

## 얇은 Co interfacial layer를 가지고 있는 AFC 매체의 자기적 특성

오세충, 탁영욱, 이택동

### 1. 서론

최근에 반강자성 결합된 매체(AFC media)가 기록된 비트의 열적 불안정성을 극복하기 위해 제안되었다 [1, 2]. AFC 매체는 recording layer(top)가 얇은 Ru층에 의해 stabilizing layer(bottom)와 분리되어 있고, 이들 두 자성층들은 반강자성 교환결합 상수,  $J_{ex}$ 에 비례하여 반강자성적으로 결합되어 있는 구조를 가지고 있다. 이와 같이 배치된 매체는 전체  $M_{rt}$ 를 감소시킬 수 있고, 또한 반강자성 결합에 의해 자화반전을 위한 energy barrier가 증가로 매체의 열적 안정성이 크게 개선된 것으로 보고되고 있다. AFC 매체의 열적 안정성과 recording properties는 교환결합 상수의 크기에 크게 의존하나, 기존의 Co 합금의 경우에는 spin polarization의 감소로 큰 교환결합 상수를 얻는 것이 어려웠다. 따라서 본 연구에서는 큰 교환결합 상수를 얻기 위해 Ru 층과 자성층 계면에 얇은 interfacial Co layer를 증착 하였고, 이들의 조성과 두께가 교환결합 상수에 미치는 영향을 조사하였다.

### 2. 실험방법

Co-allOy(10 nm)/Co(t)/Ru(0.6 nm)/Co(t)/Co-alloy(2.5 nm)/CrMo(20 nm)구조를 가진 다층박막이 기판온도 200 °C에서 산화막이 코팅된 Si기판 위에 성막 되었다. 자성층의 조성은  $Co_{67.8}Cr_{17.6}Pt_{14.6}$ 이, 그리고 하지층은  $Cr_{80}Mo_{20}$ 이 사용되었다. AFC 매체의 반강자성 결합 자장,  $H_{ex2}$ 는 VSM을 이용하여 측정하였다. AFC media의 열적 안정성은 micromagnetic simulation으로부터 계산하였고, 이것을 single layer media와 비교하였다.

### 3. 실험결과 및 토론

그림 1은 interfacial Co layer의 두께에 따른 M-H 곡선의 변화를 나타난 것이다. stabilizing layer의  $H_{ex2}$ 는 Co layer를 가진 AFC 매체에서 보다 더 positive 방향으로 이동되어, stabilizing layer와 recording layer의 히스테리곡선이 분리되어 나타남을 관찰할 수 있다.

그림 2는 Co layer 두께에 따른 stabilizing layer의  $H_{ex2}$ 와  $J_{ex}(=H_{ex2} \times M_s t_2)$ 의 변화를 나타낸 것이다.  $H_{ex2}$ 는 Co layer 삽입되면서 초기에 급격하게 증가하다가 두께를 더 증가시키면 약간 증가하는 경향을 보인다. 급격한 증가는 Co layer의 증가에 의한  $J_{ex}$ 의 증가에 기인하고, Co layer 두께가 1.5 nm인 경우에,  $H_{ex2}$ 는 약간 감소하는데, 이는 Co layer두께 증가에 의한 stabilizing layer 두께, 즉  $t_2$ 의 증가에 기인한다.

또한  $J_{ex}$ 는 Co layer의 두께가 증가함에 따라 급격히 증가하다가 1 nm 이상의 두께에서는 약간 증가하는 경향을 보인다. Co layer 두께가 1~ 2.5 nm 일 때  $J_{ex}$ 는  $0.59 \sim 0.71 \text{ erg/cm}^2$  으로 기존의 interfacial Co layer가 없는 AFC 매체의  $0.1 \text{ erg/cm}^2$  에 비해 크게 증가함을 관찰할 수 있다. 이러한  $J_{ex}$ 의 증가는 Ru 층과 접촉하고 있는 Co 층의 Co 함량에 크게 의존하는 것으로 판단된다.

