



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110120449 A

(43)申请公布日 2019.08.13

(21)申请号 201910438543.4

(22)申请日 2019.05.24

(71)申请人 广东省半导体产业技术研究院

地址 510000 广东省广州市天河区长兴路
363号

(72)发明人 潘章旭 龚政 龚岩芬 刘久澄
郭婵 陈志涛

(74)专利代理机构 北京超凡宏宇专利代理事务
所(特殊普通合伙) 11463

代理人 赵李

(51)Int.Cl.

H01L 33/38(2010.01)

H01L 33/42(2010.01)

G09F 9/33(2006.01)

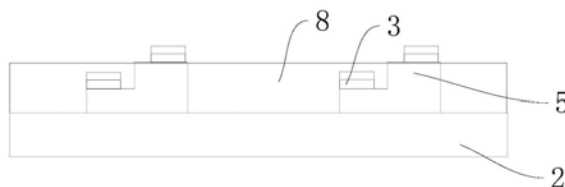
权利要求书1页 说明书5页 附图4页

(54)发明名称

一种透明柔性显示系统及其制备方法

(57)摘要

本发明提供了一种透明柔性显示系统及其制备方法,涉及显示技术领域。透明柔性显示系统包括透明柔性基底、显示阵列、互连电极和驱动模块。所述显示阵列包括多个呈阵列形式排布的微LED;互连电极电连接于所述微LED,驱动模块电连接于所述互连电极,用于驱动至少部分所述微LED。所述互连电极采用金属性碳纳米管材料制成,互连电极具有良好的透光性、导电性和柔韧性,且制备方法简便。



1. 一种透明柔性显示系统,其特征在于,包括:
透明柔性基底(2);
显示阵列,其位于所述透明柔性基底(2)上,所述显示阵列包括多个呈阵列形式排布的微LED(5);
互连电极(3),其位于所述透明柔性基底(2)上,且电连接于所述微LED(5),所述互连电极(3)采用金属性碳纳米管材料制成;
驱动模块(4),其电连接于所述互连电极(3),用于驱动至少部分所述微LED(5)。
2. 根据权利要求1所述的透明柔性显示系统,其特征在于,所述透明柔性基底(2)采用聚乙烯、聚丙烯、聚对苯二甲酸乙醇酯、聚酰亚胺中的任一种材料制成。
3. 根据权利要求1所述的透明柔性显示系统,其特征在于,所述微LED(5)的宽度的范围为 $1\mu\text{m}\sim 200\mu\text{m}$,所述微LED(5)的厚度的范围为 $1\mu\text{m}\sim 100\mu\text{m}$ 。
4. 根据权利要求1所述的透明柔性显示系统,其特征在于,所述驱动模块(4)为被动矩阵驱动模块(4)或主动矩阵驱动模块(4)。
5. 一种透明柔性显示系统的制备方法,其特征在于,包括:
转移多个微LED(5)至透明柔性基底(2)形成显示阵列;
在所述透明柔性基底(2)上形成与所述微LED(5)电连接的互连电极(3);
将驱动模块(4)与所述互连电极(3)电连接,用于驱动至少部分所述微LED(5);
其中,所述互连电极(3)采用金属性碳纳米管材料制成。
6. 根据权利要求5所述的透明柔性显示系统的制备方法,其特征在于,所述在所述透明柔性基底(2)上形成与所述微LED(5)电连接的互连电极(3)的步骤,包括:
将金属性碳纳米管材料分散在分散液中;
将所述分散液旋涂在所述透明柔性基底(2)上,形成金属性碳纳米管薄膜(6);
在所述金属性碳纳米管薄膜(6)上形成介质保护绝缘层(7);
对所述金属性碳纳米管薄膜(6)和所述介质保护绝缘层(7)进行图案化,形成与所述微LED(5)电连接的所述互连电极(3)。
7. 根据权利要求6所述的透明柔性显示系统的制备方法,其特征在于,所述介质保护绝缘层(7)采用 SiO_2 、 SiNx 、SU-8、polyimide中的一种或多种材料形成。
8. 根据权利要求5所述的透明柔性显示系统的制备方法,其特征在于,所述转移多个微LED(5)至透明柔性基底(2)形成显示阵列的步骤之前,包括:
在发光半导体外延片上形成多个所述微LED(5);
将所述微LED(5)从所述发光半导体外延片上剥离。
9. 根据权利要求8所述的透明柔性显示系统的制备方法,其特征在于,所述发光半导体外延片为GaN蓝绿光外延片、InGaN蓝绿光外延片、AlGaInP红光外延片、AlGaInP紫外光外延片中的任一种。
10. 根据权利要求5所述的透明柔性显示系统的制备方法,其特征在于,所述转移多个微LED(5)至透明柔性基底(2)形成显示阵列的步骤之前,包括:
采用聚乙烯、聚丙烯、聚对苯二甲酸乙醇酯、聚酰亚胺中的任一种材料制成所述透明柔性基底(2)。

