

(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
2016 年 11 月 3 日 (03.11.2016)



(10) 国际公布号
WO 2016/173151 A1

- (51) 国际专利分类号:
H02N 2/18 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2015/087213
- (22) 国际申请日: 2015 年 8 月 17 日 (17.08.2015)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201510208198.7 2015 年 4 月 28 日 (28.04.2015) CN
- (71) 申请人: 南京航空航天大学 (NANJING UNIVERSITY OF AERONAUTICS AND ASTRONAUTICS) [CN/CN]; 中国江苏省南京市秦淮区御道街 29 号, Jiangsu 210016 (CN)。
- (72) 发明人: 吴义鹏 (WU, Yipeng); 中国江苏省南京市秦淮区新天地花园 32 栋 506, Jiangsu 210016 (CN)。季宏丽 (JI, Hongli); 中国江苏省南京市秦淮区苜蓿园大街 66 号梅花山庄, Jiangsu 210016 (CN)。裘进浩 (QIU, Jinhao); 中国江苏省南京市秦淮区御道街 30 号南航西苑, Jiangsu 210016 (CN)。
- (74) 代理人: 南京经纬专利商标代理有限公司 (NANJING JINGWEI PATENT & TRADEMARK AGENCY CO., LTD); 中国江苏省南京市鼓楼区中山路 179 号 12 楼 B 座, Jiangsu 210005 (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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。
- (84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

[见续页]

(54) Title: PIEZOELECTRIC OSCILLATOR STRUCTURE FOR VIBRATION ENERGY RECOVERY

(54) 发明名称: 一种用于振动能量回收的压电振荡器结构

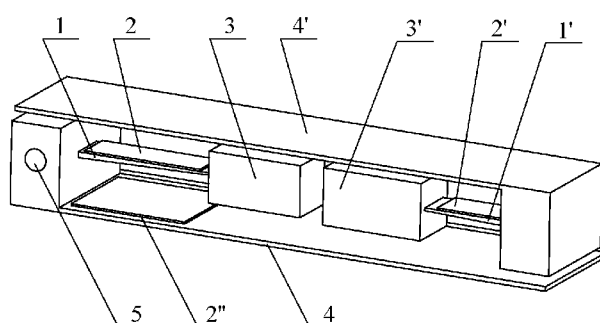


图 1

(57) Abstract: A piezoelectric oscillator structure for vibration energy recovery, comprising a base structure and a piezoelectric electromechanical coupling power generation unit fixed onto the base structure, wherein the unit comprises at least one pair of piezoelectric electromechanical coupling power generators comprising variable cross-section beams (1, 1'), permanent magnet mass blocks (3, 3') and piezoelectric elements (2, 2') integrated on surfaces of the variable cross-section beams, the permanent magnet mass blocks are fixed onto free ends of the variable cross-section beams, a root portion is fixed onto the base structure, and the thickness of the free ends of the variable cross-section beams is less than the thickness of the other ends; and opposed faces of each of the permanent magnet mass blocks have the same polarity, and a gap is left therebetween. An amplitude limiting structure is added to the piezoelectric oscillator structure for recovering impact vibration energy, which can protect an internal cantilever beam structure; and each of the variable cross-section beams adopts a variable cross-section design to enable the piezoelectric elements to have equal strain in a beam length direction, which improves the electromechanical coupling coefficient of the structure.

(57) 摘要:

[见续页]



WO 2016/173151 A1

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

一种用于振动能量回收的压电振荡器结构，包括基础结构和固定在基础结构上的压电机电耦合发电单元，该单元包括至少一对压电机电耦合发电机，其包括变截面梁（1、1'）、永磁体质量块（3、3'）和集成在变截面梁表面的压电元件（2、2'），永磁体质量块固定在变截面梁的自由端，根部固定在基础结构上，变截面梁自由端厚度小于另一端的厚度；各永磁体质量块相对面极性相同并留有间隙。该压电振荡器结构增加了限幅结构用于回收冲击振动能量，能够保护内部的悬臂梁结构；各变截面梁采用的是变截面设计，使压电元件在梁长方向上具有相等的应变，提高了结构机电耦合系数。

