(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
2017 年 11 月 23 日 (23.11.2017)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2017/198047 A1

(51) 国际专利分类号:
H02N 2/02 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2017/081869

(22) 国际申请日: 2017 年 4 月 25 日 (25.04.2017)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201610326612.9 2016年5月17日 (17.05.2016) CN

(71) 申请人: 西 安 交 通 大 学 (XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY) [CN/CN]; 中国陕西省西安市碑林区咸宁西路28号田征, Shaanxi 710049 (CN)。

(72) 发明人: 徐明龙 (XU, Minglong); 中国陕西省西安市碑林区咸宁西路28号, Shaanxi 710049 (CN)。 田征 (TIAN, Zheng); 中国陕西省西安市碑林区咸宁西路28号, Shaanxi 710049 (CN)。 敬子建 (JING, ZiJian); 中国陕西省西安市碑林区咸宁西路28号, Shaanxi 710049 (CN)。

(74) 代理人: 西 安 智 大 知 识 产 权 代 理 事 务 所 (XI'AN CYDA INTELLECTUAL PROPERTY AGENCY); 中国陕西省西安市雁塔区科技路195号世纪颐园A707何会侠, Shaanxi 710075 (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, 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, SM,

(54) **Title:** PIEZOELECTRIC CERAMIC DRIVEN THREE-FREEDOM-DEGREE ANGLE ADJUSTMENT APPARATUS AND ADJUSTMENT METHOD

(54) 发明名称: 一种压电陶瓷驱动的三自由度角度调节装置及调节方法

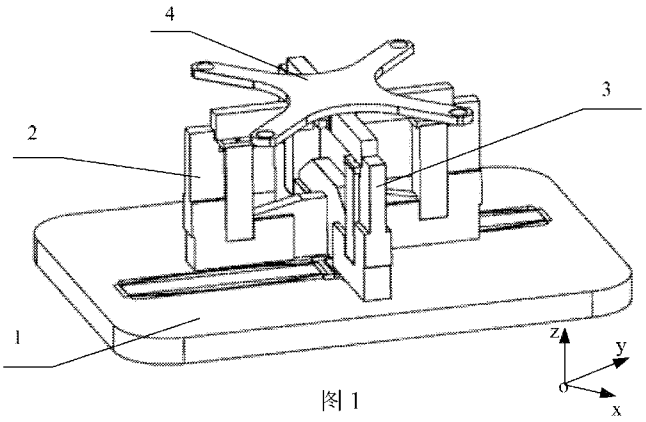


图 1

(57) **Abstract:** A three-freedom-degree adjustment apparatus based on piezoelectric ceramic driving, which is composed of a Z-direction deflection mechanism located at the bottom, an X-direction deflection mechanism mounted at the bottom, a Y-direction deflection mechanism mounted on the X-direction deflection mechanism and an object stage mounted on a deflection block of an angle output of the deflection mechanism. The Z-direction deflection mechanism is located at the bottom, and is composed of a mounting substrate and two piezoelectric stacks with pre-tightening functions. The piezoelectric stacks within the Z-direction deflection mechanism output a Z-direction deflection under voltages with the same size and direction. The X-direction deflection mechanism and the Y-direction deflection mechanism have the similar principle, and include a deflection mechanism framework and a pair of piezoelectric stacks; and the X-direction deflection mechanism and the Y-direction deflection mechanism are perpendicularly mounted, and the two as a whole are perpendicular to the plane of the Z-direction deflection mechanism. When a pair of piezoelectric stacks within a certain deflection mechanism generates a differential displacement under the action of a differential voltage, a deflection block is enabled to generate an angular displacement output under the guide action of a flexible hinge. In the present invention, since three axes are individually driven, there is no fraction, and large-scale and high-precision adjustment of three degrees of freedom can be realized.

WO 2017/198047 A1

[见续页]

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)。

根据细则4.17的声明：

— 关于发明人身份(细则4.17(i))

— 关于申请人有权申请并被授予专利(细则4.17(ii))

— 关于申请人有权要求在先申请的优先权(细则4.17(iii))

— 发明人资格(细则4.17(iv))

本国际公布：

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

(57) 摘要：一种基于压电陶瓷驱动的三自由度调节装置，由位于底部的Z方向偏转机构、以及安装在底部的X方向偏转机构、安装X方向偏转机构上的Y方向偏转机构和安装在偏转机构角度输出的偏转块上的载物台组成；Z方向偏转机构位于底部，由安装基板和两个带预紧的压电堆组成；Z方向偏转机构内的压电堆在大小和方向相同的电压下输出Z方向偏转；X方向偏转机构和Y方向偏转机构原理类似，包含偏转机构框架和一对压电堆，X方向偏转机构和Y方向偏转机构垂直安装，整体垂直于Z方向偏转机构平面；当某一偏转机构内的一对压电堆在差分电压作用下产生差分位移，并在柔性铰链的导向作用下使偏转块产生角位移输出；本发明由于三个轴独立驱动，无摩擦，可实现三自由度大范围、高精度调节。

