



(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 210400319 U

(45)授权公告日 2020.04.24

(21)申请号 201921555993.3

(22)申请日 2019.09.18

(73)专利权人 重庆市光学机械研究所

地址 401122 重庆市渝北区北部新区黄山  
大道中段杨柳路2号

(72)发明人 董仕 吴先哲 秦海宁 赵学渝

(74)专利代理机构 重庆市前沿专利事务所(普通合伙) 50211  
代理人 刘代春

(51)Int.Cl.

G01B 11/24(2006.01)

G06T 17/20(2006.01)

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

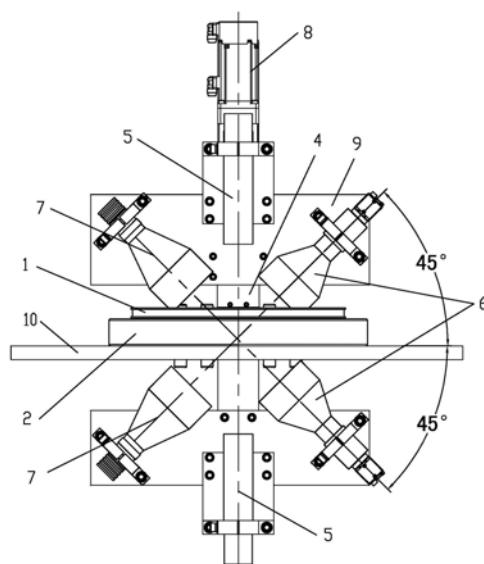
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54)实用新型名称

旋转扫描获得完整外表面3D轮廓的装置

(57)摘要

本实用新型公开了一种旋转扫描获得完整外表面3D轮廓的装置,包括由动圈和静圈构成水平的回转平台,静圈的中心设有两面平整透明且上下表面与回转轴垂直的工作载台;动圈上固定有相机组支架,相机组支架穿过静圈并可转动180°以上;相机组支架上设有两个相对的一字线结构光光源,以及两台相机和两个平行光线的平行光背光源;同一侧的相机和一字结构光源位于工作载台的同一方,平行光背光源与相机相对位于另一方;一字结构光中心线与回转平台的轴心线重合,且一字线方向与相机的图像传感器的水平线平行;相机的镜头轴线与水平面呈20°~70°倾斜。本实用新型的有益效果是,装置为消除盲区和快速检测提供了保障;其可操作性强,能够获得精准、完整的3D轮廓数字模型。



1. 一种旋转扫描获得完整外表面3D轮廓的装置,其特征在于,包括由动圈(1)和静圈(2)构成水平回转的回转平台,回转平台的静圈(2)的中心部位设有用于承载被测工件的透明的工件载台(3),工件载台(3)通过连接臂与所述静圈(2)形成相对固定的连接,工件载台(3)外周与静圈(2)内壁之间形成有C形通槽;所述动圈(1)上固定连接有相机组支架(4),相机组支架(4)包括穿过所述C形通槽的连接部,以及由连接部上下延伸的两个延伸部;所述相机组支架(4)上设有两个相对的一字线结构光光源(5),以及两台相机(6)和两个平行光线的平行光背光源(7);两台相机(6)分布在两个所述延伸部上,每台相机(6)对应一个一字线结构光光源(5)和一个平行光背光源(7),平行光背光源(7)位于与相机(6)所在延伸部相对的另一个延伸部上;其中,两个一字线结构光光源(5)的一字结构光中心线均与所述回转平台的轴心线重合,且一字线方向与所述相机(6)的图像传感器的水平线平行;相机(6)的镜头轴线与水平面具有20°~70°的夹角。

2. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于,两台所述相机(6)的镜头轴线呈垂直相交。

3. 根据权利要求2所述的装置,其特征在于,所述相机(6)轴线与水平面呈45°的夹角。

4. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于,所述相机(6)的镜头轴线与所述回转平台的回转轴线相交。

5. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于,所述回转平台的动圈(1)由第一电机和同步带传动结构驱动转动;所述第一电机为步进电机或伺服电机。

