



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107843364 B

(45)授权公告日 2020.06.23

(21)申请号 201711062196.7

(22)申请日 2017.11.02

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 107843364 A

(43)申请公布日 2018.03.27

(73)专利权人 上海交通大学
地址 200030 上海市徐汇区华山路1954号

(72)发明人 郭小军 陈苏杰 唐伟 赵家庆

(74)专利代理机构 上海盈盛知识产权代理事务
所(普通合伙) 31294

代理人 孙佳胤 董琳

(51)Int.Cl.
G01L 1/14(2006.01)

(56)对比文件

- CN 105865667 A, 2016.08.17,
- CN 106813811 A, 2017.06.09,
- CN 105628262 A, 2016.06.01, 全文.
- CN 205620072 U, 2016.10.05, 全文.
- CN 107300392 A, 2017.10.27, 全文.
- CN 106950000 A, 2017.07.14, 全文.

古钺.新型压力传感器件及基于薄膜晶体管集成的研究.《中国优秀硕士学位论文全文数据库 信息科技辑》.2013,(第07期),正文第25-28、41-44页.

审查员 潘如琴

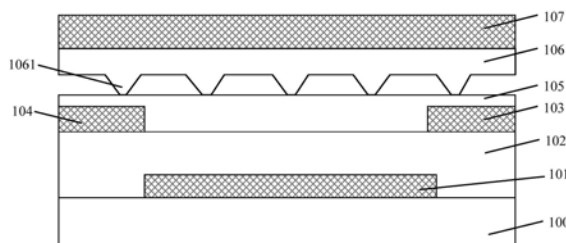
权利要求书2页 说明书10页 附图5页

(54)发明名称

压力传感器、压力传感器阵列及其制备方法

(57)摘要

一种压力传感器、压力传感器阵列及其制备方法,其中压力传感器包括:有机薄膜晶体管,所述有机薄膜晶体管包括:衬底、位于衬底表面的栅电极、覆盖所述栅电极和衬底的绝缘层、位于所述绝缘层表面的源电极和漏电极、覆盖所述源电极和漏电极以及绝缘层的半导体层;位于所述有机薄膜晶体管的半导体层上方的绝缘性压力敏感薄膜,所述压力敏感薄膜与所述半导体层之间具有空隙;位于所述压力敏感薄膜表面的顶电极。上述压力传感器具有更高的灵敏度和集成度。



1. 一种压力传感器,其特征在于,包括:

有机薄膜晶体管,所述有机薄膜晶体管包括:衬底、位于衬底表面的栅电极、覆盖所述栅电极和衬底的绝缘层、位于所述绝缘层表面的源电极和漏电极、覆盖所述源电极和漏电极以及绝缘层的半导体层,所述半导体层、绝缘层以及栅电极之间构成的栅绝缘层单位电容小于 $10\text{nF}/\text{cm}^2$;

位于所述有机薄膜晶体管的半导体层上方的绝缘性压力敏感薄膜,所述压力敏感薄膜与所述半导体层之间具有空隙,所述压力敏感薄膜的材料包括聚二甲基硅氧烷、聚氨基甲酸酯或聚己二酸/对苯二甲酸丁二酯共混物中的一种或多种,厚度小于或等于60微米,所述压力敏感薄膜与所述半导体层相对的表面具有规则微结构;

位于所述压力敏感薄膜表面的顶电极。

2. 根据权利要求1所述的压力传感器,其特征在于,所述规则微结构包括规则排列的锥形凸起,所述锥形凸起的高度为 $0.5\mu\text{m}\sim 20\mu\text{m}$,底部最大宽度为 $10\mu\text{m}\sim 30\mu\text{m}$,相邻锥形凸起之间的间距为 $20\mu\text{m}\sim 50\mu\text{m}$;或者所述规则微结构包括规则排列的凹槽,所述凹槽深度为 $20\mu\text{m}\sim 50\mu\text{m}$,相邻凹槽之间的间距为 $30\mu\text{m}\sim 50\mu\text{m}$ 。

3. 根据权利要求1所述的压力传感器,其特征在于,所述绝缘层的材料的介电常数小于5,并且通过溶液法进行加工。

4. 根据权利要求1所述的压力传感器,其特征在于,还包括位于所述源电极与半导体层之间、漏电极与半导体层之间的单分子层。

5. 根据权利要求1所述的压力传感器,其特征在于,所述有机薄膜晶体管的半导体层的材料包括有机小分子、聚合物中的一种或两种,或者所述有机薄膜晶体管的半导体层的材料包括有机小分子与绝缘聚合物共混的材料。

6. 根据权利要求1所述的压力传感器,其特征在于,所述栅电极、源电极、漏电极和顶电极的材料为导电聚合物、碳基导电物、金属、金属氧化物、金属纳米线、金属或者金属氧化物纳米颗粒。

7. 一种压力传感器阵列,包括行扫描线、列扫描数据线、公共电极线和公共顶电极,其特征在于,还包括:

多个如权利要求1~6中任一项所述的压力传感器,所述压力传感器按阵列排列;

位于同一行的所述压力传感器的栅电极连接至对应的同一行扫描线;

位于同一列的所述压力传感器的漏电极连接至对应的同一列扫描数据线;

位于同一列的所述压力传感器的源电极连接至对应的同一公共电极线;

所有压力传感器的顶电极为同一公共顶电极。

8. 根据权利要求7所述的压力传感器阵列,其特征在于,压力敏感薄膜采用一大面积薄膜,覆盖所有压力传感器的有机薄膜晶体管。

9. 一种如权利要求7所述的压力传感器阵列的制备方法,其特征在于,包括:

提供衬底;

在所述衬底表面形成行扫描线和栅电极阵列,每一行的栅电极连接至对应的同一行扫描线;

在所述栅电极阵列、行扫描线和衬底表面形成绝缘层;

在所述绝缘层表面形成列扫描数据线、公共电极线、源电极阵列和漏电极阵列,同一列

的漏电极连接至对应的同一列扫描数据线,同一列的源电极连接至对应的同一公共电极线;

在所述绝缘层、源电极阵列和漏电极阵列表面形成半导体层,所述半导体层、绝缘层以及栅电极之间构成的栅绝缘层单位电容小于 $10\text{nF}/\text{cm}^2$;

形成一侧表面具有顶电极的压力敏感薄膜,所述压力敏感薄膜的材料包括聚二甲基硅氧烷、聚氨基甲酸酯或聚己二酸/对苯二甲酸丁二酯共混物中的一种或多种,厚度小于或等于 $60\mu\text{m}$,所述压力敏感薄膜与所述半导体层相对的表面具有规则微结构;

将所述压力敏感薄膜另一侧表面与所述半导体层表面贴合。

10. 根据权利要求9所述的压力传感器阵列的制备方法,其特征在于,所述压力敏感薄膜的形成方法包括:提供表面具有规则微结构的模板;在所述模板具有规则微结构的表面形成压力敏感薄膜;在所述压力敏感薄膜表面形成顶电极;将表面形成有顶电极的压力敏感薄膜从所述模板表面剥离。

11. 根据权利要求9所述的压力传感器阵列的制备方法,其特征在于,采用真空蒸镀、磁控溅射、光刻、喷墨打印、丝网印刷或凹版印刷的方式形成所述行扫描线、栅电极阵列、列扫描数据线、公共电极线、源电极阵列、漏电极阵列以及顶电极。

12. 根据权利要求9所述的压力传感器阵列的制备方法,其特征在于,还包括:在形成所述半导体层之前,采用自组装方式在所述源电极阵列和漏电极阵列表面形成单分子层。

13. 根据权利要求9所述的压力传感器阵列的制备方法,其特征在于,所述绝缘层的形成方法包括:采用旋涂、刮涂或喷墨打印工艺形成绝缘薄膜,然后对所述绝缘薄膜进行紫外交联或加热烘干处理以形成绝缘层。

14. 根据权利要求9所述的压力传感器阵列的制备方法,其特征在于,所述半导体层的形成方法包括:采用旋涂、刮涂、提拉或者喷墨打印工艺在所述绝缘层、源电极阵列和漏电极阵列表面形成半导体材料层,然后进行退火处理去除所述半导体材料层中的溶剂以形成半导体层。

