



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 114900151 B

(45) 授权公告日 2024. 05. 10

(21) 申请号 202210553350.5

(22) 申请日 2022.05.20

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 114900151 A

(43) 申请公布日 2022.08.12

(73) 专利权人 武汉敏声新技术有限公司
地址 430000 湖北省武汉市东湖新技术开
发区花城大道9号武汉软件新城三期
D7栋4层01号

(72) 发明人 邹杨 蔡耀 詹道栋 王雅馨
龙开祥 孙博文 孙成亮

(74) 专利代理机构 北京超凡宏宇知识产权代理
有限公司 11463
专利代理师 崔熠

(51) Int. Cl.
H03H 9/02 (2006.01)
H03H 3/02 (2006.01)

(56) 对比文件

- CN 111988006 A, 2020.11.24
- CN 114079430 A, 2022.02.22
- CN 114421910 A, 2022.04.29
- CN 114421913 A, 2022.04.29
- WO 2021254343 A1, 2021.12.23
- CN 110868177 A, 2020.03.06
- CN 112039486 A, 2020.12.04
- CN 113258901 A, 2021.08.13
- CN 114070233 A, 2022.02.18

彭霄;田本朗;毛世平;杜波;蒋欣;徐阳;马
晋毅;蒋平英.LiNbO₃单晶薄膜体声波谐振器的
研制.压电与声光.2019,(第03期),全文.

彭霄;田本朗;毛世平;杜波;蒋欣;徐阳;马
晋毅;蒋平英.LiNbO₃单晶薄膜体声波谐振器的
研制.压电与声光.2019,(第03期),全文.

审查员 王文武

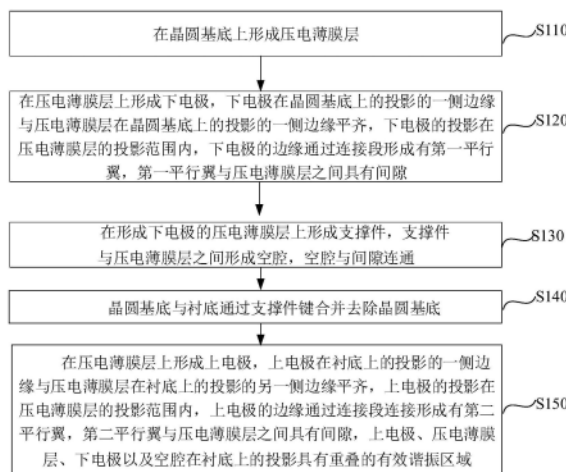
权利要求书2页 说明书8页 附图6页

(54) 发明名称

一种体声波谐振器及其制备方法

(57) 摘要

本申请公开了一种体声波谐振器及其制备方法,涉及谐振器技术领域,本申请的体声波谐振器的制备方法,包括:在晶圆基底上形成压电薄膜层;在压电薄膜层上形成下电极,下电极的边缘通过连接段形成有第一平行翼,第一平行翼与压电薄膜层之间具有间隙;在形成下电极的压电薄膜层上形成支撑件,支撑件与压电薄膜层之间形成空腔,空腔与间隙连通;晶圆基底与衬底通过支撑件键合并去除晶圆基底;在压电薄膜层上形成上电极,上电极的边缘通过连接段连接形成有第二平行翼,上电极、压电薄膜层、下电极以及空腔在衬底上的投影具有重叠的有效谐振区域。本申请的体声波谐振器及其制备方法,能够有效反射横向波,提高体声波谐振器的Q值。



1. 一种体声波谐振器的制备方法,其特征在于,包括:

在晶圆基底上形成压电薄膜层;

在所述压电薄膜层上形成下电极,所述下电极在所述晶圆基底上的投影的一侧边缘与
所述压电薄膜层在所述晶圆基底上的投影的一侧边缘平齐,所述下电极的投影在所述压电
薄膜层的投影范围内,所述下电极的边缘通过连接段连接形成有第一平行翼,所述第一平
行翼与所述压电薄膜层之间具有间隙;

在所述下电极上形成下边界环,所述下边界环覆盖所述第一平行翼,其中,下边界环的
形状与第一平行翼的形状形同;

在形成有所述下电极的所述压电薄膜层上形成支撑件,所述支撑件与所述压电薄膜层
形成有空腔,所述空腔与所述间隙连通;

所述晶圆基底与衬底通过所述支撑件键合并去除所述晶圆基底;

在所述压电薄膜层上形成上电极,所述上电极在所述衬底上的投影的一侧边缘与压电
薄膜层在所述衬底上的投影的另一侧边缘平齐,所述上电极的投影在所述压电薄膜层的投
影范围内,上电极的边缘通过连接段连接形成有第二平行翼,所述第二平行翼与所述压电
薄膜层之间具有间隙,所述上电极、所述压电薄膜层、所述下电极以及所述空腔在所述衬底
上的投影具有重叠的有效谐振区域;

在所述压电薄膜层上形成下电极,所述下电极在所述晶圆基底上的投影的一侧边缘与
所述压电薄膜层在所述晶圆基底上的投影的一侧边缘平齐,所述下电极的投影在所述压电
薄膜层的投影范围内,所述下电极的边缘通过连接段连接形成有第一平行翼,所述第一平
行翼与所述压电薄膜层之间具有间隙包括:

在所述压电薄膜层上形成第一牺牲凸起;

在形成有所述第一牺牲凸起的所述压电薄膜层上沉积导电材料并图案化,沉积在所述
第一牺牲凸起上表面的导电材料作为第一平行翼,沉积在所述压电薄膜层上的导电材料作
为下电极;

释放所述第一牺牲凸起以使所述第一平行翼与所述压电薄膜层之间形成间隙。

2. 根据权利要求1所述的体声波谐振器的制备方法,其特征在于,在所述压电薄膜层上
形成上电极,所述上电极在所述衬底上的投影的一侧边缘与压电薄膜层在所述衬底上的投
影的另一侧边缘平齐,所述上电极的投影在所述压电薄膜层的投影范围内,上电极的边缘
通过连接段连接形成有第二平行翼,所述第二平行翼与所述压电薄膜层之间具有间隙,所
述上电极、所述压电薄膜层、所述下电极以及所述空腔在所述衬底上的投影具有重叠的有
效谐振区域之后,所述方法还包括:

在所述上电极上形成上边界环,所述上边界环覆盖所述第二平行翼。

3. 根据权利要求2所述的体声波谐振器的制备方法,其特征在于,所述在形成有所述下
电极的所述压电薄膜层上形成支撑件,所述支撑件与所述压电薄膜层之间形成有空腔,所
述空腔与所述间隙连通包括:

在形成有所述下电极的所述压电薄膜层上形成牺牲层,所述牺牲层覆盖所述下边界
环、所述第一平行翼;

在形成有所述牺牲层的所述压电薄膜层上形成支撑件;

释放所述牺牲层和所述第一牺牲凸起形成所述空腔。

4. 根据权利要求1所述的体声波谐振器的制备方法,其特征在于,所述在所述压电薄膜层上形成上电极,所述上电极在所述衬底上的投影的一侧边缘与压电薄膜层在所述衬底上的投影的另一侧边缘平齐,所述上电极的投影在所述压电薄膜层的投影范围内,上电极的边缘通过连接段连接形成有第二平行翼,所述第二平行翼与所述压电薄膜层之间具有间隙,所述上电极、所述压电薄膜层、所述下电极以及所述空腔在所述衬底上的投影具有重叠的有效谐振区域包括:

在所述压电薄膜层上形成第二牺牲凸起;

在形成有所述第二牺牲凸起的所述压电薄膜层上沉积导电材料并图案化,沉积在所述第二牺牲凸起上表面的导电材料形成第二平行翼,沉积在所述压电薄膜层上的导电材料作为上电极;

