



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109399552 B

(45) 授权公告日 2024. 04. 02

(21) 申请号 201811422318.3

B81C 1/00 (2006.01)

(22) 申请日 2018.11.27

(56) 对比文件

(65) 同一申请的已公布的文献号

CN 101386402 A, 2009.03.18

申请公布号 CN 109399552 A

CN 102435319 A, 2012.05.02

CN 107176585 A, 2017.09.19

(43) 申请公布日 2019.03.01

CN 107873014 A, 2018.04.03

(73) 专利权人 苏州锐杰微科技集团有限公司

CN 209128032 U, 2019.07.19

地址 215129 江苏省苏州市苏州高新区金

US 2008099924 A1, 2008.05.01

山东路78号1幢Z101室

US 2014183753 A1, 2014.07.03

(72) 发明人 赵继聪 葛明敏 孙海燕 孙玲
方家恩

Jicong Zhao等.A low feed-through 3D vacuum packaging technique with silicon vias for RF MEMS resonators.Journal of Micromechanics and Microengineering.2016, 第27卷第109页.

(74) 专利代理机构 北京合创致信专利代理有限公司 16127

专利代理师 王阳明

审查员 张珊

(51) Int. Cl.

B81B 7/00 (2006.01)

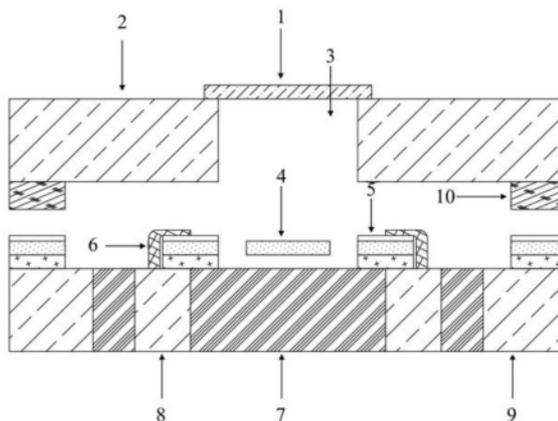
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称

一种微机电系统红外探测器的制作方法

(57) 摘要

本发明提供一种微机电系统红外探测器的制作方法,包括配置至少二垂直导电区的衬底,相对固定于衬底、配置至少二电极的热敏感器件,及数量与电极的数量相同,电连接电极与垂直导电区的导电引线;其中,衬底配置热绝缘层,热绝缘层位于热敏感器件于衬底的投影面处。本发明提供MEMS红外探测器的结构,热敏感器件用于接收红外辐射信号,输出电学感应信号,将热敏感器件上面朝向待探测区域,并于热敏感器件的下部的热绝缘层,并于下热敏感器件的下部设置引线结构,提高测量的精准度。



1. 一种微机电系统红外探测器的制作方法,其特征在于,所述微机电系统红外探测器,包括

衬底(9),配置至少二垂直导电区(8),

热敏感器件(4),相对固定于衬底(9),配置至少二电极(5);及

导电引线(6),数量与所述电极(5)的数量相同,电连接电极(5)与垂直导电区(8);

其中,衬底(9)配置热绝缘层,所述热绝缘层位于所述热敏感器件(4)于所述衬底(9)的投影面处;

所述热绝缘层与所述热敏感器件(4)的垂直方向无接触;

还包括设置于各所述垂直导电区(8)外周的电绝缘层;

所述电绝缘层与所述热绝缘层一体设置为绝缘结构(7),所述绝缘结构(7)采用硼硅酸盐玻璃;

还包括相对固定热敏感器件(4)于衬底(9)的侧向支撑结构,所述侧向支撑结构包括固定于衬底(9)的垂直支撑柱以及固定所述垂直支撑柱与所述热敏感器件(4)侧壁的横支撑梁;

所述制作方法包括如下步骤:

步骤1、选择SOI片作为原料,刻蚀SOI片顶层硅预设位置至二氧化硅牺牲层(12),形成热敏感器件(4)、侧向支撑结构;

