

# (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102200639 A

(43) 申请公布日 2011. 09. 28

(21) 申请号 201110161207. 3

(22) 申请日 2011. 06. 15

(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 蹇毅 潘兆鑫 于洋

(74) 专利代理机构 上海新天专利代理有限公司  
31213

代理人 郭英

(51) Int. Cl.

G02B 27/00 (2006. 01)

G01J 5/08 (2006. 01)

G01J 5/54 (2006. 01)

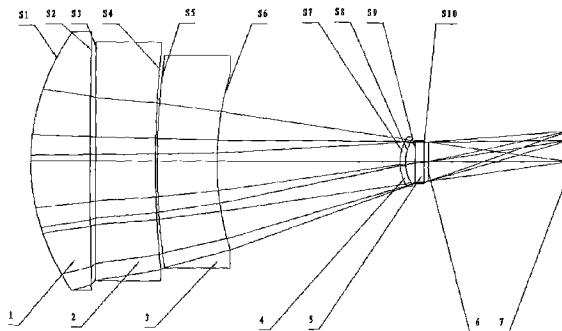
权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图 2 页

## (54) 发明名称

一种红外中长波双波段成像光学系统

## (57) 摘要

本发明公开了一种红外中长波双波段成像光学系统,它主要用于红外焦平面成像系统。本发明提出一种四片式的光学系统,来自无穷远物方的光束依次通过第一透镜,第二透镜,第三透镜,第四透镜,杜瓦窗口,孔径光阑,在像面上成像。系统的孔径光阑与制冷红外探测器杜瓦冷光阑重合。该系统实现了中波红外 (MWIR, 3-5 μm) 和长波红外 (LWIR, 8-12 μm) 波段在同一个焦平面成像。本系统相对孔径为 1 : 3, 焦距 300 毫米, 视场为 8°。本发明结构的主要特点在于: 双波段工作, 使用常见的红外材料, 冷光阑效率 100%, 且结构简单, 易于装配。



1. 一种红外中长波双波段成像光学系统,包括第一透镜(1)、第二透镜(2)、第三透镜(3)、第四透镜(4)、杜瓦窗口(5)和孔径光阑(6),其特征在于:来自物方的光束依次通过第一透镜(1)、第二透镜(2)、第三透镜(3)、第四透镜(4)、杜瓦窗口(5)和孔径光阑(6)后在像面(7)上成像;其中,所述的第一透镜(1)是AMTIR1锗砷硒玻璃材料制成的正焦透镜,所述的第二透镜(2)是用锗材料制成的负焦透镜,所述的第三透镜(3)和所述的第四透镜(4)是用硫化锌材料制成的弯月型负透镜,所述的杜瓦窗口(5)是锗材料的平行平板。

2. 根据权利要求1所述的一种红外中长波双波段成像光学系统,其特征在于,第四片透镜(4)的第一面(S7)为圆锥曲线非球面。

3. 根据权利要求1所述的一种红外中长波双波段成像光学系统,其特征在于,所述的孔径光阑(7)与红外焦平面探测器冷光阑位置和大小重合。

## 一种红外中长波双波段成像光学系统

### 技术领域：

[0001] 本发明涉及红外光学系统，特别涉及一种中波红外 (MWIR, 3-5  $\mu\text{m}$ ) 和长波红外 (LWIR, 8-12  $\mu\text{m}$ ) 波段的成像光学物镜系统。

### 背景技术：

[0002] 随着红外量子阱探测器技术的发展，现在已经可以只用一个探测器来同时响应中波红外和长波光的热辐射。这使得整个热成像系统需要一个成像物镜同时可以对中波和长波成像。

[0003] 红外系统常使用反射式系统和折射式系统。反射式系统的优势是无色差，系统光线透过率较高，然而反射系统的缺点也很明显，存在中心遮挡问题。制冷型红外探测器一般都需要设计冷光阑。当有冷光阑存在时，反射式光学系统的视场角一般都做不大。折射式系统则一般不存在类似问题，但折射式系统一般是用于单一中波红外或者长波红外。这是由于一般红外光学材料在中波和长波时，表现得很不一样，比如锗材料的色散性质在中波波段像火石玻璃，而在长波波段像冕牌玻璃。这些性质使光学系统在中波和长波同时消色差加大了难度。