释放所述第二牺牲凸起以使所述第二平行翼与所述压电薄膜层之间形成间隙。

5. 根据权利要求1所述的体声波谐振器的制备方法,其特征在于,在晶圆基底上形成压电薄膜层中,所述晶圆基底包括单晶基底,以使所述压电薄膜层为单晶薄膜。

6. 一种体声波谐振器,其特征在于,采用权利要求1-5任一项所述的体声波谐振器制备方法制备而成,包括:衬底,以及设置于衬底上的支撑件,所述支撑件上表面凹陷形成凹槽,所述支撑件上依次设置有下电极、压电薄膜层和上电极,所述压电薄膜层与所述凹槽形成空腔,所述上电极、所述压电薄膜层、所述下电极和所述空腔重合的区域作为有效谐振区域,所述下电极的边缘、所述上电极的边缘分别通过连接段连接形成有第一平行翼、第二平行翼,所述第一平行翼和所述第二平行翼与所述压电薄膜层之间均具有间隙;

所述下电极的制备方法如下:在所述压电薄膜层上形成第一牺牲凸起;在形成有所述第一牺牲凸起的所述压电薄膜层上沉积导电材料并图案化,沉积在所述第一牺牲凸起上表面的导电材料作为第一平行翼,沉积在所述压电薄膜层上的导电材料作为下电极;释放所述第一牺牲凸起以使所述第一平行翼与所述压电薄膜层之间形成间隙。

7. 根据权利要求6所述的体声波谐振器,其特征在于,所述上电极、所述下电极远离所述压电薄膜层的侧面上分别设置下边界环和上边界环,所述下边界环覆盖所述第一平行翼,所述上边界环覆盖所述第二平行翼。

8. 根据权利要求6所述的体声波谐振器,其特征在于,所述压电薄膜层为单晶薄膜。

一种体声波谐振器及其制备方法

技术领域

[0001] 本申请涉及谐振器技术领域,具体而言,涉及一种体声波谐振器及其制备方法。

背景技术

[0002] 利用压电薄膜在厚度方向的纵向谐振所制成的体声波谐振器,目前已经在高速串行数据应用等多个方面成为声表面波器件和石英晶体谐振器的替代。射频前端滤波器/双工器提供优越的滤波特性,例如低插入损耗、陡峭的过渡带、较大的功率容量、较强的抗静电放电能力等,作为构成滤波器/双工器的体声波谐振器,具有超低频率温度漂移,相位噪声低,功耗低且带宽调制范围大的优点。除此之外,这些微型体声波谐振器在硅衬底上使用互补式金属氧化物半导体兼容的加工工艺,这样可以降低单位成本,并有利于最终与电路集成。

[0003] 体声波谐振器包括一个声反射结构和两个电极,以及位于两个电极之间的被称作压电激励的压电层,有时也将两个电极称为激励电极,其作用是引起谐振器各层的机械振荡。声反射结构在体声波谐振器和基底之间形成声学隔离。 Q 值是谐振器储存的总能量与谐振器通过各种途径损耗的能量的比值。体声波谐振器 Q 值的提升有助于提高滤波器的通带插入损耗及滚降,保证体声波滤波器性能。

[0004] 体声波谐振器的阻抗与其谐振区域的横向尺寸有关,由于需要与形成滤波器的其他元件的阻抗匹配,使得谐振区域的横向尺寸有限,谐振区域是指上电极、压电层和下电极重合的区域,上电极和下电极的面积小于压电层的面积,当声波传递至谐振区域与非谐振区域的交界处时,在谐振区域与非谐振区域的交界处出现声阻抗不连续,激发兰姆模态的波,兰姆模态的波含有横向波的分量,兰姆模态的波不能很好的被限制在谐振器内,会在谐振区域与非谐振区域的交界处泄露至非谐振区域并进入基底,从而降低谐振器的 Q 值。

发明内容

[0005] 本申请的目的在于提供一种体声波谐振器及其制备方法,能够有效反射横向波,提高体声波谐振器的 Q 值。

[0006] 本申请的实施例一方面提供了一种体声波谐振器的制备方法,包括:在晶圆基底上形成压电薄膜层;在压电薄膜层上形成下电极,下电极在晶圆基底上的投影的一侧边缘与压电薄膜层在晶圆基底上的投影的一侧边缘平齐,下电极的投影在压电薄膜层的投影范围内,下电极的边缘通过连接段形成有第一平行翼,第一平行翼与压电薄膜层之间具有间隙;在形成下电极的压电薄膜层上形成支撑件,支撑件与压电薄膜层之间形成空腔,空腔与间隙连通;晶圆基底与衬底通过支撑件键合并去除晶圆基底;在压电薄膜层上形成上电极,上电极在衬底上的投影的一侧边缘与压电薄膜层在衬底上的投影的另一侧边缘平齐,上电极的投影在压电薄膜层的投影范围内,上电极的边缘通过连接段连接形成有第二平行翼,第二平行翼与压电薄膜层之间具有间隙,上电极、压电薄膜层、下电极以及空腔在衬底上的投影具有重叠的有效谐振区域。

[0007] 作为一种可实施的方式,在压电薄膜层上形成下电极,下电极在晶圆基底上的投影的一侧边缘与压电薄膜层在晶圆基底上的投影的一侧边缘平齐,下电极的投影在压电薄膜层的投影范围内,下电极的边缘通过连接段形成有第一平行翼,第一平行翼与压电薄膜层之间具有间隙之后,体声波谐振器的制备方法还包括:在下电极上形成下边界环,下边界环覆盖第一平行翼。

[0008] 作为一种可实施的方式,在压电薄膜层上形成上电极,上电极在衬底上的投影的一侧边缘与压电薄膜层在衬底上的投影的另一侧边缘平齐,上电极的投影在压电薄膜层的投影范围内,上电极的边缘通过连接段连接形成有第二平行翼,第二平行翼与压电薄膜层之间具有间隙,上电极、压电薄膜层、下电极以及空腔在衬底上的投影具有重叠的有效谐振区域之后,体声波谐振器的制备方法还包括:在上电极上形成上边界环,上边界环覆盖第二平行翼。

[0009] 作为一种可实施的方式,在压电薄膜层上形成下电极,下电极在晶圆基底上的投影的一侧边缘与压电薄膜层在晶圆基底上的投影的一侧边缘平齐,下电极的投影在压电薄膜层的投影范围内,下电极的边缘通过连接段形成有第一平行翼,第一平行翼与压电薄膜层之间具有间隙包括:在压电层上形成第一牺牲凸起;在形成有第一牺牲凸起的压电薄膜层上沉积导电材料并图案化,沉积在第一牺牲凸起上表面的导电材料作为第一平行翼,沉积在压电薄膜层上的导电材料作为下电极;释放第一牺牲凸起以使第一平行翼与压电薄膜层之间形成间隙。

[0010] 作为一种可实施的方式,在形成下电极的压电薄膜层上形成支撑件,支撑件与压电薄膜层之间形成空腔,空腔与间隙连通包括:在形成有下电极的压电薄膜层上形成牺牲层,牺牲层覆盖下边界环和第一平行翼;在形成有牺牲层的压电薄膜层上形成支撑件;释放牺牲层和第一牺牲凸起形成空腔。

