(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 4 月 2 日 (02.04.2020)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2020/062385 A1

(51) 国际专利分类号:
H03H 9/02 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2018/112092

(22) 国际申请日: 2018 年 10 月 26 日 (26.10.2018)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201811154754.7 2018年9月30日 (30.09.2018) 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)。

(72) 发明人: 刘伯华 (LIU, Bohua); 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)。 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)。

(74) 代理人: 北 京 汉 智 嘉 成 知 识 产 权 代 理 有 限 公司 (CHINA SMART INTELLECTUAL PROPERTY LTD.); 中国北京市东城区建国门内大街18号办二4层417, Beijing 100005 (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,

(54) **Title:** FLEXIBLE SUBSTRATE FILM BULK ACOUSTIC RESONATOR AND FORMING METHOD THEREFOR

(54) 发明名称: 一种柔性基底薄膜体声波谐振器以及形成方法

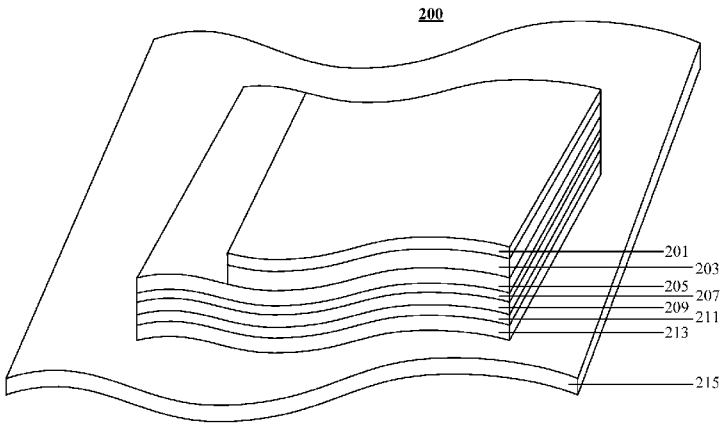


图 2

(57) **Abstract:** Provided are a flexible substrate film bulk acoustic resonator (200, 300, 400, 500, 700, 800) and a forming method therefor, which is helpful to increase the Q value of the device and improve the performance of the device, and can reduce the cost for processing and manufacturing the device. The flexible substrate film bulk acoustic resonator (200, 300, 400, 500, 700, 800) comprises: a flexible substrate (215, 311, 409, 511, 615, 721, 815), a bottom acoustic reflection layer, and a resonant structure, wherein the bottom acoustic reflection layer is located above the flexible substrate (215, 311, 409, 511, 615, 721, 815), and the resonant structure is located above the bottom acoustic reflection layer.

(57) 摘要: 一种柔性基底薄膜体声波谐振器 (200, 300, 400, 500, 700, 800) 以及形成方法, 有助于提高器件的Q值, 改善器件性能, 并能降低器件加工制作的成本。该柔性基底薄膜体声波谐振器 (200, 300, 400, 500, 700, 800) 包括: 柔性基底 (215, 311, 409, 511, 615, 721, 815)、底部声反射层、以及谐振结构, 其中: 底部声反射层位于柔性基底 (215, 311, 409, 511, 615, 721, 815) 之上; 谐振结构位于底部声反射层之上。

WO 2020/062385 A1

[见续页]

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, 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))。

一种柔性基底薄膜体声波谐振器以及形成方法

技术领域

本发明涉及半导体技术领域，特别地涉及一种柔性基底薄膜体声波谐振器以及形成方法。

背景技术

压电体声波（Bulk Acoustic Wave，简称 BAW）谐振器由于具有小型化和可集成化等许多独特的特性，使其具有广泛的应用范围。在通讯领域中，凭借其小体积、轻质量、宽频带、低插入损耗、陡滚降和高品质因子以及低功耗、低相位噪声等优势，利用压电薄膜在厚度方向的纵向谐振所制成的薄膜压电体声波谐振器已成熟应用于滤波器、双工器和振荡器等电路中，已经成为替代表面声波器件和石英晶体谐振器的一个可行性方案；另外，薄膜体声波谐振器具有质量吸附敏感效应，以薄膜体声波谐振器为敏感原件的薄膜体波传感器可用于生物、化学、医疗诊断、环境检测等领域中。

与此同时，柔性传感设备正成为研究热潮，已相继出现柔性基底上温度、湿度传感器，基于聚酰亚胺（Polyimide，简称 PI）基底以表面声波（surface acoustic wave，简称 SAW）滤波器为原理的无源无线传感器以及基于聚酰亚胺 PI 的不定型硅温度传感器等。与传统传感设备相比，柔性传感器具有质量轻、体积小、可弯曲、可拉伸、可贴合到某些不规则物体表面的特点。这些器件可以应用到智能手环/智能手表中，用于追踪日常健康和健身，可以贴于皮肤表面用于脉搏、心率检测、血压检测、局部温度检测、心电检测、血氧饱和度检测；也可以作为嵌入式传感器贴到飞机机翼表面，用于检测飞机在某些极端条件下的震动；还可以集成到衣服中，用于制作检测运动员运动特征信号的智能衣物。可以预见的是，柔性电子器件或系统将被广泛应用到

物联网以及可穿戴电子设备中等。

薄膜压电体声波谐振器（Film Bulk Acoustic Resonator，简称FABR），其特征是谐振器主体部分具有三明治结构，从下至上依次为第一电极、压电层和第二电极。通常将第一电极、压电层、第二电极在厚度方向上重叠的区域定义为谐振器的有效区域。第一电极和第二电极为激励电极，它们的作用是引起谐振器各层的机械震荡。当在电极之间施加一定频率的交变电压信号时，由于压电材料所具有的逆压电效应，有效区域内的上下电极之间会产生垂直方向传播的声波，声波在第二电极与空气的交界面和第一电极下的声反射结构之间来回反射并在一定频率下产生谐振。

Q 值是谐振器一项重要参数，Q 值为系统储存的总能量与每周期内谐振器通过各种途径损耗的能量的比值，其计算公式如下：

$$Q=\omega Etot/\Delta E \qquad (1)$$

其中 ω 是角频率，Etot 是系统储存的总能量，ΔE 是每周期内谐振器通过各种途径损耗的能量。由公式（1）可知，谐振器的能量损耗越少，其 Q 值越高，谐振器的性能越好。对于薄膜体声波谐振器，其主要的能量损耗途径可以分为三类：电学损耗、声学损耗、声波泄露。其中，电学损耗主要由谐振器结构中的电极、导线、测试盘等电阻造成的；声学损耗是由声波在介质中传播时，材料阻尼导致部分机械能转化成热能而造成；声波泄露是指部分声波不能被局限于谐振器内，造成能量泄露，部分声波包括纵向声波、横向声波和声表面波泄露。

然而，对于在柔性基底上带有空气腔的薄膜体声波谐振器，其所面临的一个问题是：当器件处于高温环境时，由于器件谐振部分的第二电极 101、压电层 102、第一电极 103 与柔性基底 105 之间的热应力不匹配，导致器件的塌陷，从而与空腔接触；或者当器件处于过度弯曲时，也会导致器件的塌陷，从而与空腔接触。如图 1 所示，这样会使得声波通过接触部分泄露到基底之中，从而降低了声波在第一电极

103 与空腔 104 之间的反射能力，导致谐振器的 Q 值降低、性能下降。同时器件在加工的过程中，需要在柔性基底上通过倒模等类似的工艺方法加工空气腔，而且在器件转移的过程需要在显微镜下通过对准的方法将器件准确安放在空腔上方，使其加工制作过程相对复杂。

基于此，如何保证薄膜体声波谐振器在柔性基底上具有良好的性能，特别是具有高的 Q 值，同时能够简化器件加工的步骤，降低其加工成本，成为本领域技术人员亟待解决的一个技术难题。

发明内容

有鉴于此，本发明提供一种柔性基底薄膜体声波谐振器以及形成方法，有助于提高器件的 Q 值，改善器件性能，并能降低器件加工制作的成本。

本发明一方面提出一种柔性基底薄膜体声波谐振器，包括：柔性基底、底部声反射层、以及谐振结构，其中：所述底部声反射层位于所述柔性基底之上；所述谐振结构位于所述底部声反射层之上。

