



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 105962964 A

(43)申请公布日 2016.09.28

(21)申请号 201610608514.4

(22)申请日 2016.07.25

(71)申请人 天津医科大学

地址 300070 天津市和平区气象台路22号

(72)发明人 韩立 张雪君 王晓东 张顺心

(74)专利代理机构 天津翰林知识产权代理事务
所(普通合伙) 12210

代理人 李济群 付长杰

(51)Int.Cl.

A61B 6/03(2006.01)

A61B 6/04(2006.01)

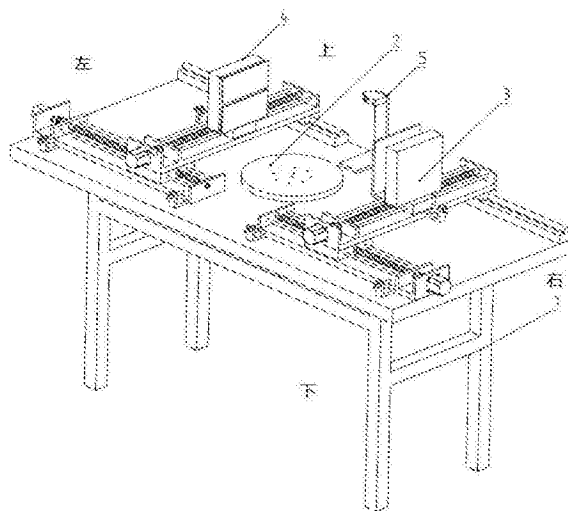
权利要求书1页 说明书6页 附图3页

(54)发明名称

自适应多模态X线CT成像科研实验平台

(57)摘要

本发明涉及自适应多模态X线CT成像科研实验平台,其特征在于该CT平台包括承载台、中心载物旋转台组件、X线发生器及位置移动组件、X线探测器及位置移动组件和距离测量组件;承载台起到支撑所有其他组件和成像体的作用;中心载物旋转台组件位于承载台的中心;X线发生器及位置移动组件位于中心载物旋转台组件的右侧;X线探测器及位置移动组件位于中心载物旋转台组件的左侧;距离测量组件位于中心载物旋转台组件的后侧,所述中心载物旋转台组件包括载物台、连接轴、联轴器、旋转台驱动电机和位置开关;载物台为圆盘形,位于承载台的台面上;连接轴穿过承载台的台面,连接轴的上部与载物台中心点连接,下部通过联轴器与旋转台驱动电机相连。



1. 一种自适应多模态X线CT成像科研实验平台,其特征在于该CT平台包括承载台、中心载物旋转台组件、X线发生器及位置移动组件、X线探测器及位置移动组件和距离测量组件;承载台起到支撑所有其他组件和成像体的作用;中心载物旋转台组件位于承载台的中心;X线发生器及位置移动组件位于中心载物旋转台组件的右侧;X线探测器及位置移动组件位于中心载物旋转台组件的左侧;距离测量组件位于中心载物旋转台组件的后侧,

所述中心载物旋转台组件包括载物台、连接轴、联轴器、旋转台驱动电机和位置开关;载物台为圆盘形,位于承载台的台面上;连接轴穿过承载台的台面,连接轴的上部与载物台中心点连接,下部通过联轴器与旋转台驱动电机相连;通过位置开关获得载物台的初始和终止位置;

所述X线发生器及位置移动组件包括X线发生器、光束限出器、y轴发生器移动组件、x轴发生器移动组件和x轴发生器直线滑轨;x轴发生器移动组件和x轴发生器直线滑轨平行布置在承载台上,y轴发生器移动组件横跨在x轴发生器移动组件和x轴发生器直线滑轨之间,且能在x轴发生器移动组件和x轴发生器直线滑轨上左右移动,在y轴发生器移动组件的上方固定连接X线发生器,X线发生器能在y轴发生器移动组件上前后移动,所述X线发生器上带有铅质光束限出器,X线发生器的光源输出口朝向载物台;

所述X线探测器及位置移动组件的结构与X线发生器及位置移动组件的结构相似,包括X线探测器、光束限入器、y轴探测器移动组件、x轴探测器移动组件和x轴探测器直线滑轨,y轴探测器移动组件跨在x轴探测器移动组件和x轴探测器直线滑轨之间,不同之处在于,在y轴探测器移动组件上固定连接X线探测器,X线探测器中心朝向载物台,所述X线探测器带有铅质光束限入器;X线探测器中心与X线发生器的光源输出口对齐;

所述距离测量组件包括测距器和测距器支撑架,通过调整测距器支撑架的高度,使得测距器的输入窗与X线发生器光源输出口等高度;

