

# (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 5 月 22 日 (22.05.2020)



(10) 国际公布号  
**WO 2020/098481 A1**

(51) 国际专利分类号:  
**H03H 9/02** (2006.01) **H03H 9/05** (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2019/114001

(22) 国际申请日: 2019 年 10 月 29 日 (29.10.2019)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:  
201811355038.5 2018 年 11 月 14 日 (14.11.2018) CN

(71) 申请人: 天津大学 (TIANJIN UNIVERSITY) [CN/CN]; 中国天津市南开区卫津路 92 号, Tianjin 300072 (CN)。诺思 (天津) 微系统有限责任公司 (ROFS MICROSYSTEM (TIANJIN) CO., LTD.) [CN/CN]; 中国天津市滨海新区开发区西区新业五街 27 号, Tianjin 300462 (CN)。

(72) 发明人: 张孟伦 (ZHANG, Menglun); 中国天津市南开区卫津路 92 号, Tianjin 300072 (CN)。庞慰 (PANG, Wei); 中国天津市南开区卫津路 92 号, Tianjin 300072 (CN)。刘伯华 (LIU, Bohua); 中国天津市南开区卫津路 92 号, Tianjin 300072

(CN)。杨清瑞 (YANG, Qingrui); 中国天津市南开区卫津路 92 号, Tianjin 300072 (CN)。

(74) 代理人: 北京金诚同达律师事务所 (BEIJING JINCHENG TONGDA & NEAL LAW FIRM); 中国北京市朝阳区建国门外大街 1 号国贸大厦 A 座 10 层, Beijing 100004 (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, 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,

(54) Title: BULK ACOUSTIC WAVE RESONATOR HAVING ROUGH SURFACE, FILTER, AND ELECTRONIC DEVICE

(54) 发明名称: 具有粗糙面的体声波谐振器、滤波器和电子设备

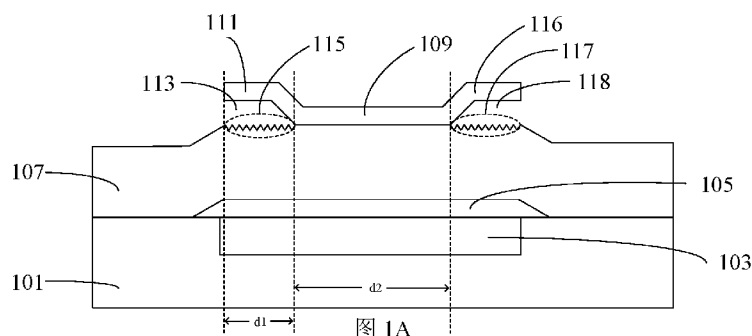


图 1A

(57) Abstract: A bulk acoustic wave resonator, comprising: a substrate (101), an acoustic mirror (103), a bottom electrode (105) disposed above the substrate (101), a top electrode (109) disposed opposite to the bottom electrode (105), and a piezoelectric layer (107) disposed above the bottom electrode (105) and between the bottom electrode (105) and the top electrode (109), wherein a region in which the acoustic mirror (103), the bottom electrode (105), the piezoelectric layer (107), and the top electrode (109) overlap in the thickness direction of the substrate (101) is an effective region (d) of the resonator, the resonator is adjacent to the boundary of the effective region (d) and an air gap (113) is provided outside the boundary, at least one of the surfaces corresponding to the air gap (113) is a rough surface, and the roughness of the rough surface is greater than the roughness of the surface of a portion around the rough surface of a component where the rough surface is located. The present invention also relates to a filter provided with the resonator, and an electronic device provided with the filter.

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))。

---

**(57) 摘要:** 一种体声波谐振器, 包括: 基底 (101); 声学镜 (103); 底电极 (105), 设置在基底 (101) 上方; 顶电极 (109), 与所述底电极 (105) 对置; 和压电层 (107), 设置在底电极 (105) 上方以及底电极 (105) 与顶电极 (109) 之间, 其中: 声学镜 (103)、底电极 (105)、压电层 (107)、顶电极 (109) 在基底 (101) 的厚度方向重叠的区域为谐振器的有效区域 (d); 所述谐振器邻近所述有效区域 (d) 的边界且在边界之外设置有空气隙 (113); 所述空气隙 (113) 对应的表面中的至少一个表面为粗糙面, 该粗糙面的粗糙度大于该粗糙面所在部件的该粗糙面周围部分表面的粗糙度。还涉及一种具有上述谐振器的滤波器, 一种具有该滤波器的电子设备。

## 具有粗糙面的体声波谐振器、滤波器和电子设备

### 技术领域

本发明的实施例涉及半导体领域，尤其涉及一种体声波谐振器，一种具有该谐振器的滤波器，以及一种具有该滤波器的电子设备。

### 背景技术

随着无线通信技术的快速发展，人们对于能同步处理大量数据的多通带收发器的需求与日俱增。近年来，多通带收发器已被广泛地应用在定位系统和多标准的系统中，这些系统需要同时处理不同频段的信号以提高系统的整体性能。虽然单个芯片中频率带的个数不断增加，但消费者对小型化、多功能的便携式设备的需求越来越高，小型化成为芯片的发展趋势，这就对滤波器的尺寸提出了更高的要求。

为此，现有技术中已经采用薄膜体声波谐振器 (Film Bulk Acoustic Resonator, 简称 FBAR) 取代传统的波导技术实现多频带滤波器。

FBAR 主要利用压电材料的压电效应与逆压电效应产生体声波，从而在器件内形成谐振，因为 FBAR 具有品质因数高、功率容量大、频率高（可达 2-10 GHz 甚至更高）以及与标准集成电路（IC）的兼容性好等一系列的固有优势，可广泛应用于频率较高的射频应用系统中。

FBAR 的结构主体为由电极-压电薄膜-电极组成的“三明治”结构，即两层金属电极层之间夹一层压电材料。通过在两电极间输入正弦信号，FBAR 利用逆压电效应将输入电信号转换为机械谐振，并且再利用压电效应将机械谐振转换为电信号输出。FBAR 主要利用压电薄膜的纵向压电系数（ $d_{33}$ ）产生压电效应，所以其主要工作模式为厚度方向上的纵波模式（Thickness Extensional Mode, 简称 TE 模式）。

理想地，薄膜体声波谐振器仅激发厚度方向（TE）模。但是体声波谐振器在工作状态下，除了会激发在厚度方向的（TE）模式或者活塞模式外，还会产生横向寄生模式的波，如瑞利-拉姆模是与 TE 模的方向相垂直的机械波。这些横向模式的波会在谐振器的边缘经反射形成反射波并与入射波干涉，从而会在谐振器的有效激励区域内形成驻波。此外，这些横向模式的波会在谐振器的边界处损失掉，从而使得谐振器所需

的纵模的能量损失。横向寄生模式的波最终导致谐振器 Q 值下降。

## 发明内容

为缓解或解决 FBAR 中横向模式的波所导致的谐振器 Q 值下降，提出本发明。

根据本发明的实施例的一个方面，提出了一种体声波谐振器，包括：基底；声学镜；底电极，设置在基底上方；顶电极，与所述底电极对置；和压电层，设置在底电极上方以及底电极与顶电极之间，其中：声学镜、底电极、压电层、顶电极在基底的厚度方向重叠的区域为谐振器的有效区域；所述谐振器邻近所述有效区域的边界且在边界之外设置有空气隙；所述空气隙对应的表面中的至少一个表面为粗糙面，该粗糙面的粗糙度大于该粗糙面所在部件的该粗糙面周围部分表面的粗糙度。

在可选的实施例中，空气隙设置在顶电极附近。具体的，所述顶电极具有主体部以及与主体部连接的连接部；所述空气隙设置在所述连接部的下方以及压电层的上表面之间；与空气隙对应的压电层上表面、连接部下表面、连接部上表面中的至少一个表面为所述粗糙面。

可选的，所述连接部包括第一连接部；所述第一连接部邻近所述有效区域的边界形成桥翼结构，所述桥翼结构下表面以及压电层上表面之间形成所述空气隙。

可选的，所述连接部包括分别连接在主体部两侧的第一连接部和第二连接部；所述空气隙包括第一空气隙和第二空气隙；所述第一连接部邻近所述有效区域的边界形成第一桥翼结构，所述第一桥翼结构下表面与所述压电层上表面之间形成所述第一空气隙；所述第二连接部邻近所述有效区域的边界形成第二桥翼结构，所述第二桥翼结构下表面与所述压电层上表面之间形成所述第二空气隙。

进一步可选的，与空气隙对应的压电层的上表面为所述粗糙面；所述桥翼结构的末端边缘在基底的厚度方向上位于声学镜之内且桥翼结构在横向上具有桥翼宽度。

可选的，所述连接部包括第一连接部；所述第一连接部邻近所述有效区域的边界形成桥部结构，所述桥部结构下表面以及压电层上表面之间形成所述空气隙。进一步可选的，与空气隙对应的压电层的上表面为所述粗糙面；在基底的厚度方向上顶电极的主体部与连接部的连接处位于声学镜之内，所述连接处与声学镜边界之间具有第一横向距离，并且桥部结构跨越底电极，顶电极的连接部的末端与底电极的对应末端之间具有第二横向距离。

