

切割速度关系如下:

料厚(毫米)	吹氧压力(公斤/厘米 ²)	切割速度(毫米/分)
1.5	1.8	2500
2.5	2	1600
4	2	1000
5	2.5	600
6	3	300

用全息照相制造光刻掩模

华中工学院激光教研室全息小组

一、概 述

现代半导体器件生产过程中需要一套掩模。传统的方法是用精密的分步重复照相机,先制造一块母掩模。然后,用接触印制方法复制成一般常用的光刻掩模。但是,重复照相机成本高,曝光次数多,图象中心距不完全一致,每次套刻也难于对准。这就影响了器件生产的成品率。假若采用激光全息照相的办法,用同一张全息片一次就完成多重图象。这样,每次套版可以保持图象中心距一致,缩短了制造所需要的时间,具有一定的优越性。

目前使用激光全息照相制造多重象的方案有两大类:有用空间滤波术^[1]的;也有用无透镜傅里叶变换全息术^[2]的。在拍摄全息片时有两种方案:一种是用复眼透镜和单个图形一同作为物光^[3],再现时得到原图案的多重象。另外是只拍复眼透镜作为物光,再现时用不同图象^[4],可以得到不同的多重象。上述的两类都以后面的方案简便,而且对成象透镜的要求不高,效果也比较好。本文就后面的方法进行的一些实践,作一些初步的介绍。

二、实验装置

多重象的获得是分两步进行的。首先拍摄光点阵的全息片,实验装置如图1所示。一个约为2毫瓦的氦-氖激光管发出波长为6328埃的激光束。激光通过透光率为20%的介质膜片 G_1 ,便分成两束,一束为物光,另一束为参考光。参考光经过物镜 P_1 直射到全息干板 H_1 上。另一束激光经一块全反的介质膜片 G_2 反射到平行光管 P_2 和复眼透镜 C ,也到达全息干板 H_1 。这时,参考光与物光的光强比例调在6:1左右。于是把整个装置安放在防震台上,进行光路调整。注意要把物镜 P_1 和复眼透镜做到共焦

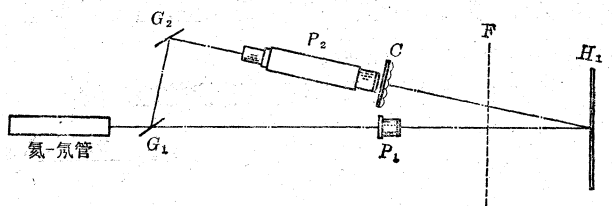


图1 全息片的拍摄

面。在拍全息片时,可以采取几种不同的曝光时间进行比较。检验全息片最简单的办法,是把片子对着白光,观察彩带的明暗,假若彩带明亮,光点阵又整齐,分别在白炽灯(零级象)的两边,就可选着做再现用。

图 2 是利用上述的全息片和单个图形,获得多重象的装置。透镜 L_1 和 L_2 是把单色光凝

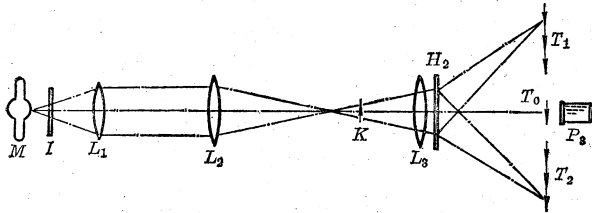


图 2 多重象再现图

聚在一块很小的单个图形 K 上。单色光是以高压汞灯 M 和黄绿光的干涉滤光片 I 所组成。 L_3 是成像透镜。 H_2 是翻转过来的全息片(玻璃面对着成像透镜)。整个装置无需防震措施,放在一个长光具座上。经过光路调整,把目镜 P_3

放在当中,便可以看到明亮的零级象 T_0 , 放在两侧便看到多重象 T_1 和 T_2 。

我们选用的透镜 L_1 、 L_2 、 L_3 是一组已报废的放映镜头(1:2, $F=150$ 毫米), 经过清洁处理后,还是很合用的。

把黑纸做一个小暗盒,摆在多重象的位置上,使干板进行感光。经过一定的显影、停影和定影并进行烘干后便得到所需要的掩模片。

三、讨 论

1. 多重象精缩的程度

掩模上图形阵列的大小是由成像透镜 L_3 来决定的。透镜成像计算,可用下式:

$$\begin{cases} \frac{1}{u} + \frac{1}{v} = \frac{1}{f} & (1) \\ m = \frac{v}{u} & (2) \end{cases}$$

式中, u 为物距, 在图 2 为单个图象 K 到成像透镜 L_3 的距离; v 为象距, 即多重象 T_1 或 T_2 距成像透镜 L_3 的距离; f 为成像透镜的焦距; $1/m$ 为精缩率, 又称为精缩倍数。

解出(1)、(2), 得出:

$$\begin{cases} u = \left(\frac{m+1}{m}\right)f \\ v = (m+1)f \end{cases}$$

例如: 要把单个图象 K 精缩到一半, 则:

$$\begin{cases} u = 3f \\ v = 1.5f \end{cases}$$

由于再现时是把原光拍的全息图对参考光逆转, 也就是单色光通过单个图象, 从全息片的背面射入。为了使掩模的效果好一些, 在拍摄全息片时, 就把物镜 P_1 到全息片 H_1 的距离定为 v , 即 $v=1.5f$ (图 1)。

