

(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 2 日 (02.07.2020)



(10) 国际公布号
WO 2020/132997 A1

(51) 国际专利分类号:
H01L 41/35 (2013.01) **H03H 9/17** (2006.01)
H01L 41/09 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2018/124078

(22) 国际申请日: 2018 年 12 月 26 日 (26.12.2018)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(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天津开发区西区新业五街 27 号, Tianjin 300457 (CN)。

(72) 发明人: 庞慰 (PANG, Wei); 中国天津市南开区卫津路 92 号, Tianjin 300072 (CN)。 孙崇玲 (SUN, Chongling); 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)。 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 号恒基中心办二 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, 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,

(54) Title: SINGLE CRYSTAL PIEZOELECTRIC THIN FILM BULK ACOUSTIC WAVE RESONATOR AND FORMING METHOD THEREFOR

(54) 发明名称: 单晶压电薄膜体声波谐振器及其形成方法

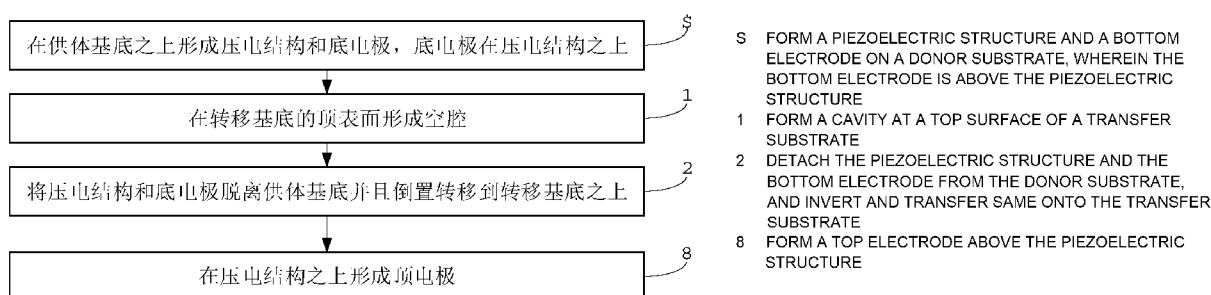


图 3

(57) Abstract: A single crystal piezoelectric thin film bulk acoustic wave resonator and a forming method therefor, the forming method comprising: forming a piezoelectric structure and a bottom electrode on a donor substrate, wherein the bottom electrode is above the piezoelectric structure; forming a cavity at a top surface of a transfer substrate; detaching the piezoelectric structure and the bottom electrode from the donor substrate, and inverting and transferring same onto the transfer substrate, wherein the bottom electrode is above the transfer substrate and covers the cavity once the inverted transfer is complete, and the piezoelectric structure is above the bottom electrode; and forming a top electrode above the piezoelectric structure. The described method is simple and easy, and the resonator has good performance.

(57) 摘要: 一种单晶压电薄膜体声波谐振器及其形成方法, 该形成方法包括: 在供体基底之上形成压电结构和底电极, 其中底电极在压电结构之上; 在转移基底的顶表面形成空腔; 将压电结构和底电极脱离供体基底并且倒置转移到转移基底之上, 并且其中, 倒置转移完毕后底电极在转移基底之上并且覆盖空腔, 压电结构在底电极之上; 在压电结构之上形成顶电极。该方法简便易行, 该谐振器性能良好。

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))。

单晶压电薄膜体声波谐振器及其形成方法

5 技术领域

本发明涉及半导体技术领域，特别地涉及一种单晶压电薄膜体声波谐振器及其形成方法。

背景技术

10 近年来随着无线移动通讯技术的快速发展，体声波器件应用领域越来越广泛。与传统的体声波谐振器相比，具有体积小、质量轻、插入损耗低、频带宽以及品质因子高等优点的薄膜体声波谐振器逐渐占领市场。薄膜压电体声波谐振器，其特征是谐振器主体部分具有三明治结构，如图 1 所示，从上至下依次为顶电极 TE、压电层 PZ 和底电极 BE，利用压电薄膜材料所具有的逆压电效应，对外界电激励产生一定频率下的谐振。

20 目前薄膜体声波谐振器使用的压电薄膜材料大多采用磁控溅射技术制备的多晶氮化物薄膜，薄膜质量较差，缺陷密度较高，无法满足未来移动通讯技术更低的插入损耗、更高的带宽等要求；单晶压电薄膜材料的出现弥补了这一问题。单晶压电薄膜体声波谐振器不仅具有较高的频率，且部分性能优于传统压电薄膜材料的薄膜体声波谐振器，近年来得到学术界和产业界的高度关注。但单晶材料的制备工艺比较困难，很难采取传统的工艺流程制备性能较好的单晶压电薄膜体声波谐振器。

25 目前主要三种方式，但都有缺点：（1）如图 2A 所示，在已经制备好的单晶压电薄膜上加工制造体声波谐振器的电极，因此，信号端和参考地电极只能在压电薄膜的同一表面，这种电极结构所占面积较大，且由于电场分布不是完全垂直于压电薄膜，谐振器的有效机电耦

30

合系数较小。此外，在滤波器应用中，这种结构的谐振器不易于实现电极间的多样化互联。（2）如图 2B 所示，按照现有工艺制作，采取高温条件在底电极上直接生长单晶材料，工艺困难，难以实现；另外由于底电极斜坡的存在导致部分区域单晶材料的晶向改变，单晶薄膜均一性差。（3）如图 2C 所示，对已长有单晶材料的硅转移基底进行背刻后，再从背面沉积底电极；这种方式的工艺复杂度高，导致器件良率较低，不适合大规模生产。

发明内容

有鉴于此，本发明提供一种单晶压电薄膜体声波谐振器及其形成方法，以克服现有技术的缺陷。

本发明提出一种单晶压电薄膜体声波谐振器的形成方法，其特征在于，包括：在供体基底之上形成压电结构和底电极，其中所述底电极在所述压电结构之上；在转移基底的顶表面形成空腔；将所述压电结构和所述底电极脱离所述供体基底并且倒置转移到所述转移基底之上，倒置转移完毕后所述底电极在所述转移基底之上并且覆盖所述空腔，所述压电结构在所述底电极之上；并且在所述压电结构之上形成顶电极。

可选地，所述在供体基底之上形成压电结构和底电极的步骤包括：提供供体基底；在供体基底之上形成粘附层；在所述粘附层之上形成单晶压电薄膜层；在所述单晶压电薄膜层之上形成底电极层；将所述单晶压电薄膜层和所述底电极层图形化，以得到所述压电结构和所述底电极。

可选地，所述将所述压电结构和所述底电极脱离所述供体基底并且倒置转移到所述转移基底之上的步骤包括：刻蚀所述粘附层以形成锚结构；将第一软印章与所述压电结构接触以粘住所述压电结构和所

