

比测试就是为了克服气象条件的影响。从上述消光比实测和计算数据比较可以看出, 近距  $R_0$  测消光比时, 气象修正值很小, 可忽略不计。

采用消光比法来检测和考核脉冲激光测距仪灵敏度和测程指标是简便而有效的好方法, 它可以免于室外测程检测, 排除气象和地形条件的限制, 很有推广价值。

### 参 考 文 献

- 1 F. T. Arecchi *et al.*, *Laser Handbook*, 2, 1787 (1972)
- 2 BOA, *Electro-Optics Handbook*, 1974, 89
- 3 林钧挺, 光电子技术及其应用, 国防工业出版社, 北京, 1983
- 4 华中工学院等, 激光技术, 湖南科学技术出版社, 湖南, 1981

(收稿日期: 1989年8月29日)

## 利用掺杂铌酸锂作相位共轭镜的 全光学联想记忆系统\*

康 辉 杨昌喜 母国光 吴仲康

(南开大学物理系, 300071)

### All-optical associative memory by using doped $\text{LiNbO}_3$ as phase-conjugate mirror

*Kang Hui, Yang Changxi, Mu Guoguang, Wu Zhongkang*

(Department of Physics, Nankai University, Tianjin)

**Abstract:** An all-optical associative memory based on Dunning's device is developed. In this system, a doped  $\text{LiNbO}_3$  crystal is used as phase-conjugate mirror and a low power He-Ne laser as an illumination light source. Thus the system is simple to construct and of low cost.

**Key words:** holography, phase-conjugate, associative memory

最近, 一种用光学方法模拟神经网络的最新研究成果将全息和相位共轭技术结合起来, 完成了一种所谓全光学联想记忆系统<sup>[1, 2]</sup>。光源是氩离子激光器, 记忆元件——全息图的记录材料是热塑片, 具有反馈、取域和增益功能的非线性元件——相位共轭镜(PCM)由  $\text{BaTiO}_3$  晶体构成。

本工作是在[2]装置的基础上, 选用掺杂  $\text{LiNbO}_3$  晶体作为相位共轭镜而实现了全光学联想记忆系统。在我们的系统中, 利用 He-Ne 激光器作为照明光源, 使用掺杂  $\text{LiNbO}_3$  晶体来做 PCM 实现联想记忆。图 1 是全光学联想记忆系统的示意图。

\* 本课题为国家自然科学基金资助项目。

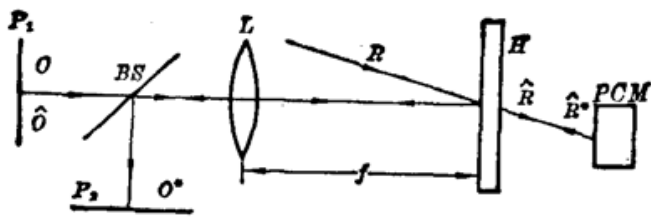


图1 全光学联想记忆系统示意图

$H$ —作为记忆元件的傅里叶变换全息图； $PCM$ —相位共轭镜； $R$ —记录全息图的参考光束； $L$ —傅里叶变换透镜； $BS$ —分束器； $P_1$ —输入物平面； $P_2$ —输出像平面

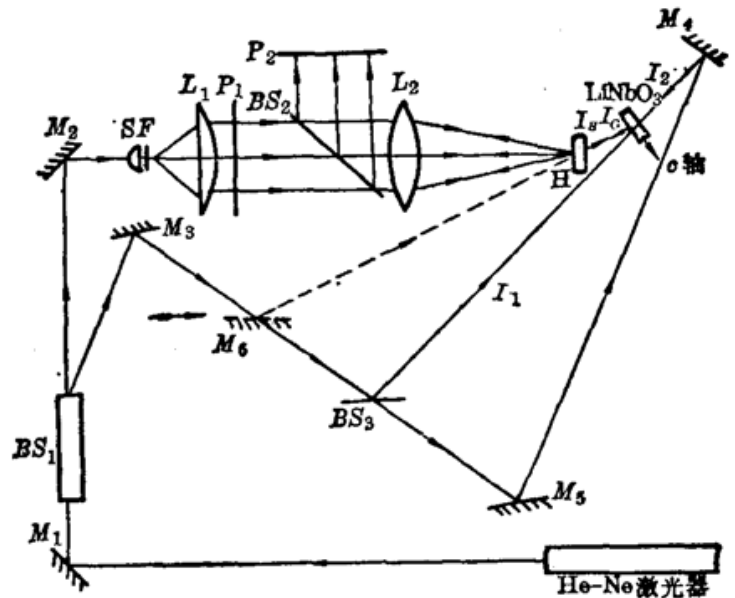


图2 全光学联想记忆系统的实际光路图

首先是存贮信息，也就是记录全息图。把要被存贮的物体放在  $P_1$  平面上，其复振幅分布为  $o(x, y)$ ，用相干平行光照明，经过透镜  $L$  的傅里叶变换，在它后焦平面上的复场分布为  $O(u, v) = \mathcal{F}\{o(x, y)\}$ ， $\mathcal{F}\{\}$ ——傅里叶变换运算符。于是全息干板接收到的总光场强度分布为  $I_H = |O(u, v) + R(u, v)|^2 = |O|^2 + |R|^2 + R^*O + RO^*$ 。经曝光、显、定影处理之后，将全息图复位，其振幅透过率将正比于  $I_H$ ，可简写为

