



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105136351 B

(45)授权公告日 2017.09.26

(21)申请号 201510513013.3

(22)申请日 2015.08.19

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 105136351 A

(43)申请公布日 2015.12.09

(73)专利权人 东南大学
地址 211189 江苏省南京市江宁区东南大
学路2号

(72)发明人 聂萌 章丹 黄庆安

(74)专利代理机构 南京瑞弘专利商标事务所
(普通合伙) 32249

代理人 杨晓玲

(51)Int.Cl.

G01L 1/14(2006.01)

G01L 9/12(2006.01)

(56)对比文件

US 2012/0055257 A1,2012.03.08,

CN 103091003 A,2013.05.08,

WO 2015/047572 A1,2015.04.02,

CN 104677528 A,2015.06.03,

CN 104697680 A,2015.06.10,

审查员 刘嘉

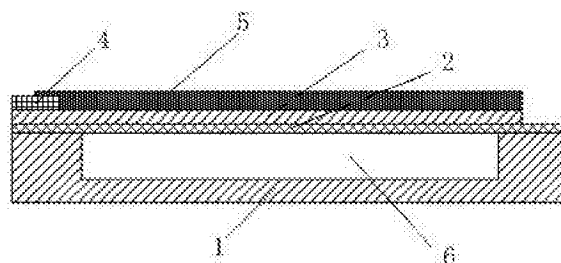
权利要求书1页 说明书5页 附图6页

(54)发明名称

一种电容式压力传感器及其制备方法

(57)摘要

本发明公开了一种电容式压力传感器,包括LCP衬底、下金属电极板、LCP绝缘介质层、金属引线、石墨烯电极板;LCP衬底通过DRIE腐蚀得到凹槽;将通过层压制成的下金属电极板上覆有LCP绝缘介质层薄膜与LCP衬底再次通过层压粘合在一起,形成真空密封腔;在LCP绝缘介质层薄膜上溅射一层金属,形成金属引线;在LCP绝缘介质层薄膜与部分金属引线上旋涂一层氧化石墨烯;高温加热,将氧化石墨烯还原成石墨烯,形成上电极板。该压力传感器利用有机柔性材料LCP作为衬底,使得压力传感器可以弯曲变形,利用LCP薄膜作为绝缘介质层使得压力传感器的灵敏度得到了极大地提高。该压力传感器可以广泛适用于气压检测、生物医学等领域。本专利同时还提供传感器的制备方法,简单易行。



1. 一种电容式压力传感器的制备方法,其特征在于,

所述压力传感器包括柔性衬底(1)、下金属电极板(2)、LCP绝缘介质层(3)、金属引线(4)和石墨烯电极板(5);柔性衬底(1)和下金属电极板(2)粘合,柔性衬底(1)中设有真空密封腔(6),真空密封腔(6)的顶面为下金属电极板(2)的底面;LCP绝缘介质层(3)连接在下金属电极板(2)的上表面,且LCP绝缘介质层(3)覆盖部分下金属电极板(2);LCP绝缘介质层(3)位于真空密封腔(6)的上方,且覆盖整个真空密封腔(6);金属引线(4)连接在LCP绝缘介质层(3)的上表面;石墨烯电极板(5)连接在LCP绝缘介质层(3)的上表面和金属引线(4)的部分上表面;

所述制备方法包括以下步骤:

第一步:在柔性衬底(1)表面涂上第一光刻胶层(7),第一光刻胶层(7)覆盖柔性衬底(1)部分表面;

第二步:在柔性衬底(1)和第一光刻胶层(7)上溅射一铝层(8);

第三步:去除第一光刻胶层(7)和位于第一光刻胶层(7)上的铝层,形成铝掩膜(9);

第四步:对裸露出来的柔性衬底(1)进行DRIE腐蚀,形成凹槽;

第五步:腐蚀去除铝掩膜(9);

第六步:利用层压工艺将LCP绝缘介质层(3)与金属箔压制连接;金属箔作为下金属电极板(2);

第七步:利用层压工艺将上表面覆有LCP绝缘介质层(3)的下金属电极板(2)与柔性衬底(1)粘合,形成真空密封腔(6);

第八步:在LCP绝缘介质层(3)部分表面和裸露出来的下金属电极板(2)的表面涂上第二光刻胶层(13);

第九步:在第二光刻胶层(13)表面和LCP绝缘介质层(3)的裸露表面溅射一金属层(10);

第十步:去除第二光刻胶层(13)及位于第二光刻胶层(13)上的金属层(10),形成金属引线(4);

第十一步:在金属引线(4)的部分表面和下金属电极板(2)裸露的上表面部分分别贴上胶布(11);

第十二步:在胶布(11)、金属引线(4)和LCP绝缘介质层(3)的表面旋涂一层氧化石墨烯薄膜(12);

第十三步:撕去胶布(11)以及位于胶布(11)上的氧化石墨烯薄膜(12);

