

Q-28

고밀도(100Gbit/in²) 자기기록을 위한 Synthetic Antiferromagnet을 이용한
좁은 트랙폭 Spin-Valve Head의 미소자기학 연구

한국과학기술원 탁영욱*
한국과학기술원 이택동

A Micromagnetics Study on the Narrow Track Spin-Valve Heads with
Synthetic Antiferromagnet for High Density(100Gbit/in²) Recording System

Korea Advanced Institute of Science and Technology Y. W. Tahk*
Korea Advanced Institute of Science and Technology T. D. Lee

1. 서론

100 Gbit/inch²의 고기록밀도를 달성하기 위해 기록매체는 훨씬 작은 bit length(~40 nm)와 track width(~160 nm)에 이를 것이다. MR sensor 역시 width와 height의 scale이 작아져야 하기에 pinned layer의 불안정성과 free layer에 미치는 magnetostatic field를 최소화하는데 유리한 Synthetic Antiferromagnet을 이용하게 된 것이다.[1, 2] 본 연구에서는 micromagnetic 모델링을 통해 synthetic antiferromagnet(SyAF)를 이용하며 permanent magnet으로 biased되는 narrow track SV head에서의 sensor structure의 parameter를 최적화하고자 한다. 또한 single domain model과의 편차를 조사함으로써 single domain model이 적합한 scale range를 밝히고자 한다.

2. 실험방법

SyAF에서 두 개의 Co층은 강한 층간-상호작용(interlayer indirect exchange coupling)으로 반대방향(antiparallel configuration)으로 배향된다. Cu 층의 두께 범위는 15-30Å이며 Free/Cu/Co/Ru/Co/IrMn에서 Ru의 두께를 7Å으로 주었으며 이 때 exchange constant를 $-0.15 \sim -0.3 \times 10^{-6}$ erg/cm의 minus값을 사용했다. IrMn층에 의해 Co_{pin1}층에 작용하는 pinning field는 500 Oe으로 주었다. free layer와 permanent layer 사이의 exchange coupling은 없다고 가정하였다. MR response는 freelaye, Co_{ref} 층의 자화방향의 각도차 $\Delta\theta$ 의 함수, $-\cos(\Delta\theta)$ 로 표현되며 x-y plane의 같은 위치의 cell들에서의 값을 평균한 $\langle -\cos(\Delta\theta) \rangle$ 를 이용했고 이것은 실제 GMR ratio가 아닌 normalized된 상대적인 값이다.

3. 실험결과 및 고찰

MR width를 120 nm, Co/Ru/Co의 exchange coupling constant를 -0.25×10^{-6} erg/cm, SyAF의 pinning field를 500 Oe로 고정시키고 나머지 stripe height, gap, sensor layer thickness 등의 변수를 변

화시키면서 gap depth 방향(y)으로 인가되는 외부 자장에 대한 MR 거동을 알아보았다.

우선 Gap이 1200Å, width(0.12μm)인 경우에 height의 비가 0.5, 0.75, 1.0, 2.0일 때의 MR transfer 를 계산해보았다. Fig. 1.(a)에서 height가 0.24μm인 경우(h/w=2.0)에는 상당히 큰 이력을 나타내지만 height가 0.06μm에서는(h/w=0.5) 거의 이력없는 선형성(linearity)이 좋은 MR transfer를 보이고 있다.

다음으로 SyAF(Co_{ref}/Ru/Co_{pin1}) 두께가 20Å/7Å/20Å인 경우와 15Å/7Å/25Å인 경우를 비교해보았다. Fig. 2.에서 MR height가 0.09μm이며 freelayer 두께는 45Å이다. symmetry가 비교적 좋은 20Å/7Å/20Å에 비해서 15Å/7Å/25Å에서는 Co_{ref}의 magnetostatic field보다 Co_{pin1}의 magnetostatic field가 더 크기 때문에 MR transfer curve가 전체적으로 왼쪽으로 (- Hy 방향) shift되어 있다. 이런 shift는 MR sensor를 흐르는 전류를 바꾸어서 control할 수 있다.

4. 결론

MR width가 0.12μm이며 Gap이 1200Å, 450Å인 경우, 계산에 선택된 height 중에서 0.06μm에서 가장 linearity가 좋은 MR transfer를 얻었으며 Mrt(PM)이 약 0.2 memu/cm²에서는 height=0.06μm 이하에서 single domain like behavior라고 볼 수 있다.

5. 참고문헌

- [1] J. L. Leal, M. H. Kryder, "Spin valves exchange biased by Co/Ru/Co synthetic antiferromagnets", J. Appl. Phys., Vol. 83(7), pp.3720-3723, 1 April 1998
- [2] J. G. Zhu, "Spin Valve and Dual Spin Valve Heads with Synthetic Antiferromagnets", IEEE Trans. on Mag., Vol. 35, pp. 655-660, 1999

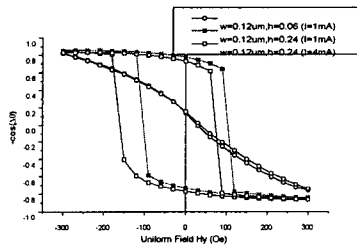


Fig. 1. (a)

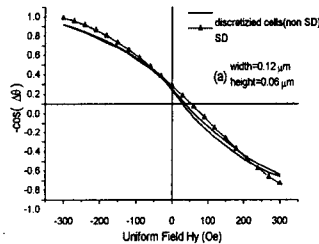


Fig. 1. (b)

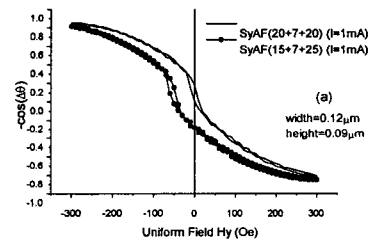


Fig. 2.

Fig. 1. MR transfer curves of SyAF SV sensor with Free(45Å)/Cu(20Å)/SyAF(20Å/7Å/20Å)/IrMn(188Å), width= 0.12μm, g₁=550Å, g₂=350Å, Mrt(PM)=0.197 memu/cm² for different values of the MR height, 0.06μm, 0.24μm

Fig. 2. MR transfer curve of Free(45Å)/Cu(20Å)/SyAF/IrMn(188Å), width=0.12μm, g₁=550Å, g₂=350Å, Ms(PM)= 300 emu/cc, Ku(PM)=1.56×10⁻⁶ erg/cc for two cases of SyAF thickness, (20Å/7Å/20Å) and (15Å/7Å/25Å) with height= 0.09μm