

(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 6 月 2 日 (02.06.2022)



(10) 国际公布号
WO 2022/110353 A1

- (51) 国际专利分类号:
G01C 19/5621 (2012.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2020/136721
- (22) 国际申请日: 2020 年 12 月 16 日 (16.12.2020)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
202011373477.6 2020 年 11 月 30 日 (30.11.2020) 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)。瑞声科技(南京)有限公司 (AAC TECHNOLOGIES (NANJING) CO., LTD.) [CN/CN]; 中国江苏省南京市栖霞区仙林大学城元化路南大科学园新兴产业孵化基地研发楼8层, Jiangsu 210093 (CN)。

- (72) 发明人: 占瞻(ZHAN, Zhan); 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)。马昭(MA, Zhao); 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)。阙泉(KAN, Xiao); 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)。杨珊(YANG, Shan); 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)。李杨(LI, Yang); 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)。谭秋喻(TAN, Qiuyu); 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)。洪燕(HONG, Yan); 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)。黎家健(LI, Jiajian); 中国广东省深圳市南山区

(54) Title: MEMS GYROSCOPE

(54) 发明名称: MEMS陀螺仪

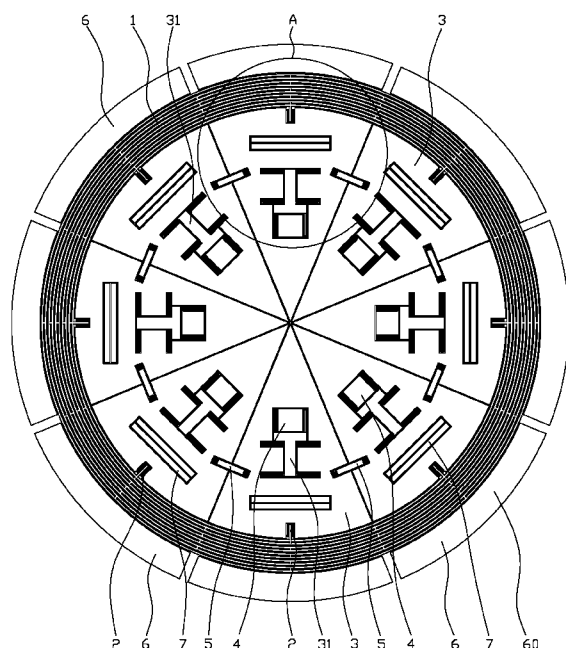


图1

(57) Abstract: An MEMS gyroscope, comprising an annular structure (1), first coupling structures (2) connected to the annular structure (1), mass blocks (3) connected to the first coupling structures (2), anchor points (4) connected to the mass blocks (3), second coupling structures (5) connected between adjacent mass blocks (3), and a transducer assembly (60) connected to the annular structure (1) and the mass blocks (3). The MEMS gyroscope comprises a number $4N$ of mass blocks (3) arranged at equal angles around the center of the annular structure (1), wherein N is an integer greater than or equal to 2. Each mass block (3) comprises a main body (30) connected to the first coupling structure (2) and provided with a receiving slot (33), and an elastic structure (31) connected to the main body (30) and located in the receiving slot (33). The anchor points (4) are arranged in the receiving slots (33) and connected to the elastic structures (31). The MEMS gyroscope can improve the area utilization of a chip region, increase sensitivity, improve bias stability, improve detection performance, and reduce mechanical noise.

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, 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: 一种MEMS陀螺仪, 包括环形结构(1)、连接于环形结构(1)的第一耦合结构(2)、连接于第一耦合结构(2)的质量块(3)、与质量块(3)相连的锚点(4)、连接于相邻的质量块(3)之间的第二耦合结构(5)及连接于环形结构(1)和质量块(3)的换能组件(60), 该MEMS陀螺仪包括 $4N$ 个绕环形结构(1)的中心等角度排布的质量块(3), N 为大于等于2的整数, 质量块(3)包括与第一耦合结构(2)相连且开设有收容槽(33)的主体(30)及连接于主体(30)且位于收容槽(33)内的弹性结构(31), 锚点(4)设置于收容槽(33)内且与弹性结构(31)相连。该MEMS陀螺仪能够提高芯片区域的面积使用率, 增加灵敏度, 提高偏置稳定性, 提升检测性能, 降低机械噪声。

MEMS陀螺仪

技术领域

[0001] 本发明属于陀螺仪技术领域，尤其涉及MEMS陀螺仪。

背景技术

[0002] 微机械陀螺仪，即MEMS(Micro Electro Mechanical systems)陀螺仪，是一种典型的角速度微传感器，由于其尺寸小、功耗低和加工方便等优势在消费电子市场有着非常广泛的应用。近年来随着MEMS陀螺仪性能的逐步提升，广泛应用于汽车、工业、虚拟现实等领域。

[0003] MEMS陀螺仪可分为线振动音叉型陀螺仪和圆盘形陀螺仪两类，其中，圆盘形陀螺仪的驱动模态振型和检测模态振型简并，灵敏度高，且结构简单，逐步成为实用较为广泛的高性能陀螺仪。但是，圆盘形陀螺仪受限于结构和空间布局，如专利号为US7581443B2的传统Disc陀螺的专利，并参见附图4中传统Disc陀螺的归一化位移图，一些区域并未或较少参与振动和敏感，芯片面积使用率低，导致灵敏度低、而且偏置稳定性不高，影响其检测性能。

发明概述

技术问题

[0004] 本发明的目的在于提供一种MEMS陀螺仪，能够提高芯片区域的面积使用率，增加灵敏度，提高偏置稳定性，提升其检测性能，降低机械噪声。

问题的解决方案

技术解决方案

[0005] 本发明的技术方案如下：一种MEMS陀螺仪，包括环形结构、连接于所述环形结构的第一耦合结构、连接于所述第一耦合结构的远离所述环形结构端的质量块、与所述质量块相连的锚点、连接于相邻的所述质量块之间的第二耦合结构及连接于所述环形结构和所述质量块的换能组件，所述MEMS陀螺仪包括 $4N$ 个绕所述环形结构的中心等角度排布且尺寸相同的所述质量块， N 为大于等于2的整数，所述质量块包括与第一耦合结构相连且内部或侧部开设有收容槽的主体及连

接于所述主体且位于所述收容槽内的弹性结构，所述锚点设置于所述收容槽内且与所述弹性结构相连。

[0006] 进一步地，所述弹性结构包括容置于所述收容槽内且与所述主体间隔设置的运动解耦块、一端连接于所述运动解耦块且另一端连接于所述主体的第一梁结构、以及一端连接于所述运动解耦块且另一端连接于所述锚点的第二梁结构。

[0007] 进一步地，所述收容槽包括位于中部的主槽及自所述主槽朝一侧延伸形成的弹力槽，所述运动解耦块收容于所述主槽内，所述第一梁结构的中部具有伸入所述弹力槽内的第一弯曲结构。

[0008] 进一步地，所述锚点和所述收容槽的内壁之间形成弹性间隙，所述第二梁结构的中部具有伸入所述弹性间隙内的第二弯曲结构。

[0009] 进一步地，所述质量块的靠近所述环形结构侧的中部开设连接缺口，所述第一耦合结构包括一端连接于所述环形结构且另一端伸入所述连接缺口内的连接条、及一端连接于所述连接条且另一端连接于所述连接缺口的侧壁的第三梁结构。

[0010] 进一步地，所述连接条对称地连接有两所述第三梁结构，所述第三梁结构包括自所述连接条的远离所述环形结构端朝一侧延伸出的第一连接臂、自所述第一连接臂的一端朝所述环形结构弯曲延伸形成的弹性臂及自所述弹性臂一侧弯曲延伸并与所述连接缺口的侧壁相连的第二连接臂。

[0011] 进一步地，所述质量块的一侧开设耦合缺口，所述第二耦合结构包括容置于所述耦合缺口内的耦合梁及一端连接于所述耦合梁且另一端连接于所述耦合缺口的内壁的第四梁结构。

[0012] 进一步地，所述第四梁结构的中部具有第三弯曲结构。

[0013] 进一步地，所述质量块位于所述环形结构的内侧或外侧。

[0014] 进一步地，所述环形结构包括同轴设置且自内而外依次间隔排布的若干环形件以及连接于相邻的所述环形件之间的辐条。

[0015] 进一步地，所述换能组件包括环绕设置于所述环形结构外侧的 $4N$ 个第一换能器和设置于所述环形结构内侧且位于所述质量块上的第二换能器，所述第一换能器与所述第二换能器一一对应设置。

