(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
2021 年 6 月 17 日 (17.06.2021)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2021/114556 A1

(51) 国际专利分类号:
H03H 9/02 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2020/088702

(22) 国际申请日: 2020 年 5 月 6 日 (06.05.2020)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201911248447.X 2019年12月9日 (09.12.2019) CN

(71) 申请人: 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: 徐洋 (**XU, Yang**); 中国天津市滨海新区开发区西区新业五街27号, Tianjin 300462 (CN)。 庞慰 (**PANG, Wei**); 中国天津市南开区卫津路92号, Tianjin 300072 (CN)。 班圣光 (**BAN, Shengguang**); 中国天津市滨海新区开发区西区新业五街27号, Tianjin 300462 (CN)。 孔庆路 (**KONG, Qinglu**); 中国天津市滨海新区开发区西区新业五街27号, Tianjin 300462 (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,

(54) **Title:** BULK ACOUSTIC WAVE RESONATOR HAVING GAP LAYER ON ELECTRODE AND MANUFACTURING METHOD THEREFOR, FILTER, AND ELECTRONIC DEVICE

(54) 发明名称: 电极具有空隙层的体声波谐振器及制造方法、滤波器及电子设备

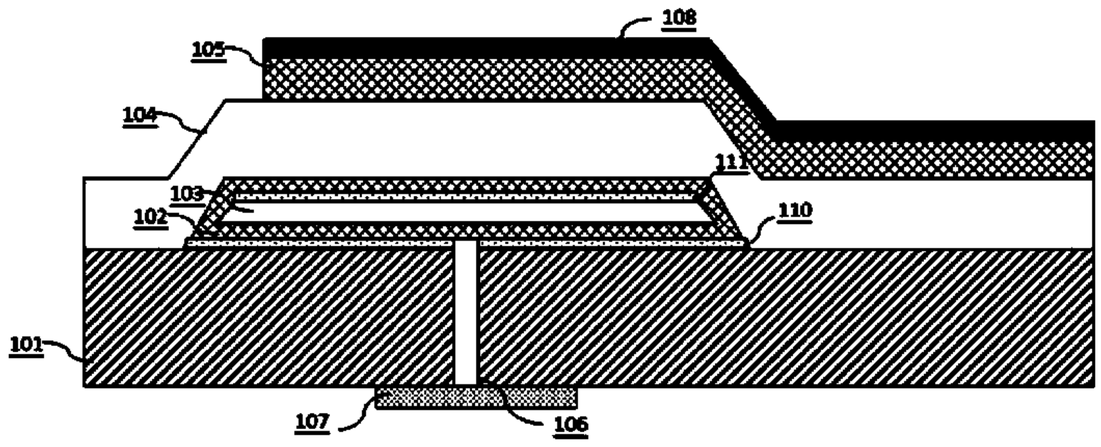


图1A

(57) **Abstract:** The present invention relates to a bulk acoustic wave resonator and a manufacturing method therefor. The resonator comprises: a substrate; a bottom electrode; a top electrode; and a piezoelectric layer provided between the bottom electrode and the top electrode, wherein the bottom electrode is a gap electrode; the gap electrode has a gap layer; there is a distance between the gap layer and the top surface of the gap electrode and between the gap layer and the bottom surface of the gap electrode in the thickness direction of the gap electrode; the gap layer forms an acoustic mirror cavity of the resonator, or an acoustic mirror structure is provided in the gap layer; the substrate is provided with at least one electric connection through hole; the through hole has one end connected to the bottom electrode, and the other end suitable for being connected to a bonding pad located on the lower side of the substrate. The present invention further relates to a filter having the resonator and an electronic device having the filter or the resonator.

(57) 摘要: 本发明涉及一种体声波谐振器及其制造方法。所述谐振器包括：基底；底电极；顶电极；和压电层，设置在底电极与顶电极之间，其中：底电极为间隙电极，所述间隙电极具有空隙层，在所述间隙电极的厚度方向上，所述空隙层与所述间隙电极的顶面与底面均存在距离，所述空隙层形成所述谐振器的声学镜空腔或者所述空隙层内设置有声学镜结构；所述基底设置有至少一个电连接通孔，所述通孔一端连接到所述底电极，另一端适于连接到位于基底的下侧的焊盘。本发明还涉及一种具有上述谐振器的滤波器以及具有该滤波器或谐振器的电子设备。

[见续页]

WO 2021/114556 A1

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

(84) 指定国(除另有指明，要求每一种可提供的地区保护)：ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

电极具有空隙层的体声波谐振器及制造方法、滤波器及电子设备

技术领域

本发明的实施例涉及半导体领域，尤其涉及一种体声波谐振器及其制造方法、一种具有该谐振器的滤波器，以及一种具有该谐振器或者该滤波器的电子设备。

背景技术

电子器件作为电子设备的基本元素，已经被广泛应用，其应用范围包括移动电话、汽车、家电设备等。此外，未来即将改变世界的人工智能、物联网、5G 通讯等技术仍然需要依靠电子器件作为基础。

电子器件根据不同工作原理可以发挥不同的特性与优势，在所有电子器件中，利用压电效应（或逆压电效应）工作的器件是其中很重要一类，压电器件有着非常广泛的应用情景。薄膜体声波谐振器（Film Bulk Acoustic Resonator，简称 FBAR，又称为体声波谐振器，也称 BAW）作为压电器件的重要成员正在通信领域发挥着重要作用，特别是 FBAR 滤波器在射频滤波器领域市场占有份额越来越大，FBAR 具有尺寸小、谐振频率高、品质因数高、功率容量大、滚降效应好等优良特性，其滤波器正在逐步取代传统的声表面波（SAW）滤波器和陶瓷滤波器，在无线通信射频领域发挥巨大作用，其高灵敏度的优势也能应用到生物、物理、医学等传感领域。

薄膜体声波谐振器的结构主体为由电极-压电薄膜-电极组成的“三明治”结构，即两层金属电极层之间夹一层压电材料。通过在两电极间输入正弦信号，FBAR 利用逆压电效应将输入电信号转换为机械谐振，并且再利用压电效应将机械谐振转换为电信号输出。

通信技术的快速发展要求滤波器工作频率不断提高，例如 5G 通信频段（sub-6G）的频率在 3GHz-6GHz，频率高于 4G 等通信技术。对于体声波谐振器和滤波器，高工作频率意味着薄膜厚度尤其是电极的薄膜厚度，要进一步减小；然而电极薄膜厚度的减小带来的主要负面效应为电学损耗增加导致的谐振器Q值降低，尤其是串联谐振点及其频率附近处的Q值降低；

相应地，高工作频率体声波滤波器的性能也随着体声波谐振器的 Q 值降低而大幅恶化。

此外，滤波器还存在提升功率容量的需求和缩小滤波器尺寸的需求。

发明内容

为缓解或解决现有技术中的上述问题或者提升功率容量或缩小滤波器尺寸，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：

一种体声波谐振器，包括：

基底；

底电极；

顶电极；和

压电层，设置在底电极与顶电极之间，

其中：

底电极为间隙电极，所述间隙电极具有空隙层，在所述间隙电极的厚度方向上，所述空隙层与所述间隙电极的顶面与底面均存在距离，所述空隙层形成所述谐振器的声学镜空腔或者所述空隙层内设置有声学镜结构；

所述基底设置有至少一个电连接通孔，所述通孔一端连接到所述底电极，另一端适于连接到位于基底的下侧的焊盘。

本发明的实施例还涉及一种滤波器，包括上述的体声波谐振器。

本发明的实施例还涉及体声波谐振器的制造方法，包括步骤：

提供基底，以及在基底的上侧沉积第一底电极层；

在第一底电极层上形成图形化的牺牲层；

沉积第二底电极层，所述第二底电极层覆盖所述牺牲层以及所述第一底电极层，第一底电极层与第二底电极层彼此电连接；

图形化第一底电极层与第二底电极层以形成底电极；

沉积压电层和顶电极层，图形化顶电极层以形成顶电极；

释放所述牺牲层；

刻蚀穿过基底的导电通孔，以及在基底的下侧形成与导电通孔电连接的导电焊盘。

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上述的

谐振器或根据上述方法制造的体声波谐振器。

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 为根据本发明的一个示例性实施例的体声波谐振器的俯视示意图；

图 1A 为根据本发明的一个示例性实施例的沿图 1 中的 A-A 向截得的示意性截面图；

图 2 为根据本发明的另一个示例性实施例的沿类似于图 1 中的 A-A 向截得的示意性截面图，其中示出了多个导电通孔；

图 3 为根据本发明的一个示例性实施例的体声波谐振器的俯视示意图；

图 3A 为根据本发明的一个示例性实施例的沿图 3 中的 A-B 向截得的示意性截面图；

图 4 为根据本发明的一个示例性实施例的体声波谐振器的俯视示意图；

图 4A 为根据本发明的一个示例性实施例的沿图 4 中的 A-A 向截得的示意性截面图；

图 5A-5I 为根据本发明的一个示例性实施例的体声波谐振器的制造过程的示意图；

图 6A 为根据本发明的一个示例性实施例的体声波谐振器的示意性截面图，其中空隙层上侧设置有空隙种子层，下侧设置有阻挡层；

图 6B 为根据本发明的一个示例性实施例的体声波谐振器的示意性截面图，其中空隙层上侧设置有空隙种子层，下侧设置有阻挡层；

图 6C 为根据本发明的一个示例性实施例的体声波谐振器的示意性截面图，其中空隙层上侧设置有空隙种子层，下侧设置有阻挡层；

图 7A-7I 为根据本发明的另一个示例性实施例的体声波谐振器的制

造过程的示意图。

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 为根据本发明的一个示例性实施例的体声波谐振器的俯视示意图，图 1A 为根据本发明的一个示例性实施例的沿图 1 中的 A-A 向截得的示意性截面图。在图 1 和图 1A 中，各附图标记如下：

101：基底，可选材料为单晶硅、砷化镓、蓝宝石、石英等。

102：底电极，材料可选钼、钌、金、铝、镁、钨、铜，钛、铱、锇、铬或以上金属的复合或其合金等。

103：声学镜，可为空腔，也可采用布拉格反射层及其他等效形式。

104：压电薄膜层，可选氮化铝，氧化锌，PZT 等材料并包含上述材料的一定原子比的稀土元素掺杂材料。

105：顶电极，材料可选钼、钌、金、铝、镁、钨、铜，钛、铱、锇、铬或以上金属的复合或其合金等。

106：基底内刻蚀出的通孔（via，也可以称为过孔）， 可以为单个也可以为多个。

107：电信号引出的焊盘（bondpad），可用于后期的封装，以及可用于向底电极供电而作为底电极引脚的一部分。

108：顶电极表面的钝化层。

110：晶向种子层，可以是 AlN。

111：晶向种子层，可以是 AlN。

需要说明的是，空气间隙构成空隙层，但是本发明中，空隙层除了可以为空气间隙层之外，还可以是真空间隙层，也可以是填充了其他气体介质的空隙层。虽然没有示出，在可选的实施例中，在空隙层的空间足够的情况下，空隙层内也可以设置例如布拉格反射层的声学镜结构。

需要说明的是，上述结构中的晶向种子层 110 和 111，钝化层 108 均可以省略。

在图 1A 所示的实施例中，导电通孔 106 的设置位置在空隙层的几何中心。这里设置在几何中心包括了邻近几何中心，例如处于以几何中心为圆心、以 10μm 为半径的范围内。但是，导电通孔 106 也可以设置在其他位置。

在本发明中，底电极中含有空隙层，这种将声学反射层移至电极内部的方法致使下电极可以与基底完全接触。在此前提的基础上通过在基底刻蚀通孔结构，使电学信号通过通孔可以从谐振器底电极直接导出。基于本发明的谐振器组成的滤波器产品无需额外增加信号导出结构（如 pad），从而可缩小此类产品的尺寸。

在本发明中，可选的，所述空隙层的厚度在 50Å-10000Å 的范围内。在进一步的实施例中，使得空隙层的高度大于谐振器的典型振幅（约 10nm），相应的，空隙层的高度在 100Å-5000Å 的范围内，这有利于谐振器在大功率工作时顶电极与谐振腔（此实施例为顶电极、压电层、底电极组成的复合结构）的声学能量解耦。

图 2 为根据本发明的另一个示例性实施例的沿类似于图 1 中的 A-A 向截得的示意性截面图，其中示出了多个导电通孔。在图 2 的实施例中，多个导电通孔与同一个导电焊盘电连接。

图 3 为根据本发明的一个示例性实施例的体声波谐振器的俯视示意图，图 3A 为根据本发明的一个示例性实施例的沿图 3 中的 A-B 向截得的示意性截面图。

图 3 和图 3A 所示的谐振器与图 1A 所示的谐振器的不同在于，底电极还横向延伸从而具有延伸部，如图 3A 与图 3 所示，底电极 104 延伸到谐振器的有效区域之外。该延伸部可以与其他谐振器的底电极相连。在图示的实施例中，导电通孔 106 的设置位置在空隙层的几何中心。这里设置在几何中心包括了邻近几何中心，例如处于以几何中心为圆心、以 10μm 为半径的范围内。但是，导电通孔 106 也可以设置在其他位置。

图 4 为根据本发明的一个示例性实施例的体声波谐振器的俯视示意图，图 4A 为根据本发明的一个示例性实施例的沿图 4 中的 A-A 向截得的

示意性截面图。

在图 4A 和图 4 中，在空隙层内设置有支柱结构 109。支柱结构可以与底电极为同种材料，也可以为不同材料。如图 4A 所示，支柱结构 109 支撑连接在空隙层上下两侧之间。支柱结构一方面可以防止空隙层的上下电极层因应力等因素贴合在一起；另一方面可以加速谐振器热量传导至基底。