再现时单个图象 K 离成像透镜的距离为:

$$u = \left(\frac{m+1}{m}\right)f = 3f$$

于是在掩模上的图象都精缩了一半。

2. 再现时对单色光的要求

为了使制成的掩模图象好一些,曝光时间要短,就要求高压汞灯的功率要高,汞弧要长,否则就会使图形糊涂不清。目前,拍摄掩模大都采用高分辨率的干片,它对 5461 埃的黄绿光敏感。干涉滤光片要是窄带的。它的半宽度由下式决定:

$$\frac{\Delta\lambda}{\lambda} \leq \frac{\Delta L}{\theta v} \quad (3)$$

式中 λ ——单色光波长;

$\Delta\lambda$ ——可视为干涉滤光片半宽度;

v ——物镜 P_1 到全息片的距离(图 1);

θ ——物光与参考光间的夹角(图 1);

ΔL ——多重象上所要求的最小线宽。

具体计算举例于下:

我们的掩模片上多重象精缩率为 1;

成像透镜焦距为 150 毫米;

$$v = 300 \text{ 毫米};$$

$$\Delta L = 20 \text{ 微米};$$

$$\theta = 10^\circ \approx 0.2 \text{ 弧度}$$

$$\frac{\Delta\lambda}{\lambda} \leq \frac{20}{0.2 \times 300 \times 10^3}$$

$$\leq 3.3 \times 10^{-4}$$

$$\Delta\lambda \leq 1.8 \text{ 埃}。$$

3. 如何拍好多重象

为了容易找到多重象,首先在拍摄全息片时(图 1),复眼透镜和物镜要严格地共一个焦点。这就使零级象和多重象共面。我们用物镜 P_3 (图 2)找出倒立的零级象。在零级象的两侧便是两组多重象。究竟拍那一组好呢?要看拍全息图时(图 1)物光在参考光的左侧还是右侧。全息片再现时是参考光逆转的方向,采用另一侧的多重象较为清晰。要使多重象(实象)恰好落在干板上,我们采用一块有标记的玻璃片,先放在要装干板的位置。通过物镜 P_3 (图 2)同时观察多重象和玻璃片上的记号,到一同清晰为度。然后把干板插在有记号的玻璃处,加上暗盒,拍下多重象。

4. 对单个图形大小的要求

有人^[5]曾在理论上计算过单个图形的大小。从定性方面看,主要是由复眼透镜的小透镜中心距和图形精缩率来决定的。当图形精缩率一定,例如精缩倍数为 1,单个图形大小不得超

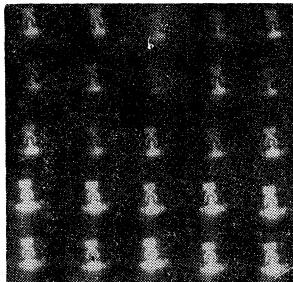


图 3

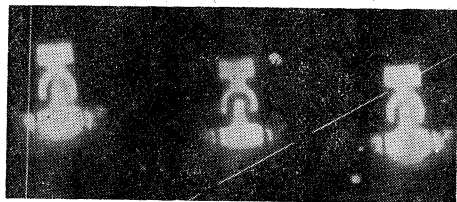


图 4

高聚物激光裂解色谱的初步研究

中国科学院大连化学物理研究所激光应用组

裂解色谱法对于固态高聚物的定性鉴定、组成和结构分析以及高聚物的热降解机理和动力学研究是一有利的工具。

裂解色谱就是高聚物在一定能源作用下(如电加热、激光等)将高聚物裂解成较小的分子,这些裂解产物进入色谱系统,进行色谱分析。

近年来,随着我国三大合成工业(合成纤维、合成塑料、合成橡胶)的迅速发展,对合成高聚物产品的分析也日益迫切。为了适应这一需要,裂解色谱法也随之改进和发展。如管状炉式裂解,由于达到高聚物裂解的温度所需时间较长,又有二次反应发生,使得裂解结果不重复,目前正朝着研究出一种脉冲加热方式的裂解法发展,改善裂解不重复的缺点。近年国内外都发展了热丝裂解、居里点裂解和激光裂解等方法。

目前,由于激光技术的飞跃发展,它已较为广泛地应用到各个领域。各种脉冲式激光器产生之短脉冲、高能量,可用来使高聚物在瞬间裂解,因而可克服管状炉式裂解的缺点。由于激光的特点,它可作为裂解方法的一个新的比较理想的能源,因此激光裂解法是有发展前途的一种方法。

关于高聚物分析的激光裂解色谱法,国外有些都是用固体红宝石激光器作为裂解能源的,这种固体激光器的优点是脉冲短、功率高;缺点是对样品吸收差,转换效率低而且造价高。

文化大革命以来,我所激光工作得到了迅速发展,为适应高聚物分析的需要,根据独立自主、自立更生的原则,我们选择了纵向电激励二氧化碳激光器作为裂解能源。对激光裂解色谱法做了初步研究。电激励二氧化碳激光器的优点是设备简单、转换效率较高,波长吸收好,对不同颜色的样品,特别是浅色或透明的样品,均可不另加碳粉,这样既简化了实验操作,又减少过复眼镜的小透镜中心距的大小。过大就会使图形重迭分辨不清。假若复眼镜的小透镜中心距是固定值,图形又比较大,那只有在拍全息片时把精缩倍数加大。

我们曾用一块中心距为1毫米的复眼镜,位数是 32×32 ,单个图形约为它中心距的 $1/4$,拍下多重象,图形分离得比较好,最细的线宽是20微米。现将它的局部图象放大20倍(图3),和放大50倍(图4),供同志们参考。

参 考 资 料

- [1] *Proc. IEEE*, 1968, **56**, 116.
- [2] *Appl. Opt.*, 1968, **8**, 967.
- [3] *Appl. Opt.*, 1973, **12**, 1946.
- [4] Ezio Camatini, *Optical & Acoustical Holograph*, pp71-109
- [5] *Appl. Opt.*, 1976, **4**, 853.