

## (12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织  
国际局

(43) 国际公布日  
2020年6月25日 (25.06.2020)



(10) 国际公布号  
**WO 2020/124369 A1**

- (51) 国际专利分类号:  
*H03H 9/02* (2006.01) *H03H 9/54* (2006.01)  
*H03H 9/17* (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2018/121770
- (22) 国际申请日: 2018年12月18日 (18.12.2018)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (71) 申请人: 开元通信技术(厦门)有限公司 (EPICMEMS (XIAMEN) CO., LTD.) [CN/CN]; 中国福建省厦门市海沧区海沧大道555号厦门中心大厦E栋19楼, Fujian 361026 (CN)。
- (72) 发明人: 彭波华 (PENG, Bohua); 中国福建省厦门市海沧区海沧大道555号厦门中心大厦E栋19楼, Fujian 361026 (CN)。 胡念楚 (HU, Nianchu); 中国福建省厦门市海沧区海沧大道555号厦门中心大厦E栋19楼, Fujian 361026 (CN)。 贾斌 (JIA,

Bin); 中国福建省厦门市海沧区海沧大道555号厦门中心大厦E栋19楼, Fujian 361026 (CN)。

(74) 代理人: 中科专利商标代理有限公司 (CHINA SCIENCE PATENT & TRADEMARK AGENT LTD.); 中国北京市海淀区西三环北路87号4-1105室, Beijing 100089 (CN)。

(81) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ,

(54) **Title:** THIN-FILM BULK ACOUSTIC RESONATOR, MANUFACTURING METHOD THEREFOR, AND FILTER

(54) 发明名称: 薄膜体声波谐振器及其制作方法、滤波器

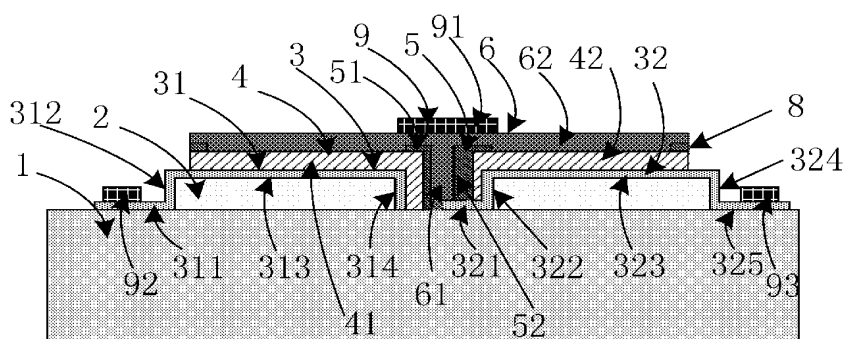


图 1

(57) **Abstract:** A thin-film bulk acoustic resonator, a manufacturing method therefor, and a filter. The thin-film bulk acoustic resonator comprises a substrate (1) and a piezoelectric stacked structure formed on the substrate (1), wherein a center pillar structure is formed at an eccentric position of the thin-film bulk acoustic resonator, and a cavity is formed around the center pillar structure. The thin-film bulk acoustic resonator reduces influences of external stresses on the resonant frequency of a device, and is applicable to applications requiring higher frequency stability.

(57) **摘要:** 一种薄膜体声波谐振器及其制作方法、滤波器; 其中, 所述薄膜体声波谐振器, 包括: 衬底(1), 以及压电堆叠结构, 形成于所述衬底(1)上; 其中, 在所述薄膜体声波谐振器的偏心位置形成有中柱结构, 在所述中柱结构的周围形成有空腔。所述薄膜体声波谐振器降低了外界应力对器件的谐振频率的影响, 适用于较高频率稳定性要求的应用。



WO 2020/124369 A1

NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

**本国际公布：**

- 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

## 薄膜体声波谐振器及其制作方法、滤波器

### 技术领域

本公开属于无线通讯技术领域，更具体地涉及一种薄膜体声波谐振器及其制作方法、滤波器。

### 背景技术

薄膜体声波谐振器（FBAR）依靠高 Q 值，较大的耦合系数等优势，应用于现今的射频滤波器和振荡器中。

振荡器面临的一个主要问题是，外界的应力传递到谐振器，使得谐振频率发生变化，进而影响振荡器的中心频率。比如由 FBAR 制作的振荡器，一般会把 FBAR 贴装于包含金属和层压介质的印刷电路板（PCB）上。当 PCB 受热或者降温时，PCB 板会发生形变，产生的应力传递到 FBAR，导致谐振频率变化。变化的频率虽小，但比老化等因素导致的频偏更严重，而且很难去量化。

对于高精度电子领域的应用，外力所导致的频偏是的器件很难满足要求。比如 GPS 器件要求频率偏移控制在  $\pm 0.5\text{ppm}$ , Wifi 和蓝牙等无线应用也只允许频偏在因此  $\pm 10\text{ppm}$  内。因此，减小外界应力对声波谐振器频率的影响显得尤为重要。

然而，现有的薄膜体声波及滤波器、振荡器普遍生长的材料层数较多，工艺较为复杂，外界应力易传递到谐振器件，频偏严重，无法有效减小外界应力对声波谐振器频率的影响。

### 发明内容

#### （一）要解决的技术问题

本公开提供了一种薄膜体声波谐振器及其制作方法、滤波器，以至少部分解决以上所存在的技术问题。

#### （二）技术方案

根据本公开的一个方面，提供了一种薄膜体声波谐振器，包括：  
衬底，以及  
压电堆叠结构，形成于所述衬底上；

其中，在所述薄膜体声波谐振器的偏心位置形成有中柱结构，在所述中柱结构的周围形成有空腔。

在一些实施例中，所述压电堆叠结构包括下电极层、上电极层以及位于所述下电极层和上电极层之间的压电层；所述下电极和所述衬底围成所述空腔。

在一些实施例中，所述压电堆叠结构包括下电极层、上电极层以及位于所述下电极层和上电极层之间的压电层；所述薄膜体声波谐振器还包括形成于所述衬底与所述下电极层之间的导电层，在所述下电极和所述导电层之间形成所述空腔。

在一些实施例中，所述下电极层包括第一下电极和第二下电极；

所述第一下电极包括依次相连的第一部分、第二部分、第三部分及第四部分，其中，第一部分和第四部分与所述衬底接触，且第一部分和第三部分沿平行于所述衬底的方向延伸，第二部分和第四部分沿垂直于所述衬底的方向延伸；

所述第二下电极包括依次相连的第一部分、第二部分、第三部分、第四部分及第五部分，其中，所述第二下电极的第一部分和第五部分与所述衬底接触，且所述第二下电极的第一部分、第三部分和第五部分沿平行于所述衬底的方向延伸，所述第二下电极的第二部分和第四部分沿垂直于所述衬底的方向延伸。

在一些实施例中，所述压电层包括第一压电膜和第二压电膜，所述第一压电膜完全覆盖第一下电极的第四部分且完全覆盖或者部分覆盖第一下电极的第三部分；

所述第二压电膜部分覆盖所述第二下电极的第一部分，完全覆盖所述第二下电极的第二部分，且完全覆盖或者部分覆盖第二下电极的第三部分。

在一些实施例中，所述上电极层包括：

第一部分，沿垂直于衬底的方向延伸，其底部同时与所述衬底及所述第二下电极的第一部分接触，且所述上电极层的第一部分位于所述第一压电膜与第二压电膜之间；

第二部分，位于所述压电层上，沿平行于所述衬底的方向延伸。

在一些实施例中，所述的薄膜体声波谐振器，还包括间隔层，该间隔层包括第一间隔膜和第二间隔膜；

所述第一间隔膜位于所述第一压电膜和所述上电极层之间，且底部与所述衬底接触；所述第二间隔膜位于所述第二压电膜和所述上电极层之间，且底部与所述第二下电极的第一部分接触；或

