供的显示基板及其制作方法、显示面板、显示装置，通过在衬底基板的显示区域形成显示单元，在衬底基板的非显示区域形成应力释放层，应力释放层的表面和显示单元的空穴传输层的表面均具有多个纳米凹槽，应力释放层和空穴传输层中的任一层上任意相邻的两个纳米凹槽之间的距离的数量级为纳米级，因此纳米凹槽的设置增加了空穴传输层与有机发光层的接触面积，以及衬底基板的非显示区域与玻璃胶(形成在显示基板与封装基板之间用于粘贴显示基板与封装基板的胶体)的接触面积，提高了显示单元的抗弯曲能力，以及提高了位于衬底基板的非显示区域中的栅线和数据线等结构的抗弯曲能力，避免折弯过程导致显示单元、栅线以及数据线发生断裂。本发明的详细描述请参考下述实施例。

[0059] 请参考图1，其示出了本发明实施例提供的一种显示基板01的结构示意图，该显示基板01包括：衬底基板011以及设置在衬底基板011上的显示单元012，显示单元012包括：依次设置的阳极0121、空穴传输层0122、有机发光层0123、电子传输层0124和阴极0125，空穴传输层0122的表面具有多个纳米凹槽(图1中未标出)，多个纳米凹槽中任意相邻的两个纳米凹槽之间的距离的数量级为纳米级。

[0060] 综上所述，本发明实施例提供的显示基板，由于空穴传输层的表面具有多个纳米凹槽，任意相邻的两个纳米凹槽之间的距离的数量级为纳米级，因此空穴传输层表面的纳米凹槽较多，且纳米凹槽较小，空穴传输层与有机发光层的接触面积较大，空穴传输层可以大大吸收和释放有机发光层的应力，有助于解决显示单元的抗弯曲能力较差的问题，提高显示单元的抗弯曲能力，避免折弯过程导致显示单元断裂。

[0061] 其中,如图1所示,显示基板01包括多个显示单元012,多个显示单元012中的每个显示单元012包括沿远离衬底基板011的方向依次设置的阳极0121、空穴传输层0122、有机发光层0123、电子传输层0124和阴极0125,如图2所示,空穴传输层0122的上表面具有多个纳米凹槽C,每个纳米凹槽C为半球形纳米凹槽,每个纳米凹槽C的深度d的取值范围可以为3nm~40nm,多个纳米凹槽C中任意相邻的两个纳米凹槽C之间的距离s的取值范围可以为5nm~50nm。在本发明实施例中,纳米凹槽C的底面可以为曲面,纳米凹槽C的深度d指的是纳米凹槽C的开口面与纳米凹槽C的底面之间的最大距离,此外,纳米凹槽C具有一定的尺寸,相邻的两个纳米凹槽C上不同位置点之间的距离不相等,相邻的两个纳米凹槽C之间的距离s指的是相邻的两个纳米凹槽C之间的最小距离。需要说明的是,本发明实施例是以纳米凹槽为半球形纳米凹槽为例进行说明的,实际应用中,纳米凹槽可以为任何形状的纳米凹槽,本发明实施例对此不做限定。可选地,如图2所示,空穴传输层0122的最大厚度w的取值范围为10nm~50nm,空穴传输层0122的最大厚度可以根据显示基板01所需要满足的发光性能确定,示例地,空穴传输层0122的最大厚度为40nm。

[0062] 可选地,请参考图3,其示出了本发明实施例提供的另一种显示基板01的结构示意图,多个显示单元012位于衬底基板011的显示区域(图3中未标出)中,衬底基板011还具有非显示区域(图3中未标出),该显示基板01还包括:设置在非显示区域中的应力释放层013,应力释放层013的表面具有多个纳米凹槽C,多个纳米凹槽C中任意相邻的两个纳米凹槽C之间的距离的数量级为纳米级。其中,应力释放层013的结构与空穴传输层0122的结构可以相同,且应力释放层013的最大厚度与空穴传输层0122的最大厚度可以相等,应力释放层013的形成材料和空穴传输层0122的形成材料均可以为聚3,4-乙烯二氧噻吩聚苯乙烯磺酸,应力释放层013与空穴传输层0122可以通过同一次工艺形成。

[0063] 在本发明实施例中,衬底基板011可以为透明基板,其可以是采用玻璃、石英或透明树脂等具有一定坚固性的导光且非金属材料制成的硬质基板,或者,衬底基板011可以为采用聚酰亚胺(英文:Polyimide;简称:PI)形成的柔性基板,当衬底基板011为柔性基板时,该显示基板01为柔性显示基板。

[0064] 如图1和图3所示,显示基板01包括形成在衬底基板011上的多条栅线(图1和图3中均未示出)和多条数据线(图1和图3中均未示出),以及阵列排布在衬底基板011上的多个显示单元012,多条栅线和多条数据线围成多个像素区(图1和图3中均未示出),每个像素区由相邻的两条栅线和相邻的两条数据线围成,多个显示单元012一一对应位于多个像素区中,每个显示单元012包括:沿远离衬底基板011的方向依次设置的阳极0121、空穴传输层0122、有机发光层0123、电子传输层0124和阴极0125,且每个显示单元0122还可以包括位于阳极0121与衬底基板011之间的薄膜晶体管(英文:Thin Film Transistor;简称:TFT)(图1和图3均未示出),TFT的栅极与栅线连接,源极与数据线连接,漏极与相应的阳极0121连接,每个TFT作为相应的显示单元012的开关,用于控制相应的显示单元012的开启或关闭;此外,显示基板01还可以包括位于显示单元012上的封装结构(图1和图3中均未示出),封装结构可以为薄膜封装结构,其用于对显示单元012进行封装,避免空气中的水氧等成分侵蚀显示单元012的有机发光层0123。

[0065] 需要说明的是,在本发明实施例中,空穴传输层0122的表面具有多个纳米凹槽,因此空穴传输层0122的稳定性好,机械性能较好,空穴传输层0122为其所在的显示单元012提

供支架,相比于表面不具有纳米凹槽的空穴传输层,本发明实施例提供的表面具有纳米凹槽的空穴传输层0122可以将空穴传输层0122与有机发光层0123的接触面积增加至1.5倍,空穴传输层0122可以极大的吸收和释放与空穴传输层0122接触的有机发光层0123的应力,提高有机发光层0123的抗弯曲能力,从而提高显示单元012的抗弯曲能力,提高显示基板01的抗弯曲能力。此外,衬底基板011的非显示区域中设置有应力释放层013,应力释放层013的表面具有纳米凹槽,因此应力释放层013可以分散衬底基板011的非显示区域的张力,提高位于衬底基板011的非显示区域的栅线和数据线等结构的抗弯曲能力。

[0066] 聚3,4-乙烯二氧噻吩聚苯乙烯磺酸具有较高的热稳定性,经常用于形成空穴传输层,本发明实施例采用聚3,4-乙烯二氧噻吩聚苯乙烯磺酸形成空穴传输层0122,空穴传输层0122与阳极0121之间的界面势垒较小,可以提高有机发光层0123的发光效率,此外,对空穴传输层0122进行X射线衍射分析表明:采用聚3,4-乙烯二氧噻吩聚苯乙烯磺酸形成的表面具有纳米凹槽的空穴传输层0122表面的结晶度比采用聚3,4-乙烯二氧噻吩聚苯乙烯磺酸形成的表面不具有纳米凹槽的空穴传输层的结晶度高,因此,采用聚3,4-乙烯二氧噻吩聚苯乙烯磺酸形成的表面具有纳米凹槽的空穴传输层0122的表面具有更高的结晶度,提高了空穴传输层0122的功函数,使得空穴传输层0122的功函数与有机发光层0123的功函数更加接近,空穴传输层0122的价带与有机发光层0123的价带更加匹配,降低了空穴传输层0122与有机发光层0123的界面势垒,空穴传输层0122的空穴传输效率可以提高2.5倍,从而可以进一步提高有机发光层0123的发光效率。

