

文章编号: 0258-7025(2003)11-1041-03

# 光盘系统中的光纤飞行头应用

陈仲裕, 王海凤

(中国科学院上海光学精密机械研究所, 上海 201800)

**摘要** 叙述了光纤飞行头在计算机存储器中应用的可能性, 指出由于带光阻透镜的单模光纤, 其质量轻、光路简单、易于调整及可并行输入等优点, 可以在光盘驱动器中发挥作用。介绍的光纤飞行头跟踪、伺服的原理和读写光路, 有可能在光盘驱动器上使用。

**关键词** 光电子学; 光纤飞行头; 光盘; 光盘驱动器

**中图分类号** TP 333.4 **文献标识码** A

## Application of Fiber Optical Flying Head in Optics Disk System

CHEN Zhong-yu, WANG Hai-feng

(Shanghai Institute of Optics and Fine Mechanics, The Chinese Academy of Sciences, Shanghai 201800, China)

**Abstract** This paper describes the possibility about the application of fiber optical flying head in the storage of the computer. Because the single-mode optical fiber with photoresist lens has some advantages, for example, light mass, simple optical-path, adjustment easy and parallel processing etc., it can become the part of hard-disc driver in computer. And same times, this paper introduced the principle of the tracking, servo, and the optical-path of reading/writing, it may be used in optical disk driver.

**Key words** optoelectronics; fiber optical flying heads; optical disk; optical disk driver

## 1 引 言

在光盘系统中, 光束会聚至盘片主要是靠透镜来进行的。但由于透镜的质量大, 因而光盘系统中, 数据的传输速率和存取时间不可能很小, 对此人们探索了很多办法, 例如采用集成光头<sup>[1]</sup>、合成光头<sup>[2]</sup>、开发塑料非球面透镜<sup>[3]</sup>和用伺服光头与激光光路分离<sup>[4]</sup>等, 都是为了提高数据的随机存取速率, 但都没有突破体积大、质量重的缺点。因此, 它只能作为计算机外设的软驱动器使用, 尚不能与不断发展的硬磁盘速度及容量相比较。一般硬磁盘有多头、多盘组成, 可以组成一个非常小的体积。国外的科学家研究了激光器及探测器合成的飞行头<sup>[5]</sup>, 也有人研究用多盘固定, 双光头控制运行的光盘库<sup>[6]</sup>(现在的光盘库是光头不动, 而盘片置换)。但它们的飞行头重量还是偏重, 库体积大, 运行速度极慢。

当提出在一根单模光纤上合成一个光学透镜时, 它重量轻的优点就明显地显现出来了。

## 2 光纤飞行头的特性

当光纤把激光器的能量传递到光盘表面上时, 光能损失是很小的。同时由于光纤的柔软性, 可以很方便地把光引到光盘所需要的位置上。多根光纤的排列可进行平行光束的输入, 以及其他功能的应用, 如三点式道跟踪探测等。飞行高度要大于磁硬盘的飞行高度, 当其焦距为  $10 \mu\text{m}$  时, 记录材料的保护层为  $1 \mu\text{m}$ , 足以防止光纤头与光盘的接触损坏。

光阻透镜一般在光纤的一头产生, 用光阻材料涂在光学平面的光纤端面上, 当激光束通过光纤到达端面上的光阻材料时, 负性的光阻材料将随着光

收稿日期: 2002-08-09; 收到修改稿日期: 2002-09-13

基金项目: 上海市科委自然科学基金(编号: 002F14069)资助项目。

作者简介: 陈仲裕(1947—), 男, 中国科学院上海光学精密机械研究所副研究员, 主要从事光纤传感器及光存储技术研究。

E-mail: cmycz@online.sh.cn

束的高斯光强分布而曝光。在光阻材料显影后,光纤端面将呈现一个曲面与光强分布曲面相似的透镜,其透镜的曲率与光强的曝光量有关。而图 1 则是一个放大的光阻透镜,由于是一个透明体,边缘的轮廓线代表了其形状。它顶部的曲率半径为  $5\ \mu\text{m}$  左右,厚度约  $10\ \mu\text{m}$ ,底部直径为  $12\ \mu\text{m}$ ,根据其材料的折射率  $n = 1.63$ ,及几何光学公式计算,得数值孔径约为  $0.5$ ,与实验结果一致。

