

一种非接触式扫描镜转角和转速测试系统

申请号：[201210268287.7](#)

申请日：2012-07-31

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 [颜昌翔 王洋](#)

主分类号 [G01C1/00\(2006.01\)I](#)

分类号 [G01C1/00\(2006.01\)I](#) [G01P3/36\(2006.01\)I](#)

公开(公告)号 [102778219A](#)

公开(公告)日 [2012-11-14](#)

专利代理机构 [长春菁华专利商标代理事务所 22210](#)

代理人 [刘树清](#)



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102778219 B

(45) 授权公告日 2014. 07. 09

(21) 申请号 201210268287. 7

(22) 申请日 2012. 07. 31

(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 颜昌翔 王洋

(74) 专利代理机构 长春菁华专利商标代理事务所 22210

代理人 刘树清

(51) Int. Cl.

G01C 1/00(2006. 01)

G01P 3/36(2006. 01)

(56) 对比文件

US 005467121 A, 1995. 11. 14, 全文.

张雷等. 摆动扫描式红外地球敏感器测试系

统及其关键技术研究. 《长春理工大学学报(自然科学版)》. 2009, 第 32 卷(第 1 期), 全文.

汪逸群等. 成像光谱仪扫描镜运动准确度测量. 《光子学报》. 2012, 第 41 卷(第 2 期), 全文.

审查员 吴腊红

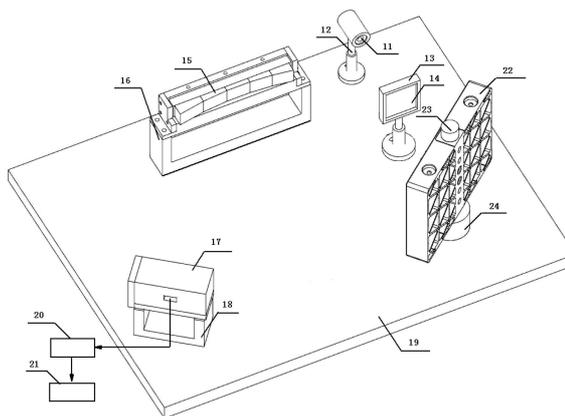
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54) 发明名称

一种非接触式扫描镜转角和转速测试系统

(57) 摘要

一种非接触式扫描镜转角和转速测试系统, 属于光电检测技术领域中的非接触式测试系统。要解决的技术问题: 提供一种非接触式扫描镜转角和转速测试系统。解决的技术方案包括: 半导体激光器、滤光片、阵列平面反射镜、CCD 接收器件、检测系统基板、CCD 处理电路、计算机、被检测扫描镜等。半导体激光器、滤光片、被检测的扫描镜、阵列平面反射镜和 CCD 接收器件都安装在检测系统基板上, 阵列平面反射镜和被检测的扫描镜相对安装, 阵列平面反射镜和 CCD 接收器件相对安装, 四者的工作面水平中线在同一高度的平面上。该测试系统, 精度高, 测角范围大, 避免了接触式测量的阻力矩干扰, 提高了低速扫描镜转角和转速测量的准确度。