[0011] 作为一种可实施的方式,在压电薄膜层上形成上电极,上电极在衬底上的投影的一侧边缘与压电薄膜层在衬底上的投影的另一侧边缘平齐,上电极的投影在压电薄膜层的投影范围内,上电极的边缘通过连接段连接形成有第二平行翼,第二平行翼与压电薄膜层之间具有间隙,上电极、压电薄膜层、下电极以及空腔在衬底上的投影具有重叠的有效谐振区域包括:在压电薄膜层上形成第二牺牲凸起;在形成有第二牺牲凸起的压电薄膜层上沉积导电材料并图案化,沉积在第二牺牲凸起上表面的导电材料形成第二平行翼,沉积在压电薄膜层上的导电材料作为上电极;释放第二牺牲凸起以使第二平行翼与压电薄膜层之间形成间隙。

[0012] 作为一种可实施的方式,在晶圆基底上形成压电薄膜层中,晶圆基底包括单晶基底,以使压电薄膜层为单晶薄膜。

[0013] 本申请的实施例另一方面提供了一种体声波谐振器,采用上述体声波谐振器的制备方法制成,包括:衬底,以及设置于衬底上的支撑件,支撑件上表面凹陷形成凹槽,支撑件上依次设置下电极、压电薄膜层和上电极,压电薄膜层与凹槽形成空腔,上电极、压电薄膜层、下电极和空腔重合的区域为有效谐振区域,下电极的边缘、上电极的边缘分别通过连接端连接形成有第一平行翼、第二平行翼,第一平行翼和第二平行翼与压电薄膜层之间均具有间隙。

[0014] 作为一种可实施的方式,上电极、下电极远离压电薄膜层的侧面分别设置有下边

界环和上边界环,下边界环覆盖第一平行翼,上边界环覆盖第二平行翼。

[0015] 作为一种可实施的方式,压电薄膜层为单晶薄膜。

[0016] 本申请实施例的有益效果包括:

[0017] 本申请提供的体声波谐振器的制备方法,包括:在晶圆基底上形成压电薄膜层;在压电薄膜层上形成下电极,下电极在晶圆基底上的投影的一侧边缘与压电薄膜层在晶圆基底上的投影的一侧边缘平齐,下电极的投影在压电薄膜层的投影范围内,下电极的边缘通过连接段形成有第一平行翼,第一平行翼与压电薄膜层之间具有间隙;在形成下电极的压电薄膜层上形成支撑件,支撑件与压电薄膜层之间形成空腔,空腔与间隙连通;晶圆基底与衬底通过支撑件键合并去除晶圆基底;在压电薄膜层上形成上电极,上电极在衬底上的投影的一侧边缘与压电薄膜层在衬底上的投影的另一侧边缘平齐,上电极的投影在压电薄膜层的投影范围内,上电极的边缘通过连接段连接形成有第二平行翼,第二平行翼与压电薄膜层之间具有间隙,上电极、压电薄膜层、下电极以及空腔在衬底上的投影具有重叠的有效谐振区域,在体声波谐振器工作时,上电极和下电极分别连接信号源的正极和负极,使得上电极和下电极之间产生电压差,形成电场,而压电薄膜层设置在上电极和下电极之间,压电薄膜层在电场的作用下产生振动形成声波,间隙中填充有不同于上电极和下电极的材料,使得间隙中的声阻抗与有效谐振区域中的声阻抗不匹配,能够反射有效谐振区域中横向模式的声波,从而减小横向波的泄露,从而提高体声波谐振器的Q值。

附图说明

[0018] 为了更清楚地说明本申请实施例的技术方案,下面将对实施例中所需要使用的附图作简单地介绍,应当理解,以下附图仅示出了本申请的某些实施例,因此不应被看作是对范围的限定,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他相关的附图。

[0019] 图1为本申请实施例提供的一种体声波谐振器的制备方法的流程图之一;

[0020] 图2为本申请实施例提供的一种体声波谐振器的制备方法的流程图之二;

[0021] 图3为本申请实施例提供的一种体声波谐振器的制备方法的流程图之三;

[0022] 图4为本申请实施例提供的一种体声波谐振器的制备方法的流程图之四;

[0023] 图5为本申请实施例提供的一种体声波谐振器的流程图之一;

[0024] 图6为本申请实施例提供的一种体声波谐振器的流程图之二;

[0025] 图7为本申请实施例提供的一种体声波谐振器的流程图之三;

[0026] 图8为本申请实施例提供的一种体声波谐振器的流程图之四;

[0027] 图9为本申请实施例提供的一种体声波谐振器的流程图之五;

[0028] 图10为本申请实施例提供的一种体声波谐振器的流程图之六;

[0029] 图11为本申请实施例提供的一种体声波谐振器的流程图之七;

[0030] 图12为本申请实施例提供的一种体声波谐振器的流程图之八;

[0031] 图13为本申请实施例提供的一种体声波谐振器的流程图之九;

[0032] 图14为本申请实施例提供的一种体声波谐振器的流程图之十;

[0033] 图15为本申请实施例提供的一种体声波谐振器的流程图之十一;

[0034] 图16为本申请实施例提供的一种体声波谐振器的结构示意图之一;

[0035] 图17为本申请实施例提供的一种体声波谐振器的结构示意图之二。

[0036] 图标:100-体声波谐振器;111-晶圆基底;112-压电薄膜层;113-下电极;114-连接段;115-第一平行翼;116-间隙;117-支撑件;118-空腔;119-衬底;120-上电极;121-第二平行翼;122-下边界环;123-第一牺牲凸起;124-牺牲层;125-第二牺牲凸起;126-上边界环。

具体实施方式

[0037] 为使本申请实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合本申请实施例中的附图,对本申请实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例是本申请一部分实施例,而不是全部的实施例。通常在此处附图中描述和示出的本申请实施例的组件可以以各种不同的配置来布置和设计。

[0038] 因此,以下对在附图中提供的本申请的实施例的详细描述并非旨在限制要求保护的本申请的范围,而是仅仅表示本申请的选定实施例。基于本申请中的实施例,本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本申请保护的范畴。

[0039] 应注意到:相似的标号和字母在下面的附图中表示类似项,因此,一旦某一项在一个附图中被定义,则在随后的附图中不需要对其进行进一步定义和解释。

[0040] 在本申请的描述中,需要说明的是,术语“中心”、“竖直”、“水平”、“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,或者是该申请产品使用时惯常摆放的方位或位置关系,仅是为了便于描述本申请和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本申请的限制。此外,术语“第一”、“第二”、“第三”等仅用于区分描述,而不能理解为指示或暗示相对重要性。

[0041] 在本申请的描述中,还需要说明的是,除非另有明确的规定和限定,术语“设置”、“安装”、“相连”、“连接”应做广义理解,对于本领域的普通技术人员而言,可以根据具体情况理解上述术语在本申请中的具体含义。

[0042] 体声波谐振器产生的声波包括横向波和纵向波,由于竖向激励的体声波谐振器的横向波不能很好的被限制在谐振器内,会在谐振区域与非谐振区交界处泄露至非谐振区域并进入基底,从而使得降低谐振器的Q值降低。

[0043] 本申请提供了一种体声波谐振器100的制备方法,如图1所示,包括:

[0044] S110:如图5所示,在晶圆基底111上形成压电薄膜层112;

[0045] 具体的,压电薄膜层112形成的方式本申请实施例不做限制,可以是物理气相沉积,也可以是化学气相沉积、等离子体辅助分子束外延、金属有机化合物化学气相沉淀等等,只要是能够在晶圆基底111上形成均匀的压电薄膜层112即可。压电薄膜层112的具体材料本申请实施例也不做具体限制,可以是钽酸锂、氮化铝、铈酸锂、钛酸锶钡等等具有压电效应的材料。晶圆基底111本申请实施例也不做具体限定,可以采用半导体制备常用的蓝宝石、硅等等。