压力传感器、压力传感器阵列及其制备方法

技术领域

[0001] 本发明涉及压力传感器技术领域,尤其涉及一种压力传感器、压力传感器阵列及其制备方法。

背景技术

[0002] 近年来,随着可穿戴产品的迅速发展,柔性传感器组件成为研究人员探索的热点课题之一。其中,柔性压力传感器尤其收到广泛的关注,在包括人工电子皮肤、柔性触屏、智能机器人及医疗健康领域具有非常广阔的市场前景。

[0003] 目前,对柔性压力传感器的研究可基于多种工作原理,主要包括电容式、电阻式、压电式和薄膜晶体管式。其中,基于有机薄膜晶体管(organic thin film transistor, OTFT)构建柔性压力传感器具有以下优势:(1)所检测的压力信号变化可通过OTFT进行信号转化和放大,有利于传感器灵敏度的提升,便于与后续的信号处理电路集成;(2)可利用OTFT作为选择开关构建高分辨传感阵列;(3)OTFT具有低温加工,兼容大面积印刷涂布工艺的有点,适合耐热性差的普适化衬底材料,能够大大降低生产成本与能耗;(4)OTFT采用有机半导体和聚合物介电材料的组合,具有优异的机械柔性,适合实现超薄柔性的压力传感。

[0004] 基于薄膜晶体管的压力传感器最常用的方法是将压力敏感层作为栅绝缘层,如专利CN201410383678.2、CN201510469367.2、CN201510971268.4、CN201610390259.0、CN200580017560.7等。然而,基于这种集成方式的传感器的工作电压需要几十甚至上百伏,难以满足实际应用的需求。另一种方式是将压力敏感单元在OTFT体外,通过电极与OTFT器件进行集成,如专利CN201510052366.8、CN201510052439.3、CN201610181526.3、以及CN201410770984.1等。这种方式虽然能够有效地降低所制备的OTFT传感器件的工作电压,便于制备,但所感测的信号无法高效地耦合到OTFT器件中调控电流的变化,因此所获得的传感灵敏度普遍很低。而且,OTFT器件与传感单元采用横向集成的方式,并不适合用于实现高分辨率的压力传感阵列。

[0005] 因此,如何在满足低电压工作情况下取得高的灵敏度需要新的器件结构的设计。

发明内容

[0006] 本发明所要解决的技术问题是,提供一种压力传感器、压力传感器阵列及其制备方法,提高压力传感器及其阵列的灵敏度并降低工作电压。

[0007] 为了解决上述问题,本发明提供了一种压力传感器,包括:有机薄膜晶体管,所述有机薄膜晶体管包括:衬底、位于衬底表面的栅电极、覆盖所述栅电极和衬底的绝缘层、位于所述绝缘层表面的源电极和漏电极、覆盖所述源电极和漏电极以及绝缘层的半导体层;位于所述有机薄膜晶体管的半导体层上方的绝缘性压力敏感薄膜,所述压力敏感薄膜与所述半导体层之间具有空隙;位于所述压力敏感薄膜表面的顶电极。

[0008] 可选的,所述压力敏感薄膜与所述半导体层相对的表面具有规则微结构。

[0009] 可选的,所述规则微结构包括规则排列的锥形凸起,所述锥形凸起的高度为0.5 μm

~20 μm ,底部最大宽度为10 μm ~30 μm ,相邻锥形凸起之间的间距为20 μm ~50 μm ;或者所述规则微结构包括规则排列的凹槽,所述凹槽深度为20 μm ~50 μm ,相邻凹槽之间的间距为30 μm ~50 μm 。

[0010] 可选的,所述压力敏感薄膜的材料包括聚二甲基硅氧烷、聚氨基甲酸酯或聚己二酸/对苯二甲酸丁二酯共混物中的一种或多种,厚度小于或等于60微米。

[0011] 可选的,所述绝缘层的材料的介电常数小于5,并且能够通过溶液法进行加工。

[0012] 可选的,所述半导体层、绝缘层以及栅电极之间构成的栅绝缘层单位电容小于10nF/cm²。

[0013] 可选的,还包括位于所述源电极与半导体层之间、漏电极与半导体层之间的单分子层。

[0014] 可选的,所述有机薄膜晶体管的半导体层的材料包括有机小分子、聚合物中的一种或两种,或者所述有机薄膜晶体管的半导体层的材料包括有机小分子或者聚合物与绝缘聚合物共混的材料。

[0015] 可选的,所述栅电极、源电极、漏电极和顶电极的材料为导电聚合物、碳基导电物、金属、金属氧化物、金属纳米线、金属或者金属氧化物纳米颗粒。

[0016] 本发明的技术方案还提供一种压力传感器阵列,包括行扫描线、列扫描数据线、公共电极线和公共顶电极,还包括:多个如上所述的压力传感器,所述压力传感器按阵列排列;位于同一行的所述压力传感器的栅电极连接至对应的同一行扫描线;位于同一列的所述压力传感器的漏电极连接至对应的同一列扫描数据线;所述所有压力传感器的源电极连接至同一公共电极线;所有压力传感器的顶电极为同一公共顶电极。

[0017] 可选的,压力传感阵列中的压力敏感薄膜采用一大面积薄膜,覆盖所有压力传感器的有机薄膜晶体管。

[0018] 本发明的技术方案还提供一种压力传感器阵列的制备方法,其特征在于,包括:提供衬底;在所述衬底表面形成行扫描线和栅电极阵列,每一行的栅电极连接至对应的同一行扫描线;在所述栅电极阵列、行扫描线和衬底表面形成绝缘层;在所述绝缘层表面形成列扫描数据线、公共电极线、源电极阵列和漏电极阵列,同一列的漏电极连接至对应的同一列扫描数据线,同一列的源电极连接至对应的同一公共电极线;在所述绝缘层、源电极阵列和漏电极阵列表面形成半导体层;形成一侧表面具有顶电极的压力敏感薄膜;将所述压力敏感薄膜另一侧表面与所述半导体层表面贴合。

[0019] 可选的,所述压力敏感薄膜的形成方法包括:提供表面具有规则微结构的模板;在所述模板具有规则微结构的表面形成压力敏感薄膜;在所述压力敏感薄膜表面形成顶电极;将表面形成有顶电极的压力敏感薄膜从所述模板表面剥离。

[0020] 可选的,采用真空蒸镀、磁控溅射、光刻、喷墨打印、丝网印刷或凹版印刷的方式形成所述行扫描线、栅电极阵列、列扫描数据线、公共电极线、源电极阵列、漏电极阵列以及顶电极。

[0021] 可选的,还包括:在形成所述半导体层之前,采用自组装方式在所述源电极阵列和漏电极阵列表面形成单分子层。

[0022] 可选的,所述绝缘层的形成方法包括:采用旋涂、刮涂或喷墨打印工艺形成绝缘薄膜,然后对所述绝缘薄膜进行紫外交联或加热烘干处理以形成绝缘层。

[0023] 可选的,所述半导体层的形成方法包括:采用旋涂、刮涂、提拉或者喷墨打印工艺在所述绝缘层、源电极阵列和漏电极阵列表面形成半导体材料层,然后进行退火处理去除所述半导体材料层中的溶剂以形成半导体层。

[0024] 本发明的压力传感器将电容式压力敏感单元与有机薄膜晶体管集成,顶电极与薄膜晶体管的电极之间形成电容,当压力敏感薄膜受到压力作用变形,使得上述电容发生变化,导致薄膜晶体管的阈值电压发生偏移,输出的电流信号发生变化,从而实现压力传感。所述压力传感器将电容信号转变为电流信号,便于设计后端读取电路,并且,有机薄膜晶体管需要的电压小,沟道电流小有利于降低压力传感阵列的功耗;手指等物体在靠近电容式压力敏感单元时电容发生的变化使传感器电流发生变化,接触到传感器时可监测压力的大小,使传感器具有多种模式的检测能力;压力传感器中有机薄膜晶体管的栅绝缘电容与压力敏感单元的电容值接近,有利于改变有机薄膜晶体管的阈值电压,增大有机薄膜晶体管的电流变化量,提高传感器的灵敏度。

[0025] 本发明的压力传感器阵列中的压力传感器的压力敏感单元与有机薄膜晶体管形成纵向集成,有利于减小传感器的面积,易于制备高分辨率的传感器阵列;并且有机薄膜晶体管同时具有开关选择和电学信号转换的功能。

