



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102540638 B

(45) 授权公告日 2015. 04. 01

(21) 申请号 201210001452. 2

(22) 申请日 2012. 01. 05

(73) 专利权人 中航华东光电有限公司

地址 241000 安徽省芜湖市弋江区城南高新技术开发区华夏科技园

(72) 发明人 蓝景恒 董戴 向艳 胡挺

(74) 专利代理机构 芜湖安汇知识产权代理有限公司 34107

代理人 张小虹

(51) Int. Cl.

G03B 13/34(2006. 01)

G02B 3/00(2006. 01)

H04N 5/232(2006. 01)

审查员 谭晓波

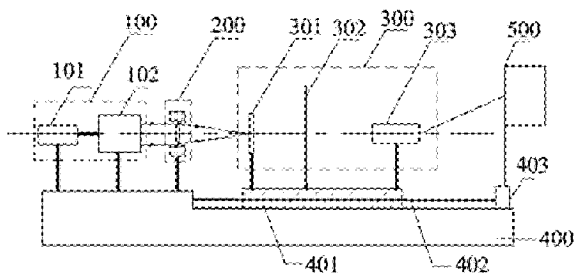
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54) 发明名称

一种焦点位置检测装置及其检测方法

(57) 摘要

本发明公开了一种焦点位置检测装置及其检测方法,所述检测装置,包括基座,在基座上设有光束发生器;在基座上位于光束发生器的一侧设有透镜夹持器;在基座上沿透镜或光学系统光轴方向依次设有用于产生激光散斑效应的毛玻璃、用于产生散光散斑颗粒的半透明漫反射屏及用于摄取半透明漫反射屏上的散斑颗粒的成像单元;毛玻璃、半透明漫反射屏及成像单元底端连接于滑块上,滑块一端连接有步进电机,步进电机连接有数据处理单元,滑块在步进电机控制下在所述基座上沿透镜或光学系统光轴方向相对移动;成像单元与所述数据处理单元连接;所述检测方法,分为三步骤。本发明不仅检测速度快,且准确性高,成本低。



1. 一种焦点位置检测装置,其特征在于:包括基座(400),在所述基座(400)上设有用于产生激光光束的光束发生器(100);

在所述基座(400)上位于光束发生器(100)的一侧设有用于固定接收激光光束的透镜(201)的透镜夹持器(200);

在所述基座(400)上沿透镜(201)光轴方向依次设有用于产生激光散斑效应的毛玻璃(301)、用于产生散光散斑颗粒的半透明漫反射屏(302)及用于摄取半透明漫反射屏(302)上的散斑颗粒的成像单元(303);

所述毛玻璃(301)、半透明漫反射屏(302)及成像单元(303)底端连接于滑块(401)上,所述滑块(401)一端连接有步进电机(403),所述步进电机(403)连接有数据处理单元(500),所述滑块(401)在步进电机(403)控制下在所述基座(400)上沿透镜(201)光轴方向相对移动;

所述成像单元(303)与所述数据处理单元(500)连接;

所述透镜夹持器(200),由支架、固定筒(203)及压接筒(202)构成,所述支架底端连接在所述基座(400)上,所述支架顶端为筒状固定架(204);在固定架(204)的一端上具有一基准平面,该基准平面上设有凸起的基准点(205),该基准点(205)与透镜(201)一侧表面中心相接触;所述固定筒(203)外表面与所述固定架(204)内壁螺纹连接;所述压接筒(202)外表面与所述固定筒(203)内壁螺纹连接,且所述压接筒(202)一端压在所述透镜(201)的另一侧表面边缘上;

所述光束发生器(100),由发出激光光束的激光器(101)及对激光光束进行扩束的扩束镜(102)构成;

所述激光器(101)的峰值波长为可见光;

所述半透明漫反射屏(302)可见光透过率大于5%;

在所述基座(400)上设有供所述滑块(401)移动的导轨(402),所述导轨(402)工作距离大于10mm;

所述步进电机(403)通过丝杆传动控制滑块(401)移动。

2. 按照权利要求1所述的焦点位置检测装置,其特征在于:

所述扩束镜(102)为开普勒型扩束镜或加利略型扩束镜。

3. 按照权利要求2所述的焦点位置检测装置,其特征在于:所述成像单元(303)包括成像镜头及光电探测器件。

4. 一种权利要求1至3任一项所述的焦点位置检测装置的检测方法,其特征在于:包括以下步骤;

