

(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 1 月 13 日 (13.01.2022)



(10) 国际公布号
WO 2022/007002 A1

(51) 国际专利分类号:
H04R 19/04 (2006.01) **H04R 23/02** (2006.01)
H04R 17/02 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2020/103769

(22) 国际申请日: 2020 年 7 月 23 日 (23.07.2020)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
202021308427.5 2020 年 7 月 6 日 (06.07.2020) CN

(71) 申请人: 瑞声声学科技(深圳)有限公司 (AAC ACOUSTIC TECHNOLOGIES (SHENZHEN) CO., LTD.) [CN/CN]; 中国广东省深圳市南山区高新区南区粤兴三道6号南京大学深圳产学研大楼A座, Guangdong 518057 (CN)。

(72) 发明人: 段炼(DUAN, Lian); 中国广东省深圳市南山区高新区南区粤兴三道6号南京大学深圳

产学研大楼A座, Guangdong 518057 (CN)。 张睿(ZHANG, Rui); 中国广东省深圳市南山区高新区南区粤兴三道6号南京大学深圳产学研大楼A座, Guangdong 518057 (CN)。

(74) 代理人: 深圳市恒申知识产权事务所(普通合伙) (HENSEN INTELLECTUAL PROPERTY FIRM); 中国广东省深圳市南山区南山街道南新路阳光科创中心二期A座2409, Guangdong 518000 (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,

(54) Title: PIEZOELECTRIC MEMS MICROPHONE

(54) 发明名称: 一种压电式MEMS麦克风

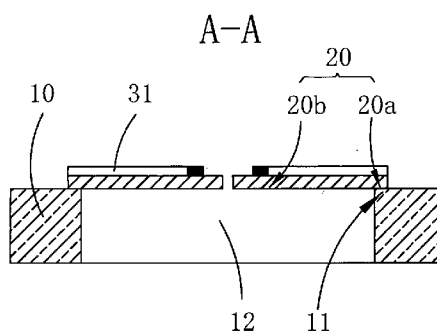


图2

(57) Abstract: The present utility model provides a piezoelectric MEMS microphone, comprising a base having a back cavity and a piezoelectric vibrating diaphragm. The piezoelectric vibrating diaphragm comprises an anchoring part fixedly supported by the base and a cantilever beam integrally formed with the anchoring part, wherein the cantilever beam is suspended above the back cavity, the cantilever beam comprises a first electrode layer, a piezoelectric material layer and a second electrode layer which are sequentially stacked in the thickness direction, and the piezoelectric vibrating diaphragm further comprises a plurality of stress layers which are fixedly attached to at least any one of the first electrode layer, the piezoelectric material layer and the second electrode layer and are arranged at intervals. According to the solution, the plurality of stress layers are arranged at intervals on the cantilever beam structure of the piezoelectric vibrating diaphragm, so that the gradient stress generated by the piezoelectric vibrating diaphragm in the deposition process of the piezoelectric material can be compensated, the warping deformation of the piezoelectric vibrating diaphragm under the action of stress and gradient stress is reduced, and the performance of the piezoelectric MEMS microphone is guaranteed.

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))。

(57) 摘要: 本实用新型提供了一种压电式MEMS麦克风, 包括: 具有背腔的基座及压电振膜, 压电振膜包括由基座固定支撑的锚定部及与锚定部一体成型的悬臂梁, 悬臂梁悬置于背腔上方, 悬臂梁包括沿厚度方向依次层叠设置的第一电极层、压电材料层及第二电极层, 压电振膜还包括与第一电极层、压电材料层及第二电极层中的至少任意一层贴合固定的相互间隔设置的多个应力层。本方案通过在压电振膜的悬臂梁结构上设置相互间隔的多个应力层, 可对压电振膜在压电材料沉积过程中产生的梯度应力进行补偿, 减小压电振膜在应力和梯度应力作用下发生翘曲变形, 保障了压电式MEMS麦克风的性能。

一种压电式MEMS麦克风

技术领域

[0001] 本实用新型涉及电声转换技术领域，尤其涉及一种压电式MEMS麦克风。

背景技术

[0002] 压电式MEMS麦克风相比于传统的电容式MEMS麦克风具有很多优势，包括防尘性和防水性，较高的最大输出声压（AOP）等。受限于压电材料现有的溅射工艺，压电薄膜普遍存在应力，且应力分布不均匀，较难以控制，而这一残余应力的存在导致膜片不可避免发生翘曲和形变。

[0003] 现有技术的压电式MEMS麦克风通常具有若干个部分锚定的悬臂梁结构，该悬臂梁的设计可以一定程度上改善残余应力对膜片形变的影响。但是，该残余应力在整个膜片上分布不均匀，悬臂梁结构无法避免沿着膜层厚度方向产生的梯度应力，这仍会引起压电膜层不同程度的翘曲形变，影响了压电式麦克风的声学性能。

[0004] 因此，有必要提供一种新的压电式麦克风。

发明概述

技术问题

[0005] 本实用新型的目的在于提供一种压电式MEMS麦克风，可以解决现有技术中的压电振膜的悬臂梁结构无法避免沿着膜层厚度方向产生的梯度应力的问题。

问题的解决方案

技术解决方案

[0006] 本实用新型的技术方案提供一种压电式MEMS麦克风，包括：具有背腔的基座及压电振膜，所述压电振膜包括由所述基座固定支撑的锚定部及自所述锚定部延伸的悬臂梁，所述悬臂梁悬置于所述背腔上方，所述悬臂梁包括沿厚度方向依次层叠设置的第一电极层、压电材料层及第二电极层，所述压电振膜还包括与所述第一电极层、所述压电材料层及所述第二电极层中的至少任意一层贴合固定的相互间隔设置的多个应力层。

