



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108072670 A

(43)申请公布日 2018.05.25

(21)申请号 201810059113.7

(22)申请日 2018.01.22

(71)申请人 青岛大学

地址 266071 山东省青岛市香港东路7号

(72)发明人 王清 黄冉 张国华 沈辉

张凤生 王海峰 杨杰 梁泉龙

(74)专利代理机构 青岛发思特专利商标代理有限公司 37212

代理人 巩同海

(51) Int. Cl.

G01N 21/952(2006.01)

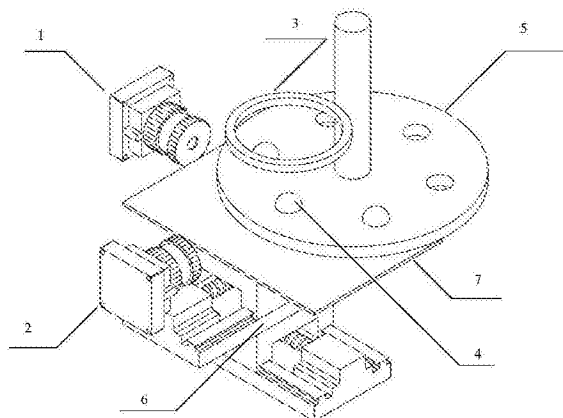
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

基于双线阵相机与环形光的钢球表面缺陷检测装置及方法

(57)摘要

本发明涉及一种基于双线阵相机与环形光的钢球表面缺陷检测装置及方法,属于工业无损检测领域。本发明的缺陷检测装置包括相机和钢球展开盘,钢球展开盘上放置有多个待测钢球;还包括环形光光源,钢球展开盘在电机控制下旋转一定角度直至待测钢球到达环形光光源下方;钢球展开盘的下方设有摩擦板,摩擦板在XY工作台带动下沿XY方向移动,通过摩擦带动相应的待测钢球在XY方向上转动,本发明利用环形光照射待测钢球,线阵相机采集钢球图像,钢球在XY工作台及摩擦板的作用下正交方向滚动即可实现待测钢球的全表面展开,不需要考虑图像匹配与图像拼接,采集的图像为时空图像,与背景对比明显,图像处理算法简单,大大提高了检测速度。



1. 一种基于双线阵相机与环形光的钢球表面缺陷检测装置,其特征在于:
包括相机和钢球展开盘(5),所述钢球展开盘(5)上放置有多个待测钢球(4);
还包括环形光光源(3),所述钢球展开盘(5)在电机控制下旋转一定角度直至待测钢球(4)到达环形光光源(3)下方;

所述钢球展开盘(5)的下方设有摩擦板(7),摩擦板(7)在XY工作台(6)带动下沿XY方向移动,通过摩擦带动相应的待测钢球(4)在XY方向上转动。

2. 根据权利要求1所述的缺陷检测装置,其特征在于:所述钢球展开盘(5)设有环周均匀分布的检测孔,待测钢球(4)置于所述检测孔内,所述检测孔半径与深度同待测钢球(4)半径相同。

3. 根据权利要求1所述的缺陷检测装置,其特征在于:所述的相机为双线阵相机,分别安装在XY工作台(6)运动的轴线方向上,且两个线阵相机正交,参数一致。

4. 根据权利要求1所述的缺陷检测装置,其特征在于:所述环形光光源(3)的圆心与待测钢球(4)的球心在同一轴线上。

5. 根据权利要求3或4所述的缺陷检测装置,其特征在于:设线阵相机采集角度为 θ ,距离待测钢球(4)中心长度为L,环形光光源(3)的半径为r,待测钢球(4)的半径为R,环形光光源(3)半径r以及线阵相机与待测钢球(4)的距离L应满足如下条件:

$$\left\{ \begin{array}{l} r > \frac{\sqrt{2}R}{2 \cos \frac{\theta}{2}} \\ r = L \sin \frac{\theta}{2} \\ \theta < \frac{\pi}{2} \end{array} \right. .$$

