

## 超声驻波所产生衍射光强波形的测量

于 连 生

(国家海洋局海洋仪器研究所)

1979 年 10 月 4 日收到

### 一、引 言

光垂直通过超声驻波场后,将产生多序衍射光。其各序衍射光的强度均产生随时间的起伏,变为交变光,即光被调制。利用这一现象制成的调制器最初被用于频闪观察器中,激光出现之后,它又被广泛地用于激光测距,激光调Q,激光锁模等技术中。因此,研究由超声驻波引起的光衍射其衍射光强与时间的关系是有重要意义的。这方面的理论工作可参阅文献[1,2],但衍射光强随时间变化波形的实验测量未见报道。本文将从实验的角度对此问题进行研究。文中介绍了ZF-6玻璃中10MHz超声驻波及载波为10MHz,1000Hz调幅的调幅超声驻波中各序衍射光强波形的测量方法及结果。

### 二、测量方法

图1是测量方法简图,其原理可参阅文献[3]。

高频讯号发生器可输出10MHz等幅电压与载波为10MHz,1000Hz调制的调幅电压。因此在ZF-6玻璃中可建立10MHz等幅超声驻波

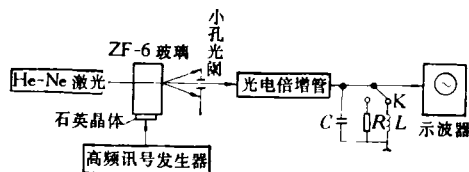


图1 测量方法简图

或调幅超声驻波。6328 Å He-Ne激光垂直超声波矢通过ZF-6玻璃,由小孔光阑分别取出0,1,2...序衍射光,由光电倍增管接收。为了增大光电倍增管的响应带宽,其阳极负载分别采用LC回路和RC回路。当测量高频分量时,采用LC回路,并使其谐振于所测频率处。当测量低频或直流分量时,采用RC回路。示波器可直接观察各序衍射光与时间相关的光强波形。

### 三、测量结果及说明

文献[1]给出超声驻波中光衍射的各序衍射光强为

$$I_n = J_n^2(\Delta\varphi \sin \omega^* t),$$

$$n = 0, \pm 1, \pm 2, \dots, \quad (1)$$

式中 $J_n$ 表示 $n$ 阶贝塞尔函数; $\omega^*$ 为声波角频率; $\Delta\varphi$ 为由超声引起的光波相位改变幅值。(1)式的图解示于图2。由图中看出由于 $J_n^2(\Delta\varphi)$ 是偶函数,当 $\Delta\varphi$ 随时间 $t$ 作正弦变化时,衍射光将以 $2m$ 倍的声频随时间 $t$ 脉动,其脉动光强的傅里叶分析式由文献[2]给出:

$$I_n = (A_{n,0}/2) + \sum_{m=1}^{\infty} A_{n,m} \cos 2m\omega^* t, \quad (2)$$

$$(A_{n,0}/2) = \sum_{p=-\infty}^{\infty} J_p^2(\nu) J_{p-n}^2(\nu) = \bar{I}_n, \quad (3)$$

$$A_{n,m} = 2 \sum_{p=-\infty}^{\infty} J_p(\nu) J_{p-n}(\nu) J_{p+m}(\nu) J_{p+m-n}(\nu). \quad (4)$$

