

(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
2022 年 12 月 8 日 (08.12.2022)



(10) 国际公布号
WO 2022/252178 A1

- (51) 国际专利分类号:
H04R 19/02 (2006.01) **H04R 17/00** (2006.01)
H04R 19/00 (2006.01) **H04R 31/00** (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2021/098112
- (22) 国际申请日: 2021 年 6 月 3 日 (03.06.2021)
- (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)。
- (72) 发明人: 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 号恒基中心办一 14 层 1412 室, 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, IT, 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)。

(54) Title: FIN STRUCTURE SPEAKER AND METHOD FOR FORMING SAME

(54) 发明名称: 鳍片结构扬声器及其形成方法

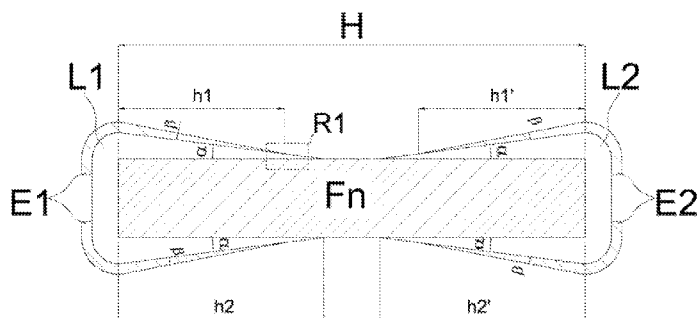


图 3

(57) Abstract: Disclosed are a fin structure speaker and a method for forming same. The fin structure speaker comprises a surrounding frame and a plurality of speaker fins located in the surrounding frame. Each speaker fin comprises: a fin substrate; and a piezoelectric layer that is non-uniform in thickness and located on the surfaces of two vertical sidewalls of the fin substrate. According to the technical solution of the present invention, the thickness of a piezoelectric layer material on the vertical sidewall of each fin structure of the fin speaker varies along the direction of the vertical sidewall of the fin (for example, in a wedge shape), and the specific thickness variation trend is that the thickness near the end of the speaker fin is thicker, and the thickness near the middle of the speaker fin is thinner. In this way, when the thickness of the piezoelectric layer varies along the extension direction of the vertical sidewall of the fin structure, the characteristics of large fin displacement and high displacement linearity can be met at the same time. On the other hand, since the thickness of the piezoelectric layer varies along the direction of the vertical sidewall of the fin structure, the resonance of the fin structure in a broadband can reduce the Q value and increase the bandwidth, thereby improving the frequency response of the speaker.

本国际公布：

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

(57) 摘要： 本发明公开了一种鳍片结构扬声器及其形成方法。该鳍片结构扬声器包括周围框架和位于周围框架内的多个扬声鳍片，扬声鳍片包括：鳍片基底；位于鳍片基底的两个垂直侧壁的表面、厚度不均匀的压电层。根据本发明的技术方案，鳍片扬声器的每个鳍片结构的垂直侧壁的压电层材料的厚度沿鳍片垂直侧壁方向变化(例如呈尖劈形)，具体厚度变化趋势为靠近扬声鳍片的端部位置厚度更厚，靠近扬声鳍片的中部位置厚度更薄。这样，当压电层厚度沿鳍片结构的垂直侧壁延伸方向变化时，可以同时满足鳍片位移大和位移线性度高的特点。另一方面，由于压电层厚度沿鳍片结构垂直侧壁方向变化，鳍片结构在宽频内谐振可降低Q值提高带宽，进而改善扬声器的频率响应。

鳍片结构扬声器及其形成方法

技术领域

本发明涉及 MEMS（微机电系统）技术领域，具体涉及一种鳍片结构扬声器及其形成方法。

背景技术

近年来，MEMS（微机电系统）技术领域取得了飞速的发展，微型的鳍片结构扬声器已经面世。鳍片结构扬声器具有如图 1A 所示的基本部分组成，其中 C1 为上封装盖结构，C2 为下封装盖结构，D1 为核心工作区域。进一步 D1 的俯视结构如图 1B 所示，D1 结构包含周围框架和位于框架内的若干鳍片 F1 至 F8（数量为 8 仅是示例）。

现有技术的鳍片结构扬声器中，压电层厚度是均匀的。假设驱动电压保持不变，当压电层厚度较厚时压电层内部的电场较小，鳍片位移较小，扬声器产生的声压较低，无法满足指标要求；当压电层厚度较薄时，虽然压电层内部的电场较大，由于压电材料的非线性，导致扬声器输出线性度较差。另外，当压电层厚度均匀时，鳍片在机械谐振时 Q 值较高，导致扬声器的频率响应变差，带宽较小。

发明内容

有鉴于此，本发明提出一种鳍片结构扬声器结构及其形成方法。

本发明第一方面提出一种鳍片结构扬声器，包括周围框架和位于所述周围框架内的多个扬声鳍片，所述扬声鳍片包括：鳍片基底；位于所述鳍片基底的两个垂直侧壁的表面、厚度不均匀的压电层。