可选地，所述底部声反射层包括：单层低声阻抗层；或者，N 组布拉格反射结构，其中 N 为正整数，每组所述布拉格反射结构包括低声阻抗层和高声阻抗层。

可选地，所述低声阻抗层包括：环氧基树脂、聚乙二烯、氧化硅、铝、碳掺杂氧化硅、纳米多孔甲基倍半硅氧烷、纳米多孔氢倍半硅氧烷、包含甲基倍半硅氧烷和氢硅倍半环氧乙烷的纳米多孔混合物、纳米玻璃、气凝胶、干凝胶、旋涂玻璃、聚对二甲苯或 SiLK。

可选地，所述低声阻抗层的厚度小于 1μm。

可选地，所述高声阻抗层包括：丁基合成橡胶、聚乙烯、氯丁橡

胶、钨、钼、铂、钌、铱、钨钛、五氧化二钽、氧化哈、氧化铝、硅化络、碳化铌、氮化钽、碳化钛、氧化钛、碳化钒、氮化钨、氧化钨、碳化锆、类金刚石或硅掺杂的金刚石。

可选地，所述高声阻抗层的厚度小于 1μm。

可选地，所述谐振结构包括自下而上依次排列的：第一电极、第一压电层和第二电极；或者，第一电极、第一压电层、第二电极、第二压电层、第三电极；或者，第一电极、第一压电层、第二电极、解耦层、第三电极、第二压电层、第四电极。

可选地，所述第一压电层和/或所述第二压电层为复合压电层。

可选地，所述柔性基底的顶部表面具有微小空腔结构。

可选地，所述微小空腔的宽度为：30μm 至 500μm。

可选地，所述微小空腔的深度为：0.1μm 至 10μm。

可选地，所述微小空腔结构为三棱锥空腔阵列结构、圆锥空腔阵列结构或三棱柱空腔阵列结构。

本发明另一方面提出一种柔性基底薄膜体声波谐振器的形成方法，包括：提供牺牲层；在所述牺牲层之上形成底部声反射层；在所述底部声反射层之上形成谐振结构；去除所述牺牲层，从而得到堆叠结构，然后将所述堆叠结构转移到柔性基底上，所述堆叠结构包括所述底部声反射层和所述谐振结构。

可选地，所述底部声反射层包括：单层低声阻抗层；或者，N 组布拉格反射结构，其中 N 为正整数，每组所述布拉格反射结构包括低

声阻抗层和高声阻抗层。

可选地，所述低声阻抗层包括：环氧基树脂、聚乙二烯、氧化硅、铝、碳掺杂氧化硅、纳米多孔甲基倍半硅氧烷、纳米多孔氢倍半硅氧烷、包含甲基倍半硅氧烷和氢硅倍半环氧乙烷的纳米多孔混合物、纳米玻璃、气凝胶、干凝胶、旋涂玻璃、聚对二甲苯或 SiLK。

可选地，所述低声阻抗层的厚度小于 1μm。

可选地，所述高声阻抗层包括：丁基合成橡胶、聚乙烯、氯丁橡胶、钨、钼、铂、钌、铱、钨钛、五氧化二钽、氧化哈、氧化铝、硅化络、碳化铌、氮化钽、碳化钛、氧化钛、碳化钒、氮化钨、氧化钨、碳化锆、类金刚石或硅掺杂的金刚石。

可选地，所述高声阻抗层的厚度小于 1μm。

可选地，所述谐振结构包括自下而上依次排列的：第一电极、第一压电层和第二电极；或者，第一电极、第一压电层、第二电极、第二压电层、第三电极；或者，第一电极、第一压电层、第二电极、解耦层、第三电极、第二压电层、第四电极。

可选地，所述第一压电层和/或所述第二压电层为复合压电层。

可选地，还包括：在所述柔性基底的顶部表面形成微小空腔结构。

可选地，所述微小空腔的宽度为：30μm 至 500μm。

可选地，所述微小空腔的深度为：0.1μm 至 10μm。

可选地，所述微小空腔结构为三棱锥空腔阵列结构、圆锥空腔阵列结构或三棱柱空腔阵列结构。

由上可知，根据本发明实施例的柔性基底薄膜体声波谐振器以及

形成方法，第一方面，在谐振结构下方设置了底部声反射层，能够将向底部传播的声波反射回谐振结构，减少了能量损失，从而提高了器件 Q 值，改善了器件性能。第二方面，在将薄膜体声波谐振器转移到柔性基底上时，由于不需要在基底上加工空腔，省去了空腔制作的复杂工艺步骤，同时由于基底上没有空腔，在转移的过程中也不用对准，能够大大提高器件转移的效率，并且由于在基底上没有空腔的存在，器件与基底的接触面积更大，使得器件与基底的连接更为牢固不会发生塌陷。

附图说明

附图用于更好地理解本发明，不构成对本发明的不当限定。其中：

图 1 是的薄膜体声波谐振器因弯曲过度而塌陷的示意图；

图 2 是本发明第一实施例的柔性基底薄膜体声波谐振器的结构示意图；

图 3 是本发明第二实施例的柔性基底薄膜体声波谐振器的结构示意图；

图 4 是本发明第三实施例的柔性基底薄膜体声波谐振器的结构示意图；

图 5A 是本发明第四实施例的柔性基底薄膜体声波谐振器的结构示意图；

图 5B 至图 5G 是图 5A 所示的柔性基底薄膜体声波谐振器中位于柔性基底顶表面的微小空腔结构的细节示意图；

图 6 是本发明第五实施例的柔性基底薄膜体声波谐振器的结构示意图；

图 7 是本发明第六实施例的柔性基底薄膜体声波谐振器的结构示意图；

图 8 是本发明第七实施例的柔性基底薄膜体声波谐振器的结构示意图。

具体实施方式

下面详细描述本发明的实施例，所述实施例的示例在附图中示出，其中自始至终相同或类似的标号表示相同或类似的元件或具有相同或类似功能的元件。下面通过参考附图描述的实施例是示例性的，旨在用于解释本发明，而不能理解为对本发明的限制。

在本发明的描述中，需要理解的是，术语“中心”、“纵向”、“横向”、“长度”、“宽度”、“厚度”、“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”“内”、“外”、“顺时针”、“逆时针”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系，仅是为了便于描述本发明和简化描述，而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作，因此不能理解为对本发明的限制。

此外，术语“第一”、“第二”仅用于描述目的，而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。由此，限定有“第一”、“第二”的特征可以明示或者隐含地包括一个或者更多个该特征。在本发明的描述中，“多个”的含义是两个或两个以上，除非另有明确具体的限定。

在本发明中，除非另有明确的规定和限定，术语“安装”、“相连”、“连接”、“固定”等术语应做广义理解，例如，可以是固定连接，也可以是可拆卸连接，或一体地连接；可以是机械连接，也可以是电连接；可以是直接相连，也可以通过中间媒介间接相连，可以是两个元件内部的连通。对于本领域的普通技术人员而言，可以根据具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

在本发明中，除非另有明确的规定和限定，第一特征在第二特征之“上”或之“下”可以包括第一和第二特征直接接触，也可以包括第一和第二特征不是直接接触而是通过它们之间的另外的特征接触。而且，第一特征在第二特征“之上”、“上方”和“上面”包括第一特征在第二特征

正上方和斜上方，或仅仅表示第一特征水平高度高于第二特征。第一特征在第二特征“之下”、“下方”和“下面”包括第一特征在第二特征正下方和斜下方，或仅仅表示第一特征水平高度小于第二特征。

本发明的第一方面提供了柔性基底薄膜体声波谐振器。

根据本发明实施例的柔性基底薄膜体声波谐振器包括：柔性基底、底部声反射层、以及谐振结构，其中：底部声反射层位于柔性基底之上；谐振结构位于底部声反射层之上。

根据本发明实施例的柔性基底薄膜体声波谐振器，在谐振结构下方设置了底部声反射层，能够将向底部传播的声波反射回谐振结构，减少了能量损失，从而提高了器件 Q 值，改善了器件性能。

其中，柔性基底可以是聚酰亚胺（PI）、聚二甲基硅氧烷（PDMS）、涤纶树脂（PET）聚碳酸酯（PC）、聚萘二甲酸乙二醇酯（PEN）、聚醚砜（PES）、聚醚酰亚胺（PEI）、聚乙烯醇（PVA）、各种含氟聚合物（FEP）等构成。

其中，底部声反射层可以包括：单层低声阻抗层；或者，N 组布拉格反射结构，N 为正整数，每组布拉格反射结构包括低声阻抗层和高声阻抗层。其中低声阻抗层和高声阻抗层的厚度均为四分之一或四分之三声波波长。当底部声反射层仅仅包含单层低声阻抗层时，器件具有更轻薄、柔韧性更好的优点。当底部声反射层包含多组布拉格反射结构时，声波反射效果更佳。当底部声层包含单组布拉格反射结构时，器件轻薄柔韧的特性适中，声波反射效果也适中。