6. 根据权利要求5所述的缺陷检测装置,其特征在于:所述双线阵相机水平放置,所述双线阵相机的线阵传感器在水平方向与环形光光源(3)在待测钢球(4)上的投影重合。

7. 根据权利要求1所述的缺陷检测装置,其特征在于:所述XY工作台(6)在XY方向的行程s与待测钢球(4)的半径R应满足: $s \geq 2\pi R$ 。

8. 根据权利要求1所述的缺陷检测装置,其特征在于:所述XY工作台(6)的X向和Y向均设有限位开关,对应方向上的线阵相机与对应的限位开关导线连接。

9. 根据权利要求1所述的缺陷检测装置,其特征在于:所述摩擦板(7)采用摩擦系数高的非金属材料。

10. 一种应用权利要求1-9任一项所述的缺陷检测装置进行检测的方法,其特征在于:包括如下步骤:

步骤一:将线阵相机,环形光光源(3),待测钢球(4),钢球展开盘(5),XY工作台(6)以及摩擦板(7)安装至指定位置;

步骤二:将环形光光源(3)照射待测钢球(4),将XY方向的线阵相机及镜头的参数调节为相同,XY工作台(6)带动摩擦板(7)沿X轴运动,并开启X方向的线阵相机采集钢球上的环形光,得到待测钢球(4)沿X轴的时空图像;XY工作台(6)带动摩擦板(7)沿Y轴运动,并开启Y

方向的线阵相机采集钢球上的环形光,即待测钢球(4)得到沿Y轴的时空图像;

步骤三:旋转钢球分拣盘至下一颗待测钢球(4)到达环形光光源(3)下方,并重复步骤二;

步骤四:根据线阵相机采集的图像,经图像处理,获取钢球表面缺陷信息,进行分拣。

基于双线阵相机与环形光的钢球表面缺陷检测装置及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种基于双线阵相机与环形光的钢球表面缺陷检测装置及方法,特别涉及通过时空图像实现钢球全表面展开并进行缺陷检测,属于工业无损检测领域。

背景技术

[0002] 轴承的回转机械中最重要的基础件,而钢球是轴承的关键基础组件,是回转机械关键中的关键,钢球的表面质量直接影响轴承的性能和寿命。由于加工工艺及材料等问题,在钢球的生产过程中,会产生磨损,开裂,凹坑等表面缺陷,这些缺陷会影响轴承的精度、性能,产生噪声与振动,严重时会导致轴承出现故障。因此,进行钢球表面缺陷检测具有重要意义。

[0003] 国内的钢球厂现在主要通过人工在强光照射下,使用人眼抽检钢球的表面缺陷,该方法受限于人工检测的局限性,会产生漏检和误检,且无法实现全部检测,自动化低,限制了高精密轴承用钢球的检测以及行业发展。

[0004] 目前的自动化钢球表面缺陷主要包括接触法与非接触法,接触法会对检测钢球造成磨损,属于损坏性检测法,只能用于抽检,而不适用于全部检测,且检测装置由于磨损需要进行更换;非接触法主要包括光电检测技术及视觉检测技术。现有的光电检测技术主要是利用点扫描,通过子午线展开或螺旋线展开检测钢球的表面缺陷,此种方法要实现钢球的全表面展开,其展开机构比较复杂,对钢球的运动准确控制是机械结构设计上的难点,且容易发生打滑造成漏检;而视觉检测技术主要是利用面扫描,面阵图像传感器对钢球表面某一球冠面进行拍摄,钢球进行滚动,面阵传感器持续对钢球表面进行拍摄,因此需要找到一种控制方法,使所拍摄的球冠面全部覆盖钢球全表面,此种方法需控制相机的拍摄时间,且钢球的滚动不能出现滑动;后续需要进行图像匹配以及图像拼接,图像处理算法复杂。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于解决现有的技术存在的不足之处,提供一种能够解决打滑问题以及全表面展开可靠性的,并提高图像处理算法实时性的基于双线阵相机与环形光的钢球表面缺陷检测装置及方法。

[0006] 本发明是采用以下的技术方案实现的:

[0007] 一种基于双线阵相机与环形光的钢球表面缺陷检测装置,包括相机和钢球展开盘,所述钢球展开盘上放置有多个待测钢球;还包括环形光光源,所述钢球展开盘在电机控制下旋转一定角度直至待测钢球到达环形光光源下方;所述钢球展开盘的下方设有摩擦板,摩擦板在XY工作台带动下沿XY方向移动,通过摩擦带动相应的待测钢球在XY方向上转动。

