

[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl⁷

G02B 23/02

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 02111811.6

[43]公开日 2002年12月4日

[11]公开号 CN 1383021A

[22]申请日 2002.5.23 [21]申请号 02111811.6

[71]申请人 中国科学院上海技术物理研究所

地址 200083 上海市玉田路500号

[72]发明人 沈蓓军 刘宝丽 刘银年

王建宇 薛永祺

[74]专利代理机构 上海智信专利代理有限公司

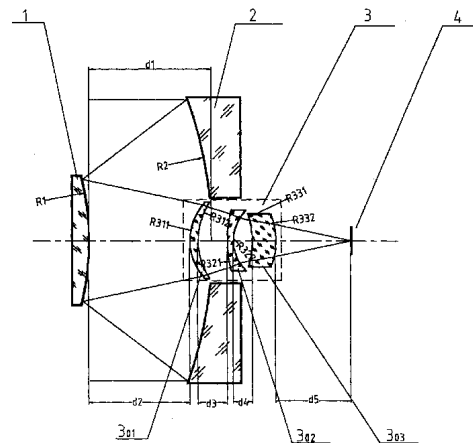
代理人 郭英

权利要求书1页 说明书4页 附图1页

[54]发明名称 折反射式宽波段成像望远镜光学系统

[57]摘要

本发明公开了一种折反射式宽波段成像望远镜光学系统,它用于对 $0.4\mu\text{m} \sim 2.5\mu\text{m}$ 波段,即可见光至短波红外的宽波段的光学成像。本发明的光学系统从物方至象方按顺序由一个次反射镜、一个主反射镜和一个消色差校正镜组组成。消色差校正镜组本身是消色差的,它由三片采用同一种材料制成的折射透镜组成。该光学系统结构简单,系统加工、装校通过常规技术就可解决,光学系统可采用同一种石英光学材料构成,从而有利于保证光学系统的温度稳定性。



ISSN 1008-4274

1. 一种折反射式宽波段成像望远镜光学系统，包括主反射镜、次反射镜和一个消色差校正镜组，其特征在于：

a) .光学系统从物方至象方按顺序由一个次反射镜（1）、一个主反射镜（2）和一个消色差校正镜组（3）组成；来自物方的光束射向主反射镜（2），经其反射至次反射镜（1），再由次反射镜（1）反射向象方，依次通过消色差校正镜组（3）中的折射透镜（301）、折射透镜（302）和折射透镜（303），在象方像平面（4）上成像；

b) .所说的次反射镜（1）为凸反射镜，主反射镜（2）为凹反射镜，它们的曲面均为标准二次曲面，即抛物面、椭圆面或双曲面；

c) .所说的消色差校正镜组（3）由三片折射透镜组成，其中的折射透镜（301）和折射透镜（302）为球面透镜，折射透镜（303）为非球面透镜，其R332 曲面采用标准二次曲面；三片折射透镜采用同一种材料，所选用的材料要求对 0.4 微米~2.5 微米波段是透明的，如石英晶体、ZnSe 晶体、ZnS 晶体、CaF₂ 晶体等。

2. 根据权利要求 1.一种折反射式宽波段成像望远镜光学系统，其特征在于：所说的消色差校正镜组（3）具有光焦度 φ ，组成它的各折射透镜，即折射透镜（301）、折射透镜（302）和折射透镜（303）的光焦度 φ_{301} 、 φ_{302} 、 φ_{303} 的分配应满足下列公式的要求：

$$\varphi_{301} + \varphi_{302} + \varphi_{303} = \varphi \quad (1)$$

$$h_{301}^2 \varphi_{301} + h_{302}^2 \varphi_{302} + h_{303}^2 \varphi_{303} = 0 \quad (2)$$

公式中符号 $h_{()}$ 表示光线入射各折射透镜时的高度。

3. 根据权利要求 1.一种折反射式宽波段成像望远镜光学系统，其特征在于：所说的折射透镜（303）在系统像质要求不高的场合也可采用球面透镜。

折反射式宽波段成像望远镜光学系统

技术领域

本发明涉及光学元件、系统，具体是指折反射式宽波段成像望远镜光学系统，它用于对 $0.4\mu\text{m}\sim 2.5\mu\text{m}$ 波段，即可见光至短波红外波段的光学成像。

背景技术

光学系统要在宽波段范围内进行成像首先应考虑光学系统色差对成像质量的影响，由于全反射式光学系统不引入色差，因此全反射式光学系统原则上可以实现全波段成像。虽然全反射式光学系统可以实现全波段成像，如美国专利 US 4,265,510 “离轴消象散三反射镜望远镜系统”，但由于这种全反射式光学系统结构

