



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 201748975 U

(45) 授权公告日 2011.02.16

(21) 申请号 201020181415.0

(22) 申请日 2010.05.06

(73) 专利权人 中国科学院西安光学精密机械研究所

地址 710119 陕西省西安市高新区新型工业园信息大道 17 号

(72) 发明人 张兆会 曹剑中 董森 屈恩世
张海峰 范哲源

(74) 专利代理机构 西安智邦专利商标代理有限公司 61211

代理人 徐平

(51) Int. Cl.

G01J 5/06 (2006.01)

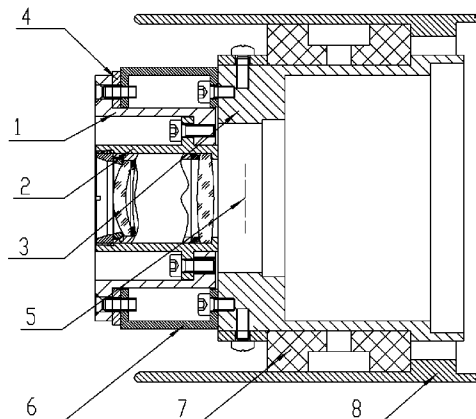
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 1 页

(54) 实用新型名称

一种应用反补偿消热设计的红外探测装置

(57) 摘要

本实用新型提供了一种应用反补偿消热设计的红外探测装置,保证了红外探测装置在外界温度在一定范围内变化时,光学系统整体焦距不变或者变化很小,从而保持良好的成像质量。该红外探测装置还包括温度补偿筒,所述红外镜头整体同轴向设置于温度补偿筒内,且镜筒与温度补偿筒之间是在靠近红外热像仪一端的位置刚性连接;温度补偿筒的材料膨胀系数保证在外界温度在 $-40^{\circ} \sim +60^{\circ}$ 范围变化时温度补偿筒的轴向伸缩与红外光学系统产生的后截距的变化大小相同,方向相反。本实用新型设计简便,可应用于任一红外光学系统之中,补偿效果优良;可靠性较高,可以应用在航空航天等力学环境、温度环境较为恶劣的环境下。



1. 一种应用反补偿消热设计的红外探测装置,该红外探测装置包括红外镜头和红外热像仪,其中红外镜头包括透镜组和镜筒,其特征在于:所述红外探测装置还包括温度补偿筒,所述红外镜头整体同轴向设置于温度补偿筒内,且镜筒与温度补偿筒之间是在靠近红外热像仪一端的位置刚性连接;所述红外热像仪刚性固定于低膨胀系数金属材料制成的红外热像仪安装框内,温度补偿筒与红外热像仪安装框在对接端面处刚性连接,且连接位置保证温度补偿筒内的红外镜头与红外热像仪在光路上对正;温度补偿筒的材料的膨胀系数保证在外界温度在 $-40^{\circ} \sim +60^{\circ}$ 范围变化时温度补偿筒的轴向伸缩与红外光学系统产生的后截距的变化大小相同,方向相反。

2. 根据权利要求1所述的应用反补偿消热设计的红外探测装置,其特征在于:所述镜筒采用钛合金 TC4 材料,温度补偿筒采用聚四氟乙烯材料。

3. 根据权利要求1或2所述的应用反补偿消热设计的红外探测装置,其特征在于:所述镜筒与温度补偿筒中心轴同轴。

4. 根据权利要求3所述的应用反补偿消热设计的红外探测装置,其特征在于:所述温度补偿筒是通过连接转接环与红外热像仪安装框在对接端面处刚性连接的,即所述温度补偿筒远离红外热像仪一端的端面径向延展有前固定基面,所述连接转接环的前端与前固定基面通过螺钉固定,连接转接环的后端与红外热像仪安装框通过螺钉固定。

5. 根据权利要求4所述的应用反补偿消热设计的红外探测装置,其特征在于:所述镜筒与温度补偿筒刚性连接是在连接位置设计有 3mm 厚的圆形连接面,在圆形连接面上设置有螺孔,温度补偿筒经所述圆形连接面与镜筒通过螺钉固定连接。

6. 根据权利要求5所述的应用反补偿消热设计的红外探测装置,其特征在于:所述前固定基面和圆形连接面均与镜筒中心轴同轴,且其上各有 4 个安装固定孔以中心对称分布。

