

短波长相变光盘记录介质 $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$ 薄膜的 制备及静态性能研究

刘 超 姜复松 范正修 蒋模光 蒲惠萍 门丽秋

(中国科学院上海光学精密机械研究所, 上海 201800)

摘 要 研究了632.8 nm 波长下适用的相变光盘介质 $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$ 薄膜的制备方法和静态光存储记录特性, 发现该薄膜可在100 ns 条件下实现直接重写, 在优化膜层结构后, 写擦循环次数高达 10^6 , 反射率对比度在15% 以上。

关键词 短波长相变材料, $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$ 薄膜, 静态性能。

1 引 言

光盘存储技术的主要发展趋势是高密度化和高速化。由于采用短波长激光可使激光光斑和记录畴的尺寸变小, 因此是增大线密度和道密度从而提高存储密度的一种有效的方法^[1]。

实现高速数据输送的必要条件是直接重写。就 $\phi 30$ mm 光盘而言, 在1800 rpm 转速条件下, 内道的线速度是5.5 m/s, 而外道的线速度为11.4 m/s。如果记录畴直径为1 μm , 则激光辐照时间对于内道是180 ns, 对于外道是100 ns。这意味着为实现直接重写, 写擦脉宽须小于100 ns。

光存储介质是发展光盘存储技术的关键和核心^[2]。为发展高密度高速光盘, 必须研究光存储介质的短波长性能和直接重写性能。 $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$ 薄膜在830 nm 激光波长下是一种很好的记录介质^[3,4], 为此本文选择该介质为研究对象, 研究了其在632.8 nm 波长条件下的光存储特性。

2 实 验

2.1 $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$ 薄膜的制备

采用了上海市通用机械技术研究所生产的直流高频三靶平面磁控溅射仪镀膜, 靶材为 $\phi 100$ mm 的 Ge-Sb-Te 三元合金, 基片为 $\phi 23$ mm、1.2 mm 厚的 K₉ 玻璃, 其片与靶的间距为120 mm, 镀膜时工件架以25 rpm 的速度公转, 真空度为 1.5×10^{-3} Pa。用台阶仪测量薄膜的几何厚度。

2.2 $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$ 薄膜的光存储性能测试

相变光盘记录信号的读出是用记录材料晶态与非晶态之间的反射率差值来表示, 反射率

差值越大, 读出的信噪比也越大, 性能也越好。

设晶态时光盘的反射率为 R_c , 非晶态时其反射率为 R_a 则对比度

$$C = \frac{2|R_a - R_c|}{R_a + R_c} \times 100\%$$

可作为相变光盘性能的品质因子。因此, 静态性能测试就是测量薄膜在写入、擦除以及反复擦写过程中的反射率的对比度 C 值, 以此来衡量它的静态性能^[5]。

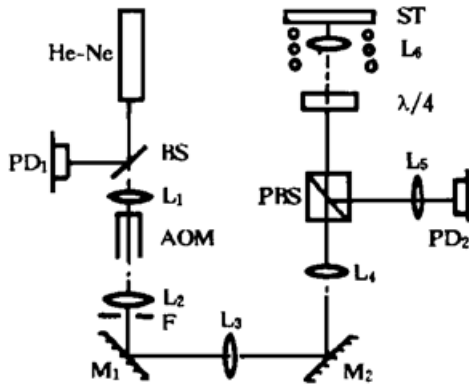


Fig. 1 Schematic diagram of the static optical recording tester

相变光盘的静态测试装置的光路如图1所示。 L_1 、 L_2 为1·1望远镜, L_3 、 L_4 为1·2望远镜, L_5 为柱透镜, AOM 为声光调制器, ST 为样品台, PD_1 为光探测器, PD_2 为四象检测器。光源采用的 He-Ne 激光器, 达到盘面的最大激光功率为25 mW, 光斑直径约1 μ m。该装置可用计算机实现一系列自动操作: 如变写擦脉宽实验及写擦循环实验。利用此装置对所制备的 $Ge_2Sb_2Te_5$ 薄膜进行了写擦性能测试, 并对经过 优化设计的多层膜系统作了写擦循环实验。

3 实验结果和讨论

3.1 $Ge_2Sb_2Te_5$ 薄膜的制备

图2表示在溅射压强为2Pa 条件下薄膜成份与溅射功率之间的关系。从图中可以看出随着溅射功率的增加, 薄膜中 Sb 的含量增加、Te 的含量减少、Ge 的含量基本不变, 并且在溅射功率为200 W 时薄膜成份接近 $Ge_2Sb_2Te_5$ 。因此要得到组分一致的薄膜, 必须保持相同的溅射工艺条件。