[0067] 综上所述,本发明实施例提供的显示基板,由于空穴传输层的表面具有多个纳米凹槽,任意相邻的两个纳米凹槽之间的距离的数量级为纳米级,因此空穴传输层表面的纳米凹槽较多,且纳米凹槽较小,空穴传输层与有机发光层的接触面积较大,空穴传输层可以大大吸收和释放有机发光层的应力,有助于解决显示单元的抗弯曲能力较差的问题,提高显示单元的抗弯曲能力,避免折弯过程导致显示单元断裂。进一步地,由于衬底基板的非显示区域中设置有应力释放层,应力释放层的表面具有多个纳米凹槽,任意相邻的两个纳米凹槽之间的距离的数量级为纳米级,因此,应力释放层与玻璃胶的接触面积较大,提高了位于衬底基板的非显示区域中的栅线和数据线等结构的抗弯曲能力,避免折弯过程导致栅线和数据线发生断裂。

[0068] 本发明实施例提供的显示基板可以应用于下文的方法,本发明实施例中显示基板的制作方法和制作原理可以参见下文各实施例中的描述。

[0069] 请参考图4,其示出了本发明实施例提供的一种显示基板的制作方法的方法流程图,该显示基板的制作方法可以用于制作图1或图3所示的显示基板01。参见图4,该方法包括:

[0070] 步骤401、在衬底基板上形成阳极。

[0071] 步骤402、在形成有阳极的衬底基板上形成空穴传输层,空穴传输层的表面具有多个纳米凹槽,多个纳米凹槽中任意相邻的两个纳米凹槽之间的距离的数量级为纳米级。

[0072] 步骤403、在形成有空穴传输层的衬底基板上依次形成有机发光层、电子传输层和阴极,阳极、空穴传输层、有机发光层、电子传输层和阴极构成显示单元。

[0073] 综上所述,本发明实施例提供的显示基板的制作方法,由于显示单元的空穴传输层的表面具有多个纳米凹槽,任意相邻的两个纳米凹槽之间的距离的数量级为纳米级,因

此空穴传输层表面的纳米凹槽较多,且纳米凹槽较小,空穴传输层与有机发光层的接触面积较大,空穴传输层可以大大吸收和释放有机发光层的应力,有助于解决显示单元的抗弯曲能力较差的问题,提高显示单元的抗弯曲能力,避免折弯过程导致显示单元断裂。

[0074] 可选地,纳米凹槽为半球形纳米凹槽。

[0075] 可选地,步骤402包括:

[0076] 在形成有阳极的衬底基板上形成聚苯乙烯单层膜,聚苯乙烯单层膜中包括多个聚苯乙烯球体,多个聚苯乙烯球体中任意相邻的两个聚苯乙烯球体之间的距离的数量级为纳米级;

[0077] 在形成有聚苯乙烯单层膜的衬底基板上形成聚3,4-乙烯二氧噻吩聚苯乙烯磺酸层,使聚苯乙烯单层膜中的聚苯乙烯球体浮于聚3,4-乙烯二氧噻吩聚苯乙烯磺酸层的表面;

[0078] 对聚3,4-乙烯二氧噻吩聚苯乙烯磺酸层进行干燥处理;

[0079] 采用甲苯对干燥后的聚3,4-乙烯二氧噻吩聚苯乙烯磺酸层的表面进行清洗,以去除聚3,4-乙烯二氧噻吩聚苯乙烯磺酸层表面的聚苯乙烯球体,在聚3,4-乙烯二氧噻吩聚苯乙烯磺酸层的表面形成多个纳米凹槽,多个纳米凹槽中任意相邻的两个纳米凹槽之间的距离的数量级为纳米级;

[0080] 通过一次构图工艺对清洗后的聚3,4-乙烯二氧噻吩聚苯乙烯磺酸层进行处理,得到空穴传输层。

[0081] 可选地,显示单元位于衬底基板的显示区域中,衬底基板还具有非显示区域,显示基板还包括:设置在非显示区域中的应力释放层,应力释放层的表面具有多个纳米凹槽,多个纳米凹槽中任意相邻的两个纳米凹槽之间的距离的数量级为纳米级,应力释放层与空穴传输层通过同一次工艺形成。

[0082] 可选地,空穴传输层的厚度的取值范围为10nm~50nm。

[0083] 上述所有可选技术方案,可以采用任意结合形成本发明的可选实施例,在此不再一一赘述。

[0084] 请参考图5,其示出了本发明实施例提供的一种显示基板的制作方法的方法流程图,该显示基板的制作方法可以用于制作图1或图3所示的显示基板01,本实施例以制作图3所示的显示基板01为例进行说明。参见图5,该方法包括:

[0085] 步骤501、在衬底基板的显示区域中形成阳极。

[0086] 请参考图6,其示出了本发明实施例提供的一种在衬底基板011的显示区域中形成阳极0121后的示意图,衬底基板011的显示区域(图6中未标出)中形成有多个阳极0121,每个阳极0121为一个显示单元中的阳极。其中,阳极0121的形成材料可以为氧化烟锡(英文:Indium Tin Oxide;简称:ITO)或氧化铟锌(英文:Indium zinc oxide;简称:IZO)等透明半导体氧化物。

[0087] 示例地,可以通过磁控溅射、热蒸发或者等离子体增强化学气相沉积法(Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition;简称:PECVD)等工艺在衬底基板011上沉积一层ITO得到ITO材质层,然后通过一次构图工艺对ITO材质层进行处理,以在衬底基板011的显示区域中形成多个阳极0121。其中,一次构图工艺包括:光刻胶涂覆、曝光、显影、刻蚀和光刻胶剥离,因此,通过一次构图工艺对ITO材质层处理包括:在ITO材质层上涂覆一层光刻胶

形成光刻胶层，采用掩膜版对光刻胶层进行曝光，使得光刻胶层形成完全曝光区和非曝光区，之后通过显影工艺对曝光后的光刻胶层进行处理，使完全曝光区的光刻胶被完全去除，非曝光区的光刻胶全部保留，通过刻蚀工艺对ITO材质层上完全曝光区对应的区域进行刻蚀，之后剥离非曝光区的光刻胶，ITO材质层上非曝光区对应的区域形成阳极0121。需要说明的是，本发明实施例是以采用正性光刻胶形成阳极0121为例进行说明的，实际应用中，还可以采用负性光刻胶形成阳极0121，本发明实施例在此不再赘述。

[0088] 步骤502、在形成有阳极的衬底基板上形成空穴传输层和应力释放层，空穴传输层位于阳极上，应力释放层位于衬底基板的非显示区域中。

[0089] 请参考图7，其示出了本发明实施例提供的一种在形成有阳极0121的衬底基板011上形成空穴传输层0122和应力释放层013后的示意图，每个阳极0121上形成有一个空穴传输层0122，应力释放层013位于衬底基板011的非显示区域(图7中未标出)中。在本发明实施例中，该应力释放层013和空穴传输层0122可以通过同一次工艺形成，空穴传输层0122的形成材料和应力释放层013的形成材料均可以为聚3,4-乙烯二氧噻吩聚苯乙烯磺酸，且空穴传输层0122的表面和应力释放层013的表面均具有多个纳米凹槽C，每个纳米凹槽C为半球形纳米凹槽，每个纳米凹槽C的深度d的取值范围可以为3nm～40nm，空穴传输层0122上任意相邻的两个纳米凹槽C之间的距离取值范围可以为5nm～50nm，应力释放层013上任意相邻的两个纳米凹槽C之间的距离的取值范围可以为5nm～50nm。空穴传输层0122的最大厚度的取值范围可以为10nm～50nm，应力释放层013的最大厚度的取值范围可以为10nm～50nm，空穴传输层0122的最大厚度与应力释放层013最大可以相等。其中，空穴传输层0122的最大厚度可以根据显示基板需要满足的发光性能确定。

[0090] 请参考图8，其示出了本发明实施例提供的一种在形成有阳极的衬底基板上形成空穴传输层和应力释放层的方法流程图，参见图8，该方法包括：

[0091] 子步骤5021、在形成有阳极的衬底基板上形成聚苯乙烯单层膜，聚苯乙烯单层膜中包括多个聚苯乙烯球体，多个聚苯乙烯球体中任意相邻的两个聚苯乙烯球体之间的距离的数量级为纳米级。