需要说明的是，低声阻抗层由低声阻抗材料组成，可以是氧化硅、铝、碳掺杂氧化硅、纳米多孔甲基倍半硅氧烷、纳米多孔氢倍半硅氧烷、包含甲基倍半硅氧烷（methyl silsesquioxane，简称 MSQ）和氢硅

倍半环氧乙烷（hydrogen silsesquioxane，简称 HSQ）的纳米多孔混合物、纳米玻璃、气凝胶、干凝胶、旋涂玻璃、聚对二甲苯、SiLK（SiLK是 Dow Chemical 公司开发的一种低介电常数材料，目前广泛用于集成电路生产。目前已知它是一种高分子材料，但是具体结构仍然是商业秘密）或苯并环丁烯。低声阻抗层的厚度小于 1μm，由于它是很薄的薄膜，可以增加器件的柔性。

高声阻抗层由高声阻材料组成，可以是钨、钼、铂、钌、铱、钨钛、五氧化二钽、氧化哈、氧化铝、硅化络、碳化铌、氮化钽、碳化钛、氧化钛、碳化钒、氮化钨、氧化钨、碳化锆、类金刚石或硅掺杂的金刚石。优选地，底部声反射层全部都采用柔性材料，这样能够有效提高器件的柔韧性、弯曲性，使其能够适应更加复杂的环境。具体地，低声阻抗层可以包括环氧基树脂或聚乙二烯。高声阻抗层包括丁基合成橡胶、聚乙烯或氯丁橡胶。需要说明的是，低声阻抗层和高声阻抗层，既可以是上述几种特定材料的纯的高分子柔性材料，也可以为包含这几种特定材料的复合柔性材料。高声阻抗层的厚度小于 1μm，由于它是很薄的薄膜，可以增加器件的柔性。

其中，谐振结构的具体形式是灵活多样的。谐振结构可以是最简单的三明治结构，包括自下而上依次排列的第一电极、第一压电层和第二电极。谐振结构也可以是“3+2”夹心结构，包括自下而上依次排列的第一电极、第一压电层、第二电极、第二压电层、第三电极。谐振结构还可以是两个垂直方向堆叠的三明治结构，包括自下而上依次排列的第一电极、第一压电层、第二电极、解耦层、第三电极、第二压电层、第四电极。需要说明的是，电极材料可以为金（Au）、钨（W）、钼（Mo）、铂（Pt），钌（Ru）、铱（Ir）、铝（Al）、钛（Ti）等金属以及它们的合金。压电层材料可以为氮化铝（AlN）、氧化锌（ZnO）、锆钛酸铅（PZT）、铌酸锂（$LiNbO_3$）、石英（Quartz）、铌酸钾（$KNbO_3$）或钽酸锂（$LiTaO_3$）等材料以及它们的组合。

需要说明的是，压电层可以为常规的单一材料层之外，还可以为复合压电层。换言之，第一压电层和/或第二压电层为复合压电层。复合压电层由两种压电材料交替排列以达到整体较厚的目的，如两种压电材料可以为 AlN/AlGaN 也可以为其它的压电材料。复合压电层比起单一压电层，能够起到避免生长较厚的压电材料时因晶格缺陷如位错、滑移等所产生应力作用。

可选地，柔性基底的顶部表面具有微小空腔结构。通过在柔性基底上设置一系列微小的空腔结构，能够有效地增加基底对谐振器部分声波反射的能力，进而可以减少底部声反射层的厚度，从而能够有效提高器件的柔韧性、弯曲性，使其能够适应更加复杂的环境，同时这些微小的空腔结构也能够增加器件与基底之间连接的牢固性，能够有效防止器件的脱落。微小空腔结构可以为三棱锥空腔阵列结构、圆锥空腔阵列结构或三棱柱空腔阵列结构。微小空腔的宽度要控制在合适的范围之内，如果太宽会使得谐振器完全落入空腔之内与基底相接触，同时微小空腔的深度也要控制在合适范围之内，如果太浅器件在弯曲的过程中容易与底部相接触。微小空腔的宽度可以为：30μ m 至 500μm，典型的可以为 100μm；微小空腔的深度可以为：0.1μm 至 10μm，典型的可以为 1μm。

本发明第二方面提供了柔性基底薄膜体声波谐振器的形成方法。

根据本发明实施例的柔性基底薄膜体声波谐振器的形成方法，包括：提供牺牲层；在牺牲层之上形成底部声反射层；在底部声反射层之上形成谐振结构；去除牺牲层，从而得到堆叠结构，然后将堆叠结构转移到柔性基底上，堆叠结构包括底部声反射层和谐振结构。

根据本发明实施例的柔性基底薄膜体声波谐振器的形成方法，第一方面，在谐振结构下方设置了底部声反射层，能够将向底部传播的声波反射回谐振结构，减少了能量损失，从而提高了器件 Q 值，改善

了器件性能。第二方面，在将薄膜体声波谐振器转移到柔性基底上时，由于不需要在基底上加工空腔，省去了空腔制作的复杂工艺步骤，同时由于基底上没有空腔，在转移的过程中也不用对准，能够大大提高器件转移的效率，并且由于在基底上没有空腔的存在，器件与基底的接触面积更大，使得器件与基底的连接更为牢固不会发生塌陷。

其中，底部声反射层可以包括：单层低声阻抗层；或者，N 层布拉格反射结构，N 为正整数，每组布拉格反射结构包括低声阻抗层和高声阻抗层。其中低声阻抗层和高声阻抗层的厚度均为四分之一或四分之三声波波长。当底部声反射层仅仅包含单层低声阻抗层时，器件具有更轻薄、柔韧性更好的优点。当底部声反射层包含多组布拉格反射结构时，声波反射效果更佳。当底部声反射层包含单组布拉格反射结构时，器件轻薄柔韧的特性适中，声波反射效果也适中。

其中，低声阻抗层由低声阻抗材料组成，通常可以是氧化硅、铝、碳掺杂氧化硅、纳米多孔甲基倍半硅氧烷、纳米多孔氢倍半硅氧烷、包含甲基倍半硅氧烷（methyl silsesquioxane，简称 MSQ）和氢硅倍半环氧乙烷（hydrogen silsesquioxane，简称 HSQ）的纳米多孔混合物、纳米玻璃、气凝胶、干凝胶、旋涂玻璃、聚对二甲苯、SiLK（SiLK 是 Dow Chemical 公司开发的一种低介电常数材料，目前广泛用于集成电路生产。目前已知它是一种高分子材料，但是具体结构仍然是商业秘密）或苯并环丁烯。低声阻抗层的厚度小于 1μm，由于它是很薄的薄膜，可以增加器件的柔性。

其中，高声阻抗层由高声阻材料组成，通常可以是钨、钼、铂、钌、铱、钨钛、五氧化二钽、氧化哈、氧化铝、硅化络、碳化铌、氮化钽、碳化钛、氧化钛、碳化钒、氮化钨、氧化钨、碳化锆、类金刚石或硅掺杂的金刚石。高声阻抗层的厚度小于 1μm，由于它是很薄的薄膜，可以增加器件的柔性。

优选地，底部声反射层全部都采用高分子柔性材料，这样能够有效提高器件的柔韧性、弯曲性，使其能够适应更加复杂的环境。具体地，低声阻抗层可以包括环氧基树脂或聚乙二烯。高声阻抗层包括丁基合成橡胶、聚乙烯或氯丁橡胶。需要说明的是，低声阻抗层和高声阻抗层，既可以是上述几种特定材料的纯的高分子柔性材料，也可以为包含这几种特定材料的复合柔性材料。

其中，谐振结构的具体形式是灵活多样的。谐振结构可以是最简单的三明治结构，包括自下而上依次排列的第一电极、第一压电层和第二电极。谐振结构也可以是“3+2”夹心结构，包括自下而上依次排列的第一电极、第一压电层、第二电极、第二压电层、第三电极。谐振结构还可以是两个垂直方向堆叠的三明治结构，包括自下而上依次排列的第一电极、第一压电层、第二电极、解耦层、第三电极、第二压电层、第四电极。需要说明的是，电极材料可以为金（Au）、钨（W）、钼（Mo）、铂（Pt），钌（Ru）、铱（Ir）、铝（Al）、钛（Ti）等金属以及它们的合金。压电层材料可以为氮化铝（AlN）、氧化锌（ZnO）、锆钛酸铅（PZT）、铌酸锂（$LiNbO_3$）、石英（Quartz）、铌酸钾（$KNbO_3$）或钽酸锂（$LiTaO_3$）等材料以及它们的组合。

