(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
2018 年 7 月 5 日 (05.07.2018)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2018/120877 A1

(51) 国际专利分类号:
G02B 7/198 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2017/099189

(22) 国际申请日: 2017 年 8 月 26 日 (26.08.2017)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201611224947.6 2016年12月27日 (27.12.2016) 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,徐明龙, 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)。 宋思扬 (SONG, Siyang); 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)。 冯勃 (FENG, Bo); 中国陕西省西安市碑林区咸宁西路28号, Shaanxi 710049 (CN)。 邵恕宝 (SHAO, Shubao); 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, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(54) **Title:** LOW-HEIGHT BIAXIAL DEFLECTION DEVICE HAVING DEFLECTION AXIS INTERSECTING SURFACE OF REFLECTOR, AND METHOD

(54) 发明名称: 偏转轴相交于反射镜表面的低高度双轴偏转装置及方法

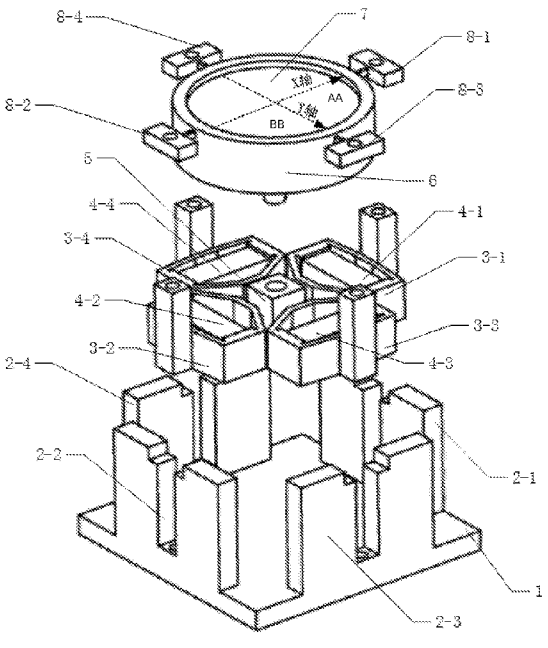

图 2

(57) **Abstract:** Provided are a low-height biaxial deflection device having a deflection axis intersecting the surface of a reflector (7), and a method; the deflection device consists mainly of three parts: a base (1) and fixing support base (2-1 to 2-4) used for fixedly mounting; resilient zither-shaped rings (3-1 to 3-4) and a deflection supporting base (5) for providing deflection driving, and a reflector fixture (6), reflector (7), and flexible hinge and connecting platforms (8-1 to 8-4) thereof for constraining the generation of deflection displacement by the reflector fixture (6). Four piezoelectric ceramics (4-1 to 4-4) accomplish output control of the angle of deflection, and have the features of high control accuracy and quick response; the piezoelectric ceramics (4-1 to 4-4) are divided into two sets; a differential manner is used for driving piezoelectric ceramics (4-1 and 4-2, or 4-3 and 4-4) in the same set, that is, a corresponding single-axis deflection displacement may be achieved, and simultaneously driving four piezoelectric ceramics (4-1 to 4-4) enables the biaxial deflection of the reflector (7); the device uses a settled structural form of the reflector (7) and the deflection axis intersects the surface of the reflector (7); thus light-path control error caused by longitudinal displacement of the mirror during deflection is reduced; at the same time, the structure has the features of being low and compact, and the space required for its installation is small.

WO 2018/120877 A1

[见续页]

(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：一种偏转轴相交于反射镜（7）表面的低高度双轴偏转装置及方法，偏转装置主要由三个部分组成：用于固定安装的底座（1）和固定支座（2-1到2-4）；提供偏转驱动的弹性箝形环（3-1到3-4）和偏转支撑座（5），以及反射镜承载台（6）、反射镜（7）以及约束反射镜承载台（6）产生偏转位移的柔性铰链和其连接台（8-1到8-4）。四个压电陶瓷（4-1到4-4）实现偏转角度的输出控制，具有控制精度高，响应快的特点；压电陶瓷（4-1到4-4）分为两组，采用差动的方式驱动同组的压电陶瓷（4-1和4-2或4-3和4-4），即可实现对应的单轴偏转位移，同时驱动四个压电陶瓷（4-1到4-4）即可实现反射镜（7）的双轴偏转；装置采用反射镜（7）沉降的结构形式，偏转轴相交于反射镜（7）表面，因此减少了偏转时镜面纵向位移所带来的光路控制误差；同时，结构具有低矮、紧凑的结构特征，所需的安装使用空间小。

