



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101709955 A

(43) 申请公布日 2010.05.19

(21) 申请号 200910217903.4

(22) 申请日 2009.11.24

(71) 申请人 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 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 王淑秋

(51) Int. Cl.

G01B 11/24 (2006.01)

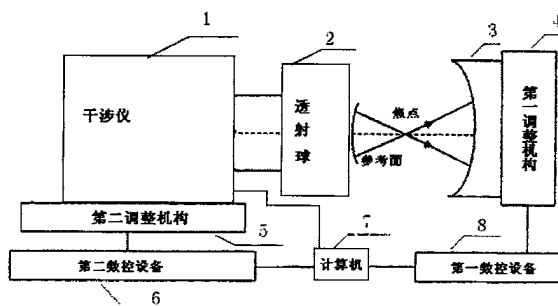
权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图 2 页

(54) 发明名称

子孔径拼接干涉检测光学非球面面形的装置

(57) 摘要

本发明涉及一种子孔径拼接干涉检测光学非球面面形的装置,该装置包括干涉仪、透射球、调整机构、数控设备及计算机;所述干涉仪出射的平行光经透射球转变为标准球面波;计算机通过数控设备控制调整机构动作,以调整干涉仪与待测非球面的相对位置,使得该标准球面波逐次入射到被测光学非球面的各子孔径并返回干涉仪;计算机提取干涉仪测量的各子孔径相位分布数据,对其进行分析和处理,并通过拼接算法获得被测光学非球面全口径的面形误差分布。本发明拓宽了干涉仪测试的横向和纵向动态范围,无需其它辅助光学元件就能够高分辨、高精度的实现对大口径凹形、凸形非球面以及离轴非球面面形的检测,测试成本低、工期短。



1. 一种子孔径拼接干涉检测光学非球面面形的装置,其特征在于包括干涉仪,透射球、调整机构、数控设备及计算机;所述干涉仪出射的平行光经透射球转变为标准球面波;计算机通过数控设备控制调整机构动作,以调整干涉仪与待测非球面的相对位置,使得该标准球面波逐次入射到被测光学非球面的各子孔径并返回干涉仪;计算机提取干涉仪测量的各子孔径相位分布数据,对其进行分析和处理,并通过拼接算法获得被测光学非球面全口径的面形误差分布。

2. 根据权利要求 1 所述的子孔径拼接干涉检测光学非球面面形的装置,其特征在于所述计算机包括:

被测光学非球面面形参数存储模块;

子孔径划分和子孔径区域最接近球面半径求解模块;

各子孔径相位分布数据提取模块;

相位数据完整性、可靠性判断模块;

各子孔径相位数据处理和分析模块;

通过拼接算法获得被测光学非球面全口径的面形误差分布的模块。

3. 根据权利要求 2 所述的子孔径拼接干涉检测光学非球面面形的装置,其特征在于所述各子孔径相位数据处理和分析模块包括:

利用坐标变换把所有子孔径测量数据统一到待测非球面的物理坐标系上的子模块;

从各子孔径相位数据中剔除理论非球面与标准球面之间的偏差的子模块;

所述通过拼接算法获得被测光学非球面全口径的面形误差分布的模块包括:

将位于被测光学非球面中心的子孔径作为基准子孔径,利用所有子孔径间重叠部分的相位分布数据求得所有子孔径相对基准子孔径的相对定位误差,并从测量的相位分布数据中消除该误差的子模块;

从各子孔径中采集多个离散的相位数据,并对其进行最小二乘拟合获得被测光学非球面全口径的调整误差,减去该调整误差得到整个被测光学非球面的面形误差分布信息的子模块。

子孔径拼接干涉检测光学非球面面形的装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种检测光学非球面面形的装置,特别涉及一种子孔径拼接干涉检测光学非球面面形的装置。