需要说明的是，压电层可以为常规的单一材料层之外，还可以为复合压电层。换言之，第一压电层和/或第二压电层为复合压电层。复合压电层由两种压电材料交替排列以达到整体较厚的目的，如两种压电材料可以为 AlN/AlGaN 也可以为其它的压电材料。复合压电层比起单一压电层，能够起到避免生长较厚的压电材料时因晶格缺陷如位错、滑移等所产生应力作用。

可选地，柔性基底的顶部表面具有微小空腔结构。通过在柔性基底上设置一系列微小的空腔结构，能够有效地增加基底对谐振器部分声波反射的能力，进而可以减少底部声反射层的厚度，从而能够有效提高器件的柔韧性、弯曲性，使其能够适应更加复杂的环境，同时这

些微小的空腔结构也能够增加器件与基底之间连接的牢固性，能够有效防止器件的脱落。微小空腔结构可以为三棱锥空腔阵列结构、圆锥空腔阵列结构或三棱柱空腔阵列结构。微小空腔的宽度要控制在合适的范围之内，如果太宽会使得谐振器完全落入空腔之内与基底相接触，同时微小空腔的深度也要控制在合适范围之内，如果太浅器件在弯曲的过程中容易与底部相接触。微小空腔的宽度可以为：30μm 至 500μm，典型的可以为 100μm；微小空腔的深度可以为：0.1μm 至 10μm，典型的可以为 1μm。

为使本领域技术人员更好地理解本发明，下面列举多个具体实施例进行说明。

图 2 是本发明第一实施例的柔性基底薄膜体声波谐振器的结构示意图。在此典型实施例中，柔性薄膜体声波谐振器（FBAR）200 的制作过程包括：首先在硅基底上刻蚀形成空腔并沉积一层牺牲材料，通过化学机械平坦化使其表面光滑平整，形成牺牲层；沉积包括两组布拉格反射结构的底部声反射层，包括高声阻抗层 213 和 209 以及低声阻抗层 211 和 207；沉积第一电极 205；沉积压电层 203；沉积第二电极 201；然后将牺牲层去除；然后，通过转移的方法，在显微操作下，将在硅基底上制备好的带有布拉格反射结构的 FBAR 提起，并将其放置到柔性基底 215 上，从而形成柔性薄膜体声波谐振器。其中，第一电极 205、压电层 203 和第二电极 201，在垂直方向上的重叠区域为谐振器的有效区域。当在第一电极 205 和第二电极 201 之间施加一定频率的交变电压信号时，由于压电材料所具有的逆压电效应，有效区域内的上下电极之间会产生垂直方向传播的声波，声波将会在第二电极 201 与空气的交界面以及第一电极 205 下的布拉格反射结构结构之间来回反射并在一定频率下产生谐振。该实施例中，在将薄膜体声波谐振器转移到柔性基底上时，由于不需要在基底上加工空腔，省去了空腔制作的复杂工艺步骤，同时由于基底上没有空腔，在转移的过程中也不用对准，能够大大提高器件转移的效率，并且由于在基底上没有空

腔的存在，器件与基底的接触面积更大，使得器件与基底的连接更为牢固不会发生塌陷。

图 3 是本发明第二实施例的柔性基底薄膜体声波谐振器的结构示意图。在此典型实施例中，柔性薄膜体声波谐振器（FBAR）300 的制作过程包括：沉积一层牺牲层；沉积包括单组布拉格反射结构的底部声反射层，包括高声阻抗层 309 和低声阻抗层 307；沉积第一电极 305；沉积压电层 303；沉积第二电极 301；去除牺牲层；然后，通过转移的方法，在显微操作下，将在硅基底上制备好的带有布拉格反射结构的 FBAR 提起，并将其放置到柔性基底 311 上，从而形成柔性薄膜体声波谐振器。这样减少了布拉格反射结构的数量，使得器件的柔韧性及弯曲性能增加，能够使其适应更加复杂的环境。

图 4 是本发明第三实施例的柔性基底薄膜体声波谐振器的结构示意图。在此典型实施例中，柔性薄膜体声波谐振器（FBAR）400 的制作过程包括：沉积一层牺牲层；沉积底部声反射层，只包括一层低声阻抗层 407；沉积第一电极 405；沉积压电层 403；沉积第二电极 401；去除牺牲层；然后，通过转移的方法，在显微操作下，将在硅基底上制备好的带有布拉格反射结构的 FBAR 提起，并将其放置到柔性基底 409 上，从而形成柔性薄膜体声波谐振器。其中，布拉格反射结构只包含一层低声阻抗层 407，其中低声阻抗层选择声阻抗尽量接近与零的材料，这样在保障声波反射能力的同时，进一步减化了底部声反射层的结构，使得器件的柔韧性及弯曲性能进一步增加，使其能够适应更加复杂的环境。

图 5A 是本发明第四实施例的柔性基底薄膜体声波谐振器的结构示意图。在此典型实施例中，柔性薄膜体声波谐振器（FBAR）500 的制作过程包括：沉积一层牺牲层；沉积包括单组布拉格反射结构的底部声反射层，即高声阻抗层 509 和低声阻抗层 507；沉积第一电极 505；沉积压电层 503；沉积第二电极 501；去除牺牲层；然后，通过转移的

方法，在显微操作下，将在硅基底上制备好的带有布拉格反射结构的FBAR 提起，并将其放置到柔性基底 511 上，从而形成柔性薄膜体声波谐振器。其中，柔性基底通过倒模或者其它类似的工艺方法，制作出表面具有一系列微小空腔结构，其可以为多个三棱锥（5E）、圆锥（5F）或三棱柱（5G）或着其他相类似的结构的单元而成排成阵列，形成的基底顶表面分别如图 5B、5C 或 5D 所示。微小空腔的宽度可以为：30μm 至 500μm，典型的可以为 100μm；微小空腔的深度可以为：0.1μm 至 10μm，典型的可以为 1μm。该实施例中，通过在柔性基底上制作形成的一系列微小的空腔结构，能够有效地增加基底对谐振结构声波反射的能力，进而可以减少布拉格反射结构的数量，从而能够有效提高器件的柔韧性、弯曲性，使其能够适应更加复杂的环境，同时这些微小的空腔结构也能够增加器件与基底之间连接的牢固性，能够有效防止器件的脱落。

图 6 是本发明第五实施例的柔性基底薄膜体声波谐振器的结构示意图。在此典型实施例中，柔性堆叠式薄膜体声波谐振器 600 的制作过程包括：沉积一层牺牲层；沉积包括单组布拉格反射结构的底部声反射层，即包括高声阻抗层 613 和低声阻抗层 611；沉积第一电极 609；沉积第一压电层 607；沉积第二电极 605；沉积第二压电层 603；沉积第三电极 601；去除牺牲层；然后，通过转移的方法，在显微操作下，将在硅基底上制备好的带有布拉格反射结构堆叠式薄膜体声波谐振器提起，并将其放置到柔性基底 615 上，从而形成柔性堆叠式体声波谐振器。该实施例的制作方法可以获得连接牢固、声反射能力较强、具有较好的柔性和弯曲特性的堆叠式体声波谐振器。

图 7 是本发明第六实施例的柔性基底薄膜体声波谐振器的结构示意图。在此典型实施例中，柔性耦合谐振滤波器 700 的制作过程包括：沉积一层牺牲层；沉积包括单组布拉格反射结构的底部声反射层，包括高声阻抗层 718 和低声阻抗层 715；沉积第一底部电极 713；沉积第一压电层 711；沉积第一顶部电极 709；沉积解耦层 707；沉积第二底

部电极 705；沉积第二压电层 703；沉积第二顶部电极 701；去除牺牲层；然后，通过转移的方法，在显微操作下，将在硅基底上制备好的带有布拉格反射结构耦合谐振滤波器提起，并将其放置到柔性基底 721 上，从而形成柔性堆叠式体声波谐振器。该实施例的制作方法可以获得连接牢固、声反射能力较强、具有较好的柔性和弯曲特性的堆叠式体声波谐振器。

