

## 도메인 확장형 광 자기 디스크의 재생 신호 및 열 전달 특성 시뮬레이션

승실대학교 양재남\*, 조순철

### A simulation of readout signal and heat transfer characteristics in MAMMOS

Soongsil univ. J. N. Yang, S. Jo

#### 1. 서론

현재 광 자기 디스크에 대한 연구는 두 층으로 구성된 기록 층들을 이용하여 기록 층에 기록된 매우 작은 마크(0.1  $\mu\text{m}$  이하)를 리드아웃 층에서 도메인을 확장하여 재생 시 큰 신호를 얻는 도메인 확장형 광 자기 디스크(Magnetic AMplifying Magneto-Optical disk)에 대한 연구가 진행되고 있다[1]. 신호 재생 시 레이저빔을 디스크에 집속시키면, 리드아웃 층의 스팟의 온도가 큐리 온도(Curie Temperature)까지 올라가게 되며, 이때 기록 층으로부터의 누설 자장에 의해 기록 마크 크기의 도메인이 리드아웃 층에 형성된다. 이는 리드아웃 층의 보자력이 매우 작기 때문이다. 리드아웃 층에 형성된 도메인은 외부의 큰 자기장에 의해 레이저 스팟 크기만큼 확장된다.

본 연구에서는 가우시안 빔과 마크의 반사 패턴을 이용하여 재생 신호를 구하는 공간 모델을 이용하여 기록 층에 기록되는 초승달(crescent) 모양 마크(0.05  $\mu\text{m}$ )의 재생신호와 리드아웃 층에서 레이저 빔 크기만큼 확장된 신호를 비교하였다[2]. 또한 인접한 마크들과의 상호 반응에 의한 마크 모양의 변형, 기록 밀도 등을 예측할 수 있는 기록 층에서의 온도 분포 및 인접한 층에서의 열 전달을 Effective Layer Model을 이용하여 계산하였다[3][4].

#### 2. 실험 방법

재생 신호 계산에 사용된 공간 모델은 식(1)과 같다. 식 (1)에서  $R(x, y)$ 는 디스크의 반사 패턴을 나타내며,  $P(X-x, Y-y)$ 는 가우시안 빔의 세기를 나타낸다.

$$V(x, y) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} R(x, y) \cdot P(X-x, Y-y) dx dy \quad (1)$$

또한 디스크 내에서의 온도 분포에 대한 Effective Layer Model 은 식 (2)와 같다.

$$T(x, y, t) = \frac{\delta Q_A}{c_1 \delta_1 + c_0 h + c_2 \delta_2} \times \frac{\exp[-(x^2/A^2 + y^2/B^2)]}{\pi AB} \quad (2)$$

$A, B$  는 thermal 임펄스 응답의 확산 길이를 나타내며, 이는 레이저빔의 크기와 열 확산에 의해 발생된 확산 정도를 길이로 나타내는 파라미터이다.  $\delta Q_A$  는 면적  $S$ 를 갖는 표면에서 흡수된 전체 열의 양을 나타낸다.  $D$ 는 thermal diffusivity,  $c$  는 heat capacity,  $\lambda$ 는 thermal conductivity이다.

#### 3. 결과 및 고찰

재생 신호 계산을 위한 시뮬레이션에 이용된 파라미터는 Timing windows, Linear velocity, Track pitch, Wavelength, NA, 이며, 각각 17.1 ns, 8.2 m/s, 615 nm, 0.6 이다. Fig. 1은 기록층에 기록된 마크를 재생했을 경우의 재생 신호이며, Fig. 2는 리드아웃 층에서 확장된 도메인의 재생신호 이다. 리드아웃 층에서 레이저 스팟 만큼 확대된 도메인을 재생했을 때의 신호가 기록 층에서의 작은 마크(0.05  $\mu\text{m}$ )에 대한 재생 신호보다 2배 이상 증가되는 것을 확인 할 수 있었다.

온도 분포 계산을 위해 기록된 마크의 반경은 0.5  $\mu\text{m}$ 로 가정했으며, 이때, 마크의 중심에서 거리 3.0  $\mu\text{m}$ 까지의 온도 분포를 살펴보았다. 레이저빔이 입사되지 않을 때, 디스크의 온도는 상온인 20 $^{\circ}\text{C}$ 로 가정했다. 레이저빔의 에너지가 기록 층에 전체적으로 흡수된다고 가정했기 때문에, 흡수된 빔 스팟 에너지에 의해 발생하는 열 용량에 따른 기록 층에서의 온도 분포는 시간의 함수로서 표현된다.  $c$ 는 다층 구조 내

에서 각 층의 합성 열 용량이다. Fig. 3 (a)는 40 ns 의 주기를 갖는 펄스 형태의 레이저가 디스크에 입사되었을 때 기록 층인 Al층과 GdTbFe층 사이( $z=0.432 \mu\text{m}$ )에서의 거리  $r$  에 따른 온도 분포를 나타낸다. 40 ns에서 기록 층의 온도는 최고로 상승하며, 이후 레이저의 파워가 꺼지므로 온도가 급격히 감소됨을 알 수 있었다. Fig. 3 (b)는 기록 층과 인접한 층에서의 열 확산을 나타낸다. 인접한 두 층의 열 전달 특성은 층을 구성하는 물질의 열 확산 계수의 크기에 크게 영향을 받는 것을 알 수 있었다. 결국, 광 자기 디스크에서 열 전달에 의한 마크 모양의 변형을 줄이기 위해 기록 층과 인접한 층들의 열 확산 계수가 매우 작아야 된다는 것을 알 수 있었다.