[0092] 图9是本发明实施例提供的一种在形成有阳极0121的衬底基板011上形成聚苯乙烯单层膜X后的示意图，图10是本发明实施例提供的一种在形成有阳极0121的衬底基板011上形成聚苯乙烯单层膜X后的立体结构示意图，参见图9和图10，聚苯乙烯单层膜X中包括多个聚苯乙烯球体X1，每个聚苯乙烯球体X1可以为球径属于纳米级的聚苯乙烯微球，多个聚苯乙烯球体X1中任意相邻的两个聚苯乙烯球体X1之间的距离的数量级为纳米级，聚苯乙烯单层膜X的厚度的取值范围可以为5nm～50nm，聚苯乙烯单层膜X的厚度可以根据后续需要形成的空穴传输层的最大厚度确定，以保证后续形成的空穴传输层与有机发光层的界面的贴合性，以及最终形成的显示基板的柔韧性。其中，聚苯乙烯单层膜X可以为聚苯乙烯球体层，其包括一层聚苯乙烯微球，聚苯乙烯微球的成分为聚苯乙烯，聚苯乙烯单层膜X的厚度也即是聚苯乙烯微球的球径，在本发明实施例中，可以通过涂布工艺在形成有阳极0121的衬底基板011上涂布一层包括有聚苯乙烯微球的聚苯乙烯得到聚苯乙烯单层膜X。需要说明的是，包括有聚苯乙烯微球的聚苯乙烯是现有技术中存在的材料，本发明实施例不对包括有聚苯乙烯微球的聚苯乙烯的形成方法进行限定。

[0093] 子步骤5022、在形成有聚苯乙烯单层膜的衬底基板上形成聚3,4-乙烯二氧噻吩聚

苯乙烯磺酸层，使聚苯乙烯单层膜中的聚苯乙烯球体浮于聚3,4-乙烯二氧噻吩聚苯乙烯磺酸层的表面。

[0094] 请参考图11，其示出了本发明实施例提供的一种在形成有聚苯乙烯单层膜X的衬底基板011上形成聚3,4-乙烯二氧噻吩聚苯乙烯磺酸层Y后的示意图，聚苯乙烯球体X1浮于聚3,4-乙烯二氧噻吩聚苯乙烯磺酸层的表面，其中，聚3,4-乙烯二氧噻吩聚苯乙烯磺酸层Y的厚度的取值范围可以为10nm~50nm，可以通过涂布工艺在形成有聚苯乙烯单层膜X的衬底基板011上涂布一层厚度为10nm~50nm的聚3,4-乙烯二氧噻吩聚苯乙烯磺酸，得到聚3,4-乙烯二氧噻吩聚苯乙烯磺酸层Y。在涂布聚3,4-乙烯二氧噻吩聚苯乙烯磺酸的过程中，可以控制聚苯乙烯单层膜X与阳极0121之间的湿润性，实际实施时，可以通过表面处理技术对阳极0121的表面进行处理，以改变阳极0121的接触角，从而控制聚苯乙烯单层膜X与阳极0121之间的湿润性。需要说明的是，聚3,4-乙烯二氧噻吩聚苯乙烯磺酸为溶液，在形成有聚苯乙烯单层膜X的衬底基板011上涂布聚3,4-乙烯二氧噻吩聚苯乙烯磺酸的过程中，聚3,4-乙烯二氧噻吩聚苯乙烯磺酸会通过聚苯乙烯球体X1之间的间隙到达聚苯乙烯单层膜X的下方，并形成在阳极0121以及衬底基板011的非显示区域上，由于聚苯乙烯球体X1的密度小于聚3,4-乙烯二氧噻吩聚苯乙烯磺酸的密度，因此聚苯乙烯球体X1会浮于聚3,4-乙烯二氧噻吩聚苯乙烯磺酸层Y的表面上。

[0095] 子步骤5023、对聚3,4-乙烯二氧噻吩聚苯乙烯磺酸层进行干燥处理。

[0096] 可选地，可以采用干燥设备对聚3,4-乙烯二氧噻吩聚苯乙烯磺酸层进行干燥处理。例如，采用烘干机对聚3,4-乙烯二氧噻吩聚苯乙烯磺酸层进行烘烤，以对聚3,4-乙烯二氧噻吩聚苯乙烯磺酸层进行干燥处理。

[0097] 子步骤5024、采用甲苯对干燥后的聚3,4-乙烯二氧噻吩聚苯乙烯磺酸层的表面进行清洗，以去除聚3,4-乙烯二氧噻吩聚苯乙烯磺酸层表面的聚苯乙烯球体，在聚3,4-乙烯二氧噻吩聚苯乙烯磺酸层的表面形成多个纳米凹槽，多个纳米凹槽中任意相邻的两个纳米凹槽之间的距离的数量级为纳米级。

[0098] 请参考图12，其示出了本发明实施例提供的一种对干燥后的聚3,4-乙烯二氧噻吩聚苯乙烯磺酸层Y的表面进行清洗后的示意图，对干燥后的聚3,4-乙烯二氧噻吩聚苯乙烯磺酸层Y进行清洗之后，浮于聚3,4-乙烯二氧噻吩聚苯乙烯磺酸层Y表面的聚苯乙烯球体X1被去除，聚3,4-乙烯二氧噻吩聚苯乙烯磺酸层Y的表面形成多个纳米凹槽C，多个纳米凹槽C中任意相邻的两个纳米凹槽C之间的距离的数量级为纳米级。

[0099] 子步骤5025、通过一次构图工艺对清洗后的聚3,4-乙烯二氧噻吩聚苯乙烯磺酸层进行处理，得到空穴传输层和应力释放层。

[0100] 通过一次构图工艺对清洗后的聚3,4-乙烯二氧噻吩聚苯乙烯磺酸层Y进行处理之后的示意图可以参考图7，参见图7，通过一次构图工艺对清洗后的聚3,4-乙烯二氧噻吩聚苯乙烯磺酸层Y进行处理之后，每个阳极0121上形成一个空穴传输层0122，衬底基板011的非显示区域中形成应力释放层013。其中，一次构图工艺包括：光刻胶涂覆、曝光、显影、刻蚀和光刻胶剥离，通过一次构图工艺对清洗后的聚3,4-乙烯二氧噻吩聚苯乙烯磺酸层Y进行处理包括：在清洗后的聚3,4-乙烯二氧噻吩聚苯乙烯磺酸层Y上涂覆一层光刻胶形成光刻胶层，采用掩膜版对光刻胶层进行曝光，使得光刻胶层形成完全曝光区和非曝光区，之后通过显影工艺对曝光后的光刻胶层进行处理，使完全曝光区的光刻胶被完全去除，非曝光区

的光刻胶全部保留,通过刻蚀工艺对清洗后的聚3,4-乙烯二氧噻吩聚苯乙烯磺酸层Y上完全曝光区对应的区域进行刻蚀,之后剥离非曝光区的光刻胶,清洗后的聚3,4-乙烯二氧噻吩聚苯乙烯磺酸层Y上非曝光区对应的区域形成空穴传输层0122和应力释放层013,每个空穴传输层0122位于一个阳极0121上,应力释放层013位于衬底基板011的非显示区域中,空穴传输层0122和应力释放层013上均形成有多个纳米凹槽C。

[0101] 步骤503、在空穴传输层上依次形成有机发光层、电子传输层和阴极,阳极、空穴传输层、有机发光层、电子传输层和阴极构成显示单元。

[0102] 其中,在空穴传输层0122上依次形成有机发光层0123、电子传输层0124和阴极0125包括:在空穴传输层0122上形成有机发光层0123,在有机发光层0123上形成电子传输层0124,在电子传输层0124上形成阴极0125。

[0103] 请参考图13,其示出了本发明实施例提供的一种在空穴传输层0121上形成有机发光层0123后的示意图,每个空穴传输层0121上形成有一个有机发光层0123,有机发光层0123的形成材料可以为有机发光材料,有机发光材料具体可以为电致发光材料。可选地,可以通过磁控溅射、热蒸发或者PECVD等工艺在形成有空穴传输层0122的衬底基板011上沉积一层有机发光材料得到发光材质层,然后通过一次构图工艺对发光材质层进行处理,以在每个空穴传输层0122上形成一个有机发光层0123。通过一次构图工艺对发光材质层进行处理的过程可以参考上述通过一次构图工艺对ITO材质层进行处理的过程,本实施例在此不再赘述。

[0104] 请参考图14,其示出了本发明实施例提供的一种在有机发光层0123上形成电子传输层0124后的示意图,电子传输层0124的形成材料可以为8-羟基喹啉铝。可选地,可以通过磁控溅射、热蒸发或者PECVD等工艺在形成有有机发光层0123的衬底基板011上沉积一层8-羟基喹啉铝得到8-羟基喹啉铝材质层,然后通过一次构图工艺对8-羟基喹啉铝材质层进行处理,以在每个有机发光层0123上形成一个电子传输层0124。通过一次构图工艺对8-羟基喹啉铝材质层进行处理的过程可以参考上述通过一次构图工艺对ITO材质层进行处理的过程,本实施例在此不再赘述。