一种压电陶瓷驱动的三自由度角度调节装置及调节方法

技术领域

本发明属于精密仪器技术领域，具体涉及一种基于压电陶瓷驱动的三自由度调节装置及调节方法。

背景技术

随着航天工程等学科的迅速发展，高精度姿态调节机构在目标扫描探测、跟踪、瞄准以及天文望远镜、图像稳定控制、航天器通讯精确指向等方面得到了广泛应用，并发挥着日益重要的作用。

以音圈电机为核心器件的电磁类作动装置，往往具有体积大，工作时有电磁泄漏，且位置保持时功耗大、发热严重等不足。

基于传统摩擦铰链的连接方式，存在传动精度低、器件磨损，以及为了减少磨损而采用润滑导致的器件污染。

压电作动器具有尺寸小、重量轻、功耗低、响应快、作动精度高、输出力大、发热小等特点，广泛应用于高精度调节和作动机构中。

基于柔性铰链的传动基于结构的弹性变形，传动精度高，无摩擦，无需润滑等优点。

发明内容

为了避免上述音圈电机及摩擦铰链的不足，本发明的目的在于提供基于压电陶瓷驱动的三自由度调节装置及调节方法，本发明装置能够使所驱动的对象独立沿 X、Y、Z 方向偏转；该装置具有尺寸小、重量轻、无机械摩擦、能快速响应、角度保持功耗低、三自由度独立

为了实现上述目的，本发明采用如下技术方案：

一种基于压电陶瓷驱动的三自由度调节装置，包括依次连接的 Z 方向偏转机构 1、X 方向偏转机构 2、Y 方向偏转机构 3 和载物台 4；所述 Z 方向偏转机构 1 位于 XOY 平面内，为装置的安装底座，X 方向偏转机构 2 位于 YOZ 平面内，Y 方向偏转机构 3 位于 XOZ 平面内；

所述 Z 方向偏转机构 1 由安装基板 1-1、第一带预压力的压电堆作动器 1-2、第一 Z 方向偏转梁 1-3、第二带预压力的压电堆作动器 1-4、Z 方向偏转块 1-5 和第二 Z 方向偏转梁 1-6 组成；所述安装基板 1-1 分别与第一 Z 方向偏转梁 1-3 和第二 Z 方向偏转梁 1-6 通过柔性铰链连接；第一 Z 方向偏转梁 1-3 和第二 Z 方向偏转梁 1-6 与 Z 方向偏转块 1-5 通过柔性铰链连接；Z 方向偏转块 1-5 无铰链的两侧为安装凹槽；第一带预压力的压电堆作动器 1-2 和第二带预压力的压电堆作动器 1-4 安装在安装基板 1-1 内，一端嵌入安装基板 1-1 内，另一端分别安装在通过柔性铰链与第二 Z 方向偏转梁 1-6 和第一 Z 方向偏转梁 1-3 连接的槽内；

所述 X 方向偏转机构 2 由整块金属切割成的框架和两个压电堆组成；包括形状为向上“凹”形的具有较大刚度的轴对称的金属框形成的基座 2-1，基座 2-1 内部的凹槽用于与 Y 方向偏转机构 3 安装配合用，基座 2-1 内侧顶部两端通过外侧柔性铰链与第一 X 方向偏转梁 2-3 和第二 X 方向偏转梁 2-5 相连；第一 X 方向偏转梁 2-3 和第二 X 方向偏转梁 2-5 的内侧通过内侧柔性铰链与 X 方向偏转块 2-4 相连；

3 中的 Y 方向偏转块安装配合用；基座 2-1 的底部有两个突出的金属块，形成下凹安装槽 2-8，用于与 Z 方向偏转机构 1 上的 Z 方向偏转块 1-5 的安装凹槽实现安装用；第一 X 方向偏转梁 2-3 和第二 X 方向偏转梁 2-5 靠近基座 2-1 处的下端分别设置有用底部柔性铰链连接的金属帽，用于安装压电堆并起导向做用；第一 X 方向压电堆 2-2 和第二 X 方向压电堆 2-6 下端安装在基座 2-1 上，上端通过金属帽与第一 X 方向偏转梁 2-3 和第二 X 方向偏转梁 2-5 相连；

所述 Y 方向偏转机构 3 由整块金属切割成的框架和两个压电堆组成；包括刚性基座 3-1，刚性基座 3-1 底部有一个凹槽用于和 X 方向偏转机构 2 的底部凹槽，通过加工尺寸的约束实现定位配合；刚性基座 3-1 内侧顶部两端通过外侧柔性铰链与第一 Y 方向偏转梁 3-3 和第二 Y 方向偏转梁 3-5 相连接；第一 Y 方向偏转梁 3-3 和第二 Y 方向偏转梁 3-5 靠近刚性基座 3-1 处的底端通过底部柔性铰链与压电堆安装帽相连接；第一 Y 方向偏转梁 3-3 和第二 Y 方向偏转梁 3-5 的内侧通过内侧柔性铰链与 Y 方向偏转块 3-4 连接；Y 方向偏转块 3-4 为上表面带有凹槽的金属块，凹槽用于和 X 方向偏转块 2-4 安装配合；第一 Y 方向压电堆 3-2 和第二 Y 方向压电堆 3-6 下端安装在刚性基座 3-1 上，上端分别安装在第一 Y 方向偏转梁 3-3 和第二 Y 方向偏转梁 3-5 压电堆安装帽上；