[0046] S120:如图7所示,在压电薄膜层112上形成下电极113,下电极113在晶圆基底111上的投影的一侧边缘与压电薄膜层112在晶圆基底111上的投影的一侧边缘平齐,下电极113的投影在压电薄膜层112的投影范围内,下电极113的边缘通过连接段114形成有第一平

行翼115,第一平行翼115与压电薄膜层112之间具有间隙116;

[0047] 本领域技术人员应当知晓,在体声波谐振器100在工作时,上电极120和下电极113分别与电源信号的正极和负极连接,所以下电极113均包括电连接部和与电连接部连接的谐振部,下电极113的谐振部、上电极120的谐振部与压电层层叠设置形成有效谐振区域,应当理解的是,为了减小横向波在有效谐振区域与非有效谐振区域边界处的泄露,在下电极113的谐振区的边缘设置第一平行翼115。下电极113在晶圆基底111上的投影的一侧边缘与压电薄膜层112在晶圆基底111上的投影的一侧边缘平齐,其中,下电极113的电连接部的边缘与压电薄膜层112的边缘平齐,使得下电极113的谐振区位于压电薄膜层112的中间部位,便于与压电薄膜层112形成有效谐振区域。

[0048] S130:如图10所示,在形成下电极113的压电薄膜层112上形成支撑件117,支撑件117与压电薄膜层112之间形成空腔118,空腔118与间隙116连通;

[0049] S140:如图11、图12所示,晶圆基底111与衬底119通过支撑件键合并去除晶圆基底111;

[0050] 晶圆基底111与衬底119通过支撑件键合并去除晶圆基底111,使得压电薄膜层112的另一侧面外露。

[0051] 其中,去除晶圆基底111的具体方法本申请实施例不做具体限制,可以是干法刻蚀、也可以是湿法刻蚀,或激光刻蚀等等。

[0052] S150:如图14所示,在压电薄膜层112上形成上电极120,上电极120在衬底119上的投影的一侧边缘与压电薄膜层112在衬底119上的投影的另一侧边缘平齐,上电极120的投影在压电薄膜层112的投影范围内,上电极120的边缘通过连接段114连接形成有第二平行翼121,第二平行翼121与压电薄膜层112之间具有间隙116,上电极120、压电薄膜层112、下电极113以及空腔118在衬底119上的投影具有重叠的有效谐振区域。

[0053] 与上述下电极113的谐振区的边缘设置第一平行翼115的理由相同,在上电极120的谐振区的边缘设置第一平行翼115,且上电极120包括电连接部以及与电连接部连接的谐振部,需要说明的是,为了方便电源信号的连接,上电极120的电连接部和下电极113的电连接部分别设置在体声波谐振器100相对的两侧。

[0054] 如图17所示,为了降低上电极120、下电极113边缘对声波传播的影响,上电极120、下电极113的边缘通常设置为不规则曲线,当然,不规则曲线并不是对下电极113的边缘的限制,也可以是五边形以及其他图形。

[0055] 本申请提供的体声波谐振器100的制备方法制备得到的体声波谐振器100工作时,上电极120和下电极113分别连接信号源的正极和负极,使得上电极120和下电极113之间产生电压差,形成电场,压电薄膜层112设置在上电极120和下电极113之间,压电薄膜层112在电场的作用下产生振动形成声波,间隙116中填充有不同于上电极120和下电极113的材料,使得间隙116中的声阻抗与有效谐振区域中的声阻抗不匹配,能够反射有效谐振区域中横向模式的声波,从而减小横向波的泄露,从而提高体声波谐振器100的Q值。需要说明的是,这里的上电极和下电极分别与信号源的正极和负极连接,只是一种示例,在实际应用中,上电极和下电极之间连接的电源有可能是交变信号源,此时,只要上电极和下电极分别连接信号源的两个接线端即可。

[0056] 可选的,在压电薄膜层112上形成下电极113,下电极113在晶圆基底111上的投影

的一侧边缘与压电薄膜层112在晶圆基底111上的投影的一侧边缘平齐,下电极113的投影在压电薄膜层112的投影范围内,下电极113的边缘通过连接段114形成有第一平行翼115,第一平行翼115与压电薄膜层112之间具有间隙116之后,体声波谐振器100的制备方法还包括:

[0057] S120':如图8所示,在下电极113上形成下边界环122,下边界环122覆盖第一平行翼115。

[0058] 下边界环122设置在下电极113上,且覆盖第一平行翼115,使得下边界环122与第一平行翼115在间隙116上形成两种不同材料的层级,且具有不同的声阻抗,从而形成声反射结构,当横向波传播至间隙116时,在声反射结构和间隙116两种反射模式的反射下,能够将更多的横向波反射回有效谐振区域继续传播,从而提高体声波谐振器100的Q值。

[0059] 具体的,在下边界环122的制备过程中,可以先在下电极113上沉积一层材料,采用掩膜版对上述材料进行光刻形成环状的下边界环122。其中,下边界环122的形状与第一平行翼115的形状相同。

[0060] 本申请实施例的一种可实现的方式中,在压电薄膜层112上形成上电极120,上电极120在衬底119上的投影的一侧边缘与压电薄膜层112在衬底119上的投影的另一侧边缘平齐,上电极120的投影在压电薄膜层112的投影范围内,上电极120的边缘通过连接段114连接形成有第二平行翼121,第二平行翼121与压电薄膜层112之间具有间隙116,上电极120、压电薄膜层112、下电极113以及空腔118在衬底119上的投影具有重叠的有效谐振区域之后,体声波谐振器100的制备方法还包括:

[0061] S150':如图15所示,在上电极120上形成上边界环126,上边界环126覆盖第二平行翼121。上边界环126的结构、制备方法以及有益效果与下边界环122相同,在此不做赘述。

[0062] 可选的,如图2所示,在压电薄膜层112上形成下电极113,下电极113在晶圆基底111上的投影的一侧边缘与压电薄膜层112在晶圆基底111上的投影的一侧边缘平齐,下电极113的投影在压电薄膜层112的投影范围内,下电极113的边缘通过连接段114形成有第一平行翼115,第一平行翼115与压电薄膜层112之间具有间隙116包括:

[0063] S121:如图6所示,在压电层上形成第一牺牲凸起123;

[0064] 具体的,在压电层上形成第一牺牲凸起123的工艺本申请实施例不做限制,示例的,可以采用沉积牺牲材料后使用掩膜版覆盖光刻形成。

[0065] 第一牺牲凸起123的设置是为了在下电极113的边缘形成第一平行翼115,所以第一牺牲凸起123沿平行于压电薄膜层112平面的截面的形状应当与第一平行翼115匹配,而第一平行翼115形成于下电极113的边缘,使得第一牺牲凸起123与下电极113边缘匹配,示例的,可以是不规则环形。

[0066] S122:如图7所示,在形成有第一牺牲凸起123的压电薄膜上沉积导电材料,沉积在第一牺牲凸起123上表面的导电材料作为第一平行翼115,沉积在压电薄膜层112上的导电材料作为下电极113;

[0067] 为了使得第一平行翼115与压电薄膜层112之间形成间隙116,导电材料需要覆盖第一牺牲凸起123的上表面,连接段114为第一牺牲凸起123的侧面沉积的导电材料形成。

[0068] 第一牺牲凸起123沿垂直于压电薄膜层112所在的平面的截面本申请实施例不做限制,可以是长方形或梯形,示例的,可以是梯形,这样在梯形的一侧的腰上沉积的导电材

料作为连接段114,梯形的设置使得连接段114具有一定的斜度,在导电材料沉积时会更容易落在第一牺牲凸起123的侧壁上形成层级,能够提高第一平行翼115的可靠性。

[0069] S123:释放第一牺牲凸起123以使第一平行翼115与压电薄膜层112之间形成间隙116。

[0070] 本申请实施例的一种可实现的方式中,如图3所示,在形成下电极113的压电薄膜层112上形成支撑件117,支撑件117与压电薄膜层112之间形成空腔118,空腔118与间隙116连通包括:

[0071] S131:如图9所示,在形成有下电极113的压电薄膜层112上形成牺牲层124,牺牲层124覆盖下边界环122和第一平行翼115;

[0072] S132:如图10所示,在形成有牺牲层124的压电薄膜层112上形成支撑件117;

[0073] S133:释放牺牲层124和第一牺牲凸起123形成空腔118。

[0074] 可选的,如图4所示,在压电薄膜层112上形成上电极120,上电极120在衬底119上的投影的一侧边缘与压电薄膜层112在衬底119上的投影的另一侧边缘平齐,上电极120的投影在压电薄膜层112的投影范围内,上电极120的边缘通过连接段114连接形成有第二平行翼121,第二平行翼121与压电薄膜层112之间具有间隙116,上电极120、压电薄膜层112、下电极113以及空腔118在衬底119上的投影具有重叠的有效谐振区域包括:

[0075] S151:如图13所示,在压电薄膜层112上形成第二牺牲凸起125;

[0076] S152:如图14所示,在形成有第二牺牲凸起125的压电薄膜层112上沉积导电材料,沉积在第二牺牲凸起125上表面的导电材料形成第二平行翼121,沉积在压电薄膜层112上的导电材料作为上电极120;

[0077] S153:释放第二牺牲凸起125以使第二平行翼121与压电薄膜层112之间形成间隙116。

[0078] 形成上电极120的步骤与下电极113的步骤相同,再次不做赘述。

[0079] 其中,第一牺牲凸起123、第二牺牲凸起125和牺牲层124的材料本申请实施例不做限制,如可以是PSG(磷硅玻璃)、二氧化硅、掺杂二氧化硅、多晶硅或非晶硅等材料,释放时可将释放药液注入第一牺牲凸起123,第二牺牲凸起125以及牺牲层124中,将第一牺牲凸起123,第二牺牲凸起125以及牺牲层124中的材料进行释放。

[0080] 需要说明的是,为了提高体声波谐振器100的制备效率,可以将步骤S153释放第二牺牲凸起125、步骤S133释放牺牲层124、步骤123释放第一牺牲凸起123合并在一次释放工艺中同时进行,具体的,如图15到图16所示,可以在上边界环126制备过程结束后,采用一次释放完成第二牺牲凸起125、第一牺牲凸起123以及牺牲层124的释放。

[0081] 本申请实施例的一种可实现的方式中,在晶圆基底111上形成压电薄膜层112中,晶圆基底111包括单晶基底,以使压电薄膜层112为单晶薄膜。

[0082] 本领域技术人员应当知晓,压电薄膜层112为单晶压电层时压电效应比较明显,形成的体声波谐振器100具有更高的声波传输速度、更好的结晶度、更高的压电常数,将使谐振器获得更高的Q值和机电耦合系数,为了使得压电薄膜层112为单晶压电层,晶圆基底111必须设置为单晶基底,由于单晶基底的晶体结构规则,这样在单晶基底上沉积压电薄膜层112时,压电材料与结构规则的单晶基底结合形成结构规则的压电薄膜层,即为单晶压电层。

[0083] 本申请实施例还公开了一种体声波谐振器100,采用上述体声波谐振器100的制备方法制成,包括:衬底119,以及设置于衬底119上的支撑件117,支撑件117上表面凹陷形成凹槽,支撑件117上依次设置有下电极113、压电薄膜层112和上电极120,压电薄膜层112与凹槽形成空腔118,上电极120、压电薄膜层112、下电极113和空腔118重合的区域为有效谐振区域,下电极的边缘和上电极的边缘分别通过连接端连接形成有第一平行翼和第二平行翼,第一平行翼和第二平行翼与压电薄膜层之间均具有间隙。

[0084] 体声波谐振器100工作时,上电极120和下电极113分别连接信号源的正极和负极,使得上电极120和下电极113之间产生电压差,形成电场,而压电薄膜层112设置在上电极120和下电极113之间,压电薄膜层112在电场的作用下产生振动形成声波,间隙116中填充有不同于上电极120和下电极113的材料,使得间隙116中的声阻抗与有效谐振区域中的声阻抗不匹配,能够反射有效谐振区域中横向模式的声波,从而减小横向波的泄露,从而提高体声波谐振器100的Q值。

[0085] 可选的,上电极、下电极远离压电薄膜层的侧面分别设置有下边界环122和上边界环126,下边界环122覆盖第一平行翼,上边界环126覆盖第二平行翼。

[0086] 下边界环122设置在下电极113上,且覆盖第一平行翼115,使得下边界环122与第一平行翼115在间隙116上形成两种不同材料的层级,且具有不同的声阻抗,从而形成声反射结构,当横向波传播至间隙116时,在声反射结构和间隙116两种反射模式的反射下,能够将更多的横向波反射回有效谐振区域继续传播,从而提高体声波谐振器100的Q值。同理,上边界环126的设置也能够提高体声波谐振器的Q值。

[0087] 本申请实施例的一种可实现的方式中,压电薄膜层112为单晶薄膜。

[0088] 压电薄膜层112为单晶压电层时压电效应比较明显,形成的体声波谐振器100具有更高的声波传输速度、更好的结晶度、更高的压电常数,将使谐振器获得更高的Q值和机电耦合系数。

[0089] 以上所述仅为本申请的优选实施例而已,并不用于限制本申请,对于本领域的技术人员来说,本申请可以有各种更改和变化。凡在本申请的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本申请的保护范围之内。