可选的，所述连接部包括分别连接在主体部两侧的第一连接部和第二连接部；所

述空气隙包括第一空气隙和第二空气隙；所述第一连接部邻近所述有效区域的边界形成桥部结构，所述桥部结构下表面与所述压电层上表面之间形成所述第一空气隙；所述第二连接部邻近所述有效区域的边界形成桥翼结构，所述桥翼结构下表面与所述压电层上表面之间形成所述第二空气隙。进一步可选的，与空气隙对应的压电层的上表面为所述粗糙面；在基底的厚度方向上顶电极的主体部与连接部的连接处位于声学镜之内，所述连接处与声学镜边界之间具有第一横向距离，并且桥部结构跨越底电极，顶电极的连接部的末端与底电极的对应末端之间具有第二横向距离；所述桥翼结构的末端边缘在基底的厚度方向上位于声学镜之内且桥翼结构在横向上具有桥翼宽度。

可选的，所述体声波谐振器还包括平坦层，所述平坦层设置在所述基底与所述压电层之间且与底电极厚度相同；所述压电层上表面是平坦的。

在可选的实施例中，所述空气隙可以在底电极的边缘附近设置在压电层下表面与底电极上表面之间。

本发明的实施例还涉及一种体声波谐振器，包括：基底；声学镜；底电极，设置在基底上方；顶电极，与所述底电极对置；和压电层，设置在底电极上方以及底电极与顶电极之间，其中：声学镜、底电极、压电层、顶电极在基底的厚度方向重叠的区域为谐振器的有效区域，所述有效区域具有第一声阻抗；所述谐振器邻近所述有效区域的边界且在边界之外设置有空气隙，与所述空气隙对应的表面中的至少一个表面为粗糙面，所述空气隙所在区域具有不同于第一声阻抗的第二声阻抗。

本发明的实施例也涉及一种体声波谐振器，包括：基底；声学镜；底电极，置在基底上方；顶电极，与所述底电极对置；和压电层，设置在底电极上方以及底电极与顶电极之间，其中：声学镜、底电极、压电层、顶电极在基底的厚度方向重叠的区域为谐振器的有效区域，所述有效区域具有第一声阻抗；所述谐振器邻近所述有效区域的边界且在边界之外设置有粗糙面，所述粗糙面所在区域具有不同于第一声阻抗的第二声阻抗。可选的，所述粗糙面设置在有效边界之外的顶电极的上表面或者下表面处、或者压电层的上表面或者下表面处、或者底电极的上表面或者下表面处。

可选的，上述体声波谐振器中，所述粗糙面的粗糙度为  $10 \text{ \AA} - 1000 \text{ \AA}$ 。进一步可选的，所述粗糙度为  $100 \text{ \AA}$  左右。

本发明的实施例还涉及一种滤波器，包括上述的体声波谐振器。

本发明的实施例还涉及一种电子设备，包括上述的滤波器。

## 附图说明

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：

图 1 为根据本发明的一个示例性实施例的体声波谐振器的示意性俯视图；

图 1A 为根据本发明的一个示例性实施例的体声波谐振器沿图 1 中的 1B-1B 向的截面图；

图 1B 为根据本发明的另一个示例性实施例的体声波谐振器沿图 1 中的 1B-1B 向的截面图；

图 1C 为根据本发明的再一个示例性实施例的体声波谐振器沿图 1 中的 1B-1B 向的截面图；

图 2 为根据本发明的一个示例性实施例的体声波谐振器的示意性俯视图；

图 2A 为根据本发明的一个示例性实施例的体声波谐振器沿图 2 中的 1B-1B 向的截面图；

图 2B 为根据本发明的另一个示例性实施例的体声波谐振器沿图 2 中的 1B-1B 向的截面图；

图 2C 为根据本发明的再一个示例性实施例的体声波谐振器沿图 2 中的 1B-1B 向的截面图；

图 2D 为根据本发明的再一个示例性实施例的体声波谐振器沿图 2 中的 1B-1B 向的截面图；

图 3 为根据本发明的一个示例性实施例的体声波谐振器的示意性俯视图；

图 3A 为根据本发明的一个示例性实施例的体声波谐振器沿图 3 中的 1B-1B 向的截面图；

图 3B 为根据本发明的另一个示例性实施例的体声波谐振器沿图 3 中的 1B-1B 向的截面图；

图 3C 为根据本发明的再一个示例性实施例的体声波谐振器沿图 3 中的 1B-1B 向的截面图；

图 4 为基于本发明的一个示例性实施例的薄膜体声波谐振器的截面 SEM 图；

图 5 为根据本发明的另一个实施例的薄膜体声波谐振器的截面示意图。

## 具体实施方式

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。

本发明在谐振器的电极的一边或多边边缘处加工一种包含粗糙度的桥翼或桥部结构，桥翼或桥部结构能够有效减小横向寄生模式对谐振器性能的影响，有效提高其 Q 值。

下面参照附图 1-4 描述根据本发明的实施例的体声波谐振器。

图 1 为根据本发明的一个示例性实施例的体声波谐振器的示意性俯视图。图 1 所示的实施例中，为压电谐振结构的俯视图。体声波谐振器包括底电极 105，压电层 107，顶电极 109 以及包含粗糙结构或粗糙面的桥翼 113。

图 1A 所示的实施例中，为体声波谐振器沿着图 1 俯视图 1B-1B 所取的截面图。体声波谐振器包括基底 101 和声学镜 103，此声学镜位于基底的上表面或嵌于基底的内部，在图 1A 中声学镜为嵌入基底中的空腔所构成，但是任何其它的声学镜结构如布拉格反射器也同样适用。

体声波谐振器还包括底电极 105，压电层 107 和顶电极 109。底电极沉积在声学镜的上表面，并覆盖声学镜。所述的底电极包含第一末端部、第二末端部、以及位于第一末端部和第二末端部的中间部分。可以将底电极的第一末端部和第二末端部刻蚀成斜面，并且该斜面位于声学镜的外边，此外还可以为阶梯状、垂直状或是其它相似的结构。所述的压电层具有第一末端和对应的第二末端以及中间部分，并且位于底电极之上，两个末端部分分别向相反方向延伸到基底之上，从而使压电层在斜端面上形成阶梯型边缘。

顶电极 109 沉积在压电层 107 之上，包括位于压电层之上的中间的部分（即主体部）以及跨于压电层之上的第一末端的桥翼结构 111 和第二末端的桥翼结构 116。在顶电极的第一末端与压电层之间设置有空气隙 113，在对应的第二末端与压电层之间设置有空气隙 118。

所述顶电极的两末端的桥翼结构在声学镜之内，同时在顶电极的第一末端和对应的第二末端下的压电材料表面有粗糙度。粗糙结构 115 和 117 的表面要比其周围压电层区域的表面粗糙，其典型的粗糙度范围可以为  $10\text{ \AA} - 1000\text{ \AA}$ ，可选的，可以为  $10\text{ \AA}$ 、 $1000\text{ \AA}$  或者在  $100\text{ \AA}$  左右。

底电极 105、压电层 107、顶电极 109 和声学镜 103 在厚度方向重叠的区域为谐振器的有效区域，即图中的区域 d2，具有第一声阻抗。

谐振器在顶电极 109 的第一末端桥翼结构下的空气隙 113 和第二末端桥翼结构下的空气隙 118 处，具有第二声阻抗。由于在桥翼结构处的第二声阻抗与第一声阻抗不匹配，会使得声波在边界处传输不连续。因此在边界处，一部分声能就会耦合且反射到有效激励区域 d2 中，并且转换成与压电层表面垂直的活塞声波模式。同时由于粗糙结构 115 和 117 的表面与其周围压电层区域的表面相比更为粗糙，使得声波在粗糙结构中反射的周长变长，从而提高了声波反射的周期，使得一部分横向模式的声波会在粗糙结构中损失掉，从而降低了寄生模式。

桥翼结构以及粗糙结构可以增大横向模式边缘反射回来的声波的反射系数和从横向声波模式转换为活塞模式的转换效率，从而提高谐振器的 Q 值。因为桥翼结构没有改变有效激励区域外加电场方向的机械位移分布，因此不会降低谐振器的 Q 值，也不会对寄生模式强度有影响。

在图 1B 所示的体声波谐振器结构与图 1A 所示的实施例结构类似，它们都是沿着图 1 俯视图 1B-1B 所取的截面图。不同之处在于粗糙度位于顶电极的第一末端和对应的第二末端的上下表面形成粗糙结构。顶电极两末端部在上、下表面均形成粗糙结构，即都具有粗糙面，这能够进一步提升其声阻抗与第一声阻抗之间的不匹配程度，从而进一步提升声波的反射能力和转换能力以及在粗糙结构中对寄生模式的抑制作用，使得谐振器的性能增加，其 Q 值进一步增加。

在图 1C 所示的体声波谐振器结构与图 1A 所示的实施例结构类似，它们都是沿着图 1 俯视图 1B-1B 所取的截面图。不同之处在于在底电极的两侧加入了平坦层，加入的平坦层与底电极的第一末端和第二末端的斜端面对齐，从而形成平整光滑的表面，这样有利于在底电极与平坦层的连接处上沉积有良好 C-轴取向的压电薄膜。平坦层可以采用二氧化硅、氮化硅、碳化硅等合适的介质材料。

图 2 为根据本发明的一个示例性实施例的体声波谐振器的示意性俯视图。图 2 所

示的体声波谐振器包括底电极 205，压电层 207，顶电极 209，以及包含粗糙结构的桥部结构 213。

图 2A 所示的实施例，为体声波谐振器沿着图 2 俯视图 1B-1B 所取的截面图。体声波谐振器包括基底 201 和声学镜 203，此声学镜位于基底的上表面或嵌于基底的内部，在图 2A 中声学镜为嵌入基底中的空腔所构成，但是任何其它的声学镜结构如布拉格反射器也同样适用。

