

(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 12 月 10 日 (10.12.2020)



(10) 国际公布号
WO 2020/244254 A1

- (51) 国际专利分类号:
H03H 9/02 (2006.01) *H03H 9/56* (2006.01) [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)。
- (21) 国际申请号: PCT/CN2020/076213 (72) 发明人: 杨清瑞 (YANG, Qingrui); 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)。张孟伦 (ZHANG, Menglun); 中国天津市南开区卫津路92号, Tianjin 300072 (CN)。
- (22) 国际申请日: 2020 年 2 月 21 日 (21.02.2020)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201910480623.6 2019年6月4日 (04.06.2019) 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)。
- (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.) (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,

(54) Title: RESONATOR WITH GAP OF STEP STRUCTURE BEING PARTIALLY FILLED, AND FILTER AND ELECTRONIC DEVICE

(54) 发明名称: 台阶结构的空隙被部分填充的谐振器、滤波器及电子设备

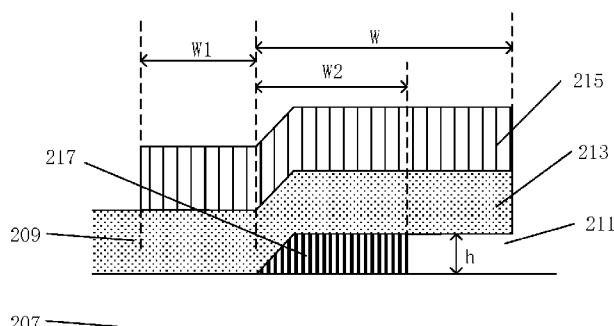


图 6

(57) Abstract: A bulk acoustic wave resonator, comprising: a substrate (201); an acoustic mirror (203); a bottom electrode (205) arranged above the substrate (201); a top electrode (209) arranged opposite the bottom electrode (205) and provided with an electrode connection portion; and a piezoelectric layer (207) arranged above the bottom electrode (205) and between the bottom electrode (205) and the top electrode (209), wherein an edge of the top electrode (209) is provided with a suspended wing structure and/or a bridge portion structure (213), and a gap (211) is provided below the suspended wing structure and/or the bridge portion structure (213). The resonator further comprises a filling layer (217), wherein the filling layer (217) fills only a portion of the gap (211). The present invention further relates to a filter provided with the bulk acoustic wave resonator, and an electronic device provided with the filter.

(57) 摘要: 一种体声波谐振器, 包括: 基底(201); 声学镜(203); 底电极(205), 设置在基底(201)上方; 顶电极(209), 与底电极(205)对置, 且具有电极连接部; 和压电层(207), 设置在底电极(205)上方以及底电极(205)与顶电极(209)之间, 其中: 顶电极(209)的边缘设置有悬翼结构和/或桥部结构(213), 悬翼结构和/或桥部结构(213)下方具有空隙(211); 谐振器还包括填充层(217), 填充层(217)仅填充空隙(211)的一部分。还涉及一种具有该体声波谐振器的滤波器, 以及一种具有该滤波器的电子设备。

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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, 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))。

台阶结构的空隙被部分填充的谐振器、滤波器及电子设备

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

利用压电薄膜在厚度方向的纵向谐振所制成的薄膜体波谐振器，在手机通讯和高速串行数据应用等方面已经成为声表面波器件和石英晶体谐振器的一个可行的替代。射频前端体波滤波器/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(ESD)能力。具有超低频率温度漂移的高频薄膜体波振荡器，其相位噪声低，功耗低且带宽调制范围大。除此之外，这些微型薄膜谐振器在硅衬底上使用 CMOS 兼容的加工工艺，这样可以降低单位成本，并有利于最终与 CMOS 电路集成。

体波谐振器包括一个声学镜和两个电极，以及位于这两电极之间的被称作压电激励的压电材料层。也称底电极和顶电极激励电极，其作用是引起谐振器各层的机械振荡。声学镜在体波谐振器和基底之间形成声学隔离，以防止声波传导至谐振器之外，造成能量损失。

理想状态下，施加在上底电极上的交变电信号的能量只单一的转化为压电层的纵向振动模式（通常也称活塞模式）的声波能量。而在实际情况中，伴随着纵向振动模式还会产生横向振动模式的声波，横模波的存在会削弱活塞模式声波的能量，从而对器件的关键性能参数如品质因数(Q)和有效机电耦合系数($k_{t,eff}^2$)造成严重的恶化。同时，由体声波谐振器构造而成的滤波器性能也会随之下降。

传统的体声波谐振器中在顶电极的边缘设置悬翼结构，该悬翼结构有助于抑制横向振动模式的声波。

图 1 为现有技术的薄膜体声波谐振器的俯视示意图，图 2 为一种现

有技术的、基于图 1 中的 1B-1B 截得的谐振器的剖视示意图，图 3 为另一种现有技术的、基于图 1 中的 1B-1B 截得的谐振器的剖视示意图。在图 1-3 中，体声波谐振器包括基底 101、声学镜 103、第一电极 105、压电层 107、第二电极 109、单台阶结构（或悬翼结构）113、突起结构 115 以及空隙 111。空隙 111 可以为空气或全部填充介质材料。

但是，现实应用中仍存在进一步抑制横向振动模式的声波以增加谐振器的并联谐振阻抗 R_p 从而提升谐振器的 Q 值的需求。

发明内容

为缓解或解决现有技术中的上述问题中的至少一个方面，提出本发明。

根据本发明的实施例的一个方面，提出了体声波谐振器，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，且具有电极连接部；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：

所述顶电极的边缘设置有悬翼结构和/或桥部结构，所述悬翼结构和/或桥部结构下方具有空隙；

所述谐振器还包括填充层，所述填充层仅填充所述空隙的一部分。

可选的，所述填充层填充所述悬翼结构或所述桥部结构下方的所述空隙的一部分。

可选的，所述顶电极的边缘设置有悬翼结构和桥部结构；所述填充层填充所述悬翼结构和所述桥部结构下方的所述空隙的一部分。

可选的，所述填充层由介电材料形成。

可选的，所述填充层填充所述空隙的内侧部分；或者所述填充层填充所述空隙的中间部分。

可选的，所述填充层的宽度与所述空隙的宽度的比 r 的取值范围为： $0.2 < r < 1$ 。进一步地，所述填充层的宽度与所述空隙的宽度的比 r 在 0.25

至 0.75 的范围内, 可选的, 所述填充层的宽度与所述空隙的宽度的比在 0.4 至 0.6 的范围内。

可选的, 所述谐振器还包括位于所述悬翼结构和/或桥部结构上侧的突起结构。进一步地, 所述突起结构具有与顶电极接触的基础突起部以及延伸覆盖所述悬翼结构和/或桥部结构的延伸部。更进一步地, 所述基础突起部的宽度在 $0.2\ \mu\text{m}$ 至 $10\ \mu\text{m}$ 的范围内, 更进一步的, 在 $0.75\ \mu\text{m}$ – $6\ \mu\text{m}$ 的范围内。