第十四步:进行高温加热,将氧化石墨烯薄膜(12)还原成石墨烯薄膜,形成石墨烯电极板(5),从而制成传感器。

2. 按照权利要求1所述的电容式压力传感器的制备方法,其特征在于,所述的柔性衬底(1)为LCP材料制成。

一种电容式压力传感器及其制备方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种压力传感器,具体来说,涉及一种电容式压力传感器及其制备方法。

背景技术

[0002] 传统的硅基压力传感器由于传感器整体不可弯曲变形的特点,导致其在生物医学等众多领域的使用少之又少。同时,许多领域都急需可弯曲变形的柔性压力传感器以供使用。现有的采取变面积式的电容式压力传感器都是硅基压力传感器。由于单晶硅、多晶硅以及氧化硅、氮化硅的柔性远不如一些聚合物材料,所以这就导致其灵敏度不好、量程不大从而使得应用范围不广。

发明内容

[0003] 技术问题:本发明所要解决的技术问题是:提供一种电容式压力传感器及其制备方法,该压力传感器不仅具有可弯曲变形的特性,而且灵敏度高、量程广。

[0004] 技术方案:为解决上述技术问题,本发明采用的技术方案是:

[0005] 一种电容式压力传感器,该压力传感器包括柔性衬底、下金属电极板、LCP绝缘介质层、金属引线和石墨烯电极板;柔性衬底和下金属电极板粘合,柔性衬底中设有真空密封腔,真空密封腔的顶面为下金属电极板的底面;LCP绝缘介质层连接在下金属电极板的上表面,且LCP绝缘介质层覆盖部分下金属电极板;LCP绝缘介质层位于真空密封腔的上方,且覆盖整个真空密封腔;金属引线连接在LCP绝缘介质层的上表面;石墨烯电极板连接在LCP绝缘介质层的上表面和金属引线的部分上表面。

[0006] 作为优选,所述的柔性衬底为LCP材料制成。

[0007] 作为优选,所述的金属引线位于真空密封腔正上方的外侧。

[0008] 作为优选,所述的石墨烯电极板覆盖LCP绝缘介质层整个上表面。

[0009] 一种上述的电容式压力传感器的制备方法,该制备方法包括以下步骤:

[0010] 第一步:在柔性衬底表面涂上第一光刻胶层,第一光刻胶层覆盖柔性衬底部分表面;

[0011] 第二步:在柔性衬底和第一光刻胶层上溅射一铝层;

[0012] 第三步:去除第一光刻胶和位于第一光刻胶上的铝层,形成铝掩膜;

[0013] 第四步:对裸露出来的柔性衬底进行DRIE腐蚀,形成凹槽;

[0014] 第五步:腐蚀去除铝掩膜;

[0015] 第六步:利用层压工艺将LCP绝缘介质层与金属箔压制连接;金属箔作为下金属电极板;

[0016] 第七步:利用层压工艺将上表面覆有LCP绝缘介质层的下金属电极板与柔性衬底粘合,形成真空密封腔;

[0017] 第八步:在LCP绝缘介质层部分表面和裸露出来的下金属电极板的表面涂上第二

光刻胶层；

[0018] 第九步：在第二光刻胶层表面和LCP绝缘介质层的裸露表面溅射一金属层；

[0019] 第十步：去除第二光刻胶层及位于第二光刻胶层上的金属薄层，形成金属引线；

[0020] 第十一步：在金属引线的部分表面和下金属电极板裸露的上表面部分分别贴上胶布；

[0021] 第十二步：在胶布、金属引线和LCP绝缘介质层的表面旋涂一层氧化石墨烯薄膜；

[0022] 第十三步：撕去胶布以及位于胶布上的氧化石墨烯薄膜；

[0023] 第十四步：进行高温加热，将氧化石墨烯薄膜还原成石墨烯薄膜，形成石墨烯电极板，从而制成传感器。

[0024] 有益效果：与现有的硅基电容式压力传感器相比，本发明具有以下有益效果：压力传感器可弯曲变形，在弯曲变形的情况下能够很好的工作，且灵敏度高。利用柔性材料LCP分别制成压力传感器的衬底和绝缘介质层薄膜。当外界压力施加于传感器，使得传感器的石墨烯电极板、LCP绝缘介质层、下金属电极板一同发生挠曲变形，这就使得两基板之间的面积增大，导致电容增大。上电极板由石墨烯构成，中间绝缘介质层由LCP薄膜构成，由于LCP薄膜的杨氏模量要低于单晶硅、多晶硅，所以受到相同的力，LCP薄膜的挠曲会更加大。同时，LCP材料的相对介电常数在3左右，比用真空作为绝缘介质层好很多。因为LCP材料相对介电常数要大于真空，会导致电容基数大，所以采用LCP材料做中间绝缘介质层要好于真空。这使得传感器的灵敏度得到大大地提高。由于本实施例的压力传感器在衬底弯曲变形的情况下，依然可以很好的工作，弥补了传统硅基电容式压力传感器不可弯曲变形的缺陷，并且传感器的结构使得传感器的灵敏度得到极大地提高，可以广泛使用在气压检测、生物医学等领域。