所述载物台 4 上表面为物体安装平面，形状根据对象设定；底部为 X、Y 双向的凹槽分别用于与 X 方向偏转块 2-4 和 Y 方向偏转块

整体。

Z 方向偏转机构 1 和 X 方向偏转机构 2 之间相配合部分通过螺钉连接；X 偏转的偏转机构 2 和 Y 方向偏转机构 3 之间配合部分通过螺钉连接；载物台 4 与 X 方向偏转机构 2 与 Y 方向偏转机构 3 安装后的偏转块通过螺钉连接；载物台 4 上留有安装孔，以便搭载物体安装。

上述基于压电陶瓷驱动的三自由度调节装置的调节方法：

对于所述 Z 方向偏转机构 1，当安装在 Z 方向偏转机构 1 内的第一带预压力的压电堆作动器 1-2 和第二带预压力的压电堆作动器 1-4 在一对大小相等方向相同的电压作用下，基于压电材料的逆压电效应，压电堆产生大小相等方向相反的一对位移，第一带预压力的压电堆作动器 1-2 和第二带预压力的压电堆作动器 1-4 分别通过柔性铰链推动相连的第二 Z 方向偏转梁 1-6 和第一 Z 方向偏转梁 1-3 沿伸长方向产生偏转，进而通过柔性铰链驱动位于中间的 Z 方向偏转块 1-5 产生偏转；Z 方向偏转块 1-5 带动整个调节装置产生 Z 方向的偏转；

对于所述 X 方向偏转机构 2，当安装在 X 方向偏转机构 2 内的第一 X 方向压电堆 2-2 和第二 X 方向压电堆 2-6 基于逆压电效应，在一对差分电压作用下产生一对差分形式位移输出，第一 X 方向压电堆 2-2 和第二 X 方向压电堆 2-6 分别通过底部柔性铰链推动相连的第一 X 方向偏转梁 2-3 和第二 X 方向偏转梁 2-5 绕着外侧柔性铰链偏转，进而通过内侧柔性铰链驱动位于中间的 X 方向偏转块 2-4 绕着 X 轴

对于所述 Y 方向偏转机构 3，当安装在 Y 方向偏转机构 3 内的第一 Y 方向压电堆 3-2 和第二 Y 方向压电堆 3-6 基于逆压电效应，在一对差分电压作用下，产生一对差分形式位移输出，第一 Y 方向压电堆 3-2 和第二 Y 方向压电堆 3-6 通过底部柔性铰链推动相连的第一 Y 方向偏转梁 3-3 和第二 Y 方向偏转梁 3-5 绕着外侧柔性铰链偏转，进而通过内侧柔性铰链驱动位于中间的 Y 方向偏转块 3-4 绕着 Y 轴偏转，从而带动载物台 4 实现 Y 方向上的偏转；

所述 X、Y、Z 方向上的偏转均为独立驱动，X、Y 输出相互影响小，与 Z 向输出独立；整个装置无机械摩擦，实现三轴高精度角度独立调节。

与现有技术相比较，本发明具有如下优点：

1)、结构紧凑，尺寸小，重量轻。

2)、三轴独立驱动，无机械摩擦，精度高。

3)、在满行程时可输出较大角位移，若角度输出小时，可实现较低的驱动电压和较低的功耗，增加了装置实用性。

附图说明

图 1 为本发明装置装配图。

图 2 为 Z 方向偏转机构。

图 3 为 X 方向偏转机构。

图 4 为 Y 方向偏转机构。

图 5 为各轴偏转示意图。

本发明一种基于压电陶瓷驱动的三自由度调节装置，包括 Z 方向偏转机构 1、X 方向偏转机构 2、Y 方向偏转机构 3 和载物台 4。装配图如图 1 所示，X 方向偏转机构 3 和 Y 方向偏转机构 3 垂直安装，整体垂直于 Z 方向偏转机构 1 平面。

如图 2 所示，Z 方向偏转机构 1 由安装基板 1-1、第一带预压力的压电堆作动器 1-2、第一 Z 方向偏转梁 1-3、第二带预压力的压电堆作动器 1-4、Z 方向偏转块 1-5 和第二 Z 方向偏转梁 1-6 组成；所述安装基板 1-1 分别与第一 Z 方向偏转梁 1-3 和第二 Z 方向偏转梁 1-6 通过柔性铰链连接；第一 Z 方向偏转梁 1-3 和第二 Z 方向偏转梁 1-6 与 Z 方向偏转块 1-5 通过柔性铰链连接；Z 方向偏转块 1-5 无铰链的两侧为安装凹槽；第一带预压力的压电堆作动器 1-2 和第二带预压力的压电堆作动器 1-4 安装在安装基板 1-1 内，一端嵌入安装基板 1-1 内，另一端分别安装在通过柔性铰链与第二 Z 方向偏转梁 1-6 和第一 Z 方向偏转梁 1-3 连接的槽内。