图3表示溅射功率为200 W、充不同压强的 Ar 气溅射时成膜速率与压强的关系。从图中可以看出成膜速率与压强成正比。压强为2 Pa, 可以得到适当的成膜速率和较好的成膜质量。

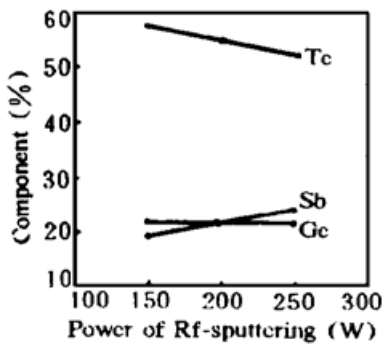


Fig. 2 The relation between thin film component and rf-sputtering power

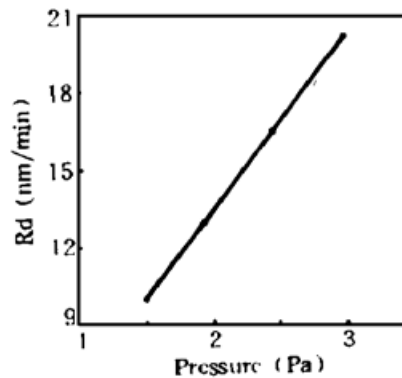


Fig. 3 The relation between deposition rate and pressure

图4为在溅射压强为2 Pa、溅射功率为200 W 时膜厚和溅射时间的关系。从图中可以看出膜厚和溅射时间成线性关系。因此可以通过控制溅射时间的方法来控制薄膜的厚度。

图5表示在其它工艺条件不变的情况下, 溅射参数 a 与薄膜沉积速率 R_d 之间的关系。其

中 $a = V(I - I')$, V 为溅射电压, I 为溅射电流, I' 为反射电流。从图中可以看出溅射参数 a 与薄膜沉积速率 R_d 之间存在着简单的线性关系。由于靶材的溅射率和溅射电压 V 成正比, 而单位时间内碰撞在单位靶面上的入射粒子数 N 与加工电流 $(I - I')$ 成正比, 可得薄膜沉积速率正比于溅射参数 a 。因此可以通过改变溅射参数来提高薄膜的质量。

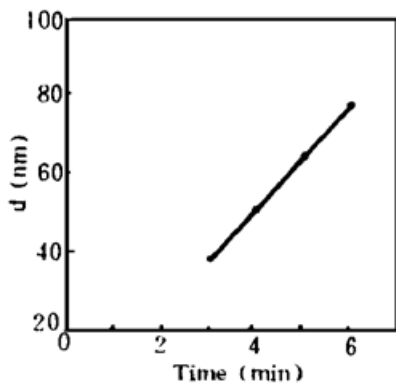


Fig. 4 The relation between thin film thickness and sputtering time

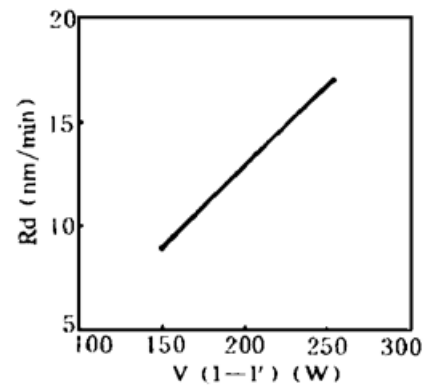


Fig. 5 The relation between deposition rate and sputtering coefficient

3.2 $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$ 薄膜的光存储性能

1) 写入功率、脉宽与反射率对比度的关系

写入功率的高低, 意味着此种材料今后的实用化可能性及将来的经济效益。图6给出了相同写入脉宽的条件下(100 ns), 反射率对比度与不同写入功率的关系。从图中可以看出: 适当提高写入功率有利于提高写入对比度。图7给出了相同写入功率的条件下(22 mW), 反射率对比度与不同写入脉宽的关系。从图中可以看出在100 ns 时反射率对比度就已经达到15%。

