

## NiFe / TbCo 박막 자기 특성의 컴퓨터 시뮬레이션

숭실대학교

서정교\*, 조순철

## COMPUTER SIMULATION OF MAGNETIC PROPERTIES OF NiFe AND TbCo BILAYER

Soong Sil University

J. Seo\*, S. Jo

## 1. 서 론

고밀도 재생 헤드로 사용되고 있는 자기저항 헤드는 출력 파형의 비선형과, 잡음(Barkhausen Noise)이 크다는 단점이 있다. 잡음은 단자구 상태로 만들어 제거할 수 있으며, 출력 파형의 비선형은 수직 방향으로 바이어스를 인가해서 제거 할 수 있다. 이 바이어스를 인가하기 위해서 TbCo 박막을 증착 시키는데, 본 논문에서는 이렇게 증착된 이층 박막의 자기 특성을 시뮬레이션 하였다. 특히 천이영역 두께의 변화에 따른 자기이력 곡선의 변화를 조사했으며, 직접 RF diode 스퍼터링 방법으로 제조한 박막의 자기이력 곡선과도 비교하였다.

## 2. 시뮬레이션 방법

소자를 충분히 크게 만들어서 감자장 효과를 무시할 수 있는 경우, 이층박막에는 이방성 에너지, 교환 에너지, Zeeman 에너지가 존재하게 되고, 이 에너지를 최소로 만드는 방향으로 자화가 분포된다[1]. 이 조건을 만족하는 자화의 분포가 각 박막 내부에서는 식(1)로 표시되고, 식(2)는 계면에서의 자화 분포를 표시한다.

$$K\sin(2\theta) - 2A \frac{d^2\theta}{dz^2} + H_a M_s \sin(\theta - \theta_h) = 0 \quad (1)$$

$$\frac{d\theta_i}{dz} = \frac{K_i}{2A_i} \sin(\theta_{2i} - \theta_{1i}) \quad (2)$$

여기서  $K$ ,  $M_s$ ,  $H_a$ ,  $A$ ,  $K_i$  는 이방성 상수, 포화자화, 인가 자장, 자기 교환상수, 계면 교환결합상수이다. 각 층에서의 자화를 나타내기 위해서,  $\cos \theta$  를  $m_x$ ,  $\sin \theta$  를  $m_y$  로 표시하고 각각은 각 층에서의 정규화된 자화값을 나타낸다.  $\theta$  는 자화용이 방향과 자화방향 사이의 각이고,  $\theta_h$  는 자화용이 방향과 인가된 자장 사이의 각이다. 위의 식의 해를 구하기 위해서 Newton 법과 Gauss Seidel 방법을 사용하였으며, 오차의 한계를  $10^{-8}$  이하로 하였다. 자장이 인가되지 않았을 때, 초기 자화는 자화용이 방향으로 놓여져 있고, 자장은 자화용이 방향의 반대로 가해졌다고 가정했다.

## 3. 시뮬레이션 결과 및 검토

Fig. 1, Fig. 2 는 TbCo 두께 800 Å,  $K_{TbCo} = 3 \times 10^5 \text{ erg/cm}^3$ ,  $A_{TbCo} = 4 \times 10^{-5} \text{ erg/cm}$  를 조건으로 한 시뮬레이션의 결과이다. Fig. 1 에서 실선은 계면 교환결합상수  $K_i = 40 \text{ erg/cm}^2$  일때, 점선은  $K_i = 0.4 \text{ erg/cm}^2$  일때의 자기이력 곡선이다. Fig. 2 는  $K_i = 40 \text{ erg/cm}^2$  일때, 인자된 자장을 변수로 두께에 따른 자화분포를 나타내었다. Fig. 3 은 TbCo 천이영역의 두께에 따른 자기이력 곡선의 변화를 나타내고, 천이영역의 두께가 얇을 때와 계면 교환결합상수가 작을때가 비슷한 곡선을 나타냄을 볼 수 있으며, 두께가 두꺼울수록 자기이력 곡선이 벌어지는 것을 볼 수 있다. Fig. 4 는 Perkin Elemer 2400 8L RF 스퍼터를 사용해서 NiFe 470 Å, TbCo 2400 Å 으로 제작한 박막의 자기이력곡선이다. 이 곡선은 Fig. 1 에서 보인  $K_i = 0.4 \text{ erg/cm}^2$  일때의 곡선과 비슷하다.

