

总之,离焦法具有速度快,精度高的优点,尤其对于小粒子,还会减低对光学系统放大率的要求。不足之处是要求粒子场的密度和厚度不能过大。

本文的实验工作是作者在大连理工大学期间完成的,在此对给予过帮助的诸位同志表示感谢。

### 参 考 文 献

- 1 B. J. Thompson, *J. Soc. Photo. Opt. Eng.*, **2**, 43 (1963)
- 2 B. J. Thompson, *J. Opt. Soc. Am.*, **53**, 1350(1963)
- 3 G. B. Parrent, B. J. Thompson, *Opt. Acta*, **11**, 183(1964)
- 4 B. A. Silverman *et al.*, *J. Appl. Met.*, **3**, 792 (1964)
- 5 J. B. de Velis *et al.*, *J. Opt. Soc. Am.*, **56**, 423 (1964)
- 6 P. R. Payne *et al.*, *Appl. Opt.*, **23** (2), 204 (1984)
- 7 C. S. Vikram *et al.*, *Appl. Phys.*, **B33**, 149 (1984)
- 8 G. A. Tyler *et al.*, *Opt. Acta*, **23** (9), 685 (1976)
- 9 B. J. Thompson *et al.*, *Appl. Opt.*, **6** (3), 519 (1967)
- 10 于美文 *et al.*, 光学全息及信息处理,国防工业出版社,1984年, p. 31
- 11 M. 玻恩, E. 沃耳夫, 光学原理, 科学出版社, 1978年, p. 517

(收稿日期:1988年6月13日)

## Ti: LiNbO<sub>3</sub> 外扩散抑制的简单检测方法

郑 能

(成都电讯工程学院, 610054)

曹泽煌 蒲天春

(重庆光机所)

### Inspecting suppression of out-diffusion in Ti: LiNbO<sub>3</sub> crystals

Zheng Neng

(Chengdu Institute of Radio Engineering, Chengdu)

Cao Zehuang, Pu Tianchun

(Chongqing Opto-Electronics Research Institute, Chongqing)

**Abstract:** Experiments have been conducted for suppression of out-diffusion in LiNbO<sub>3</sub> of *x*-cut, *y*-cut and *z*-cut directions and a simple method of inspecting out-diffusion is reported.

**Key words:** Ti:LiNbO<sub>3</sub>, out-diffusion

### 一、引 言

钛扩散铌酸锂光波导在目前的集成光学无源器件中占主导地位,人们已对它作了许多研究,并用它做成了器件,有的已实用化。但是,严重影响钛扩散铌酸锂光波导质量的外扩散的研究及其抑制方法还未成熟。早期用铌酸锂粉或碳酸锂粉来抑制外扩散<sup>[1]</sup>,后来水气抑制外扩散法为大多数研究者使用。近年来<sup>[2]</sup>认为水气不能在长时间内抑制外扩散,只能使外扩散

延迟几十分钟,且水气在长的扩散时间内抑制外扩散的能力比干气还差。本文对几种切向的铌酸锂晶体进行了抑制外扩散的实验,并提出一种检测外扩散的简单方法。

## 二、外扩散的简单检测方法

一般检测外扩散的方法是用棱镜耦合<sup>[3]</sup>,或者是测量波导输出光斑尺寸来判断。本文检测铌酸锂外扩散的方法简单且检测时间短。铌酸锂表面和两端面预先抛光。样品的扩散是以 $13^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 的速率升至 $1050^{\circ}\text{C}$ ,保持6小时,然后自然冷却至室温。冷却期间通 $1\text{L}/\text{min}$ 左右的干氧。 $\text{He-Ne}$ 激光( $0.63\mu\text{m}$ )通过一显微物镜( $\times 40$ )聚焦到扩散后的样品端面上,然后用一 $\times 100$ 显微镜将其输出光斑成像于屏上。图1分别是没有扩散过的、有外扩散的和抑制了外扩散的样品在屏上的照片。由于外扩散在样品表面形成了一平板波导,在用上述法检测时,在其平板波导中的外扩散模式经输出端面成像在屏上的将是一条亮线(如图1(b))。实验中,这条亮线不管是对 $x$ 切、 $y$ 切还是对 $z$ 切的样品,其偏振方向始终和 $z$ 轴一致,这和大多数研究者得出的铌酸锂外扩散只影响(增大) $n_e$ 的结论<sup>[1,4]</sup>一致。

