

## 掺铈铌酸锶钡单晶在 632.8 nm 处的高灵敏全息存储

岳学锋 邵宗书 陈焕鑫 刘恩泉

(山东大学晶体材料研究所, 济南)

## High-sensitivity holographic storage in Ce-doped SBN at 632.8nm

Yue Xuefeng, Shao Zongshu, Chen Huanchu, Liu Enquan

(Institute of Crystal Materials, Shandong University, Jinan)

**提要:** 报道了用低功率 He-Ne 激光器在掺铈铌酸锶钡中的高灵敏全息存储, 其最大光致折变  $\Delta n_{\max} = 1.07 \times 10^{-4}$ , 光致折变灵敏度  $s = 8 \times 10^{-4} \text{ cm}^2/\text{J}$ , 最大衍射效率可达 78%。并对其光读出特性进行了研究。

**关键词:** 光致折变晶体, 全息存储

铌酸锶钡 (SBN) 作为一种光致折变材料, 由于具有较大的电光系数, 导致较高的光致折变灵敏度, 已被广泛用于全息存储<sup>[1, 2]</sup>、相位共轭<sup>[3, 4]</sup>、双光束耦合放大<sup>[5, 6]</sup>。通过适当的掺杂<sup>[2]</sup>, 可以提高其光致折变灵敏度; 但由于该晶体对 He-Ne 激光的吸收很小, 所以在 632.8nm 波长处的灵敏度很小。目前报道的几乎都是用 Ar<sup>+</sup> 激光器或 He-Cd 激光器得到的结果。本文报道了掺铈 (Ce) 铌酸锶钡在 632.8nm 处的高灵敏全息存储, 使用功率为 25 mW 甚至 2 mW 的 He-Ne 激光器, 便可获得较高的衍射效率。由于 He-Ne 激光器的稳定性和实用性, 将会使 SBN 在全息存储、相位共轭光学中得到更普遍的应用。

本实验工作所用 SBN 为 Ba<sub>0.8</sub>Sr<sub>0.6</sub>Nb<sub>2</sub>O<sub>6</sub>, 其中 CeO<sub>2</sub> 的含量为 0.1at%, 经过极化处理, 切割加工成 2×5×10 mm 的样品。透光方向的厚度为 2 mm, 光轴平行于前后表面, 其吸收光谱如图 1。从图 1 可见其对 632.8 nm 光的吸收系数为 5.5 cm<sup>-1</sup>, 此值较

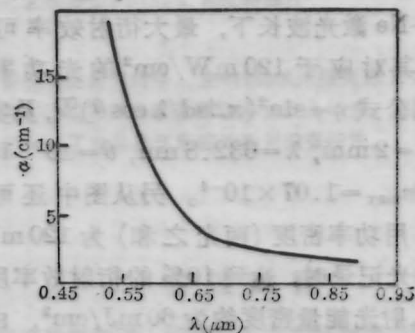


图 1 SBN:Ce 的吸收系数

其他作者<sup>[1~2]</sup>所用样品的吸收系数要大得多。

实验光路如图 2, He-Ne 激光经 BS 分为两束, 分别经 M<sub>1</sub>、M<sub>2</sub> 反射后入射到晶体上。两光均为 e 光, 分别为 1、2 光束, 其与晶体光轴 (正方向) 的相对取向如图。两光在晶体中相干, 通过光致折变效应记录了全息光栅。SBN 的记录特性是通过相继挡掉一束写入光, 测量其所记录光栅的衍射效率得到的。其衍射效率<sup>[2]</sup>定义为衍射光光强与无光栅形