述底电极，断开所述锚结构以使所述压电结构和所述底电极与所述供体基底分离；将第二软印章与所述底电极接触以粘住所述底电极和所述压电结构，然后将底电极和所述压电结构与所述第一软印章分离；利用第二软印章将所述压电结构和所述底电极压印在所述底电极之上并且对准覆盖所述空腔。

可选地，所述将所述压电结构和所述底电极脱离所述供体基底并且倒置转移到所述转移基底之上的步骤包括：将所述供体基底、所述粘附层、所述压电结构和所述底电极倒置，然后键合到所述转移基底之上并且对准覆盖所述空腔；在所述供体基底上加工出通孔；利用所述通孔采用湿法腐蚀工艺去除所述粘附层，以使所述压电结构与所述供体基底分离。

可选地，所述压电结构的材料为：单晶氮化铝、单晶铌酸锂、单晶锆钛酸铅、单晶铌酸钾、或者单晶钽酸锂。

可选地，所述顶电极的材料为如下金属或者它们的合金：金、钨、钼、铂、钽、铌、锆、铜、钛、钛钨、铝、铬、砷掺杂金。

可选地，所述底电极的材料为如下金属或者它们的合金：金、钨、钼、铂、钽、铌、锆、铜、钛、钛钨、铝、铬、砷掺杂金。

可选地，所述供体基底的材料为硅或者铌酸锂，所述粘附层的材料为二氧化硅。

可选地，所述转移基底的材料为硅、玻璃、陶瓷、金刚石、碳化硅、聚酰亚胺、聚对二甲苯、聚碳酸酯、涤纶树脂、聚萘二甲酸乙二醇酯、聚醚砜、聚醚酰亚胺、聚二甲基硅氧烷、聚乙烯醇或者含氟聚合物。

可选地，所述第一软印章和第二软印章的材料为二甲基硅氧烷。

本发明还提出一种单晶压电薄膜体声波谐振器，该单晶压电薄膜体声波谐振器是通过本发明的单晶压电薄膜体声波谐振器的形成方法形成的。

由上可知，本发明的技术方案通过薄膜转移工艺，将带有底电极的单晶压电薄膜转移到转移基底上后，再制备顶电极，操作简单，能够大规模制造，从而克服传统工艺的缺点，同时实现了上下电极分布在单晶薄膜两侧的谐振器结构，能够极大的提高谐振器性能。

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 为薄膜压电体声波谐振器的原理示意图；

图 2A 至图 2C 为现有技术加工薄膜压电体声波谐振器的示意图；

图 3 为本发明实施例的单晶压电薄膜体声波谐振器的形成方法的流程图；

图 4 至图 14 为本发明第一实施例的单晶压电薄膜体声波谐振器的形成方法的过程示意图；

图 15 至图 17 为本发明第二实施例的单晶压电薄膜体声波谐振器的形成方法的过程示意图

图 18A 和图 18B 为本发明实施例的两级半 Ladder 结构的滤波器的电路图和截面图。

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。

根据本发明实施例的单晶压电薄膜体声波谐振器的形成方法，如图3所示，包括如下步骤：

A：在供体基底之上形成压电结构和底电极，其中底电极在压电结构之上。

5 B：在转移基底的顶表面形成空腔。

C：将压电结构和底电极脱离供体基底并且倒置转移到转移基底之上，并且其中，倒置转移完毕后底电极在转移基底之上并且覆盖空腔，压电结构在底电极之上；

D：在压电结构之上形成顶电极。

10

根据本发明实施例的单晶压电薄膜体声波谐振器的形成方法，采用了“先在供体基底上生长出高质量的单晶压电结构然后将单晶压电结构转移到转移基底之上”的两步法，由于无需高温条件、无需背刻工艺，具有简单易行，成本低，量率高的特点。同时由于单晶压电结构质量好，缺陷少，保证了最终加工得到的单晶压电薄膜体声波谐振器的性能良好。

15

其中，步骤A可以具体过程可以包括：提供供体基底；在供体基底之上形成粘附层；在粘附层之上形成单晶压电薄膜层；在单晶压电薄膜层之上形成底电极层；将单晶压电薄膜层和底电极层图形化，得到压电结构和底电极。

20

其中，步骤C的具体过程可以通过两种方式实现。

方式一：步骤C具体包括：刻蚀粘附层以形成锚结构；将第一软印章与压电结构接触以粘住压电结构和底电极，断开锚结构以使压电结构和底电极与供体基底分离；将第二软印章与底电极接触以粘住底电极和压电结构，然后将底电极和压电结构与第一软印章分离；利用第二软印章将压电结构和底电极压印在底电极之上并且对准覆盖空腔。

25

方式二：步骤C具体包括：将供体基底、粘附层、压电结构和底电极倒置，然后键合到转移基底之上并且对准覆盖空腔；在供体基底

30

上加工出通孔；利用通孔采用湿法腐蚀工艺去除粘附层，以使压电结构与供体基底分离。

5 其中，压电结构的材料可以为：单晶氮化铝、单晶铌酸锂、单晶锆钛酸铅、单晶铌酸钾、或者单晶钽酸锂等。上述材料为压电薄膜，厚度小于 10 微米。单晶氮化铝薄膜生长方式为有机金属化学气相沉积法 (MOCVD)等。

10 其中，顶电极的材料可以为如下金属或者它们的合金：金、钨、钼、铂、钽、铌、锆、铜、钛、钛钨、铝、铬、砷掺杂金。同样地，顶电极的材料为如下金属或者它们的合金：金、钨、钼、铂、钽、铌、锆、铜、钛、钛钨、铝、铬、砷掺杂金。顶电极和底电极材料一般相同，但也可以不同。

15 其中，供体基底的材料可以为硅或者铌酸锂，粘附层的材料可以为二氧化硅。

20 其中，转移基底的材料可以为硅、玻璃、陶瓷、金刚石、碳化硅等硬质基底；也可以为聚酰亚胺（PI）、聚对二甲苯（Parylene）、聚碳酸酯（PC）、涤纶树脂（PET）、聚萘二甲酸乙二醇酯（PEN）、聚醚砜（PES）、聚醚酰亚胺（PEI）、聚二甲基硅氧烷（PDMS）、聚乙烯醇（PVA）、和各种含氟聚合物（FEP）等柔性基底。

25 其中，第一软印章和第二软印章的材料可以为二甲基硅氧烷。

根据本发明实施例的单晶压电薄膜体声波谐振器，其是通过本发明公开的方法形成的。

30 由上可知，本发明的技术方案通过薄膜转移工艺，将带有底电极

的单晶压电薄膜转移到转移基底上后，再制备顶电极，操作简单，能够大规模制造，从而克服传统工艺的缺点，同时实现了上下电极分布在单晶薄膜两侧的谐振器结构，能够极大的提高谐振器性能。

