



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108362408 B

(45) 授权公告日 2021.07.02

(21) 申请号 201810190163.9

审查员 崔丽娟

(22) 申请日 2018.03.08

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 108362408 A

(43) 申请公布日 2018.08.03

(73) 专利权人 苏州敏芯微电子技术股份有限公司

地址 215123 江苏省苏州市苏州工业园区
金鸡湖大道99号NW-09楼102室

(72) 发明人 李刚 吕萍 胡维

(74) 专利代理机构 上海盈盛知识产权代理事务所(普通合伙) 31294

代理人 孙佳胤 董琳

(51) Int. Cl.

G01L 1/14 (2006.01)

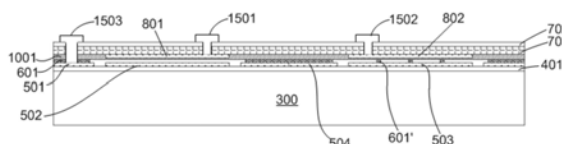
权利要求书2页 说明书9页 附图7页

(54) 发明名称

压力传感器及其制造方法

(57) 摘要

本发明涉及一种压力传感器及其制造方法,所述压力传感器包括:基底;位于所述基底表面的钝化层;位于所述钝化层表面的第一下电极、第二下电极和连接电极,所述连接电极连接所述第一下电极和第二下电极;支撑于所述第一下电极上方的第一上电极,第一上电极与第一下电极构成感应电容;支撑于第二下电极上方的第二上电极,所述第一上电极与第一下电极之间具有支撑部,第二上电极与第二下电极构成参考电容;覆盖所述第一上电极、第二上电极的绝缘层。上述方法制作步骤简单,提高了工艺可制造性。



1. 一种压力传感器,包括压力传感芯片,其特征在于,所述压力传感芯片包括:

基底;

位于所述基底表面的钝化层;

位于所述钝化层表面的第一下电极、第二下电极、外围电极和连接电极,所述连接电极连接所述第一下电极和第二下电极,所述连接电极、所述第一下电极和所述第二下电极共同构成“王”字形平面结构;且所述连接电极与第一下电极、第二下电极连接处的线宽小于连接电极主体部的线宽,所述外围电极位于所述钝化层表面且围绕所述第一下电极、第二下电极和连接电极,所述外围电极外接直流偏置;

支撑层,位于所述连接电极和所述外围电极表面;

绝缘层、位于所述绝缘层一侧表面上的第一上电极和第二上电极;

所述绝缘层键合于所述支撑层顶部,与所述钝化层之间形成腔体,使得所述第一上电极位于所述第一下电极上方,所述第二上电极位于第二下电极上方,第一上电极与第一下电极构成感应电容,所述第二上电极和所述第二下电极之间具有支撑部,第二上电极与第二下电极和所述支撑部构成参考电容;

位于所述绝缘层、第一上电极以及第二上电极表面的应力层。

2. 根据权利要求1所述的压力传感器,其特征在于,所述压力传感芯片还包括:贯穿所述绝缘层且位于所述第一上电极和第二上电极表面的第一通孔;填充所述第一通孔的第一金属连接线,以及位于所述绝缘层表面且连接所述第一金属连接线的第二焊盘;贯穿所述绝缘层且位于所述外围电极表面的第二通孔;填充所述第二通孔的第二金属连接线,以及位于所述绝缘层表面且连接所述第二金属连接线的第二焊盘,用于连接直流偏置。

3. 根据权利要求1所述的压力传感器,其特征在于,所述压力传感芯片包括:两个感应电容、两个参考电容。

4. 根据权利要求1所述的压力传感器,其特征在于,所述应力层为包括氮化硅和正硅酸乙酯的复合膜。

5. 根据权利要求1所述的压力传感器,其特征在于,所述支撑部包括两个以上支撑柱;或者所述支撑部包括两个以上长条状支撑条,所述两个以上长条状支撑条交叉或平行排列。

6. 根据权利要求1所述的压力传感器,其特征在于,还包括:电路板、专用集成电路芯片以及具有气孔的金属帽;所述专用集成电路芯片通过第一硅胶层粘附于所述电路板表面;所述压力传感芯片通过第二硅胶层粘附于所述专用集成电路芯片表面;所述金属帽位于所述电路板表面,与所述电路板形成容纳所述专用集成电路芯片和压力传感芯片的空腔。

7. 一种压力传感器的制造方法,包括形成压力传感芯片,其特征在于,所述形成压力传感芯片进一步包括:

提供第一基底;

在所述第一基底表面形成钝化层;

在所述钝化层表面形成第一下电极、第二下电极、外围电极以及连接电极,所述连接电极连接所述第一下电极和第二下电极,所述连接电极、所述第一下电极和所述第二下电极共同构成“王”字形平面结构;且所述连接电极与第一下电极、第二下电极连接处的线宽小于连接电极主体部的线宽,所述外围电极环绕所述第一下电极、第二下电极和所述连接电

极,所述外围电极外接直流偏置;

在所述第二下电极表面形成支撑部;

形成位于所述连接电极和所述外围电极表面的支撑层;

提供第二基底;

在所述第二基底表面形成绝缘层;

在所述绝缘层表面形成第一上电极、第二上电极;

在所述绝缘层、第一上电极以及第二上电极表面形成应力材料层,并对所述应力材料层进行平坦化,形成覆盖所述绝缘层、第一上电极以及第二上电极的应力层;

将所述第二基底与第一基底进行键合,使得所述第一上电极位于所述第一下电极上方,第一上电极与第一下电极构成感应电容,所述第二上电极位于第二下电极上方,第二上电极与第二下电极以及所述支撑部构成参考电容;

去除所述第二基底。

8. 根据权利要求7所述的压力传感器的制造方法,其特征在于,还包括:刻蚀所述绝缘层至所述第一上电极和第二上电极表面,形成第一通孔;刻蚀所述绝缘层至所述外围电极表面,形成第二通孔;在所述第一通孔、第二通孔内填充金属材料,形成位于所述第一通孔内的第一金属连接线、位于所述第二通孔内的第二金属连接线、位于所述绝缘层表面且连接所述第一金属连接线的第二焊盘、位于所述绝缘层表面且连接所述第二金属连接线的第二焊盘。

9. 根据权利要求7所述的压力传感器的制造方法,其特征在于,形成两个感应电容和两个参考电容。

10. 根据权利要求7所述的压力传感器的制造方法,其特征在于,所述应力层为包括氮化硅和正硅酸乙酯的复合膜。

11. 根据权利要求7所述的压力传感器的制造方法,其特征在于,所述支撑部包括两个上支撑柱;或者所述支撑部包括两个以上长条状支撑条,所述两个以上长条状支撑条交叉或平行排列。

12. 根据权利要求7所述的压力传感器的制造方法,其特征在于,还包括:提供电路板、专用集成电路芯片以及具有气孔的金属帽;在所述电路板表面涂覆第一硅胶层,将所述专用集成电路芯片置于所述第一硅胶层表面;在所述专用集成电路芯片表面涂覆第二硅胶层,将形成的压力传感芯片置于所述第二硅胶层表面;将所述压力传感芯片、专用集成电路芯片以及电路板之间通过金线键合形成电连接;将金属帽焊接于所述电路板表面,与所述电路板形成容纳所述专用集成电路芯片和压力传感芯片的空腔。

压力传感器及其制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及MEMS技术领域,尤其涉及一种压力传感器及其制造方法。

背景技术

[0002] 压力传感器是将压力信号转化为电学信号的换能器。

[0003] 按照工作原理的不同,压力传感器主要分为压阻式、电容式以及压电式等。目前,压阻式压力传感器由于其制造工艺与半导体工艺兼容性高、制造工艺简单、接口电路简单等优点,是目前压力传感器的主流技术。但是压阻式压力传感器却有着温度特性差,灵敏度低,功耗大等缺点,并不适合一些低功耗及精度高的应用领域。

