



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105033751 B

(45)授权公告日 2017.07.11

(21)申请号 201510351236.4

审查员 张叠

(22)申请日 2015.06.24

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105033751 A

(43)申请公布日 2015.11.11

(73)专利权人 中国科学院光电技术研究所

地址 610209 四川省成都市双流350信箱

(72)发明人 许嘉俊 贾辛 徐富超 邢廷文

(51)Int.Cl.

B23Q 15/013(2006.01)

B23Q 17/24(2006.01)

(56)对比文件

CN 102901463 A,2013.01.30,

CN 103063154 A,2013.04.24,

CN 103884295 A,2014.06.25,

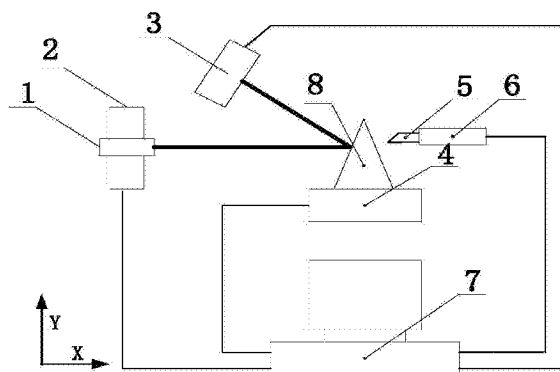
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54)发明名称

一种凸锥镜的在线检测加工装置及方法

(57)摘要

本发明提供一种凸锥镜在线检测加工装置及方法,该装置中,光源发出的准直光束照射到凸锥镜表面,反射后到达CCD探测器。凸锥镜固定于精密转台上,跟随转台一起旋转,当凸锥镜母线斜率发生改变时,到达CCD探测器的反射斑质心位置随之改变。计算机与CCD探测器相连,能够实时接收图像信息,根据反射斑质心实际位置与理想位置的偏移计算凸锥镜上照射点位置母线斜率与设计值的偏移量。精密转台和刀具运动机构均受计算机控制,当照射点将与加工刀具接触时,计算机根据斜率偏移量,对加工刀具的姿态进行调整,以减小加工误差。本发明通过分析检测光束反射斑的位置变化,实时调整加工刀具运动姿态,实现凸锥镜的在线检测加工功能,提高了加工精度。



1. 一种凸锥镜的在线检测加工方法,其特征在于:该方法分析检测光束反射斑的质心位置变化,计算出凸锥镜母线斜率误差,以调整加工刀具进刀量,对误差进行补偿,提高加工精度,具体检测步骤如下:

步骤A1:将毛坯料放置于精密转台上,根据凸锥镜几何参数,设定精密转台旋转速度 S 和加工刀具的运动函数 P ,对毛坯进行常规加工,直到凸锥镜基本成形,表面足够光滑;

步骤A2:转台停止旋转,加工刀具回到零位;调整光源、光束控制机构和CCD探测器位置,使检测光束能够照射到凸锥镜上一条母线的任意位置,并反射到CCD探测器;调整检测光束,使照射点靠近锥底,再将检测光束往锥顶方向移动距离 δ ,根据反射斑质心移动与理想值的偏移量,计算照射点的斜率误差 ΔK ;

步骤A3:精密转台驱动凸锥镜按照固定速率 S 旋转,与锥底平行的圆环上不同位置点依次被照射到,计算出 N 个采样点的斜率偏差 ΔK_i ,其中 $i=1,2,3,\dots,N$;同时,计算机根据转台速率计算采样点的位置变化,当不同采样点与加工刀具接触时,根据斜率误差 ΔK_i ,给予刀具运动机构补偿量 ϵ_i ,进行加工,直到遍历圆环上所有采样点;

步骤A4:通过光束控制机构调整照射点往锥顶方向移动,每次改变位置后重复步骤A3,直到照射点到达锥顶,实现一次完整的检测加工过程。

一种凸锥镜的在线检测加工装置及方法

技术领域

[0001] 本发明属于光学检测加工领域,具体涉及一种凸锥镜的在线检测加工装置及方法。

背景技术

[0002] 凸锥镜的加工一般常用精密数控车床车削,再利用测量设备进行检测。加工过程中,加工刀具的位置和进刀量根据凸锥镜外形尺寸提前计算,缺少在线检测的数据反馈,不能根据实际加工结果进行改变。

