

자기터널접합의 미세구조분석

윤 석 구, 장 필 재, 경 희, 이 지 현, 윤 종 승, 김 창 경
한양대학교 공과대학 재료공학부

자기터널접합(Magnetic Tunneling Junction)에서 산화물, 전극의 종류에 따른 절연층의 계면특성을 관찰하기 위하여 Si/SiO₂/NiFe/CoFe(Co)/ Al(Ta)-Oxide/CoFe/Ta의 자성다층박막을 DC마그네트론 스퍼터를 이용하여 제조하였다. 자기저항비와 절연층의 관계를 조사한 결과 Al과 Ta의 경우 모두 두께가 증가함에 따라 자기저항비가 급격히 감소하였다. Ta-Oxide가 Al-Oxide보다 훨씬 평탄한 계면을 형성하는 데 이는 두 경우의 산화기구가 다르기 때문으로 판단된다. Al의 경우 완전산화되고, Al의 두께가 증가할수록 불균일한 산화층이 형성되었으나[그림 1], Ta의 경우 산화기구가 Ta의 확산에 지배되어 균일하게 산화되었다. 그러나, 산화가 되지 않은 Ta층을 확인하였다. 또한 전극에 따른 자기저항비를 관찰한 결과, CoFe가 Co에 비해 보다 높은 자기저항비를 보였다. CoFe를 전극으로 이용한 junction의 높은 자기저항비는 CoFe의 높은 Spin Polarization의 영향뿐만 아니라 뚜렷한 주상정오로의 성장으로 인한 전극/절연층 계면의 면적이 증가하였기 때문으로 유추된다.

자기터널접합의 열처리에 대한 자기저항특성 및 계면특성의 분석을 위해 Ta/NiFe/Cu/NiFe/IrMn/CoFe/Al(6.6 Å 또는 7.7 Å)-Oxide/CoFe/NiFe/Ta 다층박막을 제조하여 300, 400, 500°C에서 1시간동안 진공열처리를 하였다. 두 경우 모두 200~300°C의 열처리온도에서 최적의 자기저항특성을 나타낸 후 급격히 감소하였다. 열처리 시 자기저항비가 증가하는 원인은 전극/절연층계면이 열처리전에 비해 명확하게 구분되어 터널링특성이 향상되기 때문으로 판단된다[그림 2].

열처리에 따른 자기터널접합의 특성저하기구를 규명하기 위하여 Ta/NiFe/IrMn/CoFe의 하부전극을 제조하여 RBS, FE-AES 등의 화학적분석을 하였다. 그 결과, Co-Mn간의 Interdiffusion이 확인되었다. 즉, 열처리온도가 증가함에 따라 계면특성의 향상 등의 이유로 자기저항특성이 증가하나, 최적열처리온도를 지난 후 Interdiffusion에 의해 ferro-antiferro magnetic coupling이 붕괴되어 자기저항특성이 급격히 감소하는 것으로 결론지을 수 있다.