可选地，所述鳍片基底的材料为硅。

可选地，同一个所述鳍片基底的两个垂直侧壁的表面的压电层的晶相反。

可选地，所述压电层的断面呈尖劈形。

可选地，所述压电层在最靠近所述扬声鳍片的顶端和底端的位置具有最大宽度，所述压电层在最靠近所述扬声鳍片的中间的位置具有最小宽度；或者，所述压电层在最靠近所述扬声鳍片的顶端和底端两者中其一的位置具有最大宽度，所述压电层在最靠近所述扬声鳍片的顶端和底端两者中另一的位置具有最小宽度。

可选地，定义所述压电层的外侧表面与所述鳍片基底的垂直侧壁表面的夹角为第一夹角，所述第一夹角度取值范围为 0 至 45° 。

可选地，定义所述压电层覆盖所述鳍片基底的垂直侧壁的长度与所述鳍片基底的垂直侧壁的全长度的比例为压电层覆盖比例，所述压电层覆盖比例的比取值范围为 10% 至 100% ，或者 30% 至 60% 。

可选地，所述扬声鳍片还包括：位于所述压电层的表面的外电极。

可选地，定义所述外电极的外侧表面与所述压电层的外侧表面的夹角为第二夹角，所述第二夹角度取值范围为 0 至 45° 。

可选地，所述外电极的末端下方的压电层的厚度大于 100 纳米。

可选地，所述外电极覆盖区域小于所述压电层覆盖区域。

可选地，所述扬声鳍片还包括：位于所述鳍片基底与所述压电层之间的内电极。

可选地，同一个所述扬声鳍片两侧的压电层独立供电。

可选地，所述压电层材料为：氮化铝、PZT、氧化锌或者上述材料的掺杂材料。

可选地，所述压电层为薄膜形式，平均厚度为 0.1 微米至 10 微米。

可选地，还包括：位于所述周围框架和所述多个扬声鳍片的上方的上封装盖结构以及位于周围框架和所述多个扬声鳍片的下方的下封装盖结构，其中，所述上封装盖结构和/或下封装盖结构具有声学孔。

本发明第二方面提出一种鳍片结构扬声器的形成方法，包括：将晶圆加工成周围框架和位于所述周围框架内的多个鳍片基底；在所述鳍片基底的两个垂直侧壁的表面形成厚度不均匀的压电层，所述鳍片基底和所述压电层组成扬声鳍片。

可选地，所述鳍片基底的材料为硅。

可选地，同一个所述鳍片基底的两个垂直侧壁的表面上的压电层的晶相反。

可选地，所述压电层的断面呈尖劈形。

可选地，所述压电层在最靠近所述扬声鳍片的顶端和底端的位置具有最大宽度，所述压电层在最靠近所述扬声鳍片的中间的位置具有最小宽度；或者，所述压电层在最靠近所述扬声鳍片的顶端和底端两者中其一的位置具有最大宽度，所述压电层在最靠近所述扬声鳍片的顶端和底端两者中另一的位置具有最小宽度。

可选地，定义所述压电层的外侧表面与所述鳍片基底的垂直侧壁表面的夹角为第一夹角，所述第一夹角度取值范围为 0 至 45° 。

可选地，定义所述压电层覆盖所述鳍片基底的垂直侧壁的长度与所述鳍片基底的垂直侧壁的全长度的比例为压电层覆盖比例，所述压电层覆盖比例的比取值范围为 10% 至 100% ，或者 30% 至 60% 。

可选地，还包括：在所述压电层的表面形成外电极。

可选地，定义所述外电极的外侧表面与所述压电层的外侧表面的夹角为第二夹角，所述第二夹角度取值范围为 0 至 45° 。

可选地，所述外电极的末端下方的压电层的厚度大于 100 纳米。

可选地，所述外电极覆盖区域小于所述压电层覆盖区域。

可选地，还包括：在所述鳍片基底与所述压电层之间形成内电极。

可选地，所述扬声鳍片两侧的压电层独立供电。

可选地，所述压电层材料为：氮化铝、PZT、氧化锌或者上述材料的掺杂材料。

可选地，所述压电层为薄膜形式，平均厚度为 0.1 微米至 10 微米。

可选地，还包括：在所述周围框架和所述多个扬声鳍片的上方封装上封装盖结构以及在所述周围框架和所述多个扬声鳍片的下方封装下封装盖结构，其中，所述上封装盖结构和/或下封装盖结构具有声学孔。

根据本发明的技术方案，鳍片扬声器的每个鳍片结构的垂直侧壁的压

电层材料的厚度沿鳍片垂直侧壁方向变化（例如呈尖劈形），具体厚度变化趋势为靠近扬声鳍片的端部位置厚度更厚，靠近扬声鳍片的中部位置厚度更薄。这样，当压电层厚度沿鳍片结构的垂直侧壁延伸方向变化时，可以同时满足鳍片位移大和位移线性度高的特点。另一方面，由于压电层厚度沿鳍片结构垂直侧壁方向变化，鳍片结构在宽频内谐振可降低 Q 值提高带宽，进而改善扬声器的频率响应。

附图说明

为了说明而非限制的目的，现在将根据本发明的优选实施例、特别是参考附图来描述本发明，其中：

图 1A 与图 1B 为鳍片结构扬声器的总体结构示意图；

图 2A 至图 2L 为本发明实施方式的鳍片结构扬声器的形成过程示意图；

图 3 为本发明实施方式的单个鳍片基底的断面图；

图 4 为图 3 中 R1 区域的局部放大图。

具体实施方式

下面结合实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例仅仅是本发明的一部分实施例，而并不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员所获得的所有其他实施例，都属于本发明保护的范围。