[0008] 进一步地,所述钢球展开盘设有环周均匀分布的检测孔,待测钢球置于所述检测孔内,所述检测孔半径与深度同待测钢球半径相同。

[0009] 进一步地,所述的相机为双线阵相机,分别安装在XY工作台运动的轴线方向上,且

两个线阵相机正交,参数一致。

[0010] 进一步地,所述环形光光源的圆心与待测钢球的球心在同一轴线上。

[0011] 进一步地,设线阵相机采集角度为 θ ,距离待测钢球中心长度为L,环形光光源的半径为r,待测钢球的半径为R,环形光光源半径r以及线阵相机与待测钢球的距离L应满足如下条件:

$$[0012] \begin{cases} r > \frac{\sqrt{2}R}{2\cos\frac{\theta}{2}} \\ r = L\sin\frac{\theta}{2} \\ \theta < \frac{\pi}{2} \end{cases}$$

[0013] 进一步地,所述双线阵相机的线阵传感器在水平方向与环形光光源在待测钢球上的投影重合。

[0014] 进一步地,XY工作台在XY方向的行程s与待测钢球的半径R应满足: $s \geq 2\pi R$ 。

[0015] 进一步地,XY工作台的X向和Y向均设有限位开关,对应方向上的线阵相机与对应的限位开关导线连接。

[0016] 进一步地,摩擦板采用摩擦系数高的非金属材料。

[0017] 一种应用所述的缺陷检测装置进行检测的方法,包括如下步骤:

[0018] 步骤一:将线阵相机,环形光光源,待测钢球,钢球展开盘,XY工作台以及摩擦板安装至指定位置;

[0019] 步骤二:将环形光光源照射待测钢球,将XY方向的线阵相机及镜头的参数调节为相同,XY工作台带动摩擦板沿X轴运动,并开启X方向的线阵相机采集钢球上的环形光,得到待检测钢球沿X轴的时空图像;XY工作台带动摩擦板沿Y轴运动,并开启Y方向的线阵相机采集钢球上的环形光,即待检测钢球得到沿Y轴的时空图像;

[0020] 步骤三:旋转钢球分拣盘至下一颗待测钢球到达环形光光源下方,并重复步骤二;

[0021] 步骤四:根据线阵相机采集的图像,经图像处理,获取钢球表面缺陷信息,进行分拣。

[0022] 本发明的有益效果是:

[0023] 1本发明所述的缺陷检测装置,双线阵相机位于正交方向,钢球在XY工作台及摩擦板的作用下正交方向滚动即可实现待测钢球的全表面展开;

[0024] 2本发明所述的缺陷检测装置,利用环形光照射待测钢球,线阵相机采集钢球图像,不需要考虑图像匹配与图像拼接,采集的图像为时空图像,与背景对比明显,图像处理算法简单,大大提高了检测速度;

[0025] 3本发明所述缺陷检测装置,线阵相机行频快,横向分辨率高的特点,可检测钢球表面的微小缺陷;

[0026] 4本发明所述缺陷检测装置,机械结构简单,操作便捷,安装方便,降低了制作成本。

附图说明

[0027] 图1是本发明的缺陷检测装置的轴测图。

[0028] 图2是本发明的缺陷检测装置的俯视图。

[0029] 图3是本发明的缺陷检测装置的侧视图。

[0030] 图4是本发明的钢球全表面展开俯视示意图。

[0031] 图5是本发明的钢球全表面展开正视示意图。

[0032] 图中:1、线阵相机I;2、线阵相机II;3、环形光光源;4、待测钢球;5、钢球展开盘;6、XY工作台;7、摩擦板。

具体实施方式

[0033] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚,下面结合附图和具体实例,对本发明提出的基于双线阵相机与环形光的钢球表面缺陷检测装置及方法进行进一步说明。

[0034] 本发明所述的基于双线阵相机与环形光的钢球表面缺陷检测装置,如图1-3所示,包括相机和钢球展开盘5,所述钢球展开盘5设有环周均匀分布的检测孔,待测钢球4置于所述检测孔内,所述检测孔半径与深度同待测钢球4半径相同,所述的相机为双线阵相机,为线阵相机I1和线阵相机II2,分别安装在XY工作台6运动的轴线方向上,且两个线阵相机正交,参数一致。

