

광기록을 위한 Te-based Antireflection구조의 열적, 광학적 특성

이 성준*, 이 현용, 정 흥배 이 영중
 (광운대학교 전자재료공학과) (여주공업전문대학 전자공학과)

The Thermal and Optical Properties of Te-based Antireflection structure for Optical Recording

S.J.Lee*, H.Y.Lee, H.B.Chung
 (Dept. of Electronic materials Eng. Kwangwoon Univ.)

Y.J.Lee
 (Dept. of Electronic Eng. YeooJoo Technical College)

ABSTRACT

Optical data storage offer high density storage and archival storage capability. In this study, we selected the ablation mechanism - one of an irreversible recording system - using the antireflection trilayer(ART) structure.

Optical recording medium is a $(Te_{36}Se_{14})_{50}Bi_{50}$ thin films. Actually, ART structure is fabricated and compared to monolayer structure. ART structure leads to the reduction of recording power as well as an increase in the efficiency compared to the monolayer structure.

1. Introduction

최근 정보처리 시스템에서의 기록메모리의 중요성이 증대되고 있으며 특히, 대용량과 소형의 기록메모리에 대한 기대가 증대되고 있다. 이러한 배경에서 광정보 저장 분야는 높은 저장밀도와 저장능력에 있어서 가장 주목을 받고 있다.

본 연구에서는 에블레이션(ablation)광기록 방식을 이용하여 반사방지 삼중층구조(antireflection trilayer structure)의 광학적 및 열적 해석의 모델을 제시하고 기존의 단일층(monolayer)구조와 비교, 고찰하므로 최적의 조건을 찾는 데 있다.

2. 연구방법 및 결과

1. 열적 해석

기록매질이 광에 노출될 때, 열은 막막을 통해 기관으로 이동하게 된다. 광노출 동안에 막막내에서 일어나는 온도상승을 예측하기 위하여 크게 두 가지 방법을 사용하였다.

1. Simple Expression

막막 열의 radial diffusion이 없다고 가정한다면 최대 온도를 계산하는 데 주로 이 모델을 사용할 수 있다.

$$\Delta Pt = cVT \text{ ----- (1)}$$

where, A : absorptivity V : volume
 P : power during time t
 c : 단위부피당 specific heat
 T : temperature rise

$$t_d = \sqrt{(D_i t)} \text{ ----- (2)}$$

where, t_d : diffusion length

D_i : thermal diffusivity

열이 기관에 도달했을 때, $t_1 = h$ 가 된다.

시간이 증가함에 따라 film의 $\pi R^2 h$ 의 부피뿐만 아니라 기관의 $\pi R^2 t_2$ 의 부피까지도 heating된다.

온도 T와 효율 η 는 식(3)과 식(4)로 표현된다.

$$T = \eta \frac{\Delta Pt}{c_1 \pi R^2 h} \text{ ----- (3)}$$

$$\eta = \frac{c_1 h}{c_1 h + c_2 t_2} \text{ ----- (4)}$$

2. Numerical Method

온도분포는 다음 식으로 표현할 수 있다.

$$C_i \frac{\partial T}{\partial t} = \lambda_i \left(\frac{\partial^2 T}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial T}{\partial r} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} \right) + \frac{AP}{\pi R^2 h} b(r) b(z) \text{ ----- (5)}$$

$i = 1, 2$ film & 기관

C_i : 단위부피당 비열 P : spot내 총 power

R : spot 반경 h : 막의 두께

$b(r)$ & $b(z)$: dimenless 분포함수

막막 $z = h$ (경계면)에서 $T_1 = T_2$ 라고 가정한다면, H_1 은 용융점 부근에서 증가된 비열의 양의 함수로 나타내어지는 잠열을 나타낸다.

$$H_1 = \int_{-\infty}^{\infty} C_0 \exp \left[- \left(\frac{T - T_m}{\sigma} \right)^2 \right] dT \text{ ----- (6)}$$

$$C'_1 = C_1 + \frac{H_1}{\sigma \sqrt{\pi}} \exp - \left(\frac{T - T_m}{\sigma} \right)^2 \text{ ----- (7)}$$