本发明实施方式的鳍片结构扬声器的总体结构也如图 1A 和图 1B 所示，但是鳍片基底中的压电层的厚度是非均匀的。下面详细介绍本发明实施方式的鳍片结构扬声器的加工流程，来说明本发明中所涉及的关键特征。其中截面为图 1A 中的 S1 平面，同时为了便于说明，有意减少扬声鳍片的数量。

步骤一：将晶圆加工成周围框架和位于周围框架内的若干个鳍片基底。

（1）如图 2A 所示，在晶圆 D1 两侧以 CVD 或其他工艺方式分别覆盖掩模 M1 和 M2，其中晶圆可采用单晶硅、石英、砷化镓等业内常见材

料，掩模材料可选二氧化硅、氮化硅、氮化铝等，或上述材料的复合层。在这里采用普通硅晶圆而非 SOI 硅片，可极大降低制造成本。

(2) 如图 2B 所示，通过干法或湿法刻蚀的方式将其中一侧掩模图形化，本实例中图形化的掩模层为 M1。此处为了方便展示，将鳍片基底数量降低至 3 片，相应地，掩膜 M1 的断面上设置 4 个暴露窗口。

(3) 如图 2C 所示，以湿法工艺（氢氧化钾溶液刻蚀等）或干法工艺（DRIE 等）在 D1 上加工出 3 个鳍片基底。其中加工出的鳍片基底之间的鳍片间隙贯穿晶圆 D1，并截止于掩模层 M2。

(4) 如图 2D 所示，除去掩模 M1 和 M2，保留具有鳍片基底的晶圆 D1。此时，晶圆外围的部分变为了鳍片结构扬声器中的周围框架。

事实上，上述过程仅为获取图 2D 中通透的鳍片基底的一种可选方式，目的并不是用于限制。也可以使用其他工艺流程获得图 2D 的结构。

步骤二：在鳍片基底的两个垂直侧壁的表面形成厚度不均匀的压电层，鳍片基底和压电层组成扬声鳍片。这里的垂直侧壁为鳍片的与基底垂直的侧壁。

如图 2E 所示，在晶圆 D1 的一侧沉积压电层薄膜 L1，其中 L1 位于鳍片垂直侧壁上的断面具有尖劈形或类似尖劈形，具体的，尖劈在靠近晶圆 D1 表面的部分具有较大的宽度，随着深度加深逐渐变细。此处可选的，在 D1 的非沉积侧可键合一层保护层材料 P1，用于在沉积工艺中保护腔体和器件。然后，如图 2F 所示，在沉积过 L1 层的对侧（可选的，使用保护层 P2）沉积压电层 L2，优选地，L2 与 L1 具有相同或相近的截面结构和尺寸分布。此外，在本实例中 L1 和 L2 的深入晶圆的末端存在“搭接”，从而使 L1 和 L2 融合成一层压电层。在非搭接部分，压电层厚度随深度变化。压电层材料包括氮化铝、PZT、氧化锌、以及上述材料的掺杂材料；压电层为薄膜形式，平均厚度为 0.1 微米至 10 微米。

同一个鳍片基底的两个垂直侧壁的表面上的压电层的晶相相反。这样有利于同一个鳍片基底两侧的压电层应力对称。

本发明实施方式的鳍片结构扬声器的形成方法中，在步骤一与步骤二之间，还可以包括步骤：形成位于鳍片基底与压电层之间的内电极。内电极并不是必须的结构。当鳍片基底为电阻率低的材料时，可以直接以鳍片基底作为内电极。

本发明实施方式的鳍片结构扬声器的形成方法中，还可以包括步骤：在压电层的表面形成外电极。

如图 2G 所示，在沉积过 L2 的一侧继续沉积金属层 E2 作为电极。E2 在压电层的垂直侧壁上具有尖劈形的结构。然后，如图 2H 所示，在沉积过 E2 层的对侧继续沉积金属层 E1 作为外电极(可选的,使用保护层 P3)。外电极 E2 在压电层的垂直侧壁上具有尖劈形的结构，在本实例中 E2 和 E1 在深入晶圆的末端存在“搭接”从而在形成一层金属电极。

本发明实施方式的鳍片结构扬声器的形成方法中，还可以包括步骤：在所述扬声鳍片的两端位置的所述外电极中形成断口。

具体地，如图 2I 所示，通过干法或湿法刻蚀等工艺，将原本包围住压电层的外电极在每个鳍片基底的顶端位置之上和底端位置之上断开，从而实现位于每个鳍片两个垂直侧壁上压电层的独立供电。可选的也可以将位于 D1 框架上下表面的金属移除，以便进行后续工艺。

本发明实施方式的鳍片结构扬声器的形成方法中，还可以包括步骤：封装上封装盖结构与下封装盖结构。

具体地，如图 2J 所示，在图 2I 的两侧分别键合上封装盖结构 C1 和下封装盖结构 C2，其中 V1-2 和 U1-2 是位于 C1 和 C2 上的声学孔。此步骤为常用工艺且不是本文重点因此具体步骤省略。

