



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102279532 A

(43) 申请公布日 2011. 12. 14

(21) 申请号 201110212283. 2

(22) 申请日 2011. 07. 27

(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 巩岩 张巍 倪明阳 赵磊  
王学亮 袁文全

(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.

G03F 7/20 (2006. 01)

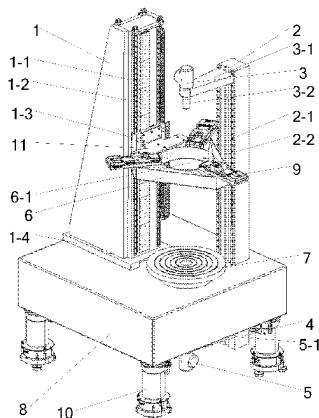
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 2 页

(54) 发明名称

一种光刻机投影物镜镜头的装调装置

(57) 摘要

一种光刻机投影物镜镜头的装调装置，涉及深紫外光刻机投影物镜镜头制造与装调技术领域。解决了光刻投影物镜镜头的高精度自动装配、检测、调整问题。本发明装置包括 Z 轴立柱、上检测立柱、上检测头、可动调整平台、气浮转台、水平大理石平台、调整机构、隔振支撑腿和调整平台连接支架；所述 Z 轴立柱、上检测立柱和气浮转台分别垂直固定在水平大理石平台上；所述上检测头通过上检测头架固定在上检测立柱上，调整机构固定在可动调整平台的上表面，所述可动调整平台通过调整平台连接支架固定在 Z 轴立柱上，水平大理石平台通过四个隔振支撑腿支撑在隔振地基上。本发明装置具有良好的实时性，极大的提高了光刻投影物镜的装调效率。



1. 一种光刻机投影物镜镜头的装调装置,该装置包括Z轴立柱(1)、上检测立柱(2)、上检测头(3)、可动调整平台(6)、气浮转台(7)、水平大理石平台(8)、调整机构(9)、隔振支撑腿(10)和调整平台连接支架(11);其特征是,所述Z轴立柱(1)、上检测立柱(2)和气浮转台(7)分别垂直固定在水平大理石平台(8)上;所述上检测头(3)通过上检测头架(3-1)固定在上检测立柱(2)上,调整机构(9)固定在可动调整平台(6)的上表面,所述可动调整平台(6)通过调整平台连接支架(11)固定在Z轴立柱(1)上,水平大理石平台(8)通过四个隔振支撑腿(10)支撑在隔振地基上;

所述Z轴立柱(1)包括直线电机(1-1)、Z轴竖直导轨(1-2)、Z轴运动台(1-3)和Z轴底座(1-4);所述直线电机(1-1)和Z轴竖直导轨(1-2)分别固定在Z轴立柱(1)的垂直面上;所述Z轴竖直导轨(1-2)对Z轴运动台(1-3)进行运动导向;直线电机(1-1)驱动Z轴运动台(1-3)沿Z轴竖直导轨(1-2)进行垂直方向的上下运动;所述Z轴底座(1-4)固定在水平大理石平台(8)的上表面。

2. 根据权利要求1所述的一种光刻机投影物镜镜头的装调装置,其特征在于,所述上检测立柱(2)上安装有竖直导轨(2-1)和驱动机构(2-2),驱动机构(2-2)带动上检测头支架(3-1)沿竖直导轨(2-1)上下运动。

3. 根据权利要求1或2所述的一种光刻机投影物镜镜头的装调装置,其特征在于,它还包括下检测立柱(4)和下检测头(5),所述下检测立柱(4)垂直固定在水平大理石平台(8)的下表面,所述下检测头(5)固定在下检测立柱(4)上,所述上检测立柱(2)的长度在1.5m到2m之间;所述下检测立柱(4)的长度在500mm到600mm之间。

4. 根据权利要求3所述的一种光刻机投影物镜镜头的装调装置,其特征在于,所述上检测头(3)和下检测头(5)的测量中心线与气浮转台(7)的旋转中心线重合。

5. 根据权利要求1所述的一种光刻机投影物镜镜头的装调装置,其特征在于,所述气浮转台(7)的上表面与水平大理石平台(8)的上表面平行。

6. 根据权利要求1所述的一种光刻机投影物镜镜头的装调装置,其特征在于,所述可动调整平台(6)中心加工有一个通孔(6-1),所述通孔(6-1)的中心线与气浮转台(7)的旋转中心线重合;可动调整平台(6)的上表面与气浮转台(7)的上表面平行。

