



# (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102087407 A

(43) 申请公布日 2011.06.08

(21) 申请号 201010613570. X

(22) 申请日 2010.12.30

(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 130033 吉林省长春市东南湖大路 3888 号

(72) 发明人 张新 王灵杰

(74) 专利代理机构 长春菁华专利商标代理事务所 22210

代理人 陶尊新

(51) Int. Cl.

G02B 17/06 (2006.01)

G02B 23/00 (2006.01)

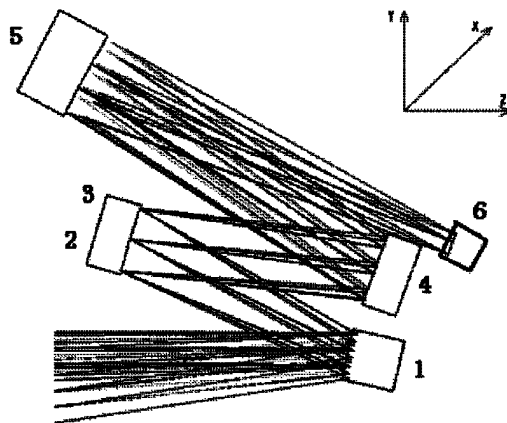
权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图 1 页

## (54) 发明名称

超大视场偏轴全反射式光学系统

## (57) 摘要

超大视场偏轴全反射式光学系统, 涉及空间光学技术领域, 它解决现有全反射式光学系统的成像视场角小且系统的成像畸变低的问题, 本发明装置为: 所述孔径光阑与第二反射镜重合, 所述第一反射镜和第三反射镜的光焦度为负的球面反射镜, 第二反射镜和第四反射镜的光焦度为正的球面反射镜; 所述第一反射镜与第二反射镜的反射面相对排列, 第二反射镜与第三反射镜的反射面相对排列, 第三反射镜与第四反射镜的反射面相对排列; 第四反射镜与探测器的像面相对排列。采用本发明所述光学系统的相机, 视场超大、畸变小、无遮拦、杂光系数小、传递函数高, 同时它还可以实现多光谱成像。本发明装置应用在航空、航天光电成像领域。



1. 超大视场偏轴全反射式光学系统,该光学系统包括第一反射镜(1)、第二反射镜(2)、孔径光阑(3)、第三反射镜(4)、第四反射镜(5)和探测器像面(6);所述目标经第一反射镜(1)反射后入射至第二反射镜(2),经过第二反射镜(2)反射后入射至第三反射镜(4),经过第三反射镜(4)反射后入射至第四反射镜(5),经第四反射镜(5)反射后入射至探测器像面(6);其特征是,所述孔径光阑(3)的位置与第二反射镜(2)的位置重合,所述第一反射镜(1)和第三反射镜(4)的光焦度为负的球面反射镜,第二反射镜(2)和第四反射镜(5)的光焦度为正的球面反射镜;

所述第一反射镜(1)与第二反射镜(2)的反射面相对排列,第二反射镜(2)与第三反射镜(4)的反射面相对排列,第三反射镜(4)与第四反射镜(5)的反射面相对排列;第四反射镜(5)与探测器像面(6)相对排列。

2. 根据权利要求1所述的超大视场偏轴全反射式光学系统,其特征在于,所述第一反射镜(1)和第二反射镜(2)的中心距离、第二反射镜(2)和第三反射镜(4)的中心距离、第三反射镜(4)和第四反射镜(5)的中心距离的比例为1:1:1.4。

3. 根据权利要求1所述的超大视场偏轴全反射式光学系统,其特征在于,所述第一反射镜(1)、第二反射镜(2)、第三反射镜(4)和第四反射镜(5)为偏轴球面反射镜。

4. 根据权利要求1所述的超大视场偏轴全反射式光学系统,其特征在于,所述第一反射镜(1)、第二反射镜(2)、第三反射镜(4)和第四反射镜(5)的材质采用碳化硅或微晶材料。

## 超大视场偏轴全反射式光学系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及空间光学技术领域,具体涉及空间光学中的一种偏轴反射式空间对地遥感相机的光学系统。

### 背景技术

[0002] 本发明是以多光谱列阵光电探测器作为成像接收器的超大视场、偏轴、全反射式、多光谱成像空间相机光学系统,在航空及航天空间对地侦察、遥感、探测等领域获得高清晰度照片,可广泛应用于众多成像遥感领域。

[0003] 目前采用的离轴三反射式光学系统的相机,视场容限有限,目前国内最大的离轴三反射式光学系统视场为  $17^\circ$ 。另外现有的离轴反射式系统成像畸变过大,系统所成图像变形严重,影响空间相机的使用范围。已有技术存在成像视场不够大的缺陷,目前国内专利中显示的技术只能到  $20^\circ$ 。

