



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111010101 A

(43)申请公布日 2020.04.14

(21)申请号 201910186408.5

(22)申请日 2019.03.12

(71)申请人 天津大学

地址 300072 天津市南开区卫津路92号

申请人 诺思(天津)微系统有限责任公司

(72)发明人 张孟伦 庞慰 杨清瑞

(74)专利代理机构 北京金诚同达律师事务所
11651

代理人 汤雄军

(51) Int. Cl.

H03H 3/02(2006.01)

H03H 9/02(2006.01)

H03H 9/10(2006.01)

H03H 9/17(2006.01)

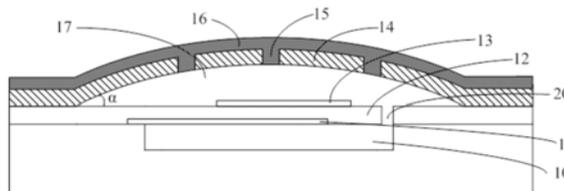
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

带弧形结构的薄膜封装的MEMS器件组件及电子设备

(57)摘要

本发明涉及一种MEMS器件组件,包括:MEMS器件,具有封装表面;封装薄膜,用于形成封装所述MEMS器件的封装空间,所述封装薄膜具有顶部、边缘部和在顶部与边缘部之间的连接部,由所述边缘部、连接部和顶部限定所述封装空间,且所述边缘部设置于所述封装表面,其中:所述连接部为弧形。所述封装薄膜与所述封装表面形成的夹角可在2度-45度的范围内。所述封装空间可为弧形空间。该MEMS器件可以为薄膜体声波谐振器。本发明还涉及一种具有上述MEMS器件组件的电子设备。



1. 一种MEMS器件组件,包括:
MEMS器件,具有封装表面;
封装薄膜,用于形成封装所述MEMS器件的封装空间,所述封装薄膜具有顶部、边缘部和在顶部与边缘部之间的连接部,由所述边缘部、连接部和顶部限定所述封装空间,且所述边缘部设置于所述封装表面,
其中:
所述连接部为弧形。
2. 根据权利要求1所述的组件,其中:
所述封装薄膜与所述封装表面形成的夹角在2度-45度的范围内。
3. 根据权利要求2所述的组件,其中:
所述封装薄膜与所述封装表面形成的夹角在10度-20度的范围内。
4. 根据权利要求1所述的组件,其中:
所述封装空间为弧形空间。
5. 根据权利要求4所述的组件,其中:
所述弧形空间的内侧表面的最高点到所述封装表面的垂直距离在0.5微米到10微米之间。
6. 根据权利要求4所述的组件,其中:
所述弧形空间的内侧表面的最高点到所述MEMS器件的垂直距离在0.5微米到10微米之间。
7. 根据权利要求1所述的组件,其中:
所述顶部大致平坦。
8. 根据权利要求1或7所述的组件,其中:
所述边缘部与所述连接部一体为弧形;或者
所述边缘部具有向封装空间凸出的弧形部分。
9. 根据权利要求1-8中任一项所述的组件,其中:
所述封装空间在所述封装薄膜与所述封装表面的相接处的边界形状为弧形。
10. 根据权利要求1-9中任一项所述的组件,其中:
所述MEMS器件包括空气隙结构。
11. 根据权利要求10所述的组件,其中:
所述MEMS器件设置有与所述空气隙结构相通的第一释放孔,所述第一释放孔位于所述封装空间内;
所述封装薄膜设置有与封装空间相通的第二释放孔,第二释放孔中填充有密封材料;
且
在垂直投影中,至少一个所述第二释放孔与对应的第一释放孔之间的水平间距小于20 μm 。
12. 根据权利要求11所述的组件,其中:
在垂直投影中,所述第二释放孔与对应的第一释放孔重合或者部分重合。
13. 根据权利要求11所述的组件,其中:
在垂直投影中,每一个所述第二释放孔与对应的第一释放孔之间的水平间距小于

20um。

14. 根据权利要求10所述的组件,其中:

所述MEMS器件设置有与所述空气隙结构相通的第一释放孔,所述第一释放孔位于所述封装空间的外侧;

所述封装薄膜设置有与封装空间相通的第二释放孔,第二释放孔中填充有密封材料。

15. 根据权利要求14所述的组件,其中:

所述封装薄膜覆盖并密封所述第一释放孔。

16. 根据权利要求1-15中任一项所述的组件,其中:

所述MEMS器件为体声波谐振器。

17. 根据权利要求16所述的组件,其中:

所述谐振器为包括空气隙结构的薄膜体声波谐振器。

18. 一种电子设备,包括根据权利要求1-17中任一项所述的MEMS器件组件。

19. 根据权利要求18所述的电子设备,所述电子设备包括滤波器。

带弧形结构的薄膜封装的MEMS器件组件及电子设备

技术领域

[0001] 本发明的实施例涉及半导体领域,尤其涉及一种MEMS器件组件,以及一种具有该组件的电子设备。

背景技术

[0002] 基于半导体微加工的MEMS器件具有体积小、功耗低、集成性强、耐用性好、价格低廉、性能稳定等优点。作为体声波(BAW)谐振器的一种,薄膜体声波谐振器(Film Bulk Acoustic Resonator,简称FBAR)作为MEMS器件的重要成员正在通信领域发挥着重要作用,特别是FBAR滤波器在射频滤波器领域市场占有率越来越大,FBAR滤波器由于具有尺寸小(μm 级)、谐振频率高(GHz)、品质因数高(1000)、功率容量大、滚降效应好等优良特性,在2-10GHz频段已逐步取代传统的声表面波(SAW)滤波器。

[0003] 对于BAW谐振器,目前商业化的主要有两种结构:空腔型结构(Film Bulk Acoustic Wave,FBAR)和固体装配型结构(Solidly Mounted Resonator,SMR)。这两种体声波谐振器的原理相同,主要区别就是谐振能量的限制方式。FBAR谐振器通过下部空腔将压电薄膜的主体部分悬于硅基底上,谐振时能量就被限制在这部分中。SMR谐振器是在电极下面形成对声波起反射作用的“镜面”,这些“镜面”被称为布拉格反射层,由一些声阻抗相差很大的膜层交替构成,如W和SiO₂(约4:1的阻抗比),AlN和SiO₂(约3:1的阻抗比),可以将声波反射回核心的谐振部分,起到了限制能量耗散的作用。

[0004] 通常,BAW谐振器要求特定的应用环境,例如,特定范围的湿度或压力或在惰性气体中。此外,有的体声波谐振器对特定污染源敏感。因此,需要对BAW谐振器封装。

[0005] 薄膜封装是对MEMS器件进行封装的一种方式,其有助于获得缩小封装尺寸、简化封装工艺步骤、节省封装成本、提高密封强度等中的至少一个方面的优点。

[0006] 薄膜封装也可以用于体声波谐振器,下面以薄膜体声波谐振器的封装进行简单说明。

[0007] 图1示出了现有技术中薄膜体声波谐振器的薄膜封装。在图1中,10为谐振器的底部空腔,11为谐振器的底电极,12为谐振器的压电层,13为谐振器的顶电极;14为薄膜封装层,15为薄膜封装层14上的释放孔,16为薄膜封装层14的密封层;17为薄膜封装层形成的位于谐振器顶部的封装空间。

[0008] 从图1中可以看出,一般的薄膜封装方式会存在一直角结构18,而在直角结构处,应力会发生聚集,如果应力过大,很容易造成边界处应力集中的地方即直角结构18开裂,导致器件密封失效。另外,应力太大会造成多层膜的粘附性变差,机械性能降低。此外,应力过大会造成晶格不匹配,导致成膜质量变差。

发明内容

[0009] 为缓解或解决现有技术中的上述问题,减少封装薄膜应力集中,提出本发明。

[0010] 根据本发明的实施例的一个方面,提出了一种MEMS器件组件,包括:

[0011] 封装薄膜,用于形成封装所述MEMS器件的封装空间,所述封装薄膜具有顶部、边缘部和在顶部与边缘部之间的连接部,由所述边缘部、连接部和顶部限定所述封装空间,且所述边缘部设置于所述封装表面,

[0012] 其中:

