

太阳能槽式曲面反光镜面形误差检测装置

申请号：[201110449273.0](#)

申请日：2011-12-29

申请(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](#)

发明(设计)人 [魏秀东 肖君 卢振武 任兰旭](#)

主分类号 [G01B11/24\(2006.01\)I](#)

分类号 [G01B11/24\(2006.01\)I](#)

公开(公告)号 [102564343A](#)

公开(公告)日 [2012-07-11](#)

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](#)



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102564343 B

(45) 授权公告日 2014. 03. 12

(21) 申请号 201110449273. 0

(22) 申请日 2011. 12. 29

(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 魏秀东 肖君 卢振武 任兰旭

(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 11/24(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 102095387 A, 2011. 06. 15, 说明书第5-11段.

CN 202024876 U, 2011. 11. 02,

JP 平 3-84402 A, 1991. 04. 10, 全文.

US 5982481 A, 1999. 11. 09, 全文.

CN 102243067 A, 2011. 11. 16, 说明书第2段, 第12-27段.

许文斌等. 塔式太阳能定日镜子镜镜面形精度和聚光性能评价的新方法. 《仪器仪表学报》. 2011, 第32卷(第6期), 第1344-1348页.

审查员 石小容

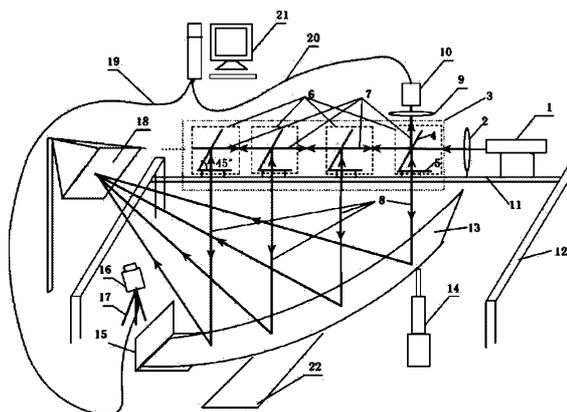
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54) 发明名称

太阳能槽式曲面反光镜面形误差检测装置

(57) 摘要

太阳能槽式曲面反光镜面形误差检测装置, 涉及镜面检测领域, 它解决现有对槽式曲面反光镜面形误差的检测时存在检测过程繁琐耗时, 并且不适合快速、在线检测的问题, 同时存在对后续的图像处理复杂的问题, 本装置包括光源装置、自校准装置和图像采集与处理装置; 光源装置包括激光器、扩束镜和分束镜组; 激光器发出的光束经扩束镜扩束后再经分束镜组分束并反射, 经分束镜组分束后的测试光束投射至被测曲面反光镜上, 经分束镜组反射的自校准光束入射至自校准装置, 自校准装置对投射至被测曲面反光镜上的测试光束的平行度校准; 图像采集与处理装置接收被测曲面反光镜反射的光斑信息并判断被测曲面反光镜的面形误差。本发明易于操作, 成本较低。



1. 太阳能槽式曲面反光镜面形误差检测装置,该装置包括光源装置、自校准装置和图像采集与处理装置;其特征是;

所述光源装置包括激光器(1)、扩束镜(2)和分束镜组(3);图像采集与处理装置包括光屏(18)、相机(16)和计算机(21);

所述激光器(1)发出的光束经扩束镜(2)扩束后再经分束镜组(3)分束并反射,经分束镜组(3)分束后的测试光束投射至被测曲面反光镜(13)上,经分束镜组(3)反射的自校准光束入射至自校准装置,所述自校准装置对投射至被测曲面反光镜(13)上的测试光束的平行度校准;所述光屏(18)接收被测曲面反光镜(13)反射的光斑信息,相机(16)采集光屏(18)上的光斑信息并将光斑信息传输至计算机(21)中,计算机(21)通过接收的光斑信息判断被测曲面反光镜(13)的面形误差;所述自校准装置包括自校准装置包括 $f-\theta$ 透镜(9)和 CCD 探测器(10);所述自校准光束经 $f-\theta$ 透镜(9)会聚于 CCD 探测器(10)上。