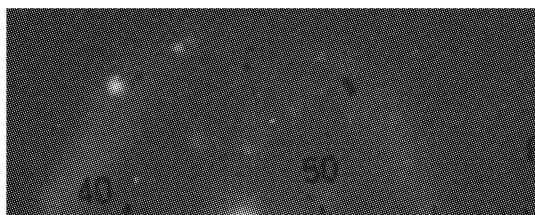


图 1 在光纤上形成的光阻透镜

Fig. 1 Photoresist lens on fiber head

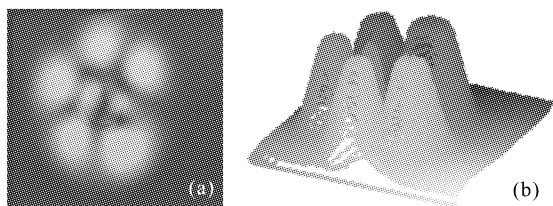


图 2 (a) 波长为  $0.3688\ \mu\text{m}$  时的多模式分布;

(b) 多模分布立体图

Fig. 2 (a) Multi-mode distributing when wavelength is  $0.3688\ \mu\text{m}$ ; (b) Three-dimensional distribution of multi-mode

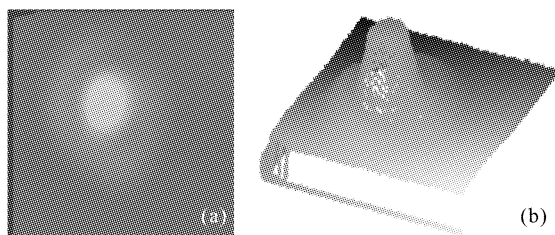


图 3 (a) 波长为  $0.3688\ \mu\text{m}$  时的准单模式分布;

(b) 准单模分布立体图

Fig. 3 (a) Sub-single-mode distributing when wavelength is  $0.3688\ \mu\text{m}$ ; (b) Three-dimensional distribution of sub-single-mode

### 3 光纤飞行头的研制

曝光、显影后的光阻透镜应该是一个透明体,所以它必须是负性的光阻材料。由于此材料对紫外光敏感,氩离子激光器中  $0.3688\ \mu\text{m}$  波长的光可以被使用。但是  $9\ \mu\text{m}$  纤芯的光纤并不能得到理想的单

模传输,其输出为多模分布<sup>[7]</sup>,如图 2 所示。通过调整,可得到近似单模分布的光束输出,如图 3 所示。

在 CCD 探测器的监视下,当输出近似单模激光束时,把材料为聚乙烯醇肉桂酸脂的负性光阻材料按一定的浓度涂在光纤端表面,在激光曝光后,经丁酮或环乙酮显影,再冲洗、定膜,即在光纤上合成透镜。图 4 是运用输出波长为  $0.3688\ \mu\text{m}$  的氩离子激光,通过透镜会聚后,进入光纤,光纤的另一端则将产生一个光阻透镜。CCD 探测器及监视器将显示调整和加工过程中光束的质量。

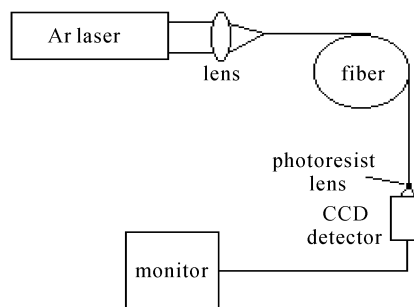


图 4 光阻透镜加工光路图

Fig. 4 Processing light path of photoresistor lens

### 4 光纤飞行头的优点

光纤飞行头在光盘驱动器技术中的优点有如下 5 个方面:

- 1) 光纤头重量非常轻,传递能量灵活,损耗极小,符合飞行头的条件;2) 光纤易弯曲,便于直接聚焦,多根合成,则更易并行记录与处理;3) 光纤作为一个模式滤波器,能产生好的光强分布,对准位置将不受外界环境的影响,易于伺服、跟踪;4) 通过光纤进入的光产生的光阻透镜可完全匹配光纤的中心与所需要的曲面分布;5) 通过控制光强、显影和定影时间及光阻材料浓度等参数,易产生不同焦距的光纤飞行头,价格便宜。

