

Q-9

**Magnetic Transport Properties of Layered granular
CoFe-HfO₂ films**

조 영목, 주 응길 한국과학기술원 재료공학과
김 효진 충남대학교 재료공학과

1. 서론

거대자기저항소자는 재료에 자기장이 인가시 그 전기적 저항이 크게 변화하는 소자로써 대용량 하드디스크 헤드와 자기장 센서등 여러분야로의 응용성이 기대된다.

이러한 자기저항소자는 초기에는 금속다층막이나 금속과립형태 박막으로 제조하였다. 이들 금속박막은 감지도가 크지 못하여 그 응용에 한계가 있다. 이에 상온에서도 30%의 자기저항비와 500e이하의 감지도를 갖는 강자성 금속/부도체/ 강자성 금속의 3층 접합구조에서의 터널링 현상이 발견되었다. 그러나 이 재료의 경우 중간의 부도체 장벽을 제조하는 것이 매우 어렵다는 점과 이론적으로 30%이상의 자기저항비를 얻을 없다는 단점이 있다. 이에 비해 부도체/강자성금속의 과립박막의 경우 제조하기에는 용이하지만 포화자장값이 커서 실용화에 문제점이 있다.

본 연구는 이러한 단점의 보완을 위하여 강자성체 금속/부도체 세라믹스의 다층막적인 증착을 통해 각 층의 두께 조절을 통하여 미세구조를 조절을 시도하였다. 금속층의 상대적인 두께를 감소시키므로써 연속적인 다층막에서 완전한 과립상태의 박막으로 미세구조의 조절이 가능해진다. 이렇게 제조된 과립형태의 박막의 경우는 기존의 과립박막에 비하여 작은 포화자장값을 갖는 것으로 나타났으며 안정적이며 재현성있는 자기저항 효과를 나타내었다.

2. 실험절차 및 방법

화학적으로 세정된 1 in x 1 in 크기의 Si (001)기판위에 rf magnetron sputtering방법을 이용하여 Co_{0.5}Fe_{0.5}(이하 CoFe)와 HfO₂ 박막을 표 1의 증착조건으로 증착하였다.

Table 1. Experiment parameters

	Co _{0.5} Fe _{0.5}	HfO ₂
base pressure	5x 10 ⁻⁷	
method	rf	rf reactive
working pressure	5 mtorr	2 mtorr
sputtering power	50W	250W
Subst. temperature	Room Temp.	
Sub. to target distance	40 cm	

강자성체 금속인 CoFe는 각각 10~60A의 두께로 0.25Å/sec의 속도로 증착되었으며, 한

편 부도체 장벽을 이루는 HfO_2 의 경우 60~100Å의 두께를 0.1Å/sec로 증착하였다. 제조된 시편의 미세구조 제어를 위하여 진공 RTA를 이용한 후속 열처리를 실시하였다. 제조된 박막의 cleanliness는 AES를 이용하여 확인하였으며, 결정구조 및 표면미세구조 관찰은 XRD와 SEM을 이용하여 연구하였다. I-V특성과 자기 저항 현상의 물성을 측정하기 위하여 하부와 상부전극으로 Pt를 이용한 접합체 구조를 제작하였다. 모든 시편의 경우 터널링 현상의 발생 유무를 확인하기 위하여 전류-간압특성을 측정하였다. 자화곡선 및 TMR현상을 측정은 VSM을 이용하였다.

3. 실험 결과

RF 마그네트론 스퍼터링법을 이용하여 강자성체와 부도체 세라믹스의 박막을 교대 증착을 통하여 다층막 형태의 시편을 제조하였다. 이 때 강자성체의 두께의 감소를 시키면 과립 형태의 미세구조를 갖는 박막으로 제어할 수 있다. 형성된 박막의 자기이력곡선 측정을 통하여 자기적인 특성을 조사한 결과 강자성체 금속인 CoFe의 두께가 20Å 이상에서는 모두 이력효과를 나타내었다. 이를 통하여 형성된 CoFe입자의 크기가 기존의 과립박막에 비하여 크게 형성됨을 유추할 수 있다. 완전한 이력효과를 나타내는 박막을 500°C에서 5분간 진공 열처리하면 보자력의 많은 증가를 나타낸다.

층수의 변화, 열처리 온도의 변화에 따라 자기저항특성을 측정하였으며 그림 1에 대표적인 결과를 도시하였다. 상온에서 30%의 자기저항비와 200 Oe이 포화자장값을 갖는 결과를 나타내었다. 기존의 과립박막에 비하여 매우 작은 포화자장값을 갖는 것으로 나타냄을 알 수 있으며 자기저항비 또한 매우 우수한 결과를 나타내고 있다.

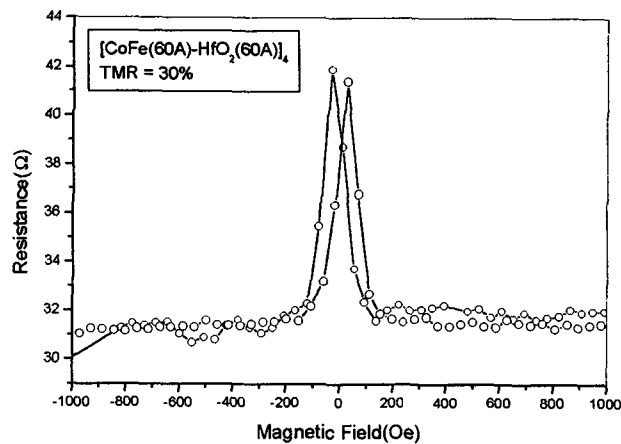


Fig.1. CoFe-HfO₂ 에서의 자기저항 곡선