

磁 光 盘 静 态 测 试 仪

陈仲裕 甘柏辉 刘海清 千福熹

(中国科学院上海光学精密机械研究所, 上海 201800)

提 要

本文描述了一台由金相显微镜改装的,可擦重写磁光盘材料的评价装置。它具有激光功率,脉宽以及外磁场变化范围大的特点。同时,能进行材料读写性能,灵敏度,均匀性和重复擦写次数的测量。全部测量过程都由计算机控制,操作方便。使用结果表明,它是评价光盘材料和制盘工艺的有用设备。

关键词: 光盘,测试仪器。

一、引 言

从1973年科学家们发现了稀土-过渡族元素的非晶态磁性薄膜具有较大的极克尔效应以来,可擦重写磁光盘已向商品化方向发展。由于磁光盘是用磁光薄膜作记录介质,用激光束来写入,读出和擦除信息的一种“磁盘”,所以它将制成大容量信息存贮装置,在以计算机为主的许多领域内获得广泛的应用。

本文根据磁光存贮介质以二元形式存贮信息的性质,建立了一台以评价材料性能为主的静态测量装置。由于它对材料基板不要求预刻槽,对平整度,均衡性以及样品尺寸等的要求不高,所以在材料筛选的过程中,起着重要作用。

二、磁光存贮和检测的基本原理

磁光盘所用的磁膜有一容易磁化的轴,它与膜面垂直。如对磁膜加上比矫顽磁力 H_c 更强的磁场 H_0 ,磁化 M 即转向一个方向,成为写入信号前的初始状态,见图1(a)。按照要记录的方向施加 $10\text{ mT} \sim 60\text{ mT}$ 的外磁场 H ,当会聚的激光束使写入地区介质温度 T 不断上升时,这部分的矫顽磁力 H_c 逐渐减小,于是写入状态前的磁化 M 方向将根据外磁场 H 的方向进行翻转,见图1(b)。而未经照射的相邻位单元保持着写入前的磁化 M 方向。由此可见,写入信息是通过在时间-空间上,在辅助外磁场作用的同时,局部地加热某区域来实现的。当激光停止照射时,由于室温下材料的矫顽磁力都很高,没有激光束的加热,要改变写入信息的磁化 M 方向需要极强的外反向磁场,所以写入信息就能可靠地记录下来,见图1(c)。

当用较弱的激光束去读出表示记录的磁化方向信息时,是利用了克尔效应或法拉弟效应,它们表现为光与磁化介质相互作用时其偏振状态的变化。图2表示了利用克尔效应读

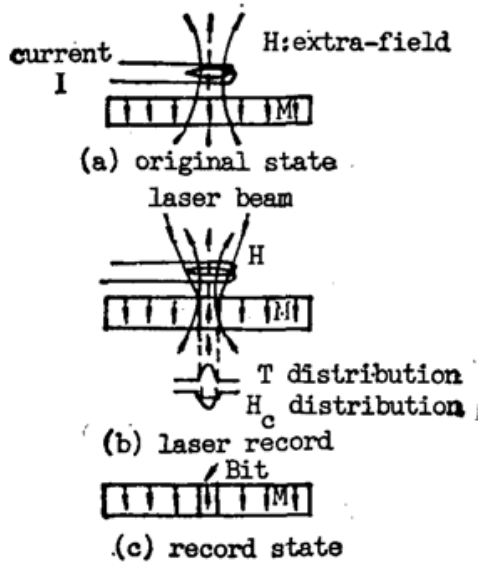


Fig. 1 Principle of M-O record

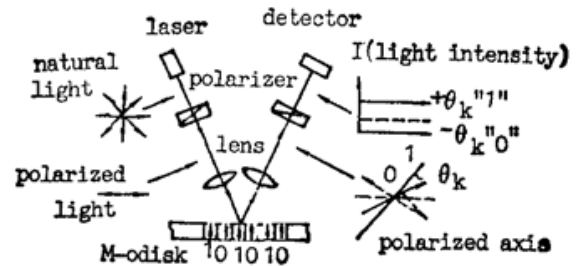


Fig. 2 Principle of M-O detection

出信息的原理。当激光束通过检偏器后,成了偏振度很高的线偏振光,当此光束入射在一个磁化方向向上的介质时,反射光的椭圆偏振轴向一个方向倾斜,反之,椭圆偏振轴向另一侧倾斜。在反射光路里,通过对可变位相板的调整,任意的椭圆偏振场都能变成线偏振场,并为后来的检偏器所检测。对反射光束要考虑它的两个位相分量: E_p 平行于入射场, E_s 正交于入射场,随着介质磁化方向的改变, E_s 将变换方向。设检偏器透过轴与 E_p 成 θ 角,则检偏器仅透过在它轴上的投影光:

$$E = E_p \cos \theta \pm E_s \sin \theta. \quad (1)$$

“+,-”与介质的磁化方向有关。于是,磁化方向变化前后的光强差为:

$$I_s = I_+ - I_- = 2 E_p E_s \sin 2\theta. \quad (2)$$

同样,如使检偏器的透过轴与磁光介质的克尔旋转角 θ_k 正交时,推导得:

$$I'_s = 2 E_p E_s \sin 2\theta_k. \quad (3)$$

光强变化将由探测器转变成电流变化而读出。

擦去信息,只需重新用一定功率的光照射此区域,同时外加反向的辅助磁场,记录的信息即被擦除。这样磁光介质实现了写擦功能。

三、静态测试仪的基本结构

仪器的结构包含了三个独立的部分: 1. 激光源及调制器; 2. 光学和接收系统; 3. 电子学与计算机部分。测量仪器的主体是由一台金相显微镜改制而成,光学元件和探测电路装在其内,见图 3。He-Ne 激光器及声光器件位于主体之外,可以方便地更换而不影响光程的改变。仪器的光路见图 4。由 IBM-PC 计算机控制的电路装在硬件箱内,它包括功率源,可编程脉冲发生器和磁场电源,控制、接收和处理电路。计算机的外部设备: 显示器,打印机和绘图仪与整台仪器配套。

1. 激光源及调制器

采用大功率输出的 He-Ne 激光器除了与写入温度有关外,还与材料的灵敏度和外磁场有关。考虑到光路中能量损失大于 70%, 激光器的输出功率为 50 mW。在高分辨率光学系统

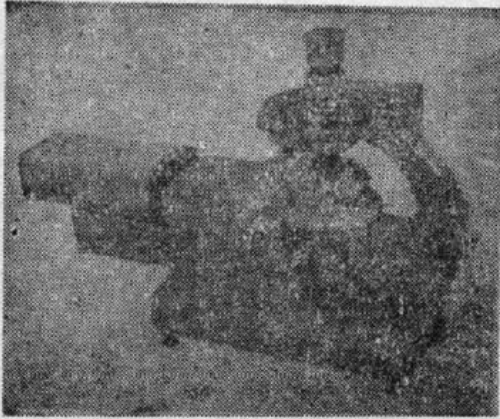


Fig. 3 Main body of instrument

中,激光模式起伏引起的噪声是很灵敏的,它直接影响到调焦精度和测量的准确性,因此,稳定的单横模输出是重要的。激光器输出功率的起伏,通过光电探测器随时将变化输入计算机,以修正最后的输出结果。

声光调制器是用来改变激光脉宽和功率的。为保证高的存贮密度,必须减小记录点的热扩散。对一维情况来讲,热穿透深度公式为: $h = (\alpha\tau)^{1/2}$; τ 是脉宽, α 是扩散系数,磁光材料的 α 值一般为 $0.2 \text{ cm} / \text{sec}$ 。由于要求 h 值不超过记录点的尺寸,因而脉冲宽度维持在 100 ns 左右,这时也接近于动态的存贮速率。用会聚光束进入声光晶体,可提高激光脉冲的

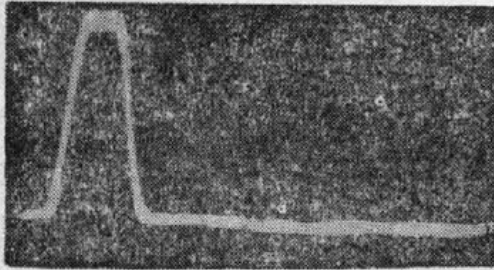


Fig. 5 Laser waveform

上升,下降沿,它们为 30 ns 左右,见图 5。

2. 光学和接收系统

考虑到高斯光束通过聚焦透镜后,光强分布应有利于材料的记录,主体部分没有 $1:2$ 望远镜。当透镜被均匀照明时,得到的爱里衍射斑是最小的,但要损失一部分能量。当使光束略大于透镜的入瞳时,这样会聚斑相对地小,而能量较为集中,有利于光能量的充分利用^[1]。会聚光点尺寸的测量是采用压电陶瓷带动刀口进行扫描的方式进行的,电感仪作位移检测器,记录仪给出了光强的积分曲线和光点的高斯分布图,示图 6^[2]。以半最大光强时的曲线宽度为判据,测得的光点尺寸为 $1.2 \mu\text{m}$ 。

这里研制的伺服透镜是由音圈作调焦执行机构的,在静态(直流)的情况下,最大位移量为 $\pm 0.25 \text{ mm}$ 。利用柱面镜的象散作用,由四象限探测器接收反射光斑,根据探测器的差分输出可得到离焦误差^[3]。其误差信息输入计算机,并由计算机根据差值反馈控制伺服透镜的进给量,直至调焦完成。调焦精度小于 $0.8 \mu\text{m}$ 。由于物镜焦深与数值孔径的关系为 $\delta = \pm \frac{\lambda}{2(N.A.)^2}$, 所以,当 $\lambda = 0.63 \mu\text{m}$, $N.A. = 0.45$ 时, $\delta = \pm 1.5 \mu\text{m}$ 。