[0016] 进一步地，所述第一换能器包括电容换能器、电感换能器、热电换能器、压电换能器中的任意一种或任意多种的组合，所述第二换能器包括电容换能器、电感换能器、热电换能器、压电换能器中的任意一种或任意多种的组合。

[0017] 本发明的原理在于：

[0018] 质量块之间通过第二耦合结构关联，构成了线振动的音叉陀螺，参与角速度敏感，环形结构和质量块之间通过第一耦合结构关联，且质量块和锚点之间通过弹性结构相连，构成了与音叉陀螺相连的环形陀螺；并且，本方案的MEMS陀螺仪拥有两个振型相同的振动模态，第一个模态为沿 0° / 90° 的振型，称为驱动模态；第二个模态为沿 45° / 135° 的振型，称为检测模态。通过外部驱动力，驱动MEMS陀螺仪以驱动模态振型的振动，此时，当MEMS陀螺仪受到外界角速度 ω ，根据哥氏原理，角速度 ω 将产生沿 45° / 135° 方向的哥氏力合力，而哥氏力合力会迫使MEMS陀螺仪产生以检测模态振型的振动，最终，通过检测MEMS陀螺仪沿 45° / 135° 方向的振动位移，可获取角速度 ω 大小。

发明的有益效果

有益效果

[0019] 本发明的有益效果在于：

[0020] 1、环形结构构成的环形陀螺和质量块构成的音叉陀螺采用共形的驱动模态与检测模态，因而，线振动音叉陀螺驱动模态与检测模态的运动解耦，可以降低非运动质量块的位移，降低正交误差，有利于传感器的偏置稳定性；

[0021] 2、质量块布置于环形陀螺原本闲置的锚点区域，且替换环形陀螺小位移的振动区域，由于线振动音叉陀螺平动的特点，质量块拥有大位移，所以，MEMS陀螺仪的驱动模态与检测模态拥有更大的模态质量，可以降低MEMS谐振器的机械噪声，有利于传感器的偏置稳定性；

[0022] 3、质量块间构成了线振动音叉陀螺，参与角速度敏感，因此，新方案极大提升了芯片的面积使用率，拥有更大的哥氏力，极大提升了芯片的面积使用率，增加了传感器的灵敏度；

[0023] 4、环形陀螺和音叉陀螺通过若干质量与环形结构间关联耦合梁关联，形成多级耦合的驱动模态与检测模态，增强传感器的最大位移，提升了哥氏力大小，

提升了陀螺灵敏度，进一步有利于传感器的偏置稳定性。

对附图的简要说明

附图说明

- [0024] 图1为本发明实施例1中MEMS陀螺仪的俯视结构示意图；
- [0025] 图2为本发明实施例1中MEMS陀螺仪在驱动模态时的状态示意图；
- [0026] 图3为本发明实施例1中MEMS陀螺仪在检测模态时的状态示意图；
- [0027] 图4为本发明实施例1中MEMS陀螺仪与传统Disc（圆盘）陀螺的归一化位移对比表；
- [0028] 图5为图1中A部细节的放大图；
- [0029] 图6为图5中B部细节的放大图；
- [0030] 图7为本发明实施例2中MEMS陀螺仪的俯视结构示意图；
- [0031] 图8为本发明实施例2中MEMS陀螺仪在驱动模态时的状态示意图；
- [0032] 图9为本发明实施例2中MEMS陀螺仪在检测模态时的状态示意图。

发明实施例

本发明的实施方式

- [0033] 下面结合附图和实施方式对本发明作进一步说明。
- [0034] 实施例1：
- [0035] 如图1所示，MEMS陀螺仪，包括环形结构1、连接于环形结构1的第一耦合结构2、连接于第一耦合结构2的远离环形结构1端的质量块3、与质量块3相连的锚点4、连接于相邻的质量块3之间的第二耦合结构5及连接于环形结构1和质量块3的换能组件60，MEMS陀螺仪包括4N个绕环形结构1的中心等角度排布且尺寸相同的质量块3，N为大于等于2的整数，质量块3包括与第一耦合结构2相连且内部开设有收容槽33的主体30及连接于主体30且位于收容槽33内的弹性结构31，锚点4设置于收容槽33内且与弹性结构31相连。
- [0036] 质量块3之间通过第二耦合结构5关联，构成了线振动的音叉陀螺，参与角速度敏感，环形结构1和质量块3之间通过第一耦合结构2关联，且质量块3和锚点4之间通过弹性结构31相连，构成了与音叉陀螺相连的环形陀螺；并且，如图2，本方案的MEMS陀螺仪拥有两个振型相同的振动模态，第一个模态为沿 $0^\circ/90^\circ$ 的

振型，称为驱动模态；如图3，第二个模态为沿45° /135° 的振型，称为检测模态。通过外部驱动力，驱动MEMS陀螺仪以驱动模态振型的振动，此时，当MEMS陀螺仪受到外界角速度 ω ，根据哥氏原理，角速度 ω 将产生沿45° /135° 方向的哥氏力合力，而哥氏力合力会迫使MEMS陀螺仪产生以检测模态振型的振动，最终，通过检测MEMS陀螺仪沿45° /135° 方向的振动位移，可获取角速度 ω 大小。

[0037] 本方案中环形结构1构成的环形陀螺和质量块3构成的音叉陀螺采用共形的驱动模态与检测模态，因而，线振动音叉陀螺驱动模态与检测模态的运动解耦，可以降低非运动质量块3的位移，降低正交误差，有利于传感器的偏置稳定性；运动质量块3导向呈现单方向位移，且非运动质量块3基本无位移，利于音叉陀螺的位移检测；质量块3布置于环形陀螺原本闲置的区域，且替换环形陀螺小位移的振动区域，由于线振动音叉陀螺平动的特点，质量块3同时拥有大位移，所以，MEMS陀螺仪的驱动模态与检测模态拥有更大的模态质量，可以降低MEMS谐振器的机械噪声，有利于传感器的偏置稳定性；质量块3间构成了线振动音叉陀螺，参与角速度敏感，因此，新方案的拥有更大的哥氏力，极大提升了芯片的面积使用率，增加了传感器的灵敏度；结合图5，环形陀螺和音叉陀螺通过若干质量与环形结构1间关联耦合梁51关联，形成多级耦合的驱动模态与检测模态，驱动模态质量 M_d 以及检测模态质量 M_s 可以表示为：

$$M_d(\text{or } M_s) = \rho \left(\frac{S_i}{S_{\max}} \right)^2 dV$$

，因此，本方案的陀螺仪具有更大的模态质量，检测模态的MEMS机械噪声等效角速度可以表示为：

$$\Omega_n = \sim \frac{\frac{K_b \Gamma}{Q\omega} * \frac{1}{M_s}}{}$$

，因此，本方案的陀螺仪具有小的噪声输出，这样，增强传感器的最大位移，提升了哥氏力大小，提升了陀螺灵敏度，进一步有利于传感器的偏置稳定性。

[0038] 弹性结构31包括容置于收容槽33内且与主体30间隔设置的运动解耦块311、一端连接于运动解耦块311且另一端连接于主体30的第一梁结构22、以及一端连接于运动解耦块311且另一端连接于锚点4的第二梁结构312。收容槽33包括位于中部的主槽331及自主槽331朝一侧延伸形成的弹力槽332，运动解耦块311收容于主槽331内，第一梁结构312的中部具有伸入弹力槽332内的第一弯曲结构3121；锚点4和收容槽33的内壁之间形成弹性间隙10，第二梁结构313的中部具有伸入弹性间隙10内的第二弯曲结构3131。具体的，在本实施例中，收容槽33、弹性结构31和锚点4均为以对应的质量块3的中心轴为对称轴的对称结构；主槽331的靠近环形结构1端的宽度大于主槽331的远离环形结构1端的宽度，锚点4容置于主槽331的靠近环形结构1端，运动解耦块311呈T形结构，运动解耦块311的头部容置于主槽331的靠近环形结构1端且位于锚点4的远离环形结构1侧，运动解耦块311的尾部容置于主槽331的远离环形结构1端，锚点4的宽度小于运动解耦块311头部的宽度，锚点4的两侧分别连接有一第二梁结构313，第二梁结构313的一端连接于锚点4一侧的靠近运动解耦块311端，第二梁结构313的另一端连接于运动解耦块311的头部，第二梁结构313的第二弯曲结构3131朝环形结构1方向伸入弹性间隙10内；主槽331远离环形结构1的部分的两侧均朝外延伸形成两弹力槽332，并且，运动解耦块311的尾部的两侧均设置两第一梁结构312，因此，四个第一梁结构312与四个弹力槽332一一对应，第一梁结构312的一端连接于运动解耦块311的尾部且另一端连接于对应的弹力槽332的内壁的靠近运动解耦块311处。运动解耦块311和质量块3之间通过第一梁结构312相连，第一梁结构312为弹性结构31，因此，可以在保证运动解耦块311与质量块3连接稳定性的条件下使运动解耦块311和质量块3之间能够产生相对位移，运动解耦块311和锚点4之间通过第一梁结构312相连，第一梁结构312为弹性结构31，因此，可以在保证运动解耦块311与锚点4连接稳定性的条件下使运动解耦块311和锚点4之间能够产生相对位移，综上，在弹性结构31的作用下，质量块3和锚点4之间可以保持连接稳定性，并且，质量块3和锚点4之间可以获得较大的相对位移范围。