可选的, 所述谐振器还包括位于所述悬翼结构和/或桥部结构下方的突起结构, 所述突起结构下方形成所述空隙。

可选的, 所述悬翼结构为多台阶结构, 和/或所述桥部结构的内侧为多台阶结构, 所述多台阶结构下方形成所述空隙, 所述空隙为台阶空隙。进一步可选的, 所述填充层填充最内侧的阶层空隙。

可选的, 所述多台阶结构包括与顶电极连接的第一台阶以及与第一台阶连接的第二台阶。可选的, 第一台阶的空隙高度为 $50\text{\AA}$ – $500\text{\AA}$ 。可选的, 第二台阶的空隙高度为 $500\text{\AA}$ – $4000\text{\AA}$ 。可选的, 第一台阶的宽度为 0.2 – $7\ \mu\text{m}$, 且第二台阶的宽度为 0.2 – $7\ \mu\text{m}$ 。

可选的, 所述谐振器包括设置于多台阶结构上方的突起结构。

可选的, 所述谐振器包括设置于多台阶结构下方的突起结构。

根据本发明的实施例的另一方面, 提出了一种滤波器, 包括上述的体声波谐振器。

根据本发明的实施例的还一方面, 提出了一种电子设备, 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 为现有技术的薄膜体声波谐振器的俯视示意图;

图 2 为一种现有技术的、基于图 1 中的 1B–1B 截得的谐振器的剖视

示意图；

图 3 为另一种现有技术的、基于图 1 中的 1B-1B 截得的谐振器的剖视示意图；

图 4 为根据本发明的一个示例性实施例的体声波谐振器的俯视示意图；

图 5 为根据本发明的一个示例性实施例的、沿图 4 中的 2B-2B 线截得的体声波谐振器的剖视示意图；

图 6 为图 5 中的悬翼部分的局部放大图；

图 7 为示例性示出图 6 的结构中，空隙填充宽度与空隙总体宽度之比与谐振器的 R_p 值以及突起结构的基部宽度之间的关系的曲线图；

图 8 为示例性示出图 6 中的结构中，在突起结构的基部宽度不变（为 $1\ \mu\text{m}$ ）的情况下，空隙填充宽度与空隙总体宽度之比与谐振器的 R_p 值之间的关系的曲线图；

图 9 为根据本发明的另一个示例性实施例的、沿图 4 中的 2B-2B 线截得的体声波谐振器的剖视示意图；

图 10 为根据本发明的一个示例性实施例的体声波谐振器的剖视示意图，其中填充部设置在空隙的中间部分；

图 11 为根据本发明的再一个示例性实施例的体声波谐振器的俯视示意图；

图 12 为根据本发明的一个示例性实施例的、沿图 11 中的 3B-3B 线截得的体声波谐振器的剖视示意图，其中突起结构在悬翼结构的上方；

图 13 为根据本发明的一个示例性实施例的、沿图 11 中的 3B-3B 线截得的体声波谐振器的剖视示意图，其中突起结构在悬翼结构的下方；

图 14 为根据本发明的一个示例性实施例的体声波谐振器的顶电极的双台阶悬翼结构的局部剖视示意图；

图 15 为根据本发明的又一个示例性实施例的体声波谐振器的俯视示意图；

图 16 为根据本发明的一个示例性实施例的、沿图 15 中的 4B-4B 线

截得的体声波谐振器的剖视示意图，其中突起结构在桥部结构的上方；

图 17 为根据本发明的一个示例性实施例的、沿图 15 中的 4B-4B 线截得的体声波谐振器的剖视示意图，其中突起结构在桥部结构的下方；

图 18 为根据本发明的还一个示例性实施例的体声波谐振器的俯视示意图；

图 19 为根据本发明的一个示例性实施例的、沿图 18 中的 5B-5B 线截得的体声波谐振器的剖视示意图，其中突起结构在悬翼结构和桥部结构的上方；

图 20 为根据本发明的一个示例性实施例的、沿图 18 中的 5B-5B 线截得的体声波谐振器的剖视示意图，其中突起结构在悬翼结构和桥部结构的下方。

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。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。

下面参照图 4-10 描述根据本发明的一个实施例的体声波谐振器。

图 4 为根据本发明的一个示例性实施例的体声波谐振器的俯视示意图。图 5 为根据本发明的一个示例性实施例的、沿图 4 中的 2B-2B 线截得的体声波谐振器的剖视示意图。图 6 为图 5 中的悬翼部分的局部放大图。

在图 4-6 中，体声波谐振器包括基底 201、声学镜 203、第一电极 205、压电层 207、第二电极 209、单台阶结构（或悬翼结构）213、突起结构 215、空隙部 211 以及填充部 217。

在图 4-6 的示例中，单台阶结构 213 下方包括填充部 217 和空隙部 211。换言之，在本发明中，台阶结构下方的空隙并未被填充部完全填充。

如图 5-6 所示，所述突起结构 215 具有与顶电极接触的基础突起部（图 6 中 W1 区间）以及延伸覆盖所述悬翼结构的延伸部（图 6 中 W 区间）。

在可选的实施例中，所述基础突起部的宽度在 $0.2\ \mu\text{m}$ 至 $10\ \mu\text{m}$ 的范

围内, 如 $0.5\ \mu\text{m}$ 、 $1\ \mu\text{m}$ 、 $1.5\ \mu\text{m}$ 和 $10\ \mu\text{m}$, 更进一步的, 在 $0.75\ \mu\text{m}$ – $6\ \mu\text{m}$ 的范围内, 除了可以为端点值之外, 还可以为例如 $1\ \mu\text{m}$ 。

如图 6 所示, h 为单台阶 213 与压电层 207 之间的距离, W 为单台阶结构 213 的宽度 (对应于单台阶结构所形成的整个空隙的空隙宽度), $W1$ 为凸起结构 215 仅位于第二电极 209 上的部分 (基础突起部) 的宽度, $W2$ 为填充部 217 的宽度。

图 7 为示例性示出图 6 的结构中, 空隙填充宽度与空隙总体宽度之比与谐振器的 R_p 值以及突起结构的基部宽度之间的关系关系的曲线图。定义图 7 中的 $r=W2/W$, 即填充部所占整个空隙宽度的比例。对不同的填充比例进行仿真, 设定 $h=1000\text{\AA}$, $W=1\ \mu\text{m}$, 并联谐振阻抗 R_p 随 $W1$ 的变化如图 7 所示。可以看出, 采取部分填充时, 并联谐振阻抗 R_p 优于不填充的情况。在 $W1$ 取特定范围时, 部分填充的效果要优于全部填充。

图 8 为示例性示出图 6 中的结构中, 在突起结构的基部宽度不变 (为 $1\ \mu\text{m}$) 的情况下, 空隙填充宽度与空隙总体宽度之比与谐振器的 R_p 值之间的关系关系的曲线图。在图 8 中, 设定 $W1=1\ \mu\text{m}$, 即图 8 中 A 区域, 并联谐振阻抗 R_p 随 r 变化如图 8 所示。

如图 8 所示, 当 $r=0.5$ 时, 即一半进行填充时, $R_p=4534.1$, 与不填充相比, 增大约 472.2 (约 12%)。与全填充相比, 增大约 296.4 (约 7%)。 r 的取值范围可以为 $0.2 < r < 1$ 。

