

# 采用简单泵浦相位共轭镜实现的光学关联存储器\*

龚建民 陈继述

(宁波大学物理系, 宁波, 315211)

岳祖洲

(山东大学光学系, 济南, 250100)

摘要: 本文设计了一种结构简单的相位共轭镜, 并用 KNSBN : Ce 光折变晶体作为存储介质和相位共轭镜实现了光学关联存储。文中给出了有关的实验结果。

## An optical associative memory using a pumped phase conjugator

Gong Jianmin, Chen Jishu

(Department of physics, Ningbo University)

Yue Zuzhou

(Department of Optics, Shandong University)

Abstract: A pumped phase conjugator is introduced, in this paper. By using the KNSBN : Ce crystal as both memory material and phase conjugative mirror, an optical associative memory is built. The primary experimental results are given out.

### 一、引 言

近几年不断涌现出用光学方法或光电混合方法模拟神经网络功能的各种关联存储器<sup>[1~6]</sup>, 其中采用光折变晶体作为存储介质和相位共轭镜的实验倍受重视。对这类光学关联存储器, 光折变晶体性能的优势和产生共轭光实现相位共轭镜的方法是实验中的两个关键问题。

KNSBN : Ce 晶体对 He-Ne 激光有较强的非线性效应, 能通过四波混频产生较强的共轭光, 又能在全息记录中达到较高的衍射效率。且易生产、加工, 所以很有希望用于研制性能较好的相位共轭镜和光学关联存储器。

目前已有许多产生共轭光的方法<sup>[7]</sup>, 但是在光学关联存储器中多数的相位共轭镜是用 BaTiO<sub>3</sub> 晶体和采用双光束泵浦的方法。最近有报导采用 KNSBN : Ce 晶体的自泵浦相位共轭镜实现的光学关联存储器<sup>[8]</sup>。自泵浦相位共轭镜的产生方法简单, 共轭镜反射率却不能大于 1, 不可能产生放大的共轭光。相比而言, 产生双光束泵浦相位共轭镜虽然光路以及调节较复杂, 但共轭镜反射率可以大于 1, 可产生放大的共轭光。本文提出一种简单泵浦产生相位共轭光的方法, 这种方法的光路和装置比直接用双光束泵浦的简单, 并且可以得到放大的共轭光。本文还给出了用两块 KNSBN : Ce 晶体分别作为存储介质和相位共轭镜的一种光学关联存储器的实验和结果。

\* 浙江省自然科学基金资助课题。

## 二、简单泵浦产生共轭光的方法以及 KNSBN : Ce 晶体的相位共轭性能

如图 1 所示,从外部入射到晶体的泵浦光的方向被调整到垂直于晶体的后表面,由于晶体后表面的垂直反射,结果在晶体中产生一束和入射泵浦光反向传播的反射光。与此同时,另一束信号光在晶体的另一侧以  $\theta$  角从外部入射。晶体中的入射泵浦光与其反射光和信号光进行四波混频,结果产生出信号光的相位共轭光。显然这种方法直接利用了晶体后表面的内反射产生出另一束泵浦光,因此它本质上仍是双光束泵浦的相位共轭的机理。

我们采用上述相位共轭方法用 KNSBN : Ce 晶体进行了相位共轭镜实验。该晶体由山东大学晶体材料研究所提供,尺寸为  $8\text{mm} \times 8\text{mm} \times 8\text{mm}$ 。实验中采用未经扩束的 He-Ne 激光,测量出晶体对波长为  $632.8\text{nm}$  的 e 光的吸收系数  $\alpha$  为  $0.625\text{cm}^{-1}$ ,由  $n_e=2.27$  计算出晶体后表面反射光与入射泵浦光的强度比约为  $1:10$ 。

当泵浦光与信号光强度均为  $5\text{mW}$  时,测得共轭镜反射率与信号光入射角的关系如图 2 所示。在泵浦光强度为  $5\text{mW}$ ,信号光入射角为  $30^\circ$  的条件下,改变信号光强度,测得共轭镜反射率随泵浦光与信号光的强度的比值  $K$  的变化关系如图 3 所示。由图可见,共轭镜反射率在很大的  $K$  值范围内超过了 1,并可达到 3。当  $K$  大于 80 时,共轭光便不再产生。在光学关联存储器中这种效应可被用来对弱信号光取阈值。在泵浦光和信号光强度均为  $5\text{mW}$ ,信号光入射角为  $30^\circ$  时,本方法典型的相位共轭光的时间响应曲线如图 4 所示。

