



(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 206803957 U

(45)授权公告日 2017.12.26

(21)申请号 201720603792.0

(22)申请日 2017.05.27

(73)专利权人 中国科学院上海技术物理研究所

地址 200083 上海市虹口区玉田路500号

(72)发明人 杨珂 郝沛明 刘云芳 张金平

郑列华

(74)专利代理机构 上海沪慧律师事务所 31311

代理人 李秀兰

(51)Int.Cl.

G01B 11/24(2006.01)

G01B 9/02(2006.01)

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

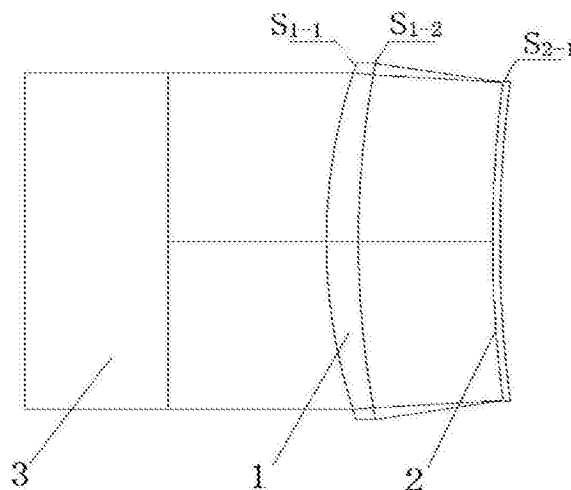
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54)实用新型名称

用于超大口径凸扁球面检测的光学系统

(57)摘要

本专利公开了一种用于超大口径凸扁球面检测的光学系统。该检测光学系统包括平面干涉仪、折反射式球面弯月透镜，其中折反射式球面弯月透镜的折射部分用于补偿待检凸扁球面镜的三级像差、反射部分反射待检凸扁球面镜的出射光线形成自准光路。本专利所述的检测光学系统针对超大口径的凸扁球面镜检测，在保证检测精度的同时降低了补偿器的加工装配难度、减少了误差因素的来源并降低了补偿系统的成本。本专利具有测量口径大、检测光路简单的特点。



1. 一种用于超大口径凸扁球面检测的光学系统,由平面干涉仪(3)和折反射式球面弯月透镜(1)组成,其特征在于:

所述的折反射式球面弯月透镜(1)玻璃材料为K9、光焦度为正值且其凹面(S_{1-2})镀一层半透半反膜;

所述的折反射式球面弯月透镜(1)放置于平面干涉仪(3)和待检扁球面镜(2)之间,折反射式球面弯月透镜(1)的凸面(S_{1-1})正对平面干涉仪(3)、凹面正对待检扁球面镜(2);折反射式球面弯月透镜(1)凹面(S_{1-2})的球心与光线被凸扁球面镜(2)第一次反射后形成的发散球面波的球心重合;

平面干涉仪(3)发出的一束平行光束经过球面弯月透镜(1)折射后,直接入射到待检凸扁球面镜(2)上,被待检凸扁球面镜(2)反射到球面弯月透镜(1)的凹面(S_{1-2})后再次原路反射回待检凸扁球面镜(2),被待检凸扁球面镜(2)二次反射后光束经球面弯月透镜(1)折射后进入平面干涉仪(3)。

用于超大口径凸扁球面检测的光学系统

技术领域

[0001] 本专利涉及一种非球面检测光学系统,具体涉及一种用于超大口径凸扁球面检测的光学系统。

背景技术

[0002] 超大口径凸非球面(通光口径大于或等于300mm)逐步应用于大型空间和深空的探测望远镜系统中,作为参与高质量光学成像的主要光学元件,其口径大小和面型精度是成像质量的关键。随着大视场大口径的光学系统需求逐渐增多,大口径凸扁球面在次镜中的使用已成为趋势。

