

光学并行高速缓冲存储列阵的实验研究*

曹明翠 李幼平 刘夏安 李洪谱 陈绍仟

(华中理工大学激光研究所, 武汉 430074)

提 要

光学并行高速缓冲存储列阵和随机暂存列阵,是数字光学处理机中的重要部件。本文提出了一种简单的光学并行高速缓冲存储列阵系统,并在实验中完成了光信号列阵的随机存、取全过程。

关键词: 光学存储, 光学双稳器件。

一、引 言

数学光计算是一种高度并行的空间光逻辑运算^[1]。它是让大量光信息,同一时刻。通过高密度、并行的光互连网络和二维光开关列阵,进行光信息传递和处理^[2]。从数字光计算的算法和体系结构的研究中,可以知道,在这种高度并行的数字光学信息处理机中,二维光逻辑开关列阵是必不可少的部件,光学并行高速缓冲存储器和并行随机暂存器也是重要的部件^[3]。因为数字光计算是高速并行运算。为了适应高速光信息处理的需要,必需将处理任务中所需要的数据、指令、和局部程序段,首先存放在高速缓冲存储器中,以便执行运算任务时随机可取。在光信息处理过程中,也需要将运算过程中的中间结果暂时存入随机暂存器中,以供下一步运算随机可取^[4]。

光学双稳器件作逻辑开关器件,已有许多研究^[5,6]。本文提出用两片二维光学双稳器件组成随机暂存系统。用二维光学双稳器件作存储体,详细研究了该系统的并行写入、读出、和清零的全过程。实验上完成了光信息的并行随机存取。

二、光学双稳态器件作存储体

在数字光计算中,光学双稳器件可以作为光逻辑开关器件,也可作为光信息暂存器件^[7]。用于光逻辑器件时,需要将其特性曲线中的双稳态范围尽量调至趋于0,如图1所示。用于光信息存储时,则需要一个较稳定的双稳范围,以便执行光信息的随机写入,存储、读出、和清除等基本功能。

数字光运算过程中,空间逻辑的二进制编码都是由一种特定的黑白图象组成^[1,2]。亮斑的光功率为一个特定值,暗斑的光功率很低,趋于0。为了便于讨论,设亮斑为“1”,暗斑为“0”。当光双稳态器件作为存储体时,如图2所示,首先将偏置光 H_1 的光功率调至位于双

收稿日期: 1990年2月16日; 收到修改稿日期: 1990年7月16日。

* 本研究为国家教委优秀青年教师基金和国家自然科学基金资助

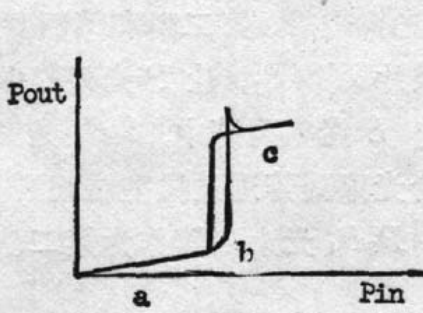


Fig. 1 Output/Input characteristic for logical switching

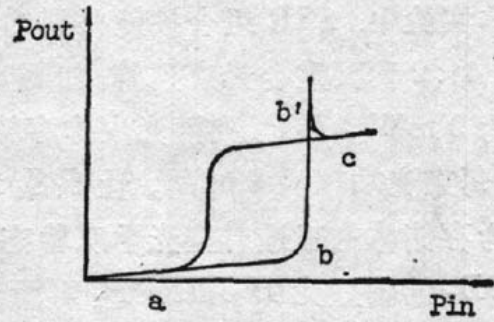


Fig. 2 Output/Input characteristic for the memory

稳区内的 b 点。当输入信号为“0”时,器件中该点处于低态 b 点,输出信号为“0”。当输入信号为“1”时,该点从低态 b 跃跳到高态 c 点,输出信号为“1”。将信号光撤除后,其输出仍然保持在高态 b' 点。所以,原光信息“1”被存放在存储器中。若要将此信息随机可取,则还需要一块起开关功能的光学双稳器件,其特性曲线如图 1 所示。该器件每一点偏置光的光功率处于双稳区之前的 b 点。若要将存储体上某点的光信息取出,则需在与存储体对应的开关器件上的一点,加上偏置光,该点光信息立即被读出。若要在存储体的同一位置,存放下一个信息,则必须将存放的光信息清除,即将该点的偏置光 H_1 和开关器件上对应点的偏置光 H_2 截断,置 0 就行了。

三、光学并行缓冲存储阵列实验

实验的光学系统如图 3 所示。光学双稳态器件是我们研制的正透射型光学双稳 ZnS 器件^[8,9]。其双稳特性曲线见图 4。照片中的 x 和 y 轴分别为输入和输出光功率。光路中将一束光分为 4×4 光束阵列的平面薄膜分束器。SSR 组合棱镜,以及 4×4 微型透镜阵列均为我们实验室所研制。

