

TMR 소자에서 자기저항비의 교류전압 및 주파수 의존성 연구

배성철¹, 윤석수², 김동영^{2*}

¹포항 선린병원

²안동대학교 물리학과

터널링 자기저항(TMR)재료는 하드디스크의 헤드나 자기 메모리 등 스핀공학 분야의 제품 개발에 적용되는 핵심 소재이다. MgO를 절연체로 사용한 TMR 구조에서 자기저항비가 약 450% 이상의 우수한 특성을 갖는 재료가 이미 개발되었다. 그러나 TMR 재료는 터널링층으로 절연체를 사용하고 있으며, 절연층에 의한 전기용량은 주파수에 따른 임피던스의 변화를 가져온다[1]. 따라서 TMR 소자에 대한 교류 전압 및 주파수에 따른 임피던스 변화 특성은 정보 처리의 속도에 영향을 미치므로 이들의 변화 특성에 대한 분석이 필요하다. 본 연구에서는 자기저항비 특성이 우수한 MgO기반의 TMR 소자에 대한 교류전압과 주파수에 따른 임피던스를 측정하였으며, RC 등가회로를 적용하여 주파수 특성을 분석하였다.

Spin valve형 TMR재료는 광 식각법을 사용하여 $4 \times 4 \mu\text{m}^2$ 크기의 소자로 제작하였으며, TMR 소자의 임피던스는 임피던스 분석기를 (HP4192A) 사용하여 10 Hz ~ 10 MHz의 주파수범위에서 측정하였다. TMR재료의 저항은 두 강자성층의 자화 방향에 의존하며, 두 강자성층이 평행(P)인 경우와 반평행인(AP) 경우 스핀 의존성 산란에 의하여 자기저항이 달라진다. 이러한 저항 변화는 임피던스로 측정된다. Fig.1은 임피던스 측정법을 사용하여 교류 전압의 세기(V_{osc})에 따른 TMI 변화를 보인 것이다. TMI비는 V_{osc} 따라 감소하며, $V_{\text{osc}}=0.7 \text{ V}$ 이상에서는 P상태의 임피던스가 측정되지 않았다. 이러한 측정 결과에 대하여 TMR 소자의 교류 전압에 의한 스핀 토크 특성과 절연층에 의한 임피던스의 주파수 의존성에 대한 결과를 발표한다.

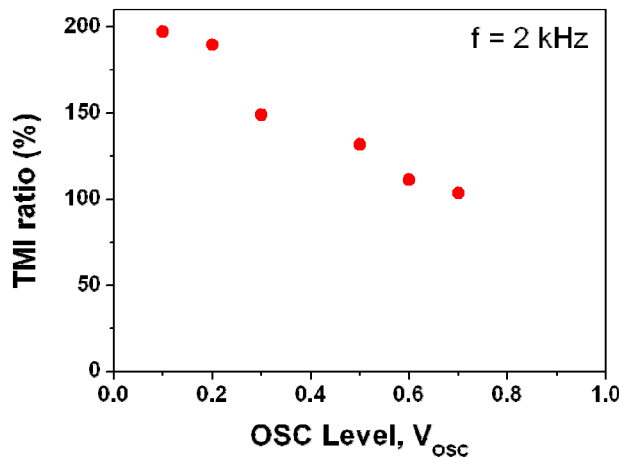


Fig. 1. TMI ratio vs OSC level measured at 2 kHz in MgO based TMR devices.

Reference

- [1] P. Padhan, et.al, Appl. Phys. Lett. 90, 142105 (2007)