



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104535253 A

(43) 申请公布日 2015. 04. 22

(21) 申请号 201510023320. 3

(22) 申请日 2015. 01. 19

(71) 申请人 北京大学

地址 100871 北京市海淀区颐和园路 5 号北京大学

(72) 发明人 刘冠东 崔万鹏 高成臣 郝一龙

(51) Int. Cl.

G01L 9/06(2006. 01)

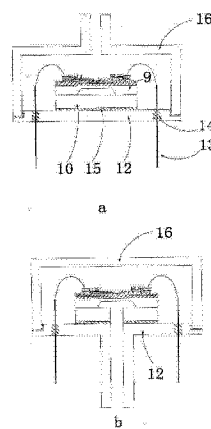
权利要求书1页 说明书3页 附图5页

(54) 发明名称

一种高温压力传感器及其加工方法

(57) 摘要

本发明公开了一种高温压力传感器及其加工方法,该压力传感器包括硅基敏感膜片,底座,TO管壳。其中敏感膜片采用SOI单晶硅圆片作为基片,在器件层加工电阻及引线互连组成惠斯登电桥,在衬底层进行各向异性腐蚀形成所述对压力敏感的膜片结构;底座以玻璃片或单晶硅圆片为基片,与敏感膜片进行阳极键合或硅硅直接键合或硅硅介质键合;以所述TO型金属管壳为外壳实现芯片级封装。本发明用SOI圆片的埋氧层和淀积的二氧化硅/氮化硅钝化层将硅电阻包裹隔离,消除了高温时的漏电流;溅射生长二硅化钛/钛/氮化钛/铂/金多层耐高温欧姆接触电极结构;采用耐高温键合及TO封装工艺,提高传感器高温工作稳定性。解决传统的硅基传感器难以在高温环境中长期工作的问题。



1. 一种高温压力传感器及其加工方法, 压力传感器包括硅敏感膜片, 底座, T0 管壳, 其特征在于, 所述加工方法包括以下步骤:

硅敏感膜片加工步骤: 采用 SOI 单晶硅圆片作为基片, 在器件层加工电阻及引线互连组成惠斯登电桥; 在衬底层进行各向异性腐蚀形成对压力敏感的膜片结构;

键合加工步骤: 以耐高温玻璃片或单晶硅圆片为基片, 加工所述底座;

封装加工步骤: 以 T0 型金属管壳为外壳实现芯片级封装。

2. 根据权利要求 1 所述的高温压力传感器的加工方法, 其特征在于, 当采用 SOI 单晶硅圆片作为基片时, 器件层上的半导体电阻组成惠斯登电桥, 衬底层经各向异性腐蚀形成对压力敏感的膜片结构, 所述硅敏感膜片加工步骤包括:

电阻加工步骤: 离子注入并退火形成电阻;

电阻图形化及隔离加工步骤: 刻蚀基片的器件层形成惠斯登电桥, 用低压化学气相沉积的方法在基片表面沉积二氧化硅 / 氮化硅钝化层, 电阻被钝化层和 SOI 片的埋氧层包裹起来, 消除高温时的漏电流;

金属层生长加工步骤: 用磁控溅射的方法在电阻上制作二硅化钛 / 钛 / 氮化钛 / 铂 / 金耐高温的欧姆接触电极及互连线, 硅 / 二硅化钛欧姆接触具有良好的热稳定性, 氮化钛阻挡层能够有效阻挡高温环境中各层金属之间的相互扩散;

背腔腐蚀加工步骤: 基片正面旋涂保护胶, 基片背面以二氧化硅 / 氮化硅钝化层为掩膜对窗口区域的硅衬底进行各向异性腐蚀, 形成对压力敏感的膜片结构。

3. 根据权利要求 1 所述的高温压力传感器的加工方法, 其特征在于, 当采用玻璃片或单晶硅圆片为基片加工所述底座时, 所述键合加工步骤包括:

硅玻璃键合加工步骤: 当采用耐高温玻璃片加工底座时, 用阳极键合的方法将硅敏感膜片与玻璃片键合, 所采用的玻璃基片的应变温度应该在 $500\text{C} \sim 550\text{C}$ 以上且含有钠离子成分;