- [0007] 可选的，所述应力层包括贴设于所述第一电极层的表面的相互间隔的多个第一应力层，和/或贴设于所述第二电极层的表面的相互间隔的多个第二应力层；和/或夹设于所述第一电极层、压电材料层与第二电极层中任意相邻两层之间的多个相互间隔的第三应力层。
- [0008] 可选的，多个所述第一应力层和/或多个所述第二应力层沿所述压电振膜的轴向对称设置。
- [0009] 可选的，多个所述第一应力层和/或多个所述第二应力层包括自所述压电振膜的中心朝所述压电振膜的边缘延伸的径向应力层。
- [0010] 可选的，多个所述第一应力层和/或多个所述第二应力层包括沿所述压电振膜的周向延伸的周向应力层。
- [0011] 可选的，至少两个所述周向应力层呈弧形且相互间隔设置并围成环状。
- [0012] 可选的，至少两个所述径向应力层相互间隔设置且共线。
- [0013] 可选的，所述基座包括围成所述背腔的围壁，所述压电振膜包括与所述背腔正对的所述悬臂梁以及自所述悬臂梁边缘延伸的所述锚定部，所述锚定部固定连接于所述围壁；多个所述第一应力层和/或多个所述第二应力层分别间隔设置于所述悬臂梁。
- [0014] 可选的，所述基座包括围成所述背腔的围壁以及固定于所述背腔内的支撑部，所述支撑部连接并支撑所述锚定部，所述悬臂梁自所述锚定部边缘延伸并悬置于所述背腔。
- [0015] 可选的，所述第一电极层的表面沿着厚度方向具有第一应力凹槽，及所述第二电极层的表面沿着厚度方向具有第一凸起部，所述第一应力凹槽与所述第一凸起部相背，所述第一应力层镶嵌于所述第一应力凹槽；或
- [0016] 所述第二电极层的表面沿着厚度方向具有第二应力凹槽，及所述第一电极层的表面沿着厚度方向具有第二凸起部，所述第二应力凹槽与所述第二凸起部相背，所述第二应力层镶嵌于所述第二应力凹槽。

发明的有益效果

有益效果

- [0017] 本实用新型的有益效果在于：本实用新型提供的压电式MEMS麦克风，包括：具

有背腔的基座及压电振膜，压电振膜包括由基座固定支撑的锚定部及与锚定部一体成型的悬臂梁，悬臂梁悬置于背腔上方，悬臂梁包括沿厚度方向依次层叠设置的第一电极层、压电材料层及第二电极层，压电振膜还包括与第一电极层、压电材料层及第二电极层中的至少任意一层贴合固定的相互间隔设置的多个应力层。本方案通过在压电振膜的悬臂梁结构上设置相互间隔的多个应力层，可对压电振膜在压电材料沉积过程中产生的梯度应力进行补偿，减小压电振膜在应力和梯度应力作用下发生翘曲形变，保障了压电式MEMS麦克风的性能。

对附图的简要说明

附图说明

- [0018] 图1为本实用新型的实施例提供的压电式MEMS麦克风的立体图；
- [0019] 图2为图1的实施例提供的压电式MEMS麦克风沿A-A线的剖面结构示意图；
- [0020] 图3为图1所示的压电式MEMS麦克风的压电振膜沿A'-A'线的剖视结构示意图；
- [0021] 图4为本实用新型的另一实施例提供的压电式MEMS麦克风的结构示意图；
- [0022] 图5为图4实施例提供的压电式MEMS麦克风沿B-B线的剖面结构示意图；
- [0023] 图6为本实用新型的又一实施例提供的压电式MEMS麦克风的立体图；
- [0024] 图7为图6实施例提供的压电式MEMS麦克风沿C-C线的剖面结构示意图；
- [0025] 图8为图7实施例中d部分的结构放大示意图；
- [0026] 图9为本实用新型实施例提供的应力层夹设于压电振膜内的结构示意图。

发明实施例

本发明的实施方式

- [0027] 下面结合附图和实施方式对本实用新型作进一步说明。
- [0028] 为了解决现有技术中的压电振膜的悬臂梁结构无法避免沿着膜层厚度方向产生的梯度应力的技术问题，本实用新型的技术方案提供一种压电式MEMS麦克风；
- [0029] 参考图1至图3，以及参考图7，该压电式MEMS麦克风包括：具有背腔12的基座10及固定于基座10并悬置于背腔12的压电振膜20，压电振膜20包括由基座10固定支撑的锚定部20a及与自锚定部20a延伸的悬臂梁20b，优选地，锚定部20a与悬臂梁20b一体成型，该悬臂梁20b悬置于背腔12上方，该悬臂梁20b包括沿厚度方

向依次层叠设置的第一电极层21、压电材料层22及第二电极层23，压电振膜20还包括与第一电极层21、压电材料层22及第二电极层23中的至少任意一层贴合固定的相互间隔设置的多个应力层。