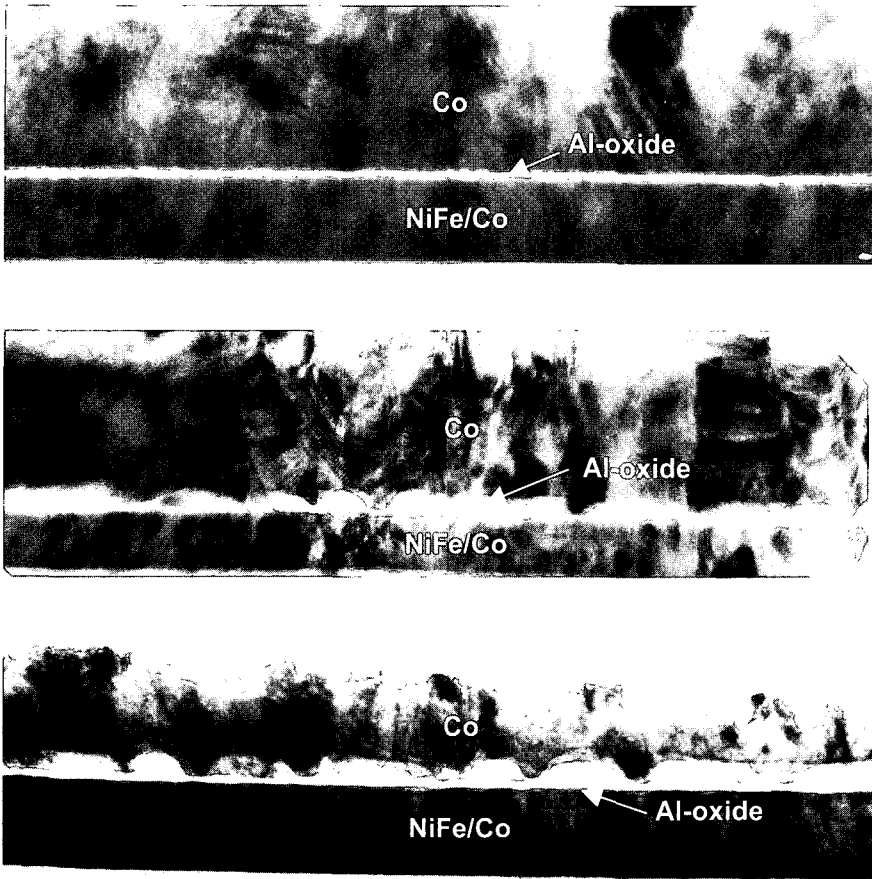


그림 1 NiFe(170Å)/Co(48Å)/Al(13, 43 and 63Å)-Oxide/Co(750Å)
다층박막의 XTEM

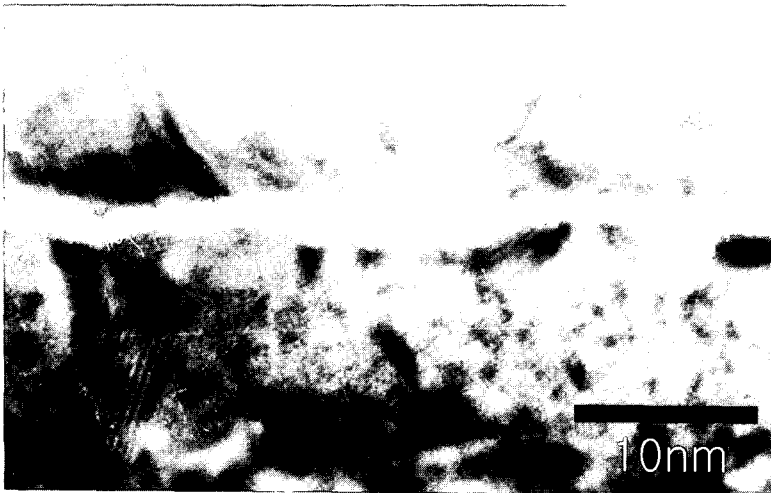
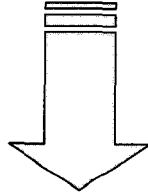


그림 2 (a)

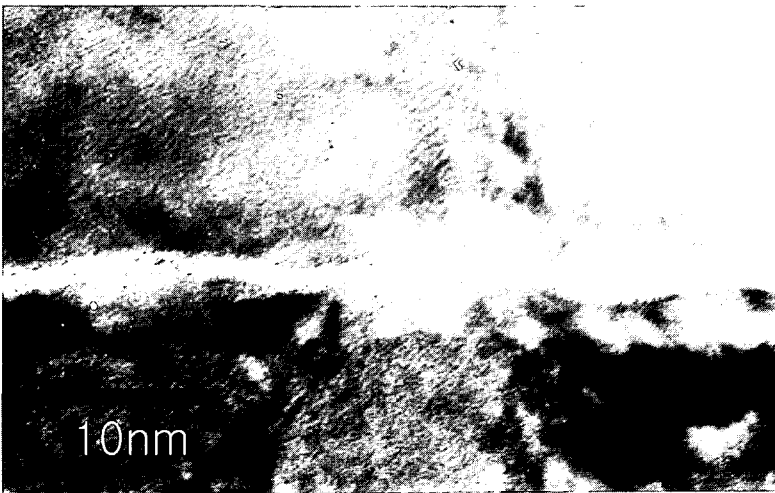
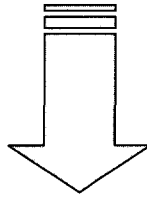


그림 2 (b)

그림 2 Ta/NiFe/Cu/NiFe/IrMn/CoFe/Al(7.7 Å)-Oxide/CoFe/NiFe/Ta
다층박막의 XTEM (a) 열처리 전 (b) 열처리 후