

(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 7 月 9 日 (09.07.2020)



(10) 国际公布号
WO 2020/140654 A1

(51) 国际专利分类号:
H03H 9/02 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2019/121109

(22) 国际申请日: 2019 年 11 月 27 日 (27.11.2019)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201811651302.X 2018 年 12 月 31 日 (31.12.2018) 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: 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)。

(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,

(54) **Title:** APPARATUS AND METHOD FOR ADJUSTING PERFORMANCE OF ACOUSTIC RESONATOR ON THE BASIS OF BEAM AND EAVE DIMENSION

(54) 发明名称: 基于梁檐尺寸调整声学谐振器性能的装置和方法

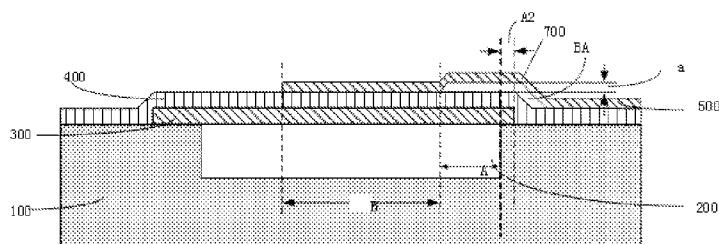


图 4

(57) **Abstract:** Disclosed is a bulk acoustic wave resonator, comprising a substrate (100), an acoustic mirror (200), a bottom electrode (300) arranged above the substrate (100), a top electrode (500), and a piezoelectric layer (400) arranged above the bottom electrode (300) and between the bottom electrode (300) and the top electrode (500), wherein an overlapping area between the acoustic mirror (200), the bottom electrode (300), the piezoelectric layer (400) and the top electrode (500) in the thickness direction of the resonator constitutes an active area (B) of the resonator; the edge of one side of the top electrode (500) forms an eave structure (600), and the projection of the eave structure (600) in the thickness direction of the resonator is in an area of the acoustic mirror (200); and a beam structure (700) is arranged at a connecting portion of the top electrode (500). The beam structure (700) comprises a first beam portion and a second beam portion, wherein the projection of the first beam portion in the thickness direction of the resonator is in the area of the acoustic mirror (200), and a gap formed by the first beam portion has a first beam gap width (A); and the projection of the second beam portion in the thickness direction of the resonator is located outside the region of the acoustic mirror (200) and overlaps with the bottom electrode (300), and the second beam portion has a second beam gap width (A2). The effective electromechanical coupling coefficient of the resonator is within a range of 95-102% of the effective electromechanical coupling coefficient of a reference resonator.



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))。

(57) 摘要：一种体声波谐振器，包括：基底（100）；声学镜（200）；底电极（300），设置在基底（100）上方；顶电极（500）；和压电层（400），设置在底电极（300）上方以及底电极（300）与顶电极（500）之间，其中：声学镜（200）、底电极（300）、压电层（400）和顶电极（500）在谐振器厚度方向上的重叠区域构成谐振器的有效区域（B）；顶电极（500）一侧的边缘形成檐结构（600），檐结构（600）沿谐振器的厚度方向的投影落入声学镜（200）的区域内；顶电极（500）的连接部分处设置有梁结构（700），梁结构（700）包括第一和第二梁部，第一梁部在谐振器的厚度方向的投影落入声学镜（200）的区域内，第一梁部形成的空隙具有第一梁隙宽度（A），第二梁部在谐振器的厚度方向的投影处于声学镜（200）的区域之外且与底电极（300）重叠，第二梁部具有第二梁隙宽度（A2）；且谐振器的有效机电耦合系数与参照谐振器的有效机电耦合系数95%-102%的范围内。

基于梁檐尺寸调整声学谐振器性能的装置和方法

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，一种体声波谐振器性能特别是有效机电耦合系数的控制方法，以及一种具有该滤波器或谐振器的电子设备。

背景技术

体声波滤波器具有低插入损耗、高矩形系数、高功率容量等优点，因此，被广泛应用在当代无线通讯系统中，是决定射频信号进出通讯系统质量的重要元器件。

而滤波器的好坏与谐振器的各项性能指标息息相关。体声波谐振器一般具有两个谐振频率，定义阻抗最小的频率点为串联谐振频率 f_s ，相应阻抗为串联阻抗 R_s ，定义阻抗最大的频率点为并联谐振频率 f_p ，相应阻抗为并联阻抗 R_p ，定义有效机电耦合系数近似为 $K_{t,eff}^2 = \frac{f_p - f_s}{f_s}$ ，来衡量谐振器中压电转换效率。通常，谐振器的串联谐振频率决定了滤波器的中心频率，而谐振器的有效机电耦合系数决定了滤波器的带宽以及滚降特性，谐振器的串联阻抗和并联阻抗决定了通带插入损耗及回波损耗。一般而言，谐振器的 R_p 越高， R_s 越低，相应滤波器的通带插入损耗越好。对于特定滤波器设计，通常希望能够提高谐振器的 R_p ，同时保证谐振器的有效机电耦合系数基本不变。而当前大多数提高谐振器 R_p 的结构均会导致有效机电耦合系数下降，因此，如何设计谐振器结构尺寸来获得整体性能提升是滤波器设计中一个重要的问题。

此外，体声波滤波器的性能由构成它的体声波谐振器决定，如：体声波谐振器的谐振频率决定了滤波器的工作频率，有效机电耦合系数 ($K_{t,eff}^2$) 决定了滤波器的带宽和滚降，品质因数决定滤波器插入损耗。在频带资源越来越紧俏的时代中，高品质滤波器通常需要谐振器具备多种 $K_{t,eff}^2$ ，而谐振器的 $K_{t,eff}^2$ 是由其层叠厚度决定的，通常在整片硅片内所有谐振器具有相同的 $K_{t,eff}^2$ ，因此如何实现谐振器的 $K_{t,eff}^2$ 在一定小范围内微调是高性能滤波器设计急需解决的一个重要问题。

发明内容

为解决现有技术中的上述技术问题的至少一个方面或者提供解决上述技术问题

的至少一个方面的途径，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；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：所述声学镜、底电极、压电层和顶电极在谐振器厚度方向上的重叠区域构成谐振器的有效区域；所述顶电极的连接部分处设置有梁结构，所述梁结构包括第一梁部，所述第一梁部在谐振器的厚度方向的投影落入所述声学镜的区域内，第一梁部形成的空隙具有梁隙高度和第一梁隙宽度。

可选的，所述第一梁隙宽度在 $0.75\ \mu\text{m}$ 到 $3.5\ \mu\text{m}$ 之间。更进一步的，所述第一梁隙宽度为 $0.75\ \mu\text{m}$ 到 $2\ \mu\text{m}$ ，进一步可选的，所述第一梁隙宽度约为 $1\ \mu\text{m}$ 。