如图 3 所示，X 方向偏转机构 2 由整块金属切割成的框架和两个压电堆组成；包括形状为向上“凹”形的具有较大刚度的轴对称的金属框形成的基座 2-1，基座 2-1 内部的凹槽用于与 Y 方向偏转机构 3 安装配合用，基座 2-1 内侧顶部两端通过外侧柔性铰链与第一 X 方向偏转梁 2-3 和第二 X 方向偏转梁 2-5 相连；第一 X 方向偏转梁 2-3 和第二 X 方向偏转梁 2-5 的内侧通过内侧柔性铰链与 X 方向偏转块 2-4 相连；X 方向偏转块 2-4 为向下“凹”形的金属块，用于和 Y 方向偏

的金属块，形成下凹安装槽 2-8，用于与 Z 方向偏转机构 1 上的 Z 方向偏转块 1-5 的安装凹槽实现安装用；第一 X 方向偏转梁 2-3 和第二 X 方向偏转梁 2-5 靠近基座 2-1 处的下端分别设置有用底部柔性铰链连接的金属帽，用于安装压电堆并起导向做用；第一 X 方向压电堆 2-2 和第二 X 方向压电堆 2-6 下端安装在基座 2-1 上，上端通过金属帽与第一 X 方向偏转梁 2-3 和第二 X 方向偏转梁 2-5 相连。

如图 4 所示，Y 方向偏转机构 3 位于 XOZ 面内，由整块金属切割成的框架和两个压电堆组成；包括刚性基座 3-1，刚性基座 3-1 底部有一个凹槽用于和 X 方向偏转机构 2 的底部凹槽，通过加工尺寸的约束实现定位配合；刚性基座 3-1 内侧顶部两端通过外侧柔性铰链与第一 Y 方向偏转梁 3-3 和第二 Y 方向偏转梁 3-5 相连接；第一 Y 方向偏转梁 3-3 和第二 Y 方向偏转梁 3-5 靠近刚性基座 3-1 处的底端通过底部柔性铰链与压电堆安装帽相连接；第一 Y 方向偏转梁 3-3 和第二 Y 方向偏转梁 3-5 的内侧通过内侧柔性铰链与 Y 方向偏转块 3-4 连接；Y 方向偏转块 3-4 为上表面带有凹槽的金属块，凹槽用于和 X 方向偏转块 2-4 安装配合，安装后的 X 方向偏转块 2-4 与 Y 方向偏转块 3-4 成为一个整体；第一 Y 方向压电堆 3-2 和第二 Y 方向压电堆 3-6 下端安装在刚性基座 3-1 上，上端分别安装在第一 Y 方向偏转梁 3-3 和第二 Y 方向偏转梁 3-5 压电堆安装帽上。

载物台 4 上表面为物体安装平面，形状可以根据对象设定；底部为 X、Y 双向的凹槽分别用于与 X 方向偏转块 2-4 和 Y 方向偏转块

为了详细说明各个机构的位置及其安装关系，引入三维坐标系。Z 方向偏转机构 1 位于底部 XOY 平面内，为装置的安装底座；X 方向偏转机构 2 位于 YOZ 平面内。底部通过下凹安装槽 2-8 与 Z 方向偏转机构 1 上的 Z 方向偏转块 1-5 的安装槽实现安装定位。Y 方向偏转机构 3 位于 XOZ 平面内，Y 方向偏转机构 3 底部通过凹槽与 X 方向偏转机构 2 的底部凹槽实现定位配合，X 方向偏转机构 2 和 Y 方向偏转机构 3 二者垂直安装，定位可通过加工尺寸保证。同时，Y 方向偏转机构 3 的 Y 方向偏转块 3-4 向上的凹槽与 X 方向偏转机构 2 顶部 X 方向偏转块 2-4 向下凹槽配合。安装后的 X 方向偏转块 2-4 的 Y 方向偏转块 3-4 成为一个整体。

载物台底部通过双向凹槽与安装后的整体偏转块定位配合。Z 方向偏转机构 1 和 X 方向偏转机构 2 之间相配合部分通过螺钉连接；X 方向偏转机构 2 和 Y 方向偏转机构 3 之间配合部分通过螺钉连接；载物台 4 和 X 方向偏转机构 2 与 Y 方向偏转机构 3 配合后的二维偏转台通过螺钉连接。载物台 4 上留有安装孔，以便搭载物体安装。

上述基于压电陶瓷驱动的三自由度调节装置的调节方法：

对于所述 Z 方向偏转机构 1，当安装在 Z 方向偏转机构 1 内的第一带预压力的压电堆作动器 1-2 和第二带预压力的压电堆作动器 1-4 在一对大小相等方向相同的电压作用下，基于压电材料的逆压电效应，压电堆产生大小相等方向相反的一对位移，第一带预压力的压电

推动相连的第二 Z 方向偏转梁 1-6 和第一 Z 方向偏转梁 1-3 沿伸长方向产生偏转，进而通过柔性铰链驱动位于中间的 Z 方向偏转块 1-5 产生偏转；Z 方向偏转块 1-5 带动整个调节装置产生 Z 方向的偏转。