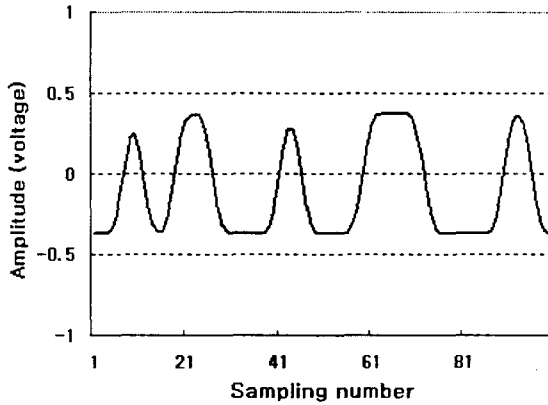


Fig. 1. Readout signal in recording Layer

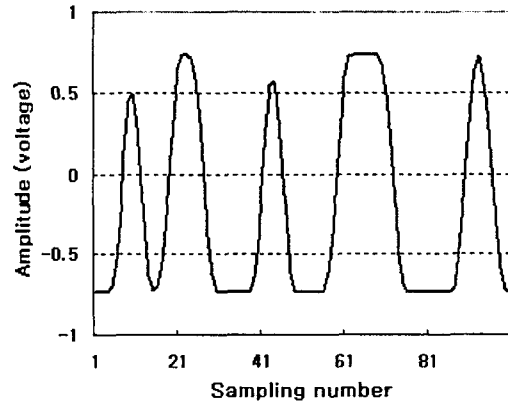


Fig. 2. Readout signal in readout Layer

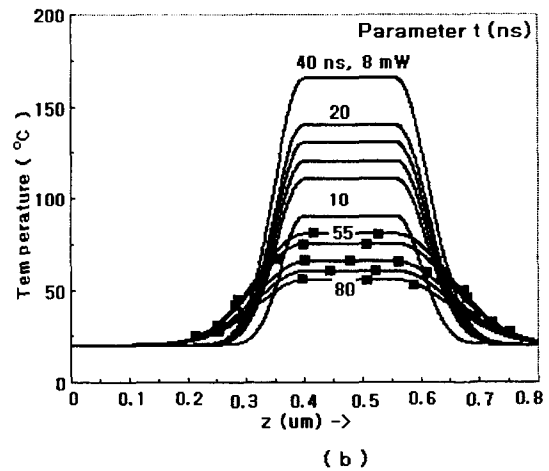
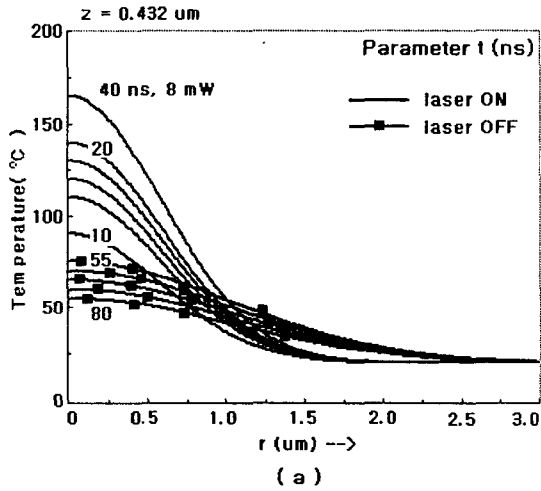


Fig. 3. Temperature distribution for a laser spot : The temperature distributions in (a) is given at the interface of the Al and MO layer as a function of the radius  $r$ . In the result of (b), from  $t=40 \text{ ns}$  to  $80 \text{ ns}$ , the flow of heat from the protection layer and substrate into the active layer can be seen nicely.

#### 4. 참고문헌

- [1] H. Awano, S. Ohnuki, H. Shirai, N. Ohta, A. Yamaguchi, S. Sumi and K. Tarasawa, (Appl. Phys. Lett., Vol.69, No.27, 1996) p4257.
- [2] 손장우, "광자기 디스크 재생 신호 시뮬레이션에 관한 연구" (1995).
- [3] A. H. M. Holtslag, "Calculations on Temperature profiles in optical recording" (J. Appl. Phys. Vol.66, No.4, 1989) p 1530.
- [4] T. Maeda, Jpn. J. Appl. Phys. Vol. 36(1997) pp. 504-513.