所述第一间隔膜位于所述第一下电极和所述第一压电膜之间，且底部与所述衬底接触；所述第二间隔膜位于所述第二下电极与所述第二压电膜之间，且底部与所述第二下电极的第一部分接触。

在一些实施例中，所述的薄膜体声波谐振器，还包括第一凸起和第二凸起；

第一凸起位于所述上电极层与所述第一压电膜之间、且位于所述上电极层的第二部分的其中一端部；或第一凸起位于所述第一压电膜与第一下电极的第三部分之间、且位于所述第一压电膜的一端部；

所述第二凸起位于所述上电极层与所述第二压电膜之间、且位于所述上电极层的第二部分的其中另一端部；或第二凸起位于所述第二压电膜与第二下电极的第三部分之间、且位于所述第二压电膜的一端部。

在一些实施例中，所述的薄膜体声波谐振器，还包括焊盘层，位于所述上电极层及所述下电极层上。

在一些实施例中，所述焊盘层部分覆盖所述上电极层的第二部分、所述第一下电极的第一部分、及所述第二下电极的第五部分或第一部分。

在一些实施例中，所述导电层包括第一导电膜和第二导电膜；

所述下电极层包括第一下电极和第二下电极；所述第一下电极包括相连的第一部分和第二部分；第一下电极的第一部分沿着平行于衬底的方向延伸，第一下电极的第二部分沿着垂直于衬底的方向延伸，且与所述衬底接触，所述第一下电极的第一部分与所述第一导电膜之间具有一间隙；第二下电极沿平行于所述衬底的方向延伸，且与所述第二导电膜之间具有一间隙。

在一些实施例中，所述压电层包括第一压电膜和第二压电膜，所述第一压电膜完全覆盖第一下电极的第一部分和第二部分；所述第二压电膜完全覆盖所述第二下电极。

在一些实施例中，所述上电极层包括：第一部分，沿垂直于衬底的方向延伸，其底部同时与所述衬底及所述第二导电膜接触，且所述上电极层的第一部分位于所述第一压电膜与第二压电膜之间；以及第二部分，位于所述压电层上，沿平行于所述衬底的方向延伸。

在一些实施例中，所述薄膜体声波谐振器还包括间隔层，该间隔层包括第一间隔膜和第二间隔膜；所述第一间隔膜位于所述第一压电膜和所述上电极层之间，且底部与所述衬底接触；所述第二间隔膜位于所述第二压电膜和所述上电极层之间，且底部与所述第二导电膜接触。

在一些实施例中，所述压电层包括第一压电膜和第二压电膜，第一压电膜形成于所述第一下电极的第三部分上，第二压电膜形成于所述第二下电极的第三部分上。

在一些实施例中，所述上电极层包括：第一部分，沿垂直于衬底的方向延伸，其底部同时与所述衬底及所述第二下电极的第一部分接触，且所述上电极层的第一部分位于所述第一压电膜与第二压电膜之间且位于所述第一下电极的第四部分与所述第二下电极的第二部分之间；以及第二部分，位于所述压电层上，沿平行于所述衬底的方向延伸。

在一些实施例中，所述的薄膜体声波谐振器，还包括间隔层，该间隔层包括第一间隔膜和第二间隔膜；所述第一间隔膜的底部与所述衬底接触，且完全覆盖所述第一下电极的第四部分、部分覆盖所述第一下电极的第三部分及部分覆盖所述第一压电膜；所述第一间隔膜的底部与所述第二下电极的第一部分接触，且完全覆盖所述第二下电极的第二部分、部分覆盖所述第二下电极的第三部分及部分覆盖所述第二压电膜。

在一些实施例中，所述中柱结构包括：所述上电极层的与所述衬底垂直的部分，所述间隔层的与所述衬底垂直的部分，所述压电层的与所述衬底垂直的部分，所述下电极层的与所述衬底垂直、且靠近所述间隔层的部分。

根据本公开的另一个方面，还提供了一种薄膜体声波谐振器的制作方法，包括：

在衬底上生长牺牲层并图形化处理，形成第一开口区域；

生长下电极层并刻蚀下电极层，在所述第一开口区域内形成第二开口区域；

生长压电层和上电极层；

刻蚀上电极层，并刻蚀压电层，在所述第二开口区域内形成第三开口区域；

刻蚀去除所述牺牲层，在所述下电极与所述衬底之间、所述薄膜体声波谐振器的有效谐振区域形成空腔。

在一些实施例中，所述的薄膜体声波谐振器的制作方法，还包括：在所述下电极层与所述压电层之间或所述压电层与所述压电层与所述上电极层之间生长隔离层，并作图像化处理。

在一些实施例中，在生长牺牲层之前，还包括：生长导电层并作图像化处理。

在一些实施例中，所述的薄膜体声波谐振器的制作方法，还包括：在所述下电极层与所述压电层或所述压电层与所述上电极之间形成凸起结构。

根据本公开的另一个方面，还提供了一种滤波器，其包括级联的多个所述薄膜体声波谐振器。

### （三）有益效果

从上述技术方案可以看出，本公开一种薄膜体声波谐振器及其制作方法、滤波器至少具有以下有益效果其中之一：

（1）本公开降低了外界应力对器件的谐振频率的影响，适用于较高频率稳定性要求的应用。

（2）本公开工艺相对简单，不需要对牺牲层做化学机械抛光（CMP）处理，也可以减少生长的材料层数，这都降低了制作成本

（3）本公开焊盘结构可以减小连接电阻，同时第一焊盘位于中柱区域，可以加固中柱结构。此外，第一焊盘的两端位于谐振有效区的边界，可以将谐振器件在边缘处的声波反射回有效谐振区域，提高器件的 Q 值。

## 附图说明

为了更清楚地说明本发明具体实施方式或现有技术中的技术方案，下面将对具体实施方式或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍，

显而易见地，下面描述中的附图是本发明的一些实施方式，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的附图。

图 1 为本公开第 1 实施例薄膜体声波器的正面剖视图。

图 2 为本公开第 1 实施例薄膜体声波器的俯视图。

图 3 为本公开第 2 实施例薄膜体声波器的正面剖视图。

图 4 为本公开第 3 实施例薄膜体声波器的正面剖视图。

图 5 为本公开第 4 实施例薄膜体声波器的正面剖视图。

图 6 为本公开薄膜体声波器制作方法流程图。

图 7a-图 7h 为本公开薄膜体声波器制作过程示意图。

<符号说明>

1-衬底；2-牺牲层（牺牲层区域对应空腔区域）；3-下电极层；31-第一下电极，32-第二下电极；311-314 分别为第一下电极的第一部分至第四部分；321-325 分别为第二下电极的第一部分至第五部分；4-压电层；41-第一压电膜，42-第二压电膜；5-间隔层；51-第一间隔膜，52-第二间隔膜；6-上电极层；61-上电极层的第一部分，62-上电极层的第二部分；7-导电层；71-第一导电膜，72-第二导电膜；8-凸起结构；81-第一凸起，82-第二凸起；9-焊盘层；91-第一焊盘、92-第二焊盘、93-第三焊盘；O-中柱位置。

## **具体实施方式**

为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚明白，以下结合具体实施例，并参照附图，对本发明进一步详细说明。

本公开提供了一种薄膜体声波谐振器，包括：

衬底，以及

压电堆叠结构，形成于所述衬底上；

其中，在所述薄膜体声波谐振器的偏心位置形成有中柱结构，在所述中柱结构的周围形成有空腔。

本公开薄膜体声波谐振器降低了外界应力对器件的谐振频率的影响，适用于较高频率稳定性要求的应用。



具体的，所述压电堆叠结构包括：下电极层、上电极层以及位于所述下电极层和上电极层之间的压电层；所述下电极层和所述衬底围成所述空腔。

所述中柱结构为体声波谐振器中起支撑作用的柱形结构，包括：所述上电极层的与所述衬底垂直的部分，所述间隔层的与所述衬底垂直的部分，所述压电层的与所述衬底垂直的部分，所述下电极层的与所述衬底垂直、且靠近所述间隔层的部分。

