



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 111879256 A

(43) 申请公布日 2020.11.03

(21) 申请号 202010862614.6

(22) 申请日 2020.08.25

(71) 申请人 青岛精辰精密科技有限公司  
地址 266000 山东省青岛市城阳区山河路  
702号58号楼2单元603室

(72) 发明人 聂健 王誉历

(74) 专利代理机构 青岛鼎丞智佳知识产权代理  
事务所(普通合伙) 37277  
代理人 赵玉婕

(51) Int. Cl.  
G01B 11/245 (2006.01)

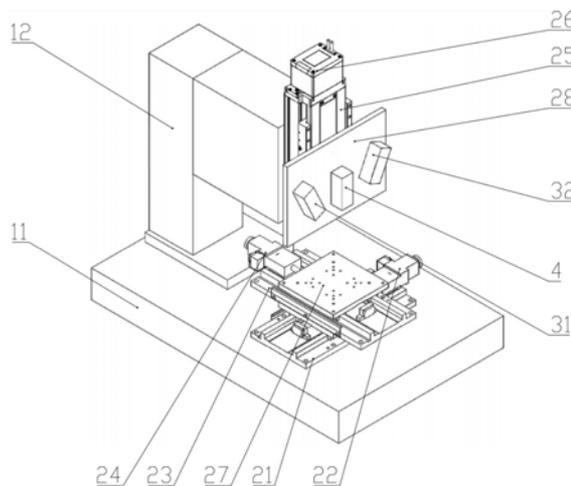
权利要求书2页 说明书4页 附图5页

(54) 发明名称

一种线激光三维纹理测量仪

(57) 摘要

本发明涉及精密测量设备领域,尤其是一种线激光三维纹理测量仪,其包括基础测量平台及固定安装在其上方的悬臂梁,基础测量平台上方在水平方向上正交设置丝杠滑轨结构的X向模组和Y向模组,Y向模组的滑块上固定设置载物台;悬臂梁上沿垂直方向设置Z向模组,Z向模组的滑块上固定连接镜头底板,镜头底板上设置有可调的左侧CCD相机、右侧CCD相机及两相机中部的线激光器。本发明采用线激光测量技术,配合激光光学整形结构,使激光聚焦点线宽达到0.001mm,从而提高测量的精确度;采用角度、偏距均可调整的相机空间调节座、镜头加持调节座和线激光器夹持调节座,配合激光器的十字靶标图像进行对正校准,实现精确微调。



1. 一种线激光三维纹理测量仪,其特征在于,包括基础测量平台(11)及固定安装在其上方的悬臂梁(12),基础测量平台(11)上方在水平方向上正交设置丝杠滑轨结构的X向模组(21)和Y向模组(23),分别由X轴电机(22)和Y轴电机(24)驱动,Y向模组(23)固定设置在X向模组(21)的滑块上,Y向模组(23)的滑块上固定设置载物台(27);悬臂梁(12)上沿竖直方向设置Z轴电机(26)驱动的Z向模组(25),Z向模组(25)的滑块上固定连接镜头底板(28),镜头底板(28)上设置有位置及角度可调的左侧CCD相机(31)、右侧CCD相机(32)及两相机中部的线激光器(4)。

2. 根据权利要求1所述的一种线激光三维纹理测量仪,其特征在于,所述左侧CCD相机(31)及右侧CCD相机(32)通过相机空间调节座安装在镜头底板(28)上,所述相机空间调节座为L型折弯板结构,包括相互垂直的底座安装板(331)和相机安装板(333),底座安装板(331)通过底座安装孔(332)安装在镜头底板(28)上,且底座安装板(331)上设置倾斜避让角(336);相机通过相机安装孔(334)安装在相机安装板(333)上,4颗相机微调螺丝与相机安装板(333)上的相机微调螺丝孔(335)螺纹连接,并分别与相机抵接。

3. 根据权利要求2所述的一种线激光三维纹理测量仪,其特征在于,所述左侧CCD相机(31)及右侧CCD相机(32)的镜头通过镜头夹持调节座安装在镜头底板(28)上,所述镜头夹持调节座包括底部的安装基座(341)及其上方的镜头安装环(343),安装基座(341)通过基座安装孔(342)安装在镜头底板(28)上,相机镜头穿过镜头安装环(343),镜头微调螺丝与镜头安装环(343)上周向均布的镜头微调螺丝孔(344)螺纹连接,并抵接镜头安装环(343)中的相机镜头外周面。

4. 根据权利要求3所述的一种线激光三维纹理测量仪,其特征在于,所述镜头安装环(343)一侧设置定位面(345),所述定位面(345)为平面,且垂直于安装基座(341)上表面设置。

5. 根据权利要求1所述的一种线激光三维纹理测量仪,其特征在于,所述线激光器(4)通过线激光器夹持座安装在镜头底板(28)上,所述线激光器夹持座包括激光器安装基座(411),其上设置有主激光器安装座(413)和辅助激光器安装座(415),安装基座(411)通过激光器安装孔(412)安装在镜头底板(28)上,主激光器安装座(413)上方设置主激光器调节螺纹孔(414),辅助激光器安装座(415)侧面设置有辅助激光器调节螺纹孔(416)。