6. 根据权利要求1~5中任意一项所述的装置,其特征在于,所述相机组支架(4)上设有由第二电机(8)驱动升降的升降滑台(9);位于所述工件载台(3)上方的相机(6)、一字线结构光光源(5)和平行光背光源(7)设在所述升降滑台(9)上;或者,所述相机组支架(4)上设有由第二电机(8)驱动升降的升降滑台(9)和由第三电机驱动的倾斜移动滑台;位于所述工件载台(3)上方的一字线结构光光源(5)和平行光背光源(7)设在所述升降滑台(9)上;位于所述工件载台(3)上方的相机(6)安装在倾斜移动滑台上,且相机(6)轴线与倾斜移动滑台的移动方向一致;并保持平行光背光源(7)的光轴与对应相机(6)的镜头轴心线重合或者平行。

## 旋转扫描获得完整外表面3D轮廓的装置

### 技术领域

[0001] 本实用新型涉及计算机视觉测量技术领域,具体涉及一种旋转扫描获得完整外表面3D轮廓的装置。

### 背景技术

[0002] 目前市场主流的3D轮廓测量仪器主要是以结构光检测的方式实现,一般分为两类,一类是基于光栅扫描通过三角测距原理逐条获得工件厚度/高度轮廓信息,然后把这些轮廓线进行关联在统一的坐标系下,构成工件3D轮廓的点云数据,通过设备固有参数和这些点云数据便可求取工件的外形尺寸、表面粗糙度等信息;另一类则是采用单一线条的结构光,以机械运动作为轮廓信息获取的扫描方式,然后获得工件的3D轮廓信息。两者的区别主要是效率和成本,前者有较高的效率和昂贵的成本,后者效率较低但很廉价,但测量精度相差不大。不过,前述两种轮廓扫描检测方式、会由于光线投影、反光、透射或折射等原因产生检测盲区或检测误区,于是便出现了机械运动和光谱调整(变换颜色)相结合的光栅扫描3D轮廓检测技术,但由于需要进行空间坐标的变换和精密机械的使用,设备总体成本更加昂贵。

[0003] 虽然这些设备具备3D轮廓重建的能力,但它们基本上都是部分轮廓的重建,占工件总体表面轮廓不到3/4,这对那些需要工件完整轮廓信息进行检测的应用而言仍然满足不了需求。比如光学镜片毛坯的检测,需要对镜片的中心厚度、曲面矢高、圆度、直径、厚薄差、倒角等多种参数进行同时测量,由于工件的凸凹形状是不确定的、加上外形公差决定了工件自身没有理想的参考基准,这对传统的机器视觉检测设备而言是几乎不可能实现的,单一治具和夹具也很难快速的将其装夹到位,相对其几十上百毫米外形尺寸和丝级精度以及秒级检测效率的检测需求而言,这些传统方案几乎没有可行性。

[0004] 不仅如此,上述设备依然不能获得工件的完整外形轮廓信息,这是因为光线沿直线传播会形成投影遮挡区;而工件一般也需要物理支撑从而构成了支撑物界面和工件界面的交融区,进而形成不可检测区。一种解决办法是给工件外面建立空间关联的特征标识,扫描完成后将工件进行一定角度的翻转再行扫描,通过保证特征标识的可关联性、再通过空间坐标变换得到待测工件的完整3D轮廓点云数据,为进一步的测量提供足够的信息支撑。但该方法设置特征标识费时费力,而且有些工件表面不具有标识设置位置,这就大大限制了该方法的适用范围。

[0005] 其它诸如三坐标检测、扫描探针、点扫描等方式也普遍存在信息量少、价格昂贵、效率低下等问题,因此,截止目前,仍然没有较好的方案和产品来解决这些问题。

[0006] 尤其对于工业生产中在线检测而言,动辄要求每天数千甚至上万件的全检需求,这些设备和方法从原理上来讲都不具备可行性。比如光学镜片毛坯的检测就是这样的需求,而且受到表面不稳定的光学质量和内部不确定的散射特征影响,这些传统视觉检测设备连基本信息的获取都变得十分困难。因此,需要对现有检测装置和方法进行改进,以快速精准地获得被测工件的完整外表面的3D轮廓。

