

# 用重铬酸盐明胶制作白光再现全息图

**Abstract:** Experimental techniques of making white light reconstructed holograms are described. The maximum diffraction efficiency of the transmission hologram is about 84%.

White light reconstructed holograms of  $170 \times 220 \text{ mm}^2$  are made. The reconstructed image can be observed simply by using a common table lamp, and the image is very bright and sharp.

## 一、引言

到目前为止,在全息照相术中,应用得最为广泛的记录材料仍然是银盐感光乳剂。尽管它感光灵敏度较高,漂白后也能提高衍射效率,然而毕竟因为衍射效率提高得有限,而且还伴随着噪音的增加,在许多应用中,特别是作为立体显示和全息光学元件时受到限制。

自从 Shankoff<sup>[1]</sup>首次用坚膜重铬酸盐明胶记录了全息光栅后,十余年间。重铬酸盐明胶(以下简称 DCG)作为全息记录介质愈来愈引起人们的关注。无论在三维显示还是在全息光学元件等方面都得到了广泛的应用。

根据图 1 所示 DCG 的光谱特性,可知在  $3550 \text{ \AA}$  处有最大的吸收,而超过  $5800 \text{ \AA}$  处时,吸收逐渐趋于零。因此,氩离子激光器或是氩-镉激光器均能用来拍摄高效率的全息图。因为近来 DCG 已对红光能感光了,所以用氩-氖激光器也能获得衍射效率达 80% 的全息图<sup>[2]</sup>。对于用氩离子激光器和氩-镉激光器作为光源的拍摄系统,我们均进行了尝试。

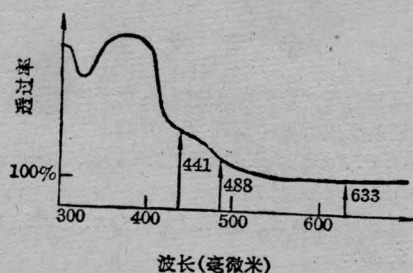


图 1 DCG 的吸收光谱(取自<sup>[1]</sup>)

## 二、实验和结果

### 1. 坚膜 DCG 的制备

DCG 的获得可通过多种途径,其中最为方便的是利用现有的银盐材料,例如柯达 649 F 干板,作为原始材料,而后通过定影处理去除材料中的银盐粒子,最后以适当浓度的重铬酸盐溶液敏化,凉干后即

可启用。我们曾用自制的 DCG 片和国产银盐片,用 5% 重铬酸敏化进行了实验。

### 2. 处理技术

用 DCG 作为全息记录材料,得到的全息图象质的优劣,除了与材料制备紧密相关外,处理技术起着决定性的作用。而实际处理要视各种制备方法、不同溶液配比,所摄全息图种类、曝光程度等因素而定。一般说来,处理技术可分为四个基本过程: 1) 水洗; 2) 脱水; 3) 干燥; 4) 封装。前两个过程的目的是形成干涉条纹结构(即明胶层中的硬度差)。后两个过程主要是为了保存。对干预坚膜较强,灵敏度稍次的 DCG 来说,一般可通过提高处理温度来提高衍射效率;而对于灵敏度较高,膜较软的 DCG,则可借助后坚膜来消除最终全息图中所出现的白霜。实验证明,灵敏度和白霜的出现是一对矛盾,在某种程度上说,DCG 的灵敏度除了取决于敏化剂的浓度外,还有明胶起始硬度的函数。对于要求高灵敏度来说,明胶不能太硬,但明胶太软则可能在快速脱水中导致白霜噪音,所以处理的过程就在于这两者之间取得折衷。我们认为,白霜的出现程度只要在人眼能接受的地步,还是尽量避免后坚膜处理,以致不使衍射效率受到影响。实验中常用的水温为  $18 \sim 25^\circ\text{C}$ ,但当用了后坚膜处理后,水温可升至  $40^\circ\text{C}$ ,水洗时间为 10 分钟左右,具体要视全息图大小而定;异丙醇中脱水 5 分钟已是足够的了,其可分为二次或三次脱水。进行多次脱水的目的在于保持最后脱水溶剂的纯度,以便使脱水溶剂能使用更多的次数。在第一次脱水中降低异丙醇的浓度可以减少白霜噪音;全息图可以用热氮吹干,也可用其他方法干燥。我们的实验中是用电吹风均匀快速吹干的,但当拍摄比较大的全息图时,就应该特别注意,如果干燥得不够均匀,再现象的质量就会恶化,例如我们所摄的  $22 \text{ 厘米} \times 17 \text{ 厘米}$  全息图,如用手动吹风则很难做到快速而均匀,因此实验中用一慢速提升