图 9 为根据本发明的另一个示例性实施例的、沿图 4 中的 2B-2B 线截得的体声波谐振器的剖视示意图。如图 9 所示, 突起结构 215 设置于单台阶结构 213 的下方, 而填充部 217 则填充空隙的一部分。

在以上的实施例中的, 填充层均填充空隙的最内侧, 但是, 本发明不限于此, 在本发明中, 填充层可以设置在空隙的外侧, 还可以设置在空隙的中间部分 (即填充层的两侧均有间隙)。图 10 为根据本发明的一个示例性实施例的体声波谐振器的剖视示意图, 其中填充部设置在空隙的中间部分。图 10 中的附图标记与图 5 中相同。图 11 为根据本发明的再一个示例性实施例的体声波谐振器的俯视示意图, 图 12 为根据本发明的一个示例性实施例的、沿图 11 中的 3B-3B 线截得的体声波谐振器的剖视示意图,

其中突起结构在悬翼结构的上方，图 13 为根据本发明的一个示例性实施例的、沿图 11 中的 3B-3B 线截得的体声波谐振器的剖视示意图，其中突起结构在悬翼结构的下方。

在图 11-13 中，体声波谐振器包括基底 301、声学镜 303、第一电极 305、压电层 307、第二电极 309、双台阶结构（或悬翼结构）313、突起结构 315、空隙部 311 以及填充部 317。

图 11-13 所示的实施例与图 4-10 中的实施例的区别在于，在图 11-13 中，顶电极的悬翼结构为双台阶结构，而非前面实施例中的单台阶结构。

图 14 为根据本发明的一个示例性实施例的体声波谐振器的顶电极的双台阶悬翼结构的局部剖视示意图。在图 14 中，307 为压电层，309 为顶电极，311 为空隙。参见图 14，第一台阶 313a 的空隙高度 h_1 为 50A-500A，除了可以为上述提到的端点外，还可以为 200A；第二台阶 313b 的空隙高度 h_2 可以为 500A-4000A，例如可以为 500A，2000A 或 4000A。在图 14 中，第一台阶的宽度 W_1 为 0.2-7 μm ，且第二台阶的宽度 W_2 为 0.2-7 μm ，例如两者可以为 5 μm 。

参见图 12 和 14，所述填充层 317 填充最内侧的阶层空隙。这里需要指出的是，在悬翼结构或者后面提及的桥部结构的内侧设置有突起结构的情况下，阶层间隙为突起结构下方的阶层间隙。

还需要指出的是，在本发明中，悬翼结构和/或桥部结构下方的空隙是指悬翼结构和/或桥部结构下方（包括设置有突起结构的情况下）并未被本发明中的填充层填充时的空隙。对于该空隙的宽度，不论对于桥部结构还是悬翼结构，为该空隙在谐振器的厚度方向上落在谐振器的有效区域内的部分的宽度。

需要指出的是，在本发明中，靠近谐振器的有效区域的一侧为内侧，反之则为外侧。

需要注意的是，在图 12-14 中，突起结构也可以仅仅覆盖悬翼结构的一部分。

图 15 为根据本发明的又一个示例性实施例的体声波谐振器的俯视示意图；图 16 为根据本发明的一个示例性实施例的、沿图 15 中的 4B-4B

线截得的体声波谐振器的剖视示意图,其中突起结构 416 在桥部结构 414 的上方;图 17 为根据本发明的一个示例性实施例的、沿图 15 中的 4B-4B 线截得的体声波谐振器的剖视示意图,其中突起结构 416 在桥部结构 414 的下方,而且,图 17 中的桥部结构具有多台阶结构。

在图 15-17 中,体声波谐振器包括基底 401、声学镜 403、第一电极 405、压电层 407、第二电极 409、桥部结构 414、突起结构 416、空隙部 412 以及填充部 418。

参见图 16 和 17,所述填充层 418 填充空隙的最内侧。

需要注意的是,在图 16-17 中,突起结构也可以仅仅覆盖桥部结构的一部分。

图 18 为根据本发明的还一个示例性实施例的体声波谐振器的俯视示意图;图 19 为根据本发明的一个示例性实施例的、沿图 18 中的 5B-5B 线截得的体声波谐振器的剖视示意图,其中突起结构在悬翼结构和桥部结构的上方;图 18 为根据本发明的一个示例性实施例的、沿图 18 中的 5B-5B 线截得的体声波谐振器的剖视示意图,其中突起结构在悬翼结构和桥部结构的下方。

在图 18-20 中,体声波谐振器包括基底 501、声学镜 503、第一电极 505、压电层 507、第二电极 509、悬翼结构 513、桥部结构 514、突起结构 515、突起结构 516、空隙部 511、空隙部 512、填充部 517 以及填充部 518。

在图 19 中,桥部结构与悬翼结构均为单台阶结构。在图 20 中,桥部结构与悬翼结构均为多台阶结构。如本领域技术人员能够理解的,桥部结构与悬翼结构之一可以为多台阶结构。

参见图 19 和 20,所述填充层填充空隙的最内侧。

同样需要指出的是,虽然在以上的实施例中的,填充层均填充空隙的最内侧,但是,本发明不限于此,在本发明中,填充层可以设置在空隙的外侧,还可以设置在空隙的中间部分(即填充层的两侧均有间隙)。

需要指出的是,在本发明的实施例中,虽然以薄膜体声波谐振器为例进行说明,这些说明均可以适用于其他类型的体声波谐振器。

在本发明中，各个组成部分和材料描述如下：

顶电极和底电极，由金属材料制成，材料可选钼、钎、金、铝、镁、钨、铜、钛、铌、钽、铬或以上金属的复合或其合金。

填充部，可选非金属介电材料，如：二氧化硅、氮化硅、碳化硅、氮化铝、氧化镁、氧化铝，或其他金属氧化物或氮化物或多聚物等。

钝化层：该层属于可选的保护层，可防止水汽、氧气或其他外界物质侵蚀谐振器。保护层可选非金属材料如 二氧化硅、氮化硅、碳化硅、氮化铝、氧化镁、氧化铝，或其他金属氧化物或氮化物或多聚物等。

压电层：氮化铝、掺杂氮化铝、氧化锌、锆钛酸铅、铌酸锂、石英、铌酸钾或钽酸锂等材料，其中掺杂 ALN 至少含一种稀土元素，如钐、铕、镧、铈、钕等。

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，且具有电极连接部；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：

所述顶电极的边缘设置有悬翼结构和/或桥部结构，所述悬翼结构和/或桥部结构下方具有空隙；且

所述谐振器还包括填充层，所述填充层仅填充所述空隙的一部分。

所述填充层可填充所述空隙的内侧部分；或者所述填充层填充所述空隙的中间部分。

基于以上，本发明还提出了一种滤波器，包括多个上述的体声波谐振器。本发明还提出了一种电子设备，包括上述的滤波器或者上述的体声波谐振器。

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，且具有电极连接部；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：