표면 장력(surface tension), 표면 불균일성(surface irregularities)와 같은 층 파괴(layer rupture)를 위한 실 전적이고 큰 에너지장벽이 존재하기 때문에 층이 melting만 되었다고 해서 항상 hole이 형성되는 것은 아니다. 이 때문에 일반적으로 hole formation은 용융점 이상에서 일어나게 되며, 박막이 superheating상태가 되었을 때 발생하는 것으로 볼 수 있다.

simple model(smooth)과 numerical model에 의해 계산된 31.5nm TeSeBi/PMMA 구조에서 spot중심에서의 온도증가를 그림 1에 나타내었으며, 그림 2는 레이저 조사시간 및 power변화에 따른 spot중심에서의 온도증가를 보이고 있고 hole formation이 일어나는 임계값을 찾는 실험이 현재 진행중에 있다. 그림 3은 7mW의 power로 조사시간이 각각 100nsec 및 400nsec인 경우의 깊이방향(z) 및 측면방향(r)의 온도분포를 보이고 있다.

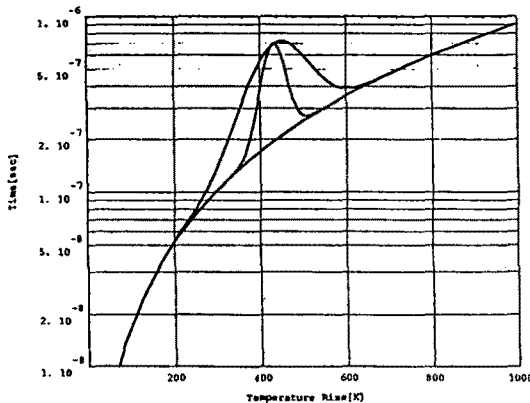


그림 1. 계산된 31.5nm TeSeBi/PMMA 구조에서 spot 중심에서의 온도증가

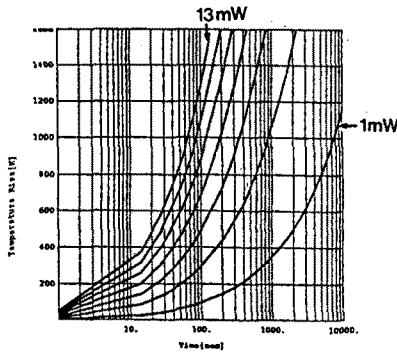


그림 2. 레이저 조사시간 및 power 변화에 따른 spot 중심에서의 온도증가

2. 광학적 특성

광기록에 사용되는 구조로는 크게 단일층과 반사방지 구조인 이중층 및 삼중층구조의 세 가지로 나뉘게 된다. 단일층 구조보다 광학적 효율을 향상시키기 위하여 간섭 효과를 이용한 이중층 또는 삼중층구조가 이용되어 왔다. 특히, Te계 박막과 같이 흡수가 높은 금속인 경우에는 투과성이 우수한 유전체 박막과 고반사도의 금속박막을 도입한 반사방지 삼중층 구조를 사용하고 있다. 반사방지 삼중층 구조는 기록매질의 표면에 일어나는 빛의 반사를 제거하여 광학적 효율을 향상시키며 hole이 생성되었을