5 为使本领域技术人员更好地理解，下面结合具体实施例进行说明
详本发明的单晶压电薄膜体声波谐振器的形成过程。

实施例 1 采用干法转移印刷法转移器件结构

10 (1) 采用目前市面上制备工艺较成熟、单晶材料质量较好的硅晶圆作为供体基底 11。在供体基底 11 之上生长二氧化硅材料的粘附层 12。然后再在粘附层上制备高质量的铌酸锂 (LiNbO_3 , LN) 单晶压电薄膜层 13。如图 4 所示。

15 (2) 采用磁控溅射技术制备顶电极 14，然后采用光刻、刻蚀等工艺将底电极层 14 图形化，得到底电极 14，底电极 14 形状可以为任意形状，如多边形、圆形、弧形等。如图 5 所示。

 (3) 采用光刻、刻蚀等工艺将单晶压电薄膜层 13 图形化，得到了压电结构 13。如图 6 所示。

20 (4) 在另一个硅晶圆的转移基底 21 的顶表面上，通过光刻、刻蚀等工艺制备空腔 20，如图 7 所示。空腔 20 可在此步制备，也可先填充牺牲材料，待器件全部形成完成时再刻蚀形成空腔。

 (5) 提供可产生弹性变形的弹性体软印章，其结构截面如图 8 所示。软印章由基座和与器件接触面弹性体材料构成，弹性体材料可以是二甲基硅氧烷 (PDMS)，但并不局限于以上材料。

25 采用结构截面如图 8 所示的第一软印章 30 将图 6 所示中的底电极 14 与压电结构 13 一起转移至图 7 所示的转移基底 21 上。转移前，先对粘附层 12 进行刻蚀，使粘附层 12 与压电结构 13 连接的面积尽量小，如图 9 所示。具体地，可以刻蚀掉绝大部分粘附层中的二氧化硅，只留下很小的锚结构与压电结构 13 连接。然后利用第一软印章 30 把在
30 供体基底 11 上的底电极 14 及压电结构 13 粘住并提拉起来，如图 10A

和图 10B 所示。

采用结构截面如图 8 所示的第二软印章 40，使粘在第一软印章 30 上的底电极 14 及压电结构 13 再次粘下来。如图 11A 和图 11B 所示。

5 将带有底电极 14 及压电结构 13 的第二软印章 40 压印到带有空腔的转移基底 21 上。如图 12 所示。然后，将第二软印章 40 去除。如图 13 所示。

(6) 采用磁控溅射、光刻、刻蚀等工艺在图 13 所示结构上制备顶电极 22，获得具有单晶材料压电薄膜的体声波谐振器，如图 14 所示。

10 实施例 2 采用键合法转移器件结构

本发明可以使用直接键合法转移供体基底 11 之上压电结构 13 及底电极 14。

15 首先使用键合机台将图 6 制备好的器件结构与图 7 带有空腔的硅转移基底进行直接键合，如图 15 所示。

键合完成后，在供体基底 11 上采用光刻、深硅刻蚀等工艺刻蚀出一系列通孔，如图 16 所示。

采用湿法刻蚀工艺，如氢氟酸（HF）刻蚀，去除掉粘附层 12，从而将压电结构 13 与原来的供体基底 11 进行分离。如图 17 所示。

20

按照一定的拓扑结构连接上述薄膜体声波谐振器可以构建单晶频率滤波器件，其中最常见组成滤波器的谐振器链接拓扑结构为 Ladder 结构，综合考虑电学性能和机械性能，建议采用两级半的 Ladder 结构如图 18A 所示；其截面图如图 18B 所示。

25

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、一种单晶压电薄膜体声波谐振器的形成方法，其特征在于，包括：

5 在供体基底之上形成压电结构和底电极，其中所述底电极在所述压电结构之上；

 在转移基底的顶表面形成空腔；

 将所述压电结构和所述底电极脱离所述供体基底并且倒置转移到所述转移基底之上，并且其中，倒置转移完毕后所述底电极在所述转移基底之上并且覆盖所述空腔，所述压电结构在所述底电极之上；

10 在所述压电结构之上形成顶电极。

2、根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述在供体基底之上形成压电结构和底电极的步骤包括：

15 提供供体基底；

 在供体基底之上形成粘附层；

 在所述粘附层之上形成单晶压电薄膜层；

 在所述单晶压电薄膜层之上形成底电极层；

 将所述单晶压电薄膜层和所述底电极层图形化，以得到所述压电结构和所述底电极。

20

3、根据权利要求 2 所述的方法，其特征在于，所述将所述压电结构和所述底电极脱离所述供体基底并且倒置转移到所述转移基底之上的步骤包括：

25 刻蚀所述粘附层以形成锚结构；

 将第一软印章与所述压电结构接触以粘住所述压电结构和所述底电极，断开所述锚结构以使所述压电结构和所述底电极与所述供体基底分离；

 将第二软印章与所述底电极接触以粘住所述底电极和所述压电结构，然后将底电极和所述压电结构与所述第一软印章分离；

30

利用第二软印章将所述压电结构和所述底电极压印在所述底电极之上并且对准覆盖所述空腔。

4、根据权利要求 2 所述的方法，其特征在于，所述将所述压电结构和所述底电极脱离所述供体基底并且倒置转移到所述转移基底之上的步骤包括：

将所述供体基底、所述粘附层、所述压电结构和所述底电极倒置，然后键合到所述转移基底之上并且对准覆盖所述空腔；

在所述供体基底上加工出通孔；

利用所述通孔采用湿法腐蚀工艺去除所述粘附层，以使所述压电结构与所述供体基底分离。

5、根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述压电结构的材料为：单晶氮化铝、单晶铌酸锂、单晶锆钛酸铅、单晶铌酸钾、或者单晶钽酸锂。

6、根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述顶电极的材料为如下金属或者它们的合金：金、钨、钼、铂、钨、钽、铌、锆、铜、钛、钛钨、铝、铬、砷掺杂金。

7、根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述底电极的材料为如下金属或者它们的合金：金、钨、钼、铂、钨、钽、铌、锆、铜、钛、钛钨、铝、铬、砷掺杂金。

8、根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述供体基底的材料为硅或者铌酸锂，所述粘附层的材料为二氧化硅。

9、根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述转移基底的材料为硅、玻璃、陶瓷、金刚石、碳化硅、聚酰亚胺、聚对二甲苯、聚碳酸酯、涤纶树脂、聚萘二甲酸乙二醇酯、聚醚砜、聚醚酰亚胺、聚