偏振分束器 PBS 除了能提高透射光线的偏振度外,主要是把信息光 E_s 反射(与入射面正交的偏振场)到接收光路中去。为了增大有效克尔旋转角和输出信号, PBS_2 分束器的 p 光透过率为 67% , s 光的反射率为 100% ,图 7 表示了这一结果。

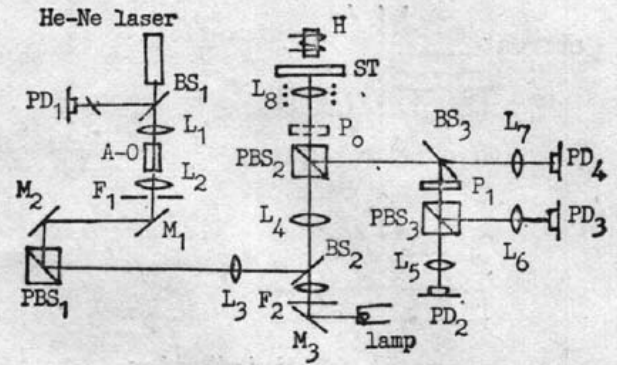


Fig. 4 Optical system of the instrument

A-O—acoustic-optical modulator, P_0 — $\lambda/4$ plate, P_1 — $\lambda/2$ plate, F_1 —aperture, F_2 —filter, L_8 —focussing lens, L_1 , L_2 — $1:1$ telescope, L_3 , L_4 — $1:2$ telescope, L_6 , L_7 —lens BS_1 , BS_2 , BS_3 —beam splitters, M_1 , M_2 , M_3 —mirrors ST —sample stage, L_1 —cylindrical lens, H —extra field PBS_1 , PBS_2 , PBS_3 —polarizing beam splitters, PD_4 —quadrant lens, PD_1 , PD_2 , PD_3 —photodetectors

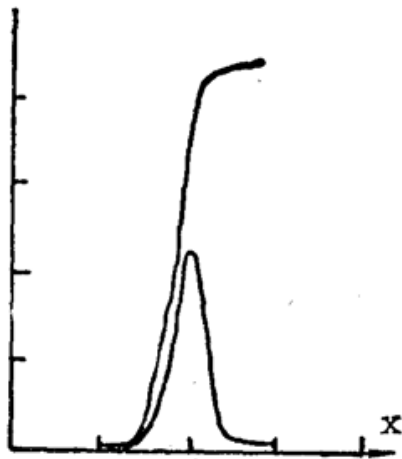


Fig. 6 Size of light spot

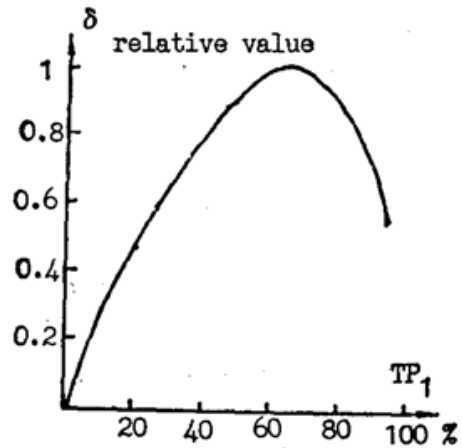


Fig. 7 Transmissivity TP_1 VS difference signal value

1/2 波片与 PBS_3 分束器组成了磁光信号差分接收光路。此位相板的调整是企图使差分输出信号的初始值为零。 PBS_3 把光束分为 p 分量和 s 分量, 并为两光探测器所接收。

在主光路中, 1/4 波片的插入主要是为了测量一次写入材料和相变材料。在接收光路中, 同时移去 BS_3 镜, 于是用于调焦的检测器又成了材料反射率变化的信号探测器。元件的变动由机械联动机构执行, 这样, 仪器就具有了兼容测量的功能。