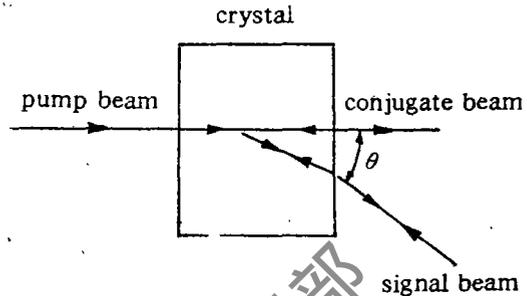


Fig. 1 Schematic diagram of the phase conjugator

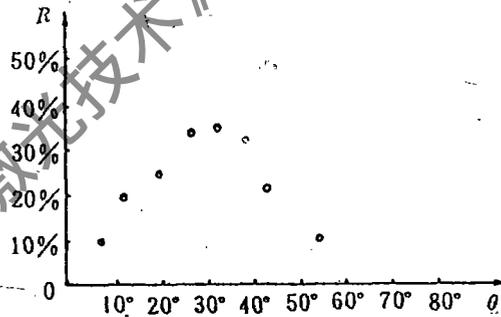


Fig. 2 Relationship between reflectivity  $R$  of the PCM and incident angle  $\theta$  of signal beam

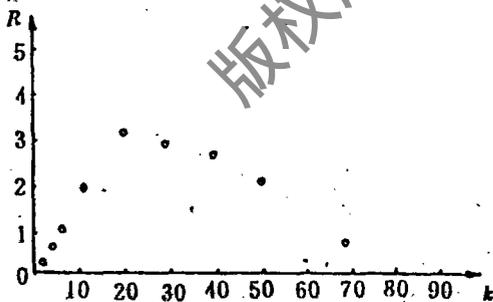


Fig. 3 Reflectivity curve of the PCM versus intensity ratio of pump beam to signal beam

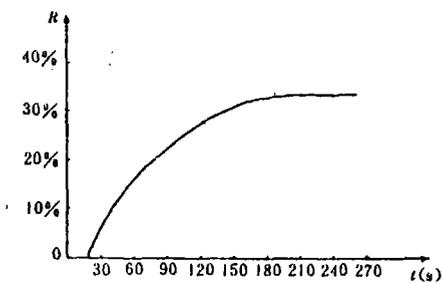


Fig. 4 Time response curve of reflectivity  $R$  of the KNSBN : Ce crystal phase conjugator

在常用的双光束泵浦的条件下泵浦光的比值可以改变,而上述方法由于利用了晶体后表面反射,入射泵浦光和反射泵浦光的比值由晶体参数决定无法改变,因而与通常的双光束泵浦

的方法相比,它并非是产生共轭光的最佳方式,但是它相对简单,也可以产生放大的共轭光。因此,简单泵浦产生共轭光的方法仍然有一定的应用价值。

### 三、光学关联存储实验

简单泵浦的相位共轭镜用于光学关联存储器的实验光路如图5所示,He-Ne激光经过 $\lambda/2$ 波片,使入射光偏振面旋转到相对晶体为e光。经分束器 $BS_1$ 后,一束光用于全息存储,另一束光作为相位共轭镜的泵浦光。实验中采用两块KNSBN:Ce晶体分别作为全息存储介质和相位共轭镜。晶体尺寸分别为 $5\text{mm}\times 5\text{mm}\times 8\text{mm}$ 和 $8\text{mm}\times 8\text{mm}\times 8\text{mm}$ 。相位共轭镜的泵浦光强度为 $5\text{mW}$ ,入射到全息存储晶体上的物体频谱的光强度约为 $3\text{mW}$ ,两束平面参考光 $R_1$ 和 $R_2$ 的强度均为 $4\text{mW}$ ,两束参考光之间的夹角 $8^\circ$ ,参考光 $R_2$ 与物光中心的夹角 $12^\circ$ 。

全息记录过程中,分别用参考光 $R_1$ 和 $R_2$ 依次对置于傅里叶变换透镜 $L_1$ 前焦面上的两个汉字“物”和“理”进行全息存储。为了使这两个傅里叶变换全息图有大致相同的衍射效率,我们采