二甲基硅氧烷、聚乙烯醇或者含氟聚合物。

10、根据权利要求 3 所述的方法，其特征在于，所述第一软印章和第二软印章的材料为二甲基硅氧烷。

5

11、一种单晶压电薄膜体声波谐振器，其特征在于，该单晶压电薄膜体声波谐振器是通过权利要求 1 至 10 中任一项所述的方法形成的。

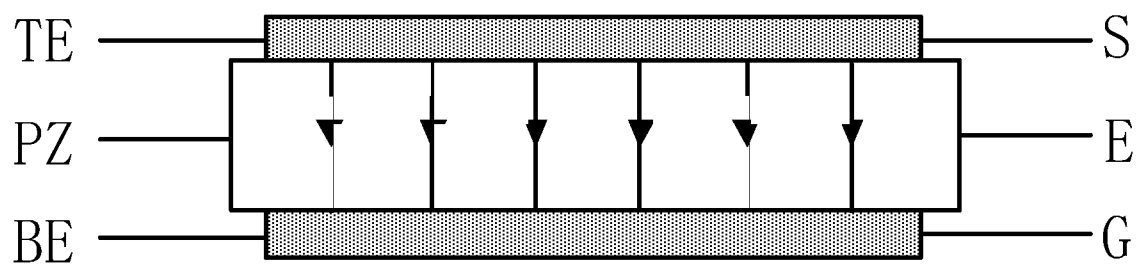


图 1

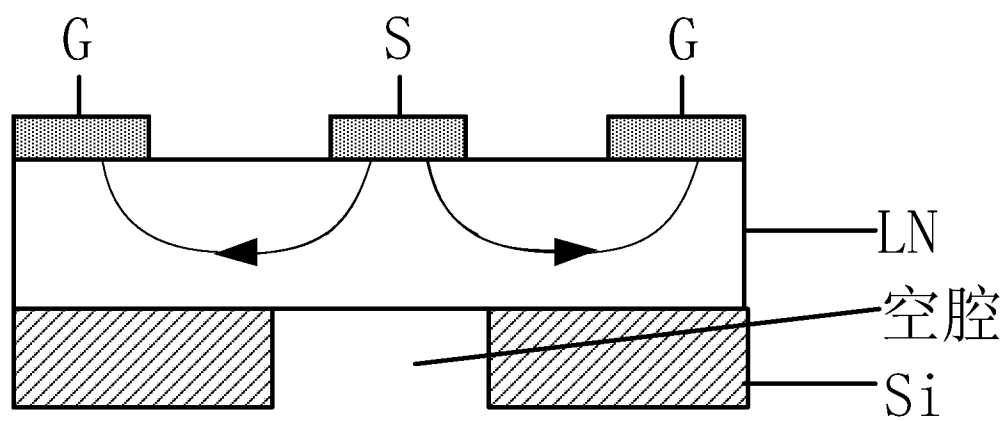


图 2A



图 2B

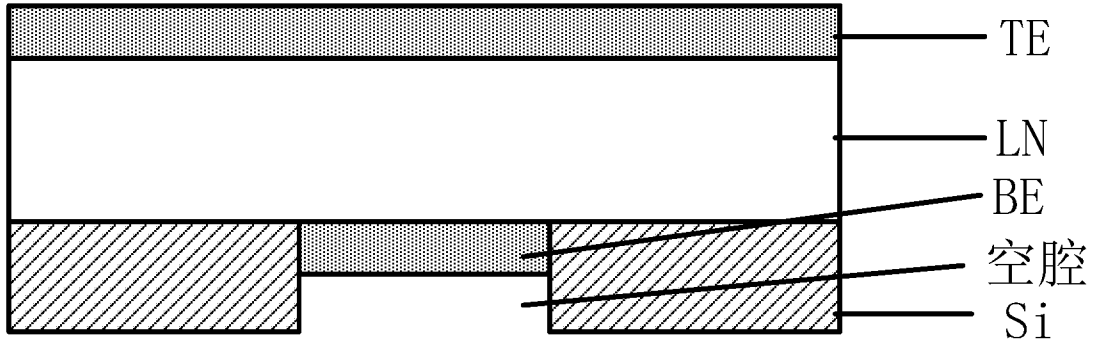


图 2C

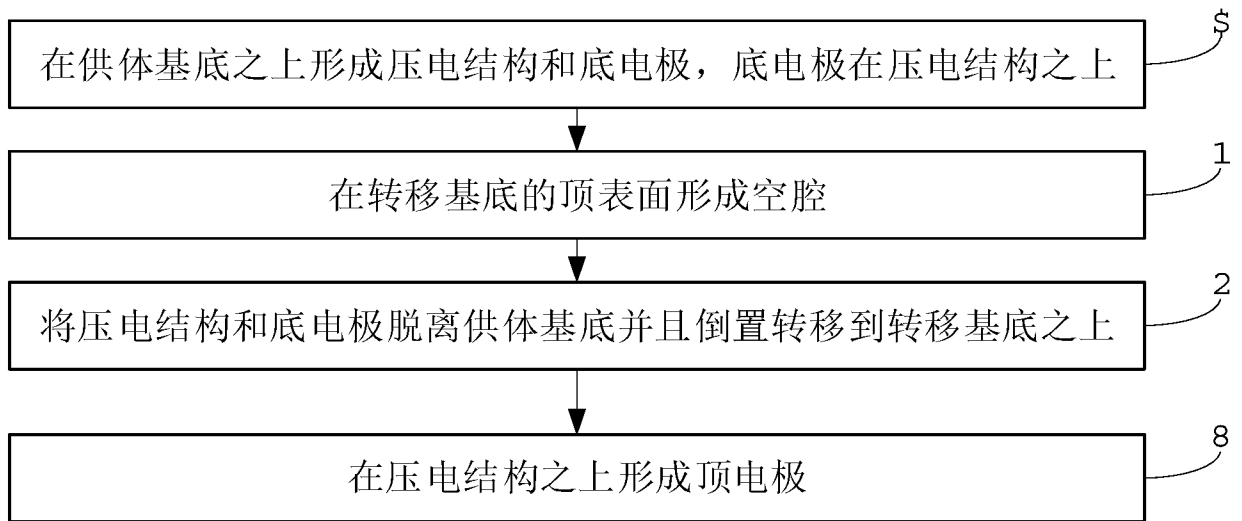


图 3

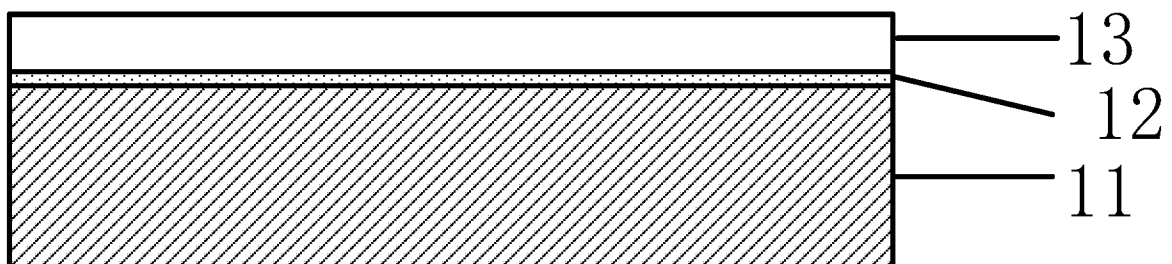


图 4

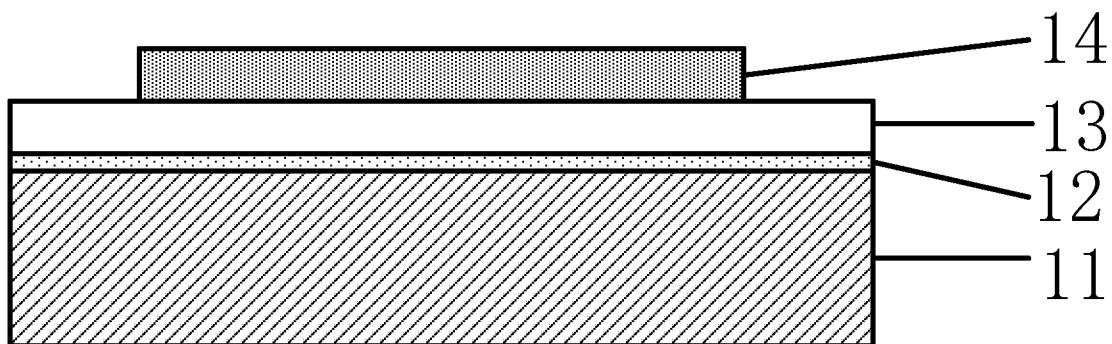


图 5

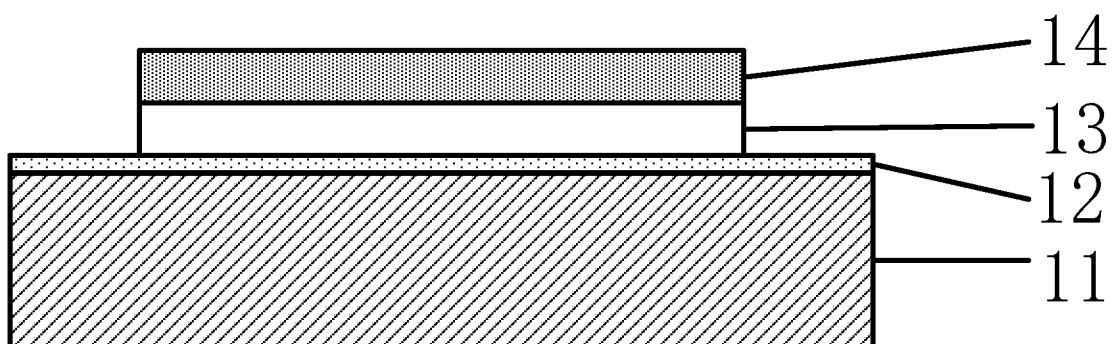


图 6

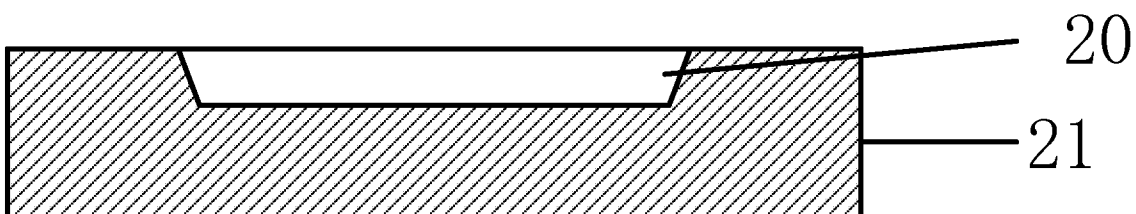


图 7

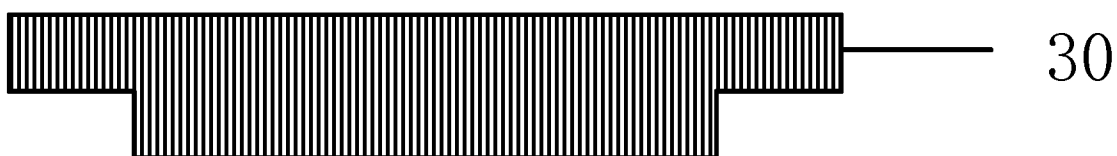


图 8

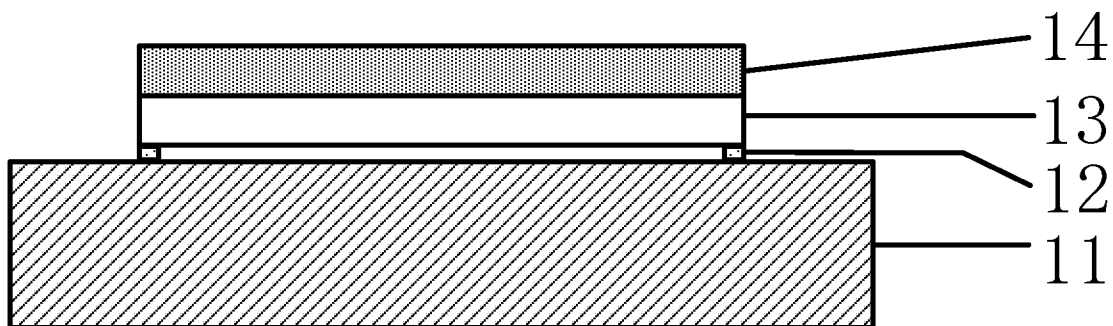


图 9

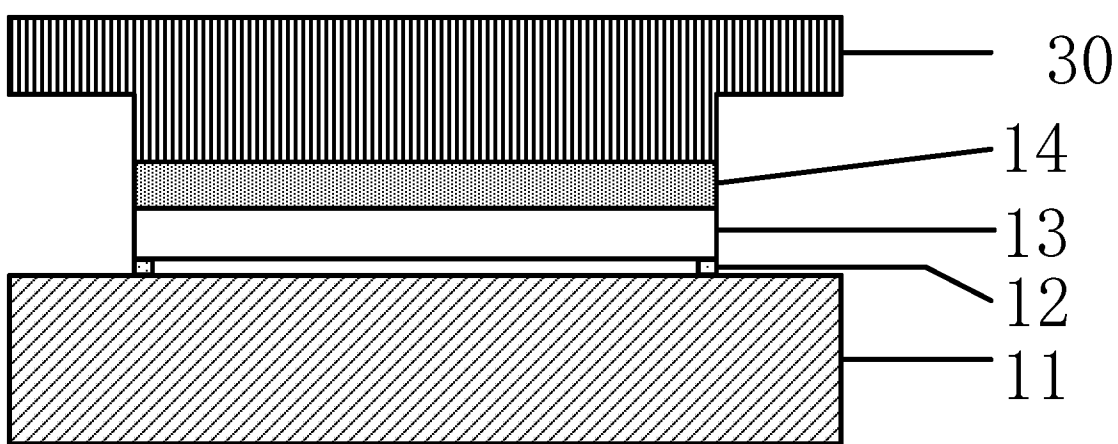


图 10A

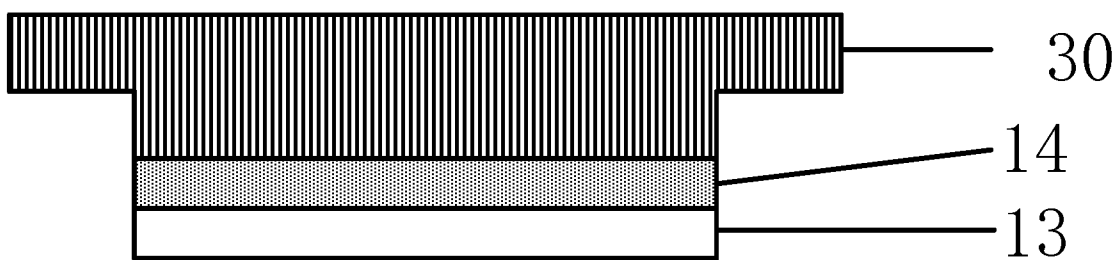


图 10B

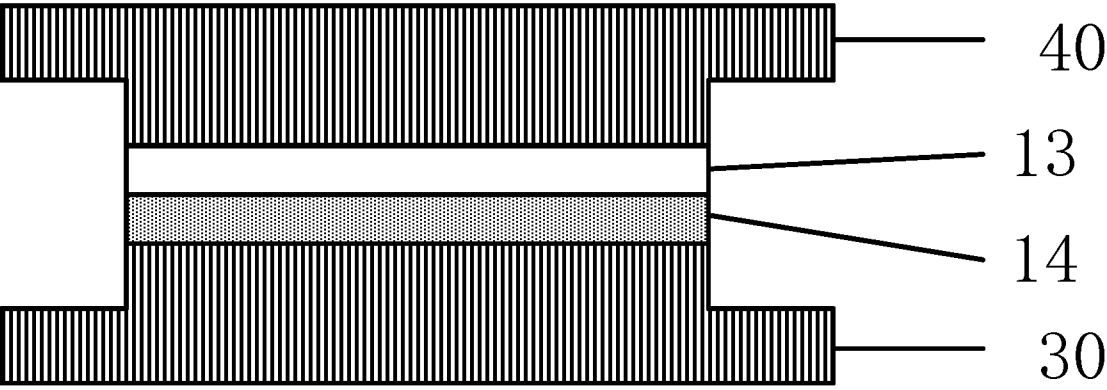


图 11A

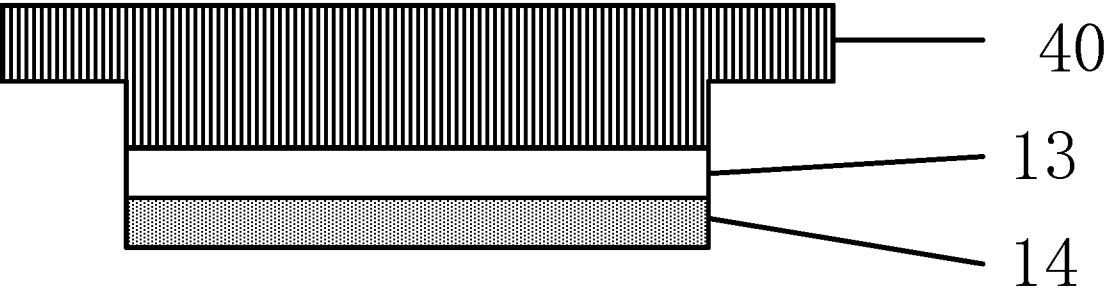


图 11B

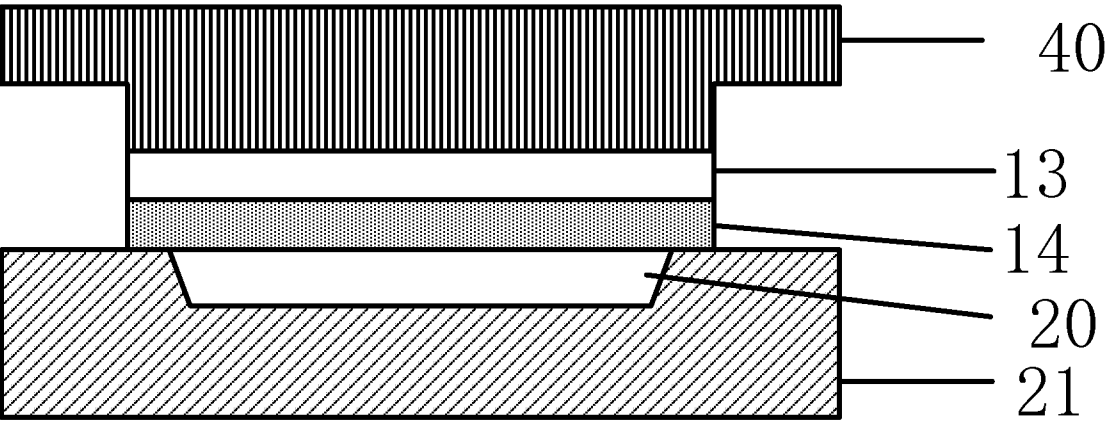