比较复杂，因此加工及系统装校较困难。透射系统由于折射透镜会引入色差，因此很难实现宽波段的成像，目前只能实现较窄波段成像，如：瑞士威特厂的 RC-10 型航摄镜头、德国 Zeiss 的 Super Lamegon PI5.6/90B 镜头（引自《光学技术手册下册》，王之江主编，第 976~985 页，机械工业出版社 1994 年出版），其成像带宽均为 $0.4\sim 0.9\mu\text{m}$ 波段。折反射系统由于含有折射透镜，同样存在色差问题，但通过采用一定的技术手段可以使系统的色差得到校正，从而实现宽波段成像，如双波段红外望远镜光学系统（专利号：ZL 97106683.3）通过选用不同材料的折射透镜组合来校正色差，从而实现了对 1~3 微米和 3~5 微米波段成像。

发明内容

基于上述已有技术存在的一些问题，本发明的目的是设计一折反射望远镜

光学系统，通过校正折射透镜的色差来实现 $0.4\mu\text{m}\sim 2.5\mu\text{m}$ 宽波段成象。

本发明的 $0.4\mu\text{m}\sim 2.5\mu\text{m}$ 宽波段成象望远镜光学系统如图 1 所示。光学系统从物方至象方按顺序由一个次反射镜 1、一个主反射镜 2 和一个消色差校正镜组 3 组成。

来自物方的光束射向主反射镜 2，经其反射至次反射镜 1，再由次反射镜 1 反射向象方，依次通过消色差校正镜组 3 中的折射透镜 301、折射透镜 302 和折射透镜 303，在象方像平面 4 上成像。

所说的次反射镜 1 为凸反射镜，主反射镜 2 为凹反射镜，它们的曲面均为标准二次曲面，即抛物面、椭圆面或双曲面。

所说的消色差校正镜组 3 用来校正光束经过主反射镜 2 和次反射镜 1 后的残余单色象差，同时担负一定的光焦度。消色差校正镜组 3 本身是消色差的，它由三片折射透镜组成，其中的折射透镜 301 和折射透镜 302 为球面透镜，折射透镜 303 为非球面透镜，其 R332 曲面采用标准二次曲面，在系统像质要求不高场合，折射透镜 303 也可采用球面透镜。消色差校正镜组 3 采用同一种材料，选用的材料要求对 0.4 微米~2.5 微米波段是透明的，如石英晶体、ZnSe 晶体、ZnS 晶体、CaF₂ 晶体等。折射透镜 301、折射透镜 302 和折射透镜 303 的光焦度 φ_{301} 、 φ_{301} 、 φ_{301} 分配应满足以下公式 (1)、(2) 的要求：

$$\varphi_{301} + \varphi_{302} + \varphi_{303} = \varphi \quad (1)$$

$$h_{301}^2 \varphi_{301} + h_{302}^2 \varphi_{302} + h_{303}^2 \varphi_{303} = 0 \quad (2)$$

公式 (1) 保证消色差校正镜 3 担负系统一定的光焦度，公式 (2) 保证消色差校正镜 3 本身是消色差的，公式中符号 h 表示光线入射各折射透镜时的高度。根据公式 (2) 的要求，通过合理调配消色差校正镜组 3 中各透镜的光焦度以及相对位置来消除校正镜组的色差。

本发明的光学系统的优点是：系统结构简单，加工、装校通过常规技术就可解决，光学系统可采用同一种石英光学材料构成，从而有利于保证光学系统对温度的稳定性。

附图说明

图 1 为光学系统结构示意图，

图中：d1 为次反射镜 1 和主反射镜 2 间隔距离；

d2 为次反射镜 1 和消色差校正镜组 3 间隔距离；

d3 为折射透镜 301 与折射透镜 302 间隔距离；

d4 为折射透镜 302 与折射透镜 303 间隔距离；

d5 为折射透镜 303 与像面 4 间隔距离；

R1 为次反射镜 1 的顶点曲率半径；

R2 为主反射镜 2 的顶点曲率半径；

R311 为折射透镜 301 前表面曲率半径；

R312 为折射透镜 301 后表面曲率半径；

R321 为折射透镜 302 前表面曲率半径；

R322 为折射透镜 302 后表面曲率半径；

R331 为折射透镜 303 前表面曲率半径；

R332 为折射透镜 303 后表面曲率半径；

具体实施方式

根据图 1 的光学结构，我们设计了一宽波段望远镜光学系统，像质接近衍射极限。系统技术指标如下：

望远镜通光口径： $\phi 180\text{ mm}$ ；

相对孔径:	1: 2.5;
焦距:	450 mm;
视场:	2.3° ;
工作波长:	0.4 μm ~ 2.5 μm ;