一种透明柔性显示系统及其制备方法

技术领域

[0001] 本发明涉及显示技术领域,具体而言,涉及一种透明柔性显示系统及其制备方法。

背景技术

[0002] 透明显示是指一种在显示图像的同时,能让屏幕后方光线通过,从而观察到屏幕后方景象的显示技术。柔性显示是指显示屏幕可进行一定程度的弯曲,进行曲面显示。微尺寸LED显示是如今最热门的显示技术之一,相比于液晶显示(LCD)和有机发光二极管显示(OLED),具有高亮度、低功耗、高寿命的优势。因此,将微LED应用于透明柔性显示中,具有重要的研究和应用价值。

[0003] 但是现有的微LED透明显示系统中,采用的互连电极在透光性、导电性和柔韧性这些方面均不太理想。

发明内容

[0004] 本发明实施例提供一种透明柔性显示系统及其制备方法,其互连电极具有良好的透光性、导电性和柔韧性,且制备方法简便。

[0005] 本发明实施例提供的第一种技术方案:

[0006] 一种透明柔性显示系统包括:

[0007] 透明柔性基底;

[0008] 显示阵列,其位于所述透明柔性基底上,所述显示阵列包括多个呈阵列形式排布的微LED;

[0009] 互连电极,其位于所述透明柔性基底上,且电连接于所述微LED,所述互连电极采用金属性碳纳米管材料制成;

[0010] 驱动模块,其电连接于所述互连电极,用于驱动至少部分所述微LED。

[0011] 进一步地,所述透明柔性基底采用聚乙烯、聚丙烯、聚对苯二甲酸乙醇酯、聚酰亚胺中的任一种材料制成。

[0012] 进一步地,所述微LED的宽度的范围为 $1\mu\text{m}\sim 200\mu\text{m}$,所述微LED的厚度的范围为 $1\mu\text{m}\sim 100\mu\text{m}$ 。

[0013] 进一步地,所述驱动模块为被动矩阵驱动模块或主动矩阵驱动模块。

[0014] 本发明实施例提供的第二种技术方案:

[0015] 一种透明柔性显示系统的制备方法包括:

[0016] 转移多个微LED至透明柔性基底形成显示阵列;

[0017] 在所述透明柔性基底上形成与所述微LED电连接的互连电极;

[0018] 将驱动模块与所述互连电极电连接,用于驱动至少部分所述微LED;

[0019] 其中,所述互连电极采用金属性碳纳米管材料制成。

[0020] 进一步地,所述在所述透明柔性基底上形成与所述微LED电连接的互连电极的步骤,包括:

- [0021] 将金属性碳纳米管材料分散在分散液中；
- [0022] 将所述分散液旋涂在所述透明柔性基底上，形成金属性碳纳米管薄膜；
- [0023] 在所述金属性碳纳米管薄膜上形成介质保护绝缘层；
- [0024] 对所述金属性碳纳米管薄膜和所述介质保护绝缘层进行图案化，形成与所述微LED电连接的所述互连电极。
- [0025] 进一步地，所述介质保护绝缘层采用SiO₂、SiN_x、SU-8、polyimide中的一种或多种材料形成。
- [0026] 进一步地，所述转移多个微LED至透明柔性基底形成显示阵列的步骤之前，包括：
- [0027] 在发光半导体外延片上形成多个所述微LED；
- [0028] 将所述微LED从所述发光半导体外延片上剥离。
- [0029] 进一步地，所述发光半导体外延片为GaN蓝绿光外延片、InGaN蓝绿光外延片、AlGaInP红光外延片、AlGaIn紫外光外延片中的任一种。
- [0030] 进一步地，所述转移多个微LED至透明柔性基底形成显示阵列的步骤之前，包括：
- [0031] 采用聚乙烯、聚丙烯、聚对苯二甲酸乙醇酯、聚酰亚胺中的任一种材料制成所述透明柔性基底。
- [0032] 本发明实施例提供的透明柔性显示系统及其制备方法的有益效果是：
- [0033] 采用金属性碳纳米管材料制成互连电极，使互连电极具有良好的透光性、导电性和柔韧性，且制备方法简单。