可选的，所述梁隙高度在 $100\text{\AA}$ – $4000\text{\AA}$ 范围内。

可选的，所述梁结构还包括第二梁部，所述第二梁部在谐振器的厚度方向的投影处于声学镜的区域之外且与所述底电极重叠，所述第二梁部具有所述梁隙高度和第二梁隙宽度。进一步可选的，所述第二梁隙宽度在 $2\ \mu\text{m}$ – $8\ \mu\text{m}$ 范围内。

可选的，所述谐振器还包括在所述顶电极一侧的边缘形成的檐结构，所述檐结构沿谐振器的厚度方向的投影落入所述声学镜的区域内，所述檐结构形成的空隙具有檐隙高度和檐隙宽度。可选的，所述檐隙宽度不同于所述梁结构的第一梁隙宽度。

可选的，所述谐振器的有效机电耦合系数在参照谐振器的有效机电耦合系数的 95%–102% 的范围内，更进一步的，所述谐振器的有效机电耦合系数与参照谐振器的有效机电耦合系数相同。

根据本发明的实施例的再一方面，提出了一种体声波谐振器的有效机电耦合系数的控制方法。所述谐振器包括：基底；声学镜；底电极，设置在基底上方；顶电极；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：所述声学镜、底电极、压电层和顶电极在谐振器厚度方向上的重叠区域构成谐振器的有效区域；所述顶电极一侧的边缘形成檐结构，所述檐结构沿谐振器的厚度方向的投影落入所述声学镜的区域内，所述檐结构形成的空隙具有檐隙宽度；所述顶电极的连接部分处设置有梁结构，所述梁结构包括第一梁部和第二梁部，所述第一梁部在谐振器的厚度方向的投影落入所述声学镜的区域内，第一梁部形成的空隙具有第一梁隙宽度，所述第二梁部在谐振器的厚度方向的投影处于声学镜的区域之外且与所述底电极重叠。所述方法包括步骤：选择所述檐隙宽度和所述第一梁隙宽度，使得所述谐振器的有效机电耦合系数在参照谐振器的有效机电耦合系数的 95%–102% 的范围内。可选的，选择所述檐隙宽度和所述

第一梁隙宽度，使得所述谐振器的有效机电耦合系数与参照谐振器的有效机电耦合系数相同。可选的，所述方法包括选择梁隙高度和/或檐隙高度。

根据本发明的实施例的还一方面，提出了一种滤波器，包括：串联支路，包括多个串联谐振器；多个并联支路，每个并联支路包括至少一个并联谐振器，其中：所述至少一个并联谐振器和所述多个串联谐振器中的至少一个谐振器的有效机电耦合系数不同于其他谐振器的有效机电耦合系数，所述至少一个谐振器具有上述的第一梁隙宽度或者檐隙宽度。进一步的，至少两个谐振器基于所述第一梁隙宽度不同或所述檐隙宽度不同，而具有彼此不同的有效机电耦合系数。或者所述至少两个谐振器基于所述第一梁隙宽度与所述檐隙宽度不同，而具有彼此不同的有效机电耦合系数。

根据本发明的实施例的再一方面，提出了一种滤波器，包括：串联支路，包括多个串联谐振器；多个并联支路，每个并联支路包括至少一个并联谐振器，其中：所述至少一个并联谐振器和所述多个串联谐振器中的至少一个谐振器具有上述的梁结构和上述的檐结构，且所述至少一个谐振器的有效机电耦合系数在参照谐振器的有效机电耦合系数的 95%-102% 的范围内。进一步的，所述至少一个谐振器的有效机电耦合系数与参照谐振器的有效机电耦合系数相同。

本发明的实施例还涉及一种电子设备，包括上述的滤波器或者谐振器。

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 为现有技术中的体声波谐振器的结构示意图；

图 2 为图 1 中的体声波谐振器的有效区域的等效机电模型图；

图 3 为图 1 中的体声波谐振器的 BVD 模型；

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结构示意图；

图 5 为图 4 中的体声波谐振器的 BVD 模型；

图 6 为图 4 中的体声波谐振器的有效区域的等效机电模型图；

图 7 为根据本发明的一个示例性实施例的体声波谐振器的结构示意图；

图 8 为图 7 中的体声波谐振器的有效区域的等效机电模型图；

图 9 为图 7 中的体声波谐振器的 BVD 模型；

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结构示意图；

图 11 为不同的梁结构尺寸（梁隙宽度）情况下，檐结构尺寸与体声波谐振器的并联阻抗的曲线图，其中，横轴为檐结构的尺寸，纵轴为并联阻抗值；

图 12 为体声波谐振器中存在的横向传播的 S0、S1、A0、A1 四种兰姆波模式的典型色散曲线图。

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。

图 1 为现有技术中的谐振器的基本结构示意图，图 1 中 C 所示区域为谐振器的有效区域，由主体区域 B 和临界区域 A 组成，含顶电极 500、压电层 400、底电极 300、声学镜 200 和高阻硅基底 100。当给谐振器施加特定频率的交流电时，因压电层 400 材料具有逆压电效应，电能会转换成机械能，此机械能主要表现为与压电层表面垂直的活塞声波模式。而谐振器的边界结构会显著影响谐振器性能，具体来看，谐振器有效区域在顶电极连接边和非连接边的边界情况不同，在图 1 中，左侧表示顶电极非连接边情况，右侧表示顶电极连接边情况。可以看到，在有效区域的左侧，声波会通过悬空的压电层和底电极传播到基底 100 及其上方的压电层 400 中；而在有效区域右侧，声波会通过 A2 区域泄露到高阻硅基底 100 和压电层 400 中。而在区域 A2 中，由于压电层上下均有电极，因此形成了一个同频率的高次调谐型体声波谐振器，从而会消耗更多的声波能量。声能的泄露会导致器件的并联阻抗 R_p 降低、有效机电耦合系数 $K_{t,eff}^2$ 降低，最终造成器件的整体性能降低。

有效区域 C 可认为是有效区域 B 与临界区域 A 并联而成，其等效机电模型如图 2 所示，其总电容 C_1 为：

$$C_1 = C_B + C_A \quad (1)$$

图 1 所示图形的 BVD 模型如图 3 所示，其串联谐振频率、并联谐振频率、有效机电耦合系数分别为：

$$\omega_s = \frac{1}{\sqrt{Lm \cdot Cm}} \quad (2)$$

$$\omega_P = \sqrt{1 + \frac{C_m}{C_1}} \quad (3)$$

$$K_{t,eff}^2 = \frac{\pi^2}{4} \left(\frac{\omega_P - \omega_S}{\omega_P} \right) \quad (4)$$

为改善器件有效区域右侧的性能,可将顶电极 500 在顶电极的连接边一侧加工成梁结构 700,如图 4 所示。图 4 中 B 所示区域为谐振器的有效区域,具有第一声阻抗;A 为梁结构 700 在有效区域内部的距离,有效区域内梁结构 700 距离压电层 400 的高度为 a。