X线探测器、X线发生器均与外部成像计算机连接,测距器、位置开关及驱动电机均与外部控制计算机连接。

2. 根据权利要求1所述的自适应多模态X线CT成像科研实验平台,其特征在于所述y轴发生器移动组件、x轴发生器移动组件、y轴探测器移动组件和x轴探测器移动组件结构均相同,均包括滚珠丝杆、直线导轨、滚珠丝杆支撑座、联轴器、移动驱动电机、位置开关和滑块;滚珠丝杆固定在滚珠丝杆支撑座上,并通过联轴器与移动驱动电机相连接,滑块固定在滚珠丝杆上,且能在直线导轨上滑动,位置开关可以感知并限定滑块的移动位置。

3. 根据权利要求1所述的自适应多模态X线CT成像科研实验平台,其特征在于所述测距器为激光测距仪。

自适应多模态X线CT成像科研实验平台

技术领域

[0001] 本发明涉及生物医学成像科学研究的实验教学设备技术领域,具体是一种自适应多模态X线CT成像科研实验平台,该平台能够进行成像模式和参数的自适应调整,获得的X射线CT。

背景技术

[0002] 在生物医学的科研过程中,详细探求生物活体或标本的内部组织和结构是研究的重要领域之一。X射线成像技术可以在不破坏被研究生物体的前提下而生成其内部组织结构的影像,尤其是CT(计算机断层成像)技术可以获得生物体组织结构的三维影像。因此X射线CT成为对科研用生物体(尤其是实验动物)内部组织结构成像的主要方式之一。

[0003] X射线CT的基本结构和成像过程是:成像体放置在X射线发生器和X线探测器中间,X射线发生器与探测器相对并且中心点对齐,其两者的距离称为孔径,成像过程中产生的X射线穿过成像体并根据成像体内部组织结构和密度特征产生衰减和吸收,衰减后的X射线被对侧的探测器接收并获得X射线强度数据,据此可以获得一幅单一方向的X射线影像。当X射线发生器和探测器围绕成像体旋转360度并根据设定的角度间隔就可以获得多方向的多幅X射线影像,对多幅影像进行图像重组重构就可以获得成像体的三维内部组织结构影像。根据X射线扫过成像体的形状和探测器基础探测单元的组成方式,X射线CT又可以分为扇形束CT和锥形束CT。

[0004] 目前的公知技术中,专门用于科学研究的X射线CT,都是专门用于小鼠或大鼠成像卧式固定小孔径(直径为10cm左右)锥形束旋转式单一能量X射线CT;但是,由于孔径小、探测器面积小等缺点,此种科研X射线CT对于大于此直径的生物体是无能为力的。在这个不得已的情况下,科研中只能使用人体诊断用的X射线CT对所研究的生物体进行成像。医学诊断所用的X射线CT都是为人体成像设计的卧式固定大孔径(直径为80cm左右)多排扇形束旋转式X射线CT。但是,对于科研所用的成像生物体,尤其是中等大小的实验动物,医学诊断用X射线CT由于采用排式探测器和大孔径,因此存在着分辨力较低和伪影明显等固有缺点。同时,目前进行生物体成像和人体成像的X射线CT都是固定孔径,也就是X射线发生器和探测器的距离是固定且不能改变,因此其不能满足为各种不同大小和类型的成像生物体进行科研所需的高质量低伪影X射线CT影像。

发明内容

[0005] 本发明的目的是通过探测成像生物体的外形和大小,自适应的调整X射线发生器和探测器之间的距离和X射线的能量;根据特定的科研要求可以进行锥形束成像和扇形束成像的多模态方法;根据成像质量要求可以进行旋转式成像和平移旋转式成像的多模态方法,使成像生物体的大小、X射线探测器面积、锥形束或扇形束的形状尺寸和成像方式得到有效配合,以此获得较少的伪影和最优的影像质量。

[0006] 本发明的目的通过以下技术方案来实现:一种自适应多模态X线CT成像科研实验

平台,其特征在于该CT平台包括承载台、中心载物旋转台组件、X线发生器及位置移动组件、X线探测器及位置移动组件和距离测量组件;承载台起到支撑所有其他组件和成像体的作用;中心载物旋转台组件位于承载台的中心;X线发生器及位置移动组件位于中心载物旋转台组件的右侧;X线探测器及位置移动组件位于中心载物旋转台组件的左侧;距离测量组件位于中心载物旋转台组件的后侧,

[0007] 所述中心载物旋转台组件包括载物台、连接轴、联轴器、旋转台驱动电机和位置开关;载物台为圆盘形,位于承载台的台面上;连接轴穿过承载台的台面,连接轴的上部与载物台中心点连接,下部通过联轴器与旋转台驱动电机相连;通过位置开关获得载物台的初始和终止位置;