偏转轴相交于反射镜表面的低高度双轴偏转装置及方法

技术领域

本发明涉及一种双轴偏转反射镜装置及其实施方法，具体为一种偏转轴相交于反射镜表面的低高度双轴偏转装置及方法。

背景技术

近年来，天文望远镜、显微镜、等精密光学系统在航天工程、生育技术等领域中的应用日益广泛，对精密光路控制提出了更高的使用需求。针对这种需求，可以使用压电陶瓷与柔性铰链结构配合实现多轴偏转，但是目前的技术仍然存在一些问题，首先，目前市面上的压电偏转机构纵向尺寸一般较高，所需要的安装空间纵深较大，同时高度也限制了结构基频，降低了可靠性。其次，受限于目前所采用的柔性铰链位置设计，反射镜输出偏角时，镜面中心会产生高度方向的位移，反射光点所在的镜面中心与结构偏转轴不相交，因此精度还有待提高。

发明内容

为了克服上述现有技术存在的问题，消除反射光点与结构偏转轴不重合所造成的光路控制误差，同时降低结构高度，本发明的目的在于提供一种偏转轴相交于反射镜表面的低高度双轴偏转装置及方法，使用压电陶瓷对反射镜装置进行驱动，采用沉降式反射镜安装结构，使得结构偏转中心位于反射镜面上，同时，该装置还具有紧凑的结构形式，特别是具有高度较低，偏转响应速度快，精度高的特点。

为达到上述目的，本发明所采用的技术方案是：

一种偏转轴相交于反射镜表面的低高度双轴偏转装置，包括底座 1，安装在底座 1 上的第一固定支座 2-1、第二固定支座 2-2、第三固定支座 2-3 和第四固定支座 2-4，一端固定在第一固定支座 2-1 上的第一弹性箏形环 3-1，一端固定在第二固定支座 2-2 上的第二弹性箏形环 3-2，一端固定在第三固定支座 2-3 上的第三弹性箏形环 3-3，一端固定在第四固定支座 2-4 上的第四弹性箏形环 3-4，水平安装于第一弹性箏形环 3-1 内的第一压电陶瓷 4-1，水平安装于第二弹性箏形环 3-2 内的第二压电陶瓷 4-2，水平安装于第三弹性箏形环 3-3 内的第三压电陶瓷 4-3，水平安装于第四弹性箏形环 3-4 内的第四压电陶瓷 4-4，通过柔性铰链与第一弹性箏形环 3-1、第二弹性箏形环 3-2，第三弹性箏形环 3-3 和第四弹性箏形环 3-4 连接的偏转支撑座 5，与偏转支撑座 5 固定连接的反射镜承载台 6，放置在反射镜承载台 6 上方的反射镜 7，通过柔性铰链与反射镜承载台 6 连接且固定在第一固定支座 2-1 上的第一连接台 8-1，通过柔性铰链与反射镜承载台 6 连接且固定在第二固定支座 2-2 上的第二连接台 8-2，通过柔性铰链与反射镜承载台 6 连接且固定在第三固定支座 2-3 上的第三连接台 8-3，通过柔性铰链与反射镜承载台 6 连接且固定在第四固定支座 2-4 上的第四连接台 8-4；所述第一弹性箏形环 3-1 和第二弹性箏形环 3-2 位于 X 轴上且关于 Y 轴对称，第三弹性箏形环 3-3 和第四弹性箏形环 3-4 位于 Y 轴上且关于 X 轴对称；所述反射镜 7 采用了沉降的安装方式，安装在反射镜承载台 6 的内部，且反射镜

7 的上表面与第一连接台 8-1、第二连接台 8-2、第三连接台 8-3 和第四连接台 8-4 所连接的柔性铰链中线处于同一平面，以保证偏转轴线交汇于反射镜表面。

所述的偏转轴相交于反射镜表面的低高度双轴偏转装置实现双轴偏转的方法，差动驱动第三压电陶瓷 4-3 与第四压电陶瓷 4-4，推动偏转支撑座 5 运动，即实现围绕 X 轴方向的偏转；差动驱动第一压电陶瓷 4-1 与第二压电陶瓷 4-2，推动偏转支撑座 5 运动，即实现围绕 y 轴方向的偏转，实现偏转轴相交于反射镜 7 表面的双轴偏转。