收稿日期: 1988 年 1 月 4 日。

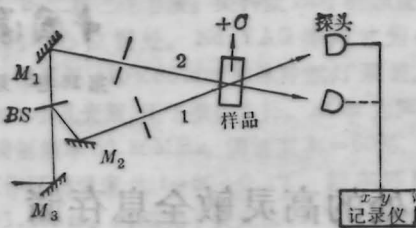


图2 实验光路

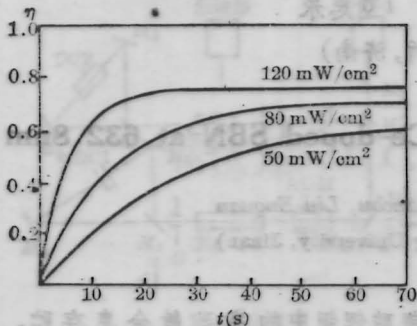


图3 衍射效率与记录时间的关系

成时透射光光强的比值。在不同的入射光强下，其衍射效率随记录时间变化的关系示于图3。从图3可见用SBN:Ce做全息存储，在He-Ne激光波长下，最大衍射效率可达78%，其对应于120 mW/cm<sup>2</sup>的光功率密度。由公式  $\eta = \sin^2(\pi \Delta n d / \lambda \cos \theta)$ <sup>[7]</sup>，及实验条件  $d = 2 \text{ mm}$ ， $\lambda = 632.8 \text{ nm}$ ， $\theta = 10^\circ$ ，可以求得  $\Delta n_{\text{max}} = 1.07 \times 10^{-4}$ 。另从图中还可以看到，用功率密度（两光之和）为120 mW/cm<sup>2</sup>的光记录时，达到10%的衍射效率所需要的入射光能量密度约为60 mJ/cm<sup>2</sup>，由上面的公式及光致折变灵敏度的定义<sup>[8]</sup>

$$S = \Delta n / \Delta W_{\text{abs}}$$

其中  $\Delta W_{\text{abs}}$  为晶体所吸收的光能量密度，结合本实验的具体参数，求得其对应的光致折变灵敏度  $S = 8 \times 10^{-4} \text{ cm}^2/\text{J}$ 。此值虽较用Ar<sup>+</sup>激光488 nm波长在BaTiO<sub>3</sub>、SBN:Ce中得到的值要小，但已较用Ar<sup>+</sup>激光在其他晶体如BSO(BGO)、LiNbO<sub>3</sub>:Fe、LiNbO<sub>3</sub>:Rh、Ba<sub>2</sub>NaNb<sub>5</sub>O<sub>15</sub>及纯SBN<sup>[9]</sup>中得到的结果要高一个数量级。

定义全息光栅的读出特性为用一束光沿布喇格方向读出光栅时，其衍射效率随读出

时间的变化关系。在光路中挡去1光或2光，可以测得对应于1光或2光的读出特性曲线。如图4，(a)、(b)、(c)分别对应于不同能量密度的1光作为读出光时的读出特性曲线，(a')、(b')、(c')对应于2光读出的情形。从图中可见，用相对于光轴不同取向的光作为读出光，其相应的读出特性有较大的差异。用适当强度的1光(与2光相比是沿+O方向)作为读出光，全息光栅可以几乎无损耗地被读出，这一点对光致折变晶体中的全息存储是十分有益的。

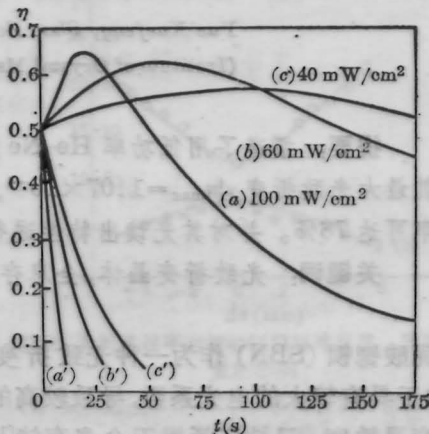


图4 全息光栅的读出特性曲线

上述实验中我们使用的是25 mW的小型 He-Ne 激光器，我们还用功率大约为2 mW的小型 He-Ne 激光器重复了上述实验，在实验中加起偏器以保证入射到晶体上的两束光均为e光，所得到的全息光栅的最高衍射效率可达56%。

### 参 考 文 献

1. J. B. Thaxter et al., *Appl. Opt.*, **13**, 913(1974)
2. K. Megumi et al., *Appl. Phys. Lett.*, **30**(12), 631 (1977)
3. B. Fischer et al., *Appl. Phys. Lett.*, **40**, 863(1982)
4. G. Salamo et al., *Opt. Commun.*, **49**, 417 (1986)
5. G. A. Rakuljuc et al., *Opt. Eng.*, **25**, 1212 (1986)
6. 徐怀方 et al., *中国激光*, **14**(4), 220(1987)
7. H. Kogelnik, *Bell. Syst. Tech. J.*, **48**(9), 2903 (1969)
8. P. Gunter, *Phys. Rep.*, **93**(4), 199(1982)
9. R. Neurgaonkar, *JOSA*, **B3**(2), 274(1986)