[0003] 目前凸非球面干涉检测方法主要包括无像差点检验和补偿检验。无像差点法是利用二次轴对称非球面的无像差点性质来检测其面形,其无像差点性质是指与二次非球面几何焦点共轭的像没有像差。如Hindle方法检验凸双曲面反射镜时,干涉仪点光源位于待检凸双曲面的一个焦点上,辅助Hindle球面的球心则与另一个焦点重合,将待检面反射的测试光束沿原路返回到干涉仪。但无像差点法只能用于检测 $K<0$ 的凸双曲面和凸抛物面,对凸扁球面无法适用。补偿检测是针对凸非球面镜检测的常用方法,实质是借助补偿器作为辅助光学元件,利用补偿器产生的像差来补偿待测凸非球面的像差,可适用于二次非球面和高次非球面。干涉仪发出的光束经补偿透镜组后变换为与待检凸非球面匹配的测试光束,垂直入射到待检凸非球面上,并反射后沿原路返回至干涉仪。针对凸扁球面的传统补偿透镜组,通常需要两至三块透镜,有时甚至还含有非球面,这就带来了补偿透镜组本身的加工、检测和装调等一系列问题,从而限制测量精度的提高。补偿透镜组也可由基于衍射原理的计算全息图(Computer Generated Hologram,CGH)代替,但该方法光路相对复杂且全息图的制作需要昂贵的专业设备,尤其对于大口径、高精度的CGH的制作目前还不成熟,限制了它的广泛应用。

[0004] 【先行技术文献】改进的Hindle方法检测凸非球面的研究[J].红外与激光工程,2011,40(2):277-281

[0005] 就文献1所示的光学系统而言,虽然在补偿系统中提出了在补偿透镜中使用半反半透的形式对Hindle方法进行改进,但由于该补偿系统是基于Hindle原理即利用轴上共轭点消像差,因此该系统为点光源入射且弯月透镜两面近似同心。而扁球面在轴上无共轭消像差点,故该方法仅适用于 $K<0$ 的凸双曲面和抛物面镜,而无法适用于超大口径的凸扁球面面形检测。

发明内容

[0006] 本专利中,为了消除上述现有技术的问题点,其目的在于提供一种用于超大口径凸扁球面检测的光学系统。该光学系统包括平面干涉仪和折反射式球面弯月透镜,其中折反射式球面弯月透镜的折射部分用于补偿待检凸扁球面镜的三级像差、反射部分反射待检凸扁球面镜的第一次反射光线形成自准光路。

[0007] 一种用于超大口径凸扁球面检测的光学系统由平面干涉仪3和折反射式球面弯月透镜1组成,其中:

[0008] 所述的折反射式球面弯月透镜1玻璃材料为K9、光焦度为正值且其凹面 S_{1-2} 镀一层半透半反膜;

[0009] 所述的折反射式球面弯月透镜1放置于平面干涉仪3和待检扁球面镜2之间,折反射式球面弯月透镜1的凸面 S_{1-1} 正对平面干涉仪3、凹面正对待检扁球面镜2;折反射式球面弯月透镜1凹面 S_{1-2} 的球心与光线被凸扁球面镜2第一次反射后形成的发散球面波的球心重合;

[0010] 平面干涉仪3发出的一束平行光束经过球面弯月透镜1折射后,直接入射到待检凸扁球面镜2上,被待检凸扁球面镜2反射到球面弯月透镜1的凹面 S_{1-2} 后再次原路反射回待检凸扁球面镜2,被待检凸扁球面镜2二次反射后光束经球面弯月透镜1折射后进入平面干涉仪3。

[0011] 本专利的优点在于:所述的检测光学系统针对超大口径的扁球面检测,在保证检测精度的同时降低了补偿光学系统的加工装配难度、减少了误差因素的来源并降低了补偿系统的成本。本专利具有测量口径大、检测光路简单的特点。

附图说明

[0012] 图1是本专利所述的用于超大口径凸扁球面检测的光学系统结构图。

[0013] 图2是本专利所述的检测光学系统的设计剩余像差图。

[0014] 图3是本专利所述的检测光学系统的球差曲线图。

[0015] 图中:1为折反射式球面弯月透镜;2为待检凸扁球面镜;3为平面干涉仪; S_{1-1} 为折反射式弯月透镜的凸面; S_{1-2} 为折反射式弯月透镜的凹面; S_{2-1} 为待检凸扁球面镜的反射面。

具体实施方式

[0016] 以下,结合附图及具体实施例对本专利作进一步的详细说明。

[0017] 已知待检凸扁球面镜口径为 $D_0=360\text{mm}$,顶点曲率半径 $R_0=1568.19\text{mm}$,二次曲面系数 $K=1.44$,非球面度为 $10\mu\text{m}$ 。针对该凸扁球面的表面面型误差检测,设计如图1所示的光学系统,该系统包括平面干涉仪3和折反射式球面弯月透镜1。

[0018] 本实施方式中检测光学系统的光线追迹过程为,由平面干涉仪发出的一束平行光束经过折反射式球面弯月透镜1折射后,直接入射到待检凸扁球面镜2上,并被待检凸扁球面镜2反射到折反射式球面弯月透镜1的凹面 S_{1-2} 后再次原路反射回待检凸扁球面镜2,当光线第二次被待检凸扁球面镜2反射后,沿原路返回至平面干涉仪中。其中折反射式球面弯月透镜1的折射部分用于补偿待检凸扁球面镜2的三级像差,反射部分反射待检凸扁球面镜2的出射光线形成自准光路。