体声波谐振器还包括底电极 205，压电层 207 和顶电极 209。底电极沉积在声学镜的上表面，并覆盖声学镜。所述的底电极包含第一末端部、第二末端部、以及位于第一末端部和第二末端部的中间部分。可以将底电极的第一末端部和第二末端部刻蚀成斜面，并且该斜面位于声学镜的外边，此外还可以为阶梯状、垂直状或是其它相似的结构。所述的压电层具有第一末端和对应的第二末端以及中间部分，并且位于底电极之上，两个末端部分分别向相反方向延伸到基底之上，从而使压电层在斜端面上形成阶梯型边缘。

顶电极 209 沉积在压电层 207 之上，包括位于压电层之上的主体部以及跨于压电层之上的第二部分（连接部）的桥部结构 211，在顶电极的第二部分与压电层之间为空气隙 214。

顶电极的主体部与第二部分的连接处位于声学镜之内，其与声学镜之间的距离为  $d_1$ ，并且桥部结构跨越底电极并位于压电层上方，顶电极的第二部分的末端与底电极第二部分末端之间的距离为  $d_2$ 。同时在顶电极的第二部分下的压电材料表面有一粗糙度。粗糙结构 213 的表面要比其周围压电层区域的表面粗糙，其典型的粗糙度范围可以为  $10 \text{ \AA} - 1000 \text{ \AA}$ ，可选的，可以为  $10 \text{ \AA}$ 、 $1000 \text{ \AA}$  或者在  $100 \text{ \AA}$  左右。

底电极 205、压电层 207、顶电极 209 和声学镜在厚度方向重叠的区域为谐振器的有效区域，即图中的区域 d，具有第一声阻抗。在顶电极的第二部分桥部结构下的空气隙 214 处，具有第二声阻抗。由于在桥部结构处的第二声阻抗与第一声阻抗不匹配，会使得声波在边界处传输不连续。因此在边界处，一部分声能就会耦合且反射到有效激励区域 d 中，并且转换成与压电层表面垂直的活塞声波模式。同时由于粗糙结构 213 的表面与其周围压电层区域的表面相比更为粗糙，使得声波在粗糙结构中反射的周长变长，从而提高了声波反射的周期，使得一部分横向模式的声波会在粗糙结构中损失掉，从而降低了寄生模式。

桥部结构以及粗糙结构可以增大横向模式边缘反射回来的声波的反射系数和从横向声波模式转换为活塞模式的转换效率，从而提高谐振器的 Q 值。因为桥部结构没有改变有效激励区域外加电场方向的机械位移分布，因此不会降低谐振器的 Q 值，也不会对寄生模式强度有影响。

在图 2B 所示的体声波谐振器结构与图 2A 所示的实施例结构类似，它们都是沿着图 2 俯视图 1B-1B 所取的截面图。不同之处在于粗糙度位于顶电极的第二部分的上下表面形成粗糙结构。顶电极第二部分上下表面形成的粗糙结构，能够进一步提升其声阻抗与第一声阻抗之间的不匹配程度以及在粗糙结构中对寄生模式的抑制作用，从而进一步提升声波的反射能力和转换能力，使得谐振器的性能增加，其 Q 值进一步增加。

在图 2C 所示的体声波谐振器结构与图 2A 所示的实施例结构类似，它们都是沿着图 2 俯视图 1B-1B 所取的截面图。不同之处在于桥部结构位于底电极的第二部分和压电层的第二部分之间，且粗糙结构位于底电极的第二部分之上。

在图 2D 所示的体声波谐振器结构与图 2A 所示的实施例结构类似，它们都是沿着图 2 俯视图 1B-1B 所取的截面图。不同之处在于在底电极的两侧加入了平坦层，加入的平坦层与底电极的第一末端和第二末端的斜端面对齐，从而形成平整光滑的表面，这样有利于在底电极与平坦层的连接处上沉积有良好 C-轴取向的压电薄膜。平坦层可以采用二氧化硅、氮化硅、碳化硅等合适的介质材料。

图 3 为根据本发明的一个示例性实施例的体声波谐振器的示意性俯视图。图 3 所示的实施例中，为压电谐振结构的俯视图。体声波谐振器包括体声波谐振器包括底电极 305，压电层 307，顶电极 309，以及包含粗糙结构的桥部结构 313 和包含粗糙结构的桥翼结构 311。

图 3A 所示的实施例中，为体声波谐振器沿着图 3 俯视图 1B-1B 所取的截面图。体声波谐振器包括基底 301 和声学镜 303，此声学镜位于基底的上表面或嵌于基底的内部，在图 3A 中声学镜为嵌入基底中的空腔所构成，但是任何其它的声学镜结构如布拉格反射器也同样适用。

体声波谐振器还包括底电极 305，压电层 307 和顶电极 309。底电极沉积在声学镜的上表面，并覆盖声学镜。所述的底电极包含第一末端部、第二末端部、以及位于第一末端部和第二末端部的中间部分。可以将底电极的第一末端部和第二末端部刻蚀成斜面，并且该斜面位于声学镜的外边，此外还可以为阶梯状、垂直状或是其它相似

的结构。所述的压电层具有第一末端和对应的第二末端以及中间部分，并且位于底电极之上，两个末端部分分别向相反方向延伸到基底之上，从而使压电层在斜端面上形成阶梯型边缘。

顶电极沉积在压电层之上，包括位于压电层之上的主体部、第一部分桥翼结构 311 以及跨于压电层之上的第二部分桥部结构 313，在顶电极的第一、第二部分与压电层之间为空气隙 315 和 317。顶电极的主体部与第二部分的连接处位于声学镜之内，其与声学镜之间的距离为  $d_1$ ，并且桥部结构跨越底电极并位于压电层上方，顶电极的第二部分的末端与底电极第二部分末端之间的距离为  $d_2$ 。顶电极的第一部分桥翼结构的边缘位于声学镜之内，其宽度为  $d_3$ 。同时，在顶电极第一部分下和第二部分下的压电材料表面有一粗糙度。粗糙结构 319 和 321 的表面要比其周围压电层区域的表面粗糙，其典型的粗糙度范围可以为  $10 \text{ \AA} - 1000 \text{ \AA}$ ，可选的，可以为  $10 \text{ \AA}$ 、 $1000 \text{ \AA}$  或者在  $100 \text{ \AA}$  左右。

底电极、压电层、顶电极和声学镜在厚度方向重叠的区域为谐振器的有效区域，即图中的区域 d，具有第一声阻抗。在顶电极的第一部分桥翼结构下和第二部分桥部结构下的空气隙 214，具有第二声阻抗。由于在桥翼、桥部结构处的第二声阻抗与第一声阻抗不匹配，会使得声波在边界处传输不连续。因此在边界处，一部分声能就会耦合且反射到有效激励区域 d 中，并且转换成与压电层表面垂直的活塞声波模式。同时由于粗糙结构 319 和 321 的表面与其周围压电层区域的表面相比更为粗糙，使得声波在粗糙结构中反射的周长变长，从而提高了声波反射的周期，使得一部分横向模式的声波会在粗糙结构中损失掉，从而降低了寄生模式。

桥翼结构、桥部结构以及粗糙结构可以增大横向模式边缘反射回来的声波的反射系数和从横向声波模式转换为活塞模式的转换效率，从而提高谐振器的 Q 值。因为桥翼、桥部结构没有改变有效激励区域外加电场方向的机械位移分布，因此不会降低谐振器的 Q 值，也不会对寄生模式强度有影响。

在图 3B 所示的体声波谐振器结构与图 3A 所示的实施例结构类似，它们都是沿着图 3 俯视图 1B-1B 所取的截面图。不同之处在于粗糙度位于顶电极的第一、第二部分的上下表面形成粗糙结构。顶电极第一、第二部分上下表面形成的粗糙结构，能够进一步提升其声阻抗与第一声阻抗之间的不匹配程度以及在粗糙结构中对寄生模式的抑制作用，从而进一步提升声波的反射能力和转换能力，使得谐振器的性能增加，其

Q 值进一步增加。

在图 3C 所示的体声波谐振器结构与图 3A 所示的实施例结构类似，它们都是沿着图 3 俯视图 1B-1B 所取的截面图。不同之处在于在底电极的两侧加入了平坦层，加入的平坦层与底电极的第一末端和第二末端的斜端面对齐，从而形成平整光滑的表面，这样有利于在底电极与平坦层的连接处上沉积有良好 C-轴取向的压电薄膜。平坦层可以采用二氧化硅、氮化硅、碳化硅等合适的介质材料。

图 4 为基于本发明的一个示例性实施例的薄膜体声波谐振器的截面 SEM 图。如图 4 所示，谐振器包括压电层 401，顶电极 403，钝化层 405，以及为了方便将器件图片拍的更清楚而喷涂的一层箔 407，桥部结构 409，粗糙结构 411 位于压电层的上方桥部结构中。

在图 4 中，由于粗糙结构的表面与其周围压电层区域的表面相比更为粗糙，使得声波在粗糙结构中反射的周长变长，从而提高了声波反射的周期，使得一部分横向模式的声波会在粗糙结构中损失掉，从而降低了寄生模式。

基于以上，本发明的实施例提出了一种体声波谐振器，包括：基底；声学镜；底电极，设置在基底上方；顶电极，与所述底电极对置；和压电层，设置在底电极上方以及底电极与顶电极之间，其中：声学镜、底电极、压电层、顶电极在基底的厚度方向重叠的区域为谐振器的有效区域；所述谐振器邻近所述有效区域的边界且在边界之外设置有空气隙；所述空气隙对应的表面中的至少一个表面为粗糙面，该粗糙面的粗糙度大于该粗糙面所在部件的该粗糙面周围部分表面的粗糙度。