[0030] 本实用新型公开的麦克风为压电式MEMS麦克风，相对于传统的电容式麦克风具有：防尘、防水及较高的最大输出声压等优势，该压电式麦克风是通过压电振膜20在声压的作用下进行上下振动，而压电振膜20中的压电材料层22产生电荷，而产生的电荷被有效电极收集，并转换为电压信号，以传递到相关电路；然而，压电式麦克风的压电振膜20是通过压电材料层22的溅射沉积工艺，在该压电材料层22溅射沉积的过程中一般存在应力或梯度应力等残余应力，该残余应力会使得压电振膜20发声形变，进而对压电式麦克风的性能造成影响，为了使得释放残余应力，本实用新型对压电式MEMS麦克风及其压电振膜20进行设计。具体的，该压电式MEMS麦克风包括：具有背腔12的基座10及压电振膜20，将压电振膜20固定并悬置在背腔12上方，以实现在声压的作用下进行上下振动。优选的，将压电振膜20分为锚定部20a和悬臂梁20b，其中，锚定部20a由基座10背腔12内的支撑部13固定支撑，或由围成背腔12的围壁11进行固定支撑。

[0031] 参阅图2及图3，该压电振膜20为利用电极层和压电材料层22进行加工得到的振膜，在结构划分（自上而下）包括：第一电极层21、压电材料层22、第二电极层23，其中，第二电极层23与基座10的部位固定连接。将压电振膜20沿着厚度方向上进行贯通破分后，得到的压电振膜20形成与基座10单端固定的多个悬臂梁20b结构及与悬臂梁20b一体成型的锚定部20a，则悬臂梁20b包括：第一电极层21、压电材料层22以及第二电极层23。需要说明的是，当压电材料层22沉积工艺中产生的应力在膜片加工工艺中被释放出来时，压电振膜20上仍存在残余应力，通过对压电振膜20进行划分，可降低残余应力的影响，减小膜片发生翘曲。

[0032] 进一步的，由于压电振膜20在厚度方向上仍可能存在梯度应力，为了避免梯度应力对压电振膜20翘曲、形变，本实用新型实施例中，在压电振膜20的悬臂梁20b表面或压电振膜20内部复合层增加设置应力层，如在第一电极层21、压电材料层22及第二电极层23中的至少任意一层贴合固定的相互间隔设置的多个应力

层。通过利用应力块或应力板进行曝光、刻蚀形成相互间隔的形状结构的应力层。通过将该形状结构的应力层间隔设置在压电振膜20的悬臂梁20b上，通过该应力层可对压电振膜20的应力和梯度应力造成的形变进行补偿，减小振膜在应力和梯度应力的作用下发生的翘曲与形变。该应力层为具有容易控制、应力稳定的特性，应力层的材料可为氧化硅、氮化硅、金属等，本实施例不对应力层的材料进行限定，凡是在硅片上分布较为均匀、应力稳定的应力等力学参数容易控制的材料，均可用于制作本实用新型的应力层。优选的，应力层优选为多晶硅(Poly-Si)层，氮化硅(SiN)层，氧化硅(SiO₂)层或金属层等。

[0033] 参阅图2、图5和图9，在本实用新型实施例中，应力层包括贴设于第一电极层21的表面的相互间隔的多个第一应力层31，和/或贴设于第二电极层23的表面的相互间隔的多个第二应力层32；和/或夹设于第一电极层21、压电材料层22与第二电极层23中任意相邻两层之间的多个相互间隔的第三应力层33。具体的，应力层可包括：第一应力层31、第二应力层32、第三应力层33，在压电振膜20的表面或内部复合层增加设置应力层的方式可具体为：设置贴合于第一电极层21表面的相互间隔的多个第一应力层31，和/或设置贴合于第二电极层23表面的相互间隔的多个第二应力层32；和/或在第一电极层21表面设有相互间隔的多个第一应力层31，同时在第二电极层23表面设置相互间隔的多个第二应力层32；此外，应力层还可设置在压电振膜20的复合层中间，如第一电极层21与第二电极层23之间设有相互间隔的多个第三应力层33，如，第三应力层33可以夹设于第一电极层21与压电材料层22之间，或夹设于第二电极层23与压电材料层22之间，还可以融合于压电材料层22中。需要说明的是，应力层厚度与悬臂梁20b总厚度的比值大约为0.05-0.3，优选的，比值为0.1-0.2。通过上述的在压电振膜20设置应力层，可避免压电振膜20沿着厚度方向上的梯度应力造成压电振膜20翘曲、形变。

[0034] 参阅图1和图4，在实施例中，多个第一应力层31和/或多个第二应力层32沿压电振膜20的轴向对称设置。具体的，第一电极层21表面设有多个第一应力层31，多个第一应力层31相互间隔设置在第一电极层21的表面，且这多个第一应力层31沿着压电振膜20的第一电极层21的轴向呈对称设置；同理，当在第二电极

层23上设置多个第二应力层32时，将多个第二应力层32相互间隔设置在第二电极层23的表面，且这多个第二应力层32沿着压电振膜20的第二电极层23的轴向呈对称设置。通过上述对第一电极层21上设置的第一应力层31、第二电极层23上设置的第二应力层32的位置限定，使得应力层均匀设置在压电振膜20上，以使得压电振膜20厚度方向上的梯度应力得到较为均匀的补偿，避免梯度应力造成压电振膜20翘曲、形变。需要注意的是，当形成压电振膜20或膜片的溅射工艺参数发生变化或调整，膜片内残余应力分布的方向、大小都会出现差异，因此，在对压电振膜20的第一电极层21和/或第二电极层23进行设置应力层时，应力层的位置、厚度可以根据实际情况进行优化。