7. 根据权利要求1所述的一种光刻机投影物镜镜头的装调装置,其特征在于,所述调整机构(9)的个数为三个或四个,并且均匀分布在可动调整平台(6)的上表面。

8. 根据权利要求1所述的一种光刻机投影物镜镜头的装调装置,其特征在于,所述调整机构(9)包括调整基座(9-1)、调整导轨(9-2)、调整移动台(9-3)、调整杆底座(9-4)、固定螺钉(9-5)、调整杆固定接头(9-6)、调整杆(9-7)和调整头(9-8);所述调整头(9-8)固定在调整杆(9-7)的末端,调整杆(9-7)与调整杆固定接头(9-6)连接;调整杆固定接头(9-6)和调整杆底座(9-4)通过固定螺钉(9-5)固定在调整移动台(9-3)的上表面。

9. 根据权利要求8所述的一种光刻机投影物镜镜头的装调装置,其特征在于,所述调整头(9-8)末端为半圆球状。

## 一种光刻机投影物镜镜头的装调装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及深紫外光刻机投影物镜镜头制造与装调技术领域,具体涉及一种用于光刻投影物镜镜头装配、检测和调整的装调平台。

### 背景技术

[0002] 对现有光刻物镜的要求是:一、具有衍射极限的成像质量,二、高分辨率,三、大视场且畸变极小;因此,光刻投影物镜的加工、制造和装配是一个非常精密、复杂的过程。近几十年来随着半导体芯片的细微化、集成化要求的提高,人们对光刻镜头的要求也越来越高。为了实现高质量的成像性能、获得更高的分辨率,高 NA 投影光刻物镜要求光学元件具有亚微米级的空间位置精度以及极高的稳定性和可靠性。

[0003] 对于大数值孔径光刻投影物镜来说,除了完善的光学系统设计方案外,关键在于光学加工、装校、调整以及相关的测试。投影光刻物镜镜头装配的最终目标是严格按照理论设计的要求保证镜头中每个镜片的相对空间位置精度,其中最主要的是沿光轴方向的空气间隔和相邻镜片之间的偏心误差。对光学元件的空气间隔和偏心误差的检测精度往往在 1/5 到 1/10 微米之间。在投影光刻物镜镜头装配的过程中,子镜筒装配、镜筒级联装配、镜片偏心和空气间隔的检测以及单个镜片的位置调整等步骤是一个反复迭代进行的过程。并且镜片的空间位置检测以及单个镜片的位置调整具有相当高的实时性要求,因而需要采用先进的自动化超精密装调技术,设计一种集自动装配、检测和调整功能于一身的光机电一体化的装调平台。

### 发明内容

[0004] 本发明为解决现有光刻投影物镜镜头难以实现高精度装配、实时检测以及自动装调的问题,提供一种光刻机投影物镜镜头的装调装置。

[0005] 一种光刻机投影物镜镜头的装调装置,该装置包括 Z 轴立柱、上检测立柱、上检测头、可动调整平台、气浮转台、水平大理石平台、调整机构、隔振支撑腿和调整平台连接支架;所述 Z 轴立柱、上检测立柱和气浮转台分别垂直固定在水平大理石平台上;所述上检测头通过上检测头架固定在上检测立柱上,调整机构固定在可动调整平台的上表面,所述可动调整平台通过调整平台连接支架固定在 Z 轴立柱上,水平大理石平台通过四个隔振支撑腿支撑在隔振地基上;

[0006] 所述 Z 轴立柱包括直线电机、Z 轴竖直导轨、Z 轴运动台和 Z 轴底座;所述直线电机和 Z 轴竖直导轨分别固定在 Z 轴立柱的垂直面上;所述 Z 轴竖直导轨对 Z 轴运动台进行运动导向;直线电机驱动 Z 轴运动台沿 Z 轴竖直导轨进行垂直方向的上下运动;所述 Z 轴底座固定在水平大理石平台的上表面。