这种新型的光纤飞行头结合了硬磁盘的快速随机存取和数据传输速率快以及光盘的存储密度高的特点,从而形成新的光盘驱动器结构。

### 5 光纤飞行头的应用

与一般的光盘驱动器系统类似,当半导体激光器输出波长为  $0.65\ \mu\text{m}$  的光束耦合到光纤后,首先需要—个环形器,一方面防止返回的光再进入半导体激光器而损坏器件,另一方面让返回光直接进入探测器。在光路中,有一组光纤进行数据的并行读

写,而有一对光纤进行光盘的道跟踪,其在带有光纤头的滑块在高速旋转中,与硬磁盘驱动器相似,进行自动调焦伺服。图 5 显示了光纤飞行头读写的光路图。图 6 显示了并行光头在光盘上光点位置的分布,图中,激光二极管阵列通过光纤列阵到达光纤环形器,在光纤列阵中可取出任意一对作为光盘的道跟踪光纤,从光盘上反馈的信息将由探测器列阵获得。深色直条表示光盘上的道,黑点表示光束在光盘上的光点,而最上方叉开的二光点,则是表示光盘以推挽方式进行道跟踪。

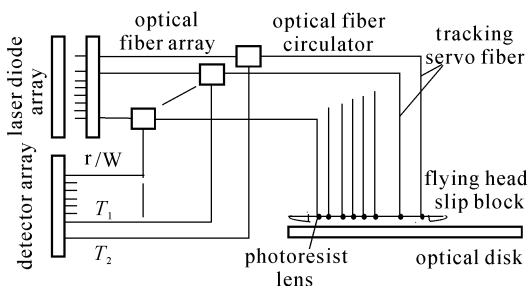


图 5 光纤飞行头读写的光路示意图

Fig. 5 Sketch map of read/write of optical fiber flying head

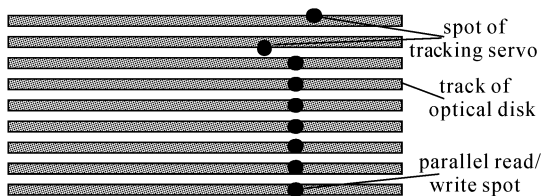


图 6 并行光头在光盘上光点位置的分布

Fig. 6 Distributing of Light spot position of parallel optical head on the optical disk

## 6 结 论

研制了可用于光盘驱动器的光纤飞行头,其优点是快速存取、高速传递。由于它采用了光盘驱动器和磁盘驱动器的关键技术,因此极有可能使这项技术得以应用。当然,进一步改善制作用波长和使用波长的一致,以及波长与光纤纤芯尺寸的匹配等,将使合成透镜的质量及光束的利用率进一步提高。然而可见波段的光阻材料较少,好在目前开展的使用短波长蓝光光盘将使目前的光阻材料发挥更大的作用。

## 参 考 文 献

- 1 Shogo Urs, Toshiaki Suhara, Hiroshi Nishihara *et al.*. An integrated-optic disk pickup device [J]. *J. Lightwave Technol.*, 1986, **LT-4**(7):913~917
- 2 C. S. Ih, R. Tian, B. Zheng *et al.*. The reality of holographic optical head [C]. *SPIE*, 1990, **1316**:390~398
- 3 G. B. A. Hut, J. W. Versluis. Replicated aspheres meet optical memory needs [J]. *Laser Focus World*, 1989, **25**(3):105~113
- 4 K. Koumura, F. Takizawa, T. Iwanaga *et al.*. High speed accessing using split optical heads [C]. *SPIE*, 1989, **1078**:239~243
- 5 Hiroo Vkita, Norikazu Arai, Hiroyuki Hattori *et al.*. An optically switched laser (DSL) head for optic recording [C]. *SPIE*, 1989, **1139**:142~148
- 6 M. Moritsugu, S. Arai, A. Futamata *et al.*. New optical head for magneto-optic library units [C]. *SPIE*, 1989, **1078**:131~137
- 7 S. Seikai, Mitsuhiro Tateda, Ken-ichi Kitayama *et al.*. Optimization of multimode graded-index fiber parameters [J]. *Appl. Opt.*, 1980, **19**(16):2860~2868