

# 光纤光学头对三维磁光卡的信号检测\*

杨华军\*\* 罗毅 申武军

(电子科技大学应用物理系 成都 610054)

**【摘要】** 提出了一种具有大容量、可抹可录、便携式特点的三维磁光卡读写系统的优化设计方案。其读写系统使用了飞行式光纤光学头, 极大程度地降低了平均寻道时间。以 Borland C++ 语言为基础, 建立了光学专家系统以对信号检测进行计算机模拟分析, 其方法亦适用于磁光盘及其他类型光盘存储系统的光学头设计及信号检测的模拟分析。

**关键词** 三维磁光卡; 光纤光学头; 平均寻道时间

**中图分类号** O439

随着信息时代发展的需要, 信息存储变得愈为重要。高密磁光盘存储系统因受平均寻道时间慢、成本昂贵的限制而未能发挥磁光技术的巨大潜力。在中等容量领域中, 光记录卡因其较低的成本、便携式的特点可应用于诸多领域<sup>[1]</sup>, 但其不可擦除性又限制了其进一步的发展。在低容量领域中, 可擦的集成电路卡、磁带卡已经得到发展, 但其低容量又限制了其应用领域。鉴于此, 迫切需要一种新型记录介质能取长补短, 既具有可擦写功能又具有大容量的特点, 并克服价格昂贵这一根本障碍。本文设计了三维磁光记录卡, 并对读录系统进行了优化设计。为了使读写系统能根本性地改善平均寻道时间, 使用了飞行式光纤光学头。

## 1 三维磁光记录卡结构

为与国际标准相一致, 设计三维磁光卡标准尺寸为 54.0 mm × 85.5 mm × 1.0 mm, 信息区为 45 mm × 75 mm × 0.5 mm。单元信息占据 3 μm × 10 μm × 50 μm (50 μm 为纵向第三维方向的间隔距离)。

三维磁光卡基片无需预刻伺服槽结构, 从而可降低成本。它采用多层膜光刻法, 目前容量在一定程度上受膜层工艺限制, 倘若工艺允许, 其容量可极大程度地提高, 可望达到甚至远远超出 GB 量级。本文设计了纵向即第三维为 10 层记录介质的三维磁光卡结构, 如图 1 所示。

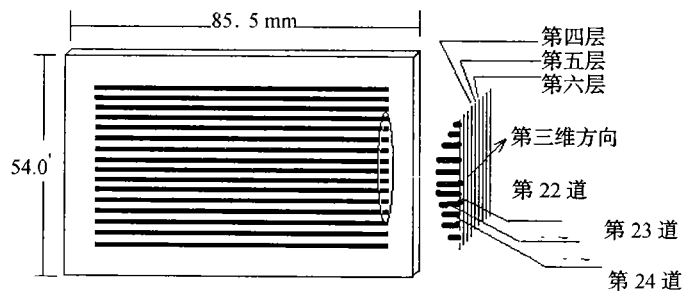


图 1 三维磁光卡结构示意图

## 2 飞行式光纤光学头

### 2.1 保偏光纤的引用

磁光存储系统的重要部件是光学头不断由组合型向分离式结构, 集成化, 多功能, 全息光学元件光学头方向发展。为从根本上改进平均寻道时间, 可将光纤应用于磁光记录之中, 其优点是光纤可有效地减小光学头可移动部分的重量和尺寸; 光纤的易弯曲性允许光学头可移动部分自由移动; 多路光纤并行于光学头之中将显著地提高数据传输效率。

