



## (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106624835 B

(45)授权公告日 2018.10.23

(21)申请号 201710033730.5

(51)Int.Cl.

(22)申请日 2017.01.17

B23Q 1/25(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

B23Q 5/28(2006.01)

申请公布号 CN 106624835 A

B23Q 11/08(2006.01)

(43)申请公布日 2017.05.10

审查员 佟晓明

(73)专利权人 山东科技大学

地址 266590 山东省青岛市经济技术开发区  
前湾港路579号

(72)发明人 张金峰 马芸慧 封超 唐微

王帅 许芝令 高成 田和强

高丽 钟佩思 苏春建

(74)专利代理机构 青岛智地领创专利代理有限公司 37252

代理人 毛胜昔

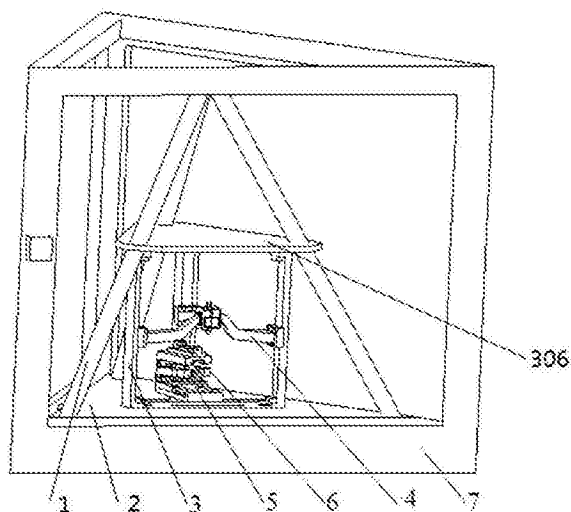
权利要求书2页 说明书5页 附图4页

### (54)发明名称

一种可一次完成自由曲面加工的微型精密机床

### (57)摘要

本发明公开了一种可一次完成自由曲面加工的微型精密机床,其特征在于,包括机架、减振底座、驱动组件、刀头组件、工作台和夹具。机架放置在所述减振底座上,加工头组件安装在所述机架围成的正三棱锥的内部腔室内;驱动组件的X向、Y向直线电机、液压缸活塞杆和齿轮副等协调、配合,可以带动待加工件进行前后左右方向的运动,沿垂直方向翻转和沿水平面转动;刀头组件在Z向直线电机的驱动下上下移动;待加工件在一次夹持固定后,即可完成平面或自由曲面的加工。本发明的主体部分全部安装在一个极其稳定的四面体结构空间内,其结构紧凑、布局合理,加工精度高、可靠性与稳定性好,可一次完成自由曲面的加工成型等特点。



1. 一种可一次完成自由曲面加工的微型精密机床,其特征在于,包括机架、减振底座、驱动组件、刀头组件、工作台和夹具;

所述机架为框架式结构,整体呈正三棱锥形状,包括一底板和三根支柱,底板为正三角形,三根支柱长度相等,三根支柱各自的一端分别与上述正三角形的一个顶角的内侧固定连接,三根支柱各自的另一端焊接在一起,成为上述正三棱锥的顶点;

所述机架放置在所述减振底座上;所述刀头组件安装在所述机架围成的正三棱锥的内部腔室内;

所述驱动组件包括座板、三台Z向直线电机、一台X向直线电机和一台Y向直线电机;所述座板为正三角形,水平布置,座板的三个顶角内侧均分别设置有一半圆形缺口,并通过该三个半圆形缺口插接在上述三根支柱上,定位后焊接固定;

上述三台Z向直线电机均竖立设置,每台Z向直线电机的上端盖板分别与上述座板固定连接,下端盖板分别与上述底板固定连接;上述座板、底板与三台Z向直线电机共同围成一个正三棱柱形状的空间;

上述三台Z向直线电机顶部的滑动块均面向上述三棱柱形状的空间内部;

上述X向直线电机安装在上述底板上,X向直线电机的纵向中心轴线与上述正三棱柱底部的正三角形的一条底边重合;

上述Y向直线电机安装在上述X向直线电机顶部的滑动块上,Y向直线电机的纵向中心轴线的一端为与上述X向直线电机的纵向中心轴线所在的正三角形的那条底边所对的顶点,另一端固定在上述X向直线电机顶部的滑动块的中心点上;上述刀头组件包括刀头座和三根曲臂连接轴,刀头座为正方体箱型结构,前方敞口、另外五个面封闭,三根曲臂连接轴各自的一端分别与刀头座的左侧、右侧和后侧三个面的中心点固定连接,三根曲臂连接轴各自的另一端分别与上述三台Z向直线电机顶部的滑动块固定连接;

