



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 02118850.5

[43] 公开日 2003 年 11 月 12 日

[11] 公开号 CN 1455281A

[22] 申请日 2002.4.29 [21] 申请号 02118850.5
 [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 130022 吉林省长春市人民大街 140 号
 [72] 发明人 孙 强 王肇圻 卢振武

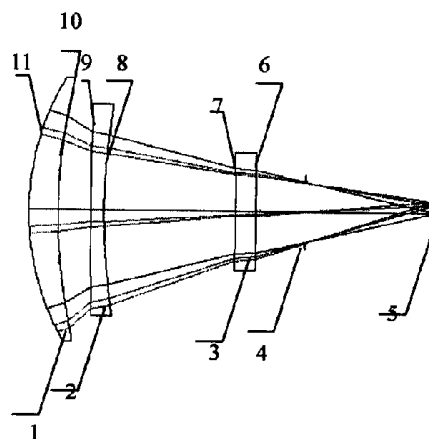
[74] 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公
 司
 代理人 汪惠民

权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图 3 页

[54] 发明名称 红外折射和衍射双波段光学成像装置

[57] 摘要

本发明属于红外折射和衍射双波段光学成像装置，涉及一种对红外折射单波段光学成像系统结构的改进，本发明包括透镜 1、透镜 2、折射衍射混合透镜 3、冷光栏 4、像平面 5，将折射衍射混合透镜的二元光学透镜成功地引入红外双波段系统的设计中，使用最普通的两种红外材料硅和锗。使系统在 $3.2 - 4.5 \mu\text{m}$ 、 $8 - 11 \mu\text{m}$ 两个波段内同时较好地完成了校正系统的垂轴像差，垂轴色差及轴向像差；波前差都小于 $1/4$ 波长；光学传递函数接近或达到衍射极限。具有 100% 冷光栏效率，长的后工作距离。并且降低了对工艺水平的要求，使设计结构紧凑，片数少，透射比高，具有良好的校像差特性。适用于红外波段的中波红外和热红外波段的成像。



1、红外折射和衍射双波段光学成像装置，包括透镜 1、透镜 2、冷光栏 4、像平面 5，其特征在于：还包括有折射衍射混合透镜 3，在同光轴上安置有透镜 1、透镜 2、折射衍射混合透镜 3、冷光栏 4，透镜 2 与冷光栏 4 之间置有折射衍射混合透镜 3，透镜 2 校正球差、慧差、等像差，折射衍射混合透镜 3 完成一定数量的光焦度分配，在折射衍射混合透镜 3 和像平面 5 之间放置冷光栏 4，透镜 1 和透镜 2 是折射元件，在折射衍射混合透镜 3 的表面制备有衍射面 6 和折射面 7，折射衍射混合透镜 3 的衍射面 6 可放在靠近冷光栏 4 的一侧，也可以放在折射衍射混合透镜 3 的衍射面 6 可放在靠近透镜 2 后表面的一侧，折射衍射混合透镜 3 的折射面 7 的放置与衍射面 6 相反，衍射面 6 的基底采用平面或球面或者非球面。

2、根据权利要求 1 所述的红外折射和衍射双波段光学成像装置，其特征在于：透镜 1、透镜 2、折射衍射混合透镜 3 采用 Si 和 Ge 红外材料制成。

红外折射和衍射双波段光学成像装置

技术领域：本发明属于光学成像系统，涉及一种对红外折射双波段光学成像系统结构的改进。

背景技术：红外辐射主要有近红外（0.75~2.5 μm ）波段、中红外（3.2~4.5 μm ）和热红外（8~14 μm ）波段三个大气窗口。现在的红外光学系统绝大多数为其中某个单波段系统。单波段成像技术从单元到线阵及焦平面的发展已经相当完善，但在获取信息方面由于局限于单一波段，因此仍有很大的不足，尤其在军事方面，由于使用区域的不同、气候温度的改变、目标的伪装，单一波段获取的信息自然就减弱，并且由于目标本身的操作或者行为的改变导致辐射波段移动等原因，使成像系统探测不到目标或者探测准确度下降，或者形成假信号。因而在国外，为了提高自身的生存能力和发现敌方目标很早就提出了双波段成像系统的研究，使红外光学系统在信息丰富、色调判读、立体遥感、识别真伪、杂波背景抑制、反侦察、反隐身、多目标跟踪及全天候性能方面具有无法比拟的优势，如图 1 所示的就是一个传统的折射光学系统结构，包括有透镜 1、透镜 2、透镜 3。

