

(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
2015 年 7 月 23 日 (23.07.2015)



(10) 国际公布号
WO 2015/106601 A1

(51) 国际专利分类号:
H02N 2/18 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2014/091997

(22) 国际申请日: 2014 年 11 月 24 日 (24.11.2014)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201410494118.4 2014 年 9 月 24 日 (24.09.2014) CN
201410492259.2 2014 年 9 月 24 日 (24.09.2014) CN

(71) 申请人: 北京工业大学 (BEIJING UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) [CN/CN]; 中国北京市朝阳区平乐园 100 号, Beijing 100124 (CN)。

(72) 发明人: 姚明辉 (YAO, Minghui); 中国北京市朝阳区平乐园 100 号, Beijing 100124 (CN)。 李印波 (LI, Yinbo); 中国北京市朝阳区平乐园 100 号, Beijing 100124 (CN)。 张伟 (ZHANG, Wei); 中国北京市朝阳区平乐园 100 号, Beijing 100124 (CN)。

(74) 代理人: 北京思海天达知识产权代理有限公司 (BEIJING SIHAI TIANDA INTELLECTUAL PROPERTY AGENCY LTD.); 中国北京市朝阳区平乐园 100 号北京工业大学旧图东配楼 302 室, Beijing 100124 (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,

[见续页]

(54) Title: SPHERICAL BISTABLE CANTILEVERED BEAM PIEZOELECTRIC GENERATOR HAVING SEPARATE PARTS BETWEEN COMPOSITE LAYERS

(54) 发明名称: 球面复合层间部分分离双稳态悬臂梁压电发电装置

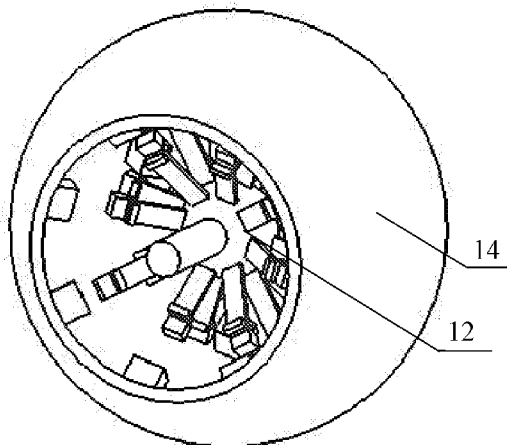


图 2 / Fig. 2

(57) Abstract: A spherical bistable cantilevered beam piezoelectric generator having separate parts between composite layers, comprising: a beam frame (12) and a casing (14); the casing (14) is spherical and has a circular opening at the bottom; the beam frame (12) and the casing (14) are separately fixed on a base; the vibration of the beam frame (12) causes piezoelectric cantilevered beams (16) to deform, and the deformation of the piezoelectric cantilevered beams (16) generates electricity due to piezoelectric effects; 25 piezoelectric cantilevered beams (16) are provided on 4 layers, and the piezoelectric cantilevered beams on each layer are distributed evenly in a ring shape; the piezoelectric layers and the base layer are partially separate at one end of a piezoelectric cantilevered beam (16), the end being the one not fixed; the partial independence of the movements of the piezoelectric layers and the base layer caused by the partial separation causes a piezoelectric cantilevered beam oscillator to have secondary coupling deformation that has an extremely low resonance frequency and large amplitude, thus generating relatively more electricity. The generator comprises 25 piezoelectric oscillator structures. The lengths of adjacent cantilevered beams (16) in a same plane are different, thereby forming wider resonance frequency domain and substantially increasing the electricity generated.

(57) 摘要:

[见续页]



WO 2015/106601 A1

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

CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

(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,

本国际公布:

- 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。
- 在修改权利要求的期限届满之前进行, 在收到该修改后将重新公布(细则 48.2(h))。
- 根据申请人的请求, 在条约第 21 条(2)(a)所规定的期限届满之前进行。

球面复合层间部分分离双稳态悬臂梁压电发电装置, 包括梁架(12)、壳体(14); 壳体(14)为圆球形, 底部切有圆形开口; 梁架(12)和壳体(14)各自固定在基座上; 梁架(12)的振动会引起压电悬臂梁(16)的变形, 压电悬臂梁(16)发生变形时会因压电效应产生电能; 压电悬臂梁(16)的数量为二十五个, 分在四个层面上, 各层上的各压电悬臂梁呈均匀、环形分布; 压电悬臂梁(16)末端压电层与基层之间局部分离, 分离的一端为非固定的一端; 利用局部分离造成的压电层与基层运动的不完全独立性, 使压电悬臂梁振子发生二次耦合形变, 具有非常低的谐振频率和大的振幅, 所以产生的电量也相对较多。所述发电装置包含二十五个压电振子结构, 而且同一平面内相邻的悬臂梁(16)的长度不同, 能形成较宽的共振频域、大幅度增加发电量。