上述刀头座内安装有刀具,刀具的尾部固定在刀头座的上盖板上,刀具的刀头部经由刀头座的下盖板的中心孔穿过并伸出,刀具的中轴线的延长线分别过刀头座上盖板中心点和下盖板中心点;

所述工作台与上述Y向直线电机顶部的滑动块固定连接;

所述夹具安装在工作台上;

按从下至上的顺序,所述工作台依次包括下底板、齿轮副、旋转平台和夹具;其中,下底板与上述Y向直线电机顶部的滑动块固定连接,由Y向直线电机驱动;下底板的上表面中心设置有一齿轮定位轴,齿轮副包括一大一小的两个齿轮,大齿轮以可绕上述齿轮定位轴转动的方式装配在齿轮定位轴上,大齿轮与小齿轮共平面布置;

旋转平台为开合结构,包括上、下两个台面,上台面与下台面通过第一铰接轴铰接,第一铰接轴的布置在上台面的右边缘内侧;上台面的下表面和下台面的上表面分别设置有尺寸相同的条形槽,条形槽的左端开至上述第一铰接轴,条形槽的右端分别开至上下两个台面的右边缘,分别形成一敞口;上下两个台面的右边缘的内侧位置处设置有一开合结构形式的驱动装置,所述开合结构形式的驱动装置为一液压缸,液压缸的底座与下台面铰接,液压缸的活塞杆与上台面固定连接;当液压缸的活塞杆全部缩回后,上下两个台面均分别呈水平状态;

在下台面的一侧设置有一水平向外伸出的平板,平板的中心开孔;

小齿轮和用于驱动它的带减速机的驱动电机,按照小齿轮在下、带减速机的驱动电机在上的方式布置在平板的上下两侧,减速机的输出轴穿过平板,小齿轮装配在减速机的输出轴上,整体位于上述下底板的外侧。

2. 根据权利要求1所述的一种可一次完成自由曲面加工的微型精密机床,其特征在于,减振底座包括有相互平行的上底座与下底座,上底座与下底座均为平板,上底座与下底座之间设置有第一空气弹簧,空气弹簧的上端与上底座下表面的中心固定连接,空气弹簧的下端与下底座上表面的中心固定连接;

在上述空气弹簧的周边设置有若干数量的超磁致伸缩制动器,第一超磁致伸缩制动器的上下两端分别与上底座和下底座固定连接。

3. 根据权利要求2所述的一种可一次完成自由曲面加工的微型精密机床,其特征在于,还包括有一个机床外罩;

所述机床外罩为正三棱锥形状,底部敞口,其余三个面均由玻璃材质的推拉门/窗封闭;

所述机床外罩罩在所述机架上,机床外罩的底部边缘与所述减振底座的周边保留一定间距,在机床外罩的底部边缘与减振底座的周边的间隙处设置有若干数量的第二超磁致伸缩制动器,第二超磁致伸缩制动器的两端分别与机床外罩和减振底座固定连接。

4. 根据权利要求1至3任一所述的一种可一次完成自由曲面加工的微型精密机床,其特征在于,所述驱动电机为调速电机,配套有变频器。

5. 根据权利要求2至3任一所述的一种可一次完成自由曲面加工的微型精密机床,其特征在于,所述上底座和下底座的材质均为花岗岩石。

6. 根据权利要求1至3任一所述的一种可一次完成自由曲面加工的微型精密机床,其特征在于,外部配套有一控制系统,所述控制系统用于上述Z向直线电机的运动、X向直线电机的运动和Y向直线电机的运动、液压缸活塞杆的伸/缩、驱动电机的启/停和转速调节、空气弹簧的充/放气的控制,以及第一超磁致伸缩制动器的供电电流大小的调节和第二超磁致伸缩制动器的电流大小的调节。

## 一种可一次完成自由曲面加工的微型精密机床

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种机床及控制与工艺方法,尤其涉及一种加工自由曲面用机床,属于微纳机械加工技术领域。

### 背景技术

[0002] 随着现代智能技术的发展,微小型精密产品越来越普遍,产品形状趋向多元化,尤其是自由曲面零件越来越多,如光学镜头、微相机透镜、微镜阵列、汽车前照灯等。

[0003] 一般的机床都限定了适用范围,如磨床、铣床等,功能单一,不能一次完成自由曲面的加工,生产效率低,加工成本高。

[0004] 同时,普通机床结构在放置时占空间较大,内部结构不紧凑,最重要的是机床功能趋向多元化的同时,刀具的位置也在向灵活性靠近。

[0005] 普通机床刀具大多就只有一个转动自由度,机床受力方向固定。

[0006] 然而,要增加刀具位置的灵活性就可能造成机床受力方向改变,一旦这种变化过大就会造成加工过程中机床的振动,使得零件加工精度下降,不符合微小型零件的加工功能要求。

