

# 用紫外光直接在光纤内写入布拉格反射光栅的实验研究

杜卫冲 谭华耀\* 刘颂豪

华南师范大学, 激光生命科学研究所, 广州 510631

\* 香港理工大学, 电机系

自 1989 年 Meltz<sup>[1]</sup> 首次提出采用两束波长位于掺 Ge-石英光纤吸收带内的相干紫外激光相干涉, 从侧面照射光纤纤芯, 写入一种永久的折射率周期分布的布拉格光栅(FBG)以来, 有关它的制备及其在光纤激光器, 光纤放大器, 光纤传感器等中的应用是一个十分活跃的课题<sup>[2]</sup>, 我国一些研究机构也开始着手展开相关的研究, 最近作者率先成功地用准分子激光直接在单模光纤内写入布拉格光栅, 反射率可达到 95%。本文则将简单报道一下有关折射率周期分布的布拉格光栅的制备和测试结果。

采用相位模板(Phase Mask(PM))复制法制作折射率周期分布的布拉格光栅的实验示意图如图 1 所示, 一束由 KrF 准分子激光器发出的紫外脉冲激光(波长为 248 nm, 脉宽为 20 ns, 脉冲频率为 50 Hz)垂直入射到一块长 10 mm, 光栅周期  $\Lambda = 1066$  nm 的相位模板上, 这块相位模板具有 0 级衍射受抑制( $<5\%$ )的特性, 因而透过相位模板, 准分子激光分成两束( $\pm 1$  级衍射), 相干形

成一个空间周期为  $\Lambda/2$  的光强分布场。这一分布场直接照射到了一根掺 B-Ge 的石英单模光纤上, 由于掺 Ge-光纤的光致折变效应<sup>[3]</sup>使得纤芯折射率呈现相同的周期分布而形成布拉格反射光栅。一宽带光源和一光学光谱分析仪(OSA)用来测定所写入的布拉格光栅的透射或反射光谱如图 2 所示。相应的布拉格反射波长  $\lambda_B$  和该处的反射率  $\eta$  分别为<sup>[3]</sup>

$$\lambda_B = n_{\text{core}} \Lambda, \quad \eta = \text{tg}^2(\pi n_1 L / \lambda_B)$$

式中  $n_{\text{core}}$  为导波模的有效折射率,  $L$  为光栅长度,  $n_1$  为光栅的调制深度, 实验发现布拉格光栅的调制深度  $n_1$  或反射率  $\eta$  随准分子激光照射的脉冲数(或照射时间)按指数函数方式增大至饱和值(最大值), 然后又逐渐减小。为了增加光纤的光致折变灵敏度, 以提高所写光栅的反射率, 实验前先对光纤进行  $\text{H}_2$ (120 Bar)掺入处理 10 天<sup>[4]</sup>。图 2(a)给出的是一经高压  $\text{H}_2$  处

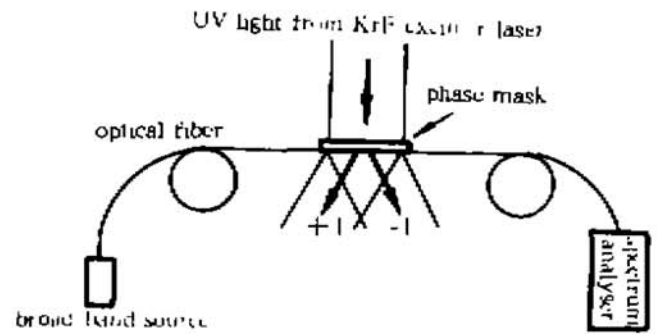


Fig. 1 Experimental setup for direct writing FBG by excimer laser using phase mask copy method