[0035] 参阅图1，在本实施例中，多个第一应力层31和/或多个第二应力层32包括自压电振膜20的中心朝压电振膜20的边缘延伸的径向应力层。优选的，第一应力层31包含径向应力层，该径向应力层为自压电振膜20的第一电极层21的中心朝第一电极层21的边缘方向设置的应力层，由于压电振膜20为圆形的膜片，该径向应力层的位置可为通过第一电极层21圆心的任意直径方向上的部位；同理，第二应力层32也包含径向应力层，该径向应力层为自压电振膜20的第二电极层23的中心朝第二电极层23的边缘方向设置的应力层。通过本实施例对压电振膜20上的第一应力层31、第二应力层32的结构及位置进行限定，即限定第一电极层21、第二电极层23的径向上的位置，及限定第一应力层31和第二应力层32的形状结构为径向应力层，以防止压电振膜20厚度方向上的梯度应力对压电振膜20的径向上造成形变、翘曲的现象。

[0036] 参阅图4，在本实用新型的另一实施例中，多个第一应力层31和/或多个第二应力层32包括沿压电振膜20的周向延伸的周向应力层。优选的，第一应力层31包括周向应力层，该周向应力层为沿着压电振膜20的第一电极层21的轴向上设置的应力层，该应力层的位置可为第一电极层21的任一轴向上的任意部位或所有部位；第二应力层32包含周向应力层，该周向应力层为自压电振膜20的第二电极层23的沿着第二电极层23的任一轴向的位置上设置的应力层；通过本实施例限定第一应力层31、第二应力层32在压电振膜20的轴向上的位置，且限定第一应力层31、第二应力层32的形状结构为周向应力层，以防止梯度应力在压电振

膜20的轴向上造成形变、翘曲的现象。

[0037] 在本实用新型的又一实施例中，第一电极层21设有多个径向应力层，且第二电极层23设有多个周向应力层。该多个径向应力层之间间隔设置，及多个周向应力层之间间隔设置。由于膜片内应力分布的方向、大小都会出现差异，在压电振膜20的第一电极层21设置径向应力层，及在第二电极层23设置周向应力层，以最大化降低梯度应力对压电振膜20形变和翘曲的影响。

[0038] 参阅图4，在本实施例中，至少两个周向应力层呈弧形且相互间隔设置并围成环状。具体的，第一应力层31可包含多个周向应力层，如第一应力层31包含4个周向应力层。优选的，本实施例的第一应力层31包含至少两个周向应力层，这两个周向应力层呈弧形设置于第一电极层21，且两个周向应力层之间相互间隔设置围成环状，以最大化降低应力对压电振膜20的第一电极层21的轴向造成形变、翘曲的现象。同理，第二应力层32也可以包含两个周向应力层，这两个周向应力层呈弧形且相互间隔设置围成环状，设置于第二电极层23。通过本实施例对第一应力层31及第二应力层32的位置、形状结构的限定，可降低梯度应力对压电振膜20任一轴向上的部位造成形变、翘曲的现象。

[0039] 参阅图1，在本实用新型的另一实施例中，至少两个径向应力层相互间隔设置且共线。具体的，在压电振膜20的第一电极层21设置的第一应力层31为径向应力层，优选的，可沿着压电振膜20的中心朝压电振膜20边缘方向的同一径向上间隔设置两个径向应力层，可以理解的是，这两个径向应力层的位置为共线位于通过第一电极层21圆心的任一直径部位；同理，在第二电极层23的中心朝压电振膜20边缘方向的径向上间隔设置两个径向应力层，这两个径向应力层位置为共线位于通过第二电极层23圆心的任意直径。通过上述对多个径向应力层相互间隔及共线的设置，第一应力层31和/或第二应力层32的位置及尺寸也可以根据实际情况进行优化，以最大化降低梯度应力对压电振膜20的影响。

[0040] 参阅图1至图2，在本实用新型的实施例中，基座10包括围成背腔12的围壁11，压电振膜20包括与背腔12正对的悬臂梁20b以及自悬臂梁20b边缘延伸的锚定部20a，锚定部20a固定连接于围壁11；多个第一应力层31和/或多个第二应力层32分别间隔设置于悬臂梁20a。具体的，由于该压电式麦克风是通过压电振膜20在

声压的作用下进行上下振动，使得压电振膜20中的压电材料层22产生电荷，因此，为了防止压电振膜20由于残余应力造成的形变、翘曲，进而影响压电振膜20的上下振动，优选的，以背腔12正对的压电振膜20部位为悬臂梁20a，以自悬臂梁20a周缘延伸并固定在基座10的围壁11部位为锚定部20a，压电振膜20通过该种设置方式形成悬臂梁20a，其中，在压电振膜20的悬臂梁20a朝向外部的一面（第一电极层21的表面）设置的第一应力层31，和或在压电振膜20的悬臂梁20a朝向背腔12的一面设置第二应力层32，以避免压电振膜20的悬臂梁20a沿着厚度方向上的梯度应力的影响发生形变、翘曲的现象，影响压电式MEMS麦克风的声学性能。

