



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 204190647 U

(45) 授权公告日 2015.03.04

(21) 申请号 201420589038.2

H02N 2/10(2006.01)

(22) 申请日 2014.10.13

H02N 2/12(2006.01)

(73) 专利权人 吉林大学

(ESM) 同样的发明创造已同日申请发明专利

地址 130012 吉林省长春市前进大街 2699  
号

(72) 发明人 赵宏伟 李建平 邵明坤 杜雨萌  
周晓勤 范尊强 侯鹏亮 付海双  
徐修权 时月

(74) 专利代理机构 吉林长春新纪元专利代理有  
限责任公司 22100

代理人 王怡敏

(51) Int. Cl.

H02N 2/02(2006.01)

H02N 2/04(2006.01)

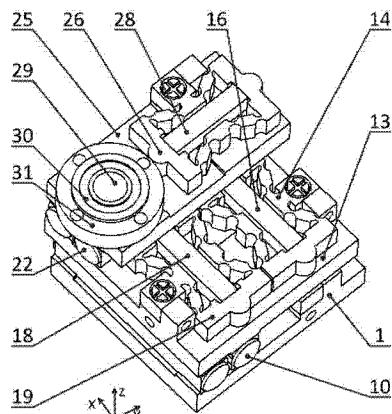
权利要求书1页 说明书4页 附图4页

(54) 实用新型名称

基于粘滑惯性的串联式三自由度压电精密驱  
动平台

(57) 摘要

本实用新型涉及一种基于粘滑惯性的串联式三自由度压电精密驱动平台，能够实现沿 x、y 方向直线运动以及绕 z 轴方向的旋转运动。包含依次连接的下层 x 轴直线驱动器组件、中层 y 轴直线驱动器组件和上层 z 轴旋转驱动器组件，均基于粘滑惯性原理，通过向压电叠堆输入锯齿波实现输出终端的步进式连续进给。通过改变锯齿波的对称性、频率来分别改变进给方向、速度。通过对压电叠堆采用不同的控制方式，可以实现快速进给定位和精密进给定位相结合的定位运动，从而同时获得快速与高精度的定位优势。优点在于：结构小巧紧凑，输出行程大，速度可调，承载能力强，工作稳定可靠，可重复性好，适宜于应用在具有严格空间尺寸约束、大行程等精密运动控制场合。



1. 一种基于粘滑惯性的串联式三自由度压电精密驱动平台,其特征在于:由桥式柔性铰链放大机构同时实现快速进给方式和精密进给方式:在运动初期,采用锯齿波驱动,即采用快速的粘滑惯性驱动方式,实现大行程的快速进给;运动后期,采用连续电压控制,实现高精度的精密微进给;具体包括下层x轴直线驱动器组件、中层y轴直线驱动器组件和上层z轴旋转驱动器组件,其中,所述下层x轴直线驱动器组件与中层y轴直线驱动器组件机构一致,下层x轴直线驱动器组件带动中层y轴直线驱动器组件在沿x轴方向上直线运动,中层y轴直线驱动器组件带动上层z轴旋转驱动器组件在沿y轴方向上直线运动,上层z轴旋转驱动器组件驱动旋转圆盘(31)绕z轴旋转运动,三种运动方式串联组合,最终实现输出终端旋转圆盘(31)沿x、y轴方向上的直线运动以及绕z轴方向上的旋转运动。

2. 根据权利要求1所述的基于粘滑惯性的串联式三自由度压电精密驱动平台,其特征在于:所述的下层x轴直线驱动器组件中,压电叠堆A(4)、压电叠堆B(6)分别封装在驱动触头A(3)、驱动触头B(6)内,所述驱动触头A(3)与驱动触头B(6)呈对称式布置,分别通过螺钉A(2)、螺钉B(7)与下层基座(1)紧固连接;基于粘滑惯性原理,驱动触头A(3)和驱动触头B(5)带动直线导轨A(10)沿x轴方向上直线运动;直线导轨A(10)通过螺钉D(9)、螺钉E(11)固定在下层基座(1)上,同时通过螺钉C(8)、螺钉F(12)与中层基座(13)紧固连接,带动中层y轴直线驱动器组件沿x向直线运动;