2. 根据权利要求 1 所述的太阳能槽式曲面反光镜面形误差检测装置,其特征在于,该装置还包括扫描与调节机构,所述扫描与调节机构包括滑动横梁(11)、导轨(12)、升降支杆(14)和挡板(15),所述滑动横梁(11)用于安装光源装置和自校准装置,导轨(12)用于安装滑动横梁(11),升降支杆(14)用于对被测曲面反光镜(13)的位置和姿态进行调整,挡板(15)用于固定被测曲面反光镜(13)的位置。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的太阳能槽式曲面反光镜面形误差检测装置,其特征在于,所述激光器(1)、扩束镜(2)和分束镜组(3)依次固定在滑动横梁(11)上,所述分束镜组(3)由多个分束镜单元(6)组成,每个分束镜单元(6)由两片分束镜组(3)组成。

4. 根据权利要求 3 所述的太阳能槽式曲面反光镜面形误差检测装置,其特征在于,所述两片分束镜分别为倾斜分束镜(4)和水平分束镜(5),且倾斜分束镜(4)和水平分束镜(5)的夹角为 45° 。

5. 根据权利要求 3 所述的太阳能槽式曲面反光镜面形误差检测装置,其特征在于,所述分束镜单元(6)的数量由被测曲面反光镜(13)的开口尺寸和测量精度决定。

6. 根据权利要求 3 所述的太阳能槽式曲面反光镜面形误差检测装置,其特征在于,在每个分束镜单元(6)中设置快门(23),在对被测曲面反光镜(13)进行面形误差检测时,光屏(18)上获得的被测曲面反光镜(13)的光斑信息偏离标准位置时,将快门(23)全部关闭,并从左至右依次打开快门(23),获得偏离光斑所对应的被测点。

7. 根据权利要求 1 所述的太阳能槽式曲面反光镜面形误差检测装置,其特征在于,所述图像采集与处理装置还包括三脚架(17),所述相机(16)通过三脚架(17)支撑并进行位置和角度的调整。

8. 根据权利要求 1 所述的太阳能槽式曲面反光镜面形误差检测装置,其特征在于,所述图像采集与处理装置中光屏(18)与被测曲面反光镜(13)的光轴角度范围在 $0 \sim 90^\circ$ 。

太阳能槽式曲面反光镜面形误差检测装置

技术领域

[0001] 本发明涉及镜面检测领域,具体涉及一种太阳能槽式曲面反光镜的面形误差检测装置。

背景技术

[0002] 在太阳能利用领域,为了提高太阳辐射能流密度,需要采用太阳能聚光器。槽式聚光器是目前太阳能利用领域应用较广的聚光方式,在一些国家(如德国、西班牙)已经实现商业化生产,在我国仍处于起步阶段。槽式聚光器由多片曲面反光镜拼接而成,曲面反光镜的面形精度决定了槽式聚光器的聚光性能,因此对曲面反光镜面形误差的检测至关重要。为实现槽式曲面反光镜的批量化、标准化生产,需要提供一种能快速、在线检测槽式曲面反光镜面形误差的检测方法及装置。槽式曲面反光镜的面形误差用镜面上某点法线方向与该点理想法线方向的偏角来表示,误差一般在毫弧度量级。