[0041] 参阅图4至图5，在本实用新型的另一实施例中，基座10包括围成背腔12的围壁11以及固定于背腔12内的支撑部13，支撑部13连接并支撑锚定部20a，悬臂梁20b自锚定部20a边缘延伸并悬置于背腔12上。具体的，将压电振膜20安装固定在基座10上时，由于压电振膜20需要根据实际基座10的结构采用不同的安装方式。优选的，该支撑部13通常位于背腔12的中心位置或背腔12内；进一步的，压电振膜20的锚定部20a与基座10的支撑部13固定连接，悬臂梁20b悬置在基座10的背腔12上方，使得压电振膜20具有较好的机动性，在外部声压的作用下进行上下振动，具有较高的灵敏度。

[0042] 参阅图6至图8，在另一实施例中，当将应力层设置在压电振膜20朝向外部的表面时，即将第一应力层31设置在第一电极层21时，可对压电振膜20进行图形化和刻蚀处理，使得压电振膜20表面形成台阶，这些台阶在后续的压电薄膜沉积的时，能够影响压电薄膜的表面形貌，在压电膜层表面形成波浪 (corrugated) 结构，将应力层镶嵌于该波浪结构也可以较好的释放和补偿梯度应力，得到较为平整的压电振膜20。

[0043] 具体的，第一电极层21的表面沿着厚度方向具有第一应力凹槽，及第二电极层23的表面沿着厚度方向具有第一凸起部，第一应力凹槽与第一凸起部相背，第一应力层31镶嵌于第一应力凹槽；或第二电极层23的表面沿着厚度方向具有第二应力凹槽231，及第一电极层21的表面沿着厚度方向具有第二凸起部211，第二应力凹槽231与第二凸起部211相背，第二应力层32镶嵌于第二应力凹槽231。

通过上述的压电振膜20的结构设定，如对第一电极层21表面沿着厚度方向进行图形化和刻蚀处理，使得第一电极层21的表面沿着厚度方向具有第一应力凹槽，而该第一应力凹槽相背的第二电极层23的表面沿着厚度方向具有第一凸起部，将第一应力层31固定于第一应力凹槽内。需要说明的是，压电振膜20的图形化和刻蚀方式可根据振膜内的应力分布实际情况来决定，如根据压电振膜20内的应力分布选择在第一电极层21表面设置相互间隔的多个周向应力层时，需要将第一电极层21的表面进行多个环状图形化、刻蚀处理，处理后的压电振膜20的同一径向上具有多个第一应力凹槽，同时，与多个第一应力凹槽相背的第二电极层23表面会形成凸起的多个第二凸起部211，多个第一应力凹槽组成波浪结构，及多个第二凸起部211组成波浪结构，将多个周向应力层分别根据结构大小设置于相应的第一应力凹槽内；本实施例还可以根据压电振膜20内的应力分布实际情况，在压电振膜20的第一电极层21的表面进行径向的图形化和刻蚀处理，得到压电振膜20径向上的第一应力凹槽，以及与径向上的第一应力凹槽相背的第二电极层23表面形成径向上的凸起部，以满足将径向应力层固定于该径向上的第一应力凹槽内。同理，还可以对压电振膜20的第二电极层23进行图形化和刻蚀处理，在第二电极层23表面得到第二应力凹槽231，及在第一电极层21表面得到第二凸起部211。通过上述对压电振膜20的结构处理方式，可较好的释放和补偿压电振膜20内的梯度应力，得到较为平整的压电振膜20，提升麦克风声学性能。

[0044] 本实用新型提供的压电式MEMS麦克风，包括：具有背腔12的基座10及压电振膜20，压电振膜20包括由基座10固定支撑的锚定部20a及与锚定部20a一体成型的悬臂梁20b，悬臂梁20b悬置于背腔12上方，悬臂梁20b包括沿厚度方向依次层叠设置的第一电极层21、压电材料层22及第二电极层23，第一电极层21的表面设有相互间隔的多个第一应力层31，和/或第二电极层23的表面设有相互间隔的多个第二应力层32，和/或在压电振膜的任意相邻两层之间夹设第三应力层33。本方案通过在压电振膜20的第一电极层21和/或第二电极层23表面设置应力层和/或在压电振膜的任意相邻两层之间夹设第三应力层33，可对压电振膜20在压电材料沉积过程中产生的应力和梯度应力进行补偿，减小压电振膜20在应力和梯

度应力作用下发生翘曲形变，保障了压电式MEMS麦克风的性能。

[0045] 本实用新型提供的压电式MEMS麦克风，其中，对于在压电振膜设置应力层的方式不限于以上实施方式，具体的应力层的形状结构、厚度以及对称性等要由实际的压电振膜的应力的存在形式和实际形状来决定，事实上，当形成压电振膜的溅射工艺参数发生变化或者调整，膜片内残余应力分布的方向，大小都会出现差异，因此应力层的设置方式也需要做出对应的调整，比如设置应力层的位置，角度，尺寸等，当中具体设计应该由有限元仿真和实际测试结果进行设计优化。凡是在振膜结构上添加应力层，且以减小压电振膜的梯度应力影响为目的的设计，均在本专利保护范围之内。

[0046] 以上的仅是本实用新型的实施方式，在此应当指出，对于本领域的普通技术人员来说，在不脱离本实用新型创造构思的前提下，还可以做出改进，但这些均属于本实用新型的保护范围。