鉴于磁光记录是以磁光克尔效应为基础, 因此需要的传输光纤应能传输光的偏振态, 故在磁光记录中保偏振光纤是最佳选择<sup>[3]</sup>。

1998年11月14日收稿, 1999年1月25日修改定稿

\* 电子部预研基金资助项目

\*\* 男 32岁 硕士 讲师

### 2.2 正则坐标的引入

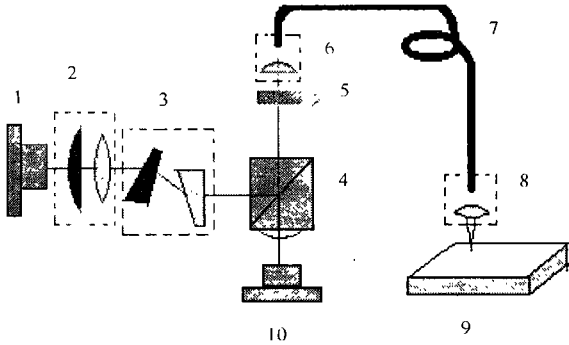
为分析光纤光学头传输光的特性及各种波像差对检测光信号的影响, 本文引入了正则坐标<sup>[4]</sup>。即使对于旋转对称的光学系统, 像差和孔径效应的存在使光学系统的出瞳不是一个圆或椭圆, 故光学传递函数的计算是困难的<sup>[5]</sup>。引入正则坐标可使复杂的出瞳变换为单位圆, 因此夫郎和费衍射理论公式能转换为傅氏变换形式, 通过计算机模拟能方便地计算出检测信号。

一个实空间坐标为  $(\xi, \eta)$  的物点的正则坐标定义为  $(u, v)$

$$u = NA \xi / \lambda \tag{1}$$

$$v = NA \eta / \lambda \tag{2}$$

式中  $\lambda$  是所用激光器的真空波长, 且  $NA$  是物空间的数值孔径, 像点的正则坐标类似。



1. 半导体激光器 2. 准直镜 3. 整形镜 4. 集成光束分离器  
5. 起偏器 6. 耦合镜 7. 保偏光纤 8. 耦合物镜  
9. 三维磁光卡 10. 探测器

图 2 飞行式光纤光学头示意图

### 2.3 飞行式光纤光学头

利用正则坐标光学原理和激光衍射理论, 对于三维磁光卡存储系统的光纤光学头基本设计方案如图 2 所示。随着光纤技术的进一步发展及光纤光学头的使用, 磁光记录的平均寻道时间特性可望与磁记录相比拟更理想。由于光纤光学头能飞速移动, 因此被称为飞行式光纤光学头。

由半导体激光器发出的光束经集成光学头耦合于保偏光纤之中然后经移动的物镜聚集于磁光记录介质层上。集成光学元件集光束分离器, 1/2 波片, 及偏振分离器于一体。优化的光学头结构 (包括物镜和光学系统) 主要参数, 由光学专家系统给出。

### 2.4 检测信号强度分布表示式

由激光衍射理论, 注意到入、出瞳已变换为单位圆, 则出瞳的复振幅分部可表为

$$f(x, y) = \exp[-\sigma(x^2 + y^2)/2] \exp[i 2 \pi W(x, y)] \tag{3}$$

式中  $\sigma$  是高斯参量;  $W(x, y)$  是物镜出瞳的波像差。

检测器上的检测信号复振幅分布可进一步表示为

$$a(x, y) = \int_{-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} F(u, v) R(u, v) \exp[-i 2 \pi (ux + vy)] dx dy \tag{4}$$

式中  $F(u, v)$  是  $f(x, y)$  的傅氏变换;  $R(u, v)$  是三维磁光卡的反射率因子。

为了方便地计算检测信号强度, 假设三维磁光卡具有周期对称性的结构。则检测信号强度为

$$I(t) = \sum_m \sum_n \sum_{\mu} \sum_{\nu} \exp\{i 2 \pi [(\mu/p)u + (\nu/q)v]\} R(m, n) R^*(m + \mu, n + \nu) D(m, n, m + \mu, n + \nu) \tag{5}$$

式中  $p = 1.50 \mu\text{m}$ ,  $q = 1.67 \mu\text{m}$ ,  $D(m, n, m + \mu, n + \nu)$  是光学系统的交叉光学传递函数。其中  $m, n, \mu, \nu = 0, 1, 2, 3, \dots$