基于以上，本发明的实施例还提出了一种体声波谐振器，包括：基底；声学镜；底电极，设置在基底上方；顶电极，与所述底电极对置；和压电层，设置在底电极上方以及底电极与顶电极之间，其中：声学镜、底电极、压电层、顶电极在基板的厚度方向重叠的区域为谐振器的有效区域，所述有效区域具有第一声阻抗；所述谐振器邻近所述有效区域的边界且在边界之外设置有空气隙，与所述空气隙对应的表面中的至少一个表面为粗糙面，所述空气隙所在区域具有不同于第一声阻抗的第二声阻抗。

图 5 为根据本发明的一个示例性实施例的体声波谐振器的截面图。体声波谐振器包括：基底 501、声学镜 503，此声学镜位于基底的上表面或嵌于基底的内部，在图 5 中声学镜为嵌入基底中的空腔所构成，但是任何其它的声学镜结构如布拉格反射器也同样适用。

体声波谐振器还包括底电极 505，压电层 507 和顶电极 509 以及粗糙结构 515。底电极沉积在声学镜的上表面，并覆盖声学镜。粗糙结构 515 位于顶电极边缘周围区域压电层的上表面。粗糙结构 515 的表面要比其周围压电层区域的表面粗糙，其典型的粗糙度范围可以为  $10\text{ \AA}$  -  $1000\text{ \AA}$ ，可选的，可以为  $10\text{ \AA}$ 、 $1000\text{ \AA}$  或者在  $100\text{ \AA}$  左右。

底电极、压电层、顶电极和声学镜在厚度方向重叠的区域为谐振器的有效区域，具有第一声阻抗。在粗糙结构 515 中具有第二声阻抗。由于在粗糙结构中的第二声阻抗与第一声阻抗不匹配，会使得声波在边界处传输不连续。因此在边界处，一部分声能就会耦合且反射到有效激励区域中，并且转换成与压电层表面垂直的活塞声波模式。同时由于粗糙结构 515 的表面与其周围压电层区域的表面相比更为粗糙，使得声波在粗糙结构中反射的周长变长，从而提高了声波反射的周期，使得一部分横向模式的声波会在粗糙结构中损失掉，从而降低了寄生模式。

需要指出的是，虽然没有示出，粗糙结构或者粗糙面也可以直接设置在有效边界之外的顶电极的上表面或者下表面处、或者压电层的上表面或者下表面处、或者底电极的上表面或者下表面处。

基于以上，本发明提出了一种体声波谐振器，包括：基底；声学镜；底电极，设置在基底上方；顶电极，与所述底电极对置；和压电层，设置在底电极上方以及底电极与顶电极之间，其中：声学镜、底电极、压电层、顶电极在基底的厚度方向重叠的区域为谐振器的有效区域，所述有效区域具有第一声阻抗；所述谐振器邻近所述有效区域的边界且在边界之外设置有粗糙面，所述粗糙面所在区域具有不同于第一声阻抗的第二声阻抗。

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。

在本发明中，压电层材料可以为氮化铝(AlN)、氧化锌(ZnO)、锆钛酸铅(PZT)、铌酸锂(LiNbO<sub>3</sub>)、石英(Quartz)、铌酸钾(KNbO<sub>3</sub>) 或钽酸锂(LiTaO<sub>3</sub>) 等材料。

本发明的实施例还涉及一种滤波器，包括上述的体声波谐振器。

本发明的实施例也涉及一种电子设备，包括上述的滤波器。需要指出的是，这里的电子设备，包括但不限于射频前端、滤波放大模块等中间产品，以及手机、WIFI、无人机等终端产品。

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。

## 权 利 要 求

1、一种体声波谐振器，包括：

基底；

声学镜；

底电极，设置在基底上方；

顶电极，与所述底电极对置；和

压电层，设置在底电极上方以及底电极与顶电极之间，

其中：

声学镜、底电极、压电层、顶电极在基底的厚度方向重叠的区域为谐振器的有效区域；

所述谐振器邻近所述有效区域的边界且在边界之外设置有空气隙；

所述空气隙对应的表面中的至少一个表面为粗糙面，该粗糙面的粗糙度大于该粗糙面所在部件的该粗糙面周围部分表面的粗糙度。

2、根据权利要求 1 所述的体声波谐振器，其中：

所述顶电极具有主体部以及与主体部连接的连接部；

所述空气隙设置在所述连接部的下方以及压电层的上表面之间；

与空气隙对应的压电层上表面、连接部下表面、连接部上表面中的至少一个表面为所述粗糙面。

3、根据权利要求 2 所述的体声波谐振器，其中：

所述连接部包括第一连接部；

所述第一连接部邻近所述有效区域的边界形成桥翼结构，所述桥翼结构下表面以及压电层上表面之间形成所述空气隙。

4、根据权利要求 2 所述的体声波谐振器，其中：

所述连接部包括分别连接在主体部两侧的第一连接部和第二连接部；

所述空气隙包括第一空气隙和第二空气隙；

所述第一连接部邻近所述有效区域的边界形成第一桥翼结构，所述第一桥翼结构下表面与所述压电层上表面之间形成所述第一空气隙；

所述第二连接部邻近所述有效区域的边界形成第二桥翼结构，所述第二桥部翼结构下表面与所述压电层上表面之间形成所述第二空气隙。

5、根据权利要求 3 或 4 所述的体声波谐振器，其中：

与空气隙对应的压电层的上表面为所述粗糙面；

所述桥翼结构的末端边缘在基底的厚度方向上位于声学镜之内且桥翼结构在横向上具有桥翼宽度。

6、根据权利要求 2 所述的体声波谐振器，其中：

所述连接部包括第一连接部；

所述第一连接部邻近所述有效区域的边界形成桥部结构，所述桥部结构下表面以及压电层上表面之间形成所述空气隙。

7、根据权利要求 6 所述的体声波谐振器，其中：

与空气隙对应的压电层的上表面为所述粗糙面；

在基底的厚度方向上顶电极的主体部与连接部的连接处位于声学镜之内，所述连接处与声学镜边界之间具有第一横向距离，并且桥部结构跨越底电极，顶电极的连接部的末端与底电极的对应末端之间具有第二横向距离。

8、根据权利要求 2 所述的体声波谐振器，其中：

所述连接部包括分别连接在主体部两侧的第一连接部和第二连接部；

所述空气隙包括第一空气隙和第二空气隙；

所述第一连接部邻近所述有效区域的边界形成桥部结构，所述桥部结构下表面与所述压电层上表面之间形成所述第一空气隙；

所述第二连接部邻近所述有效区域的边界形成桥翼结构，所述桥翼结构下表面与所述压电层上表面之间形成所述第二空气隙。

9、根据权利要求 8 所述的体声波谐振器，其中：

与空气隙对应的压电层的上表面为所述粗糙面；

在基底的厚度方向上顶电极的主体部与连接部的连接处位于声学镜之内，所述连接处与声学镜边界之间具有第一横向距离，并且桥部结构跨越底电极，顶电极的连接部的末端与底电极的对应末端之间具有第二横向距离；