[0013] 所述连接部为弧形。

[0014] 可选的,所述封装薄膜与所述封装表面形成的夹角在2度-45度的范围内。

[0015] 可选的,所述封装薄膜与所述封装表面形成的夹角在10度-20度的范围内。

[0016] 可选的,所述封装空间为弧形空间。

[0017] 可选的,所述弧形空间的内侧表面的最高点与所述封装表面的垂直距离在0.5微米到10微米之间。可选的,所述弧形空间的内侧表面的最高点与所述MEMS器件的垂直距离H在0.5微米到10微米之间。

[0018] 可选的,所述顶部大致平坦。

[0019] 可选的,所述边缘部与所述连接部一体为弧形;或者所述边缘部具有向封装空间凸出的弧形部分。

[0020] 可选的,所述封装空间在所述封装薄膜与所述封装表面的相接处的边界形状为弧形。

[0021] 可选的,所述MEMS器件包括空气隙结构。

[0022] 可选的,所述MEMS器件设置有与所述空气隙结构相通的第一释放孔,所述第一释放孔位于所述封装空间内;所述封装薄膜设置有与封装空间相通的第二释放孔,第二释放孔中填充有密封材料;且在垂直投影中,至少一个所述第二释放孔与对应的第一释放孔之间的水平间距小于20um。

[0023] 进一步可选的,在垂直投影中,所述第二释放孔与对应的第一释放孔重合或者部分重合。

[0024] 进一步可选的,在垂直投影中,每一个所述第二释放孔与对应的第一释放孔之间的水平间距小于20um。

[0025] 可选的,所述MEMS器件设置有与所述空气隙结构相通的第一释放孔,所述第一释放孔位于所述封装空间的外侧;所述封装薄膜设置有与封装空间相通的第二释放孔,第二释放孔中填充有密封材料。

[0026] 进一步可选的,所述封装薄膜覆盖并密封所述第一释放孔。

[0027] 可选的,所述MEMS器件为体声波谐振器。

[0028] 进一步的,所述谐振器为包括声学镜空腔的薄膜体声波谐振器。

[0029] 根据本发明的实施例的另一方面,提出了一种电子设备,包括上述的MEMS器件组件。

附图说明

[0030] 以下描述与附图可以更好地帮助理解本发明所公布的各种实施例中的这些和其他特点、优点,图中相同的附图标记始终表示相同的部件,其中:

[0031] 图1为示出现有技术的薄膜体声波谐振器的封装的剖面示意图;

[0032] 图2为根据本发明的一个示例性实施例的已经进行了薄膜封装的薄膜体声波谐振

器的俯视示意图；

[0033] 图3为沿图2中的A-A向截得的示意性剖视图；

[0034] 图4为示出根据本发明的一个示例性实施例的已经进行了薄膜封装的薄膜体声波谐振器的剖视图；

[0035] 图5为示出根据本发明的另一个示例性实施例的已经进行了薄膜封装的薄膜体声波谐振器的剖视图；

[0036] 图6为示出根据本发明的再一个示例性实施例的已经进行了薄膜封装的薄膜体声波谐振器的剖视图。

[0037] 图7为示出根据本发明的又一个示例性实施例的已经进行了薄膜封装的薄膜体声波谐振器的剖视图。

具体实施方式

[0038] 下面通过实施例,并结合附图,对本发明的技术方案作进一步具体的说明。在说明书中,相同或相似的附图标号指示相同或相似的部件。下述参照附图对本发明实施方式的说明旨在对本发明的总体发明构思进行解释,而不应当理解为对本发明的一种限制。

[0039] 下面参照附图2-3,以薄膜体声波谐振器的封装为例,示例性描述根据本发明的实施例的MEMS器件的薄膜封装。

[0040] 在图2中,10为谐振器的底部空腔(对应于空气隙结构),也可以布拉格反射层等任何形式的声反射镜,20为谐振器底部空腔的释放孔;11为谐振器的底电极,12为谐振器的压电层,13为谐振器的顶电极;14为封装薄膜,15为封装薄膜上的释放孔。