图 12

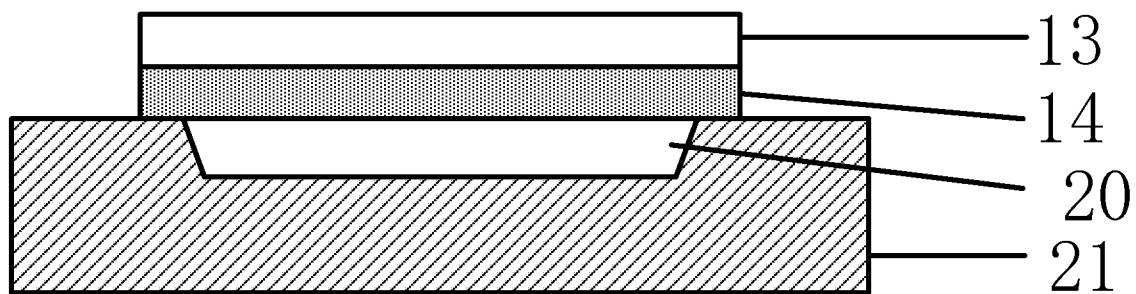


图 13

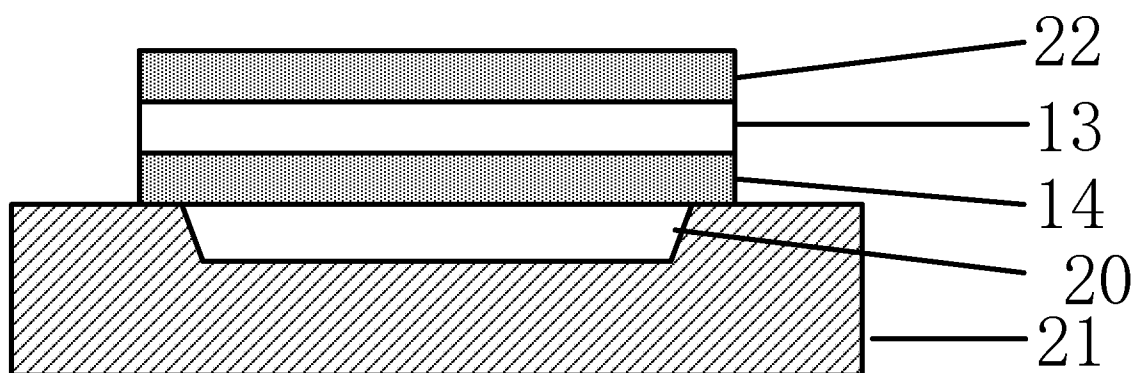


图 14

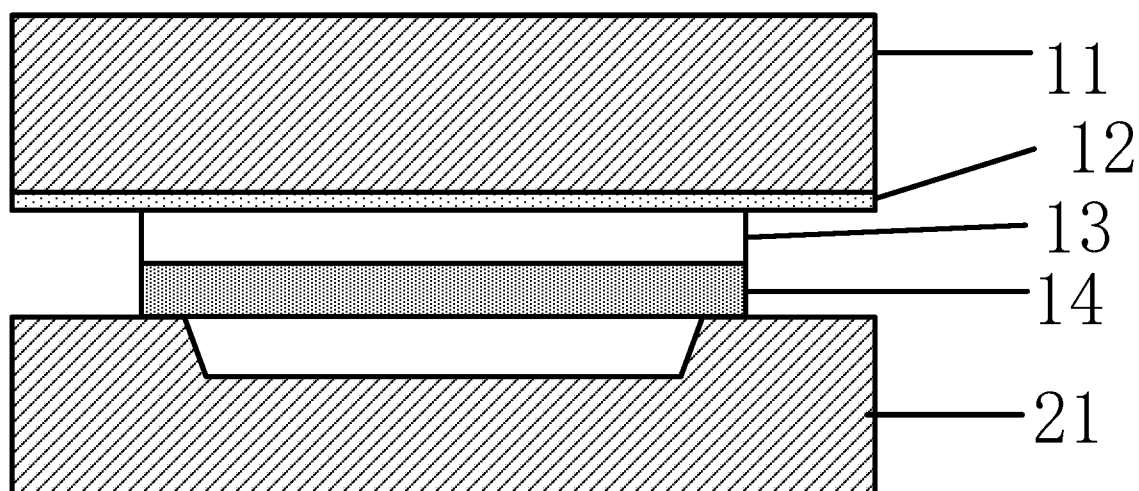


图 15

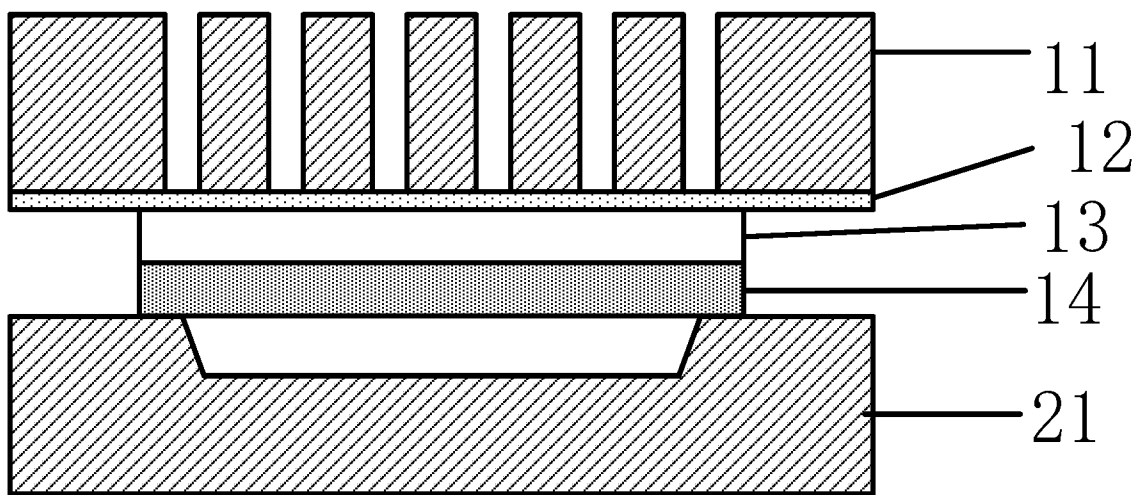


图 16

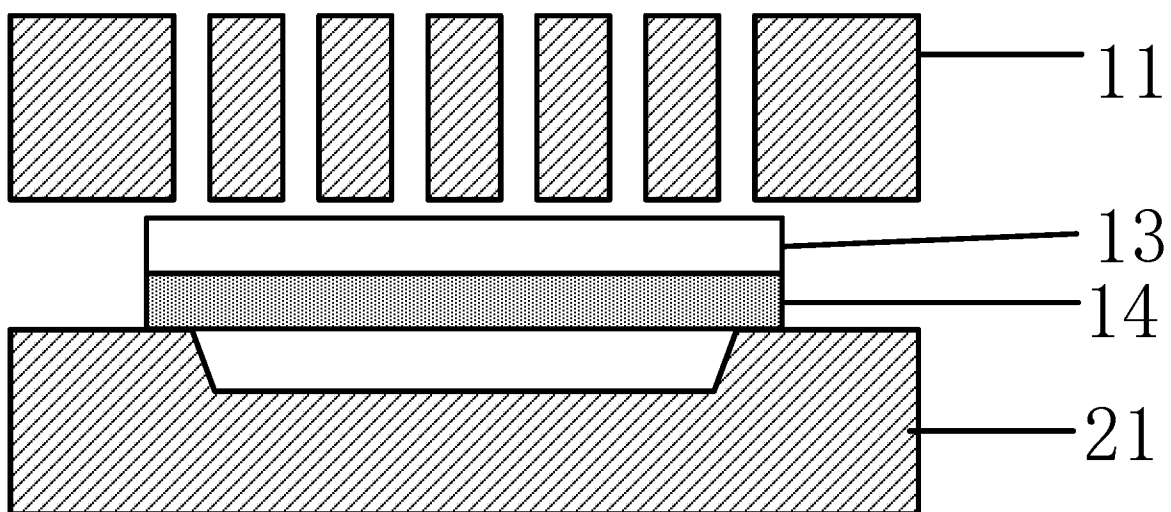


图 17

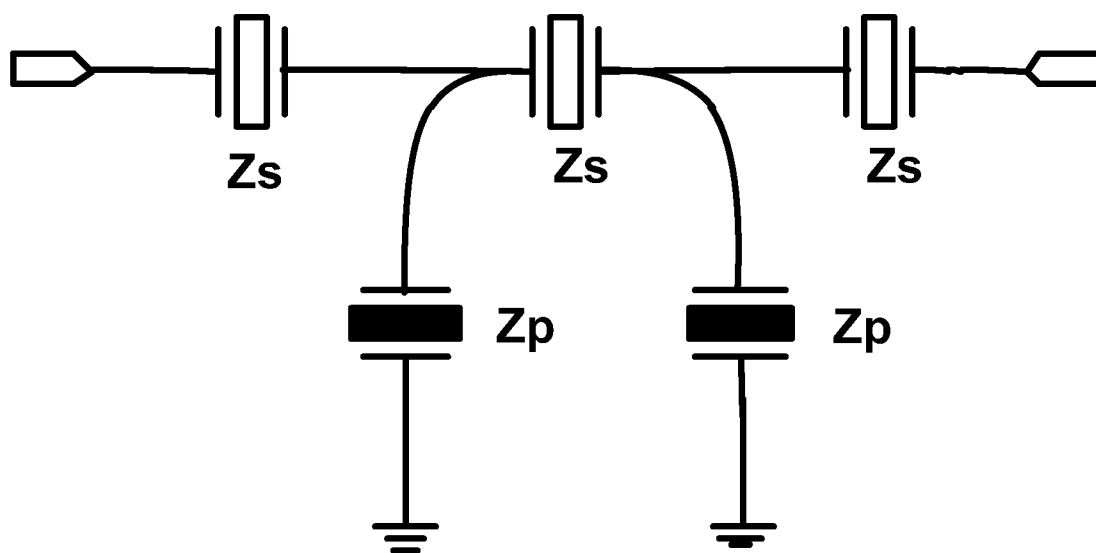


图 18A

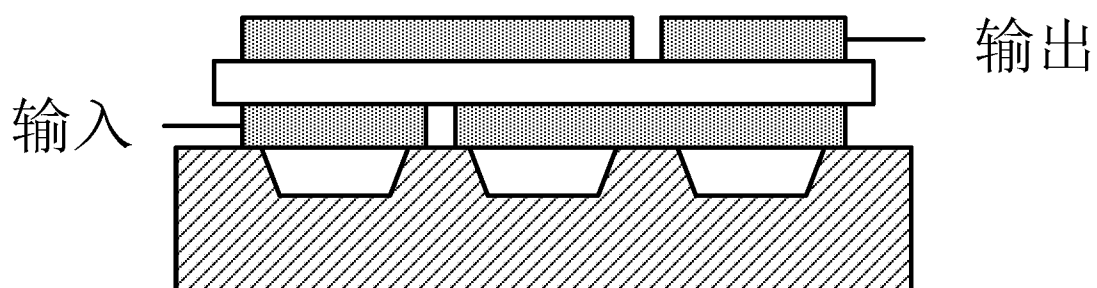


图 18B

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2018/124078

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L 41/35(2013.01)i; H01L 41/09(2006.01)i; H03H 9/17(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)

H01L41/-, H03H9/-

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, 中国期刊网全文数据库, CJFD, WPI, EPODOC, STN, ISI: 单晶, 压电, 声波谐振器, 电极, 转移, 转印, acoustic resonator?, transfer+, electrode? or electric pole?, single crystal or monocrystal, piezoelectric+