[0007] 这就需要设计一种能加工自由曲面用的稳定性较高的微小型机床,不仅保证加工精度,同时降低零件的加工成本和提高零件的加工效率。

### 发明内容

[0008] 本发明的目的在于提供一种可一次完成自由曲面加工的微型精密机床,以解决或部分解决上述问题。

[0009] 本发明为实现上述目的所采用的技术方案是,一种可一次完成自由曲面加工的微型精密机床,其特征在于,包括机架、减振底座、驱动组件、刀头组件、工作台和夹具;

[0010] 所述机架为框架式结构,整体呈正三棱锥形状,包括一底板和三根支柱,底板为正三角形,三根支柱长度相等,三根支柱各自的一端分别与上述正三角形的一个顶角的内侧固定连接,三根支柱各自的另一端焊接在一起,成为上述正三棱锥的顶点;

[0011] 所述机架放置在所述减振底座上;所述刀头组件安装在所述机架围成的正三棱锥的内部腔室内;

[0012] 所述驱动组件包括座板、三台Z向直线电机、一台X向直线电机和一台Y向直线电机;所述座板为正三角形,水平布置,座板的三个顶角内侧均分别设置有一半圆形缺口,并通过该三个半圆形缺口插接在上述三根支柱上,定位后焊接固定;

[0013] 上述三台Z向直线电机均竖立设置,每台Z向直线电机的上端盖板分别与上述座板固定连接,下端盖板分别与上述底板固定连接;上述座板、底板与三台Z向直线电机共同围成一个正三棱柱形状的空间;

[0014] 上述三台Z向直线电机顶部的滑动块均面向上述三棱柱形状的空间内部;

[0015] 上述X向直线电机安装在上述底板上,X向直线电机的纵向中心轴线与上述正三棱

柱底部的正三角形的一条底边重合；

[0016] 上述Y向直线电机安装在上述X向直线电机顶部的滑动块上，Y向直线电机的纵向中心轴线的一端为与上述X向直线电机的纵向中心轴线所在的正三角形的那条底边所对的顶点，另一端固定在上述X向直线电机顶部的滑动块的中心点上；

[0017] 上述刀头组件包括刀头座和三根曲臂连接轴，刀头座为正方体箱型结构，前方敞口、另外五个面封闭，三根曲臂连接轴各自的一端分别与刀头座的左侧、右侧和后侧三个面的中心点固定连接，三根曲臂连接轴各自的另一端分别与上述三台Z向直线电机顶部的滑动块固定连接；

[0018] 上述刀头座内安装有刀具，刀具的尾部固定在刀头座的上盖板上，刀具的刀头部经由刀头座的下盖板的中心孔穿过并伸出，刀具的中轴线的延长线分别过刀头座上盖板中心点和下盖板中心点；

[0019] 所述工作台与上述Y向直线电机顶部的滑动块固定连接；

[0020] 所述夹具安装在工作台上；

[0021] 按从下至上的顺序，所述工作台依次包括下底板、齿轮副、旋转平台和夹具；其中，下底板与上述Y向直线电机顶部的滑动块固定连接，由Y向直线电机驱动；下底板的上表面中心设置有一齿轮定位轴，齿轮副包括一大一小的两个齿轮，大齿轮以可绕上述齿轮定位轴转动的方式装配在齿轮定位轴上，大齿轮与小齿轮共平面布置；

[0022] 旋转平台为开合结构，包括上、下两个台面，上台面与下台面通过第一铰接轴铰接，第一铰接轴的布置在上台面的右边缘内侧；上台面的下表面和下台面的上表面分别设置有尺寸相同的条形槽，条形槽的左端开至上述第一铰接轴，条形槽的右端分别开至上下两个台面的右边缘，分别形成一敞口；上下两个台面的右边缘的内侧位置处设置有一开合结构形式的驱动装置，所述开合结构形式的驱动装置为一液压缸，液压缸的底座与下台面铰接，液压缸的活塞杆与上台面固定连接；当液压缸的活塞杆全部缩回后，上下两个台面均分别呈水平状态；

[0023] 在下台面的一侧设置有一水平向外伸出的平板，平板的中心开孔；

[0024] 小齿轮和用于驱动它的带减速机的驱动电机，按照小齿轮在下、带减速机的驱动电机在上的方式布置在平板的上下两侧，减速机的输出轴穿过平板，小齿轮装配在减速机的输出轴上，整体位于上述下底板的外侧。

