

(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 8 月 20 日 (20.08.2020)



(10) 国际公布号
WO 2020/163973 A1

(51) 国际专利分类号:
H03H 9/02 (2006.01) *H01L 21/336* (2006.01)
H01L 33/00 (2010.01) *H03H 3/02* (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2018/124074

(22) 国际申请日: 2019 年 2 月 15 日 (15.02.2019)

(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)。

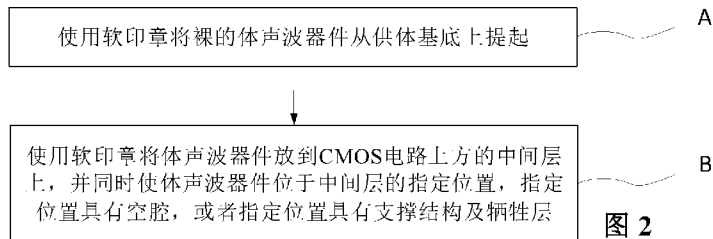
(72) 发明人: 庞慰 (PANG, Wei); 中国天津市南开区卫津路 92 号, Tianjin 300072 (CN)。 高传海 (GAO, Chuanhai); 中国天津市南开区卫津路 92 号, Tianjin 300072 (CN)。 张孟伦 (ZHANG, Menglun); 中国天津市南开区卫津路 92 号, Tianjin 300072 (CN)。

(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,

(54) Title: AIR-GAP TYPE PIEZOELECTRIC BULK ACOUSTIC WAVE DEVICE HETEROGENEOUS INTEGRATION METHOD, AND DEVICE THEREOF

(54) 发明名称: 一种空气隙型压电体声波器件异质集成方法和该器件



A Use soft seal to lift bulk acoustic wave device thin film from donor substrate
B Use soft seal to place bulk acoustic wave device on middle layer above CMOS circuit, while also causing bulk acoustic wave device to be located at designated position of middle layer, designated position having cavity or designated position having support structure and sacrificial layer

(57) Abstract: Provided is an air-gap type piezoelectric bulk acoustic wave device heterogeneous integration method, comprising: using a soft seal to lift a bulk acoustic wave device thin film (320) from a donor substrate; using the soft seal to place the bulk acoustic wave device on a middle layer (330) above a CMOS circuit (370), while also causing the bulk acoustic wave device to be located at a designated position of the middle layer, the designated position having a cavity (340) or the designated position having a support structure (5020) and a sacrificial layer (5030). Material transfer printing technology is used to transfer the transferable bulk acoustic wave device to a target system platform, ultimately forming a 3D stacked integrated structure, having the following advantages: lower cost, higher degree of integration, lower operating temperature requirement, and shorter operating time.

(57) 摘要: 提供一种空气隙型压电体声波器件异质集成方法, 包括: 使用软印章将体声波器件薄膜 (320) 从供体基底上提起; 使用软印章将体声波器件放到 CMOS 电路 (370) 上方的中间层 (330) 上, 并同时使体声波器件位于中间层的指定位置, 指定位置具有空腔 (340), 或者指定位置具有支撑结构 (5020) 及牺牲层 (5030)。运用材料转移印刷技术将可转移体声波器件转移至目标系统平台上, 最终形成 3D 堆叠式集成结构, 优势在于: 更低的成本、更高的集成度、更低的操作温度要求以及更短的操作时间。

JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK,
LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX,
MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL,
PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区
保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ,
NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM,
AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG,
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))。

一种空气隙型压电体声波器件异质集成方法和该器件

5 技术领域

本发明涉及半导体技术领域，特别地涉及一种空气隙型压电体声波器件异质集成方法和该器件。

背景技术

10 异质集成（Heterogeneous Integration, HI）是指仅在一个系统平台上就能实现集成的技术，它通过一系列过程制造并组装成完整的电子子系统，如 MEMS（Micro-Electro-Mechanical System）器件、SOI/CMOS 混合信号专用集成电路（ASIC）、微尺度无源组件和微功率系统等。异质集成被认为是实现片上系统（System-on-Chip, SoC）和系统级封装（System-on-a-Package, SoP）的关键策略。与此同时，以 III-V 族元素化合物、碳纳米管等为代表的高性能新型应用已越来越广泛。若将基于这些高性能材料的电子组件与传统硅基互补式金属氧化物半导体（CMOS）电路集成在一起则可以进一步获得集成度更高、性能更优的电子系统，这对集成电路在延续摩尔定律方面具有重要意义。事实上，
15 以上所提及的高性能材料在某些工序上多不与传统 CMOS 工艺相兼容，这种情况下相应的电子组件往往需要独立制造，然后通过异质集成手段将他们组建在同一个系统平台上。
20

25 现有的异质集成手段主要分为两类：混合集成和单片集成。混合集成是将工艺不兼容的电子组件分别制造，然后进行系统级或晶圆级电学连接。此过程中需要将其中一种组件连同其基底进行翻转，将连接突起点对准后进行键合。键合过程使得连个接触体间建立分子级的稳固连接而成为一体，最后去除不必要的基底，但该过程往往需要在高温条件才能完成，高温可能损害某些电子组件。单片集成适用于工艺差异不太大的异质集成中，当一部分组件制造结束后，在其表面建
30