进一步的，所述薄膜体声波谐振器还可包括形成于所述衬底与所述下电极层之间的导电层，在所述下电极层和所述导电层之间形成所述空腔。

所述下电极层包括第一下电极和第二下电极；所述第一下电极包括依次相连的第一部分、第二部分、第三部分及第四部分，其中，第一部分和第四部分与所述衬底接触，且第一部分和第三部分沿平行于所述衬底的方向延伸，第二部分和第四部分沿垂直于所述衬底的方向延伸；所述第二下电极包括依次相连的第一部分、第二部分、第三部分、第四部分及第五部分，其中，所述第二下电极的第一部分和第五部分与所述衬底接触，且所述第二下电极的第一部分、第三部分和第五部分沿平行于所述衬底的方向延伸，所述第二下电极的第二部分和第四部分沿垂直于所述衬底的方向延伸。

所述压电层包括第一压电膜和第二压电膜，所述第一压电膜完全覆盖第一下电极的第四部分且完全覆盖或者部分覆盖第一下电极的第三部分；所述第二压电膜部分覆盖所述第二下电极的第一部分，完全覆盖所述第二下电极的第二部分，且完全覆盖或者部分覆盖第二下电极的第三部分。

所述上电极层包括：第一部分，沿垂直于衬底的方向延伸，其底部同时与所述衬底及所述第二下电极的第一部分接触，且所述上电极层的第一部分位于所述第一压电膜与第二压电膜之间；第二部分，位于所述压电层上，沿平行于所述衬底的方向延伸。

所述的薄膜体声波谐振器还包括焊盘层，位于所述上电极层及所述下电极上。具体的，所述焊盘层位于所述上电极层的第二部分上（正对所述上电极层的与所述衬底垂直的部分，所述间隔层的与所述衬底垂直的部分，所述压电层的与所述衬底垂直的部分，所述下电极层的与所述衬底垂直、

且靠近所述间隔层的部分)、所述第一下电极的第一部分上、及所述第二下电极的第五部分上,部分覆盖所述上电极层的第二部分、所述第一下电极的第一部分、及所述第二下电极的第五部分。如果中柱较宽,上电极未全部覆盖第二下电极的第一部分,焊盘层与第二下电极的第一部分也可接触,以进一步降低电阻损耗。

所述间隔层包括第一间隔膜和第二间隔膜;所述第一间隔膜位于所述第一压电膜和所述上电极层之间,且底部与所述衬底接触;所述第二间隔膜位于所述第二压电膜和所述上电极层之间,且底部与所述第二下电极的第一部分接触;或所述第一间隔膜位于所述第一下电极和所述第一压电膜之间,且底部与所述衬底接触;所述第二间隔膜位于所述第二下电极与所述第二压电膜之间,且底部与所述第二下电极的第一部分接触。

所述的薄膜体声波谐振器还可包括第一凸起和第二凸起;第一凸起位于所述上电极层与所述第一压电膜之间、且位于所述上电极层的第二部分的其中一端部;或第一凸起位于所述第一压电膜与第一下电极的第三部分之间、且位于所述第一压电膜的一端部;所述第二凸起位于所述上电极层与所述第二压电膜之间、且位于所述上电极层的第二部分的其中另一端部;或第二凸起位于所述第二压电膜与第二下电极的第三部分之间、且位于所述第二压电膜的一端部。

图1为本公开第1实施例薄膜体声波器的正面剖视图。如图1所示,本实施例薄膜体声波器包括:衬底1、牺牲层2、下电极层3、压电层4、间隔层5、上电极层6及焊盘9。

其中,本公开薄膜体声波器的所述牺牲层最后会被刻蚀掉,也即最终制作而成的薄膜体声波器不包括牺牲层,牺牲层区域相应的形成空腔区域,因此形成由中间支柱支撑的器件。本实施例薄膜体声波器具备类似圆盘的形状,通过上电极层-压电层-下电极层的三明治结构谐振。

图2为本公开第1实施例薄膜体声波器的俯视图。如图1-2所示,所述下电极层被刻蚀成第一下电极31和第二下电极32。其中第一下电极31通过边缘部分引出,而上电极层通过中柱与第二下电极32连接,从而通过边缘引出,有助于降低外界应力对器件的作用,从而减小频率的偏移。

所述第一下电极 31 包括依次相连的第一部分 311、第二部分 312、第三部分 313 及第四部分 314, 其中, 第一部分和第四部分与所述衬底接触, 且第一部分和第三部分沿平行于所述衬底的方向延伸, 第二部分和第四部分沿垂直于所述衬底的方向延伸。

所述第二下电极 32 包括依次相连的第一部分 321、第二部分 322、第三部分 323、第四部分 324 及第五部分 325, 其中, 所述第二下电极的第一部分和第五部分与所述衬底接触, 且所述第二下电极的第一部分、第三部分和第五部分沿平行于所述衬底的方向延伸, 所述第二下电极的第二部分和第四部分沿垂直于所述衬底的方向延伸。

所述压电层 4 包括第一压电膜 41 和第二压电膜 42。所述第一压电膜完全覆盖第一下电极的第四部分、且部分覆盖第一下电极的第三部分。所述第二压电膜部分覆盖所述第二下电极的第一部分, 完全覆盖所述第二下电极的第二部分, 且部分覆盖第二下电极的第三部分。

所述上电极层 6 包括第一部分 61 和第二部分 62。所述第一部分 61 沿垂直于衬底的方向延伸, 其底部同时与所述衬底及所述第二下电极的第一部分接触, 且所述上电极层的第一部分位于所述第一压电膜与第二压电膜之间。所述第二部分 62 位于所述压电层上, 沿平行于所述衬底的方向延伸。

所述薄膜体声波谐振器还包括间隔层 5, 该间隔层包括第一间隔膜 51 和第二间隔膜 52。所述第一间隔膜位于所述第一压电膜和所述上电极层之间, 且底部与所述衬底接触; 所述第二间隔膜位于所述第二压电膜和所述上电极层之间, 且底部与所述第二下电极的第一部分接触。

所述薄膜体声波谐振器还包括焊盘层 9, 该焊盘层包括第一焊盘 91, 第二焊盘 92 和第三焊盘 93, 所述焊盘层位于所述上电极层的第二部分上、第一下电极的第一部分及第二下电极的第五部分之上, 部分覆盖所述上电极层的第二部分、第一下电极的第一部分及第二下电极的第五部分。所述薄膜体声波谐振器还包括凸起结构, 该凸起结构包括第一凸起 81 和第二凸起 82。所述第一凸起位于所述上电极与所述第一压电膜之间、且位于所述上电极层的第二部分的其中一端部。所述第二凸起位于所述上电极层与所述第二压电膜之间、且位于所述上电极层的第二部分的其中另一端部。

所述中柱结构包括：所述上电极层的与所述衬底垂直的部分 61，所述间隔层的与所述衬底垂直的部分，所述压电层的与所述衬底垂直的部分，及所述下电极层的与所述衬底垂直、且靠近所述间隔层的部分（即第一下电极的第四部分）。

所述衬底的材料为硅或者具有低热传导特性的材料；所述牺牲层的材料包括但不限于二氧化硅，硅磷玻璃（PSG）等；所述下电极层和上电极层的材料为导电材料，比如与半导体工艺兼容的铝，钼，铜，金，铂，银，镍，铬，钨等；所述压电层的材料包括但不限于氮化铝，氧化性等；所述间隔层的材料为介质材料，比如 PSG，或者其它不易被刻蚀的材料；所述焊盘为高导电材料，比如与半导体工艺兼容的铝，铜，金，铂，银，镍，铬，等。