对于所述 X 方向偏转机构 2，当安装在 X 方向偏转机构 2 内的第一 X 方向压电堆 2-2 和第二 X 方向压电堆 2-6 基于逆压电效应，在一对差分电压作用下产生一对差分形式位移输出，第一 X 方向压电堆 2-2 和第二 X 方向压电堆 2-6 分别通过底部柔性铰链推动相连的第一X方向偏转梁2-3和第二X方向偏转梁2-5绕着外侧柔性铰链偏转，进而通过内侧柔性铰链驱动位于中间的 X 方向偏转块 2-4 绕着 X 轴偏转，从而带动载物台 4 实现 X 轴方向上的偏转。

对于所述 Y 方向偏转机构 3，当安装在 Y 方向偏转机构 3 内的第一 Y 方向压电堆 3-2 和第二 Y 方向压电堆 3-6 基于逆压电效应，在一对差分电压作用下，产生一对差分形式位移输出，第一 Y 方向压电堆 3-2 和第二 Y 方向压电堆 3-6 通过底部柔性铰链推动相连的第一 Y 方向偏转梁 3-3 和第二 Y 方向偏转梁 3-5 绕着外侧柔性铰链偏转，进而通过内侧柔性铰链驱动位于中间的 Y 方向偏转块 3-4 绕着 Y 轴偏转，从而带动载物台 4 实现 Y 方向上的偏转。

所述 Z 方向偏转机构 1、X 方向偏转机构 2、Y 方向偏转机构 3 结构设计所用偏转原理一致，如图 5 所示， L1 为偏转梁压电堆驱动铰链中心至外侧柔性铰链中心的距离，L2 为偏转梁压电堆驱动铰链中心距内侧与偏转块连接铰链中心的距离，L3 为偏转块在相应偏转

的位移，则偏转梁端部近似产生δ2的位移。则中间偏转块带动载物台偏转角度α可以近似为：

$$\alpha \approx \arctan\frac{\delta 1 * L2}{L1 * L3}$$

所述X、Y、Z方向上的偏转均为独立驱动，X、Y输出相互影响小，与Z向输出独立。整个装置无机械摩擦，可以实现三轴高精度角度独立调节。

权利要求书

1、一种基于压电陶瓷驱动的三自由度调节装置，其特征在于：包括依次连接的 Z 方向偏转机构（1）、X 方向偏转机构（2）、Y 方向偏转机构（3）和载物台（4）；所述 Z 方向偏转机构（1）位于 XOY 平面内，为装置的安装底座，X 方向偏转机构（2）位于 YOZ 平面内，Y 方向偏转机构（3）位于 XOZ 平面内；

所述 Z 方向偏转机构（1）由安装基板（1-1）、第一带预压力的压电堆作动器（1-2）、第一 Z 方向偏转梁（1-3）、第二带预压力的压电堆作动器（1-4）、Z 方向偏转块（1-5）和第二 Z 方向偏转梁（1-6）组成；所述安装基板（1-1）分别与第一 Z 方向偏转梁（1-3）和第二 Z 方向偏转梁（1-6）通过柔性铰链连接；第一 Z 方向偏转梁（1-3）和第二 Z 方向偏转梁（1-6）与 Z 方向偏转块（1-5）通过柔性铰链连接；Z 方向偏转块（1-5）无铰链的两侧为安装凹槽；第一带预压力的压电堆作动器（1-2）和第二带预压力的压电堆作动器（1-4）安装在安装基板（1-1）内，一端嵌入安装基板（1-1）内，另一端分别安装在通过柔性铰链与第二 Z 方向偏转梁（1-6）和第一 Z 方向偏转梁（1-3）连接的槽内；

所述 X 方向偏转机构（2）由整块金属切割成的框架和两个压电堆组成；包括形状为向上“凹”形的轴对称的金属框形成的基座（2-1），基座（2-1）内部的凹槽用于与 Y 方向偏转机构（3）安装配合用，基座（2-1）内侧顶部两端通过外侧柔性铰链与第一 X 方向偏转梁（2-3）和第二 X 方向偏转梁（2-5）相连；第一 X 方向偏转梁（2-3）和第二 X 方向偏转梁（2-5）的内侧通过内侧柔性铰链与 X 方向偏转块（2-4）相连；X 方向偏转块（2-4）为向下“凹”形的金属块，用于和 Y 方向偏转机构（3）中的 Y 方向偏转块安装配合用；基座（2-1）的底部有两个突出的金属块，形成下凹安装槽（2-8），用于与 Z 方向偏转机构（1）

和第二 X 方向偏转梁（2-5）靠近基座（2-1）处的下端分别设置有用底部柔性铰链连接的金属帽，用于安装压电堆并起导向作用；第一 X 方向压电堆（2-2）和第二 X 方向压电堆（2-6）下端安装在基座（2-1）上，上端通过金属帽与第一 X 方向偏转梁（2-3）和第二 X 方向偏转梁（2-5）相连；