[0003] 目前,槽式曲面反光镜面形误差的检测方法主要有激光逐点扫描法、摄影测量法、反射栅格摩尔条纹检测法等。激光逐点扫描法是利用激光束照射被测曲面反光镜,激光束经曲面反光镜反射后,投射到位于曲面反光镜约 2 倍焦距处的接收屏上,通过记录激光束在接收屏上的投射位置反推被测点的法线方向,该方法精度较高,但需要进行大量点的数据采集,非常耗时,不适合快速、在线检测槽式曲面反光镜。摄影测量法是先在被测曲面反光镜上粘贴大量标志点,利用相机在不同角度对这些标志点进行成像,通过像点、物点的空间位置关系求解标志点的坐标,并拟合出曲面反光镜的三维图形,该装置较简单,但需要在反光镜表面粘贴大量标志点,繁琐而耗时,也不适合快速、在线检测槽式曲面反光镜。反射栅格摩尔条纹检测法是利用相机拍摄栅格条纹经被测曲面反光镜反射所成的像,栅格条纹的像携带了被测曲面反光镜的调制信息,对栅格条纹的像进行图像处理,进而反演被测曲面反光镜的面形信息,该方法是一种可以实现快速检测的好方法,但对曲面反光镜的定位精度要求较高,并且后续的图像处理较为复杂。

发明内容

[0004] 本发明为解决现有对槽式曲面反光镜面形误差的检测时存在检测过程繁琐耗时,并且不适合快速、在线检测的问题,同时存在对后续的图像处理复杂的问题,提供一种太阳能槽式曲面反光镜面形误差检测装置。

[0005] 一种太阳能槽式曲面反光镜面形误差检测装置,该装置包括光源装置、自校准装置和图像采集与处理装置;所述光源装置包括激光器、扩束镜和分束镜组;图像采集与处理装置包括光屏、相机和计算机;

[0006] 所述激光器发出的光束经扩束镜扩束后再经分束镜组分束并反射,经分束镜组分束后的测试光束投射至被测曲面反光镜上,经分束镜组反射的自校准光束入射至自校准装置,所述自校准装置对投射至被测曲面反光镜上的测试光束的平行度校准;所述光屏接收被测曲面反光镜反射的光斑信息,相机采集光屏上的光斑信息并将光斑信息传输至计算机

中,计算机通过接收的光斑信息判断被测曲面反光镜的面形误差,所述自校准装置包括自校准装置包括 $f-\theta$ 透镜和 CCD 探测器;所述自校准光束经 $f-\theta$ 透镜会聚于 CCD 探测器上。

[0007] 本发明的有益效果:本发明太阳能槽式曲面反光镜面形误差检测装置可快速、准确的对太阳能槽式曲面反光镜的面形进行在线检测;本装置是使用光学系统模拟平行太阳光入射到被测曲面反光镜上,使用相机拍摄曲面反光镜投射到焦平面上的光斑,对光斑进行图像处理,进而判断被测曲面反光镜的面形误差是否合乎使用要求。本装置对被测曲面反光镜的定位精度要求较低,图像处理简单,检测精度较高,检测速度快,结合扫描与调节机构可实现被测曲面反光镜的在线检测,易于操作,成本较低。

附图说明

[0008] 图 1 是本发明太阳能槽式曲面反光镜面形误差检测装置的实施例 1 的结构图;

[0009] 图 2 是本发明太阳能槽式曲面反光镜面形误差检测装置的实施例 2 的结构图。

[0010] 图中,1、激光器,2、扩束镜,3、分束镜组,4、倾斜分束镜,5、水平分束镜,6、分束镜单元,7、自校准光束,8、测试光束,9、 $f-\theta$ 透镜,10、CCD 探测器,11、滑动横梁,12、导轨,13、被测曲面反光镜,14、升降支杆,15、挡板,16、相机,17、三脚架,18、光屏,19、数据线一,20、数据线二,21、计算机,22、传送装置,23、快门。

具体实施方式

[0011] 具体实施方式一、结合图 1 说明本实施方式,太阳能槽式曲面反光镜面形误差检测装置,包括光源装置、自校准装置和图像采集与处理装置。

[0012] 所述的光源装置包括激光器 1、扩束镜 2 和分束镜组 3;所述的分束镜组 3 由一系列的分束镜单元 6 组成,每个分束镜单元 6 由两片分束镜组成(倾斜分束镜 4 和水平分束镜 5),两片分束镜的夹角为 45° 。