(1) 首先利用透镜夹持器固定好透镜,再打开激光器及扩束镜;

(2) 由数据处理单元控制步进电机,步进电机再控制滑块在基座的导轨上移动,成像单元摄取半透明漫反射屏上的散斑颗粒,并将图像信息反馈给数据处理单元;

(3) 在滑块沿导轨移动一个行程后,数据处理单元根据成像单元反馈的信息直接计算出半透明漫反射屏上散斑颗粒最大的图像的相对位置信息,再计算出透镜正对毛玻璃一面中心到与透镜相对的毛玻璃一侧表面间的距离,毛玻璃所在位置即为透镜或光学系统的焦点位置;最后数据处理单元将距离参数输出到监视器上。

## 一种焦点位置检测装置及其检测方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及光学实验及光学加工技术领域,具体涉及一种焦点位置检测装置及其检测方法。

### 背景技术

[0002] 在光学实验以及光学加工中,经常需要将某些光学元件精确调整到正光焦度的透镜或系统的会聚点或焦点上,因此首先要确定透镜或系统的会聚点或焦点的位置。通常确定透镜或系统的会聚点或焦点位置的方法有三种,其一是根据透镜或系统的焦距,焦距值通常为已知量,但仍然不知道其主平面或主点的位置,而把透镜或系统当成薄透镜处理,然后用量器测出焦点的位置;其二是在透镜或系统后面放置一个白屏或毛玻璃等,人眼观察白屏或毛玻璃上会聚光斑的大小,当会聚光斑最小时可认为白屏或毛玻璃所在的位置为会聚点或焦点的位置,但由于此时光斑很亮,人眼无法判断出会聚点或焦点的准确位置;其三是利用毛玻璃与光屏检测,依据激光的散斑现象,但毛玻璃与光屏没有固定支架支撑,手持时产生摇晃,而无法准确记录位置。以上三种简易的方法都能得出会聚点或焦点的位置,但是误差比较大,准确程度不高。

[0003] 对焦点定位精度较高的装置和方法也很多,如奥林巴斯映像株式会社申请的专利号为 200810190526.5 的专利,其包括图像传感器,具有多个电荷蓄积型的光电转换元件列,产生与蓄积电荷对应的模拟信号;其有 A/D 转换器等电子器件。这类光电检测仪器虽然能达到较高的检测精度,但操作繁杂,成本极高。

### 发明内容

[0004] 本发明的目的在于克服现有技术的不足,提供一种操作简单,成本低,且准确性高的焦点位置检测装置及其检测方法。

[0005] 为了实现上述目的,本发明采用的技术方案为:

[0006] 所述焦点位置检测装置,包括基座,在所述基座上设有用于产生激光光束的光束发生器;

[0007] 在所述基座上位于光束发生器的一侧设有用于固定接收激光光束的透镜或光学系统的透镜夹持器;

[0008] 在所述基座上沿透镜或光学系统光轴方向依次设有用于产生激光散斑效应的毛玻璃、用于产生散光散斑颗粒的半透明漫反射屏及用于摄取半透明漫反射屏上的散斑颗粒的成像单元;

[0009] 所述毛玻璃、半透明漫反射屏及成像单元底端连接于滑块上,所述滑块一端连接有步进电机,所述步进电机连接有数据处理单元,所述滑块在步进电机控制下在所述基座上沿透镜或光学系统光轴方向相对移动;

[0010] 所述成像单元与所述数据处理单元连接。

[0011] 所述光束发生器,由发出激光光束的激光器及对激光光束进行扩束的扩束镜构

成。

[0012] 所述透镜夹持器,由支架、固定筒及压接筒构成,所述支架底端连接在所述基座上,所述支架顶端为筒状固定架;在固定架的一端上具有一基准平面,该基准平面上设有凸起的基准点,该基准点与透镜一侧表面中心相接触;所述固定筒外表面与所述固定架内壁螺纹连接;所述压接筒外表面与所述固定筒内壁螺纹连接,且所述压接筒一端压在所述透镜的另一侧表面边缘上。

[0013] 所述激光器的峰值波长为可见光。

[0014] 所述扩束镜为开普勒型扩束镜或加利略型扩束镜。

[0015] 所述成像单元包括成像镜头及光电探测器件。

[0016] 所述半透明漫反射屏可见光透过率大于 5%。

[0017] 在所述基座上设有供所述滑块移动的导轨,所述导轨工作距离大于 10mm。

[0018] 所述步进电机通过丝杆传动控制滑块移动。

[0019] 所述焦点位置检测装置的检测方法,包括以下步骤;