[0004] 电容式压力传感器本身尺寸小,成本低,温度特性好、精度高、功耗低等诸多优点,使得电容式压力传感器技术得到越来越多的关注。电容式压力传感器是将压力信号变成电容信号的换能器。电容式压力传感器包括可变电容器,其中可变电容器的一个或两个电极由压力敏感膜形成,在外界压力作用下,作为电容电极的压力敏感膜产生变形导致电容间隙发生改变,从而导致电容值发生改变,电容值的改变通过后续电路的处理变成电压或者电流信号。由于电容式压力传感器精度高、温度稳定性好,可以很好的应用于高度计等相关应用当中。

[0005] 但是,现有技术的电容式压力传感器的制作过程中涉及复杂的氧化硅牺牲层掏空工艺以及将释放孔密封形成真空腔的工艺,工艺步骤较为复杂,工艺可制造性较差。

发明内容

[0006] 本发明所要解决的技术问题是,提供一种压力传感器及其制造方法,制作步骤简单,提高了工艺可制造性。

[0007] 为了解决上述问题,本发明提供了一种压力传感器,包括压力传感芯片,所述压力传感芯片包括:基底;位于所述基底表面的钝化层;位于所述钝化层表面的第一下电极、第二下电极、外围电极和连接电极,所述连接电极连接所述第一下电极和第二下电极,所述外围电极位于所述钝化层表面且围绕所述第一下电极、第二下电极和连接电极;支撑层,位于所述连接电极和所述外围电极表面以及环绕所述第一下电极、第二下电极和连接电极;绝缘层、位于所述绝缘层一侧表面上的第一上电极和第二上电极;

[0008] 所述绝缘层键合于所述支撑层顶部,与所述钝化层之间形成腔体,使得所述第一上电极位于所述第一下电极上方,所述第二上电极位于第二下电极上方,第一上电极与第一下电极构成感应电容,第二上电极与第二下电极构成参考电容。

[0009] 可选的,所述压力传感芯片还包括位于所述钝化层表面的围绕所述第一下电极、第二下电极和连接电极设置的外围电极。

[0010] 可选的,所述压力传感芯片还包括:贯穿所述绝缘层且位于所述第一上电极和第二上电极表面的第一通孔;填充所述第一通孔的第一金属连接线,以及位于所述绝缘层表面且连接所述第一金属连接线的第二焊盘;贯穿所述绝缘层且位于所述外围电极表面的第

二通孔；填充所述第二通孔的第二金属连接线，以及位于所述绝缘层表面且连接所述第二金属连接线的第二焊盘，用于连接直流偏置。

[0011] 可选的，所述压力传感芯片包括：两个感应电容、两个参考电容。

[0012] 可选的，所述压力传感芯片还包括：位于所述绝缘层、第一上电极以及第二上电极表面的应力层。

[0013] 可选的，所述应力层为包括氮化硅和正硅酸乙酯的复合膜。

[0014] 可选的，所述支撑部包括两个以上支撑柱；或者所述支撑部包括两个以上长条状支撑条，所述两个以上长条状支撑条交叉或平行排列。

[0015] 可选的，还包括：电路板、专用集成电路芯片以及具有气孔的金属帽；所述专用集成电路芯片通过第一硅胶层粘附于所述电路板表面；所述压力传感芯片通过第二硅胶层粘附于所述专用集成电路芯片表面；所述金属帽位于所述电路板表面，与所述电路板形成容纳所述专用集成电路芯片和压力传感芯片的空腔。

[0016] 为了解决上述问题，本发明的具体实施方式还提供一种压力传感器的制造方法，包括形成压力传感芯片，形成压力传感芯片的方法进一步包括：提供第一基底；在所述第一基底表面形成钝化层；在所述钝化层表面形成第一下电极、第二下电极以及连接电极，所述连接电极连接所述第一下电极和第二下电极；在所述第二下电极表面形成支撑部；提供第二基底；在所述第二基底表面形成绝缘层；在所述绝缘层表面形成第一上电极、第二上电极；将所述第二基底与第一基底进行键合，使得所述第一上电极位于所述第一下电极上方，第一上电极与第一下电极构成感应电容，所述第二上电极位于第二下电极上方，第二上电极与第二下电极构成参考电容；去除所述第二基底。

[0017] 可选的，在形成所述第一下电极、第二下电极和连接电极的同时，形成围绕所述第一下电极、第二下电极和连接电极设置的外围电极。

[0018] 可选的，还包括：刻蚀所述绝缘层至所述第一上电极和第二上电极表面，形成第一通孔；刻蚀所述绝缘层至所述外围电极表面，形成第二通孔；在所述第一通孔、第二通孔内填充金属材料，形成位于所述第一通孔内的第一金属连接线、位于所述第二通孔内的第二金属连接线、位于所述绝缘层表面且连接所述第一金属连接线的第二金属连接线的第二焊盘。

[0019] 可选的，形成两个感应电容和两个参考电容。

[0020] 可选的，还包括：在进行键合之前，在所述绝缘层、第一上电极以及第二上电极表面形成应力材料层，并对所述应力材料层进行平坦化，形成覆盖所述绝缘层、第一上电极以及第二上电极的应力层。

[0021] 可选的，所述应力层为包括氮化硅和正硅酸乙酯的复合膜。

[0022] 可选的，所述支撑部包括两个上支撑柱；或者所述支撑部包括两个以上长条状支撑条，所述两个以上长条状支撑条交叉或平行排列。

[0023] 可选的，还包括：提供电路板、专用集成电路芯片以及具有气孔的金属帽；在所述电路板表面涂覆第一硅胶层，将所述专用集成电路芯片置于所述第一硅胶层表面；在所述专用集成电路芯片表面涂覆第二硅胶层，将形成的压力传感芯片置于所述第二硅胶层表面；将所述压力传感芯片、专用集成电路芯片以及电路板之间通过金线键合形成电连接；将金属帽焊接于所述电路板表面，与所述电路板形成容纳所述专用集成电路芯片和压力传感

芯片的空腔。

[0024] 本发明的压力传感器的制造方法预先在第一基底表面形成凹槽,来作为电容间隙,电容的上下电极分别形成于两个基底表面,然后通过晶圆键合技术,将第一基底和第二基底键合在一起,由此形成电容式压力传感器。上述方法避免了负载的牺牲层掏空工艺以及将释放孔密封形成真空腔的工艺,大大提高了工艺的可制造性。并且本发明同时形成可变的感应电容和固定的参考电容,当外界气压发生变化,感应电容发生变化,而参考电容不变化,通过数据处理能够得出准确的压力值。

附图说明

[0025] 图1为本发明一具体实施方式的压力传感器的模块结构示意图;

[0026] 图2为本发明一具体实施方式的压力传感芯片的俯视示意图;

[0027] 图3至图16为本发明一具体实施方式的压力传感器的形成过程的结构示意图。

具体实施方式

[0028] 下面结合附图对本发明提供的压力传感器及其制造方法的具体实施方式做详细说明。

[0029] 请参考图1,为本发明一具体实施方式的压力传感器100的模块结构示意图。

[0030] 所述压力传感器100包括一压力传感芯片101、专用集成电路芯片(ASIC)102和输出接口103。压力传感芯片101为MEMS传感器。该具体实施方式中,所述压力传感芯片101是由4个桥臂电容组成,其中包括一对感应电容 C_s 和一对参考电容 C_r 。当外界气压发生变化,压力传感芯片101的感应电容 C_s 压力敏感膜发生形变,感应电容 C_s 发生变化,而参考电容 C_r 不变化,输出 $\Delta C/C$,经过ASIC读出电路,从而输出当前环境下的压力值。