一种用于振动能量回收的压电振荡器结构

技术领域

[0001] 本发明涉及一种能量回收装置，尤其涉及一种基于压电材料的能量回收结构，属于振动能量收集领域，适用于多方向、低频、宽频或冲击振动能量收集。

[0002]

背景技术

[0003] 随着传感器、微处理器、无线通信等技术的飞速发展，无线传感器网络亦获得了迅猛发展。它能够直接获悉客观世界的物理信息，通过网络传输将它们与远程控制终端联系在一起，为人们提供了最直接、最有效、最真实的客观信息。然而，独立供电技术作为无线传感器网络的基础技术之一，时至今日仍然严重制约了其进一步应用。目前绝大多数网络节点仍使用电池供电技术，一旦节点数量巨大，或者布置在人员不方便接触的场所，定期更换电池的后期维护费用将十分昂贵。另外，淘汰下来的废旧电池也给环境带来了严重的负担。

[0004] 基于上述原因，回收环境中的能量并用于替代传统的电池供电技术，正吸引着大批学者的注意。一般而言，无线传感器节点的平均功耗极低，外界环境中存在多种类型的能量可以满足节点的正常工作消耗，如太阳能、振动能、风能等等。其中振动能量具有无处不在并时时刻刻存在的优点，获得了国内外学者不少地关注。将振动能转化成电能目前主要有电磁式、静电式、压电式等几种转换原理。本发明涉及的是压电式振动能量收集，主要考虑的是压电材料具有较高的能量密度，便于和振荡结构集成，利于微型化等优点。

[0005] 压电式振动能量收集装置主要包括带压电材料的机电耦合发电机（即压电耦合结构），电荷提取电路又称接口电路，以及电能存储、稳压电路。其中机电耦合发电机是整个装置的关键部件，基本决定了装置的最大能量转换效率。粘贴有压电元件的悬臂梁结构是一典型的机电耦合发电机，当外界激振频率和该悬臂梁的共振频率一致时，悬臂梁将产生极大的振幅，进而使压电元件产生较高的交流电压。然而在实际应用中，外界激振频率经常是随机变化的，一旦激振频率偏离悬臂梁结构的共振频率，耦合结构产生的电能将急剧降低。因此，很多学者在悬臂梁发电机结构的基础上提出了许多改进型的装置。例如清华大学的吴晓明

(Wu Xiaoming 音译) 等人提出了一种悬臂梁共振频率可调节的能量回收结构：悬臂梁末端质量块上固定有一轴向可调的粗螺栓，通过调节螺栓在梁轴向的位置，改变质量块的重心位置，进而改变了悬臂梁的等效梁长，最终改变了结构的共振频率，使之与激振频率匹配。但这种方法需要手动调节，目前为止，实用性还不强。还比如上海交通大学的刘金全 (Liu Jingquan 音译) 等人将各种不同参数的压电悬臂梁结构集成在一个基础结构上面，悬臂梁的共振频率依次错开，确保了整个发电机在一个较宽的频带范围内，均有较高的电压输出。但该结构的能量密度显然偏小，另外由于输出电压存在相位差，后续接口电路将十分复杂。非线性耦合发电机结构的提出，从理论上解决了上述两个方法存在的缺点。典型的非线性结构是一压电悬臂梁末端带有永磁体质量块，同时末端附近的基础结构上还布置有固定的永磁体，悬臂梁结构在振动时，周围磁场在悬臂梁末端附加了一非线性的“弹性”力，使得结构出现硬化 (harding)，软化 (softing)，或双稳态现象。国内外许多学者对此类结构，进行了深入的研究，理论建模和相关实验研究均获得了很好的预期结果。设计非线性机电耦合结构来回收宽、低频振动能量也成为了学术界主流的研究趋势。

[0006]

发明内容

[0007] 技术问题

本发明要解决的技术问题是提供一种基于实用化的机电耦合发电机结构的压电振荡器结构，用于压电能量回收，能够用于宽、低频以及冲击载荷的环境振动能量回收，或通过简单变化，能够用于多方向上的环境振动能量回收。