[0041] 在图3中示出了压电层12,封装薄膜14,封装薄膜上的释放孔15,密封释放孔15的密封层16等,以及封装薄膜在谐振器顶部形成的封装空间17。

[0042] 如图3所示,形成封装空间17的封装薄膜14的部分为弧形,其与谐振器的封装平面(在图3中为压电层12的上表面,需要明确的是,基于不同的MEMS器件以及基于不同的要求,封装平面可以不同)之间形成一夹角 α 。弧形的封装薄膜能有效减小薄膜中应力集中的现象,进而可以避免谐振器的封装薄膜因应力过大而发生开裂的现象,从而能够提高封装结构中多层膜的粘附性以及机械性能,使封装后的谐振器更为稳定、可靠,密封性能更为良好。

[0043] 基于以上,为解决或者缓解图1中附图标记18处的应力集中的问题,本发明提出了如下用于封装MEMS器件的封装薄膜:所述封装薄膜具有顶部、边缘部和在顶部与边缘部之间的连接部,由所述边缘部、连接部和顶部限定所述封装空间,且所述边缘部设置于所述封装表面,其中:所述连接部为弧形。

[0044] 例如参见图3,边缘部、连接部和顶部一起形成为弧形,而连接部的弧形则为整个弧形的一部分。

[0045] 再如,参见图6,其中的附图标记61指示的边界部分显示为与顶部与边缘部相接的连接部为弧形。由于边界61的形状为弧状,因此能够减小应力的集中,使得封装结构更为稳定、可靠。

[0046] 又如,参见图7,除了边界或者连接部为弧形之外,封装薄膜的边缘部具有向封装空间凸出的弧形部分,例如,在图7的左侧,可以看到边缘部与连接部形成S形。弧形的形状

能够减小应力的集中,使得封装结构更为稳定、可靠。

[0047] 在本发明的示例性实施例中,例如图3,图4和图5,所述封装薄膜与所述封装表面形成的夹角 α 在2度-45度的范围内,进一步的,在10度-20度的范围内。例如,该夹角除了上述端点值之外,还可以为15度,30度等。

[0048] 如本领域技术人员能够理解的,虽然本发明以薄膜体声波谐振器为例描述了薄膜封装,但是,本发明的技术方案也可以用于其他的适于薄膜封装的MEMS器件。

[0049] 如图3所示,在可选的实施例中,所述MEMS器件包括空气隙结构,例如底部空腔10,其可以为在基底中刻蚀出的空腔结构或者为向上凸起的空腔结构,也可以为由高声阻抗材料和低声阻抗材料交替形成的布拉格反射结构等声波反射形式,在图3中为在基底中刻蚀出的空腔结构。在图3-4中,以薄膜体声波谐振器作为MEMS器件的示例进行说明。如本领域技术人员能够理解的,下述说明也可适用于具有空气隙结构的其他MEMS器件。

[0050] 虽然没有示出,在可选的实施例中,所述弧形空间的内侧表面的最高点到所述封装表面的垂直距离在0.5微米到10微米之间,例如为0.5微米,1微米和5微米等。

[0051] 在可选的实施例中,所述MEMS器件设置有与所述空气隙结构相通的第一释放孔(例如,对应于释放孔20),所述第一释放孔位于所述封装空间17内;所述封装薄膜14设置有与封装空间17相通的第二释放孔(例如,对应于释放孔15),第二释放孔中填充有密封材料;且在垂直投影中,至少一个所述第二释放孔与对应的第一释放孔之间的水平间距小于20 μm 。例如,在图3中,图中示出的最右侧的释放孔15与释放孔20之间的水平间距小于20 μm 。

[0052] 虽然没有示出,在可选的实施例中,在垂直投影中,所述第二释放孔与对应的第一释放孔重合或者部分重合,例如可以是图3中示出的最右侧的释放孔15与释放孔20的垂直投影重合或者部分重合。

[0053] 虽然没有示出,在可选的实施例中,在垂直投影中,每一个所述第二释放孔与对应的第一释放孔之间的水平间距小于20 μm 。例如,在图3中,并不存在设置于图3中左侧与中间的释放孔15,或者存在的其他释放孔15也与相应的释放孔20之间的水平间距小于20 μm 。

[0054] 基于图2与图3示出的实施例,由于在垂直投影中,至少一个所述第二释放孔与对应的第一释放孔之间的水平间距小于20 μm ,可以获得如下技术效果:在封装空间17形成的过程中,药液通过释放孔15进入谐振器底部空气隙中后,能够快速循环流动出来,将药液残渣等带走,因此降低了药液残渣在空气隙中遗留的可能性,有利于提高谐振器或者MEMS器件的性能。

