

상부와 하부 배리어 두께 차이에 따른 이중자기터널접합의 전자기적 특성

송민성^{*a}, 김영근^a, 김태완^b, 황인준^b

^a고려대학교 재료공학부

^b삼성종합기술원

The Electro-magnetic Properties From Thickness Difference Between Bottom And Top Barrier In Double MTJ

Min-Sung Song^{*a}, Young Keun Kim^a, Taewan Kim^b, In-June Hwang^b

^aKorea University

^bSamsung Advanced Institute of Technology

1. 서 론

차세대 비휘발성의 메모리의 강력한 후보 중 하나인 MRAM을 구현하기 위한 연구가 다 방면에서 이루어지고 있다. 고집적 MRAM에 적용되는 Magnetic Tunnel Junction (이하 MTJ) 의 경우 신호의 고출력과 더불어 sensing margin을 높이기 위해 높은 TMR 비율과 더불어 bias voltage에 대한 TMR ratio 변화의 낮은 의존성, 그리고 각 cell 간의 물성 편차가 적어야 하는 것이 필요하다. 이에 대한 대안으로 제시된 것이 Double barrier MTJ (이하 DMTJ) 으로서, 본 연구에서는 DMTJ에서 상부와 하부의 barrier 두께를 상이하게 조정함으로써 얻어지는 전자기적 특성에 대해 살펴보았다.

2. 실험방법

DMTJ 시편의 기본 구조는 다음과 같다. Ta 420/ Ru 95/ IrMn 155/ CoFe 33/ AlxO / CoFe 75/ AlyO/ CoFe 75/ IrMn 155/ Ru 600(단위 : Å)에서 x와 y값은 각각 (7.4, 5.6), (9.4, 4.7), (5.6, 5.6), (4.7, 9.4), (5.6, 7.4) 으로 하여 상부와 하부의 barrier 두께 비율을 약 4:3, 2:1, 1:1, 1:2, 3:4 (이하 두께비는 [상부 barrier : 하부 barrier]) 로 준비 하였다. 시편들은 dc. 및 rf. 마그네트론 스퍼터링 시스템을 이용하여 증착하였으며 공정 중 진공도는 $5 \times 10E-8$ 이하로 하였다. AlOx Barrier는 Al 증착후 산소 분위기하에서 reactive plasma diffusion을 실시함으로써 형성하였고, 시편들은 200°C에서 1시간동안 300Oe의 자기장을 인가하면서 열처리 하였다. 열처리 후 일반적인 Photo - lithography 공정과 Ion Beam Etching을 통하여 패터닝을 실시하였다. 전자기적 성질은 VSM과 2-point probe station을 이용하여 측정하였으며, MTJ의 크기는 $10 \mu\text{m} \times 10 \mu\text{m}$ 이고 bias voltage는 100mV 였다.

3. 실험결과 및 고찰

Fig.는 simple 구조의 MTJ와 DMTJ의 R-H 곡선 및 R-V 특성을 나타낸 것이다. Bias voltage에 대한 상부 TMR 비율의 감소 의존도가 줄어드는 것을 알 수 있다. 상와 하부의 barrier 두께비가 1:1로써 기본 구조인 시편에서는 저항이 약 270 Ω이고, TMR 비율은 약 22 %를 얻었다. 상부의 barrier의 두께가 하부의 barrier 두께보다 4:3과 2:1로 두꺼운 시편의 경우 저항은 각각 약 916 Ω, 1178 Ω, TMR 비율의 경우는 약 28 %, 25 %를 얻었다. Barrier의 두께가 기본 구조에 비해 두꺼워짐에 따른 저항은 약 240 %, 336 % 증가하는 비해 TMR 비율의 증가 약 27 %, 14 %의 증가를 보여, 저항 증가에 따른 TMR 비율의 증가는 미비한 것으로 나타났다. 그러나 상부의 barrier 두께보다 하부가 1:2와 3:4로 두꺼운 시

편의 경우 저항은 약 238 Ω , 324 Ω , TMR 비율의 경우는 약 40 %, 27 %를 얻었다. 이는 기본 구조에 비해 저항은 약 -12 %, 20 % 증가한 것이고, TMR 비율의 경우는 약 82 %, 35 % 증가한 것으로 상부의 barrier가 두꺼울 때에 비해 하부의 barrier 두께가 두꺼울 때가 우수한 물성을 갖는 것으로 나타났다. 일반적으로 다소 두꺼운 barrier를 적용할 때 저항은 커지지만 더불어 TMR 비율은 향상된다. 또한 DMTJ에서 상부 barrier의 계면 roughness가 하부 barrier의 계면 roughness에 많은 영향을 받는데, 하부의 barrier가 더 두꺼울 때가 상부의 barrier가 두꺼울 때 보다 계면 roughness가 더 우수하기 때문에 이와 같은 현상이 나타나는 것으로 생각된다.

4. 결 론

본 연구에서 상부와 하부의 barrier 두께 차이가 나는 이중자기터널접합을 제작하여, 그 전자기적 특성을 관찰하였다. Bias voltage에 대한 TMR 비율 변화의 낮은 의존성과 더불어 우수한 TMR 비를 얻을 수 있었다.

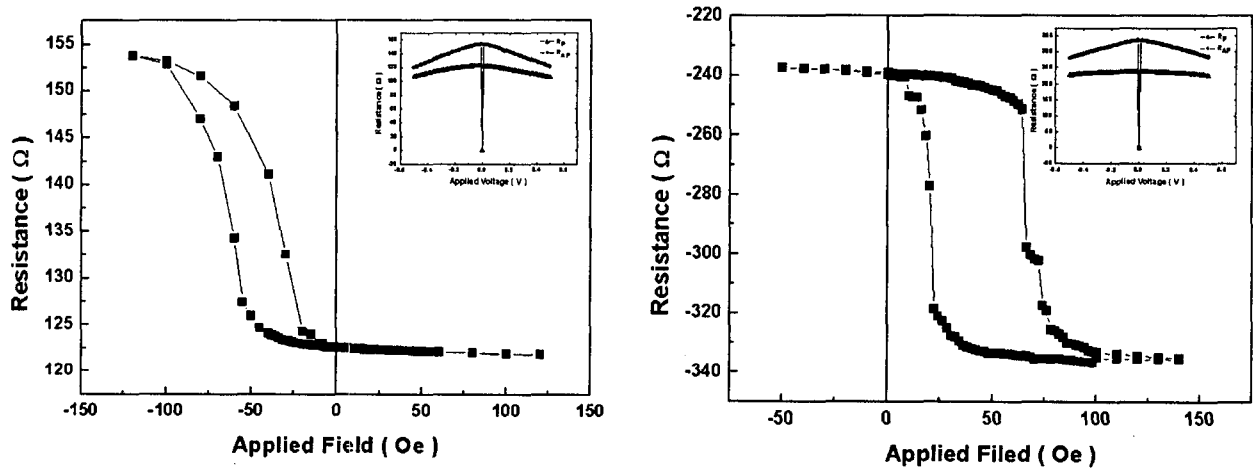


Fig. Simple MTJ(左)와 DMTJ(右)의 물성 비교