



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105516879 B

(45)授权公告日 2018.11.09

(21)申请号 201510854726.6

(22)申请日 2015.11.30

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 105516879 A

(43)申请公布日 2016.04.20

(73)专利权人 上海集成电路研发中心有限公司
地址 201210 上海市浦东新区上海浦东张江高斯路497号

(72)发明人 袁超

(74)专利代理机构 上海天辰知识产权代理事务所(特殊普通合伙) 31275
代理人 吴世华 尹英

(51)Int.Cl.
H04R 31/00(2006.01)
H04R 19/04(2006.01)

(56)对比文件

CN 104507014 A,2015.04.08,
CN 103297907 A,2013.09.11,
CN 103281663 A,2013.09.04,
CN 103402162 A,2013.11.20,
US 7951636 B2,2011.05.31,

审查员 陈晔

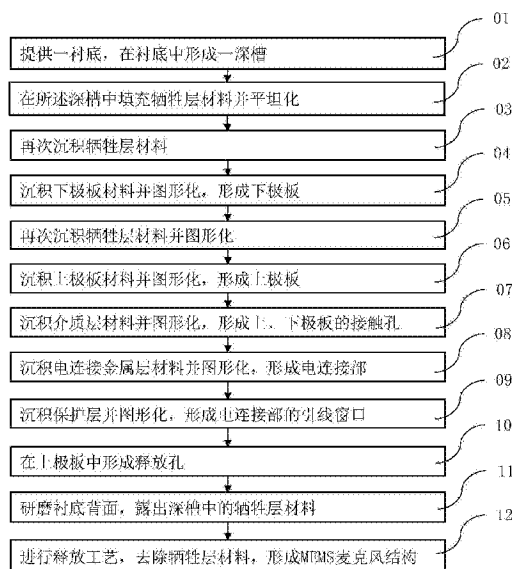
权利要求书1页 说明书4页 附图6页

(54)发明名称

一种MEMS麦克风制造方法

(57)摘要

本发明公开了一种MEMS麦克风制造方法,包括在衬底中形成一深槽,在深槽中填充牺牲层材料并平坦化,形成下极板和上极板,形成上、下极板的接触孔,形成引线窗口,在上极板中形成释放孔,研磨衬底背面,露出深槽中的牺牲层材料,进行释放工艺,去除牺牲层材料,因此无需通过背面工艺即可形成MEMS麦克风结构,可大大降低工艺复杂度,更易于与CMOS工艺集成,并提高成品率。



1. 一种MEMS麦克风制造方法,其特征在于,包括:
提供一衬底,在衬底中形成一具有MEMS麦克风空腔图形的深槽;
在所述深槽中填充牺牲层材料并平坦化;
再次沉积牺牲层材料;
沉积下极板材料并图形化,形成下极板;
再次沉积牺牲层材料并图形化;
沉积上极板材料并图形化,形成上极板;
沉积介质层材料并图形化,形成上、下极板的接触孔;
沉积电连接金属层材料并图形化,形成电连接部;
沉积保护层并图形化,形成电连接部的引线窗口;
在上极板中形成释放孔;
研磨衬底背面,露出深槽中的牺牲层材料;
进行释放工艺,去除牺牲层材料,形成空腔,并形成MEMS麦克风结构。
2. 根据权利要求1所述的制造方法,其特征在于,所述深槽的形成方法包括:先通过光刻定义空腔图形,然后通过深硅刻蚀工艺对衬底进行刻蚀,刻蚀深度为200-400微米。
3. 根据权利要求1所述的制造方法,其特征在于,所述牺牲层材料包括二氧化硅或聚酰亚胺。
4. 根据权利要求1所述的制造方法,其特征在于,采用化学机械研磨工艺对深槽中填充的牺牲层材料进行平坦化,以去除衬底表面的牺牲层材料,并使得牺牲层材料表面与衬底顶部平齐。
5. 根据权利要求1所述的制造方法,其特征在于,所述上极板或下极板材料包括金属薄膜、掺杂的多晶硅薄膜或非晶硅薄膜,厚度为2000埃-5微米。
6. 根据权利要求1所述的制造方法,其特征在于,所述介质层材料为二氧化硅,所述保护层材料为氮化硅或氮氧化硅。
7. 根据权利要求1所述的制造方法,其特征在于,所述接触孔的形成方法包括:先通过光刻定义接触孔图形,然后通过刻蚀工艺对介质层及下方牺牲层进行刻蚀,形成分别通达上极板或下极板的接触孔,同时去除上极板上的部分介质层。
8. 根据权利要求1所述的制造方法,其特征在于,所述引线窗口的形成方法包括:先通过光刻定义引线窗口图形,然后通过刻蚀工艺在保护层中露出引线窗口,同时去除上极板上的部分保护层。
9. 根据权利要求1所述的制造方法,其特征在于,对所述衬底背面进行研磨的方法包括:通过化学机械研磨工艺,将衬底减薄至200-400微米,将深槽中填充的牺牲层材料露出。
10. 根据权利要求1所述的制造方法,其特征在于,进行释放工艺的方法包括:通过湿法或干法蚀刻,去除全部或部分牺牲层材料。