硅硅键合加工步骤: 当采用单晶硅圆片加工底座时, 用焊料键合的方法将硅敏感膜片与单晶硅圆片键合, 所采用的金属焊料或玻璃焊料应该能够在 $500\text{C} \sim 550\text{C}$ 以上保持良好的气密性和封接强度。

4. 根据权利要求 1 所述的高温压力传感器的加工方法, 其特征在于, 当以 T0 型金属管壳为外壳实现芯片级封装时, 所述封装加工步骤包括:

芯片与管壳封装步骤: 选取定制的耐高温 T0 管壳, 选用耐高温玻璃焊料或金属焊料将芯片底座与管壳的管座封接;

管壳封装步骤: 管壳的管座和管壳的盖帽之间可以用储能焊封接。

一种高温压力传感器及其加工方法

技术领域

[0001] 本发明涉及微电子机械加工领域,尤其涉及一种高温压力传感器及其加工方法。

背景技术

[0002] 基于微电子机械加工技术制造的耐高温传感器在航空航天、工业生产等高温极端环境中具有非常广泛的应用。传统的压力传感器难以在高温环境中工作的一个原因是,传统的压阻式压力传感器是以单晶硅为基片,在N型硅衬底上制作P型扩散电阻,依靠反偏PN结隔离,当环境温度超过120℃时,PN结漏电流加剧,隔离失效;制约压力传感器最高工作温度的另一个重要因素是传统的电极结构在高温环境中会因为金属层扩散而电阻率明显升高,难以在400℃~500℃长期工作;封装材料及工艺对压力传感器的高温性能也有非常显著的影响。

发明内容

[0003] 本发明的目的在于提供一种高温压力传感器及其加工方法,解决传统的硅基传感器难以在高温环境中长期工作的问题。

[0004] 本发明提供了一种高温压力传感器及其加工方法,所述压力传感器包括:硅敏感膜片,底座,TO管壳。所述加工方法包括:硅敏感膜片加工步骤:采用SOI单晶硅圆片作为基片,在器件层加工电阻及引线互连组成惠斯登电桥,在衬底层进行各向异性腐蚀形成所述对压力敏感的膜片结构;键合步骤:以玻璃片或单晶硅圆片为基片,加工所述底座;封装步骤:以所述TO型金属管壳为外壳实现芯片级封装。

[0005] 上述高温压力传感器的加工方法,优选硅敏感膜片加工步骤包括:电阻加工步骤:选取N型(100)双面抛光的SOI单晶硅圆片,在器件层表面进行P型重掺杂并退火,提高掺杂浓度可以有效提高硅电阻的本征激发温度;电阻图形化及隔离步骤:刻蚀基片的器件层形成惠斯登电桥的桥臂电阻,用低压化学气相淀积的方法在基片表面淀积二氧化硅/氮化硅钝化层,电阻被钝化层和SOI片的埋氧层包裹隔离起来,消除高温时的漏电流;金属层生长步骤:用磁控溅射的方法在电阻上溅射多层耐高温欧姆接触电极及互连线,多层电极结构自下而上依次为:硅/二硅化钛欧姆接触,钛粘附层,氮化钛阻挡层,铂粘附层,金导电层,图形化所述金属电极及互连线的的方法是剥离。背腔腐蚀步骤:基片正面旋涂保护胶,基片背面以二氧化硅/氮化硅钝化层为掩膜,对窗口区域的硅衬底进行各向异性腐蚀,形成对压力敏感的膜片结构,硅腐蚀剂为氢氧化钾溶液或四甲基氢氧化铵溶液。

[0006] 上述高温压力传感器的加工方法,优选键合加工步骤包括:硅玻璃键合步骤:选取应变温度在500℃~550℃以上且含有钠离子的硼硅玻璃片为基片与上述硅敏感膜片背面的硅衬底进行阳极键合。硅硅键合步骤:当采用单晶硅圆片加工底座时,用焊料键合的方法将硅敏感膜片与底座键合,焊料键合的加工方法可以是玻璃焊料键合也可以是基于瞬态液相扩散技术的金属焊料键合,所采用的金属焊料或玻璃焊料应该能够在500℃~550℃以上保持良好的气密性和封接强度。