[0035] 还包括环形光光源3,所述钢球展开盘5在电机控制下旋转一定角度直至待测钢球4到达环形光光源3下方,所述环形光光源3的圆心与待测钢球4的球心在同一轴线上,所述双线阵相机的线阵传感器在水平方向与环形光光源3在待测钢球4上的投影重合。

[0036] 所述钢球展开盘5的下方设有摩擦板7,摩擦板7在XY工作台6带动下沿XY方向移动,通过摩擦带动相应的待测钢球4在XY方向上转动,XY工作台6在XY方向的行程s与待测钢球4的半径R应满足: $s \geq 2\pi R$,XY工作台6的X向和Y向均设有限位开关,对应方向上的线阵相机与对应的限位开关导线连接。钢球展开盘5用于固定待检测钢球以及进料出料,为不干扰摩擦板7的运动,钢球展开盘5的转动轴位于上方,转动轴与电机连接,摩擦板7采用摩擦系数比较高的非金属材料制作。其作用一是与待检测钢球接触,产生摩擦力使待检测钢球在正交方向滚动,二是当钢球展开盘5进料时,防止钢球从展开盘漏下。

[0037] 根据相机的工作方式的区别,可将工业相机分为线阵相,和面阵相机两大类,面阵相机一幅面对采集对象进行扫描,得到一幅空间图像,横纵坐标都代表空间拍摄频率较低,且需要考虑图像拼接问题;线阵相机内部只包含一行传感器单元,线阵相机连续不断的对采集对象进行扫描,一次扫描形成一行图像,每行像素代表的时间不同,图像是一幅时空图像。本发明中,使用线阵相机采集钢球滚动时的表面图像,不许考虑图像拼接问题,且图像与背景对比明显,通过设置环形光源在钢球上的投影以及相机与钢球的距离,可实现待检测钢球的全表面采集。

[0038] 设线阵相机采集角度为 θ ,距离钢球中心长度为L,环形光的半径为r,钢球的半径为R,从图中可得 $r = L \sin \frac{\theta}{2}$,JKMN为待检测钢球最大直径的内接正方形,如图4所示,图中AB

为线阵相机I1的采集范围,大小为 $2r \cos \frac{\theta}{2}$,CD为线阵相机II2的采集范围,大小为 $2r \cos \frac{\theta}{2}$,为保证待检测钢球的全表面展开,相机的覆盖区域需大于JKMN的覆盖范围,即 $2r \cos \frac{\theta}{2} > \sqrt{2}R$,其中BC为线阵相机I1,2的重复采集区域。为保证钢球全表面展开,两线阵相机应存在重复区域,则对线阵相机的采集角范围要求为 $\frac{\pi-\theta}{2} - \frac{\pi}{4} > 0$,即 $\theta < \frac{\pi}{2}$ 。

[0039] 确定相机型号与镜头后可确定线阵相机的采集角 θ ,则环形光在钢球上的位置 r 以及线阵相机与钢球的距离 L 应满足如下条件:

$$[0040] \begin{cases} r > \frac{\sqrt{2}R}{2 \cos \frac{\theta}{2}} \\ r = L \sin \frac{\theta}{2} \\ \theta < \frac{\pi}{2} \end{cases}$$

[0041] 为保证待检测钢球全表面展开,XY工作台6在XY方向的行程应大于待检测钢球的周长 $s \geq 2\pi R$,本发明中,为保证待检测钢球全表面展开,将行程设置为 $3\pi R$,保证钢球即使发生稍微打滑的状态下,也能够进行全表面展开。

[0042] 如图5所示,环形光源的大小与位置可由光线反射定律 $\alpha = r/R$ 确定,即只要能产生如同中的环形带,环形光源的大小和位置可以灵活调节。

[0043] 应用所述的缺陷检测装置进行检测的方法,包括如下步骤:

[0044] 步骤一:将线阵相机,环形光光源3,待测钢球4,钢球展开盘5,XY工作台6以及摩擦板7安装至指定位置;

[0045] 步骤二:将环形光光源3照射待测钢球4,将XY方向的线阵相机及镜头的参数调节为相同,XY工作台6带动摩擦板7沿X轴运动,并开启X方向的线阵相机采集钢球上的环形光,得到待检测钢球沿X轴的时空图像;XY工作台6带动摩擦板7沿Y轴运动,并开启Y方向的线阵相机采集钢球上的环形光,即待检测钢球得到沿Y轴的时空图像;