[0105] 本发明实施例中,在电子传输层0124上形成阴极0125后的示意图可以参考图3,参见图3,每个电子传输层0124上形成一个阴极0125,阴极0125的形成材料可以为ITO或IZO等透明半导体氧化物。在电子传输层0124上形成阴极0125后,每个阳极0121与依次设置在该阳极0121上的空穴传输层0122、有机发光层0123、电子传输层0124和阴极0125构成一个显示单元012,从而得到显示基板01。示例地,可以通过磁控溅射、热蒸发或者PECVD等工艺在形成有电子传输层0124的衬底基板011上沉积一层ITO得到ITO材质层,然后通过一次构图工艺对ITO材质层进行处理,以在每个电子传输层0124上形成一个阴极0125。通过一次构图工艺对ITO材质层处理的过程可以参考上述步骤301,本实施例在此不再赘述。

[0106] 需要说明的是,显示基板还包括形成在衬底基板011上的多条栅线和多条数据线,多个显示单元012中的每个显示单元012还包括位于阳极0121与衬底基板011之间的TFT,TFT的栅极与栅线连接,源极与数据线连接,漏极与相应的阳极0121连接,因此,在步骤501之前,还可以在衬底基板011上形成栅线、数据线以及TFT;此外,显示基板还包括位于显示单元012上的封装结构,因此,在衬底基板011上形成多个显示单元012后,还可以在形成有显示单元012的衬底基板011上形成封装结构,封装结构可以为薄膜封装结构,形成栅线、数

据线、TFT以及封装结构的过程可以参考相关技术,本实施例在此不再赘述。

[0107] 还需要说明的是,上述步骤502中,在形成有聚苯乙烯单层膜X的衬底基板011上形成聚3,4-乙烯二氧噻吩聚苯乙烯磺酸层Y后,聚苯乙烯单层膜X中的聚苯乙烯可以掺杂在聚3,4-乙烯二氧噻吩聚苯乙烯磺酸层Y中,且聚苯乙烯可以位于聚3,4-乙烯二氧噻吩聚苯乙烯磺酸层Y的表面上,在对干燥后的聚3,4-乙烯二氧噻吩聚苯乙烯磺酸层Y的表面进行清洗之后,掺杂在聚3,4-乙烯二氧噻吩聚苯乙烯磺酸层Y中的聚苯乙烯位于聚3,4-乙烯二氧噻吩聚苯乙烯磺酸层Y的表面上,从而最终形成的空穴传输层0122的表面具有聚苯乙烯,该聚苯乙烯可以对空穴传输层0122中的聚苯乙烯磺酸进行保护,避免有机发光层0123直接与聚苯乙烯磺酸接触,空穴传输层0122表面的聚苯乙烯与空穴传输层0122中的聚苯乙烯磺酸相互作用,使得空穴传输层0122的功函数增加,从而使空穴传输层0122的功函数与有机发光层0123的功函数更加接近,空穴传输层0122的价带与有机发光层0123的价带更加匹配,降低了空穴传输层0122与有机发光层0123的界面势垒,空穴传输层0122的空穴传输效率可以提高2.5倍,从而可以提高有机发光层0123的发光效率。

[0108] 综上所述,本发明实施例提供的显示基板的制作方法,由于显示单元的空穴传输层的表面具有多个纳米凹槽,任意相邻的两个纳米凹槽之间的距离的数量级为纳米级,,因此空穴传输层表面的纳米凹槽较多,且纳米凹槽较小,空穴传输层与有机发光层的接触面积较大,空穴传输层可以大大吸收和释放有机发光层的应力,有助于解决显示单元的抗弯曲能力较差的问题,提高显示单元的抗弯曲能力,避免折弯过程导致显示单元断裂。

[0109] 需要说明的是,本发明实施例提供的显示基板的制作方法步骤的先后顺序可以进行适当调整,步骤也可以根据情况进行相应增减,任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内,可轻易想到变化的方法,都应涵盖在本发明的保护范围之内,因此不再赘述。

[0110] 本发明实施例还提供了一种显示面板,该显示面板可以为OLED面板、该显示面板包括显示基板,该显示基板可以为图1所示的显示基板01或图3所示的显示基板01。本实施例以显示面板包括图3所示的显示基板01为例进行说明。

[0111] 请参考图15,其示出了本发明实施例提供的一种显示面板0的结构示意图,显示面板0包括显示基板01以及与显示基板01相对设置的封装基板02,显示基板01和封装基板02通过设置在显示基板01的非显示区域(图15中未标出)中的玻璃胶03粘贴形成整体结构。其中,玻璃胶03设置在显示基板01的应力缓冲层013上,由于应力缓冲层013的表面具有多个纳米凹槽,多个纳米凹槽中任意相邻的两个纳米凹槽之间的距离的数量级为纳米级,因此,应力缓冲层013与玻璃胶03的接触面积较大,应力缓冲层013的设置可以增大衬底基板011与玻璃胶03的接触面积,提高显示面板0的非显示区域的栅线和数据线等结构的抗弯曲能力。

[0112] 其中,封装基板02可以为透明基板,其可以是采用玻璃、石英或透明树脂等具有一定坚固性的导光且非金属材料制成的硬质基板,或者,封装基板02可以为采用PI形成的柔性基板,当衬底基板011和封装基板02均为柔性基板时,该显示面板0为柔性显示面板。

[0113] 进一步地,请参考图16,其示出了本发明实施例提供的另一种显示面板0的结构示意图,在图15的基础上,该显示面板0还包括设置在封装基板02的非显示区域(图16中未标出)中的应力释放层04,该应力释放层04位于显示基板01与封装基板02之间,该应力释放层

04的形成材料为聚3,4-乙烯二氧噻吩聚苯乙烯磺酸,且应力释放层04的表面具有多个纳米凹槽(图16中未标出),多个纳米凹槽中任意相邻的两个纳米凹槽之间的距离的数量级为纳米级。其中,应力释放层04的结构可以与应力释放层013的结构相同,玻璃胶03设置在应力释放层04和应力缓冲层013上,由于应力释放层04的表面和应力缓冲层013的表面均具有纳米凹槽,因此,应力释放层04与玻璃胶03的接触面积较大,应力缓冲层013与玻璃胶03的接触面积较大,应力缓冲层013和应力释放层04的设置可以增大衬底基板011以及封装基板04与玻璃胶03的接触面积,提高显示面板0的非显示区域的栅线和数据线等结构的抗弯曲能力。

[0114] 需要说明的是,本发明实施例提供的显示面板0中,应力释放层013和应力释放层04的表面均具有多个纳米凹槽,且多个纳米凹槽均匀、致密,其能达到纳米级的微观结构,相比相关技术中微米级的结构,该应力释放层与衬底基板011、玻璃胶03以及封装基板02的接触面积更大,应力释放层能够更好的吸收和释放与应力释放层接触的结构的界面应力,显示面板0更加牢固,柔韧性更好。特别是在反复弯曲的使用过程中可以保证显示面板0的机械稳定性,本发明实施例提供的显示面板0应用在小曲率半径下弯曲的产品中更具有优势。

[0115] 综上所述,本发明实施例提供的显示面板,由于显示单元的空穴传输层的表面具有多个纳米凹槽,任意相邻的两个纳米凹槽之间的距离的数量级为纳米级,因此空穴传输层表面的纳米凹槽较多,且纳米凹槽较小,空穴传输层与有机发光层的接触面积较大,空穴传输层可以大大吸收和释放有机发光层的应力,有助于解决显示单元的抗弯曲能力较差的问题,提高显示单元的抗弯曲能力,避免折弯过程导致显示单元断裂。进一步地,由于衬底基板的非显示区域中设置有应力释放层,且应力释放层的表面具有多个纳米凹槽,任意相邻的两个纳米凹槽之间的距离的数量级为纳米级,因此,应力释放层与玻璃胶的接触面积较大,提高了位于衬底基板的非显示区域中的栅线和数据线等结构的抗弯曲能力,避免折弯过程导致栅线和数据线发生断裂。

[0116] 本发明实施例提供的显示面板可以应用于下文的方法,本发明实施例中显示面板的制作方法和制作原理可以参见下文各实施例中的描述。

[0117] 请参考图17,其示出了本发明实施例提供的一种显示面板的制作方法的方法流程图,该显示面板的制作方法可以用于制作图15或图16所示的显示面板0,本实施例以制作图16所示的显示面板0为例进行说明。参见图17,该方法包括:

