



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104991294 B

(45)授权公告日 2017.04.12

(21)申请号 201510340393.5

审查员 肖伏凤

(22)申请日 2015.06.18

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104991294 A

(43)申请公布日 2015.10.21

(73)专利权人 中国科学院国家天文台南京天文
光学技术研究所

地址 210042 江苏省南京市板仓街188号

(72)发明人 王晋峰 王焯儒 田杰 李新南

(74)专利代理机构 江苏致邦律师事务所 32230

代理人 栗仲平

(51) Int. Cl.

G02B 1/18(2015.01)

G02B 1/10(2015.01)

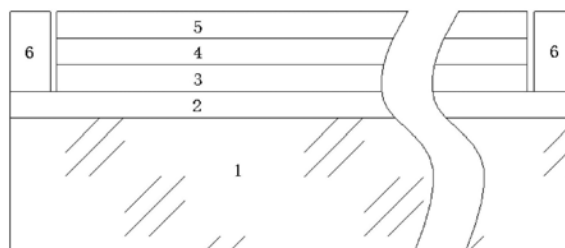
权利要求书2页 说明书4页 附图2页

(54)发明名称

极低温环境大口径反射式望远镜防霜膜系及其制备方法

(57)摘要

用于极低温的大口径反射光学望远镜防霜膜系及其制备方法,防霜膜系的结构如下,自主镜表面开始依次为:透明导电膜层、中间绝缘层、反射膜层及最外介质保护层;在所述透明导电膜层的两边,设有导电电极。步骤如下:(1)准备工作;(2).导电膜镀制步骤;(3).中间绝缘层镀制步骤;(4).反射膜镀制步骤;(5).最外介质保护层的镀制步骤;(6).导电电极镀制步骤。本发明可用于极端低温环境下,结合镜面温升控制避免镜面结霜。本发明对防霜反射膜系的结构进行了合理设计,在具有防霜功能的同时保证了膜系的光谱反射性能。在膜层反射材料同样使用铝时,在400nm-2000nm波段范围,本防霜反射膜系光谱反射率平均值优于89%。



1. 一种用于极低温环境下的大口径反射式光学红外望远镜防霜膜系,在反射式光学望远镜的主镜表面集成有透明导电膜,其特征在于,所述透明导电膜的结构如下,自主镜表面开始,依次为:透明导电膜层、中间绝缘层、反射膜层及最外介质保护层;在所述透明导电膜层的两边,设有导电电极;

所述透明导电膜层采用氧化铟锡;所述中间绝缘层采用二氧化硅;所述反射膜层采用铝或银;所述最外介质保护层采用二氧化硅或五氧化二钽;导电电极的材料为铜;

所述氧化铟锡的质量比组成是:90%In₂O₃、10% SnO₂。

2. 根据权利要求1所述的用于极低温环境下的大口径反射式光学红外望远镜防霜膜系,其特征在于,所述透明导电膜层的膜层厚度为180纳米;所述中间绝缘层的膜层厚度为200纳米;所述反射膜层的膜层厚度为100纳米;所述最外介质保护层的膜层为单层或高低折射率膜层搭配结构;所述导电电极的膜层厚度为300纳米。

3. 权利要求1所述的用于极低温环境下的大口径反射式光学红外望远镜防霜膜系的制备方法,其特征在于,步骤如下:

(1)准备工作:

(1)-1. 清洁真空室内所有相关部件;

(1)-2. 加入相关膜料;

(1)-3. 放入待镀光学反射镜片;

(1)-4. 对真空室抽真空;

(2). 导电膜镀制步骤:烘烤后,进行导电膜材料的蒸镀,工艺条件:导电膜材料为氧化铟锡,膜层监控厚度180纳米;

(3). 中间绝缘层镀制步骤:中间绝缘层镀制材料为二氧化硅,膜层监控厚度200纳米;

(4). 反射膜镀制步骤:反射膜镀制材料为铝或银,膜层监控厚度100纳米;

(5). 最外介质保护层的镀制步骤:最外介质保护层镀制材料为二氧化硅与五氧化二钽,为单层或高低折射率膜层搭配而成;

(6). 导电电极镀制步骤:导电电极镀制材料为铜,膜层监控厚度300纳米;

