

一种精确测量大口径光学平面基自由曲面面形精度的方法

申请号：[201110439188.6](#)

申请日：2011-12-23

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 [范镒](#)

主分类号 [G01B11/24\(2006.01\)I](#)

分类号 [G01B11/24\(2006.01\)I](#)

公开(公告)号 [102564342A](#)

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 102564342 B

(45) 授权公告日 2014. 05. 28

(21) 申请号 201110439188. 6

(22) 申请日 2011. 12. 23

(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 范镒

(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

JP 特开 2004-534245 A, 2004. 11. 11, 全文.

CN 1687815 A, 2005. 10. 26, 全文.

CN 101261183 A, 2008. 09. 10, 全文.

US 2010/0149547 A1, 2010. 01. 17, 全文.

刘华 等. 计算全息图检测大口径凹非球面
系统的研究. 《红外与激光工程》. 2007, 第 36 卷
(第 3 期), 312-315.

审查员 邢明浩

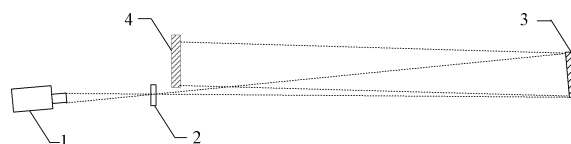
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54) 发明名称

一种精确测量大口径光学平面基自由曲面面
形精度的方法

(57) 摘要

一种精确测量大口径光学平面基自由曲面面
形精度的方法, 涉及精确测量大口径光学平面基
自由曲面面形精度的方法, 它解决现有测量光学
自由曲面的方法存在检测范围小、测量数度低、检
测周期长, 并且测量点是离散的、缺乏连续性, 同
时测量装置结构复杂、价格昂贵的问题, 首先进行
计算全息图的制造, 根据被检平面基自由曲面的
相关数据和离轴抛物镜的口径、焦距、离轴量等数
据在玻璃基底上制作计算全息图; 再将数字激光
干涉仪、计算全息图和离轴抛物镜安置在预设位
置, 使得数字激光干涉仪发出的理想球面波通过
计算全息图后形成的光经过离轴抛物镜反射后形
成的波前与理想被检自由曲面波前一致; 最后将
被检平面基自由曲面安置在预设位置。



1. 一种精确测量大口径光学平面基自由曲面面形精度的方法,其特征是,该方法由以下步骤实现:

步骤一、根据被检测平面基自由曲面(4)的面形数据和离轴抛物镜(3)的口径、焦距、离轴量数据采用激光直写技术在玻璃基底上制作计算全息图;

步骤二、调整激光干涉仪(1)与离轴抛物镜(3)的位置,使激光干涉仪(1)发出球面波焦点与离轴抛物镜(3)的焦点重合且该球面波前充满整个离轴抛物镜(3)的有效口径,所述球面波前经过离轴抛物镜(3)的反射后形成与离轴抛物镜(3)的有效口径等大的平面波前;

步骤三、调整步骤一获得的计算全息图(2)的位置,使激光干涉仪(1)发出的球面波前经过计算全息图(2)和离轴抛物镜(3)后,获得与标准自由曲面波前一致的波前;

步骤四、调整被检测平面基自由曲面(4)的位置,使激光干涉仪(1)发出的球面波前经过计算全息图(2)和离轴抛物镜(3)后与步骤三产生的波前发生干涉,产生干涉条纹;

步骤五、采用激光干涉仪(1)测量步骤四获得的干涉条纹,获得被检测平面基自由曲面(4)的面形精度。

一种精确测量大口径光学平面基自由曲面面形精度的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种精确测量大口径光学平面基自由曲面面形精度的方法。

背景技术

[0002] 光学自由曲面没有严格确切的定义，通常是指无法用球面或者非球面系数来表示的光学曲面，主要是指非旋转对称的曲面或者只能用参数向量来表示的曲面（如 NURBS 曲面）。光学自由曲面已经在日常生活的各个方面获得了愈来愈广泛的应用，如复印机、打印机以及彩色激光电视中都要用到光学自由曲面；另外，光学自由曲面作为共形光学系统中的元件已经用于飞机的机窗，这不但极大地提高了飞机本身的空气动力学特性，同时也消除了高阶像差。虽然光学自由曲面已经取得了越来越多的应用，大口径（口径大于 200mm）平面基光学自由曲面无论是制作成本还是其加工的精度都远不能和其他球面基自由曲面和小口径（口径小于 200mm）平面基光学自由曲面相比，其中的主要障碍之一是面形的精密检测。