背景技术

[0002] 目前,检测光学非球面面形的方法很多,如轮廓测量法、朗奇光栅法、莫尔条纹法、激光扫描法等等。但是这些检测手段大都只能定性地检测出非球面的面形,存在主观人为误差,即使能够定量的检测出非球面的面形,也仅仅适合于中、低精度非球面镜或某些二次曲面的测量,或仅作为研磨工序的中间检验。利用干涉仪,借助补偿器或者 CGH(计算全息),对非球面进行零位补偿干涉测量仍然是目前检测非球面最主要和最常用的方法。借助补偿器对非球面进行零位补偿,每个非球面都需要专门设计和定做补偿器,设计和制作补偿器是很困难的,最大的困难是不能单独测量补偿器的补偿效果。利用计算全息,可以实现对中小口径、较小偏离量非球面的检测。但对于大口径尤其是高陡度、大偏离量的非球面,全息图的线纹频率非常高,从而使计算全息制作实际上成为不可能。因此,利用干涉仪,借助补偿器或者 CGH(计算全息)对非球面进行零位补偿干涉测量不仅增加了成本、延长了周期,而且辅助元件(补偿器或者计算全息)将会引入一定的加工误差和装调误差。同时,现代高分辨光学系统都要考虑到光学元件空间波长在亚毫米量级的波前信息,特别是对中高频的相位信息。但是对于大口径的干涉仪,其空间分辨率一般仅限于探测空间波长大于数毫米的波前信息,对于更高频的信息则被系统截止了。所以现有大口径相移干涉仪分辨还不能满足中高频段分析的要求。

发明内容

[0003] 本发明要解决的技术问题是提供一种将子孔径拼接技术与干涉计量技术相结合进行非球面面形检测,测量分辨率高、测试成本低、工期短的子孔径拼接干涉检测光学非球面面形的装置。

[0004] 为了解决上述技术问题,本发明的子孔径拼接干涉检测光学非球面面形的装置包括干涉仪,透射球、调整机构、数控设备及计算机;所述干涉仪出射的平行光经透射球转变为标准球面波;计算机通过数控设备控制调整机构动作,以调整干涉仪与待测非球面的相对位置,使得该标准球面波逐次入射到被测光学非球面的各子孔径并返回干涉仪,由此得到各子孔径相位分布数据;计算机提取干涉仪测量的各子孔径相位分布数据,对其进行分析和处理,并通过拼接算法获得被测光学非球面全口径的面形误差分布。

[0005] 本发明将子孔径拼接技术与干涉计量技术相结合进行非球面面形检测,可以拓宽干涉仪测试的横向和纵向动态范围,且无需其它辅助光学元件就能够高分辨、高精度的实现对大口径凹形、凸形非球面以及离轴非球面面形的检测,测试成本低、工期短。

[0006] 所述计算机包括:

[0007] 被测光学非球面面形参数存储模块;

- [0008] 子孔径划分和子孔径区域最接近球面半径求解模块；
- [0009] 各子孔径相位分布数据提取模块；
- [0010] 相位数据完整性、可靠性判断模块；
- [0011] 各子孔径相位数据处理和分析模块；
- [0012] 通过拼接算法获得被测光学非球面全口径的面形误差分布的模块；
- [0013] 所述各子孔径相位数据处理和分析模块包括：
- [0014] 利用坐标变换把所有子孔径测量数据统一到待测非球面的物理坐标系上的子模块；
- [0015] 从各子孔径相位数据中剔除理论非球面与标准球面之间的偏差的子模块；
- [0016] 所述通过拼接算法获得被测光学非球面全口径的面形误差分布的模块；
- [0017] 将位于被测光学非球面中心的子孔径作为基准子孔径，利用所有子孔径间重叠部分的相位分布数据求得所有子孔径相对基准子孔径的相对定位误差，并从测量的相位分布数据中消除该误差的子模块；
- [0018] 从各子孔径中采集多个离散的相位数据，并对其进行最小二乘拟合获得被测光学非球面全口径的调整误差，减去该调整误差得到整个被测光学非球面的面形误差分布信息的子模块。
- [0019] 本发明将位于被测光学非球面中心的子孔径作为基准子孔径，利用所有子孔径间重叠部分的相位分布数据求得所有子孔径相对基准子孔径的相对定位误差，并从测量的相位分布数据中消除该误差，可以避免两两子孔径拼接带来的误差传递和累积，进一步提高了测量精度。

附图说明

- [0020] 下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步详细说明。
- [0021] 图 1 是本发明的子孔径拼接干涉检测光学非球面面形的装置结构示意图。
- [0022] 图 2 是子孔径拼接示意图。
- [0023] 图 3 是计算机中应用软件流程图。