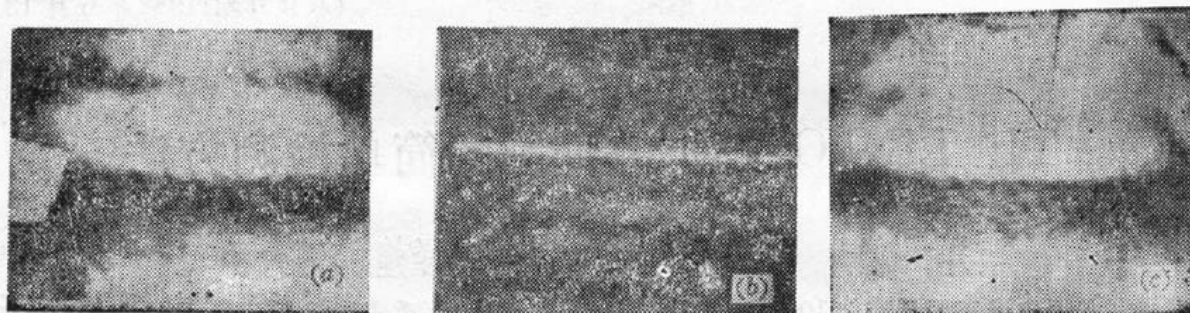


图 1

(a) 没有扩散 (b) 有外扩散 (c) 抑制了外扩散

## 三、外扩散的抑制

我们分别对不同切向的铌酸锂,用干氧、湿氧、铌酸锂粉和铌酸锂粉加水的扩散方法进行了实验,结果见表1,其表面情况是观察扩散后样品表面有无内腐蚀现象<sup>[2]</sup>。从我们的实验看,不同的铌酸锂晶体切向有不同的抑制外扩散的方法。铌酸锂粉和水的混合气氛能有效地抑制外扩散。装铌酸锂粉和样品的盒由 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 做成(如图2),其密封性很重要,盒和盖的配合太松不能抑制外扩散;太紧,样品表面会出现内腐蚀。在干氧、湿氧和铌酸锂粉+干氧的气氛中的

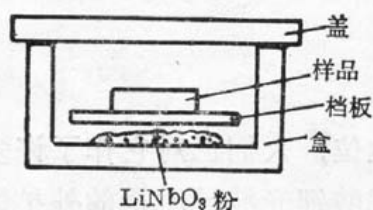


图 2 扩散盒示意图

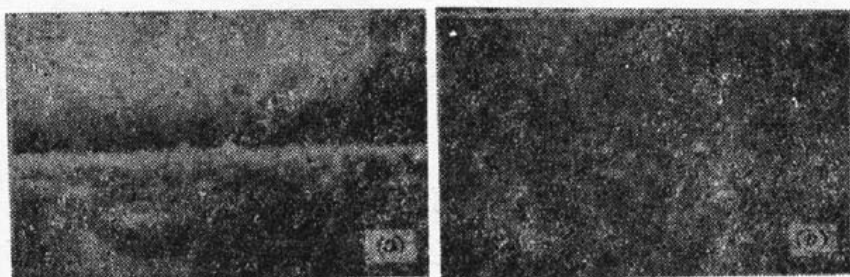


图 3

(a) 有外扩散的光斑, (b) 无外扩散的光斑

表 1

扩散方式		外扩散的情况			表面情况		
		x 切	y 切	z 切	x 切	y 切	z 切
干 O <sub>2</sub>		有	有	有	好	好	好
湿 O <sub>2</sub>		有	有	有	好	好	好
LiNbO <sub>3</sub> 粉+干 O <sub>2</sub>	松	有	有	有	好	好	好
	紧	弱	弱	弱	好	好	好
LiNbO <sub>3</sub> 粉+湿 O <sub>2</sub>	松	有	有	有	好	好	好
	紧		有	无		较好	较好
LiNbO <sub>3</sub> 粉+水+湿 O <sub>2</sub>	松	无	有	弱	差	好	好
	较紧		无	无		较好	差
	紧		无	无		差	差

注: 湿 O<sub>2</sub> 条件: O<sub>2</sub>: 2L/min 水温 85°C

干 O<sub>2</sub> 条件: O<sub>2</sub>: 1L/min

扩散没有观察到内腐蚀现象。也观察到湿氧(水气法)扩散的样品的外扩散比干氧的要强。图 3 是有外扩散的钛扩散条形波导(两条波导)和无外扩散的钛扩散条形波导(两条波导)的输出光斑照片,显然,前者的波导输出光斑几乎被外扩散模式淹没,这将直接影响器件的消光比。

最后感谢电子工业部四十四所黄章勇和成都电讯工程学院陆荣鑫、蔡伯荣在分析波导方面所给予的帮助。

### 参 考 文 献

- 1 J. L. Jackel *et al.*, *J. Opt. Commun.*, **3**, 83 (1982)
- 2 C. Canal *et al.*, *IEEE J. Lightwave Technolgy*, **LT-4**, 951 (1986)
- 3 R. Ulrich *et al.*, *Appl. Opt.*, **12**, 2901 (1973)
- 4 S. Forouhar *et al.*, *Appl. Phys. Lett.*, **45** (3), 207(1984)

(收稿日期:1988年9月21日)