

(19)中华人民共和国国家知识产权局



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104440817 B

(45)授权公告日 2017.04.12

(21)申请号 201410734788.9

审查员 陈东伟

(22)申请日 2014.12.04

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104440817 A

(43)申请公布日 2015.03.25

(73)专利权人 山东大学

地址 250061 山东省济南市历下区经十路
17923号

(72)发明人 闫鹏 杜志元

(74)专利代理机构 济南圣达知识产权代理有限公司 37221

代理人 赵妍

(51)Int.Cl.

B25H 1/00(2006.01)

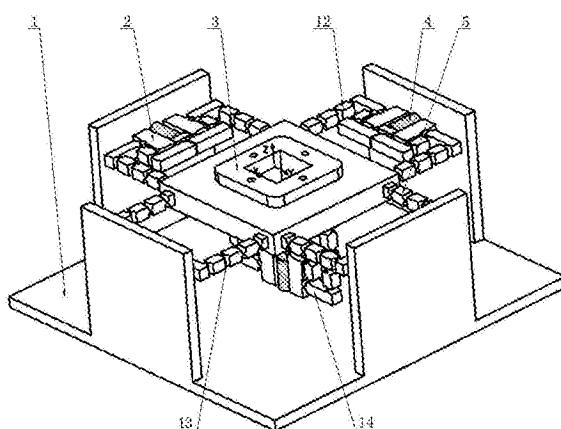
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

一种空间三维微位移精密定位装置

(57)摘要

本发明公开了一种空间三维微位移精密定位装置，包括固定基座和运动台；运动台分别通过三个具有位移放大功能的连接机构和对应设置的两个其他连接机构与固定基座相连接，两个其他连接机构可以起到位移解耦的作用，并能增强平台的刚度，具有位移放大功能的连接机构采用压电陶瓷驱动器和二级级联的杠杆放大机构对压电陶瓷输出位移进行放大，且杠杆放大机构采用对称形式布置，进而扩大了定位装置的工作行程，并可实现位移解耦的功能。



1. 一种空间三维微位移精密定位装置，其特征是，包括：具有四个侧面的固定基座；设置于固定基座中央的运动台；所述运动台两侧的X轴方向分别通过第一连接机构和第二连接结构与固定基座相连；所述运动台两侧的Y轴方向分别通过第三连接机构和第四连接结构与固定基座相连；所述运动台下侧的Z轴方向通过第五连接机构与固定基座相连；其中，第一连接机构、第三连接机构和第五连接机构结构完全相同；第二连接机构与第四连接机构的结构也完全相同；所述第一连接机构包括与运动台连接的具有相互正交旋转副两连接轴，两连接轴分别与第一级杠杆放大机构和第二级杠杆放大机构相连，一位移输出块分别与第一级杠杆放大机构和第二级杠杆放大机构相连接；一压电陶瓷驱动器的一端与所述位移输出块连接，所述压电陶瓷驱动器的另一端与固定基座固连接。所述第二连接机构结构包括用于与运动台连接的具有相互正交旋转副的连接轴；

所述第一连接机构和第二连接结构分别位于运动台的两对立面；

所述第三连接机构和第四连接结构分别位于运动台的两对立面；

所述第一级杠杆放大机构和第二级杠杆放大机构均通过柔性铰链与位移输出块相连；

所述第一级杠杆放大机构通过柔性铰链与第二级杠杆放大机构相连；

所述第二级杠杆放大机构与固定基座和运动台均采用柔性铰链连接；

所述连接轴上设有旋转方向相互垂直的第一旋转副和第二旋转副；

所述柔性铰链均为半圆形柔性铰链。

一种空间三维微位移精密定位装置

技术领域

[0001] 本发明涉及微纳操作与高精度定位技术领域,尤其一种空间三维微位移精密定位装置。

背景技术

[0002] 随着微电子加工技术、通讯技术、超精密加工技术等高新技术的迅猛发展,人们对于具有高精度定位功能的机械装置需求日益强烈,特别是能达到纳米精度,大行程,多自由度要求的纳米定位系统。压电陶瓷由于无摩擦,出力大,可输出微米级甚至纳米级位移的优点,经常被用作精密定位装置的驱动器,原子力显微镜便是一个实例,但是,传统的定位平台往往有以下几个缺陷:

[0003] 1.现有的定位平台多集中在平面两自由度的设计方案,无法实现空间三维的运动;

[0004] 2.由于压电陶瓷的输出位移较小,往往无法达到大行程定位的要求,杠杆机构可以实现将压电陶瓷输出位移放大的目的,但单极杠杆放大比低,多数情况下也不能满足大行程定位要求;

[0005] 3.传统的位移放大机构经压电陶瓷驱动后会存在位移耦合的现象,这严重影响了定位装置的定位效果,无法达到纳米级超精密定位的要求。

[0006] 因此,如何设计一种能够具有多个自由度、大行程且不存在位移耦合的精密定位装置,是本领域技术人员亟需解决的。

发明内容

[0007] 为了克服上述现有技术的不足,本发明具体公开了一种空间三维微位移精密定位装置。本方案所提供的定位装置具有空间三自由度,大行程,结构解耦等优点,其末端输出位移可达到亚微米级甚至纳米级的高定位精度。

[0008] 为了达成上述目的,本发明采用的技术方案如下:

[0009] 一种空间三维微位移精密定位装置,包括:

[0010] 具有四个侧面的固定基座;

[0011] 设置于固定基座中央的运动台;

[0012] 所述运动台两侧的X轴方向分别通过第一连接机构和第二连接结构与固定基座相连;

[0013] 所述运动台两侧的Y轴方向分别通过第三连接机构和第四连接结构与固定基座相连;

[0014] 所述运动台下侧的Z轴方向通过第五连接机构与固定基座相连;

[0015] 其中,第一连接机构、第三连接机构和第五连接机构结构完全相同;第二连接机构与第四连接机构的结构也完全相同;

[0016] 所述第一连接机构包括与运动台连接的具有相互正交旋转副两连接轴,两连接轴

分别与第一级杠杆放大机构和第二级杠杆放大机构相连,一位移输出块分别与第一级杠杆放大机构和第二级杠杆放大机构相连接;

[0017] 一压电陶瓷驱动器的一端与所述位移输出块连接,所述压电陶瓷驱动器的另一端与固定基座固连接。

[0018] 所述第二连接机构结构包括用于与运动台连接的具有相互正交旋转副的连接轴。

[0019] 优选的,所述第一连接机构和第二连接结构分别位于运动台的两对立面;

[0020] 优选的,所述第三连接机构和第四连接结构分别位于运动台的两对立面;

[0021] 优选的,所述第一级杠杆放大机构和第二级杠杆放大机构均通过柔性铰链与位移输出块相连;

[0022] 优选的,所述第一级杠杆放大机构通过柔性铰链与第二级杠杆放大机构相连;

[0023] 优选的,所述第二级杠杆放大机构与固定基座和运动台均采用柔性铰链连接;

[0024] 优选的,所述连接轴上设有旋转方向相互垂直的第一旋转副和第二旋转副;

[0025] 优选的,所述柔性铰链均为半圆形柔性铰链。

[0026] 本发明的有益效果是:

[0027] 1.运动台运动行程大大增加。由于连接运动台和输出微小位移的压电陶瓷驱动器之间通过完全对称的两级杠杆放大机构连接,所以运动台的输出位移即为经过放大后的位移,放大倍数即两个杠杆放大机构的放大倍数之积,由此可见放大机构扩展了运动台的运动行程,有效的增大了压电陶瓷的输出位移。

[0028] 2.沿X、Y、Z轴三个方向产生的位移可以实现自解耦,消除耦合现象。X平面的第一连接机构与第二连接机构对称安装,Y平面的第三连接机构与第四连接机构对称安装,第一连接机构输出的位移传给运动台产生运动时,可以依靠第二连接机构消除X方向的耦合现象。相应的,第三连接机构输出的位移传给运动台产生运动时,可以依靠第四连接机构消除Y方向的耦合现象。

[0029] 当Z向产生向上的位移时,运动台四个边分别与第一连接机构、第二连接机构、第三连接机构和第四连接机构相连接,则运动台受力是对称的,故也可以实现消除Z向的位移耦合的效果。解耦功能可以使运动台的输出位移更精确,误差更小而且容易控制。

[0030] 3.各连接机构之间无摩擦,输出位移精度高。由于所有机构的连接部分均采用半圆形柔性铰链的形式,位移仅仅是通过柔性铰链的微变形来传递,机构运动部件之间无需装配,没有摩擦,从而避免了装配误差和摩擦对于定位精度的影响。