[0007] 上述高温压力传感器的加工方法,优选封装加工步骤包括:芯片与管壳封装步骤:选取定制的耐高温 T0 管壳,选用耐高温玻璃焊料或金属焊料将芯片底座与管壳的管座封接。管座与盖帽封装步骤:管壳的管座和管壳的盖帽之间可以用储能焊封接。

[0008] 相对于现有技术,本发明具有如下优点:

[0009] 第一,用 SOI 圆片的埋氧层和淀积的二氧化硅/氮化硅钝化层将硅电阻包裹隔离,消除高温时的漏电流;

[0010] 第二,溅射生长二硅化钛/钛/氮化钛/铂/金多层耐高温欧姆接触电极结构,二硅化钛/硅欧姆接触具有良好的热稳定性,氮化钛阻挡层能够有效阻挡高温环境中各层之间的相互扩散;

[0011] 第三,选用应变温度高的硼硅玻璃基片为底座与硅敏感膜片进行阳极键合,提高器件的工作温度;

[0012] 第四,选用耐高温 T0 管壳,实现压力传感器的耐高温芯片级封装。

附图说明:

[0013] 图 1(a) ~ (h) 为本发明所加工的高温压力传感器的主要加工工艺的示意图;

[0014] 图 2 为本发明所加工的硅敏感膜片正面电阻和金属互连线的版图;

[0015] 图 3(a) ~ (b) 为本发明所加工的高温压力传感器的两种封装方案;

[0016] 图 4 为工作环境温度 500°C 时本发明所加工的高温压力传感器的输出电压随气压变化的正反行程曲线;

具体实施方式:

[0017] 为使本发明的上述目的,特征和优点能够更加明显易懂,下面结合附图及具体实施方式对本发明作进一步详细的说明。

[0018] 图 1(a) ~ 图 1(h) 为本发明所加工的高温压力传感器的主要加工工艺的示意图;

[0019] 图 1(a) 所示为加工本发明所述高温压力传感器使用的双面抛光的 SOI 单晶硅圆片,器件层 1 为 N(100) 单晶硅,埋氧层 2 厚度为 4000Å,衬底层 3 厚度为 400um。

[0020] 如图 1(b) 所示,进行硼离子注入并退火,刻蚀基片的器件层形成惠斯登电桥的桥臂电阻 4。由于提高掺杂浓度可以有效提高硅电阻的本征激发温度,因此应尽量选择较高的掺杂浓度。

[0021] 如图 1(c) 所示,用低压化学气相淀积的方法在基片表面淀积二氧化硅 5/氮化硅 6 钝化层,电阻 4 被钝化层 5/6 和 SOI 片的埋氧层 2 包裹隔离起来,消除高温时的漏电流,钝化层的厚度以 2000~5000Å/ 1000~2000Å 为宜。

[0022] 如图 1(d) 所示,分别用干法刻蚀和湿法腐蚀的方法去掉欧姆接触区域表面的氮化硅、二氧化硅露出器件层的硅 7,二氧化硅腐蚀剂为缓冲氢氟酸。

[0023] 如图 1(e) 所示,用磁控溅射的方法在基片表面溅射多层耐高温欧姆接触电极及互连线 8,多层电极结构自下而上依次为二硅化钛/钛/氮化钛/铂/金,其中钛层起到粘附的作用,厚度以 200~500Å 为宜;氮化钛阻挡层是所述电极中的关键结构,如果薄膜的厚度不够难以达到阻挡效果,如果薄膜厚度过厚在多层结构中的应力过大,根据不同器件工作性能的要求,氮化钛薄膜的厚度以 300~1500Å 为宜;铂层起到粘附的作用,厚度以 200~500Å

为宜；表面的金层为导电层，为了便于引线键合厚度以800~3000Å为宜。图形化所述金属电极及互连线的方法是剥离。

[0024] 如图1(f)所示，分别用干法刻蚀和湿法腐蚀的方法去掉背腔窗口表面的氮化硅、二氧化硅露衬底硅。基片正面旋涂保护胶，基片背面以二氧化硅5/氮化硅6钝化层为掩膜，对窗口区域的硅衬底进行各向异性腐蚀，形成对压力敏感膜片结构9，硅腐蚀剂为氢氧化钾溶液或四甲基氢氧化铵溶液。