[0008] 技术方案

为了解决上述的技术问题，本发明的用于振动能量回收的压电振荡器结构包括结构基础和固定在所述结构基础上的压电机电耦合发电单元，所述的压电机电耦合发电单元包括至少一对压电机电耦合发电机，其中，第一机电耦合发电机包括第一变截面梁、第一永磁体质量块和设置在第一变截面梁表面的第一压电元件，所述的第一永磁体质量块固定在第一变截面梁自由端，第一变截面梁根部固定在所述的结构基础上，第一变截面梁自由端厚度小于根部厚度；第二机电耦合发电机包括第二变截面梁、第二永磁体质量块和设置在第二变截面梁表面的第二压电元

件, 所述的第二永磁体质量块固定在第二变截面梁自由端, 第二变截面根部梁固定在所述的结构基础上, 第二变截面梁自由端端厚度小于其根部的厚度; 所述的第一永磁体质量块和第二永磁体质量块相对布置, 相对面之间具有间隙且极性相同。其中, 第一压电元件和第二压电元件用于回收宽、低频振动能量。

[0009] 更进一步地, 本发明的压电振荡器结构还包括一个由不导磁材料制成的限幅结构, 其刚度系数较大; 其朝向压电机电耦合发电单元的表面设置有第三压电元件。所述的限幅结构不仅能够保护内部变截面悬臂梁结构由于振幅过大而损坏, 还能够有效地回收冲击振动能量。其中, 所述的第三压电元件用于回收冲击振动能量。当永磁体质量块撞击限幅结构时, 除了部分能量会以声音、热等形式耗散掉, 大部分冲击能量还是留在了变截面梁和限幅结构内部。碰撞结束后, 限幅结构会在其一阶共振频率处做有阻尼的自由振荡, 同时因为其刚度系数较大, 一阶振荡频率会比较高。该设计巧妙地将实际应用中难以收集的低频大冲击振动能量转化成了较易收集的高频振动能量。限幅结构的另一作用是当内部悬臂梁振幅过大时, 限幅结构额外给其增加了一段弹性恢复力, 额外的弹性恢复力能够进一步拓宽内部悬臂梁结构的工作频带。

[0010] 更进一步地, 本发明的技术方案中, 第一变截面梁、第二变截面梁和结构基础都是由不导磁材料制成。

[0011] 更进一步地, 所述的第一永磁体质量块和第二永磁体质量块具有不同的质量, 所述的第一变截面梁和第二变截面梁轴向长度不同, 即所述的两个变截面梁作为一组非对称结构固定在同一结构基础上; 在结构设计时, 两个变截面梁的共振频率接近但相互错开, 确保外界激振频率在这两个共振频率之间变化时, 整个装置均能有较高的电压输出。另外, 永磁体之间产生的是排斥力, 这样在悬臂梁的振动过程中, 排斥力的变化是非线性的, 由于排斥力不会消耗能量, 可以将其等效成结构中的“弹性”力。如果结构设计得当, 本装置会出现两个势能最低点, 不考虑重力作用的影响, 当变截面梁没有发生弯曲应变时, 变截面梁结构处于受力平衡状态, 但永磁体质量块之间存在的排斥力, 给整个机电耦合装置额外增加了部分势能。此类结构就是典型的双稳态结构, 当外界加速度比较大的时候, 变截面梁末端的质量块很容易在两个势能最低点之间来回切换, 进而增大了振幅, 提高了压电元件的输出电压。

[0012] 更进一步地，本发明技术方案采用的永磁体质量块相较于整个能量回收装置，应尽可能的大，这样可以有效地降低变截面梁结构的共振频率，增大结构在相同振幅下的应变，提高装置的能量密度。另外，磁体之间的互斥力也能进一步降低结构共振频率，提高结构的低频振动能量回收效率。