附图说明

[0025] 图1为本发明实施例的剖视图。

[0026] 图2为本发明实施例中制备方法的第一步的结构示意图。

[0027] 图3为本发明实施例中制备方法的第二步的结构示意图。

[0028] 图4为本发明实施例中制备方法的第三步的结构示意图。

[0029] 图5为本发明实施例中制备方法的第四步的结构示意图。

[0030] 图6为本发明实施例中制备方法的第五步的结构示意图。

[0031] 图7为本发明实施例中制备方法的第六步的结构示意图。

[0032] 图8为本发明实施例中制备方法的第七步的结构示意图。

[0033] 图9为本发明实施例中制备方法的第八步的结构示意图。

[0034] 图10为本发明实施例中制备方法的第九步的结构示意图。

[0035] 图11为本发明实施例中制备方法的第十步的结构示意图。

[0036] 图12为本发明实施例中制备方法的第十一步的结构示意图。

[0037] 图13为本发明实施例中制备方法的第十二步的结构示意图。

[0038] 图14为本发明实施例中制备方法的第十三步的结构示意图。

[0039] 图15为本发明实施例中制备方法的第十四步的结构示意图。

[0040] 图中有：柔性衬底1、下金属电极板2、LCP绝缘介质层3、金属引线4、石墨烯电极板

5、真空密封腔6、第一光刻胶层7、铝层8、铝掩膜9、金属层10、胶布11、氧化石墨烯薄膜12、第二光刻胶层13。

具体实施方式

[0041] 下面结合附图,对本发明的技术方案进行详细的说明。

[0042] 如图1所示,本发明实施例的一种电容式压力传感器,包括柔性衬底1、下金属电极板2、LCP绝缘介质层3、金属引线4和石墨烯电极板5。柔性衬底1和下金属电极板2粘合,柔性衬底1中设有真空密封腔6,真空密封腔6的顶面为下金属电极板2的底面。LCP绝缘介质层3连接在下金属电极板2的上表面,且LCP绝缘介质层3覆盖部分下金属电极板2。LCP绝缘介质层3位于真空密封腔6的上方,且覆盖整个真空密封腔6。金属引线4连接在LCP绝缘介质层3的上表面。石墨烯电极板5连接在LCP绝缘介质层3的上表面和金属引线4的部分上表面。LCP绝缘介质层3是指由LCP材料制成的绝缘介质层。采用其他柔性聚合物材料,在工艺制作中很难做到部分覆盖下金属电极板2,而LCP材料在工艺制作上采用层压法很容易做到部分覆盖下金属电极板2。石墨烯电极板5与金属引线4部分上表面连接在一起。这会使石墨烯电极板5与金属引线4不容易分离,提高传感器的可靠性。LCP绝缘介质层3覆盖部分下金属电极板2,因为下金属电极板2裸露出来一部分作为一金属引线,与另一个金属引线4一起将电容变化输出。

[0043] 上述结构的电容式压力传感器的工作过程是:传感器在外界压力的作用下,石墨烯电极板5、LCP绝缘介质层3、下金属电极板2发生挠曲,使得石墨烯电极板5和下金属电极板2之间的面积增大,从而使得电容增大。电容变化通过金属引线4和下金属极板2裸露出来的金属引线输出,从而达到测出外在压力值的目的。根据事先对外界压力与压力敏感元件的电阻进行数据拟合标定,获得电阻压力关系,然后根据实际测得的压力敏感元件的电阻变化,得到所需测量点的压力值。

[0044] 本实施例的压力传感器,当外界压力作用在石墨烯电极板5上时,会导致石墨烯电极板5、LCP绝缘介质层3、下金属电极板2都发生弯曲形变。此时,石墨烯电极板5与下金属电极板2之间的面积发生了变化。平行极板电容器的电容计算公式为: $C = \frac{\epsilon A}{d}$,其中,A表示平行极板之间的面积;d表示平行极板之间的距离,e为中间绝缘介质层的介电常数。当平行极板之间的面积发生变化,平行极板电容器的电容就会发生相应的变化。现有的电容式压力传感器一般都是采用变间距的工作原理,即电容两极板之间的间距发生变化继而导致电容变化。与现有技术相比,本实施例采用面积变化带来的电容变化,并结合压力传感器的柔性特征,提高了压力传感器的灵敏度。

[0045] 本实施例的压力传感器中,下金属电极板2、LCP绝缘介质层3和石墨烯电极板5在压力作用下,一同发生形变,从而导致面积变化。由于LCP材料的柔韧性好,所以可以承受比单晶硅、多晶硅以及氧化硅、氮化硅更大的压力,而不使LCP材料发生损坏、断裂。也就是说,本实施例的压力传感器可以承受的压力范围更广,相应使得压力传感器的量程增大。