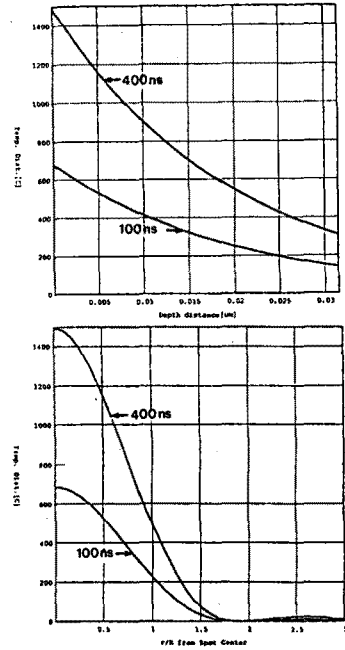
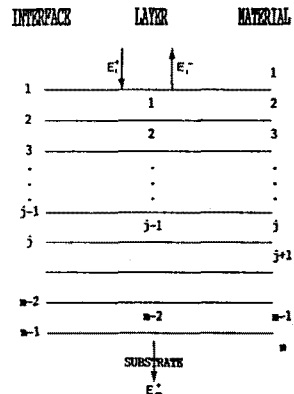


그림 3. 7mW power, 조사시간이 각각 100nsec 및 400nsec인 경우의 깊이방향(z) 및 측면방향(r)의 온도분포

때, 간섭효과의 파괴에 의한 높은 대비도 값을 갖는 장점을 가지고 있다. antireflection 조건을 만족하는 기록층과 유전층의 두께를 결정하기 위하여 다음과 같은 Heavens와 Bell등의 이론을 근거로 하여 각 층의 두께를 이상화시켰다. 이 때 각 매질의 소광계수가 특히 중요한 함수로 된다.

- The Theory of Antireflection -

E_1^+, E_1^-, E_n^+ = 각각 입사, 반사, 투과된 electric field amplitudes
 d_j = thickness of (j-1)th layer
 n_j = the complex refractive index of jth film
 r_j and t_j = the Fresnel reflection and transmission coefficients at the boundary between the jth and the (j+1)th films



$$\begin{pmatrix} E_1^+ \\ E_1^- \end{pmatrix} = \frac{1}{t_1 t_2 \dots t_{j-1} t_{j+1}} \begin{pmatrix} 1 & r_1 \\ r_1 & 1 \end{pmatrix} \prod_{j=2}^{m-1} \begin{pmatrix} e^{i\delta_j} & r_j e^{i\delta_j} \\ r_j e^{i\delta_j} & e^{i\delta_j} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} E_m^+ \\ 0 \end{pmatrix}$$

그림 4에는 Ar laser파장(488nm)에서 최적화시킨 (TeSeBi) 삼중층의 광학적 특성을 나타내었다. 이 경우에 있어서 antireflection 조건은 기록층이 20\AA , 유전층이 700\AA , 2370\AA 의 경우 1st 및 2nd ART 조건을 만족한다

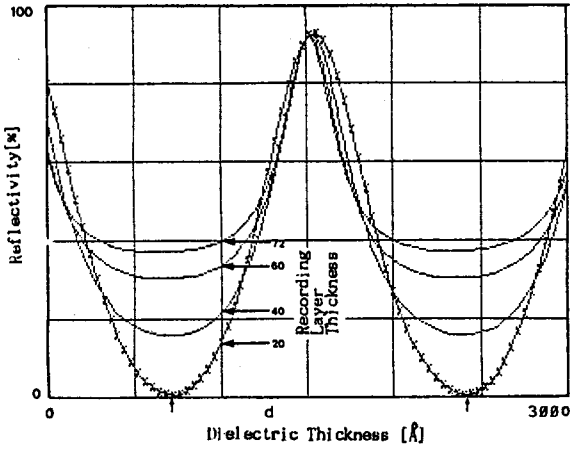


그림 4. Ar laser파장(488nm)에서 최적화시킨 삼중층 (TeSeBi)막의 광학적 특성

References

1. P. Kivits, R de Bont and P. Zalm Appl. Phys. 24, 273 (1981)
2. A.E. Bell and F.W.Spong IEEE J. of Quam. Electronics QE-14, 7, 487 (1978)
3. M. Lax J.A.P Vol.48, 9, 3919 (1977)
4. R.A. Bartolini IEEE J. of Quam. Electronics QE-17, 1, 69 (1978)
5. G.M. Blom J.A.P. Vol.54, 11, 6175 (1983)
6. P. Kivits et al. Thin Solid Films 87, 215 (1982)