所述谐振器的有效谐振区域位于圆盘内，上电极与下电极正对的区域。而在中柱区域内，引入了间隔层，以减小该区域内上下电极寄生电容的影响，同时隔绝上下电极。如此，在中柱区域内不发生谐振，位移很小，从而减小了外界作用力传递到器件内。同时，间隔层在谐振有效区域边缘还自然形成了凸起结构 8（凸起结构与间隔层材质相同），可以将谐振器件在边缘处的声波的反射回有效区域，提高器件的 Q 值。

需要说明的是，如图 2 所示，中柱位置 O 偏离圆盘的中心，由此，横向模式引发的谐振受到抑制，提升了滤波器和振荡器的性能。

图 3 为本公开第 2 实施例薄膜体声波器的正面剖视图。与第 1 实施例不同的是，本实施例先在衬底上生长了一层导电层 7（材料类似于下电极），然后与第 1 实施例类似，生长随后的各层。有所不同的是，器件的第一下电极包括两个部分，其中之一与所述衬底平行，另一与所述衬底垂直；第二下电极包括一个部分，与所述衬底平行；器件的下电极和上电极分别通过导电层的第一导电膜 71 和第二导电膜 72 引出，因此，该器件完全由中柱支撑，进一步降低了第 1 实施例中引出线所带来的应力影响。但也正因为仅由中柱支撑，器件的可靠性可能会差于第 1 实施例的结构。

本实施例中，所述中柱结构包括：所述上电极层的与所述衬底垂直的部分 61，所述间隔层的与所述衬底垂直的部分，所述压电层的与所述衬底

垂直的部分，及所述下电极层的与所述衬底垂直、且靠近所述间隔层的部分。

图 4 为本公开第 3 实施例薄膜体声波器的正面剖视图。与第 1 实施例不同的是，对压电层作刻蚀后，在中柱区域内未保留压电层。这样可进一步减小中柱区域内寄生电容的影响。

图 5 为本公开第 4 实施例薄膜体声波器的正面剖视图。在第 1 实施例中，间隔层位于上电极与压电层之间，而在第 4 实施例中，间隔层也可位于下电极与压电层之间。边缘的凸起结构同样可以将谐振器件在边缘处的声波的反射回有效区域，提高器件的 Q 值。

当然，本公开器件结构并不限于圆盘形状，可以是椭圆形，五边形或其他不规则多边形，但应避免为正多边形，这样同样可以降低横向模式的谐振影响。

图 6 为本公开第 2 实施例薄膜体声波器制作方法流程图。图 7a-图 7g 为本公开第 2 实施例薄膜体声波器制作过程示意图。如图 6 及图 7a-7g 所示，所述薄膜体声波器具体制作过程如下：

如图 7a 所示，首先在衬底表面沉积导电层，图形化处理，将导电层分为第一导电膜和第二导电膜，用来分别引出器件的下电极和上电极；

如图 7b 所示，在衬底上沉积牺牲层，覆盖导电层，并图形化牺牲层，定义出中柱位置。在中柱区域需要露出一部分导电层以便之后作电连接；

如图 7c 所示，沉积下电极层，同样作图形化处理；使下电极层在中柱区域留出孔，并且下电极层与导电层的第一导电膜相连；在沉积下电极层之前，一般会先生长一层薄的隔离层，隔绝牺牲层到下电极层间的氧迁移。另外，也可以选择性的在下电极层内插入或者表面生长一层温度补偿层，温度补偿层材料为二氧化硅或者 PSG 等具有正温度系数的材料；

如图 7d 所示，沉积压电层，并作图形化处理，露出边缘和中柱区域的导电层，以便上电极的引出；

如图 7e 所示，沉积间隔层，露出边缘和中柱区域。同时在圆盘边缘区域保留间隔层图形，形成的凸起结构，可以将谐振器件在边缘处的声波反射回有效谐振区域，提高器件的 Q 值；

如图 7f 所示，沉积上电极层，作图形化处理。上电极通过导电层的第

二导电膜引出（如图所示）。一旦上电极形成，器件由上电极和下电极的正对区域形成有效谐振区域。另外，一般会在上电极层表面生长钝化层，保护电极不被腐蚀；

如图 7g 所示，沉积焊盘层，作图形化处理。所述焊盘包括位于上电极层之上的第一焊盘、第一下电极的第一部分之上的第二焊盘及第二下电极的第五部分或第一部分之上的第三焊盘。本公开焊盘结构可以减小连接电阻，同时第一焊盘位于中柱区域，可以加固中柱结构。此外，第一焊盘的两端位于谐振有效区的边界，可以将谐振器件在边缘处的声波反射回有效谐振区域，提高器件的 Q 值；

如图 7h 所示，将器件置于腐蚀液中，牺牲层被刻蚀掉，释放器件。最后，器件仅由中柱结构支撑，可减小外界应力对器件的作用。

本公开工艺相对简单，不需要对牺牲层做化学机械抛光(CMP)处理，也可以减少生长的材料层数，这都降低了制作成本。

此外，本公开还提供了一种滤波器，其包括级联的多个所述薄膜体声波谐振器。

以上所述的具体实施例，对本发明的目的、技术方案和有益效果进行了进一步详细说明，所应理解的是，以上所述仅为本发明的具体实施例而已，并不用于限制本发明，凡在本发明的精神和原则之内，所做的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本发明的保护范围之内。

当然，根据实际需要，本发明方法还包含其他的步骤，由于同本发明的创新之处无关，此处不再赘述。

此外，上述对各元件和方法的定义并不仅限于实施例中提到的各种具体结构、形状或方式，本领域普通技术人员可对其进行简单地更改或替换。

需要说明的是，实施例中提到的方向用语，例如“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”等，仅是参考附图的方向，并非用来限制本发明的保护范围。贯穿附图，相同的元素由相同或相近的附图标记来表示。在可能导致对本发明的理解造成混淆时，将省略常规结构或构造。并且图中各部件的形状和尺寸不反映真实大小和比例，而仅示意本发明实施例的内容。另外，在权利要求中，不应将位于括号之间的任何参考符号构造成对权利要求的限制。

再者，单词“包含”或“包括”不排除存在未列在权利要求中的元件或步骤。位于元件之前的单词“一”或“一个”不排除存在多个这样的元件。

说明书与权利要求中所使用的序数例如“第一”、“第二”、“第三”等的用词，以修饰相应的元件，其本身并不意味着该元件有任何的序数，也不代表某一元件与另一元件的顺序、或是制造方法上的顺序，这些序数的使用仅用来使具有某命名的一元件得以和另一具有相同命名的元件能做出清楚区分。

以上所述的具体实施例，对本发明的目的、技术方案和有益效果进行了进一步详细说明，所应理解的是，以上所述仅为本发明的具体实施例而已，并不用于限制本发明，凡在本发明的精神和原则之内，所做的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本发明的保护范围之内。

## 权利要求

1. 一种薄膜体声波谐振器，包括：

衬底，以及

压电堆叠结构，形成于所述衬底上；

其中，在所述薄膜体声波谐振器的偏心位置形成有中柱结构，在所述中柱结构的周围形成有空腔。

2. 根据权利要求 1 所述的薄膜体声波谐振器，其中，所述压电堆叠结构包括下电极层、上电极层以及位于所述下电极层和上电极层之间的压电层；所述下电极和所述衬底围成所述空腔。

3. 根据权利要求 1 所述的薄膜体声波谐振器，其中，所述压电堆叠结构包括下电极层、上电极层以及位于所述下电极层和上电极层之间的压电层；所述薄膜体声波谐振器还包括形成于所述衬底与所述下电极层之间的导电层，在所述下电极和所述导电层之间形成所述空腔。

4. 根据权利要求 2 所述的薄膜体声波谐振器，其中，

所述下电极层包括第一下电极和第二下电极；

所述第一下电极包括依次相连的第一部分、第二部分、第三部分及第四部分，其中，第一部分和第四部分与所述衬底接触，且第一部分和第三部分沿平行于所述衬底的方向延伸，第二部分和第四部分沿垂直于所述衬底的方向延伸；

