



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102178545 A

(43) 申请公布日 2011.09.14

(21) 申请号 201110037201.5

(22) 申请日 2011.02.14

(71) 申请人 中国科学院深圳先进技术研究院

地址 518055 广东省深圳市南山区西丽大学
城学苑大道 1068 号

(72) 发明人 俞挺 于峰崎

(74) 专利代理机构 广州华进联合专利商标代理
有限公司 44224

代理人 吴平

(51) Int. Cl.

A61B 8/00 (2006.01)

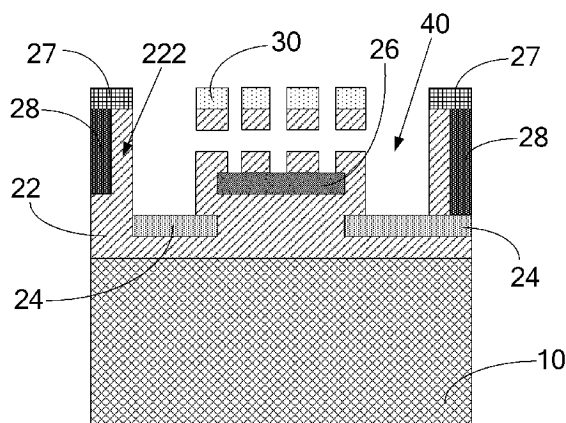
权利要求书 2 页 说明书 4 页 附图 4 页

(54) 发明名称

电容式超声传感器及其制备方法

(57) 摘要

本发明公开了一种电容式超声传感器,包括掺杂硅衬底、固定在掺杂硅衬底上的第一电极层以及间隔设置在第一电极层上的第二电极层;第一电极层包括固定在掺杂硅衬底上的绝缘层、固定在绝缘层外沿的侧边电极以及固定在绝缘层中间的中间电极,侧边电极与中间电极通过绝缘层隔开;第二电极层通过绝缘层与侧边电极和中间电极隔开,绝缘层、侧边电极、中间电极以及第二电极层围成作为电容极板间隙的空腔。这种电容式微加工超声传感器的第一电极层采用包括侧边电极和中间电极的双层电极结构,相对于传统的单层电极结构,灵敏度高,发射和接收超声性能均得到提高。本发明还提供一种上述电容式超声传感器的制备方法。



1. 一种电容式超声传感器,其特征在于,包括掺杂硅衬底、固定在所述掺杂硅衬底上的第一电极层以及间隔设置在所述第一电极层上的第二电极层;所述第一电极层包括固定在所述掺杂硅衬底上的绝缘层、固定在所述绝缘层外沿的侧边电极以及固定在所述绝缘层中间的中间电极,所述侧边电极与所述中间电极通过所述绝缘层隔开;所述第二电极层通过所述绝缘层与所述侧边电极和所述中间电极隔开,所述绝缘层、所述侧边电极、所述中间电极以及所述第二电极层围成作为电容极板间隙的空腔。

2. 如权利要求1所述的电容式超声传感器,其特征在于,所述绝缘层边缘设有凸起,所述第二电极层与所述凸起接触,并通过所述凸起与所述侧边电极和所述中间电极隔开。

3. 如权利要求2所述的电容式超声传感器,其特征在于,所述第二电极层包括网孔结构的上电极以及设置在所述上电极边缘并向外延伸的支撑臂,所述支撑臂与所述凸起接触以支撑所述第二电极层。

4. 如权利要求2所述的电容式超声传感器,其特征在于,所述电容式超声传感器还包括设置在所述凸起上的金属焊盘,以及设置在所述凸起内的、用于连接所述金属焊盘和所述侧边电极的导通孔。

5. 如权利要求1或2所述的电容式超声传感器,其特征在于,所述绝缘层材质为氧化硅。

6. 一种电容式超声传感器的制备方法,其特征在于,包括如下步骤:

步骤一、提供标准CMOS集成电路制造工艺制造的半成品,所述半成品以掺杂硅作为衬底,所述衬底表面沉积绝缘层,所述绝缘层表面沉积金属掩模层,所述金属掩模层表面沉积钝化层;所述绝缘层外沿处设有侧边电极,所述绝缘层中间设有中间电极,所述绝缘层内还设有第二电极层和金属牺牲层,所述金属牺牲层设置在所述第二电极层与所述中间电极之间,并被绝缘层隔开;