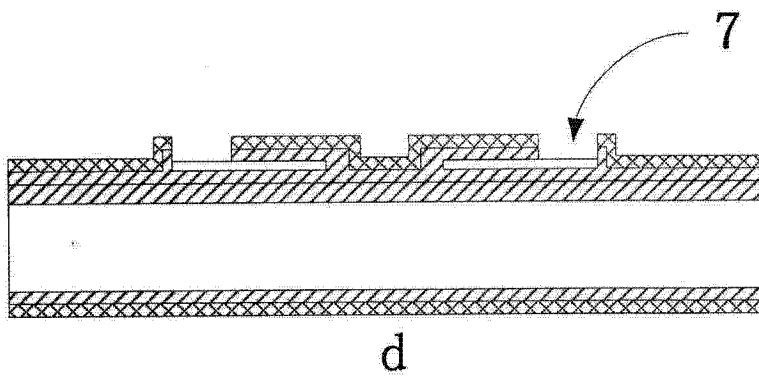
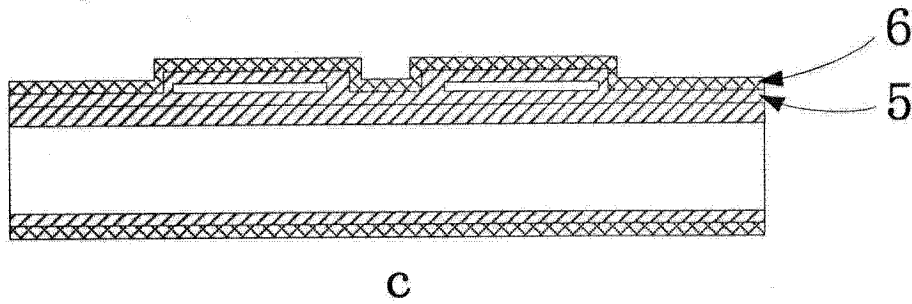
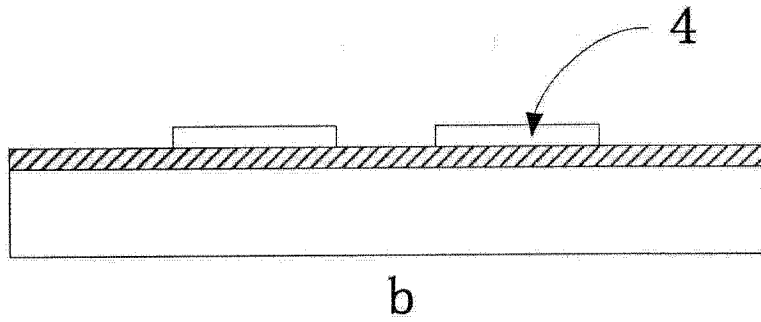
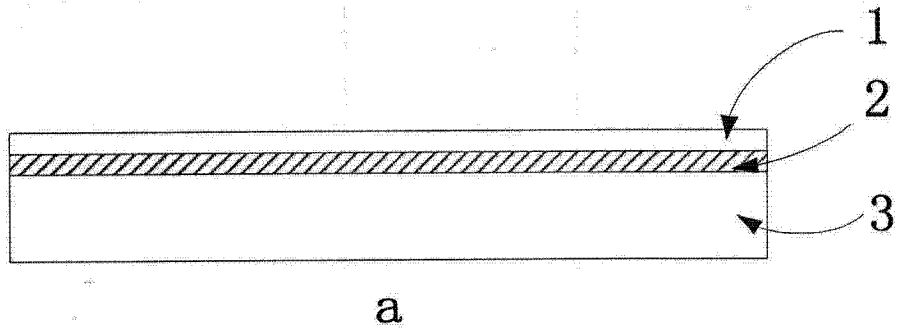
[0025] 如图1(g)(h)所示，去掉压力敏感膜片9背面的钝化层，根据不同封装方式的需要，选择不同的玻璃片：如果是封装方式(g)，选取应变温度点高且含有钠离子的硼硅玻璃片10为底座基片，与压力敏感膜片9进行圆片级真空阳极键合；如果是封装方式(h)，选取应变温度点高且含有钠离子的硼硅打孔玻璃片11为底座基片，与压力敏感膜片9进行圆片级阳极键合。