所述第二下电极包括依次相连的第一部分、第二部分、第三部分、第四部分及第五部分，其中，所述第二下电极的第一部分和第五部分与所述衬底接触，且所述第二下电极的第一部分、第三部分和第五部分沿平行于所述衬底的方向延伸，所述第二下电极的第二部分和第四部分沿垂直于所述衬底的方向延伸。

5. 根据权利要求 4 所述的薄膜体声波谐振器，其中，

所述压电层包括第一压电膜和第二压电膜，所述第一压电膜完全覆盖第一下电极的第四部分且完全覆盖或者部分覆盖第一下电极的第三部分；

所述第二压电膜部分覆盖所述第二下电极的第一部分，完全覆盖所述第二下电极的第二部分，且完全覆盖或者部分覆盖第二下电极的第三部分。



6. 根据权利要求 5 所述的薄膜体声波谐振器，其中，所述上电极层包括：

第一部分，沿垂直于衬底的方向延伸，其底部同时与所述衬底及所述第二下电极的第一部分接触，且所述上电极层的第一部分位于所述第一压电膜与第二压电膜之间；

第二部分，位于所述压电层上，沿平行于所述衬底的方向延伸。

7. 根据权利要求 6 所述的薄膜体声波谐振器，还包括间隔层，该间隔层包括第一间隔膜和第二间隔膜；

所述第一间隔膜位于所述第一压电膜和所述上电极层之间，且底部与所述衬底接触；所述第二间隔膜位于所述第二压电膜和所述上电极层之间，且底部与所述第二下电极的第一部分接触；或

所述第一间隔膜位于所述第一下电极和所述第一压电膜之间，且底部与所述衬底接触；所述第二间隔膜位于所述第二下电极与所述第二压电膜之间，且底部与所述第二下电极的第一部分接触。

8. 根据权利要求 5 所述的薄膜体声波谐振器，还包括第一凸起和第二凸起；

第一凸起位于所述上电极层与所述第一压电膜之间、且位于所述上电极层的第二部分的其中一端部；或第一凸起位于所述第一压电膜与第一下电极的第三部分之间、且位于所述第一压电膜的一端部；

所述第二凸起位于所述上电极层与所述第二压电膜之间、且位于所述上电极层的第二部分的其中另一端部；或第二凸起位于所述第二压电膜与第二下电极的第三部分之间、且位于所述第二压电膜的一端部。

9. 根据权利要求 5 所述的薄膜体声波谐振器，还包括焊盘层，位于所述上电极层及所述下电极层上。

10. 根据权利要求 9 所述的薄膜体声波谐振器，其中，所述焊盘层部分覆盖所述上电极层的第二部分、所述第一下电极的第一部分、及所述第二下电极的第五部分或第一部分。

11. 根据权利要求 3 所述的薄膜体声波谐振器，其中，所述导电层包括第一导电膜和第二导电膜；

所述下电极层包括第一下电极和第二下电极；所述第一下电极包括相

连的第一部分和第二部分；第一下电极的第一部分沿着平行于衬底的方向延伸，第一下电极的第二部分沿着垂直于衬底的方向延伸，且与所述衬底接触，所述第一下电极的第一部分与所述第一导电膜之间具有一间隙；第二下电极沿平行于所述衬底的方向延伸，且与所述第二导电膜之间具有一间隙。

12. 根据权利要求 11 所述的薄膜体声波谐振器，其中，所述压电层包括第一压电膜和第二压电膜，所述第一压电膜完全覆盖第一下电极的第一部分和第二部分；所述第二压电膜完全覆盖所述第二下电极。

13. 根据权利要求 12 所述的薄膜体声波谐振器，其中，所述上电极层包括：第一部分，沿垂直于衬底的方向延伸，其底部同时与所述衬底及所述第二导电膜接触，且所述上电极层的第一部分位于所述第一压电膜与第二压电膜之间；以及第二部分，位于所述压电层上，沿平行于所述衬底的方向延伸。

14. 根据权利要求 13 所述的薄膜体声波谐振器，其中，所述薄膜体声波谐振器还包括间隔层，该间隔层包括第一间隔膜和第二间隔膜；所述第一间隔膜位于所述第一压电膜和所述上电极层之间，且底部与所述衬底接触；所述第二间隔膜位于所述第二压电膜和所述上电极层之间，且底部与所述第二导电膜接触。

15. 根据权利要求 4 所述的薄膜体声波谐振器，其中，所述压电层包括第一压电膜和第二压电膜，第一压电膜形成于所述第一下电极的第三部分上，第二压电膜形成于所述第二下电极的第三部分上。

16. 根据权利要求 15 所述的薄膜体声波谐振器，其中，所述上电极层包括：第一部分，沿垂直于衬底的方向延伸，其底部同时与所述衬底及所述第二下电极的第一部分接触，且所述上电极层的第一部分位于所述第一压电膜与第二压电膜之间且位于所述第一下电极的第四部分与所述第二下电极的第二部分之间；以及第二部分，位于所述压电层上，沿平行于所述衬底的方向延伸。

17. 根据权利要求 16 所述的薄膜体声波谐振器，还包括间隔层，该间隔层包括第一间隔膜和第二间隔膜；所述第一间隔膜的底部与所述衬底接触，且完全覆盖所述第一下电极的第四部分、部分覆盖所述第一下电极的

第三部分及部分覆盖所述第一压电膜；所述第一间隔膜的底部与所述第二下电极的第一部分接触，且完全覆盖所述第二下电极的第二部分、部分覆盖所述第二下电极的第三部分及部分覆盖所述第二压电膜。

18. 根据权利要求 7 所述的薄膜体声波谐振器，其中，

所述中柱结构包括：所述上电极层的与所述衬底垂直的部分，所述间隔层的与所述衬底垂直的部分，所述压电层的与所述衬底垂直的部分，所述下电极层的与所述衬底垂直、且靠近所述间隔层的部分。

19. 一种薄膜体声波谐振器的制作方法，包括：

在衬底上生长牺牲层并图形化处理，形成第一开口区域；

生长下电极层并刻蚀下电极层，在所述第一开口区域内形成第二开口区域；

生长压电层和上电极层；

刻蚀上电极层，并刻蚀压电层，在所述第二开口区域内形成第三开口区域；

刻蚀去除所述牺牲层，在所述下电极与所述衬底之间、所述薄膜体声波谐振器的有效谐振区域形成空腔。

20. 根据权利要求 19 所述的薄膜体声波谐振器的制作方法，还包括：在所述下电极层与所述压电层之间或所述压电层与所述压电层与所述上电极层之间生长隔离层，并作图像化处理。