有效区域 B 与梁结构 700 的在区域 A 的部分(对应于第一梁部)的等效机电模型如图 6 所示, C_B 为 B 区域的电容。 C_{eq2} 为腔 BA 的电容 C_{air} 与压电层 400 材料的电容 C_A 串联而成。各公式为:

$$C_{air2} = \frac{\epsilon_0 A}{a} \quad (5)$$

$$C_{eq2} = \frac{C_{air2} * C_A}{C_{air2} + C_A} = \frac{C_A}{1 + \frac{C_A}{C_{air2}}} \quad (6)$$

$$C_2 = C_B + C_{eq2} \quad (7)$$

通过公式 (5) 得知: 区域 A 的空气电容与区域 A 的长度成正比。由公式 (6) 得知: C_{eq2} 小于 C_A ; 对比公式 (1) 和公式 (7) 得知: C_2 小于 C_1 , 即梁部增加使谐振器电容较基准情况降低。

图 4 所示图形的 BVD 模型如图 5 所示,其串联谐振频率、并联谐振频率、有效机电耦合系数分别为:

$$\omega_S = \frac{1}{\sqrt{Lm * Cm}} \quad (8)$$

$$\omega_{P,2} = \sqrt{1 + \frac{C_m}{C_2}} \quad (9)$$

$$K_{t,eff,2}^2 = \frac{\pi^2}{4} \left(\frac{\omega_{P,2} - \omega_S}{\omega_{P,2}} \right) \quad (10)$$

对比公式 (2) 和公式 (8) 可知,梁部的增加不改变谐振器的串联谐振频率。对比公式 (3) 和公式 (9) 可知,因 C_1 大于 C_2 , 可知 ω_P 小于 $\omega_{P,2}$, 即梁部的增加使谐振器的并联谐振频率增大。对于公式 (4) 和 (10) 可知, $K_{t,eff}^2$ 小于 $K_{t,eff,2}^2$, 即梁部的增加使谐振器的有效机电耦合系数增大。而梁的引入又使得 A2 区域的高次调谐型谐振器在主谐振器工作频率变成一个较小的等效电容,减少了声波能量的消耗,从而有助于提高谐振器的整体有效机电耦合系数。

基于以上,本发明提出了一种体声波谐振器,包括:

基底 100;

声学镜 200;

底电极 300, 设置在基底上方;

顶电极 500; 和

压电层 400, 设置在底电极上方以及底电极与顶电极之间,

其中:

所述声学镜 200、底电极 300、压电层 400 和顶电极 500 在谐振器厚度方向上的重叠区域构成谐振器的有效区域 B;

所述顶电极的连接部分处设置有梁结构 700, 所述梁结构包括第一梁部, 所述第一梁部在谐振器的厚度方向的投影落入所述声学镜的区域内, 第一梁部形成的空隙具有梁隙高度 a 和第一梁隙宽度 A 。

在可选的实施例中, 所述第一梁隙宽度 A 在 $0.75\ \mu\text{m}$ 到 $3.5\ \mu\text{m}$ 之间。或者, 所述第一梁隙宽度 A 约为所述谐振器的并联频率处主谐振区域的 S1 模式兰姆波波长的四分之一 (参见图 12); 或者所述第一梁隙宽度 A 在所述谐振器的并联频率处主谐振区域的 S1 模式兰姆波波长的四分之一与所述谐振器的并联频率处主谐振区域的 S0 模式兰姆波波长的四分之一 (参见图 12) 之间。

进一步的实施例中, 所述第一梁隙宽度为 $0.75\ \mu\text{m}$ 到 $2\ \mu\text{m}$ 。更进一步的, 所述第一梁隙宽度约为 $1\ \mu\text{m}$ 或 $2\ \mu\text{m}$ 。

在体声波谐振器工作时, 三明治结构中会产生大量的振动, 若将这些振动按照其频率 (f) 和波数 (k) 的关系绘制成色散曲线, 则可获得多种模式的曲线。图 12 是体声波谐振器中存在的横向传播的 S0、S1、A0、A1 四种兰姆波模式的典型色散曲线图, 该色散曲线的数值由谐振器的层叠结构具体决定。其纵轴为振动频率, 横轴为波数 (k), 相应的波长为 $\lambda = 2\pi/k$ 。如图 12 所示, 其中 1 种模式的曲线称为 S1 模式, 振动频率为并联谐振频率 f_p 时, 对应的波数为 k_p , 而 S1 模式的波长 λ 定义为下式: $\lambda = \frac{2\pi}{k_p}$ 。

在可选的实施例中, 所述梁隙高度 d 在 $100\text{\AA}$ – $4000\text{\AA}$ 范围内, 例如可以为 $100\text{\AA}$, $300\text{\AA}$, $500\text{\AA}$, $2000\text{\AA}$, $4000\text{\AA}$ 等。

如图 4 所示, 所述梁结构 700 还包括第二梁部 (对应于图 4 中的 A2 部分), 所述第二梁部在谐振器的厚度方向的投影处于声学镜的区域之外且与所述底电极重叠, 所述第二梁部具有所述梁隙高度 d 和第二梁隙宽度 A_2 。可选的, 所述第二梁隙宽度在 $2\ \mu\text{m}$ – $8\ \mu\text{m}$ 范围内, 例如可以为 $2\ \mu\text{m}$ 、 $4\ \mu\text{m}$ 、 $6\ \mu\text{m}$ 、 $8\ \mu\text{m}$ 等。

为改善声波在有效区域左侧的声波泄露情况,可将顶电极 110 在左侧加工一种檐结构 600,其长度为 D,具有第二声阻抗,如图 7 所示。檐结构 600 所具有第二声阻抗与有效区域 B 的第一声阻抗不匹配,从而提升声波的反射能力和转换能力以及对寄生模式的抑制作用,使得谐振器的性能增加,其 R_p 值进一步增加。除此之外,檐结构还能调整谐振器的电容。

图 7 中的有效区域 B 的等效机电模型如图 8 所示, C_B 为有效区域 B 的电容, C_{eq3} 为腔 WA 的电容 C_{air3} 与压电层 400 材料的电容 C_D 串联而成。各公式为:

$$C_{air3} = \frac{\epsilon_0 D}{d} \quad (11)$$

$$C_{eq3} = \frac{C_{air3} * C_D}{C_{air3} + C_D} \quad (12)$$

$$C_3 = C_B + C_A + C_{eq3} \quad (13)$$

对比公式 (1) 和公式 (13) 得知: C_3 大于 C_1 , 即檐部增加使谐振器电容较基准情况增加。

图 7 所示图形的 BVD 模型如图 9 所示,其串联谐振频率、并联谐振频率、有效机电耦合系数分别为:

$$\omega_s = \frac{1}{\sqrt{Lm * Cm}} \quad (14)$$

$$\omega_{p,3} = \sqrt{1 + \frac{C_m}{C_3}} \quad (15)$$

$$K_{t,eff,3}^2 = \frac{\pi^2}{4} \left(\frac{\omega_{p,3} - \omega_s}{\omega_{p,3}} \right) \quad (16)$$

