

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl<sup>7</sup>



# [12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200510016765.5

G01J 3/02

G01J 3/12

G01J 3/18

G01J 3/28

[43] 公开日 2005 年 10 月 26 日

[11] 公开号 CN 1687721A

[22] 申请日 2005.4.30

[21] 申请号 200510016765.5

[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 130031 吉林省长春市东南湖大路 16 号

[72] 发明人 李福田 李志刚 巢志成 卢启鹏  
林雪松

[74] 专利代理机构 长春科宇专利代理有限责任公司  
代理人 梁爱荣

权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 2 页

[54] 发明名称 用于高空气球试验的小型化紫外光谱辐射计的制作工艺

## [57] 摘要

本发明属于光谱仪器技术领域，本发明用于高空气球试验的小型化紫外光谱辐射计的制作工艺：将光学系统中的光学元件分别粘接在支架上，再与壳体固定；波长机构转动丝杠、螺母和摆杆，可以在 180nm - 400nm 范围进行波长扫描，采样间隔 0.1nm；光栅支架、螺母、摆杆、丝杠及壳体所选用材料的线膨胀系数相匹配；探测器与探测器壳之间及高压电源内部采用硅胶灌封。本发明解决了传统紫外光谱辐射计高低温、高真空及冲击振动影响整机性能的缺点；能承受高空气球试验搭载所要求的 -60℃ 低温条件并保证波长精度不变；防止真空放电，并且提高整机的信噪比；反射镜数量少，能量损失小，相对孔径大，聚光能力强，由于本发明采用中间狭缝，使杂散光减小。

知识产权出版社出版

I S S N 1 0 0 8 - 4 2 7 4

1、用于高空气球试验的小型化紫外光谱辐射计的制作工艺，其特征工艺步骤如下：

A.首先将光学系统中的入射狭缝、中间狭缝、出射狭缝、第一块凹球面光栅、反射镜组、第二块凹球面光栅分别粘接在支架上；

B.将步骤 A 中含有支架的第一块凹球面光栅、反射镜组、第二块凹球面光栅固定到壳体上，太阳和大气辐射光通过入射狭缝入射到第一块凹球面光栅，经衍射到反射镜组，通过中间狭缝，经第二块凹球面光栅再次衍射，由出射狭缝出射单色光，丝杠、螺母和摆杆转动第一块凹球面光栅和第二块凹球面光栅，使单色光在 180nm-400nm 范围进行扫描，采样间隔 0.1nm；

C.将步骤 B 中的第一块凹球面光栅和第二块凹球面光栅的支架、螺母、摆杆、丝杠、壳体材料的线膨胀系数相匹配，第一块凹球面光栅和第二块凹球面光栅的支架、螺母和摆杆采用耐腐蚀不锈钢材料，丝杠采用耐热不锈钢材料、壳体采用超硬铝材料；

D.再将探测器置于探测器壳内，在探测器与探测器壳之间采用硅胶灌封，使步骤 B 中出射的单色光由探测器接收并转变为电信号；

E.将电控系统中高压电源采用硅胶灌封，将步骤 D 的电信号馈送到电控系统，经处理后得到含有紫外光谱的图像，则完成用于高空气球试验的小型化紫外光谱辐射计的制作。

2、根据权利要求 1 所述的用于高空气球试验的小型化紫外光谱辐射计的制作工艺，其特征在于：在步骤 C 中的丝杠和螺母上设一限位槽，间隙为 0.5mm。

3、根据权利要求 1 所述的用于高空气球试验的小型化紫外光谱辐射计的制作工艺，其特征在于：在步骤 B 中的硅胶将光学系统中的第一块凹球面光栅、反射镜组、第二块凹球面光栅分别固定到支架内，支架内壁设有导胶槽，支架周围设有注胶孔。