附图说明

[0026] 图1为本发明一具体实施方式的压力传感器的结构示意图;

[0027] 图2为本发明一具体实施方式的压力传感器阵列的等效电路示意图;

[0028] 图3为本发明一具体实施方式的压力传感器阵列中单个压力传感器的等效电路示意图以及压力传感器的各个电极的连接示意图;

[0029] 图4至图9为本发明一具体实施方式的压力传感器阵列制备过程的结构示意图

具体实施方式

[0030] 下面结合附图对本发明提供的压力传感器、压力传感器阵列及其制备方法的具体实施方式做详细说明。

[0031] 请参考图1,为本发明一具体实施方式的压力传感器的结构示意图。

[0032] 所述压力传感器包括:有机薄膜晶体管、位于所述有机薄膜晶体管上方的压力敏感薄膜106和位于所述压力敏感薄膜106薄膜的顶电极107。

[0033] 所述有机薄膜晶体管包括:衬底100、位于衬底100表面的栅电极101、覆盖所述栅电极101和衬底100的绝缘层102、位于所述绝缘层102表面的源电极104和漏电极103、覆盖所述源电极104和漏电极103以及绝缘层102的半导体层105;所述压力敏感薄膜106与所述半导体层105之间具有空隙,使得所述顶电极107与所述有机薄膜晶体管之间形成电容,当所述压力敏感薄膜106感受到外界压力发生形变,使得所述压力敏感薄膜106与所述半导体层105之间具有空隙发生变化,从而使得所述顶电极107与所述有机薄膜晶体管之间形成的电容发生变化。

[0034] 所述衬底100的材料可以为玻璃、聚酰亚胺、聚对苯二甲酸乙二酯、聚萘二甲酸乙二酯、聚对二甲苯或者聚二甲基硅氧烷等,所述衬底100作为压力传感器的承载基底。

[0035] 所述栅电极101的材料可以为导电聚合物、碳基导电物、金属、金属氧化物、金属纳

米线、金属或者金属氧化物纳米颗粒等导电材料。其中,所述导电聚合物可以为pH值酸性或中性的聚(3,4-乙撑二氧噻吩)、聚苯乙烯磺酸、聚苯胺、聚噻吩或聚吡咯,所述碳基导电物可以为单层或多层石墨烯、石墨、炭黑、单壁或多壁碳纳米管等,所述金属可以为金、银、铜、铝或镍,所述金属氧化物可以为氧化铟锡或氟掺杂锡氧化物等。所述栅电极101作为有机薄膜晶体管的栅电极。

[0036] 所述绝缘层102作为栅绝缘层,采用介电常数小于5且可溶液法加工的材料,并且所述绝缘层102的材料具有在波长为195nm~365nm的紫外光照射或者在加热条件下发生交联的能力,以满足与半导体层105的溶剂的正交性。所述绝缘层102的介电常数较低,使得所述有机薄膜晶体管为低电压低栅绝缘层电容器件,栅绝缘层单位电容小于 $10\text{nF}/\text{cm}^2$ 。所述绝缘层102的材料可以为聚氯乙烯(PVC)、聚乙烯吡咯烷酮(PVP)或聚乙烯醇(PVA)等。

[0037] 所述源电极104和漏电极103的材料可以为导电聚合物、碳基导电物、金属、金属氧化物、金属纳米线、金属或者金属氧化物纳米颗粒等导电材料。其中,所述导电聚合物可以为pH值酸性或中性的聚(3,4-乙撑二氧噻吩)、聚苯乙烯磺酸、聚苯胺、聚噻吩或聚吡咯,所述碳基导电物可以为单层或多层石墨烯、石墨、炭黑、单壁或多壁碳纳米管等,所述金属可以为金、银、铜、铝或镍,所述金属氧化物可以为氧化铟锡或氟掺杂锡氧化物等。在该具体实施方式中,所述源电极104和漏电极103的材料与所述栅电极101的材料相同,在本发明的其他具体实施方式中,所述源电极104、漏电极103与栅电极101也可以采用不同的导电材料。

[0038] 所述半导体层105为有机半导体薄膜,所述半导体层105的材料为有机半导体材料,包括有机小分子、聚合物中的一种或两种,或者所述有机薄膜晶体管的半导体层的材料包括有机小分子或者聚合物与绝缘聚合物共混的材料。在本发明的一个具体实施方式中,所述半导体层105的材料为6,13-双(三异丙基甲硅烷基乙炔基)并五苯(TIPS-pentacene)与聚苯乙烯(PS)的共混材料。在本发明的另一具体实施方式中,所述半导体层105的材料为引达省并二噻吩-苯并噻二唑(IDTBT)。

[0039] 在本发明的其他具体实施方式中,所述源电极104和漏电极103表面还具有单分子层,所述单分子层的材料为聚[(9,9-二辛基芴-2,7-二基)-交替-共(1,4-苯并-{2,1',3}-噻二唑)](PFBT),以改善源电极104、漏电极103与半导体层105之间的接触。

[0040] 所述压力敏感薄膜106为弹性绝缘薄膜,在外界压力作用下会发生形变。本发明的具体实施方式中,所述压力敏感薄膜106为绝缘性压力敏感薄膜,具体的,所述压力敏感薄膜106的材料可以为聚二甲基硅氧烷(PDMS)、聚氨基甲酸酯(PU)或聚己二酸/对苯二甲酸丁二酯共混物(Ecoflex)中的一种或多种,厚度小于或等于60微米,使得所述压力敏感薄膜106对于压力有较高的敏感性,并且使得顶电极、压力敏感薄膜106和有机薄膜晶体管形成的电容与有机薄膜晶体管的栅绝缘层电容具有相近的电容值。绝缘性的压力敏感薄膜的制备工艺重复性高,压敏特性均一,相比导电性压力敏感薄膜,更有利于提高压力传感器的传感性能。为了使得所述压力敏感薄膜106与有机薄膜晶体管之间形成电容,所述压力敏感薄膜106与所述半导体层105之间具有间隙。在本发明的具体实施方式中,所述压力敏感薄膜106与所述半导体层105相对的表面具有规则微结构。

[0041] 在该具体实施方式中,所述规则微结构包括规则排列的锥形凸起1061,所述锥形凸起1061的高度为 $0.5\mu\text{m}\sim 20\mu\text{m}$,底部最大宽度为 $10\mu\text{m}\sim 30\mu\text{m}$,相邻锥形凸起1061之间的间距为 $20\mu\text{m}\sim 50\mu\text{m}$,以使得所述压力敏感薄膜106与所述半导体层105之间具有间隙,且保持

所述压力敏感薄膜106在压力作用下能发生形变,对于压力有较高的敏感性。

[0042] 在本发明的其他具体实施方式中,所述规则微结构包括规则排列的凹槽,所述凹槽深度为20 μm ~50 μm ,相邻凹槽之间的间距为30 μm ~50 μm 。

[0043] 所述顶电极107覆盖整个所述压力敏感薄膜106,所述顶电极107的材料可以为导电聚合物、碳基导电物、金属、金属氧化物、金属纳米线、金属或者金属氧化物纳米颗粒等导电材料。其中,所述导电聚合物可以为pH值酸性或中性的聚(3,4-乙撑二氧噻吩)、聚苯乙烯磺酸、聚苯胺、聚噻吩或聚吡咯,所述碳基导电物可以为单层或多层石墨烯、石墨、炭黑、单壁或多壁碳纳米管等,所述金属可以为金、银、铜、铝或镍,所述金属氧化物可以为氧化铟锡或氟掺杂锡氧化物等。所述顶电极107作为电容结构的顶电极,同时也对所述压力敏感薄膜起到保护作用。

[0044] 所述压力传感器将电容式压力敏感单元与有机薄膜晶体管集成,顶电极与薄膜晶体管的电极之间形成电容,当压力敏感薄膜受到压力作用变形,使得上述电容发生变化,导致薄膜晶体管的阈值电压发生偏移,输出的电流信号发生变化,从而实现压力传感。所述压力传感器将电容信号转变为电流信号,便于设计后端读取电路,并且,有机薄膜晶体管需要的电压小,沟道电流小有利于降低压力传感阵列的功耗;手指等物体在靠近电容式压力敏感单元时电容发生的变化使传感器电流发生变化,接触到传感器时可监测压力的大小,使传感器具有多种模式的检测能力;压力传感器中有机薄膜晶体管的栅绝缘电容与压力敏感单元的电容值接近,有利于改变有机薄膜晶体管的阈值电压,增大有机薄膜晶体管的电流变化量,提高传感器的灵敏度。