[0046] 本实施例的压力传感器中,柔性衬底1的设置,使得传感器可以使用在需要传感器整体弯曲变形的领域,如生物医学和可穿戴设备等领域中。LCP绝缘介质层3采用LCP材料制成。LCP材料具有良好的柔韧性,其杨氏模量在5~20GPa,远远小于单晶硅与多晶硅。在相同

压力作用下,LCP的挠曲变形要大于单晶硅和多晶硅薄膜。另外,石墨烯电极板5构成上电极板。相比于采用金属作上电极板,用石墨烯电极板5作为上电极板,在相同压力下,石墨烯电极板5的弯曲形变会更加大。这都会使传感器的灵敏度得到极大的提高。

[0047] 本实施例的压力传感器中,采用LCP绝缘介质层3作为上下电极板之间中间绝缘介质层。由于LCP材料的相对介电常数在3左右,比空气的相对介电常数要大。这也会使得传感器的灵敏度提高。因为相对介电常数大,会导致电容基数大。这也间接的提高了传感器的灵敏度。本实施例中,采用石墨烯作为上电极板,且石墨烯的柔韧性要优于金属。在相同压力的作用下,石墨烯的弯曲形变会比金属更大,所以有利于提高传感器的灵敏度。而下金属电极2不能采用石墨烯材料制成。这是因为在制作工艺中,要在高压条件下,将下金属电极2与柔性衬底1压合到一起。如果采用石墨烯薄膜作为下金属电极,则石墨烯薄膜会在压合的过程中受到破坏,所以不能采用石墨烯薄膜做下电极。

[0048] 另外,石墨烯的质量要远远小于同体积的金属。石墨烯电极板5在LCP绝缘介质层3上方,不会导致LCP绝缘介质层3受到上方电极板重力的作用,而发生一定的弯曲形变。这也提高了传感器的稳定性与可靠性。

[0049] 作为优选方案,所述的柔性衬底1为LCP材料制成。液晶高分子聚合物(文中简称LCP)是一种由刚性分子链构成的、在一定物理条件下既有液体的流动性又有晶体的物理性能各向异性(此状态称为液晶态)的高分子物质。LCP具有许多独特的优点,例如损耗小、成本低、使用频率范围大、强度高、重量轻、耐热性和阻燃性强、线膨胀系数小、耐腐蚀性和耐辐射性能好、CP薄膜的成型温度低,具有可弯曲性和可折叠性的优良成型加工性能,可用于各种带弧形和弯曲等复杂形状的制品。柔性基板1上的通孔通过激光打孔制成。

[0050] 作为优选方案,所述的金属引线4位于真空密封腔6正上方的外侧。所述的石墨烯电极板5覆盖LCP绝缘介质层3整个上表面。石墨烯电极板5覆盖整个上表面,尽可能的增大电容两平行极板(即石墨烯电极板5与下金属电极板2)之间的面积,从而增大电容基数。

[0051] 上述实施例的电容式压力传感器的制备方法,包括以下步骤:

[0052] 第一步:如图2所示,在柔性衬底1表面涂上第一光刻胶层7,第一光刻胶层7覆盖柔性衬底1部分表面;

[0053] 第二步:如图3所示,在柔性衬底1和第一光刻胶层7上溅射一铝层8;

[0054] 第三步:如图4所示,去除第一光刻胶7和位于第一光刻胶7上的铝层,形成铝掩膜9;

[0055] 第四步:如图5所示,对裸露出来的柔性衬底1进行DRIE腐蚀,形成凹槽;

[0056] 第五步:如图6所示,腐蚀去除铝掩膜9;

[0057] 第六步:如图7所示,利用层压工艺将LCP绝缘介质层3与金属箔压制连接;金属箔作为下金属电极板2;

[0058] 第七步:如图8所示,利用层压工艺将上表面覆有LCP绝缘介质层3的下金属电极板2与柔性衬底1粘合,形成真空密封腔6;

[0059] 第八步:如图9所示,在LCP绝缘介质层3部分表面和裸露出来的下金属电极板2的表面涂上第二光刻胶层13;

[0060] 第九步:如图10所示,在第二光刻胶层13表面和LCP绝缘介质层3的裸露表面溅射一金属层10;

[0061] 第十步:如图11所示,去除第二光刻胶层13及位于第二光刻胶层13上的金属薄层10,形成金属引线4;

[0062] 第十一步:如图12所示,在金属引线4的部分表面和下金属电极板2裸露的上表面分别贴上胶布11;

[0063] 第十二步:如图13所示,在胶布11、金属引线4和LCP绝缘介质层3的表面旋涂一层氧化石墨烯薄膜12;

[0064] 第十三步:如图14所示,撕去胶布11以及位于胶布11上的氧化石墨烯薄膜12;