由(2),(3),(4)式给出的0,1序衍射光中当 $m$

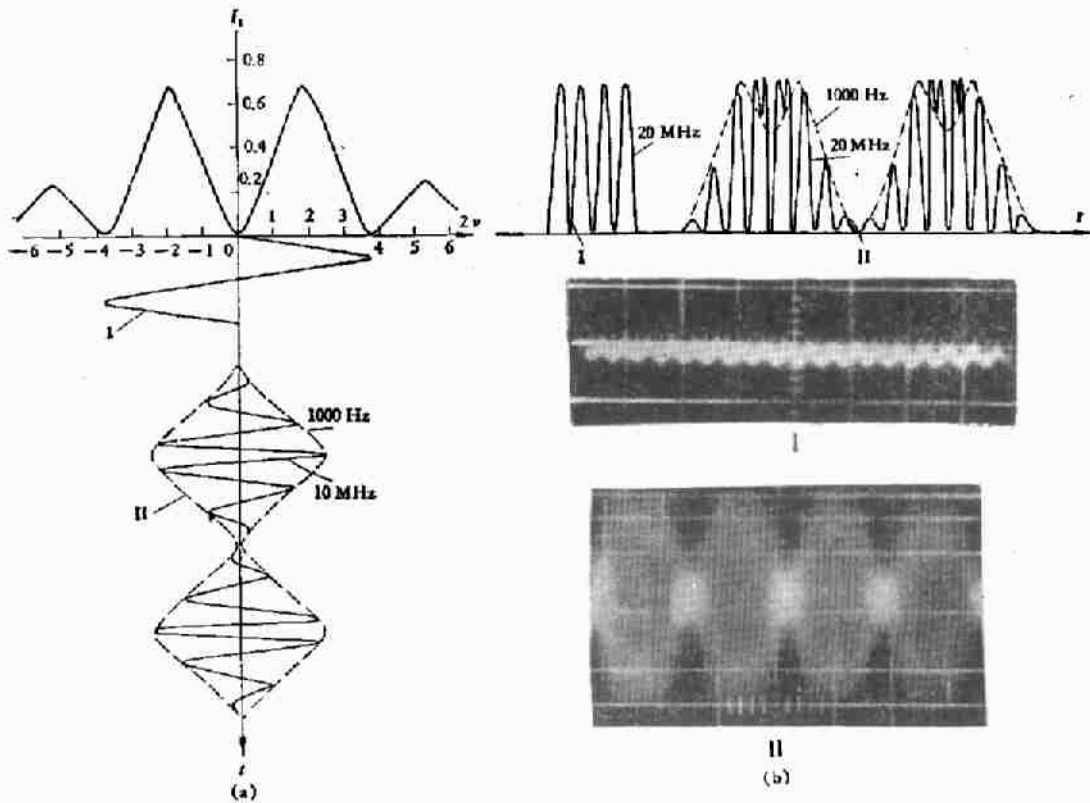


图2 衍射光强波形图解及测量结果

I——扫描速度  $0.05 \mu\text{s}/\text{cm}$ ,  $\nu = 1.52$  时, 1 序光中四倍声频波形对应 I;  
 II——扫描速度  $0.5 \text{ ms}/\text{cm}$ ,  $\nu > 1.52$  时 1000 Hz 调幅波形

取不同值时傅里叶系数  $A_{n,m}$  的归一化绝对值与  $\nu$  值的关系示于图 3.  $\nu = \Delta\varphi/2$ . 由图 3 可知, 如果用零序衍射作为调制光, 要获得最大的二倍声频调制, 相应的  $\nu = 1.2025$ . 如要获得四

倍声频调制, 利用  $\pm 1$  序衍射  $\nu$  取 1.52 为宜, 在此情况下, 四倍声频讯号较强且二倍声频分量最弱. 用前面介绍的测量方法, 可方便地找到上述最佳工作点. 令图 1 中开关 K 置于 LC 位置, 使其谐振于  $2f_m$  (20 MHz) 处, 改变高频讯号发生器的输出电压, 示波器上的波形幅度随之改变. 对于零序光, 幅度最大时 ( $\nu = 1.2025$ ) 的情况, 以及对于一序光, 幅度最小时 ( $\nu = 1.52$ ) 的情况参看图 2.

对于调幅超声驻波的情况, 各序衍射光强为

$$I_n = J_n^2[2\nu(1 + M \cos \Omega t) \sin \omega^* t], \quad (5)$$

(5) 式的图解及实验波形参看图 2(a) II 和 2(b) II. 图中声波的调幅度  $M = 1$ . 图中所示的光强波形理论曲线, 可分解为平均光强波形和一高频调幅波形的线性迭加, LC 负载测得高频调幅波, RC 回路可测得平均光强波形. 参图

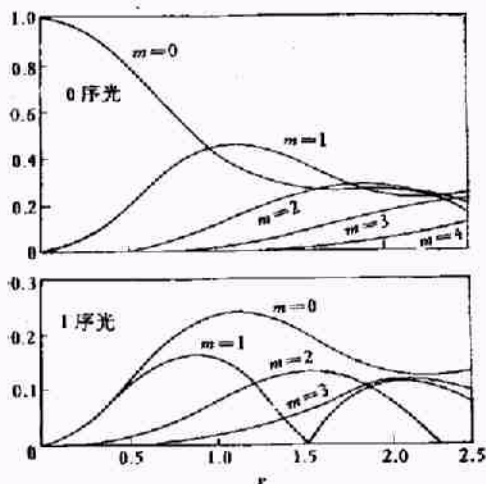


图3 傅里叶系数与  $\nu$  值的关系曲线

文献[4]。由图2知,当 $\nu < 1.2025$ 时,零序衍射光强的包络线与声波的包络相同。如用声音讯号去调制声驻波,则光波中亦带有声音讯号。图1中用声音讯号去调制电讯号。光电倍增管采用RC负载,电容C滤去高频光分量即可获得声音讯号,用此声音讯号驱动扬声器。图1所示装置即是一种激光电话实验装置。它的特点是调制与解调都很方便。

