

文章编号: 0258-7025(2002)Supplement-0433-02

# 大容量光盘中激光读写头的快速存储技术\*

张国平 夏舸 林琪 李艳萍 陈思佳

(华中师范大学物理系, 武汉 430079)

**提要** 针对超高密度光子存储技术, 提出了一种新颖的光子存储读写头方法, 采用微光学技术设计了一种微型化、集成化的读写光头, 可实现多通道、多层面的快速存储, 因而其读写速度大大提高, 另外也减轻了激光头的重量, 简化了光路结构。

**关键词** 激光头, 光盘, 快速存储, 大容量

**中图分类号** TP333.4<sup>+</sup>3 **文献标识码** A

## Rapid Storage Technology for the Recording-and-readout Laser Head in Large-capacity Optical Disk

ZHANG Guo-ping XIA Ge LIN Qi LI Yan-ping CHEN Si-jia

(Department of Physics, Central China Normal University, Wuhan 430079)

**Abstract** For the ultra-high-density photon data storage, a new type of optical head scheme is presented. A miniaturized and integrated recording-and-readout optical head system is designed by the micro-optic technology. It can achieve multi-channel and multi-layer rapid storage, and increase the recording and readout speed. In addition, the optical structure is simplified and the weight of the optical head is lightened.

**Key words** laser head, optical disk, rapid storage, large capacity

## 1 引言

光信息存储技术是开发新一代超高密度信息存储技术的一条有效途径。目前已经得到广泛应用的光盘存储技术由于只是二维存储, 因而容量还不够大。近几年来发展的超高密度光存储技术中, 相继提出了光学体全息存储、近场光学存储、光子存储等几种新构想<sup>[1-3]</sup>。特别是光子存储技术(基于记录材料的双光子吸收效应), 由于采用了分层式的三维存储技术, 其总存储密度大大提高, 单盘存储容量可达到 100 GB 以上<sup>[4]</sup>。在超高密度的光盘存储技术中, 提高激光读写头的存储速度是大容量光盘存储技术最终走向实用化的关键。

本文针对超高密度光子存储技术, 开展了提高激光读写头存储速度方面的研究工作。首先介绍了光子存储的基本原理。在此基础上, 提出了一种新颖的光子存储读写头方法, 采用微光学技术设计了

一种微型化、集成化的读写光头。该激光头采用 LD 作光源, 可同时实现多通道、多层面的快速存储, 因而其读写速度大大提高。

## 2 光子存储基本原理

所谓光子存储, 就是存储材料中的激活中心, 在光激发下使电子产生跃迁而达到光存储的目的。它是一种材料吸收光子后不经过热效应阶段而产生的光存储, 不同于目前通常应用的光热存储方式。

光子存储技术是基于光记录材料的双光子吸收效应<sup>[4]</sup>。目前大多数光记录材料对紫外到蓝光范围的短波光敏感。但是, 如果照射到记录材料上的激光能量很高, 两个相干的红外光子可以同时被对紫外光敏感的分子吸收, 施主电子因吸收能量被激发到导带, 在导带中移动后被重新束缚在空的施主电子轨道上。受激发电子的移动使电荷分布不均匀, 由此产生的电场使记录材料的折射率随之而发生变化, 这样一个数据位就被记录下来。图 1 给出了光折变晶体中的双光子吸收过程, 施主中的束缚

\* 高等学校骨干教师资助计划(GG-140-10511-1007)资助课题

电子同时吸收两个光子后被激发到导带,导带与施主能级之间的能隙要小于光子能量的两倍。

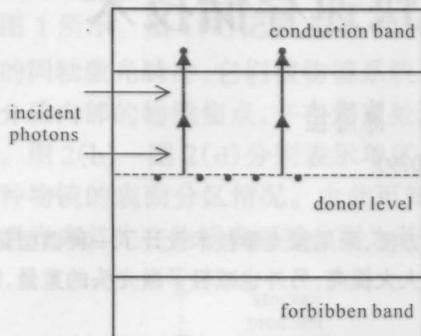


图1 双光子吸收过程

Fig. 1 Two-photon absorption

通过聚焦光束焦点在记录介质中的三维扫描,可以实现多层记录的光子三维存储。在多层记录中,新一层记录对原有数据的擦除以及相邻层间的相互影响,决定了层间距不能过小。由于双光子吸收的几率与光强的平方成正比,故只有光束焦点处的电子被激发,其他地方的电子被激发的几率很小,则光聚合作用引起的材料折射率的变化就被限制在光束焦点处,这样可有效地减少相邻记录层之间的相互影响,使可记录的层数增加,从而大大提高存储密度。