所述顶电极的边缘设置有悬翼结构和/或桥部结构，所述悬翼结构和/或桥部结构下方具有空隙；

所述谐振器还包括填充层，所述填充层仅填充所述空隙的一部分。

2、根据权利要求1所述的谐振器，其中：

所述填充层填充所述悬翼结构或所述桥部结构下方的所述空隙的一部分。

3、根据权利要求1所述的谐振器，其中：

所述顶电极的边缘设置有悬翼结构和桥部结构；

所述填充层填充所述悬翼结构和所述桥部结构下方的所述空隙的一部分。

4、根据权利要求1所述的谐振器，其中：

所述填充层由介电材料形成。

5、根据权利要求1-4中任一项所述的谐振器，其中：

所述填充层填充所述空隙的内侧部分；或者

所述填充层填充所述空隙的中间部分。

6、根据权利要求5所述的谐振器，其中：

所述填充层的宽度与所述空隙的宽度的比 r 的取值范围为： $0.2 < r < 1$ 。

7、根据权利要求6所述的谐振器，其中：

所述填充层的宽度与所述空隙的宽度的比 r 在 0.25 至 0.75 的范围内，可选的，所述填充层的宽度与所述空隙的宽度的比在 0.4 至 0.6 的范围内。

8、根据权利要求1-7中任一项所述的谐振器，其中：

所述谐振器还包括位于所述悬翼结构和/或桥部结构上侧的突起结构。

9、根据权利要求 8 所述的谐振器，其中：

所述突起结构具有与顶电极接触的基础突起部以及延伸覆盖所述悬翼结构和/或桥部结构的延伸部。

10、根据权利要求 9 所述的谐振器，其中：

所述基础突起部的宽度在 $0.2\ \mu\text{m}$ 至 $10\ \mu\text{m}$ 的范围内，更进一步的，在 $0.75\ \mu\text{m}$ – $6\ \mu\text{m}$ 的范围内。