[0118] 步骤601、形成显示基板。

[0119] 其中,显示基板可以为图1或图3所示的显示基板01,形成显示基板01的过程可以参考图4或图5所示实施例,本实施例在此不再赘述。

[0120] 步骤602、在封装基板的非显示区域中形成应力释放层,应力释放层的表面均具有多个纳米凹槽,多个纳米凹槽中任意相邻的两个纳米凹槽之间的距离的数量级为纳米级。

[0121] 请参考图18,其示出了本发明实施例提供的一种在封装基板02的非显示区域中形成应力释放层04后的示意图,应力释放层04的形成材料可以为聚3,4-乙烯二氧噻吩聚苯乙烯磺酸,且应力释放层04的表面均具有多个纳米凹槽C,多个纳米凹槽C中任意相邻的两个纳米凹槽C之间的距离的数量级为纳米级。

[0122] 其中,在封装基板02的非显示区域中形成应力释放层04可以包括:在封装基板02

上形成聚苯乙烯单层膜，聚苯乙烯单层膜中包括多个聚苯乙烯球体，多个聚苯乙烯球体中任意相邻的两个聚苯乙烯球体之间的距离的数量级为纳米级，在形成有聚苯乙烯单层膜的封装基板02上形成聚3,4-乙烯二氧噻吩聚苯乙烯磺酸层，使聚苯乙烯单层膜中的聚苯乙烯球体浮于聚3,4-乙烯二氧噻吩聚苯乙烯磺酸层的表面，对聚3,4-乙烯二氧噻吩聚苯乙烯磺酸层进行干燥处理，之后采用甲苯对干燥后的聚3,4-乙烯二氧噻吩聚苯乙烯磺酸层的表面进行清洗，以去除聚3,4-乙烯二氧噻吩聚苯乙烯磺酸层表面的聚苯乙烯球体，在聚3,4-乙烯二氧噻吩聚苯乙烯磺酸层的表面形成多个纳米凹槽，最后通过一次构图工艺对清洗后的聚3,4-乙烯二氧噻吩聚苯乙烯磺酸层进行处理，以在封装基板02的非显示区域中形成应力释放层04。详细的实现过程可以参考图5所示实施例中的步骤502，本实施例在此不再赘述。

[0123] 步骤503、将显示基板与封装基板相对设置，使应力释放层位于显示基板基板与封装基板之间。

[0124] 该503步骤以显示基板为图3所示的显示基板01为例进行说明，则将显示基板01与封装基板02相对设置后可以得到如图16所示的显示面板0。

[0125] 可选地，可以在显示基板01的非显示区域的应力释放层013上和/或封装基板02的非显示区域的应力释放层04上涂布玻璃胶，然后将显示基板01与封装基板02相对设置，并向显示基板01和/或封装基板02施加压力，之后对玻璃胶进行烧结，使显示基板01和封装基板02通过玻璃胶03粘贴形成整体结构，得到显示面板0。

[0126] 综上所述，本发明实施例提供的显示面板的制作方法，由于显示单元的空穴传输层的表面具有多个纳米凹槽，任意相邻的两个纳米凹槽之间的距离的数量级为纳米级，因此空穴传输层表面的纳米凹槽较多，且纳米凹槽较小，空穴传输层与有机发光层的接触面积较大，空穴传输层可以大大吸收和释放有机发光层的应力，有助于解决显示单元的抗弯曲能力较差的问题，提高显示单元的抗弯曲能力，避免折弯过程导致显示单元断裂。进一步地，由于衬底基板的非显示区域中设置有应力释放层，且应力释放层的表面具有多个纳米凹槽，任意相邻的两个纳米凹槽之间的距离的数量级为纳米级，因此，应力释放层与玻璃胶的接触面积较大，提高了位于衬底基板的非显示区域中的栅线和数据线等结构的抗弯曲能力，避免折弯过程导致栅线和数据线发生断裂。

[0127] 本发明实施例还提供了一种显示装置，该显示装置包括图15或图16所示的显示面板0，该显示装置可以为：电子纸、手机、平板电脑、电视机、显示器、笔记本电脑、数码相框或导航仪等任何具有显示功能的产品或部件。

[0128] 本发明中术语“和/或”，仅仅是一种描述关联对象的关联关系，表示可以存在三种关系，例如，A和/或B，可以表示：单独存在A，同时存在A和B，单独存在B这三种情况。另外，本文中字符“/”，一般表示前后关联对象是一种“或”的关系。

[0129] 本领域普通技术人员可以理解实现上述实施例的全部或部分步骤可以通过硬件来完成，也可以通过程序来指令相关的硬件完成，所述的程序可以存储于一种计算机可读存储介质中，上述提到的存储介质可以是只读存储器，磁盘或光盘等。

[0130] 以上所述仅为本发明的较佳实施例，并不用以限制本发明，凡在本发明的精神和原则之内，所作的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本发明的保护范围之内。