作为举例，前述结构工艺中压电层 L1 与 L2 之间/电极 E1 与 E2 之间在晶圆 D1 深处形成“搭接”，此外，上述电极和压电层也可以在垂直侧壁上形成非接触结构，如图 2K 所示，在每个鳍片的两个垂直侧壁上，压电层 L1 与 L2 之间/电极 E1 与 E2 之间均留有裸露的晶圆表面。

在本发明其他实施方式的鳍片结构扬声器的形成方法中,也可如图 2L 所示实例,仅在鳍片的单侧覆盖压电层 L1 和电极 E1。

如图 3 所示,可对尖劈型的压电层和外电极加以形状和尺寸限定。定义压电层的外侧表面与鳍片基底的侧平面的夹角为第一夹角 α , 第一夹角度 α 取值范围为 0 至 45° 。定义外电极的外侧表面与压电层的外侧表面的夹角为第二夹角 β , 第二夹角度 β 取值范围为 0 至 45° 。对于垂直侧壁高度(长度)为 H 的鳍片基底,其垂直侧壁的单侧的压电层 L1 的覆盖高度(长度) h_2 的数值为 H 的 10%到 100%之间,优选 30%到 60%。此要求在覆盖压电层的情况下同样适用于另一侧压电层。另外,外电极末端和压电层末端的相对位置基本原则为:外电极覆盖区域小于压电层覆盖区域(从而确保外电极不会覆盖到硅基鳍片的表面),换言之,图 3 中外电极尺寸 h_1' 小于压电层尺寸 h_2' , 外电极尺寸 h_1 小于压电层尺寸 h_2 。

如图 4 所示(图 4 为图 3 中 R1 放大区域),要求外电极末端下方的压电层厚度 D1 大于 100nm,这样确保电极 E1 与硅基鳍片 Fn 之间有足够厚的压电材料从而达到绝缘效果,防止压电层被电学击穿。

在本发明其他实施方式的鳍片结构扬声器中,压电层和鳍片基底之间也可以提供内电极用于更好的电学连接。该情况下鳍片基底的材料的电阻率不做要求。

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、一种鳍片结构扬声器，其特征在于，包括周围框架和位于所述周围框架内的多个扬声鳍片，所述扬声鳍片包括：

5 鳍片基底；

位于所述鳍片基底的两个垂直侧壁的表面、厚度不均匀的压电层。

2、根据权利要求 1 所述的鳍片结构扬声器，其特征在于，所述鳍片基底的材料为硅。

3、根据权利要求 1 所述的鳍片结构扬声器，其特征在于，同一个所述鳍片基底的两个垂直侧壁的表面的压电层的晶相相反。

4、根据权利要求 1 所述的鳍片结构扬声器，其特征在于，所述压电层的断面呈尖劈形。

5、根据权利要求 4 所述的鳍片结构扬声器，其特征在于，

所述压电层在最靠近所述扬声鳍片的顶端和底端的位置具有最大宽度，所述压电层在最靠近所述扬声鳍片的中间的位置具有最小宽度；或者，

20 所述压电层在最靠近所述扬声鳍片的顶端和底端两者中其一的位置具有最大宽度，所述压电层在最靠近所述扬声鳍片的顶端和底端两者中另一的位置具有最小宽度。

6、根据权利要求 4 所述的鳍片结构扬声器，其特征在于，定义所述压电层的外侧表面与所述鳍片基底的垂直侧壁表面的夹角为第一夹角，所述第一夹角度取值范围为 0 至 45°。

7、根据权利要求 4 所述的鳍片结构扬声器，其特征在于，定义所述压电层覆盖所述鳍片基底的垂直侧壁的长度与所述鳍片基底的垂直侧壁的全长度的比例为压电层覆盖比例，所述压电层覆盖比例的比取值范围为

10%至 100%，或者 30%至 60%。

8、根据权利要求 1 所述的鳍片结构扬声器，其特征在于，所述扬声鳍片还包括：位于所述压电层的表面的外电极。

5

9、根据权利要求 8 所述的鳍片结构扬声器，其特征在于，定义所述外电极的外侧表面与所述压电层的外侧表面的夹角为第二夹角，所述第二夹角度取值范围为 0 至 45°。

10

10、根据权利要求 8 所述的鳍片结构扬声器，其特征在于，所述外电极的末端下方的压电层的厚度大于 100 纳米。

11、根据权利要求 8 所述的鳍片结构扬声器，其特征在于，所述外电极覆盖区域小于所述压电层覆盖区域。

15

12、根据权利要求 1 所述的鳍片结构扬声器，其特征在于，所述扬声鳍片还包括：位于所述鳍片基底与所述压电层之间的内电极。

13、根据权利要求 1 所述的鳍片结构扬声器，其特征在于，同一个所述扬声鳍片两侧的压电层独立供电。

20

14、根据权利要求 1 所述的鳍片结构扬声器，其特征在于，所述压电层材料为：氮化铝、PZT、氧化锌或者上述材料的掺杂材料。

25

15、根据权利要求 1 所述的鳍片结构扬声器，其特征在于，所述压电层为薄膜形式，平均厚度为 0.1 微米至 10 微米。

16、根据权利要求 1 至 15 中任一项所述的鳍片结构扬声器，其特征在于，还包括：位于所述周围框架和所述多个扬声鳍片的上方的上封装盖结构以及位于周围框架和所述多个扬声鳍片的下方的下封装盖结构，其中，