6. 根据权利要求1所述的一种线激光三维纹理测量仪,其特征在于,所述线激光器(4)内部设置激光光学整形结构,其包括第一透镜(421)、第二透镜(422)、第三透镜(423)、第四透镜(424)、第五透镜(425)、第六透镜(426)和第七透镜(427),所述第一透镜(421)与第二透镜(422)组成双胶合,且胶合面弯向光阑为负月牙透镜;第三透镜(423)为双凸透镜,第四透镜(424)为双凸透镜,第五透镜(425)、第六透镜(426)及第七透镜(427)均为负月牙透镜;第二透镜(422)与第三透镜(423)之间的空气间隔为1.5mm,第三透镜(423)与第四透镜(424)之间的空气间隔为0.2mm,第四透镜(424)与第五透镜(425)之间的空气间隔为0.9mm,第五透镜(425)与第六透镜(426)之间的空气间隔为1.3mm,第六透镜(426)与第七透镜(427)之间的空气间隔为2.4mm。

7. 根据权利要求6所述的一种线激光三维纹理测量仪,其特征在于,第一透镜(421)与第二透镜(422)胶合,且焦距为H12,第三透镜(423)的焦距为F3,满足关系式: $0.42 < H12/F3 < 0.68$ ;第四透镜(424)的焦距为H4,第五透镜(425)与第六透镜(426)的整体焦距为H56,满足

关系式： $-0.57 < H4/H56 < -0.21$ ；第四透镜(424)、第五透镜(425)与第六透镜(426)的整体焦距为H46，第七透镜(427)焦距为H7，满足关系式： $-1.857 < H7/H46 < -3.21$ 。

8. 根据权利要求7所述的一种线激光三维纹理测量仪，其特征在于，激光光学整形结构中的透镜材料均采用氟冕玻璃。

9. 根据权利要求1所述的一种线激光三维纹理测量仪，其特征在于，所述左侧CCD相机(31)、右侧CCD相机(32)与激光器(4)之间的夹角分别为 $\theta$ ，且 $5^\circ < \theta \leq 30^\circ$ 。

## 一种线激光三维纹理测量仪

### 技术领域

[0001] 本发明涉及精密测量设备领域,尤其是一种线激光三维纹理测量仪。

### 背景技术

[0002] 机械加工技术的发展使得高精密加工工艺及其设计技术日益提高,微米级的三维尺寸和形貌测量成为精细加工及超精细蚀刻加工中必不可少的质量检测和工艺控制手段。目前微米级的激光三维尺寸检测技术和设备,多采用点激光技术方案,其缺点是测量效率低、测量景深与测量精度成反比,对于一些大景深测量需求,无法提供高精度的测量。同时,因点激光的扫描效率低,所以对高精度测量机台的磨损很大,会导致加大高精度测量机台的维修成本和损坏率。

### 发明内容

[0003] 本发明旨在解决上述问题,提供了一种线激光三维纹理测量仪,其采用的技术方案如下:

[0004] 一种线激光三维纹理测量仪,包括基础测量平台及固定安装在其上方的悬臂梁,基础测量平台上方在水平方向上正交设置丝杠滑轨结构的X向模组和Y向模组,分别由X轴电机和Y轴电机驱动,Y向模组固定设置在X向模组的滑块上,Y向模组的滑块上固定设置载物台;悬臂梁上沿竖直方向设置Z轴电机驱动的Z向模组,Z向模组的滑块上固定连接镜头底板,镜头底板上设置有位置及角度可调的左侧CCD相机、右侧CCD相机及两相机中部的线激光器。

[0005] 在上述方案的基础上,所述左侧CCD相机及右侧CCD相机通过相机空间调节座安装在镜头底板上,所述相机空间调节座为L型折弯板结构,包括相互垂直的底座安装板和相机安装板,底座安装板通过底座安装孔安装在镜头底板上,且底座安装板上设置倾斜避让角;相机通过相机安装孔安装在相机安装板上,4颗相机微调螺丝与相机安装板上的相机微调螺丝孔螺纹连接,并分别与相机抵接。

[0006] 在上述方案的基础上,所述左侧CCD相机及右侧CCD相机的镜头通过镜头夹持调节座安装在镜头底板上,所述镜头夹持调节座包括底部的安装基座及其上方的镜头安装环,安装基座通过基座安装孔安装在镜头底板上,相机镜头穿过镜头安装环,镜头微调螺丝与镜头安装环上周向均布的镜头微调螺丝孔螺纹连接,并抵接镜头安装环中的相机镜头外周面。

[0007] 在上述方案的基础上,所述镜头安装环一侧设置定位面,所述定位面为平面,且垂直于安装基座上表面设置。

[0008] 优选地,所述线激光器通过线激光器夹持座安装在镜头底板上,所述线激光器夹持座包括激光器安装基座,其上设置有主激光器安装座和辅助激光器安装座,安装基座通过激光器安装孔安装在镜头底板上,主激光器安装座上方设置主激光器调节螺纹孔,辅助激光器安装座侧面设置有辅助激光器调节螺纹孔。

[0009] 优选地,所述线激光器内部设置激光光学整形结构,其包括第一透镜、第二透镜、第三透镜、第四透镜、第五透镜、第六透镜和第七透镜,所述第一透镜与第二透镜组成双胶合,且胶合面弯向光阑为负月牙透镜;第三透镜为双凸透镜,第四透镜为双凸透镜,第五透镜、第六透镜及第七透镜均为负月牙透镜;第二透镜与第三透镜之间的空气间隔为1.5mm,第三透镜与第四透镜之间的空气间隔为0.2mm,第四透镜与第五透镜之间的空气间隔为0.9mm,第五透镜与第六透镜之间的空气间隔为1.3mm,第六透镜与第七透镜之间的空气间隔为2.4mm。