[0020] (1) 首先利用透镜夹持器固定好透镜,再打开激光器及扩束镜;

[0021] (2) 由数据处理单元控制步进电机,步进电机再控制滑块在基座的导轨上移动,成像单元摄取半透明漫反射屏上的散斑颗粒,并将图像信息反馈给数据处理单元;

[0022] (3) 在滑块沿导轨移动一个行程后,数据处理单元根据成像单元反馈的信息直接计算出半透明漫反射屏上散斑颗粒最大的图像的相对位置信息,再计算出透镜正对毛玻璃一面中心到与透镜相对的毛玻璃一侧表面间的距离,毛玻璃所在位置即为透镜或光学系统的焦点位置;最后数据处理单元将距离参数输出到监视器上。

[0023] 所述焦点位置检测装置及其检测方法,采用的技术方案,具有以下优点:

[0024] 首先,所述焦点位置检测装置及其检测方法,充分利用激光散斑的特性,通过数据处理单元计算得出透镜或光学系统的焦点位置,本发明不仅检测速度快,且准确性高;

[0025] 其次,所述焦点位置检测装置,采用的元器件,激光器、扩束镜、毛玻璃及半透明漫反射屏等,结构简单,易于安装,成本低;

[0026] 最后,所述焦点位置检测方法,利用所述焦点位置检测装置来实现,不仅操作简单,且准确性高,应该广泛,易于市场化。

## 附图说明

[0027] 下面对本发明说明书各幅附图表达的内容及图中的标记作简要说明:

[0028] 图 1 为本发明焦点位置检测装置的结构示意图;

[0029] 图 2 为图 1 焦点位置检测装置的透镜夹持器的结构示意图;

[0030] 图 3 为图 1 焦点位置检测装置的透镜夹持器的侧视图;

[0031] 上述图中的标记均为:

[0032] 100、光束发生器,101、激光器,102、扩束镜,200、透镜夹持器,201、透镜,202、压接筒,203、固定筒,204、固定架,205、基准点,300、检测模块,301、毛玻璃,302、半透明漫反射屏,303、成像单元,400、基座,401、滑块,402、导轨,403、步进电机,500、数据处理单元。

## 具体实施方式

[0033] 下面对照附图,通过对最优实施例的描述,对本发明的具体实施方式作进一步详细的说明。

[0034] 如图 1 所示,所述焦点位置检测装置,包括基座 400,在基座 400 上设有用于产生一定口径激光光束的光束发生器 100;在基座 400 上位于光束发生器 100 的一侧设有用于固定接收激光光束的透镜 201 或光学系统的透镜夹持器 200;在基座 400 上沿透镜 201 或光学系统光轴方向依次设有用于产生激光散斑效应的毛玻璃 301、用于产生散光散斑颗粒的半透明漫反射屏 302 及用于摄取半透明漫反射屏 302 上的散斑颗粒的成像单元 303;毛玻璃 301、半透明漫反射屏 302 及成像单元 303 构成检测模块 300,毛玻璃 301、半透明漫反射屏 302 及成像单元 303 底端连接于滑块 401 上,滑块 401 一端连接有步进电机 403,步进电机 403 连接有数据处理单元 500,滑块 401 在步进电机 403 控制下在基座 400 上沿透镜 201 或光学系统光轴方向相对移动;在基座 400 上设有供滑块 401 移动的导轨 402;成像单元 303 与数据处理单元 500 连接。

[0035] 所述焦点位置检测装置,利用激光散斑的特性,可方便有效且准确地确定透镜 201 或光学系统会聚点的位置。散斑的物理起因是:当激光照射到物体表面时,物体上每一个点(面元)都可视为子波源,产生散射光;由于激光的高相干性,则由每一个物点散射的光将和每一个其他物点散射的光发生干涉;又因为物体表面各面元是随机分布的,则由物体表面散射的各子波的振幅的位相都不相同,而且也是无规则地分布;若在透镜 201 或光学系统的会聚点或焦点位置附近放置一块毛玻璃 301 或其他表面粗糙的半透明物体,在毛玻璃 301 后方再放置一个半透明漫反射屏 302;在半透明漫反射屏 302 上可以方便地观察到会聚光斑在毛玻璃 301 后形成的散斑结构;根据激光散斑的理论,散斑颗粒的直径  $d$  满足:

$$[0036] \quad d \approx 1.22 \frac{\lambda L}{D}$$

[0037] 式中  $L$  为毛玻璃 301 与半透明漫反射屏 302 之间的距离; $D$  为毛玻璃 301 上会聚光斑的直径; $\lambda$  为激光的中心波长;可见当  $L$  固定不变时,散斑颗粒的直径  $d$  与会聚光斑的直径  $D$  成反比;即当  $D$  最小时, $d$  最大,即散斑颗粒最粗;当毛玻璃 301 和半透明漫反射屏 302 一起沿光轴移动时,半透明漫反射屏 302 上散斑颗粒的直径会发生变化,当观察到散斑颗粒为最粗时毛玻璃 301 所在的位置就是会聚点的位置。

[0038] 光束发生器 100,由激光器 101 及扩束镜 102 构成,由激光器 101 发出激光光束,激光光束再经扩束镜 102 进行扩束;激光器 101 的峰值波长为可见光,扩束镜 102 为开普勒型扩束镜或加利略型扩束镜。

[0039] 透镜夹持器 200 用于固定待检测透镜 201 或光学系统,可适应不同直径的透镜 201 或光学系统的固定需求,且令待检测透镜 201 或光学系统表面中心垂直于激光光束,扩束后的激光光束由透镜 201 或光学系统接收;如图 2 所示,透镜夹持器 200,由支架、固定筒 203 及压接筒 202 构成,支架底端连接在基座 400 上,支架顶端为筒状固定架 204;在固定架 204 的一端上具有一基准平面,该基准平面上设有凸起的基准点 205,该基准点 205 与透镜 201 一侧表面中心相接触;固定筒 203 外表面与固定架 204 内壁螺纹连接,螺纹连接方式能控制固定筒 203 与固定架 204 的径向相对位置;压接筒 202 外表面与固定筒 203 内壁螺纹连接,且压接筒 202 一端压在透镜 201 的另一侧表面边缘上;如图 3 所示,固定架 204 的基准点 205 的位置位于固定架 204 一端的圆心处,基准点 205 与透镜 201 的连接位置较小,不

会对光束的正常传播造成重大影响；透镜夹持器 200 上的位移基准点与不同透镜 201 的一个表面中心的距离不变。

[0040] 滑块 401 由数据处理单元 500 控制的步进电机 403 驱动，在导轨 402 上沿光轴方向前后移动，同时带动毛玻璃 301、半透明漫反射屏 302、成像单元 303 一起移动；数据处理单元 500 通过对步进电机 403 及进一步对滑块 401 的控制，可获取毛玻璃 301 在光轴上的相对位置，步进电机 403 通过丝杆传动以控制滑块 401 的移动；毛玻璃 301 为圆形，毛玻璃 301 也可用其他表面粗糙的半透明物体替代；半透明漫反射屏 302 为表面较平、漫反射效率高，可见光透过率大于 5% 的物体。

[0041] 导轨 402 工作距离大于 10mm，且可以支撑滑块 401 运动。

[0042] 成像单元 303 通过外围电路和接口将摄取的图像信息传递给数据处理单元 500。

[0043] 数据处理单元 500 用于接收成像单元 303 的信号、控制步进电机 403，并计算处理焦点位置信息并输出到监视器；成像单元 303 包括成像镜头及光电探测器件，成像单元 303 将成像镜头摄取的图像信息传递给数据处理单元 500；数据处理单元 500 判断在获取的一系列图像信息与位移信息中与透镜 201 或光学系统焦点对应的位移信息，数据处理单元 500 的基本算法为：首先设置一个阈值，使获取的图像转为黑白图像，即每个像素点的值只能为 0 或 1（有光为 1 无光为 0）；该阈值为测试周围的环境光亮度与激光器 101 功率决定，目的是为了去除杂光，保留散斑颗粒图像信息；依次读取图像中各像素点信息，将值为 1 的像素点分类，根据各像素点的空间关系，把上下左右等九个相邻像素中值为 1 的像素信息一起放入同一个集合；去除各集合中重复的像素信息；统计集合的像素数量；以集合的像素数量除以集合个数，并以该值代表散斑颗粒的直径；查找各图像中所计算的斑颗粒的直径的最大值所对应的位移信息；并在显示屏上进行显示。