## 发明内容

[0007] 本实用新型的目的就是针对现有计算机视觉测量技术中测量效率低和不能一次获得完整轮廓信息的不足,提供一种旋转扫描获得完整外表面3D轮廓的装置,通过一次性扫描高效率获取工件完整外形轮廓信息,该装置特别适用于具有径向对称或中心点对称结构的工件检测,能够全自动一次性扫描获取工件的外形轮廓信息,而无需通过设置特征标识的多次裝件扫描。

[0008] 为实现前述目的,本实用新型采用如下技术方案。

[0009] 一种旋转扫描获得完整外表面3D轮廓的装置,包括由动圈和静圈构成水平回转的回转平台,回转平台的静圈的中心部位设有用于承载被测工件的透明的工件载台,工件载台通过连接臂与所述静圈形成相对固定的连接,工件载台外周与静圈内壁之间形成有C形通槽;所述动圈上固定连接有相机组支架,相机组支架包括穿过所述C形通槽的连接部,以及由连接部上下延伸的两个延伸部;所述相机组支架上设有两个相对的一字线结构光光源,以及两台相机和两个平行光线的平行光背光源;两台相机分布在两个所述延伸部上,每台相机对应一个一字线结构光光源和一个平行光背光源,平行光背光源位于与相机所在延伸部相对的另一个延伸部上;其中,该载台上下两面平整且平行,同时载台平面还与回转轴线垂直,两个一字线结构光光源的一字结构光中心线均与所述回转平台的轴心线重合,且一字线方向与所述相机的图像传感器的水平线平行;相机的镜头轴线与水平面具有20°~70°的夹角。

[0010] 采用前述技术方案的本实用新型的装置,通过两个一字线结构光线分别照射在工件上方和下方表面,以形成上下面正轮廓影像,以及两个平行光线的平行光背光源照射工件上下部侧面形成高对比度的背投影轮廓影像,并通过上述光源在工件上透射位置的逐次旋转变换,利用电子拍照技术形成旋转扫描,以获得工件完整3D轮廓数据。由于拍照的镜头呈倾斜设置,可消除凹面的遮挡性投影盲区,镜头轴线与水平面倾斜角度越大,能够适应检测凹陷面的深度越深。本方案采用旋转方式能够避免工件的背光面和正交面上的检测盲区、法向上的结构光和介于法向和切向之间倾斜安装的相机能够避免凹形结构工件的投影检测盲区。然后通过上、下两组相机获取的正负投影信息、依据两组相机的固有空间关系通过一定的算法去还原工件的表面样点空间坐标点云数据,然后基于点云特征求出工件的姿态信息、尺寸信息和表面质量信息。相对于现有技术而言,本实用新型的装置在检测工件时,工件只需要放在载台上即可,无需夹持,全方位无遮挡,放上后通过旋转光源和相机就能够获得工件完整3D轮廓数据,从而显著提高检测效率。不仅适用于批量生产产品的抽检,也可适用于全检,其应用范围广。其中,上方的一字结构光源和下方的平行光背光源是受上方相机的同步信号控制进行抓拍的,而上方相机启动抓拍又是根据伺服驱动器的同步信号触发的,伺服电机每转过一固定的角度发出一个触发信号抓拍一帧。可等角度抓拍,也可不等角抓拍需要记录旋转角,并基于此变量计算工件的轮廓空间坐标;下方的一字结构光源和上方的平行光背光源是受下方相机的同步信号控制进行抓拍的,而下方相机的启动抓拍同样是根据伺服驱动器给出的同步信号触发,不过该同步信号必须与上相机的同步信号保持一定的相差,避免上下相机曝光交叠。为获得更低的背景噪声,一字结构光还可以和平行光背光源保持交替工作的状态。