[0019] 本实施方式中折反射式球面弯月透镜1的设计参数通过光学设计软件进行优化,以平衡待检凸扁球面镜的像差为优化目标,得出补偿系统入瞳尺寸为 380mm ,折反射式球面弯月透镜1的玻璃材料为K9,最大光束口径为 403mm ,检测光学系统的主要光学参数如表1所示。

[0020] 本实施方式中光学系统的设计残差(剩余波像差)为 $0.0617\lambda\text{PV}$ 、 $0.0193\lambda\text{RMS}$ ($\lambda=$

632.8nm)。

[0021] 表1检测系统主要光学参数

[0022]

表面	曲率半径 (mm)	厚度 (mm)	材料	半口径 (mm)	二次系数K
S ₁₋₁	694.379	31.833	K9	190.163	0
S ₁₋₂	1201.646	133.349		188.233	0
S ₂₋₁	1568.196	-133.349	MIRROR	180.001	1.44
S ₁₋₂	1201.646	133.349	MIRROR	201.564	0
S ₂₋₁	1568.196	-133.349	MIRROR	180.001	1.44
S ₁₋₂	1201.646	-31.833	K9	188.228	
S ₁₋₁	694.379			190.157	

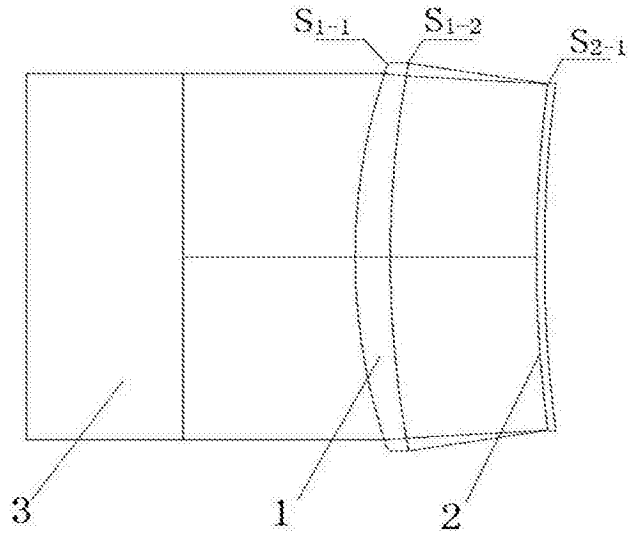
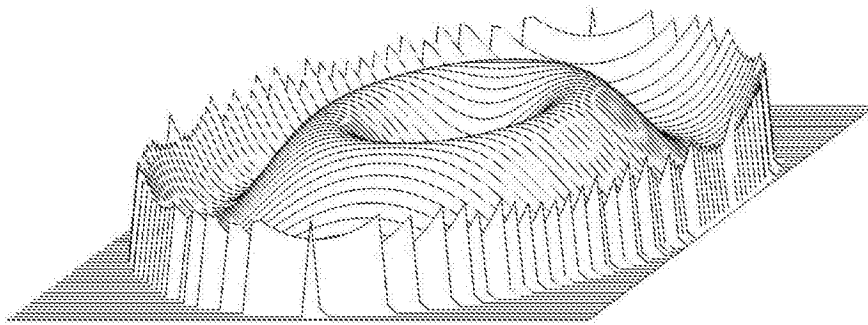
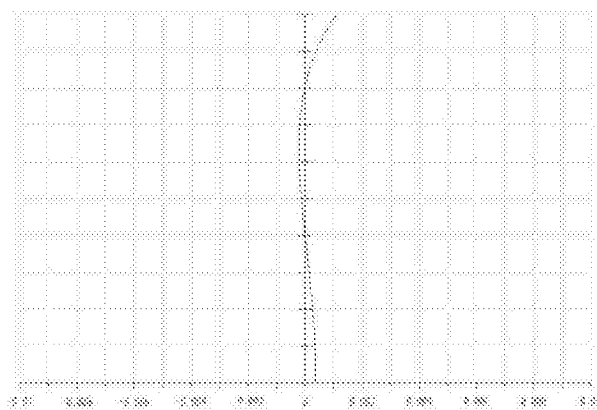


图1



剩余波像差 (PV=0.0617 λ , RMS=0.0193 λ)。

图2



球面像差

图3