需要指出的是，支柱结构 109 的高度也可以小于空隙层中空隙的高度，这同样可以起到防止空隙层的上下电极层因应力等因素贴合在一起。支柱结构可以设置在空隙层的几何中心，这里设置在几何中心包括了邻近几何中心，例如处于以几何中心为圆心、以 10 μm 为半径的范围内。

在图示的实施例中，导电通孔 106 与支柱结构 109 在谐振器的厚度方向上不重叠，但是，本发明不限于此。在可选的实施例中，导电通孔在谐振器沿厚度方向的投影中与所述支柱结构存在重合，这里的重合不仅包括了两者的投影存在部分重叠和全部重叠的情形，也包括了两者的投影中心之间的横向距离不超过 10 μm 这样的情况。在可选的实施例中，有一个导电通孔 106 的设置位置在空隙层的几何中心。这里设置在几何中心包括了邻近几何中心，例如处于以几何中心为圆心、以 10 μm 为半径的范围内。

图 5A-5I 为根据本发明的一个示例性实施例的体声波谐振器的制造过程的示意图。下面参照图 5A-5I 示例性描述体声波谐振器的制造过程。

首先，如图 5A 所示，在基底 101 上沉积第一种子层 110、第一底电极层 102 以及牺牲层 112。

其次，如图 5B 所示，对牺牲层 112 图形化。

接着，如图 5C 所示，沉积第二种子层 111。

参见图 5D，对第二种子层 111 图形化。接着，在图 5E 中，沉积第二底电极层 102。在图 5F 中，对第一底电极层与第二底电极层图形化，以形成最终的底电极。

参见图 5G，沉积压电层 104，顶电极 105 以及钝化层 108，其中包括了对顶电极的图形化。

接着，如图 5H 所示，释放牺牲层 112 以形成空隙层，该空隙层可以作为谐振器的声学镜空腔。

参见图 5I，在基底的下侧刻蚀出导电通孔 106，以及沉积导电焊盘并对该导电焊盘图形化。

需要指出的是，在以上的方法中，可以不设置第一种子层和/或第二种子层，也可不设置钝化层 108。

此外，以上的步骤顺序也可以基于实际情况调换。例如，可以在刻蚀通孔以及形成导电焊盘之后，在进行对牺牲层 112 的释放。再如，可以在形成了第一种子层（如有该步骤）之后，或者在不设置第一种子层的情况下，先设置导电通孔 106 及导电焊盘 107，再进行第一底电极层的沉积。这些均在本发明的保护范围之内。

图 6A 为根据本发明的一个示例性实施例的体声波谐振器的示意性截面图，其中空隙层上侧设置有空隙种子层，下侧设置有阻挡层，且图中示出了一个通孔。图 6B 为根据本发明的一个示例性实施例的体声波谐振器的示意性截面图，其中空隙层上侧设置有空隙种子层，下侧设置有阻挡层，且图中示出了三个通孔。图 6C 为根据本发明的一个示例性实施例的体声波谐振器的示意性截面图，其中空隙层上侧设置有空隙种子层，下侧设置有阻挡层，且图中示出了支柱结构。

图 6A-6C 与图 3A、图 2 以及图 4A 分别相似，不同在于在图 6A-6C 中，设置了空隙种子层 111 以及阻挡层 113，而在图 3A、图 2 以及图 4A 中仅设置有空隙种子层 111。

图 7A-7I 为根据本发明的另一个示例性实施例的体声波谐振器的制造过程的示意图。下面参照图 7A-7I 示例性描述体声波谐振器的制造过程。

首先，如图 7A 所示，在基底 101 上沉积第一种子层 110、第一底电极层 102、阻挡层 113 以及牺牲层 112。

其次，如图 7B 所示，对牺牲层 112 和阻挡层 113 图形化。

接着，如图 7C 所示，沉积空隙种子层 111。

如图 7D 所示，对空隙种子层 111 图形化。

如图 7E 所示，接着，沉积第二底电极层 102。

在图 7F 中，对第一底电极层、第二底电极层和第一种子层 110 图形化，以形成最终的底电极。

参见图 7G，沉积压电层 104，顶电极 105 以及钝化层 108，其中包括了对顶电极的图形化。

接着，如图 7H 所示，释放牺牲层 112 以形成空隙层 103，该空隙层可以作为谐振器的声学镜空腔。

参见图 7I，在基底的下侧刻蚀出导电通孔 106，以及沉积导电焊盘 107 并对该导电焊盘图形化。

此外，以上的步骤顺序也可以基于实际情况调换。例如，可以在刻蚀通孔以及形成导电焊盘之后，在进行对牺牲层 112 的释放。再如，可以先设置导电通孔 106 及导电焊盘 107，再进行第一底电极层的沉积。这些均在本发明的保护范围之内。

在本发明的体声波谐振器制造方法中，利用底电极内的空隙层作为声学镜，从而免除了在基底内形成声学镜空腔的 CMP（化学机械抛光制程）工艺。

此外，本发明通过利用设置于基底的通孔 106 与底电极直接电连接，而无需额外的金属连接结构，从而可以获得更小的信号传输损耗，以及更小的电连接电阻。

在设置支柱结构 109 的情况下，本发明的上述方法可以包括如下步骤：在第一底电极层上形成图形化的牺牲层之前，在基底上侧形成支柱结构；且“在第一底电极层上形成图形化的牺牲层”的步骤中，支柱结构的高度不大于所述牺牲层的厚度。以上形成支柱结构 109 的沉膜方法（相较于 CMP 工艺，沉膜工艺的片内均匀性优秀，并且沉积速率不会随图形密度变化），因此无需为了包容 CMP 工艺的误差而刻意加大空隙层厚度。因此在尽可能不增加支柱结构宽度的前提下（支柱结构宽度过大会恶化谐振器性能），此发明的结构可以获得更大深宽比的支柱结构，也就是更加牢固的支柱结构。此外，利用上述方法，可以有效控制支柱结构 109 的高度，而且也易于实现支柱结构 109 与上下两侧之间的固定连接。

需要指出的是，支柱结构的设置不一定要在形成牺牲层之前，也可以是之后。例如，牺牲层沉积好之后，可以在对其图形化时在牺牲层中间挖小孔，然后在沉积第二底电极例如 Mo 金属的时候，Mo 金属会在小孔里形成一个 Mo 金属的小柱子，即支柱结构。

在本发明中，在底电极中设置有空隙层时，谐振器的有效区域为顶电

极、底电极、压电层和底电极的空隙层在谐振器的厚度方向上的重叠区域。

在本发明中，提到的数值范围除了可以为端点值之外，还可以为端点值之间的中值或者其他值，均在本发明的保护范围之内。

在本发明中，无需额外增加信号导出结构，而是直接从谐振器的下部引出，从而缩小谐振器的尺寸，而且作为声学镜的空气腔变薄也能进一步缩小尺寸。

本发明底电极直接设置在基底上有利于热量传输，同时空气腔变薄，谐振器主体的热量也容易辐射到底电极。设置了支柱结构时，且有利于导热效果提升。这些有利于改善散热，满足器件的功率提升需求。

如本领域技术人员能够理解的，根据本发明的体声波谐振器可以用于形成滤波器。

基于以上，本发明提出了如下技术方案：

1、一种体声波谐振器，包括：

基底；

底电极；

顶电极；和

压电层，设置在底电极与顶电极之间，

其中：

底电极为间隙电极，所述间隙电极具有空隙层，在所述间隙电极的厚度方向上，所述空隙层与所述间隙电极的顶面与底面均存在距离，所述空隙层形成所述谐振器的声学镜空腔或者所述空隙层内设置有声学镜结构；

所述基底设置有至少一个电连接通孔，所述通孔一端连接到所述底电极，另一端适于连接到位于基底的下侧的焊盘。

2、根据 1 所述的谐振器，其中：

所述空隙层为空气间隙层或者真空间隙层。

3、根据 1 所述的谐振器，其中：

所述空隙层的厚度在 50Å-10000Å 的范围内。

4、根据 3 所述的谐振器，其中：

所述空隙层的厚度在 100Å-5000Å 的范围内。

5、根据 1 所述的谐振器，其中：

底电极整体位于基底的上表面。

6、根据 1 所述的谐振器，其中：

通孔中的至少一个设置在底电极的下方，以在谐振器的厚度方向上与底电极直接连接；或

在谐振器的厚度方向上的投影中，通孔中的至少一个位于谐振器的有效区域内。

7、根据 1-6 中任一项所述的谐振器，其中：

所述底电极与基底之间设置有第一晶向种子层，所述通孔贯穿所述第一晶向种子层。

8、根据 1-6 中任一项所述的谐振器，其中：

所述空隙层内设置有支柱结构。

9、根据 8 所述的谐振器，其中：

所述支柱结构连接所述空隙层的上下两侧。

10、根据 9 所述的谐振器，其中：

所述支柱结构为导热结构。

11、根据 10 所述的谐振器，其中：

所述支柱结构设置于所述空隙层的几何中心。

12、根据 11 所述的谐振器，其中：

所述至少一个电连接通孔中的一个通孔在谐振器沿厚度方向的投影中与所述支柱结构存在重合。

13、根据 1-6 中任一项所述的谐振器，其中：

所述底电极具有横向延伸到谐振器的有效区域之外的底电极延伸部。

14、根据 1-6 中任一项所述的谐振器，其中：

所述空隙层的下侧设置有阻挡层，所述阻挡层限定所述空隙层的下侧的边界；和/或

所述空隙层的上侧设置有空隙种子层，所述空隙种子层限定所述空隙层的上侧的边界。

15、一种滤波器，包括根据 1-14 中任一项所述的体声波谐振器。

16、根据 15 所述的滤波器，其中：

所述滤波器包括两个根据 13 所述的体声波谐振器，所述两个体声波谐振器的底电极经由所述底电极延伸部而彼此电连接。

17、一种体声波谐振器的制造方法，包括步骤：

提供基底，以及在基底的上侧沉积第一底电极层；

在第一底电极层上形成图形化的牺牲层；

沉积第二底电极层，所述第二底电极层覆盖所述牺牲层以及所述第一底电极层，第一底电极层与第二底电极层彼此电连接；

图形化第一底电极层与第二底电极层以形成底电极；

沉积压电层和顶电极层，图形化顶电极层以形成顶电极；

释放所述牺牲层；

刻蚀穿过基底的导电通孔，以及在基底的下侧形成与导电通孔电连接的导电焊盘。

18、根据 17 所述的方法，其中：

在沉积第一底电极层之前，所述方法还包括步骤：在基底上侧沉积和图形化第一晶向种子层，其中，所述第一底电极层沉积覆盖所述第一晶向种子层；且

“刻蚀穿过基底的导电通孔”的步骤中，导电通孔穿过所述第一晶向种子层。

19、根据 17 所述的方法，其中：

所述方法还包括步骤：在基底上侧形成支柱结构；且

“在第一底电极层上形成图形化的牺牲层”的步骤中，所述支柱结构的高度不大于所述牺牲层的厚度。

20、根据 17-19 中任一项所述的方法，其中：

步骤“在第一底电极层上形成图形化的牺牲层”之前，所述方法还包括在第一底电极层上设置与图形化阻挡层，且步骤“在第一底电极层上形成图形化的牺牲层”包括在阻挡层上形成图形化的牺牲层；和/或

步骤“沉积第二底电极层”之前，所述方法还包括在牺牲层上设置与图形化空隙种子层，且步骤“沉积第二底电极层”包括在空隙种子层沉积第二底电极层。

21、一种电子设备，包括根据 15 或 16 所述的滤波器，或者根据 1-14 中任一项所述的谐振器或根据 17-20 中任一项所述的方法制造的谐振器。

尽管已经示出和描述了本发明的实施例，对于本领域的普通技术人员而言，可以理解在不脱离本发明的原理和精神的情况下可以对这些实施例进行变化，本发明的范围由所附权利要求及其等同物限定。

权 利 要 求

1、一种体声波谐振器，包括：

基底；

底电极；

顶电极；和

压电层，设置在底电极与顶电极之间，

其中：

底电极为间隙电极，所述间隙电极具有空隙层，在所述间隙电极的厚度方向上，所述空隙层与所述间隙电极的顶面与底面均存在距离，所述空隙层形成所述谐振器的声学镜空腔或者所述空隙层内设置有声学镜结构；