球面复合层间部分分离双稳态悬臂梁压电发电装置

技术领域

本发明涉及一种球面复合层间部分分离双稳态悬臂梁压电发电装置，可有效收集周围环境的振动机械能进行发电，属于节能技术及再生环保新能源领域。

背景技术

随着微电子和无线网络的快速发展，从环境中捕获能量为低功耗设备供电或为蓄电池供电已成为迫切的需求；传统电池供电具有一系列的弊端，比如寿命短、需要定期更换、污染环境等；无论哪一条弊端都严重影响微电子技术的发展；因此，利用环境振动产生能量为电子设备供电是很有必要的。

悬臂式压电振子具有振幅相对较大，振动频率低等特点，其应用性非常强。中国专利（公开号 CN102790547A）公开了一种双稳态双悬臂梁压电发电装置，该发明在一个装置内同时布置了两个对称的双稳态压电悬臂振子，有效的提高了发电量。中国专利（公开号 CN102790548A）公开了一种双稳态复合悬臂梁压电发电装置，该发明在圆柱体上布置了八个双稳态压电振子结构，有效的提高了发电量。美国专利（公开号 WO2010151738A3）公开了一种双稳态压电悬臂梁发电装置，有效拓宽了悬臂梁的共振频带，但带宽拓展的程度并不是很大。

发明内容

为了有效地拓宽压电发电装置的有效频域，使其带宽增大、共振频率降低、电压增大，本发明提供了一种球面复合层间部分分离双稳态悬臂梁压电发电装置，通过在极小的空间内引入二十五个压电振子，并使压电层与基层之间局部分离，可有效增大发电量，减小发电装置的体积，使之更复合微机电的发展。

为了解决上述技术问题，本发明采用的技术方案是球面复合层间部分分离双稳态悬臂梁压电发电装置，该装置包括梁架 12、壳体 14；所述壳体 14 为圆球形，底部切有圆形开口；梁架 12 和壳体 14 各自固定在基座上。

梁架 12 包括支撑杆 13、固定球 15、压电悬臂梁 16；固定球 15 与压电悬臂梁 16 固定连接；支撑杆 13 支撑固定球 15，支撑杆 13 与固定球 15 固定连接；梁架 12 的振动会引起压电悬臂梁 16 的变形，压电悬臂梁 16 发生形变时会因压电效应产生电能；压电悬臂梁 16 的数量为二十五个，共分四层，第一层是一个，第二、第三、第四层各均布八个，所述各层间压电悬臂梁 16 呈均匀、环形分布；支撑杆 13 为梁架 12 的支撑结构，支撑杆 13 设置在与第一层的压电悬臂梁 16 相对称的固定球 15 上，支撑杆 13 通过壳体 14 底部的圆形开口固定连接在固定球 15 上。

压电悬臂梁 16、永久磁铁组成双稳态压电悬臂振子结构；压电悬臂梁 16 包括第一保护层 1、引线 2、第一压电层 3、基层 4、第二保护层 7、第二压电层 8、电极 9；其中，层间连接关系依次为第一保护层 1、第一压电层 3、基层 4、第二保护层 7、第二压电层 8，各

层之间为胶粘贴合；所述第一保护层 1 和第一压电层 3 完全粘贴在一起，第一压电层 3 和基层 7 末端分离，分离长度为第一压电层 3 总长度的 $1/5$ 至 $1/2$ ，第二保护层 8 和第二压电层 9 完全粘贴在一起，第二压电层 9 和基层 7 末端分离，分离长度为第二压电层 9 总长度的 $1/5$ 至 $1/2$ ；所述压电悬臂梁 16 末端第一保护层 1 表面粘贴有一个第一质量块 10，第二保护层 7 表面粘贴有一个第二质量块 11；所述电极 9 设有引线 2，引线 2 从电极 9 引出，压电悬臂梁 16 变形产生的电荷会聚集在电极 9 上，引线 2 引出电极 9 中的电荷形成电流。

永久磁铁包括第一永久磁铁 5、第二永久磁铁 6，第一质量块 10 远离悬臂梁固定端一侧粘贴有第一永久磁铁 5，与第一永久磁铁 5 相对放置的是第二永久磁铁 6；所述第一永久磁铁 5 和第二永久磁铁 6 为矩形磁铁且相互排斥放置；所述第二永久磁铁 5 固定在壳体 14 内壁上。

所述压电悬臂梁 16 是对称结构，第一保护层 1、第二保护层 7 的长度相等、宽度相等，第一压电层 3、第二压电层 8 的长度相等、宽度相等；所述第一压电层 3、基层 4 的长度相同、宽度相同，目的是便于贴合，并且获得较大的压电面积；所述第一保护层 1 的长度和宽度均大于第一压电层 3，目的是使保护层能够包裹压电层和基层 4，形成封闭结构；相互对称布置的两个双稳态压电悬臂振子结构的参数一致，相邻布置的双稳态压电悬臂振子结构的参数不同；所述第一、三层的九个压电悬臂梁 16 的宽度相等、长度相等；所述第二、四层的十六个压电悬臂梁 16 的宽度相等、长度相等；所述第一、二