具体实施方式

- [0024] 如图 1 所示，本发明的子孔径拼接干涉检测光学非球面面形的装置包括干涉仪 1，透射球 2 和计算机 7；所述透射球 2 固定在干涉仪 1 的光孔处；所述待测光学非球面 3 固定在第一调整机构 4 上，计算机 7 通过第一数控设备 8 控制第一调整机构 4 动作，以调整待测光学非球面 3 的平动和转动；所述干涉仪 1 固定在第二调整机构 5 上，计算机 7 通过第二数控设备 6 控制第二调整机构 5 动作，以调整干涉仪 1 和透射球 2 的平动。
- [0025] 所述第一调整机构 4 采用目前公知的六维数控精密调整机构，可以精确调整被测非球面 3 的俯仰、扭摆和旋转以及沿 X 方向、Y 方向和沿 Z 方向（光轴方向）的平动。第二调整机构 5 采用公知的三维数控精密调整机构，可以精确控制干涉仪 1 沿 X 方向、Y 方向和沿 Z 方向（光轴方向）的平动。
- [0026] 所述第一数控设备 8 和第二数控设备 6 都采用目前公知的数控设备。
- [0027] 子孔径拼接检测非球面的示意图如图 2 所示。

[0028] 如图 3 所示,实现被测非球面面形拼接检测的计算机软件流程如下:

[0029] 输入被测非球面面形参数(包括口径尺寸,定点曲率半径,二次曲面常数);

[0030] 子孔径划分和各子孔径区域最接近球面半径求解:各个子孔径间稍有重叠;对于中心基准子孔径的最接近球面半径可以用其顶点曲率半径近似代替或者利用经典的三点法求解;对于轴外子孔径采用公知的迭代优化方法求解其最接近球面半径;

[0031] 各子孔径相位数据提取:提取干涉仪测量的各子孔径相位分布数据;

[0032] 判断测得的相位分布数据是否完整、可靠,如果不完整、不可靠,则重新划分子孔径,直至测得的相位分布数据完整、可靠;

[0033] 各子孔径相位分布数据处理:利用坐标变换把所有子孔径测量数据统一到待测非球面的物理坐标系上;从各子孔径相位分布数据中剔除理论非球面与标准球面之间的偏差;

[0034] 采用综合优化拼接方式,获得待测非球面面形分布:利用所有子孔径间重叠部分的相位分布数据求得所有子孔径相对基准子孔径的相对定位误差,并从测量的相位数据中消除该误差;从各子孔径中采集多个离散的相位数据,并对其进行最小二乘拟合获得被测光学非球面全口径的调整误差,减去该调整误差即可得到整个被测光学非球面的面形误差分布信息。

[0035] 首先,根据待测非球面的口径和顶点曲率半径选取合适的干涉仪,给干涉仪配备相应的标准镜头,并确定子孔径的大小及数目。将待测非球面安置在利用干涉仪和透射球产生的标准球面波前,通过精确调整干涉仪、透射球和被检测非球面的相对位置,使透射球出射的标准球面波法线与被测子孔径区域法线近似重合,这样入射到被测子孔径区域的光线就能够沿原路返回。对被测非球面各子孔径的相位分布进行逐次测量,并使得各子孔径间稍有重叠,得到各子孔径的相位分布数据。

[0036] 计算机首先利用齐次坐标变换或其它公知的坐标变换方法把采集的所有子孔径测量数据统一到待测非球面的物理坐标系上,然后利用子孔径间重叠部分的相位分布数据从各子孔径相位分布数据中剔除理论非球面与标准球面的偏差;利用所有子孔径间重叠部分的相位分布数据求得所有子孔径相对基准子孔径的相对定位误差,从测量的相位数据中消除该误差;最后再从各子孔径中采集多个离散的相位数据(每个子孔径至少采三个),并将其进行最小二乘拟合,拟合出整个被测光学非球面全口径装置的调整误差,就能够得到整个面形的相位分布信息。