所述氧化铟锡的质量比组成是:90%In₂O₃、10% SnO₂。

4. 根据权利要求3所述的用于极低温环境下的大口径反射式光学红外望远镜防霜膜系的制备方法,其特征在于,所述准备工作中的步骤(1)-2加入相关膜料是指:在坩埚中分别加入氧化铟锡、二氧化硅、铝、铜膜料;步骤(1)-4对真空室抽真空,真空度优于 6×10^{-4} Pa。

5. 根据权利要求3或4所述的用于极低温环境下的大口径反射式光学红外望远镜防霜膜系的制备方法,其特征在于,所述各步骤(2)-(6)的工艺条件分别是:

(2). 导电膜镀制步骤:在180摄氏度的烘烤温度下恒定3小时后,进行导电膜材料的蒸镀,工艺条件:导电膜材料为氧化铟锡,真空度优于 6×10^{-4} Pa,霍尔离子源充40SCCM氧气,离子源阳极电压180伏,阳极电流6安培;

(3). 中间绝缘层镀制步骤:中间绝缘层镀制材料为二氧化硅,真空度优于 6×10^{-4} Pa,霍尔离子源充40SCCM氧气,离子源阳极电压180伏,阳极电流6安培;

(4). 反射膜镀制步骤:反射膜镀制材料为铝或银,真空度好于 6×10^{-4} Pa;

(5). 最外介质保护层的镀制步骤:最外介质保护层镀制材料为二氧化硅,真空度优于 6×10^{-4} Pa,霍尔离子源充40SCCM氧气,离子源阳极电压180伏,阳极电流6安培;

(6). 导电电极镀制步骤: 导电电极镀制材料为铜, 真空度优于 6×10^{-4} Pa。

极低温环境大口径反射式望远镜防霜膜系及其制备方法

技术领域

[0001] 本发明涉及光学镀膜加工技术领域,尤其是一种极端低温环境下(南极)大口径开放式反射光学红外望远镜镜面防霜膜系及其制备方法。

背景技术

[0002] 反射式光学望远镜在天文望远镜中应用十分广泛。由于这种反射光学系统对玻璃材料在光学性能上没有特殊要求,光线不需透过材料本身,主镜可以进行轻量化加工减轻重量和无色差,且大口径透镜光学材料不可多得,价格昂贵,因此大口径的望远镜大都采用反射式结构设计。大口径反射式望远镜光路一般为开放式结构,在极端低温环境下使用时,会出现镜面结霜的现象导致无法正常观测。

[0003] 透明导电膜层(ITO)在液晶显示器、触摸屏、太阳能元件中大量使用,透明导电膜是一种重掺杂、高简并的n型半导体材料,具有较低的电阻率,约为 $10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$,禁带宽度介于3.5~4.5eV之间,因而在可见光区吸收很少,且镀膜后的平均透过率可以达到85%以上。它以接近金属的导电率、可见光范围的高透过率很好地把物质的透明性和导电性统一起来。

[0004] 透明导电膜以其接近金属的导电率、可见光范围内的高透射比、红外高反射比以及其半导体特性,广泛地应用于太阳能电池、显示器、气敏元件、抗静电涂层、现代战机和巡航导弹的窗口、红外辐射反射镜涂层、飞机火车用玻璃除霜、建筑物幕墙玻璃等方面。

[0005] 现有技术中光学反射镜分为金属反射镜与全介质反射镜,金属反射镜反射膜最常用的金属材料有铝(AL)、银(Ag)、金(Au)等,反射膜之上为单层或多层介质膜,起到保护金属膜与增加特定波段反射的作用。全介质反射镜采用高、低折射率交替的介质膜材料组合而成。大口径反射式开放结构的光学望远镜镜面若采用普通金属反射镜或全介质反射镜时,在极端低温的南极环境下,会出现镜面结霜导致无法观测的难题。

[0006] 目前,南极望远镜均为小口径透射式密封结构设计,在望远镜的前表面采用镀有透明导电膜的封窗玻璃实现望远镜的防霜功能。透明导电膜的透光区在可见光与近红外波段,在红外波段则存在强烈的吸收,因而该结构设计不适合于大口径反射式光学红外望远镜。