[0025] 优选为，上述的可一次完成自由曲面加工的微型精密机床，其特征在于，减振底座包括有相互平行的上底座与下底座，上底座与下底座均为平板，上底座与下底座之间设置有第一空气弹簧，空气弹簧的上端与上底座下表面的中心固定连接，空气弹簧的下端与下底座上表面的中心固定连接；

[0026] 在上述空气弹簧的周边设置有若干数量的超磁致伸缩制动器，第一超磁致伸缩制动器的上下两端分别与上底座和下底座固定连接。

[0027] 进一步优选，上述的可一次完成自由曲面加工的微型精密机床，其特征在于，还包括有一个机床外罩；

[0028] 所述机床外罩为正三棱锥形状，底部敞口，其余三个面均由玻璃材质的推拉门/窗封闭；

[0029] 所述机床外罩罩在所述机架上，机床外罩的底部边缘与所述减振底座的周边保留

一定间距,在机床外罩的底部边缘与减振底座的周边的间隙处设置有若干数量的第二超磁致伸缩制动器,第二超磁致伸缩制动器的两端分别与机床外罩和减振底座固定连接。

[0030] 进一步优选,上述驱动电机为调速电机,配套有变频器。

[0031] 进一步优选,上述上底座和下底座的材质均为花岗岩石。

[0032] 进一步优选,外部配套有一控制系统,所述控制系统用于上述Z向直线电机的运动、X向直线电机的运动和Y向直线电机的运动、液压缸活塞杆的伸/缩、驱动电机的启/停和转速调节、空气弹簧的充/放气的控制,以及第一超磁致伸缩制动器的供电电流大小的调节和第二超磁致伸缩制动器的电流大小的调节。

[0033] 上述技术方案直接带来的技术效果是,

[0034] 1、机床整体结构紧凑、布局合理。

[0035] 2、X向直线电机、Y向直线电机、液压缸活塞杆和齿轮副等运动部件的相互协调、配合,可以带动待加工件进行前后左右方向的运动,沿垂直方向的对称轴进行翻转,沿水平面进行360度转动;而,刀头组件在Z向直线电机的驱动下进行垂直方向的上下移动。这样,待加工件在一次夹持固定后,不需要再次进行夹具上的拆卸与换位夹持,即可按所需加工要求,完成平面或自由曲面的加工。即,本发明的微型精密机床,不仅适于常规面和自由曲面的加工成型,而且,这种加工成型可以在工件被夹持一次的前提下,从始到终,一次完成。从而,提高了加工件的加工精度、消除了二次加工带来的误差,降低了工件加工的难度。

[0036] 3、精密机床的主体部分全部安装在三棱锥结构形式的机架上,形成一个极其稳定的四面体结构,确保了工件加工成形过程中“振动”的最小化(相关理论研究表明,四面体的各个环结构上传播的机械振动波之间会出现干涉,最终会相互抵消)。因而可有效减少工件加工成形精度的影响/制约因素,保证机床工作时的高精度。

[0037] 同时,机床外罩的设置可以消除机床周围环境内空气气流可能带来的扰动、冲击;并且,进一步地,减振底座安装在机床外罩内,上面放置机架,可尽可能将工件加工成形过程中可能导致的竖直方向上的抖动衰减到最小程度;并可屏蔽周围环境气流的干扰。此外,空气弹簧和第一超磁致伸缩制动器连接减振底座的上下底座,减小来自底部的振动,第二超磁致伸缩制动器连接机床外罩与减振底座,可减小来自机床侧面的振动。

[0038] 4、机床外部配套有一控制系统,该控制系统用于Z向直线电机、X向直线电机和Y向直线电机的运动、液压缸活塞杆的伸/缩、驱动电机的启/停和转速调节、空气弹簧的充/放气的控制,以及第一超磁致伸缩制动器的供电电流大小的调节和第二超磁致伸缩制动器的电流大小的调节。这,一方面,具有数控机床的全部优点和特性;另一方面,保证了机床加工的效率 and 加工精度。。

[0039] 综上所述,本发明相对于现有技术,具有结构紧凑、布局合理,加工精度高、可靠性与稳定性好,可一次完成自由曲面的加工成型等有益效果。

## 附图说明

[0040] 图1为本发明的整体轴测结构示意图;

[0041] 图2为本发明的减振底座的轴测结构示意图;

[0042] 图3为本发明的驱动组件的轴测结构示意图;

[0043] 图4为本发明的工作台的轴测结构示意图;

