

반강자성적으로 커플링된(AFC) 수평매체에서의 S/N비와 열적안정성에 미치는 안정화층의 영향에 대한 Micromagnetics 모델링

한국과학기술원 탁영욱*, 이택동
삼성종합기술원 이경진

The effect of stabilizing layer on the SNR and thermal stability in the strongly coupled AFC media by micromagnetics simulation

Korea Advanced Institute of Science and Technology Y. W. Tahk*, T. D. Lee
Samsung Advanced Institute of Technology K. J. Lee

1. 서론

최근 자기기록용 하드디스크 드라이브에 사용되는 수평기록 매체의 열적안정성을 향상시키기 위한 새로운 대안으로 antiferromagnetically coupled (AFC) media [1]가 제시되었다. 이 매체는 두께가 다른 두 Co alloy 자성층이 Ru 층을 사이에 두고 강한 층간-상호작용(interlayer indirect exchange coupling)에 의해 서로 반대방향의 자화를 이루는 remanent state를 가진다. 이러한 자성층 구조는 낮은 $M_r \cdot \delta$ 를 갖게 되며 따라서 bit-cell 간의 demagnetizing field가 감소하여 기록특성과 열적안정성 면에서 긍정적인 효과가 기대된다. 두 자성층의 자화가 반대방향으로 유지되는 경향은 반강자성결합 상수(antiferromagnetic coupling constant) J 가 커질수록 증가하며, 또 작은 두께의 안정화 자성층(SL)에서의 결정자기이방성 상수와 두께 곱, $Ku_2 \cdot t_2$ 가 작을수록 증가한다 [2]. 본 연구에서는 micromagnetic 모델링을 통해 J , Ku_2 , t_2 를 변화시키면서 AFC media의 SNR과 열적안정성과 같은 기록특성에 이들 변수가 미치는 영향을 알아본다.

2. Modeling 방법

0.6 nm 두께의 Ru 층에 의해 분리된 두 Co alloy 자성층에서 Epitaxial growth와 uniform grain size를 가정하였다. 안정화 자성층(SL)에 비해 큰 두께를 가진 위층 주기기록층(ML)의 결정자기이방성 상수와 두께는 각각 Ku_1 , t_1 으로 표시된다. 두 자성층의 자화용이축은 2-D random으로 분포하며 각 grain의 자화방향은 Landau-Lifshitz-Gilbert dynamic equation에 따라 계산되어졌으며 이때 phenomenological damping parameter는 0.1로 주었다. 계산에 사용된 J 값은 기존 AFC media에 pure Co 층을 삽입함[3]으로 얻어진 0.5 erg/cm^2 에서 최대 0.9 erg/cm^2 까지의 범위였다. Monte-Carlo method를 통한 열적안정성 test는 superparamagnetic limit 근처인 $KuV/kT \sim 25$ 의 조건에서 데모했다.

3. 결과 및 고찰

Fig. 1은 t_2 를 변화시키기에 따른 written bits patterns과 각각에서 얻어진 SNR 값과 signal decay의 정도를 나타낸다. 여기서 $J=0.9 \text{ erg/cm}^2$, $t_1=11.5 \text{ nm}$, Ku_1 , $Ku_2=1.3 \times 10^6 \text{ erg/cm}^3$ 의 값을 가진다. t_2 가 6 nm까지 증가함에 따라 SNR은 점차 감소하는 반면 열적안정성은 증가되는 것을 알수 있다. 그러나 t_2 가 7 nm인 경우(d)는 나머지 경우와는 달리 자기이력곡선에서 kink position이 negative field 영역으로 옮겨가며 written

bits pattern에서도 bit transition이 상당히 왜곡되어짐으로써 SNR의 심각한 감소를 보이고 있다.

Fig. 2에는 t_2 를 변화시킴에 따라 $Ku_2 \cdot t_2$ 가 0.52 erg/cm^2 로 일정하도록 Ku_2 도 동시에 변화시킨 경우에 대한 결과가 앞의 Fig. 1의 (a), (b), (c)와 비교되어 있다. Ku_2 의 변화가 열적안정성에는 큰 영향을 주지는 않으나 Ku_2 를 감소함으로써 SNR의 증가를 얻을 수 있음을 확인할 수 있었다. 충분히 큰 J 값이 열적 안정성을 보장하고 있으나 여전히 SNR의 향상과 열적 안정성 사이에는 절충이 필요하다.

4. 참고문헌

- [1] Eric E. Fullertin, et al., Antiferromagnetically coupled magnetic media layers for thermally stable high-density recording , Appl. Phys. Lett., vol. 77(23), p.3806 (2000).
- [2] S. N. Piramanayagam, et al., Magnetic Properties and Swiching Field Control of Antiferromagnetically coupled Recording media , Presentation BA-06, Joint MMM-Intermag, Jan. 2001.
- [3] S. C. Oh, S. Y. Hong, K. J. Lee, H. J. Lee, and T. D. Lee, Enhanced exchange coupling constant and thermal stability of AFC media with thin Co interlayer, J. Appl. Phys., submitted for publication.

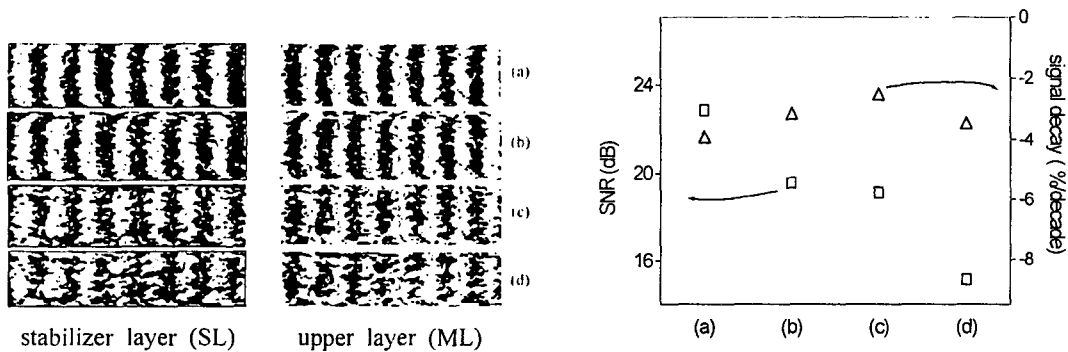


Fig. 1. Written bits pattern of AFC media with different t_2 at 396 kfci [left]. SNR and signal decay from the written bits [right]. For each case of (a), (b), (c) and (d), t_2 is 3, 4, 6, 7 nm, respectively

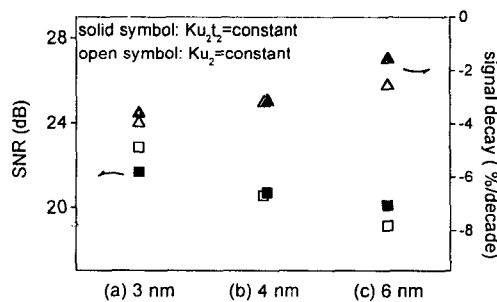


Fig. 2. SNR from the written bits at 396 kfci and signal decay at 350 K for the cases of (a) $t_2=3 \text{ nm}$, $Ku_2=1.733 \times 10^6 \text{ erg/cm}^3$, (b) $t_2=4 \text{ nm}$, $Ku_2=1.3 \times 10^6 \text{ erg/cm}^3$, (c) $t_2=6 \text{ nm}$, $Ku_2=0.866 \times 10^6 \text{ erg/cm}^3$ are compared with the results of Fig. 1 (a), (b) and (c).