发明内容

[0007] 本发明需要解决的问题是针对极端低温环境下南极地区使用大口径反射式开放结构光学红外望远镜镜面结霜现象,提供一种具有防霜功能的光学反射膜及其制备方法。

[0008] 为了解决上述问题,本发明采用的技术方案是:一种极低温环境大口径反射式望远镜防霜膜系,在反射式光学望远镜的主镜表面集成有透明导电膜,其特征在于,所述透明导电膜的结构如下,自主镜表面开始,依次为:透明导电膜层、中间绝缘层、反射膜层及最外介质保护层;在所述透明导电膜层的两边,集成有导电电极。

[0009] 其中,透明导电膜层采用氧化铟锡,膜层厚度为180纳米;

- [0010] 中间绝缘层采用二氧化硅,膜层厚度为200纳米;
- [0011] 反射膜层材料采用铝或银,膜层厚度为100纳米;
- [0012] 最外介质保护层采用二氧化硅、五氧化二钽等介质氧化物材料,膜层结构为单层氧化物材料或采用高、低折射率交替的介质氧化物材料组合,起到保护金属膜与增加特定波段反射的作用。
- [0013] 导电电极的材料为铜,电极的膜层厚度为300纳米。
- [0014] 完成本申请第二个发明任务的技术方案是,上述耐极低温的大口径反射式光学红外望远镜防霜膜系的制备方法,其特征在于,步骤如下:
- [0015] (1).准备工作:
- [0016] (1)-1.清洁真空室内所有相关部件;
- [0017] (1)-2.加入相关膜料;
- [0018] (1)-3.放入待镀光学反射镜片;
- [0019] (1)-4.对真空室抽真空;
- [0020] (2).导电膜镀制步骤:烘烤后,进行导电膜材料的蒸镀,工艺条件:导电膜材料为氧化铟锡,采用氧离子辅助的方式蒸镀,膜层监控厚度180纳米;
- [0021] (3).中间绝缘层镀制步骤:中间绝缘层镀制材料为二氧化硅,膜层监控厚度200纳米;
- [0022] (4).反射膜镀制步骤:反射膜镀制材料为铝或银,膜层监控厚度100纳米;
- [0023] (5).最外介质保护层的镀制步骤:最外介质保护层镀制材料为二氧化硅、五氧化二钽等介质氧化物材料,膜层结构为单层氧化物材料或采用高、低折射率交替的介质氧化物材料组合,起到保护金属膜与增加特定波段反射的作用。
- [0024] (6).导电电极镀制步骤:导电电极镀制材料为铜,膜层监控厚度300纳米。
- [0025] 更具体和更优化地说,各步骤操作方法如下:
- [0026] 准备工作中的步骤(1)-2.加入相关膜料,是指:在坩埚中分别加入氧化铟锡、二氧化硅、五氧化二钽、铝或银、铜膜料;
- [0027] 步骤(1)-4.对真空室抽真空,真空度优于 6×10^{-4} Pa;
- [0028] 其他各步骤的工艺条件分别是:
- [0029] (2).导电膜镀制步骤:在180摄氏度的烘烤温度下恒定3小时后,进行导电膜材料的蒸镀,工艺条件:导电膜材料为氧化铟锡(所述氧化铟锡的质量比组成是:90%In₂O₃、10%SnO₂),真空度优于 6×10^{-4} Pa,霍尔离子源充40SCCM氧气,离子源阳极电压180伏,阳极电流6安培;
- [0030] (3).中间绝缘层镀制步骤:中间绝缘层镀制材料为二氧化硅,真空度优于 6×10^{-4} Pa,霍尔离子源充40SCCM氧气,离子源阳极电压180伏,阳极电流6安培;
- [0031] (4).反射膜镀制步骤:反射膜镀制材料为铝或银,真空度好于 6×10^{-4} Pa,蒸发速率大于10纳米/秒;
- [0032] (5).最外介质保护层的镀制步骤:最外介质保护层镀制材料为二氧化硅、五氧化二钽等氧化物膜料,真空度优于 6×10^{-4} Pa,霍尔离子源充40SCCM氧气,离子源阳极电压180伏,阳极电流6安培;
- [0033] (6).导电电极镀制步骤:导电电极镀制材料为铜,真空度优于 6×10^{-4} Pa。