发明内容：本发明的目的是解决传统折射式双波段光学系统存在消色差负透镜的加入使得正光焦度显著增大，整个系统结构复杂、庞大、笨重；折射系统消色差会使大部分折射表面弯曲严重，加大了单色像差。特别是在两个波段内，由于光谱波段宽，同时校色差有困难等问题，本发明将提供一种红外折射和衍射双波段光学成像装置。

为实现上述目的，本发明采用如图 2 所示的技术方案包括透镜 1、透镜 2、折射衍射混合透镜 3、冷光栏 4、像平面 5，其特征是：在同光轴上安置有透镜 1、透镜 2、折射衍射混合透镜 3、冷光栏 4，透镜 2 与冷光栏 4 之间置有折射衍射混合透镜 3、在折射衍射混合透镜 3 和像平面 5 之间放置冷光栏 4，透镜 1 和透镜 2 是折射元件，在折射衍射混合透镜 3 的表面制备有衍射面 6 和折射面 7，折射衍射混合透镜 3 的衍射面 6 可放在靠近冷光栏 4 的一侧，也可以放在折射衍射混合透镜 3 的靠近透镜 2 后表面的一侧，折射衍射混合透镜 3 的折射面 7 的放置与衍射面 6 相反，衍射面 6 的基底采用平面或球面或者非球面，透镜 2

校正球差，慧差等像差，折射衍射混合透镜 3 完成一定数量的光焦度分配。透镜 1、透镜 2、折射衍射混合透镜 3 采用 Si 和 Ge 红外材料制成。

本发明工作时，当中红外的 $3.2\sim 4.5\mu\text{m}$ 波段和热红外的 $8\sim 11\mu\text{m}$ 波段的光线通过光焦度为正的透镜 1 时，这两个波段的光线同时发生汇聚主要产生球差、色差、慧差等一系列像差，再通过负光焦度的透镜 2 时光线发散校正了一大部分色差、色球差，而透镜 2 的非球面则能很好的协调校正了球差，慧差等像差，最后通过折射衍射混合透镜 3 时，已经完成了大多数数量的光焦度分配，基本上消除了球差和慧差，这时系统还剩余一部分色差及色球差，这些都由折射衍射混合透镜 3 的衍射面来完成并承担一小部分系统的光焦度，来达到非常好的系统校色差、校色球差效果。

本发明的优点，在光路中加上折射衍射混合透镜，由于折射衍射混合透镜与传统的折射元件组成折衍混合光学系统，利用了光在传播中的折射和衍射两种特性，增加了光学设计过程中的自由度，能够突破传统光学系统的许多局限。同时由于衍射光学元件具有负色散和正光焦度的特点，表现出与传统折射光学系统不可比拟的优势。本发明的特征在于利用衍射透镜的特点在两个波段内校正系统的初级色差和色球差。利用非球面协调透镜组来校正球差和慧差。折射衍射混合透镜 3 的引入降低了对工艺水平的要求，使双波段系统设计结构更加紧凑，片数少，透射比高，后工作距离长，具有良好的校像差特性。为红外双波段光学设计提供了一套全新的系统。解决了背景技术的整个系统结构复杂、庞大、笨重、表面弯曲严重、单色像差大、校色差难等问题，本发明设计了一种结构简单，装配容易，累积误差小，透射率高，冷光栏效率 100%，长的后工作距离有利于红外系统的装调，提供了红外折射衍射双波段光学成像装置。

附图说明：

图 1 是背景技术红外折射光学系统结构示意图

图 2 是本发明一种实施例的光学结构原理示意图

图 3 是本发明在 $3.2\sim 4.5\mu\text{m}$ 波段内的像质分析图

其中图 3A 为垂轴像差、图 3B 为轴向像差、

图 3C 为垂轴色差、图 3D 为光学传递函数、图 3E 为波前差。

图 4 是本发明在 8-11 μm 波段内的像质分析图

其中：图 4A 为垂轴像差、图 4B 为轴向像差、

图 4C 为垂轴色差、图 4D 为光学传递函数，图 4E 为波前差。

具体实施方式：结合实施例附图 2，对本发明的实施作进一步说明：

当系统设计选择波段为 3.2~4.5 μm ，8~11 μm ，口径为 30mm、视场角为 3°、系统焦距为 67mm 的红外双波段系统。其中透镜 1 和折射衍射混合透镜 3 的材料选择硅，透镜 2 选择锗。对于三片镜组合材料还可以选择同时透中红外和热红外的 KCl、KBr、KI、NaCl、CsI、AgCl、ZnS、KRS5、ZnSe、Ge、AMIIR1、GaAs、CdTe 其中某两种材料的组合。