所述基底设置有至少一个电连接通孔，所述通孔一端连接到所述底电极，另一端适于连接到位于基底的下侧的焊盘。

2、根据权利要求 1 所述的谐振器，其中：

所述空隙层为空气间隙层或者真空间隙层。

3、根据权利要求 1 所述的谐振器，其中：

所述空隙层的厚度在 50Å-10000Å 的范围内。

4、根据权利要求 3 所述的谐振器，其中：

所述空隙层的厚度在 100Å-5000Å 的范围内。

5、根据权利要求 1 所述的谐振器，其中：

底电极整体位于基底的上表面。

6、根据权利要求 1 所述的谐振器，其中：

通孔中的至少一个设置在底电极的下方，以在谐振器的厚度方向上与底电极直接连接；或

在谐振器的厚度方向上的投影中，通孔中的至少一个位于谐振器的有效区域内。

7、根据权利要求 1-6 中任一项所述的谐振器，其中：

所述底电极与基底之间设置有第一晶向种子层，所述通孔贯穿所述第一晶向种子层。

8、根据权利要求 1-6 中任一项所述的谐振器，其中：

所述空隙层内设置有支柱结构。

9、根据权利要求 8 所述的谐振器，其中：

所述支柱结构连接所述空隙层的上下两侧。

10、根据权利要求 9 所述的谐振器，其中：

所述支柱结构为导热结构。

11、根据权利要求 10 所述的谐振器，其中：

所述支柱结构设置于所述空隙层的几何中心。

12、根据权利要求 11 所述的谐振器，其中：

所述至少一个电连接通孔中的一个通孔在谐振器沿厚度方向的投影中与所述支柱结构存在重合。

13、根据权利要求 1-6 中任一项所述的谐振器，其中：

所述底电极具有横向延伸到谐振器的有效区域之外的底电极延伸部。

14、根据权利要求 1-6 中任一项所述的谐振器，其中：

所述空隙层的下侧设置有阻挡层，所述阻挡层限定所述空隙层的下侧的边界；和/或

所述空隙层的上侧设置有空隙种子层，所述空隙种子层限定所述空隙层的上侧的边界。

15、一种滤波器，包括根据权利要求 1-14 中任一项所述的体声波谐振器。

16、根据权利要求 15 所述的滤波器，其中：

所述滤波器包括两个根据权利要求 13 所述的体声波谐振器，所述两个体声波谐振器的底电极经由所述底电极延伸部而彼此电连接。

17、一种体声波谐振器的制造方法，包括步骤：

提供基底，以及在基底的上侧沉积第一底电极层；

在第一底电极层上形成图形化的牺牲层；

沉积第二底电极层，所述第二底电极层覆盖所述牺牲层以及所述第一底电极层，第一底电极层与第二底电极层彼此电连接；

图形化第一底电极层与第二底电极层以形成底电极；

沉积压电层和顶电极层，图形化顶电极层以形成顶电极；

释放所述牺牲层；

刻蚀穿过基底的导电通孔，以及在基底的下侧形成与导电通孔电连接的导电焊盘。

18、根据权利要求 17 所述的方法，其中：

在沉积第一底电极层之前，所述方法还包括步骤：在基底上侧沉积第一晶向种子层，其中，所述第一底电极层沉积覆盖所述第一晶向种子层；且

“刻蚀穿过基底的导电通孔”的步骤中，导电通孔穿过所述第一晶向种子层。

19、根据权利要求 17 所述的方法，其中：

所述方法还包括步骤：在基底上侧形成支柱结构；且

“在第一底电极层上形成图形化的牺牲层”的步骤中，所述支柱结构的高度不大于所述牺牲层的厚度。

20、根据权利要求 17-19 中任一项所述的方法，其中：

步骤“在第一底电极层上形成图形化的牺牲层”之前，所述方法还包括在第一底电极层上设置与图形化阻挡层，且步骤“在第一底电极层上形成图形化的牺牲层”包括在阻挡层上形成图形化的牺牲层；和/或

步骤“沉积第二底电极层”之前，所述方法还包括在牺牲层上设置与图形化空隙种子层，且步骤“沉积第二底电极层”包括在空隙种子层沉积第二底电极层。

21、一种电子设备，包括根据权利要求 15 或 16 所述的滤波器，或者根据权利要求 1-14 中任一项所述的谐振器或根据权利要求 17-20 中任一项所述的方法制造的谐振器。

