

Cu 添加石榴石磁光薄膜读、写性能的研究

周勇^{a,c} 杜腾达^b 沈德芳^b 干福熹^c

a, 上海交通大学信息存储研究中心, 上海 200030
b, 中国科学院上海冶金研究所, 上海 200050
c, 中国科学院上海光学精密机械研究所, 上海 201800

摘 要 用热分解法在玻璃衬底上制备了 Cu 添加的 Bi,Al : DyIG 磁光薄膜, 对其静态读、写性能进行了详细的研究。Cu 添加的薄膜可获得高的矫顽力和好的矩形化, 对记录畴起着稳定的作用。同时, 适量 Cu 的添加可起到细化晶粒的作用, 对减少晶界噪声有利。用 He-Ne 激光器做记录光源, 在一定的写入功率、读出功率和偏置磁场下, 当脉宽为 50 ns 时, 读和写及擦除过程很容易进行。

关键词 石榴石薄膜, 静态性能测试。

1 引 言

铋取代的石榴石薄膜其结构稳定、化学稳定性好及在短波长处有大的磁光效应, 因而是有希望的磁光记录材料之一^[1]。在玻璃衬底上制备石榴石薄膜可采用热分解法, 热分解法设备简单, 对膜的成份易于控制和调节。

由于在玻璃衬底上制备的石榴石薄膜为多晶材料, 它存在由晶粒和晶界引起的噪声, 从而限制了它的实用化过程。晶界的存在使薄膜不均匀, 并且引起写入时磁畴的不规则形状^[2]。如果晶粒的尺寸可以做得很小, 则可以抑制由晶界和畴的不规则形状引起的噪声。因此, 为提高信噪比, 一方面是细化晶粒, 即解决晶界噪声; 另一方面就提高法拉第旋转角 θ_F 和矫顽力 H_c , 增加记录畴的稳定性。

本文报道用热分解法在玻璃衬底上制备了 Cu 添加的 Bi,Al : DyIG 薄膜, Cu 的添加一方面可提高矫顽力, 另一方面可细化晶粒, 用 Cr 做反射膜, 写入和擦除过程很容易进行。

2 实验方法

采用热分解法在玻璃衬底上制备石榴石薄膜^[3~5]。薄膜的垂直各向异性来源于磁致伸缩效应, DyIG 具有负值最大的磁致伸缩常数, 因此选择 DyIG 为研究的主晶相。将氧化物和硝酸盐按化学配比称量溶于适当浓度的稀硝酸中, 加热使氧化物完全溶解, 再加适量的酒精将溶液配制成所需要的浓度。将溶液涂到玻璃衬底上, 用甩胶机甩涂使之形成均匀的膜, 并用

红外灯烘烤使之固化,然后放于保温炉中在 $400\sim 440^{\circ}\text{C}$ 之间热处理 10 min。上述过程重复进行,直到所期望的膜厚为止,这样形成的膜为非晶态,最后于空气中在 650°C 下晶化 30 min,然后取出快速冷却至室温。薄膜的成份没有测定,但根据用热分解法成膜的实验结果^[4,5],薄膜的成份估计应与配份一致。

通过有效法拉第回线仪测量矫顽力 H_c ,用磁光盘静态性能测试装置进行写入、擦除和读出性能的研究,其测试装置见文献[6]。

3 实验结果和讨论

图 1 给出 $\text{Bi}_{1-x}\text{Dy}_{1.6}\text{Fe}_{4-x}\text{Cu}_x\text{Al}_3\text{O}_{12}$ 薄膜的 H_c 与 Cu 含量的变化关系。 H_c 随 Cu 含量的增加而增加,当 Cu 添加量为 0.8 时,矫顽力 H_c 高达 560 kA/m。极高矫顽力的获得不能简单的用钉扎效应来解释,它和 Cu^{2+} 离子进入晶格有关^[7]。Cu 添加薄膜中矫顽力获得了提高,对记录畴的稳定非常有利,这样可减少由于记录畴的不规则形状引起的噪声。另一方面,Cu 添加后 Cu^{2+} 离子进入晶格,会引起法拉第旋转角 θ_F 的改变^[8]。适量 Cu 的添加并不会引起 θ_F 的显著改变,但可以增加 H_c ,对记录有利。图 2 示出添加 Cu 和不添加 Cu 薄膜的扫描电子显微镜的形貌照片。添加适量的 Cu 可细化晶粒,但过量的 Cu 会引起晶粒增大。Cu 添加后晶粒得到细化,对记录有利,这与文献[9]报道的结果相一致。