[0045] 在本发明的具体实施方式中,还提供一种由上述压力传感器组成的传感器阵列。

[0046] 请参考图2,为所述传感器阵列的等效电路示意图。

[0047] 所述压力传感器阵列,包括行扫描线201、列扫描数据线202、公共电极线203和公共顶电极204。所述行扫描线201的数量与传感器阵列的行数一致,所述列扫描数据线202的数量与传感器阵列的列数一致,所述公共电极线203的数量与传感器阵列的行数一致,并连接至一公共电极;所述公共顶电极204

[0048] 所述压力传感器阵列还包括多个如前述具体实施方式中提供的压力传感器205,所述压力传感器205按阵列排列。

[0049] 具体的,位于同一行的所述压力传感器205的栅电极连接至对应的同一行扫描线201;位于同一列的所述压力传感器205的漏电极连接至对应的同一列扫描数据线202;位于同一列的所述压力传感器205的源电极连接至对应的同一公共电极线203;所有压力传感器205的顶电极为同一公共顶电极204。

[0050] 在本发明的具体实施方式中,压力传感器阵列中,压力敏感薄膜采用一大面积薄膜,覆盖所有压力传感器的有机薄膜晶体管。

[0051] 请参考图3,为所述压力传感器阵列中单个压力传感器的等效电路示意图以及所述压力传感器的各个电极的连接示意图。

[0052] 所述压力传感器顶部的顶电极304与下方的薄膜晶体管的栅电极301、源电极303以及漏电极302之间具有一可变电容,所述压力传感器的漏电极302连接至列扫描数据线202,栅电极301连接至行扫描线201,以及源电极303连接至公共电极线203。

[0053] 上述压力传感器阵列中有机薄膜晶体管同时具有开关选择和电学信号转换的功

能,上述压力传感阵列的结构简单,传感器压力敏感单元与有机薄膜晶体管形成纵向集成的结构,有利于减小传感器的面积,易于制备高分辨率的传感器阵列。

[0054] 本发明的具体实施方式还提供一种压力传感器阵列的制备方法。

[0055] 请参考图4至图9为本发明一具体实施方式的压力传感器阵列制备过程的结构示意图。

[0056] 请参考图4,提供衬底400,在所述衬底400表面形成行扫描线402和栅电极401阵列,每一行的栅电极401连接至对应的同一行扫描线402。该具体实施方式中,还包括在每一个行扫描线402末端形成行扫描电连接端403,作为与其他电路进行连接的连接端。

[0057] 所述衬底400的材料可以为玻璃、聚酰亚胺、聚对苯二甲酸乙二酯、聚萘二甲酸乙二醇酯、聚对二甲苯或者聚二甲基硅氧烷等,所述衬底400作为压力传感器的承载基底。可以采用乙醇溶液、丙酮溶液和去离子水对衬底400进行超声清洗,清洗后干燥,采用氧等离子体或紫外光/臭氧处理衬底400表面。

[0058] 所述行扫描线402、栅电极401以及电连接端403的材料可以为导电聚合物、碳基导电物、金属、金属氧化物、金属纳米线、金属或者金属氧化物纳米颗粒等导电材料。其中,所述导电聚合物可以为pH值酸性或中性的聚(3,4-乙撑二氧噻吩)、聚苯乙烯磺酸、聚苯胺、聚噻吩或聚吡咯,所述碳基导电物可以为单层或多层石墨烯、石墨、炭黑、单壁或多壁碳纳米管等,所述金属可以为金、银、铜、铝或镍,所述金属氧化物可以为氧化铟锡或氟掺杂锡氧化物等。可以采用真空蒸镀、磁控溅射、光刻、喷墨打印、丝网印刷或凹版印刷的方式在所述衬底400表面形成所述行扫描线402、栅电极401阵列以及行扫描电连接端403。

[0059] 请参考图5,在所述栅电极401阵列、行扫描线402和衬底400表面形成绝缘层500。

[0060] 所述绝缘层500的材料为介电常数小于5且可溶液法加工的材料,并且所述绝缘层500的材料具有在波长为195nm~365nm的紫外光照射或者在加热条件下发生交联的能力。在具体的实施方式中,所述绝缘层502的材料可以为聚氯乙烯(PVC)、聚乙烯吡咯烷酮(PVP)或聚乙烯醇(PVA)等。

[0061] 所述绝缘层500的形成方法包括:采用旋涂、刮涂或喷墨打印工艺形成绝缘薄膜,然后对所述绝缘薄膜进行紫外交联或加热烘干处理以形成绝缘层500。

[0062] 请参考图6,在所述绝缘层500表面形成列扫描数据线604、公共电极线602、源电极605阵列和漏电极603阵列,同一列的同一列的漏电极603连接至对应的同一列扫描数据线604,同一列的源电极605连接至对应的同一公共电极线602。同时还形成与所有公共电极线602一端连接的公共电极601以及位于各个列扫描数据线604一端的列扫描电连接端606。

[0063] 所述列扫描数据线604、公共电极线602、源电极605、漏电极603以及公共电极601、列扫描电连接端606的材料可以为导电聚合物、碳基导电物、金属、金属氧化物、金属纳米线、金属或者金属氧化物纳米颗粒等导电材料。其中,所述导电聚合物可以为pH值酸性或中性的聚(3,4-乙撑二氧噻吩)、聚苯乙烯磺酸、聚苯胺、聚噻吩或聚吡咯,所述碳基导电物可以为单层或多层石墨烯、石墨、炭黑、单壁或多壁碳纳米管等,所述金属可以为金、银、铜、铝或镍,所述金属氧化物可以为氧化铟锡或氟掺杂锡氧化物等。可以采用真空蒸镀、磁控溅射、光刻、喷墨打印、丝网印刷或凹版印刷的方式在所述绝缘层500表面形成所述列扫描数据线604、公共电极线602、源电极605阵列、漏电极603阵列以及公共电极601、列扫描电连接端606。

[0064] 请参考图7,在所述绝缘层500、源电极605阵列和漏电极603阵列表面形成半导体层700,至此,形成薄膜晶体管阵列。

[0065] 所述半导体层700为有机半导体薄膜,所述半导体层700的材料为有机半导体材料,包括有机小分子、聚合物中的一种或两种,或者所述有机薄膜晶体管的半导体层的材料包括有机小分子或者聚合物与绝缘聚合物共混的材料。所述半导体层700的形成方法包括:采用旋涂、刮涂、提拉或者喷墨打印工艺在所述绝缘层500、源电极605阵列和漏电极603阵列表面形成半导体材料层,然后进行退火处理去除所述半导体材料层中的溶剂以形成所述半导体层700。

[0066] 在本发明的其他具体实施方式中,在形成所述半导体层700之前,还包括采用自组装方式在所述源电极605和漏电极603表面形成单分子层,以改善所述源电极605和漏电极603与半导体层700的接触。

[0067] 请参考图8,形成一侧表面具有顶电极801的压力敏感薄膜802。所述压力敏感薄膜802包括位于另一侧表面的规则微结构803。

[0068] 所述压力敏感薄膜802的形成方法包括:提供表面具有规则微结构的模板;在所述模板具有规则微结构的表面形成压力敏感薄膜802;在所述压力敏感薄膜802表面形成顶电极801;将表面形成有顶电极801的压力敏感薄膜从所述模板表面剥离。

[0069] 可以采用真空蒸镀、磁控溅射、光刻、喷墨打印、丝网印刷或凹版印刷的方式形成所述顶电极801。所述顶电极801的材料可以为导电聚合物、碳基导电物、金属、金属氧化物、金属纳米线、金属或者金属氧化物纳米颗粒等导电材料。

[0070] 所述压力敏感薄膜802为弹性绝缘薄膜,在外界压力作用下会发生形变,所述压力敏感薄膜802为绝缘性薄膜,材料可以为聚二甲基硅氧烷(PDMS)、聚氨基甲酸酯(PU)或聚己二酸/对苯二甲酸丁二酯共混物(Ecoflex)中的一种或多种,可以采用旋涂或刮涂的方式在模板表面制备所述压力敏感薄膜,工艺可重复性高,压敏特性均一。