立电学连接端并形成连接和特定的保护层，然后直接在此基础上进行第二部分组件的加工。

另一方面，基于压电材料的体声波谐振器正在吸引人们的研究注意力。由体声波谐振器构成的射频前端滤波器/双工器具有优越的滤波特性，例如低插入损耗、陡峭的过渡带、较大的功率容量和较强的抗静电放电（ESD）能力。具有超低频率温度漂移的高频体声波振荡器，其相位噪声低、功耗低且带宽调制范围大。除此之外，这些微型体声波谐振器可由 MEMS 工艺在硅衬底上大量制备，从而降低了单位成本。

以薄膜体声波谐振器（Film Bulk Acoustic Resonator, FBAR）为例，其结构示意图如图 1 所示，谐振器具有典型的“三明治”结构，从上至下依次为顶电极 110、压电层 120 和底电极 130。当两电极间被施加射频电压时，压电层在厚度方向上被激发出体声波并伴随微小形变，声波能量在谐振器结构体中损耗或传播，到达边界面时则透射到另一介质或被反射回来，最终形成驻波，即进入谐振状态。在进行体声波谐振器设计时，为了最大程度上减少声能量损失，除了选用低声损耗材料等措施外，更应注重构建一个高声反射率界面。空气隙型结构常被用作高声反射率声反射面，这是因为空气与谐振体材料的声阻抗特性在数量级上具有较大差异，从而导致声反射率极高。空气隙型结构可以通过谐振体有效谐振区域厚度方向上在衬底材料 150 构造空腔 140 结构实现，如图 1 所示，发生谐振时，体声波在顶电极上表面、底电极下表面与有效谐振区域共同围成的区域内传播。注意，这里的有效谐振区域定义为顶电极、压电层和底电极三层材料在厚度方向上重叠的区域。

根据上述现有异质集成方法，难以实现压电体声波器件薄膜的异质集成。压电体声波器件薄膜指未加外围结构保护措施的压电体声波谐振器，即只包含顶电极、压电层、底电极和必要的金属导电层。与其它形式的压电体声波谐振器相比，由于未加以塑封等保护，压电体声波器件薄膜整体保留了薄膜结构，所占用体积很小，易获得更高的

集成度。首先，混合集成中的键合工艺不适用于谐振器材料且高温可能会对谐振器造成性能损害。其次，即便在有保护层的情况下进行，直接采用单片集成的方式也容易引起 CMOS 电路受损且工艺复杂。目前，在涉及大量制备的前提下，尚无针对压电体声波器件薄膜的高效异质集成方法。

发明内容

有鉴于此，本发明旨在提供一种空气隙型压电体声波器件异质集成方法，具有简单易行、高效可靠的优点。

本发明的空气隙型压电体声波器件薄膜的异质集成方法，包括：使用软印章将体声波器件薄膜从供体基底上提起；使用所述软印章将所述体声波器件放到 CMOS 电路上方的中间层上，并同时使所述体声波器件位于所述中间层的指定位置，所述指定位置具有空腔，或者所述指定位置具有支撑结构及牺牲层。

可选地，所述中间层为半固态的 UV 胶。

可选地，所述指定位置具有空腔，并且使用所述软印章将所述体声波器件放到 CMOS 电路上方的中间层上的步骤之前，还包括：在中间层上形成黏附层。

可选地，所述指定位置具有支撑结构及牺牲层，并且使用所述软印章将所述体声波器件放到 CMOS 电路上方的中间层上的步骤之前，还包括：在支撑结构上形成黏附层。

可选地，在使用所述软印章将所述体声波器件放到 CMOS 电路上方的中间层上的步骤之后，还包括：去除所述牺牲层，以形成空腔。

可选地，所述中间层和所述支撑结构的材料包括但不限于：二氧化

化硅、氮化硅或有机聚合物。

可选地，所述牺牲层的材料包括但不限于二氧化硅。

5 可选地，所述体声波器件与 CMOS 电路之间的电学连接方式包括但不限于沉积金属薄膜或引线键合。

可选地，所述 CMOS 电路基于如下材料的器件基底上：砷化镓、氮化镓、碳化硅、金刚石、铌酸锂、钽酸锂或石英。

10

可选地，所述黏附层的材料包括但不限于乙基纤维素、苯并环丁烯或有机溶液混合物。

15

本发明的空气隙型压电体声波器件异质集成方法，运用材料转移印刷技术将可转移体声波器件转移至目标系统平台上，最终形成 3D 堆叠式集成结构。该方法的优势至少包括以下几个方面：（1）更低的成本。该方法直接对体声波器件薄膜进行操作，工序更加简化。（2）更高的集成度。薄膜状体声波器件薄膜自身具有体积小、质量轻特点，厚度比常规集成方法中的对应器件小一到两个数量级，且与传统 2D 和 20 3D 集成布局相比空间占用率更少。（3）更低的操作温度要求。利用转移印刷技术对具有可转移结构的压电体声波器件进行集成，操作可在较低温度内完成，避免了传统键合等高温要求。（4）更短的操作时间。与传统键合等操作相比，转移过程及其对准等操作耗时更短。