[0011] 优选的,两台所述相机的镜头轴线呈垂直相交。以保证最小的精度损失时最大限

度的消除盲区。

[0012] 进一步优选的,所述相机轴线与水平面呈45°的夹角。以保证检测精度,减少后续数据处理工作量,降低系统复杂程度,提高系统运行速度,提高检测效率。

[0013] 优选的,所述相机的镜头轴线与所述回转平台的回转轴线相交。以减少后续数据处理工作量,降低系统复杂程度,提高系统运行速度,提高检测效率。

[0014] 优选的,所述回转平台的动圈由第一电机和同步带传动结构驱动转动;所述第一电机为步进电机或伺服电机。以便于实现自动控制,提高检测效率,确保检测精度。

[0015] 优选的,所述相机组支架上设有由第二电机驱动升降的升降滑台;位于所述工件载台上方的相机、一字线结构光光源和平行光背光源设在所述升降滑台上;或者,所述相机组支架上设有由第二电机驱动升降的升降滑台和由第三电机驱动的倾斜移动滑台;位于所述工件载台上方的一字线结构光光源和平行光背光源设在所述升降滑台上;位于所述工件载台上方的相机安装在倾斜移动滑台上,且相机轴线与倾斜移动滑台的移动方向一致;并保持平行光背光源的光轴与对应相机的镜头轴心线重合或者平行。以便根据被测工件的高度或厚度变化,通过升降滑台进行上方相机、一字线结构光和平行光背光源高度的同步调整;或者,通过升降滑台进行一字线结构光和平行光背光源高度的同步调整,通过倾斜滑台移动调整相机的物距,从而获得最佳的工作距离,有效拓宽适用范围。其中,第三电机和倾斜移动滑台可设在升降滑台上,也可直接设在相机组支架上。

[0016] 本实用新型的有益效果:该装置为消除盲区和快速检测提供了保障;其可操作性强,能够获得精准、完整的3D轮廓数字模型。

## 附图说明

[0017] 图1为本实用新型装置的结构示意主视图。

[0018] 图2为本实用新型装置的结构示意侧视图。

[0019] 图3为本实用新型装置的结构示意俯视图。

[0020] 图4为本实用新型装置中静圈与载台的位置关系示意图。

## 具体实施方式

[0021] 下面结合附图对本实用新型作进一步的说明,实施例是示例性的,仅用于揭示和解释本实用新型,以便充分理解本实用新型,但并不因此将本实用新型限制在所述的实施例范围之内。

[0022] 实施例1,参见图1、图2、图3、图4,一种旋转扫描获得完整外表面3D轮廓的装置,包括由动圈1和静圈2构成水平回的回转平台,回转平台的静圈2的中心部位设有用于承载被测工件的透明的工件载台3,该载台3的上下两面平整且平行,同时载台3的两个平面还与回转轴线垂直,工件载台3通过连接臂3a与所述静圈2形成相对固定的连接,工件载台3外周与静圈2内壁之间形成有C形通槽;所述动圈1上固定连接有相机组支架4,相机组支架4包括穿过所述C形通槽的连接部,以及由连接部上下延伸的两个延伸部;所述相机组支架4上设有两个相对的一字线结构光光源5,以及两台相机6和两个平行光线的平行光背光源7;两台相机6分布在两个所述延伸部上,每台相机6对应一个一字线结构光光源5一个平行光背光源7,平行光背光源7位于与相机6所在延伸部相对的另一个延伸部上;其中,两个一字线结构

光源5的一字结构光中心线均与所述回转平台的轴心线重合,且一字线方向与所述相机6的图像传感器的水平线平行;相机6的镜头轴线与水平面具有45°的夹角。动圈1和静圈2通过滚动体一起构成一高精度的滚动轴承,构成轴承外圈的静圈2安装固定在水平的基础平台10上,并通过基础平台10的安装孔设置。

[0023] 作为优选的方案,两台所述相机6的镜头轴线呈垂直相交;且相机6的镜头轴线与回转平台的回转轴线相交。

[0024] 作为优选的方案,回转平台的动圈1由第一电机和同步带传动结构驱动转动;第一电机为步进电机或伺服电机。第一电机也安装固定在基础平台10上,或者,通过第三构件安装固定,并与基础平台10形成相对固定的位置关系。