1. 一种非接触式扫描镜转角和转速测试系统,包括:半导体激光器(11)、滤光片(14)、CCD 接收器件(17)、CCD 处理电路(20)、计算机(21)、扫描镜(22)、驱动电机(24);其特征在于还包括:半导体激光器可调支座(12)、滤光片支架(13)、阵列平面反射镜(15)、阵列平面反射镜基座(16)、CCD 接收器件基座(18)、检测系统基板(19)、被检测扫描镜转轴(23);其中,阵列平面反射镜(15)包括:第一平面反射镜(25)、第二平面反射镜(26)、第三平面反射镜(27)、第四平面反射镜(28)和第五平面反射镜(29);CCD 处理电路(20)包括:CCD 接收器件(17)、驱动模块(30)、视频处理器(31)、控制单元(32)、配置可编程只读存储器(33)、晶振(34)、差分芯片(35)、RS-422 串行通信接口(36)、电源(37)和二次电源模块(38);被检测的扫描镜(22)安装在检测系统基板(19)上,使被检测扫描镜转轴(23)垂直于检测系统基板(19),被检测扫描镜(22)能绕扫描镜转轴(23)转动,驱动电机(24)和扫描镜转轴(23)同轴固连;半导体激光器可调支座(12)安装在检测系统基板(19)上,半导体激光器(11)安装在半导体激光器可调支座(12)上,使半导体激光器(11)发射激光束的光轴平行于检测系统基板(19)的工作面,垂直入射到滤光片(14)上,激光束经过滤光片(14)指向被检测扫描镜(22)的反射面;滤光片(14)安装在滤光片支架(13)上,滤光片支架(13)安装在检测系统基板(19)上,滤光片(14)的工作面垂直于检测系统基板(19);阵列平面反射镜(15)从右至左依次为第一平面反射镜(25)、第二平面反射镜(23)、第三平面反射镜(27)、第四平面反射镜(28)和第五平面反射镜(29),构成一字形排列的阵列,它们的后表面在同一平面上,安装在阵列平面反射镜基座(16)上,阵列平面反射镜(15)的工作反射面都为平面;阵列平面反射镜基座(16)安装在检测系统基板(19)上,使阵列平面反射镜(15)的反射面与被检测扫描镜(22)的反射面相对;CCD 接收器件基座(18)安装在检测系统基板(19)上,CCD 接收器件(17)安装在 CCD 接收器件基座(18)上,使 CCD 接收器件(17)的光敏面与阵列平面反射镜(15)的反射面相对安装;同时,要使半导体激光器(11)发射激光束的光轴、滤光片(14)工作平面的水平中线、被检测扫描镜(22)的反射面水平中线、阵列平面反射镜(15)的反射面水平中线、CCD 接收器件(17)的光敏面水平中线在同一高度的水平面上,在这个水平面上设有直角坐标系 xoy 面, xoy 面与检测系统基板(19)是相互平行的;阵列平面反射镜(15)中的第一平面反射镜(25)、第二平面反射镜(26)、第三平面反射镜(27)、第四平面反射镜(28)和第五平面反射镜(29)的反射面在 xoy 面上的投影是同一个椭圆的一系列切线段,两两相接,五块平面反射镜通过阵列平面反射镜基座(16)固定在一起,被检测扫描镜转轴(23)的回转中心和 CCD 接收器件(17)的竖直中心线分别位于 xoy 面内与阵列平面反射镜相切椭圆的两个焦点 F_1 、 F_2 处;CCD 处理电路(20)通过 CCD 接收器件(17)的接口和 CCD 接收器件(17)相连。

一种非接触式扫描镜转角和转速测试系统

技术领域

[0001] 本发明属于光电检测技术领域涉及的一种非接触式扫描镜转角和转速测试系统。

背景技术

[0002] 星载超光谱成像是基于天基平台的新一代探测设备,它兼有成像和光谱探测的优点,因此在遥感和其他科技领域有着广泛的应用。超光谱成像是地面目标推扫成像时,由于飞行器飞行速度很高,探测器上每个像元接收地面目标辐射的时间(积分时间)很短,当地面目标较暗时,探测器的信噪比将很低,为了降低对探测器高帧频的要求,增加仪器对某些特定暗目标的观测能力,可在超光谱成像是设置一扫描镜使其逆飞行方向旋转,实现对特定目标的运动补偿,以增加目标在探测器上的积分时间。

[0003] 扫描镜转动时的转速波动会直接影响超光谱成像是的成像质量,如果扫描镜的转速波动超出了容许的误差范围,满足不了指定的性能指标,将极大地降低超光谱成像是的成像质量,导致分辨率下降和图像变形、扭曲等现象。要保证超光谱成像是的成像质量,务必要使扫描镜的转速波动满足性能指标要求,由于飞行器位置的变化、扫描镜指向角度的变化等,导致扫描镜补偿运动是一个非常复杂的运动过程,要检测扫描镜转速波动情况,就要求有一套高精度的检测系统能对扫描镜的转动速度进行精确检测。