所述中层y轴直线驱动器组件与下层x轴直线驱动器组件机构一致,压电叠堆C(16)、压电叠堆D(18)分别封装在驱动触头C(14)、驱动触头D(19)内,所述驱动触头C(14)与驱动触头D(19)呈对称式布置,分别通过螺钉G(15)、螺钉H(17)与中层基座(13)紧固连接;基于粘滑惯性原理,驱动触头C(14)和驱动触头D(19)带动直线导轨B(22)沿y轴方向上直线运动;直线导轨B(22)通过螺钉J(21)、螺钉K(23)固定在中层基座(1)上,同时通过螺钉A(20)、螺钉L(24)与上层基座(25)紧固连接,带动上层z轴旋转驱动器组件绕z轴旋转运动;

所述上层z轴旋转驱动器组件中,压电叠堆E(28)封装在驱动触头E(26)内,驱动触头E(26)通过螺钉M(27)与上层基座(25)紧固连接;旋转圆盘(31)与轴承(30)外壁过盈配合装配;轴(29)与轴承(30)内壁过盈装配,同时与上层基座(25)过盈配合紧固;基于粘滑惯性原理,驱动触头E(26)带动旋转圆盘(31)绕z轴旋转运动。

3. 根据权利要求1或2所述的基于粘滑惯性的串联式三自由度压电精密驱动平台,其特征在于:所述的下层x轴直线驱动器组件、中层y轴直线驱动器组件、上层z轴旋转驱动器组件均基于粘滑惯性原理进行精密地驱动运动,并能同时实现三个自由度的耦合运动。

4. 根据权利要求2所述的基于粘滑惯性的串联式三自由度压电精密驱动平台,其特征在于:所述的驱动触头A、B、C、D、E(3、5、14、19、26)采用桥式柔性铰链放大机构,将输出位移进行放大。

5. 根据权利要求1或2所述的基于粘滑惯性的串联式三自由度压电精密驱动平台,其特征在于:所述的下层x轴直线驱动器组件、中层y轴直线驱动器组件、上层z轴旋转驱动器组件依次连接,形成串联结构,各个驱动器组件之间无干扰,最终输出端的位移为三个驱动器组件输出位移的矢量和。

## 基于粘滑惯性的串联式三自由度压电精密驱动平台

### 技术领域

[0001] 本实用新型涉及一种基于粘滑惯性的串联式三自由度压电精密驱动平台,应用于显微生物技术、大规模及超大规模集成电路制造、微纳显微操作机器人、微机电系统等领域。

### 背景技术

[0002] 近年来,随着科学技术突飞猛进的发展,微纳米科学技术方面的研究也取得了迅猛的发展,并在显微生物技术、精密超精密切削刻划加工、微机电系统、大规模及超大规模集成电路制造、微纳显微操作机器人的科学领域都获得了广泛的应用。微纳米操作技术是微纳米科学技术中一种十分前沿十分重要的研究课题。微纳米操作技术是指针对于处于微纳米级尺度的物体,如细胞、分子、原子等所进行的精密操作与控制的技术。它是人类对微观世界探索的一种至关重要的手段,在微纳米技术中占有重要的地位。针对微纳米操作所需的精密驱动平台的研制就显得愈发重要。传统的电机驱动由于尺寸、步进分辨率低等致命缺陷的限制,显然无法满足微纳米操作技术中对空间尺寸的严格要求。由于压电叠堆体积小、频响高、发热少、输出力大、无噪声、性能稳定,柔性铰链无机械摩擦、无间隙、运动灵敏度等优点,精密加工与定位技术中广泛采用基于压电叠堆驱动源、柔性铰链作为传动与导向机构作为高精度驱动装置中的驱动核心。一般的尺蠖式压电驱动由于量程小,速度慢,承载能力差等缺点不能完全适应于微纳米操作。而并联式多自由度压电驱动器中各个运动相互干扰,不能保证在单一方向上的运动,亦无法满足于微纳米操作技术领域。因此,设计一种适宜于应用在微纳米操作这种具有严格空间尺寸约束、大行程等精密运动控制的场合下的基于粘滑惯性原理运动方式的串联式三自由度压电精密驱动平台是十分必要的。

### 发明内容

[0003] 本实用新型的目的在于提供一种基于粘滑惯性的串联式三自由度压电精密驱动平台,各个驱动器组件之间无干扰,解决了现有技术存在的上述问题。且具有结构小巧紧凑,输出行程大,速度可调,承载能力强,工作稳定可靠,可重复性好等优点。