步骤2、于预设绝缘结构(7)处刻蚀SOI片底层硅至二氧化硅牺牲层(12)形成凹槽;于所述凹槽内填充绝缘材料并平坦化后形成绝缘结构(7),预留部分底层硅为垂直导电区(8);

步骤3、于预设热敏感器件(4)和侧向支撑结构的横支撑梁处释放二氧化硅牺牲层(12),至热敏感器件(4)及侧向支撑结构的横支撑梁与SOI片底层硅垂直方向无接触,并露出垂直导电区(8)的端部;

步骤4、制作导电引线(6)电连接所述热敏感器件(4)的电极(5)和垂直导电区(8)。

2. 根据权利要求1所述的一种微机电系统红外探测器的制作方法,其特征在于,所述步骤4与所述步骤3之间还具备步骤3.9、于所述电极(5)淀积一导电层。

3. 根据权利要求1所述的一种微机电系统红外探测器的制作方法,其特征在于,还包括罩设所述衬底(9)附着热敏感器件(4)面的封装外壳(2),所述封装外壳(2)配置配合所述热敏感器件(4)的红外透射窗口(3),所述红外透射窗口(3)配置金刚石薄膜(1),所述热敏感器件(4)与封装外壳(2)无接触;

还包括所述步骤4后的下顺序步骤:

步骤5、另选择一硅基板,于该硅基板正面淀积一厚度均匀的金剛石薄膜层,刻蚀预设位置使其图形化,形成金剛石薄膜(1);

步骤6、刻蚀该硅基板的背面至金剛石薄膜(1),刻蚀区在金剛石薄膜所在水平面的投影位于所述金剛石薄膜(1)图形化后形成的闭合图形的内部,形成封装外壳(2),

步骤7、将封装外壳(2)罩设于所述热敏感器件(4)远离衬底(9)的一侧面。

4. 根据权利要求3所述的一种微机电系统红外探测器的制作方法,其特征在于,步骤7还包括如下步骤:

步骤7.1、于所述封装外壳(2)和/或所述衬底(9)的紧固配合处设置台阶状突起的环状

凸沿,于所述环状凸沿和/或与所述环状凸沿紧固的配合面制作键合焊料(10),晶圆键合所述封装外壳(2)与所述衬底(9)。

一种微机电系统红外探测器的制作方法

技术领域

[0001] 本发明涉及微机电红外探测器,涉及一种微机电红外探测器的封装结构及其工艺。

背景技术

[0002] 随着微机电系统红外探测器(微机电系统,译自Micro-Electro-Mechanical System,简称MEMS)的研究日益成熟,相对落后的封装技术已成为制约MEMS红外探测器产品进入市场的主要瓶颈之一。封装技术将直接影响MEMS红外探测器产品的性能、成本、尺寸等,受到越来越广泛的关注。

[0003] MEMS红外探测器封装需要提供电学互连通道,被封装的器件通过封装结构引出电极,与外部设备或电路进行连接,实现对器件的驱动以及性能检测。电学互连对信号传输速度、信号损耗、可靠性以及器件尺寸等方面产生较大的影响。

[0004] 目前,常用电学互连方法有两种:表面制作金属导电引线的横向互连和基于硅通孔技术的垂直互连。相比于横向互连结构,垂直互连结构具有导电引线占用尺寸小、高频损耗低以及可集成度高等优点。但传统的垂直互连结构存在诸多问题,如成本高、可靠性低、工艺复杂等。

[0005] 因此,亟需提供一种微机电系统红外探测器,弥补上述缺陷。

发明内容

[0006] 为解决上述技术问题中的一个或者多个,本发明提供一种MEMS红外探测器。

[0007] 本发明提供一种微机电系统红外探测器,包括

[0008] 衬底,配置至少二垂直导电区,

[0009] 热敏感器件,相对固定于衬底,配置至少二电极;及

[0010] 导电引线,数量与电极的数量相同,电连接电极与垂直导电区;