[0010] 在上述方案的基础上,第一透镜与第二透镜胶合,且焦距为 $H_{12}$ ,第三透镜的焦距为 $F_3$ ,满足关系式: $0.42 < H_{12}/F_3 < 0.68$ ;第四透镜的焦距为 $H_4$ ,第五透镜与第六透镜的整体焦距为 $H_{56}$ ,满足关系式: $-0.57 < H_4/H_{56} < -0.21$ ;第四透镜、第五透镜与第六透镜的整体焦距为 $H_{46}$ ,第七透镜焦距为 $H_7$ ,满足关系式: $-1.857 < H_7/H_{46} < -3.21$ 。

[0011] 在上述方案的基础上,激光光学整形结构中的透镜材料均采用氟冕玻璃。

[0012] 优选地,所述左侧CCD相机、右侧CCD相机与激光器之间的夹角分别为 $\theta$ ,且 $5^\circ < \theta \leq 30^\circ$ 。

[0013] 本发明的有益效果为:采用线激光测量技术,配合激光光学整形结构,使激光聚焦点线宽达到0.001mm,从而提高测量的精确度;采用角度、偏距均可调整的相机空间调节座、镜头加持调节座和线激光器夹持调节座,配合激光器的十字靶标图像进行对正校准,实现精确微调。

## 附图说明

[0014] 图1:本发明整机结构示意图;

[0015] 图2:本发明相机空间调节座结构示意图;

[0016] 图3:本发明镜头夹持调节座结构示意图;

[0017] 图4:本发明线激光器夹持调节座示意图;

[0018] 图5:本发明激光光学整形结构示意图;

[0019] 图6:本发明光路测量原理示意图。

## 具体实施方式

[0020] 下面结合附图和实施例对本发明作进一步说明:

[0021] 在本发明中,除非另有明确的规定和限定,术语“安装”、“相连”、“连接”、“固定”等术语应做广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或成一体;可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连,可以是两个元件内部的连通或两个元件的相互作用关系。对于本领域的普通技术人员而言,可以根据具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

[0022] 在本发明的描述中,需要理解的是,术语“中心”、“长度”、“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”、“内”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明的限制。此外,术语“第一”、“第二”仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指

明所指示的技术特征的数量。由此,限定有“第一”、“第二”的特征可以明示或者隐含地包括一个或者更多个该特征。在本发明的描述中,除非另有说明,“多个”的含义是两个或两个以上。

[0023] 在本发明中,除非另有明确的规定和限定,第一特征在第二特征之“上”或之“下”可以包括第一和第二特征直接接触,也可以包括第一和第二特征不是直接接触而是通过它们之间的另外的特征接触。而且,第一特征在第二特征“之上”、“上方”和“上面”包括第一特征在第二特征正上方和斜上方,或仅仅表示第一特征水平高度高于第二特征。第一特征在第二特征“之下”、“下方”和“下面”包括第一特征在第二特征正下方和斜下方,或仅仅表示第一特征水平高度小于第二特征。

[0024] 如图1所示,一种线激光三维纹理测量仪,包括基础测量平台11及固定安装在其上方的悬臂梁12,基础测量平台11上方在水平方向上正交设置丝杠滑轨结构的X向模组21和Y向模组23,分别由X轴电机22和Y轴电机24驱动,Y向模组23固定设置在X向模组21的滑块上,Y向模组23的滑块上固定设置载物台27,从而使载物台27能够在水平面内实现自由移动。悬臂梁12上沿竖直方向设置Z轴电机26驱动的Z向模组25,Z向模组25的滑块上固定连接镜头底板28,镜头底板28上设置有位置及角度可调的左侧CCD相机31、右侧CCD相机32及两相机中部的线激光器4,通过Z轴电机26带动镜头底板28及其上的相机及激光器4沿竖直方向移动。线激光器4设置在两相机中心对称线处,左侧CCD相机31与右侧CCD相机32关于激光器4对称设置,两侧相机配套使用能够最大限度的消除测量死角,实现三维空间全域范围的测量,左侧CCD相机31、右侧CCD相机32与激光器4之间的夹角分别为 $\theta$ ,且 $5^\circ < \theta \leq 30^\circ$ ,夹角 $\theta$ 越小,测量三维空间时产生的测量盲区越小,但其测量精度越低。