[0004] 本实用新型通过向压电叠堆通入相应的锯齿波,可通过改变锯齿波的对称性(如输入反向锯齿波)、锯齿波的频率来分别改变进给方向、调节进给速度。各个驱动器组件彼此之间独立动作,串联组合,最终实现输出终端旋转圆盘沿x、y轴方向上的直线运动以及绕z轴方向上的旋转运动。

[0005] 本实用新型的上述目的通过以下技术方案实现:

[0006] 基于粘滑惯性的串联式三自由度压电精密驱动平台,由桥式柔性铰链放大机构同时实现快速进给方式和精密进给方式:在运动初期,采用锯齿波驱动,即采用快速的粘滑惯性驱动方式,实现大行程的快速进给;运动后期,采用连续电压控制,实现高精度的精密微进给;具体包括下层x轴直线驱动器组件、中层y轴直线驱动器组件和上层z轴旋转驱动器组件,其中,所述下层x轴直线驱动器组件与中层y轴直线驱动器组件机构一致,下层x轴

直线驱动器组件带动中层 y 轴直线驱动器组件在沿 x 轴方向上直线运动，中层 y 轴直线驱动器组件带动上层 z 轴旋转驱动器组件在沿 y 轴方向上直线运动，上层 z 轴旋转驱动器组件驱动旋转圆盘 31 绕 z 轴旋转运动，三种运动方式串联组合，最终实现输出终端旋转圆盘 31 沿 x、y 轴方向上的直线运动以及绕 z 轴方向上的旋转运动。

[0007] 所述的下层 x 轴直线驱动器组件中，压电叠堆 A4、压电叠堆 B6 分别封装在驱动触头 A3、驱动触头 B6 内，所述驱动触头 A3 与驱动触头 B6 呈对称式布置，分别通过螺钉 A2、螺钉 B7 与下层基座 1 紧固连接；基于粘滑惯性原理，驱动触头 A3 和驱动触头 B5 带动直线导轨 A10 沿 x 轴方向上直线运动；直线导轨 A10 通过螺钉 D9、螺钉 E11 固定在下层基座 1 上，同时通过螺钉 C8、螺钉 F12 与中层基座 13 紧固连接，带动中层 y 轴直线驱动器组件沿 x 向直线运动；

[0008] 所述中层 y 轴直线驱动器组件与下层 x 轴直线驱动器组件机构一致，压电叠堆 C16、压电叠堆 D18 分别封装在驱动触头 C14、驱动触头 D19 内，所述驱动触头 C14 与驱动触头 D19 呈对称式布置，分别通过螺钉 G15、螺钉 H17 与中层基座（13）紧固连接；基于粘滑惯性原理，驱动触头 C14 和驱动触头 D19 带动直线导轨 B22 沿 y 轴方向上直线运动；直线导轨 B22 通过螺钉 J21、螺钉 K23 固定在中层基座 1 上，同时通过螺钉 A20、螺钉 L24 与上层基座 25 紧固连接，带动上层 z 轴旋转驱动器组件绕 z 轴旋转运动；

[0009] 所述上层 z 轴旋转驱动器组件中，压电叠堆 E28 封装在驱动触头 E26 内，驱动触头 E26 通过螺钉 M27 与上层基座 25 紧固连接；旋转圆盘 31 与轴承 30 外壁过盈配合装配；轴 29 与轴承 30 内壁过盈装配，同时与上层基座 25 过盈配合紧固；基于粘滑惯性原理，驱动触头 E26 带动旋转圆盘 31 绕 z 轴旋转运动。

[0010] 所述的下层 x 轴直线驱动器组件、中层 y 轴直线驱动器组件、上层 z 轴旋转驱动器组件均基于粘滑惯性原理进行精密地驱动运动，并能同时实现三个自由度的耦合运动。

[0011] 所述的驱动触头 A、B、C、D、E3、5、14、19、26 采用桥式柔性铰链放大机构，将输出位移进行放大，这种桥式柔性铰链位移放大率较大。将压电叠堆 A、B、C、D、E4、6、16、18、28 分别封装其内，运动稳定可靠。采用桥式柔性铰链同时输出驱动力与预紧力，从而产生粘滑惯性运动。压电叠堆伸长时，驱动触头一方面沿压电叠堆伸长方向变形，压紧输出运动终端，产生较大的预紧力，有利于实现粘滑惯性运动；另一方面将沿垂直于压电叠堆伸长方向变形，直接进行位移输出。

