



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102368113 A

(43) 申请公布日 2012. 03. 07

(21) 申请号 201110336068. 3

(22) 申请日 2011. 10. 31

(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 王辉 周烽 郑琪峰 王丽萍
金春水

(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.

G02B 27/62 (2006. 01)

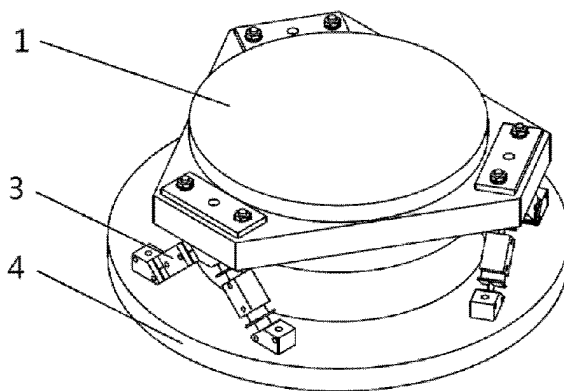
权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图 3 页

(54) 发明名称

一种高精度光学元件的装配装置及无应力装配方法

(57) 摘要

一种高精度光学元件装配工具及无应力装配方法, 涉及高精度光学元件精密装调技术领域, 它解决现有光学元件的装配过程中采用柔性支撑结构容易产生附加内应力, 并且装配后接触副之间存在残余摩擦力而影响光学元件的面形精度的问题, 其装置包括柔性支撑结构和装夹工具, 所述装夹工具包括装夹侧板和定位销钉, 柔性支撑结构上设置第一定位销孔和片体结构, 装夹侧板上设置第二定位销孔, 所述柔性支撑结构上的第一定位销孔与装夹侧板上的第二定位销孔通过定位销钉定位, 所述装夹工具与柔性支撑结构组成刚性支撑组件。本发明的无应力装配方法避免产生附加内应力, 同时可以最大限度的减小装配后接触副之间存在的残余摩擦力, 提高光学元件装配面形重复精度。



1. 一种高精度光学元件的装配装置,其特征是,该装置包括柔性支撑结构(3)和装夹工具(9),所述装夹工具(9)包括装夹侧板(5)和定位销钉(6),柔性支撑结构(3)上设置第一定位销孔(7)和片体结构(8),柔性支撑结构(3)的顶部设置锥形接触面(3-1),装夹侧板(5)上设置第二定位销孔(10),所述柔性支撑结构(3)上的第一定位销孔(7)与装夹侧板(5)上的第二定位销孔(10)通过定位销钉(6)定位,所述装夹工具(9)与柔性支撑结构(3)组成刚性支撑组件。

2. 应用权利要求1所述的高精度光学元件的装配装置对高精度光学元件进行无应力装配的方法,其特征是,该方法由以下步骤实现:

步骤一、检测中间件(2)的接触球在光学元件(1)上的位置;

步骤二、将三个刚性支撑组件放置在支撑盘(4)上,检测刚性支撑组件中的柔性支撑结构顶部的锥形接触面(3-1)与中间件(2)的接触球的位置是否对应;如果是,则执行步骤三;如果否,则调整刚性支撑组件的位置;

步骤三、将光学元件(1)放置在刚性支撑组件上,刚性支撑组件中的柔性支撑结构(3)顶部的锥形接触面(3-1)和中间件(2)的接触球之间相互接触;

步骤四、拆除装夹工具(9)中的定位销钉(6),然后拆除柔性支撑结构(3)两侧的装夹侧板(5);

步骤五、检测光学元件(1)面形,如果光学元件(1)的面形精度小于 0.2nmrms ,则完成光学元件(1)的无应力装配,否则,重复步骤二至步骤四,直至完成光学元件(1)的无应力装配。

一种高精度光学元件的装配装置及无应力装配方法

技术领域

[0001] 本发明涉及高精度光学元件精密装调技术领域。

背景技术

[0002] 极紫外光刻技术是 193nm (DUVL) 光刻技术向 13.5nm EUV 更短波段的合理延伸,最大限度的集成了传统光学光刻的发展成果。但是由于工作于波长更短的 EUV 波段, EUVL 对非球面加工、面形检测、极紫外多层膜、物镜系统设计与系统波像差检测等技术提出了严峻的挑战。极紫外光刻系统要达到衍射极限分辨率的要求,系统波前偏差要小于 $\lambda/14$, λ 为波长,对于六镜系统而言单个反射面的面形要求达到 0.20nmrms。