[0031] 请参考图2,为本发明一具体实施方式的压力传感芯片200的俯视示意图。

[0032] 所述压力传感芯片200包括衬底201,电容202、203、204和205,分别为一对感应电容和一对参考电容。例如,电容202和电容203为感应电容 C_s ,电容204和电容205为参考电容 C_r ;在其他具体实施方式中,感应电容和参考电容也可以为其他组合。该具体实施方式中,所述电容202~204呈两行两列阵列排布,在本发明的其他具体实施方式中,所述电容202~204还可以为其他排列形式,例如呈一行四列排列;所述电容202~205可以为平板电容、圆形电容或其他任意形状的电容器,在此不作限定。所述衬底201上还形成有与各个电容连接的焊盘206,用于与专用集成电路芯片(ASIC)的接口连接,向专用集成电路芯片(ASIC)输出检测信号。

[0033] 请参考图3~图16,为本发明一具体实施方式的压力传感芯片的形成过程的结构示意图。具体的,以沿压力传感芯片200的A-B截面作为示意。

[0034] 请参考图3,提供第一基底300。

[0035] 所述第一基底300为单晶硅衬底,在其他具体实施方式中,所述第一基底300还可以为SiGe、Ge等其他半导体材料。

[0036] 所述第一基底300具有第一表面301。

[0037] 请参考图4,在所述第一基底300的第一表面301上形成钝化层401。

[0038] 采用低压化学气相沉积或热氧化等工艺在所述第一基底300的第一表面301上形

成所述钝化层401。具体的,所述钝化层401的材料可以是二氧化硅或氮化硅等氮化物。所述钝化层401用于隔离所述第一基底300与后续形成的电容。

[0039] 请参考图5a,在所述钝化层401表面形成第一下电极502、第二下电极503以及连接电极504,所述连接电极504连接所述第一下电极502和第二下电极503。

[0040] 具体的,形成所述第一下电极502、第二下电极503、连接电极504的方法包括:在所述钝化层401表面淀积一层电极材料层,然后在所述电极材料层表面形成图形化光刻胶层或图形化掩膜层,然后以所述图形化光刻胶层或图形化掩膜层为掩膜,刻蚀所述电极材料层,形成特定的图形,包括所述第一下电极502、第二下电极503以及连接电极504,所述连接电极504连接第一下电极502和第二下电极503。该具体实施方式中,所述第一下电极502、第二下电极503以及连接电极504位于同一平面内,同时加工而成,且是同一种材料,优选的,可以为掺杂多晶硅材料,具有导电作用,起着与金属同样的作用;并且多晶硅作为与硅材料相接近的材料,与其他材料,例如氧化硅或者氮化硅等介质材料结合时更容易做到应力匹配,减少电极翘曲,提高了电极平整度,最终提高了电容值大小的一致性。在本发明的其他具体实施方式中,所述电极材料层还可以为其他导电材料。

[0041] 图5a中,仅示出了一个第一下电极502及一个第二下电极503,实际请参考图2,该具体实施方式中,形成有两个第一下电极502以及两个第二下电极503,以便后续形成两个感应电容,两个参考电容。在其他具体实施方式中,也可以形成两个以上的感应电容,以及对应数量的参考电容。

[0042] 该具体实施方式中,第一下电极502作为感应电容的下电极,第二下电极503作为参考电容的下电极,连接电极504是感应电容和参考电容各自的第一下电极502、第二下电极503的连接电极。

[0043] 该具体所述方式中,在刻蚀所述电极材料层形成所述第一下电极502、第二下电极503和连接电极504的同时,还形成围绕所述第一下电极502、第二下电极503和连接电极504设置的外围电极501。所述第一下电极502、第二下电极503与衬底300之间具有钝化层401,因此会产生寄生电容。所述外围电极501后续可外接直流偏置,以减小第一下电极502、第二下电极503与衬底300之间的寄生电容。该具体实施方式中,外围电极501成圈设置,且与第一下电极502、第二下电极503之间隔开。考虑到对称性,所述外围电极501成对称设置,为了便于后续键合,要求具有较高的平整度。

[0044] 请结合参考图5b,图5b为图5a结构的俯视示意图。

[0045] 所述外围电极501位于外围区域,与所述第一下电极502、第二下电极503以及连接电极504之间通过凹槽506隔离,防止短路;第一下电极502、第二下电极503与连接电极504之间具有凹槽505。所述凹槽505和凹槽506的宽度可以相同,也可以不同。凹槽505与凹槽506的宽度会影响芯片尺寸,在保证隔离效果的前提下,通常可以将凹槽505与凹槽506的宽度限制在 $20\mu\text{m}\sim 30\mu\text{m}$,也可以根据实际情况进行调整。

[0046] 所述连接电极504位于所述第一下电极502和第二下电极503之间,通过位于凹槽505内的连接线507连接。所述连接线507的长度与凹槽505的宽度一致,为了避免所述连接线507过细,容易断路,所述连接线507的宽度在20微米以上较佳。

[0047] 请参考图6a,在所述第二下电极503表面形成支撑部601'。

[0048] 该具体实施方式中,在形成所述支撑部601'的同时,还在所述外围电极501以及连

接电极504表面分别形成支撑层601和支撑层602。

[0049] 具体的,形成所述支撑部601'和支撑部602的方法包括:形成覆盖钝化层401、外围电极501、第一下电极502、第二下电极503以及连接电极504表面的支撑材料层;对所述支撑材料层进行图形化,形成支撑层601、支撑层602以及支撑部601'。

[0050] 所述支撑材料层的材料可以为氧化硅、氮化硅等介质材料,可以采用热氧化或化学气相沉积工艺形成所述支撑材料层。所述支撑层601尺寸小于外围电极501的尺寸,所述支撑层602的尺寸小于连接电极504的尺寸。所述支撑部601'位于参考电容的第二下电极503表面,主要起到固定支撑的作用,当外界气压作用于参考电容和感应电容的压力敏感膜,即参考电容和感应电容的上电极上,感应电容由于压力敏感膜变形而发生变化,而参考电容由于支撑部601'的存在,使得参考电容部分的压力敏感膜不发生形变或者形变量非常小以至于可以忽略不计。这样就出现参考电容不发生变化,而感应电容发生变化,专用集成电路芯片(ASIC)就会检测到感应电容输出信号的变化量,经过数据处理,得到当前的气压值和温度值。

[0051] 请参考图6b,为表面形成支撑部601'的参考电容下电极第二下电极503的顶视图。该具体实施方式中,所述支撑部601'包括两个呈条状十字交叉排列的支撑条。

[0052] 请参考图6c,为所述参考电容下电极第二下电极503的另一个实施例的顶视图。该具体实施方式中,所述支撑部601'呈柱状阵列排列。

[0053] 在本发明的其他具体所述方式中,支撑部601'不仅限于上述两种形状排列。所述支撑部601'包括两个上支撑柱;或者所述支撑部601'包括两个以上长条状支撑条,所述两个以上长条状支撑条交叉或平行排列。所述支撑部601'的结构及排列密度可以根据所述第二下电极503的尺寸进行设置,以使得最终形成的参考电容的压力敏感膜不会因外界压力发生形变,从而确保参考电容的电容大小不随外界压力发生变化。

[0054] 请参考图7,提供第二基底701,在所述第二基底701表面形成绝缘层。

[0055] 所述第二基底701可以为硅晶圆,还可以为玻璃等基底材料。

[0056] 采用化学气相沉积工艺,在所述第二基底701表面形成绝缘层,该具体所述方式中,所述绝缘层包括位于第二基底701表面的氧化物层702、以及位于所述氧化物层702表面的氮化物层703。具体的,所述氧化物层702可以为氧化硅层,所述氮化物层703可以为氮化硅层。可以按照一定厚度比例生长所述氧化物层702和氮化物层703按照一定的厚度比例生长,以便进行应力调节;所述氧化物层702和氮化物层703构成的绝缘层起钝化绝缘的作用。