20

25

本发明还提出一种异质集成的空气隙型压电体声波器件，它是通过本发明的方法所制备的。

30

本发明的异质集成的空气隙型压电体声波器件可以包括：基底、位于所述基底上方的 CMOS 电路、位于所述 CMOS 电路上的具有空腔的中间层，位于空腔上方的体声波器件薄膜，以及电极板、电极板

窗口和金属导电薄膜。

5 本发明的异质集成的空气隙型压电体声波器件可以包括：基底、位于所述基底上方的 CMOS 电路、位于所述 CMOS 电路上的具有空腔的 UV 胶层，位于空腔上方的体声波器件薄膜，以及电极板、电极板窗口和金属导电薄膜。

10 本发明的异质集成的空气隙型压电体声波器件可以包括：基底、位于所述基底上方的 CMOS 电路，位于所述 CMOS 电路上的支撑结构，位于所述支撑结构上方的体声波器件薄膜，以及电极板。

本发明的异质集成的空气隙型压电体声波器件中，所述中间层之上具有黏附层或者所述支撑结构之上具有黏附层。

15 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 是具有典型的“三明治”结构薄膜体声波谐振器的结构示意图。

20 图 2 是本发明实施例的空气隙型压电体声波器件异质集成方法的流程示意图；

图 3 是本发明实施例的异质集成器件中的振荡器电路主体结构的剖面图；

图 4 是本发明第一实施例的空气隙型压电体声波器件异质集成器件的剖面图；

25 图 5 是本发明第二实施例的空气隙型压电体声波器件异质集成器件的剖面图；

图 6 (a) 和图 6 (b) 分别是本发明第三实施例空气隙型压电体声波器件异质集成器件的加工中间态和终态的剖面图；

30 图 7 是本发明第四实施例的空气隙型压电体声波器件异质集成器件的黏附层集成的局部结构的剖面图。

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。

图 2 是本发明实施例的空气隙型压电体声波器件异质集成方法的流程示意图。如图 2 所示，该方法包括：A.使用软印章将体声波器件薄膜从供体基底上提起；B.使用所述软印章将所述体声波器件放到 CMOS 电路上方的中间层上，并同时使所述体声波器件位于所述中间层的指定位置，所述指定位置具有空腔，或者所述指定位置具有支撑结构及牺牲层。这里的体声波器件薄膜是指厚度仅为几微米的完全未封装的体声波器件，厚度远小于封装了的同类器件。

本发明的空气隙型压电体声波器件异质集成方法，运用材料转移印刷技术将可转移体声波器件转移至目标系统平台上，最终形成 3D 堆叠式集成结构。该方法的优势至少包括以下几个方面：（1）更低的成本。该方法直接对体声波器件薄膜进行操作，工序更加简化。（2）更高的集成度。薄膜状体声波器件薄膜自身具有体积小、质量轻特点，厚度比常规集成方法中的对应器件小一到两个数量级，且与传统 2D 和 3D 集成布局相比空间占用率更少。（3）更低的操作温度要求。利用转移印刷技术对具有可转移结构的压电体声波器件进行集成，操作可在较低温度内完成，避免了传统键合等高温要求。（4）更短的操作时间。与传统键合等操作相比，转移过程及其对准等操作耗时更短。

本发明涉及的所有实施例以 FBAR 与振荡器 CMOS 集成电路间的异质集成为例展开叙述。需要说明的是，压电体声波器件不限于 FBAR，还包括但不限于其它类型的体声波器件，如压电微机械超声换能器（Piezoelectric Micromachined Ultrasonic Transducers, PMUT）、兰姆波

谐振器（Lamb Wave Resonator, LWR）、MEMS 麦克风等。CMOS 集成电路包括但不限于振荡器电路，还可以是滤波器电路、双工器电路等。转移目标系统不局限于 CMOS 集成电路，还包括但不限于基于砷化镓（GaAs）、氮化镓（GaN）、碳化硅（SiC）、金刚石（diamond）、
5 铌酸锂（lithium niobate）、钽酸锂（lithium tantalate）、石英（quartz）等基底的电子元器件。

如图 3 所示，以下实施例中所涉及的振荡器电路（CMOS 集成电路）主体结构 200 包括：电极板 210、CMOS 电路 220 和硅基底 230。
10 其中，电极板 210 用于与外界建立电学连接（包括与 FBAR 之间的连接）。FBAR 由 MEMS 工艺另外加工得到，其核心结构为由两侧电极和位于电极间的压电层构成的三明治结构。所述 FBAR 电极为以下任意一种：钨、镁、金、钨、钼、铂、钨、铌、锆、铜、钛、钛钨、铝、铬、砷掺杂金。可选的，所述 FBAR 压电层的材料为以下任意一种：
15 氮化铝、氧化锌、锆钛酸铅、铌酸锂、石英、铌酸钾、钽酸锂。可选的，所述压电层的材料为掺杂稀土元素的氮化铝。上述材料为压电薄膜，厚度小于 10 微米。氮化铝薄膜为多晶形态或者单晶形态，生长方式为薄膜溅射（sputtering）或者有机金属化学气相沉积法（MOCVD）。