30

所述上封装盖结构和/或下封装盖结构具有声学孔。

17、一种鳍片结构扬声器的形成方法，其特征在于，包括：

将晶圆加工成周围框架和位于所述周围框架内的多个鳍片基底；

5 在所述鳍片基底的两个垂直侧壁的表面形成厚度不均匀的压电层，所述鳍片基底和所述压电层组成扬声鳍片。

18、根据权利要求 17 所述的鳍片结构扬声器的形成方法，其特征在于，所述鳍片基底的材料为硅。

10

19、根据权利要求 17 所述的鳍片结构扬声器，其特征在于，同一个所述鳍片基底的两个垂直侧壁的表面的压电层的晶相相反。

20、根据权利要求 17 所述的鳍片结构扬声器的形成方法，其特征在于，所述压电层的断面呈尖劈形。

15

21、根据权利要求 20 所述的鳍片结构扬声器的形成方法，其特征在于，

所述压电层在最靠近所述扬声鳍片的顶端和底端的位置具有最大宽度，所述压电层在最靠近所述扬声鳍片的中间的位置具有最小宽度；或者，

20

所述压电层在最靠近所述扬声鳍片的顶端和底端两者中其一的位置具有最大宽度，所述压电层在最靠近所述扬声鳍片的顶端和底端两者中另一的位置具有最小宽度。

22、根据权利要求 20 所述的鳍片结构扬声器的形成方法，其特征在于，定义所述压电层的外侧表面与所述鳍片基底的垂直侧壁表面的夹角为第一夹角，所述第一夹角度取值范围为 0 至 45°。

25

23、根据权利要求 20 所述的鳍片结构扬声器的形成方法，其特征在于，定义所述压电层覆盖所述鳍片基底的垂直侧壁的长度与所述鳍片基底

30

的垂直侧壁的全长度的比例为压电层覆盖比例，所述压电层覆盖比例的取值范围为 10%至 100%，或者 30%至 60%。

24、根据权利要求 17 所述的鳍片结构扬声器的形成方法，其特征在于，还包括：在所述压电层的表面形成外电极。

25、根据权利要求 24 所述的鳍片结构扬声器的形成方法，其特征在于，定义所述外电极的外侧表面与所述压电层的外侧表面的夹角为第二夹角，所述第二夹角度取值范围为 0 至 45°。