[0039] 结合图5和图6，质量块3的靠近环形结构1侧的中部开设连接缺口32，第一耦合结构2包括一端连接于环形结构1且另一端伸入连接缺口32内的连接条21、及一

端连接于连接条21且另一端连接于连接缺口32的侧壁的第三梁结构22；连接条21对称地连接有两第三梁结构22，第三梁结构22包括自连接条21的远离环形结构1端朝一侧延伸出的第一连接臂221、自第一连接臂221的一端朝环形结构1弯曲延伸形成的弹性臂222及自弹性臂222一侧弯曲延伸并与连接缺口32的侧壁相连的第二连接臂223。具体的，在本实施中，质量块3具有8块，即N取2，质量块3呈扇形，且在不受外力的情况下所有质量块3在环形结构1内的区域形成镶嵌结构，即各质量块3共同组合成一个圆形，因此，质量块3可以充分利用环形结构1内的面积；在一些实施例中，质量块3的靠近环形结构1中心端可以具有扇形缺口，使得各质量块3共同组合成一个环形。在本实施例中，连接缺口32和第二耦合结构5均相对于对应的质量块3的中心线对称，连接条21的两侧分别通过一第三梁结构22与连接缺口32的内壁相连，因此，可以使质量块3和环形结构1之间为弹性连接方式，从而使质量块3和环形结构1可以在保证连接稳定性的条件下产生相对位移，提高灵敏性。

[0040] 质量块3的一侧开设耦合缺口34，第二耦合结构5包括容置于耦合缺口34内的耦合梁51及一端连接于耦合梁51且另一端连接于耦合缺口34的内壁的第四梁结构52；第四梁结构52的中部具有第三弯曲结构521。质量块3可以设置于环形结构1的内侧或者外侧，本实施例中质量块1设置于环形结构1的内侧，具体的，各质量块3上开设的耦合缺口34到环形结构1中心的距离相同，相邻的质量块3的耦合缺口34组合成对称的孔结构，耦合梁51容置于对应的耦合缺口34内，并且耦合梁51的两端分别通过第四梁结构52与对应的耦合缺口34，第三弯曲结构521使得第四梁结构52具有弹性。通过第二耦合结构5可以保证相邻的质量块3之间的连接稳定性，并且使相邻的质量块3之间可以在一定范围内产生相对位移。

[0041] 环形结构1包括同轴设置且自内而外依次间隔排布的若干环形件11以及连接于相邻的环形件11之间的辐条12。

[0042] 换能组件60包括环绕设置于环形结构1外侧的4N个第一换能器6和设置于环形结构1内侧且位于质量块3上的第二换能器7，第一换能器6与第二换能器7一一对应设置。具体的，第二换能器7对称地设置于对应的质量块3内并且位于弹性结构31的靠近环形结构1侧，第一换能器6与各质量块3也一一对应设置，第一换能器6

为对称结构且对称轴为对应的质量块3的中心线。第一换能器6包括电容换能器、电感换能器、热电换能器、压电换能器中的任意一种或任意多种的组合，第二换能器7包括电容换能器、电感换能器、热电换能器、压电换能器中的任意一种或任意多种的组合。若干面内的换能器可以实现结构平面内的机械场（包括机械力、机械位移）与电场的耦合。

[0043] 实施例2:

[0044] 如图7所示，与实施例1的不同点在于，本实施例中N取3，即质量块3具有12块，此时MEMS陀螺仪的振动模态为图8所示，检测模态如图9所示。在一些实施例中，N可以取4、5、6等等，从而使质量块的数量达到16、20、24块等等。

[0045] 以上所述的仅是本发明的实施方式，在此应当指出，对于本领域的普通技术人员来说，在不脱离本发明创造构思的前提下，还可以做出改进，但这些均属于本发明的保护范围。

权利要求书

- [权利要求 1] 一种MEMS陀螺仪，包括环形结构、连接于所述环形结构的第一耦合结构、连接于所述第一耦合结构的远离所述环形结构端的质量块、与所述质量块相连的锚点、连接于相邻的所述质量块之间的第二耦合结构及连接于所述环形结构和所述质量块的换能组件，其特征在于，所述MEMS陀螺仪包括 $4N$ 个绕所述环形结构的中心等角度排布且尺寸相同的所述质量块， N 为大于等于2的整数，所述质量块包括与第一耦合结构相连且内部或侧部开设有收容槽的主体及连接于所述主体且位于所述收容槽内的弹性结构，所述锚点设置于所述收容槽内且与所述弹性结构相连。
- [权利要求 2] 根据权利要求1所述的MEMS陀螺仪，其特征在于，所述弹性结构包括容置于所述收容槽内且与所述主体间隔设置的运动解耦块、一端连接于所述运动解耦块且另一端连接于所述主体的第一梁结构、以及一端连接于所述运动解耦块且另一端连接于所述锚点的第二梁结构。
- [权利要求 3] 根据权利要求2所述的MEMS陀螺仪，其特征在于，所述收容槽包括位于中部的主体槽及自所述主体槽朝一侧延伸形成的弹力槽，所述运动解耦块收容于所述主体槽内，所述第一梁结构的中部具有伸入所述弹力槽内的第一弯曲结构。
- [权利要求 4] 根据权利要求2所述的MEMS陀螺仪，其特征在于，所述锚点和所述收容槽的内壁之间形成弹性间隙，所述第二梁结构的中部具有伸入所述弹性间隙内的第二弯曲结构。
- [权利要求 5] 根据权利要求1所述的MEMS陀螺仪，其特征在于，所述质量块的靠近所述环形结构侧的中部开设连接缺口，所述第一耦合结构包括一端连接于所述环形结构且另一端伸入所述连接缺口内的连接条、及一端连接于所述连接条且另一端连接于所述连接缺口的侧壁的第三梁结构。
- [权利要求 6] 根据权利要求5所述的MEMS陀螺仪，其特征在于，所述连接条对称地连接有两所述第三梁结构，所述第三梁结构包括自所述连接条的远离所述环形结构端朝一侧延伸出的第一连接臂、自所述第一连接臂的一

端朝所述环形结构弯曲延伸形成的弹性臂及自所述弹性臂一侧弯曲延伸并与所述连接缺口的侧壁相连的第二连接臂。

- [权利要求 7] 根据权利要求1所述的MEMS陀螺仪，其特征在于，所述质量块的一侧开设耦合缺口，所述第二耦合结构包括容置于所述耦合缺口内的耦合梁及一端连接于所述耦合梁且另一端连接于所述耦合缺口的内壁的第四梁结构。
- [权利要求 8] 根据权利要求7所述的MEMS陀螺仪，其特征在于，所述第四梁结构的中部具有第三弯曲结构。
- [权利要求 9] 根据权利要求1所述的MEMS陀螺仪，其特征在于，所述质量块位于所述环形结构的内侧或外侧。
- [权利要求 10] 根据权利要求1所述的MEMS陀螺仪，其特征在于，所述环形结构包括同轴设置且自内而外依次间隔排布的若干环形件以及连接于相邻的所述环形件之间的辐条。
- [权利要求 11] 根据权利要求1所述的MEMS陀螺仪，其特征在于，所述换能组件包括环绕设置于所述环形结构外侧的 $4N$ 个第一换能器和设置于所述环形结构内侧且位于所述质量块上的第二换能器，所述第一换能器与所述第二换能器一一对应设置。
- [权利要求 12] 根据权利要求11所述的MEMS陀螺仪，其特征在于，所述第一换能器包括电容换能器、电感换能器、热电换能器、压电换能器中的任意一种或任意多种的组合，所述第二换能器包括电容换能器、电感换能器、热电换能器、压电换能器中的任意一种或任意多种的组合。

