

펄로이 나노선의 자기이방상수 측정

문경웅^{1*}, 이재철^{1,2}, 최석봉¹, 신경호²

¹서울대학교 물리천문학부, ²한국과학기술연구원

1. 서론

S. S. P. Parkin에 의해 자구벽 메모리가 제안된 이후 펄로이 나노선소자에 대한 연구가 활발하다. 펄로이 나노선의 자성특성중 자기이방상수는 자구벽 메모리를 연구하는데 알아야 할 기본적인 상수이다. 기존의 측정장치 중에 토크마그네토미터[1]로 자기이방상수를 측정할 수 있지만 시료의 크기가 작아질수록 신호가 줄어들어 나노선의 자기이방상수를 측정하기 어렵다. 이번 연구에서는 펄로이 나노선의 자기이방상수를 측정하는 새로운 방법을 제시하고자 한다.

2. 실험방법

자연산화된 실리콘 기판위에 Ti 5 nm/ Py 20 nm/ Ti 5 nm 박막을 dc-magnetron sputtering으로 증착하였다. 그 뒤 전자빔공정을 통해 길이 17 μm , 폭 130 ~ 820 nm 펄로이 나노선을 제작하였다. 나노선의 양끝에는 비등방성 자기저항(AMR)을 측정하기 위하여 전극을 증착하였다. 면방향에 평행하고 일정한 크기의 자기장을 인가한 상태로 시료를 한바퀴 회전시키며 AMR을 측정하였다. 자기장의 각도가 0도일때 자기장의 방향과 나노선의 방향이 나란하도록 설정하였다.

3. 실험결과

외부자기장의 각도(ϕ)에 따라 측정된 AMR을 그려주면 $\cos^2\phi$ 의 형태와 유사한 형태가 나타난다. 외부자기장의 세기를 바꾸어 같은 측정을 하면 외부자기장의 세기가 커질수록 $\cos^2\phi$ 의 형태에 점점 더 근접해 간다. 이 결과를 Stoner-Wohlfarth 단자구 이론[2]으로 맞춤을 해주면 자기이방상수가 구해진다. 외부자기장의 세기가 증가할수록 구해진 자기이방상수는 일정한 값으로 수렴해간다.

4. 고찰

잘 알려진 바와 같이 나노선의 폭이 줄어들수록 자기이방상수는 증가하는 것으로 밝혀졌다. 하지만 측정된 결과는 이론적으로 예상된 값보다 작다. 이러한 이유를 알아보기 위해 다양한 주기와 폭을 가지는 edge roughness에 대하여 자기이방상수를 계산해보았다. 그 결과 40 nm 주기를 가지고 폭은 10 nm의 roughness일 때 실험결과와 근접한 값을 보이는 것으로 확인했다.

5. 결론

이번 연구를 통하여 펄로이 자성나노선의 자기이방상수를 측정하는 새로운 방법을 제시하였다. 또한 측정결과와 다양한 edge roughness를 가지는 나노선에 대한 결과를 비교하여 edge roughness가 자기이방상수를 결정하는데 중요한 요인임을 밝혔다.

6. 참고문헌

[1] K. Agarwala, *Rev. Sci. Inst.* 59, 2265 (1988).

[2] E. C. Stoner and E. P. Wohlfarth, *IEEE Trans. Magn.* 27, 3475 (1991).