[0013] 扩束镜 2 对激光器 1 发出的激光束进行扩束和准直,经分束镜组 3 分为一系列能量近似相等且相互平行的测试光束 8,并投射到被测曲面反光镜 13 上。调节分束镜组 3 中各分束镜单元 6 的位置和倾斜,使投射到被测曲面反光镜 13 上的光束相互平行。分束镜组 3 中分束镜单元 6 的数量由被测曲面反光镜 13 的开口尺寸和测量精度需求决定。自校准装置接收由分束镜组 3 反射的光束,数据采集与处理部分包括光屏、相机和计算机,光屏在被测曲面反光镜的理想焦线处,与被测曲面反光镜的光轴呈一定角度,相机用于拍摄光屏上的光斑,相机通过数据线与计算机相连,计算机用于对相机拍摄的图像以及自校准装置图像采集与处理装置进行图像处理,并计算被测曲面反光镜的面形误差。

[0014] 本实施方式中还包括扫描与调节机构,所述扫描与调节机构包括滑动横梁 11、导轨 12、升降支杆 14 和挡板 15,所述滑动横梁 11 用于安装光源装置和自校准装置,导轨 12 用于安装滑动横梁 11,激光器 1、扩束镜 2、分束镜组 3 固定在位于导轨 12 上的滑动横梁 11 上,并呈一字排列,升降支杆 14 用于对被测曲面反光镜 13 的位置和姿态进行调整,挡板 15 用于固定被测曲面反光镜 13 的位置。其中,导轨 12、升降支杆 14 和挡板 15 的相对位置事先固定,由被测曲面反光镜 13 的几何参数决定,挡板 15 用以支撑被测曲面反光镜 13 的一端,升降支杆 14 的升降高度事先由被测曲面反光镜 13 的几何参数计算得出,使平行扫描激光束的方向与被测曲面反光镜 13 的光轴方向相一致,滑动横梁 11 沿被测曲面反光镜 13 的

焦线方向运动,保证扫描激光束扫描被测曲面反光镜 13。

[0015] 本实施方式中所述的自校准装置由 $f-\theta$ 透镜 9、CCD 探测器 10 和数据线二 20,激光束经分束镜组 3 后,部分被反射的自校准光束 7 经 $f-\theta$ 透镜 9 会聚于 CCD 探测器 10 上,若所有分束镜单元 6 反射的光束在 CCD 探测器上的光斑均重合,证明投射到被测反光镜 13 上的测试光束 8 相互平行,否则,须调整分束镜单元 6 的位置及倾斜,直至所有分束镜单元 6 反射的光束在 CCD 探测器 10 上的光斑重合。

[0016] 所述的图像采集与处理部分由光屏 18、相机 16、三脚架 17、数据线一 19 和计算机 21 组成。光屏 18 放置在被测曲面反光镜 13 的标准焦线处,并与被测曲面反光镜 13 的光轴方向呈一定角度($0\sim 90^\circ$),用以接收由被测曲面反光镜 13 反射的光斑,光屏 18 的尺寸和倾斜角度需要根据被测曲面反光镜 13 的几何参数进行设计,以保证能够获取被测曲面反光镜 13 的所有反射光斑。相机 16 用于采集光屏 18 上的光斑信息,由三脚架 17 支撑并进行位置和角度的调整。当滑动横梁 11 沿被测曲面反光镜 13 的焦线方向扫描的时候,相机 16 会拍摄一系列图像,并通过数据线一 19 将图像信息传输到计算 21 中,计算机 21 通过对图像信息的处理进而判断被测曲面反光镜 13 是否合格。