一种应用反补偿消热设计的红外探测装置

技术领域

[0001] 本实用新型涉及红外探测系统的消热设计,具体涉及一种应用反补偿消热设计的红外探测装置。

背景技术

[0002] 随着红外技术的发展,对红外光学系统的质量要求也越来越高。在不同的温度条件下,由于光学材料和机械材料的热效应,使光学系统的一些参数发生相应的变化,进而使系统的最佳像面发生偏离,并且破坏原有的像差校正状态,故最终影响光学系统的性能。这种由温度引起的性能衰减称为光学系统的热效应或者温度效应。因此,在设计光学系统的过程中,必须采用一定的无热技术以消除温度效应的影响,使红外光学系统能够在较大的温度范围内保持良好的成像质量。

[0003] 为了消除或减少温度效应对成像质量的影响,在设计过程中需要通过一定的补偿技术,使光学系统在一个比较大的温度范围内保持焦距不变或者变化很小,从而保持良好的成像质量,这称为无热设计。

[0004] 目前对于红外光学系统的消热技术主要有三大类:第一类是机械被动式。它利用对温度敏感的机械材料或者记忆合金,使一个或一组透镜产生轴向位移,从而补偿由于温度变化引起的像面位移。这种方式由于增加了较多的机械补偿部件,故使得系统的体积变大,重量增加。

[0005] 第二类是电子主动式,它利用温度传感器探测出温度的变化量,然后计算出温度变化引起的像面位移,借助电机驱动透镜产生轴向位移,以达到补偿效果。这种方式需要电源、电子线路、驱动电机等电子设备,导致系统的可靠性下降,尤其是在航空、航天等力学、温度环境比较恶劣的领域,应用性不高。

[0006] 第三类是光学被动式,它利用光学材料热特性之间的差异,通过不同特性材料之间的合理组合以消除温度的影响,从而获得稳定像面的效果。2008年昆明物理研究所申请的实用新型专利:广角光学被动消热差红外光学镜头,专利号:200720104459.1,通过利用红外光学材料热特性之间的差异,通过合理选择透镜材料、分配光焦距,在保证成像质量的同时,使整个光学系统像面位置随温度的变化量与仪器壳体温度的变化量一致,在设计温度范围内具有稳定的性能。但单纯利用红外材料的不同来进行消热进而达到像面稳定的目的,具有一定的局限性,也限制了更大范围的不同红外光学镜头的光学设计。

[0007] 传统应用的机械被动消热设计是将需要移动的一组或几组透镜安装在导轨上,通过高膨胀率金属棒与外壳相连接,外壳采用的是低膨胀率的材料。当温度变化时,金属棒通过自身的热胀冷缩来使消热透镜产生运动,从而补偿像面的漂移。这种方法能可靠执行消热,但通常体积较为庞大、笨重。从传统的机械补偿设计中可以看出,一是体积较大,笨重,二是大部分都是对整个光学系统内部的数个透镜组件进行移动补偿,如此加工工艺势必复杂,且配合精度不稳定。

实用新型内容

[0008] 本实用新型提供了一种应用反补偿消热设计的红外探测装置,保证了红外探测装置在外界温度在一定范围内变化时,光学系统整体焦距不变或者变化很小,从而保持良好的成像质量。

[0009] 本实用新型提供的技术方案如下所述:

[0010] 该应用反补偿消热设计的红外探测装置包括红外镜头和红外热像仪,其中红外镜头包括透镜组和镜筒,该红外探测装置还包括温度补偿筒,所述红外镜头整体同轴向设置于温度补偿筒内,且镜筒与温度补偿筒之间是在靠近红外热像仪一端的位置刚性连接;所述红外热像仪刚性固定于低膨胀系数金属材料制成的红外热像仪安装框内,温度补偿筒与红外热像仪安装框在对接端面处刚性连接,且连接位置保证温度补偿筒内的红外镜头与红外热像仪在光路上对正;温度补偿筒的材料的膨胀系数保证在外界温度在 $-40^{\circ} \sim +60^{\circ}$ 范围变化时温度补偿筒的轴向伸缩与红外光学系统产生的后截距的变化大小相同,方向相反。

[0011] 上述镜筒采用钛合金 TC4 材料,温度补偿筒采用聚四氟乙烯材料,这两种材料的匹配是经过大量实验得到的较优结果,即聚四氟乙烯材料的膨胀系数在外界温度在 $-40^{\circ} \sim +60^{\circ}$ 范围变化时温度补偿筒的轴向伸缩与红外光学系统产生的后截距的变化大小相同,方向相反。

[0012] 上述镜筒与温度补偿筒中心轴同轴。

[0013] 上述温度补偿筒是通过连接转接环与红外热像仪安装框在对接端面处刚性连接的,即所述温度补偿筒远离红外热像仪一端的端面径向延展有前固定基面,所述连接转接环的前端与前固定基面通过螺钉固定,连接转接环的后端与红外热像仪安装框通过螺钉固定。