11、根据权利要求 1–7 中任一项所述的谐振器，其中：

所述谐振器还包括位于所述悬翼结构和/或桥部结构下方的突起结构，所述突起结构下方形成所述空隙。

12、根据权利要求 1–11 中任一项所述的谐振器，其中：

所述悬翼结构为多台阶结构，和/或所述桥部结构的内侧为多台阶结构，所述多台阶结构下方形成所述空隙，所述空隙为台阶空隙。

13、根据权利要求 12 所述的谐振器，其中：

所述填充层填充最内侧的阶层空隙。

14、根据权利要求 12 所述的谐振器，其中：

所述多台阶结构包括与顶电极连接的第一台阶以及与第一台阶连接的第二台阶。

15、根据权利要求 14 所述的谐振器，其中：

第一台阶的空隙高度为 $50\text{\AA}$ – $500\ \text{\AA}$ 。

16、根据权利要求 15 所述的谐振器，其中：

第二台阶的空隙高度为 $500\text{\AA}$ – $4000\text{\AA}$ 。

17、根据权利要求 15 所述的谐振器，其中：

第一台阶的宽度为 $0.2\text{--}7\ \mu\text{m}$ ，且第二台阶的宽度为 $0.2\text{--}7\ \mu\text{m}$ 。

18、根据权利要求 12 所述的谐振器，其中：

所述谐振器包括设置于多台阶结构上方的突起结构。

19、根据权利要求 12 所述的谐振器，其中：

所述谐振器包括设置于多台阶结构下方的突起结构。

20、一种滤波器，包括根据权利要求 1–19 中任一项所述的体声波谐振器。

21、一种电子设备，包括根据权利要求 20 所述的滤波器或者根据权

利要求 1-19 中任一项所述的体声波谐振器。

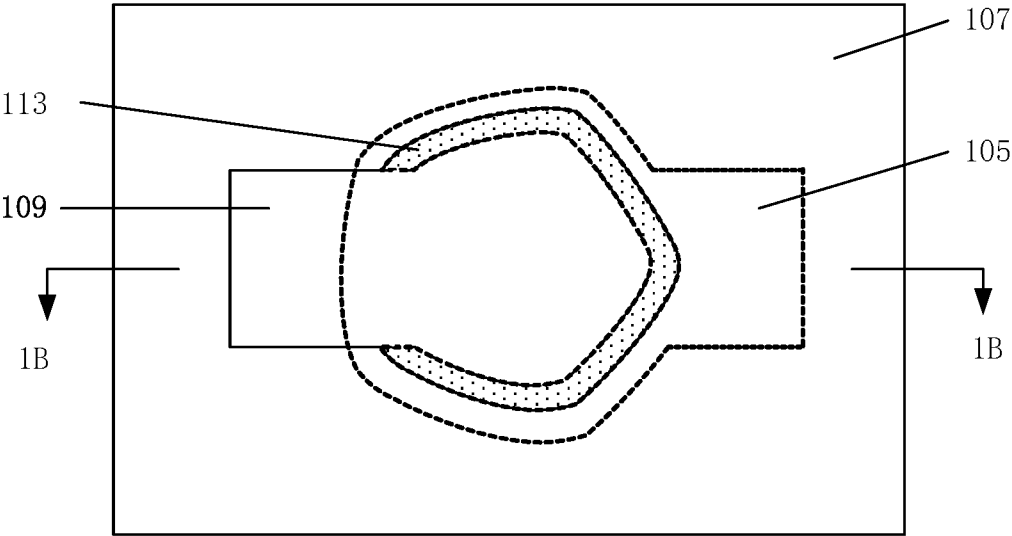


图 1

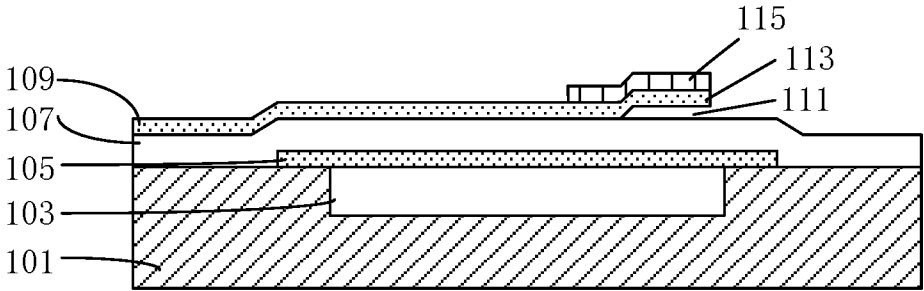


图 2

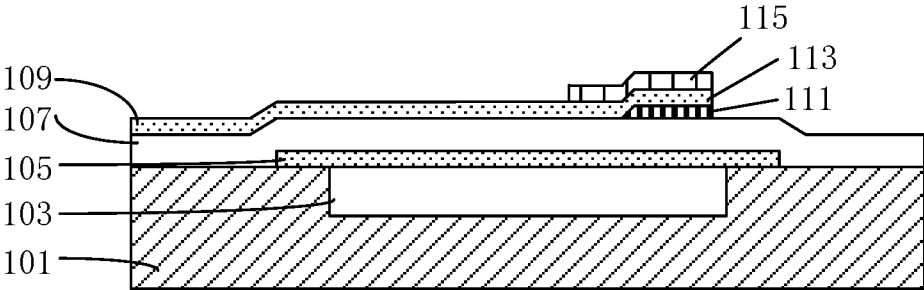


图 3

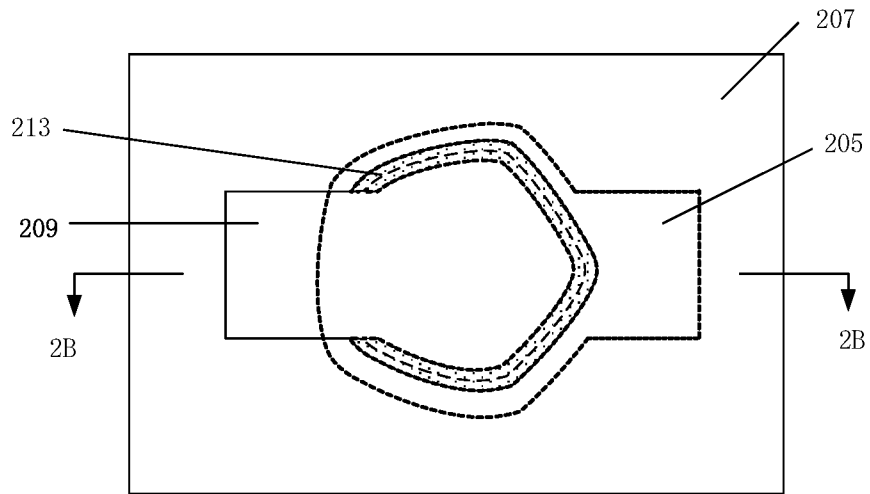


图 4

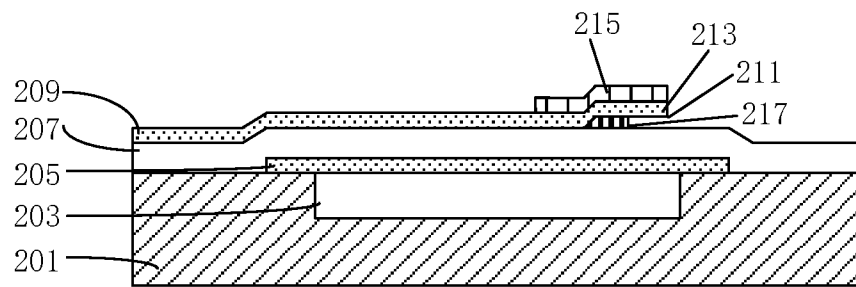


图 5

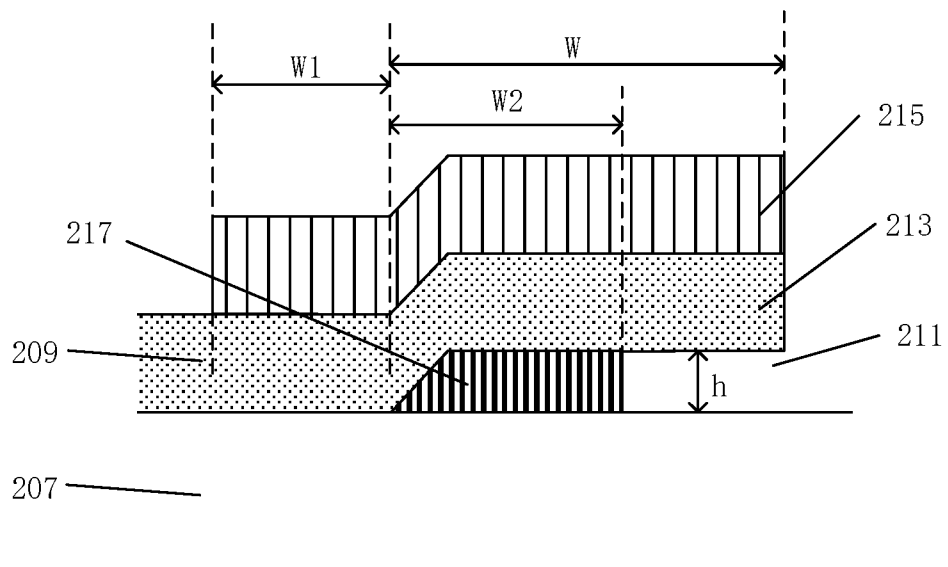


图 6

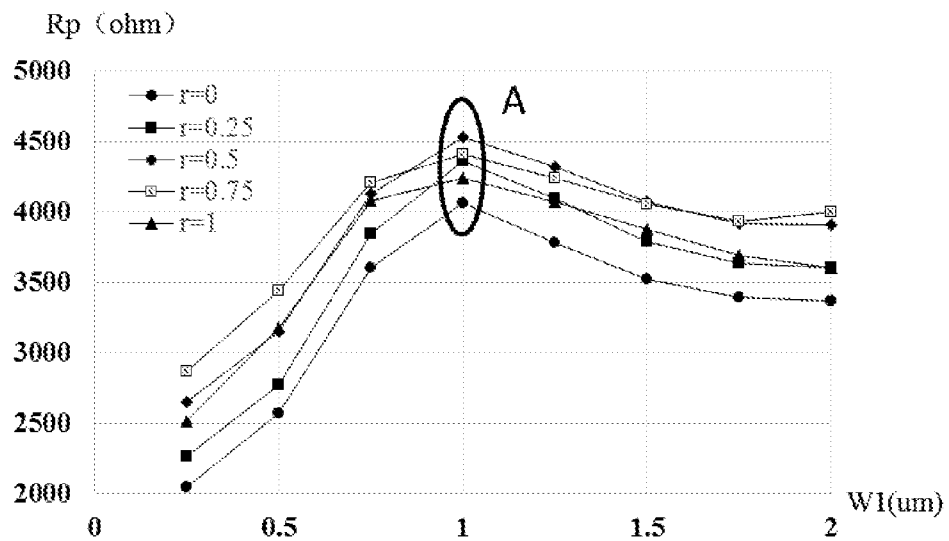


图 7