[0025] 作为优选的方案,相机组支架4上设有由第二电机8驱动升降的升降滑台9;位于所述工件载台3上方的相机6和平行光背光源7设在所述升降滑台9上;所述平行光背光源7的光轴与对应相机6的镜头轴心线重合或者平行。

[0026] 本实施例中,也可根据被测工件上下端面的凸凹弧面曲率半径和深度,适当调整相机相对于水平面的角度,该角度可选择20°~70°之间除45°以外的任意值;选择原则是,凹面越深或曲率半径越小,该角度值越大。

[0027] 本实施例中的具体数值、以及轴线重合、平行等都是指理想状态的名义值,是为了确保检测结果更佳,数据处理工作量更小,实际调校过程中必然存在偏差,因此,具有这种偏差的情形也包含在本专利的保护范围。

[0028] 实施例2,参见附图1~4,所述相机组支架4上设有由第二电机8驱动升降的升降滑台9和由第三电机驱动的倾斜移动滑台;位于所述工件载台3上方的一字线结构光光源5和平行光背光源7设在所述升降滑台9上;位于所述工件载台3上方的相机6安装在倾斜移动滑台上,且相机6轴线与倾斜移动滑台的移动方向一致;并保持平行光背光源7的光轴与对应相机6的镜头轴心线重合或者平行。其中,第三电机和倾斜移动滑台无相关附图示出。

[0029] 本实施例的其余结构与实施例1相同,在此不再赘述。

[0030] 本实施例中的第三电机和倾斜移动滑台包括设在升降滑台9上的方案,也包括直接设在相机组支架4上的方案。

[0031] 基于实施例1或2装置,并通过旋转扫描获得工件完整外表面3D轮廓的方法,包括以下步骤:

[0032] 第一步,测试准备:包括将被测工件放置于工件载台上,并使被测工件中心靠近回转平台的回转中心或与该回转中心重合;

[0033] 第二步,逐帧拍摄:按相同旋转方向设定角度逐次旋转动圈,并在每次旋转完成后进行一次拍摄;重复动圈旋转和拍摄过程,并使动圈旋转不小于180°的角度后,停止拍摄;

[0034] 第三步,数据处理:对拍摄获得的数字图像信息进行去噪声处理,已获得贴近实物的图像数字信息;

[0035] 第四步,3D轮廓模型建立:依据处理后的数据,通过预先建立的数学模型构建并获得被测工件的完整外表面3D轮廓数字模型。

[0036] 其中,在被测工件放置前或放置过程中,还包括通过第二电机8对装置中的升降滑台9进行上方平行光背光源、一字线结构光光源和相机高度调整;或者,通过第二电机8对装置中的升降滑台9进行上方平行光背光源和一字线结构光光源5的高度调整,并通过第三电

机驱动倾斜滑台移动进行相机6的物距调整;以获得最佳的工作距离。

[0037] 在逐帧拍摄步骤中,在完成一次按设定方向旋转动圈的拍摄后,还包括按紧邻前次拍摄相反的旋转方式进行下一次的逐帧拍摄。其中,相邻帧之间的动圈旋转角度包括等角度和不等角度;当采用不等角度转动时,还包括对旋转角度的记录,作为轮廓重建的参数。

[0038] 在拍摄过程中,上、下方的相机6采用分时曝光拍摄方式,即上方的相机6曝光时,上方的一字线结构光光源5和下方的平行光背光源7在相机闪光信号触发下点亮;下方的相机6和下方的一字线结构光光源5及上方的平行光背光源7被禁止;相应地,在下方的相机6工作时,上方的相机6和上方的一字线结构光光源5及下方的平行光背光源7被禁止;以消除因散射、反射和透射形成的干扰信号。