[0044] 图5为本发明的下底板的轴测结构示意图；

[0045] 图6为本发明的旋转平台的轴测结构示意图。

[0046] 附图标记说明：1、机架，2、减振底座，201、下底座，202、上底座，203、第一空气弹簧，204、第一超磁致伸缩致动器，205、第二超磁致伸缩制动器，3、驱动组件，301、Y向直线电机，302、X向直线电机，303/304/305、Z向直线电机，306、座板，4、刀头组件，5、工作台，501、下底板，502、齿轮副，503、旋转平台，5031、下台面，5032、液压缸，5033、上台面，5034、第一铰接轴，6、夹具，7、机床外罩。

## 具体实施方式

[0047] 下面结合附图，对本发明进行详细说明。

[0048] 如图1所示，本发明的一种可一次完成自由曲面加工的微型精密机床，其特征在于，包括机架1、减振底座2、驱动组件3、刀头组件4、工作台5和夹具6；

[0049] 如图2至图3所示，机架1为框架式结构，整体呈正三棱锥形状，包括一底板和三根支柱，底板为正三角形，三根支柱长度相等，三根支柱各自的一端分别与上述正三角形的一个顶角的内侧固定连接，三根支柱各自的另一端焊接在一起，成为上述正三棱锥的顶点；

[0050] 上述机架1放置在上述减振底座2上；上述刀头组件4安装在上述机架1围成的正三棱锥的内部腔室内；

[0051] 如图3所示，上述驱动组件3包括座板306、三台Z向直线电机303/304/305、一台X向直线电机302和一台Y向直线电机301；上述座板306为正三角形，水平布置，座板306的三个顶角内侧均分别设置有一半圆形缺口，并通过该三个半圆形缺口插接在上述三根支柱上，定位后焊接固定；

[0052] 上述三台Z向直线电机均竖立设置，每台Z向直线电机的上端盖板分别与上述座板306固定连接，下端盖板分别与上述底板固定连接；上述座板306、底板与三台Z向直线电机共同围成一个正三棱柱形状的空间；

[0053] 上述三台Z向直线电机顶部的滑动块均面向上述三棱柱形状的空间内部；

[0054] 上述X向直线电机302安装在上述底板上，X向直线电机302的纵向中心轴线与上述正三棱柱底部的正三角形的底边A重合；

[0055] 上述Y向直线电机301安装在上述X向直线电机302顶部的滑动块上，Y向直线电机301的纵向中心轴线的一端为与上述X向直线电机301的纵向中心轴线所在的正三角形的那条底边所对的顶点，另一端固定在上述X向直线电机301顶部的滑动块的中心点上；

[0056] 上述刀头组件4包括刀头座和三根曲臂连接轴，刀头座为正方体箱型结构，前方敞口、另外五个面封闭，三根曲臂连接轴各自的一端分别与刀头座的左侧、右侧和后侧三个面的中心点固定连接，三根曲臂连接轴各自的另一端分别与上述三台Z向直线电机顶部的滑动块固定连接；

[0057] 上述刀头座内安装有刀具，刀具的尾部固定在刀头座的上盖板上，刀具的刀头部经由刀头座的下盖板的中心孔穿过并伸出，刀具的中轴线的延长线分别过刀头座上盖板中心点和下盖板中心点；

[0058] 上述工作台与上述Y向直线电机顶部的滑动块固定连接；

[0059] 上述夹具安装在工作台上；

[0060] 按从下至上的顺序,上述工作台5依次包括下底板501、齿轮副502、旋转平台503和夹具6;其中,下底板501与上述Y向直线电机301顶部的滑动块固定连接,由Y向直线电机301驱动;下底板501的上表面中心设置有一齿轮定位轴,齿轮副包括一大一小的两个齿轮,大齿轮以可绕上述齿轮定位轴转动的方式装配在齿轮定位轴上,大齿轮与小齿轮共平面布置;

[0061] 旋转平台503为开合结构,包括上、下两个台面,上台面5033与下台面5031通过第一铰接轴5034铰接,第一铰接轴5034的布置在上台面5033的右边缘内侧;上台面5033的下表面和下台面5031的上表面分别设置有尺寸相同的条形槽,条形槽的左端开至上述第一铰接轴5034,条形槽的右端分别开至上下两个台面的右边缘,分别形成一敞口;上下两个台面的右边缘的内侧位置处设置有一开合结构形式的驱动装置,上述开合结构形式的驱动装置为一液压缸5032,液压缸5032的底座与下台面5031铰接,液压缸5032的活塞杆与上台面5033固定连接;当液压缸5032的活塞杆全部缩回后,上下两个台面均分别呈水平状态;

[0062] 在下台面5031的一侧设置有一水平向外伸出的平板,平板的中心开孔;

[0063] 小齿轮和用于驱动它的带减速机的驱动电机,按照小齿轮在下、带减速机的驱动电机在上的方式布置在平板的上下两侧,减速机的输出轴穿过平板,小齿轮装配在减速机的输出轴上,整体位于上述下底板的外侧。