[0071] 所述模板的形成方法包括:采用化学刻蚀工艺在硅片表面形成规则的微结构;或者采用3D打印的方式制备表面具有规则微结构的聚合物模板。

[0072] 请参考图9,将所述压力敏感薄膜802另一侧表面与所述半导体层700表面贴合,形成压力传感器阵列。由于所述压力敏感薄膜802的另一侧表面具有规则微结构803,使得所述压力敏感薄膜802与半导体层700之间具有间隙。所述压力敏感薄膜802为一大面积薄膜,覆盖所有压力传感器的有机薄膜晶体管。

[0073] 以下为形成传感器阵列的几个实施例。

[0074] 实施例1

[0075] 通过下列具体步骤完成所述压力传感阵列:

[0076] (1) 利用乙醇溶液、丙酮溶液和去离子水对苯二甲酸乙二醇酯(PET)衬底进行超声清洗,清洗后干燥,采用氧等离子体或紫外光/臭氧处理衬底表面;

[0077] (2) 采用真空蒸镀的方式在衬底上制备行扫描线和薄膜晶体管阵列的栅电极;

[0078] (3) 采用旋涂工艺在栅电极上制备PVC绝缘层薄膜,再进行紫外交联加热烘干;

[0079] (4) 采用真空蒸镀的方式在衬底上制备列扫描数据线、公共电极线、薄膜晶体管阵列的源电极和漏电极;

[0080] (5) 采用自组装的方式在薄膜晶体管阵列的源电极和漏电极表面修饰一层单分子

层PFBT,以改善源、漏电极和半导体层的接触;

[0081] (6) 采用刮涂工艺在绝缘层和源、漏电极表面形成有机半导体材料TIPS-pentacene和绝缘材料PS的共混层,然后以100℃进行退火30分钟以改善有机半导体层的结晶;

[0082] (7) 采用化学刻蚀的方式在硅片形成规则倒金字塔的微结构,采用刮涂的方式在硅片制备PDMS弹性绝缘薄膜并加热退火以固化PDMS薄膜,所述倒金字塔高度在0.5-20μm,尺寸为10-30μm,间距为20-50μm。

[0083] (8) 采用真空蒸镀方式在PDMS薄膜上制备金电极并将PDMS薄膜从硅片上剥离;

[0084] (9) 将含有规则微结构的PDMS薄膜的表面与薄膜晶体管阵列的半导体层贴合,形成压力传感阵列。

[0085] 实施例2

[0086] 通过下列具体步骤完成所述压力传感阵列:

[0087] (1) 利用乙醇溶液、丙酮溶液和去离子水对聚萘二甲酸乙二醇酯(PEN)衬底进行超声清洗,清洗后干燥,采用氧等离子体或紫外光/臭氧处理衬底表面;

[0088] (2) 采用喷墨打印的方式在衬底上制备行扫描线和薄膜晶体管阵列的栅电极;

[0089] (3) 采用旋涂工艺在栅电极上制备包含交联剂聚(三聚氰胺-co-甲醛)甲醇(methylated polymelamine-co-formaldehyde)的聚乙烯吡咯烷酮(PVP)绝缘层薄膜,再进行紫外交联加热烘干;

[0090] (4) 采用喷墨打印的方式在衬底上制备列扫描数据线、公共电极线、薄膜晶体管阵列的源电极和漏电极;

[0091] (5) 采用自组装的方式在薄膜晶体管阵列的源电极和漏电极表面修饰一层单分子层PFBT,以改善源、漏电极和半导体层的接触;

[0092] (6) 采用旋涂工艺在绝缘层和源、漏电极表面形成材料为引达省并二噻吩-苯并噻二唑(IDTBT)的有机半导体层,然后进行退火除去残留的溶剂;

[0093] (7) 采用化学刻蚀的方式在硅片形成规则凹槽的微结构,采用刮涂的方式在硅片制备PDMS弹性绝缘薄膜并加热退火以固化PDMS薄膜,凹槽深度在20-50μm,间距在30-50μm。

[0094] (8) 采用旋涂方式在PDMS薄膜上制备银纳米线电极并将PDMS薄膜从硅片上分离;

[0095] (9) 将含有规则微结构的PDMS薄膜的表面与薄膜晶体管阵列的半导体层贴合,形成压力传感阵列。

[0096] 实施例3

[0097] 通过下列具体步骤完成所述压力传感阵列:

[0098] (1) 利用乙醇溶液、丙酮溶液和去离子水对聚酰亚胺(PI)衬底进行清洗,清洗后用干燥氮气吹干,并采用氧等离子体或紫外光/臭氧处理衬底表面;

[0099] (2) 利用基于银纳米颗粒的导电墨水以喷墨打印的方式在衬底上制备行扫描线和薄膜晶体管阵列的栅电极;

[0100] (3) 采用旋涂工艺在栅电极上制备包含交联剂重铬酸氨(ammonium bichromate)的聚乙烯醇(PVA)绝缘层薄膜,再进行紫外交联加热烘干;

[0101] (4) 采用基于银纳米颗粒的导电墨水以喷墨打印的方式在衬底上制备列扫描数据线、公共电极线、薄膜晶体管阵列的源电极和漏电极;

[0102] (5) 采用自组装的方式在薄膜晶体管阵列的源电极和漏电极表面修饰一层单分子层PFBT,以改善源、漏电极和半导体层的接触;

[0103] (6) 采用旋涂工艺在绝缘层和源、漏电极表面形成有机半导体层IDTBT,然后进行退火除去残留的溶剂;

[0104] (7) 采用3D打印的方式制备表面具有规则凹槽微结构的聚合物模板,采用刮涂的方式在硅片制备PDMS弹性绝缘薄膜并加热退火以固化PDMS薄膜;

[0105] (8) 采用旋涂方式在PDMS薄膜上制备银纳米线电极并将PDMS薄膜从聚合物模板上分离;

[0106] (9) 将含有规则微结构的PDMS薄膜的表面与薄膜晶体管阵列的半导体层贴合,形成压力传感阵列。

[0107] 实施例4

[0108] 通过下列具体步骤完成所述压力传感阵列:

[0109] (1) 利用乙醇溶液、丙酮溶液和去离子水对聚对二甲苯衬底进行清洗,清洗后用干燥氮气吹干,并采用氧等离子体或紫外光/臭氧处理衬底表面;

[0110] (2) 利用丝网印刷的方式在衬底上制备行扫描线和薄膜晶体管阵列的栅电极;

[0111] (3) 采用旋涂工艺在栅电极上制备PVC绝缘层薄膜,再进行紫外交联加热烘干;

[0112] (4) 采用丝网印刷的方式在衬底上制备列扫描数据线、公共电极线、薄膜晶体管阵列的源电极和漏电极;

[0113] (5) 采用自组装的方式在薄膜晶体管阵列的源电极和漏电极表面修饰一层单分子层PFBT,以改善源、漏电极和半导体层的接触;

[0114] (6) 采用旋涂工艺在绝缘层和源、漏电极表面形成有机半导体层TIPS-PS,然后进行退火以改善有机半导体层的结晶;

[0115] (7) 采用3D打印的方式制备表面具有规则凹槽微结构的聚合物模板,采用刮涂的方式在硅片制备PDMS弹性绝缘薄膜并加热退火以固化PDMS薄膜;

[0116] (8) 采用旋涂方式在PDMS薄膜上制备聚(3,4-乙撑二氧噻吩):聚苯乙烯磺酸电极并将PDMS薄膜从聚合物模板上分离;

[0117] (9) 将含有规则微结构的PDMS薄膜的表面与薄膜晶体管阵列的半导体层贴合,形成压力传感阵列。

[0118] 实施例5

[0119] 通过下列具体步骤完成所述压力传感阵列:

[0120] (1) 利用乙醇溶液、丙酮溶液和去离子水对聚萘二甲酸乙二醇酯(PEN)衬底进行超声清洗,清洗后干燥,采用氧等离子体或紫外光/臭氧处理衬底表面;

[0121] (2) 利用真空蒸镀的方式在衬底上制备行扫描线和薄膜晶体管阵列的栅电极;

[0122] (3) 采用旋涂工艺在栅电极上制备PVC绝缘层薄膜,再进行紫外交联加热烘干;