[0004] 长春光机所用于检测扫描镜转速的系统是应用光电轴角编码器进行检测,这种接触式测量对于编码器精度要求很高,价格昂贵,且存在接触式测量无法克服的一些缺点。

[0005] 与本发明最为接近的已有技术是长春理工大学张国玉等人在《光学学报》2007年27卷第五期875-881页发表的“红外地球星敏传感器扫描镜摆角激光动态测试方法”,如图1所示,该系统包括:半导体激光器1、柱面镜2、扫描接收光学系统3、滤光片4、CCD接收器件5、处理电路6、计算机7、红外地球星敏传感器扫描镜8、驱动电机9、红外地球星敏传感器扫描镜转轴10。

[0006] 该系统的工作原理是:从半导体激光器1发出的激光经由柱面镜2后,形成一长条形细光束入射到扫描镜8上,由扫描镜8反射后的光线经扫描接收光学系统3和滤光片4入射到CCD接收器件5的光敏面上,当扫描镜8在驱动电机9的驱动下摆动时,其像点在CCD接收器件5上的位置也随之变化,该位置信息经CCD处理电路6处理后,送入计算机7数据采集系统进行数据采集,可得到被测信息的位置与能量参量值。将其代入建立好的数学模型,关系式为: $\phi = 1/2 \arctan(h/f)$,其中 ϕ 为被检测扫描镜8的摆角,是时间 t 的函数; h 为CCD接收器件5光敏面上光斑中心相对于CCD中心的高度; f 为扫描接收光学系统3的焦距。对时间 t 设定采样时间间隔,则测出一系列 h 值,就可给出相应的角度,从而完成角位移的测量,通过计算机数据处理软件可得到扫描镜摆角与时间的坐标曲线。

[0007] 该系统的摆角测量分辨率和动静态测量精度较低,无法满足超光谱成像是扫描镜对于检测系统的分辨率和精度的要求。

发明内容

[0008] 为克服已有技术的缺陷,本发明目的在于要保证超光谱成像仪的成像质量和精度要求,特设计一种用于检测超光谱成像仪扫描镜转角和转速的检测系统。

[0009] 本发明要解决的技术问题是:提供一种非接触式扫描镜转角和转速测试系统。解决技术问题的技术方案如图 2 所示,包括:半导体激光器 11、半导体激光器可调支座 12、滤光片支架 13、滤光片 14、阵列平面反射镜 15、阵列平面反射镜基座 16、CCD 接收器件 17、CCD 接收器件基座 18、检测系统基板 19、CCD 处理电路 20、计算机 21、被检测扫描镜 22、被检测扫描镜转轴 23、驱动电机 24;其中,阵列平面反射镜 15 的结构如图 3 所示,包括:第一平面反射镜 25、第二平面反射镜 26、第三平面反射镜 27、第四平面反射镜 28 和第五平面反射镜 29;CCD 处理电路 20 的结构如图 4,包括:CCD 接收器件 17、驱动模块 30、视频处理器 31、控制单元 32、配置可编程只读存储器 33、晶振 34、差分芯片 35、RS-422 串行通信接口 36、电源 37 和二次电源模块 38。

