

A MODELLING OF MAGNETIZATION REVERSAL DYNAMICS
 IN MAGNETO-OPTIC MEMORY SYSTEMS

Soong Sil University E. S. Han*
 Soong Sil University S. C. Jo

1. 서 론

광자기 기억 장치의 지속적인 성능 향상을 위해서는 여러 특성 모델링이 필요하다. 그중에서도 특히 중요한 광자기 기록 및 소거 특성을 모델링 하기 위해서는 자화 반전 역학에 대한 이해가 요구된다. M. Mansuripur 는 이것들을 종합하여 비정질 광자기 매체에서의 자화 반전 과정에 대한 양적 (quantitative) 설명을 제시하였다^[1]. 본 논문에서는 시간 변화에 따른 자화 변화를 기술하는 LLG (Landau - Lifshitz - Gilbert) 방정식에 기초를 두고 감자계 (Demagnetizing field) 를 고려하여 자화 반전 모델의 컴퓨터 시뮬레이션을 Sun SPARC Station 2 에서 수행하였다.

2. 연구방법

30 X 30 정방형 격자에서 격자에 자화 방향의 초기 분포를 설정하여 시뮬레이션을 시작한다. LLG 방정식 사용하여 각 셀 (cell) 의 H_0 와 H_z 를 계산한다^[2,3]. 교환 자계를 계산하기 위해서 인접한 셀은 각 셀의 상, 하, 좌, 우에 위치한 4 개의 셀을 고려하고, 감자계를 계산하기 위해서 \vec{m} 에 영향을 미치는 셀의 갯수는 20 개를 고려하여 시뮬레이션 하였다^[4].

3. 연구 결과 및 고찰

계산에 사용된 파라미터의 값들은 다음과 같다 : 자화 $M = 100 \text{ emu/cm}^3$, 점성 댐핑 값 $\alpha = 0.5$, 격자 간격 $d = 10 \text{ \AA}$, 교환 계수 $A_x = 10^{-7} \text{ erg/cm}$, 단축 이방성 에너지 밀도 $K_u = 10^6 \text{ erg/cm}^3$, 자이로 마그네틱 비 $\gamma = -10^7 \text{ Oe}^{-1}\text{s}^{-1}$. 수직 방향으로 완전한 단축 이방성을 갖는 매체를 고려하여 왼쪽 10 열은 자화의 방향이 위로, 나머지 20 열은 방향이 아래를 향한다고 가정한다. 그림 1(a) 는 위의 초기 조건하에서 알고리즘에 따라 반복수행 (iteration) 한 결과로써 자기 시스템의 교환에너지, 자기 이방성 에너지, 감자계 에너지 그리고 총 에너지의 시간에 대한 변화를 나타낸다. 그림에서 보듯이 28 psec. 후에 100 A 두께의 자벽을 갖는 자구가 형성됨을 알 수 있다. 감자계를 고려하지 않은 경우는 이보다 늦은 38 psec. 후에 100 A 두께의 자벽을 갖는 자구가 형성되었다. 그림 1(b) 는 그림 1(a) 의 상태를 초기 조건으로 하여 외부에서 1 kOe 의 자계를 인가했을때, 그 자기 시스템의 평균 격자 자화값의 변화와 평균 자화의 시간에 대한 변화율인 자벽의 속도를 나타내고 있다. 자벽의 평균 이동 속도는 12.60 m/s 임을 알 수 있다. 감자계를 고려하지 않은 경우는 12.04 m/s 의 속도로 자벽이 이동함으로 감자계를 고려한 경우에 자벽 이동 속도가 빠름을 알 수 있다. 주어진 파라미터들로부터 이론적인 자벽 두께의 값과 자벽의 이동도의 하한값은 다음과 같이 구할 수 있다^[1].

$$\pi\Delta_0 = \pi \sqrt{A_X/K_U} = 99.4 \text{ \AA}$$

$$\mu_w = \alpha |\gamma| \Delta_0 / (1 + \alpha^2) = 12.65 \times 10^{-3} \text{ m/s/Oe}$$

여기서 $\pi\Delta_0$ 는 자벽의 두께, μ_w 는 자벽의 이동도를 나타낸다. 이 이론값과 시뮬레이션 결과를 비교하여보면, 자벽의 두께는 99.4Å 과 100Å 으로 거의 일치함을 알 수 있고, 자벽의 이동도도 또한 $12.65 \times 10^{-3} \text{ m/s/Oe}$ 와 $12.43 \times 10^{-3} \text{ m/s/Oe}$ 로써 거의 일치함을 알 수 있다.

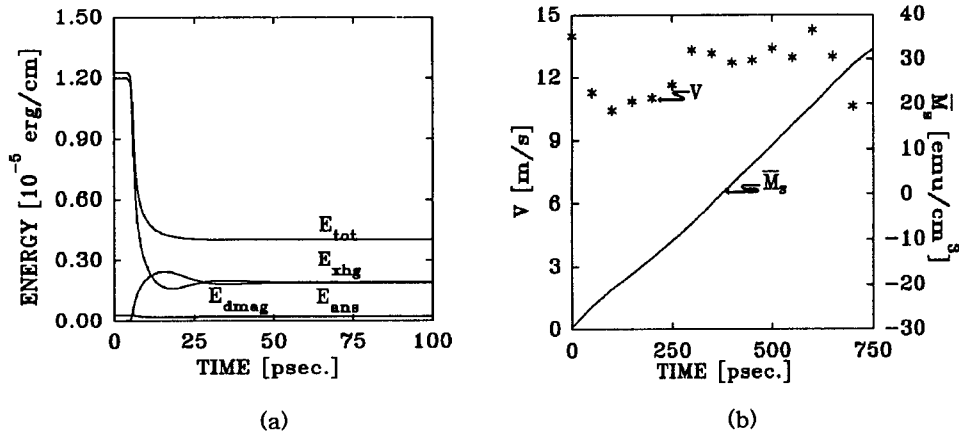


Fig.1(a). Exchange energy, anisotropy energy, demagnetizing energy and total energy of the magnetic system.

Fig.1(b). Average lattice magnetization and wall velocity vs time under and applied field $H_{ext} = 1 \text{ kOe}$.

4. 결 론

본 연구의 목적은 광자기 기록 장치의 기록 및 소거 과정 즉 자화 반전 과정을 컴퓨터 시뮬레이션하는 데 있다. 우선, 역방향의 자화가 박막내에 생성되어 있고, 단축 수직 자기 이방성이 존재하며, 20 개의 셀로부터 영향을 받는 감자계를 고려한 경우에 인가된 자계하에서의 자벽 이동을 컴퓨터 시뮬레이션하였다. 우선 감자계를 고려한 경우가 고려하지 않은 경우보다 자벽 형성 시간이 38 psec. 에서 28 psec. 로 10 psec. 빨라짐을 알 수 있었고, 자벽의 이동 속도 또한 감자계를 고려한 경우는 12.60 m/s, 고려하지 않은 경우는 12.04 m/s 로써 고려한 경우가 0.56 m/s 빠름을 알 수 있다. 더 정확한 계산을 위해서는 감자계를 고려할 때 더 많은 셀로부터 영향을 포함해야 한다.

5. 참고문헌

- ① M. Mansuripur, J. Appl. Phys. 63, p.5809 (1988)
- ② M. Mansuripur and M. F. Ruane, IEEE Trans. Magn. 22, p.33 (1986)
- ③ J. D. Jackson, Classical Electrodynamics (Wiley, New York, 1975)
- ④ F. B. Hildebrand, Introduction to Numerical Analysis (McGraw-Hill, New York, 1956)