所述 Y 方向偏转机构（3）由整块金属切割成的框架和两个压电堆组成；包括刚性基座（3-1），刚性基座（3-1）底部有一个凹槽用于和 X 方向偏转机构（2）的底部凹槽实现定位配合，所述 Y 方向偏转机构（3）和 X 方向偏转机构（2）垂直安装，并通过加工尺寸来保证配合；刚性基座（3-1）内侧顶部两端通过外侧柔性铰链与第一 Y 方向偏转梁（3-3）和第二 Y 方向偏转梁（3-5）相连接；第一 Y 方向偏转梁（3-3）和第二 Y 方向偏转梁（3-5）靠近刚性基座（3-1）处的端通过底部柔性铰链与压电堆安装帽相连接；第一 Y 方向偏转梁（3-3）和第二 Y 方向偏转梁（3-5）的内侧通过内侧柔性铰链与 Y 方向偏转块（3-4）连接；Y 方向偏转块（3-4）为上表面带有凹槽的金属块，凹槽用于和 X 方向偏转块（2-4）安装配合；第一 Y 方向压电堆（3-2）和第二 Y 方向压电堆（3-6）下端安装在刚性基座（3-1）上，上端分别安装在第一 Y 方向偏转梁（3-3）和第二 Y 方向偏转梁（3-5）压电堆安装帽上；

所述载物台（4）上表面为物体安装平面，形状根据对象设定；底部为 X、Y 双向的凹槽分别用于与 X 方向偏转块（2-4）和 Y 方向偏转块（3-4）相连，安装后的 X 方向偏转块（2-4）与 Y 方向偏转块（3-4）成为一个整体。

2、根据权利要求 1 所述的基于压电陶瓷驱动的三自由度调节装置，其特征在于：所述 Z 方向偏转机构（1）和 X 方向偏转机构（2）之间相配合部分通过螺钉连接，X 方向偏转机构（2）和 Y 方向偏转机构（3）之间配合部分通过螺

的偏转块通过螺钉连接。

3、权利要求 1 所述基于压电陶瓷驱动的三自由度调节装置的调节方法：其特征在于：

对于所述 Z 方向偏转机构（1），当安装在 Z 方向偏转机构（1）内的第一带预压力的压电堆作动器（1-2）和第二带预压力的压电堆作动器（1-4）在一对大小相等方向相同的电压作用下，基于压电材料的逆压电效应，压电堆产生大小相等方向相反的一对位移，第一带预压力的压电堆作动器（1-2）和第二带预压力的压电堆作动器（1-4）分别通过柔性铰链推动相连的第二 Z 方向偏转梁（1-6）和第一 Z 方向偏转梁（1-3）沿伸长方向产生偏转，进而通过柔性铰链驱动位于中间的 Z 方向偏转块（1-5）产生偏转；Z 方向偏转块（1-5）带动整个调节装置产生 Z 方向的偏转；

对于所述 X 方向偏转机构（2），当安装在 X 方向偏转机构（2）内的第一 X 方向压电堆（2-2）和第二 X 方向压电堆（2-6）基于逆压电效应，在一对差分电压作用下产生一对差分形式位移输出，第一 X 方向压电堆（2-2）和第二 X 方向压电堆（2-6）分别通过底部柔性铰链推动相连的第一 X 方向偏转梁（2-3）和第二 X 方向偏转梁（2-5）绕着外侧柔性铰链偏转，进而通过内侧柔性铰链驱动位于中间的 X 方向偏转块（2-4）绕着 X 轴偏转，从而带动载物台（4）实现 X 轴方向上的偏转；

对于所述 Y 方向偏转机构（3），当安装在 Y 方向偏转机构（3）内的第一 Y 方向压电堆（3-2）和第二 Y 方向压电堆（3-6）基于逆压电效应，在一对差分电压作用下，产生一对差分形式位移输出，第一 Y 方向压电堆（3-2）和第二 Y 方向压电堆（3-6）通过底部柔性铰链推动相连的第一 Y 方向偏转梁（3-3）和第