对比公式 (2) 和公式 (14) 可知,檐部的增加不改变谐振器的串联谐振频率。对比公式 (3) 和公式 (15) 可知,因 C_1 小于 C_3 , 可知 ω_p 大于 $\omega_{p,3}$, 即檐部的增加使谐振器的并联谐振频率减小。

对于公式 (4) 和 (16) 可知, $K_{t,eff}^2$ 大于 $K_{t,eff,3}^2$, 即檐部的增加使谐振器的有效机电耦合系数减小。

由上可知,梁的增加会使有效机电耦合系数增加,而檐的增加会使有效机电耦合系数减小,故当谐振器的其他参数一定,可通过调整第一梁部的区域 A 的宽度和檐结构的区域 D 的宽度,使谐振器的有效机电耦合系数基本保持不变。

如图 7 所示,在所述顶电极一侧的边缘形成的檐结构 600,所述檐结构 600 沿谐振器的厚度方向的投影落入所述声学镜的区域内,所述檐结构形成的空隙具有檐隙高度 d 和檐隙宽度 D。所述檐隙宽度可在 0.5 μm - 7 μm 范围内,例如 0.5 μm 、4 μm 、

5 μm 、7 μm 等。所述檐隙高度可与梁隙高度相同。

另一方面，第一梁部的宽度 A 和檐隙宽度 D 还会影响 R_p 的高低。对于某一特定膜层厚度组合，通过仿真不同梁檐结构尺寸的组合，从仿真结果（如图 10 所示）可以看到，当檐的宽度从 0.5 μm 变化至 5 μm 时，随着梁的宽度增加，从 0.5 μm 变化到 3 μm 时，谐振器的 R_p 会有一个先上升后下降的现象，当梁的有效区域 A 的宽度为 1 μm 时，相同檐尺寸的谐振器的 R_p 值均最高。进一步，当梁有效区域尺寸 A 为 1 μm ，檐尺寸为 0.75 μm ，1.75 μm ，3 μm ，3.75 μm 时，会产生全局 R_p 较高的最优解。可见，通过优化梁檐尺寸的组合而不是限定梁檐尺寸相等，会进一步提高谐振器性能，可保证有效机电耦合系数基本不变。而对于不同厚度的膜层组合情况，梁结构的可选宽度在 0.75 μm 到 3.5 μm 之间，进一步的，在 0.75 μm 到 2 μm 之间，约为并联频率 f_p 处主谐振区域 S1 模式兰姆波波长的四分之一，或介于并联频率 f_p 处主谐振区域 S1 模式兰姆波波长的四分之一和并联频率 f_p 处主谐振区域 S0 模式兰姆波波长的四分之一之间。

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结构示意图。如图 10 所示，该谐振器具有基底 100、声学镜 200、底电极 300、压电层 400、顶电极 500、檐结构 600、梁结构 700，B 所示区域为谐振器的有效区域。在图 10 中，梁结构 700 具有第一梁部（对应于图 10 中的 A 所在区域），梁结构 700 形成梁隙 BA，檐结构 600 具有檐隙 WA，檐隙的高度为 d，梁隙的高度为 a，檐隙的宽度为 D，梁隙的第一梁部的宽度为 A。

在本发明中，可以通过选择檐隙的尺寸（例如檐隙宽度）和第一梁隙的尺寸（例如第一梁隙宽度），使得设置有檐结构和梁结构的谐振器的有效机电耦合系数在参照谐振器（与设置有檐结构和梁结构的谐振器相比，除了设置檐结构和梁结构之外，其他完全相同）的有效机电耦合系数的 95%-102% 的范围内，例如为 95%、99%、100%、102% 等。当然，也可以通过选择檐隙的尺寸（例如檐隙宽度）和第一梁隙的尺寸（例如第一梁隙宽度），使得设置有檐结构和梁结构的谐振器的有效机电耦合系数与参照谐振器（与设置有檐结构和梁结构的谐振器相比，除了设置檐结构和梁结构之外，其他完全相同）的有效机电耦合系数不同。

在本发明中，也可以仅仅通过选择第一梁隙的尺寸（例如第一梁隙宽度），使得设置有梁结构的谐振器的有效机电耦合系数与参照谐振器（与设置有梁结构的谐振器相比，除了设置梁结构之外，其他完全相同）的有效机电耦合系数不同。

基于以上，本发明也提出了一种体声波谐振器的有效机电耦合系数的控制方法，包括步骤：选择所述檐隙宽度和所述第一梁隙宽度，使得所述谐振器的有效机电耦合系数在参照谐振器的有效机电耦合系数的 95%-102% 的范围内。可选的，选择所述檐隙宽度和所述第一梁隙宽度，使得所述谐振器的有效机电耦合系数与参照谐振器的有效机电耦合系数相同。可选的，还可选择梁隙高度和/或檐隙高度来调整有效机电耦合系数。

相应的，本发明也提出了一种滤波器，包括：串联支路，包括多个串联谐振器；多个并联支路，每个并联支路包括至少一个并联谐振器，其中：所述至少一个并联谐振器和所述多个串联谐振器中的至少一个谐振器的有效机电耦合系数不同于其他谐振器的有效机电耦合系数，所述至少一个谐振器设置有上述的梁结构。

可选的，所述并联谐振器和所述多个串联谐振器中的至少两个谐振器均设置有上述的梁结构和檐结构，且所述至少两个谐振器基于所述第一梁隙宽度与所述檐隙宽度不同，而具有彼此不同的有效机电耦合系数。

或者可选的，所述并联谐振器和所述多个串联谐振器中的至少两个谐振器均设置有上述的梁结构和檐结构，且所述至少两个谐振器基于所述第一梁隙宽度与所述檐隙宽度不同，而具有彼此不同的有效机电耦合系数。

本发明也提出了一种滤波器，包括：串联支路，包括多个串联谐振器；多个并联支路，每个并联支路包括至少一个并联谐振器，其中：所述至少一个并联谐振器和所述多个串联谐振器中的至少一个谐振器包括上述的檐结构和梁结构，且所述至少一个谐振器的有效机电耦合系数在参照谐振器的有效机电耦合系数的 95%-102% 的范围内。可选的，所述至少一个谐振器的有效机电耦合系数与参照谐振器的有效机电耦合系数相同。

下面示例性的简单说明根据本发明的体声波谐振器的部件的材料。

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)、钪(Sc)、镁(Mg)、金(Au)、钨(W)、钼(Mo)、铂(Pt)、钌(Ru)、铱(Ir)、锗(Ge)、铜(Cu)、铝(Al)、铬(Cr)、砷掺杂金等类似金属形成。

在本发明中，压电层材料可以为氮化铝(AlN)、掺杂氮化铝(doped ALN) 氧化锌(ZnO)、锆钛酸铅(PZT)、铌酸锂(LiNbO₃)、石英(Quartz)、铌酸钾(KNbO₃) 或钽酸锂(LiTaO₃) 等材料，其中掺杂 ALN 至少含一种稀土元素，如钪(Sc)、钇(Y)、镁(Mg)、