[0013] 更进一步地，所述第一变截面梁、第二变截面梁的中性面可以呈任意夹角布置，此时整个发电装置可以收集二维平面内多个方向的振动能量。

[0014] 有益效果

本发明的用于振动能量回收的压电振荡器结构具有以下有益效果：

(1) 增加了限幅结构用于回收冲击振动能量，并能够保护内部的悬臂梁结构不会因为振幅过大而损坏，提高了振动能量回收效率；

(2) 第一、第二变截面梁是非对称结构。在确保其中性线（即悬臂梁中性面的对称线）处于同一条直线上后，梁的中性面可以呈任意角度设计。此时两个变截面梁的振动方向将不再一致，整个发电器结构因此能回收垂直于中性线的二维平面内的多方向上振动能量；

(3) 各变截面梁为非对称非线性悬臂梁结构，成对布置，远比通过单个增加悬臂梁结构来增加工作频带要有效得多；

(4) 各变截面梁采用的是变截面设计，在不改变压电元件形状的基础上，尽量使得压电元件在梁长方向上具有相等的应变，提高了结构机电耦合系数。

[0015]

附图说明

[0016] 图 1 是本发明的压电振荡器结构的结构示意图；

图 2 是本发明的一个实施例的压电振荡器结构的剖视结构示意图；

图 3 本发明的一个实施例的压电振荡器结构的部分结构示意图。

[0017] 图中标记说明：

1：第一变截面梁；2：第一压电元件；3：第一永磁体质量块；4：第一限幅结构；
5：螺纹孔；6：圆孔；

1'：第二变截面梁；2'：第二压电元件；3'：第二永磁体质量块；4'：第二限幅结构；5'：第二螺纹孔

2''：第三压电元件；2'''：第四压电元件

具体实施方式

[0018] 以下结合附图对本发明的技术方案进行具体说明。

[0019] 如图 1 所示, 本实施例的用于振动能量回收的压电振荡器结构包括基础结构和固定在所述基础结构上的压电机电耦合发电单元, 所述的压电机电耦合发电单元包括至少一对压电机电耦合发电机: 第一变截面梁 1 和集成在其表面的第一压电元件 2, 第一永磁体质量块 3 固定在第一变截面梁 1 的自由端, 第一变截面梁 1 根部固定在所述的基础结构上, 第一变截面梁 1 自由端厚度小于根部厚度; 第二变截面梁 1' 和集成在其表面的第二压电元件 2', 第二永磁体质量块 3' 固定在第二变截面梁 1' 自由端, 第二变截面梁 1' 根部固定在所述的基础结构上, 第二变截面梁 1' 自由端厚度小于根部厚度; 所述的第一永磁体质量块 3 和第二永磁体质量块 3' 相对面极性相同, 并且留有间隙。由于悬臂梁采用变截面设计, 在梁长方向上所受的应变基本一致, 因此压电元件可以布满整个梁长且得到有效地利用, 该设计可以极大地提高结构的机电耦合系数。如图 2 所示, 第一压电元件 2、第二压电元件 2' 只布置在变截面梁的上表面, 在具体实施中可根据需要具体计算选择合适的布置方案相应地, 变截面梁末端的永磁体质量块, 在合理的范围内应越大越好。

[0020] 如图 1、图 2 所示, 本实施例的压电能量回收装置还包括由不导磁材料制成的第一限幅结构 4 和第二限幅结构 4', 其朝向压电机电耦合发电单元的表面集成有第三压电元件 2''、第四压电元件 2'''。

[0021] 所述的第一变截面梁 1、第二变截面梁 1' 和基础结构由不导磁材料制成。

[0022] 所述的第一永磁体质量块 3 和第二永磁体质量块 3' 具有不同的质量, 所述的第一变截面梁 1 和第二变截面梁 1' 轴向长度不同。

[0023] 永磁体质量块和变截面梁末端的连接主要可以采用两种方式: 方式一是采用焊接方式直接固定在变截面梁末端, 但在操作时应采用点焊同时配合冷却液的方式及时降低磁体温度; 方式二是在变截面梁末端预留一包磁体的框体, 然后将永磁体质量块装配进框体通过过盈配合固定。在装配耦合发电单元时, 一般来