[0007] 本发明的工作原理:本发明所述的光刻机投影物镜镜头的装调装置以完全自动化的方式完成对光学元件位置的超高精度检测、镜框位置的高精度调整、以及子镜筒的高精密定位,本装置中所述 Z 轴立柱上配有直线电机和 Z 轴竖直导轨,用来对 Z 轴运动台进行驱

动和导向,可以实现微米量级的定位精度。所述可动调整平台通过连接支架固定在Z轴运动台上,可随着Z轴运动台上下运动。可动调整平台的中间加工有通孔,通孔的直径大于光刻投影物镜的外径尺寸,使得可动调整平台上移动的过程中可以定位在投影光刻物镜的任意高度。在整个运动的过程中,可动调整平台上表面与气浮转台的上表面始终保持平行,并且通孔的中心线与气浮转台的旋转中心线始终保持对齐。

[0008] 所述调整机构可以为多个且均匀固定在可动调整平台的上表面,在镜框位置的调整过程中,多个调整机构同时进给顶在所需调整位置的镜框上,根据各调整杆运动量的不同,通过多个接触点的位置改变从而在垂直与镜片光轴的平面内精确的调整镜框即镜片到任意目标位置。

[0009] 所述上检测立柱和下检测立柱上均配有竖直导轨和驱动机构,分别带动上检测头支架、下检测头支架和上检测头、下检测头沿竖直导轨上下运动。所述上检测头、下检测头可在镜头装配过程中,对单个镜框单元中镜片的中心偏误差进行实时测量,通过上检测头和下检测头的配合测量出单个镜片的光轴与基准轴的偏心误差。对每一个子镜筒内多个镜片进行偏心检测时,需要移动上检测头到合适的工作距离分别检测每一个光学表面的位置;如果某个镜片的测量结果显示有偏心误差,则移动可动调整平台到需要调整的镜框位置,将光学镜片调整到误差允许的范围内。采用同样的方式可对级联装调的每一级子镜筒进行偏心误差测量。随后需要对镜片的空气间隔进行测量时,将上检测头的前置物镜更换为间隔测量头,便可在偏心已经调整好的情况下对镜片间隔进行测量。镜片空气间隔的测量在镜片偏心调整好的情况下进行,这种测量方法可以避免镜片偏心误差对间隔测量精度造成的影响。在上检测头随着竖直导轨上下运动的过程中,为了获得亚微米级的偏心测量精度,上检测头的测量中心线与气浮转台的旋转中心线应始终保持重合。

[0010] 所述气浮转台配合下检测头和上检测头对单个或多组镜片的偏心误差进行测量,为了获得亚微米级的测量精度,气浮转台应具有较高的旋转精度和定位精度以及较高的支撑刚度。除了镜片的横向位置可调之外,配合可动调整平台上的调整机构和气浮转台还可实现各子镜筒之间的相对旋转。

[0011] 本发明的有益效果:本发明所述的镜头装调装置作为一个集检测、调整、控制的有机的整体,不仅可以实现单个镜片的偏心误差的高精度测量,还可对单个或多个子镜筒内所有镜片的偏心误差和空气间隔进行测量;测量结果实时的反馈给调整元件,对各镜片进行偏心调整和旋转调整,整个测量和调整是一个闭环系统,具有良好的实时性,极大的提高了光刻投影物镜的装调效率。本发明用于子镜筒装调、镜筒级联装调以及镜片偏心和空气间隔的检测,实现光刻投影物镜镜头的高精度装配公差要求。

## 附图说明

[0012] 图1为本发明所述的一种光刻机投影物镜镜头的装调装置的轴测图;

[0013] 图2为本发明所述的一种光刻机投影物镜镜头的装调装置中调整机构的轴测图。

[0014] 图中:1、Z轴立柱,1-1、直线电机,1-2、Z轴竖直导轨,1-3、Z轴运动台,1-4、Z轴底座,2、上检测立柱,2-1、竖直导轨,2-2、驱动机构,3、上检测头,3-1、上检测头支架,3-2、前置物镜,4、下检测立柱,5、下检测头,6、可动调整平台直线电机,7、气浮转台,8、水平大理石平台,9、调整机构,9-1、调整基座,9-2、调整导轨,9-3、调整移动台,9-4、调整杆固定底座,