[0010] 被检测的扫描镜 22 安装在检测系统基板 19 上,使被检测扫描镜转轴 23 垂直于检测系统基板 19,被检测扫描镜 22 能绕扫描镜转轴 23 转动,驱动电机 24 和扫描镜转轴 23 同轴固连,驱动电机 24 带动被检测扫描镜 22 转动;半导体激光器可调支座 12 安装在检测系统基板 19 上,半导体激光器 11 安装在半导体激光器可调支座 12 上,使半导体激光器 11 发射激光束的光轴平行于检测系统基板 19 的工作面,垂直入射到滤光片 14 上,激光束经过滤光片 14 指向被检测扫描镜 22 的反射面;滤光片 14 安装在滤光片支架 13 上,滤光片支架 13 安装在检测系统基板 19 上,滤光片 14 的工作面垂直于检测系统基板 19;阵列平面反射镜 15 从右至左依次为第一平面反射镜 25、第二平面反射镜 26、第三平面反射镜 27、第四平面反射镜 28 和第五平面反射镜 29,构成一字形排列的阵列,它们的后表面在同一平面上,安装在阵列平面反射镜基座 16 上,阵列平面反射镜 15 的工作反射面都为平面;阵列平面反射镜基座 16 安装在检测系统基板 19 上,使阵列平面反射镜 15 的反射面与被检测扫描镜 22 的反射面相对;CCD 接收器件基座 18 安装在检测系统基板 19 上,CCD 接收器件 17 安装在 CCD 接收器件基座 18 上,使 CCD 接收器件 17 的光敏面与阵列平面反射镜 15 的反射面相对安装;同时,要使半导体激光器 11 发射激光束的光轴、滤光片 14 工作平面的水平中线、被检测扫描镜 22 的反射面水平中线、阵列平面反射镜 15 的反射面水平中线、CCD 接收器件 17 的光敏面水平中线在同一高度的水平面上,在这个水平面上设有直角坐标系 xoy 面, xoy 面与检测系统基板 19 是相互平行的;阵列平面反射镜 15 中的第一平面反射镜 25、第二平面反射镜 26、第三平面反射镜 27、第四平面反射镜 28 和第五平面反射镜 29 的反射面在 xoy 面上的投影是同一个椭圆的一系列切线段,两两相接,五块平面反射镜通过阵列平面反射镜基座 16 固定在一起,被检测扫描镜转轴 23 的回转中心和 CCD 接收器件 17 的竖直中心线分别位于 xoy 面内与阵列平面反射镜相切椭圆的两个焦点 F_1 、 F_2 处;CCD 处理电路 20 通过 CCD 接收器件 17 的接口和 CCD 接收器件 17 相连。CCD 处理电路 20 的工作原理:电源 37 经过二次电源模块 38 转换成 CCD 处理电路 20 中各个模块的工作电压,晶振 34 为控制单元 32 提供所需要的时钟频率,控制单元 32 上电后通过配置可编程只读存储器 33 读取控制程序。计算机 21 通过 RS-422 串行通信接口 36 发送工作指令给控制单元 32,控制单元 32 收到指令后,通过驱动模块 30 发送驱动时序驱动 CCD 接收器件 17,CCD 接收器件 17 采集的视频信号经视频处理器 31 处理后发送给控制单元 32,控制单元 32 将并行数据通过差分芯片

35 转换成差分信号后发送给计算机 21。

[0011] 本发明的工作原理：该测试系统是将扫描镜转过角度对时间进行差商，首先测量扫描镜转角，然后间接求扫描镜的转速。根据椭圆的一个特殊性质：从椭圆一个焦点发出的光线经椭圆面上一点反射后反射至椭圆另一个焦点。原理图如图 5 所示，在一个直角坐标系 xoy 中，以原点为中心画一个参考椭圆 39，阵列平面反射镜 15 中的第一平面反射镜 25、第二平面反射镜 26、第三平面反射镜 27、第四平面反射镜 28 和第五平面反射镜 29 分别和参考椭圆 39 相切，两两相接。被检测扫描镜转轴 23 的回转中心和 CCD 接收器件 17 的竖直中心线分别在椭圆的两个焦点 F_1 、 F_2 处，当被检测扫描镜 22 在位置 a 时，此时对应被检测扫描镜 22 与 X 轴的夹角为 ϕ_1 ，由半导体激光器 11 发出的激光束垂直入射到滤光片 14 上，经过滤光片 14 透射后入射到被检测扫描镜 22 上，激光束经被检测扫描镜 22 反射后至第一平面反射镜 24 的右端点 K_1 ，再经第一平面反射镜 24 反射的光束在 CCD 接收器件 17 的光敏面上 Q_2 点成像；当被检测扫描镜 22 由驱动电机 24 带动绕转轴 23 转动至位置 b 时，此时对应被检测扫描镜 22 的转角为 ϕ' ，激光束经过滤光片 14 后经被检测扫描镜 22 反射后，反射至第一平面反射镜 24 与椭圆的切点 K' ，由椭圆的性质，激光束在 CCD 接收器件 17 上的像点为椭圆的左焦点 F_2 ；当被检测扫描镜 22 绕转轴 23 转动至位置 c 时，此时对应被检测扫描镜 22 的转角为 ϕ_2 ，激光束经第一平面反射镜 25 的左端点 K_2 反射后在 CCD 接收器件 17 上的像点移动至 Q_1 点。被检测扫描镜 22 绕转轴 23 继续旋转，光束将会反射至第二平面反射镜 26 的右端点 K_2 （与第一平面反射镜 25 左端点重合，对应扫描镜 22 还在位置 c），这时由于第二平面反射镜 26 相对于第一平面反射镜 25 角度位置的变化，CCD 接收器件 17 上的像点将会重新移动至 Q_2 点，在被检测扫描镜 22 继续转动至位置 d（对应扫描镜转角为 ϕ_3 ）的过程中，CCD 接收器件 17 上的像点会继续向 Q_1 点移动，被检测扫描镜 22 绕扫描镜转轴 23 连续转动过程中光束经过第三平面反射镜 27、第四平面反射镜 28 及第五平面反射镜 29 时原理同上。通过此种方式，采用五块平面反射镜构成的阵列平面反射镜 15，可以对所测角度进行分段连续测量，利用椭圆的特殊性质设计各片平面反射镜间的位置和角度关系，在 CCD 接收器件 17 光敏面长度一定的情况下，扩大了测角范围，同时又不降低精度。通过 CCD 处理电路 20 和计算机 21 对 CCD 接收器件 17 接收的激光信号进行数据采集和处理，即可计算被检测扫描镜 22 转动角度与 CCD 接收器件 17 上像点位置的对应关系，然后根据 CCD 接收器件 17 的积分时间作出被检测扫描镜 22 转角和时间的关系曲线，即可实现对超光谱成像仪扫描镜转角和转速的动态连续测量。