权利要求书

- [权利要求 1] 一种压电式MEMS麦克风，包括：具有背腔的基座及压电振膜，所述压电振膜包括由所述基座固定支撑的锚定部及自所述锚定部延伸的悬臂梁，所述悬臂梁悬置于所述背腔上方，其特征在于，所述悬臂梁包括沿厚度方向依次层叠设置的第一电极层、压电材料层及第二电极层，所述压电振膜还包括与所述第一电极层、所述压电材料层及所述第二电极层中的至少任意一层贴合固定的相互间隔设置的多个应力层。
- [权利要求 2] 根据权利要求1所述的压电式MEMS麦克风，其特征在于，所述应力层包括贴设于所述第一电极层的表面的相互间隔的多个第一应力层；和/或贴设于所述第二电极层的表面的相互间隔的多个第二应力层；和/或夹设于所述第一电极层、压电材料层与第二电极层中任意相邻两层之间的多个相互间隔的第三应力层。
- [权利要求 3] 根据权利要求1所述的压电式MEMS麦克风，其特征在于，所述应力层沿所述压电振膜的轴向对称设置。
- [权利要求 4] 根据权利要求1所述的压电式MEMS麦克风，其特征在于，所述应力层包括自所述压电振膜的中心朝所述压电振膜的边缘延伸的径向应力层。
- [权利要求 5] 根据权利要求1-4任一项所述的压电式MEMS麦克风，其特征在于，所述应力层包括沿所述压电振膜的周向延伸的周向应力层。
- [权利要求 6] 根据权利要求5所述的压电式MEMS麦克风，其特征在于，至少两个所述周向应力层呈弧形且相互间隔设置并围成环状。
- [权利要求 7] 根据权利要求6所述的压电式MEMS麦克风，其特征在于，至少两个所述径向应力层相互间隔设置且共线。
- [权利要求 8] 根据权利要求1所述的压电式MEMS麦克风，其特征在于，所述基座包括围成所述背腔的围壁，所述压电振膜包括与所述背腔正对的所述悬臂梁以及自所述悬臂梁边缘延伸的所述锚定部，所述锚定部固定连接于所述围壁；多个所述应力层分别间隔设置于所述悬臂梁。
- [权利要求 9] 根据权利要求1所述的压电式MEMS麦克风，其特征在于，所述基座包

括围成所述背腔的围壁以及固定于所述背腔内的支撑部，所述支撑部连接并支撑所述锚定部，所述悬臂梁自所述锚定部边缘延伸并悬置于所述背腔。

[权利要求 10] 根据权利要求1所述的压电式MEMS麦克风，其特征在于，所述第一电极层的表面沿着厚度方向具有第一应力凹槽，及所述第二电极层的表面沿着厚度方向具有第一凸起部，所述第一应力凹槽与所述第一凸起部相背，所述第一应力层镶嵌于所述第一应力凹槽；或
所述第二电极层的表面沿着厚度方向具有第二应力凹槽，及所述第一电极层的表面沿着厚度方向具有第二凸起部，所述第二应力凹槽与所述第二凸起部相背，所述第二应力层镶嵌于所述第二应力凹槽。

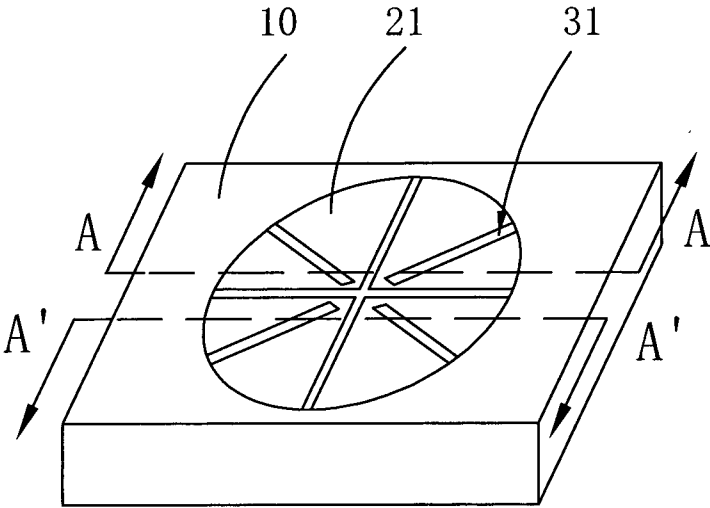


图1

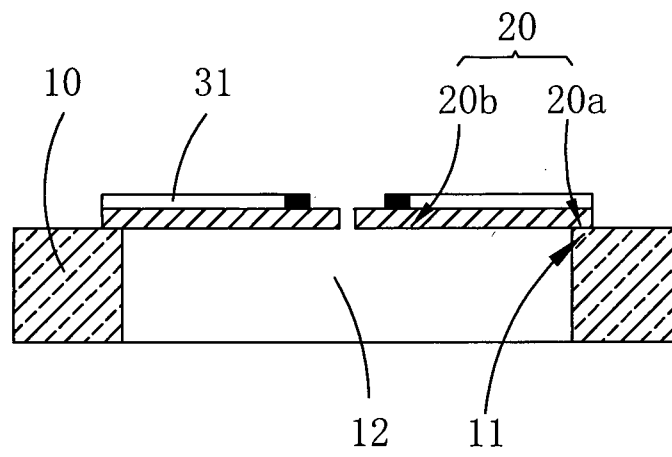


图2

A'-A'