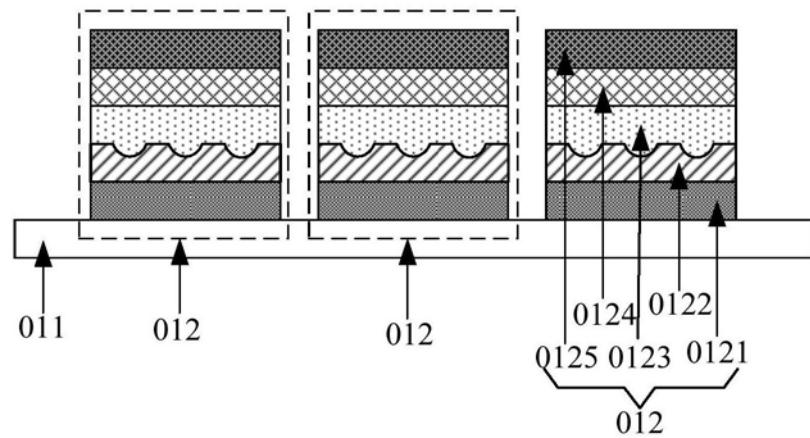
01

图1

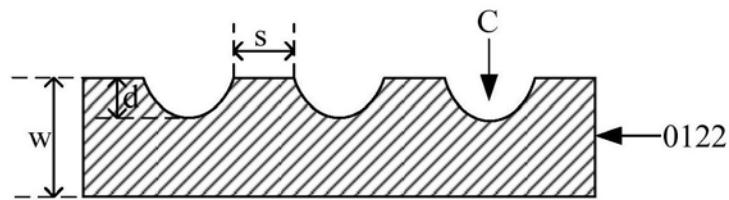


图2

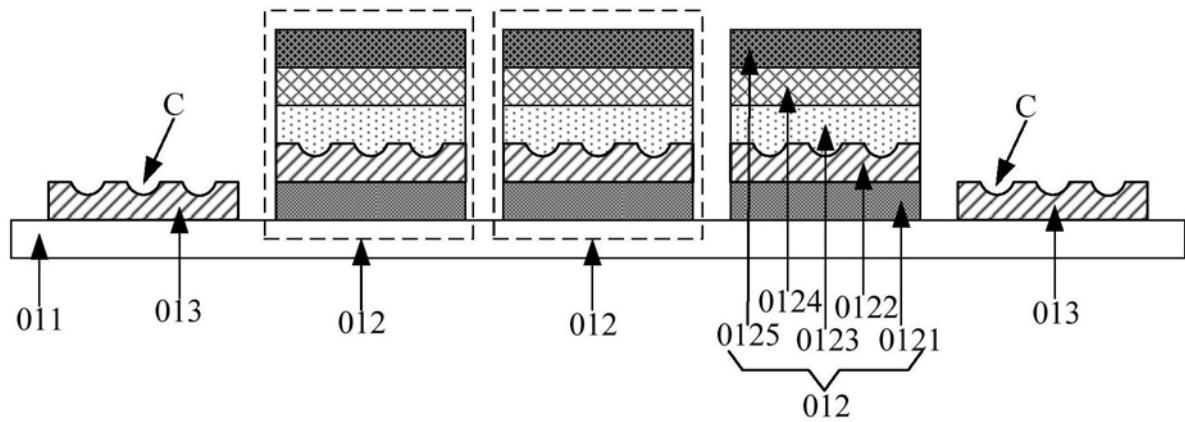
01

图3

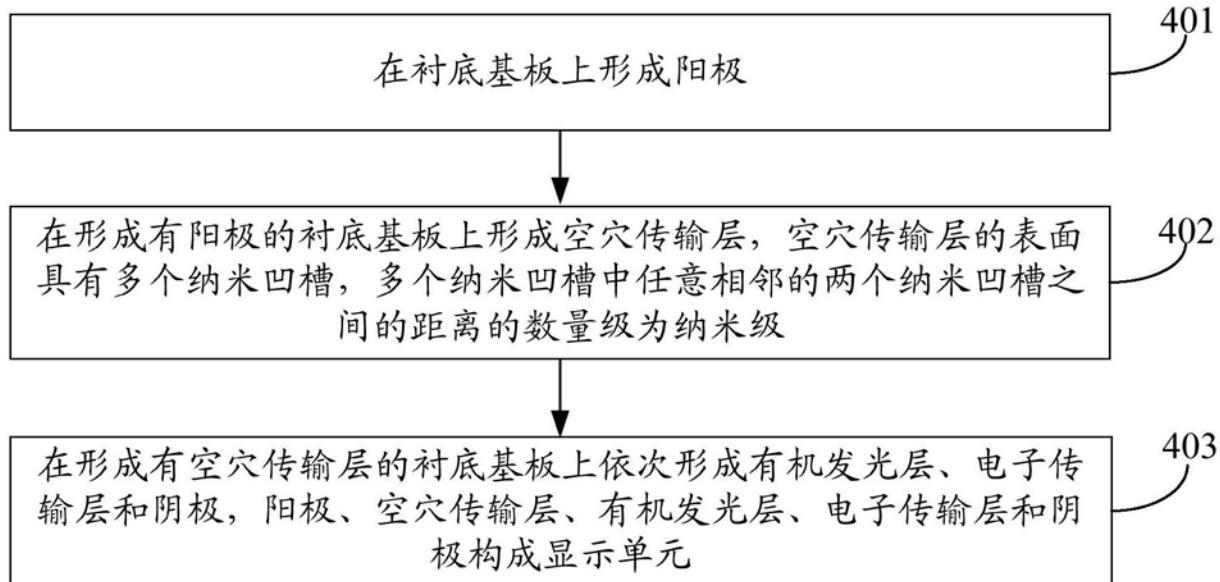


图4

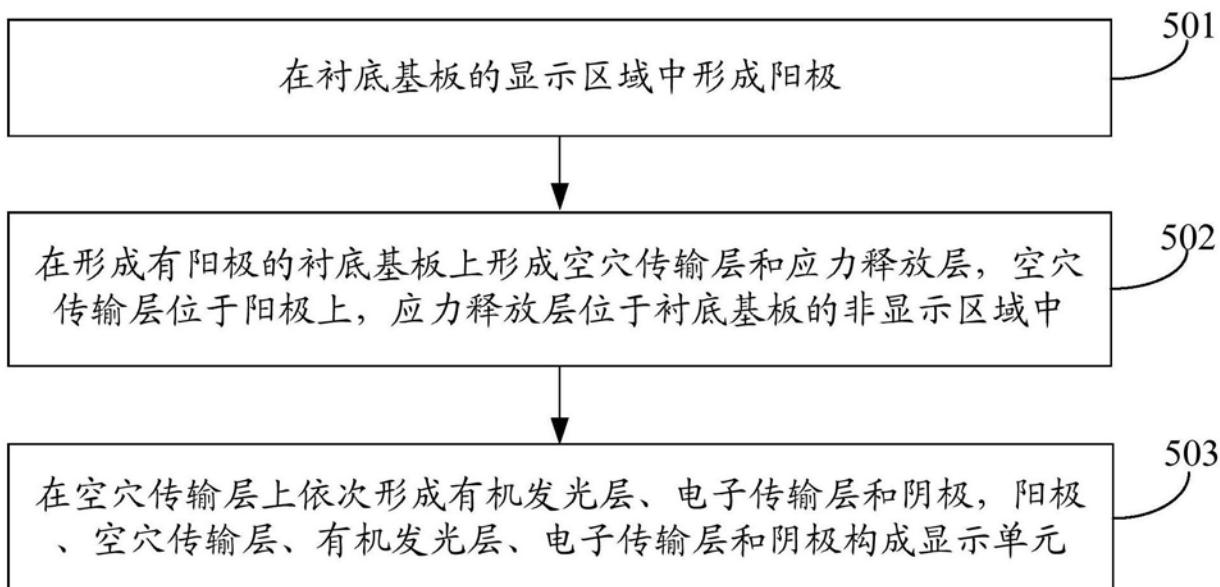


图5

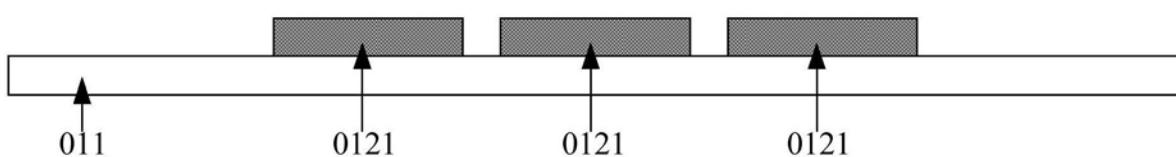


图6

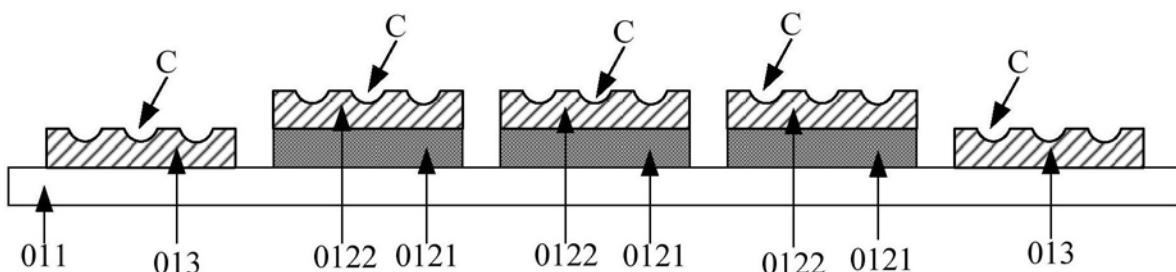


图7

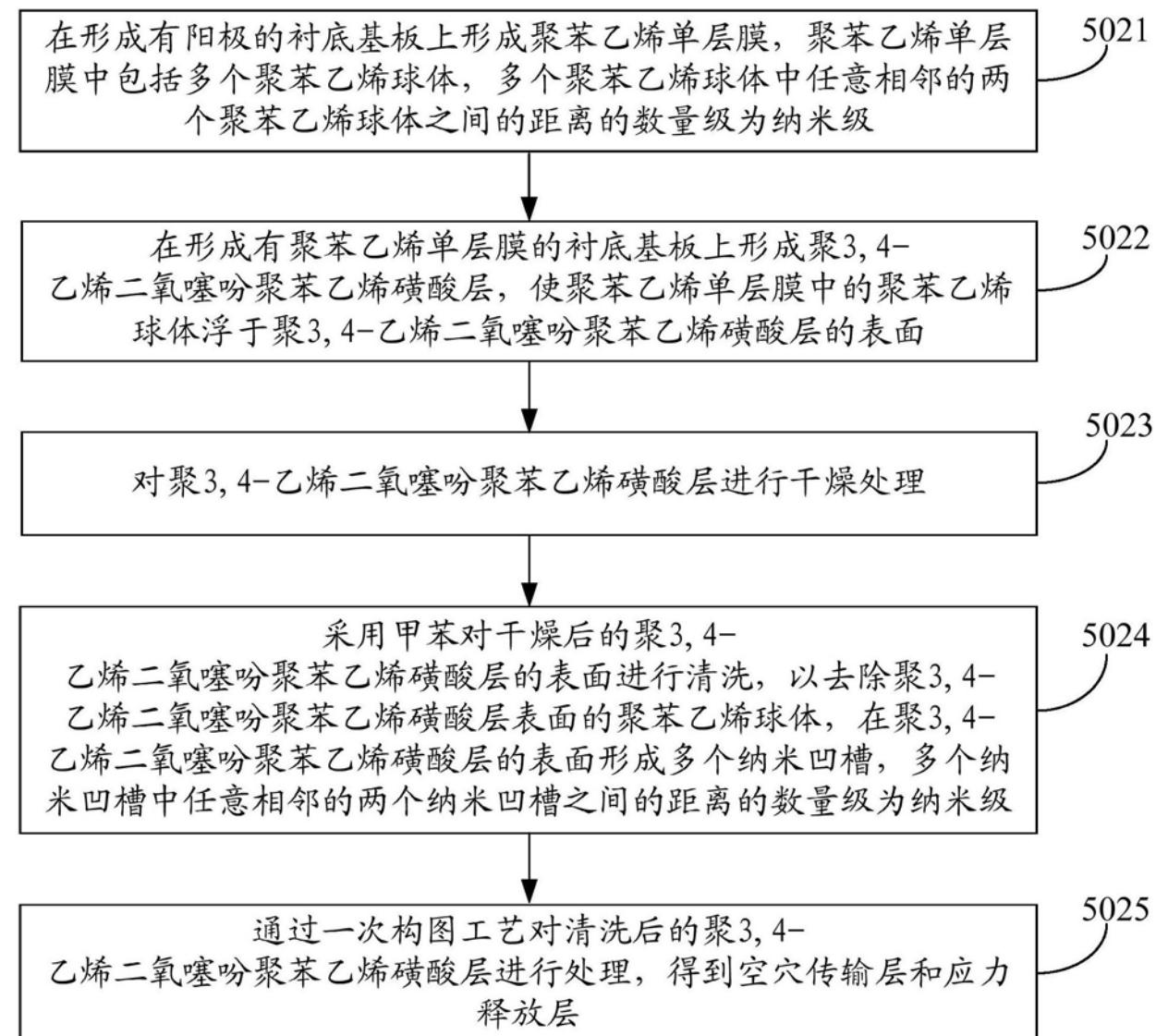


图8

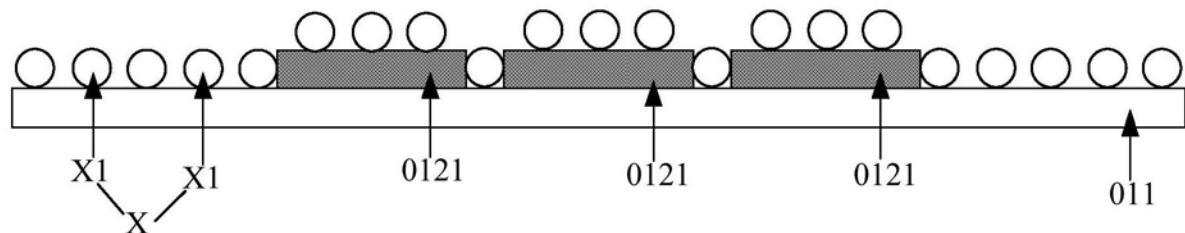


图9

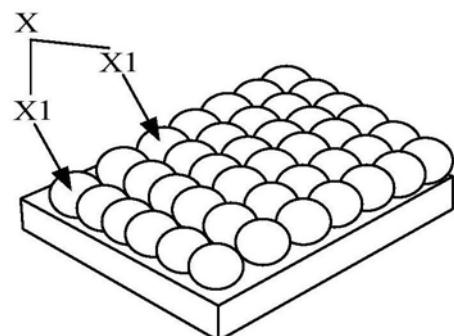


图10

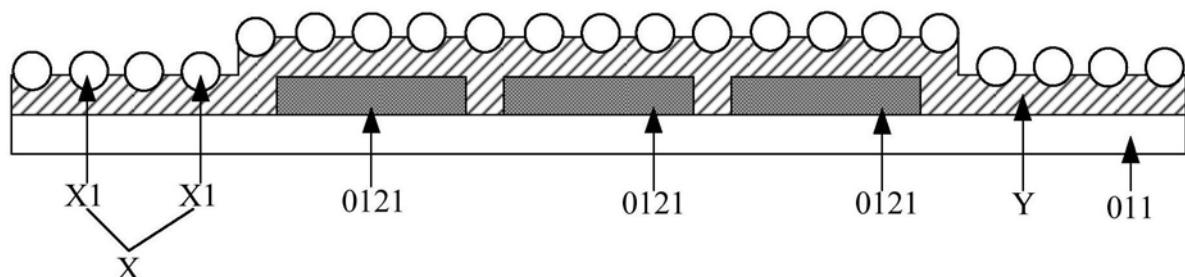


图11

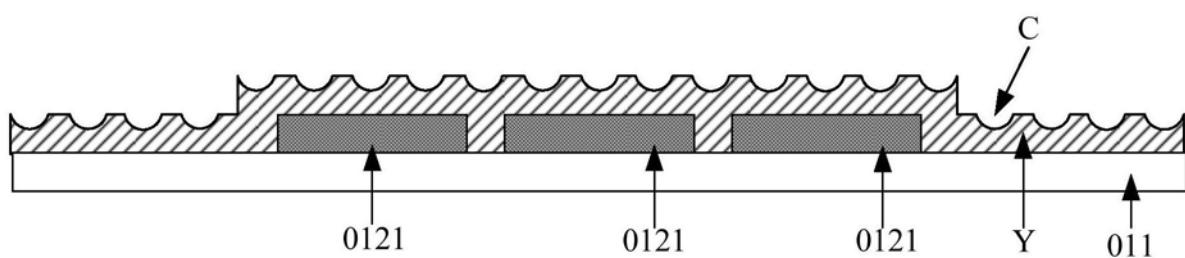