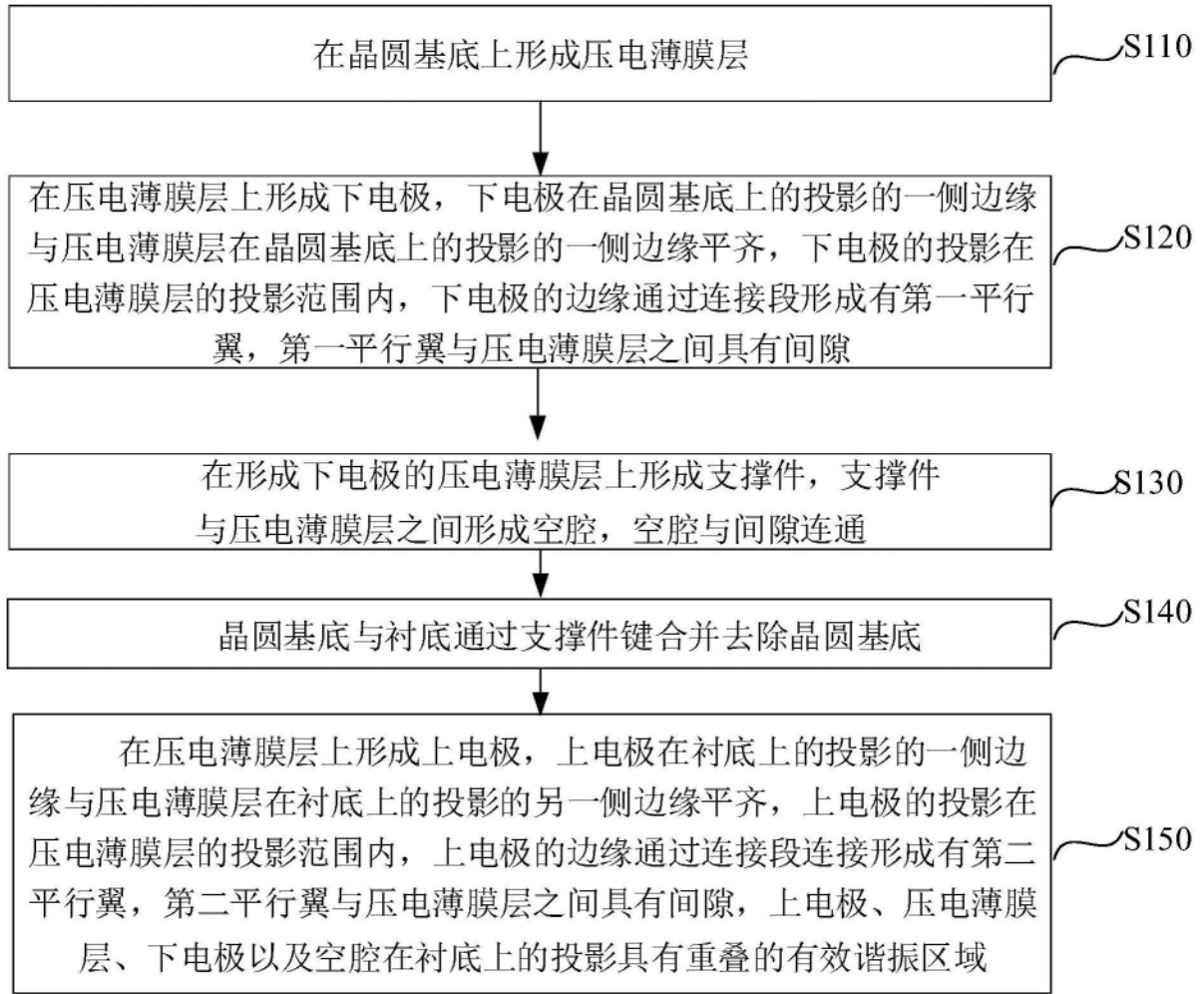


图1

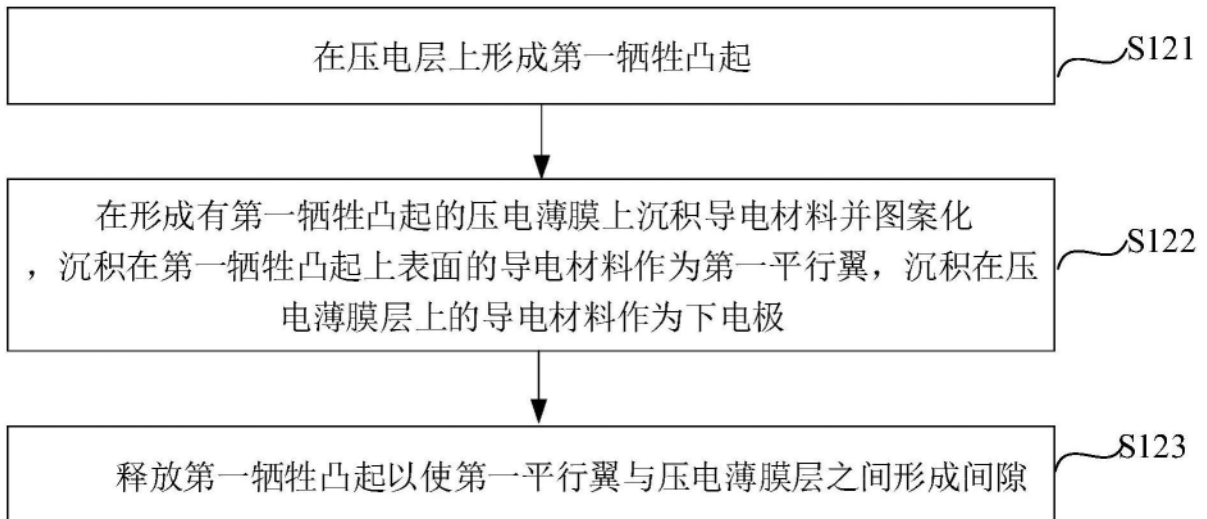


图2

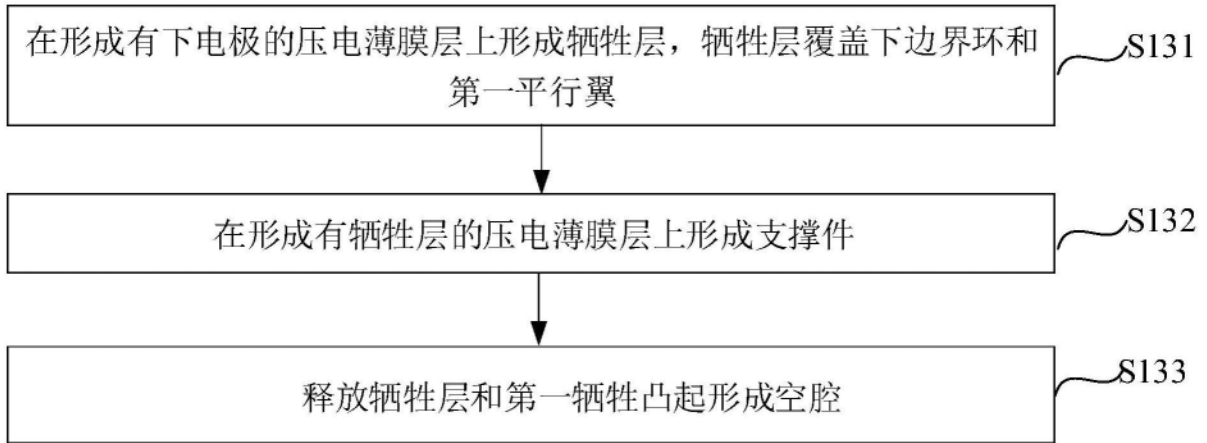


图3

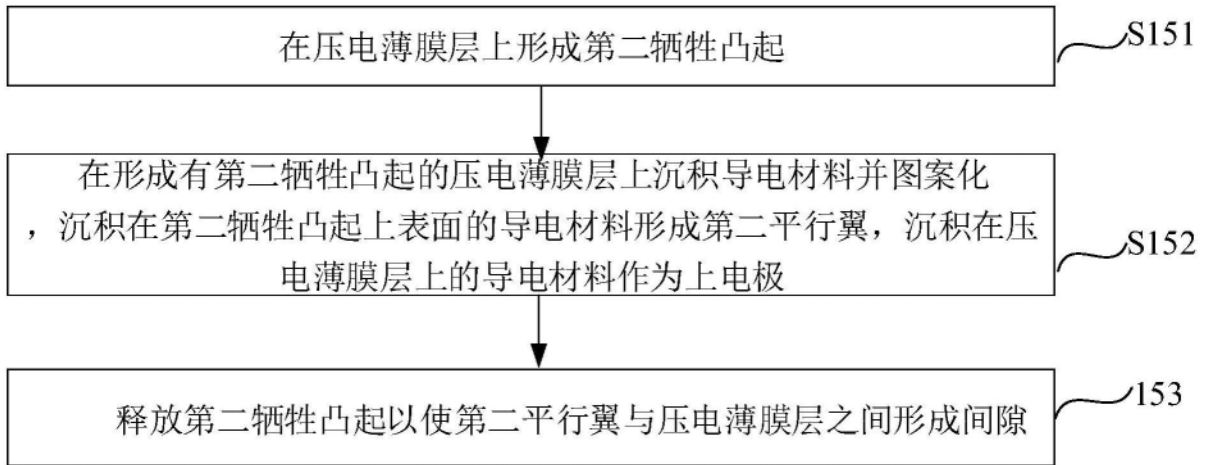


图4

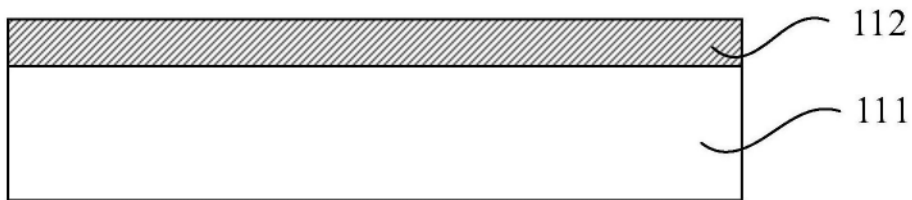


图5

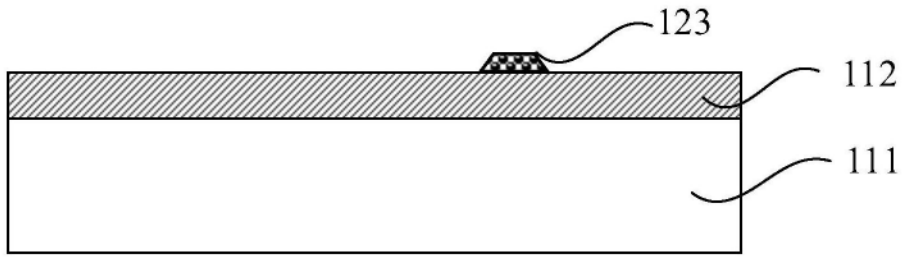