[0026] 图2为本发明所加工的硅敏感膜片正面电阻和金属互连线的版图，R1、R2、R3、R4组成开环结构的力敏电阻电桥，R5位于应力区外作为参考电阻。由于为了提升硅电阻的本征激发温度而选取了较高掺杂浓度，为了维持足够的桥臂电阻阻值，R1~R4设计成蛇形电阻形状排布在膜片应力较大且分布较均匀的区域。

[0027] 图3(a)(b)为本发明所加工的高温压力传感器的两种封装方式。选取定制的耐高温T0管壳：为了保证管壳的气密性，管座12与管脚13之间需要密封，中间填充的玻璃绝缘子14应有较高的应变温度；为了减小管壳的管座12和芯片底座10由于热膨胀系数不同而产生的热应力，管壳的管座材料应选择热膨胀系数较小的金属材料或陶瓷材料。玻璃片底座10和管壳的管座12可以用焊料15封接。管壳的盖帽16和管壳的管座12可以用储能焊接工艺密封封接。

[0028] 图4为环境温度500℃时本发明所加工的高温压力传感器的输出电压随气压变化的正反行程曲线，灵敏度为0.24mV/kPa，非线性小于0.1%FS。

[0029] 以上对本发明所提供的一种高温压力传感器及其加工方法进行了详细介绍，本文中应用了具体个例对本发明的原理及实施方式进行了阐述，以上实施例的说明只是用于帮助理解本发明的方法及其核心思想；同时，对于本领域的一般技术人员，依据本发明的思想，在具体实施方式及应用范围上均会有改变之处，综上所述，本说明书内容不应理解为对本发明的限制。