[0012] 本发明的有益效果：

[0013] a)、本发明所述的转速检测系统，成本低，精度高，测角范围大，实现大范围高精度对扫描镜转角和转速的连续测量；

[0014] b)、采用光斑为一字线的半导体激光器，解决了圆形激光光斑由于装调和加工误差致使线阵 CCD 无法接收到光斑或光斑位置波动导致测量精度降低的问题；

[0015] c)、利用椭圆性质设计的阵列平面反射镜转折光线，达到了利用一片线阵 CCD 循环反复成像扩大测角范围的效果；

[0016] d)、非接触式测量方式，避免了接触式测量的阻力矩干扰，提高了低速扫描镜转速测量的准确度；

附图说明

- [0017] 图 1 是已有技术的测试系统的结构示意图；
[0018] 图 2 是本发明的测试系统的结构示意图；
[0019] 图 3 是本发明的测试系统的阵列平面反射镜结构示意图；
[0020] 图 4 为本发明的测试系统的 CCD 处理电路原理结构示意图；
[0021] 图 5 为本发明的测试系统的工作原理说明示意图。

具体实施方式

[0022] 本发明按图 2 和图 3 所示的结构实施,其中半导体激光器 11 采用光斑为一字线的半导体激光器,波长为 635nm;半导体激光器可调支座 12 为与半导体激光器 11 配套购买的高低可调整座;阵列平面反射镜 15 中的第一平面反射镜 25、第二平面反射镜 26、第三平面反射镜 27、第四平面反射镜 28 和第五平面反射镜 29 采用光学稳定性较好的 K4 玻璃加工,工作反射面镀铝膜,五块反射镜通过环氧树脂胶将背面粘在阵列平面反射镜基座 16 上,构成阵列平面反射镜 15;阵列平面反射镜基座 16 是采用 A1 加工的固定座;CCD 接收器件 17 采用柯达公司的线阵 CCD;CCD 接收器件基座 18 按照 CCD 外壳尺寸设计、用 A1 加工的固定座;被检测扫描镜 22 的材质采用 SiC,反射面镀银膜,反射率不低于 98%,扫描镜 22 绕扫描镜转轴 23 的转动速度为 $0.2 \sim 0.4^{\circ} /s$,转角范围为 22.5° ,要求其转动速度绝对误差不大于 $\pm 0.017^{\circ} /s$,通过调整阵列平面反射镜 15 中平面反射镜数量可以改变本系统测角范围,测角范围可达 30° 。