具体方法为：使反射镜 7 镜面绕 X 轴正向偏转时，第三压电陶瓷 4-3 与第四压电陶瓷 4-4 采用差动的方式工作，第四压电陶瓷 4-4 伸长，第三压电陶瓷 4-3 等量缩短，压电陶瓷的线性位移输出加载于第三弹性箝形环 3-3 和第四弹性箝形环 3-4 上，第三弹性箝形环 3-3 短轴方向伸长，第四弹性箝形环 3-4 短轴方向缩短，推动偏转支撑座 5 沿 Y 轴负向产生位移，偏转支撑座 5 以及反射镜承载台 6 由于受到第一连接台 8-1、第二连接台 8-2、第三连接台 8-3、第四连接台 8-4 及其柔性铰链的约束作用，承载反射镜 7 绕 X 轴正向偏转；与之原理相同，绕 X 轴负向偏转时，第三压电陶瓷 4-3 与第四压电陶瓷 4-4 也采用差动的方式工作，第四压电陶瓷 4-4 缩短，第三压电陶瓷 4-3 等量伸长，即实现承载反射镜 7 绕 X 轴负向偏转；

同理，第一压电陶瓷 4-1 与第二压电陶瓷 4-2 采用差动方式工作，一个压电陶瓷伸长时另一个压电陶瓷等量缩短，即实现承载反射镜 7 绕 Y 轴双向偏转；第一压电陶瓷 4-1、第二压电陶瓷 4-2、第三压

电陶瓷 4-3 和第四压电陶瓷 4-4 协同工作，即实现对反射镜双轴偏转的控制，由于偏转轴 X 和偏转轴 Y 相交于反射镜 7 上表面，因此减少了由于镜面纵向位移所带来的光路控制误差。

和现有技术相比较，本发明具有如下优点：

1、采用压电陶瓷推动柔性铰链实现镜面偏转，无摩擦、间隙所带来的误差，偏转调节响应速度快，精度高。

2、结构纵向高度较低，结构紧凑，便于在狭小空间，特别是纵向深度较低的场合安装使用。

3、偏转轴相互正交，且偏转轴与镜面共面，减小了镜面纵向平移所导致的光路控制误差。

附图说明

图 1 为本发明的结构示意图。

图 2 为本发明的爆炸示意图。

图 3 为本发明的俯视图。

图 4 为本发明的原理示意图。

具体实施方式

下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步详细说明。

如图 1、图 2 和图 3 所示，本发明一种偏转轴相交于反射镜表面的低高度双轴偏转装置，包括底座 1，安装在底座 1 上的第一固定支座 2-1、第二固定支座 2-2、第三固定支座 2-3 和第四固定支座 2-4，一端固定在第一固定支座 2-1 上的第一弹性箏形环 3-1，一端固定在第二固定支座 2-2 上的第二弹性箏形环 3-2，一端固定在第三

固定支座 2-3 上的第三弹性筝形环 3-3，一端固定在第四固定支座 2-4 上的第四弹性筝形环 3-4，水平安装于第一弹性筝形环 3-1 内的第一压电陶瓷 4-1，水平安装于第二弹性筝形环 3-2 内的第二压电陶瓷 4-2，水平安装于第三弹性筝形环 3-3 内的第三压电陶瓷 4-3，水平安装于第四弹性筝形环 3-4 内的第四压电陶瓷 4-4，通过柔性铰链与第一弹性筝形环 3-1、第二弹性筝形环 3-2，第三弹性筝形环 3-3 和第四弹性筝形环 3-4 连接的偏转支撑座 5，与偏转支撑座 5 固定连接的反射镜承载台 6，放置在反射镜承载台 6 上方的反射镜 7，通过柔性铰链与反射镜承载台 6 连接且固定在第一固定支座 2-1 上的第一连接台 8-1，通过柔性铰链与反射镜承载台 6 连接且固定在第二固定支座 2-2 上的第二连接台 8-2，通过柔性铰链与反射镜承载台 6 连接且固定在第三固定支座 2-3 上的第三连接台 8-3，通过柔性铰链与反射镜承载台 6 连接且固定在第四固定支座 2-4 上的第四连接台 8-4；所述第一弹性筝形环 3-1 和第二弹性筝形环 3-2 位于 X 轴上且关于 Y 轴对称，第三弹性筝形环 3-3 和第四弹性筝形环 3-4 位于 Y 轴上且关于 X 轴对称；所述反射镜 7 采用了沉降的安装方式，安装在反射镜承载台 6 的内部，且反射镜 7 的上表面与第一连接台 8-1、第二连接台 8-2、第三连接台 8-3 和第四连接台 8-4 所连接的柔性铰链中线处于同一平面，以保证偏转轴线交汇于反射镜表面。