光学系统中的 SSR 组合棱镜,可将 4×4 列阵光束分为光强度完全相等的。两组光束阵列,并且能按照特定方式将两组光束阵列进行相对位移,然后让不同空间位置的光束严格

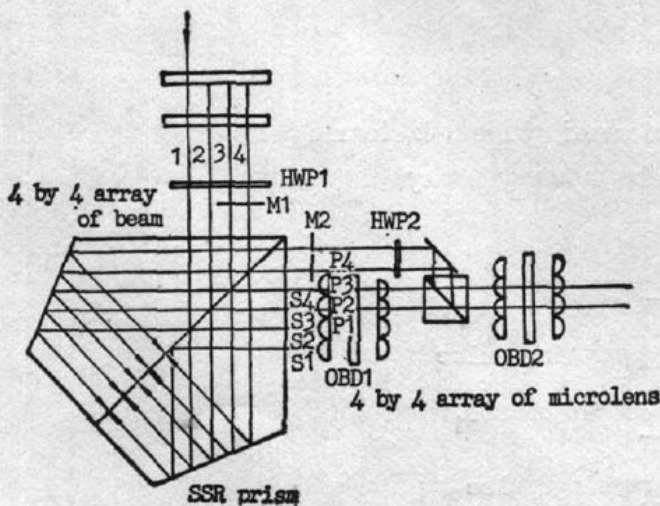


Fig. 3 The experimental setup of 4 by 2 array for parallel optical cache memory array



Fig. 4 The bistable characteristic of normal transmission ZnS IF device

重合。本实验中, SSR 组合棱镜分别将第一列和第三列光束重合, 第二列和第四列光束重合, 变成 4×2 两两重合光束列阵, 如图 3 所示。调整半波片 HWP_1 , 让 P 光列阵中每一束光功率为 9 mW 。 P_1P_2 列阵光束作存储体的偏置光 H_1 。 S 光束列阵中, S_3S_4 光束列阵作信号光, 每束光功率为 3 mW 。让 S_3S_4 和 P_1P_1 两两重合光束列阵通过微型透镜列阵, 正入射到作为存储体的正透射型光学双稳态 OBD_1 器件上。 P_3P_4 光束列阵作为第二块光学双稳态 OBD_2 的偏置光 H_2 , HWP_1 可调节其光功率。

实验中, 用可移动屏 M_1 截断第 3 和第 4 列光束, 则入射在 OBD_1 上的光仅有偏置光 P_1P_2 列阵。若将偏置光从 0 到 9 mW 进行正弦函数调制, OBD_1 输出光束 4×2 列阵的双稳曲线如图 5(a) 所示, 从照片可知, 当偏置光各束光功率为 9 mW 时, OBD_1 输出光束 4×2 列阵各点都处于低态。光信号“0”输入时, OBD_1 输出信号为“0”。用 M_2 截住 P_3P_4 光束列阵, 移开屏 M_1 , 让光信号“1”, S_3S_4 光束列阵输入, 此时, OBD_1 中输入光 4×2 列阵各点都同时从“0”跳跃到“1”, 输出信号为“1”, 见图 5(b)。若将入射光(偏置光和信号光)以正弦函数方式调制, 即入射光功率从 0 到 12 mW 按正弦函数变化。 OBD_1 输出光束 4×2 列阵中各点的双稳曲线见图 5(c)。照片说明, 偏置光为 9 mW , 而信号光为 3 mW 时, OBD_1 中相应各点处于高态, 输出光信号为“1”。用 M_1 屏将信号光 S_3S_4 列阵撤除, OBD_1 输出光束 4×2 列阵各点仍保持在高态, 输出仍为亮斑“1”, 见图 5(d)。这说明原输入光信号为“1”的 4×2 列阵, 都被写入并寄存在存储体内。但是, OBD_2 并没有光信号输出, 当运算中需要被寄存光信息时, 就将图 3 中 M_2 屏移开, 让偏置光 H_2 , P_3P_4 列阵入射到 OBD_2 中相应的 4×2 列阵各点上, 被存储的光信号立即可读出。因为 OBD_2 中各点都从低态跃迁到高态, 输出光信号为“1”。

