

# 采用自泵浦相位共轭镜的 光学关联存储器\*

王 凡 张以谟

(天津大学现代光学仪器研究所, 天津 300072)

## 提 要

本文报道了一种采用自泵浦相位共轭镜作为取阈, 反馈器件的光学关联存储系统, 该系统采用 He-Ne 激光作为光源, 可实现实时处理。当输入信息仅为存储信息的 25% 时, 得到了正确的输出。

关键词: 自泵浦相位共轭镜; 光学关联存储器。

自从 Hopfield 模型于 1984 年提出来以后<sup>[1]</sup>, 建立在该模型基础上的各种光学神经网络得到了很大的发展, 光学关联存储器就是发展得最快的一种光学神经网络, 它具有靠部分信息再现出全部存储信息的能力。采用光学相位共轭镜的光学关联存储器由于具有结构简单、处理能力强等优点, 一直处于较为重要的地位。相位共轭镜一般是一种利用光致折变晶体 BaTiO<sub>3</sub> 的简并四波混频产生共轭光波实现的<sup>[6~7]</sup>, 光能转换效率低, 光源要求 Ar<sup>+</sup> 激光, 故整个光学系统庞大、复杂价格昂贵。为了使光学关联存储器更为实用化, 必须采用空间光调制器(如 LQV 等)作为输入输出器件, 而目前通常所用的空间光调制器都是为 He-Ne 激光所设计的, 因此, 采用 Ar<sup>+</sup> 激光器作为光源的光学关联存储器在应用上受到很大的限制。本文提出了一种采用自泵浦相位共轭镜的光学关联存储器, 自泵浦相位共轭晶体为 KNSBN 晶体\*\*, 光源采用 He-Ne 激光, 整个存储器系统可以实现实时操作, 是一种简便实用的光学关联存储器系统。

## 一、KNSBN 晶体的自泵浦相位共轭效应

(K<sub>0.5</sub>Na<sub>0.5</sub>)<sub>0.4</sub>(Sr<sub>0.6</sub>Ba<sub>0.4</sub>)<sub>0.8</sub>Nb<sub>2</sub>O<sub>6</sub> 晶体, 简称为 KNSBN 或 BSKNN<sup>[2]</sup>, 是一种较新的光致折变晶体。本文利用该晶体的全内反射作为自泵浦光波<sup>[3]</sup>, 实现自泵浦相位共轭。晶体被切割成梯形, 以便光入射到晶体后, 在晶体内形成的内反射光可相互作用, 从而得到共轭光输出。

实验所采用的光源为 He-Ne 激光, 入射到晶体表面的光功率为 20 mW, 光斑直径为 2 mm。图 1 为相位共轭镜的反射率与光作用时间的关系曲线, 从图中可看出, KNSBN 晶体的自泵浦共轭镜反射率高达 40% 以上, 建立时间(反射率达到 1/e 倍饱和值的时间)在光

收稿日期: 1990 年 12 月 5 日; 收到修改稿日期: 1991 年 5 月 14 日

\* 国家自然科学基金资助的课题。

\*\* 由山东大学晶体所宋永远、岳学峰同志提供。

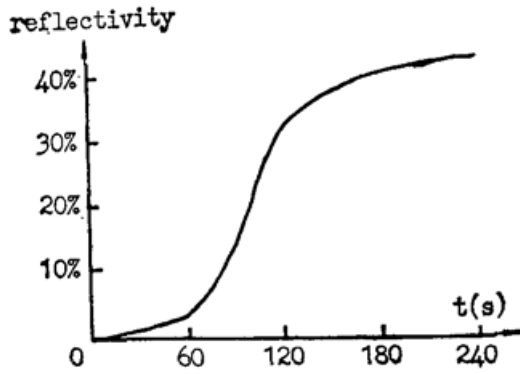


Fig. 1 Time response curve of reflectivity of the KNSBN crystal

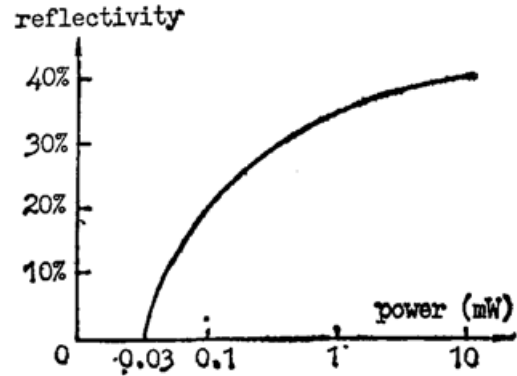


Fig. 2 Relationship between the power of incident beam and the reflectivity of the PCM

功率为 20 mW 时约为 40 s, 与  $\text{BaTiO}_3$ <sup>[4]</sup> 相比差别不大。

改变入射光的功率, 发现建立时间与光功率基本成正比, 而图 1 曲线的形状基本不变, 得到的最大反射率如图 2 所示, 当入射光功率低于 0.03 mW 时, 观察不到有共轭光波输出, 而当入射光功率大于 0.5 mW 时, 该相位共轭镜的反射率大于 30%, 故可将此镜近似当为一个二元取阈器件, 可对入射光波进行取阈, 反馈运算。