## 用于高空气球试验的小型化紫外光谱辐射计的制作工艺

### 技术领域：

本发明属于光谱仪器技术领域，涉及应用于高空气球试验的小型化紫外光谱辐射计系统。

### 背景技术：

近二、三十年，国际上太阳/大气紫外波段光谱观测研究十分活跃。为适应国际上的发展和国内相关研究的需要，80年代末在863-2项目支持下，长春光机所研制成太阳/大气紫外光谱辐射计并开展了长期的太阳/大气紫外光谱地面观测，取得许多有价值的资料。90年代初，展开太阳/大气紫外波段光谱高空气球观测试验。传统的地面太阳/大气紫外光谱辐射计已不能适用于高空气球试验。由于高空环境所限，它不能承受高低温和高真空（最低温度约为-60℃、真空度约为数毫米汞柱）；它不能耐冲击振动。它的结构包括：凹面光栅双单色仪、探测器及电控系统。其中单色仪中的波长扫描机构的机械材料为普通45#钢，受温度影响波长变化较大；探测器没有采用高真空灌封，并且光学件的固定采用传统的机械固定。

### 发明内容：

为了解决上述背景技术中不能承受高低温和高真空、不能耐冲击振动、不能保证安全回收和重复使用的问题，为此，本发明将要在能源所限的条件下，提供一种高性能、小型化、能承受高低温和真空、能耐冲击振动、保证安全回收和重复使用的适应高空气球试验的小型化紫外光

谱辐射计系统的制作工艺。

本发明的工艺步骤如下：

A.首先将光学系统中的入射狭缝、中间狭缝、出射狭缝、第一块凹球面光栅、反射镜组、第二块凹球面光栅分别粘接在支架上；

B.将步骤 A 中含有支架的第一块凹球面光栅、反射镜组、第二块凹球面光栅固定到壳体上，组成光学系统，太阳和大气辐射光通过入射狭缝，入射到第一块凹球面光栅，经衍射到反射镜组，通过中间狭缝，经第二块凹球面光栅再次衍射，由出射狭缝出射单色光。经丝杠、螺母和摆杆转动第一块凹球面光栅和第二块凹球面光栅，使单色光在 180nm-400nm 范围进行扫描，采样间隔 0.1nm；

C. 将步骤 B 中的第一块凹球面光栅和第二块凹球面光栅的支架、螺母、摆杆、丝杠、壳体材料的线膨胀系数相匹配，第一块凹球面光栅和第二块凹球面光栅的支架、螺母和摆杆采用耐腐蚀不锈钢材料，丝杠采用耐热不锈钢材料、壳体采用超硬铝材料；

D.再将探测器置于探测器壳内，在探测器与探测器壳之间采用硅胶灌封，使步骤 B 中出射的单色光由探测器接收并转变为电信号；

E. 将电控系统中高压电源用硅胶灌封，将步骤 D 的电信号馈送到电控系统，经处理后得到含有紫外光谱的图像，完成用于高空气球试验的小型化紫外光谱辐射计的工艺过程。

利用本发明方法制造的高空气球试验用的小型化紫外光谱辐射计在冲击振动强度大、温度变化范围大、真空度高的环境下能达到与地面工作环境相同的技术指标。由于本发明的波长扫描机构的支架、螺母、摆杆、丝杠、壳体材料的线膨胀系数相匹配，能承受高空气球试验搭载所要求的-60℃低温条件并保证波长精度不变；光学系统中对光学元件采用

粘接方法固定，从而解决了传统紫外光谱辐射计高低温、高真空和冲击振动影响整机性能的缺点，并且保证参加高空气球试验的小型化紫外光谱辐射计安全回收和重复使用；由于对探测器采用了灌封技术，可以提高整机的信噪比，高压电源采用硅橡胶灌封，能防止真空放电。该系统光路简单紧凑，能承受高空气球试验搭载所要求的耐冲击振动。有利于小型化；反射镜数量少，能量损失小；相对孔径大，聚光能力强；由于本发明采用中间狭缝，使杂散光减小。

