

一种用于测试光盘记录介质记录特性的 弹性支承振动台

吴忠俊 陈祥祯 孙保定

(中国科学院上海光机所, 201800)

提要: 基于光盘的读写原理, 提出了采用弹性支承振动台代替光盘系统中精密回转台, 以实现在没有自动调焦和轨迹跟踪伺服系统情况下对光盘记录介质进行动态检测的简单方法。以 TeSeIn 相变光盘记录介质为例进行了检测, 结果表明这种方法是简单可行的。

关键词: 光盘记录介质, 读写特性, 光学检测

A vibrating stage with spring-support for testing recording characteristics of optical storage media

Wu Zhongjun, Chen Xiangzhen, Sun Baoding

(Shanghai Institute of Optics and Fine Mechanics, Academia Sinica, Shanghai)

Abstract: Based on the principle of writing and reading of optical disks, a simple method is proposed for testing the recording characteristics of optical storage media. A vibrating stage of spring-support was employed for substituting the precision rotating motor in optical disks, so the dynamic test of optical storage media can be accomplished without auto-focusing and tracking control system. The recording characteristics of TeSeIn phase change optical storage medium has been tested, the results showed that this method is simple and feasible.

Key words: optical storage medium, write/read characteristics, optical test

可擦除光盘存储技术具有高密度、大容量、可靠性高等优点, 是国内外广泛关注的高技术。光盘记录介质材料的研究在光盘存储技术中一直是一个重要的研究课题, 而每一种新材料的研究和开发都离不开相应的研究手段和方法。目前用于测试光盘记录介质记录特性的方法有静态读写测试和动态读写测试。静态测试方法是一种广泛用于记录介质材料的研究和工艺制备过程中的常用方法。但是由于读写过程中无激光束与记录介质相互扫描过程, 除了静态对比度之外, 不能提供更多的有关记录特性的信息(如读出信号波形的时间和空间特征)。这样就不能反映记录介质的比特尺寸、均匀性、记录线密度及记录比特区域特性对读出信号波形的影响。而通常的动态测试方法由于测试系统复杂, 技术要求高, 成本昂贵, 同时对测试样品要求高, 即要求记录介质均匀地镀制在带有预刻槽的盘基之上才能测试, 因此不能广泛用于测试记录介质材料研究和工艺制备过程中的小样品。

我们提出了使用弹性支承振动台带动记录介质与激光束扫描的方法,在扫描运动过程中激光束在记录介质上写入和读出信息,从而实现对光盘记录介质记录特性的检测。这种检测方法可用于测试各种小样品,并具有多方面的应用潜力。

一、检测原理

图 1 是光盘存储系统中激光束在记录介质上写入和读出信息的示意图。写入和读出信息的过程都是依靠调焦伺服和轨迹跟踪伺服系统的控制,将要记录的信息以一连串的“点”的形式写在转动的光盘的指定轨迹上或将已记录的信息从指定

轨迹上扫描读出。通常调焦伺服精度要求小于聚焦激光束的焦深,轨迹跟踪伺服精度要求小于 $\pm 0.1 \mu\text{m}$ ^[1]。

图 2 是使用弹性支承振动台检测光盘记录介质记录特性的原理示意图。弹性支承振动台是由两片弹簧片支承,在外力驱动下,通过弹簧变形产生平行移动。振动台带动记录介质作往复周期性运动,激光束相对于记录介质发生周期性扫描。设记录介质相对于激光束的运动位移为:

$$x(t) = x_0 \sin \omega t \quad (1)$$

$$u(t) = x_0 \omega \cos \omega t \quad (2)$$

Fig. 1 Process of laser writing and reading bit information on the optical storage medium