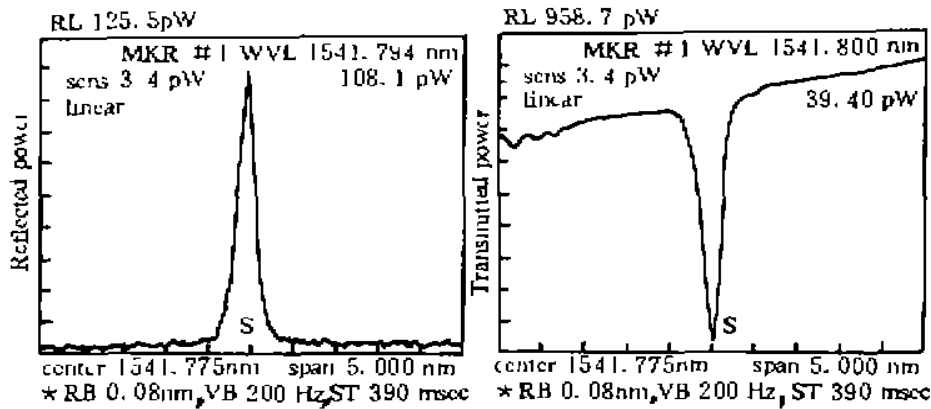


Fig. 2 (a) Reflection and (b) transmission spectra of a FBG written in a B-Ge codoped single-mode silica fiber with writing pulse intensity of  $500 \text{ mW/cm}^2$  and pulse number of 7000

理的掺 B-Ge 光纤内写入达到饱和状态时布拉格光栅的反射光谱,所用的写入光脉冲强度为  $500 \text{ mJ cm}^{-2}$ , 写入脉冲数目为 7000, 由反射峰的位置得写入的折射率周期分布的布拉格光栅的  $\lambda_B = 1541.80 \text{ nm}$ , 带宽约为  $0.2 \text{ nm}$ 。图 2(b) 则对应的是该折射率周期分布的布拉格光栅的透射光谱, 由布拉格反射波长处的透射率估算出该折射率周期分布的布拉格光栅的反射率约为 95%, 再由(2)式得相应的光栅调制深度约为  $3.79 \times 10^{-5}$ 。根据有关应用的要求, 写入光栅时可通过对光纤施加一变量或变化光纤的温度及其变化写入出光的脉冲数目来变化光纤光栅 Bragg 波长和反射率的大小。

### 参 考 文 献

- [1] G. Mitz, W. Morey, W. H. Glenn, Formation of Bragg gratings in optical fibers by a transverse holographic method. *Opt. Lett.*, 1989, 14: 823~826
- [2] P. S. J. Russell, J. Archambault, L. Reekie, Fiber gratings. *Phys. World*, 1993, (10): 41~46
- [3] W. W. Morey, G. Meltz, J. D. Love *et al.*, Mode-coupling characteristics of UV-written Bragg gratings in depressed-cladding fiber. *Electron. Lett.*, 1994, 30(9): 730~732
- [4] P. L. L., Lemaire, R. M. Atkins, V. Mizrahi *et al.*, High pressure  $\text{H}_2$  loading as a technique for achieving ultrahigh UV photosensitivity and thermal sensitivity in  $\text{GeO}_2$  doped optical fibers. *Electron. Lett.*, 1993, 29(13): 1191~1192

## Direct Writing of Bragg Reflecting Gratings in Optical Fibers by Ultraviolet Light

Du Weichong    H. Y. Tam\*    Liu Songhao

(*Laser & Life Science Institute, South China Normal University, Guangzhou 510631*)

(\* *Department of Electrical Engineering, Hongkong Polytechnic University*)

(Received 5 January 1996; revised 18 March 1996)

**Abstract** Direct writing of fiber Bragg gratings (FBG) by an excimer laser using phase mask copy method is reported. FBGs written in B-Ge co-doped single mode silica fibers with Bragg wavelength of  $1541.80 \text{ nm}$ , bandpass of  $0.2 \text{ nm}$  and central reflectivity of 95% have been observed.

**Key words** fiber Bragg grating.