[0011] 其中,衬底配置热绝缘层,热绝缘层位于热敏感器件于衬底的投影面处。

[0012] 本发明提供MEMS红外探测器的结构,热敏感器件用于接收红外辐射信号,输出电学感应信号,将热敏感器件上面朝向待探测区域,并于热敏感器件的下部的热绝缘层,并于下热敏感器件的下部设置引线结构,提高测量的精准度。

[0013] 在一些实施方式中,热绝缘层与热敏感器件的垂直方向无接触。

[0014] 在一些实施方式中,还包括设置于各垂直导电区外周的电绝缘层。

[0015] 在一些实施方式中,电绝缘层与热绝缘层一体设置为绝缘结构,绝缘结构采用硼硅酸盐玻璃。

[0016] 在一些实施方式中,,还包括,相对固定热敏感器件于衬底的侧向支撑结构,侧向支撑结构包括固定于衬底的垂直支撑柱以及固定垂直支撑柱与热敏感器件侧壁的横支撑梁。

[0017] 在一些实施方式中,还包括罩设衬底附着热敏感器件面的封装外壳,封装外壳配

置配合热敏感器件的红外透射窗口。

[0018] 在一些实施方式中,红外透射窗口配置金刚石薄膜,热敏感器件与封装外壳无接触

[0019] 另一方面,本发明提供一种MEMS红外探测器的制作方法,包括如下步骤:

[0020] 步骤1、选择SOI片作为原料,刻蚀SOI片顶层硅预设位置至二氧化硅牺牲层,形成热敏感器件、侧向支撑结构;;

[0021] 步骤2、于预设为绝缘结构处刻蚀SOI片底层硅至二氧化硅牺牲层形成凹槽;于凹槽内填充绝缘材料并平坦化后形成绝缘结构,预留部分底层硅为垂直导电区;

[0022] 步骤3、于预设热敏感器件和侧向支撑结构的横支撑梁处释放二氧化硅牺牲层,至热敏感器件及侧向支撑结构的横支撑梁与SOI片底层硅垂直方向无接触,并露出垂直导电区的端部;

[0023] 步骤4、制作导电引线电连接热敏感器件的电极和垂直导电区。

[0024] 在一些实施方式中,步骤4与步骤3之间还包括

[0025] 步骤3.9、于电极淀积一导电层;

[0026] 在一些实施方式中,还包括步骤4后的下顺序步骤:

[0027] 步骤5、另选择一硅基板,于该硅基板正面淀积一厚度均匀的金剛石薄膜层,刻蚀预设位置使其图形化,形成金剛石薄膜窗;

[0028] 步骤6、刻蚀该硅基板的背面至金剛石薄膜,刻蚀区在金剛石薄膜所在水平面的投影位于金剛石薄膜图形化后形成的闭合图形的内部,形成封装外壳,

[0029] 步骤7、将封装外壳罩设于热敏感器件远离衬底的一侧面,

[0030] 在一些实施方式中,步骤7还包括如下步骤:

[0031] 金剛石红外透射窗口包括金剛石薄膜和镂空腔室,所述金剛石薄膜增加红外线透射率,所述镂空腔室用来减少红外线的反射;

[0032] 本申请创新地采用低阻硅垂直导电引线实现器件的内外电学互连,通过高温回流工艺在低阻硅基底嵌入玻璃绝缘层形成导电引线结构,该方法可以很好弥补传统垂直互连结构的不足之处。

[0033] 此外,对于MEMS红外探测器的封装,还需要考虑封装结构的红外透射性能以及热绝缘性能,直接影响MEMS红外探测器的灵敏度以及响应速度。由于封装盖片的通常为硅或者 SiO_2 ,硅或者 SiO_2 的红外透射率较低,一定程度上限制了封装结构的红外透射性能。另外, MEMS红外探测器通常制作于硅衬底表面,其吸收的热能易通过硅衬底传导至外界,从而降低其灵敏度以及响应速度。

附图说明

[0034] 为了更清楚地说明本发明的技术方案,下面将对实施例或现有技术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它附图。

[0035] 图1为本发明提供的一种MEMS红外探测器的制作方法的一种实施方式的步骤1处理后的结构示意图;