层的压电悬臂梁 16 的宽度不同、长度不同，目的是为了振动时获得较大的频宽。

所述同一平面上的八个双稳态压电悬臂振子串联连接，不同平面上的双稳态压电悬臂振子并联连接。

与现有技术相比，本发明的有益效果是：

1、当压电发电装置振动时，第一保护层、第一压电层、第二保护层、第二压电层都会和基层一起振动，在基层运动到最大位移处，第一保护层、第一压电层、第二保护层、第二压电层会继续运动一段距离，因而第一压电层、第二压电层会产生二次形变现象，且这两次形变之间会有耦合作用，二次形变和耦合作用都能够极大的增大发电量。

2、本发明包含二十五个压电振子结构，而且同一平面内压电悬臂梁串联，不同平面内的压电悬臂梁并联，既能够拓宽有效频宽又能够明显增大发电量。

3、将二十五个压电振子结构固定在同一个球面上，可以有效的降低压电发电装置的体积，更适合微机电产品的发展需求。

附图说明

图 1 是本发明中双稳态压电悬臂振子结构的主视图；

图 2 是本发明球面复合层间部分分离双稳态悬臂梁压电发电装置的立体结构示意图；

图 3 是本发明球面复合层间部分分离双稳态悬臂梁压电发电装置的仰视图；

图 4 是本发明球面复合层间部分分离双稳态悬臂梁压电发电装置的主视图；

图 5 是本发明中梁架结构的立体结构示意图；

图 6 是本发明中壳体结构的立体结构示意图；

图 7 是同一个双稳态压电悬臂振子结构中第一、第二永久磁铁间排斥力作用示意图；

图 8 是本发明中第三层中的单个压电振子在横向外激励作用下针对第一压电层与基层分离的压电发电结构不同分离长度以及未分离结构的电压频率响应曲线。

图 9 是本发明中第三层中的单个压电振子在横向外激励作用下针对第一压电层与基层分离的压电发电结构以及第二压电层与基层分离的压电发电结构的电压频率响应曲线。

图中：1、第一保护层；2、引线；3、第一压电层；4、基层；5、第一永久磁铁；6、第二永久磁块；7、第二保护层；8、第二压电层；9、电极；10、第一质量块；11、第二质量块；12、梁架；13、支撑杆；14、壳体；15、固定球；16、压电悬臂梁；

17、第一压电层 3 和基层 7 分离长度 23mm 的压电频率响应曲线；

18、第一压电层和基层分离长度 23mm 的电压频率响应曲线；

19、由压电层和基层未分离的压电振子结构的电压频率响应曲线；

20、第一压电层和基层分离长度 23mm 并且第二压电层和基层

分离长度 23mm 的电压频率响应曲线。

21、第一压电层和基层分离长度 23mm 以及第二压电层和基层分离长度 23mm 并且上侧的质量块减小一半下侧也粘贴与上侧相同质量块的电压频率响应曲线。

具体实施方式

下面结合具体实施方式对本发明作进一步详细地描述。

如图 1-9 所示, 球面复合层间部分分离双稳态悬臂梁压电发电装置, 该装置包括梁架 12、壳体 14; 所述壳体 14 为圆球形, 底部切有圆形开口; 梁架 12 和壳体 14 各自固定在基座上。

梁架 12 包括支撑杆 13、固定球 15、压电悬臂梁 16; 固定球 15 与压电悬臂梁 16 固定连接; 支撑杆 13 支撑固定球 15, 支撑杆 13 与固定球 15 固定连接; 梁架 12 是本发明的核心结构, 梁架 12 的振动会引起压电悬臂梁 16 的变形, 压电悬臂梁 16 发生形变时会因压电效应产生电能; 压电悬臂梁 16 的数量为二十五个, 共分四层, 第一层是一个, 第二、第三、第四层各均布八个, 所述各层间压电悬臂梁 16 间呈均匀、环形分布; 支撑杆 13 为梁架 12 的支撑结构, 支撑杆 13 设置在与第一层的压电悬臂梁 16 相对称的固定球 15 上, 支撑杆 13 通过壳体 14 底部的圆形开口固定连接在固定球 15 上。

压电悬臂梁 16、永久磁铁组成双稳态压电悬臂振子结构; 压电悬臂梁 16 包括第一保护层 1、引线 2、第一压电层 3、基层 4、第二保护层 7、第二压电层 8、电极 9; 其中, 层间连接关系依次为第一保护层 1、第一压电层 3、基层 4、第二保护层 7、第二压电层 8, 各