[0008] 所述X线发生器及位置移动组件包括X线发生器、光束限出器、y轴发生器移动组件、x轴发生器移动组件和x轴发生器直线滑轨;x轴发生器移动组件和x轴发生器直线滑轨平行布置在承载台上,y轴发生器移动组件横跨在x轴发生器移动组件和x轴发生器直线滑轨之间,且能在x轴发生器移动组件和x轴发生器直线滑轨上左右移动,在y轴发生器移动组件的上方固定连接X线发生器,X线发生器能在y轴发生器移动组件上前后移动,所述X线发生器上带有铅质光束限出器,X线发生器的光源输出口朝向载物台;

[0009] 所述X线探测器及位置移动组件的结构与X线发生器及位置移动组件的结构相似,包括X线探测器、光束限入器、y轴探测器移动组件、x轴探测器移动组件和x轴探测器直线滑轨,y轴探测器移动组件跨在x轴探测器移动组件和x轴探测器直线滑轨之间,不同之处在于,在y轴探测器移动组件上固定连接X线探测器,X线探测器中心朝向载物台,所述X线探测器带有铅质光束限入器;X线探测器中心与X线发生器的光源输出口对齐;

[0010] 所述距离测量组件包括测距器和测距器支撑架,通过调整测距器支撑架的高度,使得测距器的输入窗与X线发生器光源输出口等高度;

[0011] X线探测器、X线发生器均与外部成像计算机连接,测距器、位置开关及驱动电机均与外部控制计算机连接。

[0012] 与现有技术相比,本发明的自适应多模态X线CT成像科研实验平台,其具有激光测距器,可以获得成像物体的径向形状,此成像体形状作为自适应成像方式和参数调整的参考基础;平台左右两侧下层的x轴发生器移动组件和x轴探测器移动组件用于自适应的改变X线发生器和探测器之间的距离,从而获得最优的成像方式;平台左右两侧上层的y轴发生器移动组件和y轴探测器移动组件用于对齐X线发生器和探测器,在成像过程,y轴发生器移动组件和y轴探测器移动组件不动可实现针对中小型成像体的旋转成像,y轴发生器移动组件和y轴探测器移动组件滑动可实现针对中大型成像体的旋转平移成像;载物台在成像中实现可调快慢的成像体旋转,以获得CT三维重构所需的各种间隔的多角度X线影像,同时减小了整个成像平台的整体体积和实现复杂度;光束限出器和光束限入器的配合使用可实现锥形束和扇形束多模态成像的X线光束要求。因此,通过测量成像体外形自适应调整X线发生器和探测器与成像的相对位置,结合X线限出器和限入器的配合可自适应的实现锥形束、扇形束、旋转、平移旋转等多模态成像方式,加之中心载物旋转台组件可调整旋转快慢和成像间隔角度,本发明整体上结构小,控制容易,精度高,可满足科研实验的多种成像需求,实现最优的成像方式,获得高的成像质量。

附图说明

[0013] 图1为本发明自适应多模态X线CT成像科研实验平台一种实施例的立体结构示意图。

[0014] 图2为本发明自适应多模态X线CT成像科研实验平台一种实施例的俯视结构示意图。

[0015] 图3为本发明自适应多模态X线CT成像科研实验平台一种实施例的正视结构示意图。

[0016] 图4为本发明自适应多模态X线CT成像科研实验平台一种实施例的中心旋转台部分的主视结构示意图。

[0017] 图5为本发明自适应多模态X线CT成像科研实验平台一种实施例的X线发生器平台组件的立体结构示意图。

[0018] 图6为本发明自适应多模态X线CT成像科研实验平台一种实施例的X线探测器平台组件的立体结构示意图。

[0019] 图中,1-承载台、2-中心载物旋转台组件、3-X线发生器及位置移动组件、4-X线探测器及位置移动组件、5-距离测量组件;21-载物台、22-连接轴、23-旋转台联轴器、24-旋转台驱动电机、25-位置开关;31-X线发生器、32-光束限出器、33-y轴发生器移动组件、34-x轴发生器移动组件、35-x轴发生器直线滑轨;41-X线探测器、42-光束限入器、43-y轴探测器移动组件、44-x轴探测器移动组件、45-x轴探测器直线滑轨;51-测距器、52-测距器支撑架;3301\3401\4301\4401-滚珠丝杆、3302\3402\4302\4402-直线导轨、3303\3403\4303\4403-滚珠丝杆支撑座、3304\3404\4304\4404-联轴器、3305\3405\4305\4405-移动驱动电机、3306\3406\4306\4406-位置开关、3307\3407\4307\4407-滑块。

具体实施方式

[0020] 下面结合实施方式及其附图对本发明做进一步详细解释,但并不以此作为对本申请权利要求保护范围的限定。本实施例中所述的方位描述,如前后、左右、上下等,均以附图1、2、3中所示方位为参考。