一种MEMS麦克风制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及集成电路微电子机械系统 (MEMS) 技术领域,更具体地,涉及一种无需背面工艺的MEMS麦克风制造方法。

背景技术

[0002] 麦克风分为动圈式麦克风和电容式麦克风。传统的动圈式麦克风由线圈、振膜和永磁铁组成,它是基于线圈在磁场中的运动产生感应电流的原理;而电容式麦克风的主要结构为两块电容极板,即作为上极板的振动膜 (Diaphragm) 和作为下极板的背板 (Backplate),它的工作原理是通过声压引起振动膜的形变,导致电容值发生改变,从而转换为电信号输出。

[0003] MEMS麦克风是迄今最成功的MEMS产品之一。MEMS麦克风是通过与集成电路制造兼容的表面加工或体硅加工工艺制造的麦克风,由于可以利用持续微缩的CMOS工艺技术,MEMS麦克风可以做得很小,使得它可以广泛地应用到手机、笔记本电脑、平板电脑和摄像机等便携设备中。

[0004] MEMS麦克风一般是电容式的,其制造方法一般是先在硅片正面形成振动膜和背板及极板间牺牲层、电连接等,再在背面通过深硅刻蚀形成背腔,然后在正面得到保护的情况下通过释放去除牺牲层,得到最终的MEMS麦克风结构。

[0005] 在上述MEMS麦克风的制造工艺中,由于在进行背面工艺时需要与正面进行对准,这就要求使用专用的可以进行背面对准的光刻设备,因而对工艺的要求较高;同时,在进行背面刻蚀之后,还需要淀积保护层,有时甚至需要继续进行光刻、刻蚀等工艺。这些都使得现有MEMS麦克风制造工艺的复杂度大大增加,不利于与CMOS工艺进行集成以及大规模生产。

发明内容

[0006] 本发明的目的在于克服现有技术存在的上述缺陷,提供一种MEMS麦克风制造方法,其无需通过背面工艺即可形成MEMS麦克风结构,可大大降低工艺复杂度,更易于与CMOS工艺集成,并提高成品率。

[0007] 为实现上述目的,本发明的技术方案如下:

[0008] 一种MEMS麦克风制造方法,包括:

[0009] 提供一衬底,在衬底中形成一具有MEMS麦克风空腔图形的深槽;

[0010] 在所述深槽中填充牺牲层材料并平坦化;

[0011] 再次沉积牺牲层材料;

[0012] 沉积下极板材料并图形化,形成下极板;

[0013] 再次沉积牺牲层材料并图形化;

[0014] 沉积上极板材料并图形化,形成上极板;

[0015] 沉积介质层材料并图形化,形成上、下极板的接触孔;

- [0016] 沉积电连接金属层材料并图形化,形成电连接部;
- [0017] 沉积保护层并图形化,形成电连接部的引线窗口;
- [0018] 在上极板中形成释放孔;
- [0019] 研磨衬底背面,露出深槽中的牺牲层材料;
- [0020] 进行释放工艺,去除牺牲层材料,形成空腔,并形成MEMS麦克风结构。
- [0021] 优选地,所述深槽的形成方法包括:先通过光刻定义空腔图形,然后通过深硅刻蚀工艺对衬底进行刻蚀,刻蚀深度为200-400微米。
- [0022] 优选地,所述牺牲层材料包括二氧化硅或聚酰亚胺。
- [0023] 优选地,采用化学机械研磨工艺对深槽中填充的牺牲层材料进行平坦化,以去除衬底表面的牺牲层材料,并使得牺牲层材料表面与衬底顶部平齐。
- [0024] 优选地,所述上极板或下极板材料包括金属薄膜、掺杂的多晶硅薄膜或非晶硅薄膜,厚度为2000埃-5微米。
- [0025] 优选地,所述介质层材料为二氧化硅,所述保护层材料为氮化硅或氮氧化硅。
- [0026] 优选地,所述接触孔的形成方法包括:先通过光刻定义接触孔图形,然后通过刻蚀工艺对介质层及下方牺牲层进行刻蚀,形成分别通达上极板或下极板的接触孔,同时去除上极板上的部分介质层。
- [0027] 优选地,所述引线窗口的形成方法包括:先通过光刻定义引线窗口图形,然后通过刻蚀工艺在保护层中露出引线窗口,同时去除上极板上的部分保护层。
- [0028] 优选地,对所述衬底背面进行研磨的方法包括:通过化学机械研磨工艺,将衬底减薄至200-400微米,将深槽中填充的牺牲层材料露出。
- [0029] 优选地,进行释放工艺的方法包括:通过湿法或干法蚀刻,去除全部或部分牺牲层材料。
- [0030] 从上述技术方案可以看出,本发明通过正面工艺在衬底中预先形成填充有牺牲层材料的空腔结构,以及形成MEMS麦克风的其它器件结构,然后通过衬底背面研磨打开空腔并释放去除牺牲层材料,因此无需通过背面工艺即可形成MEMS麦克风结构,可大大降低工艺复杂度,更易于与CMOS工艺集成,并提高成品率。

附图说明

- [0031] 图1是本发明一种MEMS麦克风制造方法流程图;
- [0032] 图2-图13是本发明一较佳实施例中根据图1的方法制造MEMS麦克风的工艺步骤示意图。