[0036] 图2为本发明提供的一种MEMS红外探测器的制作方法的一种实施方式的步骤2处理中的结构示意图；

[0037] 图3为本发明提供的一种MEMS红外探测器的制作方法的一种实施方式的步骤2处理中的结构示意图；

[0038] 图4为本发明提供的一种MEMS红外探测器的制作方法的一种实施方式的步骤3、4处理中的结构示意图；

[0039] 图5为本发明提供的一种MEMS红外探测器的制作方法的一种实施方式的步骤5处理中的结构示意图；

[0040] 图6为本发明提供的一种MEMS红外探测器的制作方法的一种实施方式的步骤6处理中的结构示意图；

[0041] 图7为本发明提供的一种MEMS红外探测器的制作方法的一种实施方式的步骤7处理中的结构示意图；

[0042] 图8为本发明提供的一种MEMS红外探测器的一种实施方式的结构示意图。

具体实施方式

[0043] 下面将结合本发明实施例中的附图,对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。基于本发明的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动的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。

[0044] 第一方面,本发明提供一种MEMS红外探测器,包括

[0045] 衬底9,配置至少二垂直导电区8,

[0046] 热敏感器件4,相对固定于衬底9,配置至少二电极5;及

[0047] 导电引线6,数量与电极5的数量相同,电连接电极5与垂直导电区8;

[0048] 其中,衬底9配置热绝缘层,热绝缘层位于热敏感器件4于衬底9的投影面处。

[0049] 本发明提供MEMS红外探测器的结构,热敏感器件4用于接收红外辐射信号,输出电学感应信号,将热敏感器件4上面朝向待探测区域,并于热敏感器件4的下部的热绝缘层,并于下热敏感器件4的下部设置引线结构,提高测量的精准度。

[0050] 进一步,热绝缘层与热敏感器件4的垂直方向无接触。

[0051] 进一步提高热绝缘的效果,提高测量精度。

[0052] 进一步,本发明还包括设置于各垂直导电区8外周的电绝缘层。

[0053] 提供良好的电学性能。即,在本领域技术人员的认知内,本发明也可以采用区别于热绝缘层材质的电绝缘层,位于垂直导电区8外周。这应当也属于本发明的保护范围。

[0054] 进一步,本发明优选热绝缘性和电绝缘性均良好的材质,替换上述实施例中的热绝缘层和电绝缘层,进而形成一体的绝缘结构7。

[0055] 本实施了采用硼硅酸盐玻璃材质作为热绝缘层,硼硅酸盐玻璃材质同时具备良好的电绝缘性,以实现快速红外响应,又能实现导电引线垂直导电区8与衬底9的电学隔离。且,硼硅酸盐玻璃与硅之间的热膨胀系数匹配,硼硅酸盐玻璃嵌入衬底9后产生的热应力较小,具有较高的可靠性能;

[0056] 作为“热敏感器件4相对固定于衬底9,热绝缘层与热敏感器件4的垂直方向无接

触”的一种实施方式,本实施例采用如下方案:

[0057] 热绝缘层配置垂直支撑柱以及固定垂直支撑柱与热敏感器件4侧壁的横支撑梁。

[0058] 架构简单,容易实施,实现相对固定又热敏感器件4的垂直方向无接触。

[0059] 进一步,还包括罩设衬底9附着热敏感器件4面的封装外壳2,封装外壳2配置配合热敏感器件4的红外透射窗口3。

[0060] 在具备封装外壳的基础上,红外透射窗口3配置金刚石薄膜1,热敏感器件4与封装外壳2无接触。

[0061] 封装外壳2用于为MEMS红外探测器提供稳定的工作环境。

[0062] 封装外壳2与衬底9之间的连接,可以通过设置键合焊料高温键合而成。键合焊料的材质为Au、Ag、Cu、Sn、In等复合材料,提高键合的气密性。

[0063] 进一步,红外透射窗口3配置金刚石薄膜1,封装外壳2与衬底9形成封闭腔室,热敏感器件4与封装外壳2垂直方向无接触。

[0064] 金刚石薄膜1具有高红外透射性能,可以实现透过金刚石薄膜1的红外线无损传输至热敏感器件4表面;为实现MEMS红外探测器的真空气密性封装提供基础。

[0065] 进一步,热敏感器件4的数量为多个,并分布于一衬底9,红外透射窗口3的数目与热敏感器件4相同,一一对应热敏感器件4设置。

[0066] 大规模阵列化使用。

[0067] 另一方面,本发明提供一种MEMS红外探测器的制作方法,包括如下步骤:

[0068] 如图1所示,步骤1、选择SOI片作为原料,刻蚀SOI片顶层硅预设位置至二氧化硅牺牲层12,形成热敏感器件4及侧向支撑结构的部分;

[0069] SOI片,Silicon-On-Insulation硅晶体管结构在绝缘体之上,原理就是在硅晶体管之间加入绝缘体物质,本发明选用SOI片以顶层硅和底层硅均低电阻率为宜,如,顶层硅电阻率 $<0.001\Omega\cdot\text{cm}$,底层硅电阻率 $<0.001\Omega\cdot\text{cm}$,刻蚀SOI片顶层硅优选通过等离子体刻蚀或反应离子刻蚀的方法。

[0070] 步骤2、于预设绝缘结构7处刻蚀SOI片底层硅至二氧化硅牺牲层12形成凹槽;于凹槽内填充绝缘材料并平坦化后形成绝缘结构7;预留部分底层硅为垂直导电区8;

[0071] 进一步,步骤2宜采用如下方案实现:

[0072] 如图2所示,在保护SOI片顶层硅的情况下,通过深度反应离子刻蚀DRIE进行深硅刻蚀形成凹槽13,二氧化硅牺牲层12起到了自停止刻蚀作用;

[0073] 随后,如图3所示,真空环境下于以该凹槽13填充硼硅酸盐玻璃粉末,然后采用高温回流工艺使得硼硅酸盐玻璃粉末形成致密的硼硅酸盐玻璃;最后通过化学机械研磨方法实现平坦化,形成绝缘结构7。硼硅酸盐玻璃宜选自pyrex7740玻璃,其热伸缩率参数与硅基衬底匹配,提升耐用率。

[0074] 步骤3、如图4所示,于预设热敏感器件4和横支撑梁处释放二氧化硅牺牲层12,至热敏感器件4及侧向支撑结构的横支撑梁与SOI片底层硅垂直方向无接触,并露出垂直导电区8的端部;

[0075] 步骤3宜采用蒸汽或湿法方法,释放热敏感器件4底部的二氧化硅牺牲层12。

[0076] 步骤4、如图4所示,制作导电引线6电连接热敏感器件4的电极5和垂直导电区8。

[0077] 步骤4宜通过光刻、蒸发或溅射、剥离工艺制作金属导电引线6,实现电极5通过导

电引线6与垂直导电区8的电性连接。

[0078] 步骤4与步骤3之间还包括:步骤3.9、于电极5淀积一导电层;

[0079] 步骤3.9宜通过光刻、蒸发或溅射、剥离工艺于电极5淀积一层金属,提高电荷分布均匀性。

[0080] 优选的,还包括步骤5、如图5所示,另选择一硅基板,于该硅基板正面淀积一厚度均匀的金金刚石薄膜层,刻蚀预设位置使其图形化,形成金金刚石薄膜窗1;

[0081] 步骤5宜通过LPCVD工艺淀积一层厚度均匀的金金刚石薄膜1,并通过光刻以及干法刻蚀工艺对其进行图形化。

[0082] 步骤6、如图6所示,刻蚀该硅基板的背面至金金刚石薄膜1,刻蚀区在金金刚石薄膜所在水平面的投影位于金金刚石薄膜1图形化后形成的闭合图形的内部,形成封装外壳2,

[0083] 步骤6宜在保护该硅基板正面的情况下,刻蚀该硅基板的背面至金金刚石薄膜1,刻蚀区对应金金刚石薄膜1的位置,刻蚀区在金金刚石薄膜1所在水平面的投影位于金金刚石薄膜1所在闭合图形的内部。