[0025] 本方案中的相机采用空间三向可调支架技术。如图2所示,左侧CCD相机31及右侧CCD相机32通过相机空间调节座安装在镜头底板28上,所述相机空间调节座为L型折弯板结构,包括相互垂直的底座安装板331和相机安装板333,底座安装板331通过底座安装孔332安装在镜头底板28上,且底座安装板331上设置倾斜避让角336,用于为镜头底板28上的其他部件留出安装空间。相机通过相机安装孔334安装在相机安装板333上,4颗相机微调螺丝与相机安装板333上的相机微调螺丝孔335螺纹连接,并分别与相机抵接。4颗相机微调螺丝均布于相机安装板333上,采用平底顶尖螺丝,通过相机微调螺丝与相机微调螺丝孔335之间的相对位置对相机的角度进行微调。上述相机空间调节座用来固定安装和调整相机底座部分,对于相机镜头部分采用镜头夹持调节座进行定位和调整。如图3所示,所述左侧CCD相机31及右侧CCD相机32的镜头通过镜头夹持调节座安装在镜头底板28上,所述镜头夹持调节座包括底部的安装基座341及其上方的镜头安装环343,安装基座341通过基座安装孔342安装在镜头底板28上,相机镜头穿过镜头安装环343,镜头微调螺丝与镜头安装环343上周向均布的镜头微调螺丝孔344螺纹连接,并抵接镜头安装环343中的相机镜头外周面,镜头微调螺丝的数量可以为4至6枚,从而实现镜头固定的同时,微调镜头中心线以实现偏摆对焦。镜头安装环343一侧设置定位面345,所述定位面345为平面,且垂直于安装基座341上表面设置。通过固定在镜头底板28上的固定块与定位面345配合,对镜头进行定位,防止其发生轴向偏摆。通过调整相机微调螺丝和镜头微调螺丝,使其焦点对准激光器4产生的十字靶标,从而实现相机的精确微调。

[0026] 如图4所示,线激光器4通过线激光器夹持座安装在镜头底板28上,所述线激光器

夹持座包括激光器安装基座411,其上设置有主激光器安装座413和辅助激光器安装座415,分别用于安装主激光器和辅助激光器,辅助激光器用于安装主激光器时完成定位功能。安装基座411通过激光器安装孔412安装在镜头底板28上,主激光器安装座413上方设置主激光器调节螺纹孔414,通过激光器安装孔412和主激光器调节螺纹孔414能够分别完成主激光器的偏摆和中轴方向调整,辅助激光器安装座415侧面设置有辅助激光器调节螺纹孔416,用于对辅助激光器的安装进行调整。

[0027] 为减小激光焦点线宽,提高测量精度,线激光器4内部设置激光光学整形结构,如图5所示,其包括第一透镜421、第二透镜422、第三透镜423、第四透镜424、第五透镜425、第六透镜426和第七透镜427,所述第一透镜421与第二透镜422组成双胶合,且胶合面弯向光光阑为负月牙透镜;第三透镜423为双凸透镜,第四透镜424为双凸透镜,第五透镜425、第六透镜426及第七透镜427均为负月牙透镜;第二透镜422与第三透镜423之间的空气间隔为1.5mm,第三透镜423与第四透镜424之间的空气间隔为0.2mm,第四透镜424与第五透镜425之间的空气间隔为0.9mm,第五透镜425与第六透镜426之间的空气间隔为1.3mm,第六透镜426与第七透镜427之间的空气间隔为2.4mm。优选地,第一透镜421与第二透镜422胶合,且焦距为H12,第三透镜423的焦距为F3,满足关系式: $0.42 < H12/F3 < 0.68$ ;第四透镜424的焦距为H4,第五透镜425与第六透镜426的整体焦距为H56,满足关系式: $-0.57 < H4/H56 < -0.21$ ;第四透镜424、第五透镜425与第六透镜426的整体焦距为H46,第七透镜427焦距为H7,满足关系式: $-1.857 < H7/H46 < -3.21$ ,通过上述关系式可以保证高放大倍率,放大倍率最大可达12.7。优选地,激光光学整形结构中的透镜材料均采用氟冕玻璃。通过上述结构,能够将激光聚焦处线宽控制在0.01mm之内,从而提高测量精度。

[0028] 安装时将两侧的CCD相机的中心光轴分别与对应镜头的中心光轴调整为共轴姿态,之后将调整后的中心光轴调整为与激光器4的中心轴线共面;调整相机微调螺丝和镜头微调螺丝,使两侧CCD相机中心光轴的十字中心靶面轴分别与激光器4的光线中心轴重合,从而实现测量设备的精确对正。

[0029] 对两侧CCD相机所拍摄的图像进行处理,辨识激光器4发出的激光反馈在图像上的坐标值,利用三角测量原理测算出被测物的三维形貌参数,并进一步实现在某一时刻内,对某一采集到的三位断面数据求取点云空间坐标数据,并转换为三坐标系统内的点云数据,配合三向运动系统的连续运动,实现连续扫描,最终获取连续的空间点云数据。其测量原理如图6所示,图中CCD相机的光路中心线与垂直激光的夹角为 $\alpha$ , $\alpha$ 为确定值,如 $30^\circ$ ;L<sub>0</sub>为CCD相机靶心O与激光垂直点O'间的距离;L<sub>i</sub>为CCD相机光路和被测物表面接触点P与光路反馈点P'间的距离;h为被测物表面相对基准面的测量高差,从而被测物尺寸关系计算公式如公式(1)

$$[0030] \quad h = \frac{L_0 \cdot h'}{\sin \alpha \cdot L_i + h' \cos \alpha} \quad (1)$$