[0012] 所述的下层 x 轴直线驱动器组件、中层 y 轴直线驱动器组件、上层 z 轴旋转驱动器组件依次连接，形成串联结构，各个驱动器组件之间无干扰，运动稳定可靠，最终输出端的位移为三个驱动器组件输出位移的矢量和。

[0013] 本实用新型的有益效果在于：三个自由度采用串联方式组合，彼此之间无干扰，运动稳定可靠。利用基于粘滑惯性摩擦运动原理的压电驱动核心，驱动平稳，响应迅速。主要应用于显微生物技术、精密超精密切削刻划加工、微机电系统、大规模及超大规模集成电路制造、微纳显微操作机器人等科学领域。目的在于精简微机电系统，提高驱动精密，减小结构尺寸，保证多自由度之间运动无干扰，使其更加适宜于应用在具有严格空间尺寸约束、大行程等精密运动控制场合。结构小巧紧凑，输出行程大，速度可调，承载能力强，工作稳定可靠，可重复性好。实用性强。

## 附图说明

[0014] 此处所说明的附图用来提供对本实用新型的进一步理解,构成本申请的一部分,本实用新型的示意性实例及其说明用于解释本实用新型,并不构成对本实用新型的不当限定。

- [0015] 图 1 为本实用新型的轴向示意图。
- [0016] 图 2 为本实用新型的俯视示意图。
- [0017] 图 3 为本实用新型的下层 x 轴直线驱动器组件示意图。
- [0018] 图 4 为本实用新型的中层 y 轴直线驱动器组件示意图。
- [0019] 图 5 为本实用新型的上层 z 轴旋转驱动器组件示意图。
- [0020] 图 6 为本实用新型的驱动触头示意图。
- [0021] 图中 :1. 下层基座 ;2. 螺钉 A ;3. 驱动触头 A ;4. 压电叠堆 A ;5. 驱动触头 B ;6. 压电叠堆 B ;7. 螺钉 B ;8. 螺钉 C ;9. 螺钉 D ;10. 直线导轨 A ;11. 螺钉 E ;12. 螺钉 F ;13. 中层基座 ;14. 驱动触头 C ;15. 螺钉 G ;16. 压电叠堆 C ;17. 螺钉 H ;18. 压电叠堆 D ;19. 驱动触头 D ;20. 螺钉 A ;21. 螺钉 J ;22. 直线导轨 B ;23. 螺钉 K ;24. 螺钉 L ;25. 上层基座 ;26. 驱动触头 E ;27. 螺钉 M ;28. 压电叠堆 E ;29. 轴 ;30. 轴承 ;31. 旋转圆盘。

## 具体实施方式

[0022] 下面结合附图进一步说明本实用新型的详细内容及其具体实施方式。

[0023] 参见图 1 至图 6 所示,本实用新型的基于粘滑惯性的串联式三自由度压电精密驱动平台,由桥式柔性铰链放大机构同时实现快速进给方式和精密进给方式:在运动初期,采用锯齿波驱动,即采用快速的粘滑惯性驱动方式,实现大行程的快速进给;运动后期,采用连续电压控制,实现高精度的精密微进给;具体包括下层 x 轴直线驱动器组件、中层 y 轴直线驱动器组件和上层 z 轴旋转驱动器组件,其中下层 x 轴直线驱动器组件与中层 y 轴直线驱动器组件机构一致,下层 x 轴直线驱动器组件带动中层 y 轴直线驱动器组件在沿 x 轴方向上直线运动,中层 y 轴直线驱动器组件带动上层 z 轴旋转驱动器组件在沿 y 轴方向上直线运动,上层 z 轴旋转驱动器组件驱动旋转圆盘 31 绕 z 轴旋转运动,三种运动方式串联组合,最终实现输出终端旋转圆盘 31 沿 x、y 轴方向上的直线运动以及绕 z 轴方向上的旋转运动。

[0024] 所述的下层 x 轴直线驱动器组件中,压电叠堆 A4、压电叠堆 B6 分别封装在驱动触头 A3、驱动触头 B6 之中。驱动触头 A3 与驱动触头 B6 呈对称式布置,分别通过螺钉 A2、螺钉 B7 与下层基座 1 紧固连接。基于粘滑惯性原理,驱动触头 A3 和驱动触头 B5 带动直线导轨 A10 沿 x 轴方向上直线运动。直线导轨 A10 由螺钉 D9、螺钉 E11 固定在下层基座 1 上,同时通过螺钉 C8、螺钉 F12 与中层基座 13 紧固连接,带动中层 y 轴直线驱动器组件沿 x 向直线运动。