26、根据权利要求 24 所述的鳍片结构扬声器的形成方法，其特征在于，所述外电极的末端下方的压电层的厚度大于 100 纳米。

27、根据权利要求 24 所述的鳍片结构扬声器的形成方法，其特征在于，所述外电极覆盖区域小于所述压电层覆盖区域。

28、根据权利要求 17 所述的鳍片结构扬声器的形成方法，其特征在于，还包括：在所述鳍片基底与所述压电层之间形成内电极。

29、根据权利要求 17 所述的鳍片结构扬声器的形成方法，其特征在于，所述扬声鳍片两侧的压电层独立供电。

30、根据权利要求 17 所述的鳍片结构扬声器的形成方法，其特征在于，所述压电层材料为：氮化铝、PZT、氧化锌或者上述材料的掺杂材料。

31、根据权利要求 17 所述的鳍片结构扬声器的形成方法，其特征在于，所述压电层为薄膜形式，平均厚度为 0.1 微米至 10 微米。

32、根据权利要求 17 至 31 中任一项所述的鳍片结构扬声器的形成方法，其特征在于，还包括：在所述周围框架和所述多个扬声鳍片的上方封

装上封装盖结构以及在所述周围框架和所述多个扬声鳍片的下方封装下封装盖结构，其中，所述上封装盖结构和/或下封装盖结构具有声学孔。

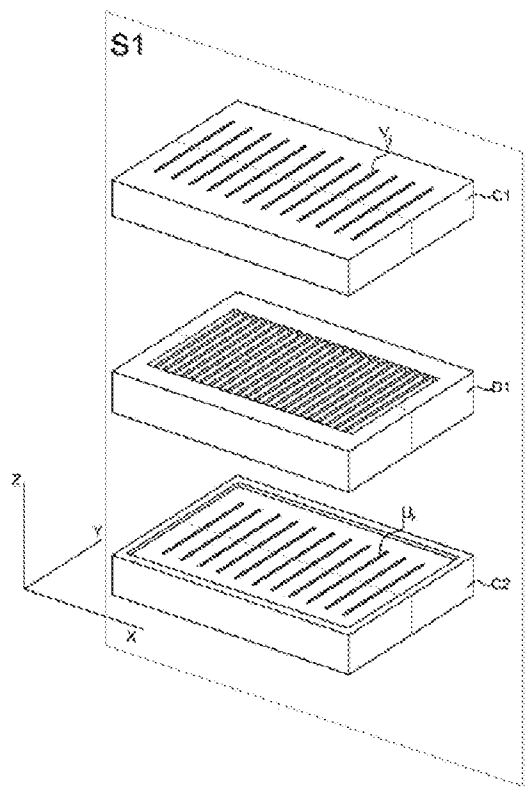


图 1A

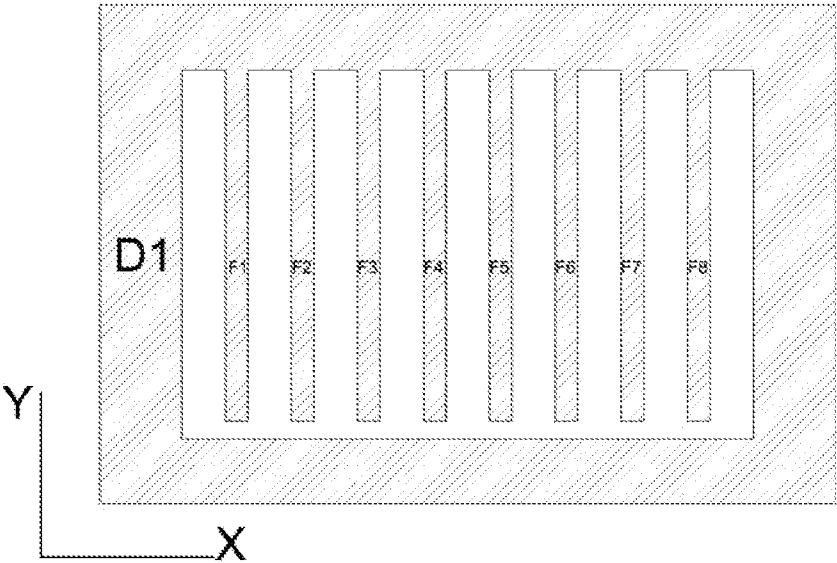


图 1B

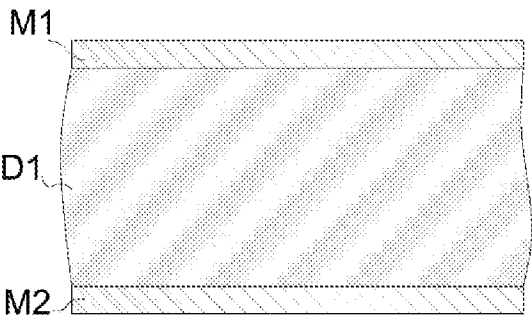


图 2A

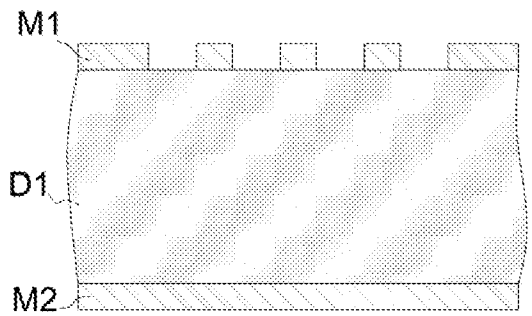


图 2B

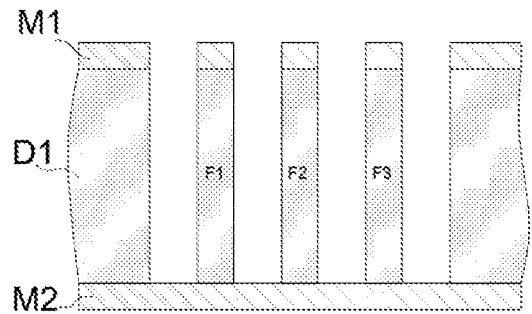


图 2C

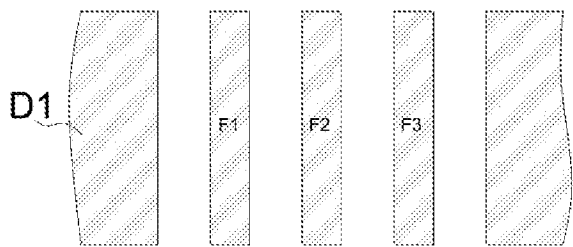


图 2D

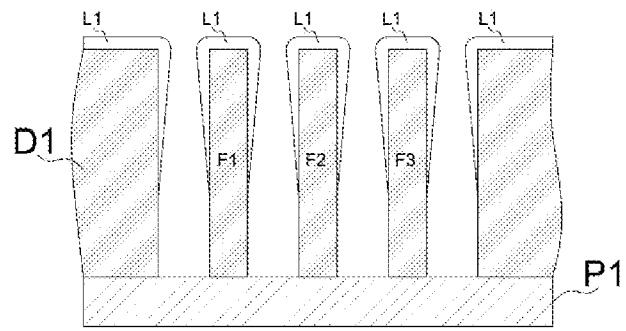


图 2E

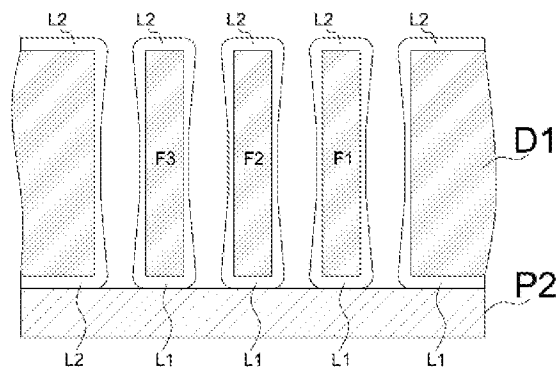


图 2F

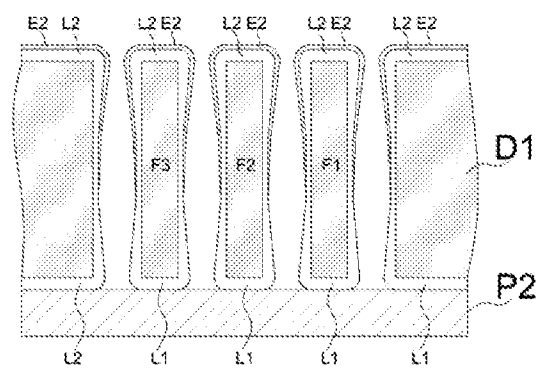


图 2G

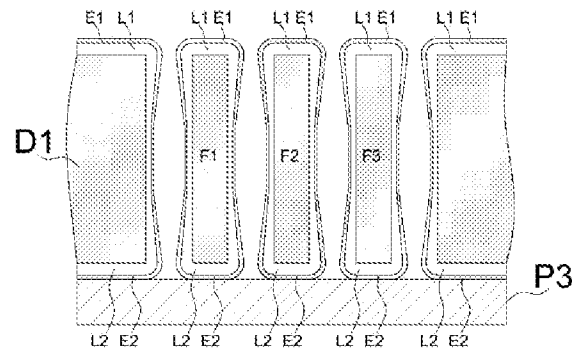


图 2H

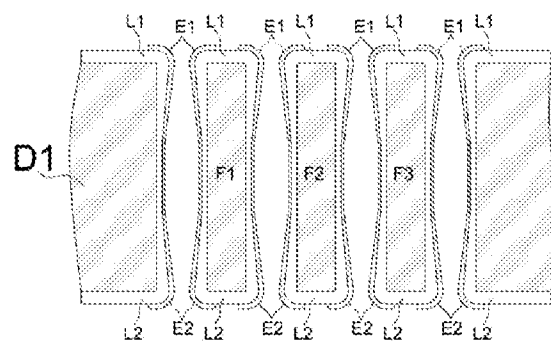


图 2I

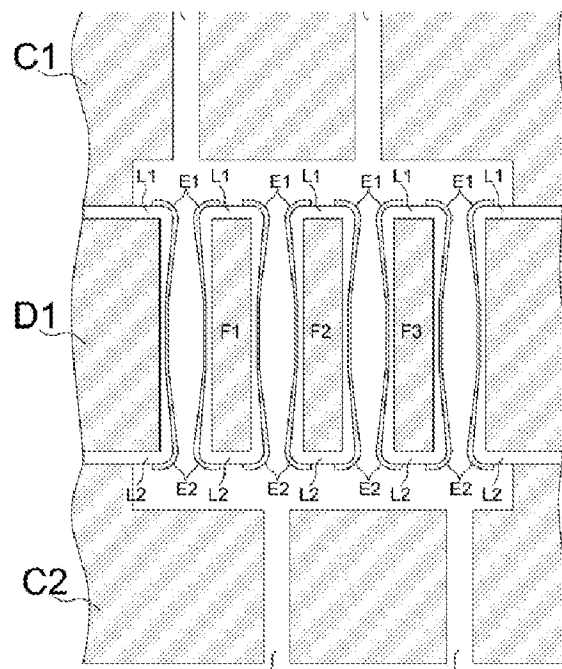


图 2J

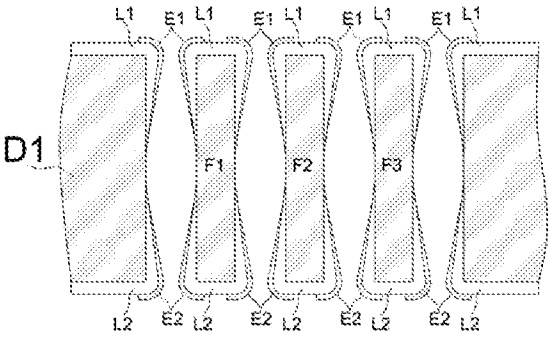


图 2K

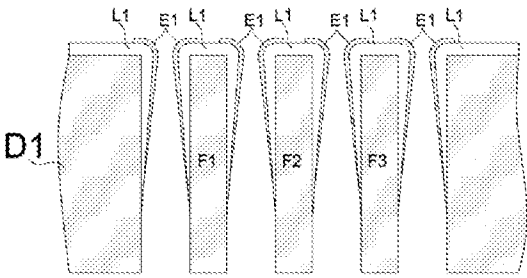


图 2L

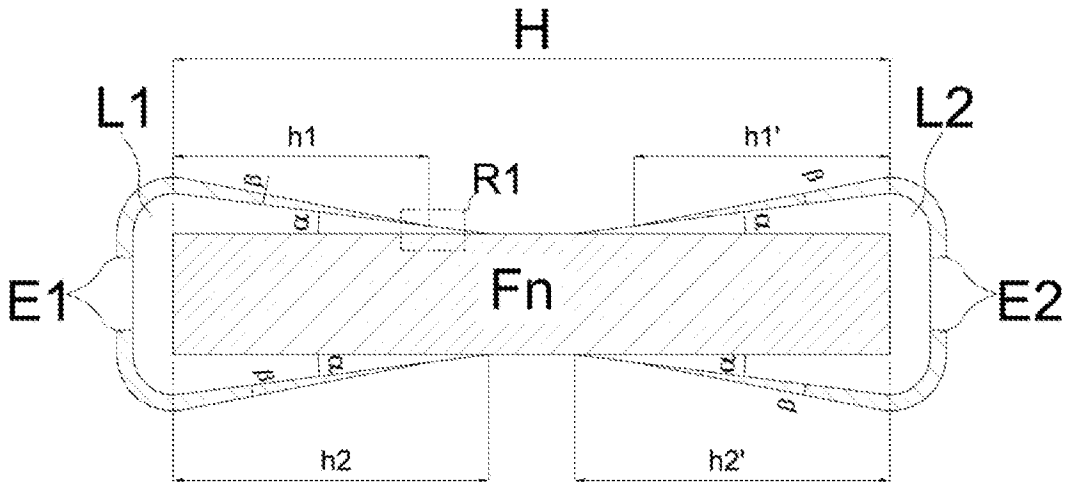


图 3

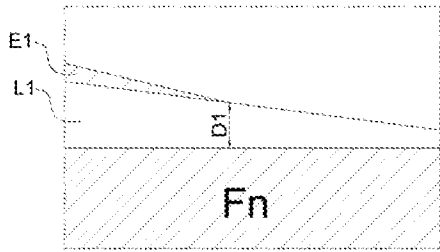


图 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2021/098112

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04R 19/02(2006.01)i; H04R 19/00(2006.01)i; H04R 17/00(2006.01)i; H04R 31/00(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)