### 发明内容

[0004] 本发明为解决现有全反射式光学系统的成像视场角小且系统的成像畸变大的问题,提供一种超大视场偏轴全反射式光学系统。

[0005] 超大视场偏轴全反射式光学系统,该光学系统包括第一反射镜、第二反射镜、孔径光阑、第三反射镜、第四反射镜和探测器像面;所述目标经第一反射镜反射后入射至第二反射镜,经过第二反射镜反射后入射至第三反射镜,经过第三反射镜(反射后入射至第四反射镜,经第四反射镜反射后入射至探测器像面;所述孔径光阑位置与第二反射镜的位置重合,所述第一反射镜和第三反射镜的光焦度为负的球面反射镜,第二反射镜和第四反射镜的光焦度为正的球面反射镜;

[0006] 所述第一反射镜与第二反射镜的反射面相对排列,第二反射镜与第三反射镜的反射面相对排列,第三反射镜与第四反射镜的反射面相对排列;第四反射镜与探测器像面相对排列。

[0007] 本发明的工作原理:本发明为使超大视场范围内的目标能清晰成像在探测器像面上,采用了偏轴全反射式系统结构,采用四个反射镜,四个反射镜的光轴与系统光轴均不重合,本光学系统按  $xyz$  右手空间坐标系有序排列, $z$  轴方向定为光轴方向, $x$  轴垂直于  $yz$  平面, $yz$  坐标平面为光学系统的子午面,每经过一个反射镜系统光轴发生一次偏折,反射镜及光阑的排列顺序为:第一反射镜,第二反射镜,孔径光阑与第二反射镜重合,第三反射镜,第四反射镜和探测器像面。

[0008] 本发明通过合理分配四个反射镜的光焦度,采用负-正-负-正的光焦度分配方案,同时四个反射镜及探测器的像面均采用偏轴布置,系统优化自由度包括:5个偏轴角、3个反射镜间隔、4个曲率半径,共11个。偏轴角的放开对于系统轴外像差的平衡贡献非常大。系统的偏轴角布置如表1。

[0009] 表1

[0010]

反射镜序号	偏轴角
第一反射镜	-13°
第二反射镜	+8.993°
第三反射镜	-12.054°
第四反射镜	4°
探测器像面	3.209°

[0011] 本发明的有益效果：本发明所述的光学系统可实现超大视场成像，视场角达到62°。系统布局紧凑，成像畸变低，适合于多光谱探测器。且系统具备体积较小，结构简单，重量轻，成像传函高的特点。本发明系统采用准远心光路设计，使得多光谱窄带滤光片带来的波带漂移减小。本发明可以同时实现红、绿、蓝和近红外波段成像。系统在Y方向的视场容限足够大，可以允许进行多光谱探测器拼接来扩大系统的成像幅宽。

#### 附图说明

[0012] 图1为本发明所述的超大视场偏轴全反射式光学系统的结构示意图；

[0013] 图2为本发明所述的超大视场偏轴全反射式光学系统中反射镜位置关系示意图。

[0014] 图中：1、第一反射镜，2、第二反射镜，3、孔径光阑，4、第三反射镜，5、第四反射镜，6、探测器像面。

#### 具体实施方式

[0015] 具体实施方式一、结合图1和图2说明本实施方式，超大视场偏轴全反射式光学系统，该光学系统包括第一反射镜1、第二反射镜2、孔径光阑3、第三反射镜4、第四反射镜5和探测器像面6；所述目标经第一反射镜1反射后入射至第二反射镜2，经过第二反射镜2反射后入射至第三反射镜4，经过第三反射镜4反射后入射至第四反射镜5，经第四反射镜5反射后入射至探测器像面6；所述孔径光阑3的位置与第二反射镜2的位置重合，所述第一反射镜1和第三反射镜4的光焦度为负的球面反射镜，第二反射镜2和第四反射镜5的光焦度为正的球面反射镜；

[0016] 所述第一反射镜1与第二反射镜2的反射面相对排列，第二反射镜2与第三反射镜4的反射面相对排列，第三反射镜4与第四反射镜5的反射面相对排列；第四反射镜5与探测器像面6相对排列。

[0017] 本实施方式所述第一反射镜1和第二反射镜2的中心距离、第二反射镜2和第三反射镜4的中心距离、第三反射镜4和第四反射镜5的中心距离的比例为1：1：1.4；所述的第一反射镜1、第二反射镜2、第三反射镜4和第四反射镜5为偏轴球面反射镜；所述第一反射镜1、第二反射镜2、第三反射镜4和第四反射镜5的材质均采用碳化硅材料；也可以选用高比刚度、接近零膨胀的、热畸变较小的替代材料，如微晶等。