[0057] 在本发明的其他具体实施方式中,所述绝缘层还可以仅包括一单层材料层,例如氧化硅层或氮化硅层。

[0058] 请参考图8,在所述绝缘层表面形成第一上电极801、第二上电极802。

[0059] 该具体所述方式中,在所述氮化物层703表面淀积生成多晶硅层,并刻蚀所述多晶硅层,形成上电极图形,包括:第一上电极801,作为感应电容的上电极;第二上电极802,作为参考电容的上电极。所述第一上电极801和第二上电极802采用同一种材料,且第一上电极801和第二上电极802在第二基底701的相对位置与第一下电极502和第二下电极503在第一基底300的相对位置是一致的,且第一下电极502、第一上电极801的面积相同,构成感应电容;第二下电极503、第二上电极802的面积相同,构成参考电容。

[0060] 请参考图9,在所述氮化物层703、第一上电极801以及第二上电极802表面形成应

力材料层901。

[0061] 该具体实施方式中,所述应力材料层为氮化硅和正硅酸乙酯 (TEOS) 的复合膜,采用低压化学气相沉积 (LPCVD) 工艺形成所述应力材料层901。所述应力材料层901主要起调节应力的作用,所述应力材料层901中,氮化硅和正硅酸乙酯的比例根据设计时所需要的应力值来选择。

[0062] 所述应力材料层901的厚度高于所述第一上电极下801和第二上电极802的厚度,从而使得所述第一下电极801和第二上电极802均能够受到所述应力材料层901的应力作用。

[0063] 在其他具体实施方式中,所述应力材料层901还可以是多层材料层的堆叠结构,通过材料层的数量、材料以及厚度等调整所述应力材料层901的应力。例如,所述应力材料层901可以是氮化硅层和正硅酸乙酯层的堆叠结构,也可以是氮化硅、氧化硅和氮氧化硅的堆叠结构。

[0064] 请参考图10,对所述应力材料层901进行平坦化,形成覆盖所述绝缘层、第一上电极801以及第二上电极802的应力层1001。

[0065] 由于所述第一上电极801和第二上电极802的存在,图9中形成的应力材料层901的表面不平坦,为了便于后续进行键合,该具体实施方式中,采用化学机械研磨 (CMP) 工艺将所述应力材料层901磨平,形成应力层1001,所述应力层1001依旧覆盖所述第一上电极801和第二上电极802表面。

[0066] 请参考图11,将所述第二基底701与第一基底300进行键合,使得所述第一上电极801位于所述第一下电极502上方,第一上电极801与第一下电极502构成感应电容,所述第二上电极802位于第二下电极503上方,第二上电极802与第二下电极503构成参考电容。

[0067] 该具体实施方式中,将图10中形成的结构反扣于图6a所示结构上,采用二氧化硅-二氧化硅键合工艺进行键合,具体的,所述支撑层601、支撑层602以及支撑部601'与应力层1001之间通过二氧化硅-二氧化硅键合工艺进行键合,将所述第二基底701支撑于第一基底300上方,从而形成感应电容和参考电容。

[0068] 并且,所述感应电容的第一上电极801与第一下电极502之间具有空腔,所述第一上电极801发生形变时,所述感应电容的电容发生变化。而所述参考电容的第二上电极802与第二下电极503之间具有支撑部601'支撑,当外界压力发生变化,所述第二上电极802也不会发生形变,因此能够保持电容值固定,作为参考电容值。

[0069] 请参考图12,去除所述第二基底701。

[0070] 对键合好的第二基底701采用CMP工艺进行减薄至所述氧化层702,将所述第二基底701完全去除,使得所述氧化物层702、氮化物层703能够感受外界压力变化,从而使得第一上电极801随压力发生变化,感应电容的电容随之发生变化。

[0071] 请参考图13,刻蚀所述绝缘层至所述第一上电极801和第二上电极802表面,形成第一通孔1301。

[0072] 依次刻蚀所述氧化物层702、氮化物层703至所述第一上电极801和第二上电极802表面,刻蚀出所述第一通孔1301。

[0073] 请参考图14,刻蚀所述绝缘层至所述外围电极501表面,形成第二通孔1401。

[0074] 依次刻蚀所述氧化物层702、氮化物层703、应力层1001以及支承层601至所述外围

电极601表面,形成所述第二通孔1401。

[0075] 请参考图15,在所述第一通孔1301、第二通孔1401内填充金属材料,所述金属材料可以为铝或金等,可以采用淀积刻蚀工艺或lift-off工艺,形成位于所述第一通孔1301内的第一金属连接线(图中未标识)、位于所述第二通孔1401内的第二金属连接线(图中未标识)、位于所述氧化物层701表面且连接所述第一金属连接线的第二焊盘1501和1502、位于所述氧化物层701表面且连接所述第二金属连接线的第二焊盘1503。所述第二焊盘1503在实际产品使用当中,用于接直流偏置,以减小寄生电容,提高产品的性能。第一焊盘1501作为感应电容的第一上电极801的输出端,第一焊盘1502为参考电容的第二上电极802输出端,将与另一对感应电容和参考电容(图中未示出)进行互联,形成如图1中的MEMS压力传感芯片101所示的电容连接结构。

[0076] 请参考图16,提供电路板1601、专用集成电路芯片1603以及具有气孔的金属帽1608;在所述电路板1601表面涂覆第一硅胶层1602,将所述专用集成电路芯片1603置于所述第一硅胶层1602表面;在所述专用集成电路芯片1603表面涂覆第二硅胶层1605,将形成的压力传感芯片1607置于所述第二硅胶层1605表面;将所述压力传感芯片1607、专用集成电路芯片1603以及电路板1601之间通过金线1606键合形成电连接;将金属帽1608焊接于所述电路板1601表面,与所述电路板1601形成容纳所述专用集成电路芯片1603和压力传感芯片1607的空腔。

[0077] 上述压力传感器的形成过程中,预先在第一基底表面形成凹槽,来作为电容间隙,电容的上下电极分别形成于两个基底表面,然后通过晶圆键合技术,将第一基底和第二基底键合在一起,由此形成电容式压力传感器。上述方法避免了负载的牺牲层掏空工艺以及将释放孔密封形成真空腔的工艺,大大提高了工艺的可制造性。

[0078] 进一步的,本发明同时形成可变的感应电容和固定的参考电容,当外界气压发生变化,感应电容发生变化,而参考电容不变化,通过数据处理能够得出准确的压力值。

[0079] 本发明的具体实施方式还提供一种压力传感器,包括一压力传感芯片。

[0080] 请参考图15,为所述压力传感芯片的结构示意图。

[0081] 所述压力传感芯片包括:基底300;位于所述基底300表面的钝化层401;位于所述钝化层401表面的第一下电极502、第二下电极503和连接电极504,所述连接电极504连接所述第一下电极502和第二下电极503;支撑于所述第一下电极502上方的第一上电极801,第一上电极801与第一下电极502构成感应电容;支撑于第二下电极503上方的第二上电极802,所述第二上电极802与第二下电极503之间具有支撑部601',第二上电极802与第二下电极503构成参考电容;覆盖所述第一上电极801、第二上电极802的绝缘层。