[0055] 此外,在封装薄膜14的释放孔15处于谐振器或者MEMS器件的有效区域的两侧的情况下,在最后对封装薄膜的释放孔15进行密封的时候,即便有密封试剂掉落下来,也不会对谐振器或者MEMS器件的性能造成影响。

[0056] 而且,在封装薄膜14设置释放孔15的位置位于空气隙10的释放孔20的上方(两者在垂直投影重合或基本重合)的情况下,在形成封装薄膜时,不会在封装薄膜对应与释放孔10的位置处产生台阶,没有应力的聚集现象,从而使得谐振器或MEMS器件的封装结构更为稳定。

[0057] 图4为示出根据本发明的一个示例性实施例的已经进行了薄膜封装的薄膜体声波谐振器的剖视图。如图4所示,该MEMS器件为薄膜体声波谐振器,包括:底部空腔10(对应于空气隙结构),与空腔10连通的第一释放孔11,底电极12,压电层13,顶电极14,平坦层23,封

装薄膜20,释放孔21,密封层22,密封空间24。如图4所示,所述第一释放孔位于所述封装空间17的外侧;所述封装薄膜设置有与封装空间相通的第二释放孔15,第二释放孔中填充有密封材料。如图4所示,所述封装薄膜覆盖并密封所述第一释放孔11。

[0058] 基于图4的实施例,由于释放孔11在封装空间24之外,在形成封装薄膜20的过程中,释放孔便被密封住,所以在释放形成封装空间24的过程中,不会有药液残渣、颗粒等进入FBAR的底部空腔10中,因此谐振器的性能不会受到影响。而且,封装薄膜20上开孔21的位置和数量可灵活选择。在开孔位置上,能够省却与底部空腔释放孔11的对准工艺步骤,降低封装成本;同时可以增加开孔的数量,能够加快空腔24的形成。另外,对于相同面积的FBAR或者MEMS器件来说,将释放孔11封装在空腔24之外,能够减小封装空间24的面积,进而使得谐振器或者MEMS器件的封装尺寸得到减小。

[0059] 图5所示为另一实施例的薄膜体声波谐振器示意图。其与图3结构基本相同,区别在于封装薄膜在封装表面所形成封装空腔的边界51处的形状,即在本实施例中边界的形状形成了向内弯曲的弧形。在本实施例中,由于边界51是向内弯曲的弧形,能够避免当封装薄膜所形成封装空腔的角度较小时,而导致的封装薄膜在边界处由于过尖而引起的薄膜应力过大,导致封装薄膜的断裂、使封装结构变得不稳定。

[0060] 图6所示为再一实施例的薄膜体声波谐振器的剖视示意图,其与图3结构基本相同,区别在于封装薄膜的形状不同。在本实施例中,封装薄膜中,连接部为弧形,顶部为平坦形状。更具体的,连接部与边缘部一体为弧形,顶部为平坦形状。因为封装薄膜的顶部为平坦形状,在谐振器的顶部则会形成平面的结构,便于其进行下一步的封装或者集成应用。

[0061] 图7所示为又一实施例的薄膜体声波谐振器的剖视示意图,其与图3结构基本相同,区别在于封装薄膜的形状不同。在本实施例中,封装薄膜中,连接部的形状为过渡性圆弧形即在边缘部连接的圆弧是向内凹的、与顶部连接的圆弧是向外凹的。由于连接部是圆弧形,能够避免当封装薄膜所形成封装空腔的角度较小时,而导致的封装薄膜在边界处由于过尖而引起的薄膜应力过大,导致封装薄膜的断裂、使封装结构变得不稳定。

[0062] 在本发明中,电极组成材料可以是金(Au)、钨(W)、钼(Mo)、铂(Pt),钌(Ru)、铱(Ir)、钛钨(TiW)、铝(Al)、钛(Ti)等类似金属形成。

[0063] 压电层材料可以为氮化铝(AlN)、氧化锌(ZnO)、锆钛酸铅(PZT)、铌酸锂(LiNbO₃)、石英(Quartz)、铌酸钾(KNbO₃)或钽酸锂(LiTaO₃)等材料。

