

## Spin dependent tunneling magnetoresistance in Mumetal/ $\text{AlO}_x$ / $\text{Co}_{81}\text{Cr}_{19}$ /Ti junction

충남대학교 이 영 우\*, 김 종 오

고기능성 자성재료 연구센터 조 완 식

Chungnam National University Y. W. Lee\*, C. O. Kim

Research Center for Advanced Magnetic Materials W. S. Cho

### 1. 서 론

Mumetal/ $\text{AlO}_x$ / $\text{Co}_{81}\text{Cr}_{19}$ /Ti 구조를 갖는 스핀의존성 터널링 자기저항을 rf magnetron sputtering 법으로 제작하고 자기저항 특성과 전압-전류 특성을 평가하였다. 스핀을 유지하며 터널링이 발생하는 산화막은 전체 저항을 좌우하고 그 결과 저항 변화율의 크기에 영향을 미친다. 현재까지는 Al층을 대기중에 노출시키는 자연산화법과 산소분위기에서 열산화시키는 방법 그리고 산소플라즈마를 이용한 산화법이 많이 연구되었으며[1-3] 최근에는 산소분위기에 UV 복사를 이용한 방법[4]도 연구되고 있다. 본 실험에서는 Al층을 산화하기 위하여 최초로 과산화수소수( $\text{H}_2\text{O}_2$ )에서 발생하는 산소를 이용하여 산화막을 제작하였다.

### 2. 실험방법

샘플의 박막들은 모두 rf magnetron sputtering 법으로 Si 기판위에 제작되었다. 초기 진공은  $6 \times 10^{-7}$  torr 이하로 유지하였고 스퍼터링을 위한 Ar 가스 압력은  $1 \times 10^{-3}$  torr였다. 기판온도는  $17 \pm 1$  °C로 유지하였다. Si 기판은 아세톤과 이소프로필 알코올 중에서 10분간 초음파 세척을 하였다. 접합의 패턴은 SUS 재질의 하드 마스크를 이용하였으며 접합이 형성되는 면적은  $85 \mu\text{m} \times 85 \mu\text{m}$ 였다. 마스크를 교체하기 위해 샘플을 대기중에 노출시켰다. 적층순서는 버퍼층 Ti(60 Å), 하부 전극  $\text{Co}_{81}\text{Cr}_{19}$  (200 Å)을 제작하고 마스크를 교체한 후 Al (30 Å)을 제작하였다. Al을 산화시키기 위하여 산소 발생 촉매로 이산화망간( $\text{MnO}_2$ ) 0.5 g 을 첨가한 과산화수소수( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) 20 ml에 상온에서 5 초간 담그었다가 이소프로필 알코올로 헹구어낸 후 고순도 질소로 건조하였다. 그 후 마스크를 교체하고 Mumetal(300 Å)을 성막하였다. 패턴 샘플과 동시에 원형 샘플을 제작하여 진동 시료형 자력계(LDJ 9600)로 샘플의 자기적 특성을 평가하였다. 전류-전압 특성과 자기저항을 측정하기 위하여 4 단자법을 이용하였다.

### 3. 실험결과 및 고찰

그림 1에는 패턴 샘플과 동시에 제작된 원형 샘플의 자기이력 곡선을 나타내었다. 기판에 접착 특성을 향상시키기 위하여 삽입한 Ti층은  $\text{Co}_{81}\text{Cr}_{19}$ 의 경자성을 감소시킨다. Ti 층이 없을 때는 as-deposited 상태의  $\text{Co}_{81}\text{Cr}_{19}$ 층의 보자력이 300 Oe 이상이었으나 Ti층이