## 二、自泵浦相位共轭镜光学关联存储器

本文采用 KNSBN 晶体的自泵浦光波实现相位共轭镜, 其光学系统示意图如图 3 所示,

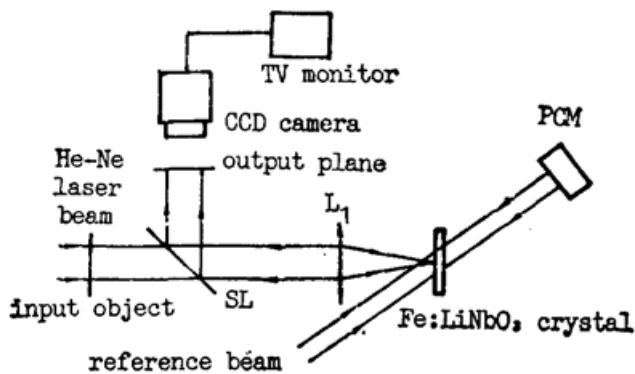


Fig. 3 Optical associative memory system

存储图像的傅里叶谱被记录在光致折变晶体  $\text{Fe:LiNbO}_3$  上, 该晶体具有实时存储的能力, 在本实验中, 存储时间短于 10 s, 且可反复使用。

在读取时, 输入存储图像的一部分信息, 经  $\text{Fe:LiNbO}_3$  晶体上存储的全息图的衍射, 得到一束与原参考光波有一些区别的光波, 作用在自泵浦相位共轭镜上, 由于该镜有取阈作用, 低于阈值的光就不会被反馈回来, 而反馈回来的光波即经修正后的参考光, 它与原参考光波相差不多(相差的程度由输入信息与存储信息的相似程度决定), 再入射到反射图上, 从全息图上读取的图像即为修正后的图像, 只要输入的信息量足够大, 修正后的输出图像即为原存储的图像。

实验采用 CCD 摄像机接收输出图像, 并输入监视器, 由于存储是实时进行的, 故实际上整个过程都是实时进行的, 该系统为一实时处理系统。

## 三、实验结果

图 4 为实验结果。图 4(a) 为存储器中存储的物体, 图 4(b)、图 4(d) 分别为原物的

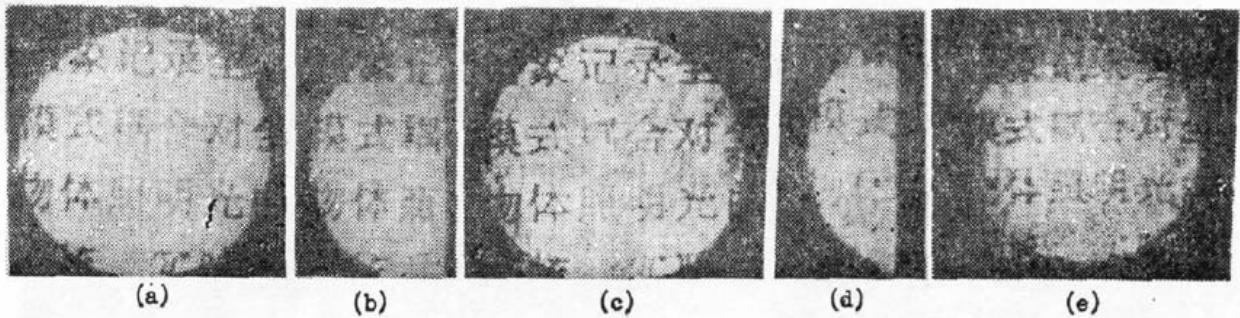


Fig. 4 Experimental results

50%、25%，当分别采用它们作为输入图像时，得到的输出分别为图 4(c) 图 4(e)，从实验结果可看出：

- (1) 读出时，输入的信息量越多，得到的输出越清楚，噪声越少；
- (2) 当输入仅为原图像的 25% 时，亦可得到满意的输出。

虽然给出的实验结果采用的是二元图像，对灰度图像亦得到了同样的结果。

### 参 考 文 献

- [1] J. J. Hopfield; *Proc. Nat. Acad. Sci. (USA)*, 1984, **81**, No.11 (Nov), 3088.
- [2] Nary J. Miller *et al.*; *Opt. Lett.*, 1987, **12**, No. 5 (May), 340.
- [3] M. Cronin-Golomb; *Opt. Lett.*, 1989, **14**, No. 9, 462.
- [4] 张治国等;《光学学报》, 1989, **9**, No. 7 (Jul), 598.
- [5] D. Psaltis *et al.*; *Opt. Lett.*, 1985, **10**, No. 1 (Jan), 98.
- [6] B. H. Soffer *et al.*; *Opt. Lett.*, 1986, **11**, No. 2 (Feb), 118.

## An optical associative memory with self-pump phase conjugate mirror

WANG FAN AND ZHANG YIMO

(*Institute of Contemporary Optical Instruments Engineering, Tianjin University, Tianjin 300072*)

(Received 5 December 1990; revised 14 May 1991)

### Abstract

An optical associative memory, which uses the self-pump phase conjugate mirror as feedback and thresholding operation device is developed. The He-Ne laser is used as the light source for memory instead of the Ar<sup>+</sup> laser. It can recover the complete image even though the input information is only 25% of the stored object.

**Key words:** self-pump phase conjugate mirror, optical associative memory.