[0065] 第十四步:如图15所示,进行高温加热,将氧化石墨烯薄膜12还原成石墨烯薄膜,形成石墨烯电极板5,从而制成传感器。

[0066] 本发明实施例采用有机柔性材料LCP作为压力传感器衬底,利用LCP薄膜作为电容式压力传感器的绝缘介质层,利用石墨烯做上电极板。当传感器受到外界压力的时候,石墨烯电极板、LCP绝缘介质层、下金属电极板会同时发生挠曲形变,使得两电极板的面积发生变化,继而会导致传感器的电容发生变化通过金属引线和金属电极板将变化测量出来,最后达到测出外在压力的值的目的。

[0067] 以上显示和描述了本发明的基本原理、主要特征和优点。本领域的技术人员应该了解,本发明不受上述具体实施例的限制,上述具体实施例和说明书中的描述只是为了进一步说明本发明的原理,在不脱离本发明精神和范围的前提下,本发明还会有各种变化和改进,这些变化和改进都落入要求保护的本发明范围内。本发明要求保护的的范围由权利要求书及其等效物界定。

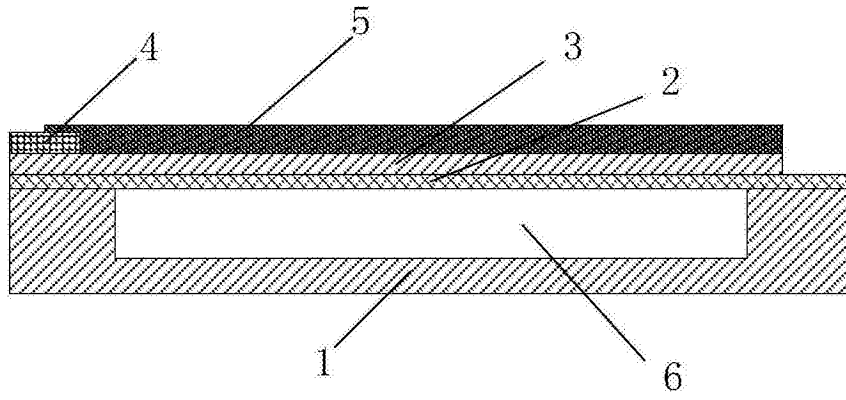


图1

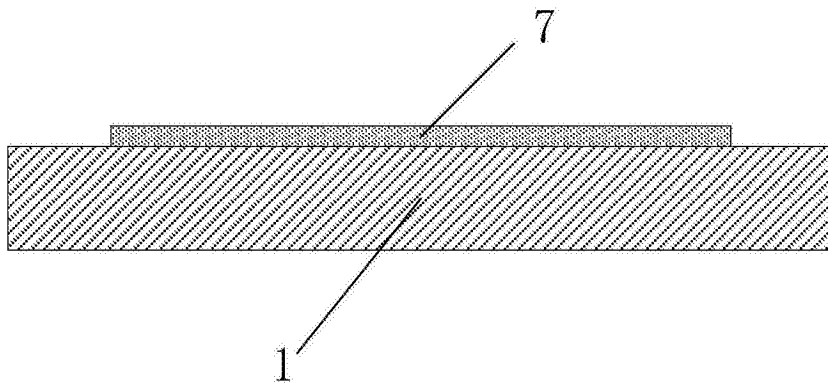


图2

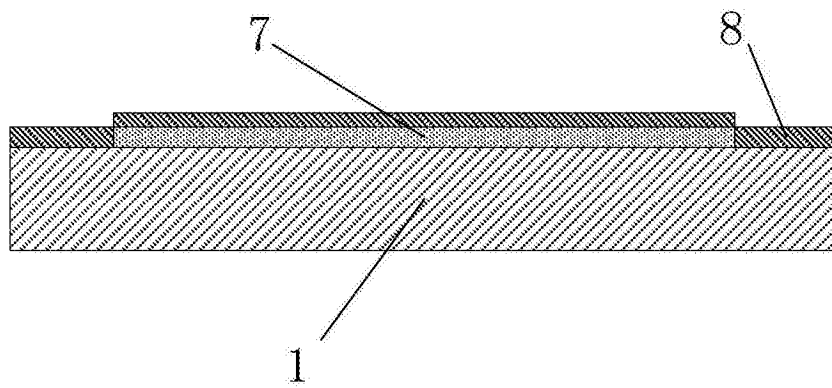


图3

