

이중층 수직기록 매체에서 read/write 특성에 미치는 soft underlayer의 효과

한국과학기술원 이성철*, 탁영욱, 이택동
 삼성종합기술원 이경진

Effect of soft underlayer on read/write in double layered perpendicular recording media

KAIST S. C. Lee, Y. W. Tahk, and T. D. Lee
 SAIT K. J. Lee

1. 서론

수직기록매체에서 기록 밀도가 증가하기 위해서는 bit의 크기를 줄여야 하고, 이를 위해서는 writing head의 width와 thickness를 줄여야 한다. 그러나 head의 크기가 줄어들면 기록층의 자화를 반전시키기에 충분한 write field를 얻지 못한다. 이를 극복하기 위해 head의 tip부분을 trimming을 하여 작은 pole tip 크기를 가지면서도 큰 write field를 얻고, 여분의 magnetic field를 얻기 위해 soft underlayer를 도입하는 이중층 수직기록 매체가 제안되고 있다. 그러나 magnetic field를 위해 필수적인 soft underlayer는 noise를 증가시키는 단점을 가지고 있다. 본 연구에서는 signal, noise 그리고 SNR에 미치는 soft underlayer의 영향을 알아보면서 noise의 원인을 조사하였다.

2. 실험방법

soft underlayer, 자기기록층, 그리고 head를 포함하는 이중층 수직기록매체의 micromagnetic 전산 모사를 하였다. head field는 Fig. 1에 나타낸 head를 micromagnetics로 미리 계산하여 사용하였고, 자기기록층은 실제 grain configuration을 모사하기 위해 평균 7.1 nm, 표준편차 0.55 nm, 1.25 nm, 2.08 nm의 grain diameter를 가진 Voronoi cell [1]을 이용하였다. soft underlayer는 shape에 의한 demagnetizing field를 줄이기 위해 periodic boundary condition과 함께 기록층의 크기인 400 nm × 150 nm × 20 nm보다 큰 1200 nm × 1200 nm × 80 nm를 사용하였다. 기록층은 열적 안정성을 고려하여 $KuV/kT \sim 67$ 인 $Ku = 3.5 \times 10^6 \text{ erg/cm}^3$, grain 사이의 완전한 decoupling을 가정하여 $A = 0 \text{ erg/cm}$ 를 사용하였다. soft underlayer는 $Ku = 1.0 \times 10^4 \text{ erg/cm}^3$, $A = 1.0 \times 10^{-6} \text{ erg/cm}$ 를 사용하였다. 자기 이방성 방향은 기록층에서는 수직 방향, Soft underlayer에서는 cross track 방향으로 하였다. 자기 기록층과 soft underlayer 사이에는 exchange breaking layer 5 nm로 분리되어 있어 두 층 사이의 interlayer exchange coupling은 없다. readback signal은 Lindholm head의 reciprocity principle을 이용하여 구하였다.

3. 실험결과 및 고찰

Fig. 2에는 signal, noise, 그리고 SNR을 기록층의 grain 크기의 표준편차의 함수로 나타냈다. 기록층의 grain size의 표준편차가 커지면서 signal은 감소하고, noise는 증가하여, SNR은 감소하였다. grain size의 표준편차는 grain irregularity의 정도를 나타내는데, 이것은 grain irregularity의 증가로 transition의 jitter가 증가했기 때문이다. 따라서 고기록 밀도를 위해서는 grain size의 uniformity가 중요하다.

signal, noise, SNR에 대한 soft underlayer의 영향을 알아보기 위해, 두 가지의 data를 구하였다. RL은 기록층의 자화에 의한 readback signal로부터 구한 data이고, RL+SUL은 기록층과 soft underlayer의 자화에 의한 readback signal로부터 구하였다. soft underlayer에 의해 signal이 증가하지만, noise의 증가 요인이 더 커서 soft underlayer에 의해 SNR이 ~ 0.7 dB 감소하였다. head가 writing을 하고난 후, soft underlayer에는 기록층의 written bit에 의해 magnetostatic field와 soft underlayer 자체의 exchange field가 존재하게 된다. 기록층의 bit에 의한 magnetostatic field는 soft underlayer의 자화 pattern을 기록층의 bit와 in-phase로 만드는 반면, soft underlayer 자체의 exchange field는 out of phase로 만드는데 기여한다. Fig. 2로부터 soft underlayer 내의 exchange interaction이 noise의 요인으로 작용함을 알 수 있다.

4. 결론

grain irregularity는 transition jitter를 증가시켜 SNR을 감소시킨다. soft underlayer에 의해 signal은 증가하지만 noise의 증가로 인해 SNR이 감소하였다. 따라서 soft underlayer 내의 exchange interaction은 noise의 요인으로 작용한다.

5. 참고 문헌

- [1] R. W. Chantrell, K. M. Tako, M. Wongsam, N. Walmsley, and T. Schrefl, J. Magn. Magn. Mater. 175, 137 (1997)

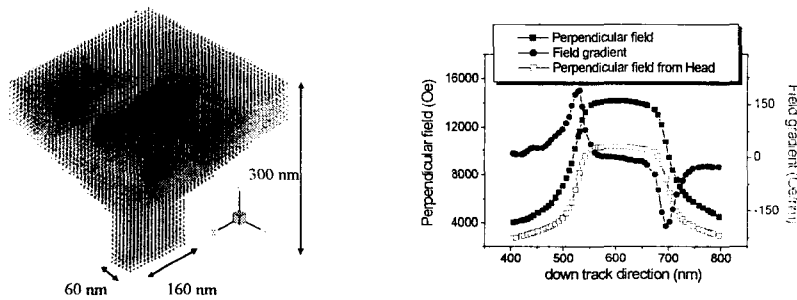


Fig. 1. Dimension, magnetization distribution of trimmed single pole head and field distribution at the center of recording layer.

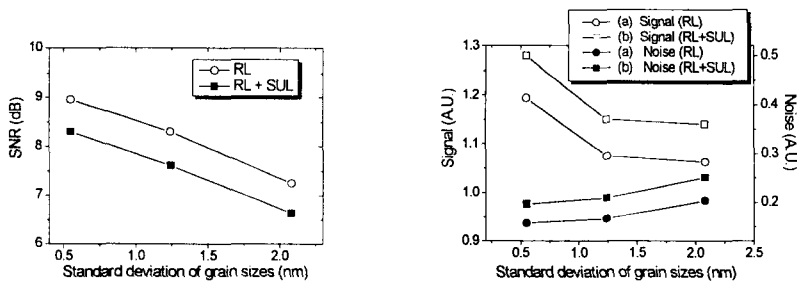


Fig. 2. Signal, noise, and SNR as function of standard deviation of grain size of recording layer. RL calculated from the readback signals of recording layer. RL+SUL calculated from the readback signals of recording layer and soft underlayer.