[0044] 所述焦点位置检测方法，利用所述焦点位置检测装置来实现，其特征在于：包括以下步骤：

[0045] (1) 首先利用透镜夹持器 200 固定好透镜 201，再打开激光器 101 及扩束镜 102；

[0046] (2) 由数据处理单元 500 控制步进电机 403，步进电机 403 再控制滑块 401 在基座 400 的导轨 402 上移动，成像单元 303 对半透明漫反射屏 302 上的散斑颗粒进行扫描，并将扫描信息反馈给数据处理单元 500；

[0047] (3) 在滑块 401 沿导轨 402 移动一个行程后，数据处理单元 500 根据成像单元 303 反馈的信息直接计算出半透明漫反射屏 302 上散斑颗粒最大的图像的相对位置信息，再根据步进电机 403 信号计算出透镜 201 正对毛玻璃 301 一面中心到与透镜 201 相对的毛玻璃 301 一侧表面间的距离，毛玻璃 301 所在位置即为透镜 201 或光学系统的焦点位置；最后数据处理单元 500 将距离参数输出到监视器上。

[0048] 上面对本发明进行了示例性描述，显然本发明具体实现并不受上述方式的限制，只要采用了本发明的方法构思和技术方案进行的各种非实质性的改进，或未经改进将本发明的构思和技术方案直接应用于其它场合的，均在本发明的保护范围之内。

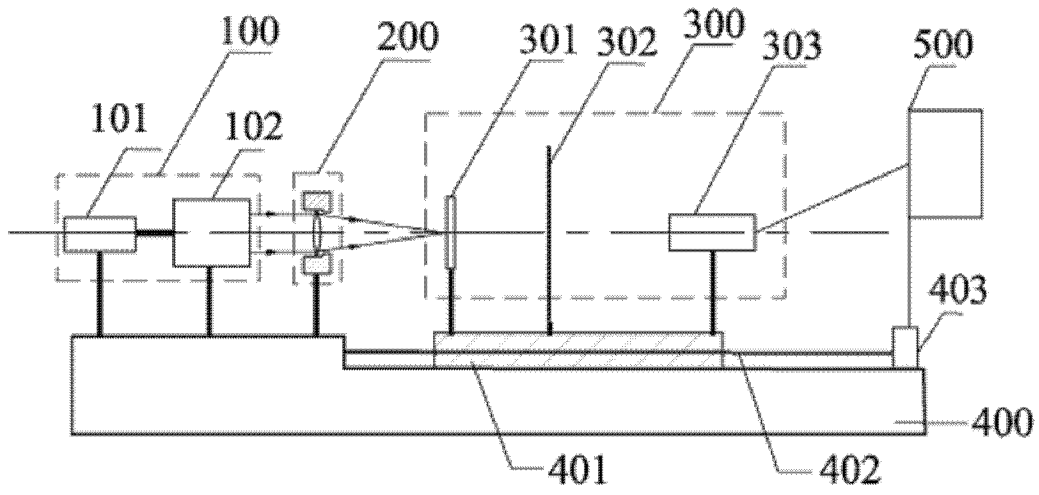


图 1

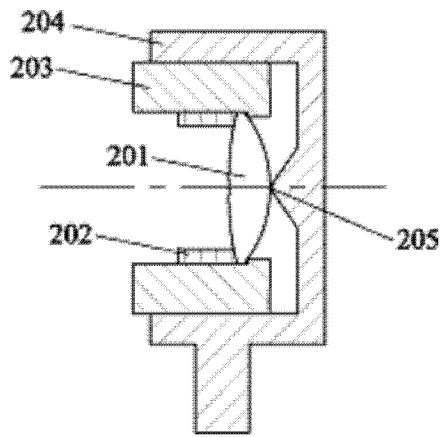


图 2

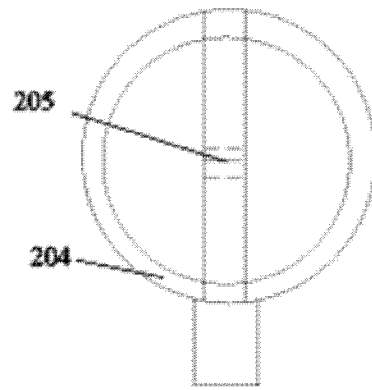


图 3