[0034] 换言之,本发明的防霜反射膜工艺方法,包括有清洁真空室内所有相关部件并加入相关膜料和放入待镀光学反射镜片的准备工作步骤;对所述真空室进行抽真空的抽真空步骤;真空度达到要求后将相关膜料气化沉积到所述光学反射镜片表面的镀膜步骤。所述镀膜步骤有如下分步骤:导电膜镀制步骤;绝缘层与反射膜镀制步骤;导电电极镀制步骤。

[0035] 由于采用了上述方案,本发明与现有技术相比具有如下有益效果:

[0036] 1、本发明制备的防霜反射膜可用于极端低温环境下,结合镜面温升控制避免镜面结霜。

[0037] 2、对防霜反射膜系的结构进行了合理设计,在具有防霜功能的同时保证了膜系的可见与红外光谱反射性能。

[0038] 在膜层反射材料同样使用铝时,在400nm-2000nm波段范围,本防霜反射膜系光谱反射率平均值优于89%;使用导电膜用于普通铝反射镜的光谱反射率平均值为60%左右。

附图说明

[0039] 图1是防霜反射膜系结构示意图;

[0040] 图2 是防霜反射膜系光谱反射曲线;

[0041] 图3 是透明导电膜透射光谱曲线;

[0042] 图4 是本防霜反射膜系与使用导电膜于普通铝镜的光谱反射曲线对比。

具体实施方式

[0043] 实施例1,具有防霜功能的光学反射膜系,参照图1:图中,光学反射镜片1,导电膜2,中间绝缘层3,铝膜4,最外介质保护层5,导电电极6。

[0044] 具有防霜功能的光学反射膜系制备工艺方法具体如下:

[0045] (1).准备工作步骤:清洁真空室、挡板及夹具等,在坩埚中分别加入氧化铟锡、二氧化硅、铝、铜膜料,用脱脂布蘸无水乙醇和乙醚混合溶剂擦拭光学反射镜片,擦拭干净后装入夹具放入真空室。

[0046] (2).抽真空与光学反射镜片升温步骤:启动真空泵抽真空并逐渐升温至180摄氏度,升温步骤与恒温时间根据光学镜片的尺寸及形状决定。

[0047] (3).真空镀膜步骤:镀膜步骤包括有如下分步骤:

[0048] A、导电膜镀制步骤:在180摄氏度的烘烤温度下恒定3小时后,进行导电膜材料的蒸镀,工艺条件:导电膜材料为氧化铟锡(所述氧化铟锡的质量比组成是:90% In_2O_3 、10% SnO_2),真空度为优于 6×10^{-4} Pa,膜层监控厚度180纳米,霍尔离子源充40SCCM氧气,离子源阳极电压180伏,阳极电流6安培。

[0049] B、绝缘层与反射膜镀制步骤:绝缘层镀制材料为二氧化硅,真空度优于 6×10^{-4} Pa,膜层监控厚度200纳米,霍尔离子源充40SCCM氧气,离子源阳极电压180伏,阳极电流6安培;反射膜镀制材料为铝,真空度好于 6×10^{-4} Pa,膜层监控厚度100纳米,铝膜完成后镀制二氧化硅保护层,真空度优于 6×10^{-4} Pa,膜层监控厚度180纳米,霍尔离子源充40SCCM氧气,离子源阳极电压180伏,阳极电流6安培