[0014] 上述镜筒与温度补偿筒刚性连接是在连接位置设计有 3mm 厚的圆形连接面,在圆形连接面上设置有螺孔,温度补偿筒经所述圆形连接面与镜筒通过螺钉固定连接。

[0015] 上述前固定基面和圆形连接面均与镜筒中心轴同轴,且其上各有 4 个安装固定孔以中心对称分布。

[0016] 本实用新型的优点是:

[0017] 采用温度补偿筒的反补偿设计,对红外系统的消热设计而言,设计简便,可应用于任一红外光学系统之中;加工精度较高,补偿效果优良;从光学加工和机械加工的角度出发,节省了能耗和原材料、工序;可靠性较高,可以应用在航空航天等力学环境、温度环境较为恶劣的环境下。

附图说明

[0018] 图 1 为本实用新型的整体结构和连接示意图(轴向剖视图);

[0019] 图 2 为本实用新型的消热结构部分立体简图。

[0020] 附图标号说明:

[0021] 1- 温度补偿筒,2- 红外镜头,3- 热像仪安装框,4- 像面定位基准,5- 像面位置,6- 连接转接环,7- 隔热套,8- 金属外壳。

具体实施方式

[0022] 本实用新型是采用机械被动式消热,即结构反补偿形式,采用一个温度补偿筒,将红外镜头整体用螺钉固定在温度补偿筒内,并和温度补偿筒一起用螺钉和红外热像仪安装框上的连接面连接。由于红外热像仪固定在低膨胀系数的金属内部,其焦面位置变化很小,可忽略不计,依靠温度补偿筒的温度变化产生的轴向移动来实现红外光学系统像面位置轴向漂移的补偿。

[0023] 传统应用的机械被动消热设计是将需要移动的一组或几组透镜安装在导轨上,通过高膨胀率金属棒与外壳相连接,外壳采用的是低膨胀率的材料。当温度变化时,金属棒通过自身的热胀冷缩来使消热透镜产生运动,从而补偿像面的漂移。这种方法能可靠执行消热,但通常体积较为庞大、笨重。从传统的机械补偿设计中可以看出,一是体积较大,笨重,二是大部分都是对整个光学系统内部的数个透镜组件进行移动补偿,对于将红外光学系统整体进行移动补偿还未见应用。

[0024] 该应用反补偿消热设计的红外探测装置包括红外镜头 2 和红外热像仪,其中红外镜头 2 包括透镜组和镜筒,该红外探测装置还包括温度补偿筒 1,所述红外镜头 2 整体同轴向设置于温度补偿筒 1 内,且镜筒与温度补偿筒 1 之间是在靠近红外热像仪一端的位置通过螺钉刚性连接;所述红外热像仪刚性固定于低膨胀系数金属材料制成的红外热像仪安装框 3 内,温度补偿筒与红外热像仪安装框 3 在对接端面处刚性连接,且连接位置保证温度补偿筒 1 内的红外镜头 2 与红外热像仪在光路上对正;温度补偿筒 1 的材料的膨胀系数保证在外界温度在 $-40^{\circ} \sim +60^{\circ}$ 范围变化时温度补偿筒 1 的轴向伸缩与红外光学系统产生的后截距的变化大小相同,方向相反。

[0025] 本消热设计是采用高热膨胀系数的塑料(聚四氟乙烯)和低膨胀系数的金属材料(TC4)来组合镜筒、温度补偿筒、红外热像仪安装框和隔热套,并形成“金属-塑料-金属-塑料隔热套-金属外壳”双层消热结构,一方面可以有效地抵御外界温度的较大范围变化对红外镜头的影响,并能有效地保持像面的稳定和良好的成像质量,又可以保证较高的连接强度,为红外镜头在恶劣的力学环境下工作的可靠和安全。

[0026] 镜头结构采用钛合金 TC4 材料,温度补偿筒采用聚四氟乙烯(F-4),在 $-40^{\circ} \sim +60^{\circ}$ 范围内,由于红外镜头结构金属材料和温度补偿筒材料的热膨胀系数不同所造成的镜头的整体位移与红外光学系统所产生的后截距的变化大小相同,方向相反,对于焦面位置固定的系统而言,能够在结构上补偿温度变化所造成的相面移动,可以在温度变化范围内始终保持相面位置的稳定,满足成像质量的要求。