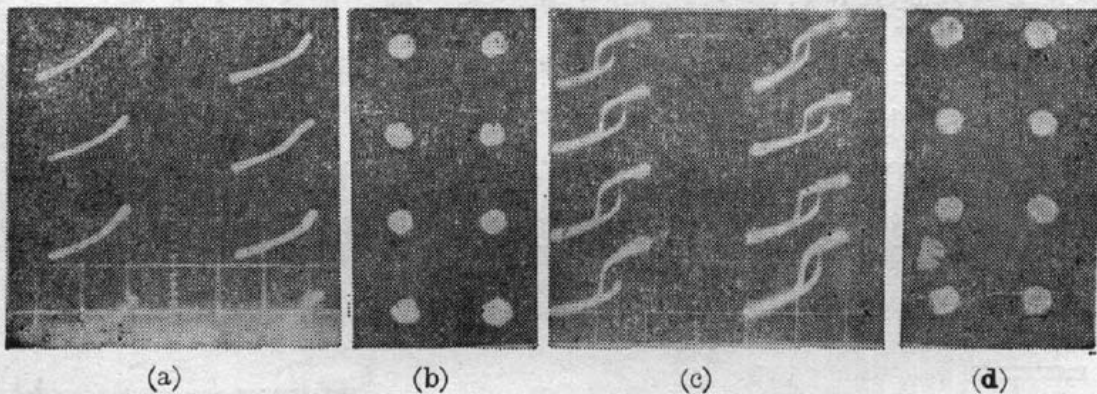


Fig. 5 The process of writing to reading from & clearing the memory in optical cache memory array

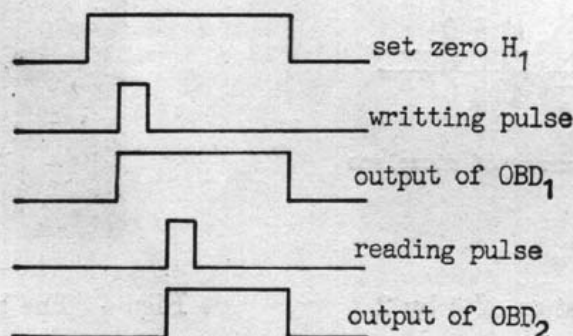


Fig. 6 The process of writing into and reading from the optical cache memory

若要在存储体的同一点, 寄存下一个时刻信息, 则必须将前一次存储的信息清除, 才能存储新的信息。在新信息存储前, 将需要清除位置上的偏置光撤除, 就达到了清零的目的。再恢复偏置光, 即可开始存储新的光信息。信号的写入、读出与清零过程见图 6 所示。

从以上实验可知, 该系统具有随机写入, 存储, 读出, 和清零的基本功能。在数字光计算中, 可作为光学并行高速缓冲存储列阵, 和并行随机暂存列阵。

结论: 光学并行高速缓冲存储实验系统由两片均匀性好的正透射光双稳态 ZnS 器件组成。光学系统中, 高效率均匀的平面薄膜分束器提供了均匀性好的光束列阵。多功能的 SSR 组合棱镜保证了光学系统的稳定性。该简单的光学系统, 实现了光信号列阵的并行随机写入、存储、读出和清除等基本功能。光信号列阵并行存取的同时性, 主要决定于光束列阵的均匀性和光双稳器件特性的均匀性。光学高速缓冲存储器的各种参数依赖于光学双稳态器件的上跃和下跳时间。光信号存储的可靠性依赖于光双稳器件的双稳范围的稳态性。在数字光运算中, 该系统可作为光学并行高速缓冲存储列阵, 和并行随机存储列阵。

参 考 文 献

- [1] J. B. Houston; *Opt. News*, 1986, **12**, No. 4 (Apr), 425.
- [2] M. J. Murdocca, B. Sugla; *Appl. Opt.*, 1989, **28**, No. 1 (Jan), 182.
- [3] K. H. Brenner, A. Huang *et al.*; *Appl. Opt.* 1986, **25**, No. 18 (Sep), 3054.
- [4] N. Peyghambarian, H. M. Gibbs; *Opt. Engng* 1985, **24**, No. 1 (Jan), 68.
- [5] M. T. Tsao, Liu Xiaan; 《中国激光》, 1990, **17**, No. 7 (Jul), 412.
- [6] A. C. Walker; *Appl. Opt.*, 1986, **25**, No. 10 (May), 1578.
- [7] M. T. Tsao, Liu Xiaan; 《光学学报》, 1989, **9**, No. 12 (Dec), 1129.
- [8] Liu Xiaan, M. T. Tsao *et al.*; 《激光与红外》, 1989, No. 4, 27.

Experimental study of optical parallel cache memory arrays

CAO MINGCUI, LI YOUPIING, LIU XIAAN, LI HONGPU AND CHEN SHAOQIAM

(Laser Institute, Huazhong University of Science and Technology Wuhan 430074)

(Received 16 February 1990; revised 16 July 1990)

Abstract

The array of optical cache memory and the array of random access memory are very important devices for digital optical processor. A simple system of optical cache memory array is proposed in this paper, which consists of two 2-D optical bistable devices. They are used for memory block and switch element respectively. The experiment scheme is discussed in detail. The whole process of random latch in and taking out for optical signal array is implemented experimentally.

Key words: optical memory, optical bisiability.