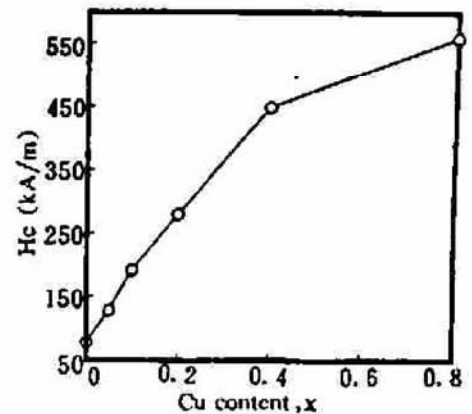


Fig. 1 H_c of $\text{Bi}_{1-x}\text{Dy}_{1.6}\text{Fe}_{4-x}\text{Cu}_x\text{Al}_3\text{O}_{12}$ film vs Cu content

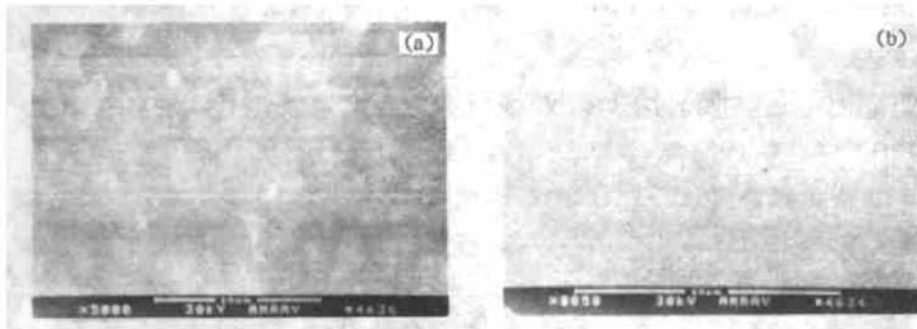


Fig. 2 SEM images of non-Cu doped (a) and Cu doped (b) films

图 3 和图 4 分别给出用 Cr 做反射膜情况下输出信号与写入功率、写入脉宽之间的变化关系。纵坐标为输出信号的相对值。由图可以看出,在一定的读出功率、写入脉宽和偏置磁场下,输出信号随写入功率的增加而增大。在一定的写入功率、读出功率和偏置磁场下,写入脉宽为 50 ns 时,写入和擦除很容易进行。输出信号一开始随写入脉宽的增加而增大,在写入脉宽约为 $1\ \mu\text{s}$ 时,输出信号趋于饱和。图 5 给出输出信号与偏置磁场的变化关系。随偏置磁场的增大,输出信号也增大。这主要是因为写入功率越高,薄膜的温度也越高,在外加磁场的作用下,磁畴反转比较容易。图 6 示出输出信号与读出功率的变化关系。输出信号随读出功率的增加而增大,到达最大值后信号又开始下降,存在一个最佳的读出功率。由文献[10]可知,磁光盘的载噪比与入射到光盘上的功率成正比,但是读出功率越高,介质的矫顽力和磁化强度及磁光效应将随温度的升高而下降^[11],从而读出功率将干扰记录的信息,因

此存在一个最佳的读出功率。

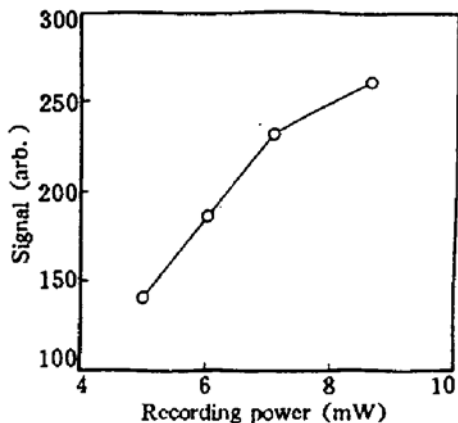


Fig. 3 Signal vs recording power ($P_r = 1.6 \text{ mW}$, $t = 5 \mu\text{s}$, $H_b = 3200 \text{ A/m}$)

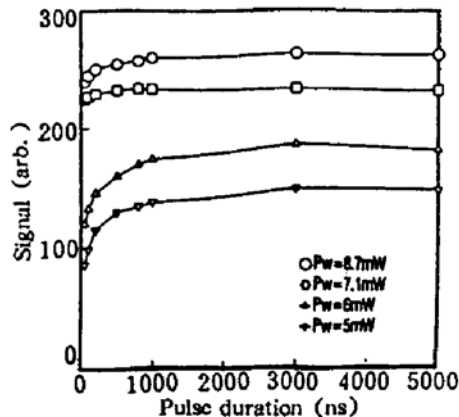


Fig. 4 Signal vs writing pulse duration ($P_w = 9 \text{ mW}$, $P_r = 1.5 \text{ mW}$, $H_b = 3200 \text{ A/m}$)

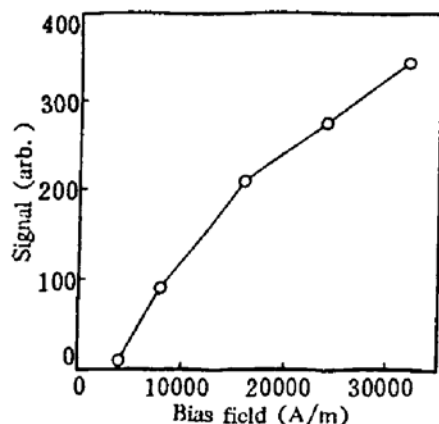


Fig. 5 Signal vs bias field ($P_w = 9 \text{ mW}$, $P_r = 1.6 \text{ mW}$, $t = 5 \mu\text{s}$)