附图说明

[0034] 为了更清楚地说明本发明实施例的技术方案，下面将对实施例中所需要使用的附图作简单地介绍，应当理解，以下附图仅示出了本发明的某些实施例，因此不应被看作是对范围的限定，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相关的附图。

- [0035] 图1为本发明实施例提供的透明柔性显示系统的一种结构示意图。
- [0036] 图2为本发明实施例提供的透明柔性显示系统的另一种结构示意图。
- [0037] 图3至图7为透明柔性显示系统的一种制备方法的流程图。
- [0038] 图8至图11为透明柔性显示系统的一种制备方法的流程图。
- [0039] 图标：1-透明柔性显示系统；2-透明柔性基底；3-互连电极；4-驱动模块；5-微LED；6-金属性碳纳米管薄膜；7-介质保护绝缘层；8-介质材料层；9-透明柔性TFT。

具体实施方式

[0040] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。通常在此处附图中描述和示出的本发明实施例的组件可以以各种不同的配置来布置和设计。

[0041] 因此，以下对在附图中提供的本发明的实施例的详细描述并非旨在限制要求保护的本发明的范围，而是仅仅表示本发明的选定实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本发明保护的范

围。

[0042] 应注意到：相似的标号和字母在下面的附图中表示类似项，因此，一旦某一项在一个附图中被定义，则在随后的附图中不需要对其进行进一步定义和解释。

[0043] 在本发明的描述中，需要理解的是，术语“中心”、“上”、“下”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系，或者是该发明产品使用时惯常摆放的方位或位置关系，或者是本领域技术人员惯常理解的方位或位置关系，仅是为了便于描述本发明和简化描述，而不是指示或暗示所指的设备或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作，因此不能理解为对本发明的限制。

[0044] 此外，术语“第一”、“第二”、“第三”等仅用于区分描述，而不能理解为指示或暗示相对重要性。

[0045] 在本发明的描述中，还需要说明的是，除非另有明确的规定和限定，术语“设置”、“安装”、“相连”、“连接”应做广义理解，例如，可以是固定连接，也可以是可拆卸连接，或一体地连接；可以是机械连接，也可以是电连接；可以是直接相连，也可以通过中间媒介间接相连，可以是两个元件内部的连通。对于本领域的普通技术人员而言，可以具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

[0046] 相比于LCD和OLED，微LED显示的集成组装有一定的特殊性，需要通过异质集成的方法，将微LED从原基底剥离再转移至工作基底上，再进行互连集成封装。因此，采用微LED的透明柔性显示系统，需要将微LED转移后，再进行互连。

[0047] 现有的透明柔性显示系统中的互连电极，主要采用氧化铟锡(ITO)、氧化锌(ZnO)、Ni/Au、Ag、Cu等材料制成。传统制备的方法是先通过电子束蒸发或磁控溅射沉积形成电极层，再光刻腐蚀或者剥离进行图案化，或者是直接通过喷墨打印的方法制备图案化金属纳米线电极。

[0048] 但是作为透明金属电极的Ni/Au和ITO、ZnO等材料的韧性不足，弯曲性能较差。Ag、Cu等金属纳米线的透光性较弱，制备条件较为苛刻，需要精度较高的喷墨打印设备，且制备效率相比于光刻制备的效率较低。

[0049] 金属性碳纳米管材料(CNT)具有良好的透光性、导电性和柔韧性，可代替现有的电极材料，作为互连电极。

[0050] 请参阅图1，本实施例提供了一种透明柔性显示系统1，透明柔性显示系统1包括透明柔性基底2、显示阵列、互连电极3和驱动模块4。

[0051] 透明柔性基底2指的是具有一定柔韧性的透明基底，可进行一定程度的弯折而不受损坏。透明柔性基底2包含但不仅限于使用以下透明柔性材料制成：聚乙烯(PE)、聚丙烯(PP)、聚对苯二甲酸乙醇酯(PET)、聚酰亚胺(PI)等。