[0031] 4.采用压电陶瓷作为微驱动器,可实现微米甚至纳米的定位精度。压电陶瓷驱动器具有刚度高,位移分辨率高,输出位移微小的优点,广泛应用与超精密运动系统中,是常用的精密运动装置的驱动元件。

[0032] 5.在连接轴上加工有旋转方向相互垂直的两级旋转副,即第一旋转副和第二旋转副,采取这样的设计可以使运动台在三维方向上任意运动而不相互影响,方便地实现运动台的X、Y、Z方向的三维运动,并从实现了解耦功能。

[0033] 6.本发明具有结构紧凑,对称性好,定位精度高的优点,可直接将微操作器或定位终端通过运动台上的四个螺纹孔用螺丝固定在运动台上,可以进行X、Y、Z三个方向的定位和操作。

附图说明

[0034] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0035] 图1为空间三维微位移精密定位装置结构图;

[0036] 图2为第一连接机构的结构图;

[0037] 图3为第一连接机构的两级杠杆放大原理图;

[0038] 图4为第二连接机构的结构图;

[0039] 图5为连接轴结构图;

[0040] 图中:1、固定基座,2、第一连接机构,3、运动台,4、压电陶瓷驱动器,5、第二连接机构,6、连接轴,7、第一级杠杆放大机构,8、位移输出块,9、第二级杠杆放大机构,10、第一旋转副,11、第二旋转副、12、第三连接机构,13、第四连接机构,14、第五连接机构。

具体实施方式

[0041] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0042] 实施例1:一种空间三维微位移精密定位装置,其结构如图1-5所示,包括:具有四个侧面的固定基座1;设置于固定基座中央1的运动台3;

[0043] 所述运动台3两侧的X轴方向分别通过第一连接机构2和第二连接机构5与固定基座1相连;

[0044] 所述运动台3两侧的Y轴方向分别通过第三连接机构12和第四连接机构13与固定基座1相连;所述运动台3下侧的Z轴方向通过第五连接机构14与固定基座1相连;

[0045] 其中,第一连接机构2、第三连接机构12和第五连接机构14完全相同;第二连接机构5与第四连接机构13的结构也完全相同;

[0046] 所述第一连接机构2包括与运动台3连接的具有相互正交旋转副两连接轴6,两连接轴6分别与第一级杠杆放大机构7和第二级杠杆放大机构9相连,一位移输出块8分别与第一级杠杆放大机构7和第二级杠杆放大机构9相连接;

[0047] 一压电陶瓷驱动器4的一端与所述位移输出块8连接,所述压电陶瓷驱动器4的另一端与固定基座1固连接。采用压电陶瓷作为微驱动器,可实现微米甚至纳米的定位精度。运动台3和输出微小位移的压电陶瓷驱动器4之间通过完全对称的两级杠杆放大机构连接,两级杠杆放大机构扩展了平台的运动行程,有效的放大了压电陶瓷的输出位移。