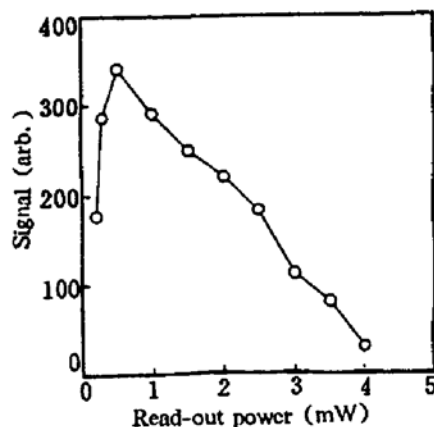


Fig. 6 Signal vs read-out power ($P_w = 8.03 \text{ mW}$, $t = 5 \mu\text{s}$, $H_b = 3200 \text{ A/m}$)

如果用 Al 或 Cu 做反射膜, 用 He-Ne 激光为光源, 既不能写入信息也不能擦除信息。因此, 使用 Cr 做反射层可大大提高记录的灵敏性, 记录功率可降至 5 mW。

参 考 文 献

- [1] A. Itoh, K. Nakagawa, Doubled-layered garned films on glass substrate for high carrier-to-noise ratio on magneto-optical recording. *Japan. J. Appl. Phys.*, 1992, 31(6B): L790~792
- [2] M. Gomi, T. Okazaki, M. Abe, Bi-substituted garnet films crystallized during RF sputtering for M-O memory. *IEEE Trans. Magnetics.*, 1987, 23(5): 2967~2969
- [3] K. Maeto, A. Itoh, S. Koike *et al.*, Bi-substituted DyIG thin films prepared by thermal decomposition method for magneto-optic recording medium. *J. Mag. Soc. Japan.*, 1986, 10(2): 213~216
- [4] M. Gomi, M. Asogawa, M. Abe, Magnetic and magneto-optic properties of Bi, Ga(or Al) substituted garnet films prepared by pyrolysis method. *J. Mag. Soc. Japan.*, 1986, 10(2): 217~220
- [5] W. Wade, T. Collins, W. W. Malinofsky *et al.*, Chemically deposited thin ferrite films. *J. Appl. Phys.*, 1963, 34(4): 1219~1220
- [6] 姜奇, 沈德芳, 干福熹, 磁光型光盘存储介质记录特性的研究. *光学学报*, 1989, 9(10): 925~931
- [7] 周勇, 沈德芳, 干福熹, Cu 掺杂石榴石薄膜中矫顽力提高的机理分析. *科学通报*, 1994, 39(7): 597~600
- [8] Yong Zhou, Defang Shen, Fuxi Gan, Magnetic and magneto-optical properties of Cu-doped Bi, Al: DyIG films prepared by the pyrolysis method. *Thin Solid Films*, 1993, 227: 196~199

- [9] K. Shimokawa, S. Takebayashi, N. Kawamura *et al.*, Effect of Cu addition on Bi-substituted garnet films for magneto-optical recording. *J. Magn. Soc. Japan*, 1991, **15**(2): 209~212
- [10] M. H. Kryder, Magneto-optic recording technology. *J. Appl. Phys.*, 1985, **57**(1): 3913~3918
- [11] M. H. Kryser, Advances in magneto-optic recording technology. *J. Magn. Magn. Mater.*, 1990, **83**: 1~5

A Study of Read-Write Performance of Cu Doped Garnet Films for Magneto-Optical Recording

Zhou Yong^{a,c} Du Tengda^b Shen Defang^b Gan Fuxi^c

[*a*, Information Storage Research Center of Shanghai, Jiaotong University, Shanghai 200030

b, Shanghai Institute of Metallurgy, Chinese Academy of Sciences, Shanghai 200050

c, Shanghai Institute of Optics and Fine Mechanics, Chinese Academy of Science, Shanghai 200050]

(Received 3 November 1994; revised 23 December 1994)

Abstract Cu doped Bi, Al : DyIG films have been prepared onto glass substrates by pyrolysis method. The static read-write performance have been studied. Cu doped garnet films can be obtained with high coercive force and good Farady hysteresis loops, and it is useful to stabilize the written domains. Also, appropriate addition of Cu can make grain size small, and it benefits to reducing grain boundary noise. A He-Ne laser device was used as recording source. Under certain conditions of writing power, read-out power and biased magnetic field, it is easy to take the read-write process using Cr layer as reflective layer when the pulse width is 50 ns, the writing power can be lowered to 5 mW.

Key words Cu doped garnet films, static read-write performance.