利用本发明方法制造的高空气球试验用的小型化紫外光谱辐射计的工作波段： $120\text{nm}\sim 400\text{nm}$ ；光谱分辨率： $0.15\text{nm}\sim 5\text{nm}$ ；波长重复性： $0.05\text{nm}$ ；波长精度： $0.1\text{nm}$ ；探测器—电子学动态范围达到  $10^5$ ；杂光  $10^{-6}$ ； $120\text{nm}\sim 400\text{nm}$  太阳光谱辐射绝对测试精度 $\pm 10\sim \pm 6\%$ ； $120\text{nm}\sim 400\text{nm}$  太阳光谱辐射相对测试精度 $\pm 5\sim \pm 1\%$ 。

附图说明：

图 1 是本发明光学系统的俯视图。

图 2 是本发明波长机构原理示意图。

图 3 是本发明电控系统原理框图。

图 4 是用本发明粘接光学元件的示意图

具体实施方式

利用本发明方法制造的高空气球试验用的小型化紫外光谱辐射计由光学系统 1、探测器 2、电控系统 3、壳体 4 组成。

1、光学系统 1 如图 1 所示，包括：入射狭缝 1-1、中间狭缝 1-2 和出射狭缝 1-3 固定在壳体 4 的本体上，在壳体 4 上固定有第一块凹球面光栅 1-4、反射镜组 1-5、第二块凹球面光栅 1-6。

入射狭缝 1-1 和出射狭缝 1-3 的缝宽可采用 0.25mm，入射狭缝 1-1 和出射狭缝 1-3 的长度为 6mm。中间狭缝 1-2 的缝宽可采用 0.25mm，中间狭缝 1-2 的长度为 6mm。第一块凹球面光栅 1-4、第二块凹球面光栅 1-6 可根据实际需要选择尺寸大小。反射镜组 1-5 由两块平面镜组成，可根据实际需要选择尺寸大小。

高空气球试验用小型化紫外光谱辐射计的光路系统包括四个光学元件，为确保光学元件能承受冲击、振动，并保证有良好的位置精度，采用弹性粘接剂硅胶 4-2 将光学系统 1 中的反射镜组 1-5 固定到支架 4-1 内，支架 4-1 内壁设有导胶槽 4-3，支架 4-1 周围设有注胶孔 4-4，如图 4 所示。第一块凹球面光栅 1-4、第二块凹球面光栅 1-6 分别与第一支架 2-7 和第二支架 2-8 用上述相同方法粘接，如图 1 和图 4 所示。

## 2、波长机构

高空气球试验用小型化紫外光谱辐射计采用正弦机构进行波长扫描，如图 2 所示：步进电机 2-1 经减速齿轮组 2-2 转动精密丝杠 2-3，推动螺母 2-4，带动摆杆 2-5，转动光栅轴 2-6 及其第一支架 2-7 和第二支架 2-8，实现波长扫描。第一块凹球面光栅 1-4、第二块凹球面光栅 1-6 分别与第一支架 2-7 和第二支架 2-8 相连接。步进电机 2-1 可采用步进电机。减速齿轮组 2-2 可采用六级精度齿轮。用两组霍尔元件确定波长起始位置，定位精度为 0.01nm。为减小温度的影响，恰当选择丝杠 2-3 和摆杆 2-5 材料，并与壳体 4 材料的线膨胀系数相匹配，螺母 2-4 和摆杆 2-5 采用耐腐蚀不锈钢材料，丝杠 2-3 采用耐热不锈钢材料、壳体 4 采用超硬铝材料。测试表明：当温度从 $-60^{\circ}\text{C}$  变化到 $+60^{\circ}\text{C}$  时波长扫描误差小于 0.05nm。光栅轴 2-6 及其第一支架 2-7 和第二支架 2-8 均采用 45#钢。

波长扫描时，摆杆 2-5 上的滚轮在丝杠 2-3 和螺母 2-4 上划动，为减

弱滚轮对丝杠 2-3 和螺母 2-4 的冲击，在丝杠 2-3 和螺母 2-4 上设一限位槽，间隙为 0.5mm。遇有冲击、振动时，摆杆 2-5 的振幅被限定为小于 0.5mm。而在波长扫描时，限位槽又不妨碍滚轮在丝杠 2-3 和螺母 2-4 的推动下运动，如图 2 所示。