[0046] 步骤三:旋转钢球分拣盘至下一颗待测钢球4到达环形光光源3下方,并重复步骤二;

[0047] 步骤四:根据线阵相机采集的图像,经图像处理,获取钢球表面缺陷信息,进行分拣。

[0048] 具体检测过程为:钢球展开盘5旋转60度检测孔共6个位置,旋转到位后,XY工作台6与线阵相机启动,XY工作台6沿X方向运动,线阵相机I1采集钢球图像,工作台在X方向安装有限位开关,当行程达到 $3\pi R$ 时,触发限位开关,XY工作台6停止X方向运动并复位,同时线阵相机I1停止采集;XY工作台6开始沿着Y方向运动,同时线阵相机II2开启,开始采集钢球图像,当工作台在Y方向的行程为 $3\pi R$ 时,触发限位开关,工作台复位,线阵相机II2停止采集,当工作台完成复位后,钢球分拣盘开始旋转,进行下一个钢球的检测。

[0049] 本发明中未涉及的部分采用或借鉴已有技术即可实现。

[0050] 当然,上述内容仅为本发明的较佳实施例,不能被认为用于限定对本发明的实施例范围。本发明也并不仅限于上述举例,本技术领域的普通技术人员在本发明的实质范围内所做出的均等变化与改进等,均应归属于本发明的专利涵盖范围内。