具体实施方式

- [0033] 下面结合附图,对本发明的具体实施方式作进一步的详细说明。
- [0034] 需要说明的是,在下述的具体实施方式中,在详述本发明的实施方式时,为了清楚地表示本发明的结构以便于说明,特对附图中的结构不依照一般比例绘图,并进行了局部放大、变形及简化处理,因此,应避免以此作为对本发明的限定来加以理解。
- [0035] 在以下本发明的具体实施方式中,请参阅图1,图1是本发明一种MEMS麦克风制造方法流程图;同时,请参阅图2-图13,图2-图13是本发明一较佳实施例中根据图1的方法制

造MEMS麦克风的工艺步骤示意图,图2-图13中所形成的器件分步结构,可与图1中的各工艺步骤相对应。如图1所示,本发明的一种MEMS麦克风制造方法,可包括以下步骤:

[0036] 如框01所示,提供一衬底,在衬底中形成一深槽。

[0037] 请参阅图2。首先,在半导体衬底101中刻蚀出一个深槽101a,例如可采用深硅刻蚀(DRIE)工艺,先通过光刻定义出MEMS麦克风的空腔图形,然后对衬底进行刻蚀,形成具有MEMS麦克风空腔图形的深槽。其中,深槽的刻蚀深度可为200-400微米;所述衬底可以是硅、锗或锗硅衬底硅片。

[0038] 如框02所示,在所述深槽中填充牺牲层材料并平坦化。

[0039] 请参阅图3。接着,在深槽101a中填充牺牲层材料101b,并通过化学机械研磨(CMP)工艺进行平坦化,使得牺牲层材料101b的顶部与衬底表面平齐。牺牲层材料可以采用二氧化硅或聚酰亚胺(polyimide),其生长方法可以采用等离子增强的化学气相沉积方法(PECVD)或是旋转涂覆法来填充深槽。较佳的,在本实施例中,所述牺牲层材料可以是采用PECVD方法沉积的二氧化硅。

[0040] 如框03所示,再次沉积牺牲层材料。

[0041] 请参阅图4。接着,在衬底上再次沉积牺牲层材料102,厚度可为2000埃-2微米。较佳的,在本实施例中,所述牺牲层材料可以是采用PECVD方法沉积的二氧化硅。

[0042] 如框04所示,沉积下极板材料并图形化,形成下极板。

[0043] 请参阅图5。接着,在所述牺牲层材料102上沉积下极板材料,并通过光刻、刻蚀的方法进行图形化,形成下极板103,下极板的图形之间形成开口104。所述下极板可采用金属薄膜、掺杂的多晶硅薄膜或非晶硅薄膜材料制备,厚度可为2000埃-5微米。较佳的,在本实施例中,所述下极板采用掺杂的多晶硅薄膜材料,其厚度为2-5微米。

[0044] 如框05所示,再次沉积牺牲层材料并图形化。

[0045] 请参阅图6。接着,再次沉积牺牲层材料105并图形化。较佳的,在本实施例中,所述牺牲层105可为采用保形的PECVD方法沉积的二氧化硅,其厚度可为1-5微米。图形化主要是在下极板对应位置形成凹槽105a,以在后续沉积上极板材料时形成起止动作用的凸起。其中,凹槽105a的深度为2000埃-1微米,线宽为2000埃-1微米。

[0046] 如框06所示,沉积上极板材料并图形化,形成上极板。

[0047] 请参阅图7。接着,在牺牲层105上沉积上极板材料,并通过光刻、刻蚀的方法进行图形化,形成上极板106。所述上极板可采用金属薄膜、掺杂的多晶硅薄膜或非晶硅薄膜材料制备,厚度可为2000埃-5微米。较佳的,在本实施例中,所述上极板为掺杂的多晶硅薄膜,厚度为2000埃-1微米。从图中可以看到,通过使上极板材料填充到凹槽105a中,在上极板106下端形成了凸起结构,用于在其接触下极板时对上极板进行止动。

[0048] 如框07所示,沉积介质层材料并图形化,形成上、下极板的接触孔。

[0049] 请参阅图8。接着,在上极板106上沉积介质层材料107,先通过光刻定义出接触孔图形,然后通过刻蚀工艺对介质层及其下方的牺牲层进行刻蚀,形成分别通达上极板或下极板的接触孔107a,同时将覆盖在上极板106上的部分介质层去除。较佳的,在本实施例中,所述介质层为采用PECVD方法沉积的二氧化硅。

[0050] 如框08所示,沉积电连接金属层材料并图形化,形成电连接部。

[0051] 请参阅图9。接着,向接触孔107a内沉积电连接金属层材料,并通过光刻、刻蚀的方

法进行图形化,形成电连接部108。较佳的,在本实施例中,所述电连接金属层材料为采用PVD方法溅射的金属铝。

[0052] 如框09所示,沉积保护层并图形化,形成电连接部的引线窗口。

[0053] 请参阅图10。接着,沉积保护层109,先通过光刻定义引线窗口图形,然后通过刻蚀工艺在保护层中露出引线窗口109a,同时去除覆盖在上极板106上的部分保护层。较佳的,在本实施例中,所述保护层可为采用PECVD方法沉积的氮化硅或氮氧化硅;