[0003] 常规检测手段,不管是接触式如三坐标测量机,或者是其他非接触式如专利“一种全自动锥面镜检测用平台”(申请号:201210429232.X)都需要将凸锥镜从加工设备移动到测量设备,无法满足在线检测的要求。

发明内容

[0004] 为了克服上述现有技术的不足,本发明提供一种凸锥镜在线检测加工装置及方法,通过分析检测光束反射斑的位置变化,实时调整加工刀具运动姿态,实现凸锥镜的在线检测加工功能,提高了加工精度。

[0005] 为达成所述目的,本发明提供一种凸锥镜的在线检测加工装置,其特征在于,该装置包括:光源、光束控制机构、CCD探测器、精密转台、加工刀具、刀具运动机构和计算机;其中:

[0006] 光源,用于产生准直的检测光束;

[0007] 光束控制机构,改变检测光束在凸锥镜上的入射位置;

[0008] CCD探测器,记录经凸锥镜反射后的检测光束位置;

[0009] 精密转台,实现凸锥镜的旋转;

[0010] 加工刀具,对凸锥镜进行加工;

[0011] 刀具运动机构,实现加工刀具的运动功能;

[0012] 凸锥镜放置于精密转台上,光源发出的准直光束经光束控制机构后,在凸锥镜表面反射到CCD探测器;入射平面经过凸锥镜的锥顶,且与凸锥镜底面、CCD探测器表面垂直;光束控制机构、CCD探测器、精密转台和刀具运动机构与计算机相连,受计算机控制;

[0013] 计算机通过光束控制机构控制光束在凸锥镜上的照射位置,实时记录处理CCD探测器上反射斑位置信息,计算母线斜率误差;根据精密转台转速,计算出照射点将与加工刀具接触的时间,并在接触时控制刀具运动机构,调整加工刀具进刀量,减小加工误差。

[0014] 进一步的,所述光源发出准直光作为检测光束,可以是出射光束发散角和口径都很小的激光光源,也可以是其他光源结合准直系统。

[0015] 进一步的,所述光束控制机构能够使检测光束照射在凸锥镜一条母线上的任意位置,可以是驱动光源运动的机械结构,也可以是其他改变检测光束位置角度的反射镜或透镜组合。

[0016] 进一步的,所述精密转台承载被加工凸锥镜,能够通过计算机控制旋转速度,从而精确控制每个点与加工刀具接触时的时间。

[0017] 进一步的,所述刀具运动机构能够驱动加工刀具运动,对凸锥镜进行加工,可以是二维台,也可以是其他多维运动机构,只要能够驱动刀具接触到凸锥镜一条母线上的任意位置。

[0018] 进一步的,所述计算机可以同时处理CCD探测器图像信息,操纵光束控制机构,控制刀具运动和精密转台旋转,可以是单台计算机,也可以是实时通讯的多台计算机组。

[0019] 为达成所述目的,本发明提供一种凸锥镜的在线检测加工方法,该方法分析检测光束反射斑的质心位置变化,计算出凸锥镜母线斜率误差,以调整加工刀具进刀量,对误差进行补偿,提高加工精度,具体检测步骤如下:

[0020] 步骤A1:将毛坯料放置于精密转台上,根据凸锥镜几何参数,设定精密转台旋转速度 S 和加工刀具的运动函数 P ,对毛坯进行常规加工,直到凸锥镜基本成形,表面足够光滑。

[0021] 步骤A2:转台停止旋转,加工刀具回到零位。调整光源、光束控制机构和CCD探测器位置,使检测光束能够照射到凸锥镜上一条母线的任意位置,并反射到CCD探测器。调整检测光束,使照射点靠近锥底,再将检测光束往锥顶方向移动距离 δ ,根据反射斑质心移动与理想值的偏移量,计算照射点的斜率误差 ΔK 。

[0022] 步骤A3:精密转台驱动凸锥镜按照固定速率 S 旋转,与锥底平行的圆环上不同位置点依次被照射到,计算出 N 个采样点的斜率偏差 ΔK_i ,其中 $i=1,2,3,\dots,N$ 。同时,计算机根据转台速率计算采样点的位置变化,当不同采样点与加工刀具接触时,根据斜率误差 ΔK_i ,给予刀具运动机构补偿量 δ_i ,进行加工,直到遍历圆环上所有采样点。