光学系统具体设计参数如表 1 所示。

表 1

元件名称	面 序号	曲率半径 (mm)	非球面系 数 (e^2)	孔径 (mm)	间隔或厚 度 (mm)	材料
主反射镜	R2	-266.43	1	180	79.40(d1)	
次反射镜	R1	-164.27	4.1714	79	65.39(d2)	
折射透镜 301	R311 R312	35.43 44.08		48 48	5.19 18.73(d3)	石英
折射透镜 302	R321 R322	77.33 27.39		38 38	3.81 10.20(d4)	石英
折射透镜 303	R331 R332	-70.39 -40.11	1.7638	33 33	17.0 48.0 (d5)	石英
像面				18		

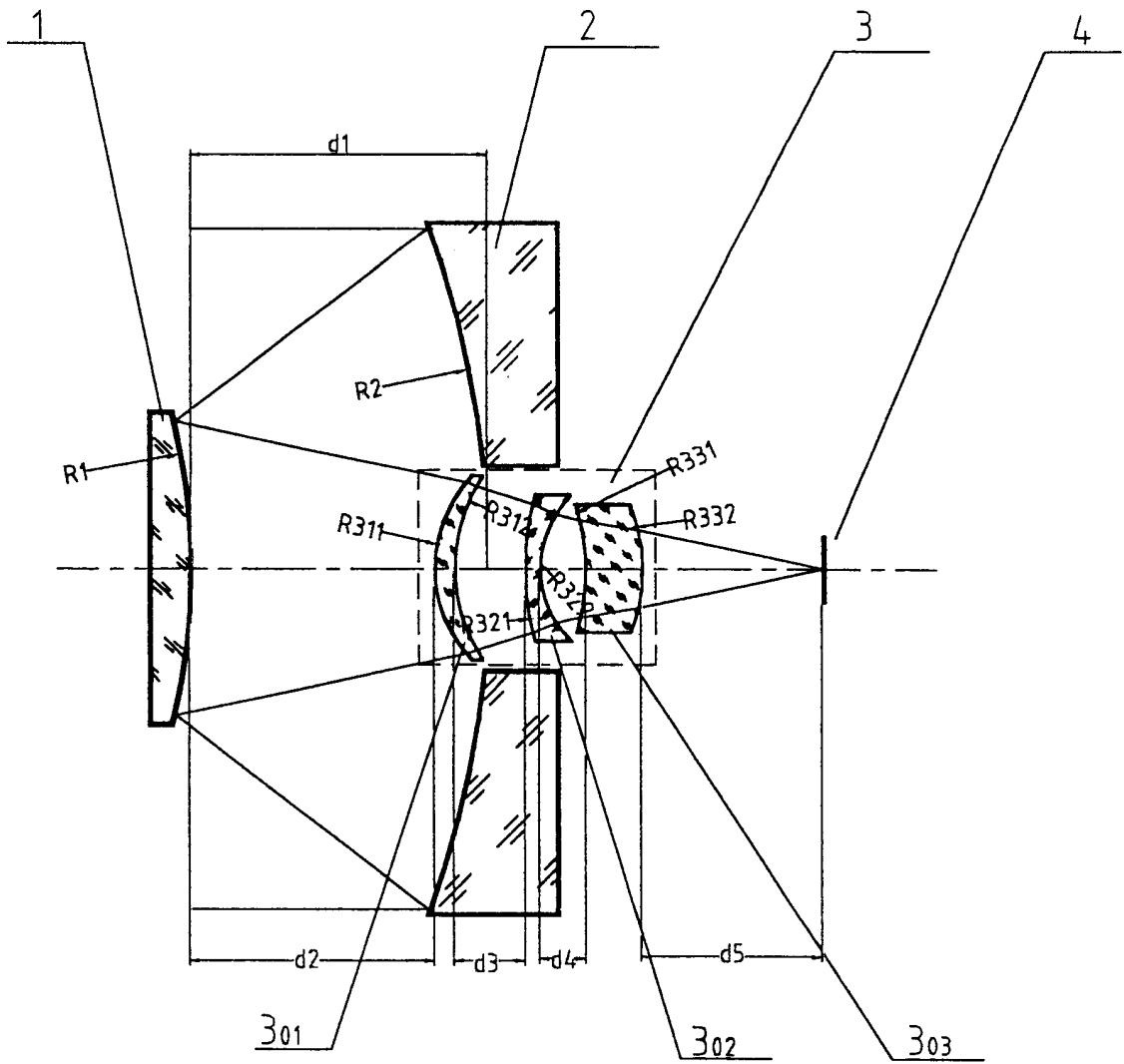


图 1