说两块永磁体质量块之间的距离是预先通过具体应用优化计算得出的，一对非对称的悬臂梁结构在动力学分析上，会出现两个势能最低点。这样一旦外界有比较大的激振力作用在该结构的基础上，永磁体质量块会在两个势能最低点之间来回震荡，增大了压电元件的电压输出。

[0024] 图 3 所示为本实施例部分结构的零部件示意图，机电耦合发电单元由两个图 3 所示的相似零部件组成，仅仅在变截面梁和永磁体质量块的尺寸上存在差异。在设计微型的发电机时，此零部件除永磁体和压电元件外，应是一个整体，在同一块金属材料上加工成型。如果考虑到加工成本，则可以考虑将基础结构和变截面梁分开加工，再通过沉头螺丝螺栓将它们固定在一起。两块零部件通过螺栓 5 和螺纹孔 5' 固定在一起形成带有六面护板形式的盒式装置。在实际设计时，应考虑到装配时永磁体之间的排斥力需要进行微调，可以在结构基础的侧面护板上将圆孔 6 加工成微椭圆型，这样在装配时可以根据实际情况进行微调。

[0025] 图 3 所示的零部件示意图中，变截面梁下方的护板即为限幅结构 4，可以将其等效成刚度系数比较大的悬臂梁结构，厚度相对于内部悬臂梁要厚，另外其末端没有质量块，因此在受到撞击而产生的振动过程中，限幅结构根部的应力会小很多，不容易出现损坏。该限幅结构不再需要额外的保护装置。另外，该限幅结构没有采用变截面设计，压电元件仅需粘贴在结构根部一段范围内即可。一方面可以预留出永磁体质量块撞击点的位置，另一方则因为在结构中间位置，应变已经衰减得比较小，没有必要粘贴压电元件。考虑到压电元件一般采用的是压电陶瓷材料，该材料易脆怕撞击，因此在限幅结构的另一侧表面，一般不再布置压电元件。

[0026] 以上结合附图对本发明的具体实施方式作了详细说明，但本实施例只给出了最简单的一种结构，即一对非对称非线性压电耦合发电结构，且悬臂梁中性面夹角为 0。实际上本发明的技术方案并不限于上述实施方式，可以通过增加多对非对称结构或改变中性面夹角来改进装置的实际应用性能。在本领域普通技术人员所具备的知识范围内，还可以在本发明要求保护范围内做出其它各种变化。

1. 一种用于振动能量回收的压电振荡器结构，包括基础结构和固定在所述基础结构上的压电机电耦合发电单元，其特征在于，所述的压电机电耦合发电单元包括至少一对压电机电耦合发电机，其中，第一机电耦合发电机包括第一变截面梁（1）、第一永磁体质量块（3）和集成在第一变截面梁（1）表面的第一压电元件（2），所述的第一永磁体质量块（3）固定在第一变截面梁（1）的自由端，第一变截面梁（1）根部固定在所述的基础结构上，第一变截面梁（1）自由端厚度小于另一端的厚度；第二机电耦合发电机包括第二变截面梁（1'）、第二永磁体质量块（3'）和集成在第二变截面梁（1'）表面的第二压电元件（2'），所述的第二永磁体质量块（3'）固定在第二变截面梁（1'）自由端，第二变截面梁（1'）根部固定在所述的基础结构上，第二变截面梁（1'）自由端厚度小于另一端的厚度；所述的第一永磁体质量块（3）和第二永磁体质量块（3'）相对面极性相同并留有间隙。
2. 如权利要求 1 所述的用于振动能量回收的压电振荡器结构，其特征在于，还包括两个由不导磁材料制成的第一、第二限幅结构（4、4'），其朝向压电机电耦合发电单元的表面设置有第三、第四压电元件（2''、2'''）。
3. 如权利要求 1 或 2 所述的用于振动能量回收的压电振荡器结构，其特征在于，所述的第一变截面梁（1）、第二变截面梁（1'）和基础结构由不导磁材料制成。
4. 如权利要求 1 所述的用于振动能量回收的压电振荡器结构，其特征在于，一对压电耦合发电机是非对称结构，即所述的第一永磁体质量块（3）和第二永磁体质量块（3'）具有不同的质量，所述的第一变截面梁（1）和第二变截面梁（1'）轴向长度不同。