[0023] 步骤A4:通过光束控制机构调整照射点往锥顶方向移动,每次改变位置后重复步骤A3,直到照射点到达锥顶,实现一次完整的检测加工过程。

[0024] 本发明的有益效果:分析检测光束反射斑的质心位置变化,计算出凸锥镜母线斜率误差,以调整加工刀具进刀量,对误差进行补偿,提高加工精度。

附图说明

[0025] 图1为本发明凸锥镜在线检测加工装置结构示意图;

[0026] 图2为CCD探测器中局部坐标系示意图;

[0027] 图3为本发明凸锥镜在线检测加工方法流程图;

[0028] 图中,1为光源、2为直线平移台、3为CCD探测器、4为精密转台、5为加工刀具、6为二维平移台、7为计算机、8为凸锥镜、9为反射光斑。

具体实施方式

[0029] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚明白,以下结合具体实施例,并参照附图,对本发明进一步详细说明。

[0030] 如图1表示本发明装置的结构示意图,全局坐标系中心为凸锥镜8底面中心,纸面为 $X-Y$ 平面, Z 轴穿过纸面向外。图2为以CCD探测器中心为原点的局部坐标系示意图, x' 轴与全局坐标系中的 Z 轴平行,方向相反。光源1发出准直光束照射到凸锥镜8,再反射到CCD探测器3;入射面为 $X-Y$ 平面,与CCD探测器相交于局部坐标系的 y' 轴。直线平移台2驱动光源1沿 Y

轴运动,使检测光束照射到凸锥镜8在X-Y平面内母线上的任意位置。精密转台4可以驱动凸锥镜8旋转,上表面与凸锥镜8底面重合。加工刀具5与X-Y平面重合,可由二维平移台6驱动沿X和Y轴运动。计算机7与直线平移台2、CCD探测器3、精密转台4和二维平移台6相连,能够同时控制直线平移台2驱动光源1移动、处理CCD探测器3图像信息、控制精密转台4旋转和控制二维平移台6驱动加工刀具5对凸锥镜8进行加工。

[0031] 其中光源1发出的准直光束经凸锥镜8反射后,能够到达CCD探测器3,且光斑关于 y' 对称。当直线平移台2驱动光源1沿Y轴方向移动,通过凸锥镜8反射的光斑始终位于CCD探测器3视场内。二维平移台6驱动加工刀具5沿X和Y轴运动行程能够满足加工需求。

[0032] 光源1可以是出射光束发散角和口径都很小的激光光源,也可以是其他光源结合准直系统;直线平移台2也可以是其他能够驱动光源1运动的转台,或者改变检测光束位置角度的反射镜或透镜组合;精密转台4能够通过计算机控制旋转速度;二维平移台6也可以是其他多维运动机构,只要能够驱动刀具接触到凸锥镜一条母线上的任意位置;计算机7也可以是能够实时通讯的多台计算机组,分别控制直线平移台2、处理CCD探测器3图像信息、控制精密转台4和二维平移台6。

[0033] 图2示出本发明凸锥镜在线检测加工方法流程图,包括以下步骤:

[0034] 步骤A1:将毛坯料放置于精密转台4上,根据凸锥镜8几何参数,设定精密转台4旋转速度S和二维平移台6的运动函数P,对毛坯进行常规加工,直到凸锥镜基本成形,表面足够光滑。装调时需要保障加工刀具5的Y轴方向中心线与二维平移台6的Y轴方向中心线重合。

[0035] 步骤A2:精密转台4停止旋转,加工刀具回到零位。调整直线平移台2位置,使检测光束照射到凸锥镜8底面附近,既照射点Y轴坐标接近0。CCD探测器感光面尽量与检测光束垂直,反射光斑9在局部坐标系下质心位置的 y' 轴坐标,其计算公式为:

$$[0036] \quad y_0' = \sum I_i y_i' / \sum I_i$$

[0037] 其中, I_i 为各点光强, y_i' 为各点 y' 轴坐标。二维平移台6保持Y轴坐标与照射点相同,移动加工刀具5刚好接触凸锥镜8。

[0038] 直线平移台2往Y轴正方向移动距离 δ ,照射点往锥顶方向移动,反射光斑9质心坐标 y_1' 。若凸锥镜8母线斜率没有变化, $\delta = y_1' - y_0'$ 。令 $\Delta = \delta - (y_1' - y_0')$,L为照射点到CCD探测器的距离, θ 为凸锥镜8底角,忽略斜率变化引起的照射点位置移动,斜率误差 ΔK 可以用下式近似表达:

$$[0039] \quad \Delta K \approx \tan(\theta + \Delta/2L) - \tan(\theta)。$$

[0040] 步骤A3:精密转台4驱动凸锥镜8按照固定速率S旋转,与锥底平行的圆环上不同位置点依次被照射到,可以计算出N个采样点的斜率偏差 $\Delta K(t_i)$,其中 t_i 为不同采样时间, $i = 1, 2, 3, \dots, N$ 。每个采样点在被采样后,围绕凸锥镜8中心旋转轴旋转角度 π 再与加工刀具5接触,每个点采样与加工时间相差 π/S 。理想情况下,加工刀具5的每个Y坐标均对应固定的进刀量 $\varepsilon(Y)$,与时间t无关。实际根据检测结果,考虑补偿后的进刀量 $\varepsilon(Y, t)$ 可表示为:

$$[0041] \quad \varepsilon(Y, t) = \varepsilon(Y) - \Delta K(t - \pi/S)。$$

[0042] 其中, $(t - \pi/S)$ 与采样时间 t_i 相对应。另外,当 $\varepsilon(Y, t)$ 为负时,加工刀具离开凸锥镜8表面,并无加工效果。根据 $\varepsilon(Y, t)$ 对每个采样点依次加工,直到遍历圆环上所有采样点。

[0043] 步骤A4:调整直线平移台2与二维平移台6向Y轴方向移动距离 δ ,重复步骤A3,直到

照射点到达锥顶,实现一次完整的检测加工过程。

[0044] 以上所述,仅为本发明中的具体实施方式,但本发明的保护范围并不局限于此,任何熟悉该技术的人在本发明所揭露的技术范围内,可理解想到的变换或替换,都应涵盖在本发明的包含范围之内,因此,本发明的保护范围应该以权利要求的保护范围为准。