[0021] 本发明基于自适应多模态X线CT成像科研实验平台(简称CT平台,参见图1-6)包括承载台1、中心载物旋转台组件2、X线发生器及位置移动组件3、X线探测器及位置移动组件4和距离测量组件5;承载台1为桌型平台,起到支撑所有其他组件和成像体的作用;中心载物旋转台组件2位于承载台1的中心;X线发生器及位置移动组件3位于中心载物旋转台组件2的右侧;X线探测器及位置移动组件4位于中心载物旋转台组件2的左侧,X线发生器31的光源输出口与X线探测器41中心对齐;距离测量组件5位于中心载物旋转台组件2的后侧,

[0022] 所述中心载物旋转台组件2(参见图3和图4)包括载物台21、连接轴22、联轴器23、旋转台驱动电机24和位置开关25;载物台21为圆盘形,用于放置成像体,位于承载台1的台面上;连接轴22穿过承载台1的台面,其向上与载物台21中心点连接,向下通过联轴器23与旋转台驱动电机24相连;通过旋转台驱动电机24旋转,带动载物台21围绕其中心点旋转,以实现CT重构所需的多角度X线成像,通过位置开关25获得载物台的初始和终止位置;

[0023] 所述X线发生器及位置移动组件3(参见图1、2、3、5)包括X线发生器31、光束限出器

32、y轴发生器移动组件33、x轴发生器移动组件34和x轴发生器直线滑轨35；x轴发生器移动组件34和x轴发生器直线滑轨35平行布置在承载台1上，y轴发生器移动组件33横跨在x轴发生器移动组件34和x轴发生器直线滑轨35之间，且能在x轴发生器移动组件34和x轴发生器直线滑轨35上左右移动，在y轴发生器移动组件33的上方固定连接有X线发生器31，X线发生器31能在y轴发生器移动组件33上前后移动，所述X线发生器31上带有铅质光束限出器32，X线发生器31的光源输出口朝向载物台21，X线发生器31产生X射线，光束限出器用于产生适合的X线光束（锥形束或扇形束），根据成像的模式需求更换光束限出器32，使X线输出为锥形束或扇形束。

[0024] 所述y轴发生器移动组件33包括滚珠丝杆3301、直线导轨3302、滚珠丝杆支撑座3303、联轴器3304、移动驱动电机3305、位置开关3306和滑块3307；滚珠丝杆3301固定在滚珠丝杆支撑座3303上，并通过联轴器3304与移动驱动电机3305相连接，滑块3307固定在滚珠丝杆3301上，且能在直线导轨3302上滑动，位置开关3306可以感知并限定滑块3307的移动位置；滑块3307的上表面固定连接有X线发生器31，通过滚珠丝杆3301将移动驱动电机3305的旋转运动变成滑块3307的直线运动；所述x轴发生器移动组件34的结构组成与y轴发生器移动组件33相同，包括滚珠丝杆3401、直线导轨3402、滚珠丝杆支撑座3403、联轴器3404、移动驱动电机3405、位置开关3406和滑块3407，在滑块3407的上表面与y轴发生器移动组件33的滚珠丝杆支撑座3303一端连接，y轴发生器移动组件33的滚珠丝杆支撑座3303的另一端通过滑台固定在x轴发生器直线滑轨35上；滚珠丝杆3401通过联轴器3404与移动驱动电机3405相连接，通过滚珠丝杆3401将移动驱动电机3405的旋转运动变成滑块3407的直线运动，同时位置开关3406可以感知并限定滑块3407的移动位置；因此两个方向的y轴发生器移动组件33和x轴发生器移动组件34可以使带有铅质光束限出器32的X线发生器31生成成像过程所需的x轴和y轴方向的两个自由度的运动；

[0025] 所述X线探测器及位置移动组件4（参见图1、2、3、6）的结构与X线发生器及位置移动组件3的结构相似，包括X线探测器41、光束限入器42、y轴探测器移动组件43、x轴探测器移动组件44和x轴探测器直线滑轨45，y轴探测器移动组件43跨在x轴探测器移动组件44和x轴探测器直线滑轨45之间，不同之处在于，在y轴探测器移动组件43上固定连接X线探测器41，X线探测器41中心朝向载物台21，所述X线探测器41带有铅质光束限入器42，X线探测器检测入射的X射线强度，根据成像需求可以更换光束限入器42以符合锥形束成像或扇形束成像探测需求；

[0026] 所述y轴探测器移动组件43包括滚珠丝杆4301、直线导轨4302、滚珠丝杆支撑座4303、联轴器4304、移动驱动电机4305、位置开关4306和滑块4307；滚珠丝杆4301通过联轴器4304与移动驱动电机4305相连接，通过滚珠丝杆4301将移动驱动电机4305的旋转运动变成滑块4307直线运动，同时位置开关4306可以感知并限定滑块4307的移动位置；带有铅质光束限入器42的X线探测器41放置在y轴探测器移动组件43的滑块4307上；所述x轴探测器移动组件44包括滚珠丝杆4401、直线导轨4402、滚珠丝杆支撑座4403、联轴器4404、移动驱动电机4405、位置开关4406和滑块4407，滚珠丝杆4401通过联轴器4404与移动驱动电机4405相连接，通过滚珠丝杆4401将移动驱动电机4405的旋转运动变成滑块4407直线运动，同时位置开关4406可以感知并限定滑块4407的移动位置；因此两个方向的y轴探测器移动组件43和x轴探测器移动组件44可以使带有X线探测器41跟随X线发生器31生成成像过程所