[0039] 在拍摄完成后,使回转平台复位,以免相机组支架上的供电线和信号线缠绕,以备下一次拍摄。

[0040] 以上详细描述了本实用新型的较佳具体实施例。应当理解,本领域的普通技术人员无需创造性劳动就可以根据本实用新型的构思作出诸多修改和变化。因此,凡本技术领域中技术人员依本实用新型的构思在现有技术的基础上通过逻辑分析、推理或者有限的实验可以得到的技术方案,皆应在由权利要求书所确定的保护范围内。显然,包括但不限于下平行光与上滑台同步移动的设置关系;下延伸部分也安装有上下运动的另一升降滑台和倾斜滑台;上平行光与下延伸部的固定位置关系;以及工件载台旋转而相机组支架固定的结构形式等。

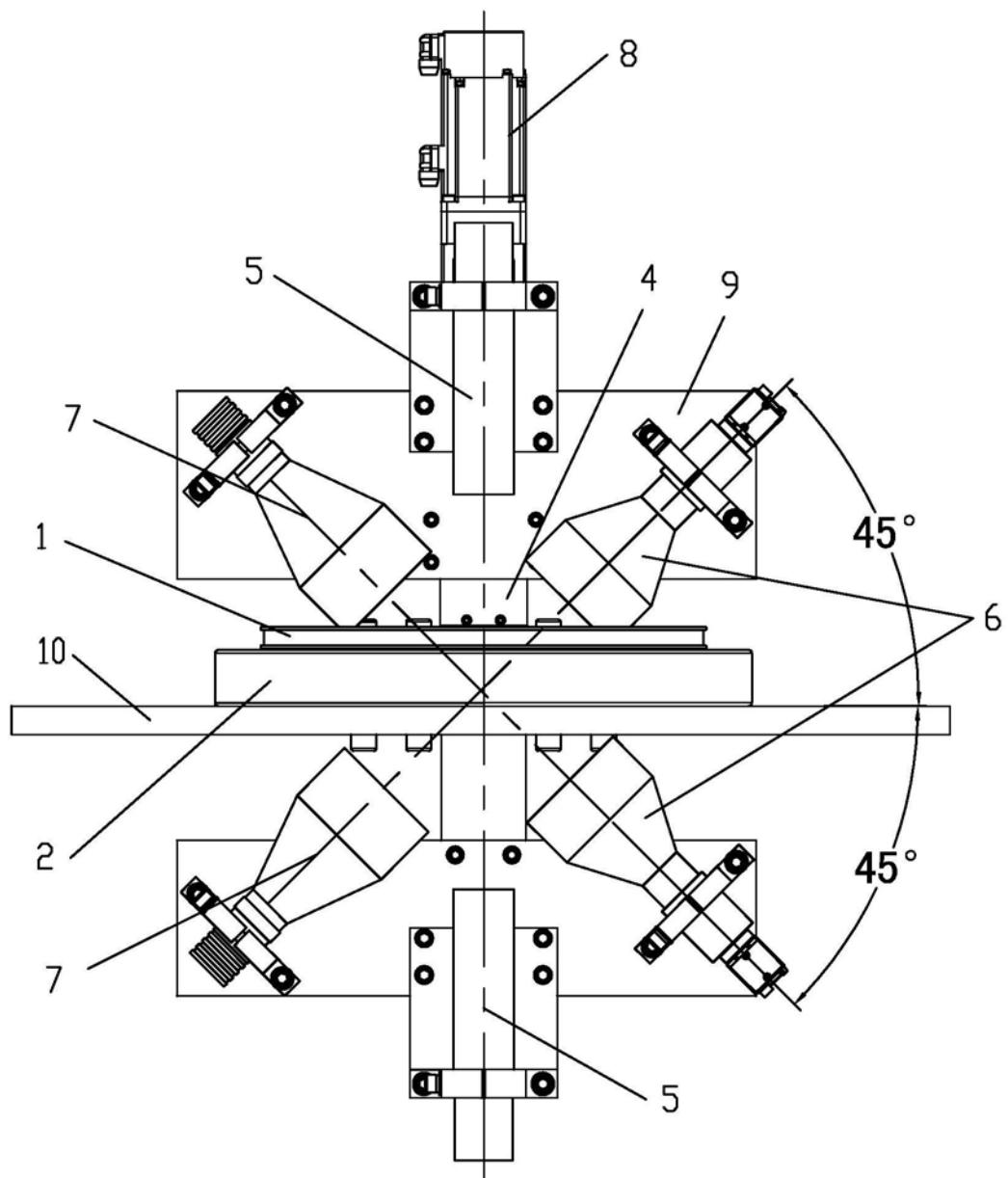