[0052] 显示阵列位于透明柔性基底2上，显示阵列包括多个呈阵列形式排布的微LED5。微LED5的宽度的范围可以为 $1\mu\text{m}\sim 200\mu\text{m}$ ，微LED5的厚度的范围可以为 $1\mu\text{m}\sim 100\mu\text{m}$ 。微LED5可以为侧面结构、垂直结构、正装结构或倒装结构。本实施例中，微LED5的宽度的范围选择为 $10\mu\text{m}\sim 100\mu\text{m}$ ，微LED5的厚度的范围选择为 $1\mu\text{m}\sim 10\mu\text{m}$ 。微LED5选择为侧面结构请参阅图3，微LED5的台阶低处为n型层，台阶高处为p型层。

[0053] 互连电极3位于透明柔性基底2上，且电连接于微LED5，互连电极3采用金属性碳纳米管材料(CNT)制成。金属性碳纳米管材料可为单壁形式或多壁形式。

[0054] 驱动模块4电连接于互连电极3,用于驱动至少部分微LED5。驱动模块4可采用被动矩阵驱动模块4请参阅图1,通过互连电极3与微LED5电连接,可放置在透明柔性基底2外围。具体的,被动矩阵驱动模块4可为不透明的CMOS芯片模块,也可以是透明薄膜晶体管(TFT)模块。

[0055] 驱动模块4还可采用主动矩阵驱动模块4请参阅图2。所有微LED5共n极或p极,通过互连电极3互连在一起,另外一极直接与主动矩阵驱动模块4焊接。主动矩阵驱动模块4为透明TFT驱动模块4。

[0056] 驱动模块4还可以采用单独寻址引线驱动,适用于小规模微LED5阵列。先在透明柔性基底2上布局互连电极3,再转移微LED5至透明柔性基底2,单独引线控制每个微LED5的亮暗。

[0057] 透明柔性显示系统1的工作原理:

[0058] 驱动模块4通过互连电极3点亮显示阵列中的至少部分微LED5形成图像,不发光微LED5保持透明状,形成透明显示。透明柔性基底2和互连电极3的韧性,保证透明柔性显示系统1可在弯曲状态下显示。

[0059] 请参阅图3至图7,本实施例还提供上述透明柔性显示系统1的制备方法,包括以下步骤:

[0060] S1:采用聚乙烯、聚丙烯、聚对苯二甲酸乙醇酯、聚酰亚胺中的任一种材料制成透明柔性基底2。

[0061] S2:转移多个微LED5至透明柔性基底2形成显示阵列。

[0062] 其中,在S2之前,包括形成微LED5的步骤:在发光半导体外延片上形成多个微LED5;将微LED5从发光半导体外延片上剥离。

[0063] 微LED5在发光半导体外延片上通过半导体加工工艺制备而成,并从发光半导体外延片上剥离成独立的微LED5,再转移焊接在透明柔性基底2上。

[0064] 发光半导体外延片是指所有具有能发光的LED外延片。发光半导体外延片为蓝宝石基或硅基的GaN蓝绿光外延片、蓝宝石基或硅基的InGaN蓝绿光外延片、GaAs基的AlGaInP红光外延片、蓝宝石基的AlGaN紫外光外延片中的任一种。

[0065] 微LED5从发光半导体外延片上剥离是指将微LED5与基底层分离,形成独立超薄的微LED5,具有一定的透光性。剥离方法包括但不限于湿法腐蚀外延片的牺牲层,激光剥离蓝宝石基底,绑定临时基板再腐蚀外延片基底。

[0066] 转移微LED5的方法有多种选择,例如使用静电吸附头拾取放置微LED5,或者使用粘性可调物质,如PDMS、热敏胶、光敏胶拾取放置微LED5,或者使用附有粘性物的滚轴拾取放置微LED5。

[0067] S3:在透明柔性基底2上形成与微LED5电连接的互连电极3。

[0068] 其中,互连电极3采用金属性碳纳米管材料制成,具体包括以下步骤:

[0069] S31:将金属性碳纳米管材料分散在分散液中。

[0070] 其中,分散液包括水、乙醇、二甲基甲酰胺(DMF)。

[0071] S32:将分散液旋涂在透明柔性基底2上,形成金属性碳纳米管薄膜6。

[0072] 其中,需要烘干分散液,并旋涂多层,如此重复操作多次,在透明柔性基底2上形成金属性碳纳米管薄膜6。金属性碳纳米管薄膜6的范围可以选择为10nm至1 μ m。