[0031] 其中,h'为激光垂直点O'与光路反馈点P'间的距离。

[0032] 上面以举例方式对本发明进行了说明,但本发明不限于上述具体实施例,凡基于本发明所做的任何改动或变型均属于本发明要求保护的范畴。

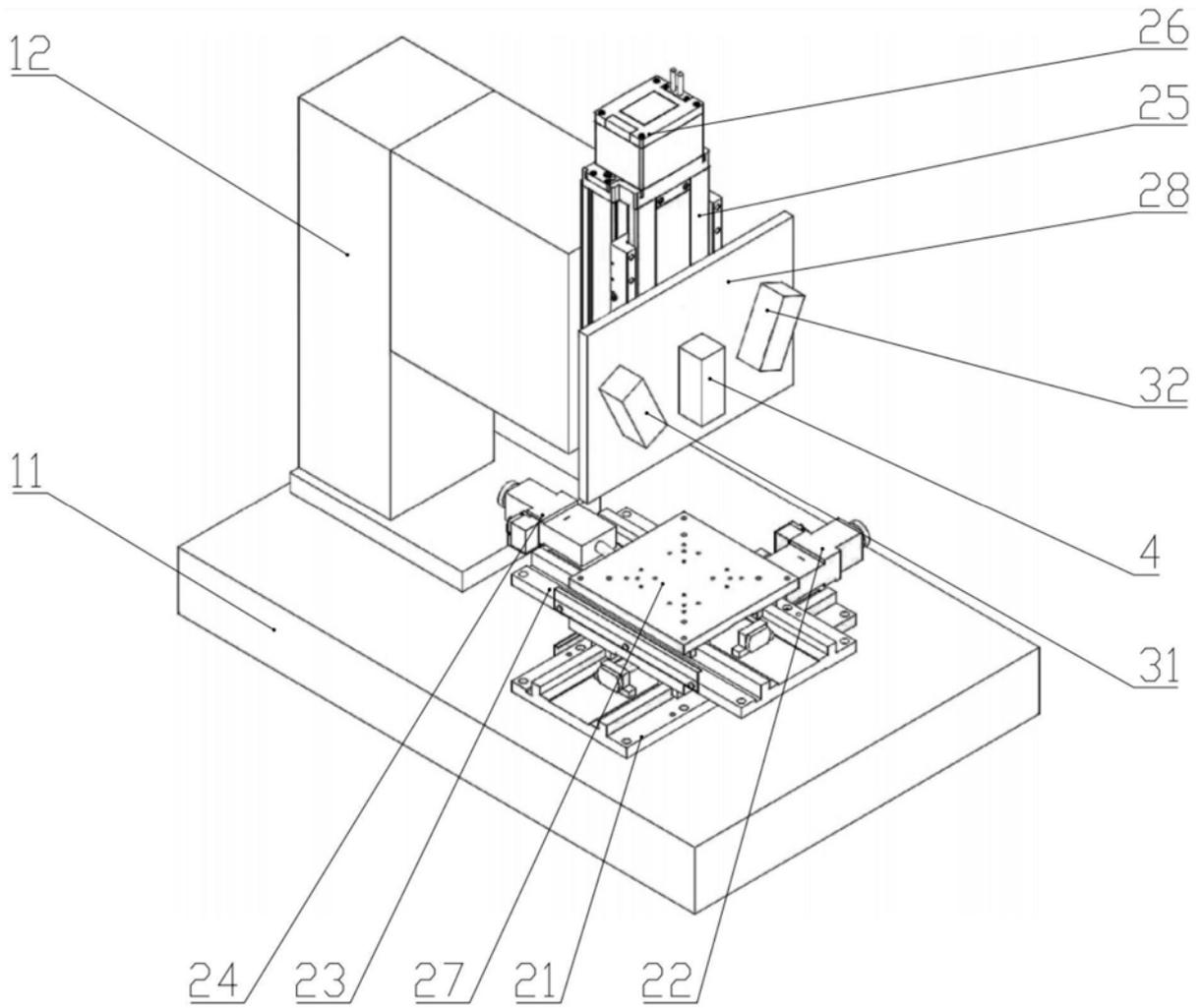


图1

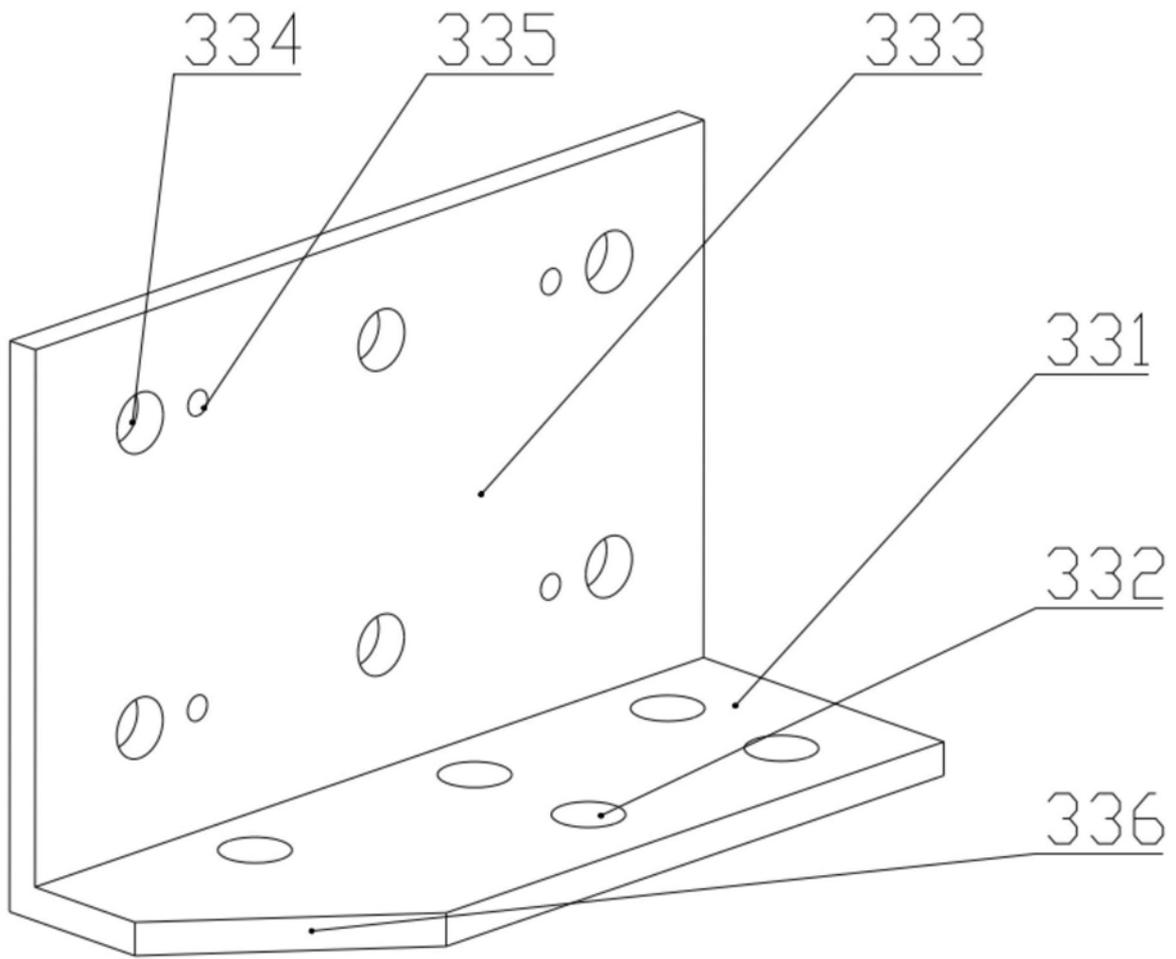