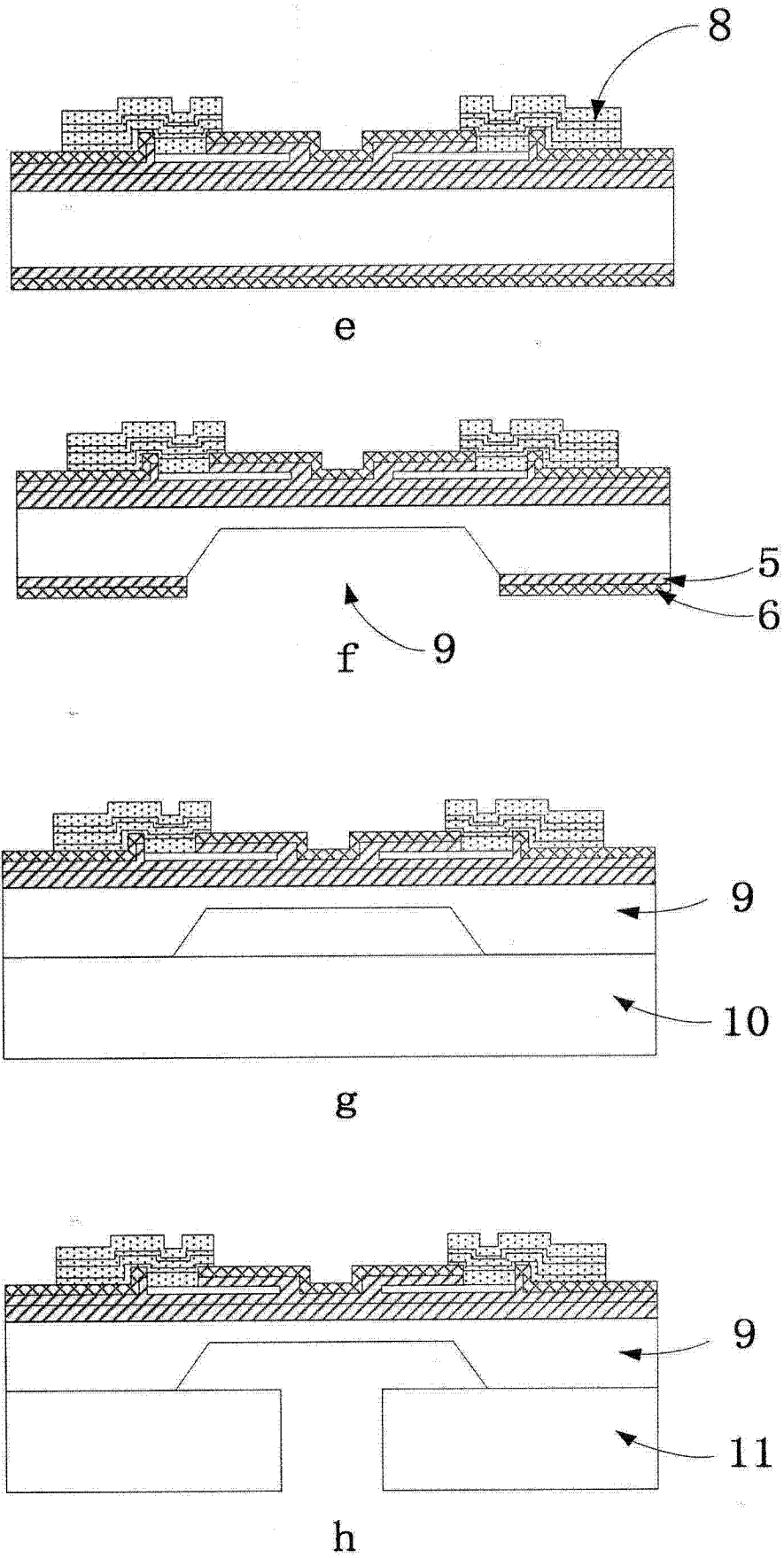


图 1

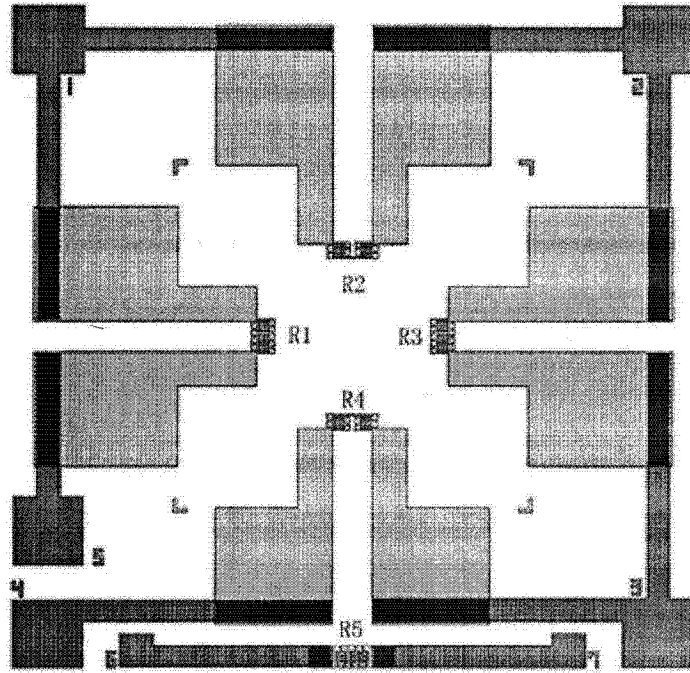
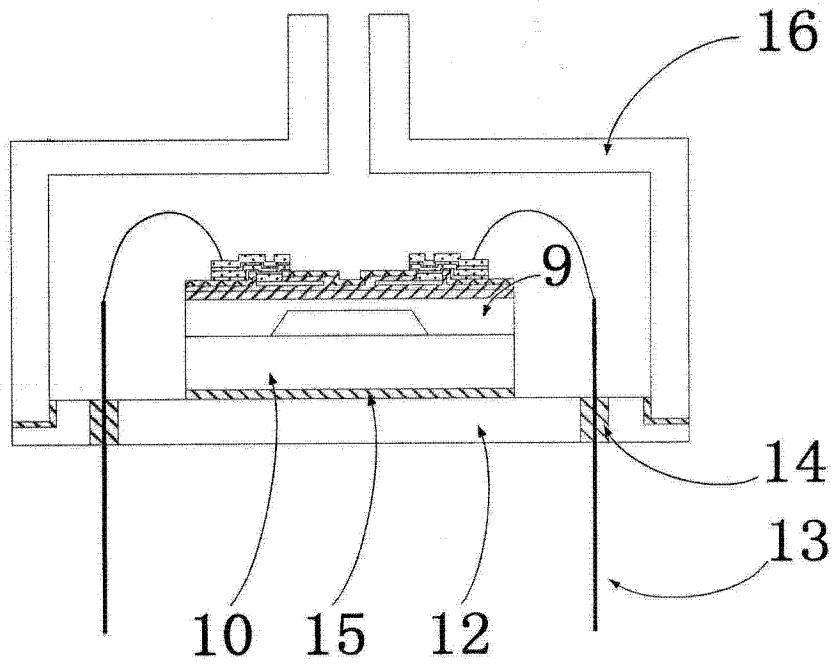
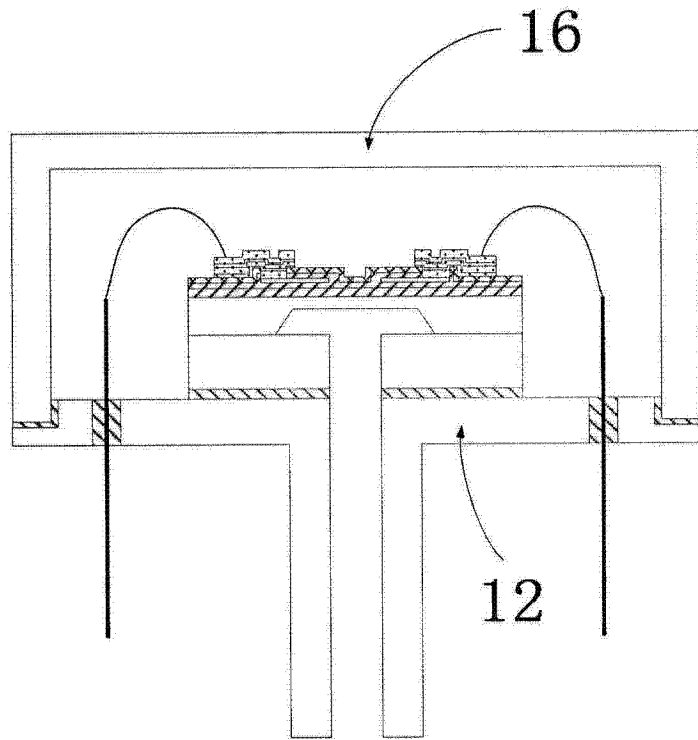