[0054] 如框10所示,在上极板中形成释放孔。

[0055] 请参阅图11。接着,通过光刻、刻蚀工艺在上极板106中形成释放孔106a。

[0056] 如框11所示,研磨衬底背面,露出深槽中的牺牲层材料。

[0057] 请参阅图12。接着,可通过高速率的背面化学机械研磨工艺,将衬底硅片101从背面减薄至200-400微米,以与深槽101a的刻蚀深度相对应,从而使填充在深槽中的牺牲层材料101b露出。

[0058] 如框12所示,进行释放工艺,去除牺牲层材料,形成MEMS麦克风结构。

[0059] 请参阅图13。最后,可通过湿法蚀刻或干法蚀刻进行释放,去除全部或部分的牺牲层材料,形成空腔110,并最终形成MEMS麦克风结构。

[0060] 综上所述,本发明通过正面工艺在衬底中预先形成填充有牺牲层材料的空腔结构,以及形成MEMS麦克风的其它器件结构,然后通过衬底背面研磨打开空腔并释放去除牺牲层材料,因此无需通过背面工艺即可形成MEMS麦克风结构,可大大降低工艺复杂度,更易于与CMOS工艺集成,并提高成品率。

[0061] 以上所述的仅为本发明的优选实施例,所述实施例并非用以限制本发明的专利保护范围,因此凡是运用本发明的说明书及附图内容所作的等同结构变化,同理均应包含在本发明的保护范围内。