步骤二、以所述金属掩模层为掩模,干法刻蚀除去钝化层,并在所述绝缘层上刻蚀所述绝缘层至金属牺牲层,形成刻蚀及腐蚀窗口;

步骤三、通过刻蚀及腐蚀窗口,湿法腐蚀除去所述金属掩模层和金属牺牲层,在所述第一电极层和所述第二电极层之间形成空腔;

步骤四、以所述第二电极层为掩模,干法刻蚀除去未被遮掩的绝缘层结构,所述空腔进一步被扩大,所述空腔由所述绝缘层、所述侧边电极、所述中间电极以及所述第二电极层围成,得到所述电容式超声传感器。

7. 如权利要求6所述的电容式超声传感器的制备方法,其特征在于,所述金属牺牲层具有网孔结构,步骤二中,金属牺牲层被除去后形成柱状结构,所述第二电极层被所述柱状结构支撑。

8. 如权利要求7所述的电容式超声传感器的制备方法,其特征在于,所述第二电极层为与所述柱状结构相对应的网孔结构,所述网孔结构的第二电极层的网孔正对所述柱状结构,步骤四中,以所述第二电极层为掩模,所述柱状结构通过干法刻蚀除去。

9. 如权利要求8所述的电容式超声传感器的制备方法,其特征在于,所述第二电极层包括网孔结构的上电极以及设置在所述上电极边缘并向外延伸的支撑臂;步骤四中,所述空腔形成后,所述支撑臂支撑起所述第二电极层。

10. 如权利要求6所述的电容式超声传感器的制备方法,其特征在于,所述绝缘层边缘

处设有金属焊盘,步骤二和步骤四中,干法刻蚀时金属焊盘作为掩模,在绝缘层边缘处形成凸起。

电容式超声传感器及其制备方法

【技术领域】

[0001] 本发明涉及传感器领域,尤其涉及一种电容式超声传感器及其制备方法。

【背景技术】

[0002] 自上世纪 50 年代初医学超声设备问世以来,超声一直在医学成像设备市场占据着很大的份额。医用超声波可以看穿肌肉及软组织,使得这项技术常用来扫描很多器官,以协助医疗上的诊断和治疗。产科超声波也常用在怀孕时期的检查。随着 3D 和 4D 等新技术的不断完善,使超声影像质量不断提高,并因此使临床效果得到改善。

[0003] 超声设备中的核心器件就是超声传感器,它是设备中负责发射或接收超声波的结构。目前,实际应用中最为成熟、几乎占据了全部市场的传感器产品是压电陶瓷超声传感器(PZTs)。基于硅的电容式微加工超声传感器(capacitive ultrasonic transducers, CMUTs)的第一电极层固定,第二电极层可移动。发射时在上下两极板间施加某恒定的直流电压基础上,再施加一高频的小幅交流电,使得第二电极层同时以同样的频率上下移动,从而产生超声波。

[0004] 与 PZTs 相比,CMUTs 有如下几个方面的优势:

[0005] 1、CMUTs 能采用标准 IC 工艺实现大批量生产,因此能够很容易集成外围的各种信号处理电路,这既能大大提高芯片和整机的良率和信噪比,也能大大降低工艺成本,利于产业化,大大增加利润空间,而这对于使用铅,锌,钛等材料制造的压电式超声传感器无法实现。

[0006] 2、传统的 PZTs 因为表面需要特殊压电材料和加工工艺,尺寸比较大,而使用微加工工艺制造的 CMUTs 尺寸非常微小,因此 CMUTs 更容易实现阵列化,将 CMUTs 应用 in 多维成像方面(如医疗超声诊断)的前景广阔。

[0007] 3、传统的 PZTs 环境温度高于居里点(约 350℃)的时候,其压电特性会逐渐消失,从而导致传感器失效;而 CMUTs 的工作温度范围通常只受限于薄膜表面的金属层。因此,对于常用 Al 做金属层的 CMUTs 来说,通常都可以在高达 500℃ 的温度下正常工作。

[0008] 4、CMUTs 的声阻抗取决于振动薄膜的机械属性,因此,对于一个给定的工作频率范围,可以将 CMUTs 的声阻抗设计得和周转的环境相匹配,从而使超声能量能更有效的辐射出去;

[0009] 5、CMUTs 带宽更宽,噪声更低,动态响应好。

[0010] 然而,传统的 CMUTs 为上下单层电极结构,灵敏度不高,发射和接收性能较低。

【发明内容】

[0011] 基于此,有必要提供至少一种灵敏度高,发射和接收性能较高的电容式超声传感器及其制备方法。

[0012] 一种电容式超声传感器,包括掺杂硅衬底、固定在所述掺杂硅衬底上的第一电极层以及间隔设置在所述第一电极层上的第二电极层;所述第一电极层包括固定在所述掺杂