图 2



a



b

图 3

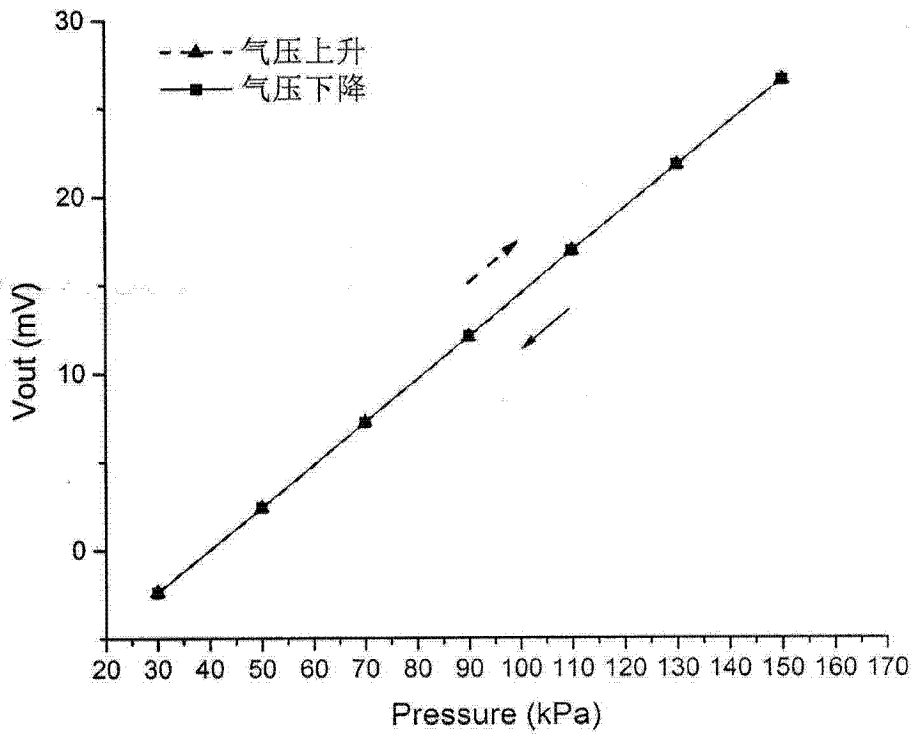


图 4