所述桥翼结构的末端边缘在基板的厚度方向上位于声学镜之内且桥翼结构在横向上具有桥翼宽度。

10、根据权利要求 2-9 中任一项所述的体声波谐振器，其中：

所述体声波谐振器还包括平坦层，所述平坦层设置在所述基底与所述压电层之间且与底电极厚度相同；

所述压电层上表面是平坦的。

11、根据权利要求 1 所述的体声波谐振器，其中：

所述空气隙在底电极的边缘附近设置在压电层下表面与底电极上表面之间。

12、一种体声波谐振器，包括：

基底；

声学镜；

底电极，设置在基底上方；

顶电极，与所述底电极对置；和

压电层，设置在底电极上方以及底电极与顶电极之间，

其中：

声学镜、底电极、压电层、顶电极在基底的厚度方向重叠的区域为谐振器的有效区域，所述有效区域具有第一声阻抗；

所述谐振器邻近所述有效区域的边界且在边界之外设置有空气隙，与所述空气隙对应的表面中的至少一个表面为粗糙面，所述空气隙所在区域具有不同于第一声阻抗的第二声阻抗。

13、一种体声波谐振器，包括：

基底；

声学镜；

底电极，设置在基底上方；

顶电极，与所述底电极对置；和

压电层，设置在底电极上方以及底电极与顶电极之间，

其中：

声学镜、底电极、压电层、顶电极在基底的厚度方向重叠的区域为谐振器的有效区域，所述有效区域具有第一声阻抗；

所述谐振器邻近所述有效区域的边界且在边界之外设置有粗糙面，所述粗糙面所在区域具有不同于第一声阻抗的第二声阻抗。

14、根据权利要求 13 所述的体声波谐振器，其中：

所述粗糙面设置在有效边界之外的顶电极的上表面或者下表面处、或者压电层的上表面或者下表面处、或者底电极的上表面或者下表面处。

15、根据权利要求 1-14 中任一项所述的体声波谐振器，其中：