[0017] 本实施方式中还包括传送装置 22,所述被测曲面反光镜 13 放置在生产线传送装置 22 上,经传送装置 22 输送至预订位置后停止。升降支杆 14 将被测曲面反光镜 13 的一端支起,升降支杆 14 的上升高度可根据被测曲面反光镜 13 的几何参数计算得出,保证由分束镜组 3 出射的测试光束 6 与被测曲面反光镜 13 的光轴方向一致。被测曲面反光镜 13 的另一端卡在挡板 15 上,测试光束 8 沿被测曲面反光镜 13 的光轴方向入射到被测曲面反光镜 13 上,经被测曲面反光镜 13 反射并会聚于光屏 18 上。由于被测曲面反光镜 13 存在一定的面形误差,使得光屏 18 上的光斑有一定的杂散分布。测试光束 8 随着滑动横梁 11 的运动对被测曲面反光镜 13 进行扫描,相机 16 拍摄光屏 18 上的光斑信息并通过数据线一 19 传送给计算机 21,计算机 21 通过图像处理判断被测曲面反光镜是否合格,从而达到在线快速检测的目的。

[0018] 具体实施方式二、结合图 2 说明本实施方式,本实施方式与具体实施方式一的区别在于,本实施方式在实施方式一的基础上在每个分束镜单元 6 中增加快门 23,为了能够定量的对被测曲面反光镜 13 的面形误差进行测试,需要在每个分束镜单元中增加快门 23,在对被测曲面反光镜 13 进行面形误差检测时,当投射到光屏上的光斑偏离理想位置时,可将快门 23 全部关闭,并从左到右依次打开快门 23,即能找到偏离光斑所对应的被测点,并由光斑的偏离量和被测点的坐标信息求得被测点的法线方向与理想法线方向的偏差。