图 8 是本发明第七实施例的柔性基底薄膜体声波谐振器的结构示意图。在此典型实施例中，柔性薄膜体声波谐振器（FBAR）800 的制作过程包括：首先在单晶硅基底上加工出带有布拉格反射结构的 FBAR，其制造顺序依次为：沉积一层牺牲层；沉积包括单组布拉格反射结构的底部声反射层，包括高声阻抗层 813 和低声阻抗层 811；沉积第一电极 809；沉积压电层，压电层由两种压电材料交替生长以达到整体较厚的目的，如两种压电材料可以为 AlN/AlGaN 也可以为其它的压电材料，其中第一层压电材料层 807 为 AlN，第二层压电材料层 805 为 AlGaN，如此交替反复生长，直至最后一层压电材料层 803 为 AlGaN。其中，生长的 AlGaN 厚度较厚，单层厚度约 1 至 10μm，生长的 AlN 层的厚度较薄，单层厚度约 10 至 30 纳米，这样能够起到弥补生长较厚的 AlGaN 因晶格缺陷如位错、滑移等所产生的应力作用；沉积第二电极 801；去除牺牲层；然后，通过转移的方法，在显微操作下，将在硅基底上制备好的带有布拉格反射结构的 FBAR 提起，并将其放置到柔性基底 815 上，从而形成柔性薄膜体声波谐振器。该实施例的制作方法可以获得压电层较厚的柔性薄膜体声波谐振器，同时其连接牢固性、弯曲性、柔韧性都很可靠。

上述具体实施方式，并不构成对本发明保护范围的限制。本领域技术人员应该明白的是，取决于设计要求和其他因素，可以发生各种各样的修改、组合、子组合和替代。任何在本发明的精神和原则之内所作的修改、等同替换和改进等，均应包含在本发明保护范围之内。

权利要求书

1、一种柔性基底薄膜体声波谐振器，其特征在于，包括：柔性基底、底部声反射层、以及谐振结构，其中：所述底部声反射层位于所述柔性基底之上；所述谐振结构位于所述底部声反射层之上。

2、根据权利要求 1 所述的柔性基底薄膜体声波谐振器，其特征在于，所述底部声反射层包括：

单层低声阻抗层；或者，

N 组布拉格反射结构，其中 N 为正整数，每组所述布拉格反射结构包括低声阻抗层和高声阻抗层。

3、根据权利要求 2 所述的柔性基底薄膜体声波谐振器，其特征在于，所述低声阻抗层包括：环氧基树脂、聚乙二烯、氧化硅、铝、碳掺杂氧化硅、纳米多孔甲基倍半硅氧烷、纳米多孔氢倍半硅氧烷、包含甲基倍半硅氧烷和氢硅倍半环氧乙烷的纳米多孔混合物、纳米玻璃、气凝胶、干凝胶、旋涂玻璃、聚对二甲苯或 SiLK。

4、根据权利要求 2 所述的柔性基底薄膜体声波谐振器，其特征在于，所述低声阻抗层的厚度小于 1μm。

5、根据权利要求 2 所述的柔性基底薄膜体声波谐振器，其特征在于，所述高声阻抗层包括：丁基合成橡胶、聚乙烯、氯丁橡胶、钨、钼、铂、钌、铱、钨钛、五氧化二钽、氧化哈、氧化铝、硅化络、碳化铌、氮化钽、碳化钛、氧化钛、碳化钒、氮化钨、氧化钨、碳化锆、类金刚石或硅掺杂的金刚石。

6、根据权利要求 2 所述的柔性基底薄膜体声波谐振器，其特征在于，所述高声阻抗层的厚度小于 1μm。

7、根据权利要求 1 所述的柔性基底薄膜体声波谐振器，其特征在于，所述谐振结构包括自下而上依次排列的：

第一电极、第一压电层和第二电极；或者，

第一电极、第一压电层、第二电极、第二压电层、第三电极；或者，

第一电极、第一压电层、第二电极、解耦层、第三电极、第二压电层、第四电极。

8、根据权利要求 7 所述的柔性基底薄膜体声波谐振器，其特征在于，所述第一压电层和/或所述第二压电层为复合压电层。

9、根据权利要求 1 至 8 中任一项所述的柔性基底薄膜体声波谐振器，其特征在于，所述柔性基底的顶部表面具有微小空腔结构。

10、根据权利要求 9 所述的柔性基底薄膜体声波谐振器，其特征在于，所述微小空腔的宽度为：30μm 至 500μm。

11、根据权利要求 9 所述的柔性基底薄膜体声波谐振器，其特征在于，所述微小空腔的深度为：0.1μm 至 10μm。

12、根据权利要求 9 所述的柔性基底薄膜体声波谐振器，其特征在于，所述微小空腔结构为三棱锥空腔阵列结构、圆锥空腔阵列结构或三棱柱空腔阵列结构。

13、一种柔性基底薄膜体声波谐振器的形成方法，其特征在于，包括：

提供牺牲层；

在所述牺牲层之上形成底部声反射层；

在所述底部声反射层之上形成谐振结构；

去除所述牺牲层，从而得到堆叠结构，然后将所述堆叠结构转移

到柔性基底上，所述堆叠结构包括所述底部声反射层和所述谐振结构。

14、根据权利要求 13 所述的柔性基底薄膜体声波谐振器的形成方法，其特征在于，所述底部声反射层包括：

单层低声阻抗层；或者，

N 组布拉格反射结构，其中 N 为正整数，每组所述布拉格反射结构包括低声阻抗层和高声阻抗层。

15、根据权利要求 14 所述的柔性基底薄膜体声波谐振器的形成方法，其特征在于，所述低声阻抗层包括：环氧基树脂、聚乙二烯、氧化硅、铝、碳掺杂氧化硅、纳米多孔甲基倍半硅氧烷、纳米多孔氢倍半硅氧烷、包含甲基倍半硅氧烷和氢硅倍半环氧乙烷的纳米多孔混合物、纳米玻璃、气凝胶、干凝胶、旋涂玻璃、聚对二甲苯或 SiLK。

16、根据权利要求 14 所述的柔性基底薄膜体声波谐振器，其特征在于，所述低声阻抗层的厚度小于 1μm。

17、根据权利要求 14 所述的柔性基底薄膜体声波谐振器的形成方法，其特征在于，所述高声阻抗层包括：丁基合成橡胶、聚乙烯、氯丁橡胶、钨、钼、铂、钌、铱、钨钛、五氧化二钽、氧化哈、氧化铝、硅化络、碳化铌、氮化钽、碳化钛、氧化钛、碳化钒、氮化钨、氧化钨、碳化锆、类金刚石或硅掺杂的金刚石。