9-5、固定螺钉,9-6、调整杆固定接头,9-7、调整杆,9-8、调整头,10、隔振支撑腿,11、调整平台连接支架。

### 具体实施方式

[0015] 具体实施方式一、结合图1和图2说明本实施方式，一种光刻机投影物镜镜头的装调装置，该装置包括Z轴立柱1、上检测立柱2、上检测头3、可动调整平台6、气浮转台7、水平大理石平台8、调整机构9、隔振支撑腿10和调整平台连接支架11；所述Z轴立柱1、上检测立柱2和气浮转台7分别垂直固定在水平大理石平台8上；所述上检测头3通过上检测头架3-1固定在上检测立柱2上，调整机构9固定在可动调整平台6的上表面，所述可动调整平台6通过调整平台连接支架11固定在Z轴立柱1上，水平大理石平台8通过四个隔振支撑腿10支撑在隔振地基上；

[0016] 所述Z轴立柱1包括直线电机1-1、Z轴竖直导轨1-2、Z轴运动台1-3和Z轴底座1-4；所述直线电机1-1和Z轴竖直导轨1-2分别固定在Z轴立柱1的垂直面上；Z轴竖直导轨1-2的数目为两个，所述Z轴竖直导轨1-2对Z轴运动台1-3进行运动导向；直线电机1-1驱动Z轴运动台1-3沿Z轴竖直导轨1-2进行垂直方向的上下运动；运动精度在微米量级。所述Z轴底座1-4固定在水平大理石平台8的上表面。

[0017] 本实施方式所述的Z轴立柱1的高度可根据光刻投影物镜镜头长度的大小设计不同的值，Z轴立柱1的高度大于光刻投影物镜镜头的总体长度。

[0018] 本实施方式中所述的上检测立柱2上安装有竖直导轨2-1和驱动机构2-2，驱动机构2-2带动上检测头支架3-1沿竖直导轨2-1上下运动。所述驱动机构2-2可以是电机带动滚珠丝杠的方式也可以是直线电机驱动方式。

[0019] 本实施方式中还包括下检测立柱4和下检测头5，所述下检测立柱4垂直固定在水平大理石平台8的下表面，所述下检测头5通过下检测头支架固定在下检测立柱4上。所述下检测立柱4结构同上检测立柱2相似，两者的不同之处在于上检测立柱2的长度大于下检测立柱4的长度。上检测立柱2的长度在1.5m到2m之间，其行程能够涵盖对每一片镜片的检测，所述下检测立柱4的长度在500mm到600mm之间，能够完成对投影光刻物镜底部镜片的检测。

[0020] 本实施方式所述的可动调整平台6中心加工有一个通孔6-1，可动调整平台6通过调整平台连接支架11固定在Z轴运动台1-3上，可随着Z轴运动台1-3在竖直方向上运动。可动调整平台6的上表面与气浮转台7的上表面平行，并且在可动调整平台6上下运动的过程中通孔6-1的中心线与气浮转台7的中心线始终保持重合。

[0021] 本实施方式中所述的调整机构9包括调整基座9-1、调整导轨9-2、调整移动台9-3、调整杆固定底座9-4、固定螺钉9-5、调整杆固定接头9-6、调整杆9-7和调整头9-8；调整机构9通过螺钉固定在可动调整平台6的上表面，三个调整机构9以120°的间隔均布在可动调整平台6的上表面。结合图2，调整头9-8固定在调整杆9-7的末端，调整杆9-7与固定接头9-6连接在一起；调整杆固定接头9-6和调整杆固定底座9-4通过固定螺钉9-5固定在调整移动台9-3的上表面。调整导轨9-2通过内部滑块对调整移动台9-3实现运动导向，调整移动台9-3可沿调整杆9-7的轴向进给和后退。调整基座9-1内部配有电机和滚珠丝杠驱动副或者压电陶瓷促动器，用来驱动调整移动台9-3运动。所述三个调整机构