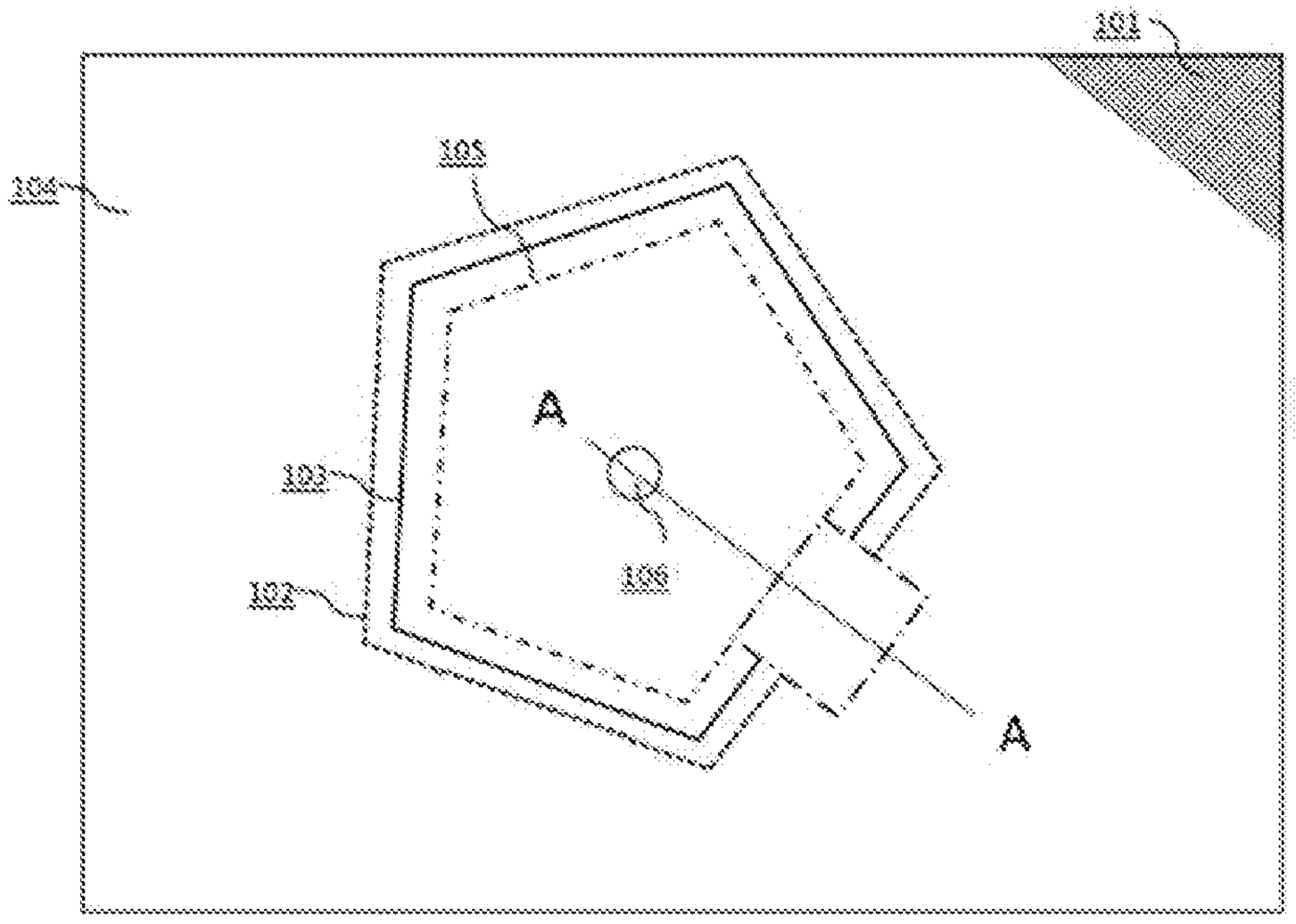

101
104
105
A
103
102
109
A

图 1

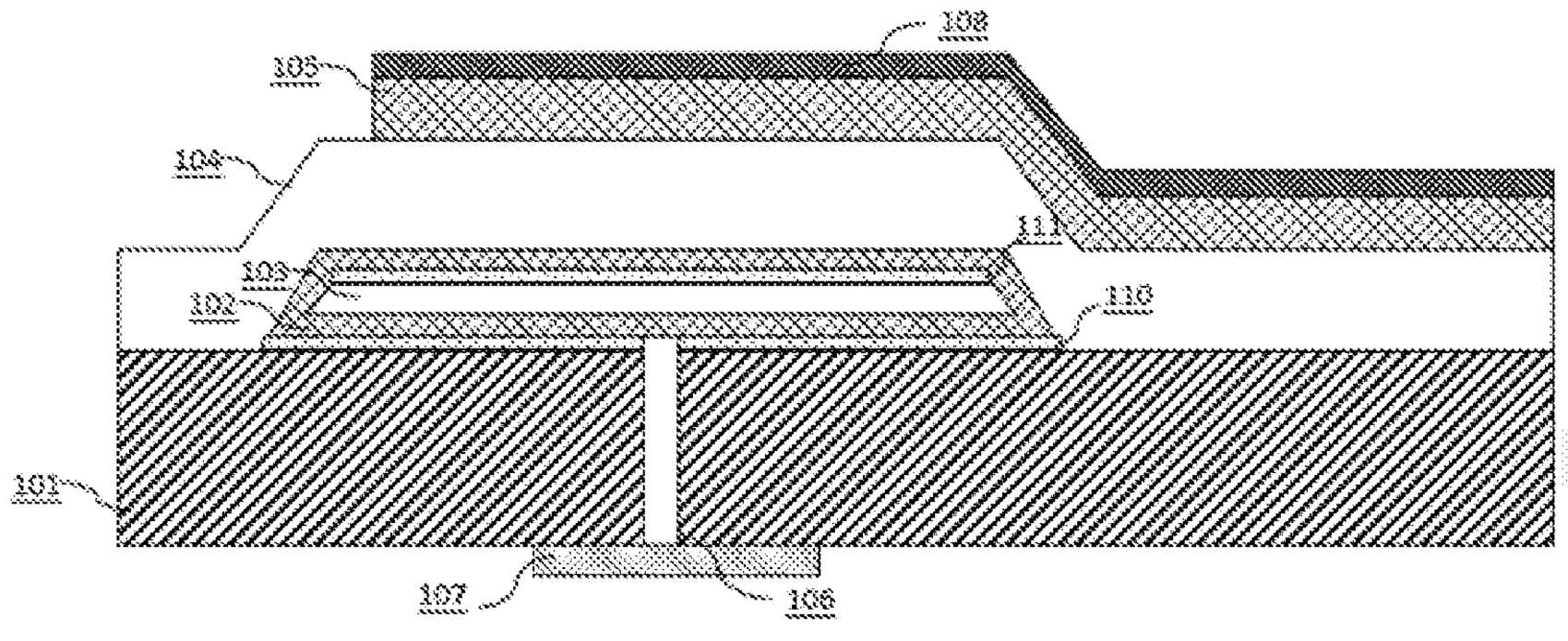

108
105
104
111
103
102
110
101
107
106

图 1A

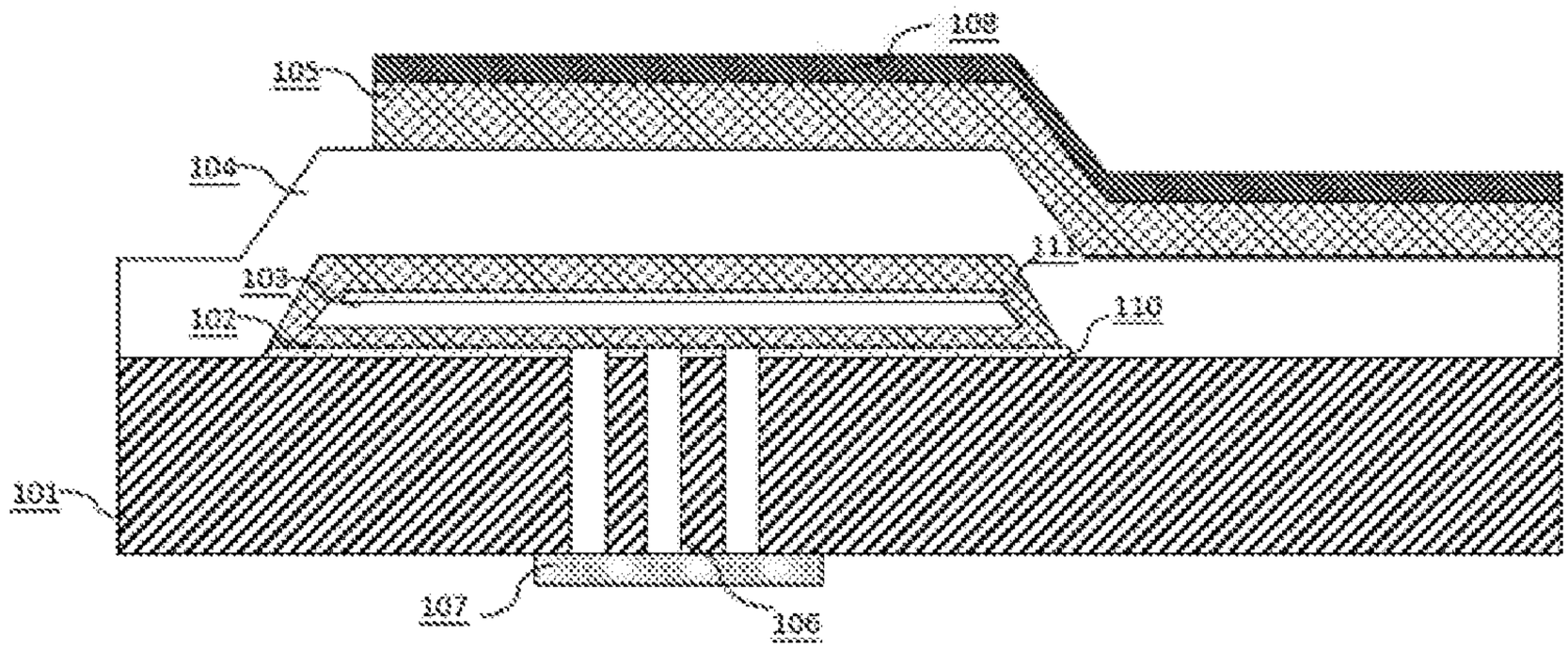

109
105
104
111
103
110
102
101
107
106

图 2

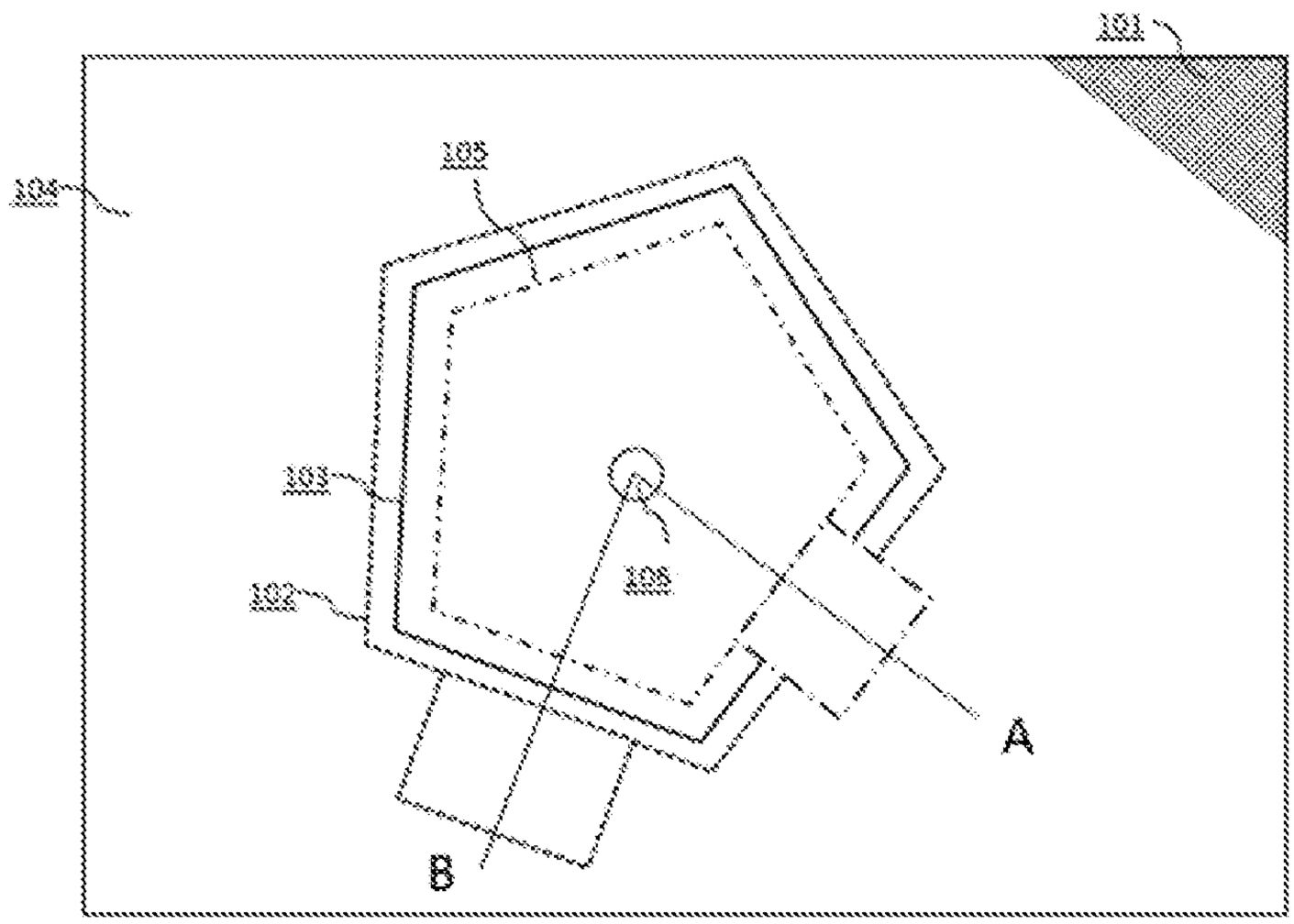

101
105
104
103
108
102
A
B

图 3

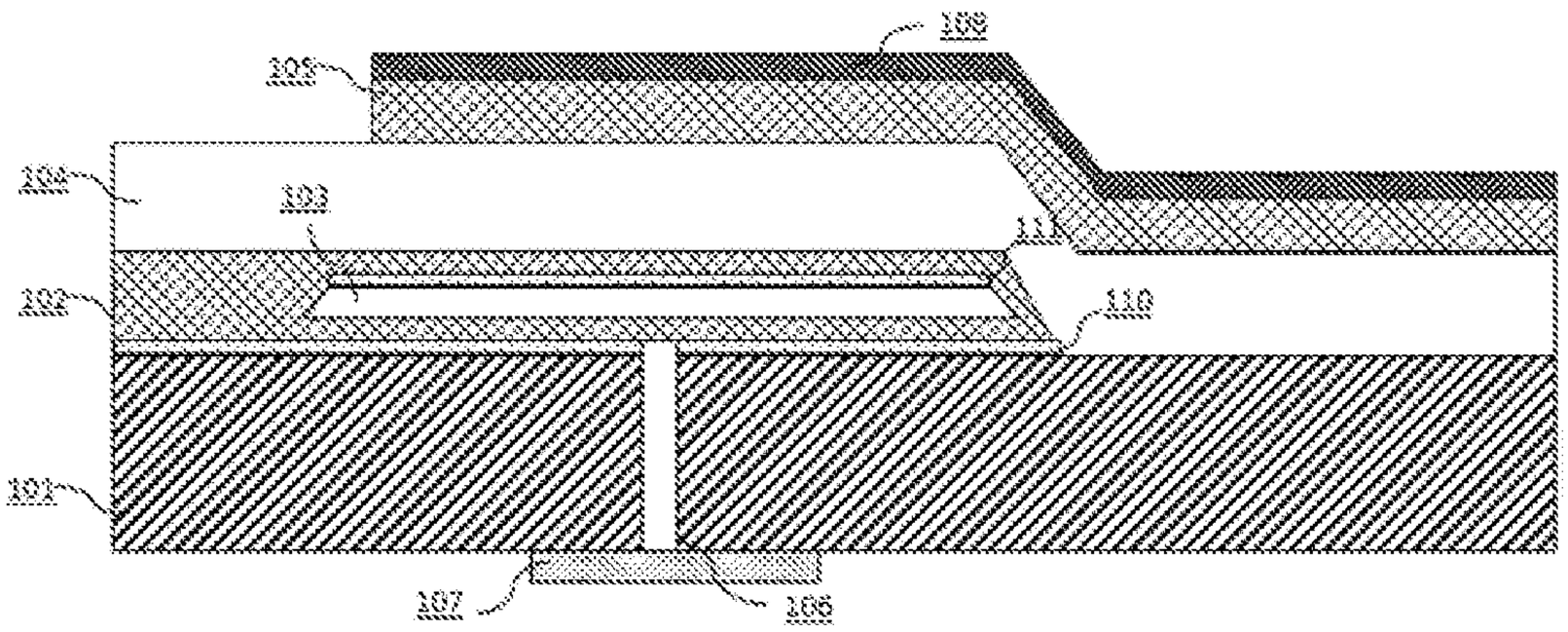

109
108
104
103
11
102
110
101
107
106

图 3A

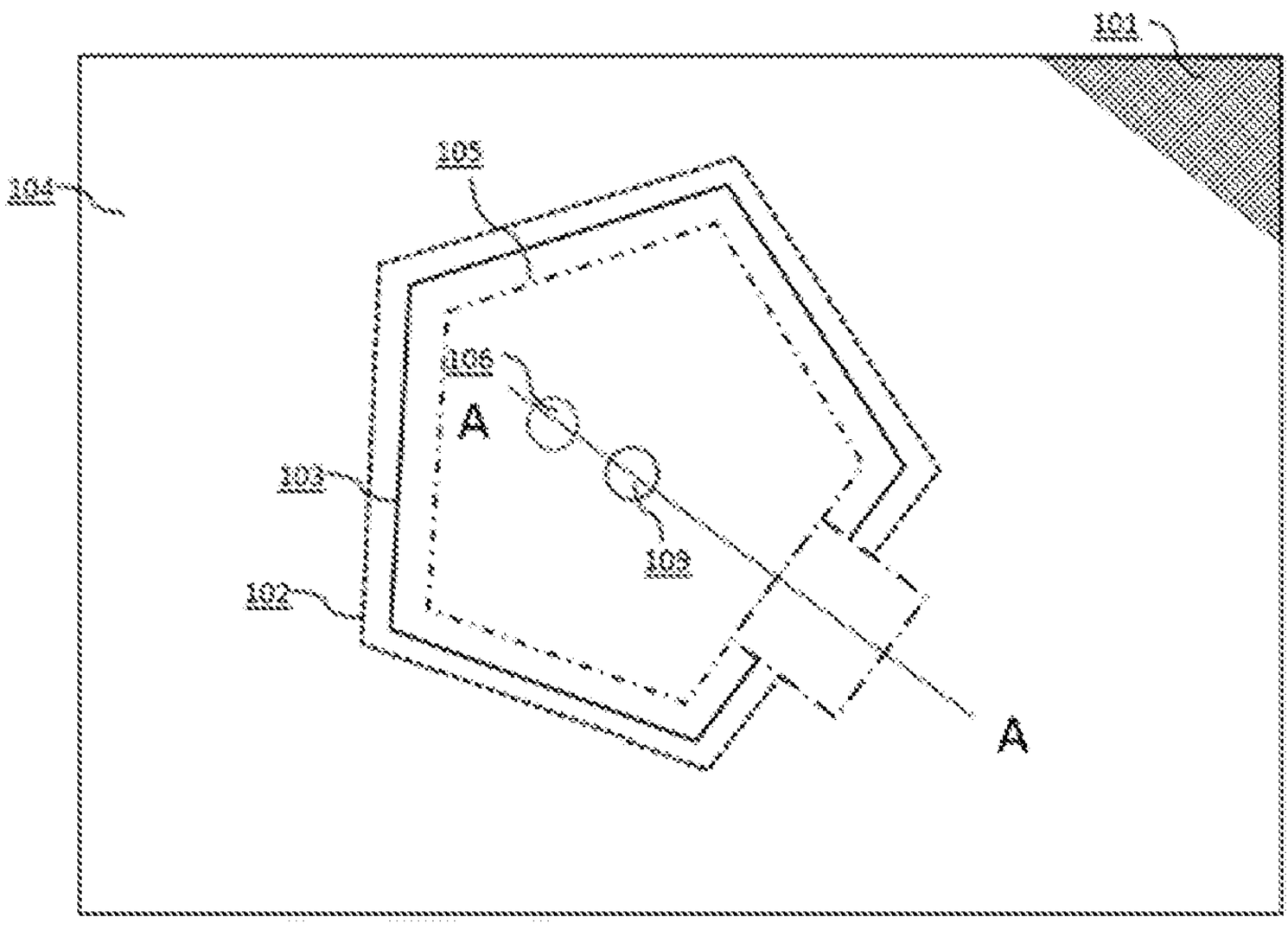

101
105
104
106
A
103
109
102
A

图 4

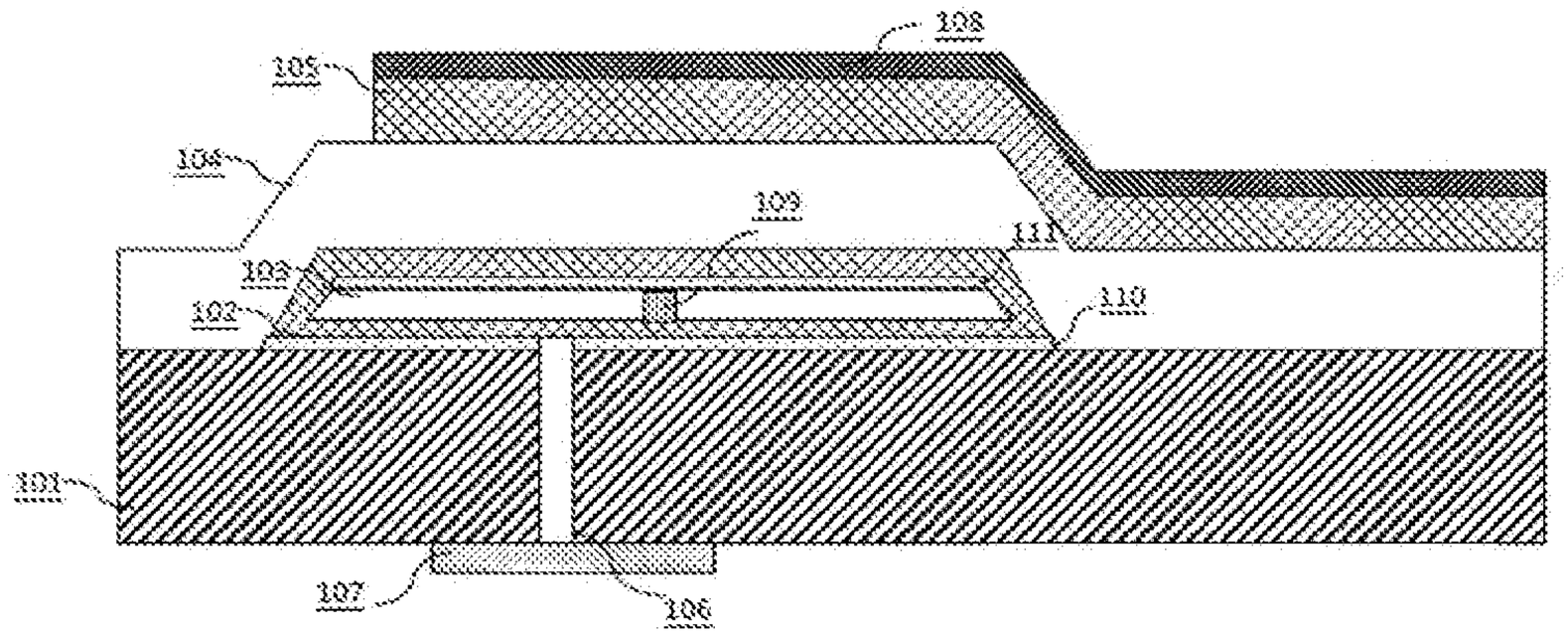


图 4A

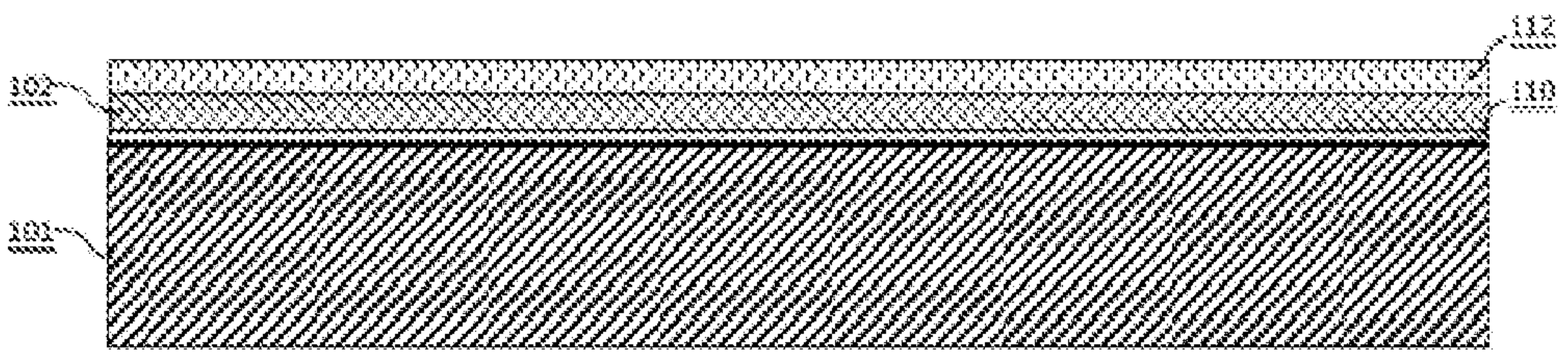


图5A

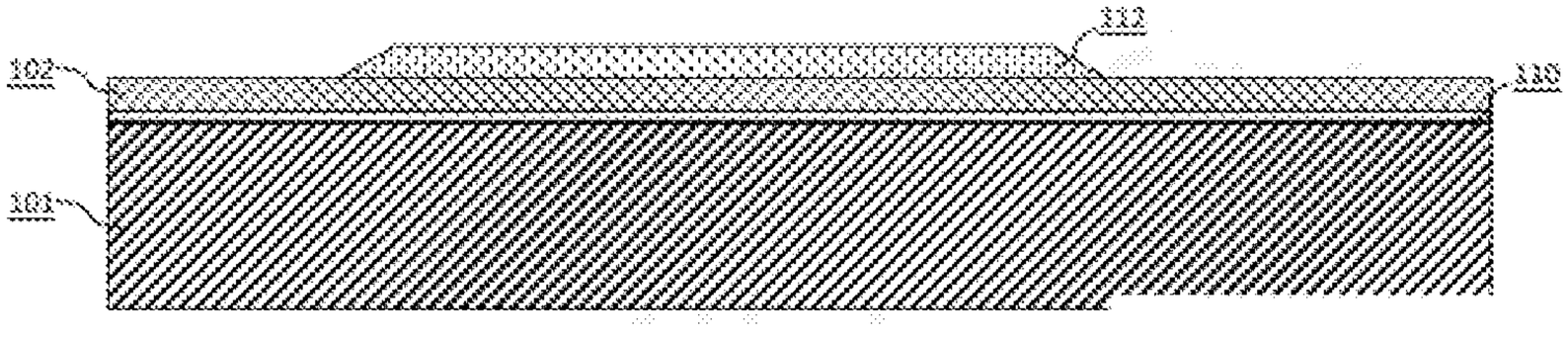


图5B

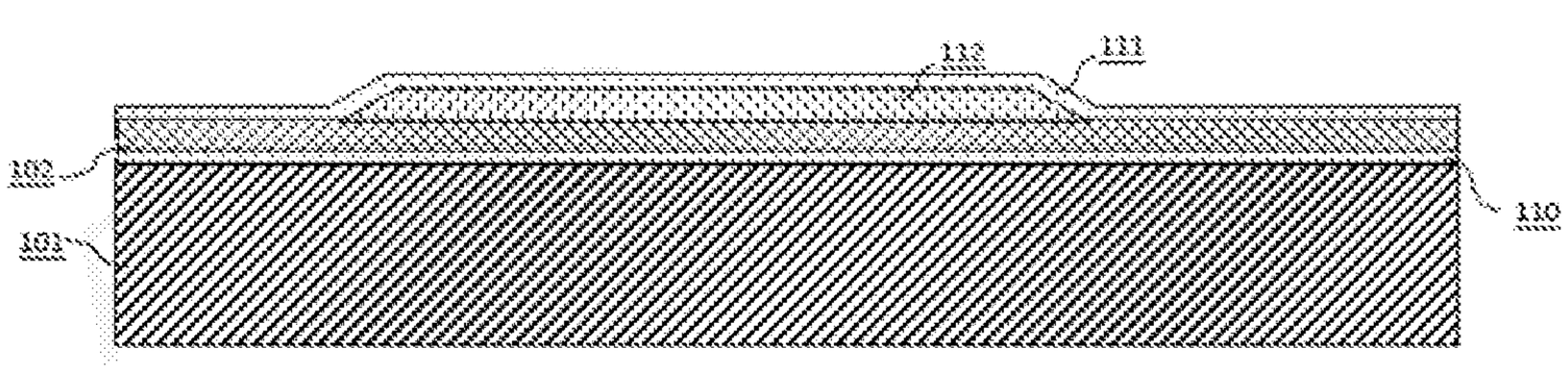


图5C

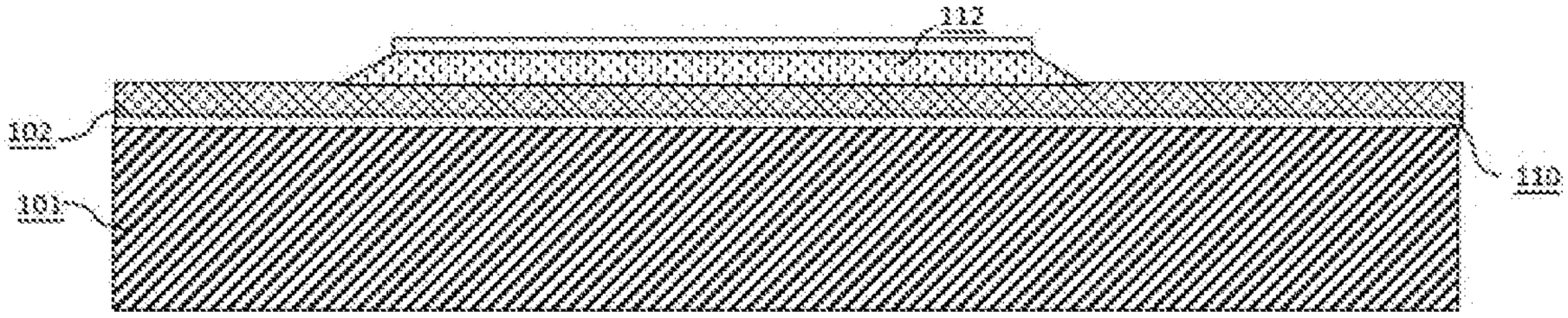


图5D

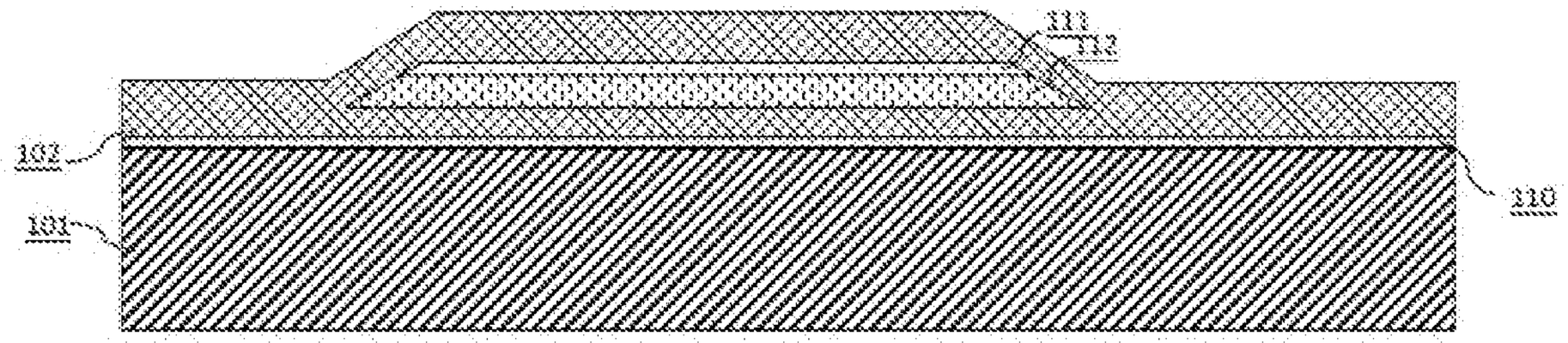


图5E

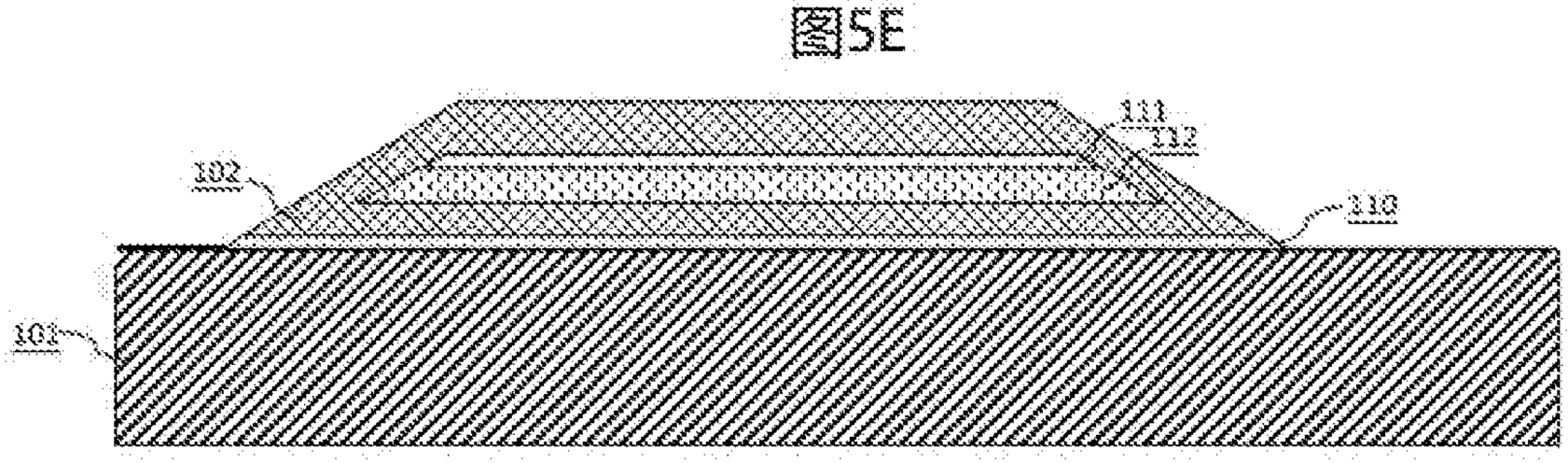


图5F

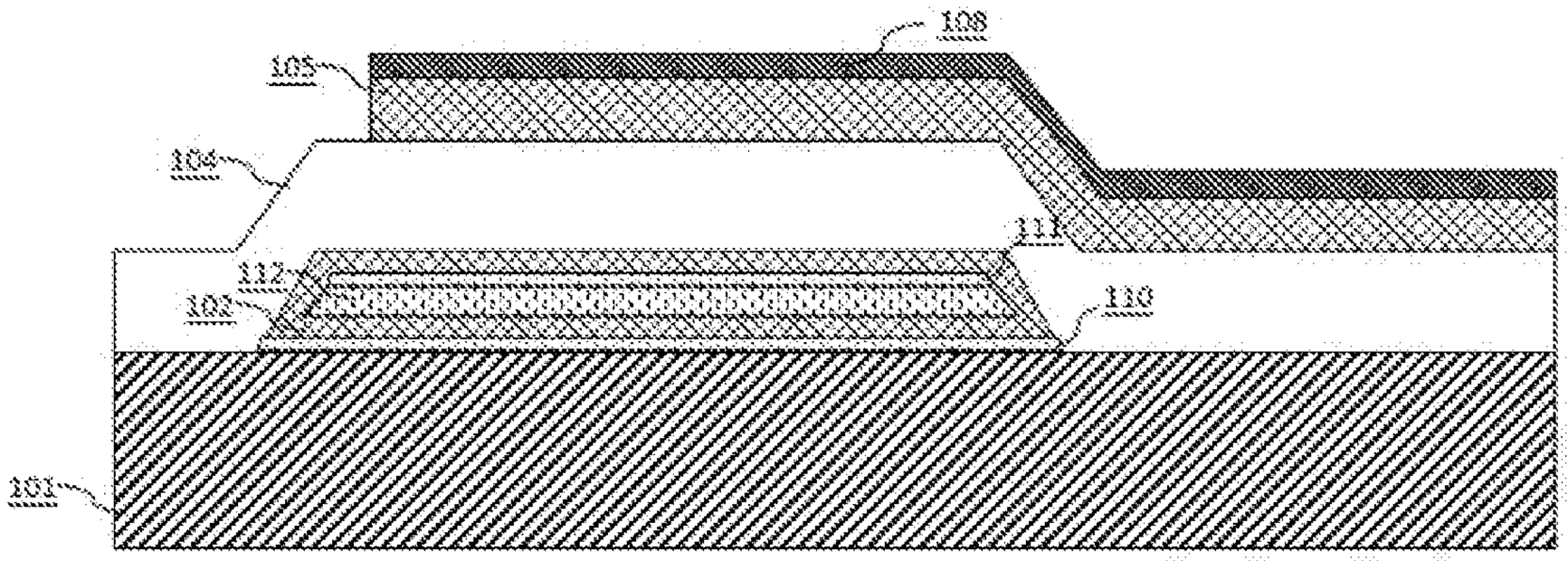

108
105
104
111
112
103
110
101

图5G

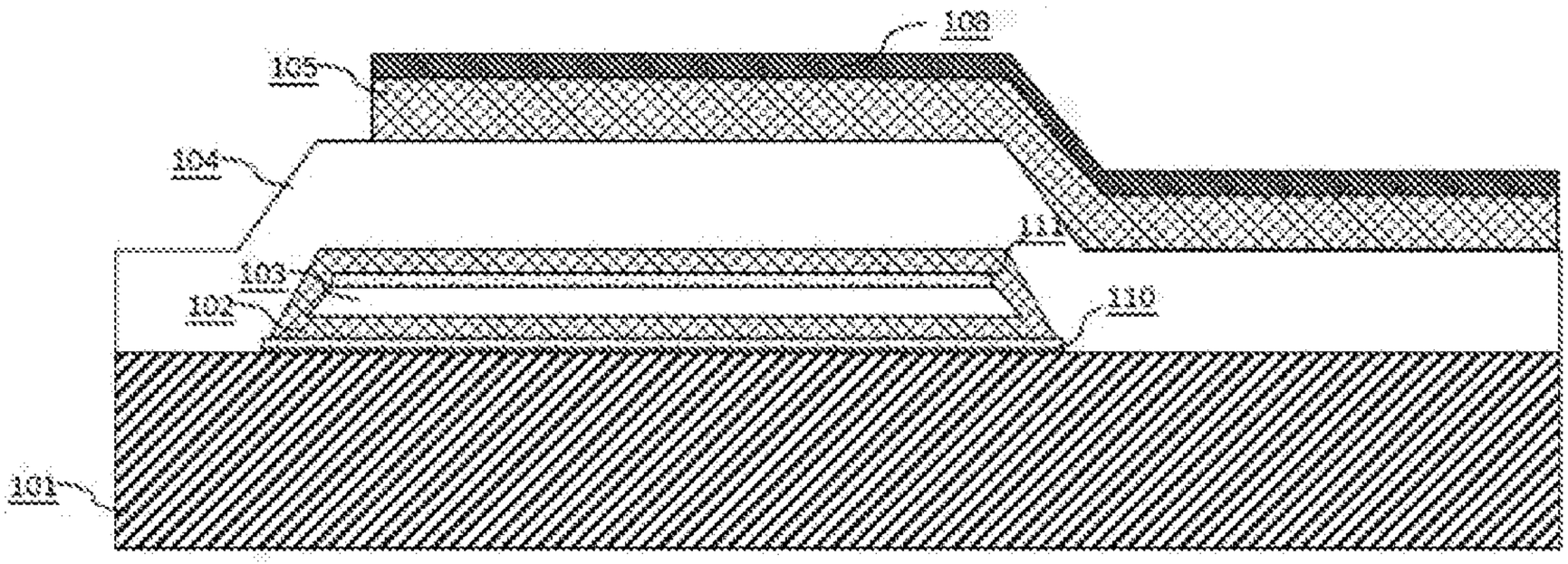

108
105
104
111
103
102
110
101

图5H

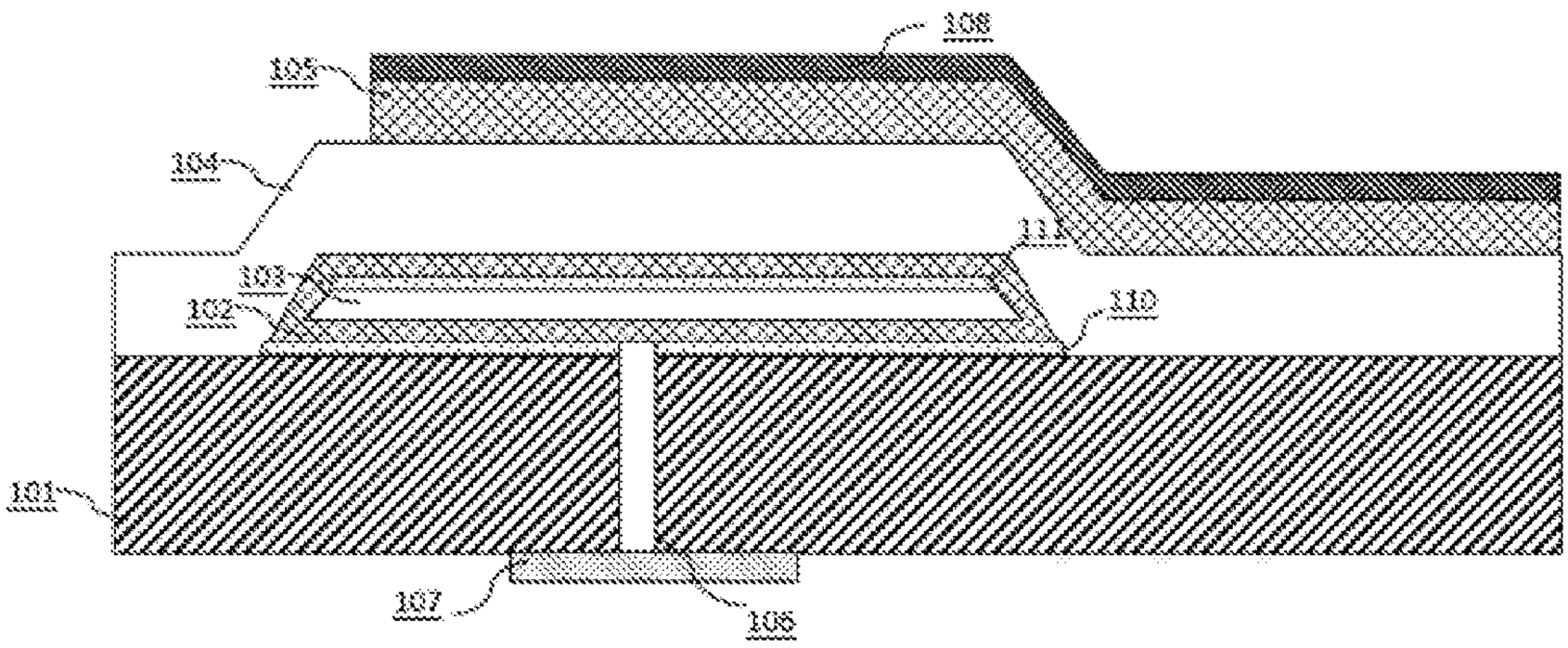

108
105
104
111
103
102
110
101
107
106

图5I

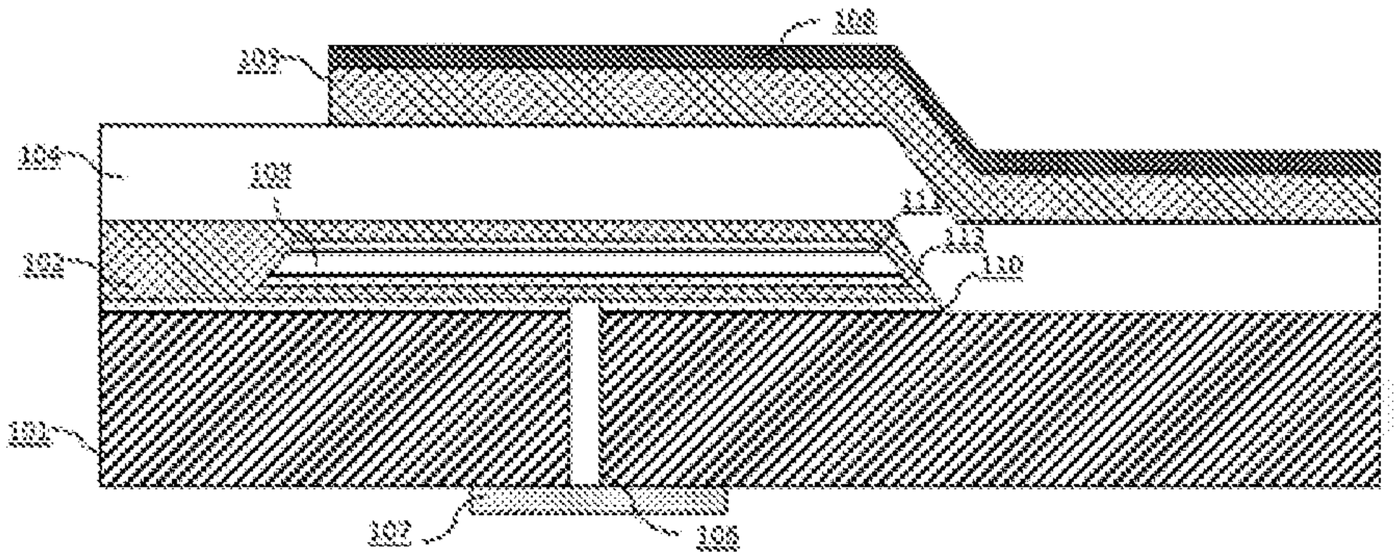

108
109
104
103
111
113
110
102
102
106

图 6A

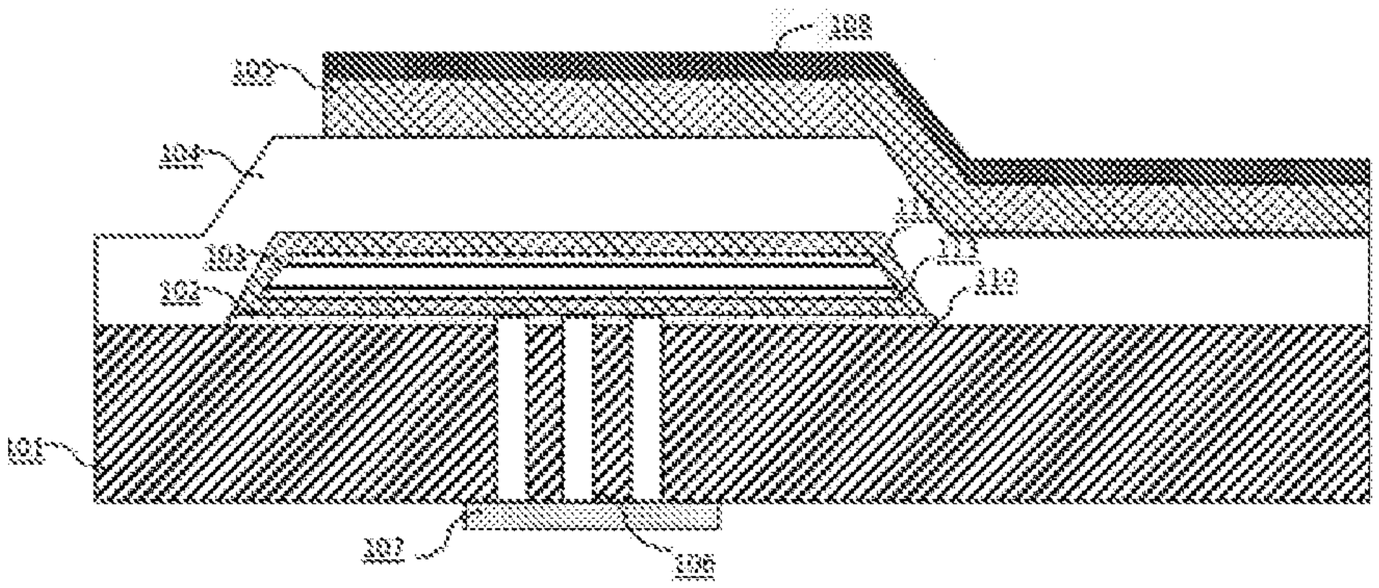

108
109
104
103
111
113
110
102
101
107
106

图 6B