[0073] S33:在金属性碳纳米管薄膜6上形成介质保护绝缘层7。

[0074] 其中,介质保护绝缘层7可以是SiO₂、SiN_x、SU-8、polyimide等一种或多种组合的透明绝缘层。介质保护绝缘层7起保护互连电极3和绝缘的作用。形成介质保护绝缘层7的方法可以是旋涂、CVD生长、或者磁控溅射沉积。

[0075] S34:对金属性碳纳米管薄膜6和介质保护绝缘层7进行图案化,形成与微LED5电连接的互连电极3。

[0076] 其中,互连电极3可采用光刻技术形成。具体的,可以采用湿法腐蚀或干法刻蚀的方法将互连电极3的图案转移至介质保护绝缘层7。若介质保护绝缘层7采用光敏材料,如SU-8或polyimide,则直接光刻显影定义互连电极3的图案。若采用干法刻蚀的方法,刻蚀金属性碳纳米管薄膜6,从而将互连电极3的图案转移至金属性碳纳米管薄膜6。

[0077] 在透明柔性基底2上旋涂一层介质材料层8,介质材料层8可以是玻璃(SOG)或SU8或polyimide。介质材料层8的作用是将透明柔性基底2的表面平坦化。再通过干法刻蚀将介质材料层8减薄至露出微LED5的上表面电极至。介质材料层8可防止p、n电极短路,亦可平坦化上表面电极沉积面,使上表面电极互连可靠性提高,不容易在微LED5侧壁处断裂。

[0078] S4:将驱动模块4与互连电极3电连接,用于驱动至少部分微LED5。

[0079] 其中,互连电极3通过引线的形式与外围的驱动模块4电连接,从而制成透明柔性显示系统1。

[0080] 本实施例还提供一种透明柔性显示系统1的制备方法,其与上述方法相近,不同之处在于,微LED5选择为垂直结构,微LED5的底面为n型层,顶面为p型层。该制备方法包括以下步骤:

[0081] S1:采用聚乙烯、聚丙烯、聚对苯二甲酸乙醇酯、聚酰亚胺中的任一种材料制成透明柔性基底2。

[0082] S12:在透明柔性基底2上制备透明柔性TFT9。

[0083] 其中,透明柔性TFT9为有机材料TFT或氧化物TFT。

[0084] S2:转移多个微LED5至透明柔性基底2形成显示阵列。

[0085] 其中,微LED5选择为垂直结构,微LED5的底面为n型层,顶面为p型层。微LED5的底部电极与透明柔性TFT9的源极或漏极电连接。

[0086] S3:在透明柔性基底2上形成与微LED5电连接的互连电极3。

[0087] 在S3中,还包括步骤:先在透明柔性基底2上形成金属性碳纳米管薄膜6,再在金属性碳纳米管薄膜6上形成介质保护绝缘层7,最后,对金属性碳纳米管薄膜6和介质保护绝缘层7进行图案化,形成与微LED5电连接的互连电极3。

[0088] S4:将驱动模块4与互连电极3电连接,用于驱动至少部分微LED5。

[0089] 本实施例提供的透明柔性显示系统1及其制备方法,通过采用金属性碳纳米管材料制成互连电极3,具有低功耗,高寿命,高亮度,基板及电极可弯曲、重量轻的特点,适用于曲面显示器,VR/AR设备等领域。互连电极3电导率高,柔韧性强,器件电学特性及弯曲特性好。制备方法工艺简单,对设备要求亦较为简单,扩展性强,适用于多种不同基底。

[0090] 以上所述仅为本发明的优选实施例而已,并不用于限制本发明,对于本领域的技术人员来说,本发明可以有各种更改和变化。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。