上述所述的偏转轴相交于反射镜表面的低高度双轴偏转装置，能实现以镜面中心作为偏转中心的双轴偏转；使反射镜(7)镜面绕 X 轴正向偏转时，第三压电陶瓷 4-3 与第四压电陶瓷 4-4 采用差动的方

式工作，第四压电陶瓷 4-4 伸长，第三压电陶瓷 4-3 等量缩短，压电陶瓷的线性位移输出加载于第三弹性筝形环 3-3 和第四弹性筝形环 3-4 上，第三弹性筝形环 3-3 短轴方向伸长，第四弹性筝形环 3-4 短轴方向缩短，推动偏转支撑座 5 沿 Y 轴负向产生位移，偏转支撑座 5 以及反射镜承载台 6 由于受到第一连接台 8-1、第二连接台 8-2，第三连接台 8-3，第四连接台 8-4 及其柔性铰链的约束作用，承载反射镜 7 绕 X 轴正向偏转；与之原理相同，绕 X 轴负向偏转时，第三压电陶瓷 4-3 与第四压电陶瓷 4-4 也采用差动的方式工作，第四压电陶瓷 4-4 缩短，第三压电陶瓷 4-3 等量伸长，即实现承载反射镜 7 绕 X 轴负向偏转。

同理，第一压电陶瓷 4-1 与第二压电陶瓷 4-2 采用差动方式工作，一个压电陶瓷伸长时另一个压电陶瓷等量缩短，即实现承载反射镜 7 绕 Y 轴双向偏转；第一压电陶瓷 4-1、第二压电陶瓷 4-2、第三压电陶瓷 4-3 和第四压电陶瓷 4-4 协同工作，即实现对反射镜双轴偏转的控制，由于偏转轴 X 和偏转轴 Y 相交于反射镜 7 上表面，因此减少了由于镜面纵向位移所带来的光路控制误差。

如图 4 所示，描述了该装置推动反射镜 7 偏转的工作原理，当结构推动反射镜 7 围绕与镜面共面的 Y 轴发生偏转时，第一压电陶瓷 4-1 伸长，带动第一弹性筝形环 3-1 长轴方向伸长，短轴方向缩短，第二压电陶瓷 4-2 缩短，带动第二弹性筝形环长轴方向缩短，短轴方向伸长，弹性筝形环 3-1 的短轴方向缩短拉动偏转支撑座 5，弹性筝形环 3-2 的短轴方向伸长推动偏转支撑座 5，偏转支撑座 5、反射镜承载台 6

以及反射镜 7 在第一连接台 8-1 及其柔性铰链，以及第二连接台 8-2 及其柔性铰链的约束下，将围绕与反射镜 7 共面的 Y 轴发生偏转。

权 利 要 求 书

1、一种偏转轴相交于反射镜表面的低高度双轴偏转装置，其特征在于：包括底座(1)，安装在底座(1)上的第一固定支座(2-1)、第二固定支座(2-2)、第三固定支座(2-3)和第四固定支座(2-4)，一端固定在第一固定支座(2-1)上的第一弹性箝形环(3-1)，一端固定在第二固定支座(2-2)上的第二弹性箝形环(3-2)，一端固定在第三固定支座(2-3)上的第三弹性箝形环(3-3)，一端固定在第四固定支座(2-4)上的第四弹性箝形环(3-4)，水平安装于第一弹性箝形环(3-1)内的第一压电陶瓷(4-1)，水平安装于第二弹性箝形环(3-2)内的第二压电陶瓷(4-2)，水平安装于第三弹性箝形环(3-3)内的第三压电陶瓷(4-3)，水平安装于第四弹性箝形环(3-4)内的第四压电陶瓷(4-4)，通过柔性铰链与第一弹性箝形环(3-1)、第二弹性箝形环(3-2)，第三弹性箝形环(3-3)和第四弹性箝形环(3-4)连接的偏转支撑座(5)，与偏转支撑座(5)固定连接的反射镜承载台(6)，放置在反射镜承载台(6)上方的反射镜(7)，通过柔性铰链与反射镜承载台(6)连接且固定在第一固定支座(2-1)上的第一连接台(8-1)，通过柔性铰链与反射镜承载台(6)连接且固定在第二固定支座(2-2)上的第二连接台(8-2)，通过柔性铰链与反射镜承载台(6)连接且固定在第三固定支座(2-3)上的第三连接台(8-3)，通过柔性铰链与反射镜承载台(6)连接且固定在第四固定支座(2-4)上的第四连接台(8-4)；所述第一弹性箝形环(3-1)和第二弹性箝形环(3-2)位于 X 轴上且关于 Y 轴对称，第三弹性箝形环(3-3)和第四弹性箝形环(3-4) 位于 Y 轴上且关于 X 轴对称；所述反射镜(7)采用了沉降的安装方式，安装在反射镜承载台(6)的内部，且反射镜(7)的上表面与第一连接台(8-1)、第二连接台(8-2)、第三连接台(8-3)和第四连接台(8-4)所连接的柔性铰链中线处于同一平面，以保证偏转轴线交汇于反射镜表面。