[0082] 所述第一下电极502、第二下电极503、连接电极504以及第一上电极801与第二上电极803的材料为多晶硅,在其他具体实施方式中,上述电极也可以采用其他导电材料。该具体实施方式中,第一下电极502作为感应电容的下电极,第二下电极503作为参考电容的下电极,连接电极504是感应电容和参考电容各自的第一下电极502、第二下电极503的连接电极。该具体实施方式中,所述压力传感芯片包括有两个感应电容、两个参考电容。在其他具体实施方式中,还可以包括两个以上的感应电容和两个以上参考电容。

[0083] 该具体实施方式中,所述压力传感芯片还包括位于所述钝化层401表面的围绕所述第一下电极502、第二下电极503和连接电极504设置的外围电极501。所述外围电极501用

于外接直流偏置,以减小寄生电容。

[0084] 请参考图5b,所述外围电极501位于外围区域,与所述第一下电极502、第二下电极503以及连接电极504之间通过凹槽隔离,防止短路;所述第一下电极502、第二下电极503与连接电极504之间具有凹槽。

[0085] 所述支撑部601'位于参考电容的第二下电极503表面,主要起到固定支撑的作用,当外界气压作用于参考电容和感应电容的压力敏感膜上,感应电容由于压力敏感膜变形而发生变化,而参考电容由于支撑部601'的存在,使得参考电容部分的压力敏感膜不发生形变或者形变量非常小以至于可以忽略不计。在一个具体实施方式中,所述支撑部601'包括两个呈条状交叉排列的支撑条(请参考图6b),在另一具体实施方式中,所述支撑部601'呈柱状阵列排列(请参考图6c),在本发明的其他具体实施方式中,支撑部601'不仅限于上述两种形状排列。所述支撑部601'包括两个上支撑柱;或者所述支撑部601'包括两个以上长条状支撑条,所述两个以上长条状支撑条交叉或平行排列。所述支撑部601'的结构及排列密度可以根据所述第二下电极503的尺寸进行设置,以使得最终形成的参考电容的压力敏感膜不会因外界压力发生形变,从而确保参考电容的电容大小不随外界压力发生变化。

[0086] 该具体实施方式中,所述外围电极501表面还具有支撑层601,所述连接电极504表面具有支撑层602,所述支撑层601、602以及支撑部601'的材料可以为氧化硅、氮化硅等介质材料。

[0087] 所述绝缘层包括氧化物层702以及氮化物层703,所述氧化物层702可以为氧化硅层,所述氮化物层703可以为氮化硅层。可以按照一定厚度比例生长所述氧化物层702和氮化物层703按照一定的厚度比例生长,以便进行应力调节;所述氧化物层702和氮化物层703构成的绝缘层起钝化绝缘的作用。所述绝缘层还可以仅包括一单层材料层,例如氧化硅层或氮化硅层。

[0088] 该具体实施方式中,所述压力传感芯片还包括:位于所述绝缘层、第一上电极801以及第二上电极802表面的应力层1001。所述应力层1001为氮化硅和正硅酸乙酯(TEOS)的复合膜,主要起调节应力的作用,氮化硅和正硅酸乙酯的比例根据设计时所需要的应力值来选择。在其他具体实施方式中,所述应力层1001还可以为多层材料层的堆叠结构,通过材料层的数量、材料以及厚度等调整所述应力材料层901的应力。例如,所述应力层1001可以是氮化硅层和正硅酸乙酯层的堆叠结构,也可以是氮化硅、氧化硅和氮氧化硅的堆叠结构。

[0089] 所述压力传感芯片还包括贯穿所述绝缘层且位于所述第一上电极801和第二上电极802表面的第一通孔;填充所述第一通孔的第一金属连接线,以及位于所述绝缘层表面且连接所述第一金属连接线的第二焊盘1501、1502;贯穿所述绝缘层且位于所述外围电极表面的第二通孔;填充所述第二通孔的第二金属连接线,以及位于所述绝缘层表面且连接所述第二金属连接线的第二焊盘1503,用于连接直流偏置。

[0090] 请参考图16,为本发明另一具体实施方式的压力传感器的结构示意图。

[0091] 所述压力传感器包括:电路板1601、专用集成电路芯片1603、压力传感芯片1607以及具有气孔的金属帽1608;所述专用集成电路芯片1603通过第一硅胶层1602粘附于所述电路板表面;所述压力传感芯片1607通过第二硅胶层1605粘附于所述专用集成电路芯片1603表面;所述金属帽1608位于所述电路板1601表面,与所述电路板1601形成容纳所述专用集

成电路芯片1603和压力传感芯片1607的空腔。

[0092] 以上所述仅是本发明的优选实施方式,应当指出,对于本技术领域的普通技术人员,在不脱离本发明原理的前提下,还可以做出若干改进和润饰,这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。

