

# 用非晶态 $As_2S_3$ 膜制作相息图

谢建平 明海 张静娟 齐开国

(中国科学技术大学)

陈岩松 姜长山

(中国科学院物理研究所)

相息图是一种按照光波的位相分布而变化其光学厚度的位相型光学元件,具有同轴再现,衍射效率高,功能多样等优点。球面透镜相息图是最简单的一种,1975年 V. P. Koronkovich<sup>[1]</sup>等利用法布里-珀罗干涉仪的反射干涉场强的锯齿状分布,在  $As_2S_3$  膜上制作了球面透镜相息图,避免了位相离散化噪声,但其口径受到边缘波带的渐晕效应的限制。文献[2]的作者曾用“旋转照相法”在银盐乳胶上制得了球面透镜相息图。这也可避免位相离散化噪声,并适于制作旋转对称的球面和非球面相息图元件。这时透镜相息图的口径仅受照相机分辨率的限制。但是由于用银盐漂白方法,因而处理过程较繁,噪声也较大。

$As_2S_3$  膜具有透明度较高,能实时记录,折射率变化最大可达  $\Delta n \approx 0.12$  等优点,用于制作相息图较为理想。本文分别用高压汞灯和氩离子激光照射  $As_2S_3$  膜,测定了相应的曝光曲线。利用“旋转照相法”制得透镜相息图的负片,使  $As_2S_3$  膜直接对透过该负片的光进行曝光,获得了  $As_2S_3$  膜球面透镜相息图。将两种光源制得的透镜相息图的聚焦情况进行了粗略的比较,其成像情况也与普通胶合透镜进行了对比。

## 一、原 理

$As_2S_3$  膜受光辐照时折射率发生变化而厚度变化很小<sup>[3]</sup>,是一种折射率型位相记录材料。用  $As_2S_3$  膜制作球面透镜相息图,即要使其光学厚

度随空间位置的变化所引起的位相延迟呈二次抛物面状。这可通过控制辐照时的曝光量使膜层折射率随空间位置的变化量  $\Delta n$  达到预定值来完成。根据  $As_2S_3$  膜的曝光特性  $\Delta n-t$  曲线,用感光乳胶制作一个振幅负片,使它的透光率正比于曝光量的空间分布。透镜相息图的位相调制是旋转对称的,可用“旋转照相法”制得所需要的振幅型波带片(负片),以此负片作掩膜直接对  $As_2S_3$  膜曝光印制成球面透镜相息图。

## 二、实验和结果

### 1. 曝光光源的选择

实验中曾分别用高压和低压汞灯、氩离子激光和氮分子激光对  $As_2S_3$  膜进行了曝光实验。由于印制相息图所需的负片带有玻璃基底,这种基底几乎不透过短于  $3100 \text{ \AA}$  左右的谱线,对  $3100 \sim 3500 \text{ \AA}$  间的谱线也有很大衰减,因而光谱峰值在  $2500 \text{ \AA}$  左右的低压汞灯和  $3371 \text{ \AA}$  的氮分子激光透过玻璃基底就较少,实验中也观察到了它们辐照  $As_2S_3$  膜所引起的折射率变化很小,故不适宜作  $As_2S_3$  膜的曝光光源。高压汞灯的光谱峰值在  $3600 \text{ \AA}$  左右,同时也有数条波长稍长的强谱线,所以我们选用了高压汞灯和氩离子激光作曝光光源。

### 2. 用非相干光在 $As_2S_3$ 膜上制作相息图

用非相干光印制相息图的实验装置示于图 1。光源为球形高压汞灯(200W),经石英透镜会聚射到  $As_2S_3$  膜上,用改变曝光时间和会聚光

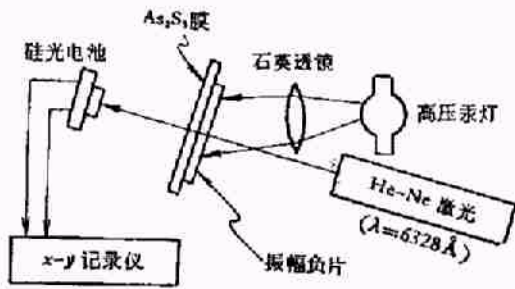


图1 用非相干光印制透镜相息图的实验装置

斑大小来控制曝光量。另用一束 He-Ne 激光近于垂直地射到  $As_2S_3$  膜的曝光区域上,用硅光电池接受其透射光强,由 x-y 函数仪记录。这样可以检测  $As_2S_3$  膜折射率的变化量。