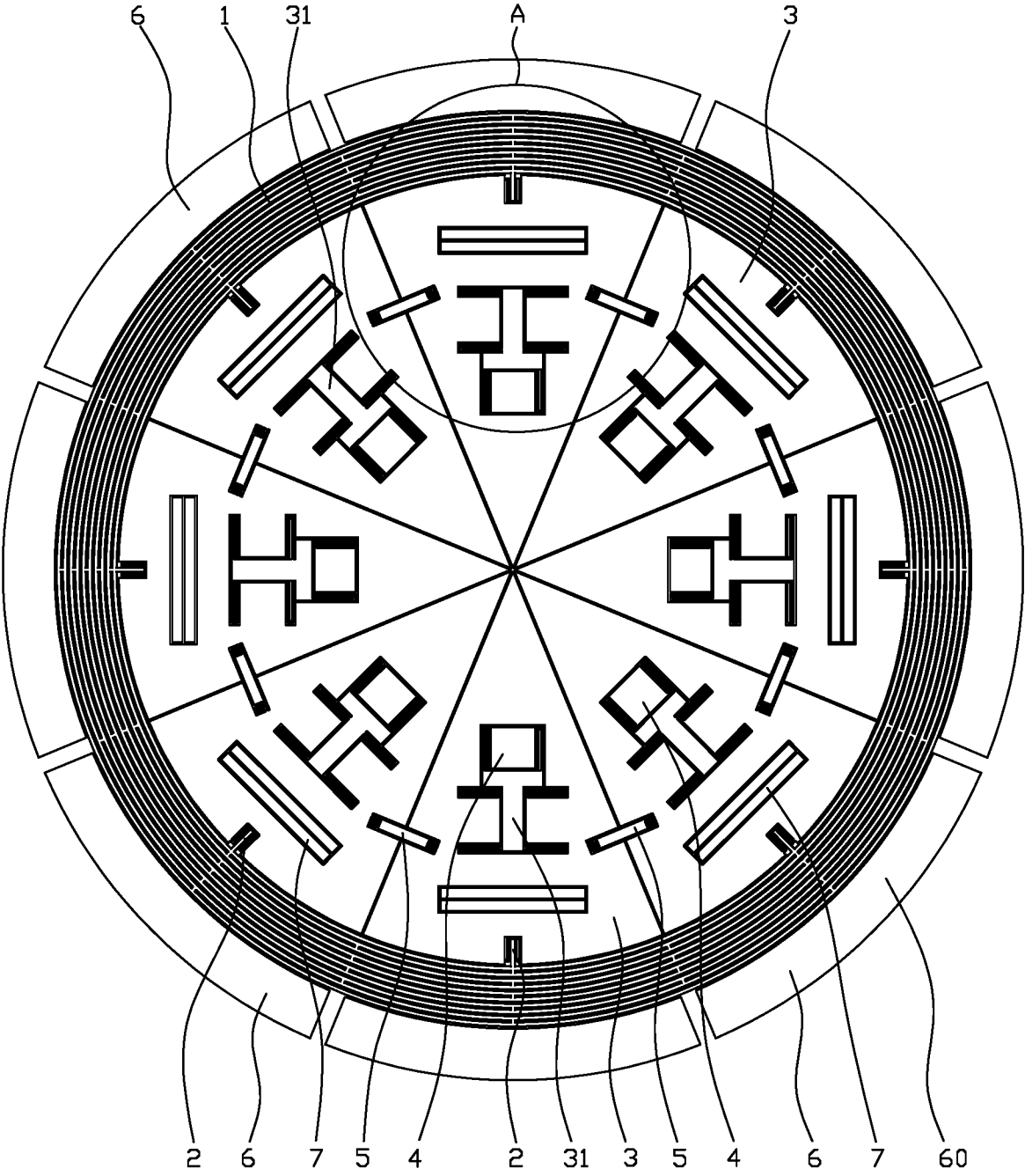


图1

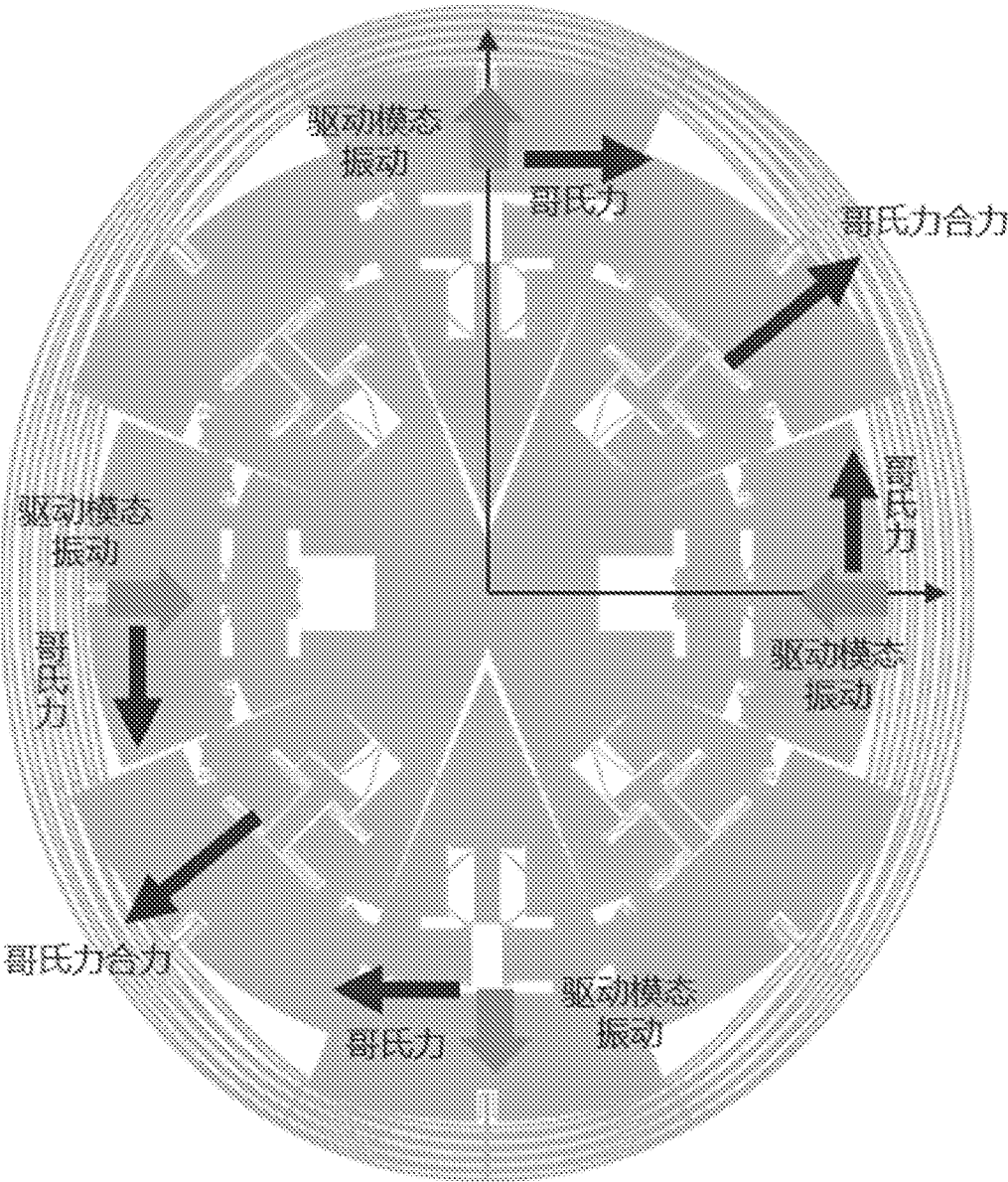


图2

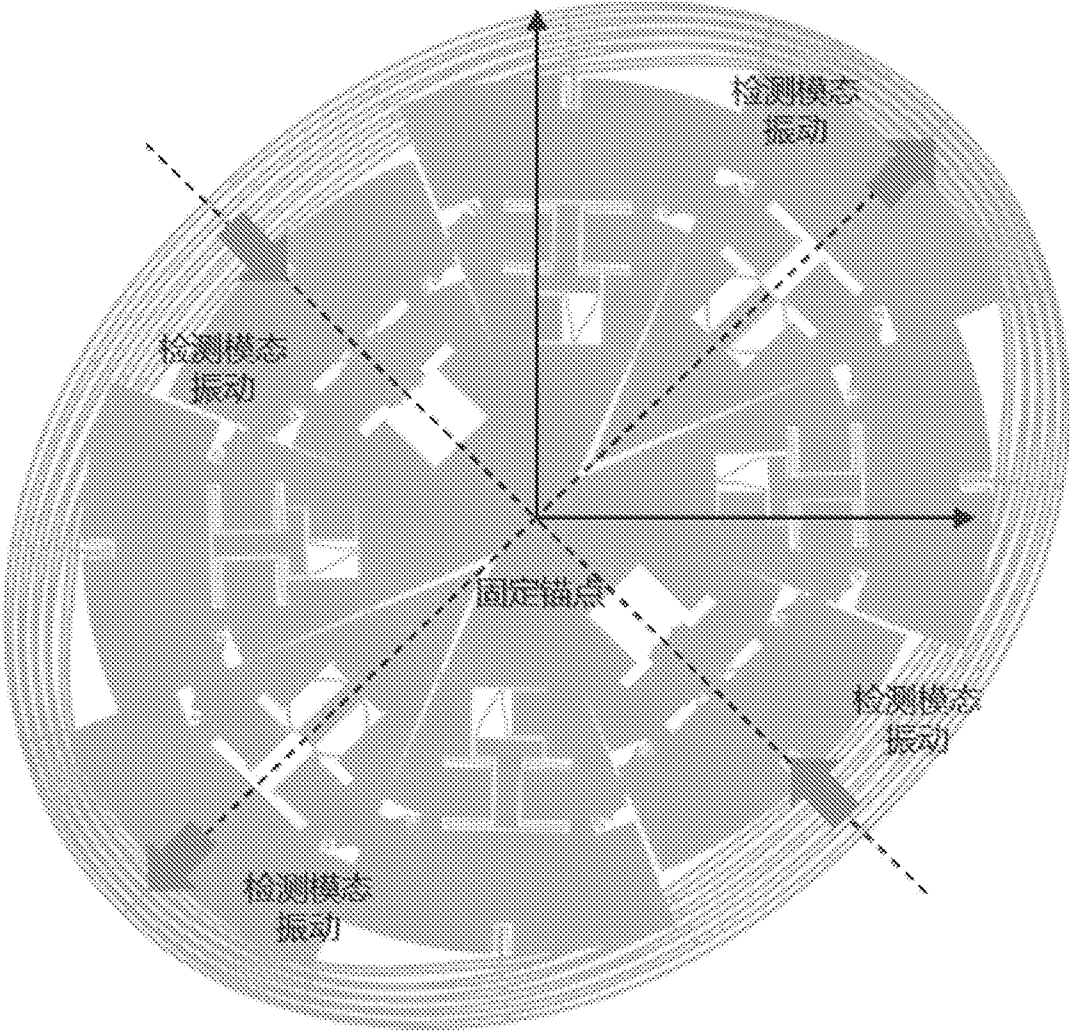


图3

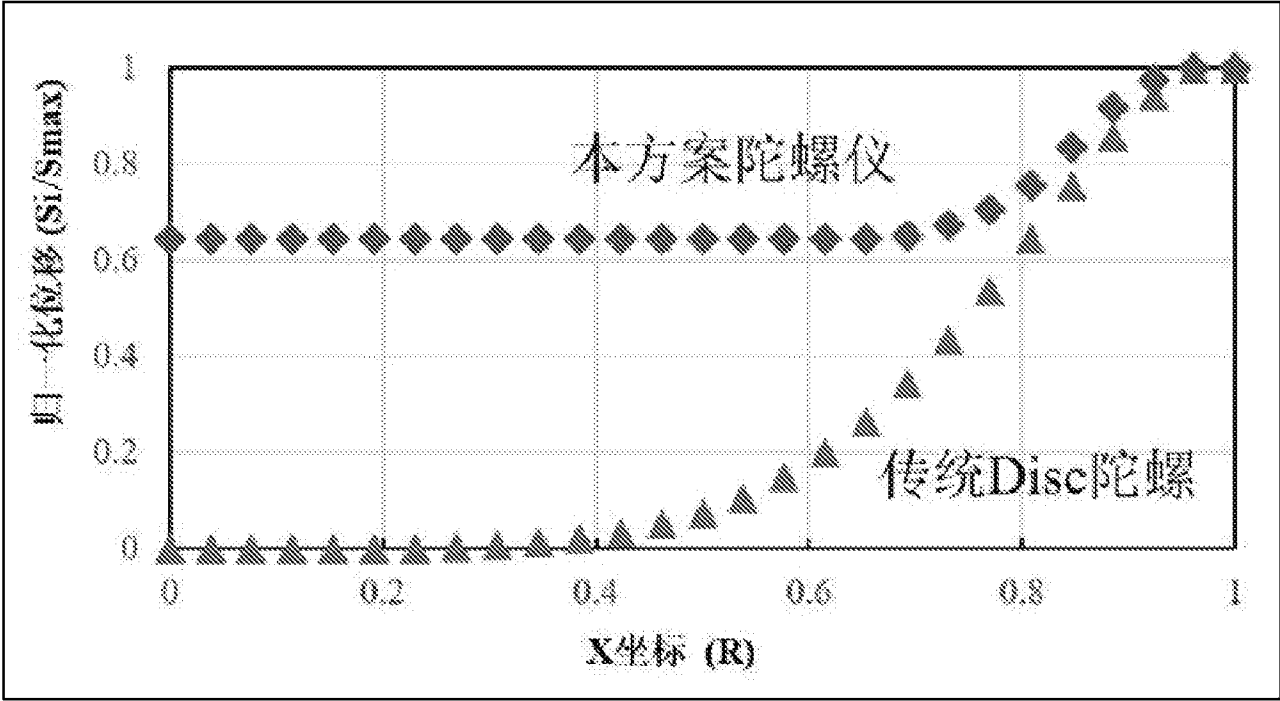