图2

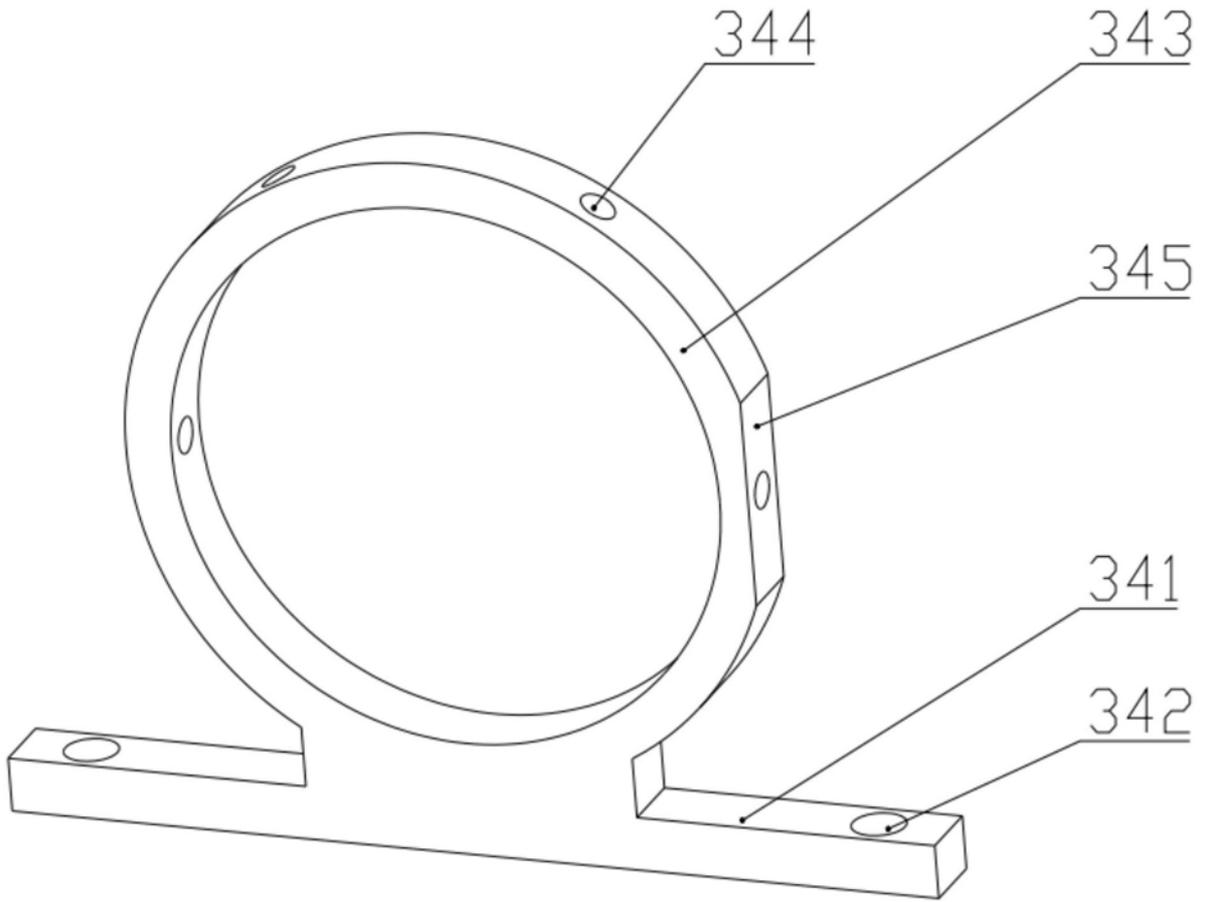


图3

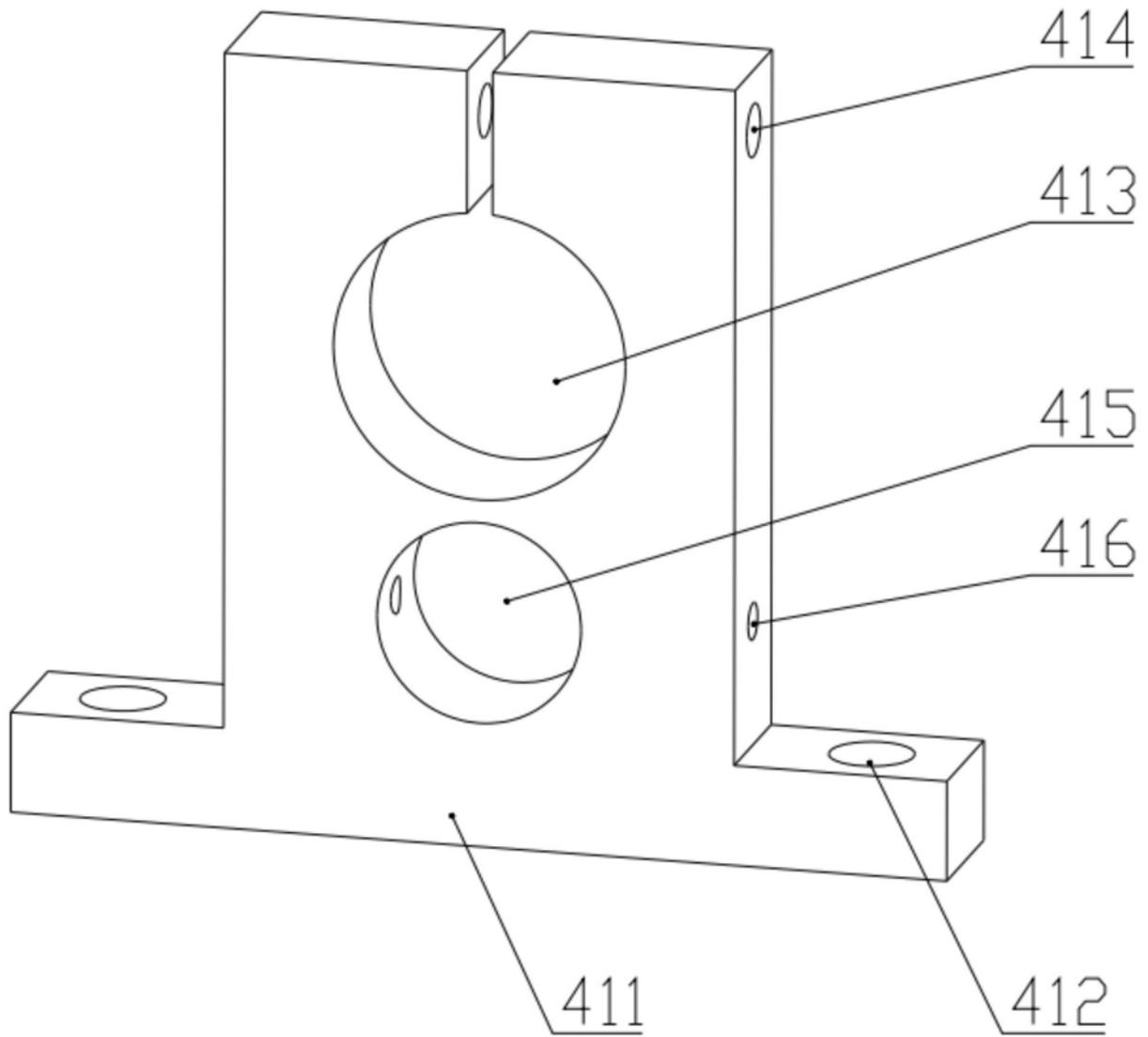