实验中所用  $As_2S_3$  膜是中国科学院上海硅酸盐研究所制备的,膜厚为  $7 \mu m$ 。实验时首先用高压汞灯不经过振幅负片直接照射  $As_2S_3$  膜,曝光区直径为  $\phi 8 mm$ ,测定透过  $As_2S_3$  膜的 He-Ne 光束强度  $I$  与曝光时间  $t$  的曲线(图 2)。由光的干涉原理,透过  $As_2S_3$  膜的 He-Ne 光束的强度,应是由直接透过膜层的光束和经过膜层前后界面二次反射的光束之间干涉的结果。因此可以计算出各曝光时间上相应的  $\Delta n^{(1)}$ ,即  $\Delta n-t$  曲线(图 2)。从曲线可见要达  $2\pi$  位相的变化约需 24 分钟的曝光时间,相应的  $\Delta n$  为 0.05 左右。

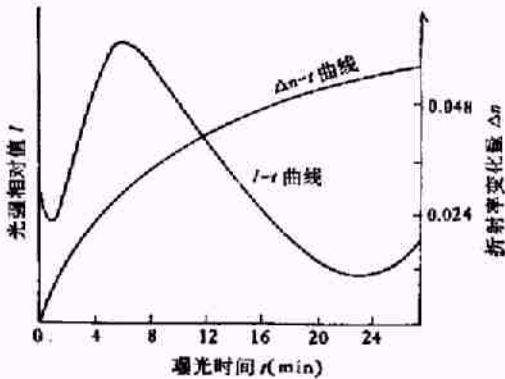


图2 高压汞灯照射  $As_2S_3$  时的  $I-t$  和  $\Delta n-t$  曲线

在印制球面透镜相息图时,将振幅负片与  $As_2S_3$  膜叠合,透过负片的光束直接对  $As_2S_3$  膜曝光,并使曝光区大于负片的口径。为了使每个波带获得  $2\pi$  的位相变化,可根据  $I-t$  曲线找出光强度变化两个周期所需的曝光时间来控制曝

光量;或者让 He-Ne 光束通过曝光区,由硅光电池和 X-Y 函数仪进行检测,实时控制位相的变化。

### 3. 用氩离子激光在 $As_2S_3$ 膜上印制相息图

实验装置同于图 1,只是光源用 20 mW 左右的氩离子激光,由  $f = 11.5 cm$  的透镜扩束,再照射到  $As_2S_3$  膜上,照明直径为 2 cm,所测定的  $I-t$  和  $\Delta n-t$  曲线示于图 3,可见位相最大变化达  $4\pi$  以上,最大折射率变化达 0.1 左右。用前节所述方法也同样能印制球面透镜相息图,为了光照均匀,取光斑中心部分进行曝光。

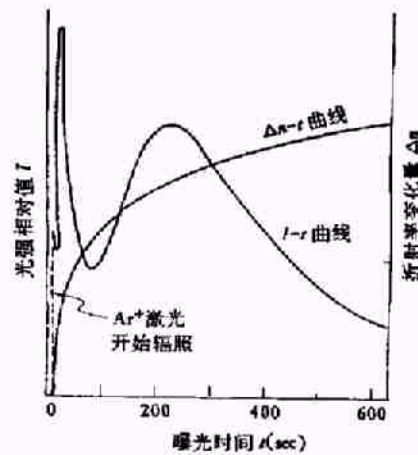


图3 氩离子激光照射  $As_2S_3$  膜时的  $I-t$  和  $\Delta n-t$  曲线

我们分别用高压汞灯和氩离子激光在  $As_2S_3$  膜上印制出口径为 9.5 mm 的球面透镜相息图。图 4 和图 5 分别是它们对 He-Ne 平行光束的