需的x轴和y轴方向的两个自由度的运动。

[0027] 所述距离测量组件5(参见图1、2、3)用于探测成像体径向大小,包括测距器51和测距器支撑架52,通过调整测距器支撑架52的高度,使得测距器51的输入窗与X线发生器41光源输出口等高度;所有驱动通过独立的驱动控制器驱动相应的驱动电机(旋转台驱动电机和移动驱动电机)进行控制;X线探测器、X线发生器均与外部成像计算机连接,测距器、位置开关、及所有的驱动电机均与外部控制计算机连接,激光测距数据,位置开关数据和驱动电机控制数据分别输入或输出的外部控制计算机,X线探测器采集数据和X线发生器控制数据也分别输入或输出到外部成像计算机。

[0028] 本发明的进一步特征在于所述测距器51为激光测距仪。

[0029] 本发明中的载物台21可以带动成像体旋转,实现CT成像所需的多角度X线成像;同时通过旋转台驱动电机24旋转调整成像角度的间隔以获得和成像体相适合的成像质量;X线发生器31和X线探测器41分别通过x轴发生器移动组件34和x轴探测器移动组件44可以进行左右平移,实现X线发生器31和X线探测器41之间距离的调整以获得最优的成像结构。X线发生器31和X线探测器41分别通过y轴发生器移动组件33和y轴探测器移动组件43可以进行前后平移,实现旋转成像和旋转平移成像的多模态调整。测距器51可测量从成像体表面到测距器51的直线距离,从而获得成像体的大小和中心横断面形状,用于自适应地改变成像的结构和参数。本发明中所述自适应是指根据测量的成像体特征通过外部控制计算机控制改变驱动电机的动作,相应改变成像部件的相关结构参数,进行自适应调整的参数来源于测距器的测量结果。使用光束限出器32和光束限入器42,同它们的配合实现锥形束成像和扇形束成像的多模态切换。

[0030] 本发明自适应多模态X线CT成像科研实验平台的工作原理与使用方法是:根据科学研究的需要,将成像生物活体或标本放置固定在中心载物旋转台组件2的载物台21上;通过外置控制计算机控制驱动器的控制旋转台驱动电机24,首先通过位置开关25旋转载物台21回到初始位;开启测距器51,匀速旋转载物台21,获得成像体中心横断面外表面与测距器51的距离,也就测量了成像体中心横断面形状,厚度和最大直径。根据所测得的成像体径向最大直径,控制移动驱动电机3305/4305的旋转,进而带动滚珠丝杆3301/4301在y轴上左右移动X线发生器31和X线探测器41,自适应调整它们之间的距离,从而获得最优成像机构。更换光束限出器32和光束限入器42,以实现科研需要锥形成像或扇形成像。如果成像体较探测器的宽度小,则采用旋转成像,成像中X线发生器31和X线探测器41固定不动,载物台21旋转,每隔一个角度,进行一次X线成像,旋转360度后,将所有的X线影像在计算机中进行影像重构以获得三维CT影像。如果成像体较X线探测器的宽度大,则采用平移旋转成像,成像中载物台21旋转,每隔一个角度,通过控制y轴发生器移动组件33和y轴探测器移动组件43使得X线发生器31和X线探测器41在x轴方向的前后平移,进行多副X线成像以覆盖整个成像体,然后旋转到下一个角度。旋转360度后,将所有角度的X线多幅影像在计算机中进行影像重构以获得三维CT影像。

[0031] 本发明中涉及的驱动电机,位置开关,X线发生器,X线探测器,距离测量器等可商购得到。本发明未述之处适用于现有技术。

[0032] 尽管本发明的实施方案已公开如上,但其并不仅仅限于说明书和实施方式中所列运用,它完全可以被适用于各种适合本发明的领域,对于熟悉本领域的人员而言,可容易地