硅衬底上的绝缘层、固定在所述绝缘层外沿的侧边电极以及固定在所述绝缘层中间的中间电极,所述侧边电极与所述中间电极通过所述绝缘层隔开;所述第二电极层通过所述绝缘层与所述侧边电极和所述中间电极隔开,所述绝缘层、所述侧边电极、所述中间电极以及所述第二电极层围成作为电容极板间隙的空腔。

[0013] 优选的,所述绝缘层边缘设有凸起,所述第二电极层与所述凸起接触,并通过所述凸起与所述侧边电极和所述中间电极隔开。

[0014] 优选的,所述第二电极层包括网孔结构的上电极以及设置在所述上电极边缘并向外延伸的支撑臂,所述支撑臂与所述凸起接触以支撑所述第二电极层。

[0015] 优选的,所述电容式超声传感器还包括设置在所述凸起上的金属焊盘,以及设置在所述凸起内的、用于连接所述金属焊盘和所述侧边电极的导通孔。

[0016] 优选的,所述绝缘层材质为氧化硅。

[0017] 一种电容式超声传感器的制备方法,包括如下步骤:

[0018] 步骤一、提供标准 CMOS 集成电路制造工艺制造的半成品,所述半成品以掺杂硅作为衬底,所述衬底表面沉积绝缘层,所述绝缘层表面沉积金属掩模层,所述金属掩模层表面沉积钝化层;所述绝缘层外沿处设有侧边电极,所述绝缘层中间设有中间电极,所述绝缘层内还设有第二电极层和金属牺牲层,所述金属牺牲层设置在所述第二电极层与所述中间电极之间,并被绝缘层隔开;

[0019] 步骤二、以所述金属掩模层为掩模,干法刻蚀除去钝化层,并在所述绝缘层上刻蚀所述绝缘层至金属牺牲层,形成刻蚀及腐蚀窗口;

[0020] 步骤三、通过刻蚀及腐蚀窗口,湿法腐蚀除去所述金属掩模层和金属牺牲层,电容上下极板之间形成空腔;

[0021] 步骤四、以所述第二电极层为掩模,干法刻蚀除去未被遮掩的绝缘层结构,所述空腔进一步被扩大,所述空腔由所述绝缘层、所述侧边电极、所述中间电极以及所述第二电极层围成,得到所述电容式超声传感器。

[0022] 优选的,所述金属牺牲层具有网孔结构,步骤二中,金属牺牲层被除去后形成柱状结构,所述第二电极层被所述柱状结构支撑。

[0023] 优选的,所述第二电极层为与所述柱状结构相对应的网孔结构,所述网孔结构的第二电极层的网孔正对所述柱状结构,步骤四中,以所述第二电极层为掩模,所述柱状结构通过干法刻蚀除去。

[0024] 优选的,所述第二电极层包括网孔结构的上电极以及设置在所述上电极边缘并向外延伸的支撑臂;步骤四中,所述空腔形成后,所述支撑臂支撑起所述第二电极层。

[0025] 优选的,所述绝缘层边缘处设有金属焊盘,步骤二和步骤四中,干法刻蚀时金属焊盘作为掩模,在绝缘层边缘处形成凸起。

[0026] 这种电容式微加工超声传感器的第一电极层采用包括侧边电极和中间电极的双层电极结构,相对于传统的单层电极结构,灵敏度高,发射和接收超声性能均得到提高。

【附图说明】

[0027] 图 1 为一实施方式的电容式微加工超声传感器的俯视图;

[0028] 图 2 为图 1 所示电容式微加工超声传感器的剖面结构示意图;

- [0029] 图 3 为一实施方式的电容式微加工超声传感器的制备方法的流程图；
- [0030] 图 4 为图 3 所示制备方法步骤 S10 提供的半成品的剖面结构示意图；
- [0031] 图 5 为图 3 所示制备方法步骤 S20 干法刻蚀后的器件的剖面结构示意图；
- [0032] 图 6 为图 3 所示制备方法步骤 S30 湿法腐蚀后的器件的剖面结构示意图。