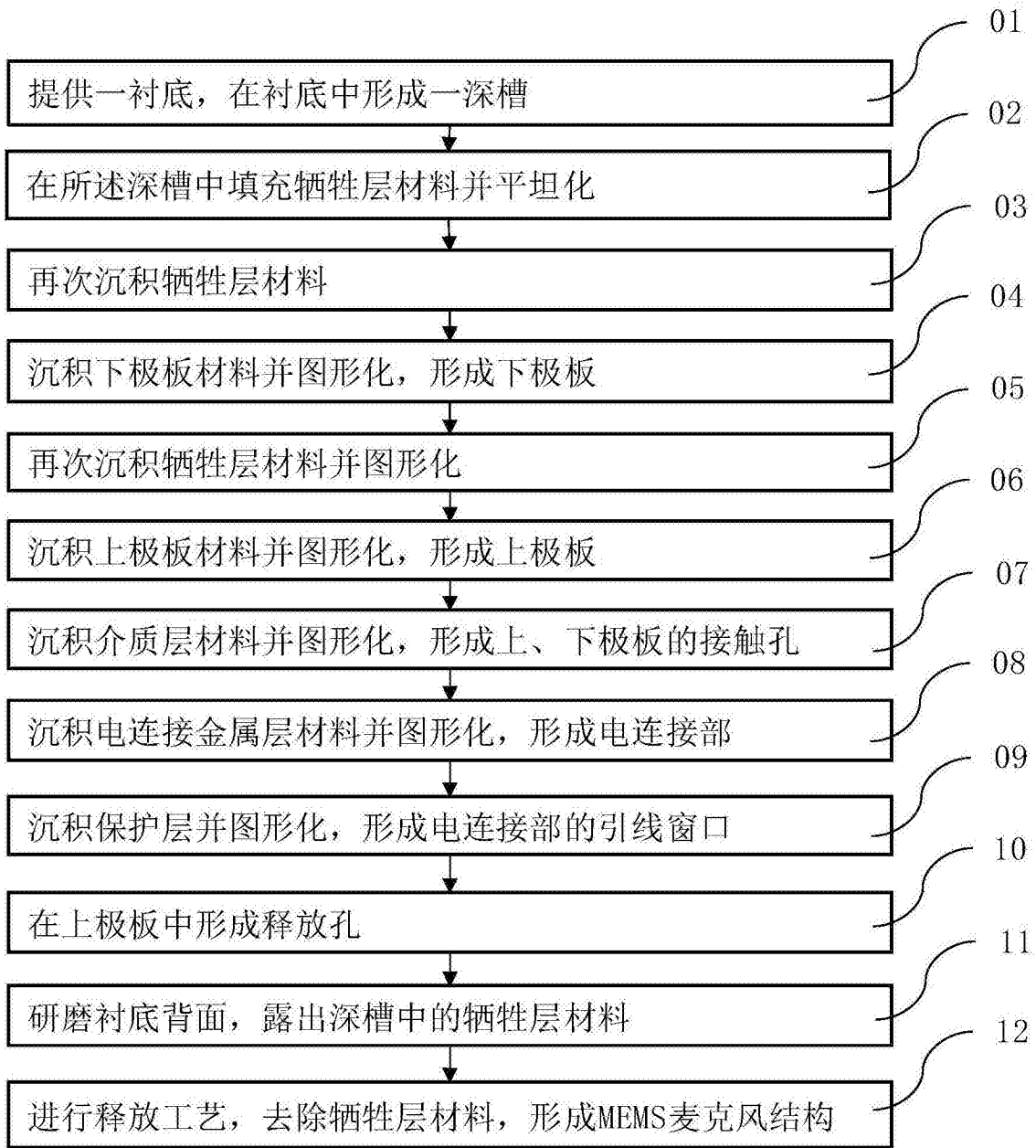


图1

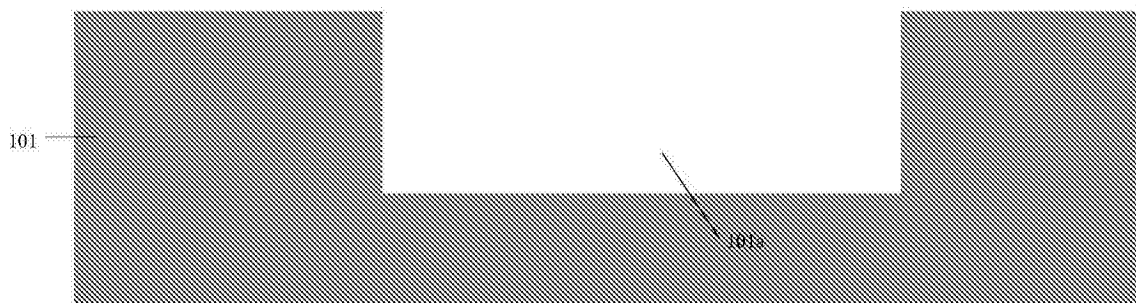


图2

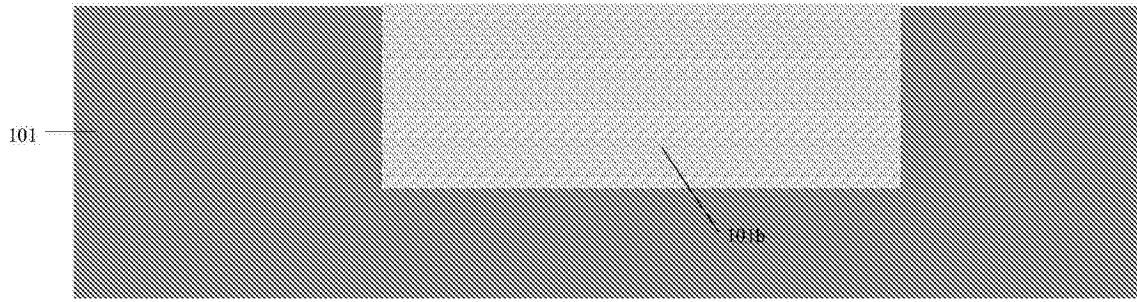


图3