实现另外的修改,因此在不背离权利要求及等同范围所限定的一般概念下,本发明并不限于特定的细节和这里示出与描述的图例。

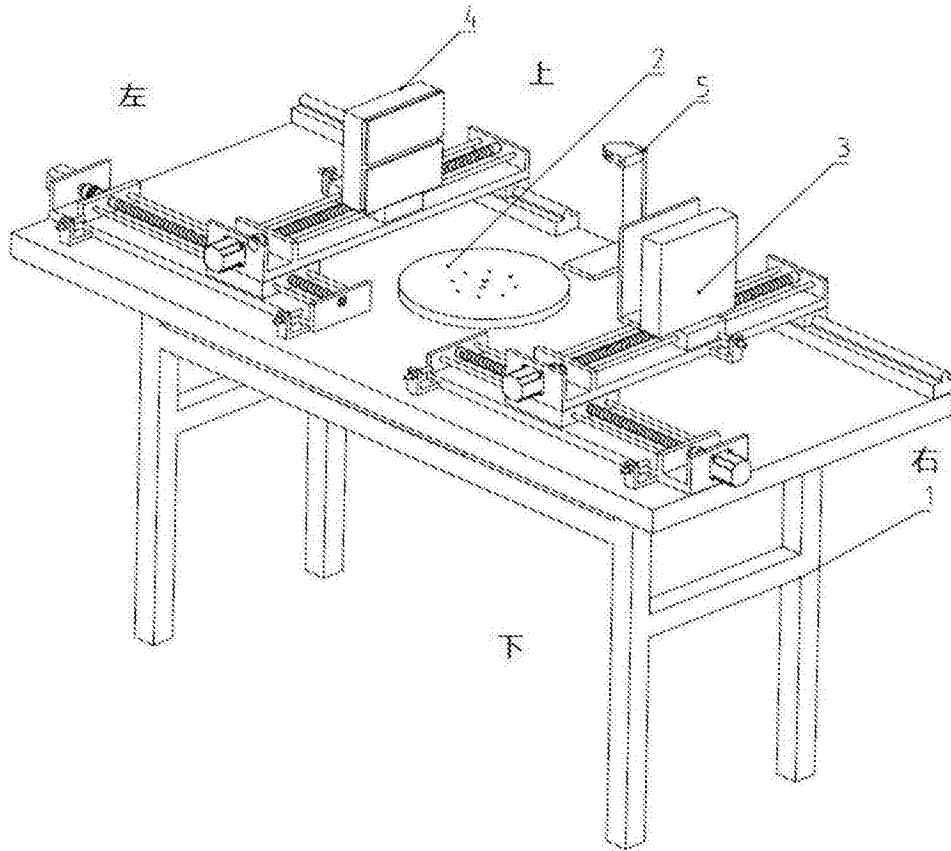


图1