[0050] C、导电电极镀制步骤:导电电极镀制材料为铜,真空度好于 6×10^{-4} Pa,膜层监控厚度300纳米。

[0051] 镀制完成后,需待反射镜元件完全冷却后充气入真空室,打开真空室门取出镀好的光学反射镜片。

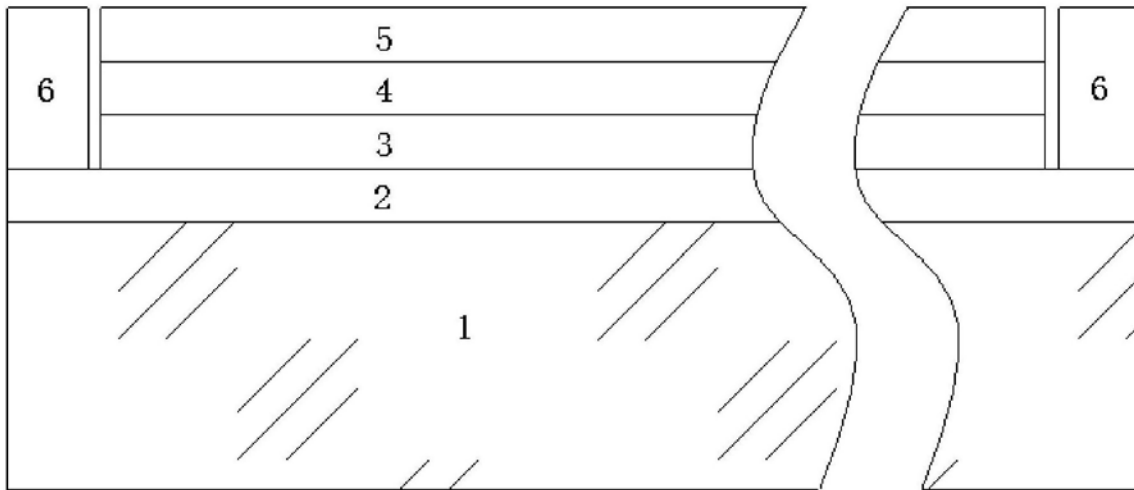