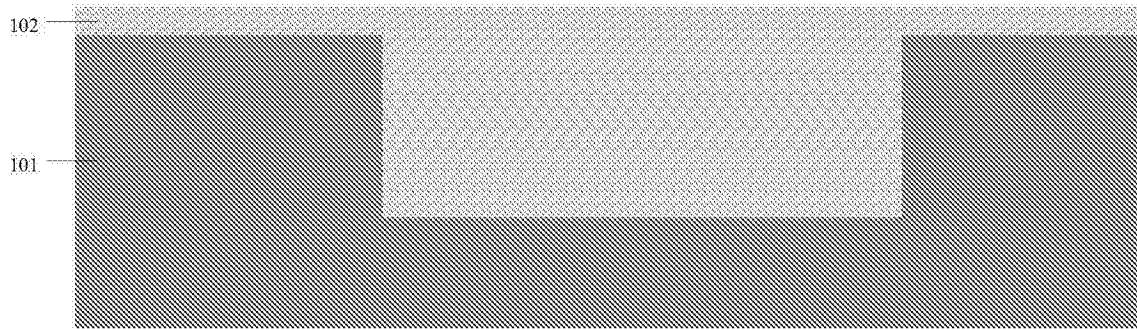


图4

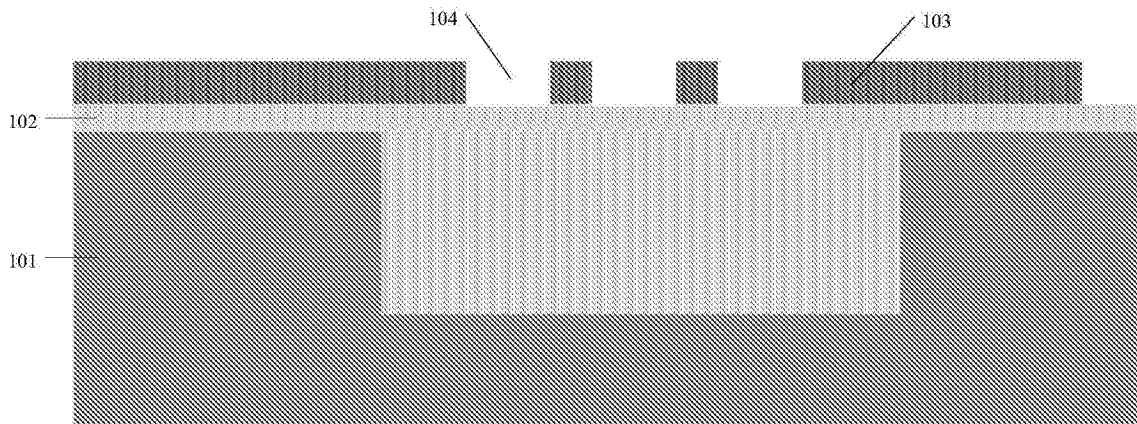


图5

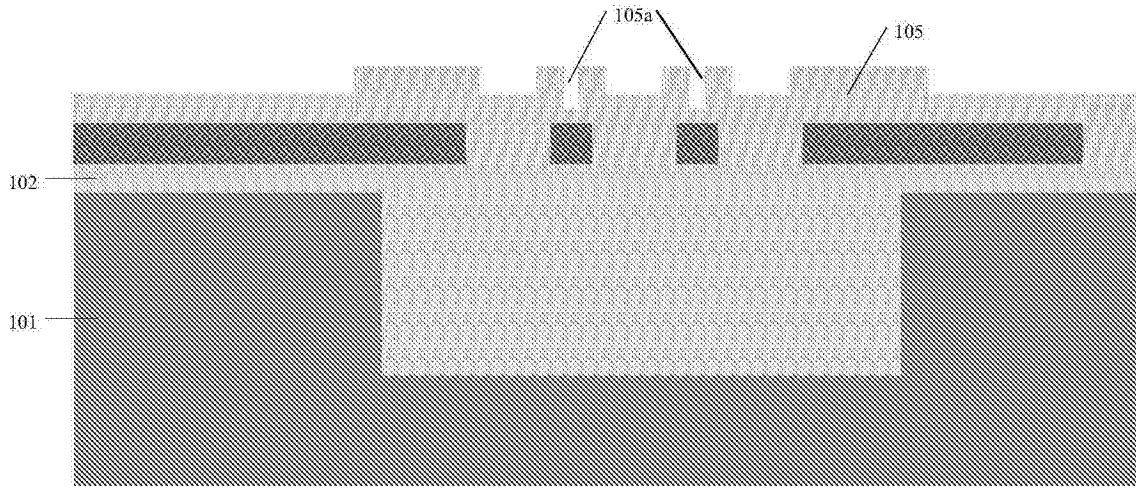


图6

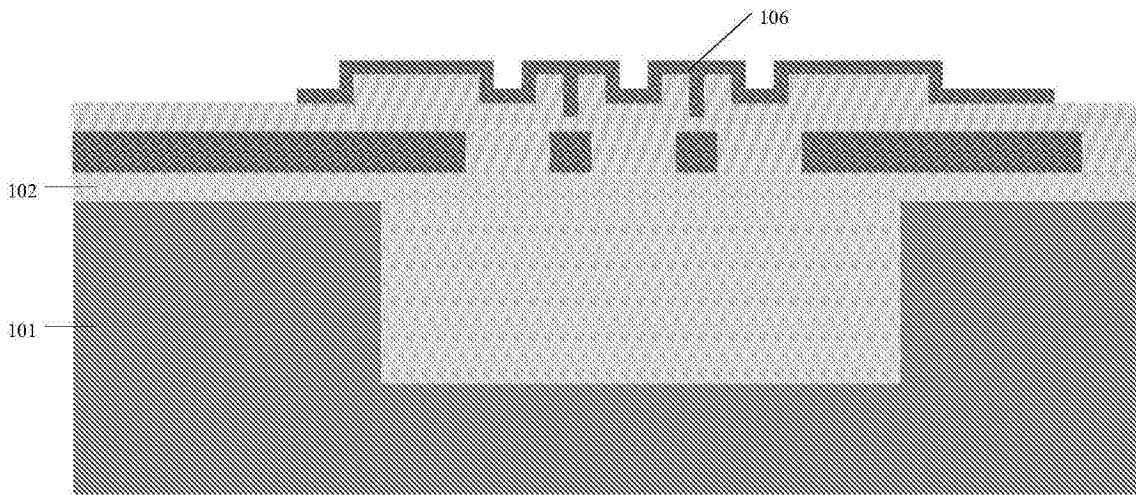