图4

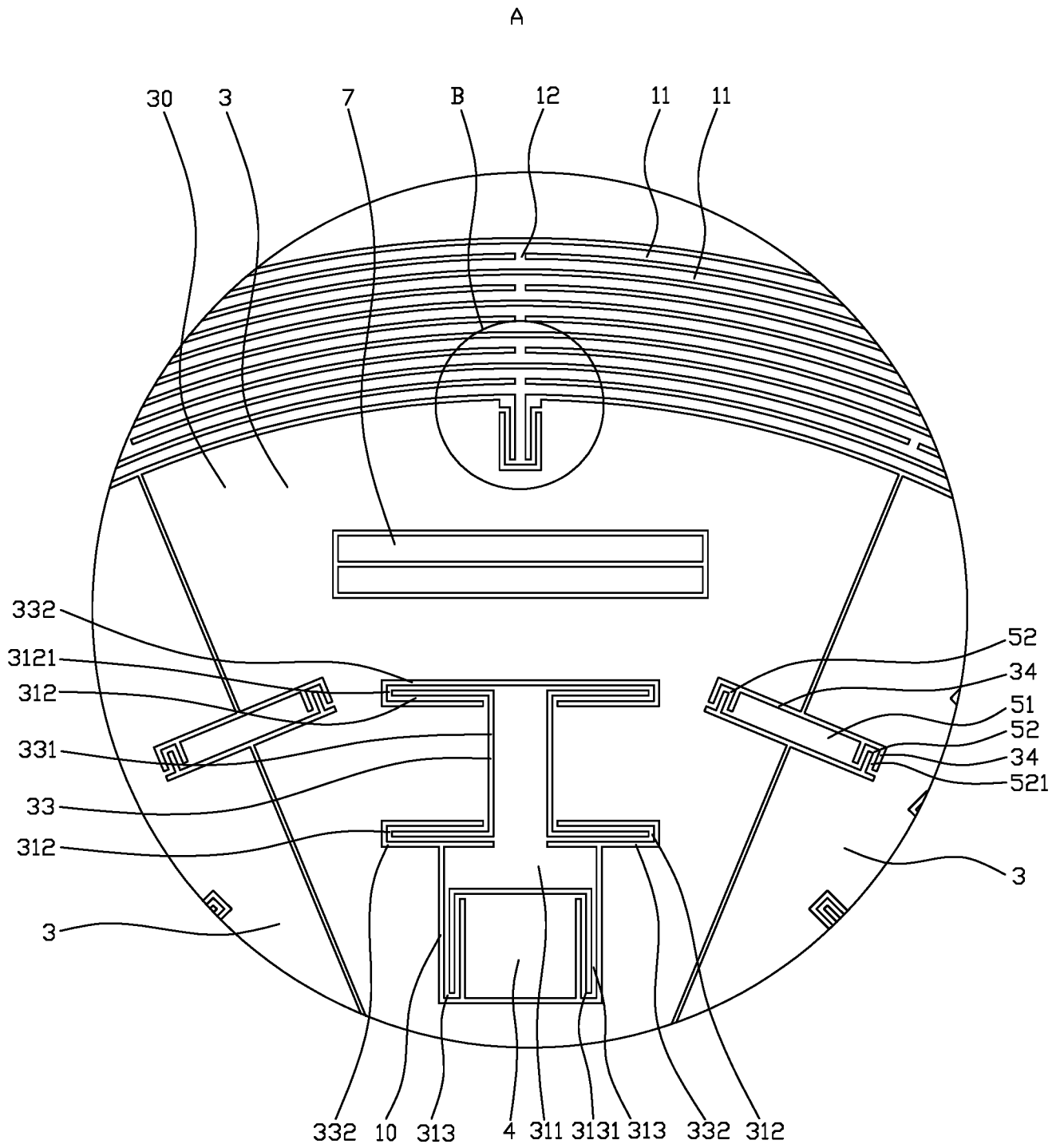


图5

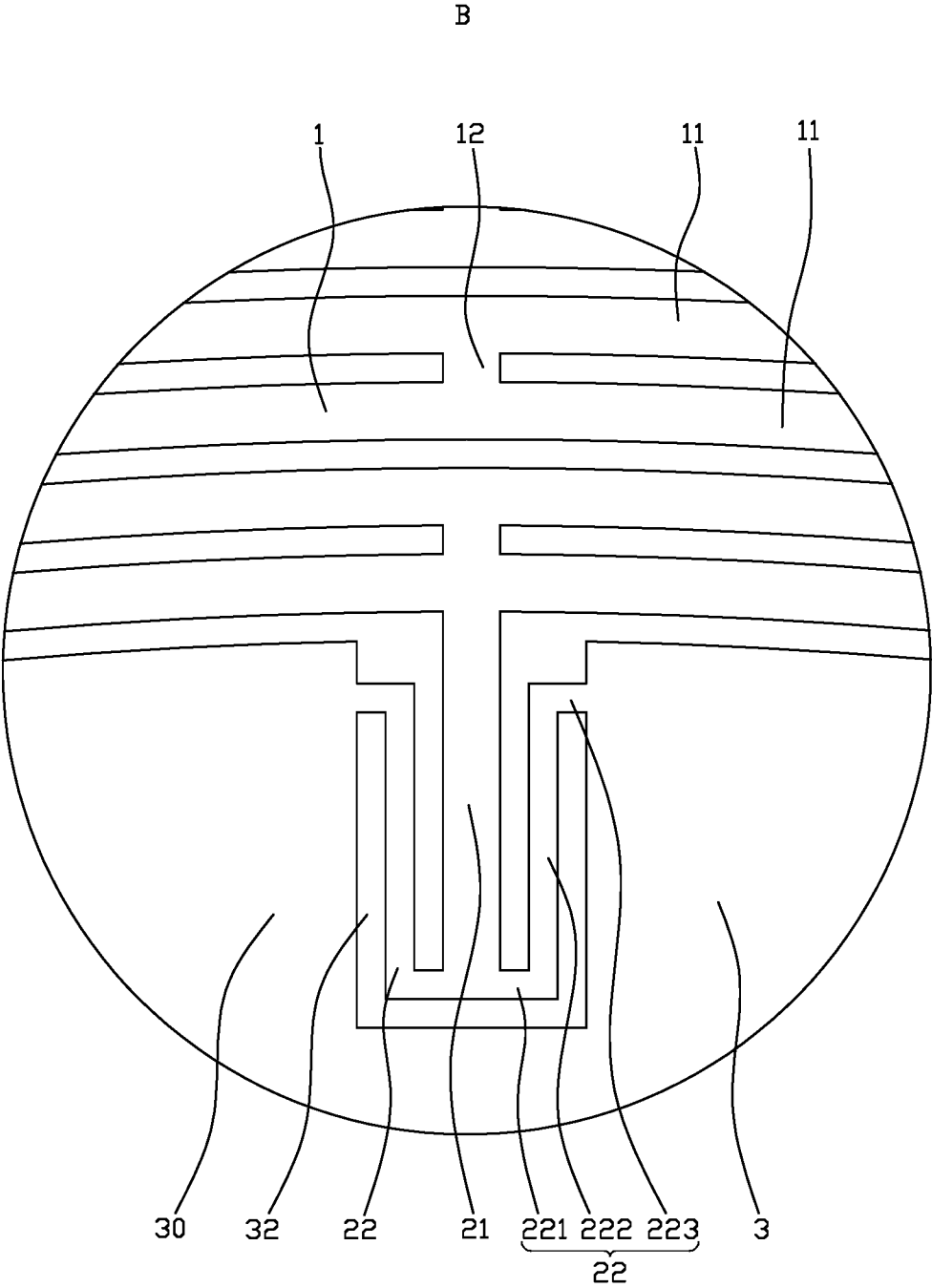


图6

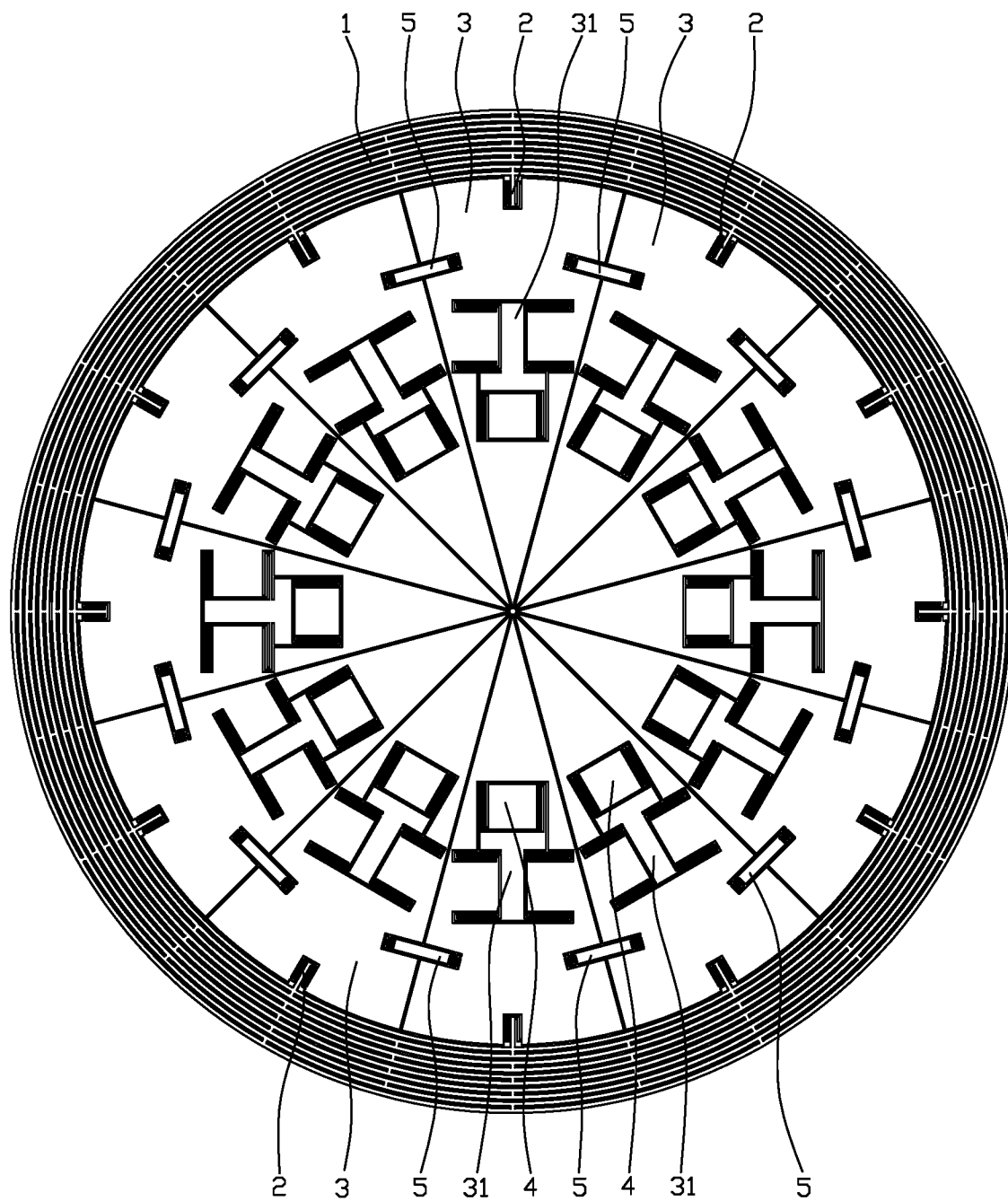


图7