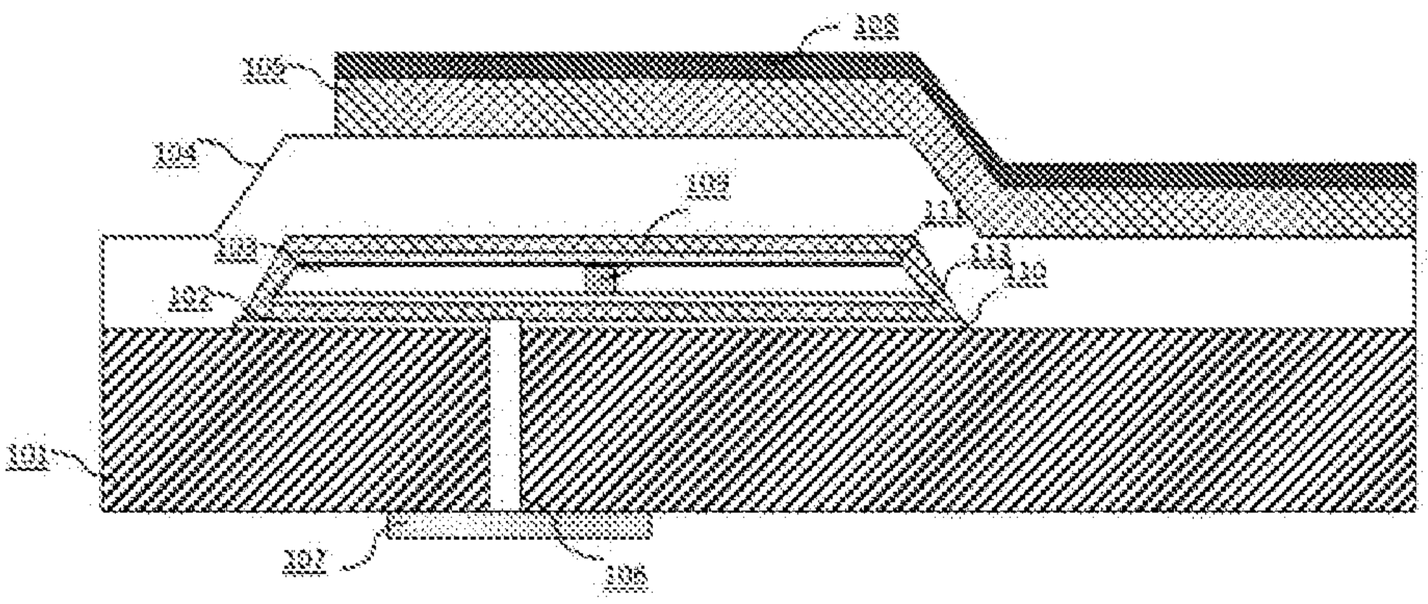

108
105
104
103
111
113
110
102
101
107
106

图 6C

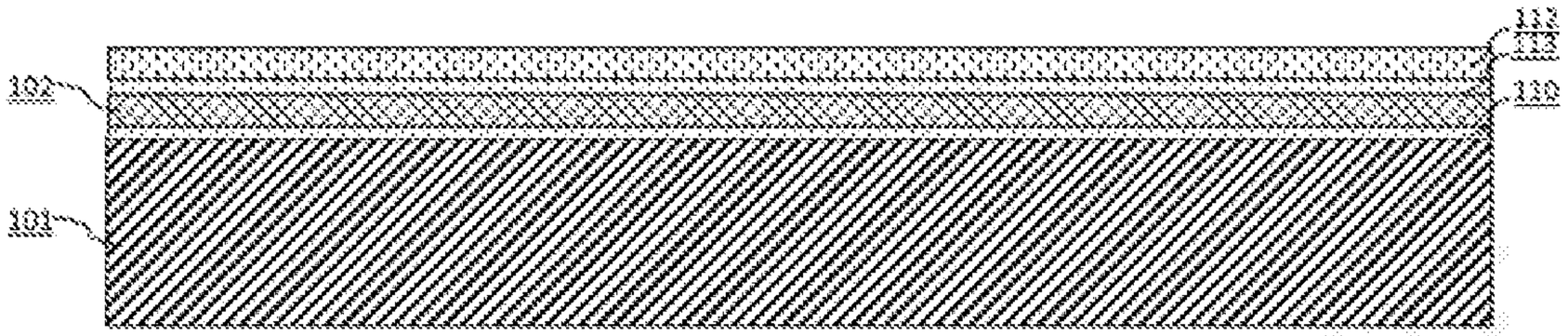


图 7A

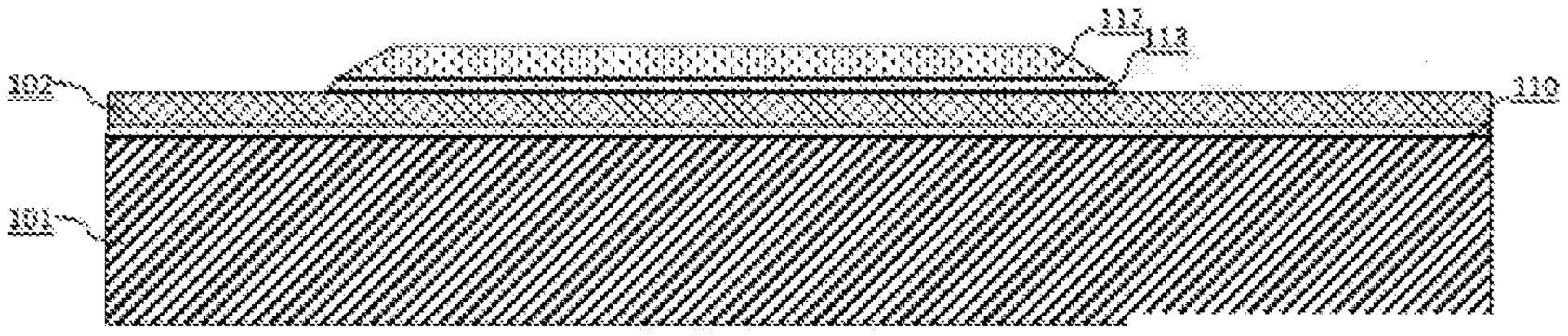


图 7B

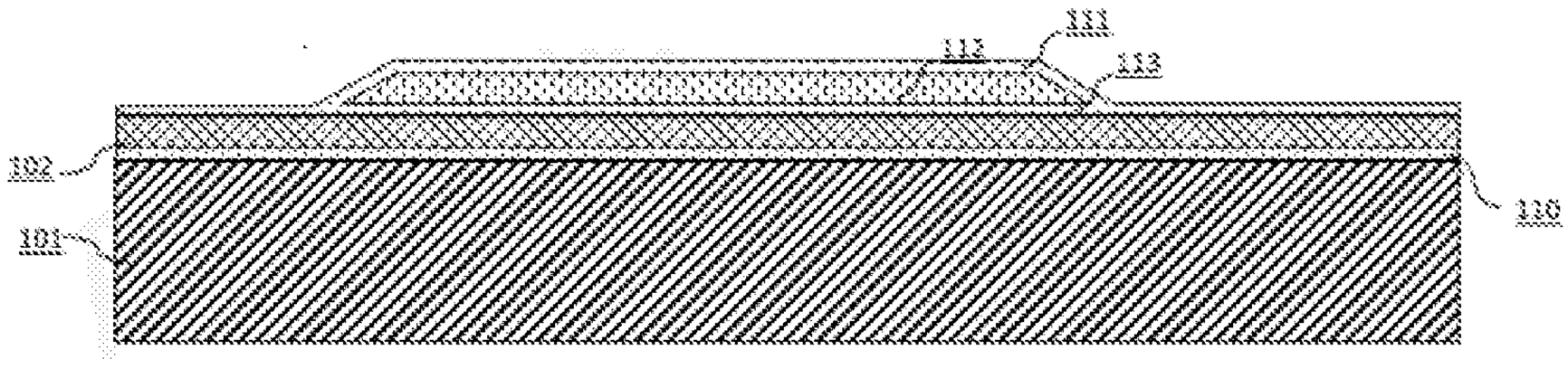


图 7C

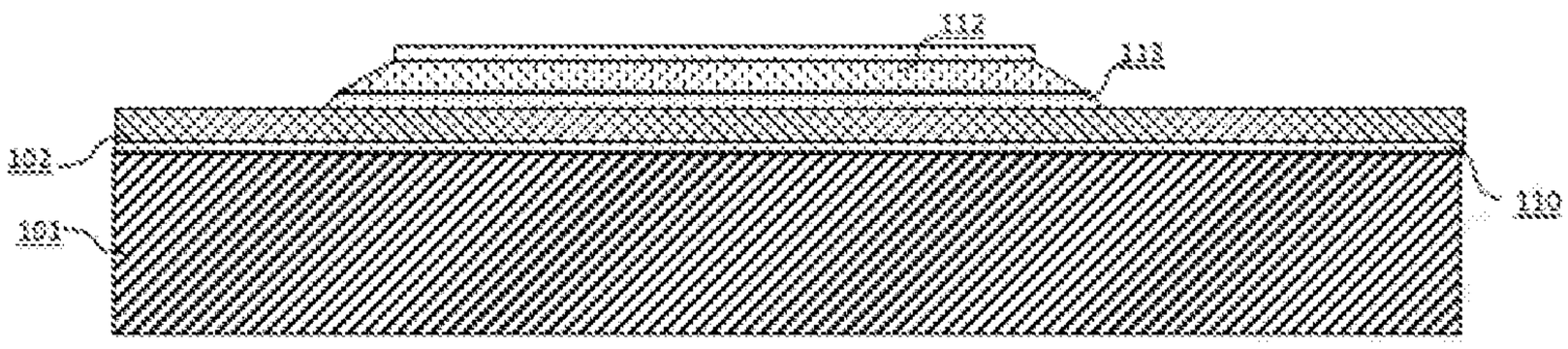


图 7D

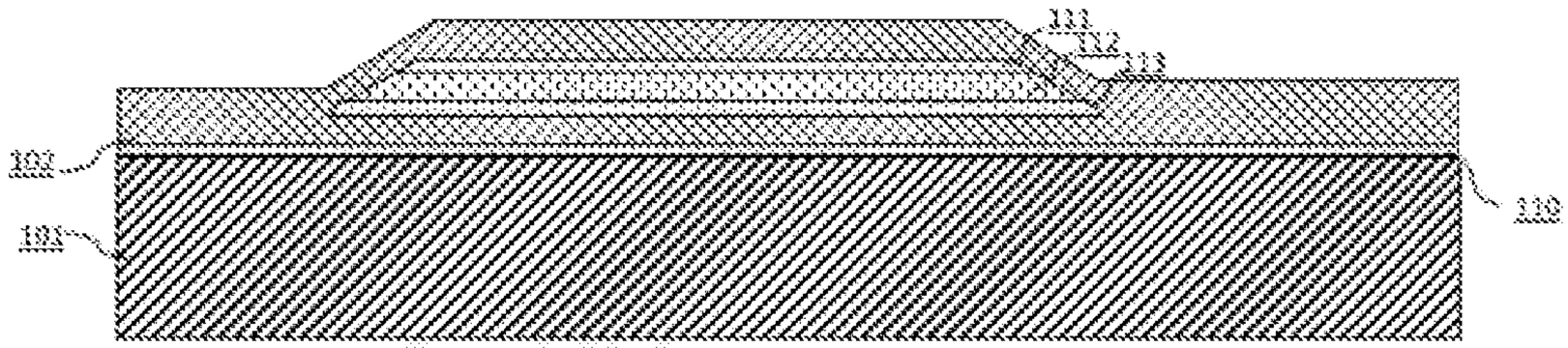

111
112
113
102
110
101

图 7E

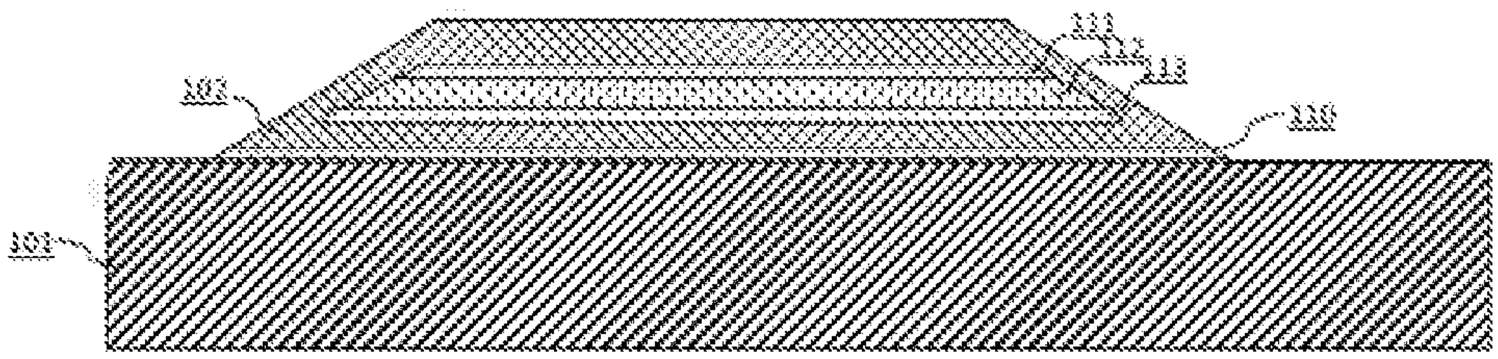

111
112
113
103
110
101

图 7F

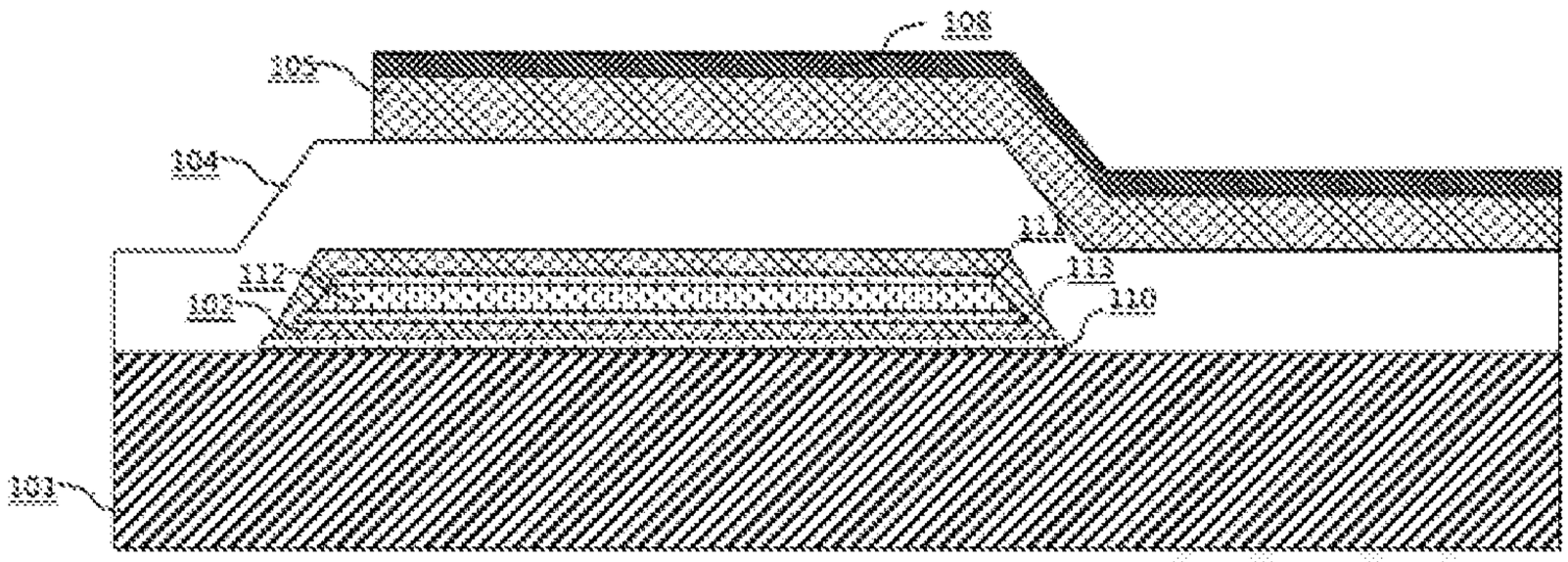

108
105
104
111
112
113
107
110
103

图 7G

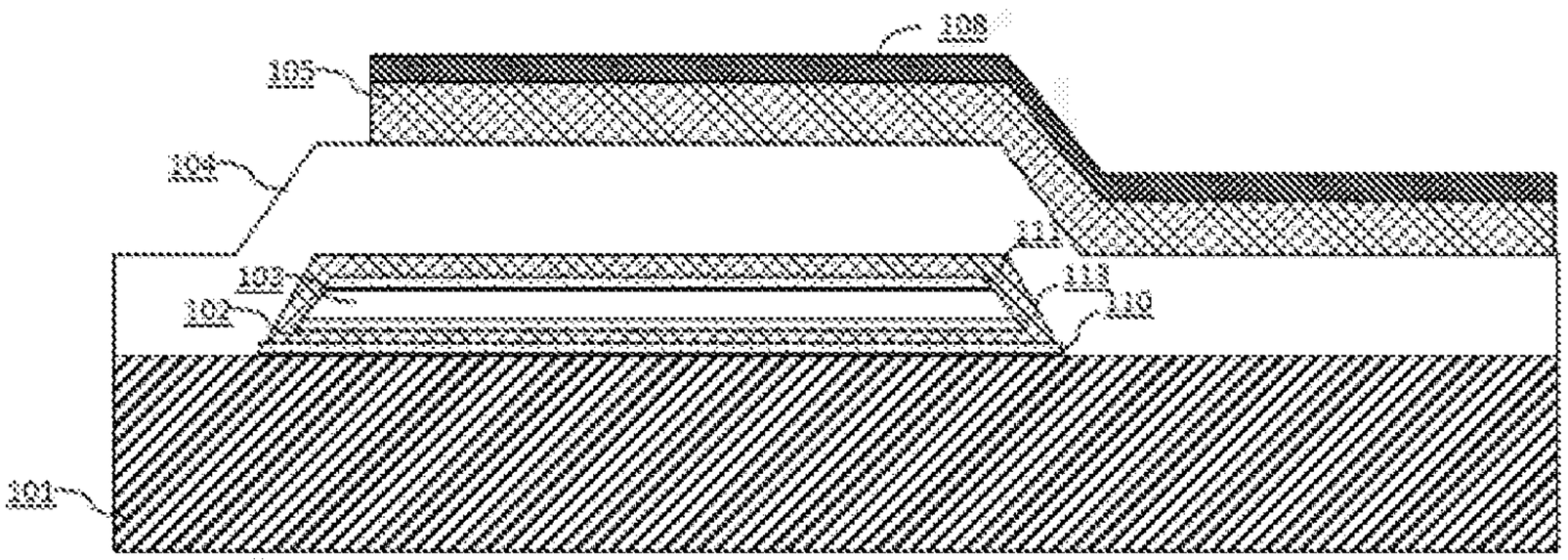

108
105
104
111
103
113
102
110
101

图 7H

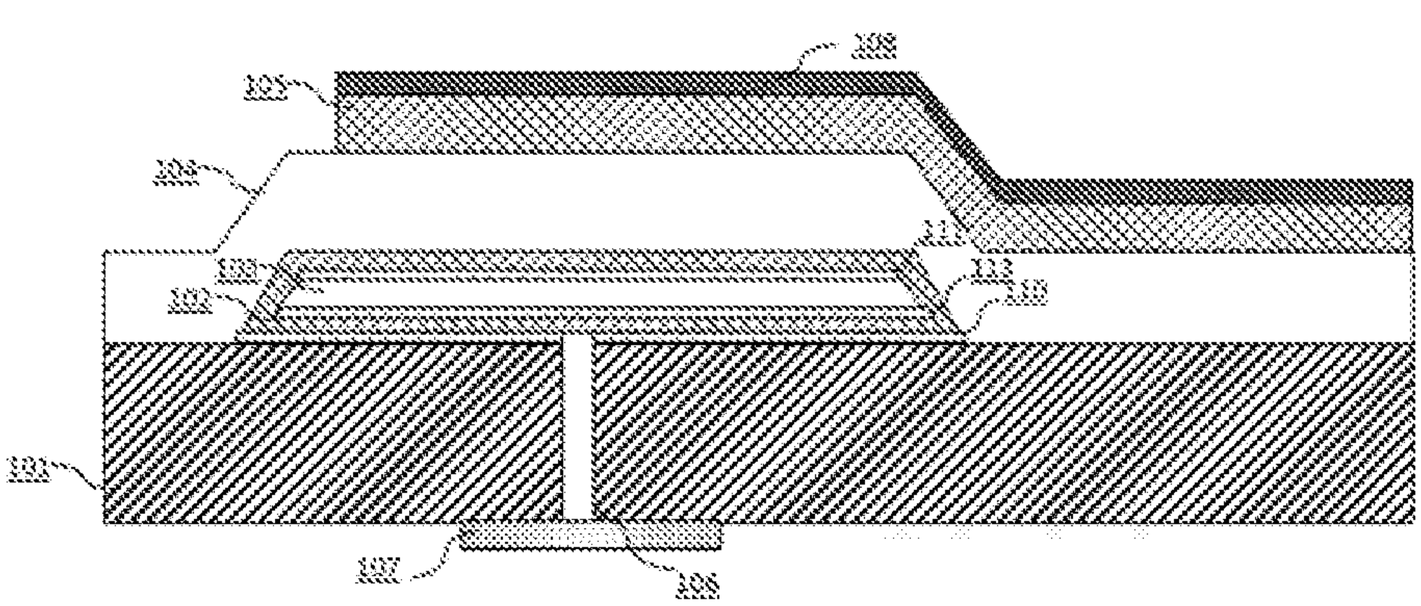

108
105
104
111
103
113
102
110
101
107
106

图 7I

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2020/088702

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)

CNABS; CNTXT; VEN; USTXT; EPTXT; WOTXT; CNKI; GOOGLE: 薄膜体声波谐振器, 体声波, 电极, 上, 顶, 下, 底, 间隙, 空隙, 空气, 真空, 压电层, 基底, 孔, 洞, 通道, 沉积, 牺牲层, film bulk acoustic resonator, FBAR, bulk acoustic wave, BAW, electrode, upper, top, lower, bottom, gap, interspace, interval, air, vacuum, piezoelectric layer, substrate, hole, pathway, deposition, 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	US 2017077385 A1 (TRIQUINT SEMICONDUCTOR INC.) 16 March 2017 (2017-03-16) description paragraphs 3, 34-54, figures 3-8	1-21