9 同时作用顶在所需调整位置的镜框上,根据各调整移动台 9-3 运动量的不同,便可实现对镜框在垂直与镜片光轴的平面内任意位置的调整。

[0022] 本实施方式所述的调整头 9-8 末端为半圆球状,以保证调整头与镜框外圆面的始终是点接触。

[0023] 本实施方式中所述调整机构 9 的个数不局限于三个,根据不同应用场合,调整机构 9 可以是四个。所述调整机构 9 的运动范围可根据镜头尺寸的大小设计不同的值,其最终功能是可以实现对光刻投影物镜镜头中每一片透镜的位置调整。

[0024] 本实施方式中所述的上检测头 3 可在镜头装配过程中对镜片的中心偏误差或者镜片空气间隔进行实时测量,在上检测头 3 随着竖直导轨 2-1 上下运动的过程中,上检测头 3 的测量中心线与气浮转台 7 的旋转中心线始终保持重合。在光刻投影物镜镜头的装配过程中,首先对每一个装夹在气浮转台 7 上的子镜筒进行偏心检测:移动上检测头 3 到合适的位置分别检测每一个光学表面的位置,根据测量的结果移动可动调整平台 6 到需要调整的镜框的高度,驱动三个调整机构 9 至所需位置,将光学镜片调整到误差允许的范围内。随后需要对镜片的空气间隔进行测量时,将上检测头 3 的前置物镜 3-2 更换为间隔测量头,便可在偏心已经调整好的情况下对镜片间隔进行测量。这种测量方法可以避免偏心调整之前各镜片之间的偏心误差对间隔测量精度造成的影响。所述下检测头 5 的测量原理和结构和上检测头 3 相同。

[0025] 本实施方式中所述的气浮转台 7 的上表面与水平大理石平台 8 的上表面平行。所述气浮转台 7 具有较高的旋转精度和定位精度,以配合下检测头 5 和上检测头 3 实现对多组镜片的偏心误差测量。所述气浮转台 7 还具有较高的支撑刚度,能够支撑整个光刻投影物镜而不发生倾斜或沿光轴方向的变形。气浮转台 7 还可配合可动调整平台 6 和调整机构 9 实现各子镜筒之间的相对旋转:首先将可动调整平台 6 移动到所需旋转的子镜筒的相应位置,同时驱动三个调整机构 9 夹紧子镜筒,旋转气浮转台 7 至一定的角度,此时被夹紧子镜筒和下级子镜筒之间便产生了相对的角度位移量。

[0026] 本实施方式中所述的水平大理石平台 8 由四个隔振支撑腿 10 支撑在隔振地基上,所述隔振支撑腿 10 可采用被动或主动隔振方式隔离外界环境振动对装调平台的影响。为了获得更好的隔振效果,隔振支撑腿 10 也可采用主动隔振的方式。所述水平大理石平台 8 不仅对 Z 轴立柱 1、上检测立柱 2、下检测立柱 4 和气浮转台 7 起到支撑固定的作用,还可隔离各组件之间由运动部件的振动产生相互影响。