图12

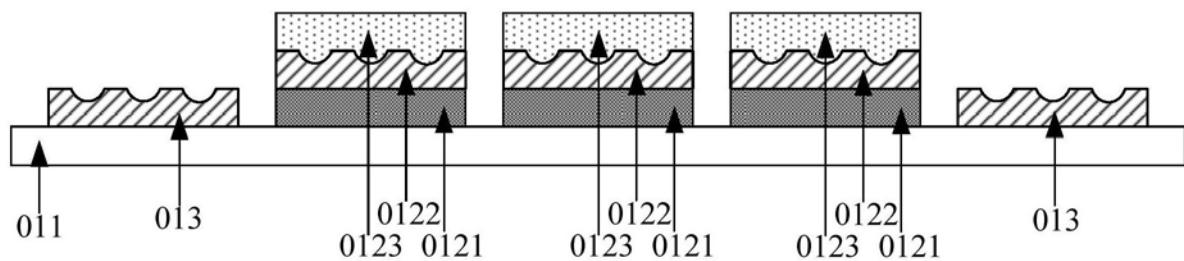


图13

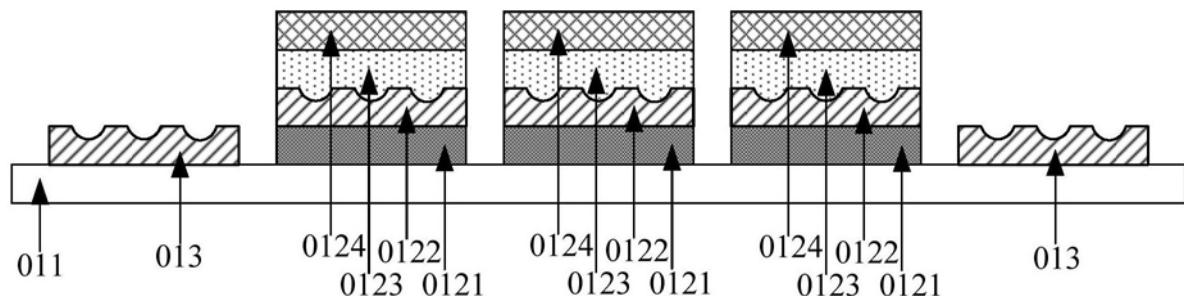


图14

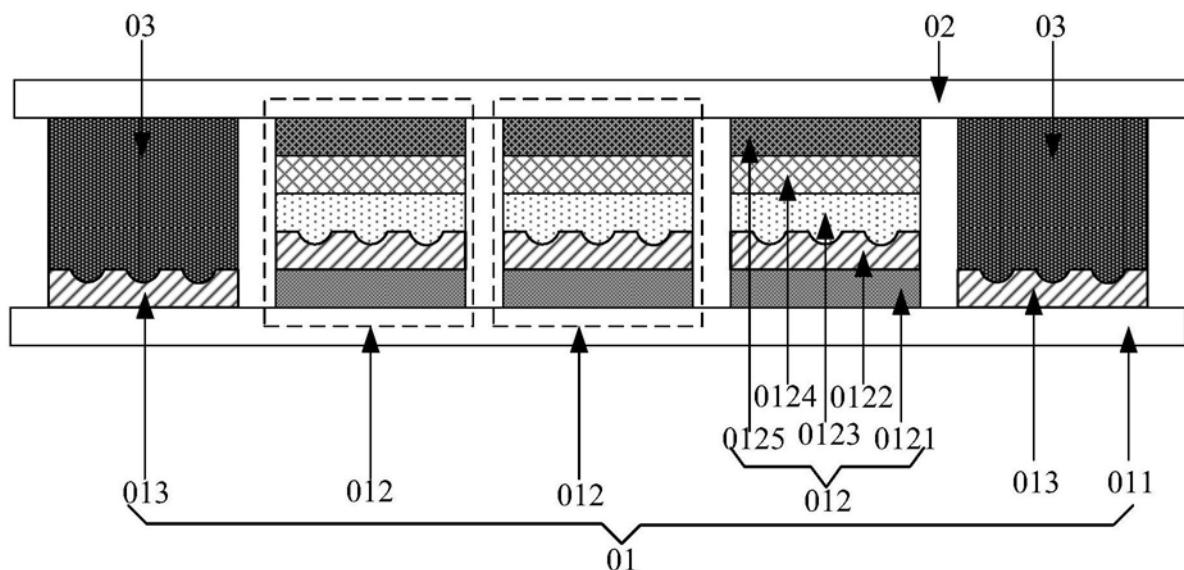
0

图15

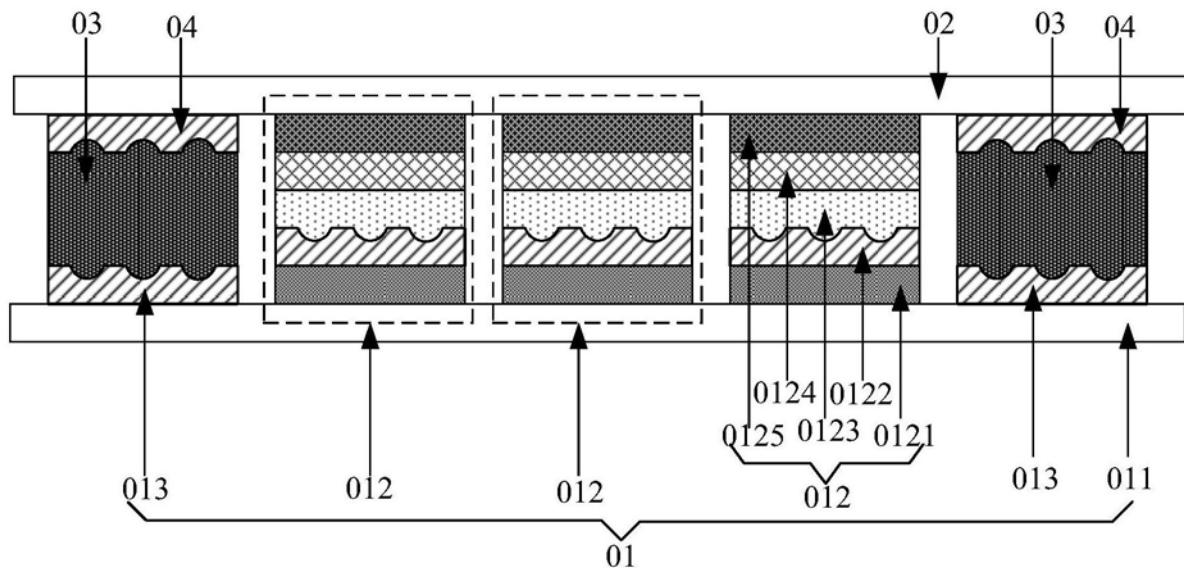
0

图16

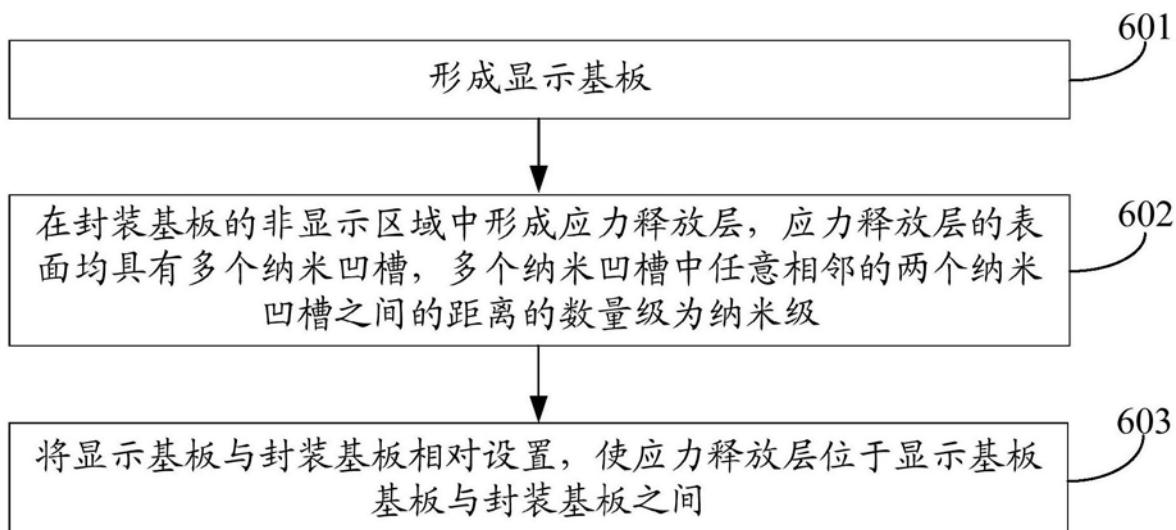


图17

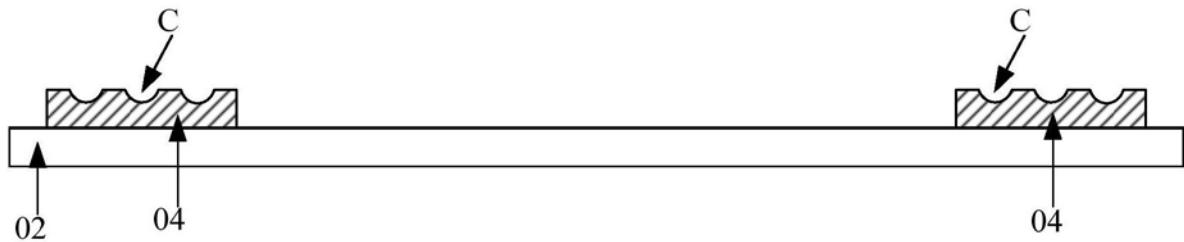


图18

专利名称(译)	显示基板及其制作方法、显示面板、显示装置		
公开(公告)号	<a href="#">CN109119450A</a>	公开(公告)日	2019-01-01
申请号	CN201811016561.5	申请日	2018-08-31
[标]申请(专利权)人(译)	京东方科技集团股份有限公司 成都京东方光电科技有限公司		
申请(专利权)人(译)	京东方科技集团股份有限公司 成都京东方光电科技有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	京东方科技集团股份有限公司 成都京东方光电科技有限公司		
[标]发明人	姜妮 吴小会		
发明人	姜妮 吴小会		
IPC分类号	H01L27/32 H01L51/50 H01L51/56		
CPC分类号	H01L27/3244 H01L51/5056 H01L51/56 H01L51/0097 H01L51/5072 H01L51/5246 H01L2227/323 H01L2251/5338 H01L51/5012 H01L51/5064 H01L51/508		
代理人(译)	刘小鹤		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a> <a href="#">Sipo</a>		

### 摘要(译)

本发明公开一种显示基板及其制作方法、显示面板、显示装置，属于显示技术领域。该显示基板包括：衬底基板以及设置在衬底基板上的显示单元，显示单元包括：依次设置的阳极、空穴传输层、有机发光层、电子传输层和阴极，空穴传输层的表面具有多个纳米凹槽，多个纳米凹槽中任意相邻的两个纳米凹槽之间的距离的数量级为纳米级。本发明有助于解决显示单元的抗折弯能力较差的问题，提高显示单元的抗折弯能力，避免折弯过程导致显示单元断裂。本发明用于柔性显示。