【具体实施方式】

[0033] 下面结合附图及实施例对电容式微加工超声传感器及其制备方法做进一步的解释说明。

[0034] 如图 1 和图 2 所示的一实施方式的电容式微加工超声传感器,包括掺杂硅衬底 10、固定在掺杂硅衬底 10 上的第一电极层 20、间隔设置在第一电极层 20 上的第二电极层 30。

[0035] 第一电极层 20 包括固定在掺杂硅衬底 10 上的绝缘层 22、固定在绝缘层 22 外沿的侧边电极 24、固定在绝缘层 22 中间的中间电极 26、以及固定在绝缘层 22 边缘的金属焊盘 27 和导通孔 28。侧边电极 24 与中间电极 26 通过绝缘层 22 隔开。绝缘层 22 边缘设有凸起 222,金属焊盘 27 设置在凸起 222 上。导通孔 28 设置在凸起 222 内,导通孔金属焊盘 27 和侧边电极 24 通过导通孔 28 相连。

[0036] 第二电极层 30 包括网孔结构的上电极 32 以及设置在上电极 32 边缘并向外延伸的支撑臂 34,支撑臂 34 与凸起 222 接触以支撑第二电极层 30。

[0037] 第二电极层 30 通过支撑臂 34 搭在凸起 222 上,与侧边电极 24 和中间电极 26 隔开,上电极 32、绝缘层 22、侧边电极 24 和中间电极 26 围成作为电容极板间隙的空腔 40,这样使得上电极 32 悬空。

[0038] 上电极 32、侧边电极 24 和中间电极 26 三者均为标准 CMOS 工艺制程中的金属介质层。

[0039] 掺杂硅衬底 10 材质上可以是 P 型硅或是 N 型硅,绝缘层 22 的材质为绝缘氧化物,本实施例中为氧化硅。

[0040] 这种电容式微加工超声传感器的第一电极层 20 采用包括侧边电极 24 和中间电极 26 的双层电极结构,相对于传统的单层电极结构的第一电极层,灵敏度高,发射和接收超声性能均得到提高。

[0041] 如图 3 所示的上述电容式微加工超声传感器的制备方法,包括如下步骤:

[0042] S10、提供标准 CMOS 集成电路制造工艺制造的半成品

[0043] 如图 4 所示的半成品,以掺杂硅制作掺杂硅衬底 10,掺杂硅衬底 10 表面沉积有绝缘层 22,绝缘层 22 表面沉积有金属掩模层 50,金属掩模层 50 表面沉积有钝化层 60。

[0044] 绝缘层 22 内设有彼此绝缘的导电结构,包括外沿处设有的侧边电极 24,中间设有的中间电极 26,第二电极层 30 和网孔结构的金属牺牲层 70。金属牺牲层 70 设置在第二电极层 30 和中间电极 26 之间,上极板 30 包括网孔结构的上电极 32 以及设置在上电极 32 边缘并向外延伸的支撑臂 34(参阅图 2)。

[0045] S20、进行第一次干法刻蚀

[0046] 如图 5 所示,以金属掩模层 50 为掩模,干法刻蚀除去钝化层 60,并在绝缘层 22 上刻蚀绝缘层 22 至金属牺牲层 70,形成刻蚀及腐蚀窗口 42。

[0047] S30、进行湿法腐蚀

[0048] 如图 6 所示,通过刻蚀及腐蚀窗口 42,湿法腐蚀除去金属掩模层 50 和金属牺牲层 70,在第一电极层 20 和第二电极层 30 之间形成空腔 40。

[0049] 金属牺牲层 70 被除去后形成柱状结构 224,第二电极层 30 被柱状结构 224 支撑,且柱状结构 224 正对上电极 32 网孔结构的孔洞。

[0050] S40、进行第二次干法刻蚀

[0051] 如图 2 所示,以第二电极层 30 为掩模,干法刻蚀除去柱状结构 224 以及部分绝缘层 22 结构,空腔 40 进一步被扩大,空腔 40 由上电极 32、绝缘层 22、侧边电极 24 和中间电极 26 围成,得到电容式超声传感器。

[0052] 在优选的实施例中,S10 得到的半成品中绝缘层 22 边缘设有金属焊盘 27,步骤 S20 和步骤 S40 中,干法刻蚀以金属焊盘 27 为掩模,在绝缘层 22 边缘形成凸起 222。

[0053] 这种电容式微加工超声传感器采用标准 CMOS 集成电路制造工艺制造,上电极 32、侧边电极 24 和中间电极 26 等后续结构的释放仅需要进行两次干法刻蚀和一次湿法腐蚀,工艺简单,提高了成品率,可以大幅度降低制造成本,便于实现规模化大生产。