[0003] 在如此极端苛刻的面形要求下,装配过程中的干扰因素对面形影响变得十分严重,一般采用的解决方案是减小装配过程中接触面之间的摩擦系数,如接触副表面镀有二硫化钼等润滑层,减小装配过程中引入的干扰力从而减小装配过程对最终面形的影响。但是即便是这样,摩擦系数的量级也很难满足超高精度面形要求;高精度光学元件支撑结构一般采用柔性支撑,柔性结构在精密装配过程中形状很难控制,极易产生附加内应力,并且由于接触副之间摩擦系数不能达到很小的程度,装配后接触副之间总会存在一定的残余摩擦力,并且消除该残余摩擦力的难度非常大,会严重影响光学元件的面形精度。结合图 1,现有的光学元件装配方法,由于接触副之间摩擦力的存在,装配后柔性结构极易产生附加内应力,该应力难于消除,会严重影响光学元件的面形精度。

发明内容

[0004] 本发明为解决现有光学元件的装配过程中采用柔性支撑结构容易产生附加内应力,并且装配后接触副之间存在残余摩擦力而影响光学元件的面形精度的问题,提供一种高精度光学元件的装配装置及无应力的装配方法。

[0005] 一种高精度光学元件的装配装置,该装置包括柔性支撑结构和装夹工具,所述装夹工具包括装夹侧板和定位销钉,柔性支撑结构上设置第一定位销孔和片体结构,柔性支撑结构的顶部设置锥形接触面,装夹侧板上设置第二定位销孔,所述柔性支撑结构上的第一定位销孔与装夹侧板上的第二定位销孔通过定位销钉定位,所述装夹工具与柔性支撑结构组成刚性支撑组件。

[0006] 2、应用权利要求 1 所述的高精度光学元件的装配装置对高精度光学元件进行无应力装配的方法,其特征是,该方法由以下步骤实现:

[0007] 步骤一、检测中间件的接触球在光学元件上的位置;

[0008] 步骤二、将三个刚性支撑组件放置在支撑盘上,检测刚性支撑组件中的柔性支撑结构顶部的锥形接触面与中间件的接触球的位置是否对应;如果是,则执行步骤三;如果否,则调整刚性支撑组件的位置;

[0009] 步骤三、将光学元件放置在刚性支撑组件上,刚性支撑组件中的柔性支撑结构顶部的锥形接触面和中间件的接触球之间相互接触;

[0010] 步骤四、拆除装夹工具中的定位销钉,然后拆除柔性支撑结构两侧的装夹侧板;

[0011] 步骤五、检测光学元件面形,如果光学元件的面形精度小于 0.2nmrms ,则完成光学元件的无应力装配,否则,重复步骤二至步骤四,直至完成光学元件的无应力装配。

[0012] 本发明的工作原理:本发明通过一种柔性支撑结构装夹工具和相应的光学元件装配方法来实现,该装夹工具安装在柔性支撑结构两侧,由装夹工具的平面度保证柔性支撑结构侧面片体的位置精度;装夹工具和柔性支撑结构之上均分布有定位销孔,采用定位销或定位钢珠的方式来避免柔性支撑结构正面片体发生变形,从而保证正面片体结构的位置精度;这样由柔性支撑结构和装夹工具组成的刚性支撑组件中几乎不存在附加内应力。在光学元件精密装配过程中,通过精确定位和固定,三个这样的刚性支撑组件按中间件分布状态放置于光学元件支撑盘上,再将光学元件平稳地放置于刚性支撑组件中锥形接触面上,由于刚性支撑组件刚度相对较大,接触过程中残余摩擦力主要造成光学元件的局部应力和变形。光学元件稳定安装后拆除刚性支撑组件中的装夹工具部分,剩下柔性支撑结构支撑光学元件,在支撑结构由刚性变为柔性的过程中,由于柔性支撑的刚度远远小于光学元件,残余摩擦力造成光学元件的局部应力绝大部分都进入柔性支撑结构,最终实现光学元件的无应力状态。

[0013] 本发明的有益效果:

[0014] 一、本发明所述的柔性支撑结构在加工和定位装配过程中均采用同样装夹工具,使得柔性支撑结构自始至终处于无附加内应力状态。

[0015] 二、本发明中光学元件采用刚性支撑组件完成整个装配过程,最后才拆除装夹工具使支撑结构柔性化,这样最终柔性支撑结构变形小,其对光学元件的反作用力也低,易于实现光学元件的无应力状态。