Y	CN 103413795 A (TIANJIN UNIVERSITY) 27 November 2013 (2013-11-27) description, paragraphs 57-99, figure 2	1-21
Y	CN 105897211 A (SOUTH CHINA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 24 August 2016 (2016-08-24) description, paragraphs 49-56, and figures 3-5	17-21
A	CN 107196618 A (HANGZHOU SAPPLAND MICROELECTRONICS TECHNOLOGY CO., LTD.) 22 September 2017 (2017-09-22) entire document	1-21
A	CN 110166014 A (ROFS MICROSYSTEM (TIANJIN) CO., LTD.) 23 August 2019 (2019-08-23) entire document	1-21

☑ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☑ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
04 August 2020	**10 September 2020**
Name and mailing address of the ISA/CN **China National Intellectual Property Administration (ISA/CN)** **No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088** **China** Facsimile No. **(86-10)62019451**	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2020/088702

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2017047907 A1 (AVAGO TECHNOLOGIES GENERAL IP SINGAPORE PTE LTD) 16 February 2017 (2017-02-16) entire document	1-21
A	ZHU, Feng et al. "An elastic electrode model for wave propagation analysis in piezoelectric layered structures of film bulk acoustic resonators" *《ACTA MECHANICA SOLIDA SINICA》*, Vol. 30, No. 3, 27 April 2017 (2017-04-27), ISSN: 0894-9166, pp. 263-270	1-21

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2020/088702

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2017077385	A1	16 March 2017	US	9948272	B2	17 April 2018
CN	103413795	A	27 November 2013	CN	103413795	B	28 December 2016
CN	105897211	A	24 August 2016	CN	105897211	B	14 January 2020
CN	107196618	A	22 September 2017		None		
CN	110166014	A	23 August 2019	WO	2019154345	A1	15 August 2019
US	2017047907	A1	16 February 2017	US	10404231	B2	03 September 2019

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2020/088702

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））

CNABS;CNTXT;VEN;USTXT;EPTXT;WOTXT;CNKI;GOOGLE：薄膜体声波谐振器，体声波，电极，上，顶，下，底，间隙，空隙，空气，真空，压电层，基底，孔，洞，通道，沉积，牺牲层，film bulk acoustic resonator, FBAR, bulk acoustic wave, BAW, electrode, upper, top, lower, bottom, gap, interspace, interval, air, vacuum, piezoelectric layer, substrate, hole, pathway, deposition, sacrificial layer

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	US 2017077385 A1 (TRIQUINT SEMICONDUCTOR INC) 2017年 3月 16日 (2017-03-16) 说明书第3、34-54段，图3-8	1-21
Y	CN 103413795 A (天津大学) 2013年 11月 27日 (2013-11-27) 说明书第57-99段，图2	1-21