[0054] 湿法腐蚀后形成的悬空的第二电极层 30 下面具有柱状结构 224 支撑,避免了由于第二电极层 30 与第一电极板 20 距离很近,湿法释放的时候发生粘附,使得器件报废的问题,成功解决了 CMOS 工艺中结构层间隙小而结构释放时产生的粘附问题。

[0055] 以上所述实施例仅表达了本发明的一种或几种实施方式,其描述较为具体和详细,但并不能因此而理解为对本发明专利范围的限制。应当指出的是,对于本领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明构思的前提下,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。因此,本发明的保护范围应以所附权利要求为准。

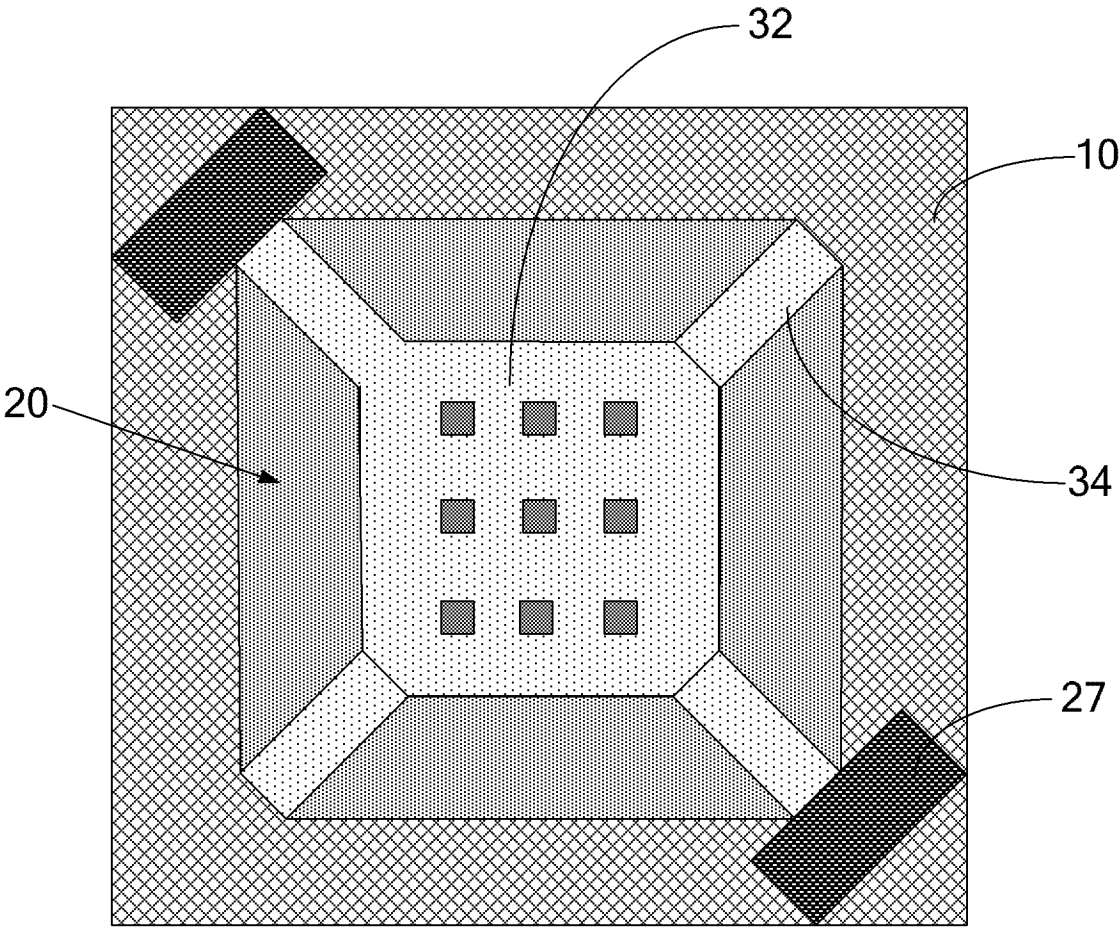


图 1

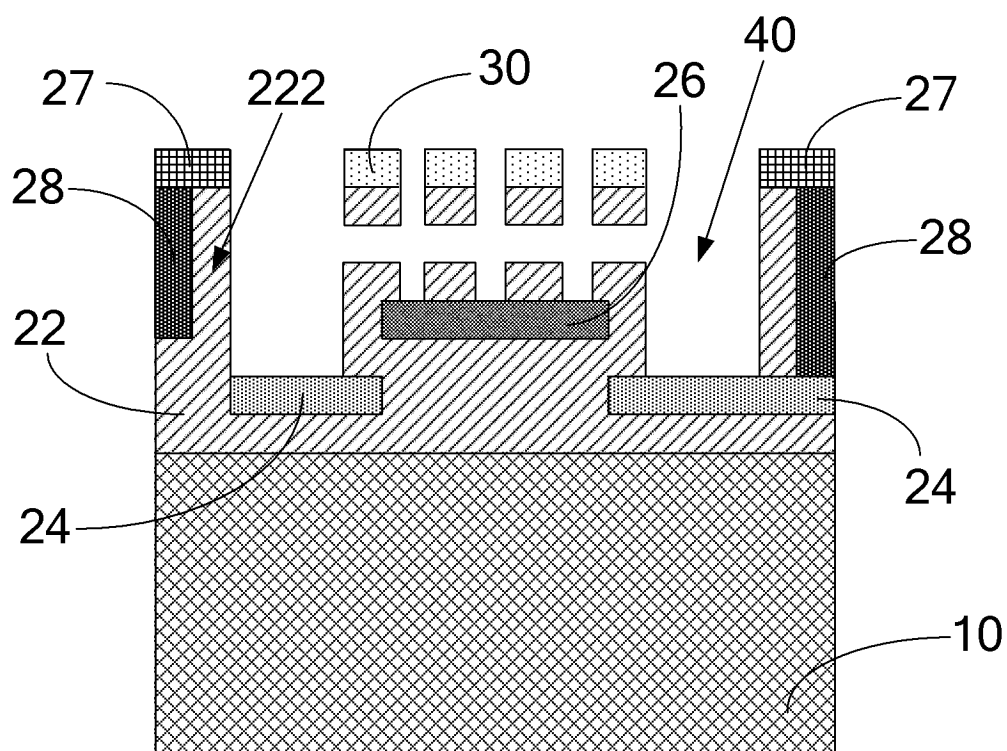


图 2

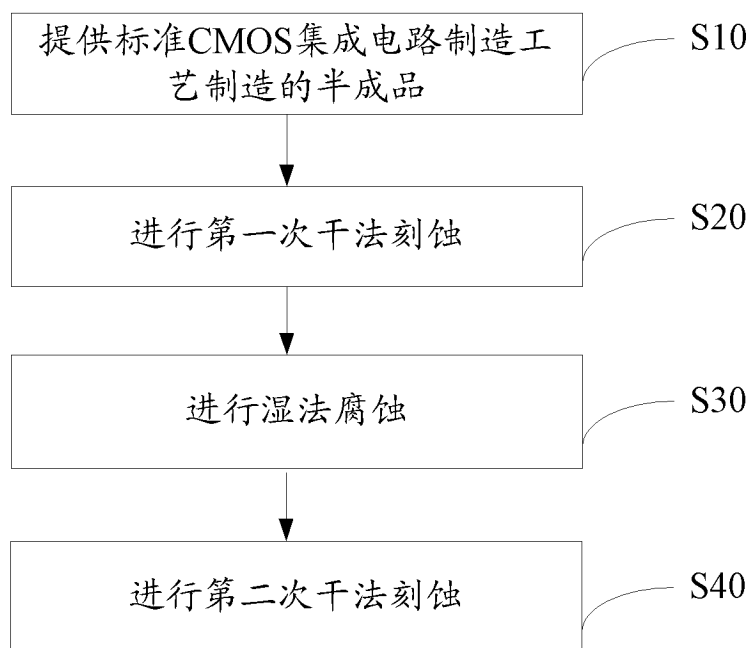


图 3

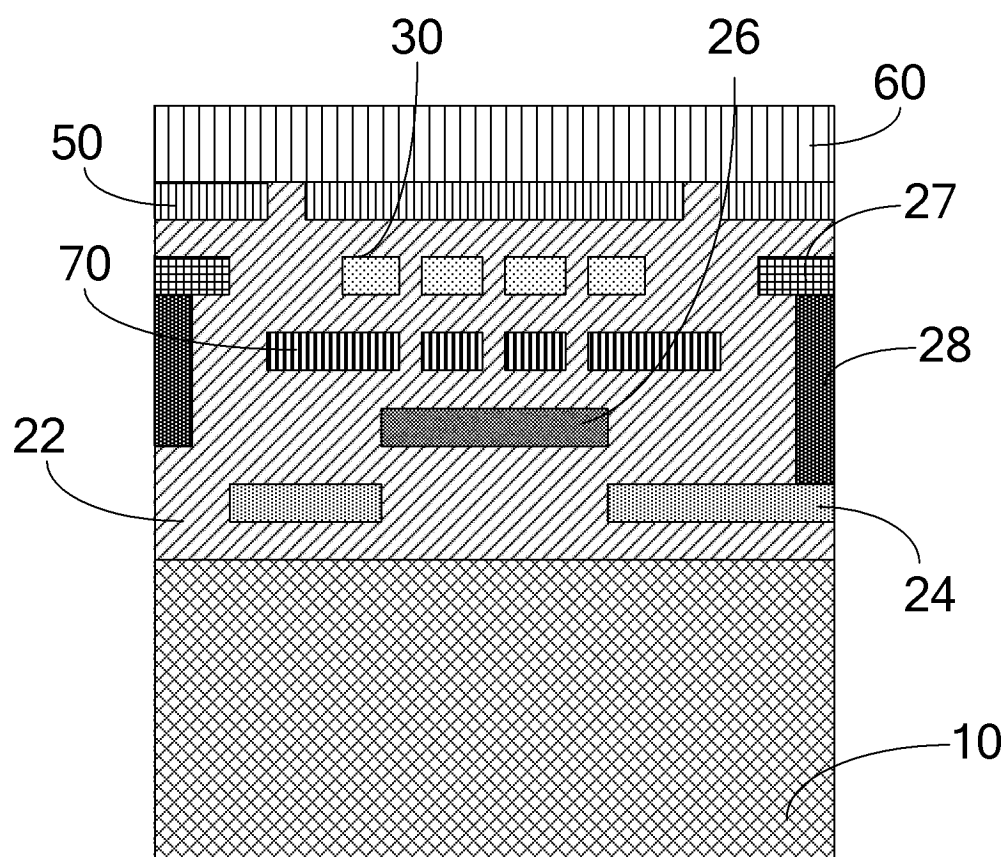


图 4

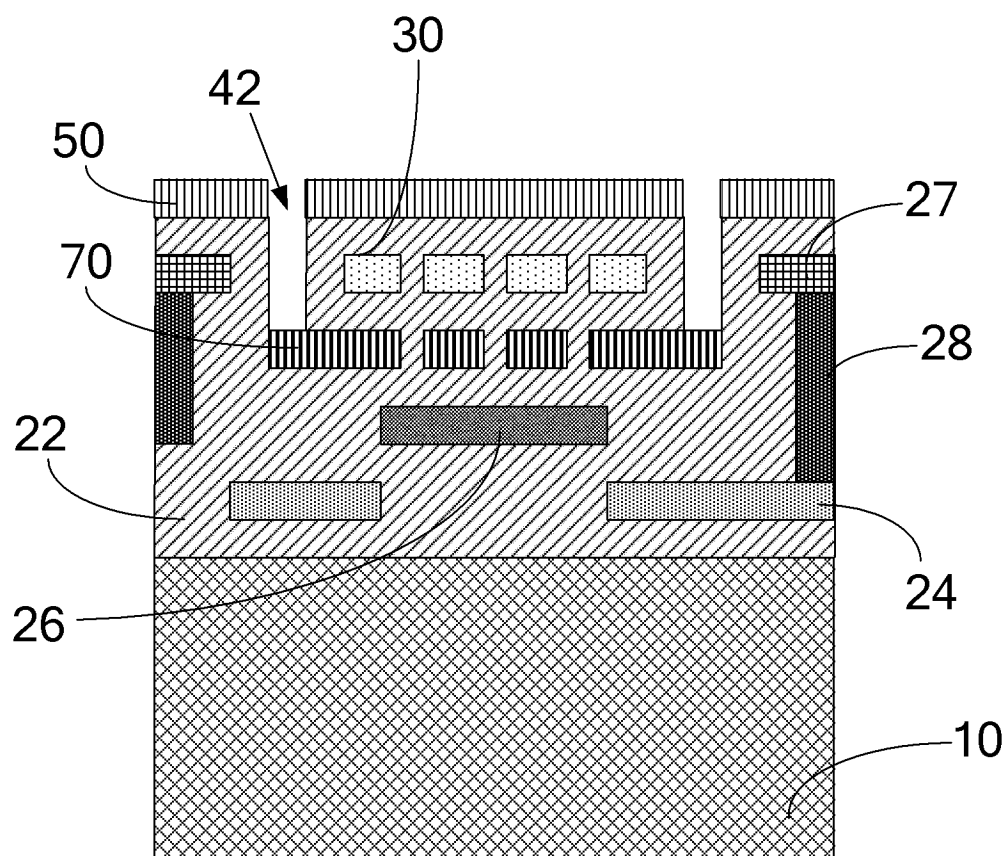


图 5

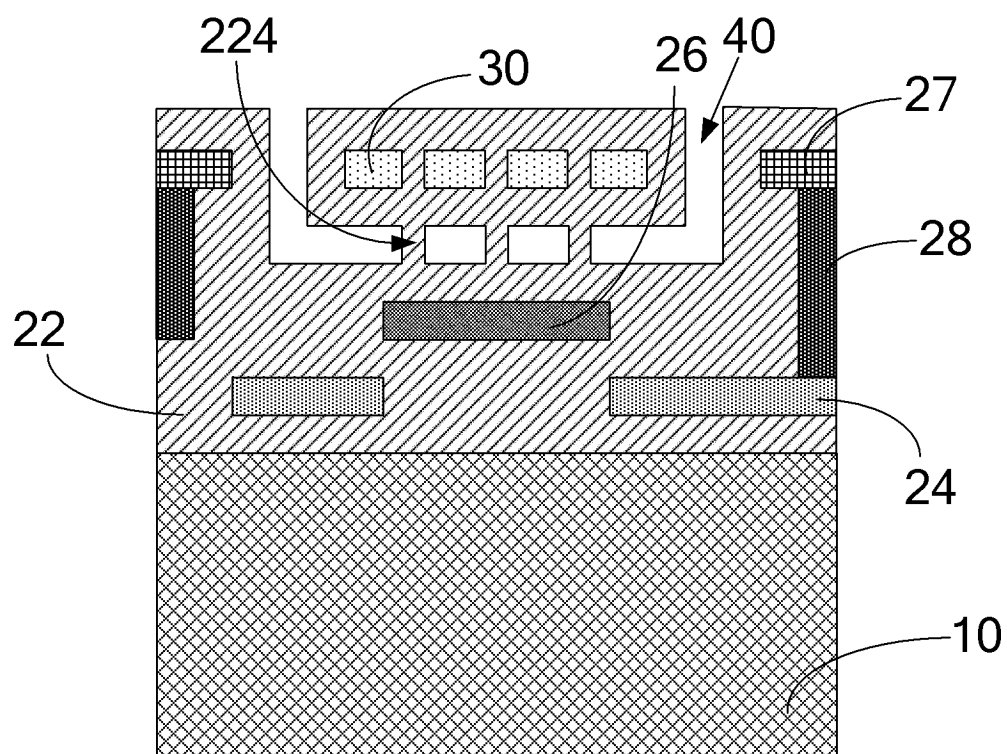