[0016] 三、在装配过程中,直接定位、调整及固定柔性支撑结构均比较困难,相对而言刚性的支撑组件更加有利于精密调整和固定。

[0017] 四、本发明能够很好的控制柔性支撑结构在精密装配过程的形状,避免产生附加内应力,同时可以最大限度的减小装配后接触副之间存在的残余摩擦力,提高光学元件装配面形重复精度,从而保证超高面形精度的实现。

附图说明

[0018] 图 1 中 (A) 和 (B) 是现有光学元件的装配方法在柔性支撑和光学元件中产生内应力示意图;

[0019] 图 2 为本发明中光学元件的柔性支撑结构及定位销孔布置示意图;

[0020] 图 3 为本发明中光学元件的柔性支撑结构和装夹工具组成的刚性支撑组件示意图;

[0021] 图 4 中 (A)、(B) 和 (C) 是基于本发明所述的刚性支撑组件的光学元件精密装配过程示意图;

[0022] 图 5 为本发明所述的刚性支撑组件和光学元件在精密装配前的布置状态示意图;

[0023] 图 6 为本发明所述的刚性支撑组件和光学元件在精密装配过程中接触并达到稳定状态示意图;

[0024] 图 7 为本发明所述的刚性支撑组件做柔性化处理后光学元件实现无应力状态示

意图。

[0025] 图中：1、光学元件，2、中间件，3、柔性支撑结构，3-1、锥形接触面，4、支撑盘，5、装夹侧板，6、定位销钉，7、第一定位销孔，8、片体结构，9、装夹工具，10、第二定位销孔。

具体实施方式

[0026] 具体实施方式一、结合图 2 和图 3 说明本实施方式，一种高精度光学元件的装配装置，该装置包括柔性支撑结构 3、片体结构 8 和装夹工具 9，在柔性支撑结构 3 中，有一系列的片体结构 8 分布，导致柔性支撑结构 3 本身刚度很小，增加了柔性支撑结构 3 本身的加工难度和光学元件 1 的装配难度，结合图 2，采用装夹工具 9 将柔性支撑结构 3 夹持起来，柔性支撑结构 3 的顶部设置锥形接触面 3-1，柔性支撑结构 3 侧向片体结构 8 达到精确定位状态，柔性支撑结构 3 中的第一定位销孔 7 和装夹工具 9 中的第二定位销孔 10 之间一一对应，并通过定位销钉 6 精确定位，柔性支撑结构 3 正向各片体结构 8 以及实体结构达到精确定位状态。这样由装夹侧板 5 和定位销钉 6 组成柔性结构装夹工具 9，由柔性支撑结构 3 和装夹工具 9 组成刚性支撑组件，该支撑组件参与从柔性支撑结构 3 中片体结构 8 的加工到光学元件 1 精密装配的整个过程，保证柔性支撑结构 3 的加工、定位、调整及固定。

[0027] 具体实施方式二、结合图 4 至图 7 说明本实施式，一种高精度光学元件的无应力装配方法，该方法由以下步骤实现：

[0028] 步骤一、检测中间件 2 的接触球在光学元件 1 上的位置；

[0029] 步骤二、将三个刚性支撑组件放置在支撑盘 4 上，检测刚性支撑组件中锥形接触面与中间件 2 的接触球的位置是否对应；如果是，则执行步骤三；如果不是，调整刚性支撑组件的位置；

[0030] 步骤三、将光学元件 1 放置在刚性支撑组件上，刚性支撑组件中锥形接触面和中间件 2 的接触球之间相互接触；

[0031] 步骤四、拆除装夹工具 9 中的定位销钉 6，然后拆除柔性支撑结构 3 两侧的装夹侧板 5；

[0032] 步骤五、检测光学元件 1 面形，如果光学元件 1 的面形精度小于 0.2nmrms ，完成光学元件 1 的无应力装配，否则，重复步骤二至步骤三。

[0033] 本实施方式中完成刚性支撑组件在支撑盘 4 之上的精确定位，一般是三个刚性支撑组件按 120° 均匀分布，在特殊情况下按照光学元件中相应的接触副分布状态进行布置；然后将光学元件 1 平稳地放置于刚性支撑组件中锥形接触面上，由于刚性支撑组件刚度相对较大，接触过程中残余摩擦力主要造成光学元件 1 的局部应力以及极其细微的变形，该应力和变形与图 1 所示现有方法装配后光学元件中应力和变形同等量级；之后确认光学元件 1 稳定后拆除刚性支撑组件中的装夹工具 9 部分，剩下柔性支撑结构 3 支撑光学元件 1，结合图 5 和图 6，即为刚性支撑组件和光学元件 1 在精密装配前的布置状态与两者在精密装配过程中接触并达到稳定状态的示意图，该过程即刚性支撑组件的柔性化处理。在柔性支撑结构 3 由刚性变为柔性的过程中，由于柔性支撑结构 3 的刚度远远小于光学元件 1，残余摩擦力造成光学元件 1 的局部应力绝大部分都进入柔性支撑结构 3，最终实现光学元件 1 的无应力状态。