图1

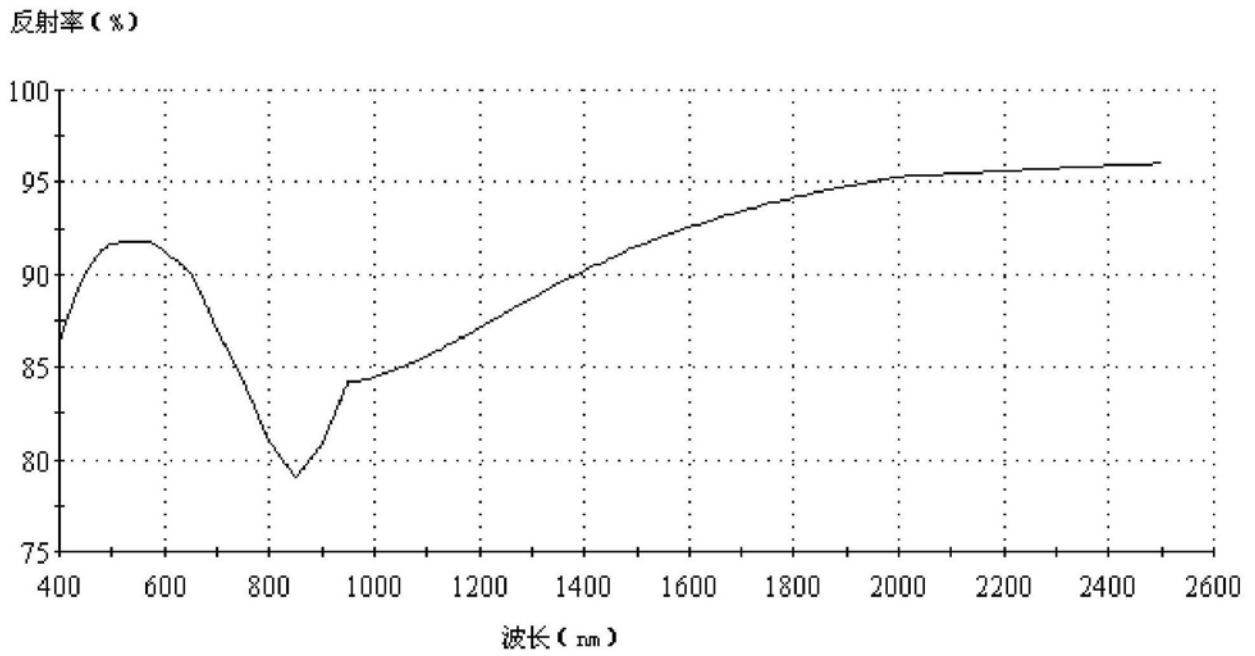


图2

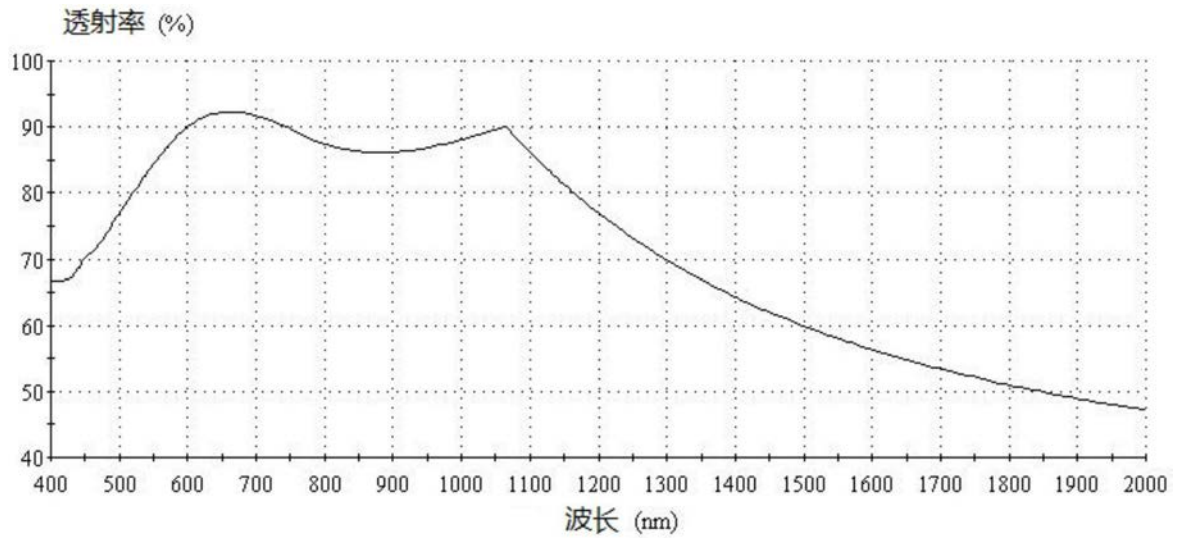


图3

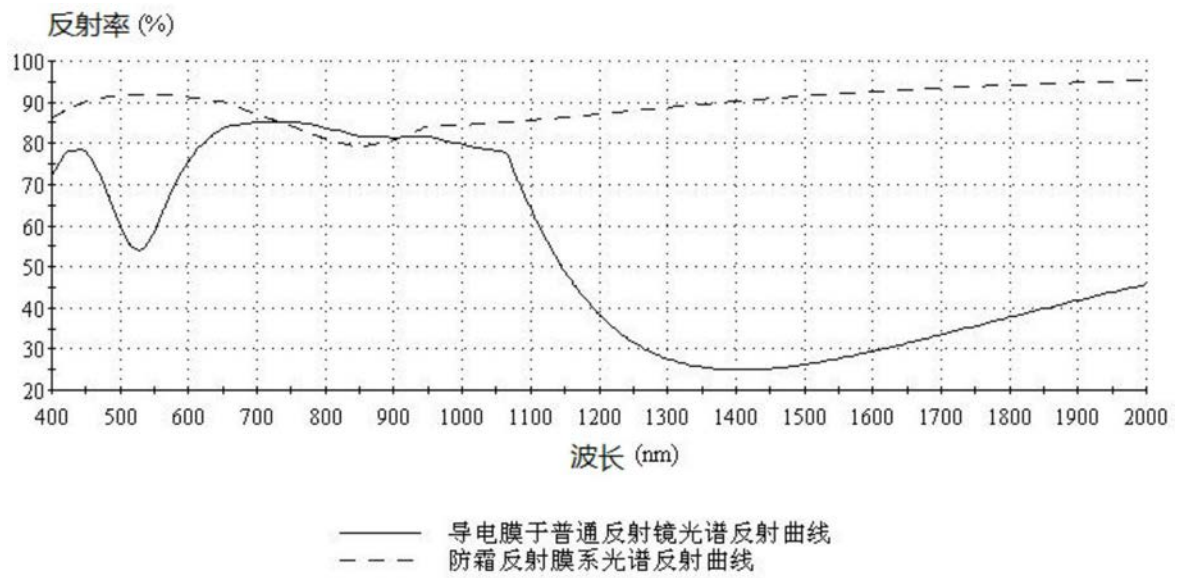


图4