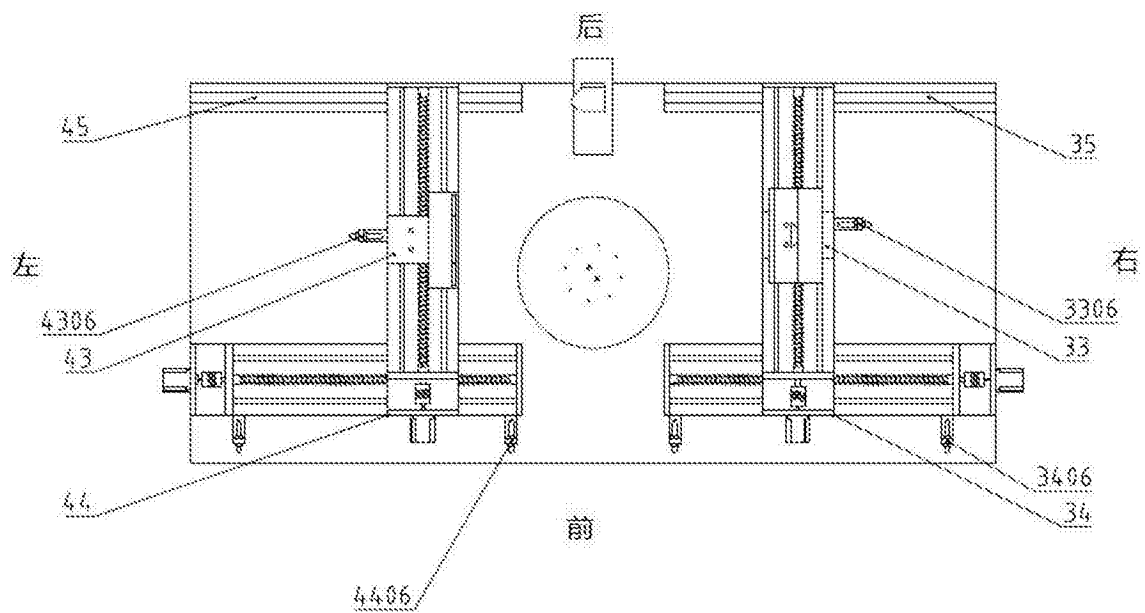


图2

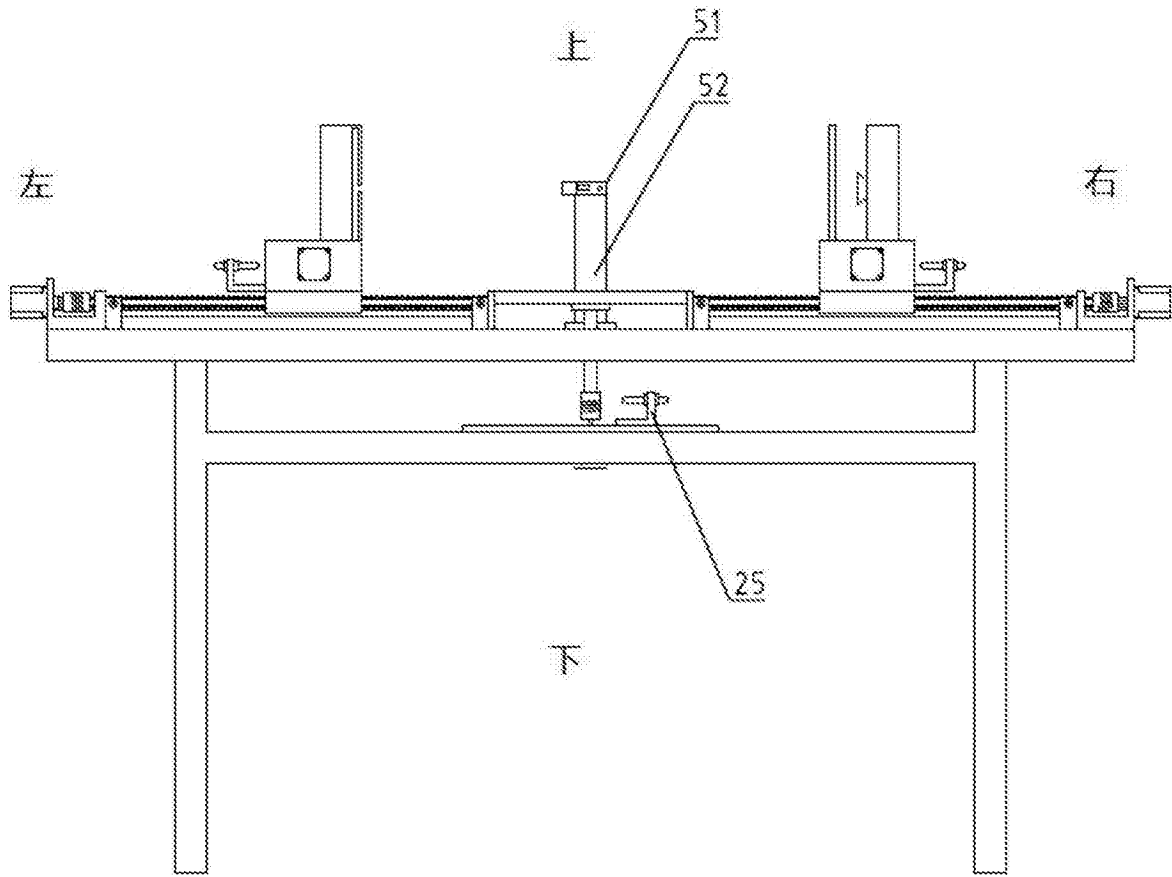


图3

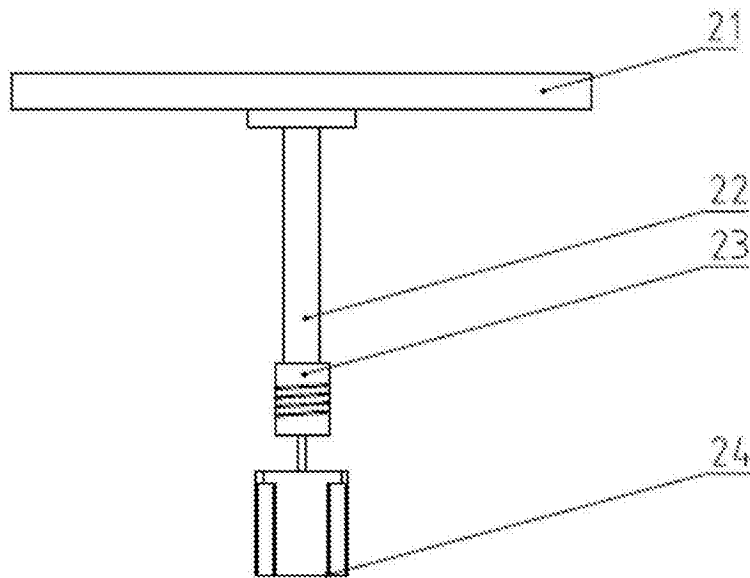