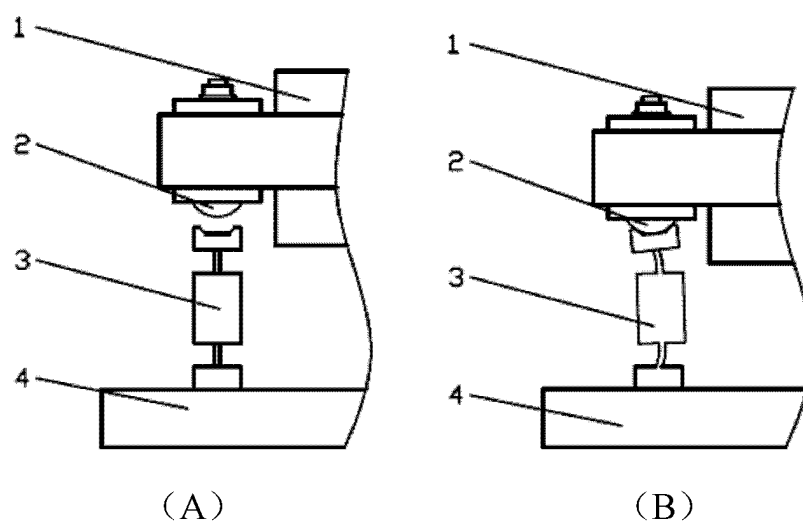


图 1

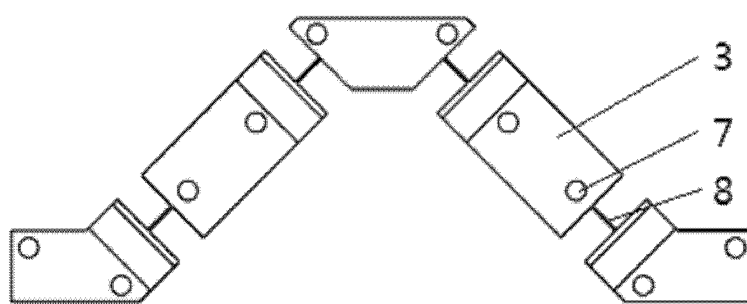


图 2

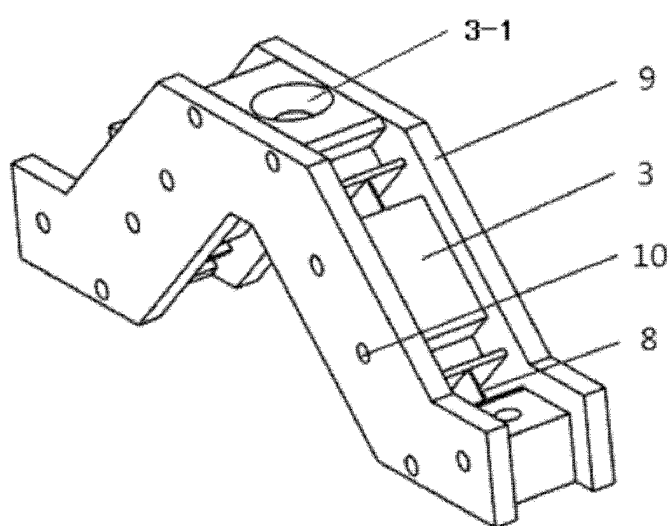


图 3

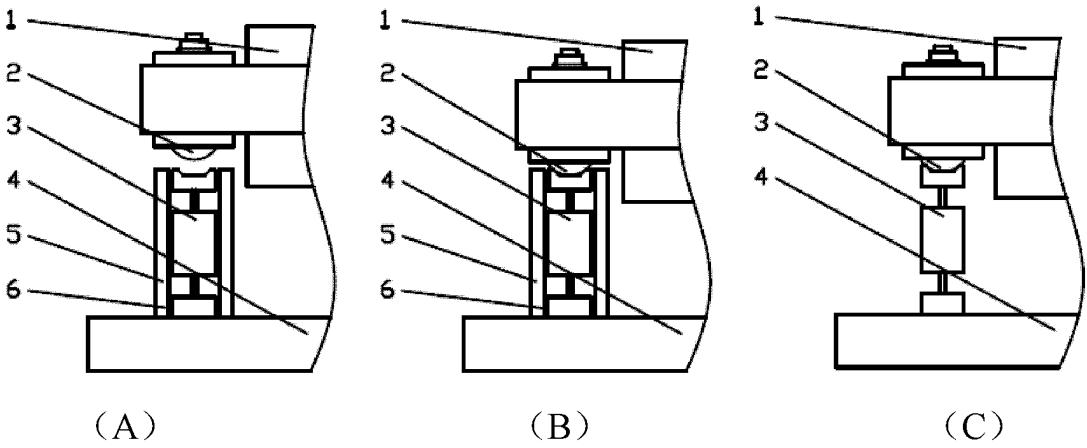