所述粗糙面的粗糙度为  $10 \text{ \AA} - 1000 \text{ \AA}$ 。

16、根据权利要求 15 所述的体声波谐振器，其中：

所述粗糙度为  $100 \text{ \AA}$  左右。

17、一种滤波器，包括根据权利要求 1-16 中任一项所述的体声波谐振器。

18、一种电子设备，包括根据权利要求 17 所述的滤波器。

1 / 6

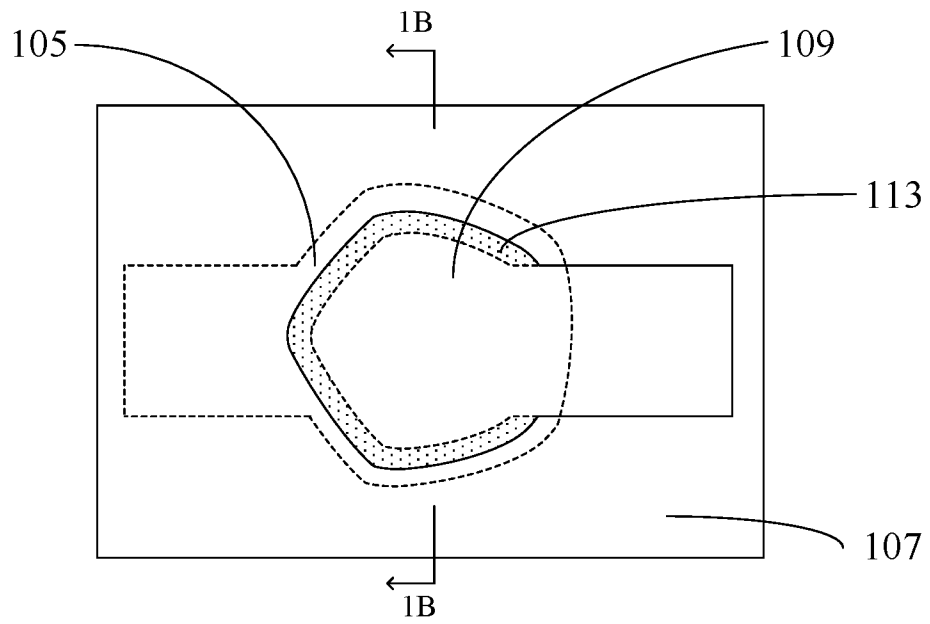


图 1

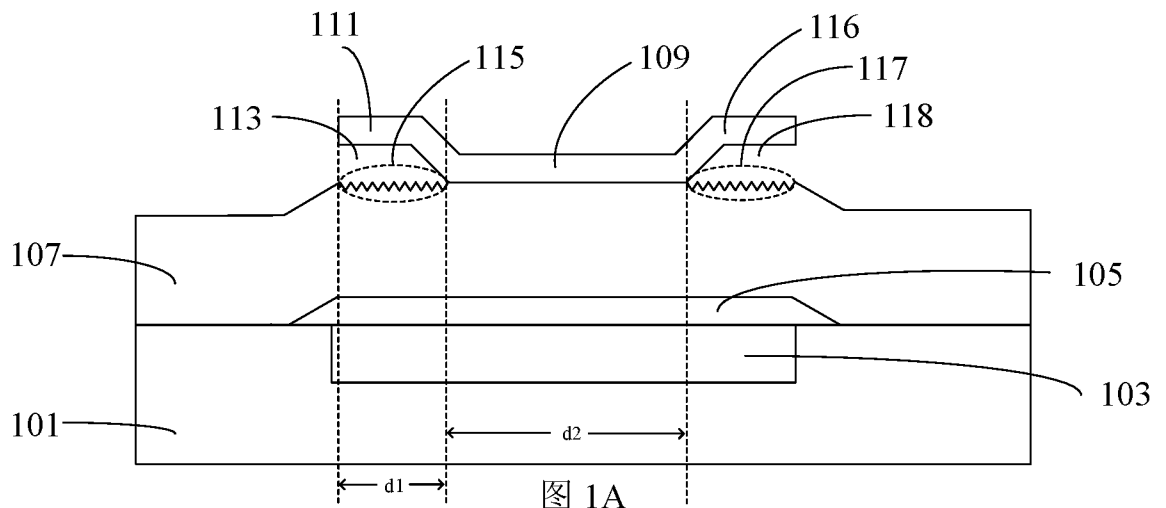


图 1A

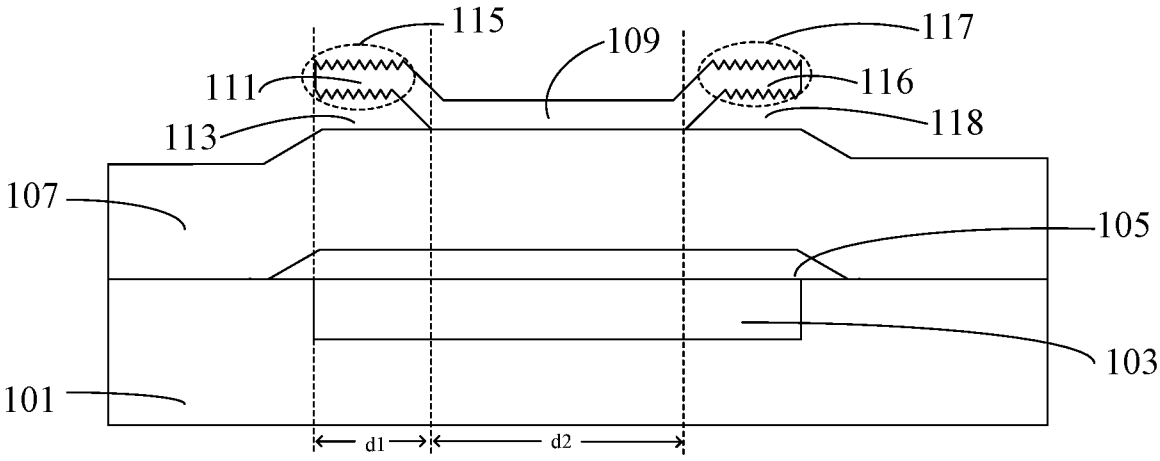


图 1B

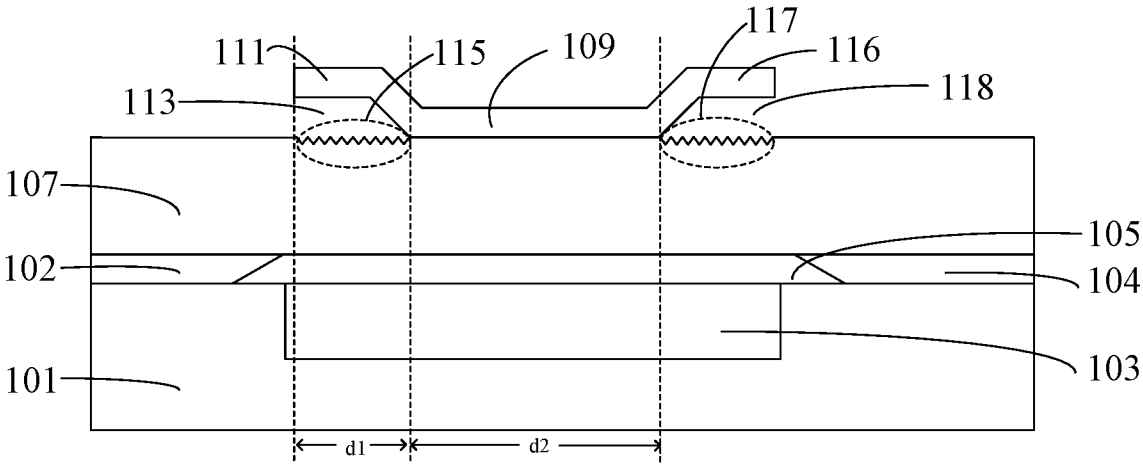


图 1C

3 / 6

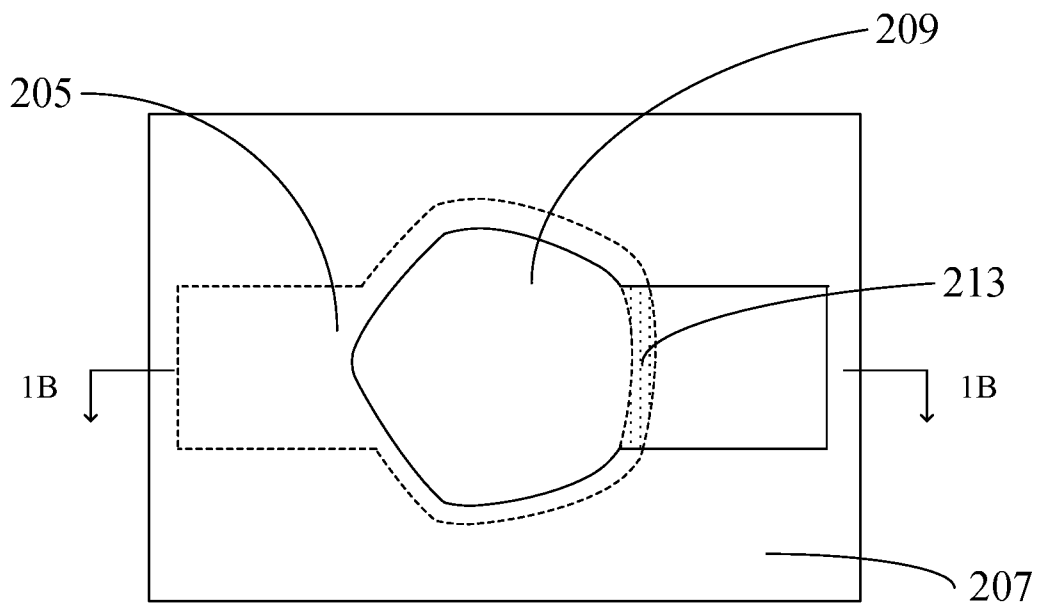


图 2

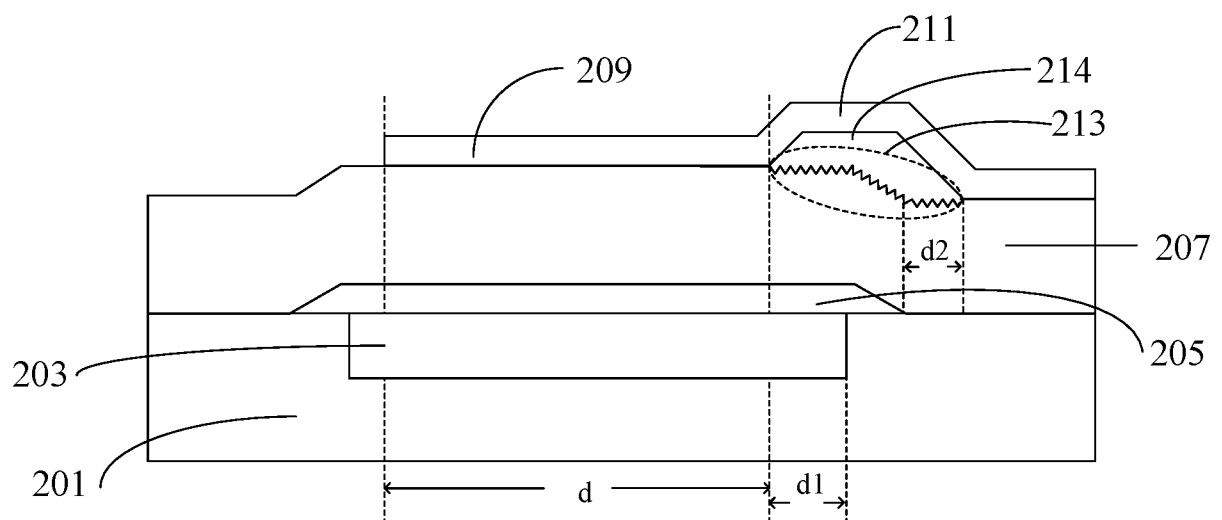


图 2A

4 / 6

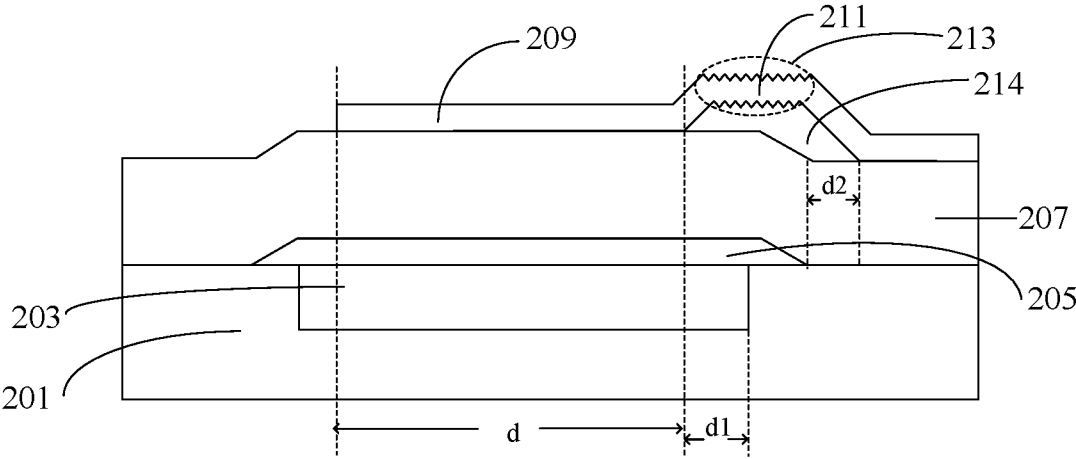


图 2B

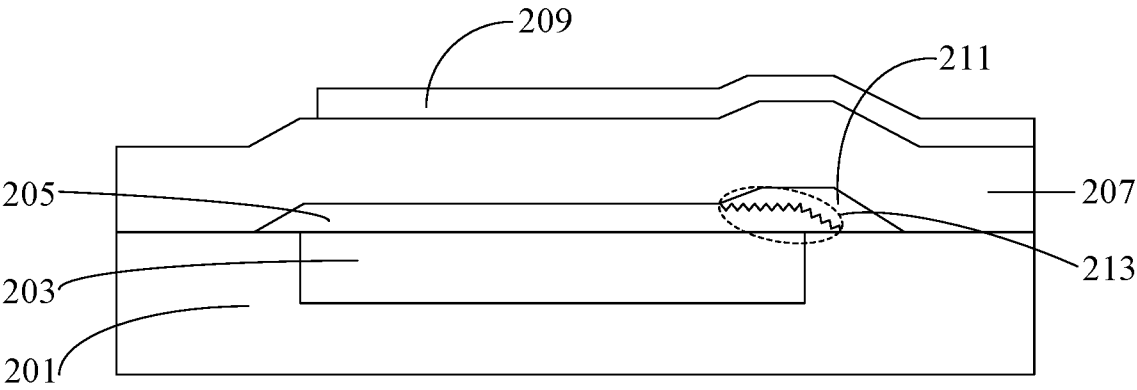


图 2C

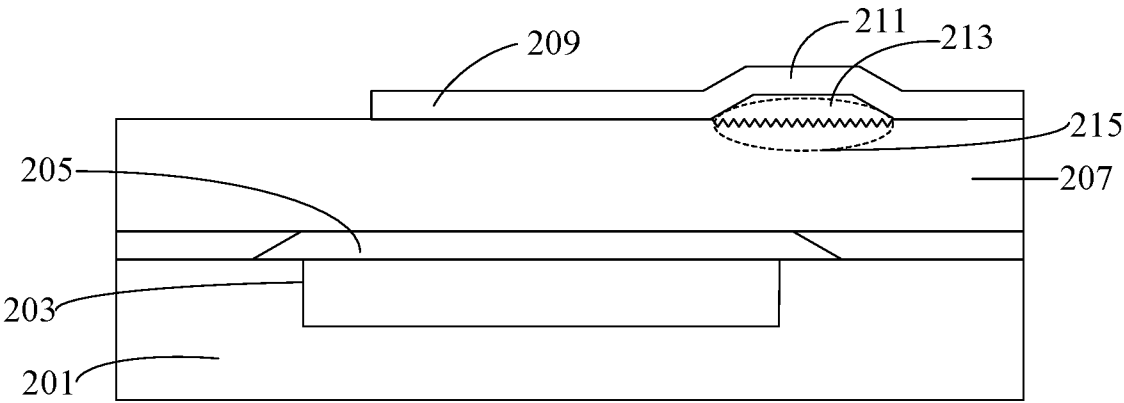


图2D

5 / 6

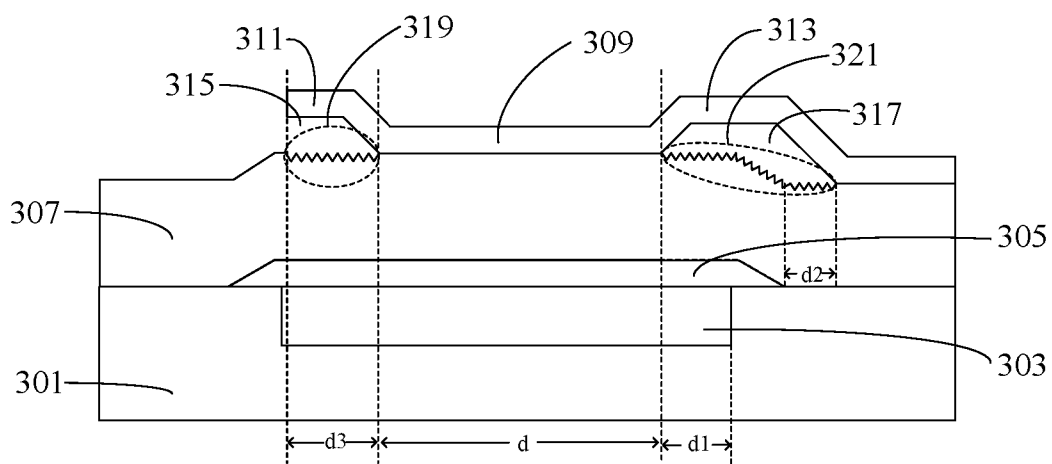
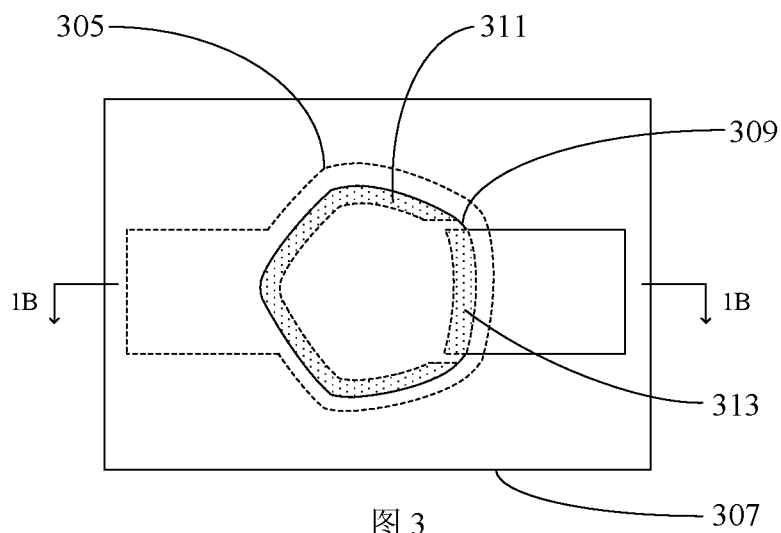