[0123] (4) 采用真空蒸镀的方式在衬底上制备列扫描数据线、公共电极线、薄膜晶体管阵列的源电极和漏电极;

[0124] (5) 采用自组装的方式在薄膜晶体管阵列的源电极和漏电极表面修饰一层单分子层PFBT,以改善源、漏电极和半导体层的接触;

[0125] (6) 采用旋涂工艺在绝缘层和源、漏电极表面形成有机半导体层TIPS-PS,然后进

行退火以改善有机半导体层的结晶；

[0126] (7) 采用化学刻蚀的方式在硅片形成规则倒金字塔的微结构,采用刮涂的方式在硅片制备PDMS弹性绝缘薄膜并加热退火以固化PDMS薄膜；

[0127] (8) 采用旋涂方式在PDMS薄膜上制备碳纳米管电极并将PDMS薄膜从硅片上分离；

[0128] (9) 将含有规则微结构的PDMS薄膜的表面到薄膜晶体管阵列的半导体层贴合,形成压力传感阵列。

[0129] 实施例6

[0130] 通过下列具体步骤完成所述压力传感阵列：

[0131] (1) 利用乙醇溶液、丙酮溶液和去离子水对聚萘二甲酸乙二醇酯(PEN)衬底进行超声清洗,清洗后干燥,采用氧等离子体或紫外光/臭氧处理衬底表面；

[0132] (2) 利用喷墨打印的方式在衬底上制备行扫描线和薄膜晶体管阵列的栅电极；

[0133] (3) 采用刮涂工艺在栅电极上制备PVC绝缘层薄膜,再进行紫外交联加热烘干；

[0134] (4) 采用真空蒸镀的方式在衬底上制备列扫描数据线、公共电极线、薄膜晶体管阵列的源电极和漏电极；

[0135] (5) 采用自组装的方式在薄膜晶体管阵列的源电极和漏电极表面修饰一层单分子层PFBT,以改善源、漏电极和半导体层的接触；

[0136] (6) 采用旋涂工艺在绝缘层和源、漏电极表面形成有机半导体层TIPS-PS,然后进行退火以改善有机半导体层的结晶；

[0137] (7) 采用化学刻蚀的方式在硅片形成规则倒金字塔的微结构,采用刮涂的方式在硅片制备PDMS弹性绝缘薄膜并加热退火以固化PDMS薄膜；

[0138] (8) 采用旋涂方式在PDMS薄膜上制备银纳米线电极并将PDMS薄膜从硅片上分离；

[0139] (9) 将含有规则微结构的PDMS薄膜的表面与薄膜晶体管阵列的半导体层贴合,形成压力传感阵列。

[0140] 以上所述仅是本发明的优选实施方式,应当指出,对于本技术领域的普通技术人员,在不脱离本发明原理的前提下,还可以做出若干改进和润饰,这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。