#### 4. 결 론

본 연구는 시뮬레이션에 의해 박막의 자기이력 곡선과 자화의 분포상태를 미리 예측 할 수 있게 하며, 제작한 박막의 자기이력 곡선으로 측정할 수 없는 계면 교환결합상수등을 추정하는데 이용할 수 있을 것으로 사료된다.

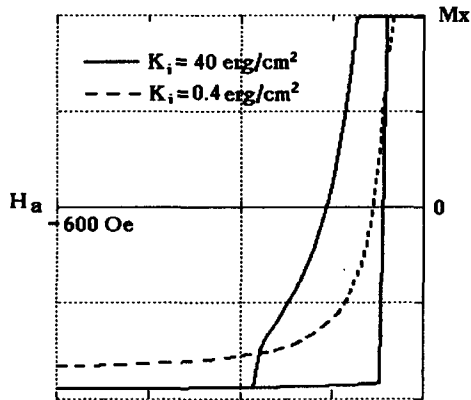


Fig. 1. M-H curve variations with interfacial exchange constant.

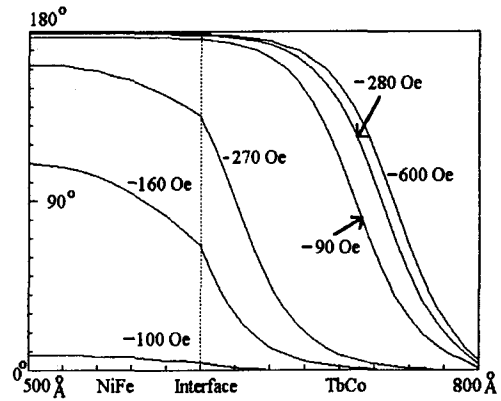


Fig. 2. Magnetization distribution in the NiFe/TbCo bilayer as the applied field is varied ( $K_i = 40 \text{ erg/cm}^2$ ).

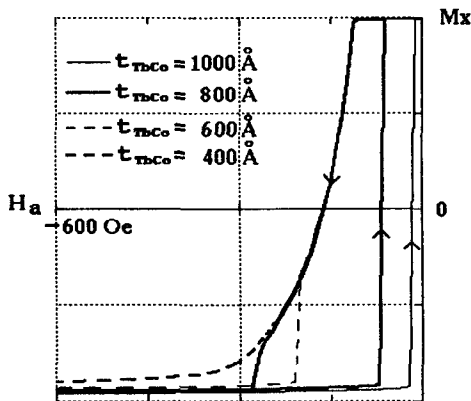


Fig. 3. M-H curve variations with TbCo transition layer thickness.

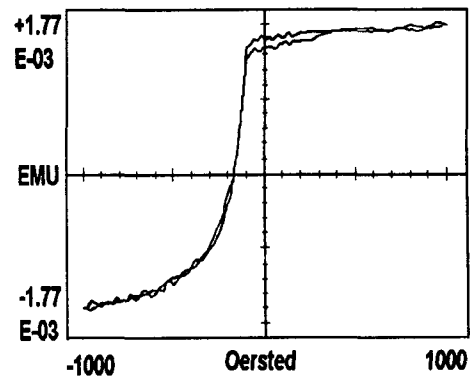


Fig. 4. Measured M-H curve. Sample is made by RF-diode sputter with thickness of 470 Å NiFe and 2400 Å TbCo.

#### 5. 참고문헌

- [1]. N. Smith, W. C. Cain, J. Appl. Phys., 69(4), pp. 2471-2479, (1991).