21. 根据权利要求 19 所述的薄膜体声波谐振器的制作方法，其中，在生长牺牲层之前，还包括：生长导电层并作图像化处理。

22. 根据权利要求 20 所述的薄膜体声波谐振器的制作方法，其中，还包括：在所述下电极层与所述压电层或所述压电层与所述上电极之间形成凸起结构。

23. 一种滤波器，其包括级联的多个如权利要求 1-18 中任一项所述薄膜体声波谐振器。



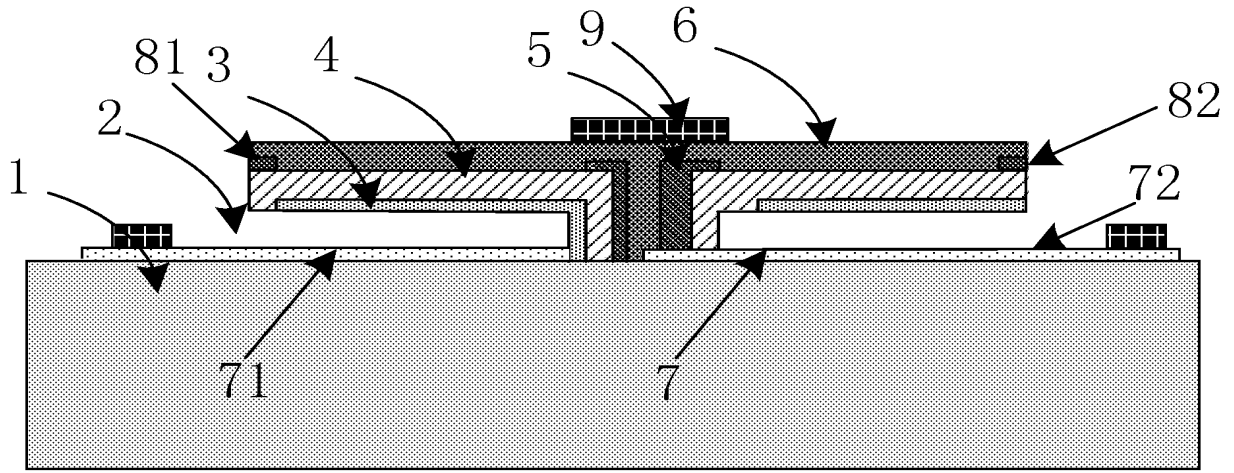


图 3

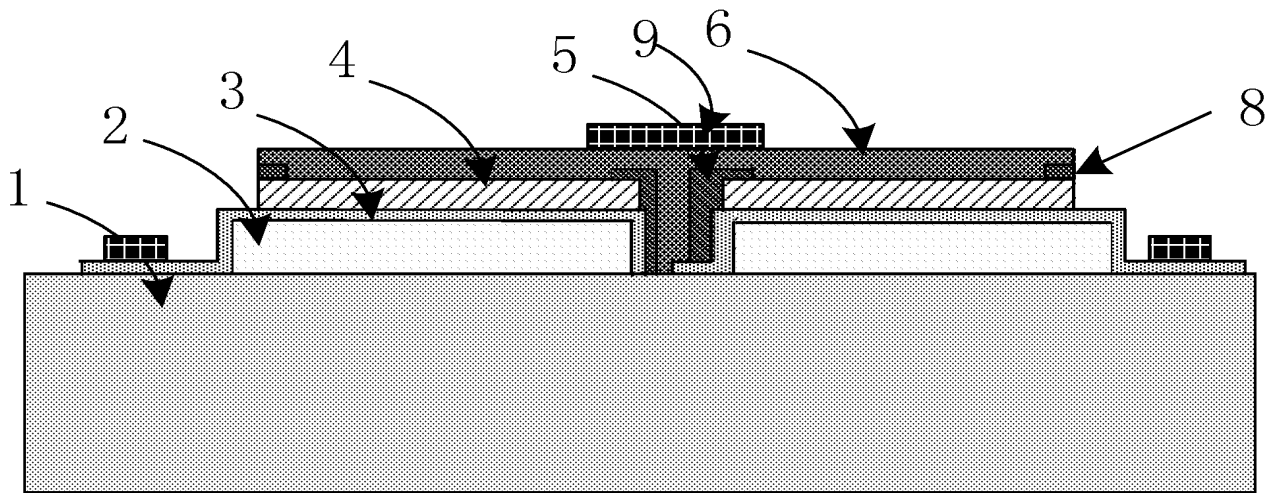


图 4



4/7

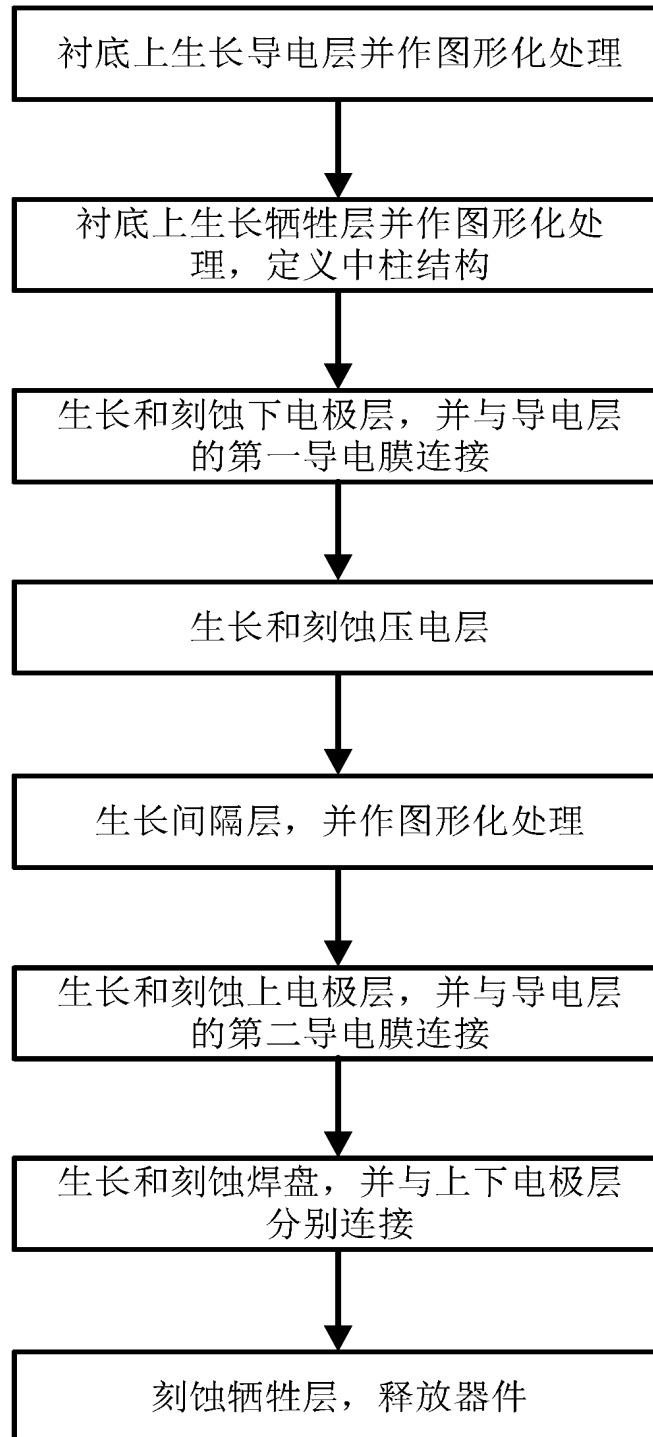


图 6

5/7

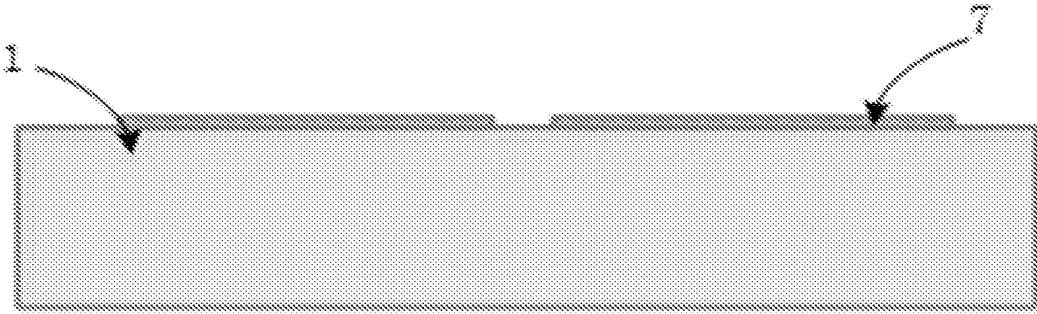


图 7a

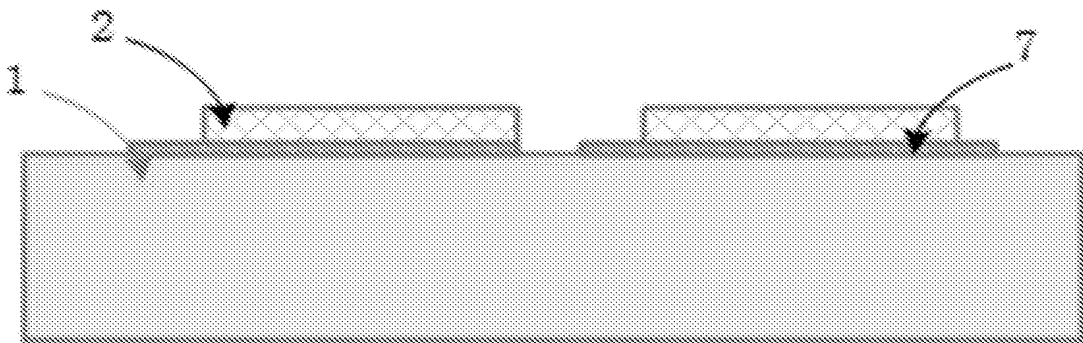


图 7b

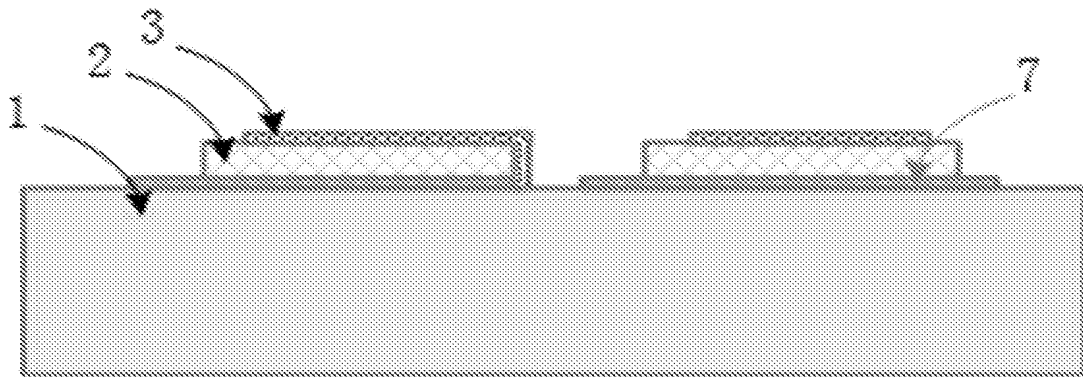


图 7c



6/7

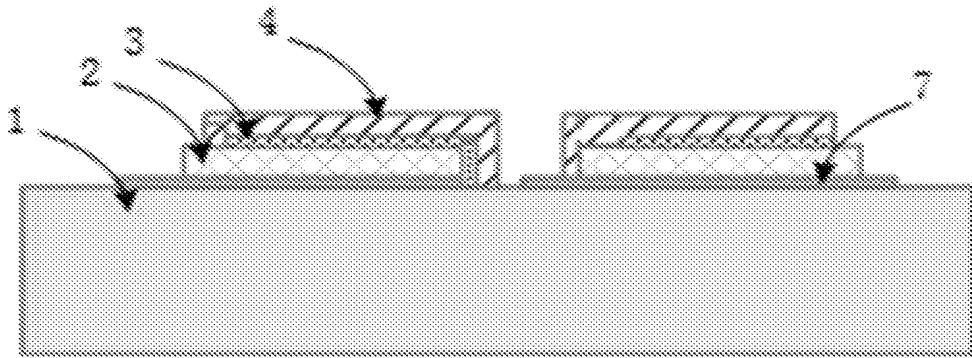


图 7d

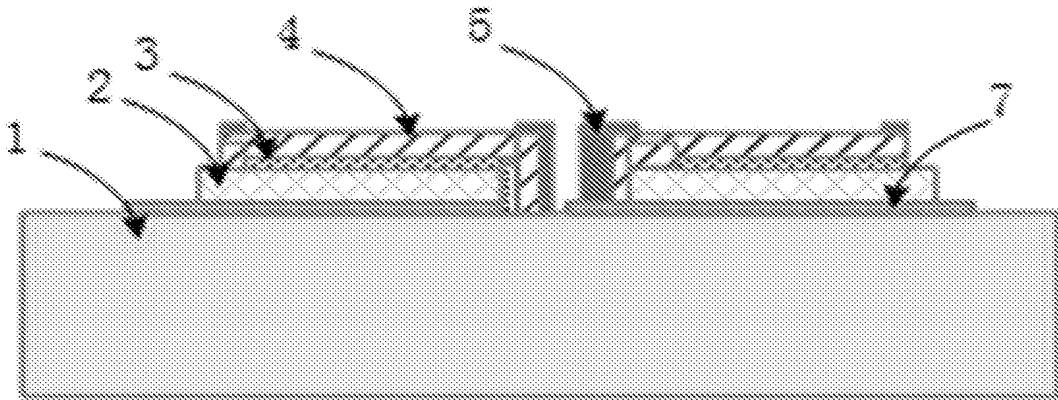


图 7e

7/7

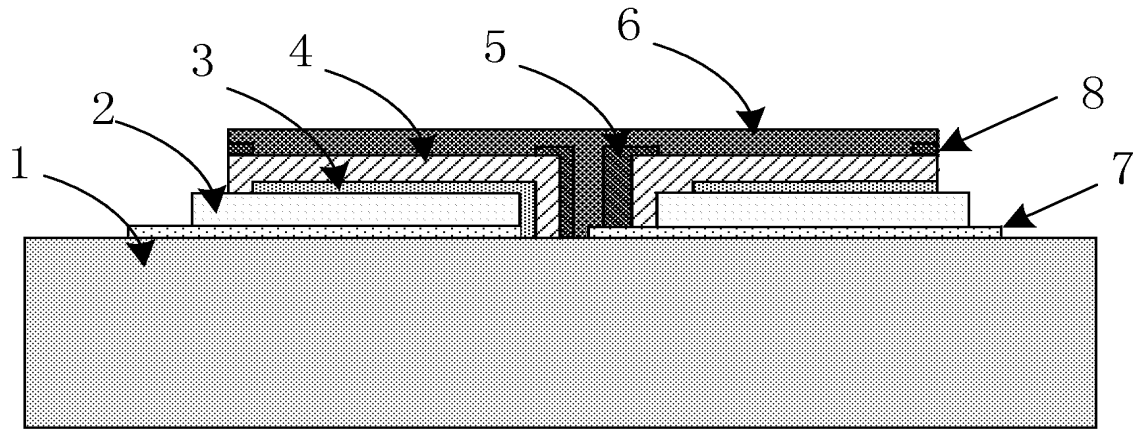


图 7f

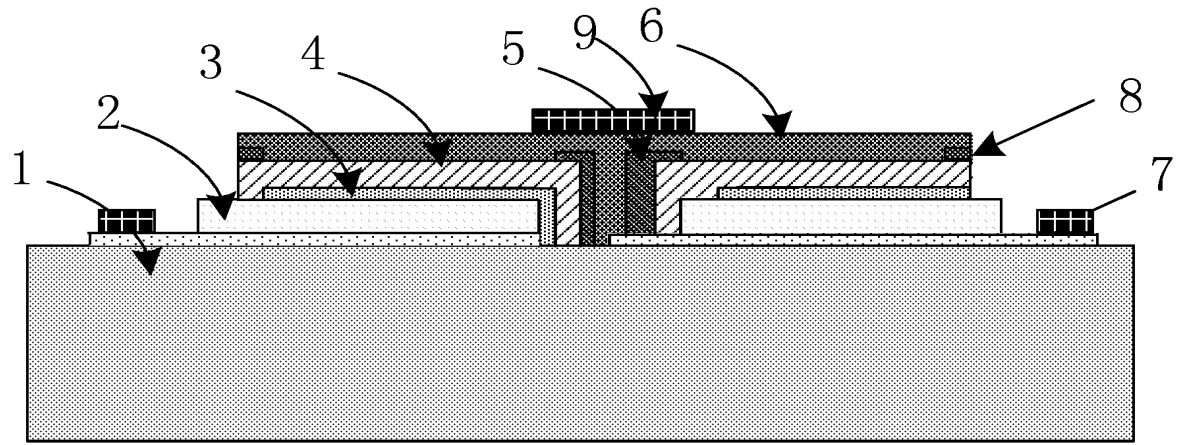


图 7g

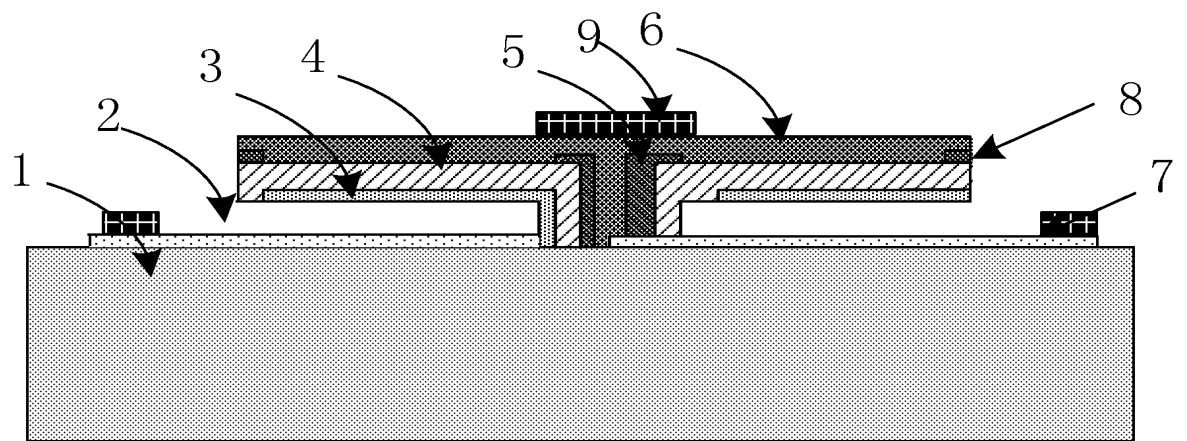


图 7h

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

**PCT/CN2018/121770**

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
H03H 9/02(2006.01)i; H03H 9/17(2006.01)i; H03H 9/54(2006.01)i		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)		
H03H		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
WPI, EPODOC, CNPAT, CNKI: 彭波华, 薄膜体, 声波, 谐振器, 中柱, 支撑, 电极, 压电, 空腔, 偏心, film 5w acoustic 5w resonator, piezoelectric, pillar, cavity, offset		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2013049888 A1 (AVAGO TECHNOLOGIES WIRELESS IP SINGAPORE PTE. LTD.) 28 February 2013 (2013-02-28) description, paragraphs [0001], [0059], [0060] and [0073]-[0082], and figures 4C and 7	1-3, 19-23
A	CN 103296992 A (CHINA ELECTRONICS TECHNOLOGY GROUP CORPORATION NO.26 RESEARCH INSTITUTE) 11 September 2013 (2013-09-11) entire document	1-23
A	CN 107231138 A (HANGZHOU SAPPLAND MICROELECTRONICS TECHNOLOGY CO., LTD.) 03 October 2017 (2017-10-03) entire document	1-23
A	CN 106209001 A (UNIVERSITY OF ELECTRONIC SCIENCE AND TECHNOLOGY OF CHINA) 07 December 2016 (2016-12-07) entire document	1-23
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search		Date of mailing of the international search report
<b>02 September 2019</b>		<b>18 September 2019</b>