### 3 光子存储读写头的设计

与磁存储技术相比,光存储技术存在着数据传输速率偏低的缺点,这主要是受光头的重量过大、光盘的转速较低等因素的限制。这里,我们采用微光学技术来设计光子存储读写头,以减轻光头的重量,简化光学系统的结构,并结合多光头存储技术,从而提高双光子存储的数据传输速率。

双光子存储中,双光束是以  $90^\circ$  夹角相交移动来实现三维存储的。采用传统的光学透镜来获得  $90^\circ$  夹角的双光束,将使光学系统变得庞大而复杂。若采用二元光学技术来设计和制作透镜<sup>[5]</sup>,可以很容易地在一个很小的玻璃基片上同时制作出两个(或多个)微透镜,并实现双光束的  $90^\circ$  相交,因而将大大简化光学系统的结构,减轻光头的重量。

图2给出了基于二元光学技术的光头设计示意图。图2(a)为在一块玻璃基片上制作的两个并排的二元光学微透镜(BOL),通过适当的位相设计,入射光束通过该透镜后,可以获得  $90^\circ$  相交的两束聚焦光束;(b)是在一块玻璃基片上同时制作出多对微透镜的布局(图中给出3对),每对微透镜(例如1-2,

3-4,5-6)获得一组  $90^\circ$  相交的双光束,各双光束的焦点深度不一,即会聚到不同的层面上,从而实现多层同时存储,提高数据的存储速率。

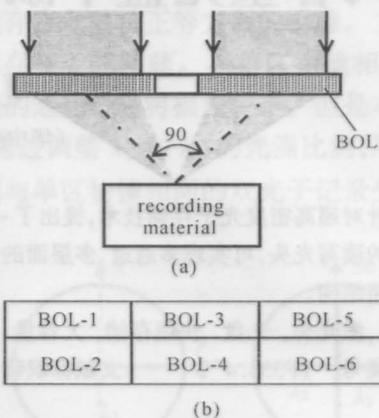


图2 基于二元光学技术的光头设计示意图。(a)获得  $90^\circ$  夹角的双光束;(b)多光头存储

Fig. 2 Schematic diagram of the optical head design by the binary optical technology. (a) Obtaining two light beams with  $90^\circ$  intersection; (b) multi-head storage

### 4 结 论

超高密度光子存储中,如何提高数据读写速率是一项关键技术。本文采用二元光学技术设计了一种微型化、阵列化的光子存储读写光头,实现了多通道、多层面的快速存储,同时也减轻了激光头的重量,简化了光路结构。

另外,数据读写速率也是与存储介质的物理化学性质有关的,即希望存储介质的记录和擦除时间尽可能短。存储过程中介质的变化主要依赖于原子、分子和离子的自旋变迁、电子跃迁和光子感应等因素。因此,光子存储材料的物化性质研究也是十分必要的。

#### 参 考 文 献

- 1 Yoshinobu Mitsuhashi. Optical storage: Science and Technology. *Jpn J. Appl. Phys. Part 1*, 1998, **37**(4B): 2079
- 2 J. F. Heanue *et al.*. Volume holographic storage and retrieval of digital data. *Science*, 1994, **265**:749
- 3 B. D. Terris, H. J. Mamin, D. Rugar. Near-field optical data storage. *Appl. Phys. Lett.*, 1996, **68**(2):141
- 4 Yoshimasa Kawata, Hidekazu Ishitobi, Satoshi Kawata. Use of two-photon absorption in a photorefractive crystal for three-dimensional optical memory. *Opt. Lett.*, 1998, **23**(10):756
- 5 Zhang Guoping, Ye Jiaxiong, Li Sitao *et al.*. Design method and computer simulation of a binary optical high-power laser cavity based on diffractive optics. *Proc. SPIE*, 2000, **3889**:702