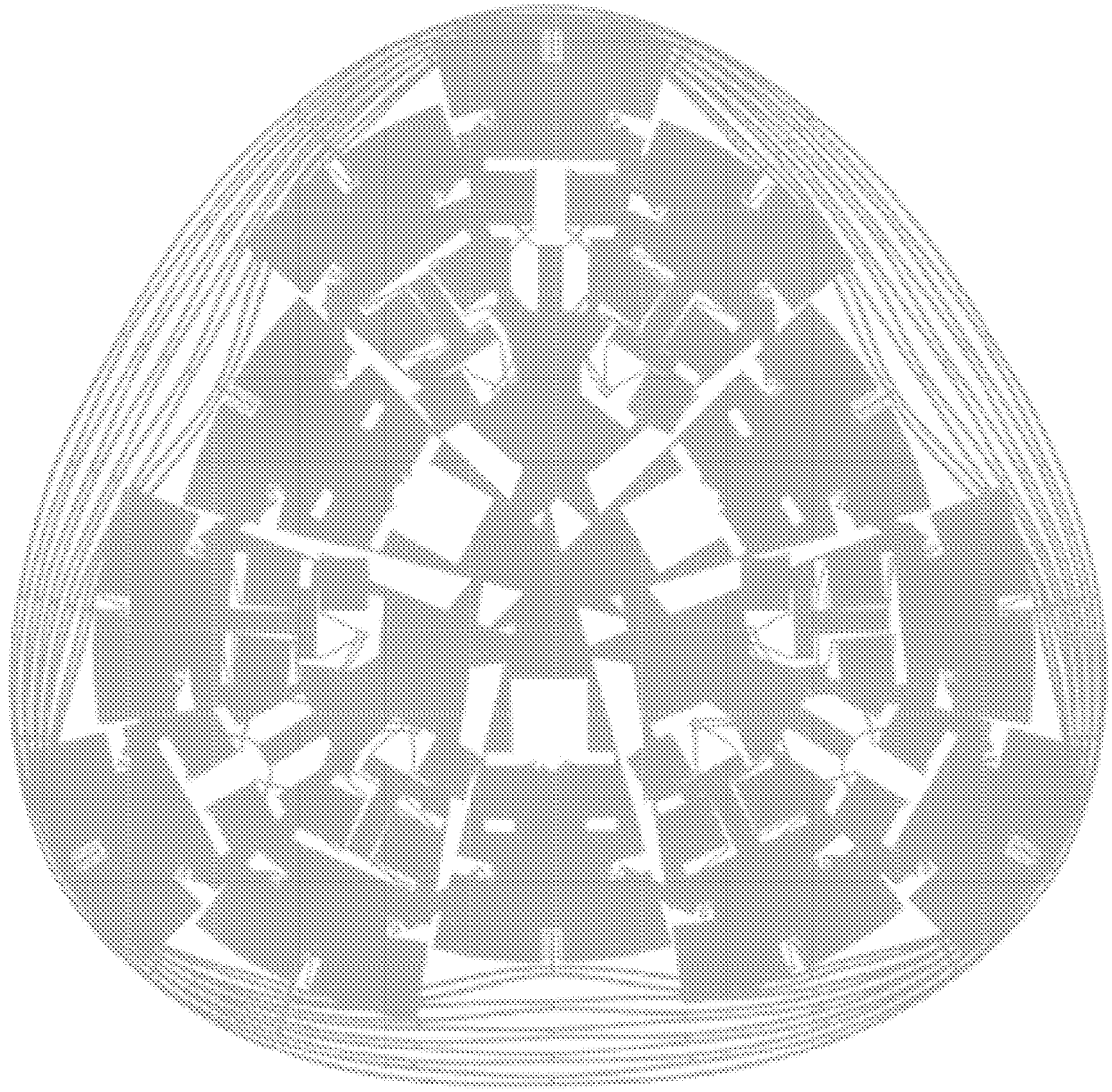


图8

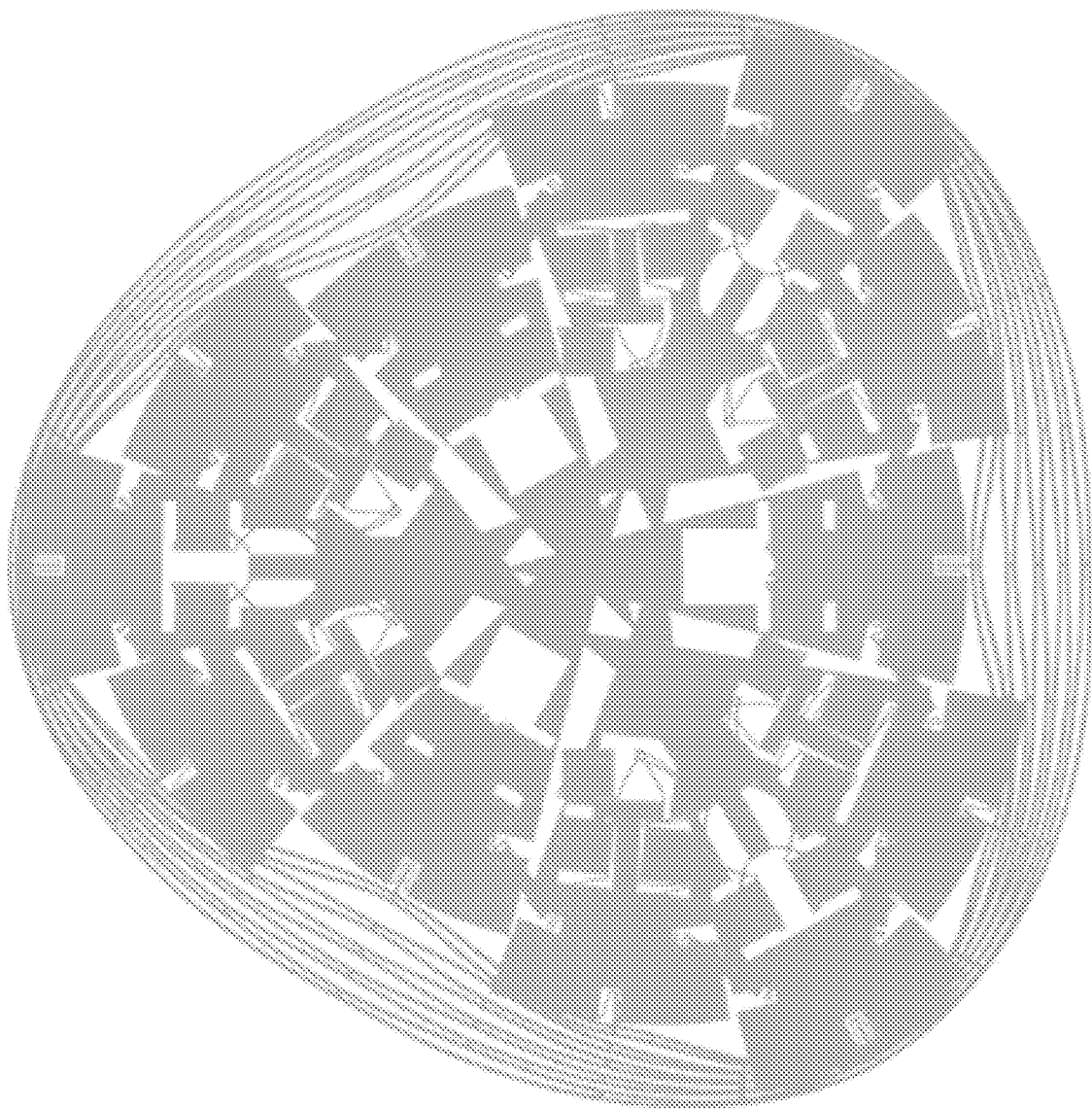


图9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2020/136721

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01C 19/5621(2012.01)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)

G01C19/-

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)