2、一种利用权利要求 1 所述的偏转轴相交于反射镜表面的低高度双轴偏

转装置实现双轴偏转的方法，其特征在于：差动驱动第三压电陶瓷(4-3)与第四压电陶瓷(4-4)，推动偏转支撑座(5)运动，即实现围绕 X 轴方向的偏转；差动驱动第一压电陶瓷(4-1)与第二压电陶瓷(4-2)，推动偏转支撑座(5)运动，即实现围绕 y 轴方向的偏转，实现偏转轴相交于反射镜(7)表面的双轴偏转。

3、根据权利要求 2 所述的方法，其特征在于：所述实现围绕 X 轴方向的偏转的具体方法为：使反射镜(7)镜面绕 X 轴正向偏转时，第三压电陶瓷(4-3)与第四压电陶瓷(4-4)采用差动的方式工作，第四压电陶瓷(4-4)伸长，第三压电陶瓷(4-3)等量缩短，压电陶瓷的线性位移输出加载于第三弹性筝形环(3-3)和第四弹性筝形环(3-4)上，第三弹性筝形环(3-3)短轴方向伸长，第四弹性筝形环(3-4)短轴方向缩短，推动偏转支撑座(5)沿 Y 轴负向产生位移，偏转支撑座(5)以及反射镜承载台(6)由于受到第一连接台(8-1)、第二连接台(8-2)、第三连接台(8-3)、第四连接台(8-4)及其柔性铰链的约束作用，承载反射镜(7)绕 X 轴正向偏转；与之原理相同，绕 X 轴负向偏转时，第三压电陶瓷(4-3)与第四压电陶瓷(4-4)也采用差动的方式工作，第四压电陶瓷(4-4)缩短，第三压电陶瓷(4-3)等量伸长，即实现承载反射镜(7)绕 X 轴负向偏转；

所述实现围绕 y 轴方向的偏转，同理，第一压电陶瓷(4-1)与第二压电陶瓷(4-2)采用差动方式工作，一个压电陶瓷伸长时另一个压电陶瓷等量缩短，即实现承载反射镜(7)绕 Y 轴双向偏转；

第一压电陶瓷(4-1)、第二压电陶瓷(4-2)、第三压电陶瓷(4-3)和第四压电陶瓷(4-4)协同工作，即实现对反射镜双轴偏转的控制，由于偏转轴 X 和偏转轴 Y 相交于反射镜(7)上表面，因此减少了由于镜面纵向位移所带来的光路控制误差。

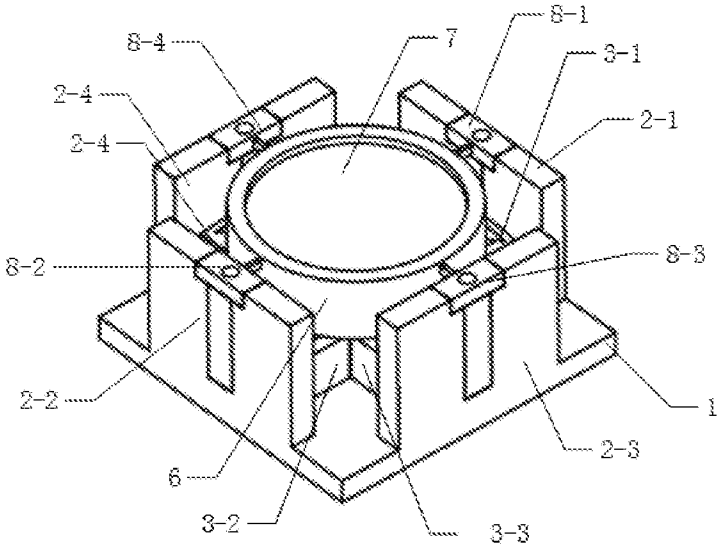
8-4
7
8-1
3-1
2-4
2-1
2-4
8-2
8-3
2-2
1
2-3
6
3-2
3-3