图7

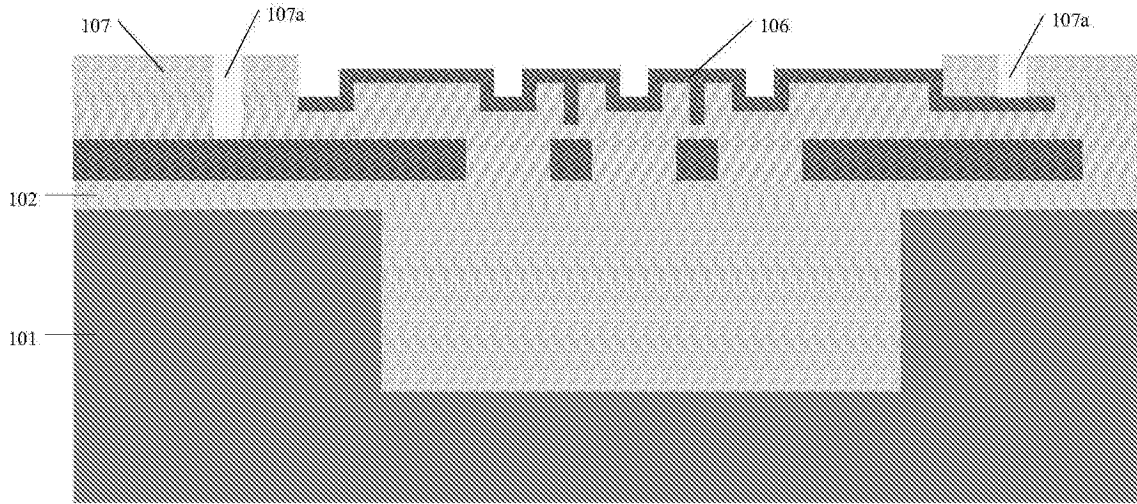


图8

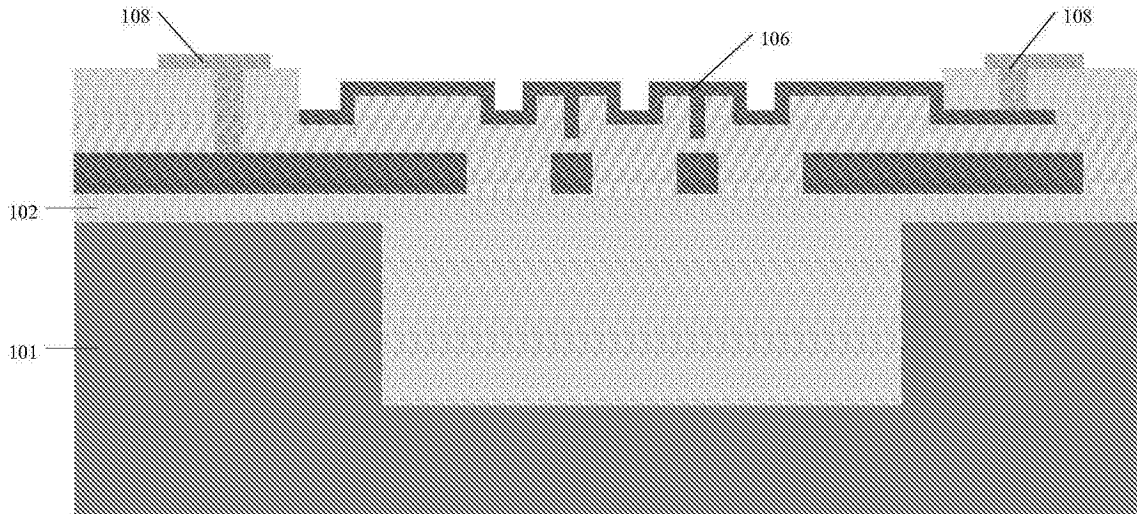


图9

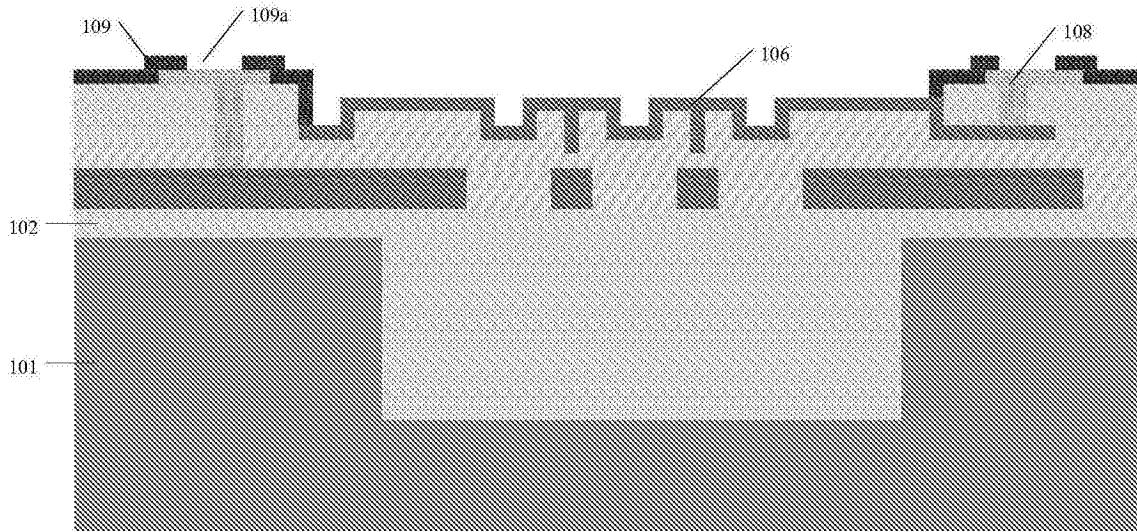