[0003] 当前，测量光学自由曲面的方法有很多，有接触式轮廓测量技术，数字样板干涉技术，数字样板结合子孔径拼接干涉技术，计算全息技术（CGH）和反射光栅摄影测量技术等。但是这些方法在检测大口径（口径大于 200mm）平面基光学自由曲面时都有各自的缺陷：如数字样板干涉技术和计算全息技术（CGH）检测范围小；接触式轮廓测量技术测量精度低，测量点是离散的，缺乏连续性，检测周期长；数字样板结合子孔径拼接干涉技术随机误差大，拼接装置结构复杂，价格昂贵，检测周期长。

发明内容

[0004] 本发明为解决现有测量光学自由曲面的方法存在检测范围小、测量精度低、检测周期长，并且测量点是离散的、缺乏连续性，同时测量装置结构复杂、价格昂贵的问题，提供一种精确测量大口径光学平面基自由曲面面形精度的方法。

[0005] 一种精确测量大口径光学平面基自由曲面面形精度的方法，该方法由以下步骤实现：

[0006] 步骤一、根据被检测平面基自由曲面的面形数据和离轴抛物镜的口径、焦距、离轴量数据采用激光直写技术在玻璃基底上制作计算全息图；

[0007] 步骤二、调整激光干涉仪与离轴抛物镜的位置，使激光干涉仪发出球面波焦点与离轴抛物镜的焦点重合且该球面波前充满整个离轴抛物镜的有效口径，所述球面波前经过离轴抛物镜的反射后形成与离轴抛物镜的有效口径等大的平面波前；

[0008] 步骤三、调整步骤一获得的计算全息图的位置，使激光干涉仪发出的球面波前经过计算全息图和离轴抛物镜后，获得与标准自由曲面波前一致的波前；

[0009] 步骤四、调整被检测平面基自由曲面的位置，使激光干涉仪发出的球面波前经过计算全息图和离轴抛物镜后与步骤三产生的波前发生干涉，产生干涉条纹；

[0010] 步骤五、采用激光干涉仪测量步骤四获得的干涉条纹，获得被检测平面基自由曲

面的面形精度。

[0011] 本发明的工作原理：首先，进行计算全息图的制造，根据被检平面基自由曲面的相关数据和离轴抛物镜的口径、焦距、离轴量等数据利用激光直写技术在玻璃基底上制作计算全息图；再将数字激光干涉仪、计算全息图、和大口径离轴抛物镜安置在预设位置，使得数字激光干涉仪发出的理想球面波通过计算全息图后形成的一级衍射光经过离轴抛物镜反射后形成的波前与理想被检自由曲面波前一致；最后将被检平面基自由曲面安置在预设位置，与其他设备形成干涉检测光路，利用数字干涉仪进行干涉测量，直接得到被检自由曲面的面形精度数据。

[0012] 本发明的有益效果：本发明要解决的技术问题是提供一种大口径（口径大于 200mm）平面基光学自由曲面面形精度进行精确测量的技术，该技术能够精确实现对大口径（口径大于 200mm）平面基光学自由曲面的面形精度进行测量，数据处理和数学运算简单，实验操作简单易行，测量时间短、测试成本低；本发明通过扩充激光干涉仪、CGH 和离轴抛物镜的现有功能，能够准确的实现对大口径平面基自由曲面面形精度的测量。该方法物理概念明确，数据处理和数学运算简单，实验操作简单易行，检测成本低，测试时间短。

附图说明

[0013] 图 1 是本发明的测量大口径平面基自由曲面面形精度的装置结构示意图。

[0014] 图 2 是本发明的测量大口径平面基自由曲面面形精度的流程图。

具体实施方式

[0015] 结合图 1 和图 2 说明本实施方式，一种精确测量大口径光学平面基自由曲面面形精度的方法，该方法由以下步骤实现：

[0016] 一、制作计算全息图（CGH）2，根据被检平面基自由曲面 1 的相关数据和离轴抛物镜 3 的口径、焦距、离轴量等数据利用激光直写技术在玻璃基底上制作 CGH，使得激光干涉仪 1 发出的球面波前经过 CGH 和离轴抛物镜 3 后，达到特定距离时与理想自由曲面波前一致；

[0017] 二、调整激光干涉仪 1 与离轴抛物镜 3 位置，使得激光干涉仪 1 发出球面波焦点与离轴抛物镜 3 的焦点重合且该球面波前可以充满整个离轴抛物镜 3 的有效口径，这样球面波前经过离轴抛物镜 3 的反射后形成与离轴抛物镜 3 的有效口径等大的平面波前；