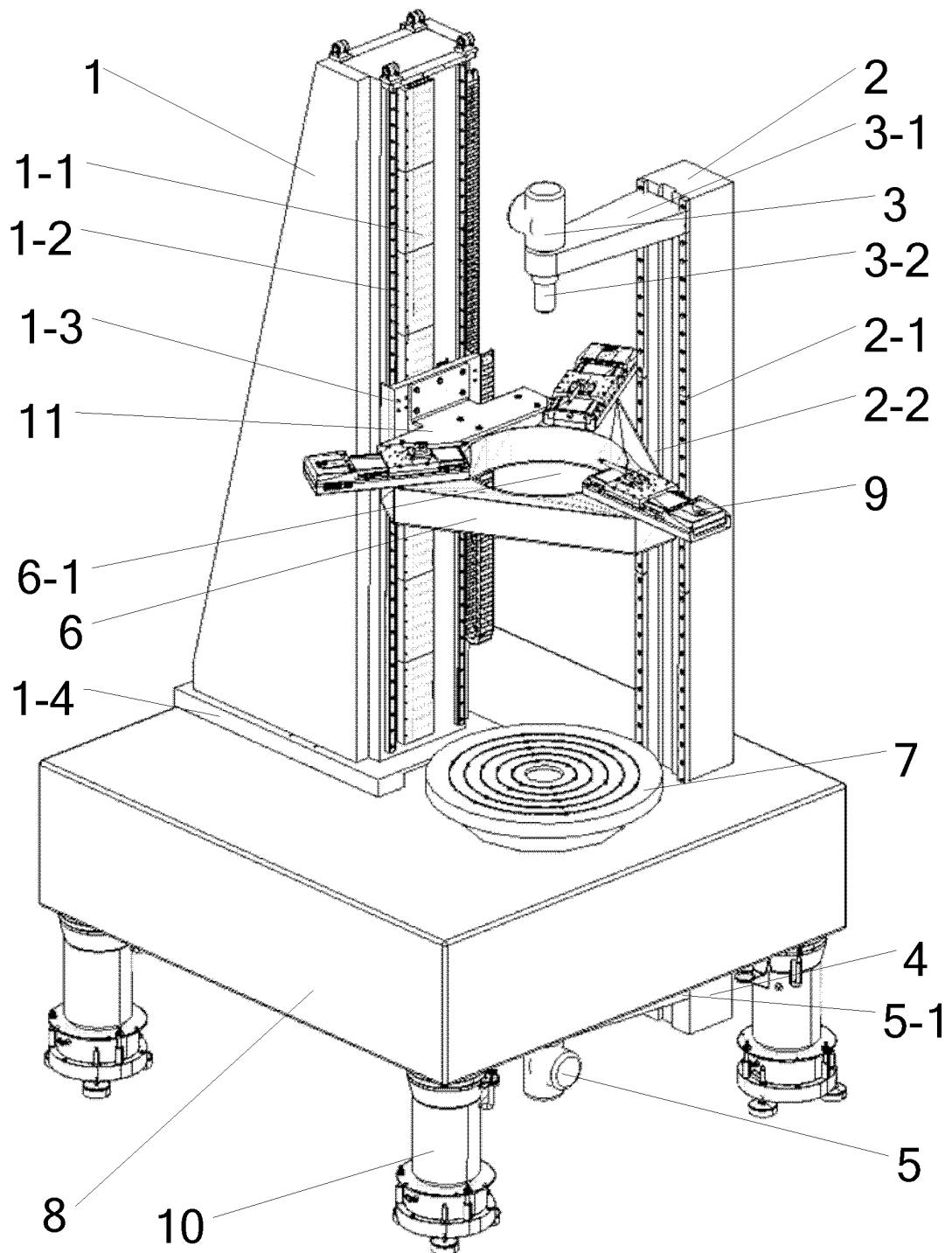


图 1

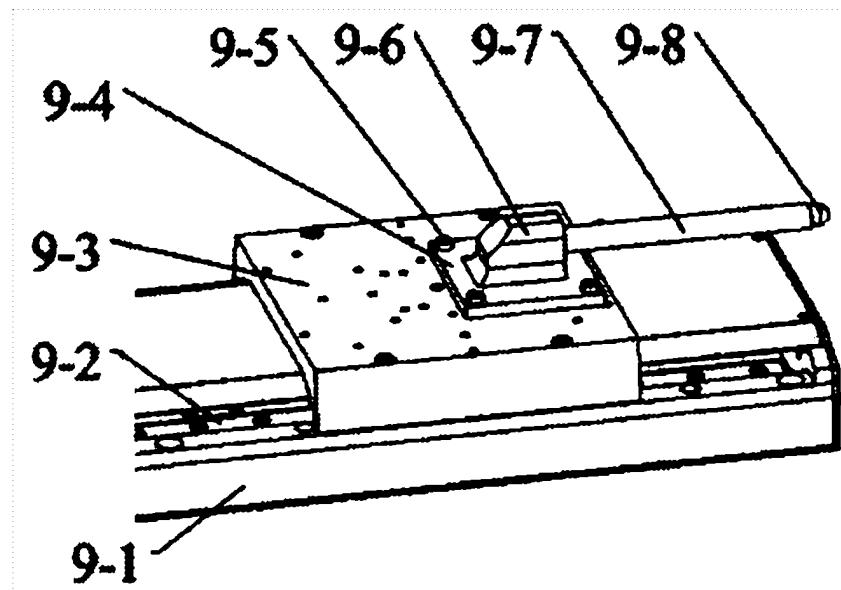


图 2