



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102288132 B

(45) 授权公告日 2013. 04. 17

(21) 申请号 201110128177. 6

(22) 申请日 2011. 05. 18

(73) 专利权人 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所

地址 130033 吉林省长春市东南湖大路 3888 号

(72) 发明人 李锐刚 王孝坤 郑立功 张学军

(74) 专利代理机构 长春菁华专利商标代理事务所 22210

代理人 陶尊新

(51) Int. Cl.

G01B 11/255(2006. 01)

(56) 对比文件

US 2010149547 A1, 2010. 06. 17,

CN 101709955 A, 2010. 05. 19,

US 2010177320 A1, 2010. 07. 15,

CN 1731232 A, 2006. 02. 08,

CN 101922920 A, 2010. 12. 22,

CN 101592478 A, 2009. 12. 02,

JP 8233513 A, 1996. 09. 13,

GB 2421302 A, 2006. 06. 21,

CN 101949691 A, 2011. 01. 19,

CN 101241232 A, 2008. 08. 13,

王孝坤等. 用非零位补偿法检测大口径非球面反射镜. 《光学精密工程》. 2011, (第 03 期),

王孝坤等. 子孔径拼接技术在大口径高陡度非球面检测中的应用. 《强激光与粒子束》. 2007, (第 07 期),

王孝坤等. 子孔径拼接干涉测量一大口径双曲面(英文). 《红外与激光工程》. 2009, (第 01 期),

王孝坤等. 干涉法实时测量浅度非球面技术. 《光学精密工程》. 2008, (第 02 期),

审查员 吕卓凡

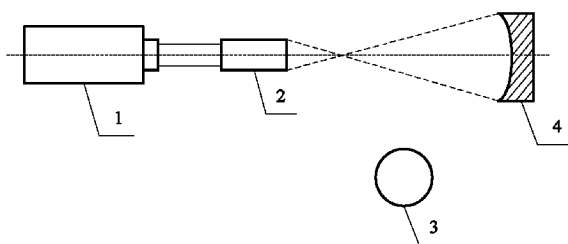
权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图 1 页

(54) 发明名称

采用激光跟踪仪测量非球面顶点曲率半径偏差的方法

(57) 摘要

采用激光跟踪仪测量非球面顶点曲率半径偏差的方法, 涉及一种补偿检验中非球面顶点曲率半径偏差的测量方法, 它解决现有非球面曲率半径的测量精度低、稳定性差, 并且测量过程繁琐的问题, 使补偿器、干涉仪和待检测非球面同轴; 采用激光跟踪仪获得补偿器的光轴位置数据; 根据光轴位置数据和补偿器的机械设计参数, 获得补偿器后顶点的空间位置数据; 采用激光跟踪仪测量待检测非球面的基准面数据, 根据获得的基准面数据、机械设计参数和待检测非球面的设计参数, 获得待测非球面顶点的空间位置数据; 采用激光跟踪仪检测待检测非球面与补偿器之间的光学间隔, 即待检测非球面顶点曲率半径的偏差。本发明测量时间短、精度高、通用性好。



1. 采用激光跟踪仪测量非球面顶点曲率半径偏差的方法,其特征是,该方法由以下步骤实现:

步骤一、调整补偿器(2)、干涉仪(1)和待检测非球面(4)的相对位置,使补偿器(2)、干涉仪(1)和待检测非球面(4)同轴;

步骤二、采用激光跟踪仪(3)测量步骤一所述的补偿器(2)的基准面,获得补偿器(2)的光轴位置数据;

步骤三、根据补偿器(2)的机械设计参数和步骤二获得的光轴位置数据,获得补偿器(2)后顶点的空间位置数据;

步骤四、采用激光跟踪仪(3)测量待检测非球面(4)的基准面数据,根据获得的基准面数据、机械设计参数和待检测非球面(4)的设计参数,获得待测非球面(4)顶点的空间位置数据;

步骤五、根据步骤三和步骤四获得的补偿器(2)后顶点的空间位置数据和待测非球面(4)顶点的空间位置数据,采用激光跟踪仪(3)检测待检测非球面(4)与补偿器(2)之间的光学间隔,所述光学间隔的偏差即为待检测非球面(4)顶点曲率半径的偏差。

2. 根据权利要求1所述的采用激光跟踪仪测量非球面顶点曲率半径偏差的方法,其特征在于,补偿器(2)的机械设计参数包括补偿器的平面度、柱面度、垂直度和机械尺寸。

3. 根据权利要求1所述的采用激光跟踪仪测量非球面顶点曲率半径偏差的方法,其特征在于,所述待检测非球面(4)的设计参数包括二次曲面系数、顶点曲率半径、高次项系数三个光学设计参数以及元件外形尺寸。