于中间的 Y 方向偏转块（3-4）绕着 Y 轴偏转，从而带动载物台（4）实现 Y 方向上的偏转；

所述 X、Y、Z 方向上的偏转均为独立驱动，X、Y 输出相互影响小，与 Z 向输出独立；整个装置无机械摩擦，实现三轴高精度角度独立调节。

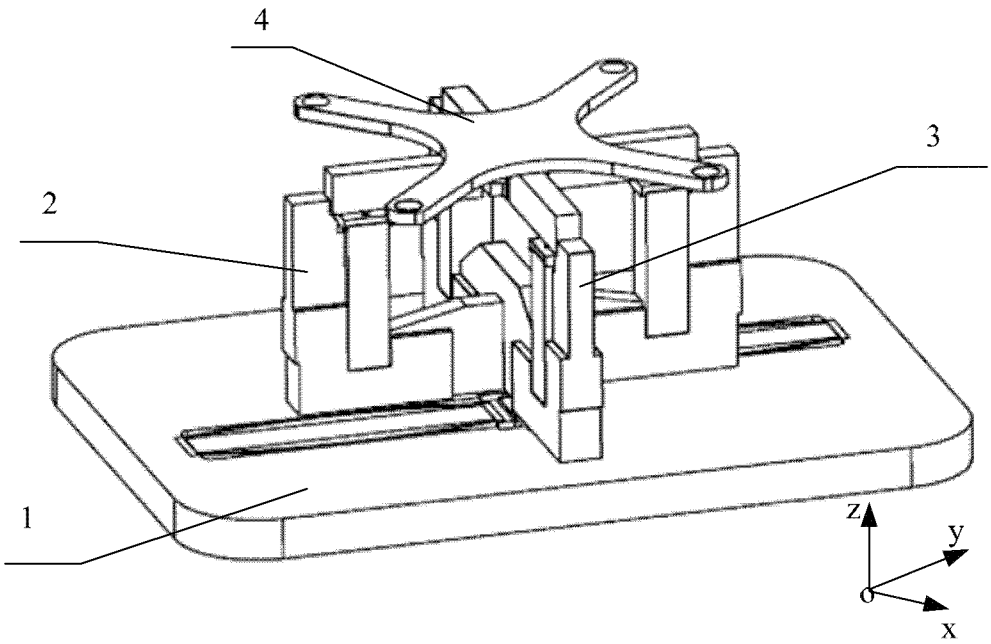


图 1

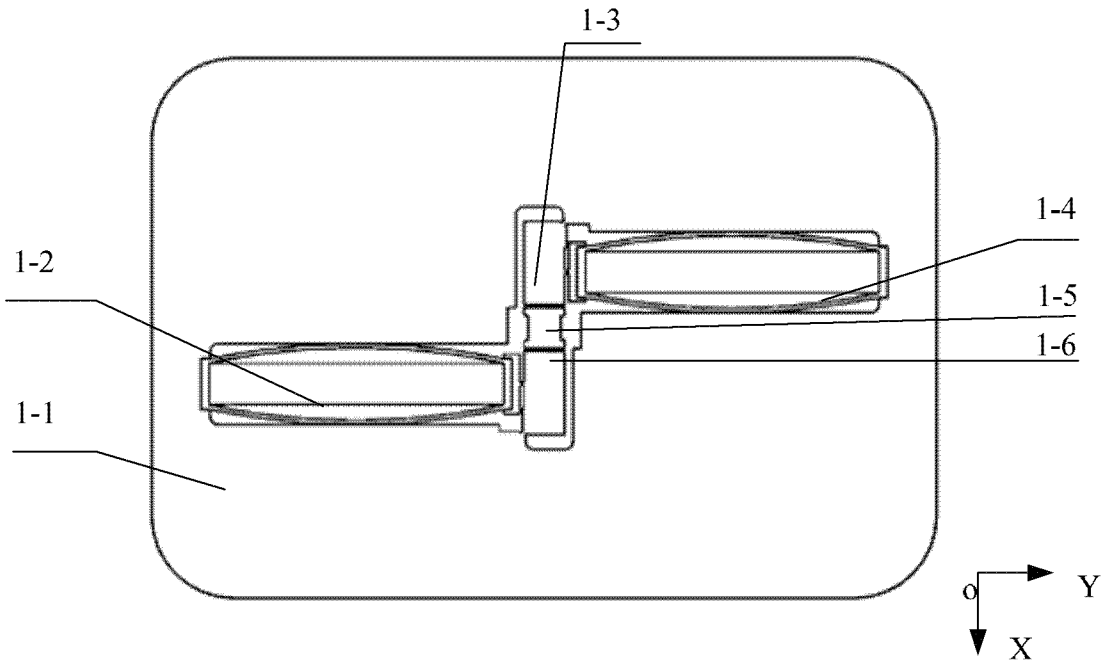


图 2

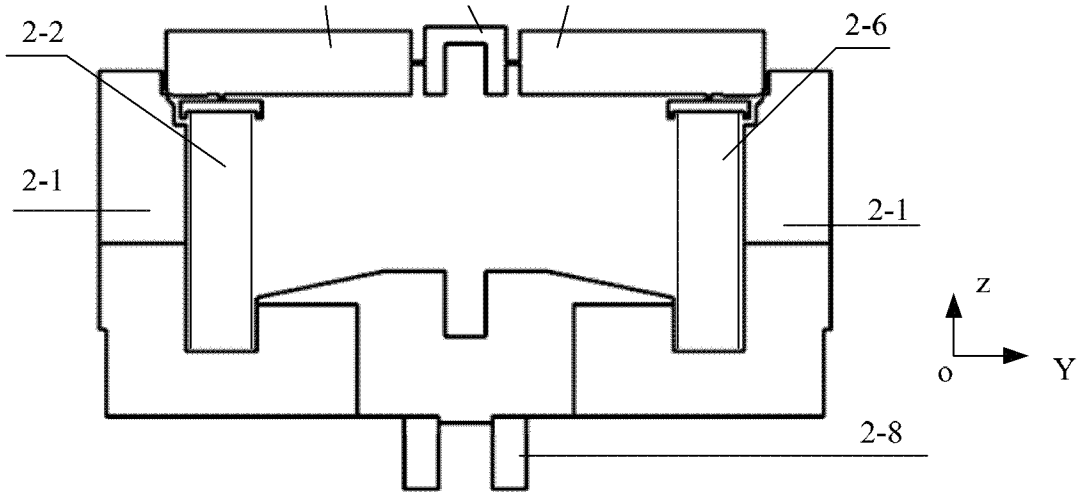


图 3

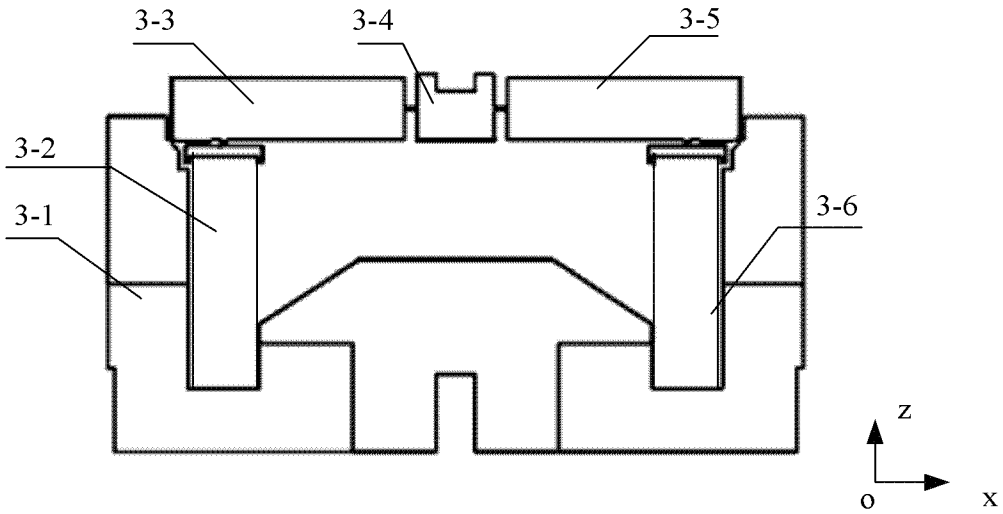


图 4

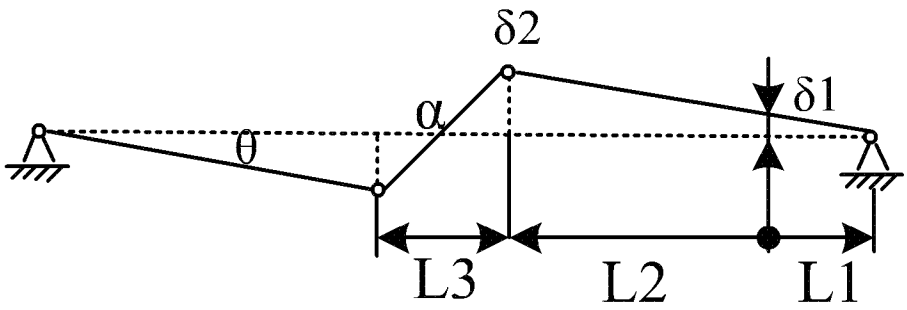


图 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2017/081869

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02N 2/02 (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)

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)

CNABS, CNTXT, DWPI, CNKI: degree of freedom, piezoelectric, ceramics, drive, three, triple, degree, freedom, deflection, hinge, beam, stack, slot

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 106026763 A (XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY), 12 October 2016 (12.10.2016), claims 1-3	1-3
A	CN 102446563 A (JIANGSU UNIVERSITY), 09 May 2012 (09.05.2012), the whole document	1-3
A	CN 101286369 A (SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY), 15 October 2008 (15.10.2008), the whole document	1-3
A	JP 2008236820 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO., LTD.), 02 October 2008 (02.10.2008), the whole document	1-3

☐ 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	Date of mailing of the international search report
02 July 2017 (02.07.2017)	**01 August 2017 (01.08.2017)**
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 **YU, Wenliang** Telephone No.: (86-10) **62411758**