式中, x_0 为位移振幅, ω 为运动角频率, $u(t)$ 为运动速度。当 $\omega t = \pm n\pi$ 时, $x(t) = 0$, $u(t)$ 达到最大值。且在 $\omega t = \pm n\pi$ 附近位移区域 $\pm \Delta x$ 内,速度 $u(t)$ 具有近似匀速运动的特性,例如 $\Delta x \leq 1/5(x_0)$,速度不均匀变化小于 2%。我们选择 $\pm \Delta x$ 位移范围作为写入和读出位移区。写入信息时,利用位移测量仪测得位移信号 $x(t)$ 和相应的电路窗口选择,选择周期性的 $\pm \Delta x$ 位移区之中的一个 $\pm \Delta x$ 进行写入,即在图 2(a) 中 t_1 时刻开始产生一定激光功率和脉冲宽度的序列脉冲,在 t_2 时刻结束,这样就在记录介质上写一排信息位。读出时,直流低功率激光输出与记录介质发生周期扫描,每扫过一位信息位,反射光变化,对应光电探测器上有信号输出,如图 2(b) 所示。这样激光束与记录介质上记录有一排信息的位移区 $\pm \Delta x$ 周期性地扫描。我们可以利用示波器或记录仪把读出信号记录下来,研究读出信号波形特征,评价记录介质的读写记录特性。

在上述写入和读出信息过程中,由于弹性支承导轨机械运动直线性和重复性很好,激光束

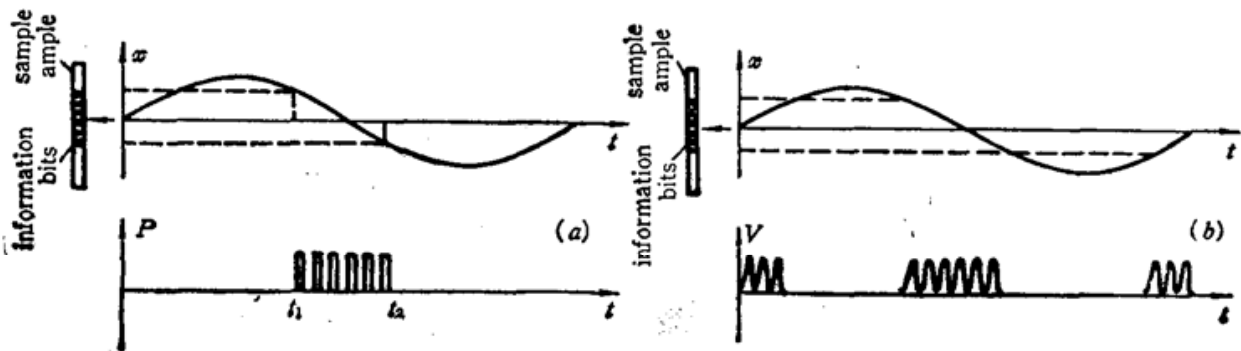


Fig. 2 Principle of test

(a) Process of writing; (b) Process of reading

在写入和读出信息时始终保持在记录介质表面同一直线上扫描,同时导轨的平行四边形结构保证在小运动范围内,由样品位移运动引起的激光束焦距误差非常小,因此无需复杂的自动调焦和轨迹跟踪伺服控制系统,就可在小样品上写入和读出一排信息位。

我们设计制做了一个小型弹性支承振动台,如图3所示,弹簧片高36mm,宽20mm,厚0.5mm,运动驱动采用简单的小型交流电磁铁,在线圈绕组内施加交流电流而产生电磁力驱动振动台运动。用DWY3型振动-位移测量仪按图3所示对其机械运动性能进行了测试,结果为:当位移振幅 x_0 为 $30\mu\text{m}$ 时,焦距误差 Δz 小于 $0.1\mu\text{m}$,线性度 Δy 优于 $0.05\mu\text{m}$ 。