图 3A

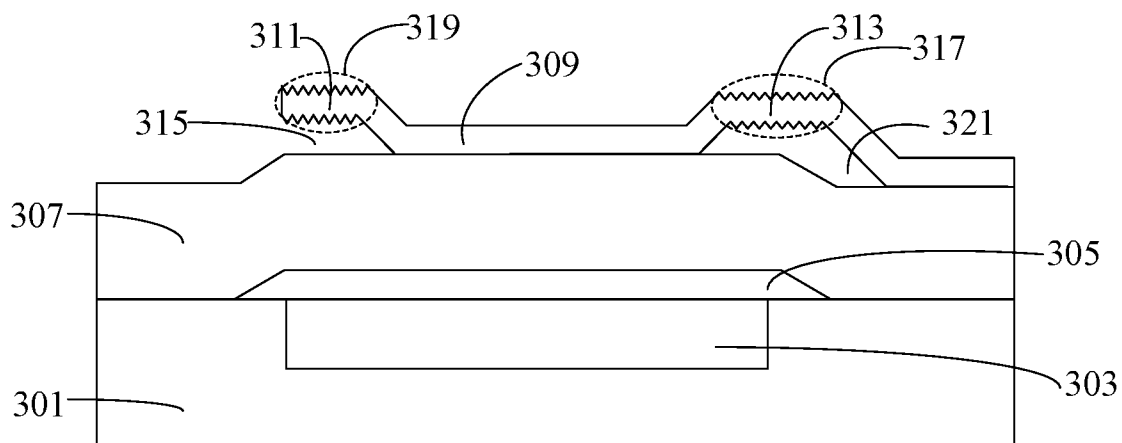


图 3B

6 / 6

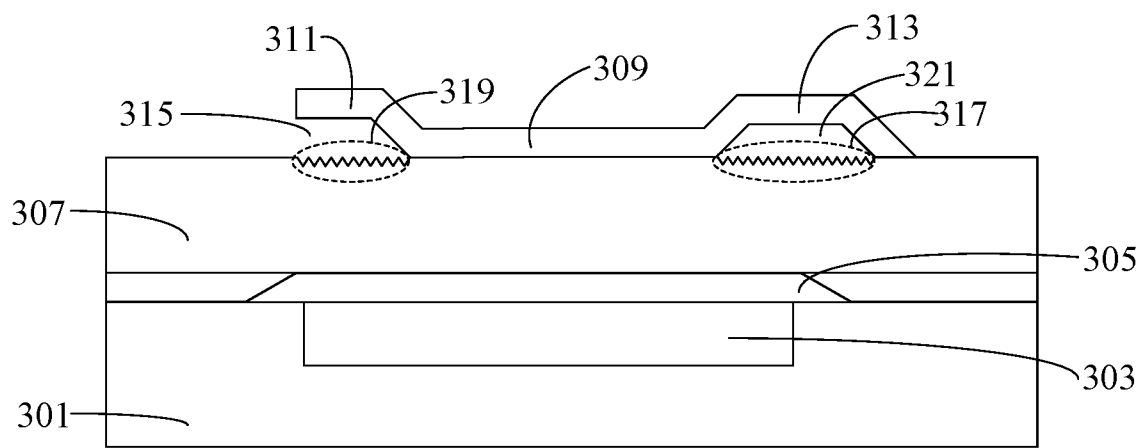


图 3C

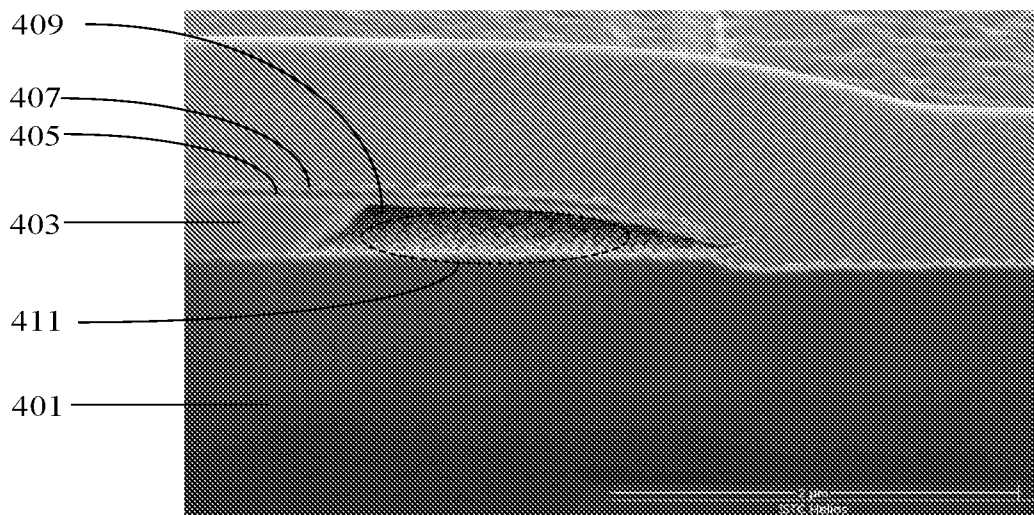


图 4

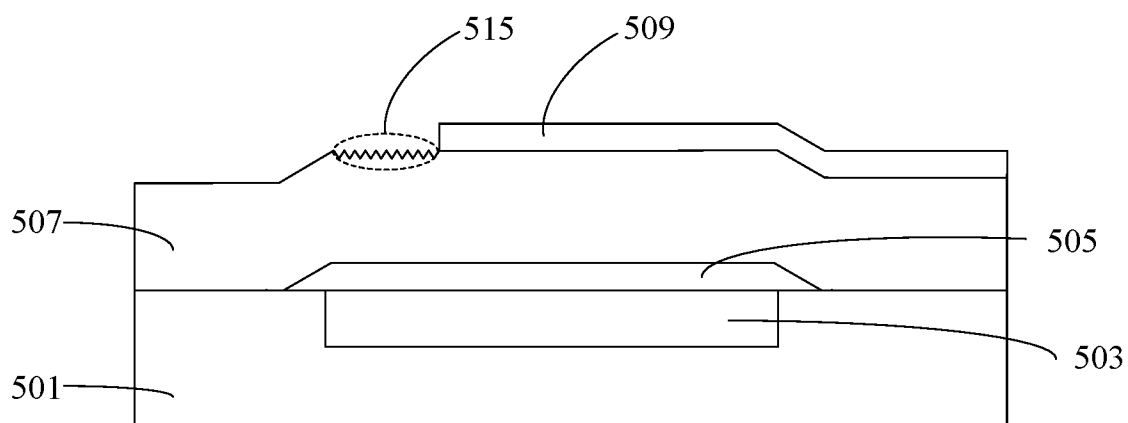


图 5

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2019/114001

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

H03H 9/02(2006.01)i; H03H 9/05(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H03H; H01L; H01S

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)

CNPAT, CNKI, WPI, EPODOC, IEEE: 声波谐振器, 声学谐振, 波谐振, 压电, 声波, 横向, 寄生, 边缘, 粗糙, 反射, 桥, 寄生模式, 悬臂, 凹, 凸, 粗糙, 侧向波, 寄生谐振, FBAR, acoustic resonator, parasitic, wave, transverse, coarse????, rough????, accidented, concavo 1w convex, breadthwise

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                                           | Relevant to claim No. |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| A         | US 2014139077 A1 (AVAGO TECHNOLOGIES GENERAL IP (SINGAPORE) PTE. LTD.)<br>22 May 2014 (2014-05-22)<br>description, paragraphs [0028]-[0037] and [0048]-[0050], and figure 3A | 1-18                  |
| A         | CN 203243292 U (SHANDONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) 16<br>October 2013 (2013-10-16)<br>entire document                                                            | 1-18                  |
| A         | CN 207896944 U (WUHAN YANXI MICRO COMPONENTS CO., LTD.) 21 September<br>2018 (2018-09-21)<br>entire document                                                                 | 1-18                  |
| A         | CN 101908865 A (PANG, Wei et al.) 08 December 2010 (2010-12-08)<br>entire document                                                                                           | 1-18                  |
| A         | CN 104737389 A (TRUMPF LASER GMBH) 24 June 2015 (2015-06-24)<br>entire document                                                                                              | 1-18                  |
| A         | CN 101924529 A (PANG, Wei et al.) 22 December 2010 (2010-12-22)<br>entire document                                                                                           | 1-18                  |

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ 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

16 January 2020

Date of mailing of the international search report

23 January 2020

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration (ISA/  
CN)  
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing  
100088  
China

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

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

International application No.

**PCT/CN2019/114001**

| Patent document<br>cited in search report |            |    | Publication date<br>(day/month/year) | Patent family member(s) |                 | Publication date<br>(day/month/year) |
|-------------------------------------------|------------|----|--------------------------------------|-------------------------|-----------------|--------------------------------------|
| US                                        | 2014139077 | A1 | 22 May 2014                          | US                      | 9520856 B2      | 13 December 2016                     |
| CN                                        | 203243292  | U  | 16 October 2013                      | None                    |                 |                                      |
| CN                                        | 207896944  | U  | 21 September 2018                    | CN                      | 110120793 A     | 13 August 2019                       |
| CN                                        | 101908865  | A  | 08 December 2010                     | CN                      | 101908865 B     | 12 February 2014                     |
| CN                                        | 104737389  | A  | 24 June 2015                         | KR                      | 20150046244 A   | 29 April 2015                        |
|                                           |            |    |                                      | EP                      | 2888788 A1      | 01 July 2015                         |
|                                           |            |    |                                      | DE                      | 102012214970 A1 | 20 March 2014                        |
|                                           |            |    |                                      | US                      | 2015171587 A1   | 18 June 2015                         |
|                                           |            |    |                                      | WO                      | 2014029688 A1   | 27 February 2014                     |
| CN                                        | 101924529  | A  | 22 December 2010                     | CN                      | 101924529 B     | 10 October 2012                      |