图 1

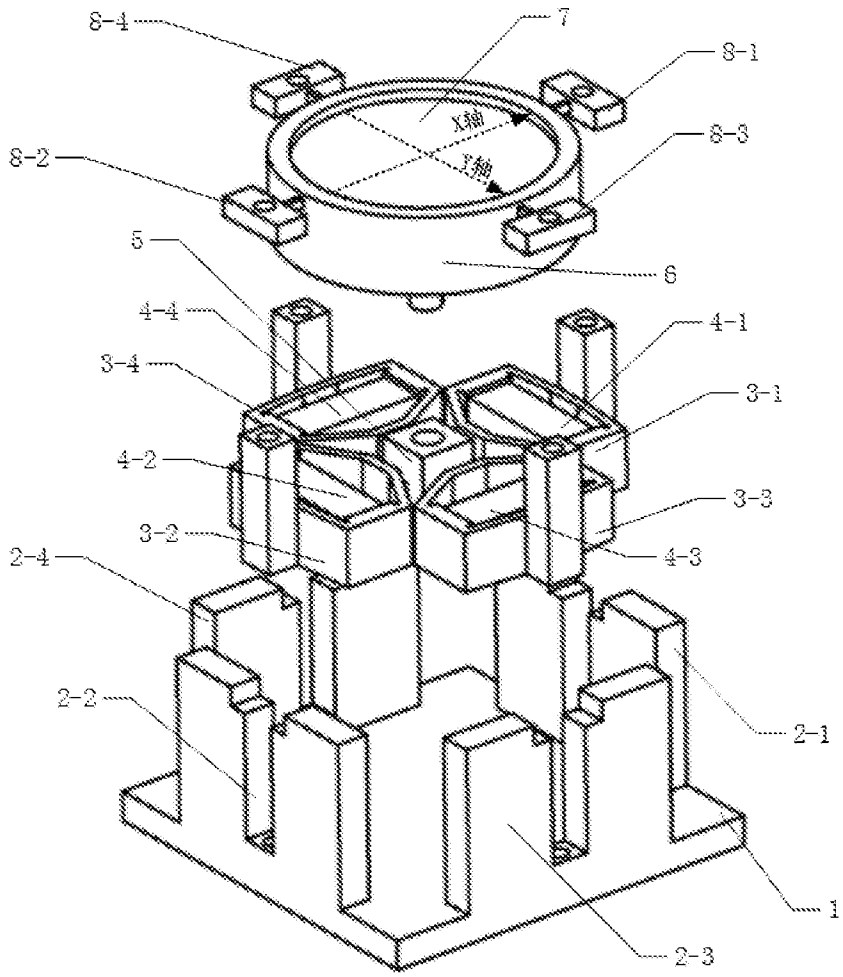
8-4
7
8-1
X轴
Y轴
8-2
8-3
5
6
4-4
4-1
3-4
3-1
4-2
3-3
3-2
4-3
2-4
2-2
2-1
1
2-3