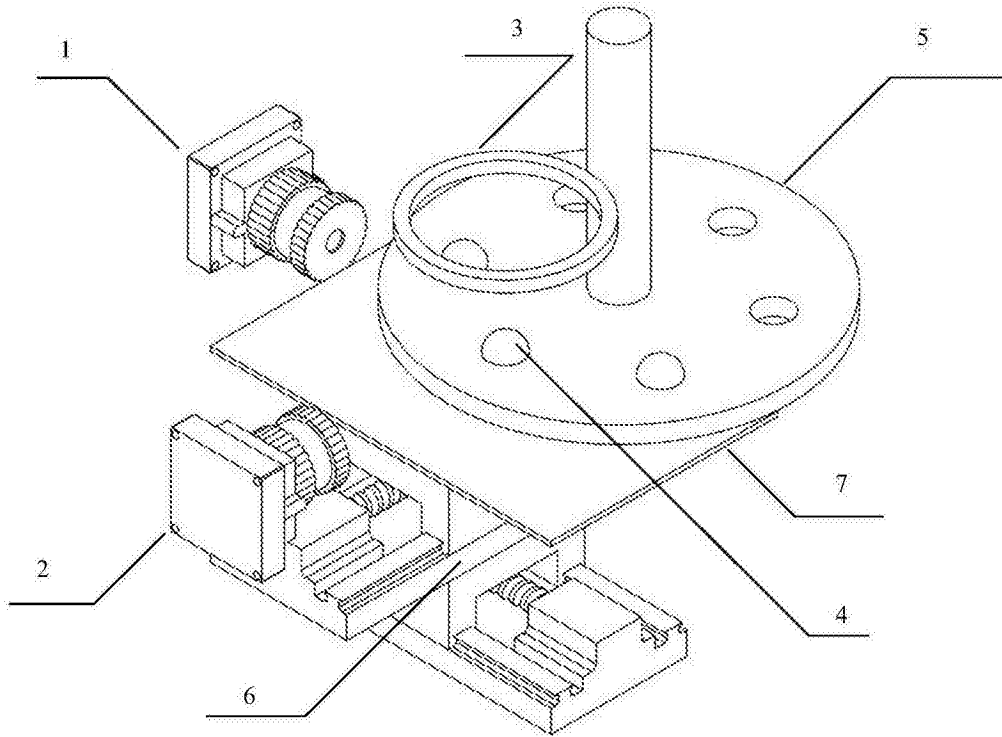


图1

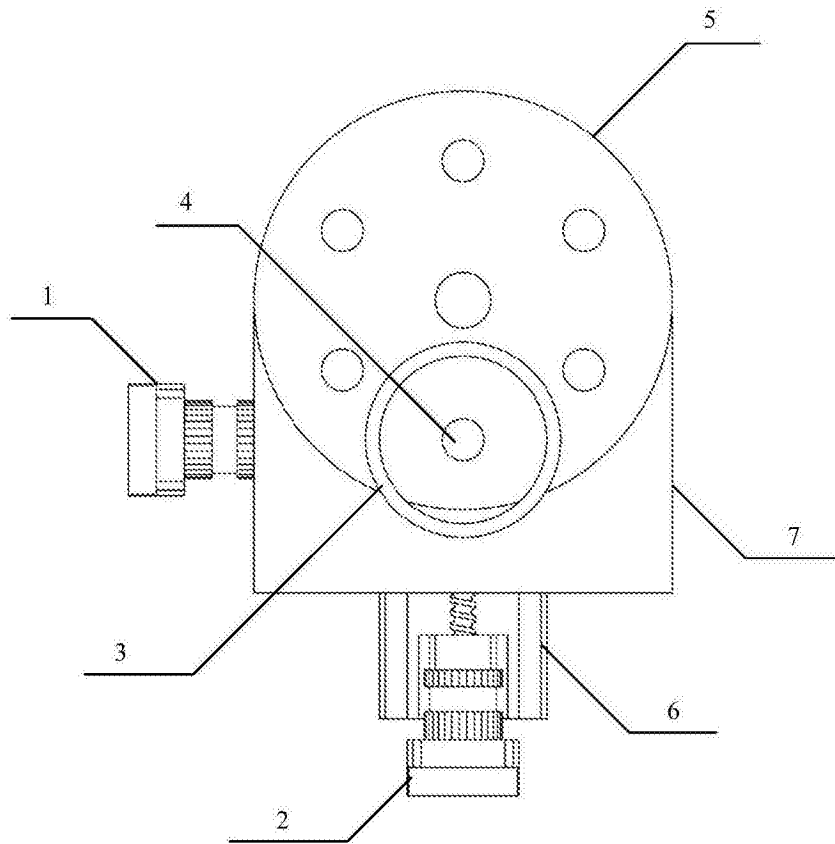


图2

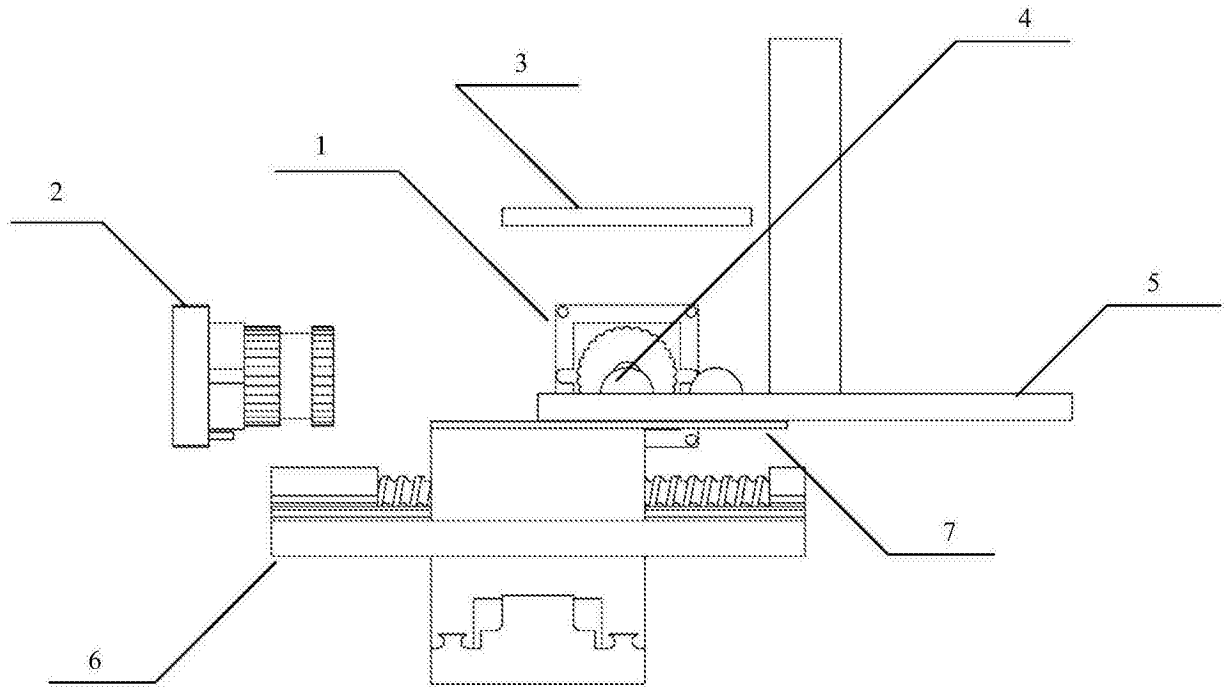