图 4

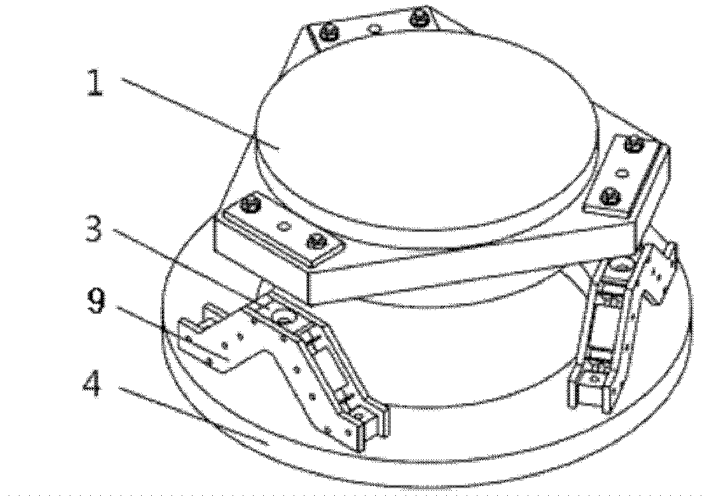


图 5

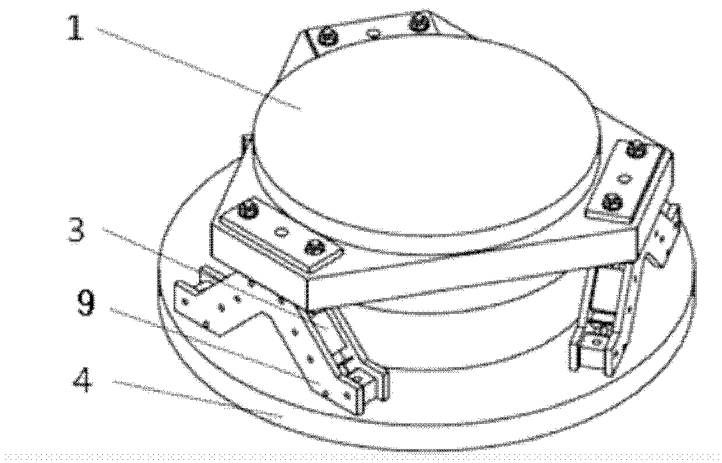


图 6

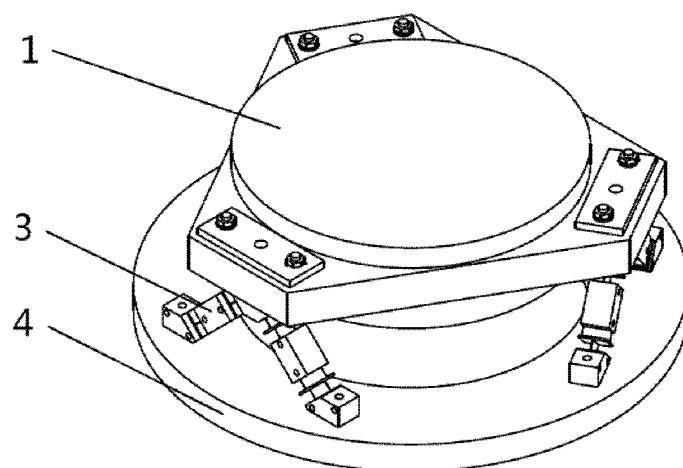


图 7