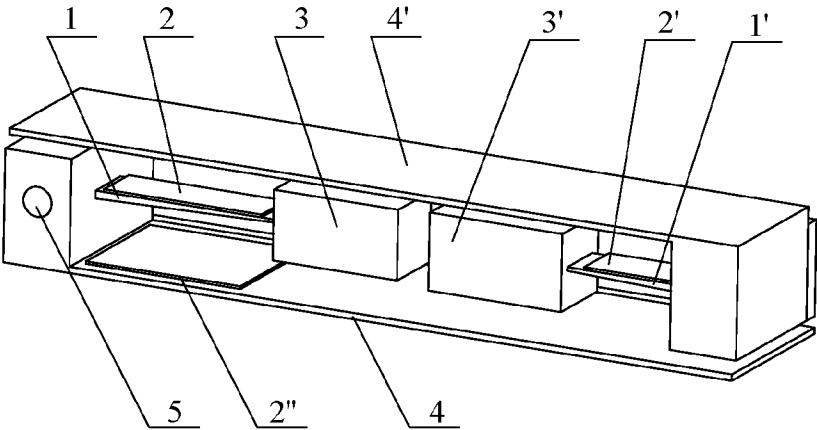


图 1

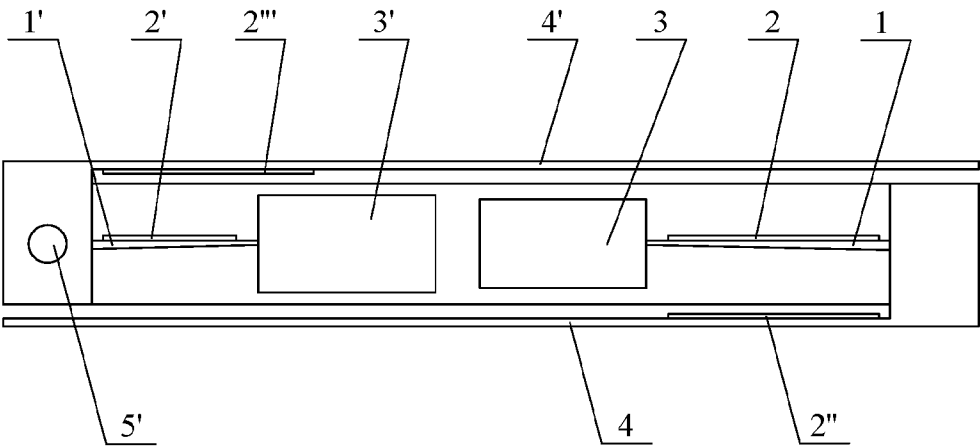


图 2

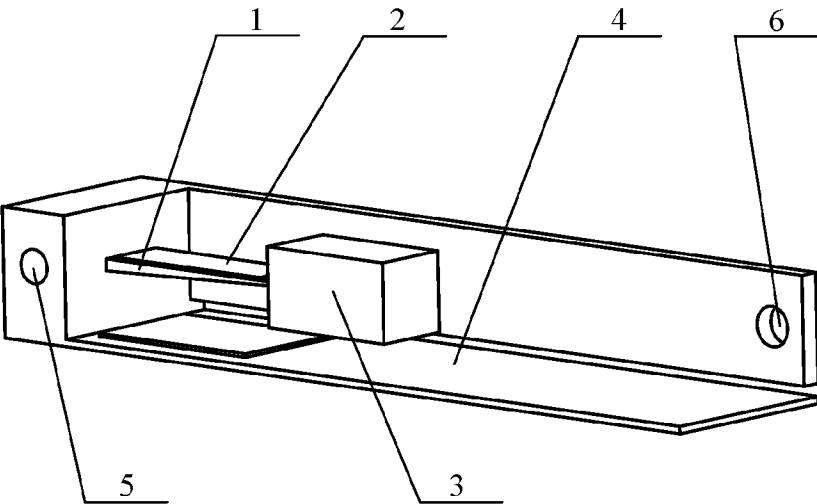


图 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2015/087213

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02N 2/18 (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)