## 采用激光跟踪仪测量非球面顶点曲率半径偏差的方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种补偿检验中非球面顶点曲率半径偏差的测量方法。

### 背景技术

[0002] 对于球面来说,控制曲率半径的方法比较多,在细磨阶段可以利用球径仪检测曲率半径,抛光阶段可以借助光学样板看光圈来控制曲率半径及局部误差,另外还有干涉法直接利用带有高精度光栅尺的导轨测工件球心与顶点之间的距离等。而对于非球面的顶点曲率半径控制来说就要困难的多,因为对非球面来说除顶点外各点的曲率半径均与顶点曲率半径不同所以类似球面测量中的干涉法无法应用于非球面顶点曲率半径的测量,球径仪法和样板法虽然可以通过环带测量与局部曲率半径相比较进行间接测量,但是精度和稳定性都不高;另外有文献中提到利用测杆检测顶点曲率半径的方法,该方法基准转换较多影响精度且对测杆加工精度要求很高,再有对于不同的非球面就要加工不同的测杆也很繁琐。

### 发明内容

[0003] 本发明为解决现有非球面曲率半径的测量精度低、稳定性差,并且测量过程繁琐的问题,提供一种采用激光跟踪仪测量非球面顶点曲率半径偏差的方法。

[0004] 采用激光跟踪仪测量非球面顶点曲率半径偏差的方法由以下步骤实现:

[0005] 步骤一、调整补偿器、干涉仪和待检测非球面的相对位置,使补偿器、干涉仪和待检测非球面同轴;

[0006] 步骤二、采用激光跟踪仪测量步骤一所述的补偿器的基准面,获得补偿器的光轴位置数据;

[0007] 步骤三、根据步骤二获得的光轴位置数据和补偿器的机械设计参数,获得补偿器后顶点的空间位置数据;

[0008] 步骤四、采用激光跟踪仪测量待检测非球面的基准面数据,根据获得的基准面数据、机械设计参数和待检测非球面的设计参数,获得待测非球面顶点的空间位置数据;

[0009] 步骤五、根据步骤三和步骤四获得的补偿器后顶点的空间位置数据和待测非球面顶点的空间位置数据,采用激光跟踪仪检测待检测非球面与补偿器之间的光学间隔,所述光学间隔的偏差即为待检测非球面顶点曲率半径的偏差。

[0010] 本发明的工作原理:本发的采用激光跟踪仪检验非球面顶点曲率半径偏差的方法需用到的装置包括激光跟踪仪、待测非球面、高精度非球面补偿器和计算机等。通过光线追迹和公差分析可以知道控制非球面补偿器到非球面顶点的光学间隔等价与控制非球面顶点曲率半径,所以本发明首先利用激光跟踪仪测量高精度补偿器上预先设计好的与光轴紧密相关的机械基准确定光轴以及补偿器的光学面后顶点的空间位置信息,然后利用激光跟踪仪测量待测非球面上预先设计好的基准面,根据数学模型,用软件构造非球面的顶点空间位置信息并解算光学间隔的精确测量值,从而使非球面的顶点曲率半径得到精确控

制。该发明的关键点不仅在于测量过程实施,更重要的是对补偿器以及非球面进行的适用于激光跟踪仪的测量基准的系统设计,适宜的测量基准对整个测量精度的保证非常重要。该发明中提到的方法重复精度和绝对精度都很高,这在实际测量过程中已经得到验证,并且在多个工程实例中非球面装入光学系统后表现出的优越光学性能更有力的表明了该方法的实效性。

[0011] 本发明的有益效果:本发明采用激光跟踪仪控制非球面顶点曲率半径,测量时间短、精度高、通用性好,本发明可应用于非球面反射镜抛光过程中或最终检验阶段顶点曲率半径偏差的精确控制。

### 附图说明

[0012] 图1为本发明所述的采用激光跟踪仪测量非球面顶点曲率半径偏差的方法的检测示意图。

[0013] 图中:1、干涉仪,2、补偿器,3、激光跟踪仪,4、待检测非球面。

### 具体实施方式

[0014] 具体实施方式一、结合图1说明本实施方式,采用激光跟踪仪测量非球面顶点曲率半径偏差的方法,该方法由以下步骤实现:

[0015] 步骤一、调整补偿器2、干涉仪1和待检测非球面4的相对位置,使补偿器2、干涉仪1和待检测非球面4同轴;

[0016] 步骤二、采用激光跟踪仪1测量步骤一所述的补偿器2的基准面,获得补偿器2的光轴位置数据;

[0017] 步骤三、根据步骤二获得的光轴位置数据和补偿器2的机械设计参数,获得补偿器2后顶点的空间位置数据;

[0018] 步骤四、采用激光跟踪仪3测量待检测非球面4的基准面数据,根据获得的基准面数据、机械设计参数和待检测非球面4的设计参数,获得待测非球面4顶点的空间位置数据;

[0019] 步骤五、根据步骤三和步骤四获得的补偿器2后顶点的空间位置数据和待测非球面4顶点的空间位置数据,采用激光跟踪仪3检测待检测非球面4与补偿器2之间的光学间隔,所述光学间隔的偏差即为待检测非球面4顶点曲率半径的偏差。

[0020] 本实施方式中所述的补偿器2的机械设计参数包括补偿器的平面度、柱面度、垂直度以及机械尺寸等;所述的待检测非球面4的设计参数包括二次曲面系数、顶点曲率半径、高次项系数等光学设计参数以及元件外形尺寸等。

[0021] 具体实施方式二、本实施方式为具体实施方式一所述的采用激光跟踪仪测量非球面顶点曲率半径偏差的方法的实施例:

[0022] a、调整补偿器2与干涉仪1出射的平行光或球面光对准,根据补偿器2的初级像差最小的原则调整待检测非球面4待测元件与补偿器2和干涉仪1两者的相对位置,使整补偿器2、干涉仪1和待检测非球面4三者同轴,这一般要反复多次,最终才能调整完成;有的补偿器2设计有一个小的视场角,则可根据视场角大小适当放宽准直要求所述的初级像差主要是两个方向像散、两个方向彗差以及离焦。

[0023] b、补偿器 2 设计时都会有机械基准面,这些基准面与补偿器的光轴信息相关联,因此在完成干涉仪、补偿器、待检非球面光学调整后,我们利用激光跟踪仪 3 测量补偿器上的基准面,并根据基准面信息计算出光轴位置,精度一般与补偿器最终装配的光轴精度相当,总体精度大约小于 5 角秒。同时根据光轴数据,我们就可以通过补偿器的机械设计参数,得到补偿器 2 后顶点的空间位置信息;

[0024] c、待检测非球面 4 上也有用于检测和装配的基准面,我们利用激光跟踪仪 3 测量待检测非球面 4 上的基准面信息,根据基准面的测量数据以及机械设计参数和非球面设计参数,可以通过构造得出非球面顶点的空间位置信息;

[0025] d、根据 b 和 c 得到的补偿器后顶点的空间位置信息和非球面顶点的空间位置信息,利用激光跟踪仪 3 附带的软件就可以解算出待检非球面干涉检验的光学间隔;

[0026] e、重复步骤 a 到 d,进行多次测量,并进行精度分析。根据以往我们在多个工程项目的实际测量数据分析,这种方法最终测量的光学间隔,即:顶点曲率半径,相对偏差一般优于万分之五,有些情况甚至可以达到万分之一。

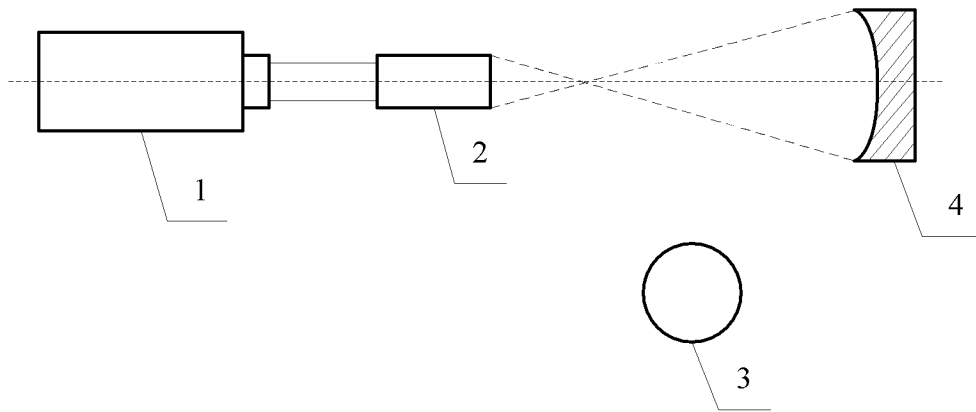


图 1