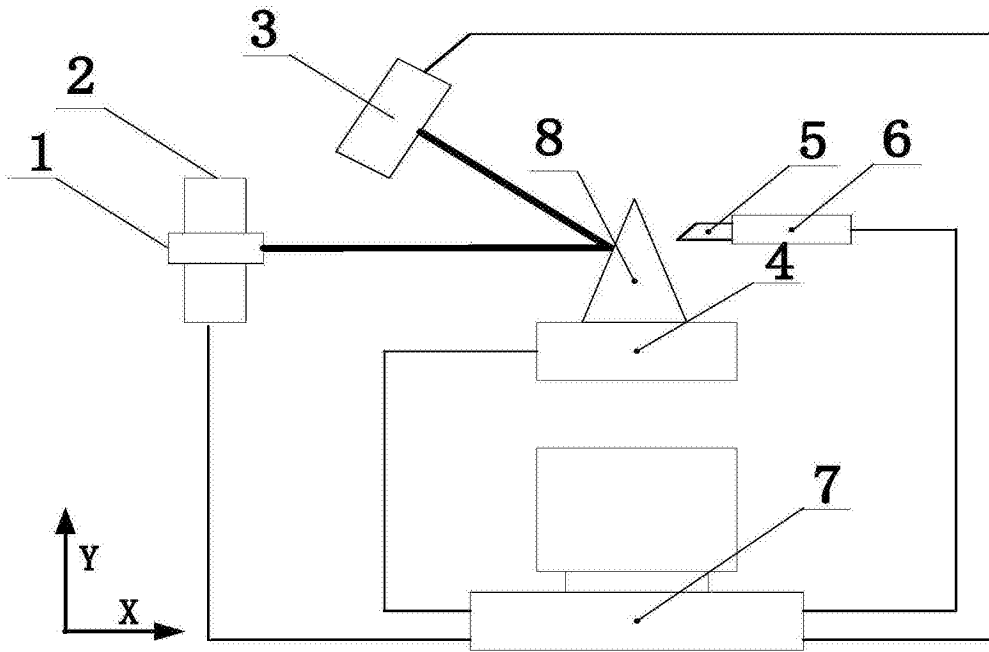


图1

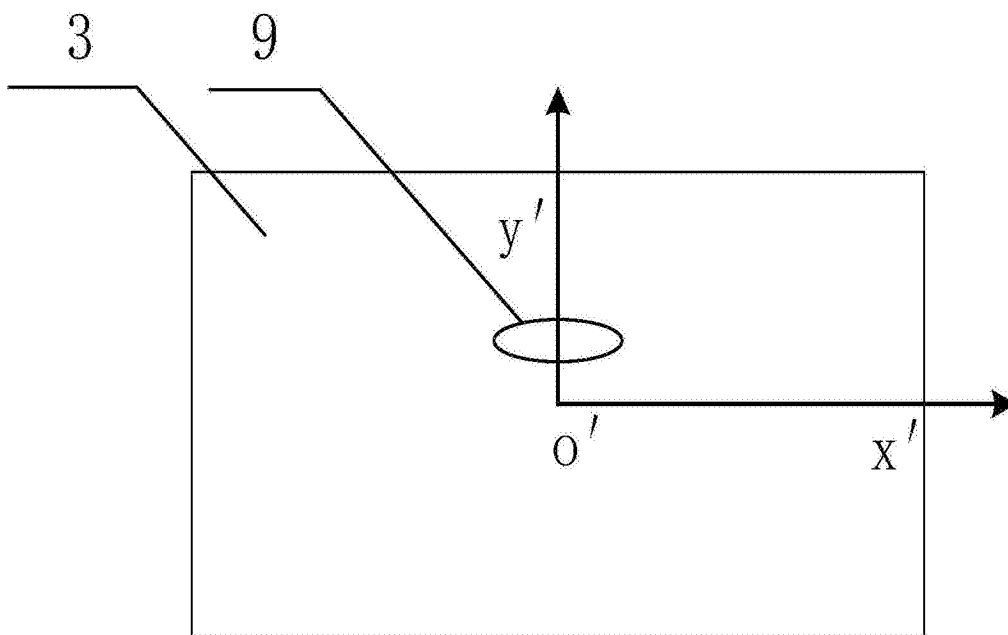


图2

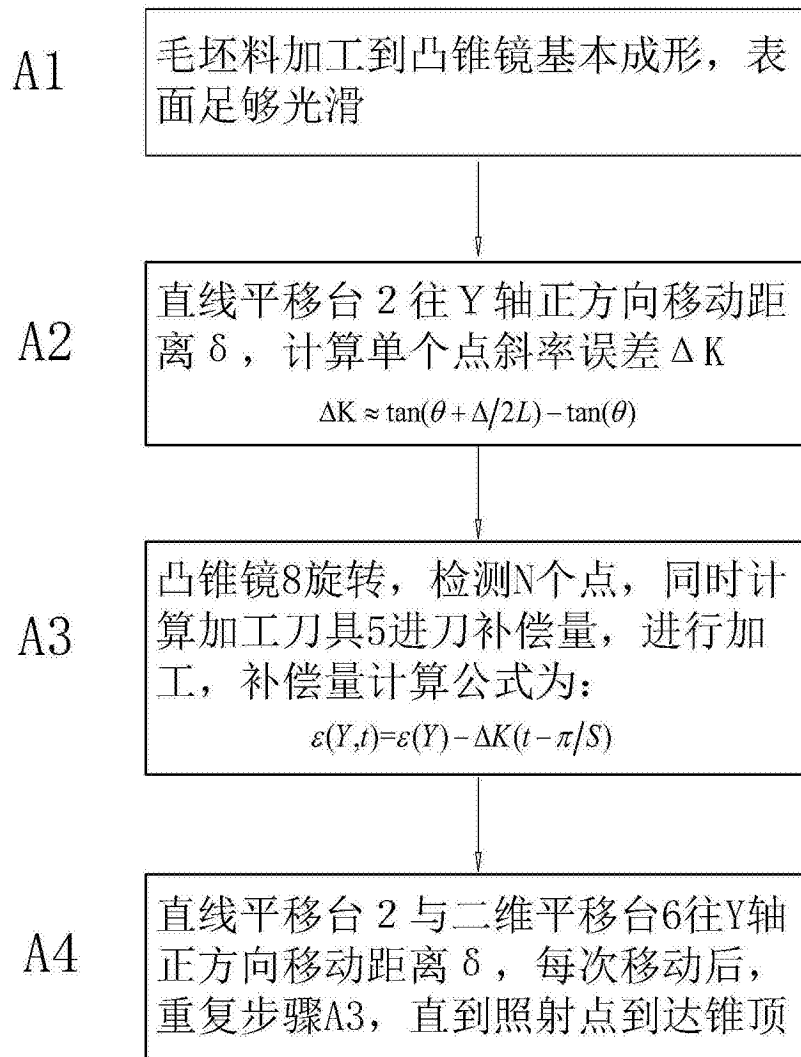


图3