图4

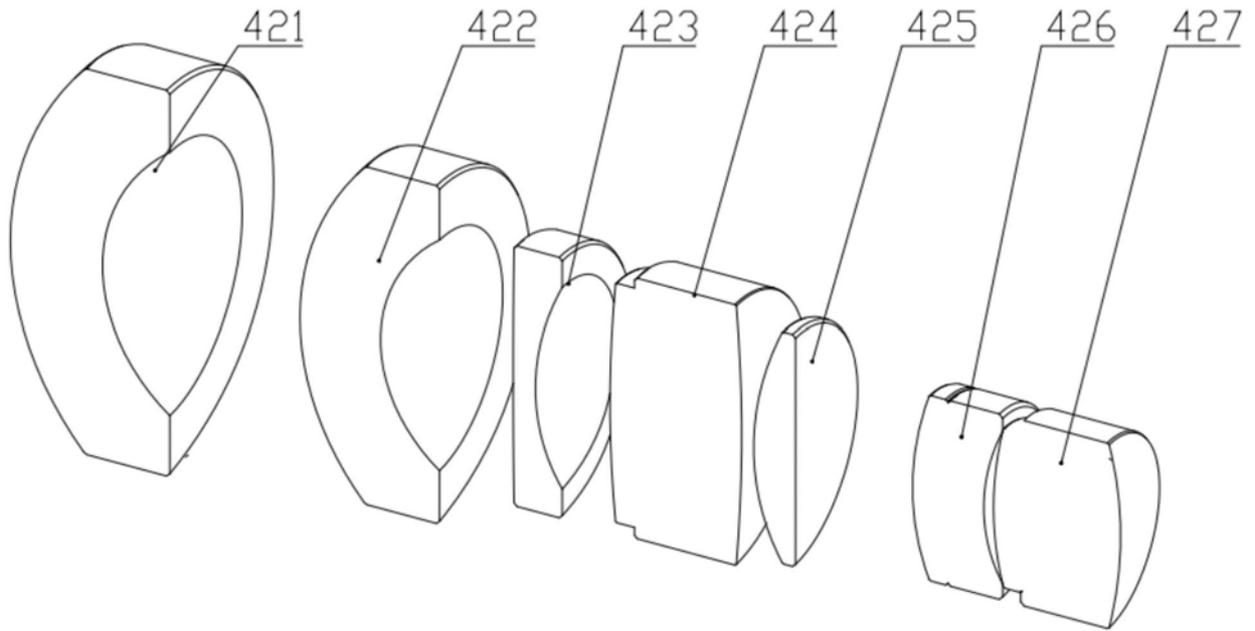


图5

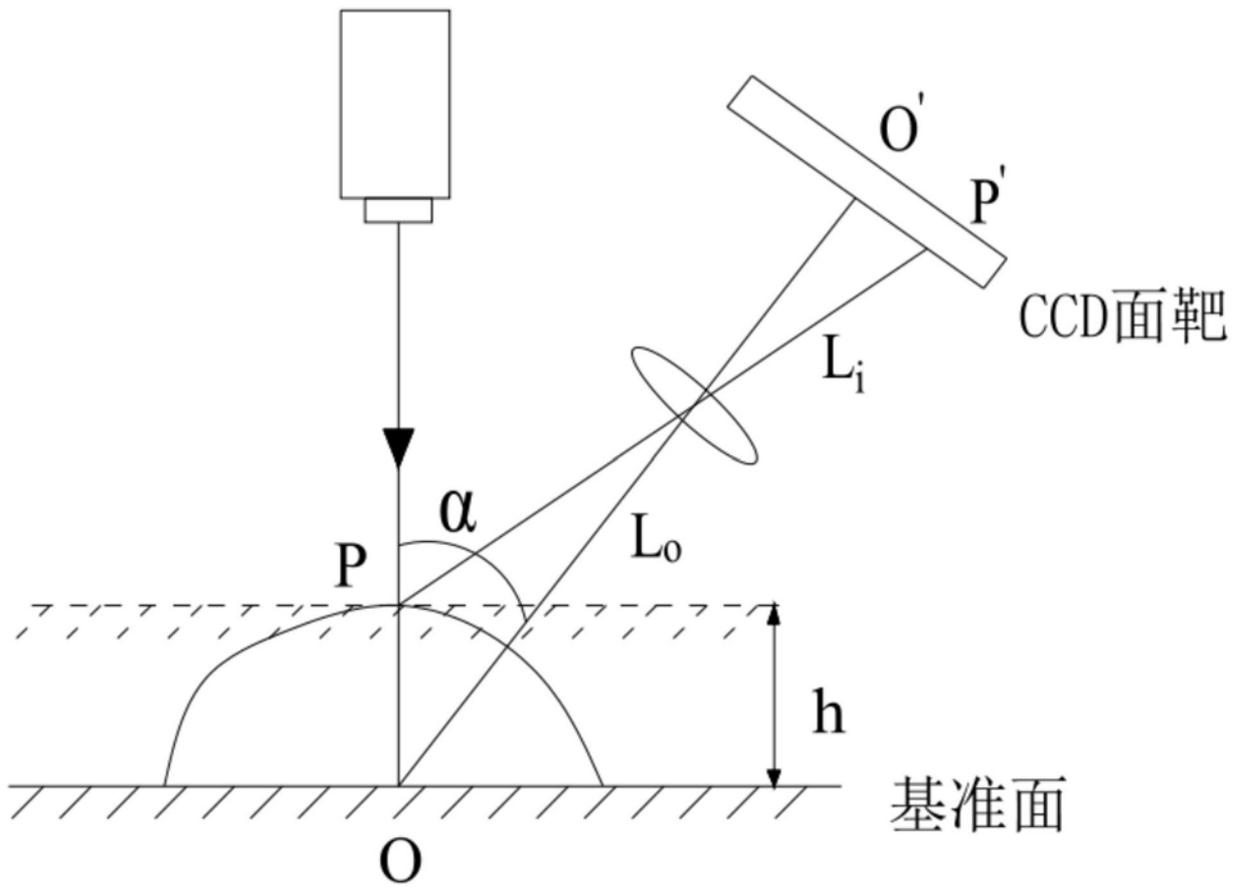


图6