透镜 1 采用折射透镜为球面镜；透镜 2 的前表面可选择为球面，后表面可选择为非球面；折射衍射混合透镜 3 的前表面可选择为非球面，后表面可选择二元光学衍射面。在具体的实施中，可以选择折射面 7、8、9、10，11 中的任何一个或几个面可为非球面；折射衍射混合透镜 3 的衍射面 6 和折射面 7 可以互换位置，并且衍射面 6 的基底可以为平面或者球面，也可以是非球面，但根据加工工艺条件，一般选择平面或者球面。

图 3 是本发明的光学系统在 3.2-4.5 μm 波段内所成像的垂轴像差、轴向像差、垂轴色差、光学传递函数，和波前差的情况，图中能够看到在 3.2-4.5 μm 波段内的系统的垂轴像差最大为 26 μm ，最大轴向像差为 0.058mm，最大垂轴色差为 0.001mm，光学传递函数达到衍射极限，波前差为 0.0326 λ_0 。

图 4 是本发明的光学系统在 8-11 μm （热红外波段）波段内所成像的垂轴像差、轴向像差、垂轴色差、光学传递函数，和波前差的情况，能够看到在 8-11 μm 波段内的系统的垂轴像差最大为 40 μm ，最大轴向像差为 0.105mm，最大垂轴色差为 0.0016mm，光学传递函数接近衍射极限，波前差为 0.0879 λ_0 。系统在两个波段的波前差都小于 1/4 λ_0 。小于像质评价“瑞利判据”的标准，即当实际波面与理想波面的最大差别不超过 $\lambda/4$ 时，此波面可看作无缺陷的。并且光学传递函数达到或者接近衍射极限，所以本发明可实际使用。