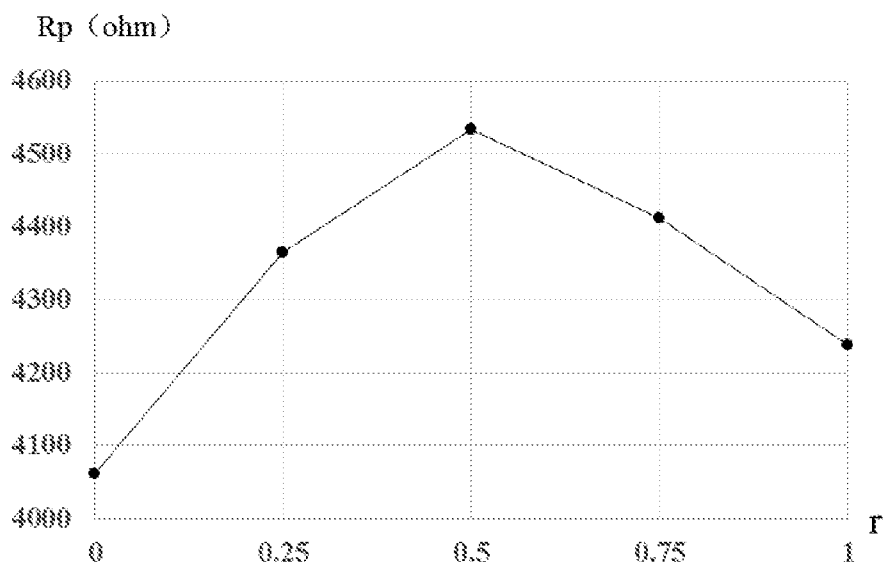


图 8

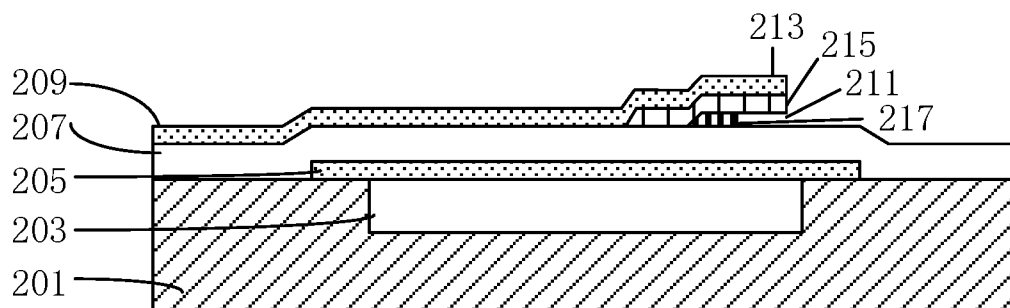


图 9

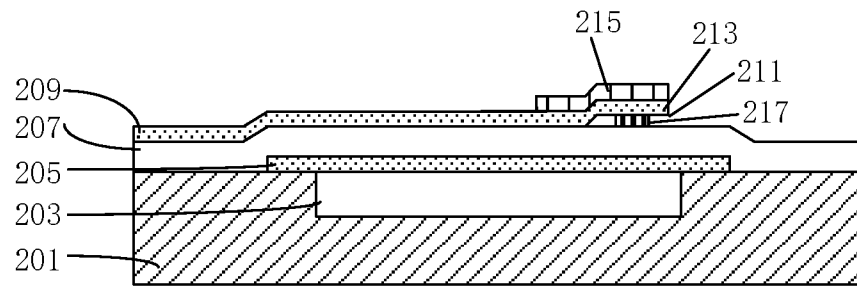


图 10

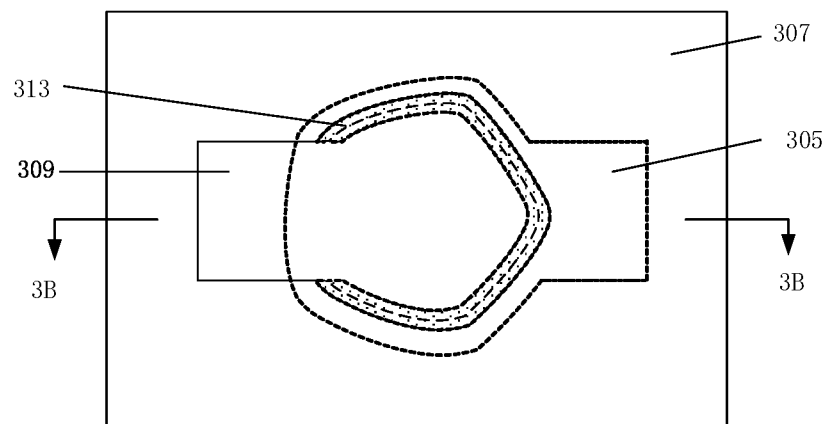


图 11

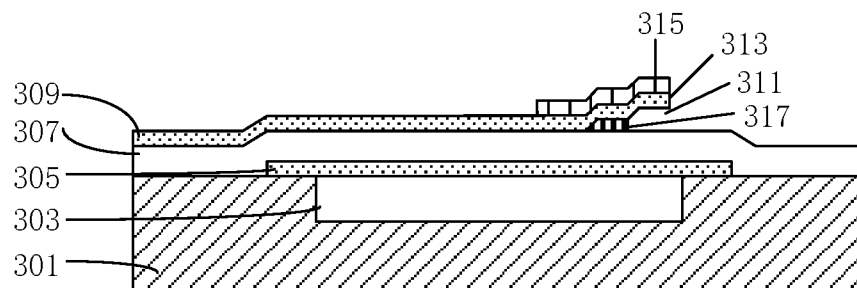


图 12

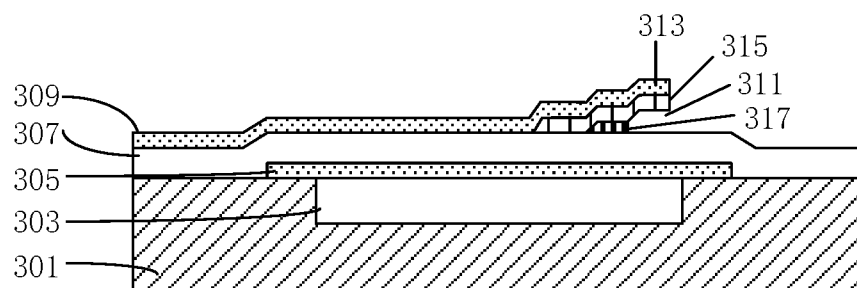


图 13

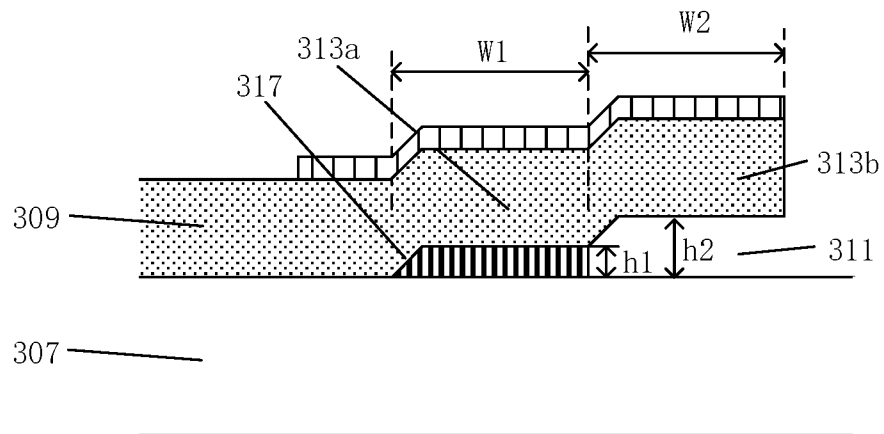


图 14

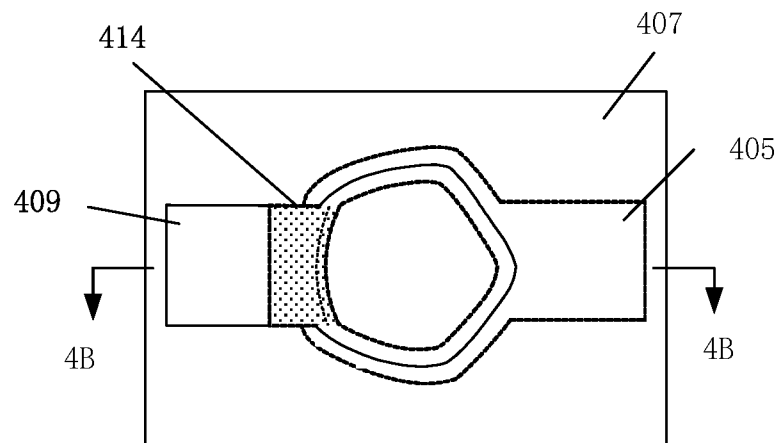


图 15

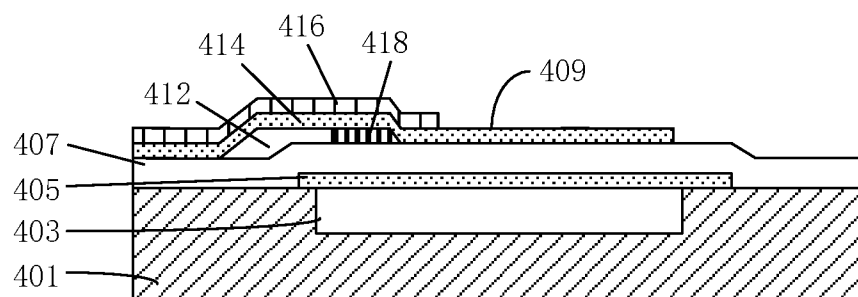


图 16

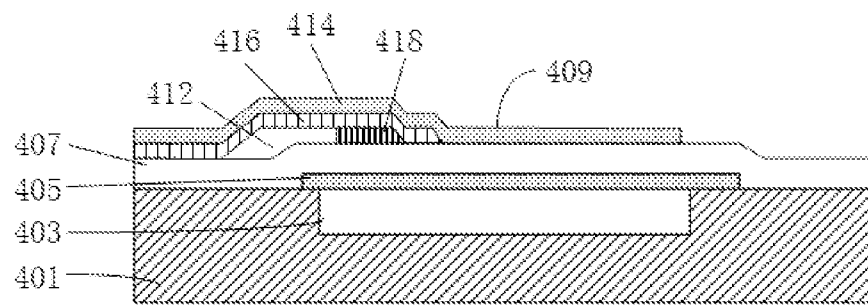


图 17

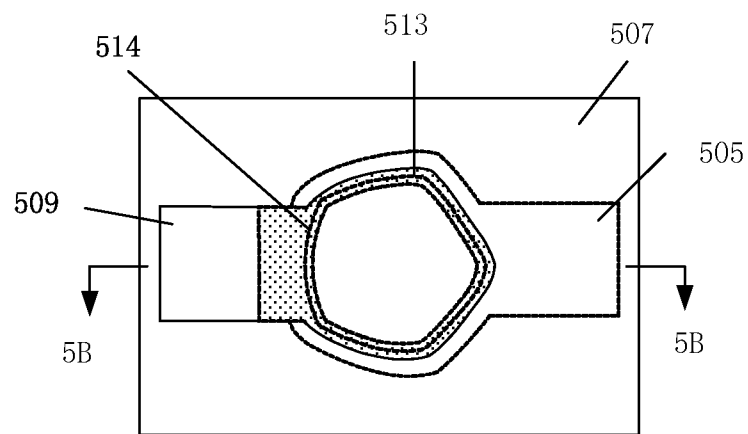


图 18

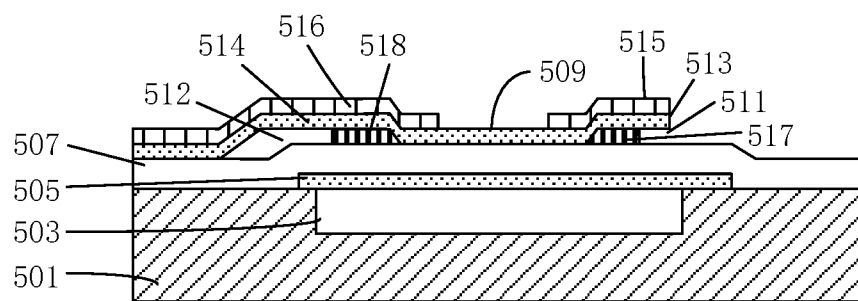


图 19

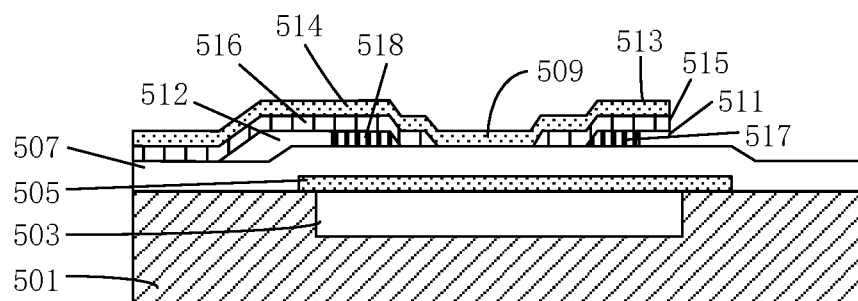


图 20

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2020/076213

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H03H 9/02(2006.01)i; H03H 9/56(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

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, WPI, EPODOC, CNKI: 声波谐振器, 声谐振器, 声学谐振器, 桥, 悬臂, 腔, 翼, 抗, 衰减, 抑制, 缓解, 优化, 降低, 电极, 空隙, 间隙, 填充, acoustic, resonator, arm, bridge, wing, gap, cavity