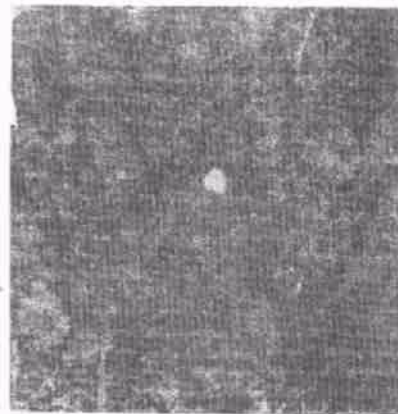


图4 高压汞灯印制的透镜相息图的焦斑 (放大率  $M \approx 4.7$ )



图5 氩离子激光印制的透镜相息图的焦斑  
(放大率  $M \approx 4.1$ )

聚焦照片, 可以看到前者的焦点比后者规则。实验中也观察前者对白光照明物成像比后者清晰, 所以用非相干光源在  $As_2S_3$  膜上制作相息图与相干光源相比, 具有光照均匀, 装置简单, 无相干噪声等优点。

用高压汞灯在  $As_2S_3$  膜上印制的透镜相息图能对白光照明物体成像(图6), 具有和普通透镜相同的功能, 而且制作工艺简单、省时。同时  $As_2S_3$  膜很薄, 接近理想的薄透镜, 可采用波动光学的设计方法。很明显这里的透镜相息图对白物所成的像还不如普通胶合透镜的质量高。这是由于  $As_2S_3$  膜层及玻璃基底厚度都不

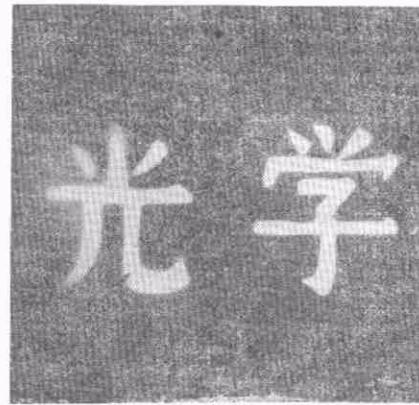


图6 透镜相息图对白光照明物体的成像

够均匀, 印制时位相控制还有误差, 因而有不规则分布的背景等。成像虽观察到色散现象, 但对像质影响较小。原因是  $As_2S_3$  膜很薄, 对于不同波长由色散而引起的光学厚度的差别很小的缘故。

本工作得到中国科学院上海硅酸盐研究所张干城、陈学贤、盛连根等同志的协助, 在此深表谢意。

#### 参 考 文 献

- [1] V. P. Koronkevich et al., *Optical Information Processing*, Plenum Press, New York and London, (1976), 153—169.
- [2] 陈岩松、明海、姜长山, *光学学报*, 1-3(1981), 193—288.
- [3] 张干城等人, *硅酸盐学报*, 7-1(1979), 11.

## 用脱水热磷酸抛光石榴石铁氧体单晶

曹克定 李顺芳 张鹏翔

(中国科学院物理研究所)

### 一、引 言

越来越多的应用和研究要求铁氧体单晶有光洁、无损伤的表面, 如磁畴观察<sup>[1,2]</sup>、铁磁共振线宽测量等<sup>[3]</sup>。传统的机械抛光很难满足这些要求。无论多么小心, 在机械抛光的表面上总要留下一层厚度正比于抛光粉粒度的损伤层,

这里晶格畸变严重, 内应力很大。

根据研究单晶铁氧体的要求及球形样品的特点, 我们摸索出适于抛光的磷酸热过程, 并设计了相应的抛光设备。对 YIG, BiCaVIG, 掺 In 的 BiCaVIG 的抛光结果表明, 化学抛光后的样品表面光亮清洁, 球形度无明显变化, 铁磁共振线宽一般下降 0.3—1.0 Oe。尤其引人注目的是, 铁磁共振线宽的方向各向异性大大减小, 趋于