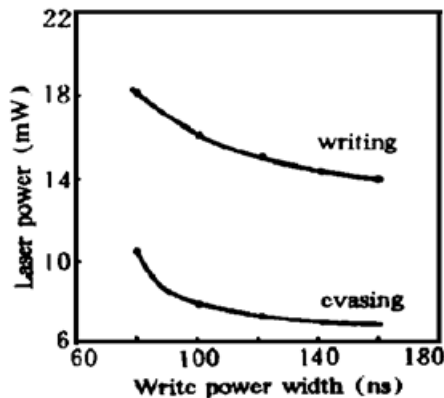


Fig. 6 The relation between reflectivity contrast and write power

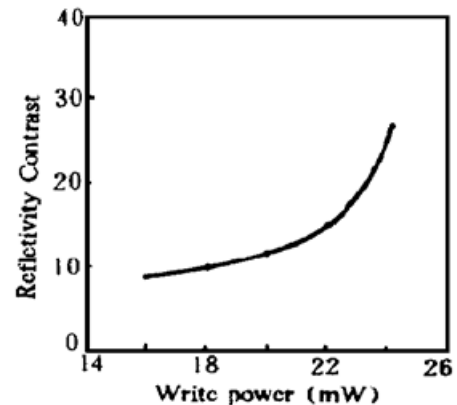


Fig. 7 The relation between reflectivity contrast and write pulse width

2) 写入、擦除特性

图8给出了可写入、擦除的功率和脉宽条件。设反射差 C 大于70% 作为可写入、擦除的标准。

3) 写擦循环实验

图9为经膜层优化结构设计的样品在写入功率为22 mW、脉宽100 ns、擦除功率为8 mW、脉宽100 ns 时反射率对比度与写擦循环次数之间的关系。从中可以看出经写擦循环 10^6 次样品的反射率对比度仍为很高和水平。

此样品的膜层结构为:

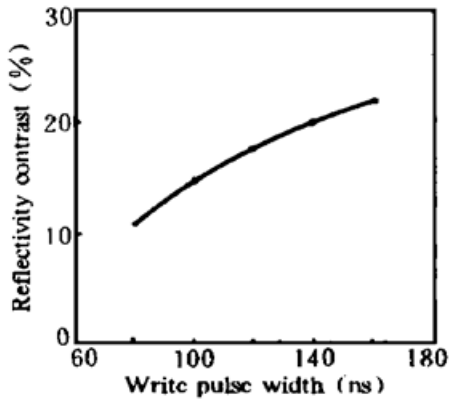
ZnS(100 nm)/Ge₂Sb₂Te₅(50 nm)/ZnS(70 nm)/Al(80nm)

Fig. 8 Optical writing/erasing characteristics of GeSbTe thin film

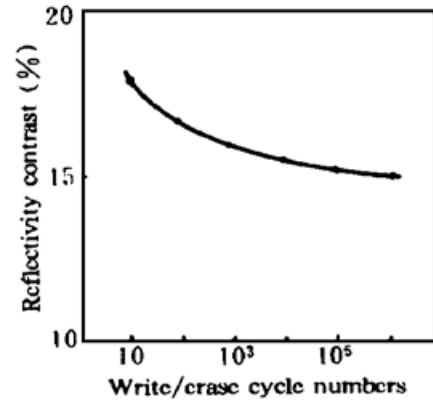


Fig. 9 The relation between reflectivity contrast and write/erase cycle numbers

结 论 1) 控制溅射压强为2Pa、溅射功率为200 W 可得到组分为 Ge₂Sb₂Te₅、质量较好的薄膜。2) Ge₂Sb₂Te₅薄膜在632.8 nm 波长条件下在100 ns 即可实现直接重写。3) 经膜层优化结构设计的多层膜样品写擦循环次数可高达10⁶, 而反射率对比度仍有较高的水平, 在15%左右。

参 考 文 献

- [1] I. Morimoto, K. Furuya K. Nishimura *et al.*, Ultrahigh density recording using overwritable phase change optical disk. *Proc. SPIE*, 1992, **1663**·294~ 304
- [2] 干福熹主编, 数字光盘与光存储技术。上海科学技术出版社, 1992
- [3] M. Chen, K. A. Rubin, R. W. Barton, Compound materials for reversible phase-change optical data. *Appl. Phys. Lett.*, 1986, **49**(9)·502~ 504
- [4] H. Kawakami, K. Ozawa, Y. Sato *et al.*, Crystallization behaviors of phase change recording materials. *Proc. Sym. on Phase Charge Optical Recordhy Technology*, Basic Research and Application of phase change optical disk, 1991, Jan. 31~ Feb. 1, Osaka, Japan·45~ 52
- [5] 陈仲裕, 何国珍, 相变光盘材料的静态测试装置。中国激光, 1987, **14**(10)·627~ 629

Preparation and Static Property Study of Phase-Change Thin Film Ge₂Sb₂Te₅ in the Short Wavelength Region

Liu Chao Jiang Fusong Jiang Muguang
Pu Huiping Men Liqiu

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

(Received 15 August 1995; revised 3 November 1995)

Abstract The preparation method and static property of phase-change optical storage Ge₂Sb₂Te₅ thin film have been analysed. After measuring its static properties, we found that the Ge₂Sb₂Te₅ film can be written and erased within 100 ns. Through multilayer design, the write/erase cycle numbers can be as high as 10⁶, and the reflectivity contrast is above 15%

Key words short wavelength phase-change media, Ge₂Sb₂Te₅ thin film, static property