[0084] 步骤7、将封装外壳2罩设于热敏感器件4远离衬底9的一侧面。

[0085] 具体的,步骤7还包括如下步骤:

[0086] 步骤7.1、如图7所示,于封装外壳2和/或衬底9的紧固配合处设置环状凸沿,于环状凸沿配合面制作键合焊料10,晶圆键合封装外壳2与衬底9。

[0087] 步骤7.1宜通过溅射、蒸发或电镀方法在封装外壳2背面制作多层复合金属,再通过剥离或者蚀刻工艺制作形成键合焊料10。

[0088] 晶圆键合工艺中,采用真空键合机中将封装外壳2与预定的焊点区对准后,施加合适的键合温度和压力,完成器件的真空气密性封装。

[0089] 本发明示例性给出了环状凸沿及其配合面的键合焊料10的制作过程,在本领域技术人员的认知内,通过其他方式形式键合,或者在其他步骤的之中制成支持器件真空气密性封装的部件也应当在本发明的保护范围以内。

[0090] 本发明示例性给出了侧向支撑结构的制作过程,在本领域技术人员的认知内,通过其他方式形式制成侧向支撑结构,或者在其他步骤的之中制成侧向支撑结构也应当在本发明的保护范围以内。

[0091] 以上所述的仅是本发明的一些实施方式。对于本领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明创造构思的前提下,还可以做出若干变形和改进,这些都属于本发明的保护范围。