18、根据权利要求 14 所述的柔性基底薄膜体声波谐振器，其特征在于，所述高声阻抗层的厚度小于 1μm。

19、根据权利要求 13 所述的柔性基底薄膜体声波谐振器的形成方法，其特征在于，所述谐振结构包括自下而上依次排列的：

第一电极、第一压电层和第二电极；或者，

第一电极、第一压电层、第二电极、第二压电层、第三电极；或

者，

第一电极、第一压电层、第二电极、解耦层、第三电极、第二压电层、第四电极。

20、根据权利要求 19 所述的柔性基底薄膜体声波谐振器的形成方法，其特征在于，所述第一压电层和/或所述第二压电层为复合压电层。

21、根据权利要求 13 至 20 中任一项所述的柔性基底薄膜体声波谐振器的形成方法，其特征在于，还包括：在所述柔性基底的顶部表面形成微小空腔结构。

22、根据权利要求 21 所述的柔性基底薄膜体声波谐振器的形成方法，其特征在于，所述微小空腔的宽度为：30μm 至 500μm。

23、根据权利要求 21 所述的柔性基底薄膜体声波谐振器的形成方法，其特征在于，所述微小空腔的深度为：0.1μm 至 10μm。

24、根据权利要求 21 所述的柔性基底薄膜体声波谐振器的形成方法，其特征在于，所述微小空腔结构为三棱锥空腔阵列结构、圆锥空腔阵列结构或三棱柱空腔阵列结构。

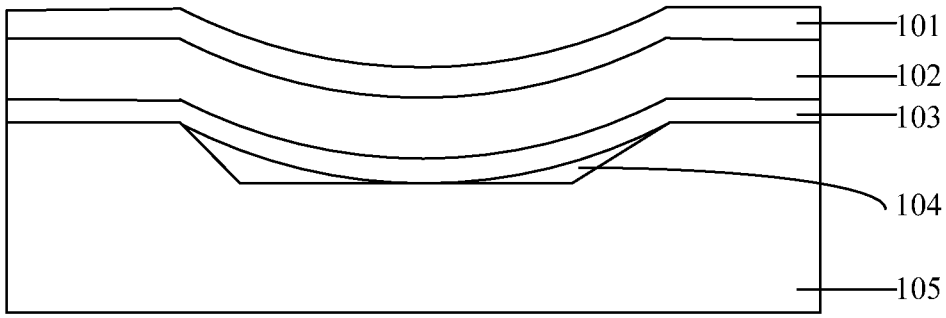


图 1

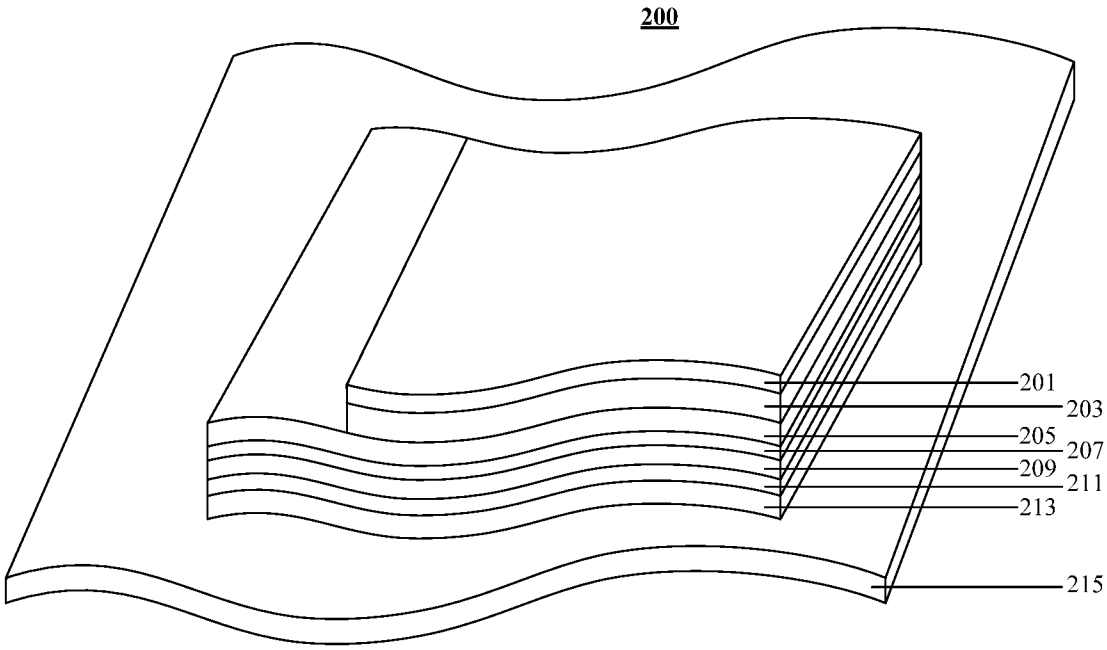


图 2

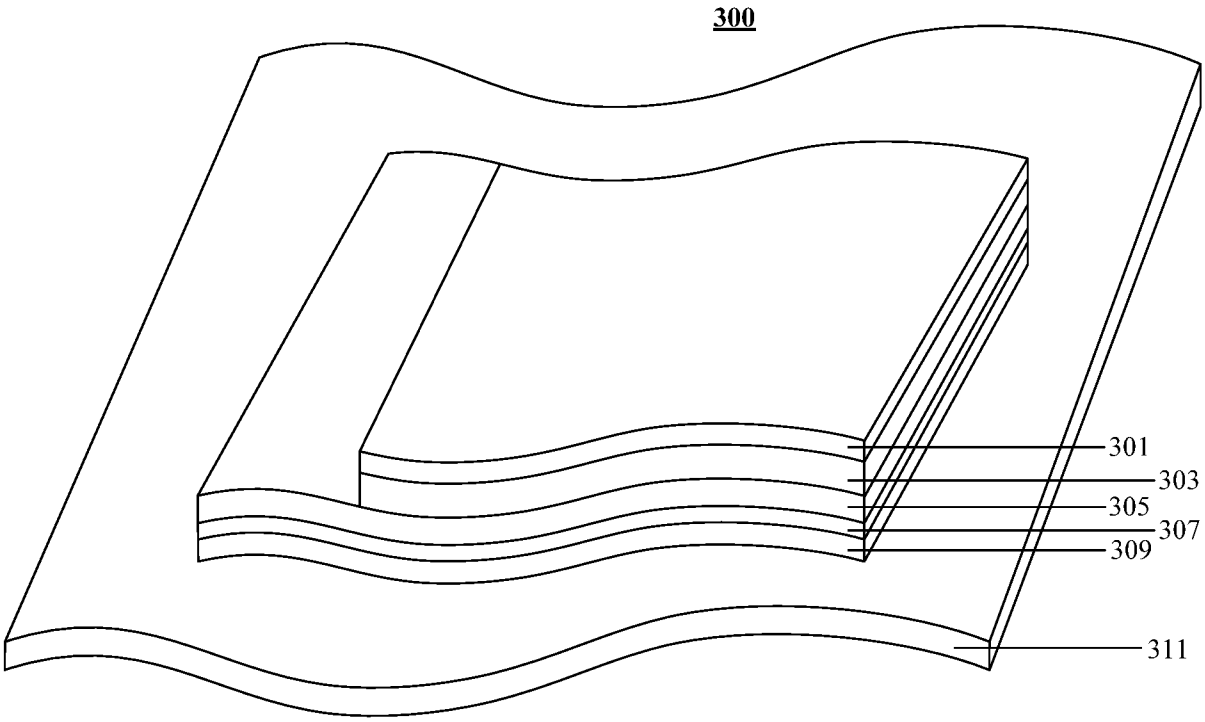


图 3

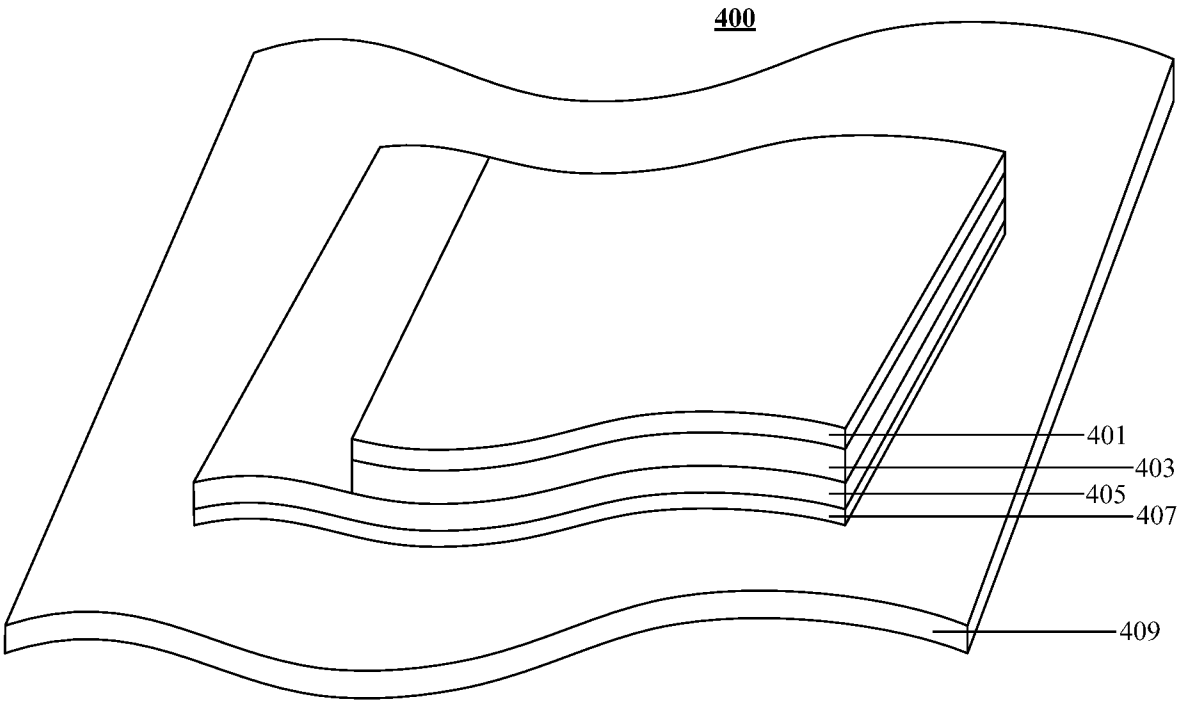


图 4

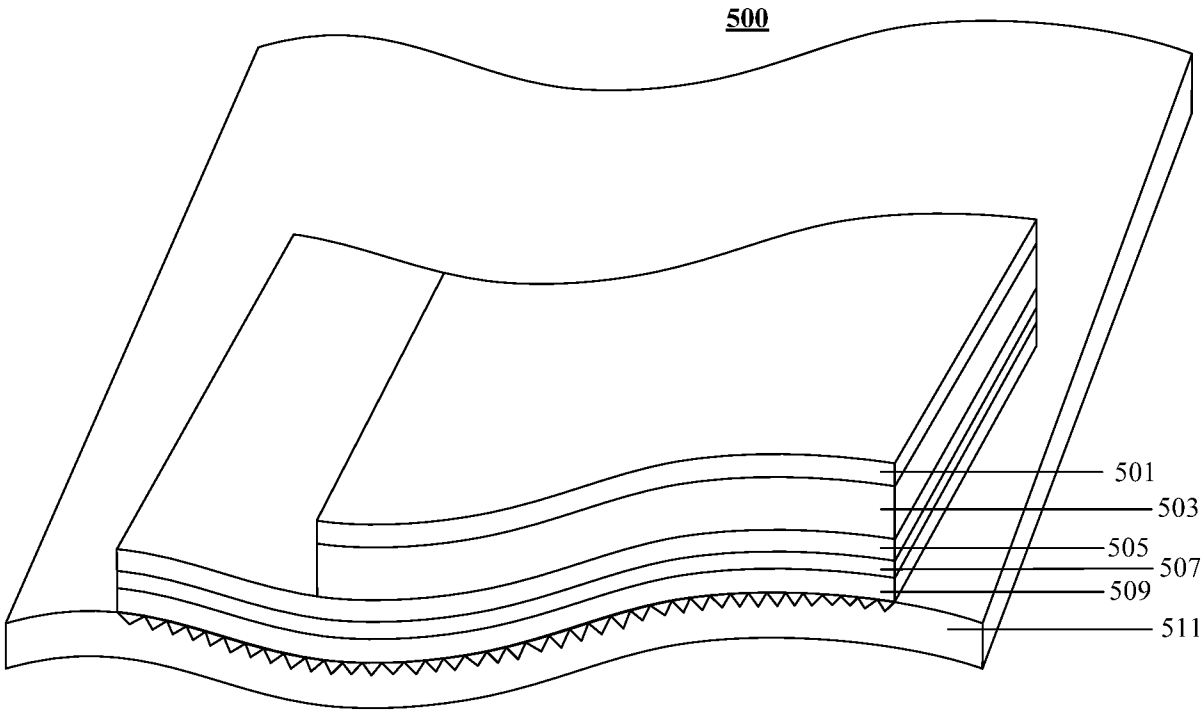


图 5A

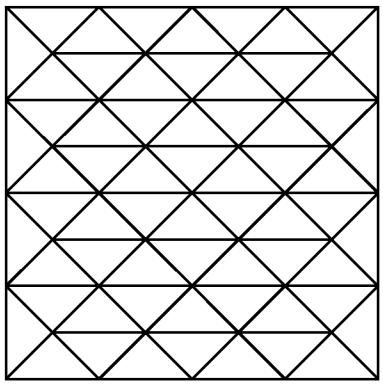


图 5B

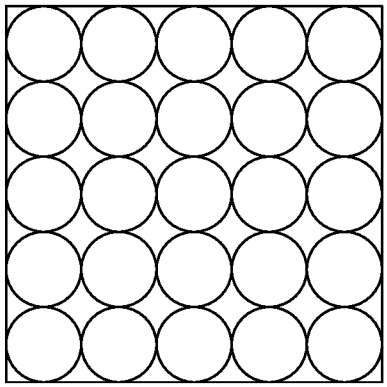


图 5C

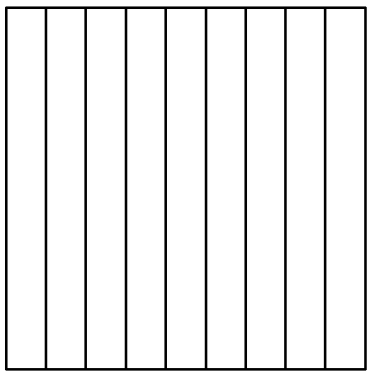


图 5D

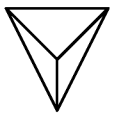


图 5E



图 5F

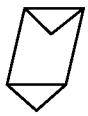


图 5G

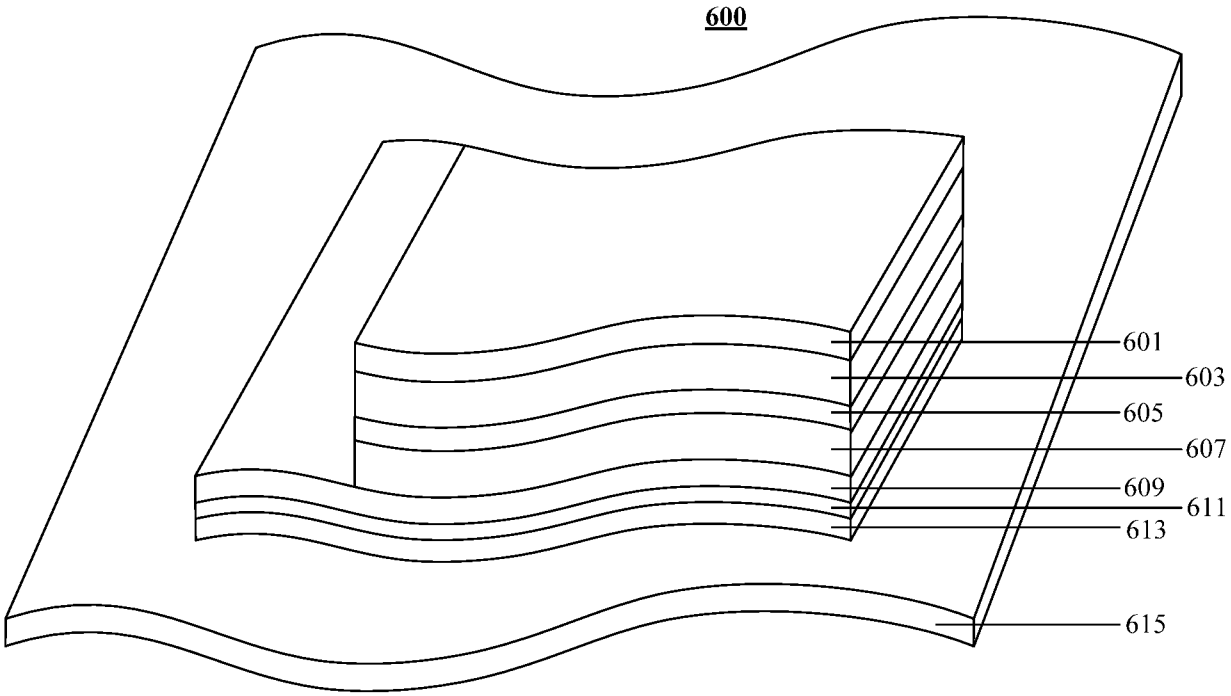

600
601
603
605
607
609
611
613
615

图 6

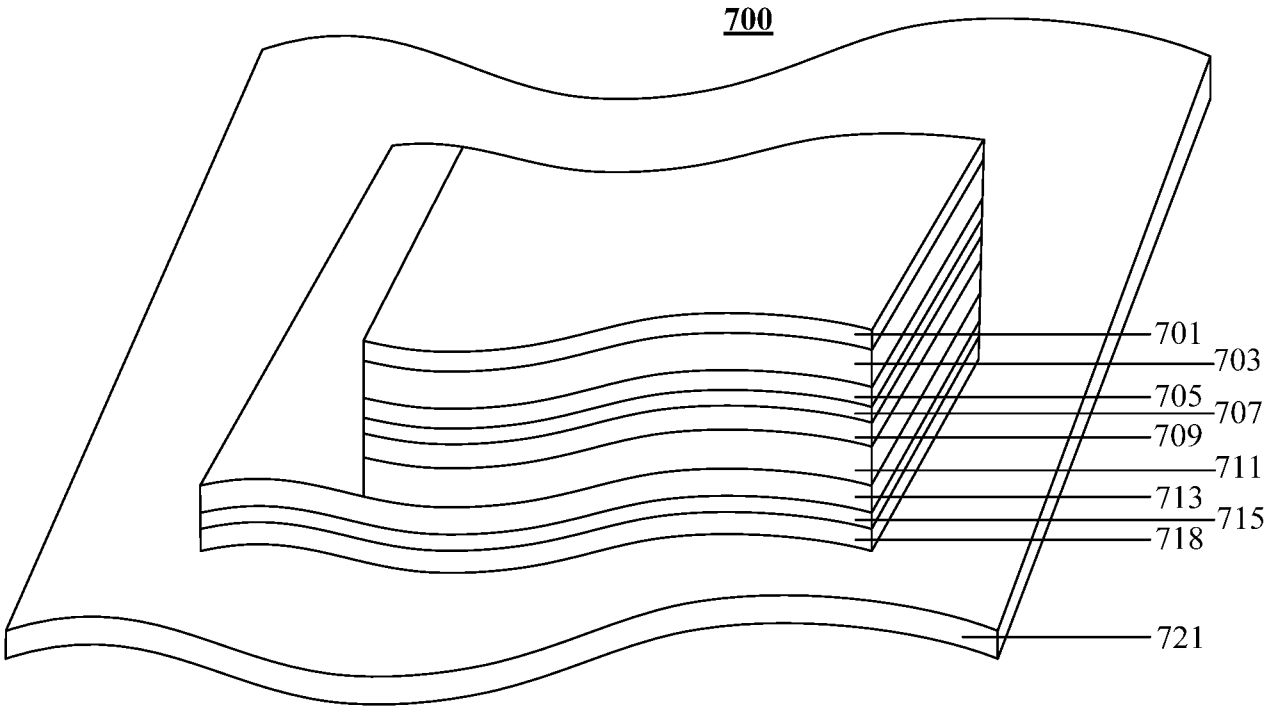

700
701
703
705
707
709
711
713
715
718
721

图 7

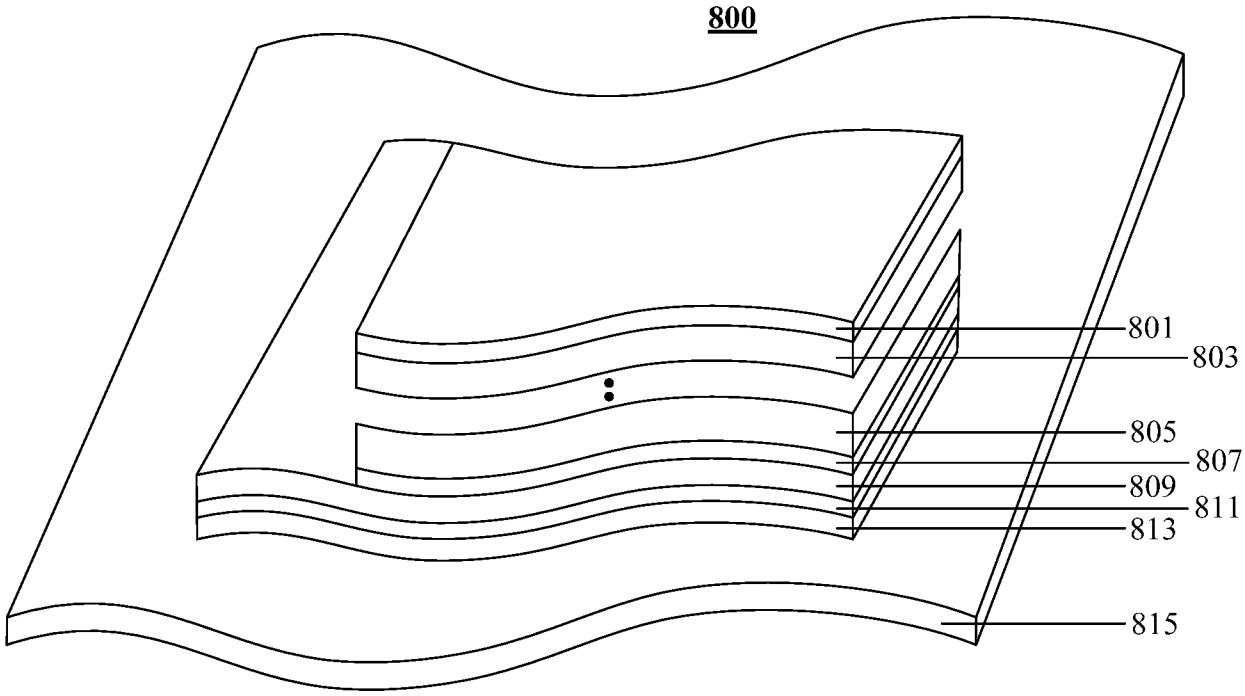


图 8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2018/112092

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)

WPI, EPODOC, CNPAT, CNKI, IEEE: 薄膜体声波谐振, 布拉格反射, 空腔, 谐振, FBAR, Bragg, cavity, sacrificial layer, resonator