FBAR 主体通过锚点连接在晶圆上且具有可转移特性。用于转移的
20 软印章一般由具有黏弹性的材料制作得到，如聚二甲基硅氧烷（Polydimethylsiloxane, PDMS）等。

转移时，先用软印章将 FBAR 器件薄膜从供体基底（例如硅晶圆）上提起，这个过程中用于束缚 FBAR 的锚点结构发生断裂，FBAR 与软印章粘附在一起。其次，将携带了 FBAR 的软印章与振荡器电路上的空腔结构对齐，向下移动软印章使 FBAR 底面与空腔有接触。最后，缓慢提起软印章，FBAR 与软印章分离并黏附在振荡器电路上。所述转移操作可阵列化大批量进行。

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。

实施例 1

本实施例中，在 CMOS 电路上方形成带空腔结构的中间层，然后进行器件转移。

5 首先，中间层材料通过旋涂或沉积等常规方法被添加到 CMOS 电路上方；其次，直接通过光刻工艺或者光刻加刻蚀工艺形成空腔结构及电极板窗口，电极板窗口使得电极板露出；最后，利用转移印刷方法将 FBAR 转移至空腔上方并与 CMOS 电路建立电学连接。得到的结构 300 如图 4 所示，包括：金属导电薄膜 310、FBAR 器件 320、中间层 330、中间层上的空腔结构 340、电极板窗口 350、电极板 360、CMOS 电路 370 和硅基底 380。

10 本实施例中，中间层材料包括但不限于二氧化硅（ SiO_2 ）、氮化硅（ Si_3N_4 ）、有机聚合物（Polymer）如聚乙酰胺（Polyimide, PI）等。FBAR 与 CMOS 电路之间的电学连接方式除了金属导电薄膜，还可以通过引线键合（Wire bonding）等方式实现。

实施例 2

20 本实施例中，使用 UV 胶和热压印的实现可靠集成。空腔层的材料为半固态的 UV 胶，其特性是可被方便地粘贴在指定的面上、形状可塑且被紫外光照射时能够产生不可逆的固化。最终获得的结构如图 5 所示，结构单元 400 从上至下依次为金属导电薄膜 410、FBAR 器件 420、UV 胶层 430、UV 胶层上的空腔结构 440、电极板窗口 450、电极板 460、CMOS 电路 470 和硅基底 480。

25 UV 胶被粘贴在 CMOS 电路表面后，用热压印方法压印出空腔结构，具体做法是：在 UV 胶上方覆盖带凸起结构的透光硬质材料，如玻璃，持续施加一定压力和温度，之后用紫外光短时照射，短时照射使得 UV 胶发生不完全固化，硬质材料分离但又维持一定黏性。移去硬质材料后进行转移操作，然后再用紫外光照射，使 UV 胶完全固化。最后，在 CMOS 电路和 FBAR 之间建立电学连接。

30 本实施例中，电学连接方式除了沉积金属薄膜，还可以通过引线

键合等方式实现。

实施例 3

5 本实施例中，通过建立支撑结构使得 FBAR 结构悬空，从而在底部构建声反射界面。支撑结构和牺牲层首先被建立，然后将 FBAR 转移至支撑结构上方，形成的结构如图 6(a)所示。图 6(a)中，结构单元 5000 包括：FBAR 器件 5010、支撑结构 5020、牺牲层 5030、电极板 5040、CMOS 电路 5050 和硅基底 5060。最后将牺牲层材料释放，使 FBAR 有效谐振区域悬空并建立 FBAR 与 CMOS 电路之间的电学连接，
10 最终形成的结构如图 6(b)所示。图 6(b)中，结构 5100 包括：金属导电薄膜 5110、FBAR 器件 5120、支撑结构 5130、电极板 5140、CMOS 电路 5150 和硅基底 5160。

本实施例中，支撑材料包括但不限于二氧化硅 (SiO_2)、氮化硅 (Si_3N_4)、有机聚合物 (Polymer) 如聚乙酰胺 (Polyimide, PI) 等，
15 牺牲层材料包括但不限于二氧化硅 (SiO_2) 等。需要注意的牺牲层释放工艺不应对支撑结构造成刻蚀等影响。电学连接方式包括但不限于沉积金属薄膜、引线键合等。

实施例 4

20 本实施例中，在空腔结构与 FBAR 之间引入黏附层，旨在使得空腔结构与 FBAR 之间的连接更加可靠。含黏附层集成的局部结构示意图如图 7，结构单元 600 从上至下依次为 FBAR 器件 610、黏附层 620 和带空腔结构 630 的中间层 640。另可以在实施例 3 中应用黏附层，此时黏附层位于实施例 3 中的支撑结构上。

