

参 考 文 献

- 1 陈立高 *et al.* 全国第三次发光学术会议论文摘要汇编, 第三册(1983), p. 1
- 2 施潮淑 *et al.* 全国第三次发光学术会议论文摘要汇编, 第三册(1983), p. 30
- 3 黄京根, Porcker P. 发光与显示, **4**, 11(1984)
- 4 潘 峻 *et al.* 人工晶体, **16**(1), 15(1987)
- 5 彭文世 *et al.* 矿物红外光谱图集, p. 224
- 6 董庆年 *et al.* 红外光谱法, p. 207
- 7 Blasse G *et al.* *Chem. Phys. Lett.*, **83**, 449 (1981)
- 8 Ofelt G S, *J. Chem. Phys.*, **38**, 2171 (1963)
- 9 Carnall W T *et al.* *J. Chem. Phys.*, **49**, 4412(1968)
- 10 Carnall W T *et al.* *J. Chem. Phys.*, **49**, 4450 (1968)
- 11 Blasse G. *Analysis and Application of Rare Earth Materials*, Ed. Michelsen O B, Universitetsforlaget, 1973, p. 213
- 12 Huber G *et al.* *J. Lumin.*, **16**, 353 (1978)

(收稿日期: 1987年7月13日)

用导波光谱学方法研究 Ag^+ 交换玻璃 波导的波导层色散性质

浦 远 赖祖猷 盛虞琴

(上海交通大学应用物理系)

Study on dispersion of guiding film of a Ag^+ exchanged glass waveguide by means of guided-wave optical spectroscopy

Pu Yuan, Lai Zhuyou, Sheng Yuqin

(Department of Applied Physics, Shanghai Jiaotong University, Shanghai)

Abstract: Refractive index profile of an Ag^+ exchanged glass waveguide at more than 10 wavelengths are obtained by means of guided-wave optical spectroscopy and white method. Analysis of these data leads to a preliminary result about its dispersion.

1. 引言

折射率渐变波导的波导层通常是用扩散或交换的方法将不同原子或离子扩散或交换入波导衬底表面一薄层中而获得的,其折射率可表示为

$$n(d, \lambda) = n_s(\lambda) + \Delta n \cdot f(d, \lambda) \quad (1)$$

$$f(\infty, \lambda) = 0 \quad (2)$$

其中 $n_s(\lambda)$ 为衬底折射率, Δn 为常数, $\Delta n f(d, \lambda)$ 是扩散或交换造成的折射率增量。严格地说只有当 $d \rightarrow \infty$ 时,波导层的折射率才与衬底折射率相同,同时波导层的色散才与衬底色散相同。然而许多文章在涉及波导色散时,为了便于计算,常将衬底色散代替波导层色散^[1,2],即假设 $f(d, \lambda) = f(d)$ 。理由是 Δn 一般很小,故 $\Delta n f(d, \lambda)$ 部分的色散贡献也很小;此外,在红外区域($\lambda > 0.8 \mu\text{m}$),由于其远离反常色散区,扩散或交换入其他原子所造成的色散变化很小。

尽管如此,这种假设是过于简单的。本文通过对 Ag^+ 交换玻璃波导在多个波长下的折射率轮廓的实验测量和计算比较,得出了一个关于 $f(d, \lambda)$ 的初步结论。

在波导色散性质的实验研究中,若采用激光作为光源,尽管能精确地测量模式同步角,但波长只能限定在某几个特定值上。导波光谱学采用白炽灯经单色仪分光方法,克服了这方面的不足。

2. 实验

把经表面抛光的普通钠玻璃置于 290°C 的 AgNO_3 溶液中进行 50 分钟的离子交换,便获得了在 $0.6328 \mu\text{m}$ 下有 12 模式的渐变波导。

导模同步角测量装置如图 1。其中 He-Ne 激光器用来测量起始角度和校准基准位置; S 叉丝用来测量模线的基准位置;单色仪线宽 $< 1.0 \text{ nm}$, 度盘精