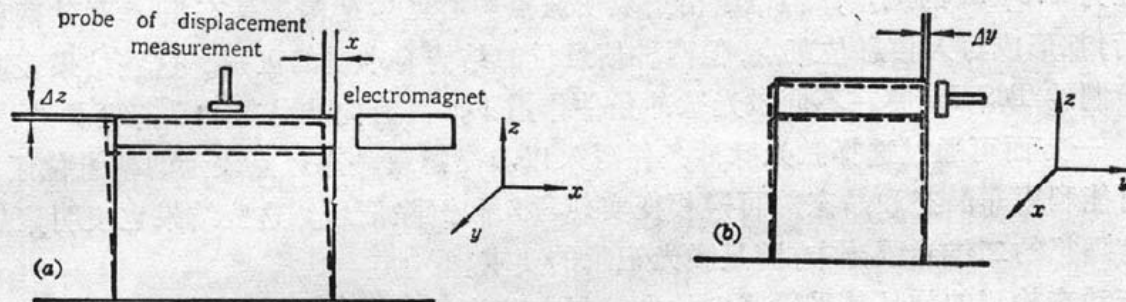


Fig. 3 Measurement of mechanical movement performance for the vibrating stage with spring-support

(a) Measurement of focus error; (b) Measurement of track error

二、实验及讨论

图4是实验装置示意图,弹性振动台安放在三维精密工作台上,二维水平调节记录介质位置,垂直方向的调节即调焦。实验装置主要性能参数如下:

工作波长: $0.6328\mu\text{m}$; 线偏振光; 记录介质表面激光功率: $0\sim 15.2\text{mW}$; 激光脉冲宽度: $40\text{ns}\sim 20\mu\text{s}$; 聚焦激光束尺寸: $1.3\mu\text{m}$ (峰值半宽度); 可测信息位数: $1\sim 10\text{bits}$ 。

实验装置的布置是针对磁光和相变型及其它态变型光盘记录介质的检测安排的。通过调

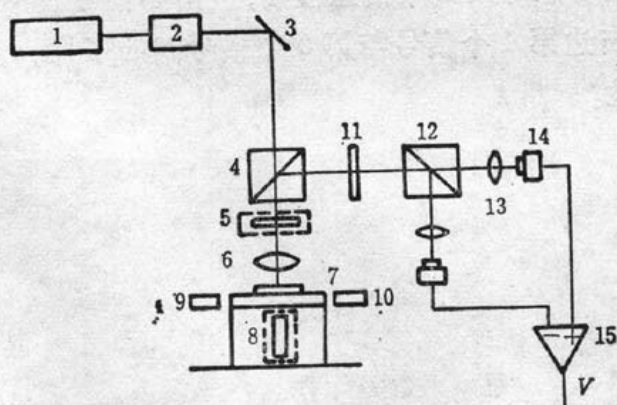


Fig. 4 Experimental setup

1—He-Ne laser; 2—acousto-optic light modulator; 3—mirror; 4—polarizing beamsplitter; 5— $1/4$ wave plate; 6—objective lens; 7—optical storage medium; 8—permanent magnet; 9—probe of vibration test instrument; 10—electro-magnet; 11—half wave plate; 12—polarizing beamsplitter; 13—focus lens; 14—photodetector/pre-amplifier; 15—differential amplifier.

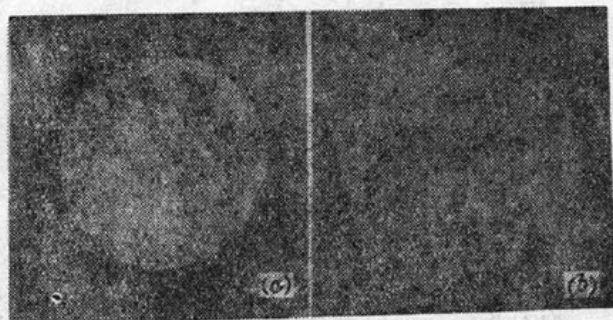


Fig. 5 TEM photographs of written bits at different laser writing conditions

(a) Short duration time and high write laser power;
(b) Long duration time and low write laser power

整图中 $1/4$ 波片、 $1/2$ 波片和永久磁铁实现对不同记录介质的检测。图示实验装置在弹性振动台不运动时变为静态读写测试装置,可进行静态测试的各项测试任务。