[0064] 上述减振底座2包括有相互平行的上底座202与下底座201,上底座202与下底座201均为平板,上底座202与下底座201之间设置有第一空气弹簧203,空气弹簧203的上端与上底座下表面的中心固定连接,空气弹簧203的下端与下底座上表面的中心固定连接;

[0065] 在上述空气弹簧203的周边设置有若干数量的超磁致伸缩制动器,第一超磁致伸缩制动器204的上下两端分别与上底座和下底座固定连接。

[0066] 上述的可一次完成自由曲面加工的微型精密机床,还包括有一个机床外罩7;

[0067] 上述机床外罩7为正三棱锥形状,底部敞口,其余各面均封闭;

[0068] 上述机床外罩7罩在上述机架1上,机床外罩7的底部边缘与上述减振底座2的周边保留一定间距,在机床外罩7的底部边缘与减振底座2的周边的间隙处设置有若干数量的第二超磁致伸缩制动器205,第二超磁致伸缩制动器205的两端分别与机床外罩7和减振底座2固定连接。

[0069] 上述驱动电机为调速电机,配套有变频器。

[0070] 上述上底座202和下底座201的材质均为花岗岩石。

[0071] 说明:

[0072] 上述的可一次完成自由曲面加工的微型精密机床,其外部配套有一控制系统,上述控制系统用于上述Z向直线电机、X向直线电机和Y向直线电机的运动、液压缸活塞杆的伸/缩、驱动电机的启/停和转速调节、空气弹簧的充放气,以及第一超磁致伸缩制动器的供电电流大小的调节和第二超磁致伸缩制动器的电流大小的调节。