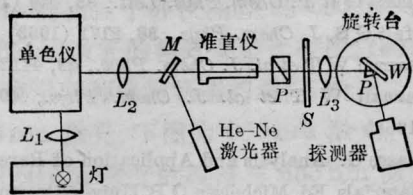


图1 测量同步角的实验装置

度 $< 1'$; 耦合棱镜折射率误差 $< 10^{-4}$, 其腰角精度 $< 30''$ 。该装置所测得的导模有效折射率精度 $< 10^{-4}$ 。在 $\lambda = 0.4500 \mu\text{m}$ 至 $\lambda = 0.7500 \mu\text{m}$ 范围内每隔 $0.0250 \mu\text{m}$ 测量该样品的各个模式同步角。

3. 数据分析

用 White^[3] 方法对数据进行处理, 得到各波长 λ_i 下样品的折射率轮廓 $\Delta n_f(d, \lambda_i)$ 。图 2 是

$\lambda = 0.7000 \mu\text{m}$ 和 $\lambda = 0.4500 \mu\text{m}$

的轮廓。

设 $F(d, \lambda) = \Delta n_f(d, \lambda_i) / \Delta n_f(d, 0.7000)$, 作出 $F(d, \lambda_i) \sim d$ 关系图, 图 3 绘出了其中

$\lambda_i = 0.4750 \mu\text{m}$, $\lambda_i = 0.6750 \mu\text{m}$

的两组数据。由图可见, 数据点构成的是斜率很小

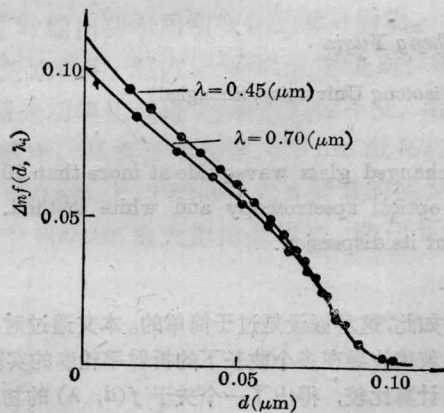


图2 Ag⁺ 交换玻璃波导在两个不同波长下的折射率轮廓

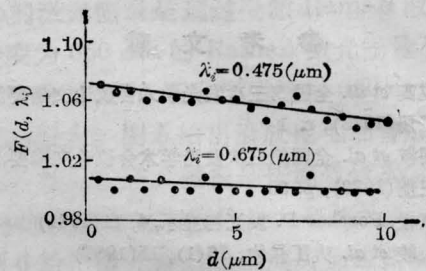


图3 两个不同波长下的 $F(d, \lambda)$ 曲线

的直线, 说明 $F(d, \lambda_i)$ 与 d 近似无关。用最小二乘法定出各 λ_i 下 $F(d, \lambda_i)$ 的斜率 $D(\lambda_i)$ 。由误差理论, $\overline{D} = -0.002$, $\overline{\Delta D} = 0.011\%$ 。

4. 结论

采用导波光谱学方法研究波导色散, 具有波长选择多的优点; 对有效折射率的测量精度也可达到 10^{-4} 。用该方法对多模的 Ag^+ 交换玻璃波导进行测量计算后发现, 这种波导的波导层色散在一定精度范围内, 即 $\overline{\Delta D} = 0.011\%$ 范围内, 可以近似认为 $F(d, \lambda)$ 与 d 无关, 即式(1)近似为

$$n(d, \lambda) = n_s(\lambda) + \Delta n_f(d)g(\lambda) \quad (3)$$

其中 $g(\lambda)$ 的变化规律与 $F(d, \lambda) = g(\lambda)/g(\lambda_0)$ 相同, 只需知道特定波长 λ_0 下的 $g(\lambda_0)$, 便能得到 $g(\lambda)$ 。

由图 3 可见, 波长越长, $D(\lambda)$ 越小, 说明在红外区域, (3) 式在更小的范围内成立。由于同类型的单模、少模或多模的 Ag^+ 交换玻璃波导在工艺上的差别只是交换时间长短不同, 其物理机制是相同的, 故可推想, 单模或少模 Ag^+ 交换玻璃波导也具有上述色散性质。

参 考 文 献

- 1 Kaul A N. *Opt. Commun.*, **48**(5), 313 (1983)
- 2 De Micheli M. Generation de deuxieme harmonique en optique integree thesis, University of Nice, 1982
- 3 White J M. *Appl. Opt.*, **15**(1), 151 (1976)

(收稿日期: 1987 年 7 月 29 日)