我们先对用蒸发技术镀制在铜网上的 TeSeIn 记录膜进行写入和电镜观察实验。图 5 是两种激光脉冲条件下,记录介质上被辐照区域的电镜照片。图 5(a)是高功率、激光窄脉冲写入的结果,在这种激光脉冲条件下形成了直径为 $1.8\mu\text{m}$ 的写入斑点。电子衍射表明斑点中心区域结构是非晶态相,没有被辐照的区域结构(沉积态)是晶态相和非晶态相混合相,但晶态相的成分占多数。图 5(b)是低功率、宽脉宽激光脉冲写入的结果,在这种写入条件下形成了直径为 $1.0\mu\text{m}$ 的斑点,但电子衍射表明斑点中心区域结构是晶态相。虽然两种激光脉冲作用后,都形成写入信息位斑点,但两种信息位的结构有本质的区别。这些结果表明采用蒸发技术镀制的 TeSeIn 膜在不同激光脉冲条件下,具有向非晶态和晶态两种结构相转变的特性。一方面可通过选择激光脉冲条件写入以非晶态或晶态斑点表示的信息位区域,另一方面有可能利用非晶态和晶态的可逆相变实现写入和擦除信息。这些结果也表明聚焦后的激光束具有理想的二维光强分布,满足激光记录的要求。

进行动态检测的样品是采用蒸发技术镀制在玻璃基板上的 TeSeIn 记录膜。图 6 是采用高功率、激光窄脉冲写入的信息位的光学显微镜照片。其中 x 方向排列的 6 个和 5 个信息位是按前述检测原理在样品运动时一次写入的一排信息位, y 方向排列 5 个和右边 1 个信息位是在样品不动时分别单次写入的信息位。测得比特尺寸均在 $1.0\mu\text{m}$ 左右。这个尺寸比前面铜网上同样写入条件下的尺寸要小。这主要由于两种样品的基底不一样所致。铜网上的记录膜无基底,激光脉冲写入时热能只能沿水平方向扩散,达到相变温度阈值的区域大,而玻璃基板的记录除水平方向热扩散之外,还沿深度方向通过玻璃产生热扩散,因而达到相变温度阈值的区域小。图 7 是激光束扫描读出信息位的信号波形。图 7(a)是静态写入、动态读出的信号波形。信号峰值半宽度在扫描方向占空间距离为 $1.8\mu\text{m}$,说明记录介质当比特间距为 $1.8\mu\text{m}$,相邻信号会发生严重干扰,同时说明读出信号波形不仅仅取决于激光束斑尺寸和比特尺寸,而且与整个比特区域的特性有关。图 7(b)是动态写入 5 个信息位后,读出的信号波形。从图中可看出介质的不均匀对读出信号的影响及右边第 4 个信号与第 5 个信号间的干扰。从这些结果我们便可以初步评价 TeSeIn 的记录特性。



Fig. 6 Optical micrograph of written bits

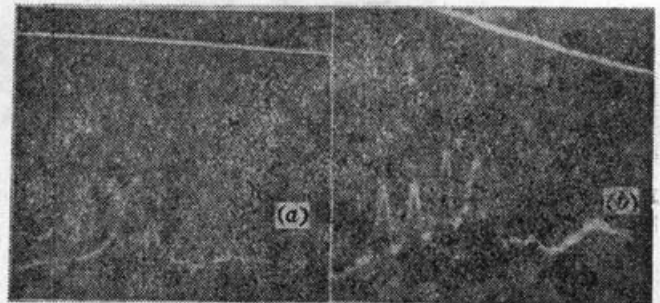


Fig. 7 Read-out signals waveform of written bits.
(a) Static writing and dynamic reading;
(b) Dynamic writing and reading

参 考 文 献

- 1 R. Mcfarlane et al., *Opt. Eng.*, 21 (5), 913 (1982)