있을때는  $\text{Co}_{81}\text{Cr}_{19}$ 층의 자화 반전이 발생하는 반전 자기장(switching field)이 50 Oe 이하로 급격히 감소함을 알 수 있었다. 일반적으로 Co를 상온에서 증착할 때 많은 경우 비정질 상태로 있다가 500 °C 이상의 열처리를 통하여 hcp로 결정화되지만 Ti 하부층이 있음으로써 상온에서도 쉽게 hcp (001) 방향으로 결정성장이 발생함을 X선 회절을 통하여 확인하였다. 그 결과 자화용이축을 갖는 결정성장을 통하여 다층 박막에서  $\text{Co}_{81}\text{Cr}_{19}$ 층의 반전 자기장이 감소한다고 판단된다. 그림 2에는 정전류 10  $\mu\text{A}$ 에서 측정한 Mumetal/ $\text{AlO}_x$ / $\text{Co}_{81}\text{Cr}_{19}$ /Ti 접합의 자기저항 곡선을 나타내었다. 접합의 저항은 수십  $\text{M}\Omega \cdot \mu\text{m}^2$  로 플라즈마 산화법과 비슷한 저항값을 나타낸다. 정전류 값을 50  $\mu\text{A}$ 까지 10 $\mu\text{A}$  단위로 증가시켰고 그 후에는 100  $\mu\text{A}$  단위로 증가시키면서 1 mA까지 자기저항을 측정한 결과 50  $\mu\text{A}$ 까지는 반전 자기장과 저항 변화율이 거의 일정하지만 그 이후엔 급격히 감소하였다. 또한 2 V이상의 전압에도 절연 파괴가 일어나지 않아서 전압에 대한 절연저항성이 매우 우수함을 알 수 있었다.

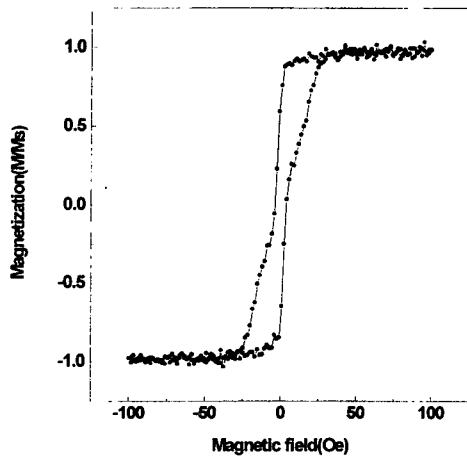


Fig. 1 Hysteresis loop for circle sample of the Mumetal/ $\text{AlO}_x$ / $\text{Co}_{81}\text{Cr}_{19}$ /Ti

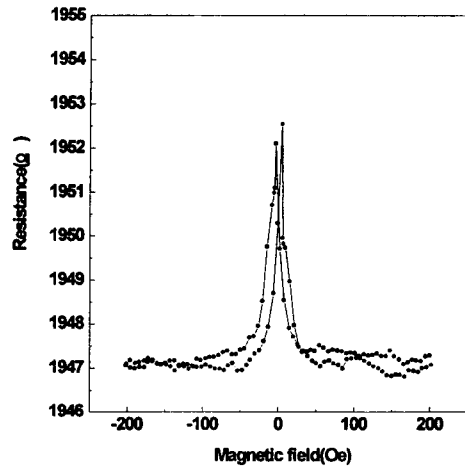


Fig.2 TMR curve of the Mumetal/ $\text{AlO}_x$ / $\text{Co}_{81}\text{Cr}_{19}$ /Ti junction

#### 4.결 론

Rf magnetron sputtering법으로 Mumetal/ $\text{AlO}_x$ / $\text{Co}_{81}\text{Cr}_{19}$ /Ti 을 제작하였다. 처음으로 과산화수소를 이용하여 산화막을 제작하고 터널링 자기저항을 특성을 평가하였다. 과산화수소를 이용하여 제작된 접합의 저항은 플라즈마 산화법과 비슷한 크기의 저항을 보였으며 2 V의 인가전압에도 절연파괴가 일어나지 않았다. 그러나 저항변화율은 1 % 미만으로 매우 작아서 개선점으로 존재한다.

#### 5.참고문헌

- [1]T. Miyazaki, N. Tezuk, J. Magn. Magn. Mater. 139(1995) L231
- [2]H. Tsuge, T. Mitsuzuka, Appl. Phys. Lett. 71(1997) 3296.
- [3]W.J. Gallagher et al., J. Appl. Phys. 81 (1997) 3741
- [4]P.Rottlander et al., J. Magn. Magn. Mater. 210(2000) 251-256