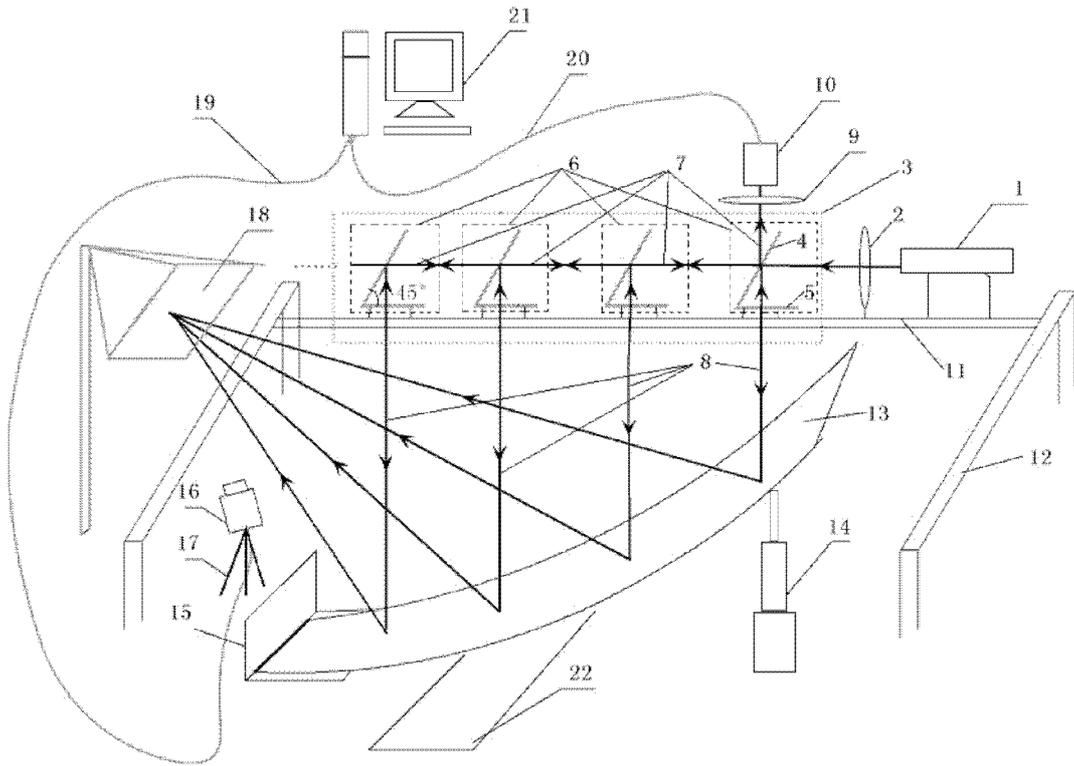


图 1

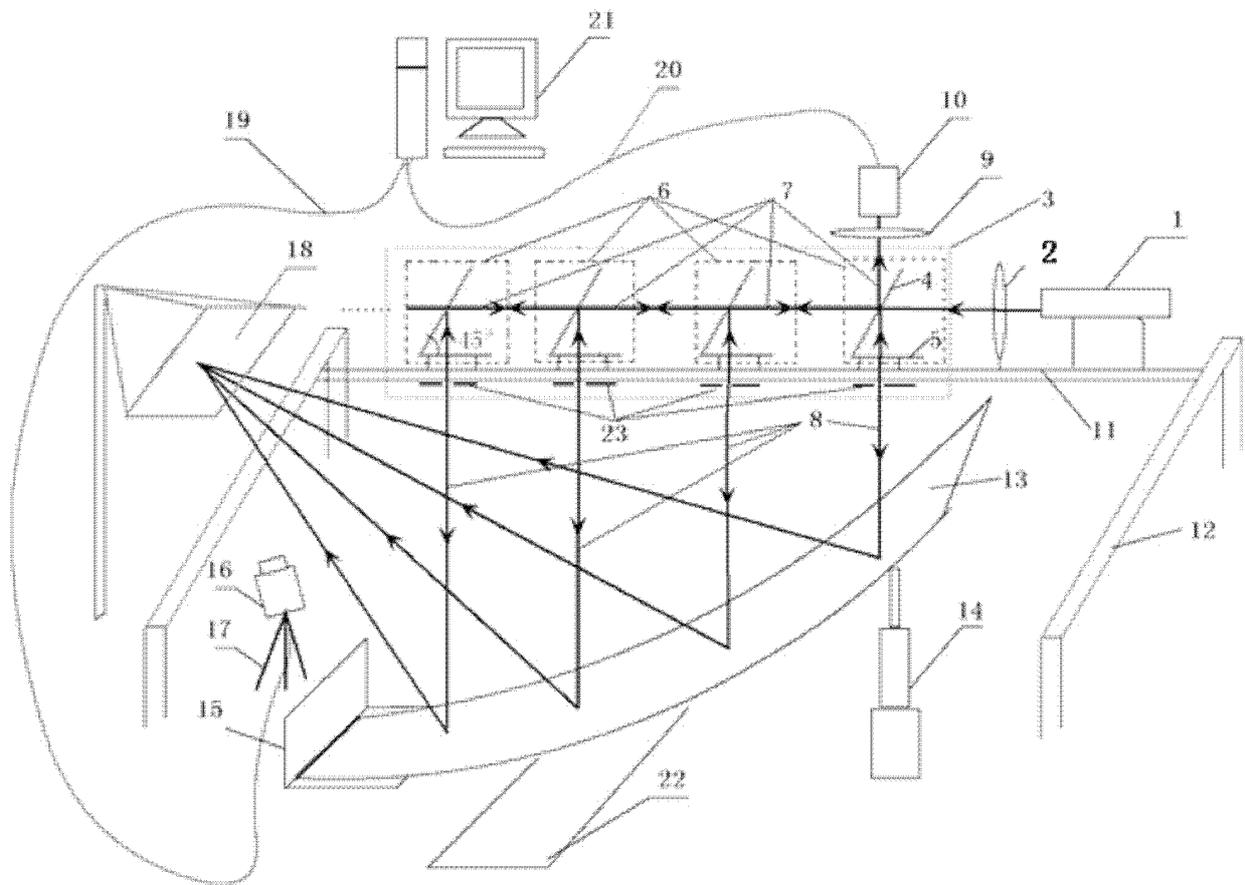


图 2