

**Q-16**

NiO/NiFe 이층박막에서 AMR 측정에 의한 일축이방성의 온도 의존성 분석

선문대학교 박 병승\*, 김 기덕, 김 철기  
현대전자 김 동영  
상지대학교 박 창만

Analysis of Temperature Dependence of Uniaxial Anisotropy by AMR Measurement in NiO/NiFe Bilayers

Sunmoon University B. S. Park\*, K. D. Kim, C. G. Kim  
Hyundai Electronics Industries. D. Y. Kim  
Sasngji University C. M. Park

1. 서 론

최근에 이방성 자기저항(anisotropic magnetoresistance, AMR)에 관한 연구 중 일부 논문에서 결정자기이방성 효과에 대한 발표가 이루어지고 있다.[1][2] 본 실험에서는 NiO/NiFe로 이루어진 이층박막에서 이방성 자기저항의 온도의존성을 교환결합력(exchange coupling field,  $H_{ex}$ ), 보자력(coercive field)과 결정자기 이방성(crystalline anisotropy)에 대해 분석하였다.

2. 실험

NiO(300 Å)/NiFe( $t$ ) ( $t = 50, 100, 300$  Å)로 이루어진 이층박막의 자기저항을 직류 자기장 하에서 각도( $\theta$ )의 함수로 측정하였다.  $\theta$ 는 측정 전류와 외부자기장이 수직인 경우를  $0^\circ$ 로 하여 측정전류 방향이 시계방향으로 돌아가면  $+\theta$ , 반시계방향으로 돌아가면  $-\theta$ 로 나타내었다.  $\theta$ 는  $-180^\circ$ 에서  $180^\circ$ , 온도는 30 K에서 상온 사이에서 측정되었다.

3. 실험 결과 및 고찰

그림 1(a)는  $t = 100$  Å의 시료에서 외부자기장이 0.7, 1.0, 1.5, 8.0  $H_{ex}$ 인 경우의 AMR 곡선을 나타내고 있다. 이 시료의  $H_{ex}$ 는 130 Oe로 측정되었다. 외부자기장이 0.7, 1.0  $H_{ex}$ 인 경우의 자기저항 곡선은  $\theta = 0^\circ$ 에 대해 비대칭을 보이고 있으며 이때 최대저항을 보이는 각도,  $\theta_m$ 는 약  $-112^\circ$ 이다. 그림 1(b)는 외부자기장이 0.7  $H_{ex}$ 에서 자기저항의 온도의존성을 나타내고 있다. 온도가 낮아지면서, 상온에서의 비대칭성은  $T = 100$  K에서 대칭적이었다가  $T = 50$  K에서 다시 비대칭을 보인다. 그리고,  $\theta_m$ 은 음의 값에서 양의 값으로 바뀌었다.

그림 1(c)는 단자구 모델[2]을 이용해서 이방성 자기장,  $H_K$ ,과 이방성 자기장의 각도,  $\gamma$ ,를 변수로 컴퓨터 프로그램에 의해 계산된 자기저항곡선이다.  $\gamma = 0^\circ$ ,  $H_K = 0$  Oe인 경우 AMR 곡선은  $\theta = 0^\circ$ 를 기준으로 대칭적이다. 그리고  $\gamma = \pm 20^\circ$ ,  $H_K = 1.0 H_{ex}$ 인 경우 AMR 곡선은 비대칭성을 보이며,  $\gamma = +20^\circ$ 이면  $\theta_m$ 가 음의 값을,  $\gamma = -20^\circ$ 이면 양의 값을 나타낸다. 이를 통해서 우리는 온도가 낮아지면서  $\gamma$ 의 부호가 바뀌고,  $H_K$ 의 값이 증가함을 알았다.

4. 참고 문헌

- [1] Zhenghong Qian, John M. Sivertsen, and Jack H. Judy, J. Appl. Phys., 83, 6825 (1998).  
 [2] C. G. Kim, H. C. Kim, B. S. Park, D. G. Hwang, S. S. Lee, and D. Y. Kim, J. Magn. Magn Mater., in press (1998).

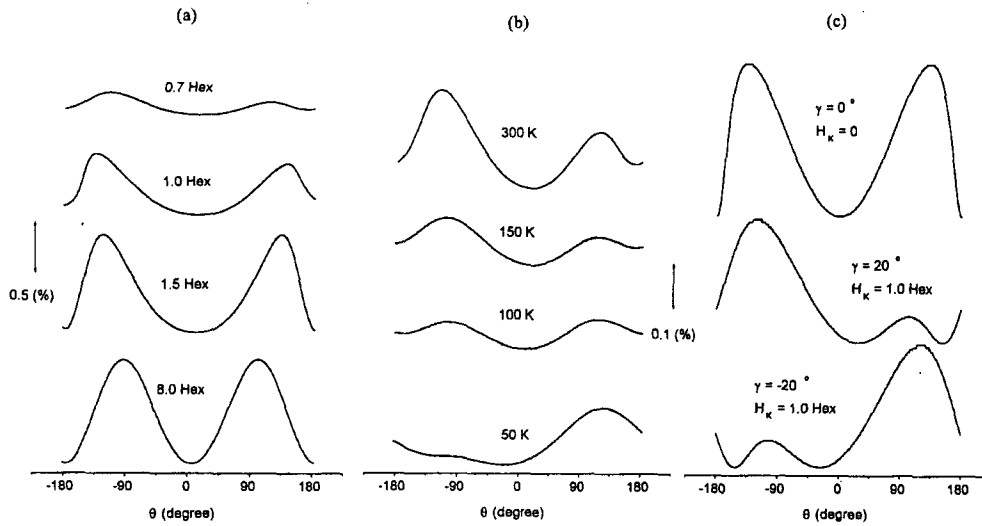


Fig. 1. Normalized AMR curves by maximum AMR ratio.  
 Measured results : (a)  $T = 300$  K, (b)  $H = 0.7 H_{ex}$   
 Calculated result : (c)  $H = 0.7 H_{ex}$