层之间为胶粘贴合；所述第一保护层 1 和第一压电层 3 完全粘贴在一起，第一压电层 3 和基层 7 末端分离，分离长度为第一压电层 3 总长度的 $1/5$ 至 $1/2$ ，第二保护层 8 和第二压电层 9 完全粘贴在一起，第二压电层 9 和基层 7 末端分离，分离长度为第二压电层 9 总长度的 $1/5$ 至 $1/2$ ；所述压电悬臂梁 16 末端第一保护层 1 表面粘贴有一个第一质量块 10，第二保护层 7 表面粘贴有一个第二质量块 11；所述电极 9 设有引线 2，引线 2 从电极 9 引出，压电悬臂梁 16 变形产生的电荷会聚集在电极 9 上，引线 2 引出电极 9 中的电荷形成电流。

永久磁铁包括第一永久磁铁 5、第二永久磁铁 6，第一质量块 10 远离悬臂梁固定端一侧粘贴有第一永久磁铁 5，与第一永久磁铁 5 相对放置的是第二永久磁铁 6；所述第一永久磁铁 5 和第二永久磁铁 6 为矩形磁铁且相互排斥放置；所述第二永久磁铁 5 固定在壳体 14 内壁上。

所述压电悬臂梁 16 是对称结构，第一保护层 1、第二保护层 7 的长度相等、宽度相等，第一压电层 3、第二压电层 8 的长度相等、宽度相等；所述第一压电层 3、基层 4 的长度相同、宽度相同，目的是便于贴合，并且获得较大的压电面积；所述第一保护层 1 的长度和宽度均大于第一压电层 3，目的是使保护层能够包裹压电层和基层 4，形成封闭结构；相互对称布置的两个双稳态压电悬臂振子结构的参数一致，相邻布置的双稳态压电悬臂振子结构的参数不同；所述第一、三层的九个压电悬臂梁 16 的宽度相等、长度相等；所述第二、四层的十六个压电悬臂梁 16 的宽度相等、长度相等；所述第一、二

层的压电悬臂梁 16 的宽度不同、长度不同，目的是为了振动时获得较大的频宽。

所述同一平面上的八个双稳态压电悬臂振子串联连接，不同平面上的双稳态压电悬臂振子并联连接。

所述第一保护层 1 和第二保护层 7 的材料为聚酯；所述第一压电层 3 和第二压电层 8 中压电材料选用 PVDF 和压电纤维复合材料中的一种；所述基层 4 的材料为黄铜、紫铜、钢、铝和铝合金中的一种；所述压电悬臂梁 16 的尺寸以及第一永久磁铁 5 和第二永久磁铁 6 的大小及其之间的距离，可随实际情况进行调整。

当压电发电装置振动时，梁架 12 及固定在梁架上的结构以及壳体 14 均产生振动，压电悬臂梁 16 会产生相对较大的振幅，压电悬臂梁 16 运动产生变形会使得其中的压电层也产生变形，压电层变形时产生极化现象，正负电荷分离，分别附着在压电层的两个面上，由引线 2 引出形成电流。

当压电发电装置振动时，第一保护层 1、第一压电层 3、第二保护层 7、第二压电层 8 都会和基层 4 一起振动，在基层 4 运动到最大位移处，第一保护层 1、第一压电层 3、第二保护层 7、第二压电层 8 会继续运动一段距离，因而第一压电层 3、第二压电层 8 会产生二次形变现象，且这两次形变之间会有耦合作用，二次耦合形变极大的提高了发电量，经实验验证：针对单一压电悬臂振子结构，层间局部分离结构相对于没有分离的结构，其有效工作频域提高了五倍，有效发电量提高了十倍。

综上所述，本发明球面复合层间部分分离双稳态悬臂梁压电发电装置的工作频域宽，发电效率和单位时间的发电量较普通复合型压电悬臂梁结构明显提高。

本发明球面复合层间部分分离双稳态悬臂梁压电发电装置可用于微机电产品，如无线传感器节点、飞行器及卫星元器件等。

权利要求书

1、球面复合层间部分分离双稳态悬臂梁压电发电装置，其特征在于：该装置包括梁架（12）、壳体（14）；所述壳体（14）为圆球形，底部切有圆形开口；梁架（12）和壳体（14）各自固定在基座上；

梁架（12）包括支撑杆（13）、固定球（15）、压电悬臂梁（16）；固定球（15）与压电悬臂梁（16）固定连接；支撑杆（13）支撑固定球（15），支撑杆（13）与固定球（15）固定连接；压电悬臂梁（16）的数量为二十五个，共分四层，第一层是一个，第二、第三、第四层各均布八个，所述各层间压电悬臂梁（16）间呈均匀、环形分布；支撑杆（13）为梁架（12）的支撑结构，支撑杆（13）设置在与第一层的压电悬臂梁（16）相对称的固定球（15）上，支撑杆（13）通过壳体（14）底部的圆形开口固定连接在固定球（15）上；