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 101692602 A (TSINGHUA UNIVERSITY ET AL.) 07 April 2010 (2010-04-07) description, paragraphs [0006]-[0043], and figures 5 and 6	1-24
Y	CN 106788318 A (SHANDONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) 31 May 2017 (2017-05-31) description, paragraphs [0002]-[0023]	1-24
A	CN 101465628 A (UNIVERSITY OF ELECTRONIC SCIENCE AND TECHNOLOGY OF CHINA) 24 June 2009 (2009-06-24) entire document	1-24
A	CN 105141262 A (DYNAX SEMICONDUCTOR, INC.) 09 December 2015 (2015-12-09) entire document	1-24
A	US 2012206216 A1 (COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE ET AUX ENERGIES ALTERNATIVES) 16 August 2012 (2012-08-16) entire document	1-24

☐ 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	Date of mailing of the international search report
06 June 2019	**01 July 2019**
Name and mailing address of the ISA/CN **State Intellectual Property Office of the P. R. China** **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/CN2018/112092

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN 101692602 A	07 April 2010	None	
CN 106788318 A	31 May 2017	None	
CN 101465628 A	24 June 2009	None	
CN 105141262 A	09 December 2015	None	
US 2012206216 A1	16 August 2012	JP 2013507810 A	04 March 2013
		EP 2486655 A1	15 August 2012
		WO 2011042388 A1	14 April 2011
		KR 20120084295 A	27 July 2012
		CN 102577115 A	11 July 2012
		FR 2951336 A1	15 April 2011