Name and mailing address of the ISA/CN		Authorized officer
<b>State Intellectual Property Office of the P. R. China</b> <b>No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing</b> <b>100088</b> <b>China</b>		
Facsimile No. (86-10)62019451		Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No. <b>PCT/CN2018/121770</b>
---

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2013049888	A1	28 February 2013	GB	2494048	A	27 February 2013
				GB	201214958	D0	03 October 2012
				US	8922302	B2	30 December 2014
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
CN	103296992	A	11 September 2013	CN	103296992	B	10 February 2016
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
CN	107231138	A	03 October 2017	None			
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
CN	106209001	A	07 December 2016	CN	106209001	B	15 February 2019
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

<p><b>A. 主题的分类</b> H03H 9/02(2006.01)i; H03H 9/17(2006.01)i; H03H 9/54(2006.01)i</p> <p>按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类</p>																	
<p><b>B. 检索领域</b></p> <p>检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号) H03H</p> <p>包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献</p> <p>在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用)) WPI, EPODOC, CNPAT, CNKI:彭波华, 薄膜体, 声波, 谐振器, 中柱, 支撑, 电极, 压电, 空腔, 偏心, film 5w acoustic 5w resonator, piezoelectric, pillar, cavity, offset</p>																	
<p><b>C. 相关文件</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>类型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>US 2013049888 A1 (AVAGO TECHNOLOGIES WIRELESS IP SINGAPORE PTE. LTD.) 2013年 2月 28日 (2013 - 02 - 28) 说明书第[0001], [0059], [0060], [0073]-[0082]段, 图4C, 7</td> <td>1-3, 19-23</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 103296992 A (中国电子科技集团公司第二十六研究所) 2013年 9月 11日 (2013 - 09 - 11) 全文</td> <td>1-23</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 107231138 A (杭州左蓝微电子科技有限公司) 2017年 10月 3日 (2017 - 10 - 03) 