25 本实施例中，黏附层具有热固性。黏附层在 FBAR 转移后被加热固化，从而形成稳定可靠的连接关系。黏附层的形成方式不唯一，对于初始状态为液态的黏附层，可将通过黏附液旋涂或 3D 打印等方式将其涂覆于薄层上，转移完成后再将溶剂蒸发。为了加快溶剂蒸发进程，可在不损坏电路结构的前提下对平台整体进行加热。

30 本实施例中，黏附层材料包括但不限于乙基纤维素 (EC)、苯并

环丁烯（BCB）、有机溶液混合物（如 PI 和 N-甲基吡咯烷酮）等。

本发明还提出了异质集成的空气隙型压电体声波器件，它是通过本发明的方法所制备的。

5

本发明实施例的异质集成的空气隙型压电体声波器件可以如图 4 所示，包括：基底、位于基底上方的 CMOS 电路、位于 CMOS 电路上的具有空腔的中间层，位于空腔上方的体声波器件薄膜，以及电极板、电极板窗口和金属导电薄膜。

10

本发明实施例的异质集成的空气隙型压电体声波器件可以如图 5 所示，包括：基底、位于基底上方的 CMOS 电路、位于 CMOS 电路上的具有空腔的 UV 胶层，位于空腔上方的体声波器件薄膜，以及电极板、电极板窗口和金属导电薄膜。

15

本发明实施例的异质集成的空气隙型压电体声波器件可以如图 6（b）所示，包括：基底、位于基底上方的 CMOS 电路，位于 CMOS 电路上的支撑结构，位于支撑结构上方的体声波器件薄膜，以及电极板。

20

本发明实施例的异质集成的空气隙型压电体声波器件中，中间层之上具有黏附层（如图 7 所示）或者支撑结构之上具有黏附层。

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。

30

权 利 要 求 书

1. 一种空气隙型压电体声波器件异质集成方法，其特征在于，包括：

5 使用软印章将体声波器件薄膜从供体基底上提起；

 使用所述软印章将所述体声波器件放到 CMOS 电路上方的中间层上，并同时使所述体声波器件位于所述中间层的指定位置，所述指定位置具有空腔，或者所述指定位置具有支撑结构及牺牲层。

10 2. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述中间层为半固态的 UV 胶。

 3. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述指定位置具有空腔，并且使用所述软印章将所述体声波器件放到 CMOS 电路上方的中间层上的步骤之前，还包括：在中间层上形成黏附层。

 4. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述指定位置具有支撑结构及牺牲层，并且使用所述软印章将所述体声波器件放到 CMOS 电路上方的中间层上的步骤之前，还包括：在支撑结构上形成黏附层。

20 5. 根据权利要求 1 或 4 所述的方法，其特征在于，在使用所述软印章将所述体声波器件放到 CMOS 电路上方的中间层上的步骤之后，还包括：去除所述牺牲层，以形成空腔。

25 6. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述中间层和所述支撑结构的材料包括但不限于：二氧化硅、氮化硅或有机聚合物。

 7. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述牺牲层的材料包括二氧化硅。

30

8. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述体声波器件与 CMOS 电路之间的电学连接方式包括沉积金属薄膜或引线键合。

5 9. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述 CMOS 电路基于如下材料的器件基底上：砷化镓、氮化镓、碳化硅、金刚石、铌酸锂、钽酸锂或石英。

10 10. 根据权利要求 4 或 5 的方法，其特征在于，所述黏附层的材料包括但不限于乙基纤维素、苯并环丁烯或有机溶液混合物。

11. 一种异质集成的空气隙型压电体声波器件，其特征在于，所述空气隙型压电体声波器件是通过权利要求 1 至 10 中任一项所述的方法所制备。

15 12. 一种异质集成的空气隙型压电体声波器件，其特征在于，包括：基底、位于所述基底上方的 CMOS 电路、位于所述 CMOS 电路上方具有空腔的中间层，位于空腔上方的体声波器件薄膜，以及电极板、电极板窗口和金属导电薄膜。

20 13. 一种异质集成的空气隙型压电体声波器件，其特征在于，包括：基底、位于所述基底上方的 CMOS 电路、位于所述 CMOS 电路上方具有空腔的 UV 胶层，位于空腔上方的体声波器件薄膜，以及电极板、电极板窗口和金属导电薄膜。

25 14. 一种异质集成的空气隙型压电体声波器件，其特征在于，包括：基底、位于所述基底上方的 CMOS 电路，位于所述 CMOS 电路上方具有支撑结构的支撑结构，位于所述支撑结构上方的体声波器件薄膜，以及电极板。