图6

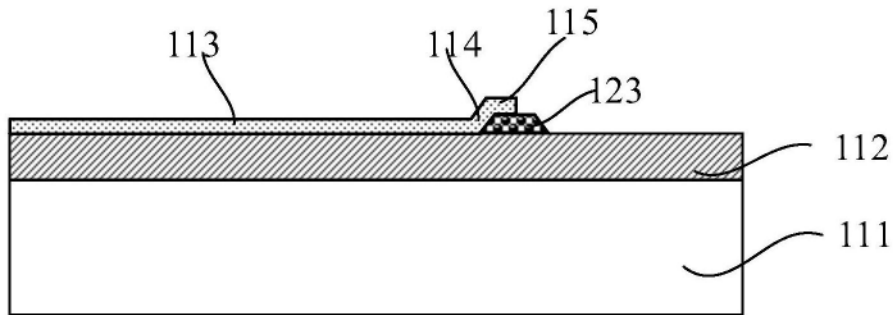


图7

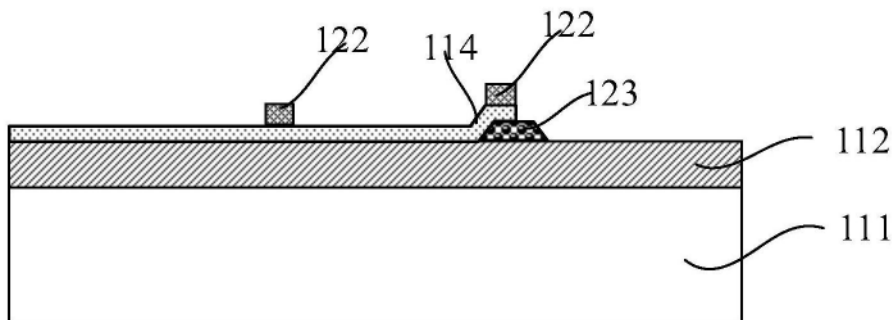


图8

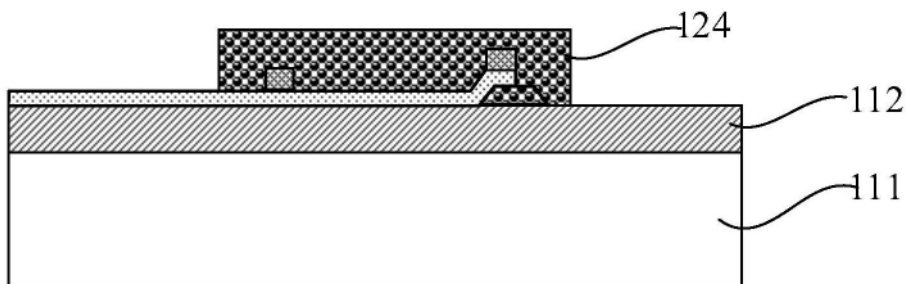


图9

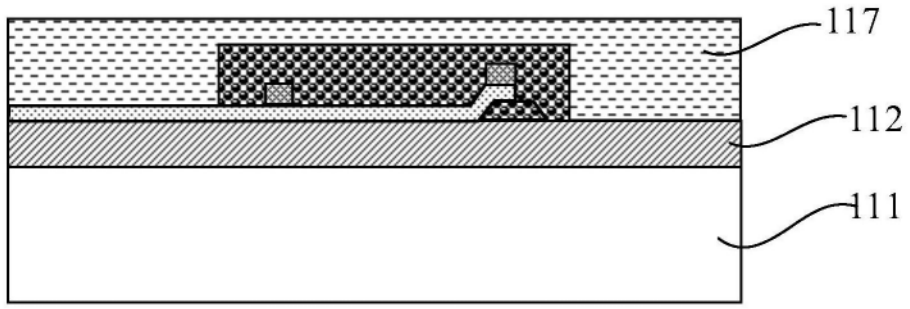


图10

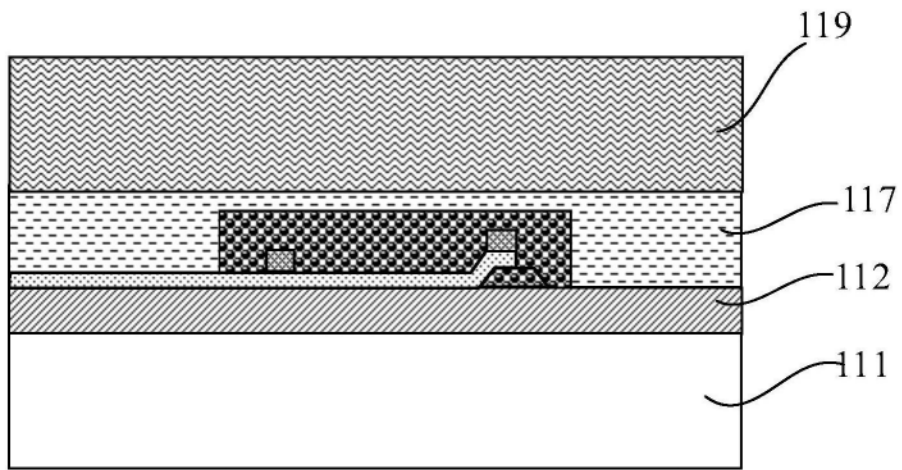


图11