压电悬臂梁（16）、永久磁铁组成双稳态压电悬臂振子结构；压电悬臂梁（16）包括第一保护层（1）、引线（2）、第一压电层（3）、基层（4）、第二保护层（7）、第二压电层（8）、电极（9）；其中，层间连接关系依次为第一保护层（1）、第一压电层（3）、基层（4）、第二保护层（7）、第二压电层（8），各层之间为胶粘贴合；所述第一保护层（1）和第一压电层（3）完全粘贴在一起，第一压电层（3）和基层（7）末端分离，第二保护层（8）和第二压电层（9）完全粘贴在一起，第二压电层（9）和基层（7）末端分离，分离长度为第二压电层（9）总长度的 $1/5$ 至 $1/2$ ；所述压电悬臂梁（16）末端第一保护层（1）表面粘贴有一个第一质量块（10），第二保护层（7）表面粘贴有一个第二质量块（11）；所述电极（9）设有引线（2），引线（2）

从电极（9）引出，压电悬臂梁（16）变形产生的电荷会聚集在电极（9）上，引线（2）引出电极（9）中的电荷形成电流；

永久磁铁包括第一永久磁铁（5）、第二永久磁铁（6），第一质量块（10）远离悬臂梁固定端一侧粘贴有第一永久磁铁（5），与第一永久磁铁（5）相对放置的是第二永久磁铁（6）；所述第一永久磁铁（5）和第二永久磁铁（6）为矩形磁铁且相互排斥放置；所述第二永久磁铁（5）固定在壳体（14）内壁上。

所述压电悬臂梁（16）是对称结构，第一保护层（1）、第二保护层（7）的长度相等、宽度相等，第一压电层（3）、第二压电层（8）的长度相等、宽度相等；所述第一压电层（3）、基层（4）的长度相同、宽度相同，目的是便于贴合，并且获得较大的压电面积；所述第一保护层（1）的长度和宽度均大于第一压电层（3）；相互对称布置的两个双稳态压电悬臂振子结构的参数一致，相邻布置的双稳态压电悬臂振子结构的参数不同；所述第一、三层的九个压电悬臂梁（16）的宽度相等、长度相等；所述第二、四层的十六个压电悬臂梁（16）的宽度相等、长度相等；所述第一、二层的压电悬臂梁（16）的宽度不同、长度不同；

所述同一平面上的八个双稳态压电悬臂振子串联连接，不同平面上的双稳态压电悬臂振子并联连接。

2、根据权利要求 1 所述的球面复合层间部分分离双稳态悬臂梁压电发电装置，其特征在于：所述压电悬臂梁（16）末端第一保护层（1）与第一压电层（2）的分离长度以及第二保护层（7）与第二压

电层（8）的分离长度均为第一压电层（3）总长度的 $1/5$ 至 $1/2$ 。

3、根据权利要求 1 所述的球面复合层间部分分离双稳态悬臂梁压电发电装置，其特征在于：所述第一保护层（1）和第二保护层（7）的材料为聚酯；所述第一压电层（3）和第二压电层（8）中压电材料为 PVDF 材料和压电纤维复合材料中的一种；所述基层（4）的材料为黄铜、紫铜、钢、铝和铝合金中的一种；所述压电悬臂梁（16）的尺寸以及第一永久磁铁（5）和第二永久磁铁（6）的大小及其之间的距离，可随实际情况进行调整。

4、根据权利要求 1 所述的球面复合层间部分分离双稳态悬臂梁压电发电装置，其特征在于：当压电发电装置振动时，梁架（16）及固定在梁架上的结构以及壳体（14）均产生振动，压电悬臂梁（16）会产生相对较大的振幅，压电悬臂梁（16）运动产生变形会使得其中的压电层也产生变形，压电层变形时产生极化现象，正负电荷分离，分别附着在压电层的两个面上，由引线（2）引出形成电流。

5、根据权利要求 1 所述的球面复合层间部分分离双稳态悬臂梁压电发电装置，其特征在于：当压电发电装置振动时，第一保护层（1）、第一压电层（3）、第二保护层（7）、第二压电层（8）都会和基层（4）一起振动，在基层（4）运动到最大位移处，第一保护层（1）、第一压电层（3）、第二保护层（7）、第二压电层（8）会继续运动一段距离，因而第一压电层（3）、第二压电层（8）会产生二次形变现象，且这两次形变之间会有耦合作用。