图1

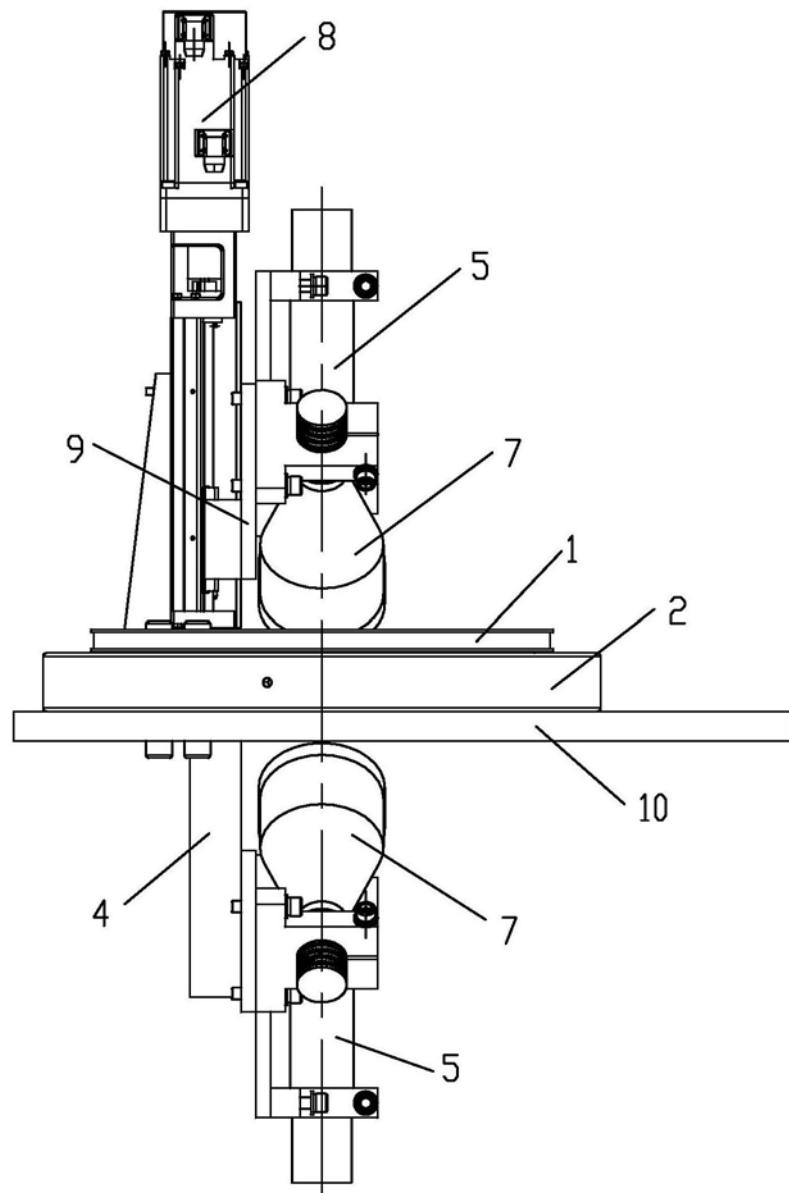


图2

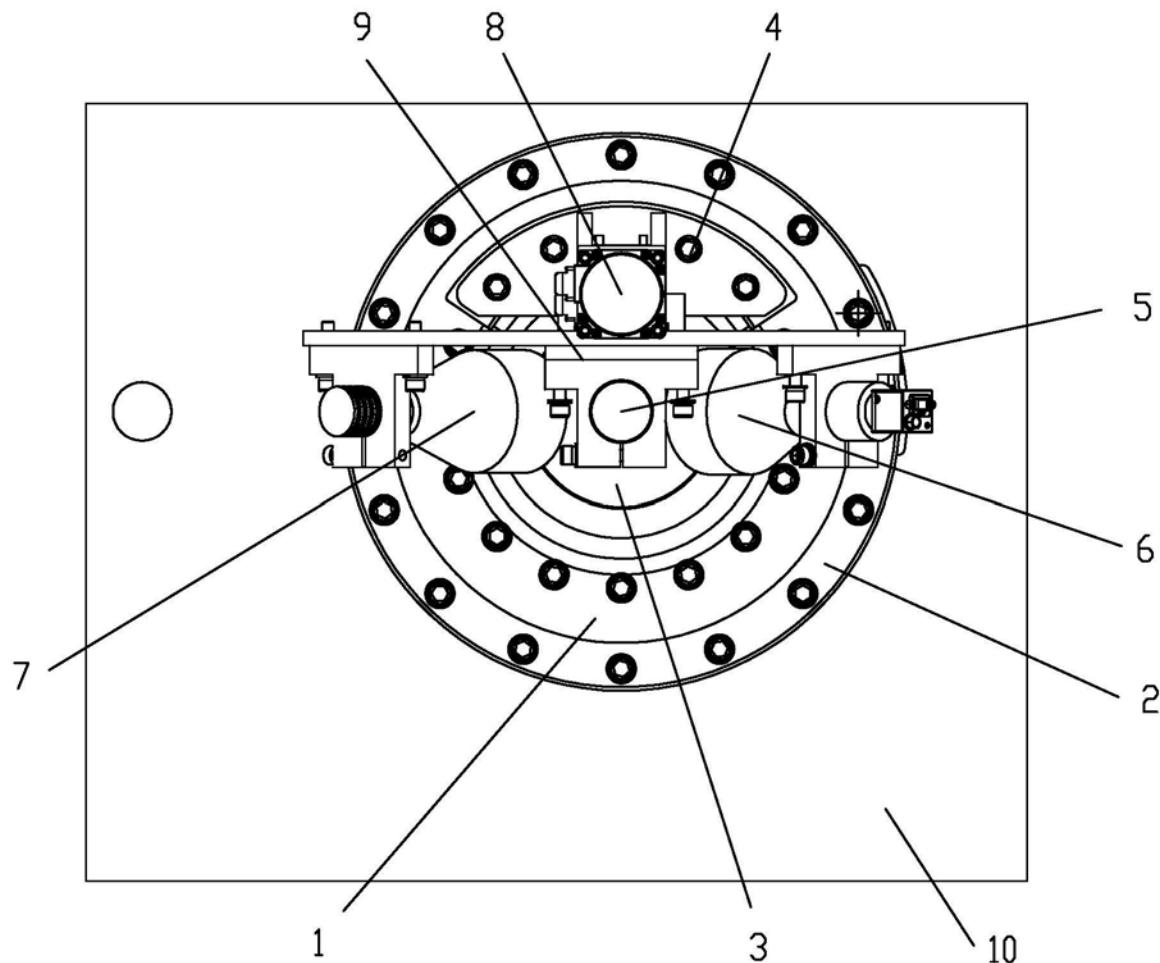


图3

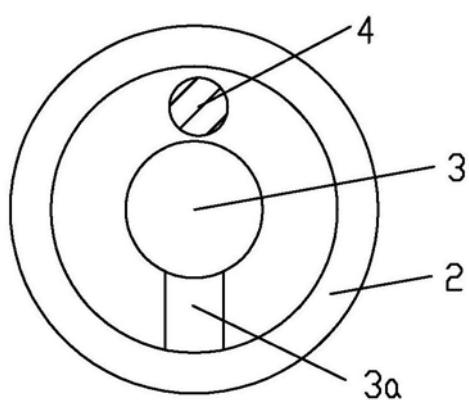


图4