[0004] 非球面技术在近二十年来在光学系统中得到越来越多的应用，尤其是在红外光学系统的设计上。红外光学设计可选透镜材料少，且价格昂贵，要在十分有限的结构变量中消像差，非球面技术可以提供更多的优化自由度。现今非球面加工技术已经成熟，适当地使用非球面设计可以显著地提高成像系统的像质。

### 发明内容：

[0005] 本发明提出了一个四片折射式的红外中长波双波段成像光学系统，可用于制冷式红外焦平面探测器。该系统冷光阑效率 100%，可以较好地抑制杂散光。该光学系统使用的均是比较常见的红外光学材料：锗，AMTIR1，硫化锌。

[0006] 本发明是通过以下技术方案实现的：用于红外焦平面成像的光学系统从物方至像方按顺序由第一透镜 1，第二透镜 2，第三透镜 3，第四透镜 4，杜瓦窗口 5，孔径光阑 6 组成。该光学系统以红外焦平面探测器的冷光阑为其孔径光阑。来自物方的光束依次通过第一透镜 1，第二透镜 2，第三透镜 3，第四透镜 4，杜瓦窗口 5，孔径光阑 6，在像面 7 上成像。第一片透镜是 AMTIR1 材料制成的正透镜，第二片透镜和杜瓦窗口是用锗材料制成，第三片和第四片透镜是用硫化锌材料制成的弯月型负透镜。锗在中波的色散较大，在长波的色散较小，而硫化锌在中波的色散较小，而在长波的色散较大。所以在中波波段，第一片透镜产生的负色差和第二片透镜产生的正色差抵消；而在长波波段，第一片透镜产生的负色差与第三和第四片透镜产生正色差抵消。

[0007] 本光学系统在尺寸最小的第四片透镜上使用了非球面来进一步消除像差，优化像质。本发明的光学系统像质接近衍射极限。本发明的光学系统的孔径光阑与红外焦平面探测器冷光阑位置大小重合，使得通过红外光学系统的红外辐射全部进入红外焦平面探测

器,有效地阻止了杂散光进入焦平面,保证了红外焦平面探测器的良好性能。

[0008] 红外光学材料一般价格昂贵,本发明的光学系统只用 4 片透镜,结构简单,成本相对低廉。且 4 片透镜的结构可以保证整个系统的透过率较高,从而提高整个红外探测系统的探测距离。

#### 附图说明:

[0009] 图 1 为本发明光学系统具体结构示意图。

[0010] 图 2 为本发明的光学系统在红外中波 (3-5  $\mu\text{m}$ ) 下的调制传递函数。

[0011] 图 3 为本发明的光学系统在红外长波 (8-12  $\mu\text{m}$ ) 下的调制传递函数。

#### 具体实施方式:

[0012] 按照附图 1 的示意图所标示,本发明的四片折射式的红外中长波双波段成像光学系统,透镜组参数如下表所示:

[0013]

面序号	表面类型	曲率半径 (mm)	厚度 (mm)	材料	圆锥系数 (k)
物面		$\infty$	$\infty$		0
S1	球面	182.719	33.944	AMTIR1	0
S2	球面	4302.688	3.11		0
S3	球面	$\infty$	34	锗	0
S4	球面	933.984	1		0
S5	球面	648.096	34	硫化锌	0
S6	球面	253.952	104.25		0
S7	非球面	38.14	3.104	硫化锌	-0.036
S8	球面	35.125	5.548		0
S9	平面	$\infty$	5	锗	0
S10	平面	$\infty$	2.35		0
孔径光阑	平面	$\infty$	80		0
像面		$\infty$			0

[0014] 关于非球面圆锥系数 k,遵循下面的表面矢高公式:

$$[0015] \quad z = \frac{cr^2}{1 + \sqrt{1 - (1+k)c^2r^2}}$$

[0016] 其中  $z$  是表面矢高,  $c$  是表面顶点的曲率 (曲率半径的倒数),  $r$  是到表面顶点的半径坐标,  $k$  是圆锥系数。

[0017] 本系统相对孔径为 1 : 3, 焦距 300 毫米, 入瞳大小 100 毫米, 视场为  $8^\circ$ , 系统总长 306.3 毫米。

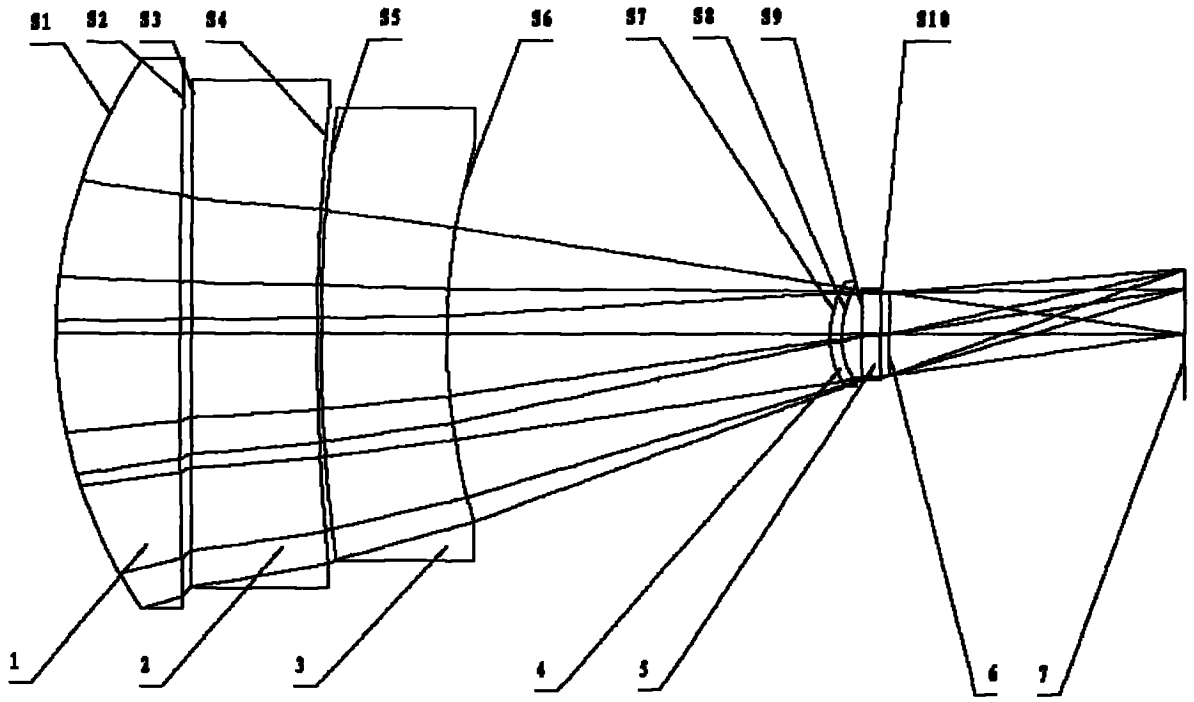


图 1

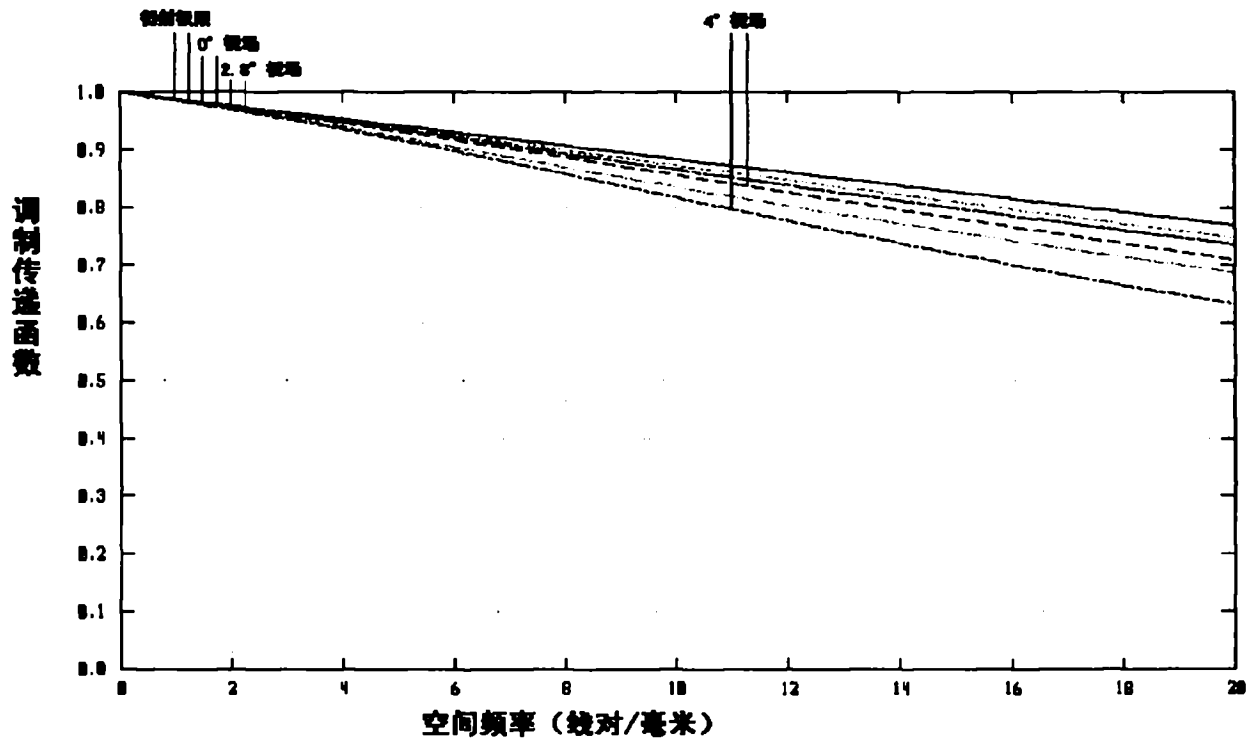


图 2

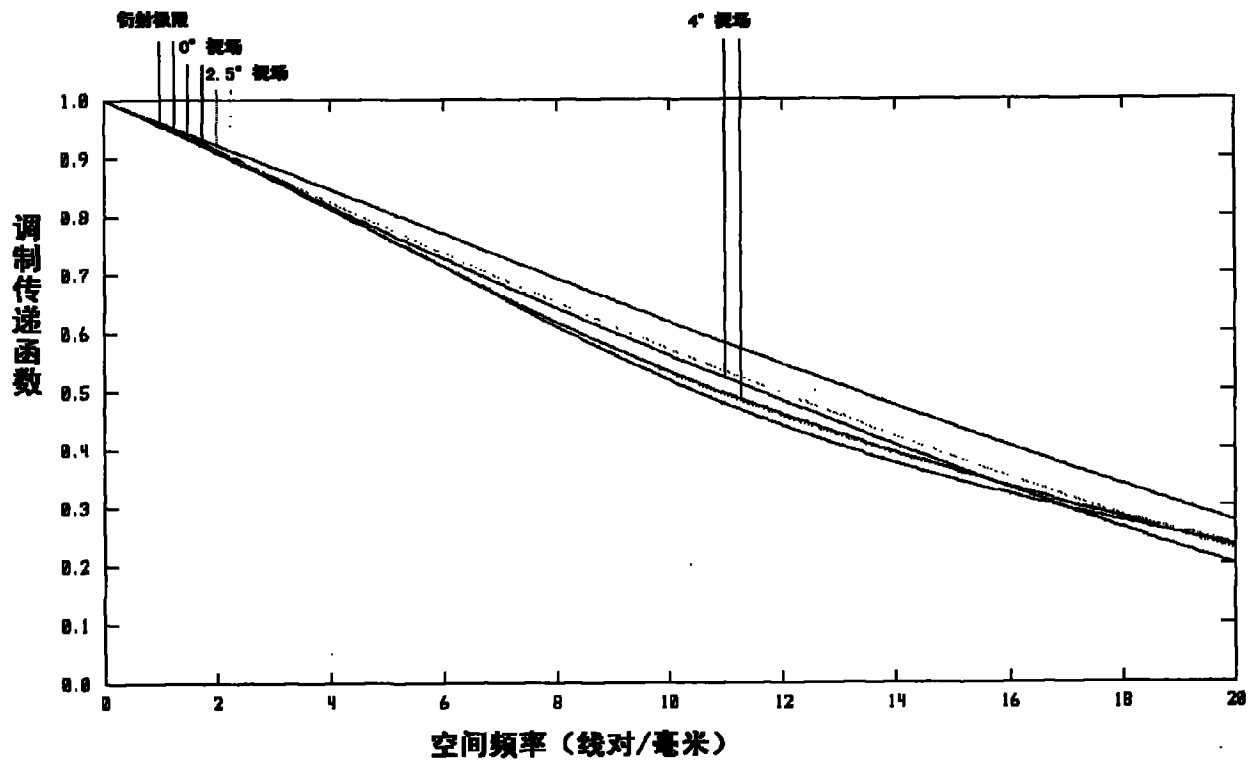


图 3