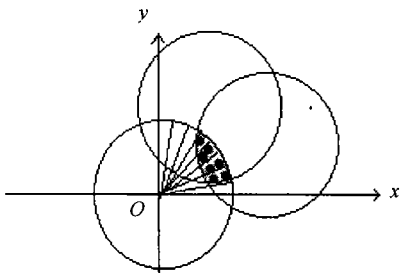


图 3 交叉光学传递函数积分范围

的计算由光学专家系统给出, 其中某一状态 ( $m=1, n=2$ ) 下的衍射积分范围如图 3 所示。

## 3 三维磁光卡存储系统的改进

与传统的磁光盘记录相比, 三维磁光卡存储系统的改进是基于三维磁光卡光纤光学读写头物镜

的适当设计, 可有效地使得存储系统的扫描系统(即光学读写头)聚焦深度进一步提高, 从而可用较为简单的线性伺服系统代替传统的光盘精密的旋转伺服, 可适当降低三维磁光卡存储系统的成本。未记录的磁光卡无需象光盘一样的预刻伺服槽结构, 而是采用光刻法, 便于实现多层膜光刻, 亦可进一步降低成本。利用同一物镜将光纤传输的不同波长分别聚焦于不同的记录层上, 某记录层只能反射某一波长的光而对其余波长的光进行透射, 从而有利于实现多层膜记录和读出。

#### 4 光学专家系统对检测信号的分析

利用 Borland C++语言为基础, 建立了对影响检测信号的诸因素进行详细分析的专家系统 OES (Optical Expert System)。从光学专家系统分析可知: 光纤光学头对三维磁光卡的检测信号(即扫描系统的检测信号)随切向和法向的中心强度分布满足斯特列尔判据, 即  $I > 0.8 I_0$ , 可应用于实际设计之中。与磁光盘读写系统相比提高了信噪比。通过光学专家系统 OES 的进一步分析, 得出影响光纤光学头检测信号的因素中彗差影响最为严重, 然后是球差, 其次是像散, 影响最小的是聚焦误差。

#### 5 结 论

本文提出一种新型的三维磁光记录卡, 并利用保偏光纤于光学头中实现信号检测, 极大程度地降低了平均寻道时间。通过设计的专家系统 OES 软件的分析, 本文所提出的光纤光学头的像差在光学系统容差范围内, 检测信号中心强度分布满足斯特列尔判据, 该光纤光学头能用于三维磁光卡信号的记录和读出。

#### 参 考 文 献

- 1 Junji Shoda. Evaluation of optical card system for patient records. SPIE, 1990, 1 348: 536~540
- 2 Yang Hua jun. A New Magneto Optical Card Storage System. 电子科技大学学报, 1997, 26(4):391~393
- 3 Opsarnick Michael N. Optical fibers for magneto-optical recording. SPIE, 1991, 1 499:276~281
- 4 Bouwhuis G. 光盘系统原理. 北京: 国防工业出版社, 1987
- 5 庄松林. 光学传递函数. 北京: 机械工业出版社, 1981

### Fiber Optical Head Pick-up Signal to 3 Dimensions Magneto -Optical Card

Yang Huajun Luo Yi Shen Wujun

(Dept. Applied Physics, UEST of China Chengdu 610054)

**Abstract** A optimum design scheme for 3 dimensions magneto optical card (3DMO card) storage system is presented. The 3DMO card possesses the features of large capacity, erasability and portability. By the use of the fiber optical head, the average access time of the storage system is decreased effectively. Based on the Borland C++, a optical expert system software is set up to simulate and analyze the pick-up signals. The technique is also suitable for the optical head design and simulation analysis of magneto-optical disk and other optical disk storage system.

**Key words** 3 dimensions MO card; fiber optical head; average access time