[0025] 所述的中层 y 轴直线驱动器组件与下层 x 轴直线驱动器组件机构一致,即:压电叠堆 C16、压电叠堆 D18 分别封装在驱动触头 C14、驱动触头 D19 之中。驱动触头 C14 与驱动触头 D19 呈对称式布置,分别通过螺钉 G15、螺钉 H17 与中层基座 13 紧固连接。基于粘滑惯性原理,驱动触头 C14 和驱动触头 D19 带动直线导轨 B22 沿 y 轴方向上直线运动。直线导轨 B22 由螺钉 J21、螺钉 K23 固定在中层基座 1 上,同时通过螺钉 A20、螺钉 L24 与上层基座

25 紧固连接,带动上层 z 轴旋转驱动器组件绕 z 轴旋转运动。

[0026] 所述的上层 z 轴旋转驱动器组件中,压电叠堆 E28 封装在驱动触头 E26 之中。驱动触头 E26 通过螺钉 M27 与上层基座 25 紧固连接。旋转圆盘 31 与轴承 30 外壁过盈配合装配。轴 29 与轴承 30 内壁过盈装配,同时与上层基座 25 过盈配合紧固。基于粘滑惯性原理,驱动触头 E26 带动旋转圆盘 31 绕 z 轴旋转运动。

[0027] 所述的下层 x 轴直线驱动器组件、中层 y 轴直线驱动器组件、上层 z 轴旋转驱动器组件,均基于粘滑惯性原理进行精密地驱动运动。

[0028] 所述的驱动触头 A、B、C、D、E3、5、14、19、26,采用桥式柔性铰链放大机构,将输出位移进行放大,这种桥式柔性铰链位移放大率较大。

[0029] 所述的驱动触头 A、B、C、D、E3、5、14、19、26 分别封装其内,运动稳定可靠。压电叠堆伸长时,驱动触头一方面沿压电叠堆伸长方向变形,压紧输出运动终端,产生较大的预紧力,有利于实现粘滑惯性运动;另一方面将沿垂直于压电叠堆伸长方向变形,直接进行位移输出。

[0030] 所述的下层 x 轴直线驱动器组件、中层 y 轴直线驱动器组件、上层 z 轴旋转驱动器组件依次连接,形成串联结构。各个驱动器组件之间运动无干扰,运动稳定可靠,最终输出端的位移为三个驱动器组件输出位移的矢量和。

[0031] 参见图 1 至图 6 所示,本实用新型的具体工作过程如下:

[0032] 该三自由度压电精密驱动平台沿 x 轴方向直线运动的实现:向压电叠堆 A4 通入正向锯齿波,同时向压电叠堆 B6 通入反向锯齿波,此时驱动触头 A、B3、5 动作一致,基于粘滑惯性作用驱动直线导轨 A10 沿 x 轴单一方向运动。同时相应改变通入的锯齿波方向即可改变直线导轨 A10 运动方向,运动速度可以通过改变锯齿波的频率进行调节。

[0033] 该三自由度压电精密驱动平台沿 y 轴方向直线运动的实现:向压电叠堆 C16 通入正向锯齿波,同时向压电叠堆 D18 通入反向锯齿波,此时驱动触头 C、D14、19 动作一致,基于粘滑惯性作用驱动直线导轨 B22 沿 y 轴单一方向运动。同时相应改变通入的锯齿波方向即可改变直线导轨 B22 运动方向,运动速度可以通过改变锯齿波的频率进行调节。

[0034] 该三自由度压电精密驱动平台绕 z 轴方向旋转运动的实现:向压电叠堆 E26 通入正向锯齿波,此时驱动触头 E26 变形,基于粘滑惯性作用驱动旋转圆盘 31 绕 z 轴单一方向旋转。改变通入的锯齿波方向即可改变旋转圆盘 31 旋转方向,运动速度可以通过改变锯齿波的频率进行调节。

[0035] 该三自由度压电精密驱动平台的各个驱动器组件依次连接,形成串联结构,彼此之间动作无干扰,可单独动作亦可同时动作,运动稳定可靠。最终输出端旋转圆盘 31 的位移为三个驱动器组件输出位移的矢量和。