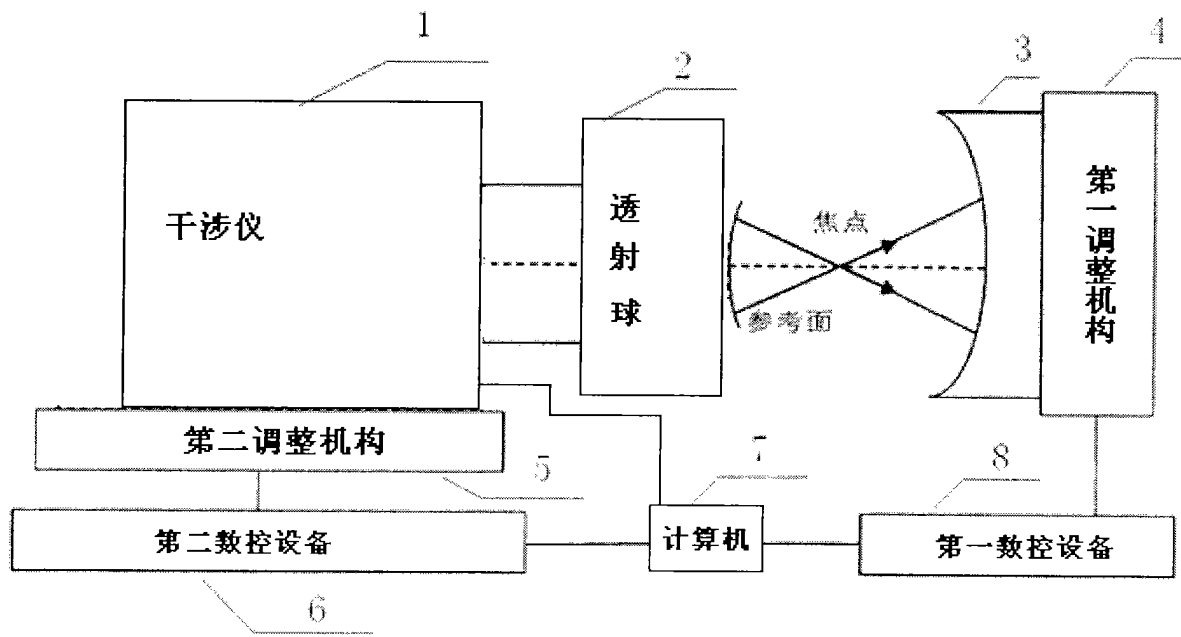


图 1

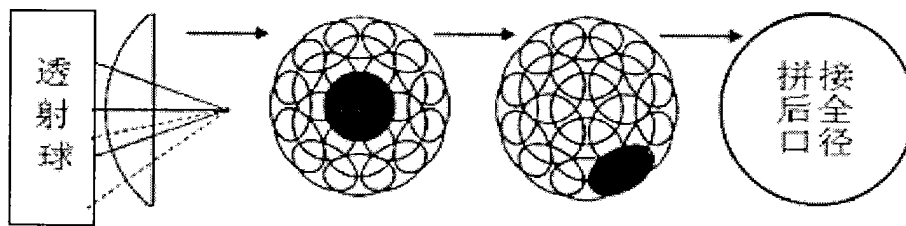


图 2

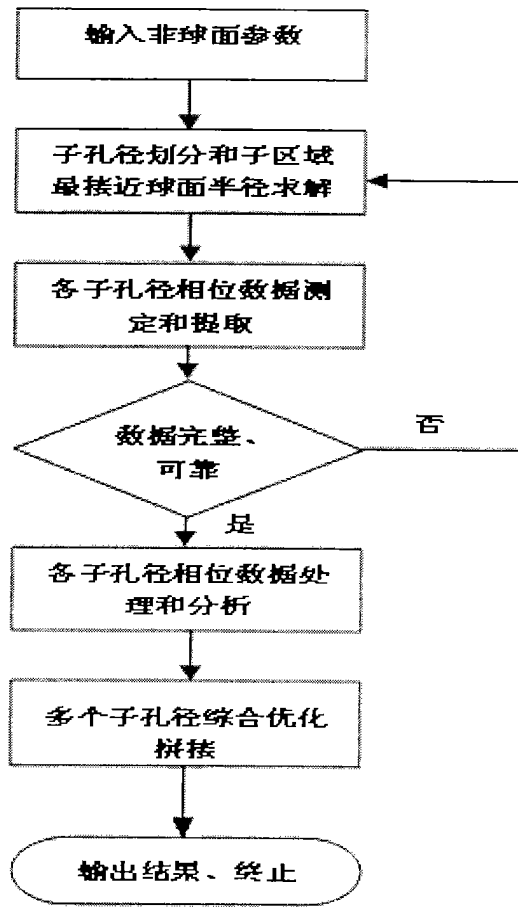


图3