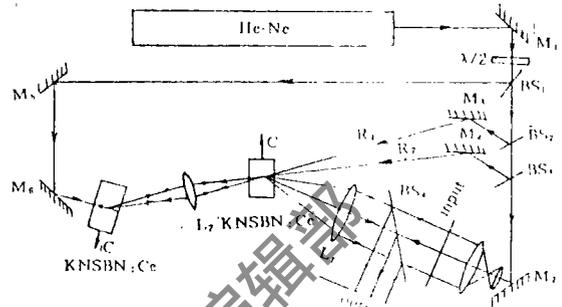


Fig. 5 Configuration of an optical associative memory



Fig. 6 a—Two images stored in the associative memory b—Two partial probe images c—Two associated output images

用了文献[9]中的方法,记录第二个全息图时曝光时间比第一次记录时要短。完成两个物体的全息记录后,用残缺的物体图象“勿”再现的被调制的参考光 $R_1$ 的强度 $0.2\text{mW}$ ,而同时再现的 $R_2$ 的强度 $0.04\text{mW}$ 。此时相位共轭镜对 $0.2\text{mW}$ 的入射光产生的共轭光的放大率约3倍,而对 $0.04\text{mW}$ 的入射光取阈值后不产生共轭光。实验结果如图6所示。光学关联存储器中存入了两个汉字“物”和“理”,当分别输入残缺的“勿”和“里”时,关联存储器的输出分别为完整的存储图象“物”和“理”。

### 参 考 文 献

- [1] Owechko Y, Dunning G L, Marom E *et al.* Appl Opt, 1987; 26(10): 1900
- [2] Soffer B H, Dunning G L, Owechko Y *et al.* Opt Lett, 1986; 11(2): 118
- [3] Peak E G, Psaltis D. Opt Engng, 1987; 26: 428
- [4] San Y, Zhang Y. Optik, 1990; 85(2): 43
- [5] Xu Haiying, Yuan Yang, Yu Youlong *et al.* Appl Opt, 1990; 29(23): 3375
- [6] Kong Hui, Yang Xichang, Mu Guoguang *et al.* Opt Lett, 1990; 15(1): 637
- [7] Gronin-Golomb M. Opt Lett, 1990; 15(16): 897
- [8] 王 凡, 张以谟. 光学学报, 1992; 12(1): 49
- [9] Strasser A C, Maniloff E S, Johnson M *et al.* Opt Lett, 1989; 14(1): 6

\* \* \*

作者简介:龚建民,男,1952年11月出生。讲师。从事光学神经网络研究。

陈继述,男,1921年2月出生。教授。从事光学神经网络研究。

岳祖洲,男,1966年4月出生。讲师。从事光学神经网络研究。

收稿日期:1993年1月11日。

· 简 讯 ·

## 氯化氙准分子激光器产生 1kW 平均功率

在欧洲激光尤里卡计划 EU205 项目和法国 Ministère de la Recherche et de l'Espace, Spora 公司(Bois Colombes, France)的支持下,研制 VEL(非常大的准分子激光器),即一种氯化氙准分子激光器,已产生了 1kW 的平均功率。为工业应用而设计的 08nmVEL,已达到 1kW 平均功率,脉冲重复率 80~100Hz,平均效率约 2%。在不同的组合中以 80Hz 重复率,每个脉冲 12.5J 和 100Hz 重复率,每个脉冲 10J 相组合产生 1kW。单脉冲运转给出最大能量为每个脉冲 15J,其效率为 2%;每个脉冲能量 10J 时最大效率大于 2.5%(150nsFWHM)。光束尺寸为 8cm×6cm,典型脉宽为 150ns,但它可随工作电压和气压在 50~190ns 间变化。

这些结果由 Sopra 的研究人员 Bruno Godard, Pierre Murer 和 Marc Stehle 于 92 年 9 月末在希腊克里特岛伊拉克利翁举行的第九届流动气体和化学激光器国防讨论会上介绍。Stehle 说 VEL“使我们梦想的千瓦准分子激光器能成为现实”,他预计,如继续努力,VEL 将在明年 CLEO 会议前产生 1.5kW 输出。

译自 L F World, 1992; 28(11): 9 邹福清 译 邹声荣 校

请向邮局订阅 1994 年度激光技术

国内刊号:CN51—1125/TN, 邮发代号:62—74