Y	CN 105897211 A (华南理工大学) 2016年 8月 24日 (2016-08-24) 说明书第49-56段，图3-5	17-21
A	CN 107196618 A (杭州左蓝微电子技术有限公司) 2017年 9月 22日 (2017-09-22) 全文	1-21
A	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) 全文	1-21
A	US 2017047907 A1 (AVAGO TECHNOLOGIES GENERAL IP SINGAPORE PTE LTD) 2017年 2月 16日 (2017-02-16) 全文	1-21

☑ 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
2020年 8月 4日	2020年 9月 10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 马婷婷 电话号码 86-(20)-28958507

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2020/088702

C. 相关文件

类 型*	引用文件，必要时，指明相关段落	相关的权利要求
A	ZHU, Feng 等. "An elastic electrode model for wave propagation analysis in piezoelectric layered structures of film bulk acoustic resonators" 《ACTA MECHANICA SOLIDA SINICA》, 第30卷, 第3期, 2017年 4月 27日 (2017-04-27), ISSN: 0894-9166, 第263-270页	1-21

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2020/088702

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	2017077385	A1	2017年 3月 16日	US	9948272	B2	2018年 4月 17日
CN	103413795	A	2013年 11月 27日	CN	103413795	B	2016年 12月 28日
CN	105897211	A	2016年 8月 24日	CN	105897211	B	2020年 1月 14日
CN	107196618	A	2017年 9月 22日		无		
CN	110166014	A	2019年 8月 23日	WO	2019154345	A1	2019年 8月 15日
US	2017047907	A1	2017年 2月 16日	US	10404231	B2	2019年 9月 3日