[0027] 本光学系统焦距为 $f = 17.5\text{mm}$,采用非制冷型热像仪,像元数为 $320(\text{H}) \times 240(\text{V})$,靶面尺寸为 $10.8 \times 14.4\text{mm}^2$,像元尺寸为 $45 \mu\text{m} \times 45 \mu\text{m}$,响应波段 $8 \sim 14 \mu\text{m}$,表 1 给出了温度变化时红外光学系统离焦量的变化。

[0028] 表 1 温度变化对光学系统的影响

[0029]

温度 ($^{\circ}\text{C}$)	焦距 f' (mm)	离焦量 (mm)
-40	17.60	0.11
-20	17.57	0.0731
0	17.53	0.0363
20	17.50	0

40	17.47	-0.0362
60	17.44	-0.0723

[0030] 表 2 给出了以 +20℃ 为基准, 温度从 -40℃ ~ +60℃ 变化导致光学材料伸缩引起的像面轴向移动量。

[0031] 表 2 光学系统像面的轴向移动量

[0032]

温度 (°C)	-40	-20	0	+20	+60
像面轴向移动量 (mm)	+0.11	+0.0731	+0.0363	0	-0.0731

[0033] 表 3 给出了温补筒 (聚四氟乙烯材料 (F-4), 其热膨胀系数为 99×10^{-6}) 在温度变化时其轴向变化量。

[0034] 表 3 温度补偿筒的轴向移动量

[0035]

温度 (°C)	-40	-20	0	+20	+60
温补筒轴向变化量 (mm)	-0.1188	+0.0792	+0.0396	0	-0.0792

[0036] 从表 1、表 2 和表 3 可以看出, 采用的高膨胀系数的温度补偿筒在温度变化时产生的轴向变形和红外光学系统的像面漂移量方向相反、大小基本相同, 其误差和系统的离焦量相比可忽略不计, 实际产品也证明采用此简单的机械补偿方式能有效确保温度变化时的像面的稳定和成像的清晰。并且结构简单、体积较小, 由于采用的是塑料材料, 重量基本上没有增加, 且可靠性较高, 可以在较为恶劣的力学环境下应用。

[0037] 该结构反补偿设计方式可以为在温度变化范围较大的环境下使用的红外镜头的像面稳定设计提供较为可靠简便的方式, 并大大节约了设计和加工成本。可以为航空、航天领域的红外摄像装置提供有效的热设计技术支持, 有效降低温度大范围变化对成像质量的影响。

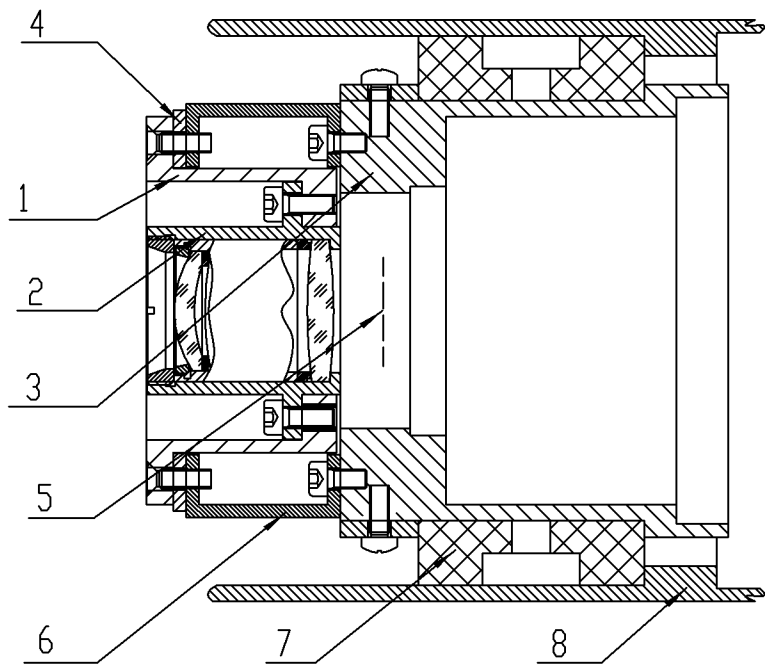


图 1

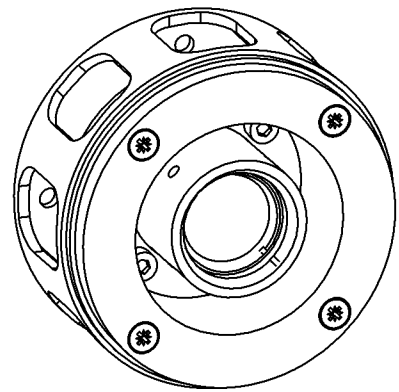


图 2