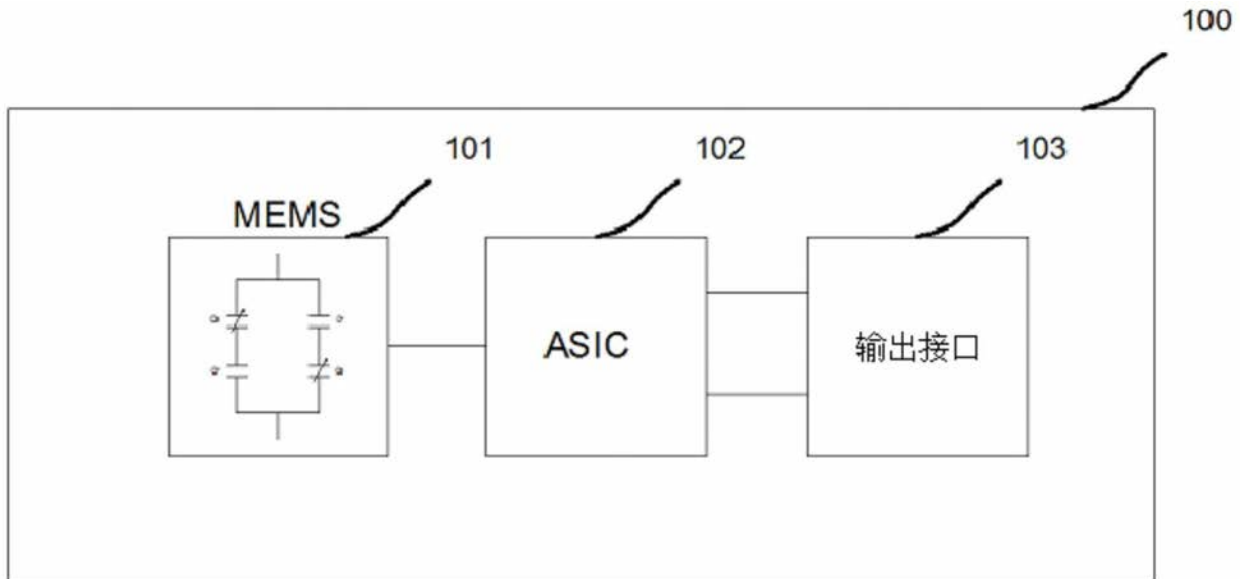


图1

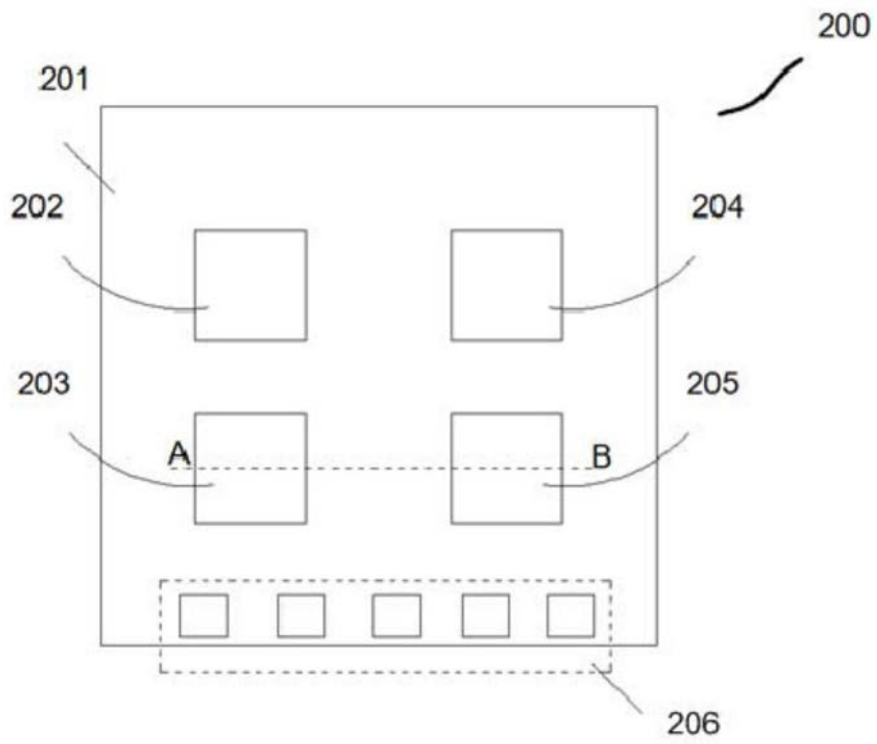


图2

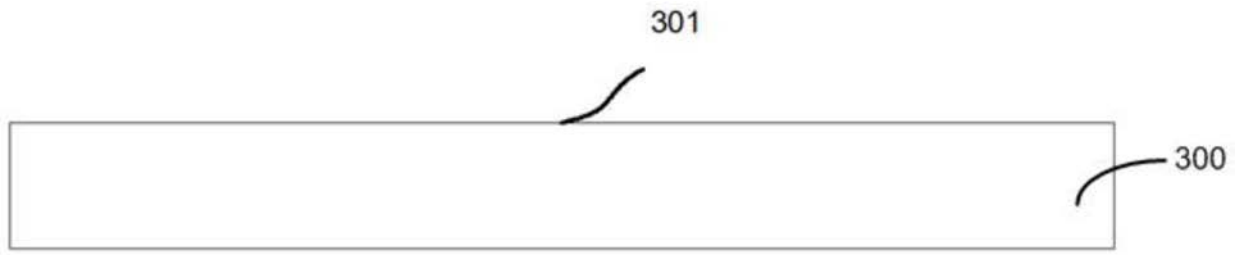


图3

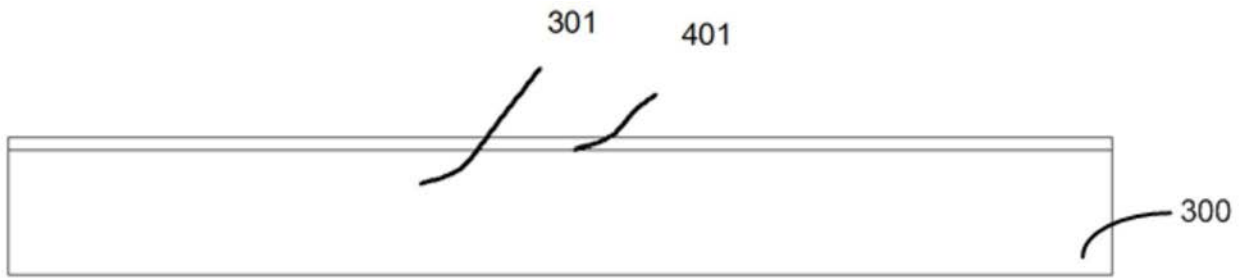


图4

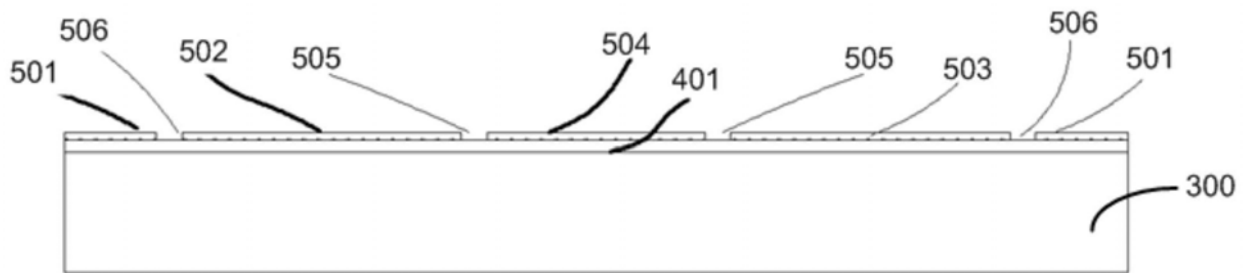


图5a

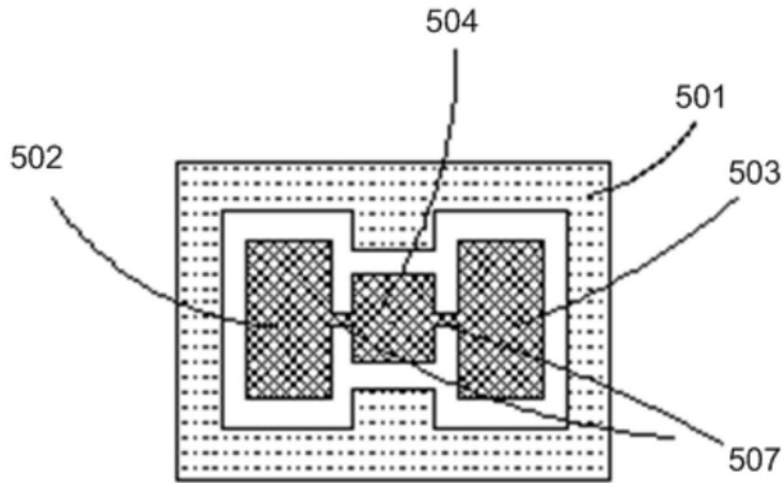


图5b