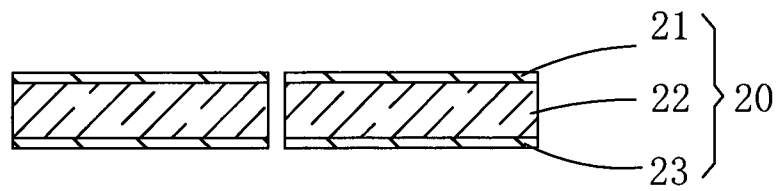


图3

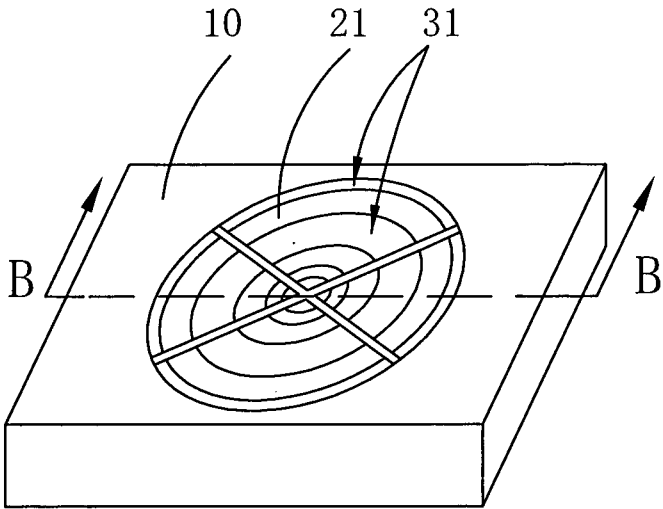


图4

B-B

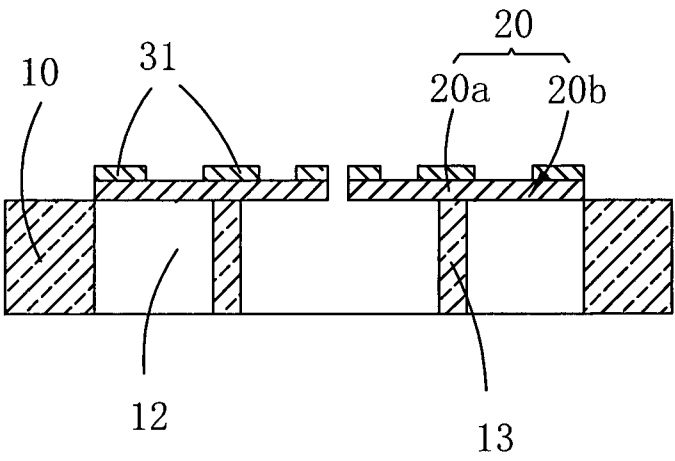


图5

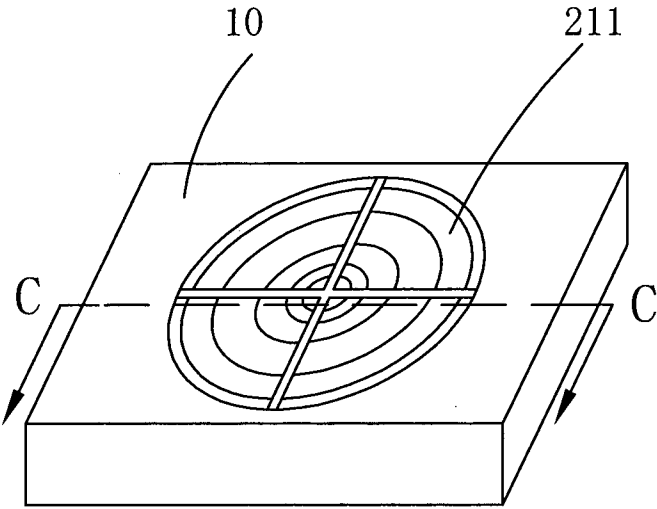


图6

C-C

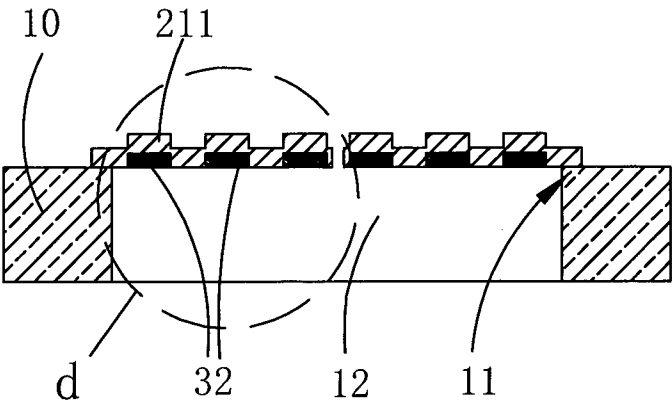


图7

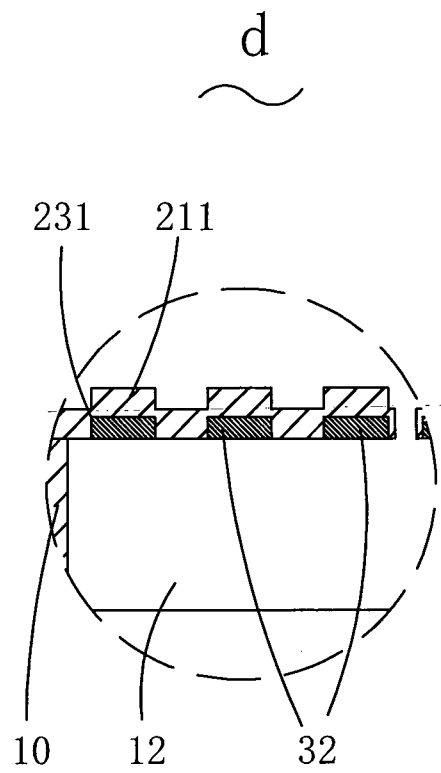


图8

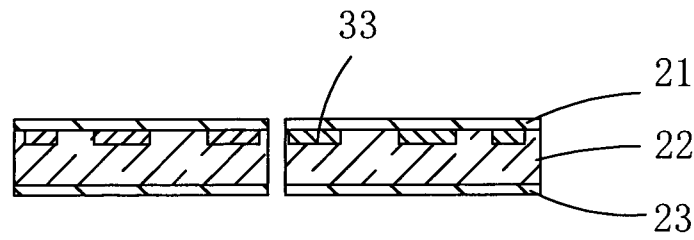


图9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2020/103769

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04R 19/04(2006.01)i; H04R 17/02(2006.01)i; H04R 23/02(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)

H04R

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; EPTXT; USTXT; WOTXT; CNKI; IEEE: 麦克风, 换能器, 压电, 振膜, 悬臂, 梁, 自由端, 应力, 层, 变形, 形变, microphone, transducer, piezoelectric, MEMS, diaphragm, stress, layer, open, free, end, edge

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2018137297 A (NEW JAPAN RADIO CO., LTD.) 30 August 2018 (2018-08-30) description, paragraphs [0013]-[0027], and figures 1-9	1-10
Y	CN 110475191 A (WUHAN UNIVERSITY) 19 November 2019 (2019-11-19) description, paragraphs [0020]-[0028], and figures 1-5	1-10
Y	CN 109941956 A (GOERTEK INC. et al.) 28 June 2019 (2019-06-28) description, paragraphs [0057]-[0061], figure 4	1-10
Y	CN 104333838 A (INFINEON TECHNOLOGIES AG.) 04 February 2015 (2015-02-04) description paragraphs [0059]-[0063], figures 15A-17C	1-10
A	CN 208987175 U (DONGGUAN OCEEYE ELECTRONICS CO., LTD.) 14 June 2019 (2019-06-14) entire document	1-10



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

05 March 2021

Date of mailing of the international search report

24 March 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/CN2020/103769

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
JP	2018137297	A	30 August 2018	None			
CN	110475191	A	19 November 2019	None			
CN	109941956	A	28 June 2019	WO	2020173086	A1	03 September 2020