钛 (Ti)、镧 (La)、铈 (Ce)、镨 (Pr)、钕 (Nd)、钷 (Pm)、钐 (Sm)、铕 (Eu)、钆 (Gd)、铽 (Tb)、镝 (Dy)、钬 (Ho)、铒 (Er)、铥 (Tm)、镱 (Yb)、镱 (Lu) 等。

在本发明中，基底材料包括但不限于：单晶硅 (Si)，砷化镓 (GaAs)，蓝宝石，石英等。

本发明的实施例也涉及一种电子设备，包括上述的滤波器或者谐振器。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；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：

所述声学镜、底电极、压电层和顶电极在谐振器厚度方向上的重叠区域构成谐振器的有效区域；

所述顶电极的连接部分处设置有梁结构，所述梁结构包括第一梁部，所述第一梁部在谐振器的厚度方向的投影落入所述声学镜的区域内，第一梁部形成的空隙具有梁隙高度和第一梁隙宽度。

2、根据权利要求1所述的谐振器，其中：

所述第一梁隙宽度在 $0.75\ \mu\text{m}$ 到 $3.5\ \mu\text{m}$ 之间。

3、根据权利要求2所述的谐振器，其中：

所述第一梁隙宽度为 $0.75\ \mu\text{m}$ 到 $2\ \mu\text{m}$ 。

4、根据权利要求3所述的谐振器，其中：

所述第一梁隙宽度约为 $1\ \mu\text{m}$ 或 $2\ \mu\text{m}$ 。

5、根据权利要求2-4中任一项所述的谐振器，其中：

所述梁隙高度在 $100\text{\AA}$ - $4000\text{\AA}$ 范围内。

6、根据权利要求1所述的谐振器，其中：

所述梁结构还包括第二梁部，所述第二梁部在谐振器的厚度方向的投影处于声学镜的区域之外且与所述底电极重叠，所述第二梁部具有所述梁隙高度和第二梁隙宽度。

7、根据权利要求6所述的谐振器，其中：

所述第二梁隙宽度在 $2\ \mu\text{m}$ - $8\ \mu\text{m}$ 范围内。

8、根据权利要求1-7中任一项所述的谐振器，还包括：

在所述顶电极一侧的边缘形成的檐结构，所述檐结构沿谐振器的厚度方向的投影落入所述声学镜的区域内，所述檐结构形成的空隙具有檐隙高度和檐隙宽度。

9、根据权利要求8所述的谐振器，其中：

所述檐隙宽度在 $0.5\ \mu\text{m}$ – $7\ \mu\text{m}$ 范围内。

10、根据权利要求9所述的谐振器，其中：

所述檐隙高度在 $100\text{\AA}$ – $4000\text{\AA}$ 范围内。

11、根据权利要求8-10中任一项所述的谐振器，其中：

所述檐隙宽度不同于所述梁结构的第一梁隙宽度。

12、根据权利要求8-11中任一项所述的谐振器，其中：

所述谐振器的有效机电耦合系数在参照谐振器的有效机电耦合系数的 95%–102% 的范围内。

13、根据权利要求12所述的谐振器，其中：

所述谐振器的有效机电耦合系数与参照谐振器的有效机电耦合系数相同。

14、一种体声波谐振器的有效机电耦合系数的控制方法，其中：

所述谐振器为根据权利要求8-11中任一项所述的谐振器；

所述方法包括步骤：选择所述檐隙宽度和所述第一梁隙宽度，使得所述谐振器的有效机电耦合系数在参照谐振器的有效机电耦合系数的 95%–102% 的范围内。

15、根据权利要求14所述的方法，其中：

选择所述檐隙宽度和所述第一梁隙宽度，使得所述谐振器的有效机电耦合系数与参照谐振器的有效机电耦合系数相同。

16、根据权利要求14或15所述的方法，其中：

所述方法包括选择梁隙高度和/或檐隙高度。

17、一种滤波器，包括：

串联支路，包括多个串联谐振器；

多个并联支路，每个并联支路包括至少一个并联谐振器，

其中：

所述至少一个并联谐振器和所述多个串联谐振器中的至少一个谐振器的有效机电耦合系数不同于其他谐振器的有效机电耦合系数，所述至少一个谐振器为根据权利要求1-13中任一项所述的体声波谐振器。

18、根据权利要求17所述的滤波器，其中：

所述并联谐振器和所述多个串联谐振器中的至少两个谐振器为根据权利要求8-11中任一项所述的谐振器，且所述至少两个谐振器基于所述第一梁隙宽度与所述檐

隙宽度不同，而具有彼此不同的有效机电耦合系数。

19、根据权利要求 17 所述的滤波器，其中：

所述并联谐振器和所述多个串联谐振器中的至少两个谐振器为根据权利要求 8-11 中任一项所述的谐振器，且所述至少两个谐振器基于所述第一梁隙宽度不同或者所述檐隙宽度不同，而具有彼此不同的有效机电耦合系数。