[0048] 所述第二连接机构5结构包括用于与运动台连接的具有相互正交旋转副的连接轴6。

[0049] 所述第一连接机构2和第二连接机构5分别位于运动台3的两对立面。

[0050] 所述第三连接机构12和第四连接机构13分别位于运动台3的两对立面。

- [0051] 较佳的选择为，两杠杆放大机构采用二级级联的形式。
- [0052] 采用上述连接机构可以使定位过程中运动台3实现自解耦的功能。
- [0053] 所述第一级杠杆放大机构7和第二级杠杆放大机构9均通过柔性铰链(图中未示出)与位移输出块8相连。
- [0054] 所述第一级杠杆放大机构7通过柔性铰链与第二级杠杆放大机构9相连。
- [0055] 所述第二级杠杆放大机构9与固定基座1和运动台3均采用柔性铰链连接；
- [0056] 所述连接轴5上设有旋转方向相互垂直的第一旋转副10和第二旋转副11。该结构可以使得运动台3在三维方向上任意运动而不相互影响。
- [0057] 本实施例中的柔性铰链均为半圆形柔性铰链，不需装配，没有摩擦，从而避免了装配误差和摩擦对于定位精度的影响。
- [0058] 继续参考图1所示，在建立的坐标系中，当Z向的压电陶瓷驱动器施加竖直方向的位移时，位移经过连接机构A2上的两级杠杆放大机构放大后再通过连接轴6输出给运动台3，运动台3产生Z方向运动，由于在X向和Y向的连接机构都具有两个垂直的旋转副，并且运动台3的四个边分别与第一连接机构2、第二连接机构5、第三连接机构12和第四连接机构14相连接的，则运动台3受力是对称的，较难以产生X、Y方向的位移耦合，故可以实现消除Z向的位移耦合的效果，保证了Z向位移的运动精度；
- [0059] 当X向的压电陶瓷施加水平方向的位移时，位移经第一连接机构5上的两级杠杆放大机构放大后再通过连接轴6输出给运动台3，运动台3产生X方向运动，由于在Y向和Z向的连接机构都具有两个水平的旋转副，并且在Y方向上对称的布置着第三连接机构12和第四连接机构13，因此，可以实现Y方向的位移解耦，保证了X方向的运动精度；
- [0060] 同理，当Y向的压电陶瓷施加水平方向的位移时，第三连接机构12上的两级杠杆放大机构放大后再通过连接轴6输出给运动台3，运动台3产生Y方向运动，由于在X向和Z向的连接机构都具有两个水平的旋转副，并且在X方向上对称的布置着第一连接机构2和第二连接机构5，因此实现了X方向的位移解耦，保证了Y方向的运动精度。
- [0061] 继续参考图3所示，当受力端产生位移后，该位移会经过第一级杠杆放大机构放大后产生方向相反的位移，然后此位移由输出端传给第二级杠杆放大机构，又会产生第二次放大后方向相反的位移，这样经过两级杠杆放大机构后，位移放大的倍数即是第一级杠杆放大机构与第二级杠杆放大看过的放大倍数之积。
- [0062] 本发明所提供的一种空间三维微位移精密定位装置，集成了并联机构空间多自由度运动的优点和杠杆结构对于输出位移具有放大作用的优点，并且采用对称形式布置以消除耦合，达到了大行程、超精密、无耦合的定位技术要求，可广泛应用于AFM(原子力显微镜)装置，超精密加工定位系统和医学领域中需要微操作的场合中，可以结合自主开发的反馈控制系统提高带宽，加快响应时间。
- [0063] 本方案所提及的杠杆放大机构(又称位移放大杠杆)为现有技术，在此不进行赘述。
- [0064] 对所公开的实施例的上述说明，使本领域专业技术人员能够实现或使用本发明。对这些实施例的多种修改对本领域的专业技术人员来说将是显而易见的，本文中所定义的一般原理可以在不脱离本发明的精神或范围的情况下，在其它实施例中实现。因此，本发明将不会被限制于本文所示的这些实施例，而是要符合与本文所公开的原理相一致的最宽的