H04R 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; CNKI; VEN; USTXT; WOTXT; EPTXT; IEEE: 扬声器, 鳍, 条形分支, 枝状, 翅片, 长宽比, 厚度, 不同, 不均匀, 压电层, speaker, fin, bar, branch, aspect ratio, thickness, different, non-uniform, piezoelectric layer, MEMS

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 102969353 A (TAIWAN SEMICONDUCTOR MANUFACTURING CO., LTD.) 13 March 2013 (2013-03-13) description, paragraphs [0003]-[0043]	1-32
A	US 2019206980 A1 (INTEL CORP.) 04 July 2019 (2019-07-04) entire document	1-32
A	CN 108511392 A (INSTITUTE OF MICROELECTRONICS OF CHINESE ACADEMY OF SCIENCES) 07 September 2018 (2018-09-07) entire document	1-32
A	WO 2019066935 A1 (INTEL CORP.) 04 April 2019 (2019-04-04) entire document	1-32



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

29 November 2021

Date of mailing of the international search report

10 December 2021

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/CN2021/098112

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	102969353	A	13 March 2013	US	2013056826	A1	07 March 2013
				US	9287385	B2	15 March 2016
				TW	201312748	A	16 March 2013
				TW	I500154	B	11 September 2015
				KR	20130025314	A	11 March 2013
				KR	101363216	B1	12 February 2014
				CN	102969353	B	05 April 2017
US	2019206980	A1	04 July 2019	US	10930729	B2	23 February 2021
				WO	2018075072	A1	26 April 2018
CN	108511392	A	07 September 2018	CN	108511392	B	12 November 2019
WO	2019066935	A1	04 April 2019	None			