20、一种滤波器，包括：

串联支路，包括多个串联谐振器；

多个并联支路，每个并联支路包括至少一个并联谐振器，

其中：

所述至少一个并联谐振器和所述多个串联谐振器中的至少一个谐振器为根据权利要求 12 所述的体声波谐振器。

21、根据权利要求 20 所述的滤波器，其中：

所述至少一个谐振器的有效机电耦合系数与参照谐振器的有效机电耦合系数相同。

22、一种电子设备，包括根据权利要求 17-21 中任一项所述的滤波器或者根据权利要求 1-13 中任一项所述的体声波谐振器。

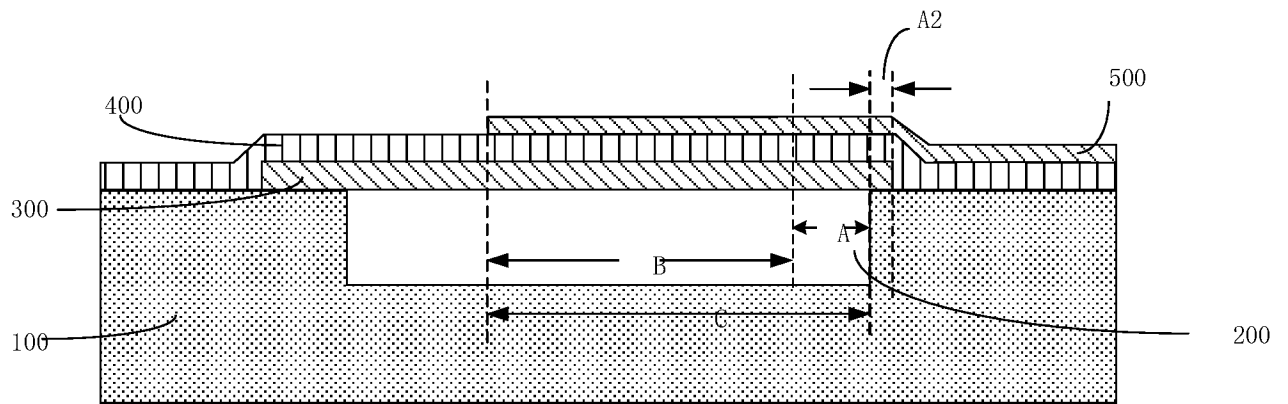


图 1

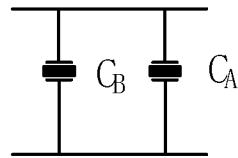


图 2

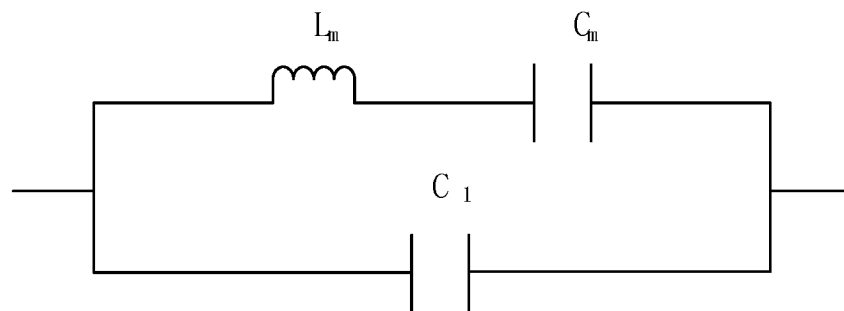


图 3

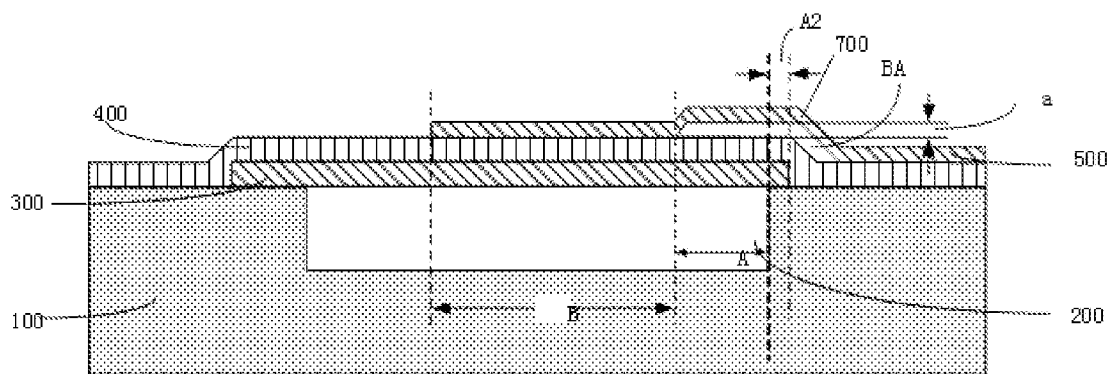


图 4

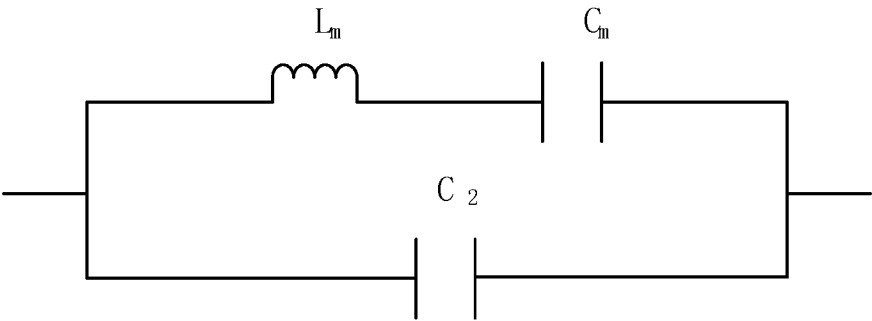


图 5

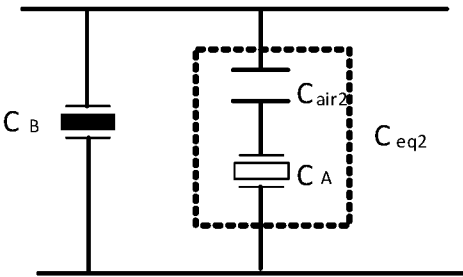


图 6

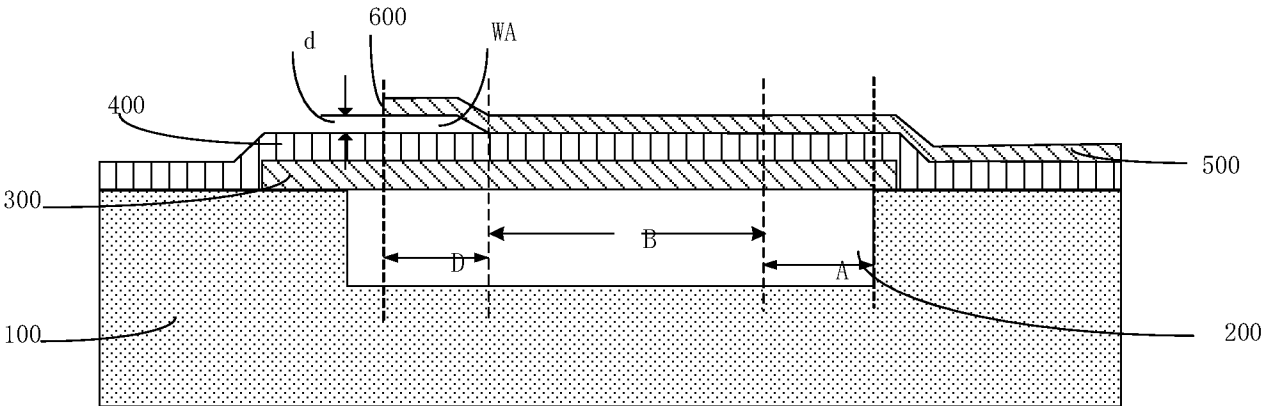


图 7

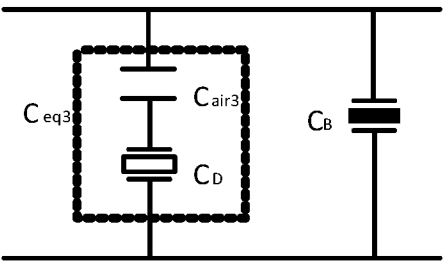


图 8