图4

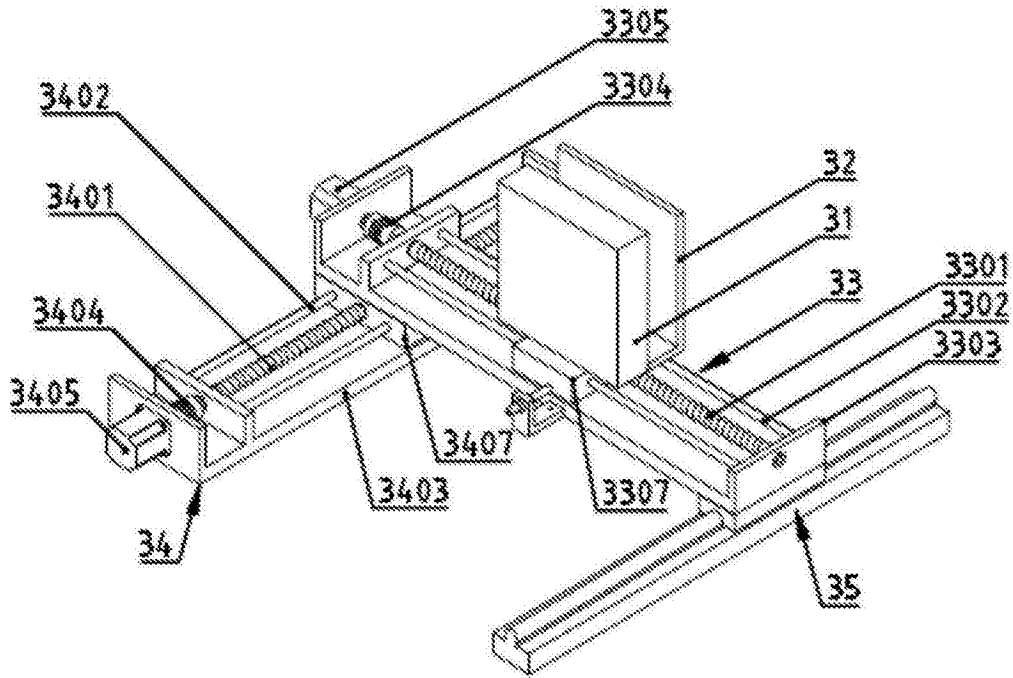


图5

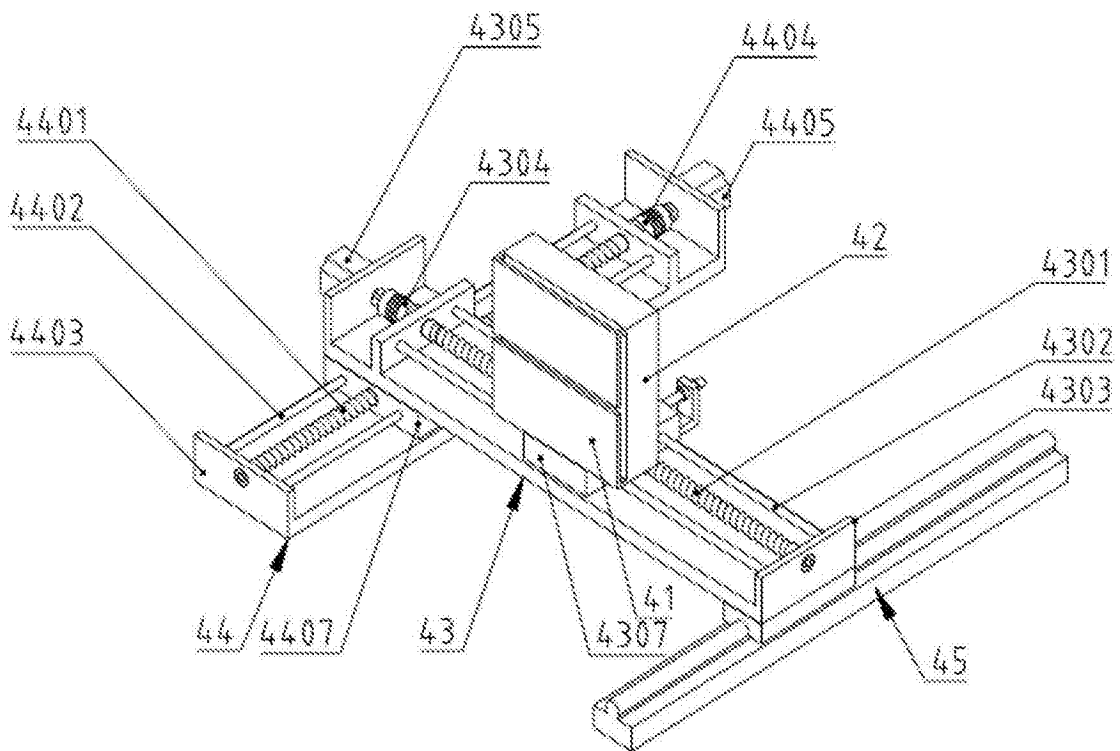


图6