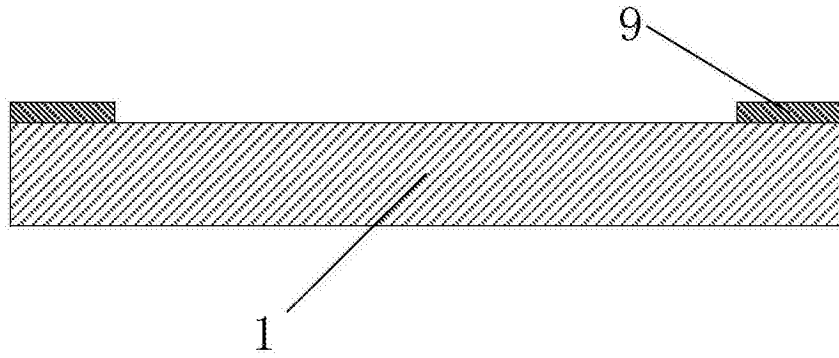


图4

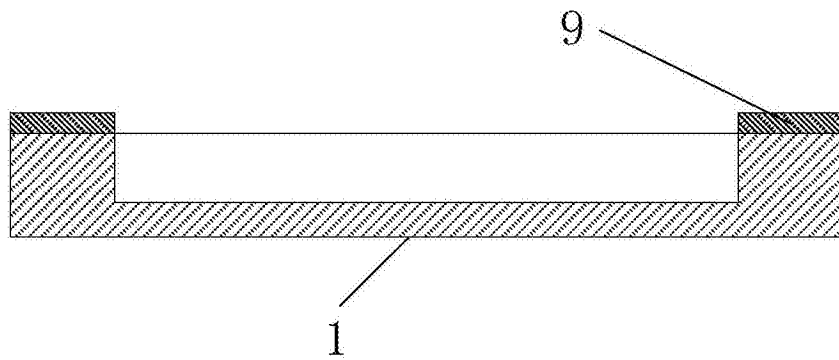


图5

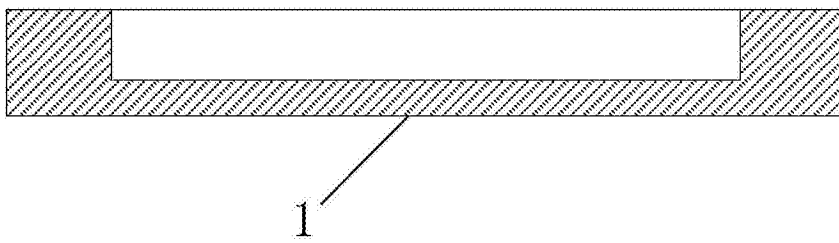


图6

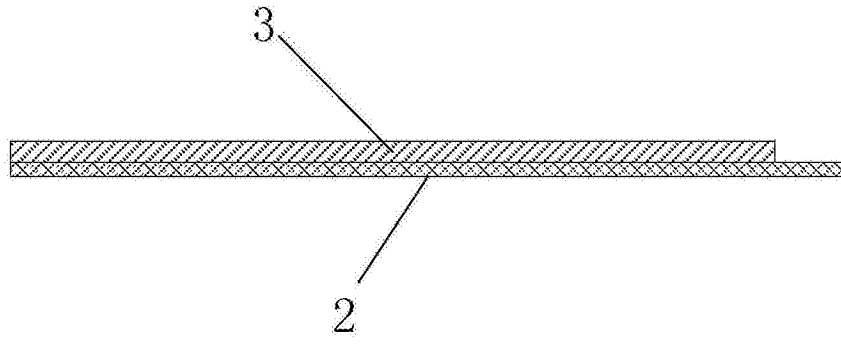


图7

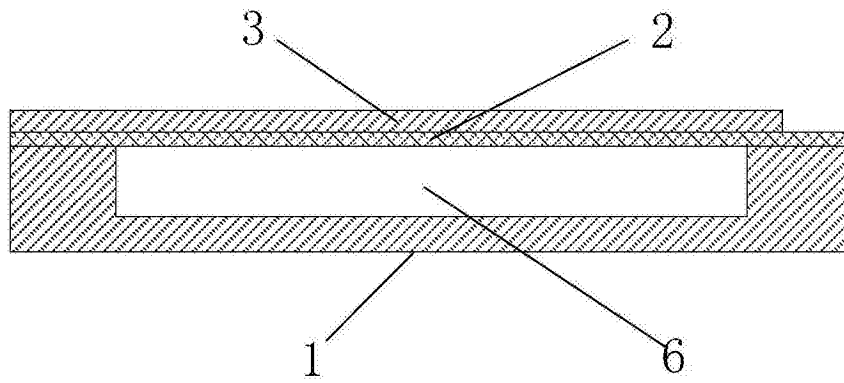


图8

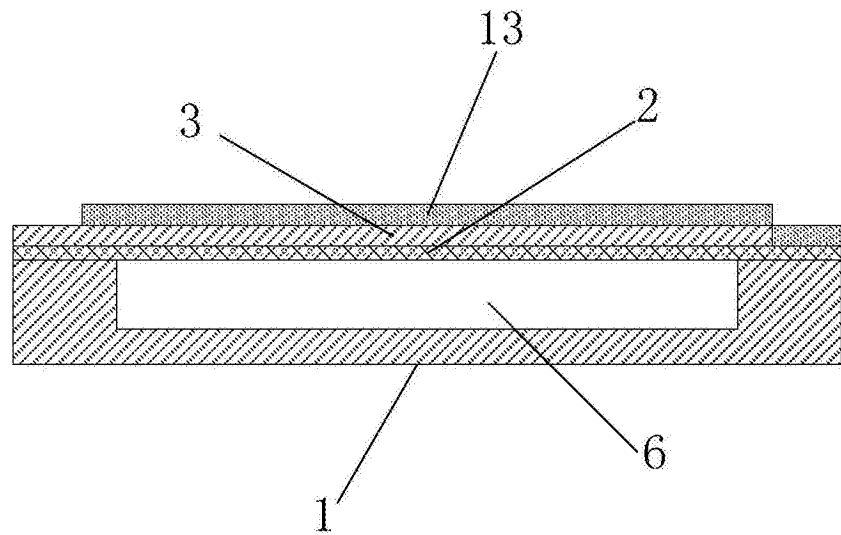


图9