图10

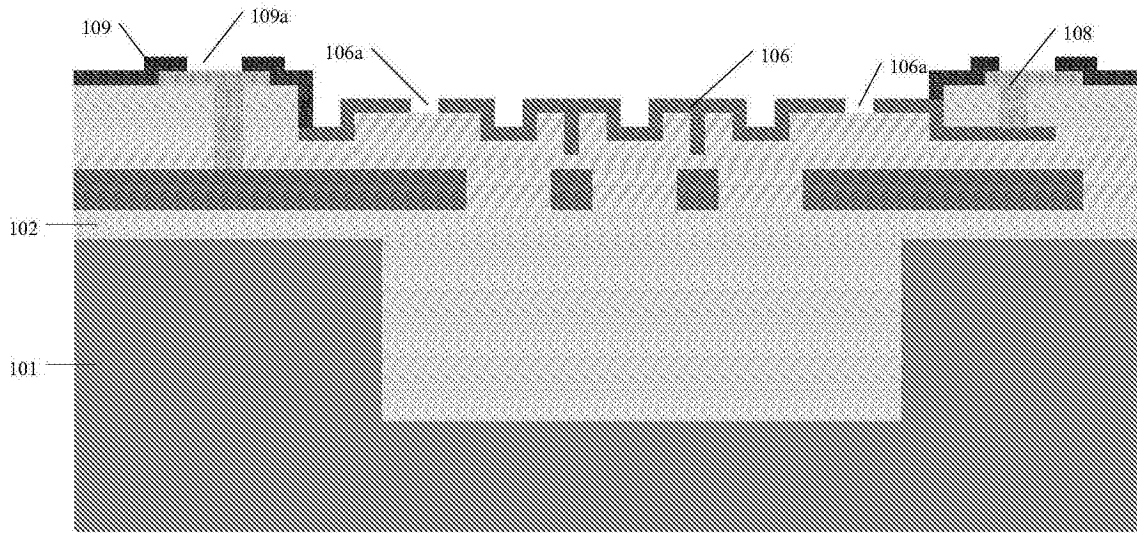


图11

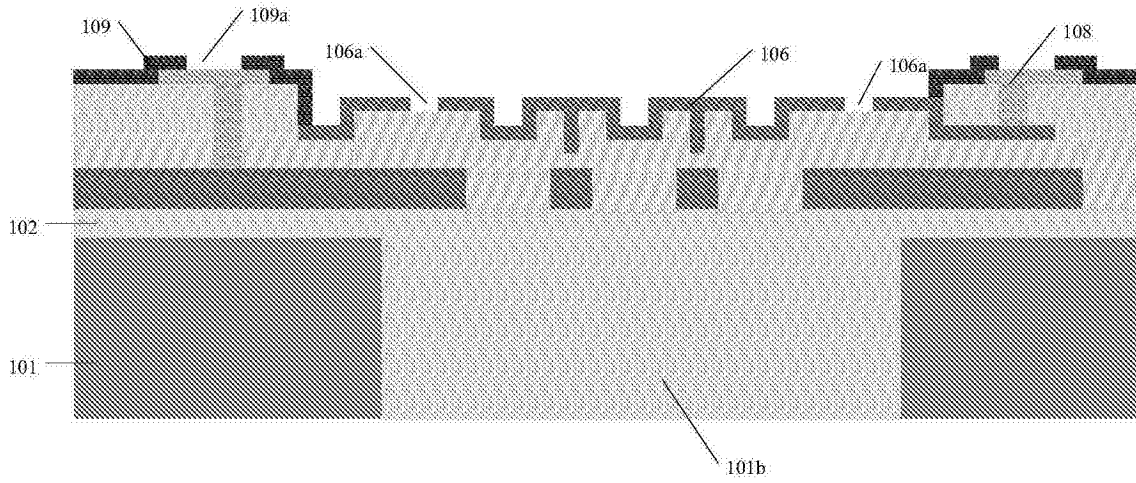


图12

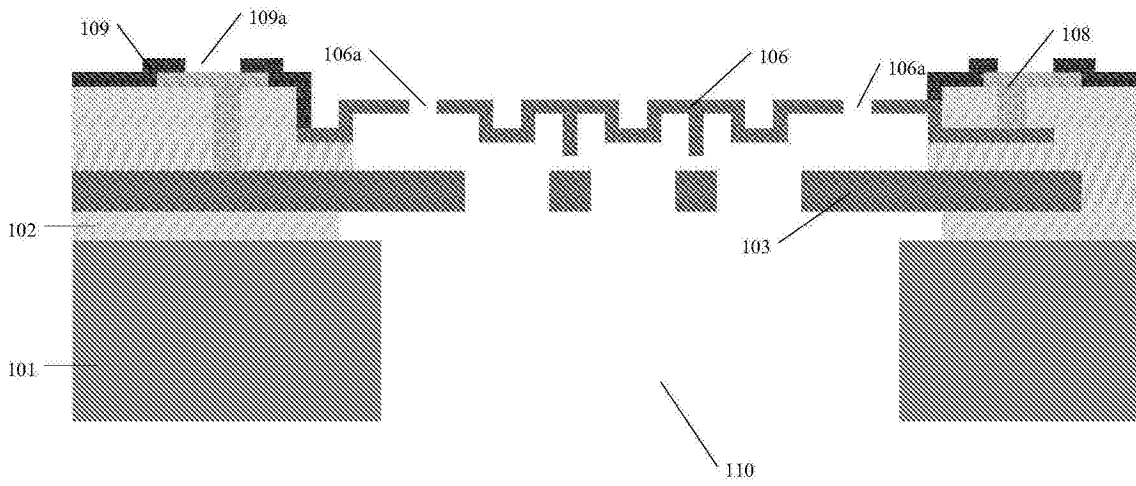


图13