范围。

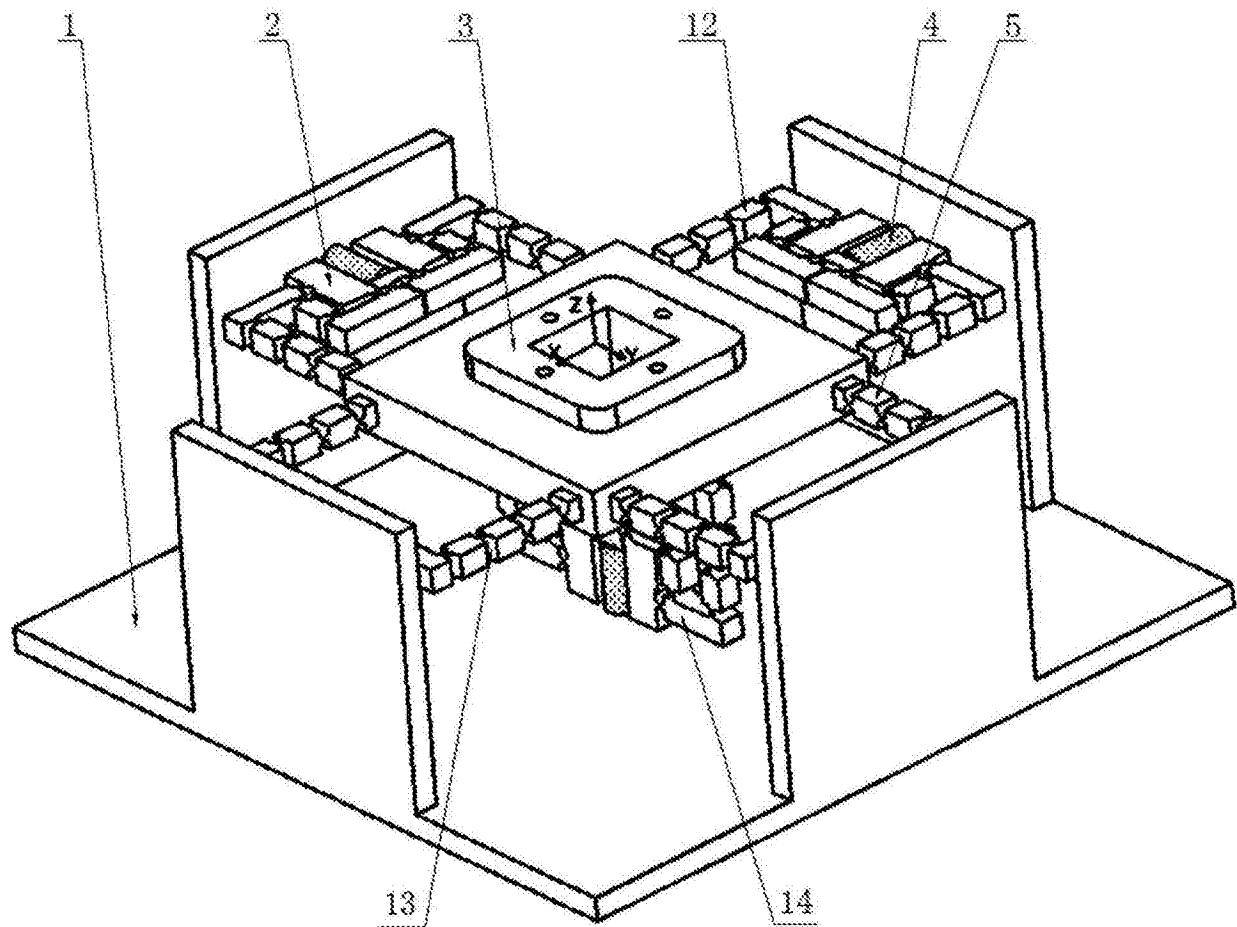


图1

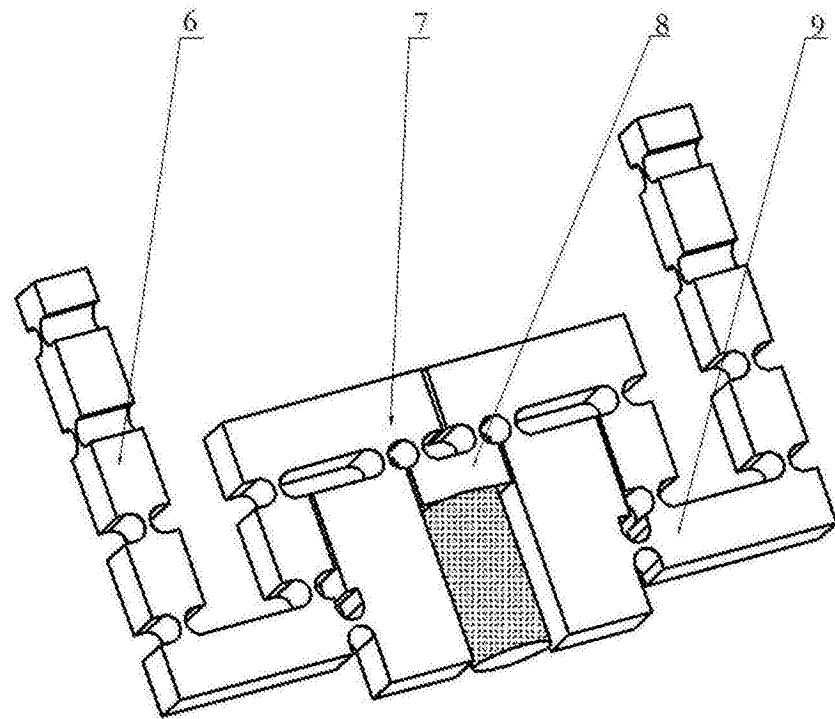


图2