30 15. 根据权利要求 13 或 14 所述的异质集成的空气隙型压电体声

波器件，其特征在于，所述中间层之上具有黏附层或者所述支撑结构之上具有黏附层。

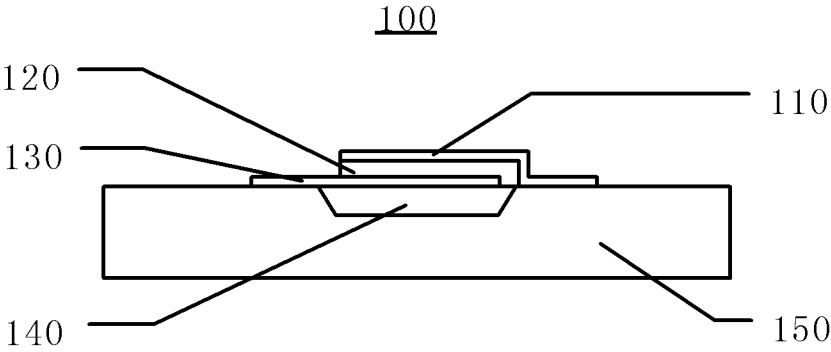
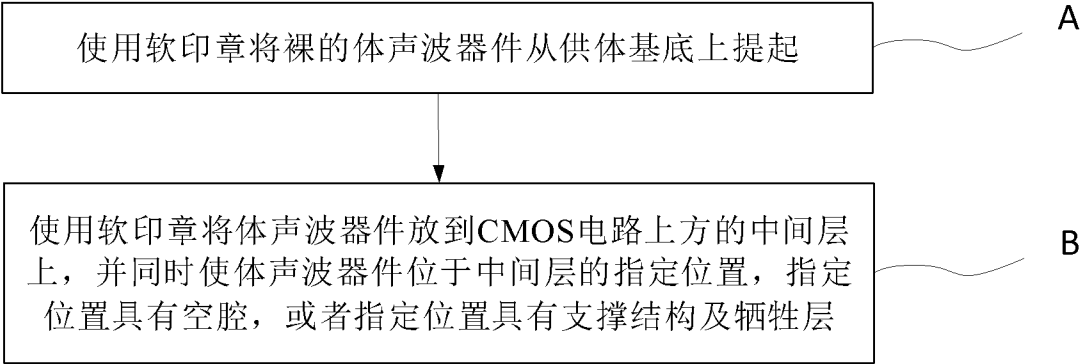