图 2

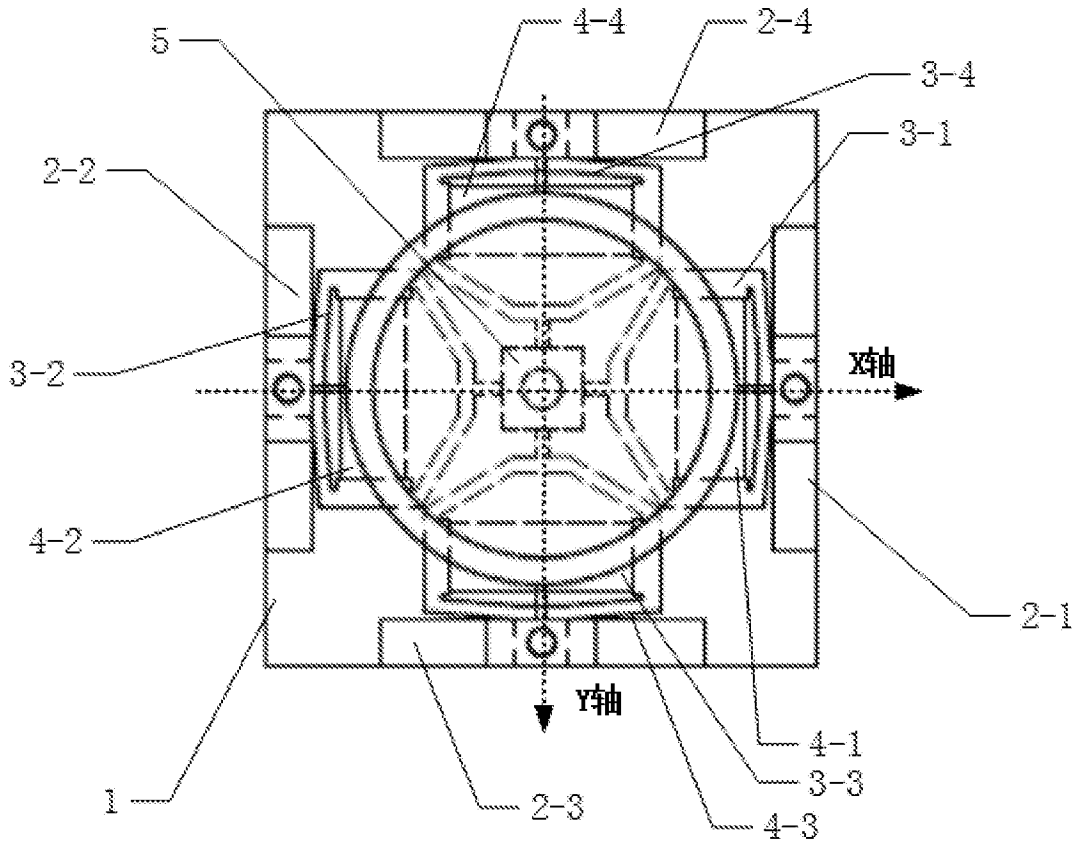

图 3

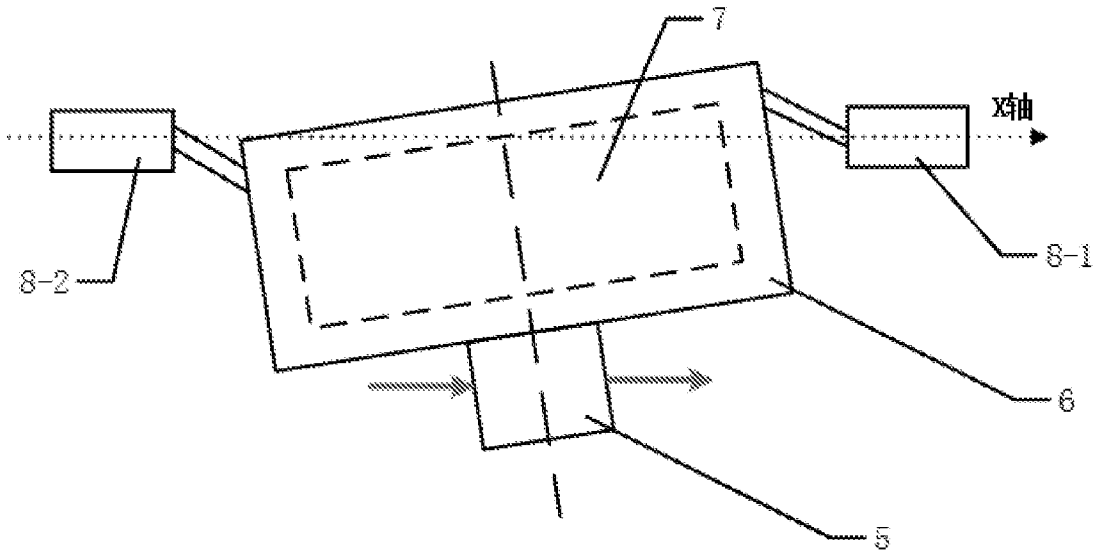

图 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2017/099189

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B 7/198 (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)

G02B, F16M, G05D

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: 反射镜, 偏转, 压电, 底板, 底座, 支座, 支架, 支撑, 轴, 双轴, 三, 三轴, 二维, 连接, 铰链, 自由度, 第四, 四个, reflect+, piezo, electri +, ceramic, hinge?, rotat+, defle+, divers+, infle+, axis??, axes??, arbor?, axle?, two, double, dual, twin, second, support+, hold+, base, stay, bear+