三、实验结果

本文测量了不同材料的磁光膜, 现将 $TeFeCo$ 样品的典型测试结果示在图 8, 图 9, 图 10 和图 11 中。

图 8 表示在不同脉宽情况下, 写入功率与输出信号大小的关系。其中纵坐标是输出信

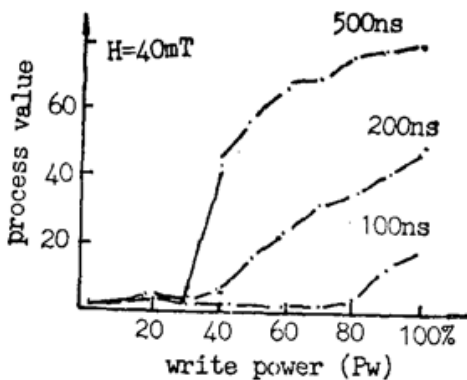


Fig. 8 Change write power test

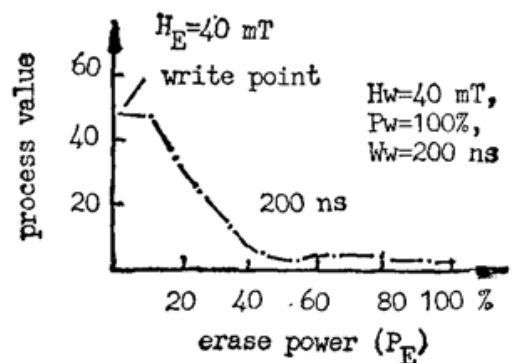


Fig. 9 Change erase power test

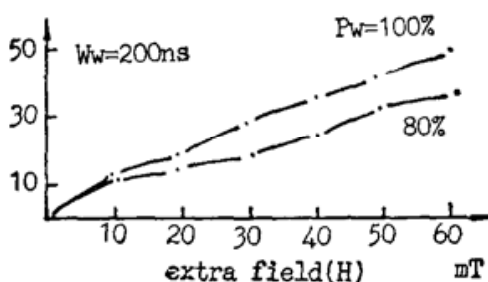


Fig. 10 Change extra field test

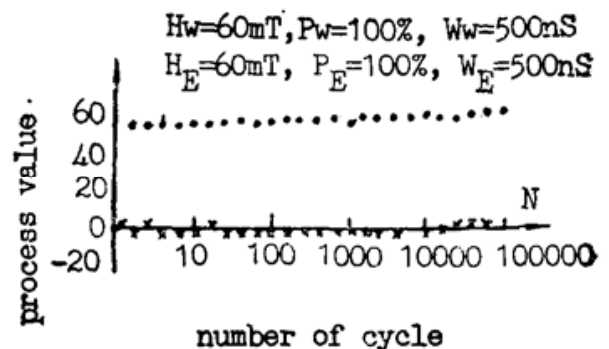


Fig. 11 Repeat erase-write test

号相对值,横坐标是输出功率的比例值。随着功率和脉宽的增加,输出的信号也增加。图9表示在写入一点的情况下,用不同功率去进行擦除的情况。擦除时,外磁场方向反向。由图可见,随着擦除功率的提高,写入点可完全地擦去。图10表示在不同的外磁场情况下,信号随着磁场的增大而增大。图11表示重复擦写次数测量,一排“·”表示写入数据,另一排“×”表示擦除数据,横坐标为指数坐标(这里最大值为 10^5 次)。从图中可以看出,材料重复擦写次数远高于 10^5 次。除此之外,仪器还可进行均匀性测量,擦、写脉宽与输出信号之间的关系等。

整个系统的测量误差主要由激光器输出功率的变化,声光调制器一级衍射效率的重复性和调焦误差所组成,光电接收系统的噪声和外界的随机干扰是采取多次平均测量的办法来解决。测量结果表明,仪器的重复测量精度在 $\pm 5\%$ 以内。

参加本工作的还有何国珍、俞敦和,陈秋水,潘秋华,孙晨和王书泽等同志。

参 考 文 献

- [1] 陈仲裕;《应用激光》,1989, 9, No. 3(Jun), 127.
- [2] A. H. Firester; *Appl. Opt.*, 1977, 16, No. 3 (Mar), 1971.
陈仲裕;《中国激光》, 1987, 14, No. 10(Oct), 726.
- [3] M. Ladek; *Appl. Opt.*, 1984, 23, No. 4 (Feb), 565.
- [4] 陈仲裕;《应用激光》,1988, 8, No. 4 (Aug), 170.

A instrument for evaluating the static parameters of magneto-optical disk

CHEN ZHONGYU, GAN BAIHUI LIU HAIQING AND GAN FUXI

(Shanghai Institute of Optics and Fine Mechanics, Academia Sinica, Shanghai 201800, China)

(Received 14 March 1991; revised 6 May 1991)

Abstract

A static parameter measuring equipment used for evaluating the sample of magneto-optical disk media is described in this paper. It is refitted from a metalloscope. The laser power, pulse width and extra magneto-field can be varied in a wide range. The readwrite characterization, sensitivity, uniformity and repeat erase-write number of the media can be measured with this instrument. The overall measuring process is controlled by an IBM-PC computer. The operation is very convenience. Experimental results show that it's an useful equipment for evaluating optical disk media and fabrication technology.

Key words: optical disk, instrument, measure.