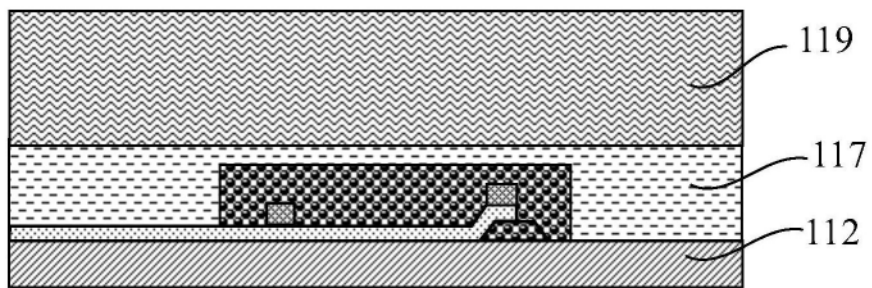


图12

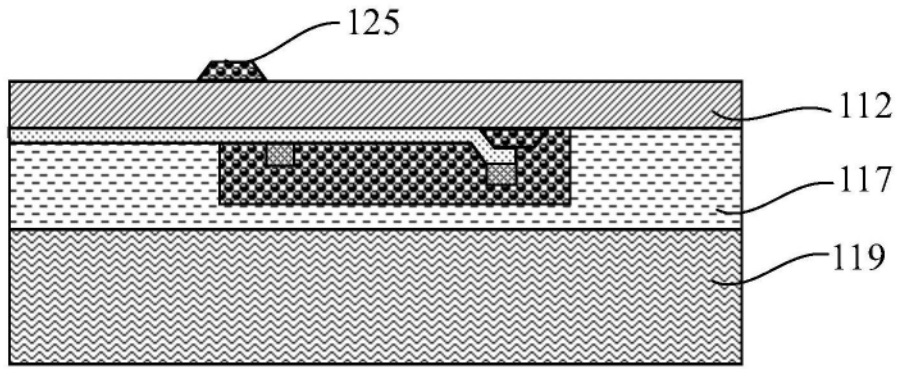


图13

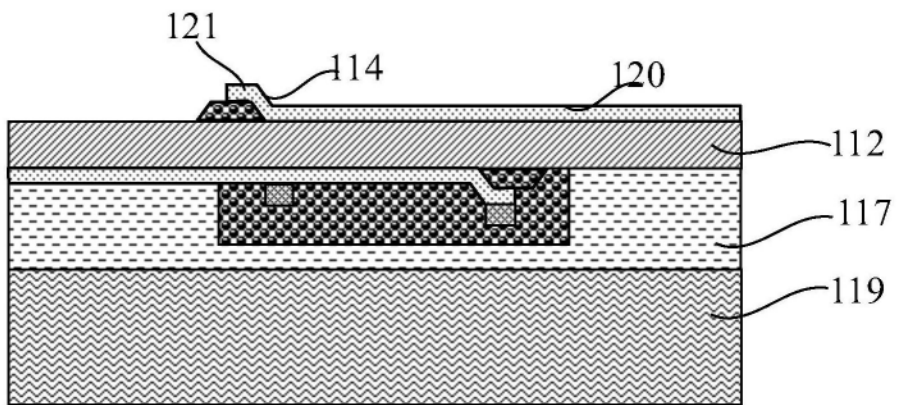


图14

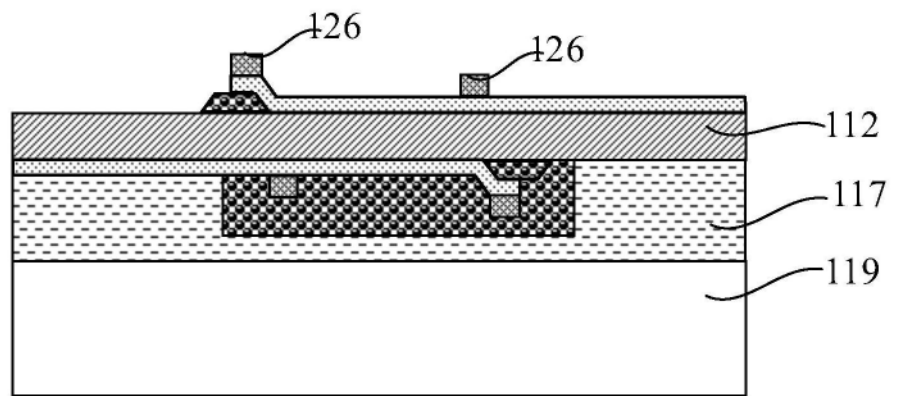


图15

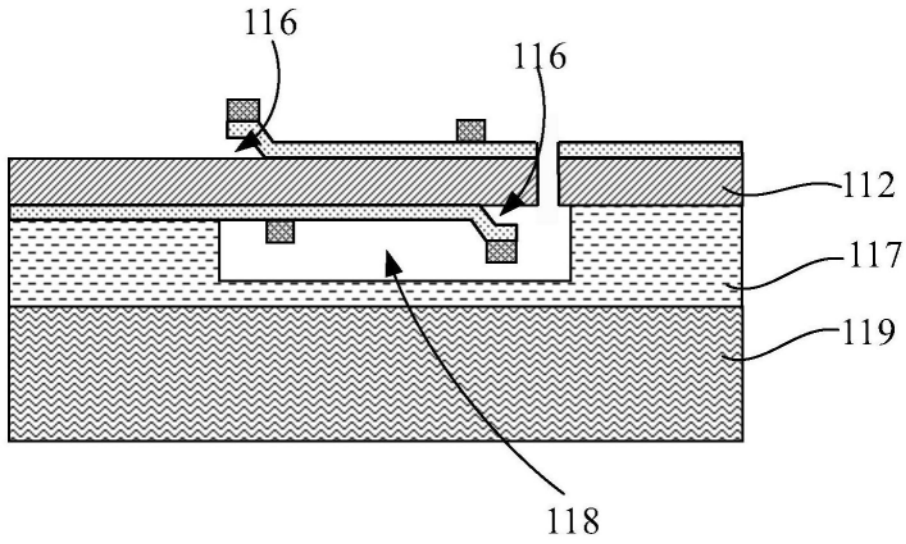


图16

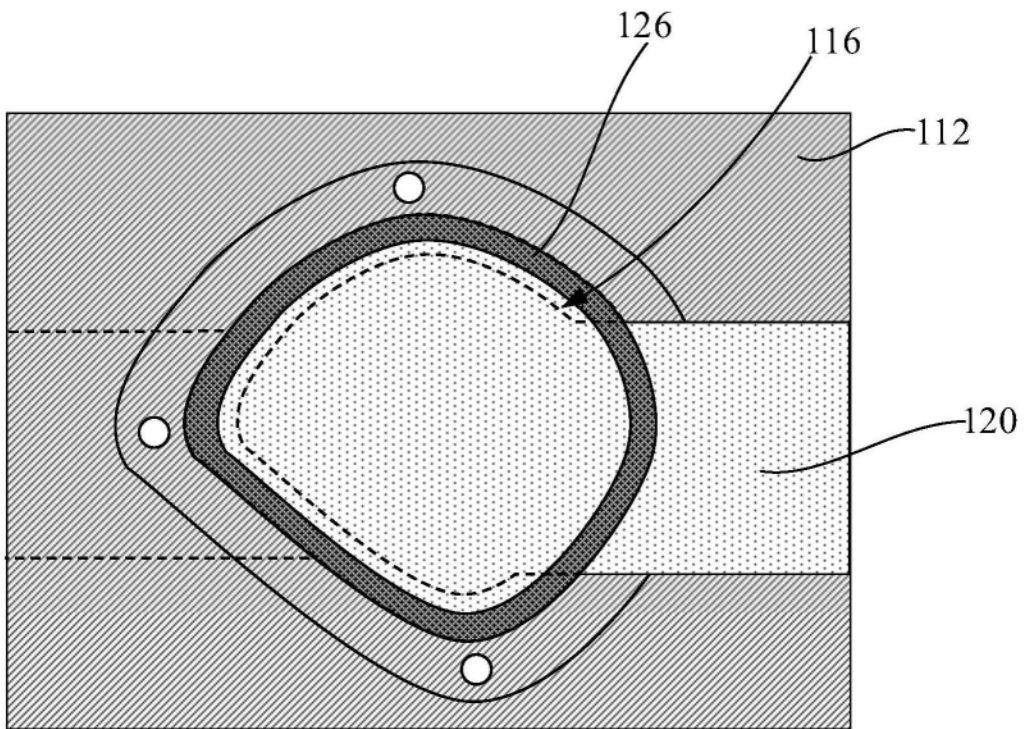


图17