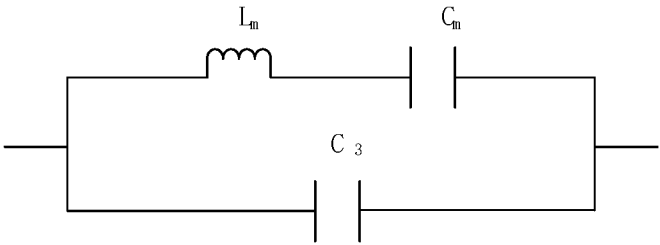


图 9

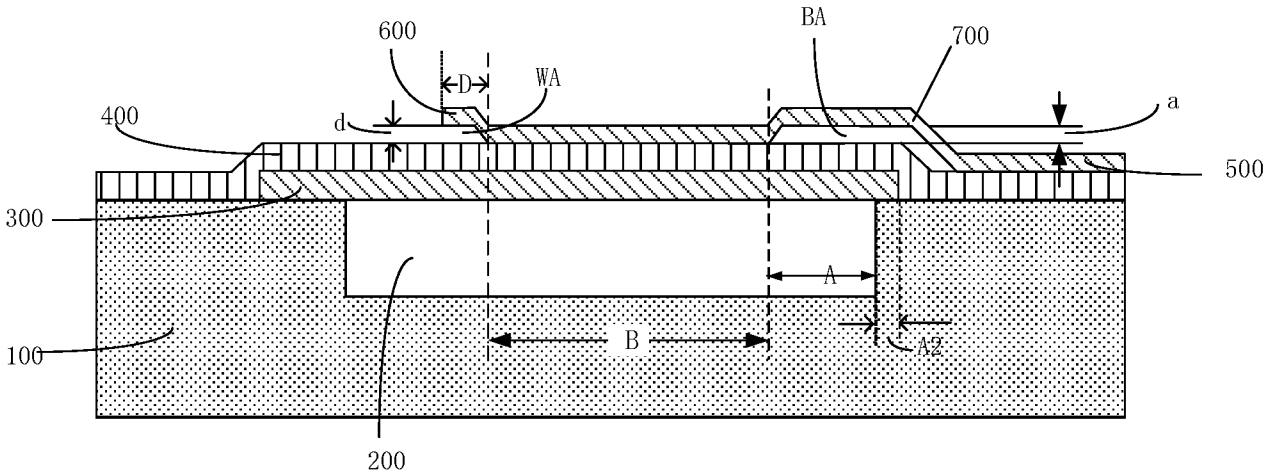


图 10

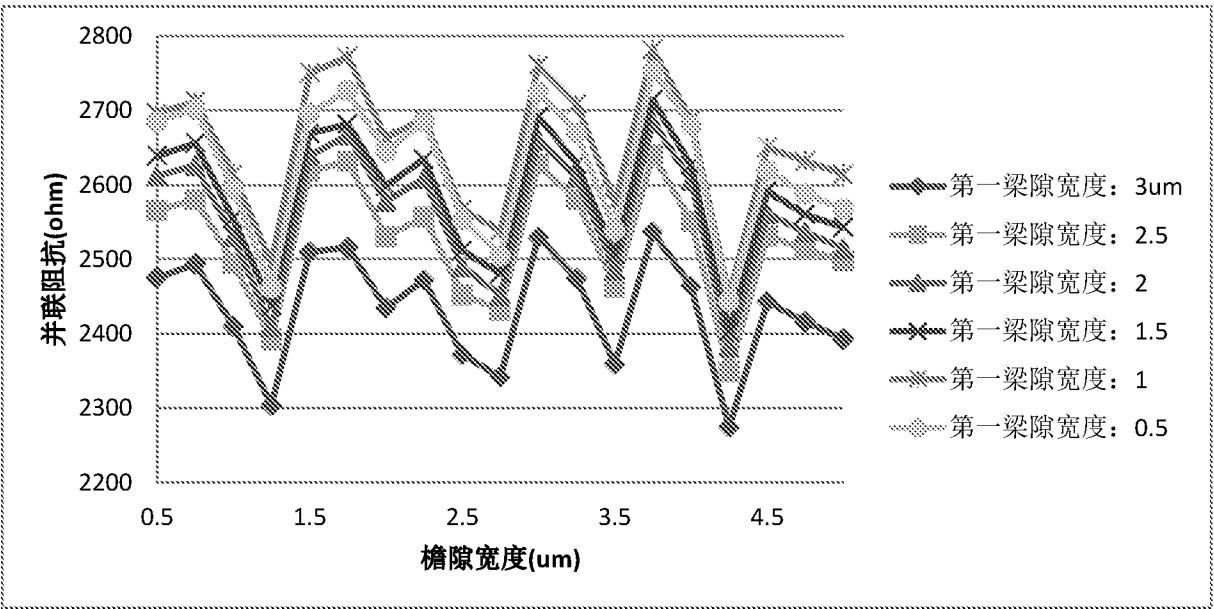


图 11

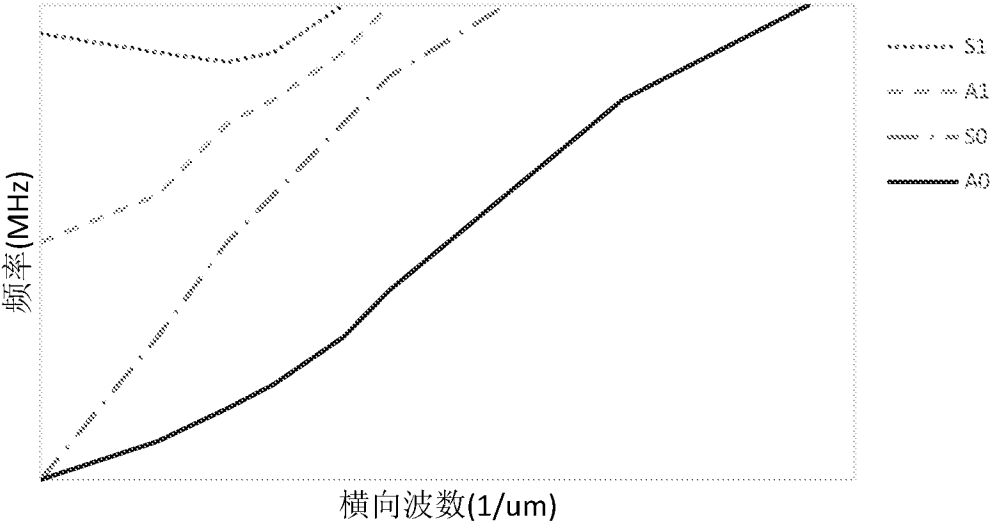


图 12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2019/121109

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H03H 9/02(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)

EPODOC, WPI, CNKI, CNPAT, IEEE: 桥, 隙, 梁, 檐, 声学谐振, 声波谐振, 体声波谐振, 声波滤波器, 声学滤波器, 体声波滤波器, 电极, bridge, gap, croth, beam, bulk acoustic wave, FBAR, BAW, acoustic wave resonator, acoustic wave filter, acoustic filter, bulk acoustic resonator, acoustic resonator, electrode