		SG 179913 A1	30 May 2012

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2018/112092

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））

WPI，EPODOC，CNPAT，CNKI，IEEE：薄膜体声波谐振，布拉格反射，空腔，谐振，FBAR，Bragg，cavity，sacrificial layer，resonator

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
Y	CN 101692602 A (清华大学 等) 2010年 4月 7日 (2010-04-07) 说明书[0006]-[0043]段及附图5、6	1-24
Y	CN 106788318 A (山东科技大学) 2017年 5月 31日 (2017-05-31) 说明书[0002]-[0023]段	1-24
A	CN 101465628 A (电子科技大学) 2009年 6月 24日 (2009-06-24) 全文	1-24
A	CN 105141262 A (苏州能讯高能半导体有限公司) 2015年 12月 9日 (2015-12-09) 全文	1-24
A	US 2012206216 A1 (COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE ET AUX ENERGIES ALTERNATIVES) 2012年 8月 16日 (2012-08-16) 全文	1-24

☐ 其余文件在C栏的续页中列出。

☑ 见同族专利附件。

* 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
2019年 6月 6日	2019年 7月 1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	受权官员 朱殿尧 电话号码 86-(10)-53961412

表 PCT/ISA/210 (第2页) (2015年1月)

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2018/112092

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)
CN	101692602	A	2010年 4月 7日	无			
CN	106788318	A	2017年 5月 31日	无			
CN	101465628	A	2009年 6月 24日	无			
CN	105141262	A	2015年 12月 9日	无			
US	2012206216	A1	2012年 8月 16日	JP	2013507810	A	2013年 3月 4日
				EP	2486655	A1	2012年 8月 15日
				WO	2011042388	A1	2011年 4月 14日
				KR	20120084295	A	2012年 7月 27日
				CN	102577115	A	2012年 7月 11日
				FR	2951336	A1	2011年 4月 15日
				SG	179913	A1	2012年 5月 30日