3、探测器 2 与探测器壳的灌封及电控系统 3 中的高压电源的灌封，可以在真空环境下进行硅胶灌封处理。探测器 2 可以采用光电倍增管。

高空气球工作高度约 32 公里，真空度约几毫米汞柱，为防止光电倍增管打拿电极电阻网路及高压电源放电，应进行硅橡胶灌封处理。

4、电控系统 3 包括：微弱电流放大器 3-1、光电倍增管高压电源 3-2、12 位模数转换器 3-3、8 位 8031 单片机 3-4、程序存储器 3-5、数据存储器 3-6、电机数控电路 3-7 和接口电路 3-8。探测器 2 分别与高压电源 3-2 和微弱电流放大器 3-1 连接。8 位 8031 单片机 3-4 分别控制微弱电流放大器 3-1、光电倍增管高压电源 3-2、12 位模数转换器 3-3、程序存储器 3-5、数据存储器 3-6、电机数控电路 3-7 和接口电路 3-8。

高空气球试验用小型化紫外光谱辐射计从 180nm 扫描到 400nm，采样间隔 0.1nm，需 1 分钟。每幅太阳/大气谱图共 2200 个采样点，相应数据量为 4.4K 字节。每幅谱图同时标注高空气球试验用小型化紫外光谱辐射计工程参数，如：测量时间、探测器 2 的高压、放大器的增益、自检状态等，需附加若干字节，每幅太阳谱图数据总量约 4.5K 字节。为监测高空气球试验用小型化紫外光谱辐射计的工作状态，气球飞行试验时亦通过遥测系统向地面抽样发送光谱数据，从而完成对太阳紫外光谱数据及太阳后向散射紫外光谱数据采集。