[0036] 以上所述仅为本实用新型的优选实例而已,并不用于限制本实用新型,对于本领域的技术人员来说,本实用新型可以有各种更改和变化。凡对本实用新型所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本实用新型的保护范围之内。

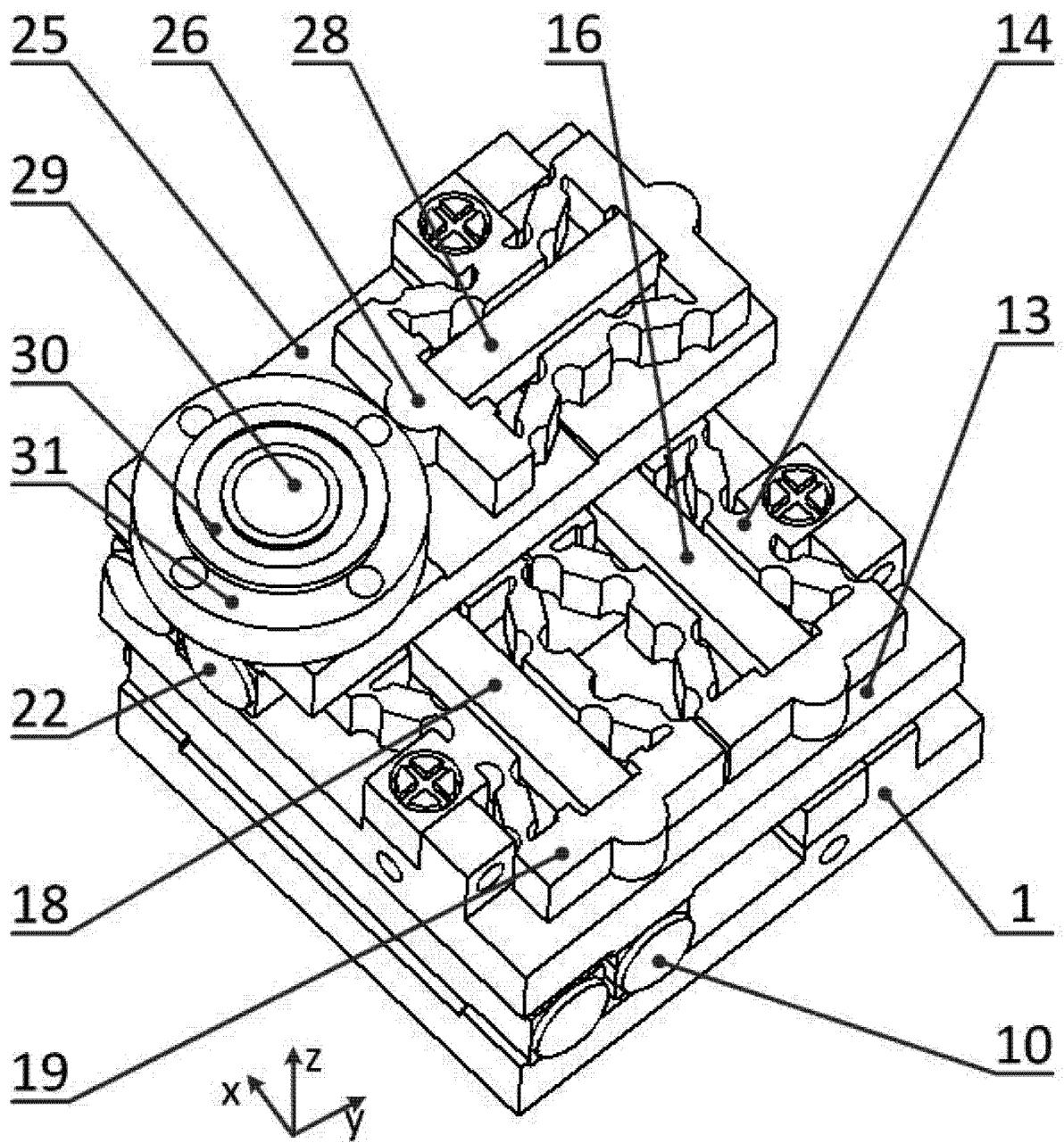


图 1

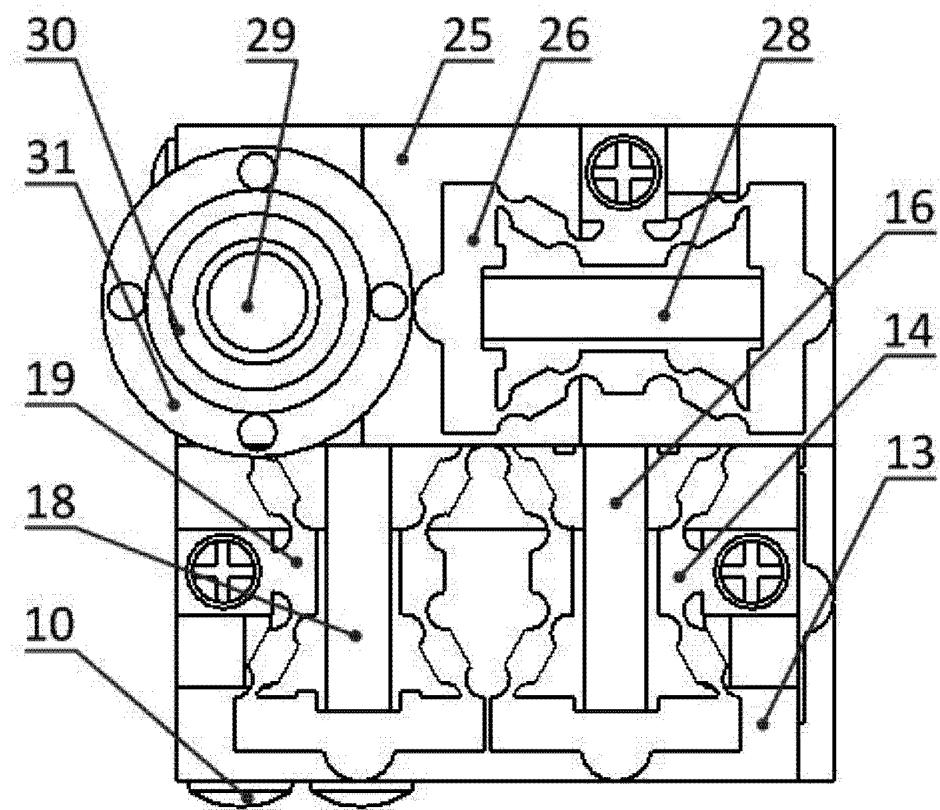


图 2