[0018] 三、将计算全息图（CGH）2 安放至设计位置，使得激光干涉仪 1 发出的球面波前经过 CGH 和离轴抛物镜后，达到特定距离时与理想自由曲面波前一致；

[0019] 四、将被检测平面基自由曲面 1 安放至设计位置，使其与步骤三产生的波前发生干涉，产生干涉条纹；

[0020] 五、采用激光干涉仪 1 测量干涉条纹，得到被检测平面基自由曲面 1 的面形精度。

[0021] 本实施方式所述的激光干涉仪 1 是一种高精度测量光学面形的装置，激光干涉仪先通过其内部的激光器发射出激光光束，该光束经半透半反标准物镜后分成两束光，一部分光沿原路返回，称之为参考光；另一部分光束经后面的待测球面镜反射后沿原路返回，称之为测试光；测试光束和参考光束将发生干涉，形成干涉条纹，通过位相计算即可得到待测光学镜面的面形精度。激光干涉仪一般用来检测光学镜面的面形分布，并不能直接实现对

球面元件曲率半径的测量。

[0022] 本实施方式所述的计算全息图(CGH)2 是一种使用计算机合成的全息图:根据已知的物体和参考光的数学描述,通过计算机辅助设计计算,并以一定的方式编码后,获得全息图平面上的理论复透过率函数的数值表达形式,再使用特定工艺方式将该复透过率函数实现为光学元件。计算全息图(CGH)2 作为一种衍射光学元件,使用指定的参考波前入射时,其衍射图案可以控制各衍射级次波前的振幅函数变化和相位函数变化,最终衍射生成设计计算过程中指定的光波波前。

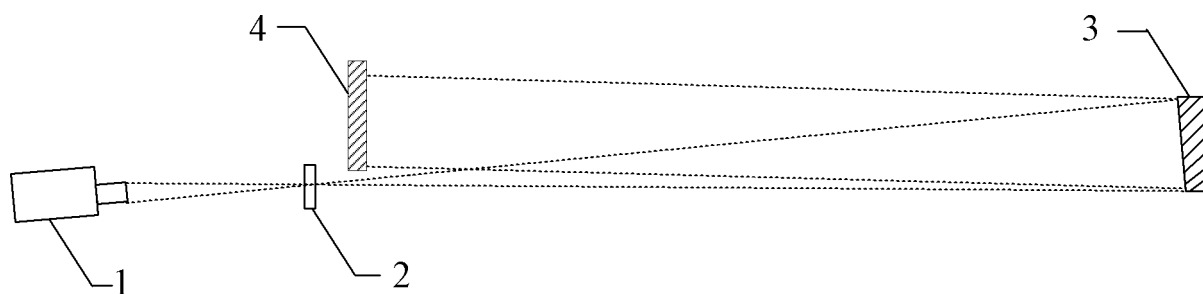


图 1

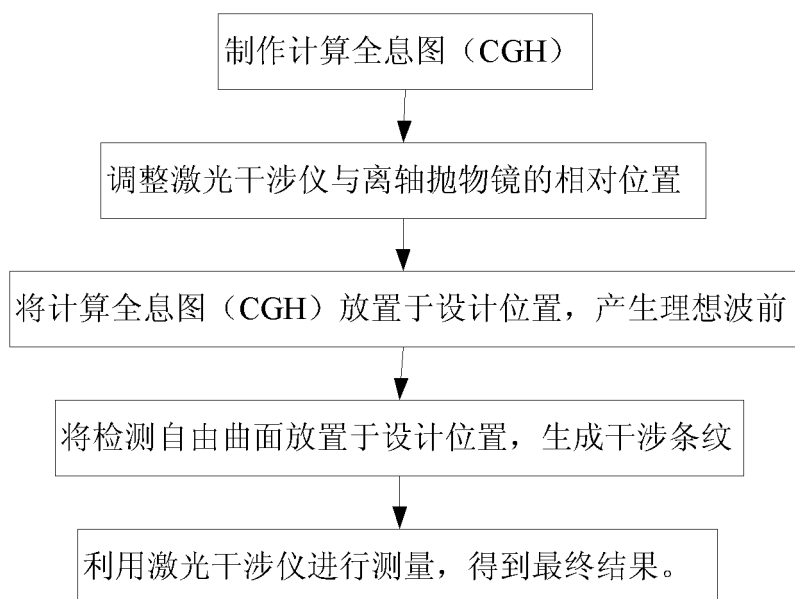


图 2