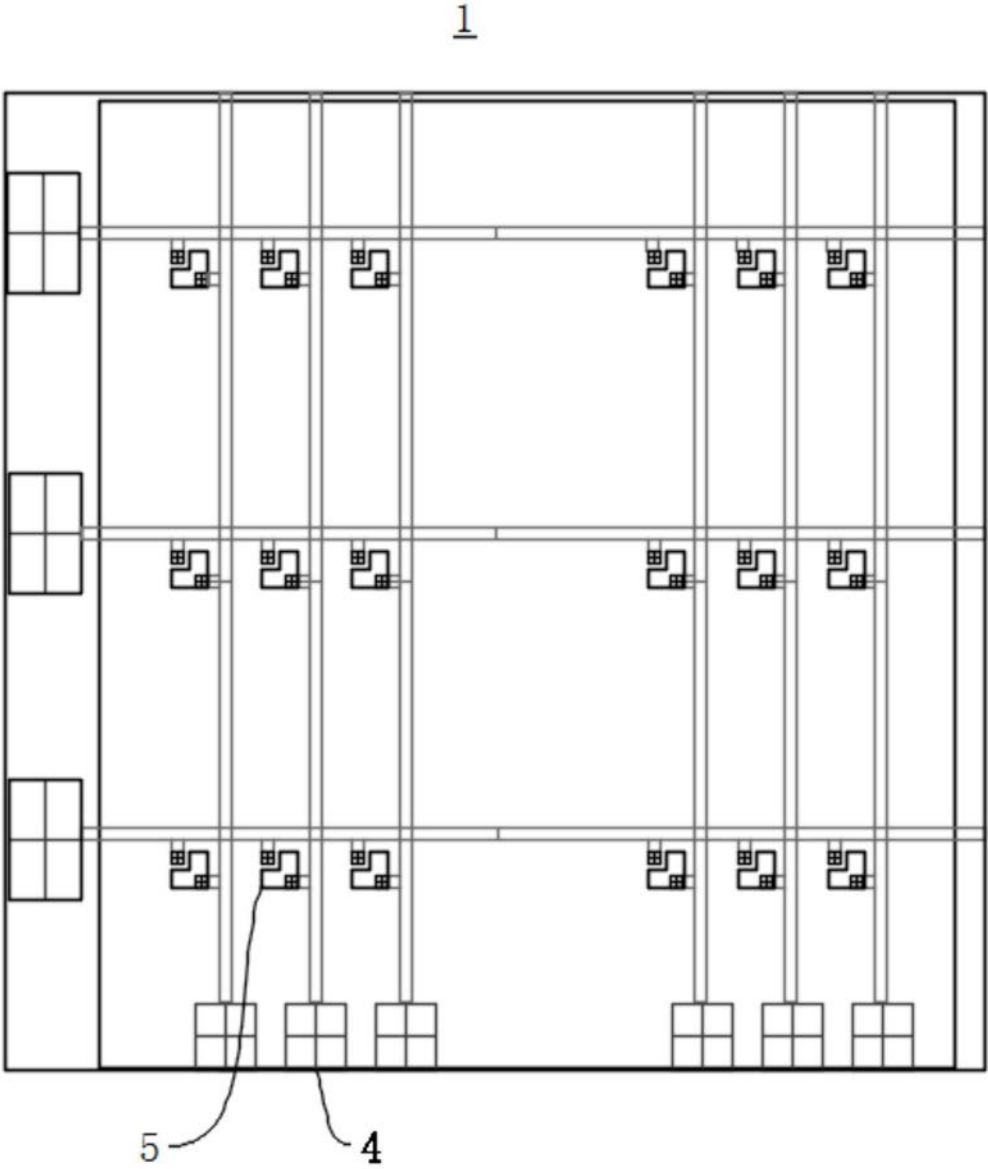


图1

1

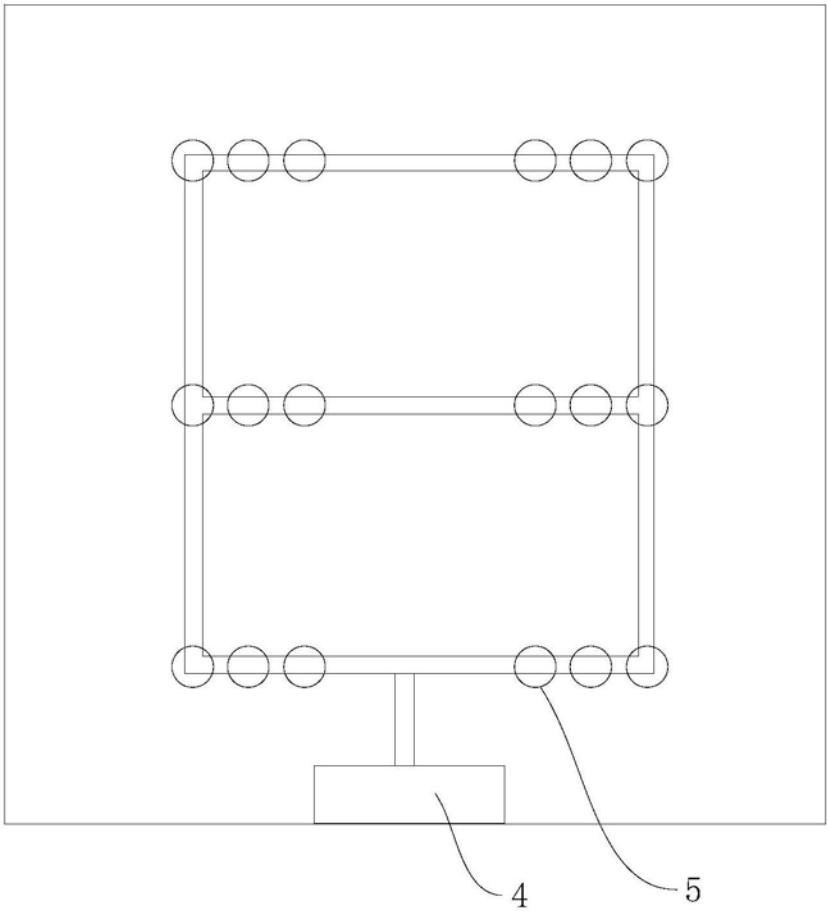


图2



图3

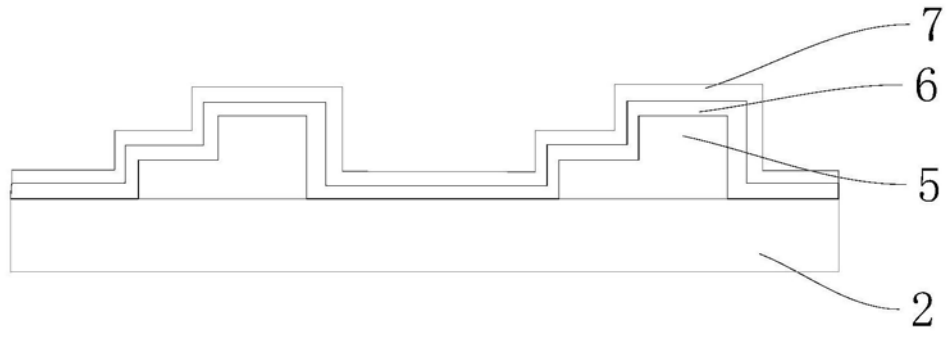


图4

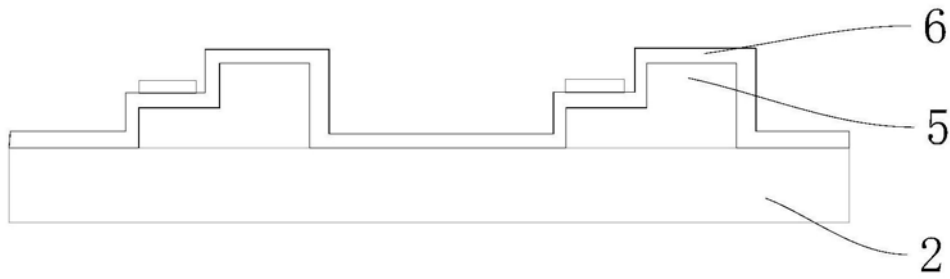


图5

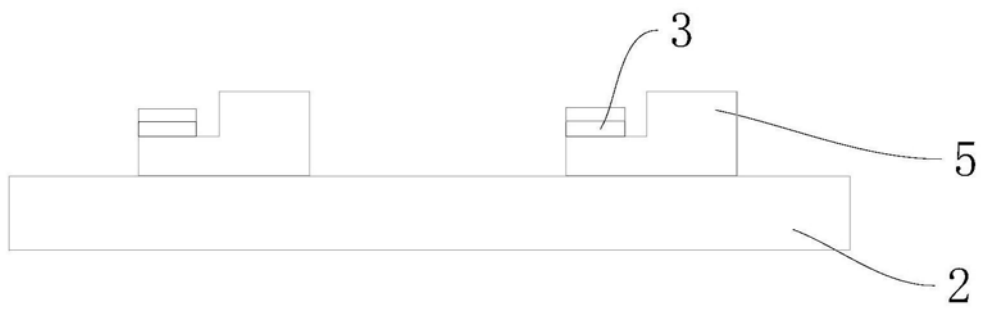


图6

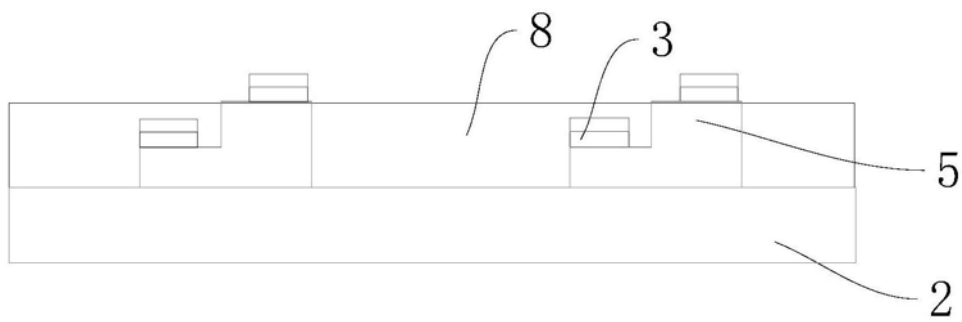


图7



图8

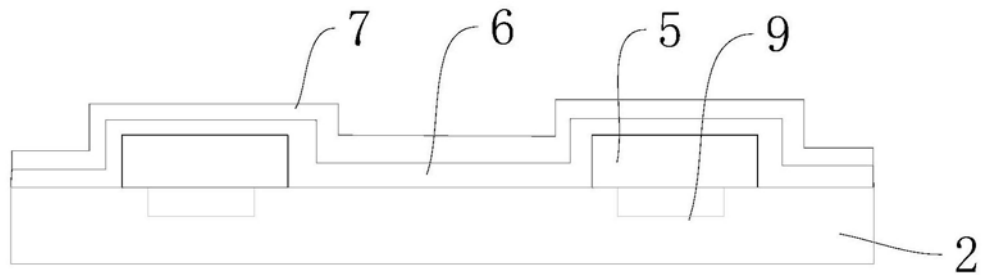