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2014176261 A1 (AVAGO TECHNOLOGIES WIRELESS IPSINGAPORE PTE. LTD.) 26 June 2014 (2014-06-26) description, paragraphs [0004]-[0009] and [0040]-[0071], and fig. 1	1-7, 11-17, 19-21
Y	US 2014176261 A1 (AVAGO TECHNOLOGIES WIRELESS IPSINGAPORE PTE. LTD.) 26 June 2014 (2014-06-26) description, paragraphs [0004]-[0009] and [0040]-[0071], and fig. 1	8-10, 18
Y	US 2014125202 A1 (AVAGO TECHNOLOGIES GENERAL IP (SINGAPORE) PTE. LTD.) 08 May 2014 (2014-05-08) description, paragraphs [0030]-[0045], and figure 1A	8-10, 18
PX	CN 110166018 A (SAMSUNG ELECTRO-MECHANICS CO., LTD.) 23 August 2019 (2019-08-23) description, paragraphs [0049]-[0069], and figures 1 and 2	1-3
A	CN 105680813 A (RDA MICROELECTRONICS, INC.) 15 June 2016 (2016-06-15) entire document	1-21
A	US 2011084779 A1 (ZHANG, Hao) 14 April 2011 (2011-04-14) entire document	1-21



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

07 May 2020

Date of mailing of the international search report

21 May 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

International application No.