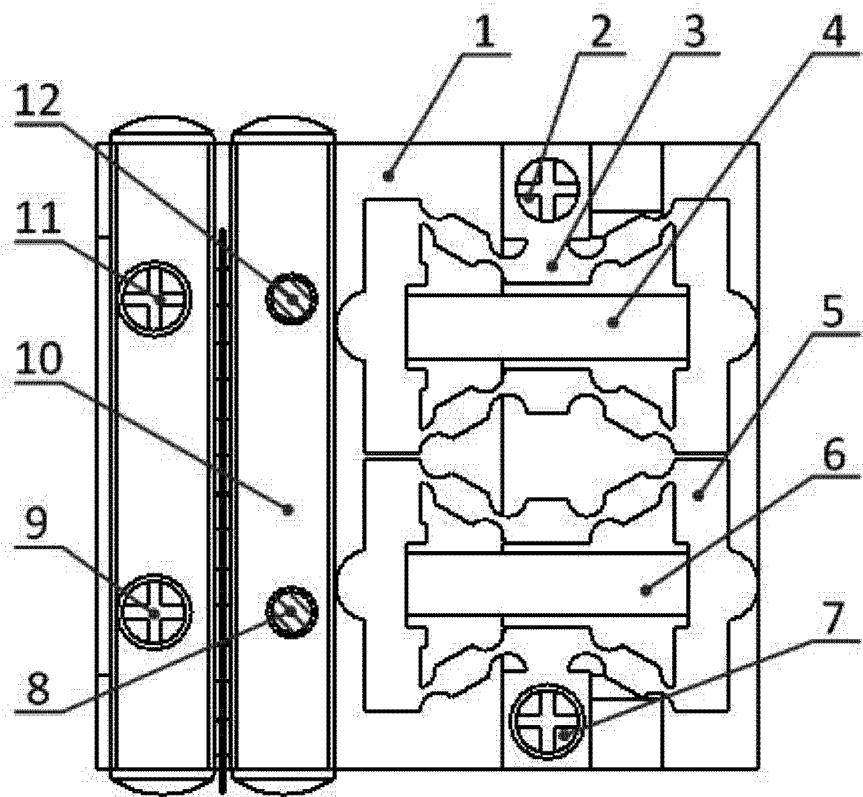


图 3

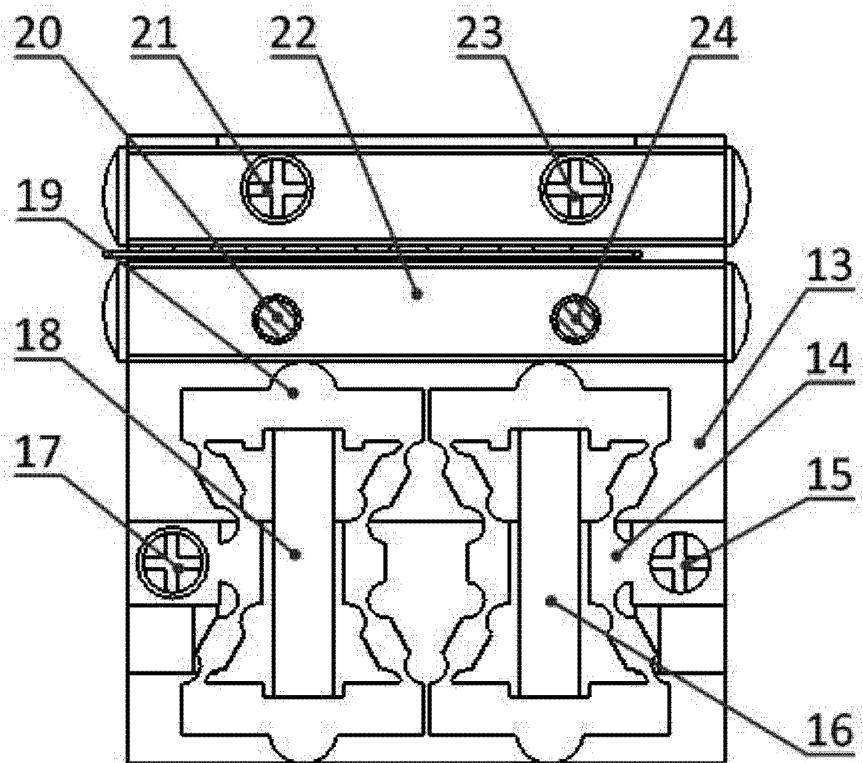


图 4

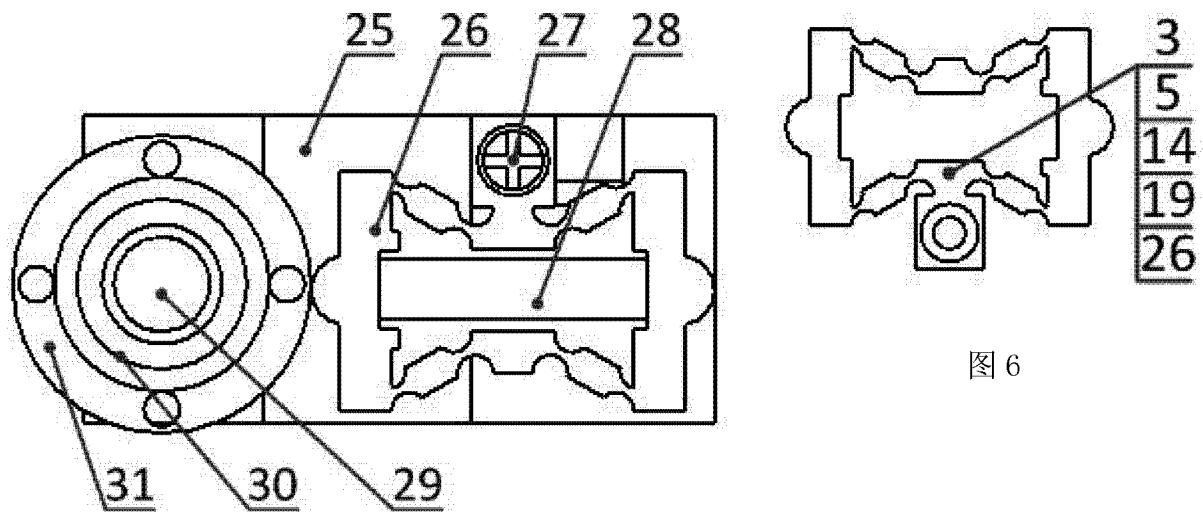


图 5

图 6