서로 다른  $J_{ex}$  ( $0, 0.5, 0.9 \text{ erg/cm}^2$ )를 가진 매체들의 열적 안정성을 조사하기 위해 micromagnetic simulation으로부터 SNR decay가 계산되었다.  $J_{ex}$ 가  $0.5 \text{ erg/cm}^2$  인 매체는 기존의 Co layer가 없는 AFC 매체와 거의 유사한 M-H 곡선을 보이고,  $J_{ex}$ 가  $0.9 \text{ erg/cm}^2$  인 매체는 Co layer를 가진 AFC 매체와 유사한 M-H 곡선을 나타내었다. 드라이브 작동온도인 350 °K 그리고 기록밀도 430 kfc로 쓰여진 이들 매체들의 SNR decay가 계산되었고, 그것을 그림 3에 나타내었다. single layer 매체의 경우, SNR decay는 가장 빠르게 진행되었으며 심지어 250 °K에서도 AFC 매체들보다 빠른 decay 특성을 보였다. 그림 3에 나타낸 것처럼 큰  $J_{ex}$  가진 매체에서 기록된 비트가 보다 열적으로 안정한 거동을 나타내었다.

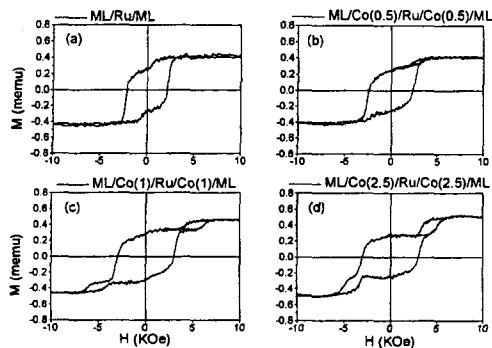


Figure 1. M-H loops of (a) AFC medium without Co layer, (b) AFC medium with 0.5 nm Co layer, (c) AFC medium with 1 nm Co layer, and (d) AFC medium with 2.5 nm Co layer.

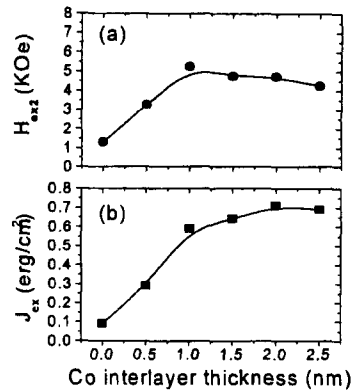


Figure 2. Dependence of (a)  $H_{ex2}$  and (b)  $J_{ex}$  on the Co layer thickness in CoCrPt (20 nm)/Co(t)/Ru(0.6nm)/Co(t)/CoCrPt(2.5 nm) films

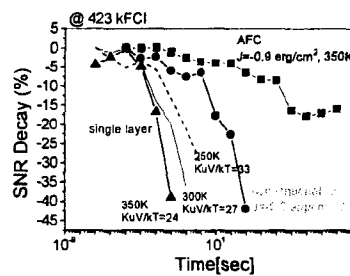


Figure 3. Signal decay at 350 K for 423 kfcI bits in various AFC media.

#### 4. 결론

AFC 매체에 얇은 interfacial Co layer를 삽입한 경우에  $J_{ex}$ 는  $0.7 \text{ erg/cm}^2$ 으로 크게 증가하였다. 이러한 증가는 Ru층과 접촉하고 있는 Co층의 Co 함량에 크게 의존하는 것으로 판단된다. 또한 큰  $J_{ex}$ 를 가진 매체에서 보다 열적으로 안정한 거동을 보임을 시뮬레이션으로부터 관찰하였다. 따라서 interfacial Co layer가 있는 AFC매체가 기존의 매체들에 비해 열적 안정성이 크게 개선될 것으로 판단된다.

#### 5. 참고 문헌

- [1] Eric E. Fullerton, D. T. Margulies, M. E. Schabes, M. Carey, B. Gurney, A. Moser, M. Best, G. Zeltzer, K. Rubin, H. Rosen, and M. Doerner, Appl. Phys. Lett., 77, 3806(2000)
- [2] E. N. Abarra, A. Inomata, H. Sato, I. Okamoto and Y. Mizoshita, Appl. Phys. Lett., 77, 2581(2000)