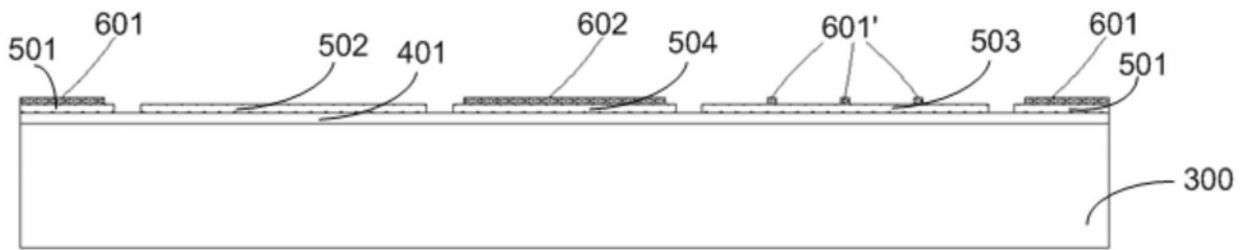


图6a

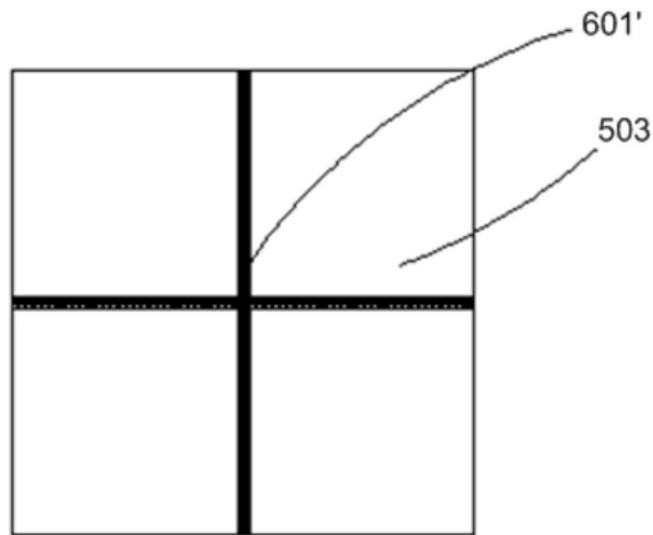


图6b

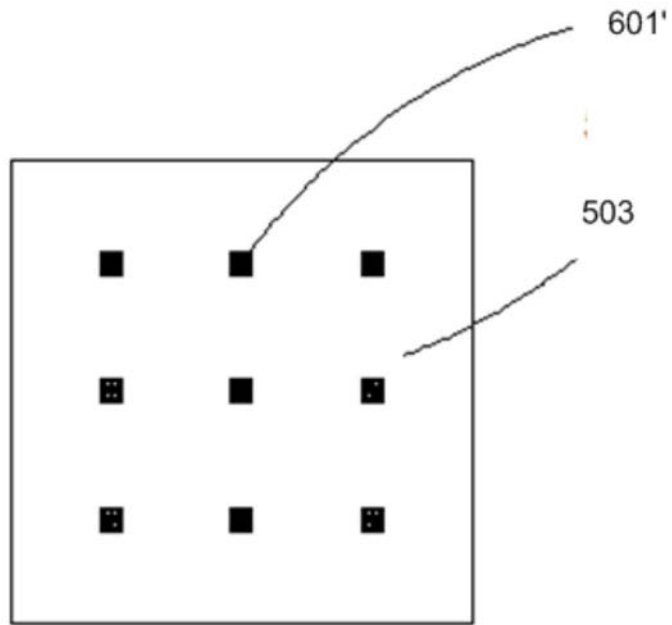


图6c

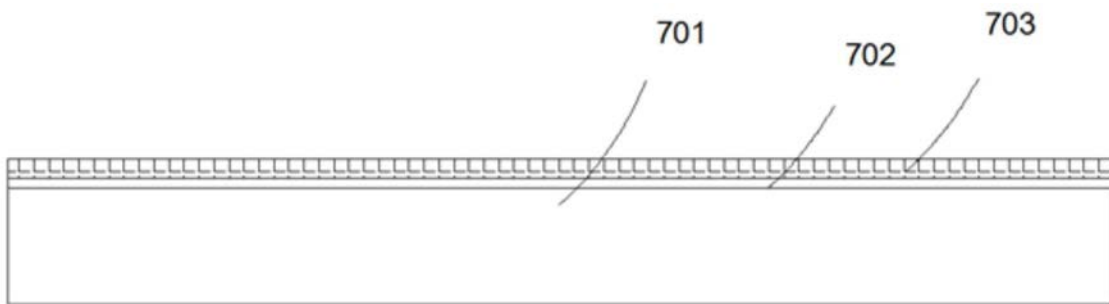


图7

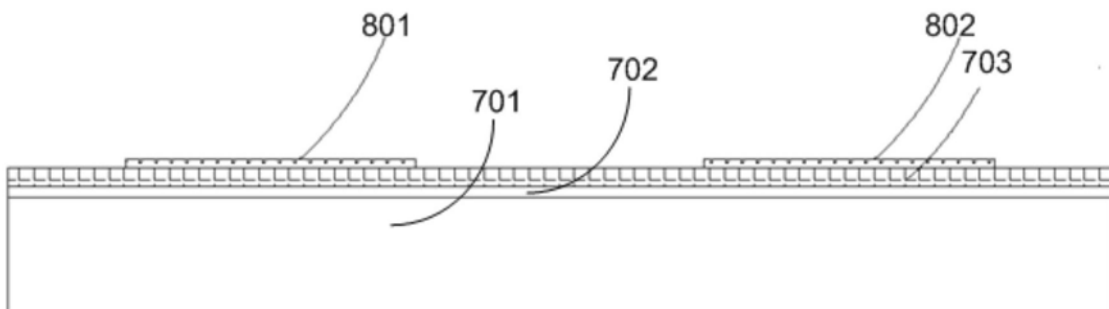


图8

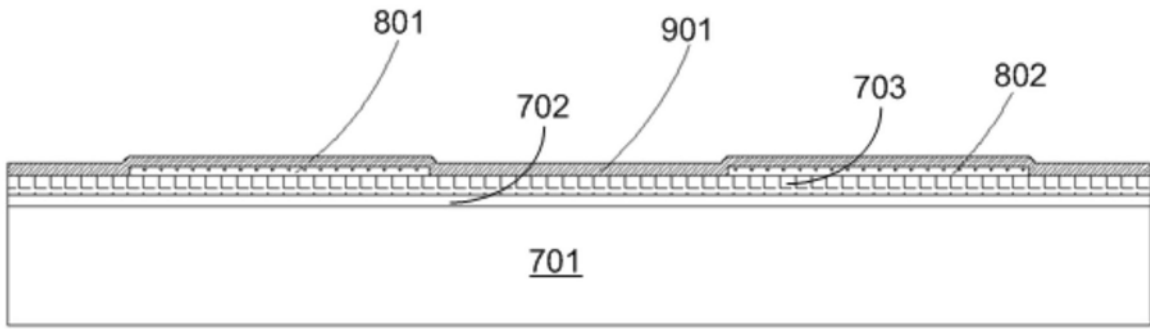


图9

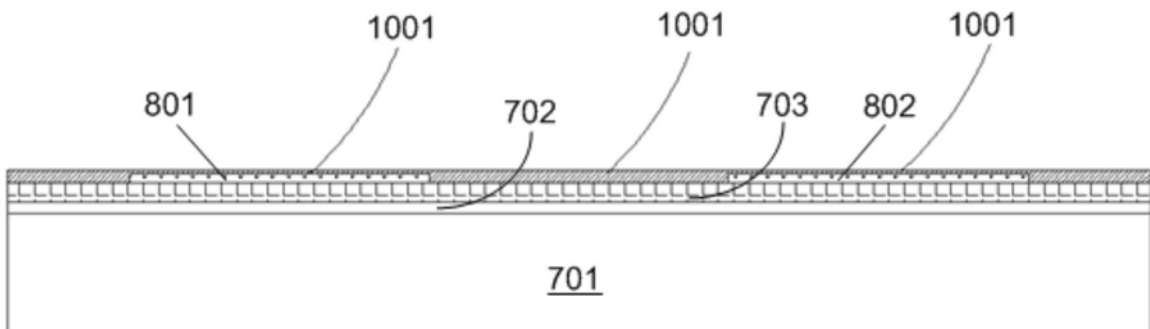