$$T_H = |O|^2 + |R|^2 + R^*O + RO^* \tag{1}$$

根据全息再现原理，如果在输入物平面放置原被记录物体的一部分(用  $\hat{o}$  表示)时，则全息图的再现波场为

$$\hat{O}T_H = \hat{O}(|O|^2 + |R|^2) + \hat{O}R^*O + \hat{O}RO^* \tag{2}$$

其中， $\hat{O}(u, v) = \mathcal{F}\{\hat{o}(x, y)\}$ 。在(2)式中，只有第四项沿原参考光方向传播到达  $PCM$ ，它是畸变的参考波场  $\hat{R} = RO^*\hat{O}$ ，经  $PCM$  取阈、放大后沿原路返回。因为变为  $\hat{R}^*$ ，所以该波场沿原参考光的共轭方向照明全息图，于是从全息图左侧的输出波场中，只有  $|R|^2\hat{O}^*OO^*$  沿透镜光轴方向传播，经透镜做傅里叶变换后变为  $|R|^2\hat{o}^*\otimes o\otimes o^*$ ， $\otimes$  号表示卷积运算。只要  $PCM$  产生的增益足够大，以致能完全补偿系统本身固有的损耗，则在输出平面上将会得到被存贮物体的完整波场  $o^*$ 。

具体的实验装置如图 2 所示。其中， $M_1 \sim M_6$  是平面反射镜， $BS_1, BS_2$  和  $BS_3$  是分束器， $SF$  是扩束和空间滤波器， $H$  是全息图， $L_1$  是准直透镜， $L_2$  是傅里叶变换透镜， $P_1$  是输入平面， $P_2$  是输出平面。

首先是记录傅里叶变换全息图。将反射镜  $M_6$  移入光路产生参考光束。参考光与物光束主光线之间的夹角是  $10^\circ$ ，参物比为 10:1。记录介质为全息干板。

第二步是调整相位共轭镜，使其工作在最佳状态。将  $M_6$  移出光路以产生泵浦光。所用晶体样品的尺寸是  $10 \times 10 \times 1.5 \text{ mm}^3$ ，晶体光轴位于泵浦光和信号光决定的平面内。泵浦光与信号光均以  $e$  光入射。它们的工作条件是：泵浦光功率  $I_1$  为 0.9 mW， $I_2$  为 2.2 mW，信号光与泵浦光的夹角为  $7^\circ$ 。当信号光功率  $I_s$  取 0.06 mW 时， $PCM$  产生的共轭光功率  $I_c$  为 0.5 mW。其反射率  $PCMR$  约为 8。这不是最佳的情况，如果仔细选择条件，位相共轭镜的  $PCMR$  可达十几甚至更高。

在相位共轭镜调整好后, 把记录好的全息图复位。此时将在输入平面上的物透明片挡住一部分, 仅让一部分物光寻址全息图时, 则在系统的输出平面上得到原存贮物体的一个完整像。



图 3

图 3 示出了实验结果。其中, (a) 是被存贮的物体, 它是由两个兔子构成的一幅图画; (b) 是用于对系统进行寻址的原存贮物体的一部分, 即一个兔子; (c) 是系统被输入信号的刺激而联想出的一幅完整图像。

由以上的实验结果可以说明, 用较低功率的 He-Ne 激光器作为光源, 用掺杂 LiNbO<sub>3</sub> 晶体作相位共轭镜的全光学联想记忆系统是可行的。进一步的工作是选择合适的记录材料和改善全息图的制作工艺, 提高它的衍射效率, 降低系统的损耗, 提高输出图像的信噪比, 以及研究该系统存贮信息的能力和联想恢复信息的能力等。除此以外, 还可利用这种晶体做诸如空间滤波、图像存贮和增强、特征识别以及畸变波前的校正等方面的信息处理工作。

本实验所用晶体由哈尔滨工业大学徐玉恒先生提供, 对此深表谢意。

### 参 考 文 献

- 1 B. H. Soffer *et al.*, *Opt. Lett.* **11**(2), 118 (1986)
- 2 G. J. Dunning *et al.*, *Opt. Lett.*, **12**(5), 346 (1987)

(收稿日期: 1989 年 9 月 8 日)

## 用多次曝光全息透镜的多缝一步彩虹全息术

王肇圻 吴法祥 饶楠遐 王健水

(南开大学现代光学研究所, 300071)

### Multi-slit one-step rainbow holography with multi-exposure holographic lens

Wang Zhaoqi, Wu Faxiang, Yao Nanyang, Wang Jianshui  
(Institute of Modern Optics, Nankai University, Tianjin)

**Abstract:** A new technique of multi-slit one-step rainbow holography with multiexposure holographic lens is described. The theoretical analysis for the holographic parameters and the experimental results of image color addition and subtraction are presented by means of this technique.

**Key words:** holographic lens, one-step rainbow holography

### 一、引 言

为克服彩虹全息术中狭缝的存在对物视场的限制, Q. Z. Shan 和 A. Beaugard 等人研