由式(1),(5)知,衍射光强与 $\nu$ 的关系是贝

塞尔函数平方关系,而 $\nu$ 在光波波长一定声光介质一定的情况下只与声功率有关,而与介质中的声波形状无关。由图2当已知衍射光强波形后可用作图法绘出介质中的声波形。

### 参 考 文 献

- [1] B. D. Cook, E. A. Hiedemann, *J. Acoust. Soc. Am.*, **33-7** (1961), 945-948.
- [2] L. E. Hargrove, *IEEE SU-14-1* (1967), 33-36.
- [3] 于连生, *激光*, **6-6**(1979),
- [4] 于连生, *激光*, **7-8**,(1980).

## 硫系 $\text{Ge}_{15}\text{Te}_{81}\text{S}_2\text{Sb}_2$ 非晶态半导体薄膜的电导特性

陈宗才 钟伯强

(中国科学院上海硅酸盐研究所)

1980年10月9日收到

近年来,我们用硫系非晶态半导体 $\text{Ge}_{15}\text{Te}_{81}\text{S}_2\text{Sb}_2$ 材料研制的 $8 \times 8$ 位主读存储器,已在本所自动控制中试用,效果良好。为探讨电性机理,测量了该材料的交、直流电导特性。

### 一、样品制备

先将光谱纯的Ge, Te, S, Sb各元素按组份配制成靶,在真空下再将靶料溅射于已制好铂电极的基片上,光刻成直径为 $20 \mu\text{m}$ 、厚 $1.5 \mu\text{m}$ 的薄膜,其上再溅射并光刻上铂电极。

### 二、实验结果及分析

$\text{Ge}_{15}\text{Te}_{81}\text{S}_2\text{Sb}_2$ 薄膜的电导是温度和外电场频率的函数。总电导 $\sigma(\omega, T)$ 可表示为直流电导 $\sigma_{dc}(T)$ 与交流电导 $\sigma_{ac}(\omega, T)$ 之和的形式,即 $\sigma(\omega, T) = \sigma_{dc}(T) + \sigma_{ac}(\omega, T)$ 。在不同温度范围,二者对总电导贡献的大小亦不同。

#### 1. 直流电导 $\sigma_{dc}(T)$

在 $201 \sim 400\text{K}$ 范围,温度从高到低,在 $\ln \sigma_{dc}$ 与 $1/T$ 的关系中观察到两个线性区,如图

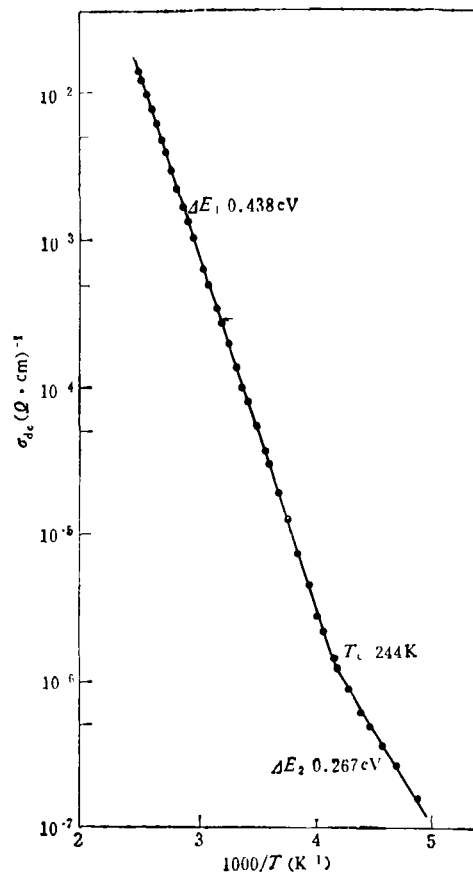


图1 直流电导与温度的关系