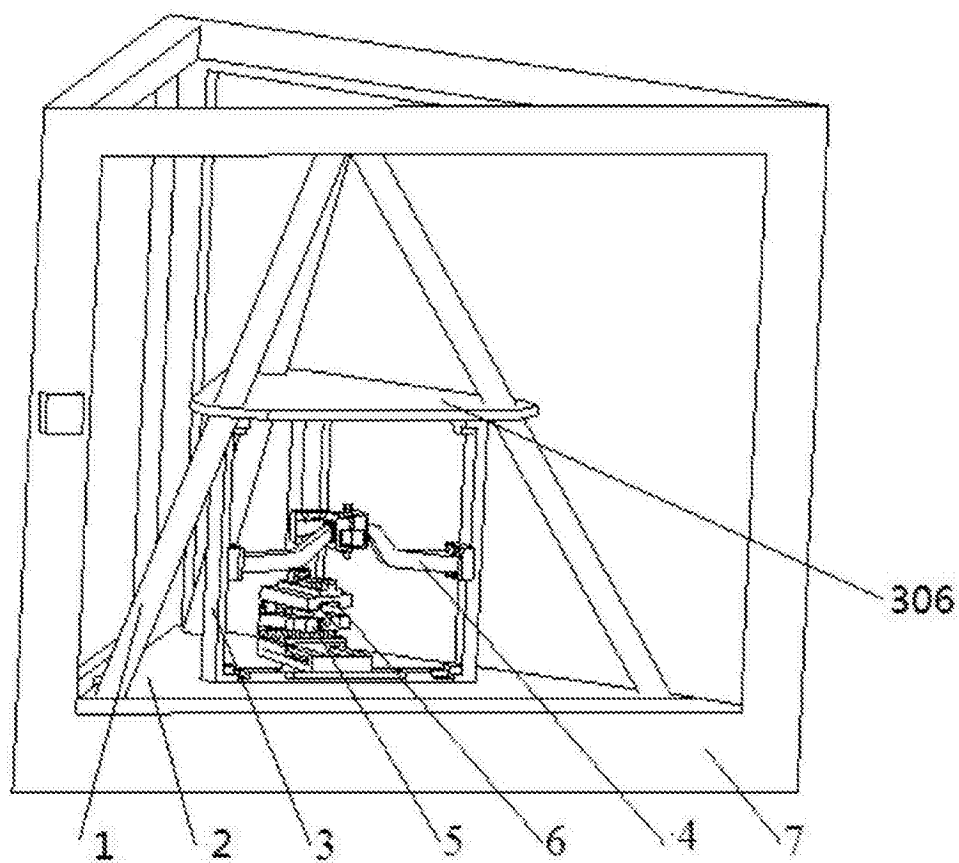


图1

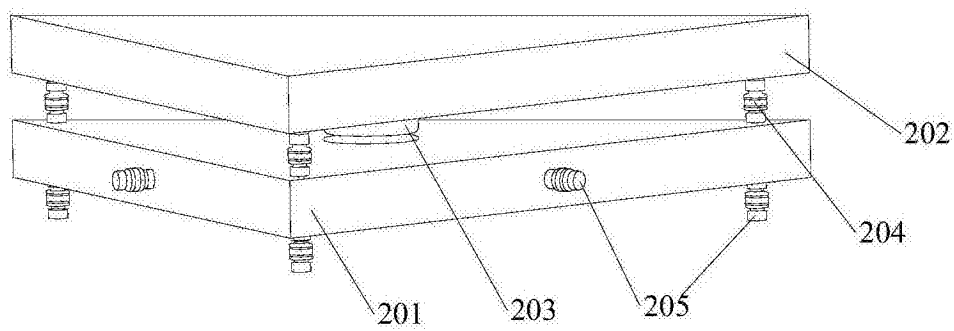


图2

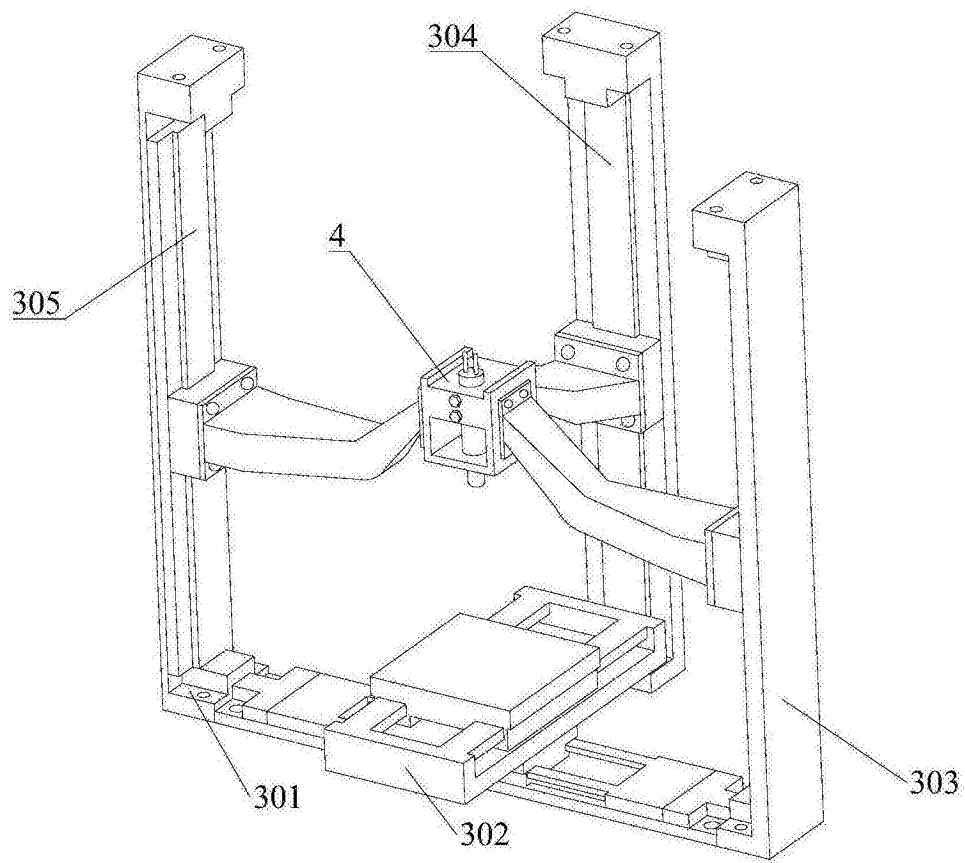


图3