[0018] 本发明所述的四个反射镜的中心都在  $yz$  平面上,  $x$  坐标均为零, 但与传统离轴 TMA 系统不同, 各反射镜中心不在同一直线上, 即同面不同线。孔径光阑 3 的位置和第二面次反射镜 4 的位置重合。各反射镜在  $y$  方向的具体位置由镜面与光轴的夹角和反射镜中心间隔决定, 结合图式, 经过公式推导, 存在如下的光轴转换关系, 如公式 (1) ;

$$[0019] \quad Y_{12} = S_{12} \cdot \tan 2\alpha \quad (1)$$

[0020] 其中,  $Y_{12}$  为第二反射镜 4 在  $Y$  方向的坐标, 第一反射镜 1 与光轴的焦点为原点 ;

[0021]  $S_{12}$  为第一反射镜 1 和第二反射镜 4 的中心间隔 ;

[0022]  $\alpha$  为光轴与第一反射镜 1 法线的夹角。

[0023] 本发明所述的各反射镜之间间距设计合理, 可以很好的抑制杂光。系统使用反射镜法线偏轴设计, 四个反射镜均采用偏轴设计, 使入射光束之光轴发生折转, 系统优化自由度得到增加, 利于实现超大视场成像 ; 四个反射镜的光焦度分配合理, 成像视场为  $62^\circ$ , 光学系统成像畸变低。系统  $Y$  方向成像视场大, 可以实现多光谱成像。目标通过四块反射镜后成像在列阵光电成像探测器上, 从而得到目标的数字图像。本发明系统可以同时实现红、绿、蓝和近红外谱段成像。本发明所述系统适合作为小卫星上用的大视场多光谱相机的光学系统。应用领域包括空间侦察、空间观测等。

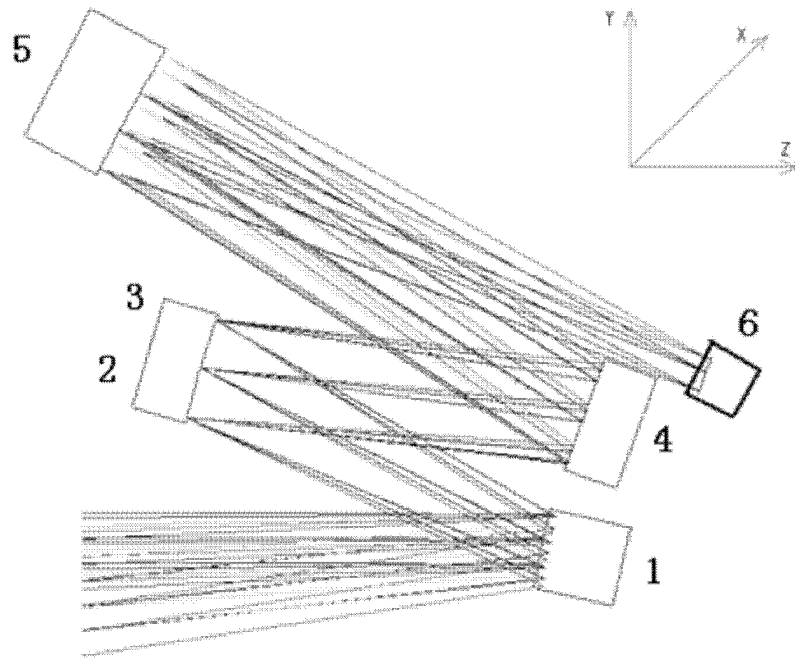


图 1

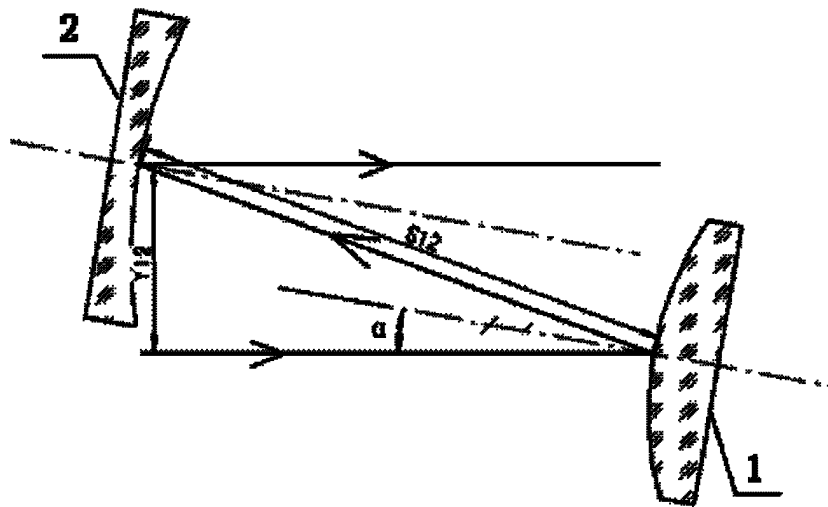


图 2