图9

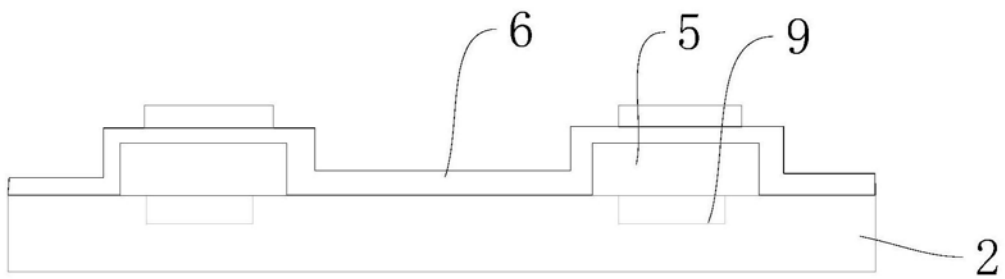


图10



图11

专利名称(译)	一种透明柔性显示系统及其制备方法		
公开(公告)号	CN110120449A	公开(公告)日	2019-08-13
申请号	CN201910438543.4	申请日	2019-05-24
[标]申请(专利权)人(译)	广东省半导体产业技术研究院		
申请(专利权)人(译)	广东省半导体产业技术研究院		
当前申请(专利权)人(译)	广东省半导体产业技术研究院		
[标]发明人	潘章旭 龚政 龚岩芬 刘久澄 郭婵 陈志涛		
发明人	潘章旭 龚政 龚岩芬 刘久澄 郭婵 陈志涛		
IPC分类号	H01L33/38 H01L33/42 G09F9/33		
CPC分类号	G09F9/33 H01L33/387 H01L33/42 H01L2933/0016		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明提供了一种透明柔性显示系统及其制备方法，涉及显示技术领域。透明柔性显示系统包括透明柔性基底、显示阵列、互连电极和驱动模块。所述显示阵列包括多个呈阵列形式排布的微LED；互连电极电连接于所述微LED，驱动模块电连接于所述互连电极，用于驱动至少部分所述微LED。所述互连电极采用金属性碳纳米管材料制成，互连电极具有良好的透光性、导电性和柔韧性，且制备方法简便。