EPODOC; WPI; CNKI; CNPAT: 瑞声, 歌尔, 占瞻, 闾泉, 陀螺, MEMS, 微机械, 质量块, 环, 电极, 换能, 电容, 驱动, 检测, 模态, 简并, 音叉, 锚, 解耦, 槽, gyro+, mass, block?, ring, electrode?, transducer, capacitance, driv+, detect+, modal+, degeneracy, tuning w fork, tuning-fork, anchor, decoupl+, groove?, slot

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 102077054 A (SENSORDYNAMICS AG) 25 May 2011 (2011-05-25) description, paragraphs [0019]-[0024], and figures 1-2	1, 5-12
Y	CN 103575263 A (TUMEMS TECHNOLOGY (BEIJING) CO., LTD.) 12 February 2014 (2014-02-12) description, specific embodiments, and figures 1-7	1, 5-12
Y	CN 102288172 A (NORTHWESTERN POLYTECHNICAL UNIVERSITY) 21 December 2011 (2011-12-21) description "embodiment 1" section, figure 1	5-6
Y	CN 111504291 A (AAC ACOUSTIC TECHNOLOGIES HOLDINGS INC.) 07 August 2020 (2020-08-07) description paragraphs [0001], [0030], [0033], [0036]-[0038], figures 2-3, 6	10-12,
A	JP 2012088245 A (SEIKO EPSON CORP.) 10 May 2012 (2012-05-10) description, paragraphs [0066]-[0076], and figures 5-6	1, 11
A	CN 105606083 A (TSINGHUA UNIVERSITY) 25 May 2016 (2016-05-25) entire document	1-12



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

10 August 2021

Date of mailing of the international search report

06 September 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

International application No.

PCT/CN2020/136721

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 110940329 A (NORTH UNIVERSITY OF CHINA) 31 March 2020 (2020-03-31) entire document	1-12
A	CN 103217151 A (BEIJING AUTOMATION CONTROL EQUIPMENT INSTITUTE) 24 July 2013 (2013-07-24) entire document	1-12
A	CN 102334011 A (SENSORDYNAMICS AG) 25 January 2012 (2012-01-25) entire document	1-12
A	KR 20100103306 A (AGENCY DEFENSE DEV.) 27 September 2010 (2010-09-27) entire document	1-12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2020/136721

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	102077054	A	25 May 2011	KR	101665021	B1	11 October 2016
				US	2011094301	A1	28 April 2011
				CA	2729111	A1	30 December 2009
				JP	2011525976	A	29 September 2011
				DE	102008002748	A1	31 December 2009
				EP	2294359	B1	02 August 2017
				CA	2729111	C	21 March 2017
				WO	2009156485	A1	30 December 2009
				US	8429970	B2	30 April 2013
				JP	5560451	B2	30 July 2014
				CN	102077054	B	29 May 2013
				KR	20110036741	A	08 April 2011
				EP	2294359	A1	16 March 2011
CN	103575263	A	12 February 2014	CN	103575263	B	29 March 2017
CN	102288172	A	21 December 2011	CN	102288172	B	05 June 2013
CN	111504291	A	07 August 2020	None			
JP	2012088245	A	10 May 2012	JP	5652117	B2	14 January 2015
CN	105606083	A	25 May 2016	CN	105606083	B	10 April 2018
CN	110940329	A	31 March 2020	None			
CN	103217151	A	24 July 2013	CN	103217151	B	30 November 2016
CN	102334011	A	25 January 2012	CA	2753797	A1	02 September 2010
				EP	2401581	B1	11 May 2016
				KR	20110130445	A	05 December 2011
				KR	101677954	B1	21 November 2016
				CA	2753797	C	04 July 2017
				WO	2010097356	A1	02 September 2010
				US	8479575	B2	09 July 2013
				JP	2012519270	A	23 August 2012
				EP	2401581	A1	04 January 2012
				DE	102009001244	A1	02 September 2010
				JP	5639088	B2	10 December 2014
				CN	102334011	B	05 August 2015
				US	2012048017	A1	01 March 2012
KR	20100103306	A	27 September 2010	KR	101075515	B1	21 October 2011

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2020/136721

A. 主题的分类

G01C 19/5621 (2012.01) 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)

G01C19/-

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))

EPDOC; WPI; CNKI; CNPAT: 瑞声, 歌尔, 占瞻, 阡泉, 陀螺, MEMS, 微机械, 质量块, 环, 电极, 换能, 电容, 驱动, 检测, 模态, 简并, 音叉, 锚, 解耦, 槽, gyro+, mass, block?, ring, electrode?, transducer, capacitance, driv+, detect+, modal+, degeneracy, tuning w fork, tuning-fork, anchor, decoupl+, groove?, slot

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	CN 102077054 A (感应动力股份公司) 2011年 5月 25日 (2011 - 05 - 25) 说明书第[0019]-[0024]段, 图1-2	1, 5-12
Y	CN 103575263 A (水木智芯科技北京有限公司) 2014年 2月 12日 (2014 - 02 - 12) 说明书“具体实施方式”部分, 图1-7	1, 5-12
Y	CN 102288172 A (西北工业大学) 2011年 12月 21日 (2011 - 12 - 21) 说明书“实施例1”部分, 图1	5-6
Y	CN 111504291 A (瑞声声学科技深圳有限公司) 2020年 8月 7日 (2020 - 08 - 07) 说明书第[0001]、[0030]、[0033]、[0036]-[0038]段, 图2-3、6	10-12
A	JP 2012088245 A (SEIKO EPSON CORP.) 2012年 5月 10日 (2012 - 05 - 10) 说明书第[0066]-[0076]段, 图5-6	1, 11
A	CN 105606083 A (清华大学) 2016年 5月 25日 (2016 - 05 - 25) 全文	1-12
A	CN 110940329 A (中北大学) 2020年 3月 31日 (2020 - 03 - 31) 全文	1-12

☒ 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 8月 10日

国际检索报告邮寄日期

2021年 9月 6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

郝霏霏

电话号码 86-(10)-53962456

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	CN 103217151 A (北京自动化控制设备研究所) 2013年 7月 24日 (2013 - 07 - 24) 全文	1-12
A	CN 102334011 A (感应动力股份公司) 2012年 1月 25日 (2012 - 01 - 25) 全文	1-12
A	KR 20100103306 A (AGENCY DEFENSE DEV.) 2010年 9月 27日 (2010 - 09 - 27) 全文	1-12

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2020/136721

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	102077054	A	2011年 5月 25日	KR	101665021	B1	2016年 10月 11日
				US	2011094301	A1	2011年 4月 28日
				CA	2729111	A1	2009年 12月 30日
				JP	2011525976	A	2011年 9月 29日
				DE	102008002748	A1	2009年 12月 31日
				EP	2294359	B1	2017年 8月 2日
				CA	2729111	C	2017年 3月 21日
				WO	2009156485	A1	2009年 12月 30日
				US	8429970	B2	2013年 4月 30日
				JP	5560451	B2	2014年 7月 30日
				CN	102077054	B	2013年 5月 29日
				KR	20110036741	A	2011年 4月 8日
				EP	2294359	A1	2011年 3月 16日
				CN	103575263	B	2017年 3月 29日
CN	103575263	A	2014年 2月 12日	CN	103575263	B	2017年 3月 29日
CN	102288172	A	2011年 12月 21日	CN	102288172	B	2013年 6月 5日
CN	111504291	A	2020年 8月 7日	无			
JP	2012088245	A	2012年 5月 10日	JP	5652117	B2	2015年 1月 14日
CN	105606083	A	2016年 5月 25日	CN	105606083	B	2018年 4月 10日
CN	110940329	A	2020年 3月 31日	无			
CN	103217151	A	2013年 7月 24日	CN	103217151	B	2016年 11月 30日
CN	102334011	A	2012年 1月 25日	CA	2753797	A1	2010年 9月 2日
				EP	2401581	B1	2016年 5月 11日
				KR	20110130445	A	2011年 12月 5日
				KR	101677954	B1	2016年 11月 21日
				CA	2753797	C	2017年 7月 4日
				WO	2010097356	A1	2010年 9月 2日
				US	8479575	B2	2013年 7月 9日
				JP	2012519270	A	2012年 8月 23日
				EP	2401581	A1	2012年 1月 4日
				DE	102009001244	A1	2010年 9月 2日
				JP	5639088	B2	2014年 12月 10日
				CN	102334011	B	2015年 8月 5日
				US	2012048017	A1	2012年 3月 1日
				KR	101075515	B1	2011年 10月 21日