图10

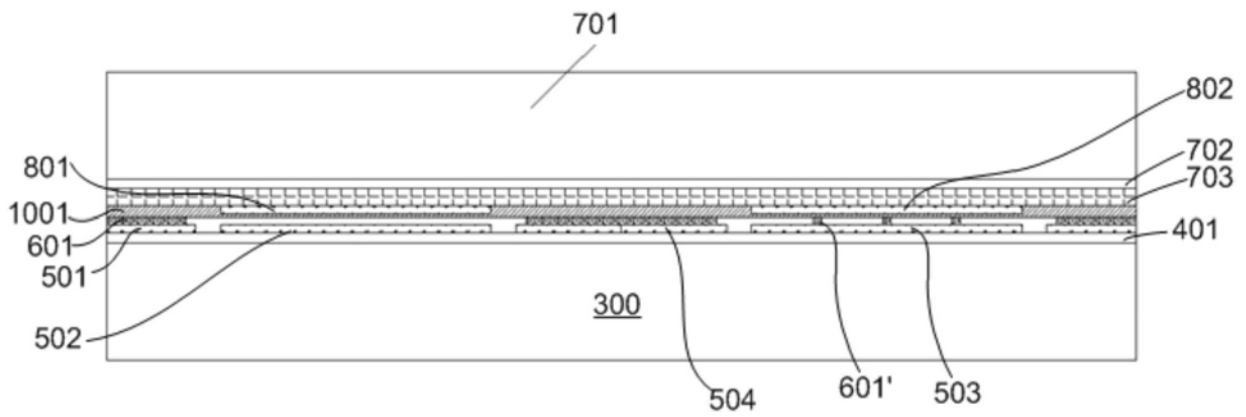


图11

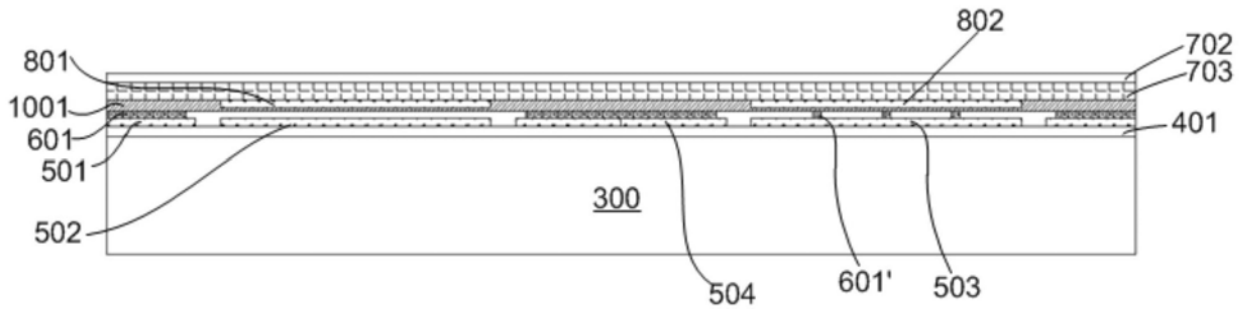


图12

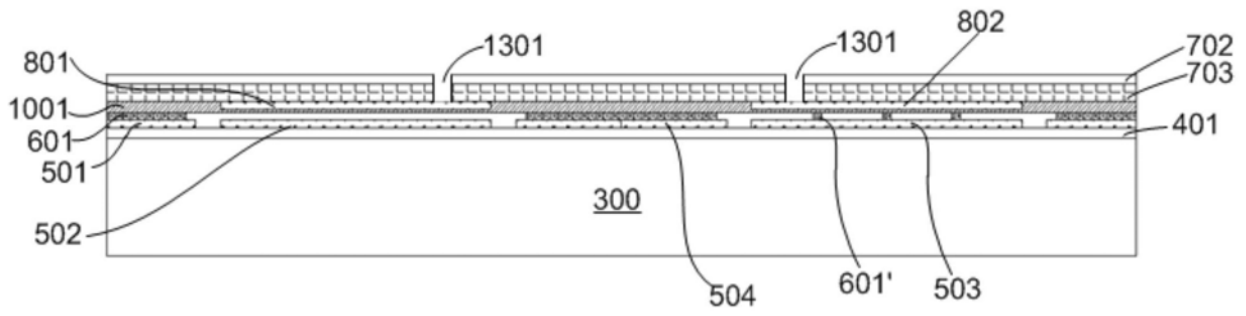


图13

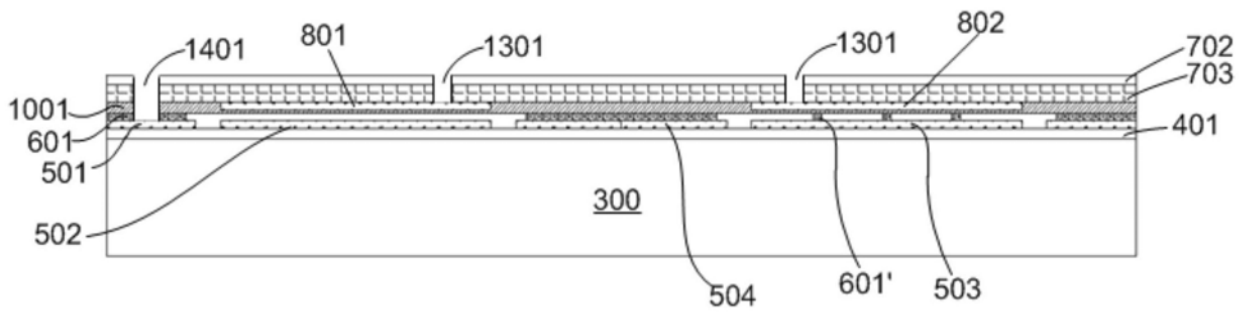


图14

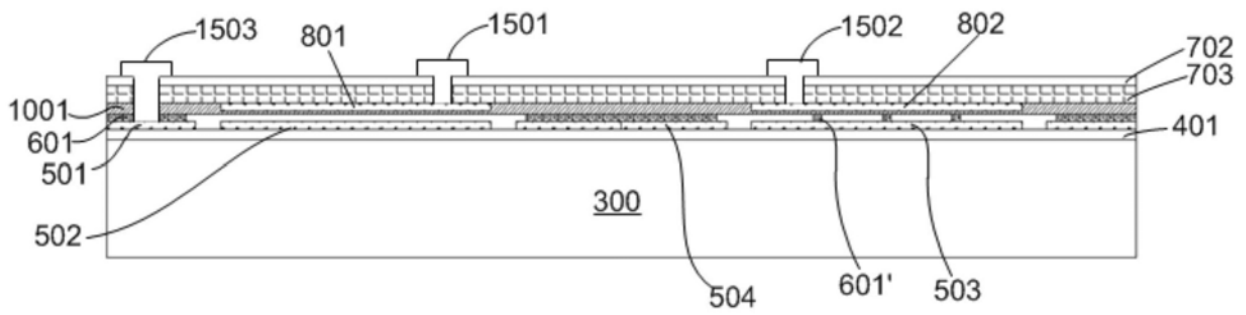


图15

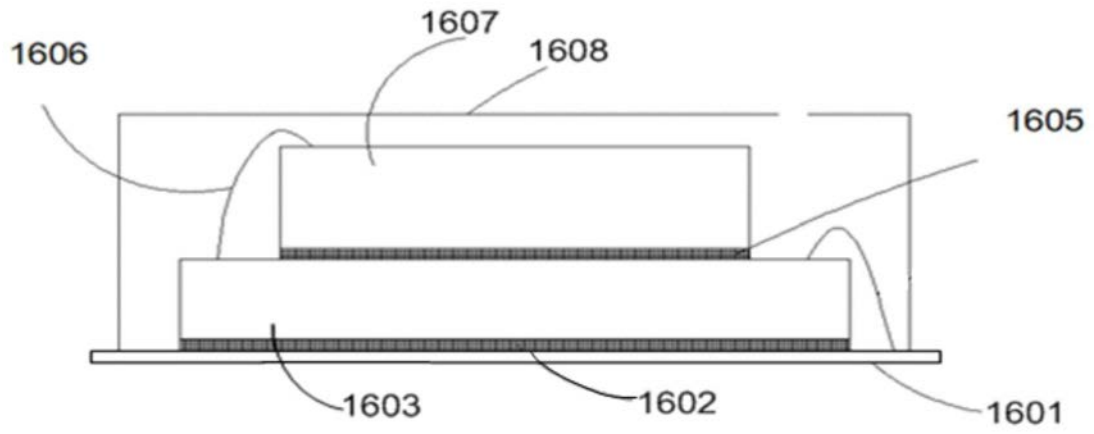


图16