图3

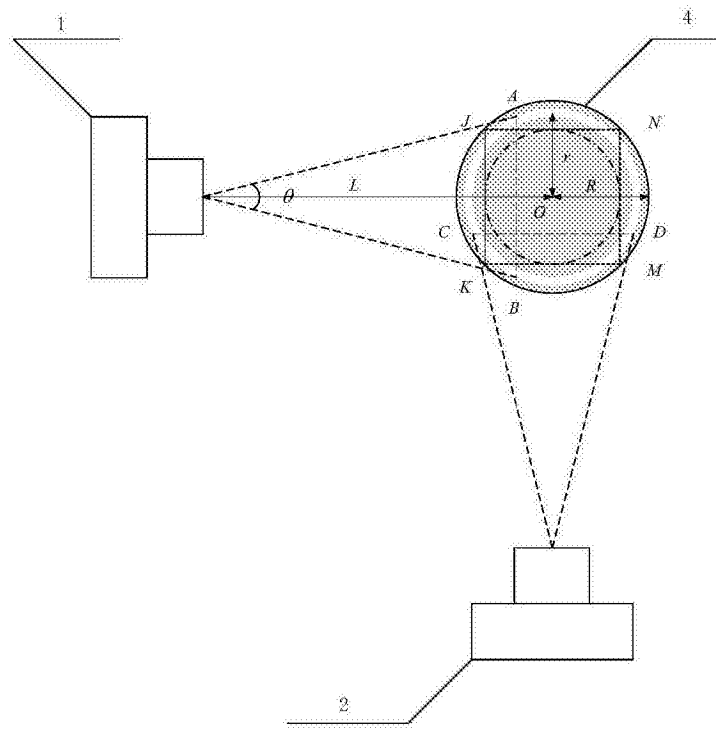


图4

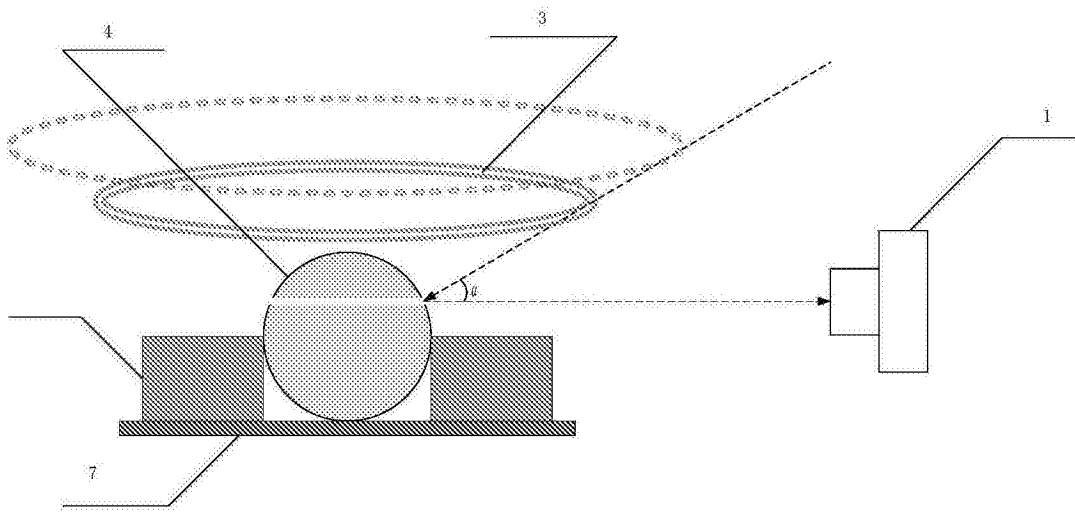


图5