图 6

专利名称(译)	电容式超声传感器及其制备方法		
公开(公告)号	CN102178545A	公开(公告)日	2011-09-14
申请号	CN201110037201.5	申请日	2011-02-14
[标]申请(专利权)人(译)	深圳先进技术研究院		
申请(专利权)人(译)	中国科学院深圳先进技术研究院		
当前申请(专利权)人(译)	中国科学院深圳先进技术研究院		
[标]发明人	俞挺 于峰崎		
发明人	俞挺 于峰崎		
IPC分类号	A61B8/00		
代理人(译)	吴平		
其他公开文献	CN102178545B		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开了一种电容式超声传感器，包括掺杂硅衬底、固定在掺杂硅衬底上的第一电极层以及间隔设置在第一电极层上的第二电极层；第一电极层包括固定在掺杂硅衬底上的绝缘层、固定在绝缘层外沿的侧边电极以及固定在绝缘层中间的中间电极，侧边电极与中间电极通过绝缘层隔开；第二电极层通过绝缘层与侧边电极和中间电极隔开，绝缘层、侧边电极、中间电极以及第二电极层围成作为电容极板间隙的空腔。这种电容式微加工超声传感器的第一电极层采用包括侧边电极和中间电极的双层电极结构，相对于传统的单层电极结构，灵敏度高，发射和接收超声性能均得到提高。本发明还提供一种上述电容式超声传感器的制备方法。