CN	104333838	A	04 February 2015	KR	20150011334	A	30 January 2015
				US	9728653	B2	08 August 2017
				CN	104333838	B	14 August 2018
				KR	101607757	B1	11 April 2016
				US	2015021722	A1	22 January 2015
				DE	102014214154	A1	22 January 2015
CN	208987175	U	14 June 2019	None			

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2020/103769

A. 主题的分类

H04R 19/04 (2006.01) i; H04R 17/02 (2006.01) i; H04R 23/02 (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)

H04R

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; EPTXT; USTXT; WOTXT; CNKI; IEEE: 麦克风, 换能器, 压电, 振膜, 悬臂, 梁, 自由端, 应力, 层, 变形, 形变, microphone, transducer, piezoelectric, MEMS, diaphragm, stress, layer, open, free, end, edge

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	JP 2018137297 A (NEW JAPAN RADIO CO LTD) 2018年 8月 30日 (2018 - 08 - 30) 说明书第[0013]-[0027]段, 图1-9	1-10
Y	CN 110475191 A (武汉大学) 2019年 11月 19日 (2019 - 11 - 19) 说明书第[0020]-[0028]段, 图1-5	1-10
Y	CN 109941956 A (歌尔股份有限公司 等) 2019年 6月 28日 (2019 - 06 - 28) 说明书第[0057]-[0061]段, 图4	1-10
Y	CN 104333838 A (英飞凌科技股份有限公司) 2015年 2月 4日 (2015 - 02 - 04) 说明书第[0059]-[0063]段, 图15A-17C	1-10
A	CN 208987175 U (东莞希越电子有限公司) 2019年 6月 14日 (2019 - 06 - 14) 全文	1-10

☐ 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 3月 5日

国际检索报告邮寄日期

2021年 3月 24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

李美华

电话号码 (86-512)88996118

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2020/103769

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)
JP	2018137297	A	2018年 8月 30日	无			
CN	110475191	A	2019年 11月 19日	无			
CN	109941956	A	2019年 6月 28日	W0	2020173086	A1	2020年 9月 3日
CN	104333838	A	2015年 2月 4日	KR	20150011334	A	2015年 1月 30日
				US	9728653	B2	2017年 8月 8日
				CN	104333838	B	2018年 8月 14日
				KR	101607757	B1	2016年 4月 11日
				US	2015021722	A1	2015年 1月 22日
				DE	102014214154	A1	2015年 1月 22日
CN	208987175	U	2019年 6月 14日	无			