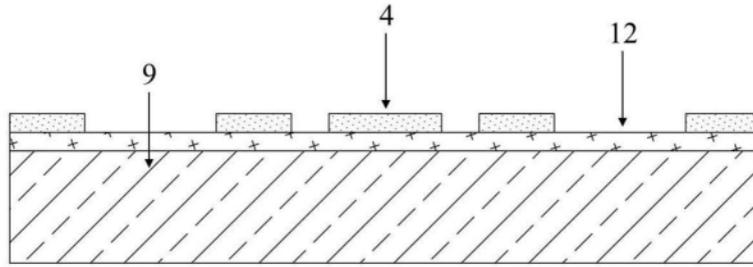


图1

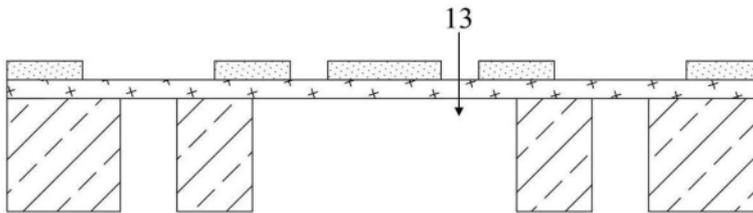


图2

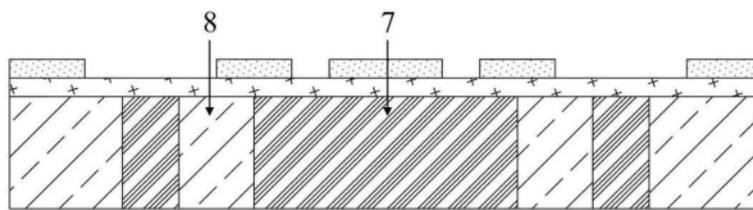


图3

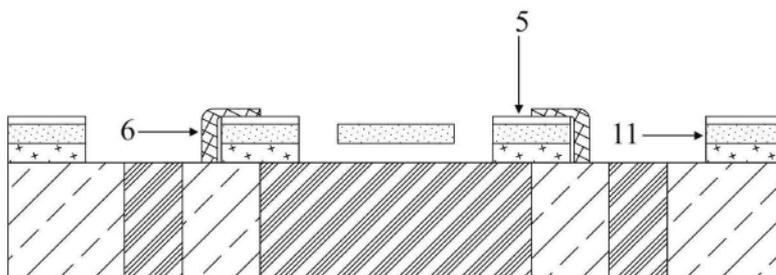


图4

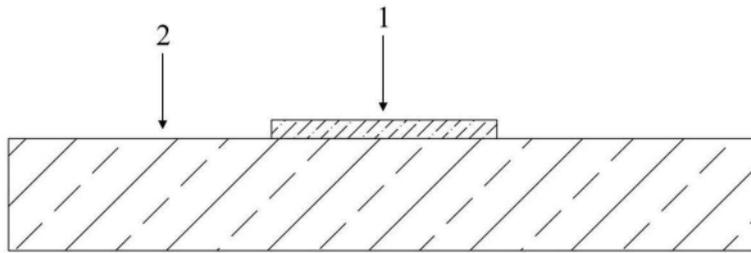


图5

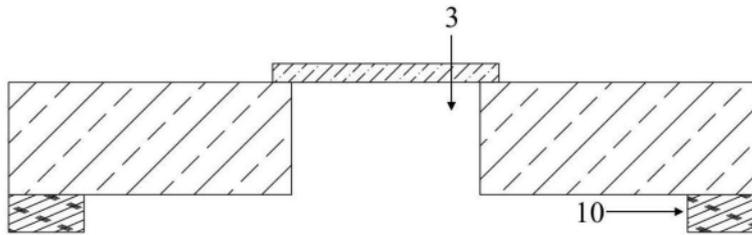


图6

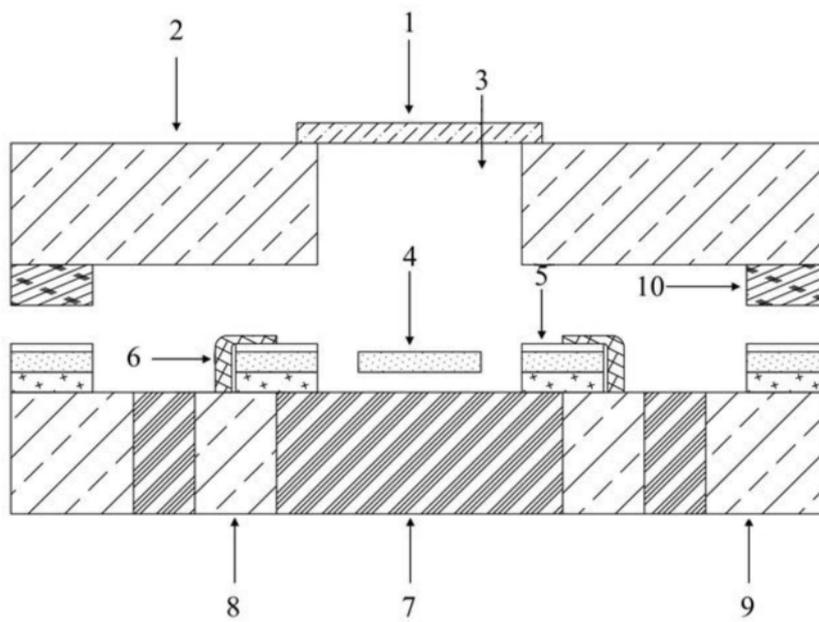


图7

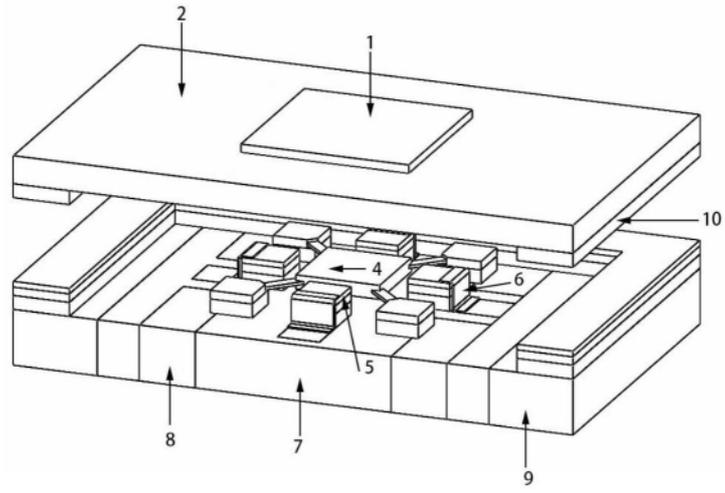


图8