[0064] 牺牲层材料可以为有机材料、聚合物、硅、非晶硅、二氧化硅、PSG、金属(如Ge、Ti、Cu)、金属氧化物(如MgO、ZnO)、光刻胶(如SU-8)等易溶性的材料。

[0065] 封装薄膜材料可以为硅、二氧化硅、氮化硅、氮化铝、氧化铝、金属、光刻胶、高分子聚合物、石墨烯、纳米管、TOK DFR材料等;

[0066] 密封层材料可以为二氧化硅等致密性的材料、聚合物、旋涂玻璃、塑料、树脂、介电材料、金属、氮化硅、氮化铝等材料。根据本发明的实施例的另一方面,提出了一种电子设备,包括上述的MEMS器件组件。

[0067] 尽管已经示出和描述了本发明的实施例,对于本领域的普通技术人员而言,可以理解在不脱离本发明的原理和精神的情况下可以对这些实施例进行变化,本发明的范围由所附权利要求及其等同物限定。

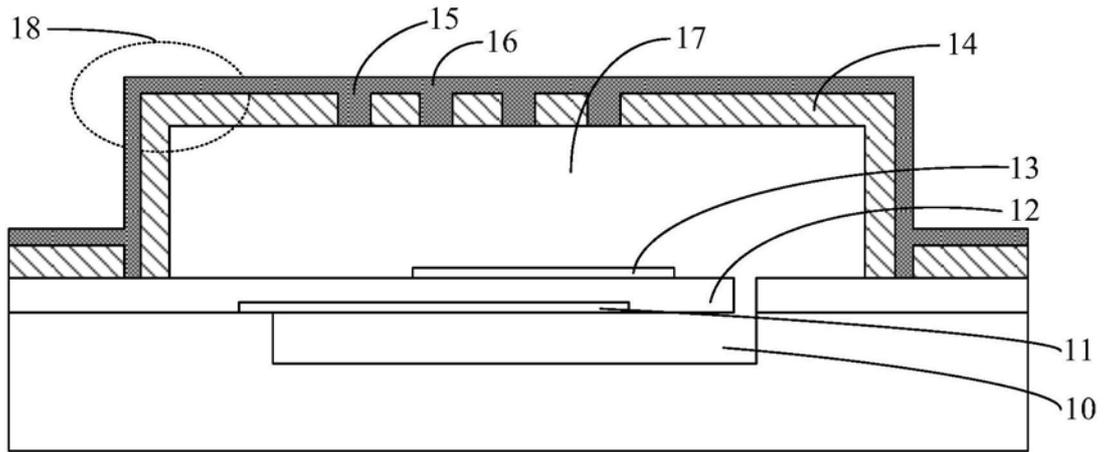


图1

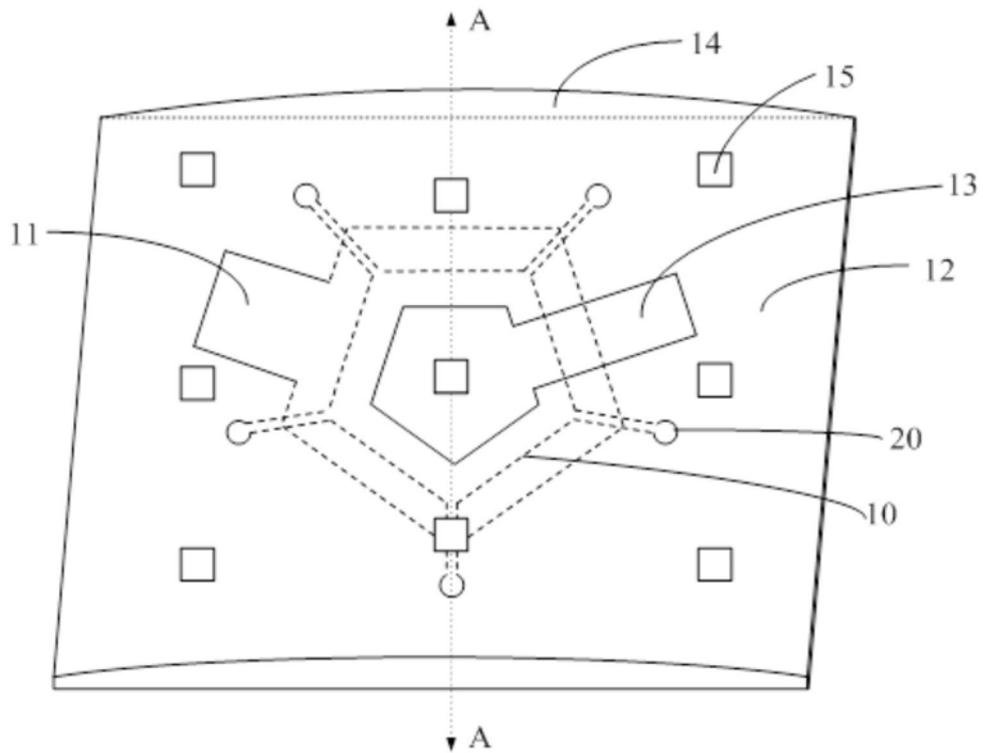


图2

