

多通道望远镜中光学零件的镀膜技术

李开寿

南京天文仪器研制中心, 210042

摘要: 本文主要介绍了为研制多通道望远镜, 在光学薄膜方面做的一些工作。具体有多层增透膜, 夹层银反射膜, 棱镜偏振分束膜的设计和镀制。

多通道望远镜是用于对太阳表面进行观测。为了获得更多的太阳表面信息, 它采用了在太阳光谱的九个不同波长处, 同时对太阳进行观测。这要求多通道望远镜能把入射光束按波长分成九束光, 以实现在九个波长位置同时对太阳进行观测。为了做到这一点, 无疑要使用相当多的光学零件。这就使得投射到接收器上的光能量大大地降低。想保证有足够的能量投射在接收器上, 只有两个途径: 一是增加望远镜的口径; 二是提高望远镜中光学零件透过或反射的光通量。光学镀膜技术是实现后一途径的有效方法。把入射光束按波长分成九束光, 可以用光学镀膜技术来实现。因此, 研制多通道望远镜的主持人, 对光学镀膜技术提出了较高要求。具体指标如下:

1. 对于透镜, 要求每一面的透过率在九个波长处(相当于波长在3900埃至6800埃区)达到99.5%以上。
2. 对于反射镜, 要求其反射率在九个波长处达到95%以上。
3. 对于偏振分束器, 要求偏振透率达90%, 偏振度达99%。

光学薄膜的特性是由光波射入到薄膜中产生光的干涉决定的。为了预先了解怎样的光学薄膜结构才能满足要求, 我选用了导纳矩阵方法, 编制了计算机程序, 进行了光学薄膜结构的设计和计算。有关这方面的具体内容, 另文详细介绍。

对于抛光的光学零件表面, 由于其固有特性决定, 对入射光总有一定的反射。反射率的大小, 与光学零件的折射率有关。折射率为1.52的冕牌玻璃, 其表面反射约为4.25%左右。提高光学零件的透过率, 实质是用镀膜技术减少表面的反射率。使用单

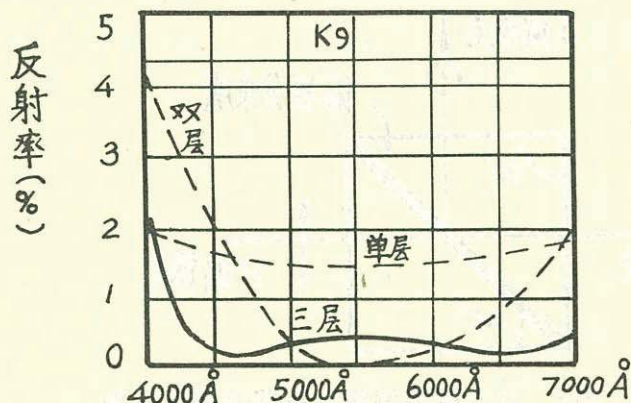


图1. K9玻璃上镀以单层减反射膜、双层减反射膜、三层减反射膜的表面反射光谱特性曲线。同时, 还给出没有镀膜的K9玻璃的表面反射。

层膜,可以使K9玻璃的表面反射下降到1.5%。使用双层膜,可以使K9玻璃的表面反射在一定的波长范围下降到几乎近于0。使用三层膜,可以使K9玻璃的表面反射在2300埃左右宽的波长范围下降到0.5%。有关的实验结果,在图一中给出。从图中看出,对于三层膜,从4400埃开始,表面反射上升,比K9玻璃的固有反射还高。另外,在制作三层膜过程中,对每一层膜厚度的控制精度要求极高,我们使用的仪器设备难以保证。对于无备用件的望远镜主光路系统,要求制作的重复性是百分之百,我们根本没法实现。对于双层膜,主光路系统中的光学零件是没法使用的。因此,主光路系统中的透射光学零件,全采用单层减反射膜。对于单波长的九束分光路中的透射光学零件,使用双层减反射膜有极大的优越性,而被采用。

对于3900埃至6800埃波长范围使用的反射镜,铝反射膜是有一系列的优点,但是其反射率不高于90%。在使用范围内,银反射膜的反射率达到了95%,但它易受空气中的硫化物的影响而降低反射或发黑,且与玻璃的粘附性差。但文献介绍,用 SiO_2 膜做

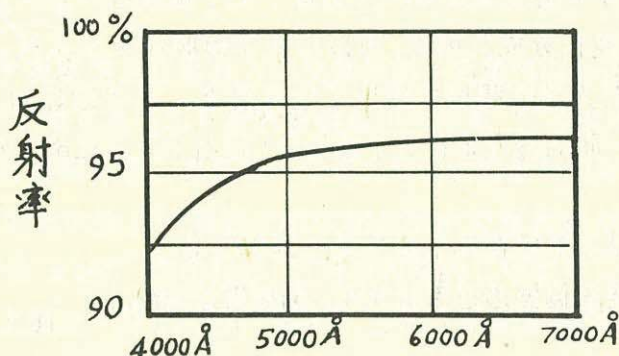


图2. 加粘结层和保护层的银反射膜的光谱反射特性曲线

保护层,在银膜与镜面、银膜与保护层之间镀以粘结的 Al_2O_3 膜,可以得到良好的效果。通过大量的试验,掌握了有关工艺方法,并用于多通道望远镜中的反射镜。后来还用于其它单位的反射镜上。图2给出了所得的反射特性曲线。

多通道望远镜中使用的偏振分束器,是立方棱镜的形式。它是由两个45度的直角

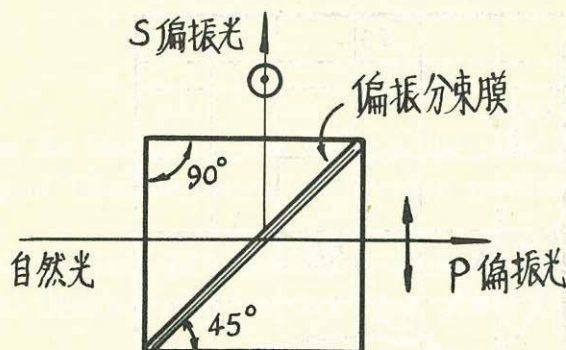


图3. 立方棱镜偏振分束器的基本结构

棱镜在斜面胶合而成。在直角棱镜的斜面上镀有偏振分束膜。当入射光垂直立方棱镜

分束器的一个侧面射入时,在斜面上经偏振分束膜把入射光分成两束(如图3所示)。一束光沿入射光方向射出棱镜。一束光经偏振膜反射,与入射光成90度射出棱镜。透射光束是P偏振光,反射光束是S偏振光。棱镜的材料,是据偏振分束膜的设计而选定的。偏振分束器的偏振度达99%,偏振光的透过率达到90%。分束器胶合的精度,虽为加工的棱镜精度所限,但也在1分以内。

Plating Technique in Multichannel Solar Telescope

Kaishou Li

Nanjing Astronomical Instrument Center

Chinese Academy of Sciences

Nanjing 210042

China

Abstract

This paper briefly describes for mult-channel telescope in optical film. Multilayers anti-reflective film, Ag film coated with thin layer of Al_2O_3 plus deposited silicon oxide.