图 1



5

图 2

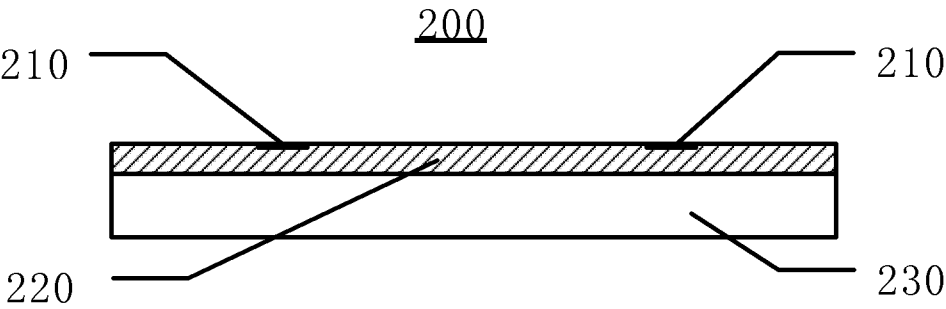


图 3

10

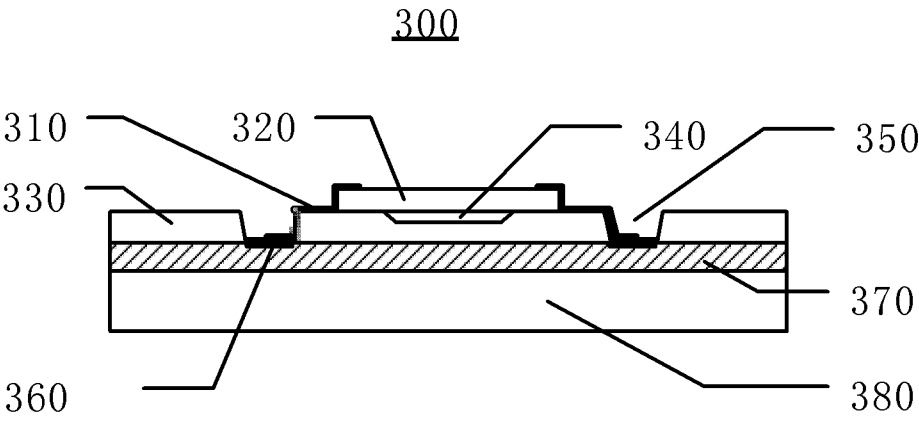


图 4

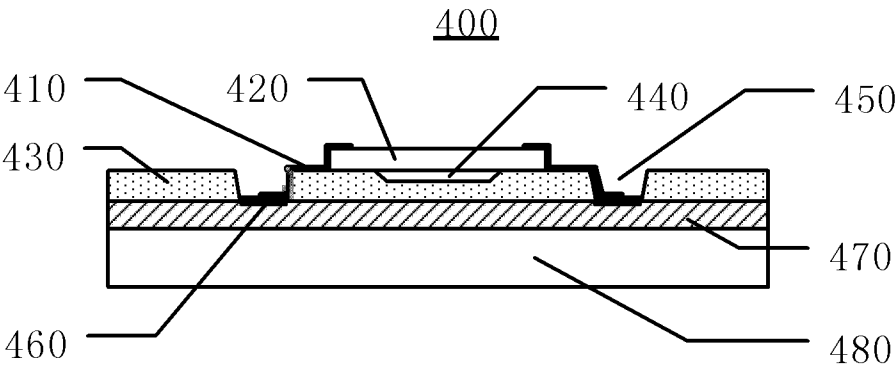


图 5

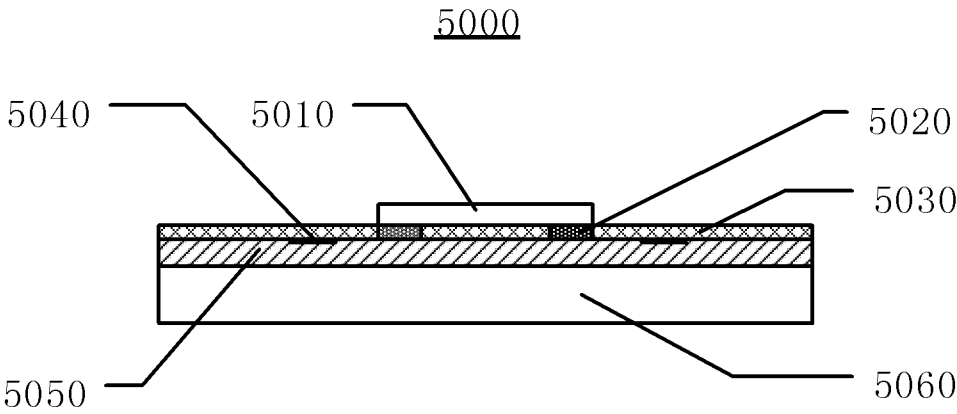


图 6 (a)

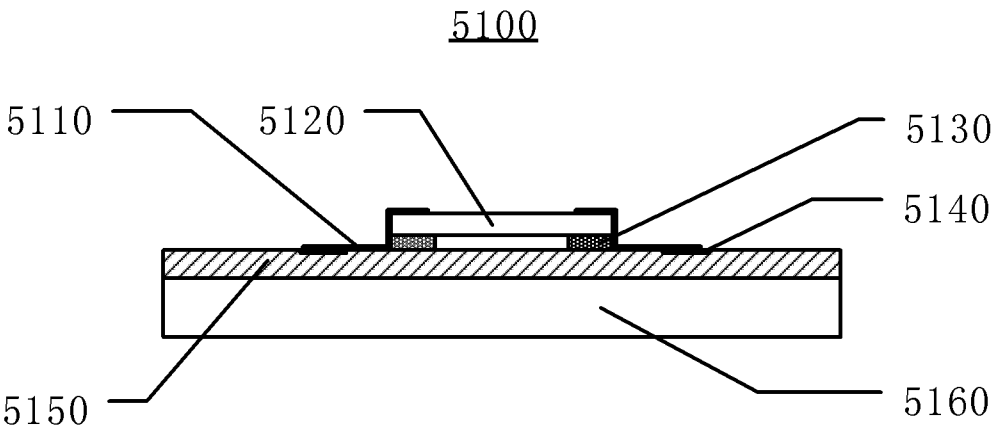


图 6 (b)

5

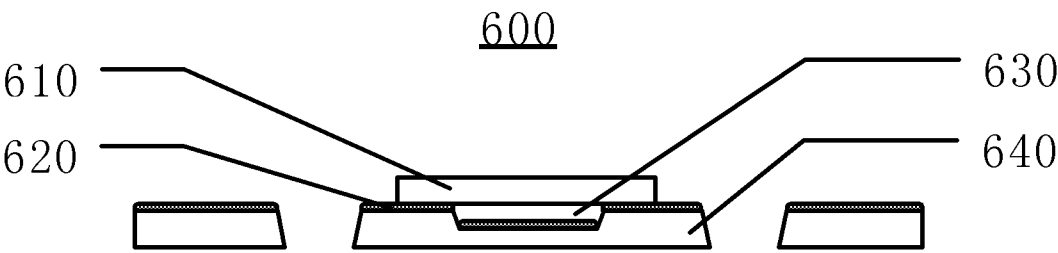


图 7

10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2018/124074

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H03H 9/02(2006.01)i; H01L 33/00(2010.01)i; H01L 21/336(2006.01)i; H03H 3/02(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; H01L

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)

CNABS; CNTXT; QWPI; SIPOABS; CNKI; IEEE: 异质, 集成, 印章, 转移, 薄膜, 空气隙, 声波, 压电, 谐振, 支撑, 牺牲层, CMOS, hetero+, integrat+, stamp, transfer+, film, air gap?, acoustic, resonator, piezoelectric, support+, sacrificial layer