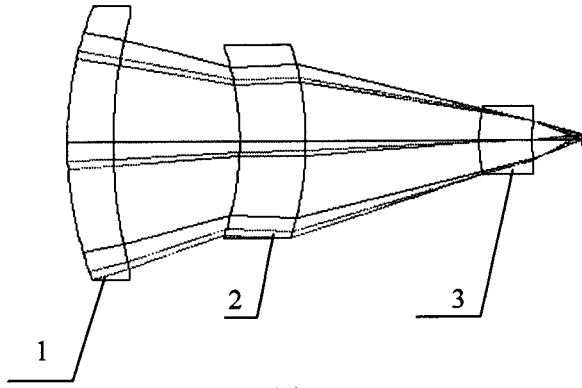


图 1

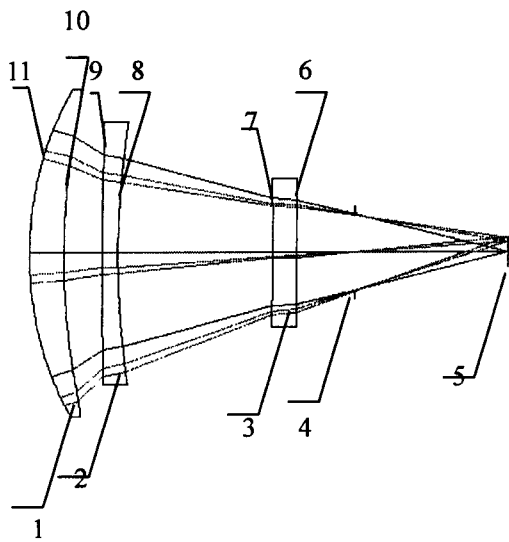


图 2

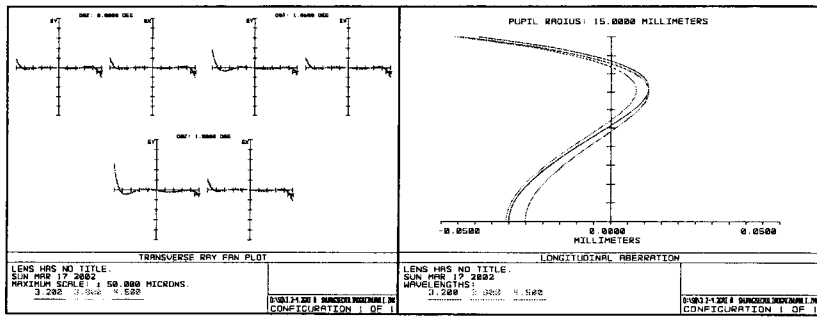


图 3A

图 3B

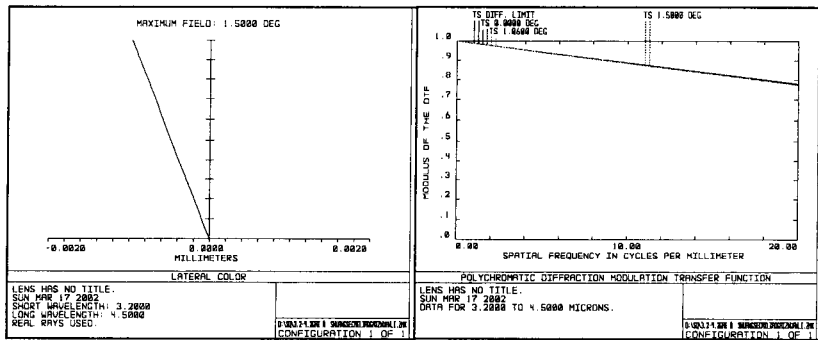


图 3C

图 3D

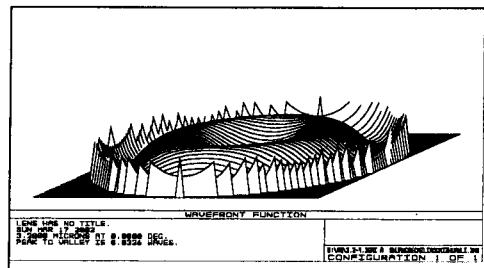


图 3E

图 3

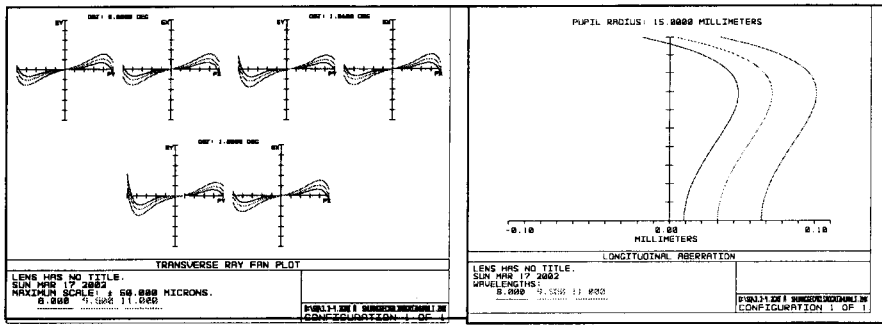


图 4A

图 4B

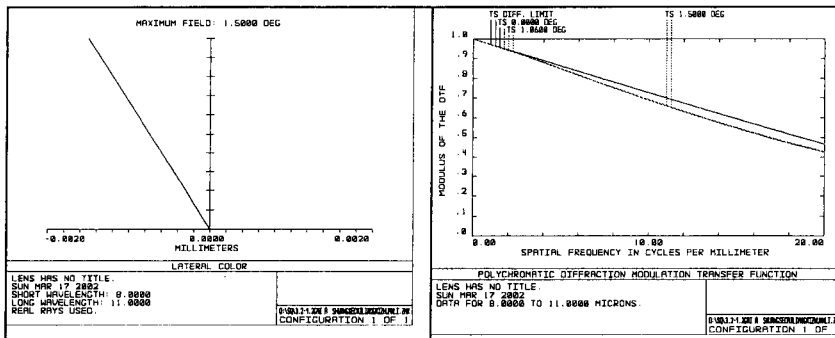


图 4C

图 4D

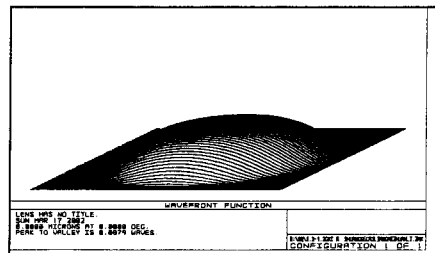


图 4E

图 4