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 106526785 A (XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY) 22 March 2017 (22.03.2017), claims 1-3	1-3
Y	CN 104375258 A (INSTITUTE OF SYSTEMS ENGINEERING, CHINA ACADEMY OF ENGINEERING PHYSICS) 25 February 2015 (25.02.2015), description, paragraphs [0016]-[0020], and figures 1-4	1-3
Y	CN 103913838 A (XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY et al.) 09 July 2014 (09.07.2014), description, paragraphs [0016]-[0019], and figures 1-3	1-3
Y	CN 104849858 A (XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY) 19 August 2015 (19.08.2015), description, paragraph [0019], and figure 1	1-3
A	CN 106195556 A (INSTITUTE OF SYSTEMS ENGINEERING, CHINA ACADEMY OF ENGINEERING PHYSICS) 07 December 2016 (07.12.2016), entire 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
31 October 2017	29 November 2017
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 LI, Guochen Telephone No. (86-10) 61648294

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2017/099189

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 102981245 A (CHANGCHUN INSTITUTE OF OPTICS, FINE MECHANICS AND PHYSICS, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES) 20 March 2013 (20.03.2013), entire document	1-3
A	US 2013250390 A1 (STANLEY ELECTRIC CO., LTD.) 26 September 2013 (26.09.2013), entire document	1-3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2017/099189

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 106526785 A	22 March 2017	CN 106526785 B	12 September 2017
CN 104375258 A	25 February 2015	CN 104375258 B	22 June 2016
CN 103913838 A	09 July 2014	CN 103913838 B	21 January 2015
CN 104849858 A	19 August 2015	CN 104849858 B	20 June 2017
CN 106195556 A	07 December 2016	None	
CN 102981245 A	20 March 2013	None	
US 2013250390 A1	26 September 2013	JP 5876345 B2	02 March 2016
		US 9097894 B2	04 August 2015
		JP 2013200404 A	03 October 2013

国际检索报告

国际申请号 PCT/CN2017/099189

A. 主题的分类

G02B 7/198(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)

G02B，F16M，G05D

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：反射镜，偏转，压电，底板，底座，支座，支架，支撑，轴，双轴，三，三轴，二维，连接，铰链，自由度，第四，四个，reflect+，piezo，electri+，ceramic，hinge?，rotat+，defle+，divers+，infle+，axis??，axes??，arbor?，axle?，two，double，dual，twin，second，support+，hold+，base，stay，bear+

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 106526785 A（西安交通大学）2017年 3月 22日（2017-03-22） 权利要求1-3	1-3
Y	CN 104375258 A（中国工程物理研究院总体工程研究所）2015年 2月 25日（2015-02-25） 说明书第[0016]-[0020]段、附图1-4	1-3
Y	CN 103913838 A（西安交通大学 等）2014年 7月 9日（2014-07-09） 说明书第[0016]-[0019]段，附图1-3	1-3
Y	CN 104849858 A（西安交通大学）2015年 8月 19日（2015-08-19） 说明书第[0019]段，附图1	1-3
A	CN 106195556 A（中国工程物理研究院总体工程研究所）2016年 12月 7日（2016-12-07） 全文	1-3
A	CN 102981245 A（中国科学院长春光学精密机械与物理研究所）2013年 3月 20日（2013-03-20） 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 10月 31日	2017年 11月 29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 传真号 (86-10)62019451	受权官员 李国琛 电话号码 (86-10)61648294

表 PCT/ISA/210（第2页）（2009年7月）

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2017/099189

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	US 2013250390 A1 (STANLEY ELECTRIC CO., LTD.) 2013年 9月 26日 (2013-09-26) 全文	1-3

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2017/099189

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	106526785	A	2017年 3月 22日	CN	106526785	B	2017年 9月 12日
CN	104375258	A	2015年 2月 25日	CN	104375258	B	2016年 6月 22日
CN	103913838	A	2014年 7月 9日	CN	103913838	B	2015年 1月 21日
CN	104849858	A	2015年 8月 19日	CN	104849858	B	2017年 6月 20日
CN	106195556	A	2016年 12月 7日		无		
CN	102981245	A	2013年 3月 20日		无		
US	2013250390	A1	2013年 9月 26日	JP	5876345	B2	2016年 3月 2日
				US	9097894	B2	2015年 8月 4日
				JP	2013200404	A	2013年 10月 3日