全文</td> <td>1-23</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 106209001 A (电子科技大学) 2016年 12月 7日 (2016 - 12 - 07) 全文</td> <td>1-23</td> </tr> </tbody> </table>			类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	X	US 2013049888 A1 (AVAGO TECHNOLOGIES WIRELESS IP SINGAPORE PTE. LTD.) 2013年 2月 28日 (2013 - 02 - 28) 说明书第[0001], [0059], [0060], [0073]-[0082]段, 图4C, 7	1-3, 19-23	A	CN 103296992 A (中国电子科技集团公司第二十六研究所) 2013年 9月 11日 (2013 - 09 - 11) 全文	1-23	A	CN 107231138 A (杭州左蓝微电子科技有限公司) 2017年 10月 3日 (2017 - 10 - 03) 全文	1-23	A	CN 106209001 A (电子科技大学) 2016年 12月 7日 (2016 - 12 - 07) 全文	1-23
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求															
X	US 2013049888 A1 (AVAGO TECHNOLOGIES WIRELESS IP SINGAPORE PTE. LTD.) 2013年 2月 28日 (2013 - 02 - 28) 说明书第[0001], [0059], [0060], [0073]-[0082]段, 图4C, 7	1-3, 19-23															
A	CN 103296992 A (中国电子科技集团公司第二十六研究所) 2013年 9月 11日 (2013 - 09 - 11) 全文	1-23															
A	CN 107231138 A (杭州左蓝微电子科技有限公司) 2017年 10月 3日 (2017 - 10 - 03) 全文	1-23															
A	CN 106209001 A (电子科技大学) 2016年 12月 7日 (2016 - 12 - 07) 全文	1-23															
<input type="checkbox"/> 其余文件在C栏的续页中列出。		<input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。															
<p>* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件</p>		<p>“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&amp;” 同族专利的文件</p>															
<p>国际检索实际完成的日期 2019年 9月 2日</p>		<p>国际检索报告邮寄日期 2019年 9月 18日</p>															
<p>ISA/CN的名称和邮寄地址 中国国家知识产权局(ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号 (86-10)62019451</p>		<p>授权官员 赵凤瑗 电话号码 (86-10) 53961478</p>															

国际检索报告  
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2018/121770

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
US	2013049888	A1	2013年 2月 28日	GB	2494048	A	2013年 2月 27日
				GB	201214958	D0	2012年 10月 3日
				US	8922302	B2	2014年 12月 30日
CN	103296992	A	2013年 9月 11日	CN	103296992	B	2016年 2月 10日
CN	107231138	A	2017年 10月 3日	无			
CN	106209001	A	2016年 12月 7日	CN	106209001	B	2019年 2月 15日