[0023] 系统的分辨率(σ)由 CCD 接收器件的像元尺寸(μ)和光线传播的距离 $2a$,即参考椭圆轨迹的长轴二倍决定, $\sigma = \mu / 2a$,所以在确定了线阵 CCD 之后,设计参考椭圆的长轴(即光线的传播距离)就可以确定系统的分辨率。

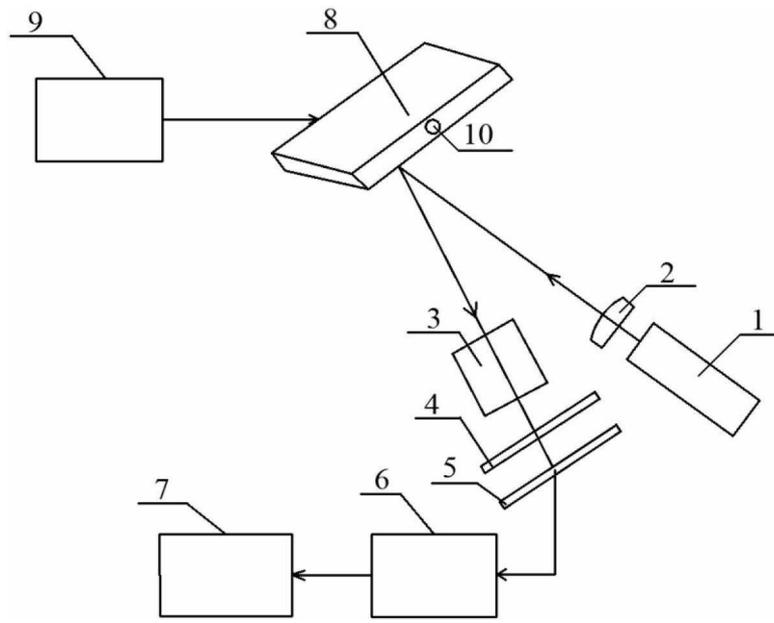


图 1

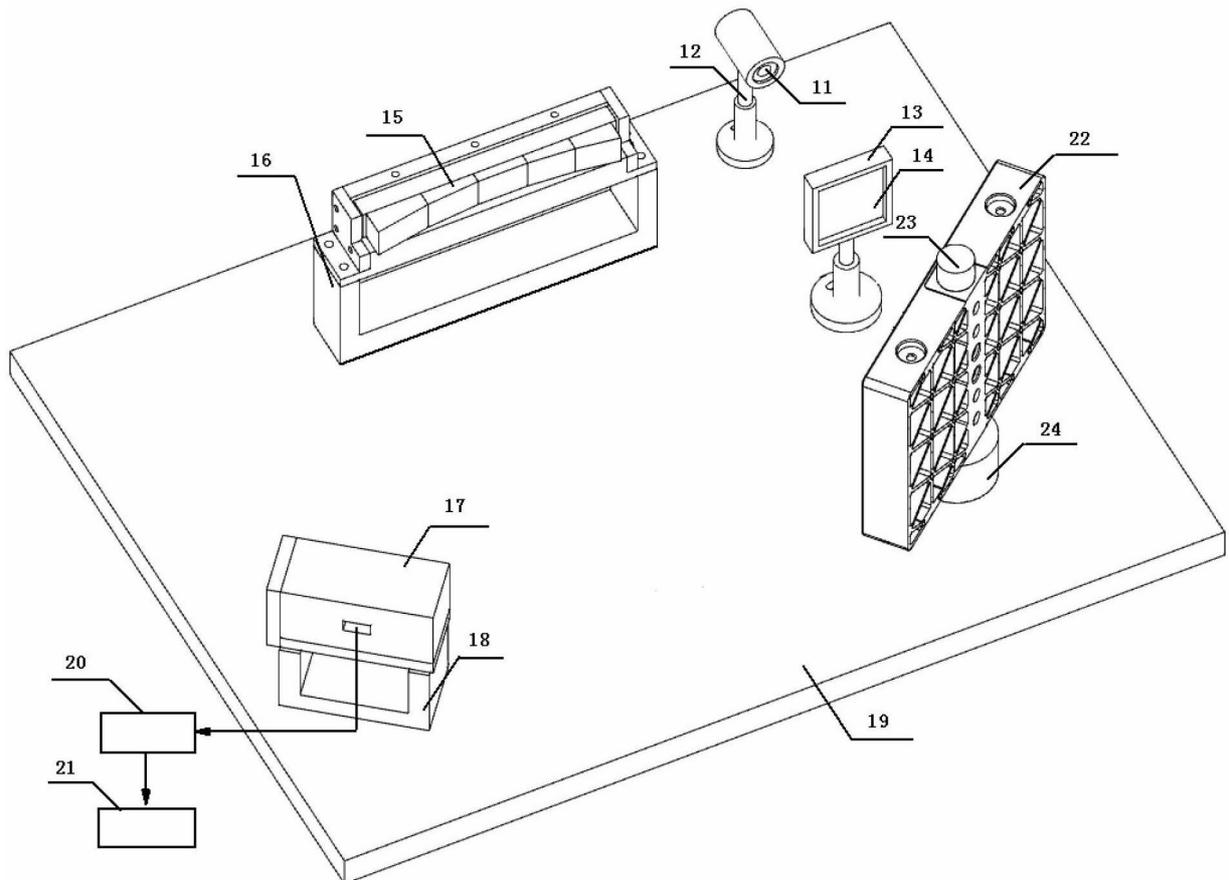


图 2