装置,使电吹风对准异丙醇空气界面,于是,高出异丙醇液面的明胶部分就被迅速干燥了;最后的封装是为了使拍摄的全息图免遭环境湿度的影响。因为DCG特别容易受潮,而一旦受潮明胶层重新吸水会使全息图消失。

### 3. 结果

图2是我们测得的DCG曝光特性曲线。

用DCG材料制作的白光再现全息图的光路如图3所示。光源为氩离子激光器。图3中的 $H_1$ 为普通的透射式漂白全息图。来自氩离子激光器的光束被分为两束,一束经 $M_2$ 反射后被 $L_2$ 会聚成会聚光束,照射到 $H_1$ 上,于是再现的共轭实象刚好成象在DCG材料 $H_2$ 上,参考光则从反方向射入。曝光后,则按前述方法处理,所得的全息图便是一张反射式白光再现全息图,再现象十分明亮,参见图4。图4照片是用一盏60瓦的台灯,在一米远处照明,用 $21^\circ$ 胶卷,光圈为5.6,速度为1/30秒拍摄的,从照

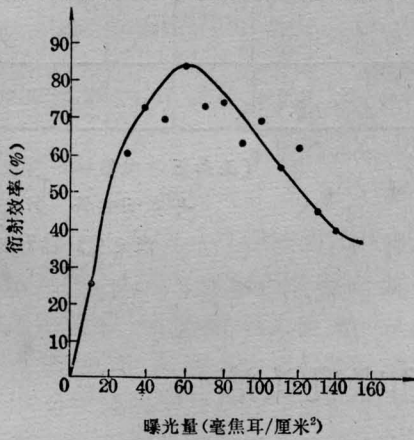


图2 DCG的曝光特性曲线  
记录:  $\lambda=4416 \text{ \AA}$ ; 测试:  $\lambda=6328 \text{ \AA}$

片可见,再现象要比同一光源照明的手还要明亮。

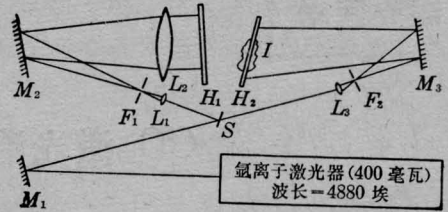


图3 拍摄白光再现全息图的光路

- $H_1$ —初始全息图;
- $H_2$ —DCG全息图;
- $M_1, M_2, M_3$ —平面反射镜;
- $L_1, L_2, L_3$ —透透镜;
- $F_1, F_2$ —空间滤波器

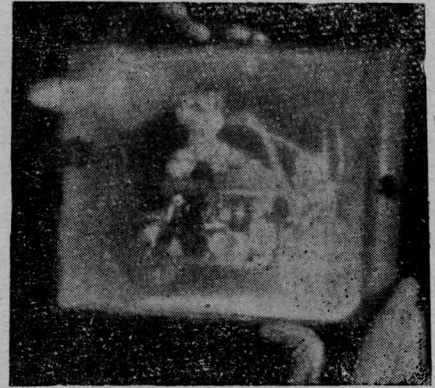


图4 DCG白光再现全息图再现象的照片

### 参 考 文 献

- [1] T. A. Shankoff; *Appl. Opt.*, 1968, **7**, 2101.
- [2] T. Kubota *et al.*; *Appl. Opt.*, 1976, **15**, 556.

(上海市激光技术研究所 曲志敏  
蔡雪强 李美月 刘训阁 凌振云  
1980年11月24日收稿)

(上接第34页)

射的特性,当波长增长时(或波长不变而光栅常数 $d$ 减小时)栅网的反射率也随之增加,因而干涉仪的 $Q$ 值也随着增大。用 $d=60$ 微米的“电感性”铝箔栅网制成的干涉仪,估计可用于100~1000微米波长范围内测量波长。

在进行这项工作时,李国如和丁中同志为我们烧制了HCN激光器主体,黄小军同志在工艺技术方面给予协助,一并表示谢意。

### 参 考 文 献

- [1] H. A. Gebbie *et al.*; *Nature*, 1964, **202**, 685.
- [2] D. R. Lide *et al.*; *Appl. Phys. Lett.*, 1967, **11**, 62~64.
- [3] Jörg P. Kottaus; *Appl. Opt.*, 1968, **7**, No. 12, 2422.
- [4] P. Belland *et al.*; *Appl. Opt.*, 1976, **15**, 3047.
- [5] Jean Pierre Crenn; *IEEE, Trans. Microwave Theory Tech.* MTT-27, 1979, 573.
- [6] P. Belland *et al.*; *Opt. Commun.*, 1973, **9**, 146.
- [7] 牧内,川村; *电子通讯学会杂志*, 1977, J60-C, **10**, 624.