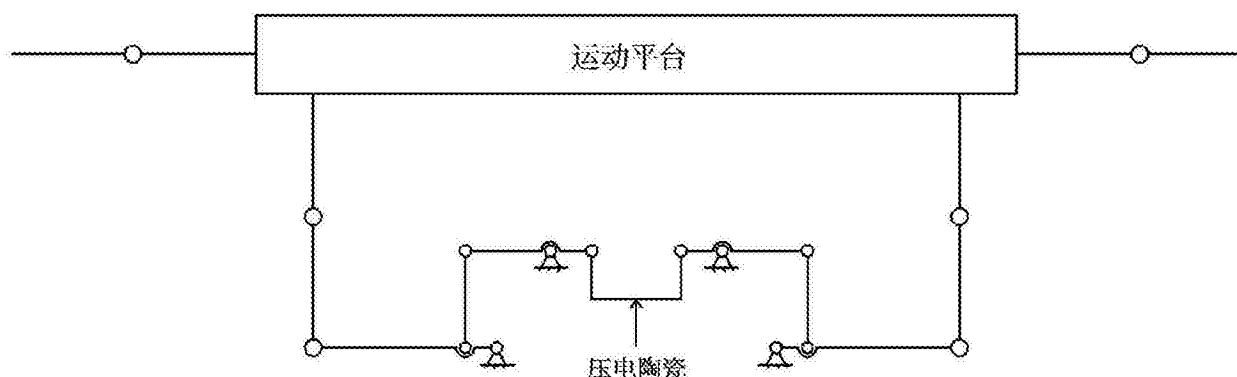


图3

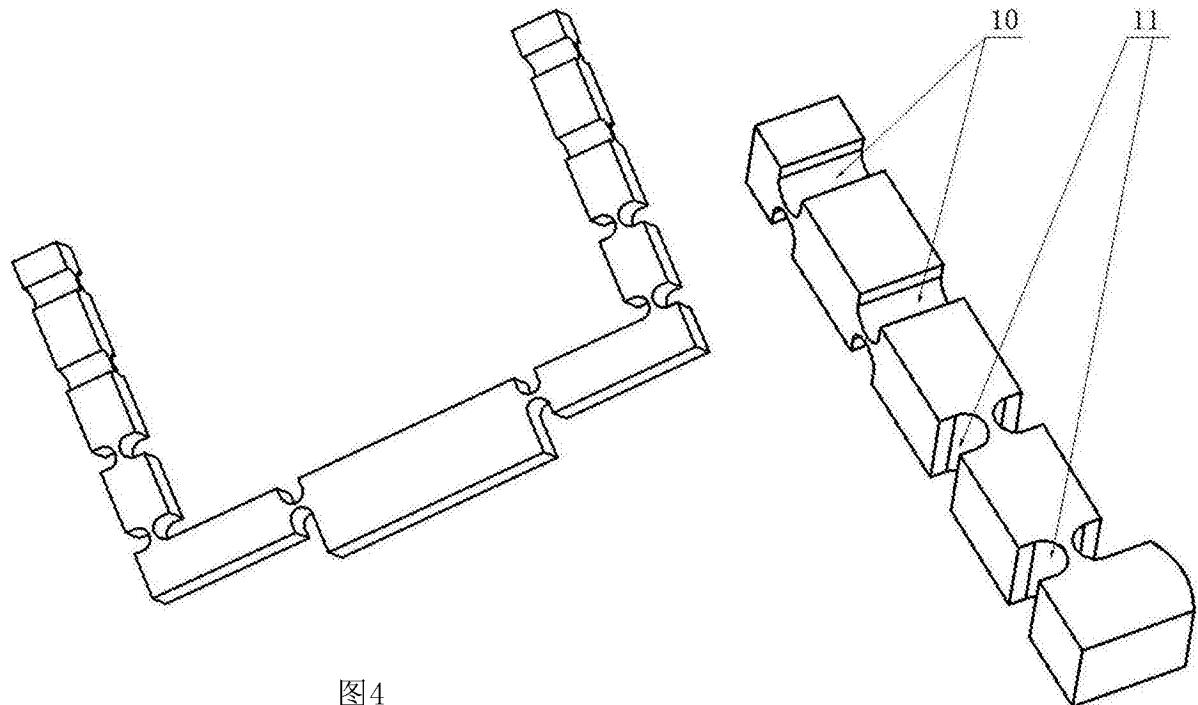


图4

图5