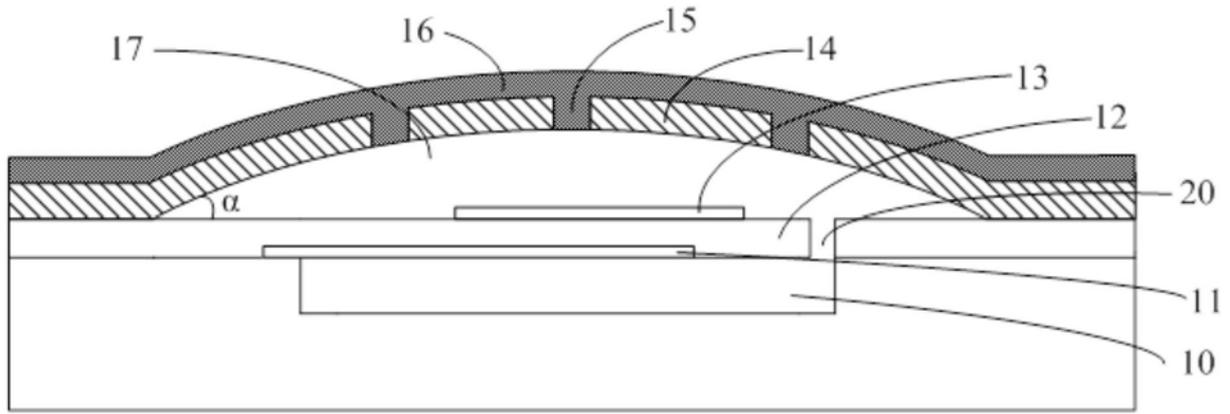


图3

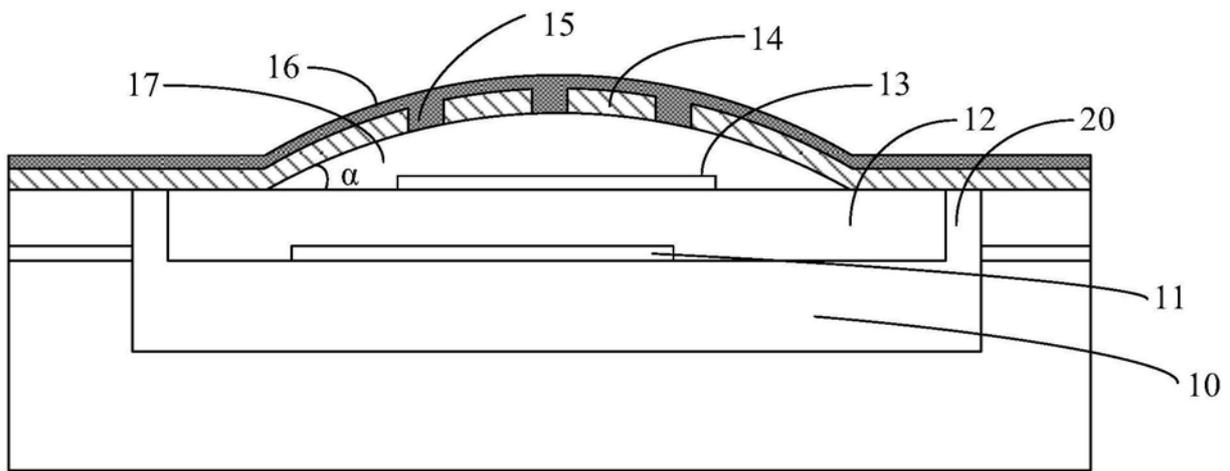


图4

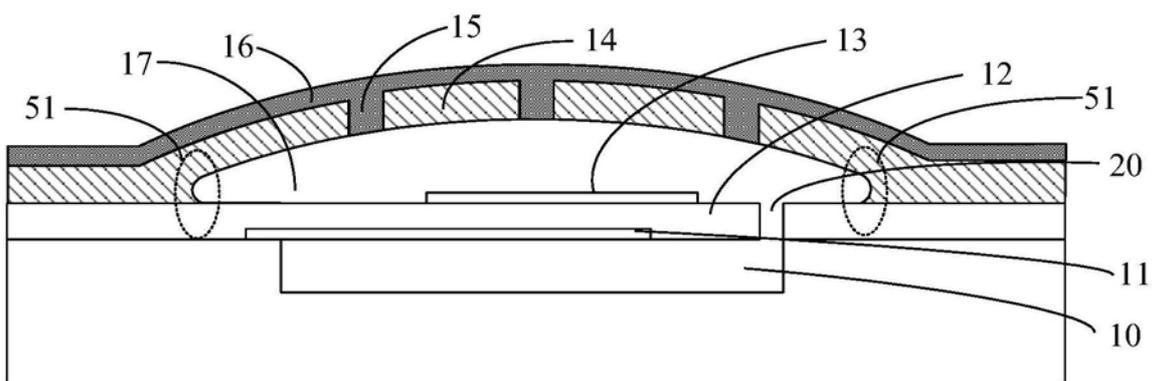


图5

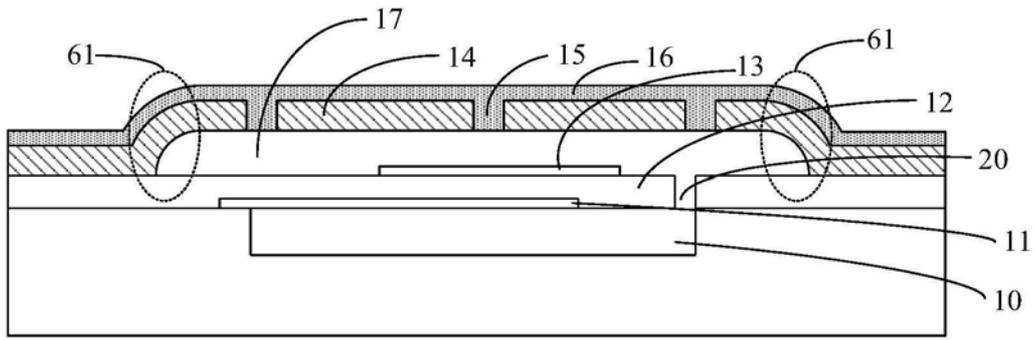


图6

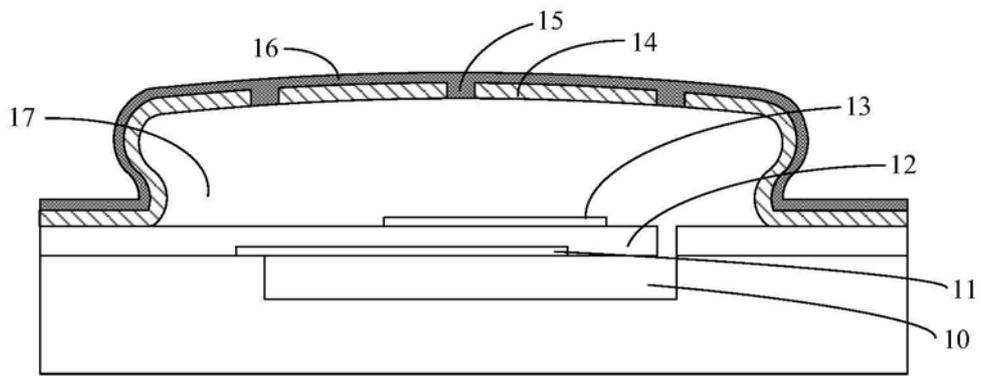


图7