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2021/098112

A. 主题的分类

H04R 19/02(2006.01)i; H04R 19/00(2006.01)i; H04R 17/00(2006.01)i; H04R 31/00(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)

H04R 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;CNKI;VEN;USTXT;WOTXT;EPTXT;IEEE: 扬声器, 鳍, 条形分支, 枝状, 翅片, 长宽比, 厚度, 不同, 不均匀, 压电层, speaker, fin, bar, branch, aspect ratio, thickness, different, non-uniform, piezoelectric layer, MEMS

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	CN 102969353 A (台湾积体电路制造股份有限公司) 2013年3月13日 (2013 - 03 - 13) 说明书第[0003]-[0043]段	1-32
A	US 2019206980 A1 (INTEL CORP) 2019年7月4日 (2019 - 07 - 04) 全文	1-32
A	CN 108511392 A (中国科学院微电子研究所) 2018年9月7日 (2018 - 09 - 07) 全文	1-32
A	WO 2019066935 A1 (INTEL CORP) 2019年4月4日 (2019 - 04 - 04) 全文	1-32

☐ 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

2021年11月29日

国际检索报告邮寄日期

2021年12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

宋美静

电话号码 (86-512)88996213

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2021/098112

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	102969353	A	2013年3月13日	US	2013056826	A1	2013年3月7日
				US	9287385	B2	2016年3月15日
				TW	201312748	A	2013年3月16日
				TW	1500154	B	2015年9月11日
				KR	20130025314	A	2013年3月11日
				KR	101363216	B1	2014年2月12日
				CN	102969353	B	2017年4月5日
US	2019206980	A1	2019年7月4日	US	10930729	B2	2021年2月23日
				WO	2018075072	A1	2018年4月26日
CN	108511392	A	2018年9月7日	CN	108511392	B	2019年11月12日
WO	2019066935	A1	2019年4月4日		无		