## 国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2019/114001

| <b>A. 主题的分类</b><br>H03H 9/02(2006.01)i; H03H 9/05(2006.01)i<br><br>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                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                     |         |                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                     |         |   |                                                                                                                                                  |      |   |                                                                 |      |   |                                                                     |      |   |                                                              |      |   |                                                                    |      |   |                                                               |      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|---|-----------------------------------------------------------------|------|---|---------------------------------------------------------------------|------|---|--------------------------------------------------------------|------|---|--------------------------------------------------------------------|------|---|---------------------------------------------------------------|------|
| <b>B. 检索领域</b><br>检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)<br>H03H; H01L; H01S<br><br>包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献<br><br>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))<br>CNPAT, CNKI, WPI, EPDOC, IEEE: 声波谐振器, 声学谐振, 波谐振, 压电, 声波, 横向, 寄生, 边缘, 粗糙, 反射, 桥, 寄生模式, 悬臂, 凹, 凸, 粗糙, 侧向波, 寄生谐振, FBAR, acoustic resonator, parasitic, wave, transverse, coarse????, rough????, accidented, concavo lw convex, breadthwise.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                     |         |                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                     |         |   |                                                                                                                                                  |      |   |                                                                 |      |   |                                                                     |      |   |                                                              |      |   |                                                                    |      |   |                                                               |      |
| <b>C. 相关文件</b> <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>A</td> <td>US 2014139077 A1 (AVAGO TECHNOLOGIES GENERAL IP Singapore Pte., Ltd.) 2014 年 5 月 22 日 (2014 - 05 - 22)<br/>说明书第[0028]-[0037]、[0048]-[0050]段, 附图3A</td> <td>1-18</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 203243292 U (山东科技大学) 2013 年 10 月 16 日 (2013 - 10 - 16)<br/>全文</td> <td>1-18</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 207896944 U (武汉衍熙微器件有限公司) 2018 年 9 月 21 日 (2018 - 09 - 21)<br/>全文</td> <td>1-18</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 101908865 A (庞慰 等) 2010 年 12 月 8 日 (2010 - 12 - 08)<br/>全文</td> <td>1-18</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 104737389 A (通快激光有限责任公司) 2015 年 6 月 24 日 (2015 - 06 - 24)<br/>全文</td> <td>1-18</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 101924529 A (庞慰 等) 2010 年 12 月 22 日 (2010 - 12 - 22)<br/>全文</td> <td>1-18</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 | A | US 2014139077 A1 (AVAGO TECHNOLOGIES GENERAL IP Singapore Pte., Ltd.) 2014 年 5 月 22 日 (2014 - 05 - 22)<br>说明书第[0028]-[0037]、[0048]-[0050]段, 附图3A | 1-18 | A | CN 203243292 U (山东科技大学) 2013 年 10 月 16 日 (2013 - 10 - 16)<br>全文 | 1-18 | A | CN 207896944 U (武汉衍熙微器件有限公司) 2018 年 9 月 21 日 (2018 - 09 - 21)<br>全文 | 1-18 | A | CN 101908865 A (庞慰 等) 2010 年 12 月 8 日 (2010 - 12 - 08)<br>全文 | 1-18 | A | CN 104737389 A (通快激光有限责任公司) 2015 年 6 月 24 日 (2015 - 06 - 24)<br>全文 | 1-18 | A | CN 101924529 A (庞慰 等) 2010 年 12 月 22 日 (2010 - 12 - 22)<br>全文 | 1-18 |
| 类 型*                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 引用文件, 必要时, 指明相关段落                                                                                                                                                                   | 相关的权利要求 |                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                     |         |   |                                                                                                                                                  |      |   |                                                                 |      |   |                                                                     |      |   |                                                              |      |   |                                                                    |      |   |                                                               |      |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | US 2014139077 A1 (AVAGO TECHNOLOGIES GENERAL IP Singapore Pte., Ltd.) 2014 年 5 月 22 日 (2014 - 05 - 22)<br>说明书第[0028]-[0037]、[0048]-[0050]段, 附图3A                                    | 1-18    |                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                     |         |   |                                                                                                                                                  |      |   |                                                                 |      |   |                                                                     |      |   |                                                              |      |   |                                                                    |      |   |                                                               |      |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | CN 203243292 U (山东科技大学) 2013 年 10 月 16 日 (2013 - 10 - 16)<br>全文                                                                                                                     | 1-18    |                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                     |         |   |                                                                                                                                                  |      |   |                                                                 |      |   |                                                                     |      |   |                                                              |      |   |                                                                    |      |   |                                                               |      |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | CN 207896944 U (武汉衍熙微器件有限公司) 2018 年 9 月 21 日 (2018 - 09 - 21)<br>全文                                                                                                                 | 1-18    |                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                     |         |   |                                                                                                                                                  |      |   |                                                                 |      |   |                                                                     |      |   |                                                              |      |   |                                                                    |      |   |                                                               |      |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | CN 101908865 A (庞慰 等) 2010 年 12 月 8 日 (2010 - 12 - 08)<br>全文                                                                                                                        | 1-18    |                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                     |         |   |                                                                                                                                                  |      |   |                                                                 |      |   |                                                                     |      |   |                                                              |      |   |                                                                    |      |   |                                                               |      |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | CN 104737389 A (通快激光有限责任公司) 2015 年 6 月 24 日 (2015 - 06 - 24)<br>全文                                                                                                                  | 1-18    |                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                     |         |   |                                                                                                                                                  |      |   |                                                                 |      |   |                                                                     |      |   |                                                              |      |   |                                                                    |      |   |                                                               |      |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | CN 101924529 A (庞慰 等) 2010 年 12 月 22 日 (2010 - 12 - 22)<br>全文                                                                                                                       | 1-18    |                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                     |         |   |                                                                                                                                                  |      |   |                                                                 |      |   |                                                                     |      |   |                                                              |      |   |                                                                    |      |   |                                                               |      |
| <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。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                     |         |                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                     |         |   |                                                                                                                                                  |      |   |                                                                 |      |   |                                                                     |      |   |                                                              |      |   |                                                                    |      |   |                                                               |      |
| <table border="0"> <tr> <td>           * 引用文件的具体类型:<br/>           “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件<br/>           “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利<br/>           “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)<br/>           “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件<br/>           “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         </td> <td>           “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<br/>           “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<br/>           “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<br/>           “&amp;” 同族专利的文件         </td> </tr> </table>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                     |         | * 引用文件的具体类型:<br>“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件<br>“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利<br>“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)<br>“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件<br>“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 | “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<br>“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<br>“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<br>“&” 同族专利的文件 |         |   |                                                                                                                                                  |      |   |                                                                 |      |   |                                                                     |      |   |                                                              |      |   |                                                                    |      |   |                                                               |      |
| * 引用文件的具体类型:<br>“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件<br>“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利<br>“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)<br>“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件<br>“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                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | “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<br>“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<br>“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<br>“&” 同族专利的文件 |         |                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                     |         |   |                                                                                                                                                  |      |   |                                                                 |      |   |                                                                     |      |   |                                                              |      |   |                                                                    |      |   |                                                               |      |
| 国际检索实际完成的日期                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 国际检索报告邮寄日期                                                                                                                                                                          |         |                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                     |         |   |                                                                                                                                                  |      |   |                                                                 |      |   |                                                                     |      |   |                                                              |      |   |                                                                    |      |   |                                                               |      |
| 2020 年 1 月 16 日                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 2020 年 1 月 23 日                                                                                                                                                                     |         |                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                     |         |   |                                                                                                                                                  |      |   |                                                                 |      |   |                                                                     |      |   |                                                              |      |   |                                                                    |      |   |                                                               |      |
| ISA/CN的名称和邮寄地址                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 授权官员                                                                                                                                                                                |         |                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                     |         |   |                                                                                                                                                  |      |   |                                                                 |      |   |                                                                     |      |   |                                                              |      |   |                                                                    |      |   |                                                               |      |
| 中国国家知识产权局(ISA/CN)<br>中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 杨嘉                                                                                                                                                                                  |         |                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                     |         |   |                                                                                                                                                  |      |   |                                                                 |      |   |                                                                     |      |   |                                                              |      |   |                                                                    |      |   |                                                               |      |
| 传真号 (86-10)62019451                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 电话号码 86-(10)-53961443                                                                                                                                                               |         |                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                     |         |   |                                                                                                                                                  |      |   |                                                                 |      |   |                                                                     |      |   |                                                              |      |   |                                                                    |      |   |                                                               |      |

国际检索报告  
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2019/114001

| 检索报告引用的专利文件 |            |    | 公布日<br>(年/月/日) | 同族专利               | 公布日<br>(年/月/日) |
|-------------|------------|----|----------------|--------------------|----------------|
| US          | 2014139077 | A1 | 2014年 5月 22日   | US 9520856 B2      | 2016年 12月 13日  |
| CN          | 203243292  | U  | 2013年 10月 16日  | 无                  |                |
| CN          | 207896944  | U  | 2018年 9月 21日   | CN 110120793 A     | 2019年 8月 13日   |
| CN          | 101908865  | A  | 2010年 12月 8日   | CN 101908865 B     | 2014年 2月 12日   |
| CN          | 104737389  | A  | 2015年 6月 24日   | KR 20150046244 A   | 2015年 4月 29日   |
|             |            |    |                | EP 2888788 A1      | 2015年 7月 1日    |
|             |            |    |                | DE 102012214970 A1 | 2014年 3月 20日   |
|             |            |    |                | US 2015171587 A1   | 2015年 6月 18日   |
|             |            |    |                | WO 2014029688 A1   | 2014年 2月 27日   |
| CN          | 101924529  | A  | 2010年 12月 22日  | CN 101924529 B     | 2012年 10月 10日  |