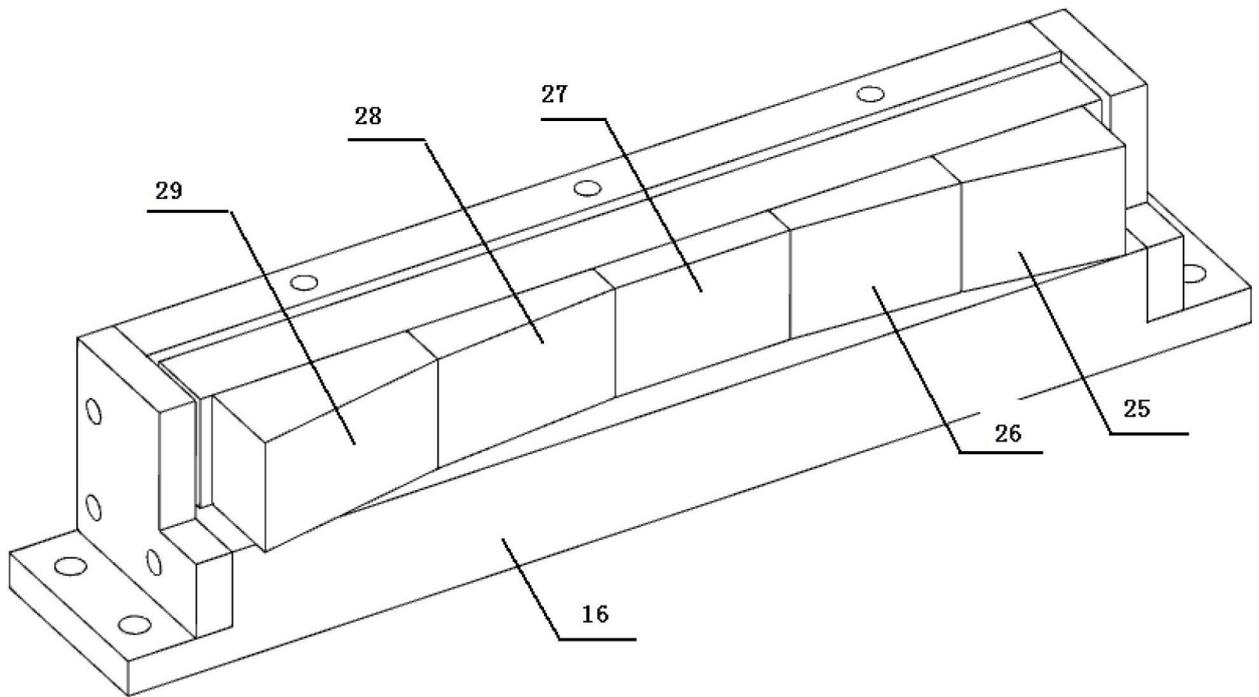


图 3

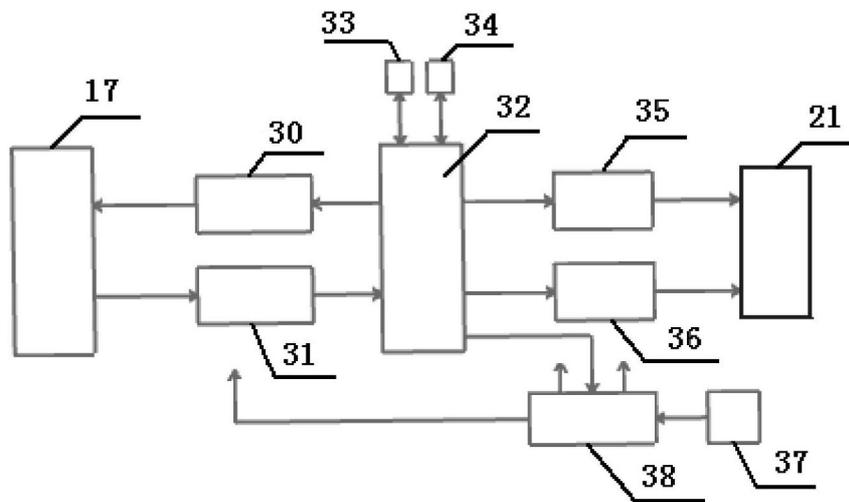


图 4

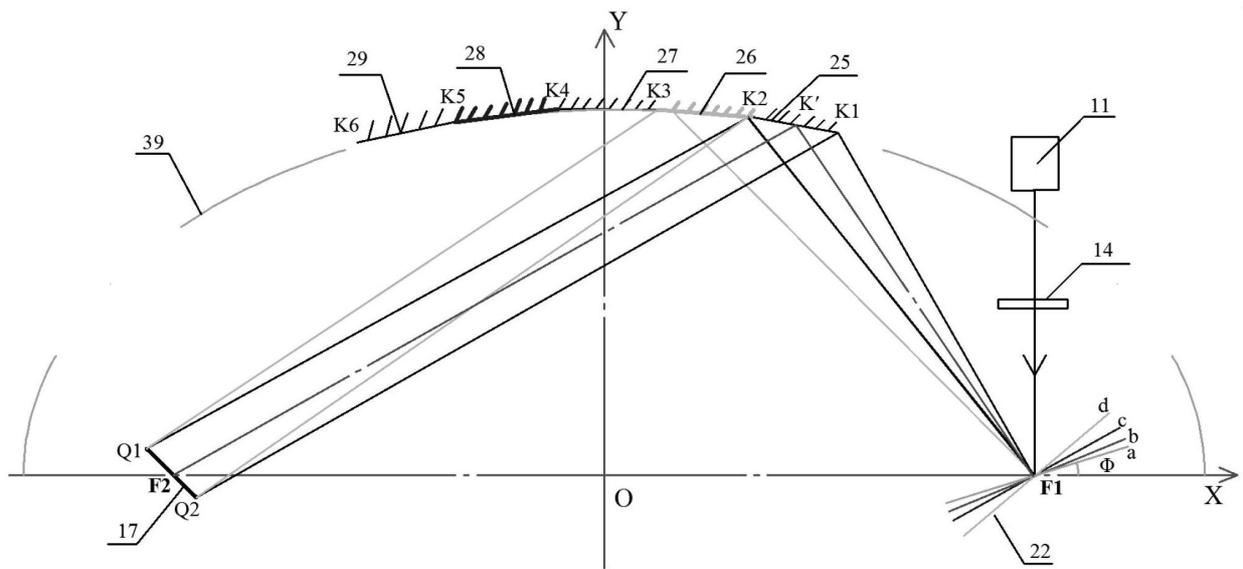


图 5