H02N

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)

CNPAT, CNKI, WPI, EPODOC: vibra+ piezoelectric+ power cantilever magnet+ non linear+

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 104242725 A (SHANGHAI INST MICROSYS & INF) 24 December 2014 (24.12.2014) description, paragraphs [0052]-[0057], and figures 1-4	1-4
Y	CN 101620642 A (NAT UNIV DEFENSE TECHNOLOGY) 06 January 2010 (06.01.2010) description, page 4, the second paragraph from the bottom, and figures 3 and 4	1-4
Y	CN 103427708 A (NANJING HAOZHIDE INTELLIGENT TECHNOLOGY CO LTD) 04 December 2013 (04.12.2013) description, paragraph [0024], lines 1 and 2, the second last line from the bottom, and figure 1	2
Y	CN 103475265 A (UNIV TIANJIN) 25 December 2013 (25.12.2013) description, paragraphs [0017] and [0018], and figure 1	1-3
A	CN 102790547 A (UNIV TIANJIN) 21 November 2012 (21.11.2012) the whole document	1-4
A	CN 102064745 A (NAT UNIV DEFENSE TECHNOLOGY) 18 May 2011 (18.05.2011) the whole document	1-4

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search
24 January 2016

Date of mailing of the international search report
01 February 2016

Name and mailing address of the ISA
State Intellectual Property Office of the P. R. China
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao
Haidian District, Beijing 100088, China
Facsimile No. (86-10) 62019451

Authorized officer
ZHAO, Youbin
Telephone No. (86-10) 62411807

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2015/087213

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 104242725 A	24 December 2014	None	
CN 101620642 A	06 January 2010	None	
CN 103427708 A	04 December 2013	None	
CN 103475265 A	25 December 2013	None	
CN 102790547 A	21 November 2012	CN 102790547 B	05 August 2015
CN 102064745 A	18 May 2011	CN 102064745 B	31 July 2013

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2015/087213

A. 主题的分类

H02N 2/18(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)

H02N

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))

CNPAT, CNKI, WPI, EPODOC: 振动 震动 压电 发电 悬臂 磁体 磁铁 磁石 双稳 非线性 宽频 应变 应力 变截面 限幅
vibra+ piezoelectric+ power cantilever magnet+ non linear+

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 104242725 A (中国科学院上海微系统与信息技术研究所) 2014年 12月 24日 (2014 - 12 - 24) 说明书第52-57段、附图1-4	1-4
Y	CN 101620642 A (中国人民解放军国防科学技术大学) 2010年 1月 6日 (2010 - 01 - 06) 说明书第4页倒数第2段、附图3、4	1-4
Y	CN 103427708 A (南京浩之德智能科技有限公司) 2013年 12月 4日 (2013 - 12 - 04) 说明书第24段第1-2行、倒数第2行、附图1	2
Y	CN 103475265 A (天津大学) 2013年 12月 25日 (2013 - 12 - 25) 说明书第17、18段、附图1	1-3
A	CN 102790547 A (天津大学) 2012年 11月 21日 (2012 - 11 - 21) 全文	1-4
A	CN 102064745 A (中国人民解放军国防科学技术大学) 2011年 5月 18日 (2011 - 05 - 18) 全文	1-4

☐ 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

2016年 1月 24日

国际检索报告邮寄日期

2016年 2月 1日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN)
中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

授权官员

赵尤斌

传真号 (86-10) 62019451

电话号码 (86-10) 62411807

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2015/087213

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	104242725	A	2014年 12月 24日	无			
CN	101620642	A	2010年 1月 6日	无			
CN	103427708	A	2013年 12月 4日	无			
CN	103475265	A	2013年 12月 25日	无			
CN	102790547	A	2012年 11月 21日	CN	102790547	B	2015年 8月 5日
CN	102064745	A	2011年 5月 18日	CN	102064745	B	2013年 7月 31日

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2009年7月)