PCT/CN2020/076213

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2018152168 A1 (SAMSUNG ELECTRO-MECHANICS CO., LTD.) 31 May 2018 (2018-05-31) entire document	1-21

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2020/076213

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2014176261	A1	26 June 2014	US	9571064	B2	14 February 2017
				KR	20150101961	A	04 September 2015
US	2014125202	A1	08 May 2014	US	9219464	B2	22 December 2015
CN	110166018	A	23 August 2019	US	2019253036	A1	15 August 2019
				KR	102066961	B1	16 January 2020
				KR	20190098009	A	21 August 2019
CN	105680813	A	15 June 2016	CN	105680813	B	07 December 2018
US	2011084779	A1	14 April 2011	US	8692631	B2	08 April 2014
US	2018152168	A1	31 May 2018	CN	108123695	A	05 June 2018
				KR	101973435	B1	29 April 2019
				KR	20180062323	A	08 June 2018

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2020/076213

A. 主题的分类 H03H 9/02 (2006.01) i; H03H 9/56 (2006.01) i 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. 检索领域 检索的最低限度文献 (标明分类系统和分类号) H03H 包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献 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)) CNPAT, WPI, EPDOC, CNKI: 声波谐振器, 声谐振器, 声学谐振器, 桥, 悬臂, 腔, 翼, 抗, 衰减, 抑制, 缓解, 优化, 降低, 电极, 空隙, 间隙, 填充, acoustic, resonator, arm, bridge, wing, gap, cavity																							
C. 相关文件 <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 2014176261 A1 (AVAGO TECHNOLOGIES WIRELESS IPSINGAPORE PTE. LTD.) 2014年 6月 26日 (2014 - 06 - 26) 说明书第[0004]-[0009], [0040]-[0071]段, 附图1</td> <td>1-7, 11-17, 19-21</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>US 2014176261 A1 (AVAGO TECHNOLOGIES WIRELESS IPSINGAPORE PTE. LTD.) 2014年 6月 26日 (2014 - 06 - 26) 说明书第[0004]-[0009], [0040]-[0071]段, 附图1</td> <td>8-10, 18</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>US 2014125202 A1 (AVAGO TECHNOLOGIES GENERAL IPSINGAPORE PTE. LTD.) 2014年 5月 8日 (2014 - 05 - 08) 说明书第[0030]-[0045]段, 附图1A</td> <td>8-10, 18</td> </tr> <tr> <td>PX</td> <td>CN 110166018 A (三星电机株式会社) 2019年 8月 23日 (2019 - 08 - 23) 说明书第[0049]-[0069]段, 附图1-2</td> <td>1-3</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 105680813 A (锐迪科微电子上海有限公司) 2016年 6月 15日 (2016 - 06 - 15) 全文</td> <td>1-21</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2011084779 A1 (ZHANG Hao) 2011年 4月 14日 (2011 - 04 - 14) 全文</td> <td>1-21</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 2014176261 A1 (AVAGO TECHNOLOGIES WIRELESS IPSINGAPORE PTE. LTD.) 2014年 6月 26日 (2014 - 06 - 26) 说明书第[0004]-[0009], [0040]-[0071]段, 附图1	1-7, 11-17, 19-21	Y	US 2014176261 A1 (AVAGO TECHNOLOGIES WIRELESS IPSINGAPORE PTE. LTD.) 2014年 6月 26日 (2014 - 06 - 26) 说明书第[0004]-[0009], [0040]-[0071]段, 附图1	8-10, 18	Y	US 2014125202 A1 (AVAGO TECHNOLOGIES GENERAL IPSINGAPORE PTE. LTD.) 2014年 5月 8日 (2014 - 05 - 08) 说明书第[0030]-[0045]段, 附图1A	8-10, 18	PX	CN 110166018 A (三星电机株式会社) 2019年 8月 23日 (2019 - 08 - 23) 说明书第[0049]-[0069]段, 附图1-2	1-3	A	CN 105680813 A (锐迪科微电子上海有限公司) 2016年 6月 15日 (2016 - 06 - 15) 全文	1-21	A	US 2011084779 A1 (ZHANG Hao) 2011年 4月 14日 (2011 - 04 - 14) 全文	1-21
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																					
X	US 2014176261 A1 (AVAGO TECHNOLOGIES WIRELESS IPSINGAPORE PTE. LTD.) 2014年 6月 26日 (2014 - 06 - 26) 说明书第[0004]-[0009], [0040]-[0071]段, 附图1	1-7, 11-17, 19-21																					
Y	US 2014176261 A1 (AVAGO TECHNOLOGIES WIRELESS IPSINGAPORE PTE. LTD.) 2014年 6月 26日 (2014 - 06 - 26) 说明书第[0004]-[0009], [0040]-[0071]段, 附图1	8-10, 18																					
Y	US 2014125202 A1 (AVAGO TECHNOLOGIES GENERAL IPSINGAPORE PTE. LTD.) 2014年 5月 8日 (2014 - 05 - 08) 说明书第[0030]-[0045]段, 附图1A	8-10, 18																					
PX	CN 110166018 A (三星电机株式会社) 2019年 8月 23日 (2019 - 08 - 23) 说明书第[0049]-[0069]段, 附图1-2	1-3																					
A	CN 105680813 A (锐迪科微电子上海有限公司) 2016年 6月 15日 (2016 - 06 - 15) 全文	1-21																					
A	US 2011084779 A1 (ZHANG Hao) 2011年 4月 14日 (2011 - 04 - 14) 全文	1-21																					
☒ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。																							
<table border="0"> <tr> <td style="vertical-align: top;"> * 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 </td> <td style="vertical-align: top;"> “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 “&” 同族专利的文件 </td> </tr> </table>			* 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	“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 “&” 同族专利的文件																			
* 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	“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 “&” 同族专利的文件																						
国际检索实际完成的日期 2020年 5月 7日		国际检索报告邮寄日期 2020年 5月 21日																					
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		授权官员 罗慧晶 电话号码 86-(10)-53961204																					

C. 相关文件

类 型*	引用文件，必要时，指明相关段落	相关的权利要求
A	US 2018152168 A1 (SAMSUNG ELECTRO-MECHANICS CO., LTD.) 2018年 5月 31日 (2018 - 05 - 31) 全文	1-21

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2020/076213

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	2014176261	A1	2014年 6月 26日	US	9571064	B2	2017年 2月 14日
				KR	20150101961	A	2015年 9月 4日
US	2014125202	A1	2014年 5月 8日	US	9219464	B2	2015年 12月 22日
CN	110166018	A	2019年 8月 23日	US	2019253036	A1	2019年 8月 15日
				KR	102066961	B1	2020年 1月 16日
				KR	20190098009	A	2019年 8月 21日
CN	105680813	A	2016年 6月 15日	CN	105680813	B	2018年 12月 7日
US	2011084779	A1	2011年 4月 14日	US	8692631	B2	2014年 4月 8日
US	2018152168	A1	2018年 5月 31日	CN	108123695	A	2018年 6月 5日
				KR	101973435	B1	2019年 4月 29日
				KR	20180062323	A	2018年 6月 8日