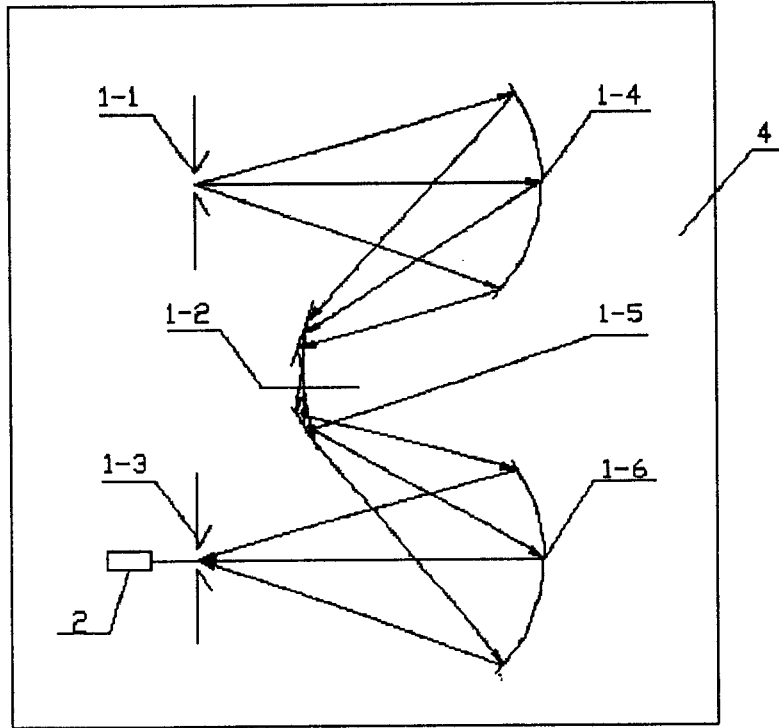


图 1

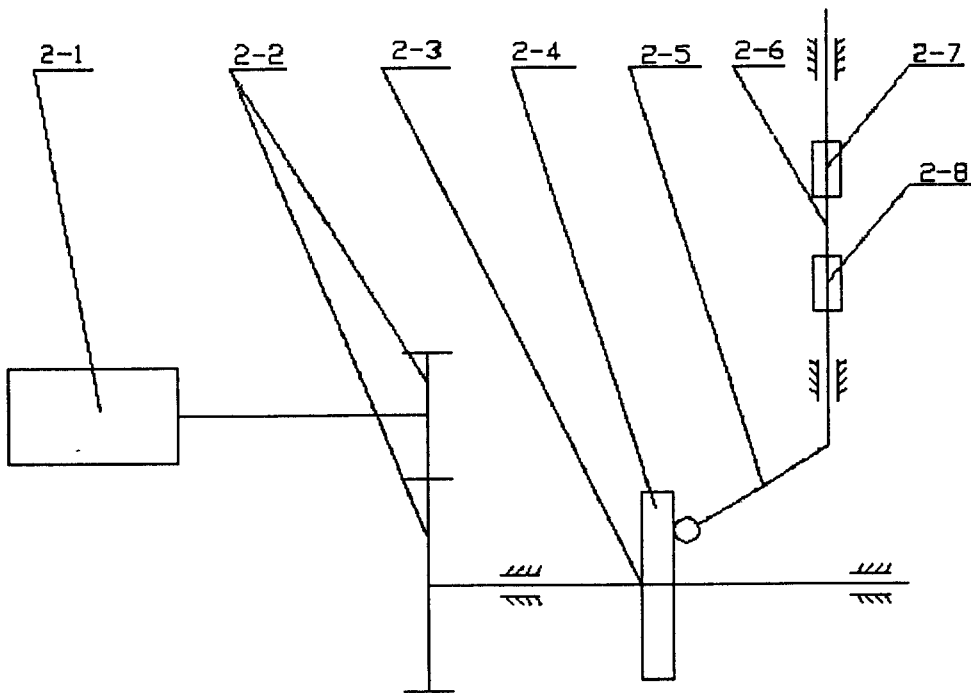


图 2



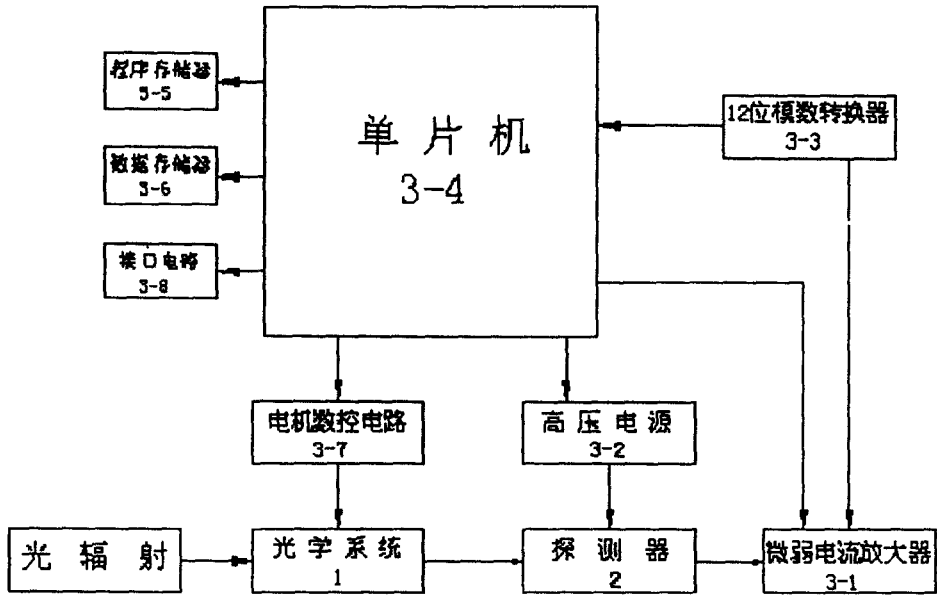


图 3

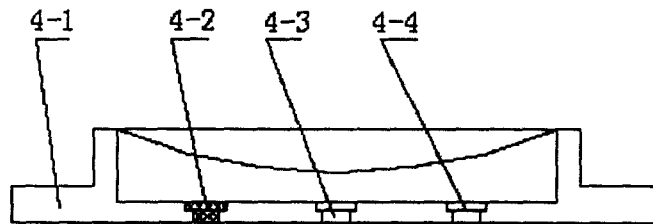


图 4