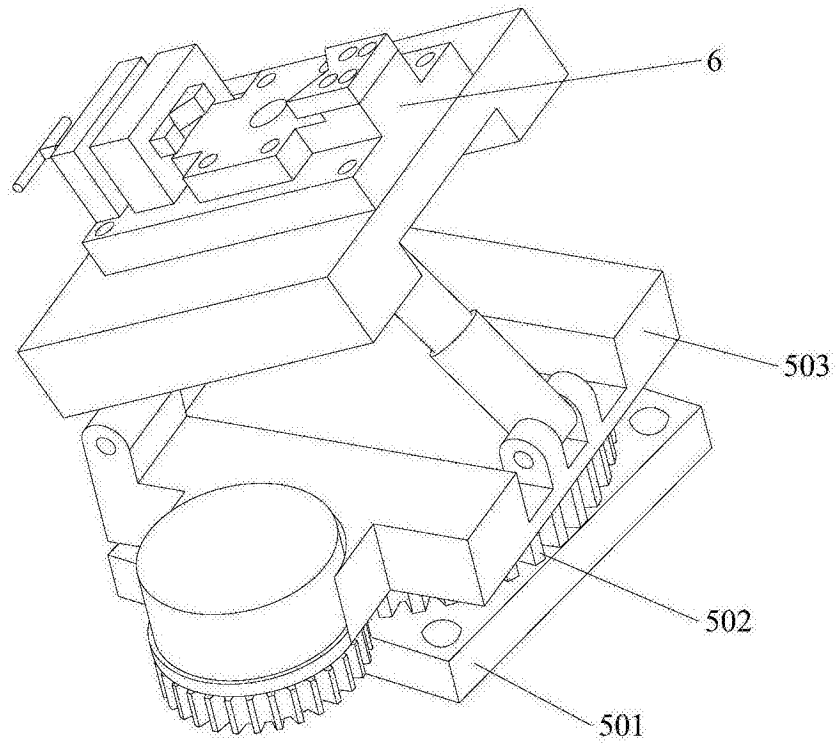


图4

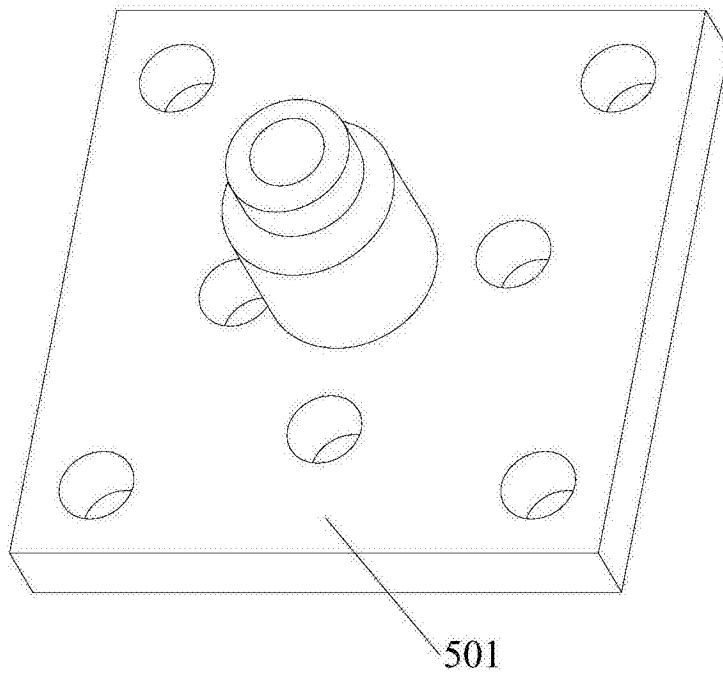


图5

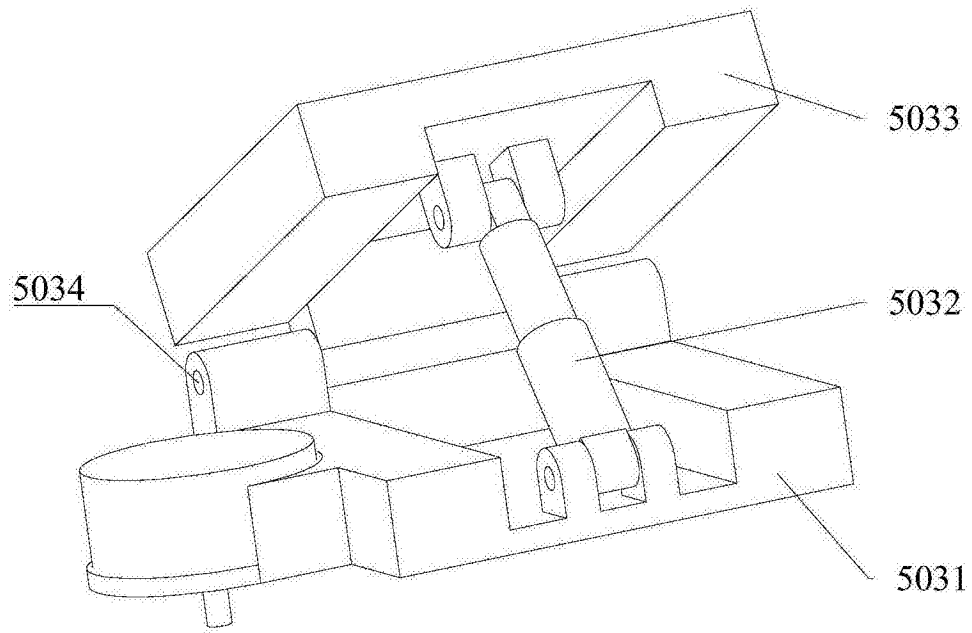


图6