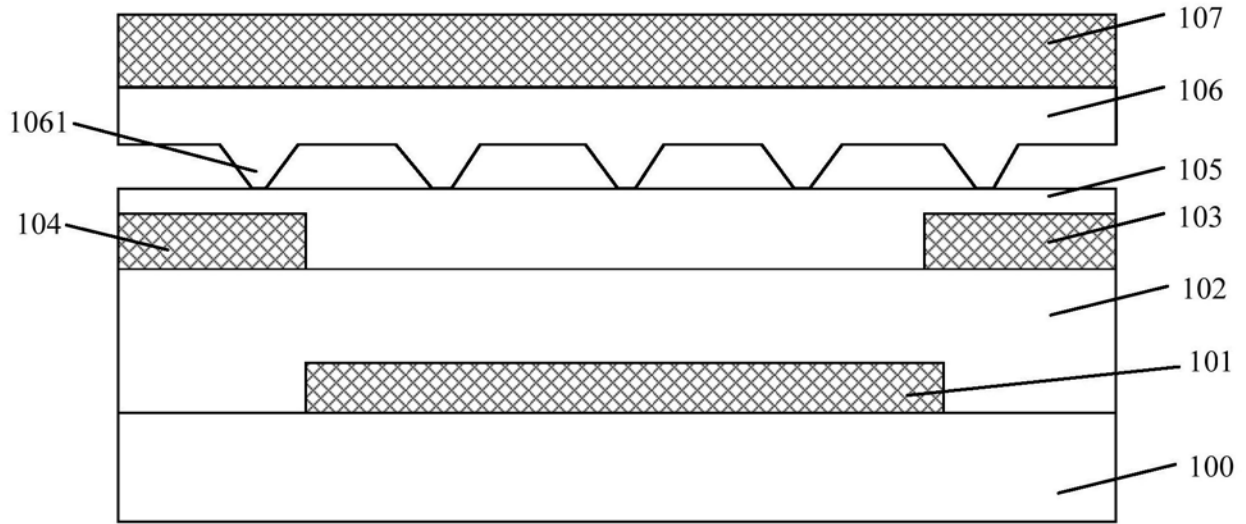


图1

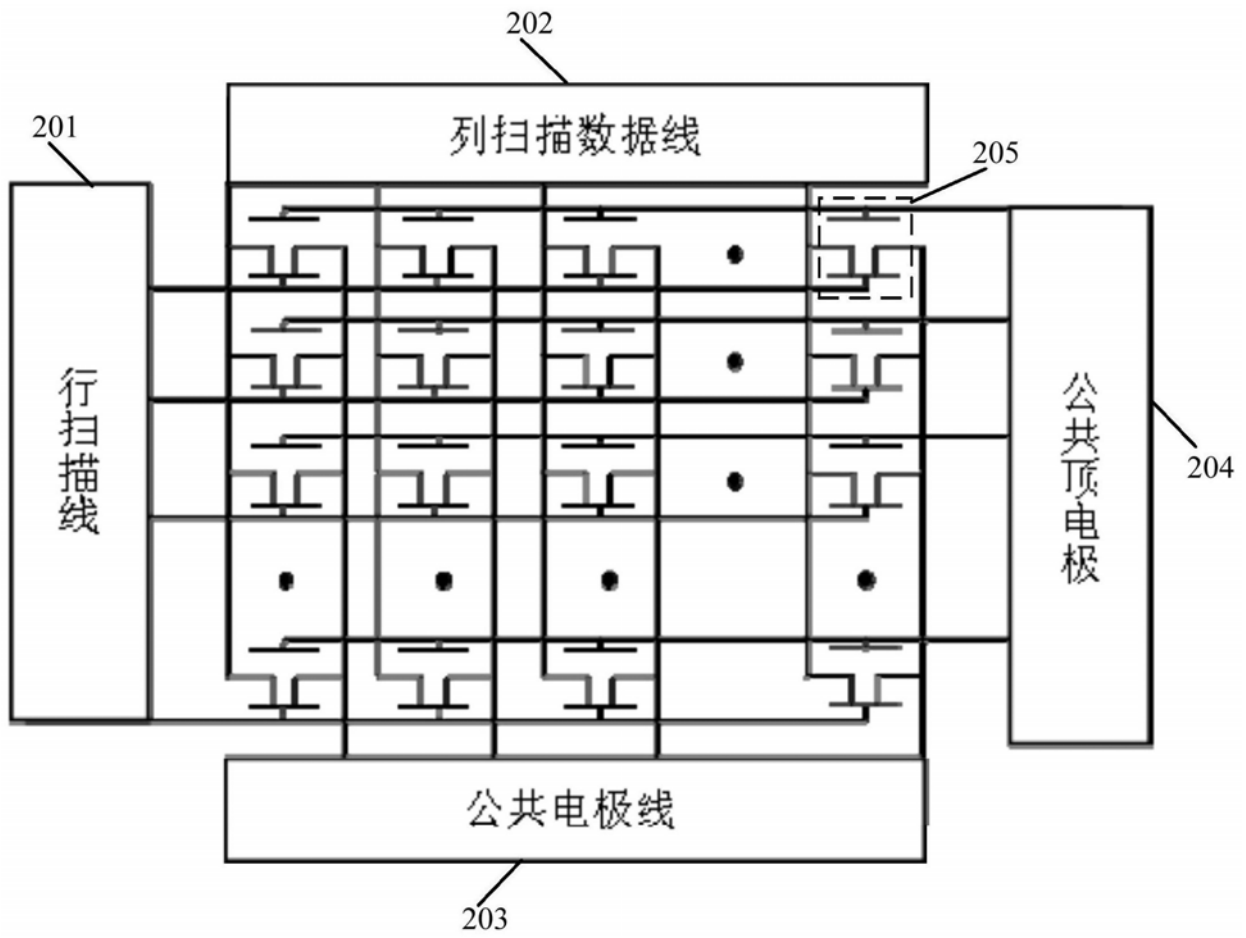


图2

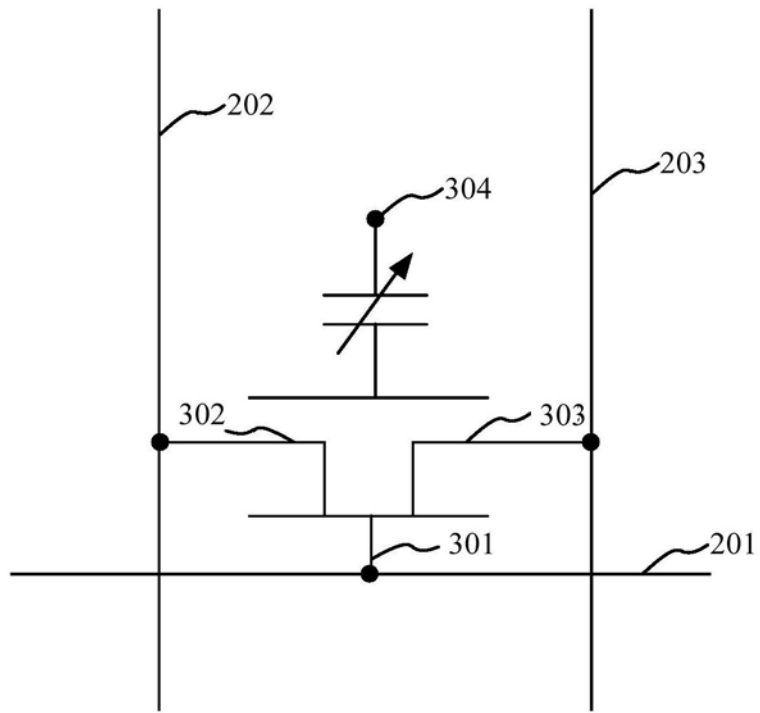


图3

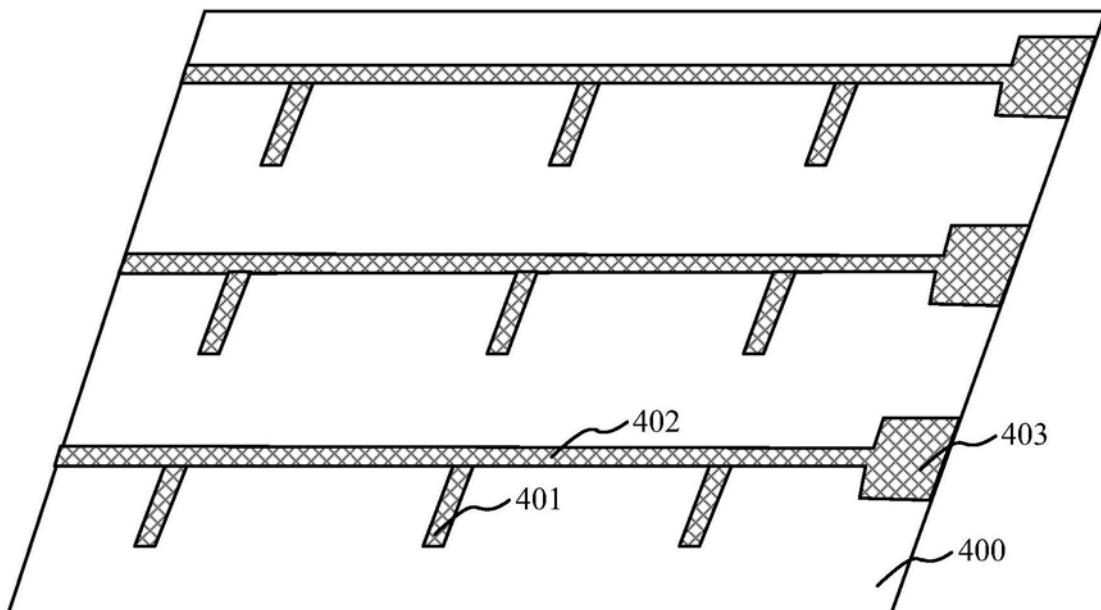


图4

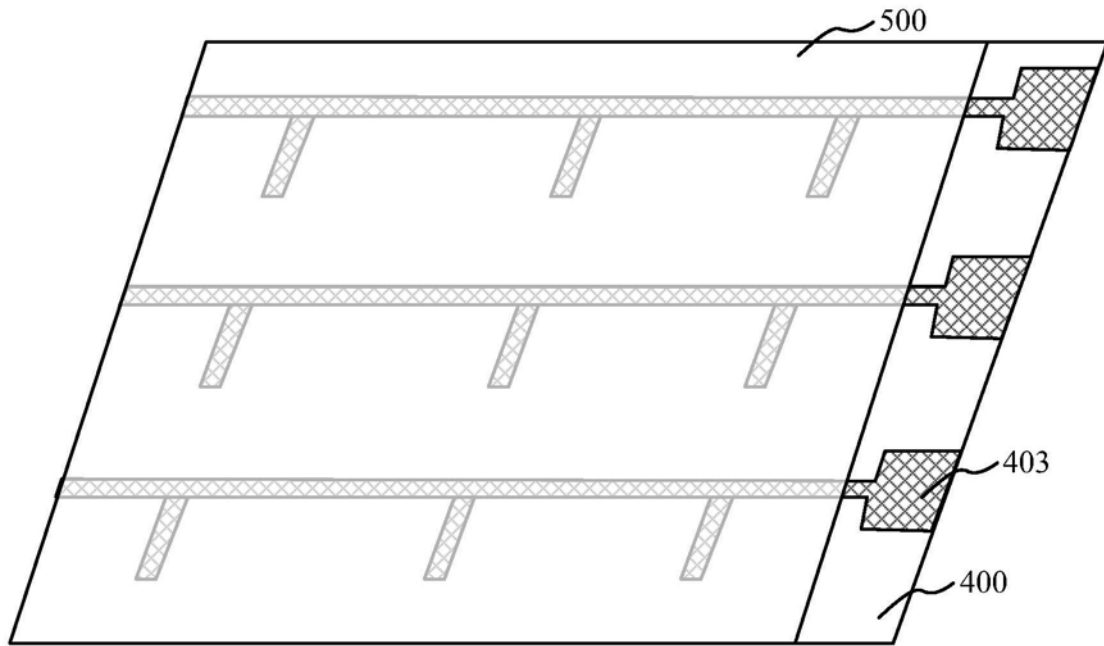


