

C12

자기 기록매체에서 자구와 자벽의 거동에 대한 연구.

충북대학교 김은구*, 구은영
한승기, 유성초

Dynamics of Domains and Wall in the Magnetic Recording Media.

Chungbuk, Nat'l Univ. : E. G. Kim*, E. Y. Koo
S. K. Han, S. C. Yu

1. 서론

자기 기록매체에서 자구(magnetic domain)와 자벽(magnetic wall)의 생성과 성장 과정은 매우 중요하다. 자기 기록 매체에서 필수적 요건은 기록과 소거를 반복 했을때 자구가 안정하게 유지되느냐에 관련이 있다. 즉 높은 기록밀도를 갖추기 위해서는 자구의 크기가 작고 균일 해야만 하고, smooth한 boundary 를 가져야만 된다. 이런 현상을 체계적으로 관찰하기 위해서는 자구의 형성 과정을 잘 이해할 필요가 있다. 따라서 본 연구에서는 computer 을 이용하여 자구와 자벽의 생성과 성장 과정에 영향을 주는 micromagnetic 변수들에 따른 자벽의 모양을 관찰 하였다.

2. 실험방법

자화(magnetization)의 거동(dynamics)을 지배하는 기본법칙은 applied torque와 각운동량의 시간 변화율과 관계가 있다. 한 지점의 dipole moment m 과 그 moment 에 작용하는 effective field $H^{(eff)}$ 가 있다면 magnetic moment 의 시간에 따른 변화는 effective field에 의해 좌우 된다. 이런 모델은 Landau-Lifshitz-Gilbert (LLG)방정식에 의해 알려져 있다. 즉 토크는 $m \times H^{(eff)}$ 이고 각운동량은

$\frac{m}{\gamma}$ (γ = effective gyromagnetic ratio)이다. 그러므로 $\dot{m} = \gamma m \times H^{(eff)}$ 이고,

$$H^{(eff)} = H^{(ext)} + H^{(anis)} + H^{(shg)} + \sum_{SI} H^{(dem)} + \frac{a \dot{m}}{\gamma m} \text{ 이다.}$$

이식으로 부터 자화의 시간에 따른 변화과정을 Runge-Kutta algorithm을 이용하여 numerical 하게 구하였다. dimension은 64 x 64 인 square lattice 를 사용하였고, 각각의 cell은 $d \times d \times h$ ($d = 10 \text{ \AA}$, $h = 500 \text{ \AA}$)으로 하였다. 각각의 cell은 자화(M_s), 이방성 상수(K_u), exchange stiffness 상수(A_x), 와 anisotropy axis(θ_0, φ_0) 등과 같은 변수로 활당 하고, 이런 micromagnetic 변수에 따른 자구와 자벽의 모양이 변화는 정도를 관찰 하였다.

3. 실험결과 및 고찰

Fig. 1 은 각각의 cell이 $M=100\text{emu/cm}^3, K_u=10^6\text{erg/cm}^3, A_x=10^{-7}\text{erg/cm}$ 이고 random axis anisotropy $\delta_\theta = 0$ 로 하였을때의 domain wall당 에너지에 대한 실험 결과 이다. 시간이 20 psec 근처에서 exchange 에너지는 급격히 감소하고 반면에 anisotropy 에너지는 증가 하였다. 그리고 demagnetic 에너지는 약간 감소하였다. 평형 상태의 에너지는 1.428 erg/cm^2 이다. 이는 $\sigma_{wall} = 4\sqrt{A_x K_u} = 1.265\text{erg/cm}^2$ 의 이론에 의한 계산 값과 약간의 차이가 있다. 그 원인은 실험 결과에는 demagnetic 에너지가 포함되어 있기 때문이다. 따라서 총 에너지에서 demagnetic 에너지를 공제하면 자벽당 에너지는 1.267erg/cm^2 로 이론식과 거의 일치 함을 알 수 있다.

Fig. 2 는 random axis anisotropy를 달리 했을때 자벽당 에너지를 나타낸 것이다. anisotropy 에너지는 δ_θ 가 증가 할 수록 커지는 경향을 보여주고, exchange 에너지는 감소 하였다. 그리고 모든 경우에 자벽 안에서 2π bloch line 이 나타 났다.

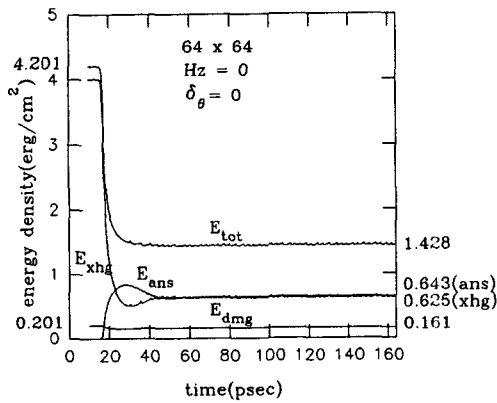


Fig. 1

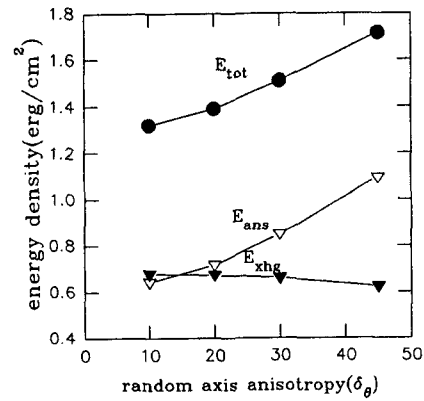


Fig. 2

4. 결론

본 실험의 결과는 이론에 의한 결과와 잘 일치 함을 알 수 있었고, random axis anisotropy 를 달리 했을 때의 자벽의 모양이 변화 함을 알 수 있었다. 즉 자벽 안에서 2π bloch line 이 나타나고, 이 bloch line의 수가 증가 할 수록 exchange 에너지는 커지는 경향이 있다. 이와 같은 현상은 random axis anisotropy 에 의해 국부적으로 평형 상태에 도달 하는 방향이 다르기 때문인 것으로 생각 된다.

5. 참고 문헌

1. M. Mansuripur, J. Appl. Phys. 61, 3334 (1987)
2. M. Mansuripur, J. Appl. Phys. 63(12), 5809 (1988)
3. M. Mansuripur and R. Giles, Comput. Phys. 4, 291 (1990)
4. M. Mansuripur and R. Giles, Comput. Phys. 5, 204 (1991)