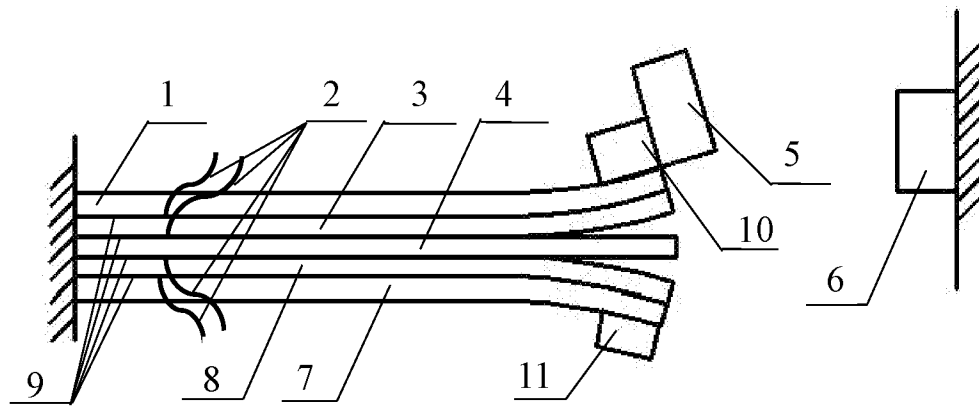


图 1

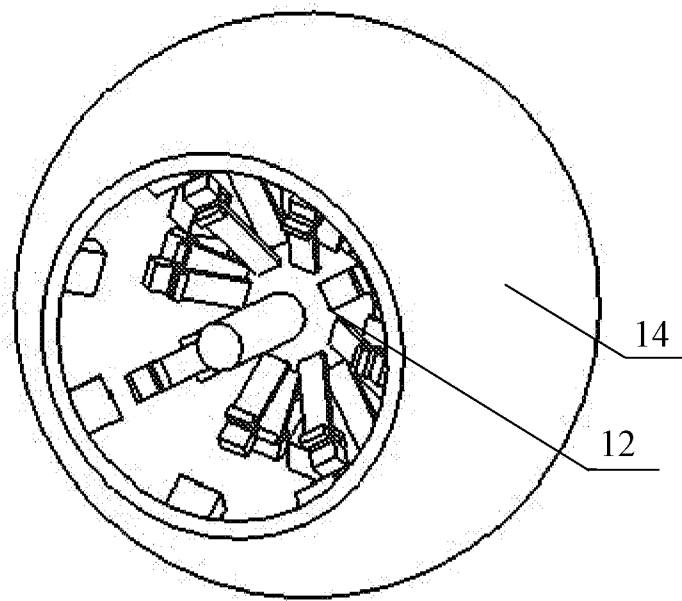


图 2

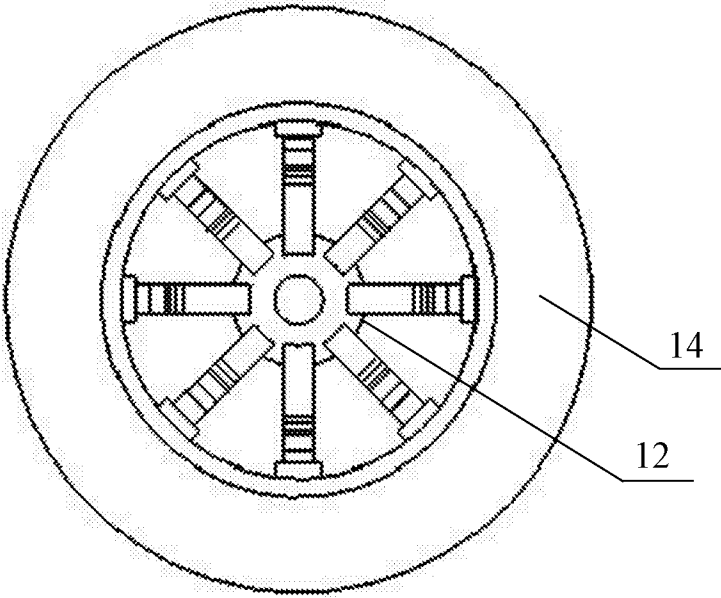


图 3

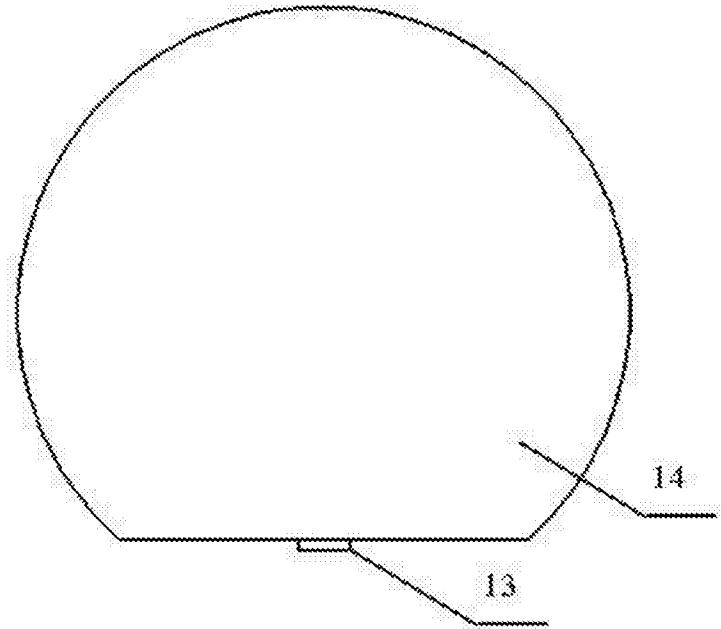


图 4

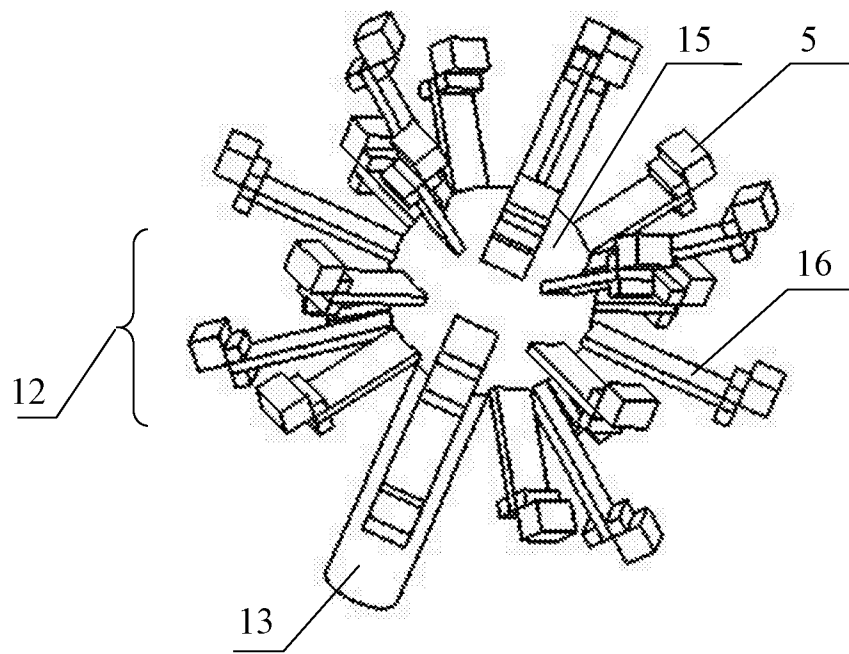


图 5

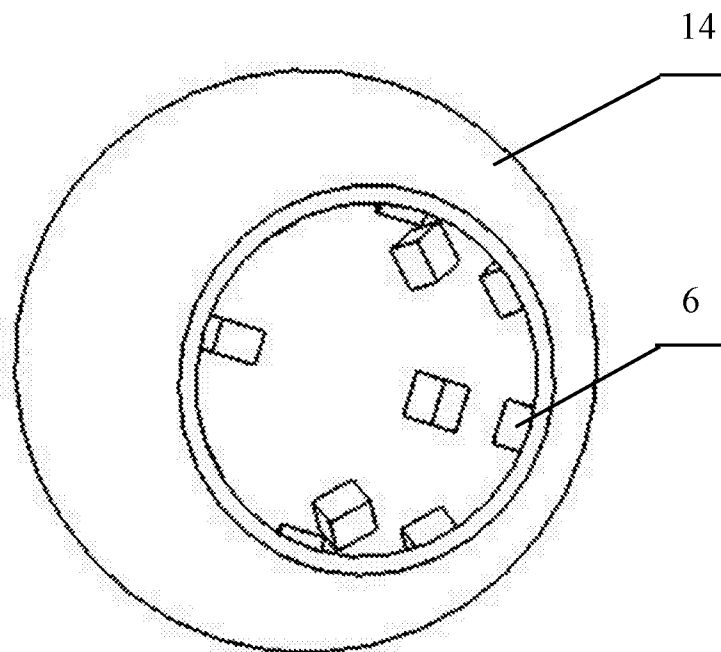


图 6

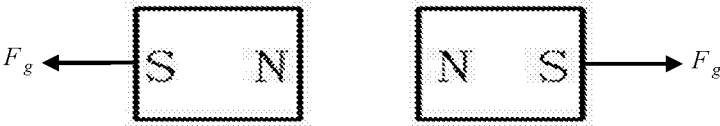


图 7

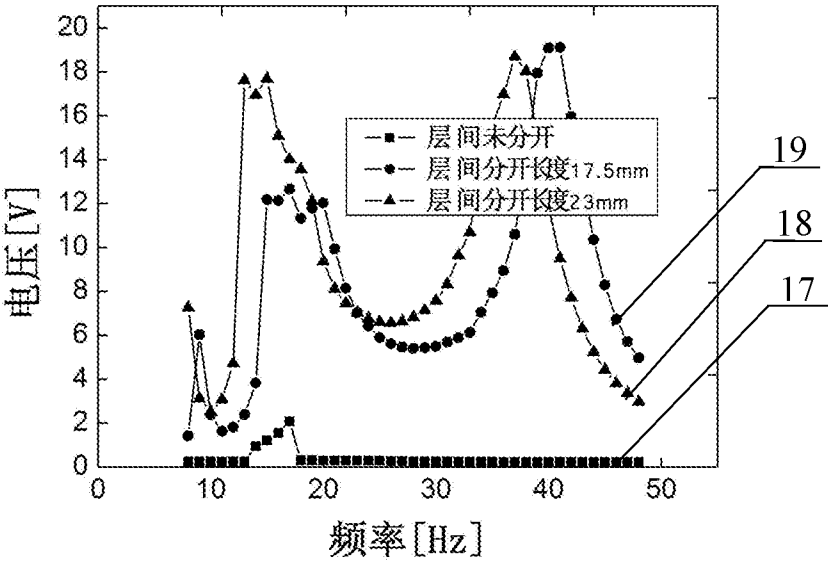


图 8

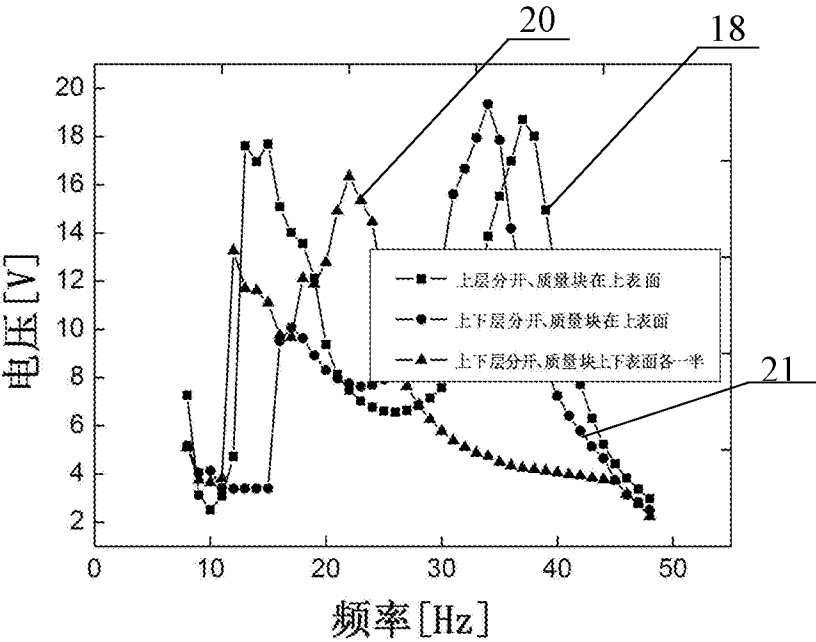


图 9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2014/091997

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, WPI, EPODOC, CNKI: frequency domain, frequency band, power, generat+, piezoelectric, vibrat+, radia+, spher+, magnet+, frequency, bistable

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 102013837 A (NANJING UNIVERSITY OF AERONAUTICS AND ASTRONAUTICS), 13 April 2011 (13.04.2011), description, paragraphs 0013-0019, and figures 1-3	1-5
A	CN 102790548 A (TIANJIN UNIVERSITY), 21 November 2012 (21.11.2012), the whole document	1-5
