

마이크로 패터닝된 MRAM 용 TMR 소자의 특성

포항공과대학교

김기원*, 권순주

삼성종합기술원

김태완, 박완준, 송이현, 박상진, 정석재

Properties of Micro-Patterned TMR Cell for MRAM

POSTECH

Keewon Kim*, Soonju Kwon

SAIT, MD Lab. Taewan Kim, Wanjun Park, I-Hun Song, Sangjin Park, Seokjae Jung

1. 서론

Magnetic tunnel junction 을 이용한 MRAM 은 non-volatile 의 특성과 고속, 저전력의 특징으로 인해 현재 차세대 메모리로 가장 큰 주목을 받고 있으며, 미국의 IBM 과 Motorola 를 중심으로 양산화를 목적으로 많은 투자가 이루어지고 있다. 본 연구에서는 앞으로 수행해 나갈 CMOS 와 TMR cell 의 integration 공정의 선행 단계로써, TMR cell array 만의 특성 평가를 통해 공정과 박막의 기본적인 특성을 살펴보고자 하였다.

2. 실험방법

TMR 박막의 구조는 Si/SiO₂ 2000 Å/Ru 190 Å/IrMn 170 Å/CoFe 50 Å/Al-O/NiFe 250 Å/Ru 190 Å로 RF, DC sputtering 의 방법으로 증착하였으며, Al 의 산화는 보조 챔버에서 plasma oxidation 방법으로 형성하였다. 이를 contact mask 를 사용한 photo-lithography 와 ion milling 을 이용한 etching 의 방법으로 cell 을 형성하였다. Cell 은 최소 L 6 μm x H 6 μm부터 최대 L 19 μm x H 22 μm 의 크기를 가지며, aspect ratio (H/L)는 1/3~ 3 까지의 범위를 가지는 32 개의 cell 로 하나의 pattern 이 이루어져 있다. Transport 측정 은 4-point method 를 이용하였으며, 우선 as-deposited 상태에서 patterning 이 된 cell 을 측정하고, 이를 200°C에서 자장 중 열처리한 뒤에 다시 측정하여 그 변화를 살펴보았다.

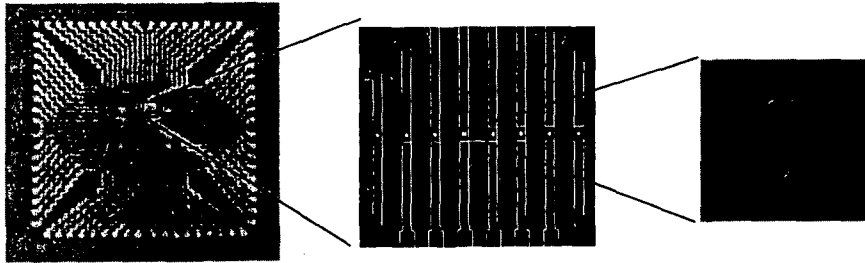
3. 실험결과 및 고찰

[Fig.1] 은 pattern 된 sample 의 사진과 그 중 8 개 cell array 의 사진이다. [Fig.2] 는 processing 된 TMR cell 을 FIB 를 이용하여 단면을 잘라 TEM 으로 관찰한 것이다. 일반적으로 as-deposited 상태에서 곧장 patterning 이 된 것들은 processing 과정에서 열화되어, MR curve 가 일반적인 형태가 얻어지지 않았으나, 자장 중 열처리를 한 뒤 MR ratio 의 향상과 MR curve 의 형태가 안정화되는 것을 보였다.

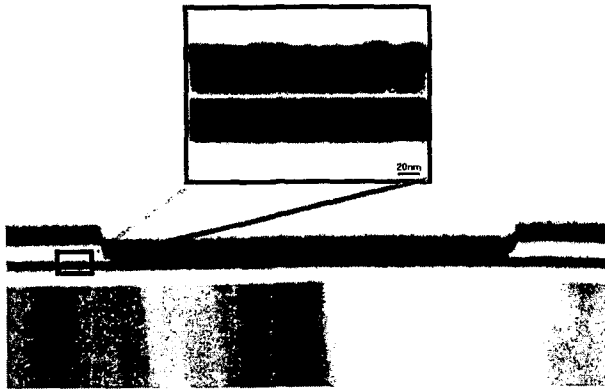
[Fig.3] As-deposited 상태에서의 MR 비의 평균값은 28.5%, 표준편차 1.11% 였으며, $R_{AP\&A}$ 값은 평균 $1.4 \text{ M}\Omega/\mu\text{m}^2$, 표준편차 $78 \text{ k}\Omega/\mu\text{m}^2$ 였다. 자장 중 열처리를 한 뒤에는 MR 비의 평균값은 34.17%, 표준편차 0.74% 였으며, $R_{AP\&A}$ 값은 평균 $1.21 \text{ M}\Omega/\mu\text{m}^2$, 표준편차 $55 \text{ k}\Omega/\mu\text{m}^2$ 였다.

4. 결론

Micro-patterning 공정을 통해 TMR cell array 를 성공적으로 제작하였으며, MR 비와 $R_{AP\&A}$ 의 결과 또한 안정적으로 얻어졌다. 현재 $\sim 500 \text{ k}\Omega/\mu\text{m}^2$ 까지 얻어지는 $R_{AP\&A}$ 를 더욱 감소시키기 위하여 실험이 계속 수행될 것이다.

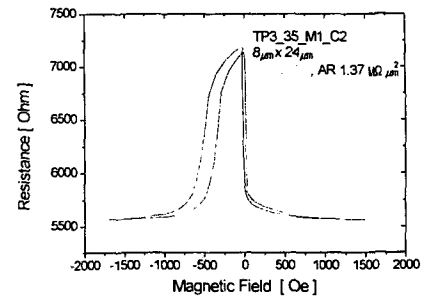


[Fig.1] Photos of micro-patterned TMR cell array.

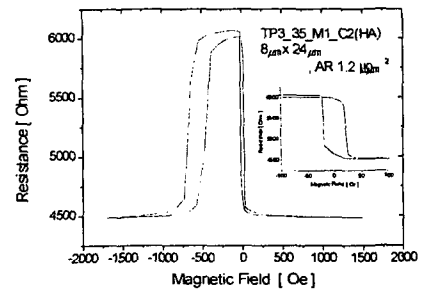


[Fig.2] TEM image of TMR cell.

[Fig.3] MR curves of TMR cell (a) before and (b) after annealing under magnetic field



(a)



(b)