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 105680813 A (RDA MICROELECTRONICS, INC.) 15 June 2016 (2016-06-15) description, paragraphs [0020]-[0062], and figures 1-3i	1-15
Y	CN 105355563 A (SHANGHAI INTEGRATED CIRCUIT RESEARCH AND DEVELOPMENT CENTER LTD. et al.) 24 February 2016 (2016-02-24) description, paragraphs [0034]-[0058], and figures 1-2e	1-15
A	CN 102545827 A (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.) 04 July 2012 (2012-07-04) entire document	1-15
A	CN 104030234 A (JIANGSU ALLENMOORE MICROELECTRONICS CO., LTD.) 10 September 2014 (2014-09-10) entire document	1-15
A	CN 107093994 A (HANGZHOU SAPPLAND MICROELECTRONICS TECHNOLOGY CO., LTD.) 25 August 2017 (2017-08-25) entire document	1-15



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

20 February 2019

Date of mailing of the international search report

23 March 2020

Name and mailing address of the ISA/CN

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

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2018/124074

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	105680813	A	15 June 2016	CN	105680813	B	07 December 2018
CN	105355563	A	24 February 2016	None			
CN	102545827	A	04 July 2012	CN	102545827	B	09 September 2015
				WO	2013102342	A1	11 July 2013
CN	104030234	A	10 September 2014	CN	104030234	B	13 January 2016
CN	107093994	A	25 August 2017	None			

A. 主题的分类 H03H 9/02 (2006.01) i; H01L 33/00 (2010.01) i; H01L 21/336 (2006.01) i; H03H 3/02 (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; H01L 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)) CNABS; CNTXT; QWPI; SIPOABS; CNKI; IEEE: 异质, 集成, 印章, 转移, 薄膜, 空气隙, 声波, 压电, 谐振, 支撑, 牺牲层, CMOS, hetero+, integrat+, stamp, transfer+, film, air gap?, acoustic, resonator, piezoelectric, support+, sacrificial layer																				
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>Y</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) 说明书第[0020]-[0062]段, 图1-3i</td> <td>1-15</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 105355563 A (上海集成电路研发中心有限公司 等) 2016年 2月 24日 (2016 - 02 - 24) 说明书第[0034]-[0058]段, 附图1-2e</td> <td>1-15</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 102545827 A (华为技术有限公司) 2012年 7月 4日 (2012 - 07 - 04) 全文</td> <td>1-15</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 104030234 A (江苏艾伦摩尔电子科技有限公司) 2014年 9月 10日 (2014 - 09 - 10) 全文</td> <td>1-15</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 107093994 A (杭州左蓝微电子技术有限公司) 2017年 8月 25日 (2017 - 08 - 25) 全文</td> <td>1-15</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	Y	CN 105680813 A (锐迪科微电子上海有限公司) 2016年 6月 15日 (2016 - 06 - 15) 说明书第[0020]-[0062]段, 图1-3i	1-15	Y	CN 105355563 A (上海集成电路研发中心有限公司 等) 2016年 2月 24日 (2016 - 02 - 24) 说明书第[0034]-[0058]段, 附图1-2e	1-15	A	CN 102545827 A (华为技术有限公司) 2012年 7月 4日 (2012 - 07 - 04) 全文	1-15	A	CN 104030234 A (江苏艾伦摩尔电子科技有限公司) 2014年 9月 10日 (2014 - 09 - 10) 全文	1-15	A	CN 107093994 A (杭州左蓝微电子技术有限公司) 2017年 8月 25日 (2017 - 08 - 25) 全文	1-15
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																		
Y	CN 105680813 A (锐迪科微电子上海有限公司) 2016年 6月 15日 (2016 - 06 - 15) 说明书第[0020]-[0062]段, 图1-3i	1-15																		
Y	CN 105355563 A (上海集成电路研发中心有限公司 等) 2016年 2月 24日 (2016 - 02 - 24) 说明书第[0034]-[0058]段, 附图1-2e	1-15																		
A	CN 102545827 A (华为技术有限公司) 2012年 7月 4日 (2012 - 07 - 04) 全文	1-15																		
A	CN 104030234 A (江苏艾伦摩尔电子科技有限公司) 2014年 9月 10日 (2014 - 09 - 10) 全文	1-15																		
A	CN 107093994 A (杭州左蓝微电子技术有限公司) 2017年 8月 25日 (2017 - 08 - 25) 全文	1-15																		
☐ 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 2019年 2月 20日		国际检索报告邮寄日期 2020年 3月 23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 甄丽娟 电话号码 (86-10)62411856																		

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2018/124074

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	105680813	A	2016年 6月 15日	CN	105680813	B	2018年 12月 7日
CN	105355563	A	2016年 2月 24日	无			
CN	102545827	A	2012年 7月 4日	CN	102545827	B	2015年 9月 9日
				WO	2013102342	A1	2013年 7月 11日
CN	104030234	A	2014年 9月 10日	CN	104030234	B	2016年 1月 13日
CN	107093994	A	2017年 8月 25日	无			