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2015033520 A1 (RIAZIAT MAJID et al.) 05 February 2015 (2015-02-05) description, paragraphs [0040]-[0046], and figures 5 and 7	1-11
A	CN 109039296 A (ZHUHAI CRYSTAL RESONANCE TECHNOLOGIES CO., LTD.) 18 December 2018 (2018-12-18) claims 1-37	1-11
A	CN 106501376 A (TSINGHUA UNIVERSITY) 15 March 2017 (2017-03-15) claims 1-10	1-11
A	CN 108493326 A (SHANGHAI INSTITUTE OF MICROSYSTEM AND INFORMATION TECHNOLOGY, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES) 04 September 2018 (2018-09-04) claims 1-19	1-11
A	JP 5060356 B2 (PANASONIC CORPORATION) 31 October 2012 (2012-10-31) description, paragraphs [0021]-[0036]	1-11



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

02 September 2019

Date of mailing of the international search report

08 October 2019

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/CN2018/124078

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2015033520	A1	05 February 2015	None			
CN	109039296	A	18 December 2018	None			
CN	106501376	A	15 March 2017	CN	106501376	B	22 March 2019
CN	108493326	A	04 September 2018	None			
JP	5060356	B2	31 October 2012	JP	2009232283	A	08 October 2009

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2018/124078

A. 主题的分类

H01L 41/35 (2013.01) i; H01L 41/09 (2006.01) i; H03H 9/17 (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)

H01L41/-, H03H9/-

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, CNKI (中国期刊网全文数据库), WPI, EPDOC, STN, ISI: 单晶, 压电, 声波谐振器, 电极, 转移, 转印, acoustic resonator?, transfer+, electrode? or electric pole?, single crystal or monocrystal, piezoelectric+

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
X	US 2015033520 A1 (RIAZIAT MAJID等) 2015年 2月 5日 (2015 - 02 - 05) 说明书第[0040]-[0046]段, 图5, 7	1-11
A	CN 109039296 A (珠海晶讯聚震科技有限公司) 2018年 12月 18日 (2018 - 12 - 18) 权利要求1-37	1-11
A	CN 106501376 A (清华大学) 2017年 3月 15日 (2017 - 03 - 15) 权利要求1-10	1-11
A	CN 108493326 A (中国科学院上海微系统与信息技术研究所) 2018年 9月 4日 (2018 - 09 - 04) 权利要求1-19	1-11
A	JP 5060356 B2 (PANASONIC CORP.) 2012年 10月 31日 (2012 - 10 - 31) 说明书第[0021]-[0036]段	1-11

☐ 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

2019年 9月 2日

国际检索报告邮寄日期

2019年 10月 8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

受权官员

史巍

传真号 (86-10)62019451

电话号码 86-(10)-53962196

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2018/124078

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	2015033520	A1	2015年 2月 5日	无	
CN	109039296	A	2018年 12月 18日	无	
CN	106501376	A	2017年 3月 15日	CN 106501376	B 2019年 3月 22日
CN	108493326	A	2018年 9月 4日	无	
JP	5060356	B2	2012年 10月 31日	JP 2009232283	A 2009年 10月 8日