A	CN 101908837 A (SHANGHAI JIAOTONG UNIVERSITY), 08 December 2010 (08.12.2010), the whole document	1-5
A	CN 201854207 U (WENZHOU UNIVERSITY), 01 June 2011 (01.06.2011), the whole document	1-5
A	JP 2012191787 A (CASIO COMPUTER CO., LTD.), 04 October 2012 (04.10.2012), the whole document	1-5
A	WO 2014076895 A (PANASONIC CORPORATION), 22 May 2014 (22.05.2014), the whole document	1-5

☐ 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 05 January 2015 (05.01.2015)	Date of mailing of the international search report 02 February 2015 (02.02.2015)
Name and mailing address of the ISA/CN: 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 WANG, Shuiying Telephone No.: (86-10) 62413708

International application No.
PCT/CN2014/091997

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (July 2009)

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2014/091997

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, WPI, EPDOC, CNKI 压电, 发电, 球, 震动, 振动, 辐射, 放射, 磁铁, 频域, 频带, 双稳态, power, generat+, piezoelectric, vibrat+, radia+, spher+, magnet+, frequency, bistable

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 102013837 A (南京航空航天大学) 2011年 4月 13日 (2011 - 04 - 13) 说明书第0013-0019段、附图1-3	1-5
A	CN 102790548 A (天津大学) 2012年 11月 21日 (2012 - 11 - 21) 全文	1-5
A	CN 101908837 A (上海交通大学) 2010年 12月 08日 (2010 - 12 - 08) 全文	1-5
A	CN 201854207 U (温州大学) 2011年 6月 01日 (2011 - 06 - 01) 全文	1-5
A	JP 2012191787 A (卡西欧计算机株式会社) 2012年 10月 04日 (2012 - 10 - 04) 全文	1-5
A	WO 2014076895 A (松下株式会社) 2014年 5月 22日 (2014 - 05 - 22) 全文	1-5

☐ 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

2015年 1月 05日

国际检索报告邮寄日期

2015年 2月 02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)
北京市海淀区蓟门桥西土城路6号
100088 中国

传真号 (86-10)62019451

授权官员

王水迎

电话号码 (86-10)62413708

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2014/091997

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	102013837	A	2011年 4月 13日	无	
CN	102790548	A	2012年 11月 21日	无	
CN	101908837	A	2010年 12月 08日	无	
CN	201854207	U	2011年 6月 01日	无	
JP	2012191787	A	2012年 10月 04日	无	
WO	2014076895	A	2014年 5月 22日	无	