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 IP SINGAPORE PTE. LTD.) 26 June 2014 (2014-06-26) description, paragraphs [0039]-[0115], and figures 1A-8	1-22
X	US 2011084779 A1 (ZHANG, Hao) 14 April 2011 (2011-04-14) description, paragraphs [0054]-[0062], and figures 1A-2B	1-7, 17, 22
X	CN 103401528 A (AVAGO TECHNOLOGIES GENERAL IP (SINGAPORE) PTE. LTD.) 20 November 2013 (2013-11-20) description, paragraphs [0034]-[0077], and figures 1A-5	1-7, 17, 22
PX	CN 110061712 A (TIANJIN UNIVERSITY et al.) 26 July 2019 (2019-07-26) description, paragraphs [0035]-[0052], and figures 1-9	1-22
PX	CN 110166014 A (ROFS MICROSYSTEM (TIANJIN) CO., LTD.) 23 August 2019 (2019-08-23) description, paragraphs [0041]-[0097], and figures 1-8B	1-7, 17, 22
A	US 2014139077 A1 (AVAGO TECHNOLOGIES GENERAL IP SINGAPORE PTE. LTD.) 22 May 2014 (2014-05-22) entire document	1-22



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

19 February 2020

Date of mailing of the international search report

28 February 2020

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration
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/CN2019/121109

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	2011084779	A1	14 April 2011	US	8692631	B2	08 April 2014
CN	103401528	A	20 November 2013	JP	2013138425	A	11 July 2013
				DE	102012224460	B4	14 August 2019
				CN	103401528	B	09 June 2017
				DE	102012224460	A1	27 June 2013
				US	2012161902	A1	28 June 2012
CN	110061712	A	26 July 2019	None			
CN	110166014	A	23 August 2019	WO	2019154345	A1	15 August 2019
US	2014139077	A1	22 May 2014	US	9520856	B2	13 December 2016
				US	2017093368	A1	27 January 2017

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2019/121109

A. 主题的分类 H03H 9/02 (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)) EPDOC, WPI, CNKI, CNPAT, IEEE: 桥, 隙, 梁, 檐, 声学谐振, 声波谐振, 体声波谐振, 声波滤波器, 声学滤波器, 体声波滤波器, 电极, bridge, gap, croth, beam, bulk acoustic wave, FBAR, BAW, acoustic wave resonator, acoustic wave filter, acoustic filter, bulk acoustic resonator, acoustic resonator, electrode																							
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 IP SINGAPORE PTE. LTD.) 2014 年 6 月 26 日 (2014 - 06 - 26) 说明书第[0039]-[0115]段、图1A-8</td> <td>1-22</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>US 2011084779 A1 (ZHANG, HAO) 2011 年 4 月 14 日 (2011 - 04 - 14) 说明书第[0054]-[0062]段、图1A-2B</td> <td>1-7, 17, 22</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>CN 103401528 A (安华高科技通用IP新加坡公司) 2013 年 11 月 20 日 (2013 - 11 - 20) 说明书第[0034]-[0077]段、图1A-5</td> <td>1-7, 17, 22</td> </tr> <tr> <td>PX</td> <td>CN 110061712 A (天津大学 等) 2019 年 7 月 26 日 (2019 - 07 - 26) 说明书第[0035]-[0052]段、图1-9</td> <td>1-22</td> </tr> <tr> <td>PX</td> <td>CN 110166014 A (诺思天津微系统有限责任公司) 2019 年 8 月 23 日 (2019 - 08 - 23) 说明书第[0041]-[0097]段、图1-8B</td> <td>1-7, 17, 22</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2014139077 A1 (AVAGO TECHNOLOGIES GENERAL IP SINGAPORE PTE. LTD.) 2014 年 5 月 22 日 (2014 - 05 - 22) 全文</td> <td>1-22</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 IP SINGAPORE PTE. LTD.) 2014 年 6 月 26 日 (2014 - 06 - 26) 说明书第[0039]-[0115]段、图1A-8	1-22	X	US 2011084779 A1 (ZHANG, HAO) 2011 年 4 月 14 日 (2011 - 04 - 14) 说明书第[0054]-[0062]段、图1A-2B	1-7, 17, 22	X	CN 103401528 A (安华高科技通用IP新加坡公司) 2013 年 11 月 20 日 (2013 - 11 - 20) 说明书第[0034]-[0077]段、图1A-5	1-7, 17, 22	PX	CN 110061712 A (天津大学 等) 2019 年 7 月 26 日 (2019 - 07 - 26) 说明书第[0035]-[0052]段、图1-9	1-22	PX	CN 110166014 A (诺思天津微系统有限责任公司) 2019 年 8 月 23 日 (2019 - 08 - 23) 说明书第[0041]-[0097]段、图1-8B	1-7, 17, 22	A	US 2014139077 A1 (AVAGO TECHNOLOGIES GENERAL IP SINGAPORE PTE. LTD.) 2014 年 5 月 22 日 (2014 - 05 - 22) 全文	1-22
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 IP SINGAPORE PTE. LTD.) 2014 年 6 月 26 日 (2014 - 06 - 26) 说明书第[0039]-[0115]段、图1A-8	1-22																					
X	US 2011084779 A1 (ZHANG, HAO) 2011 年 4 月 14 日 (2011 - 04 - 14) 说明书第[0054]-[0062]段、图1A-2B	1-7, 17, 22																					
X	CN 103401528 A (安华高科技通用IP新加坡公司) 2013 年 11 月 20 日 (2013 - 11 - 20) 说明书第[0034]-[0077]段、图1A-5	1-7, 17, 22																					
PX	CN 110061712 A (天津大学 等) 2019 年 7 月 26 日 (2019 - 07 - 26) 说明书第[0035]-[0052]段、图1-9	1-22																					
PX	CN 110166014 A (诺思天津微系统有限责任公司) 2019 年 8 月 23 日 (2019 - 08 - 23) 说明书第[0041]-[0097]段、图1-8B	1-7, 17, 22																					
A	US 2014139077 A1 (AVAGO TECHNOLOGIES GENERAL IP SINGAPORE PTE. LTD.) 2014 年 5 月 22 日 (2014 - 05 - 22) 全文	1-22																					
☐ 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> * 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> “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	国际检索报告邮寄日期																						
2020 年 2 月 19 日	2020 年 2 月 28 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) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088	赵致民																						
传真号 (86-10)62019451	电话号码 86-(10)-53961446																						

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2019/121109

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	2011084779	A1	2011年 4月 14日	US	8692631	B2	2014年 4月 8日
CN	103401528	A	2013年 11月 20日	JP	2013138425	A	2013年 7月 11日
				DE	102012224460	B4	2019年 8月 14日
				CN	103401528	B	2017年 6月 9日
				DE	102012224460	A1	2013年 6月 27日
				US	2012161902	A1	2012年 6月 28日
CN	110061712	A	2019年 7月 26日	无			
CN	110166014	A	2019年 8月 23日	WO	2019154345	A1	2019年 8月 15日
US	2014139077	A1	2014年 5月 22日	US	9520856	B2	2016年 12月 13日
				US	2017093368	A1	2017年 1月 27日