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2017/081869

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 106026763 A	12 October 2016	CN 106026763 B	17 May 2017
CN 102446563 A	09 May 2012	None	
CN 101286369 A	15 October 2008	CN 101286369 B	11 August 2010
JP 2008236820 A	02 October 2008	None	

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2017/081869

A. 主题的分类

H02N 2/02(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)

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））

CNABS，CNTXT，DWPI,CNKI：压电，陶瓷，驱动，三，自由度，偏转，铰链，梁，堆，凹槽，piezoelectric，ceramics，drive，three，triple，degree，freedom，deflection，hinge，beam，stack，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
PX	CN 106026763 A (西安交通大学) 2016年 10月 12日 (2016 - 10 - 12) 权利要求1-3	1-3
A	CN 102446563 A (江苏大学) 2012年 5月 9日 (2012 - 05 - 09) 全文	1-3
A	CN 101286369 A (上海交通大学) 2008年 10月 15日 (2008 - 10 - 15) 全文	1-3
A	JP 2008236820 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD) 2008年 10月 2日 (2008 - 10 - 02) 全文	1-3

☐ 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	国际检索报告邮寄日期
2017年 7月 2日	2017年 8月 1日

ISA/CN的名称和邮寄地址	受权官员
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	俞文良
传真号 (86-10)62019451	电话号码 (86-10)62411758

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2017/081869

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	106026763	A	2016年 10月 12日	CN	106026763	B	2017年 5月 17日
CN	102446563	A	2012年 5月 9日		无		
CN	101286369	A	2008年 10月 15日	CN	101286369	B	2010年 8月 11日
JP	2008236820	A	2008年 10月 2日		无		