图5

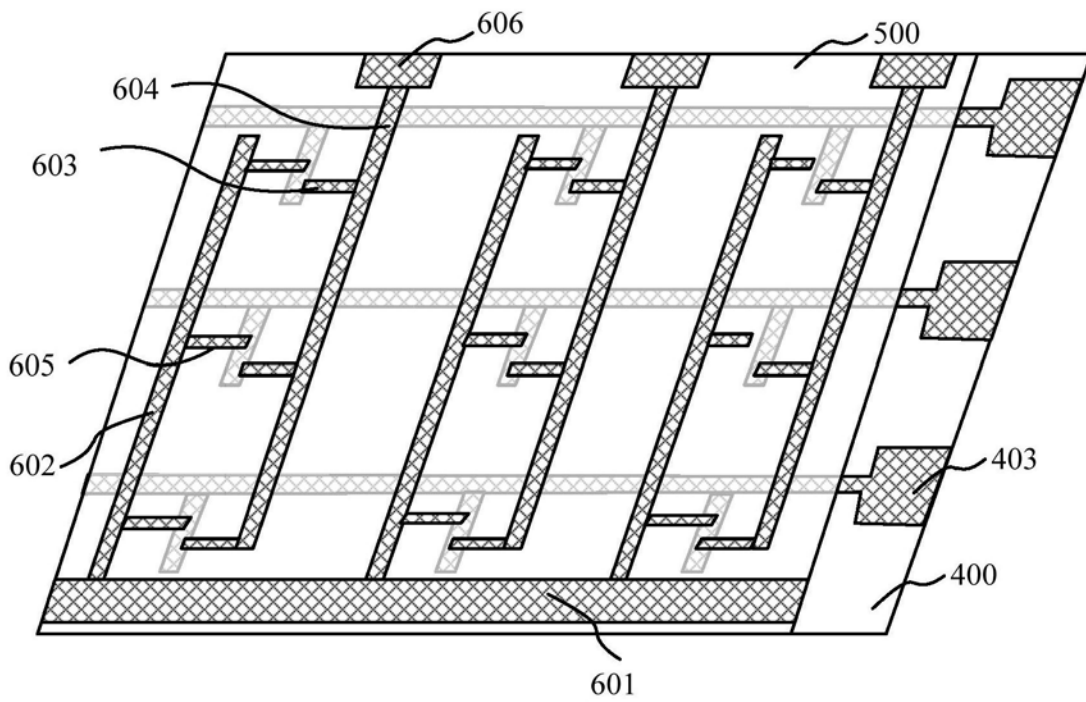


图6

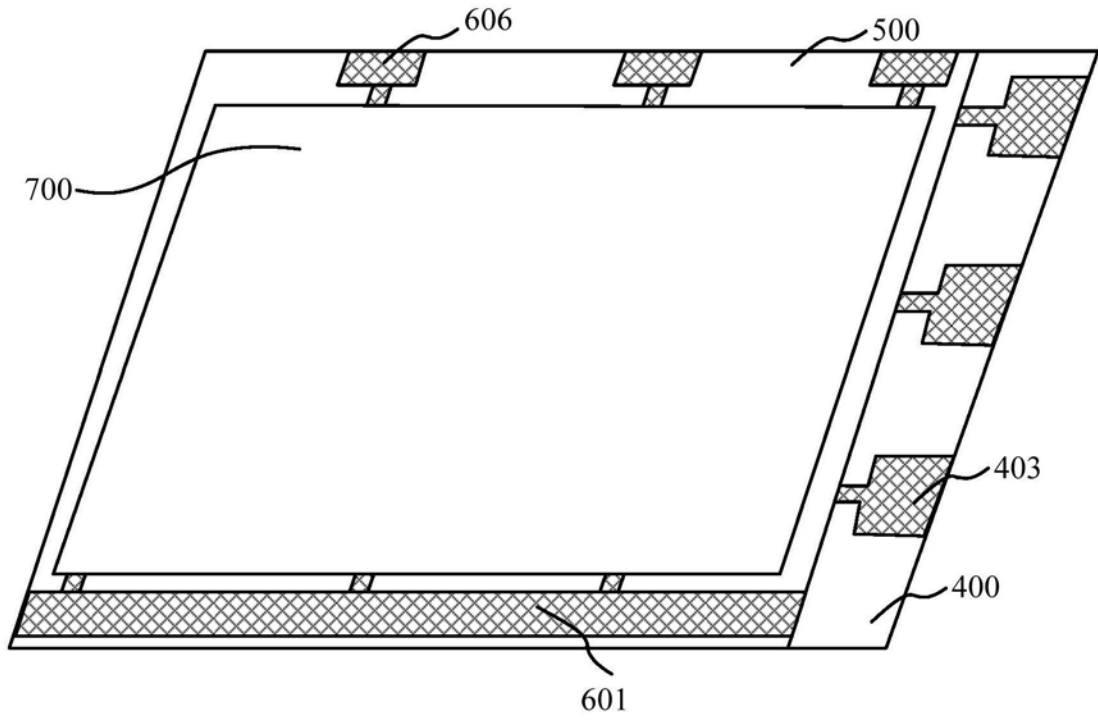


图7

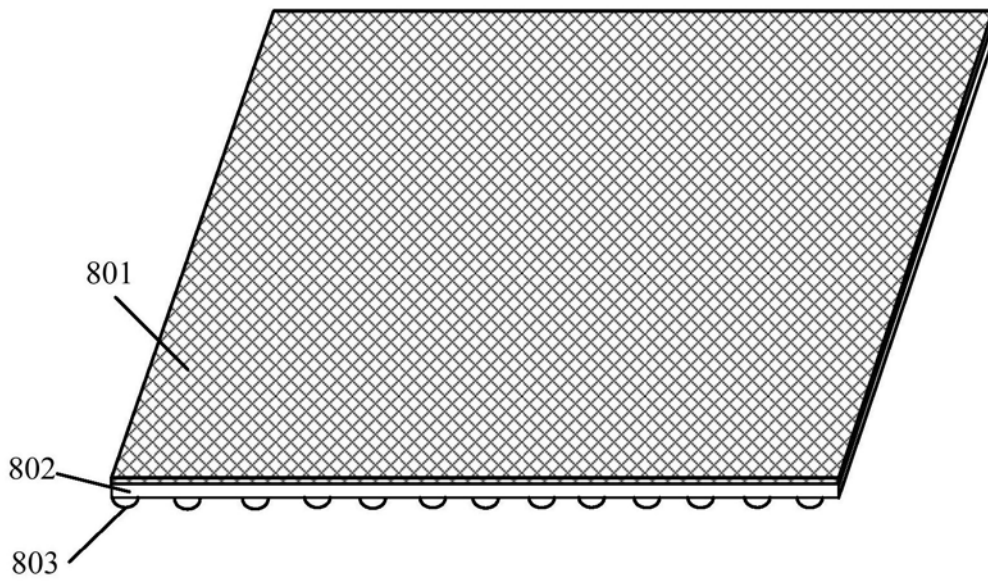


图8

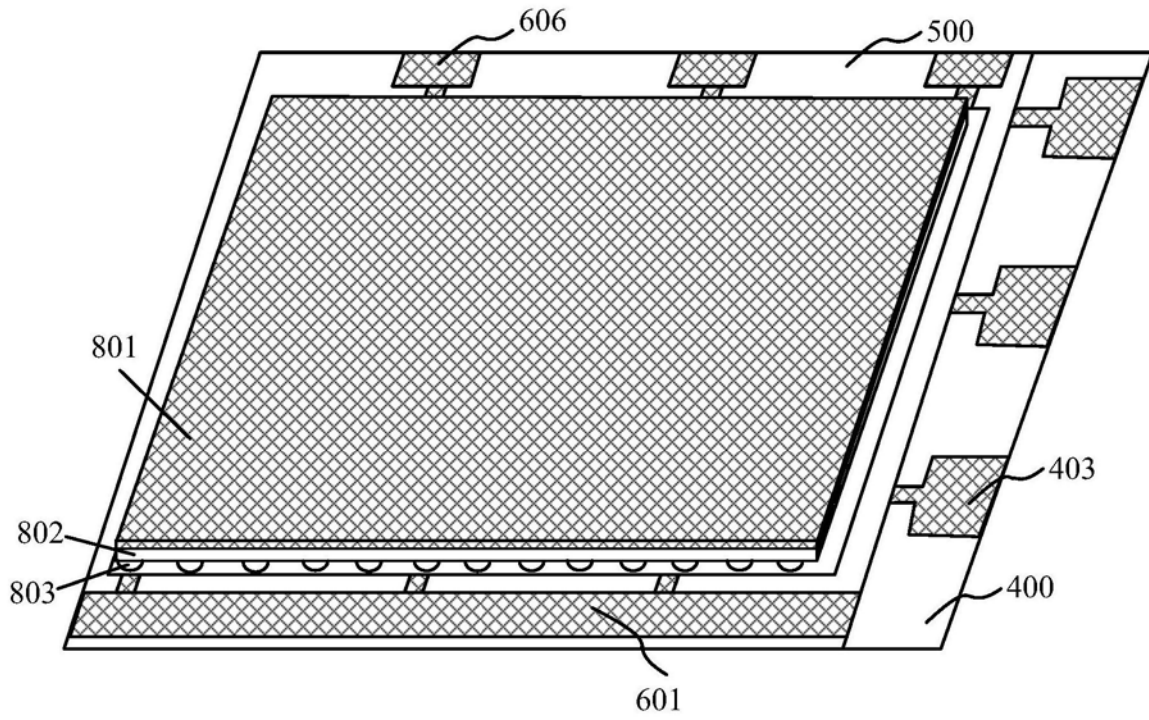


图9