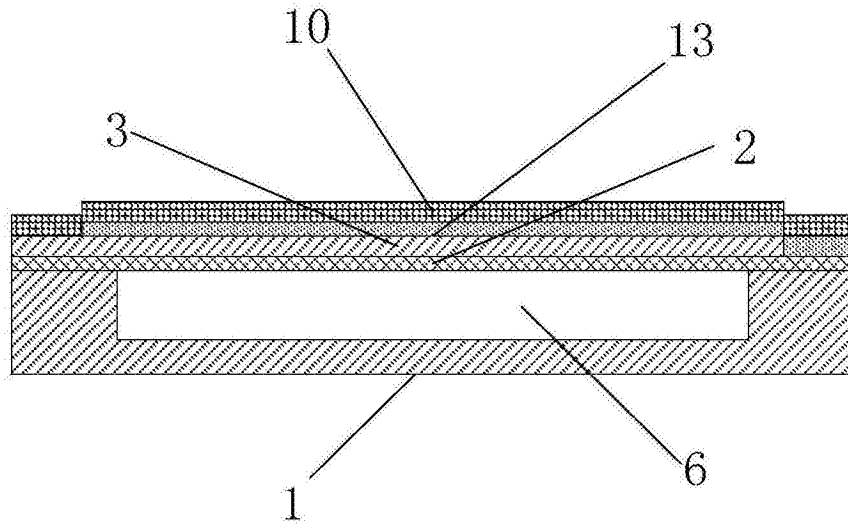


图10

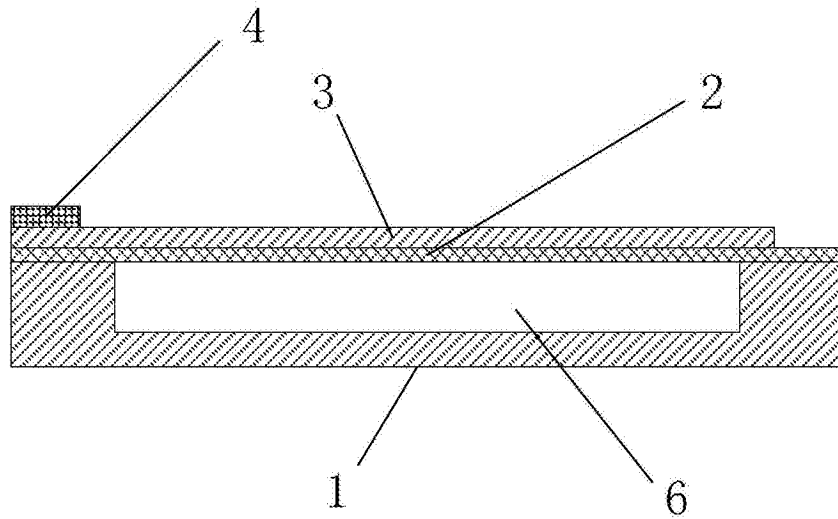


图11

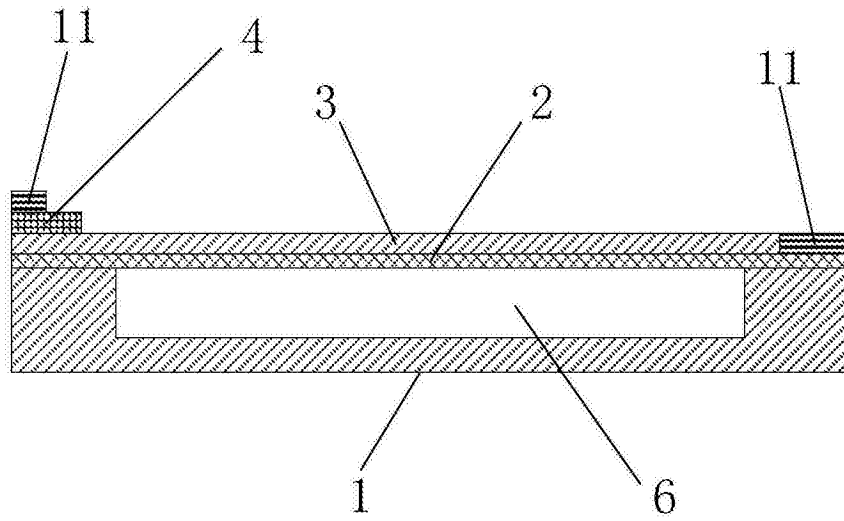


图12

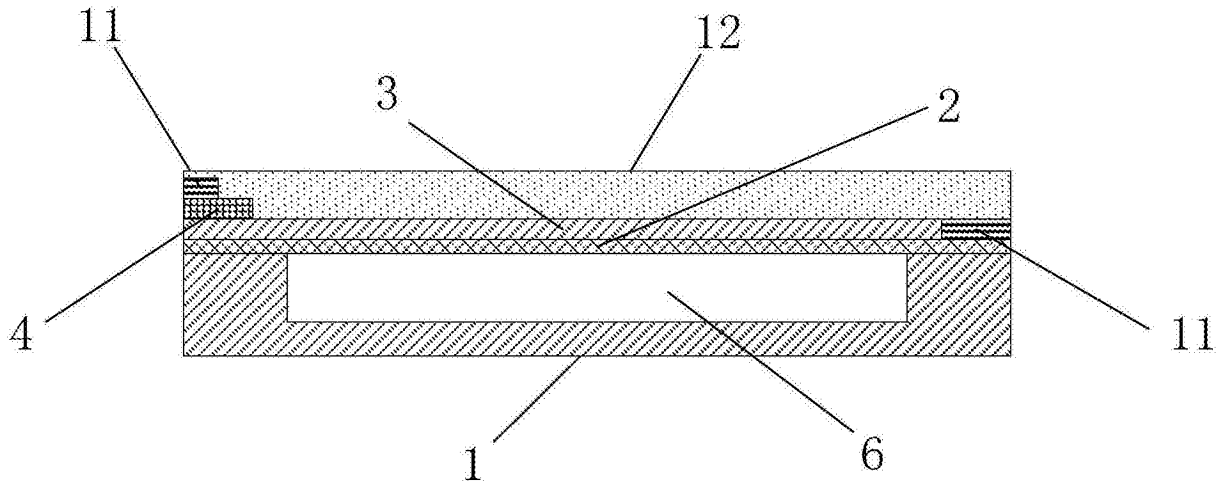


图13

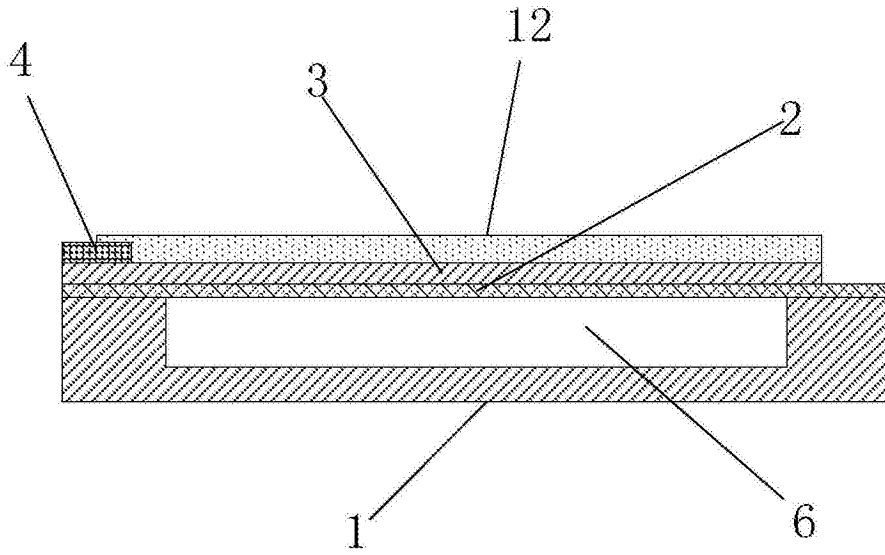


图14

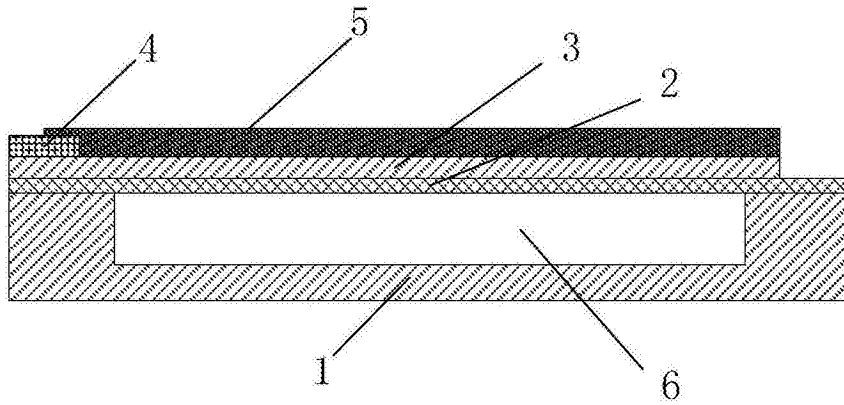


图15