

MnIr based spin valve type tunnel junction의 열적 안정성 획득을 위한 Nano-oxide layer의 삽입

(Insertion of Nano-oxide layer to acquire Thermally stability of MnIr based spin valve type tunnel junction)

성균관대학교 신소재공학과 *장대영, 윤성용, 김영일, 이기언, 임태완, 이두현, 정근희, 서수정

MTJs(Magnetic Tunnel Junctions)는 비휘발성 random access memory와 자기 저항 read head에서의 높은 응용 가능성으로 인해 연구되어져 왔다. 비 휘발성 메모리중 하나인 MRAM은 그것이 가지고 있는 비 휘발성, 빠른 속도, 높은 bit 밀도, 무한한 반복쓰기 작업이 가능하다는 등의 장점으로 인해 가장 중요하고 매력적인 소자의 하나로 각광받고 있다. 하지만 MRAM 소자의 제작에는 필수적으로 열처리공정이 있을 수밖에 없고 그로 인한 TMR 비의 저하는 MTJs에 있어 상당한 문제점으로 제기된다. 이는 주로 300°C 이상에서 시작되는 Mn의 확산에 의한 것임이 밝혀졌고, 지금까지 그로 인한 열적안정성의 저하를 막아보기 위한 수많은 시도가 있었다. 예를 들어, Al oxide barrier와 강자성 전극 사이에 FePt 층을 삽입한다던지 barrier interface 내에 FeOx oxide를 삽입하는 등으로 높은 열적안정성을 얻기 위한 노력이 있었다. 하지만 이들 모두 400°C 이상에서의 TMR 비의 저하를 막은 실적은 없었다. 본 실험에서는 Mn-Ir based bottom spin valve type MTJ 에 전통적인 CoFe pinned layer 대신 CoFe/NOL/CoFe를 대체해 열적 안정성을 얻어보고자 했다.

실험은 Si/SiO₂(200)/Ta(5)/Mn-Ir(6)/CoFe(2)/NOL/CoFe(2)/Al oxidation/CoFe(2)/NiFe(7)/Ta(5)과 Si/SiO₂(200)/Ta(5)/Mn-Ir(6)/CoFe(4)/Al oxidation/CoFe(2)/NiFe(7)/Ta(5)의 두 가지 샘플을 통해 비교 분석했으며 두 샘플 모두 400°C까지 열처리해 보았다. 열처리는 1×10⁻⁵ Torr 하의 진공열처리로 에서 증착조건 방향과 동일한 3 kOe의 자장을 가하면서 40~440°C범위에서 열처리했으며 모든 열처리는 각각 10분간 승온과 유지를 시켜주었고 로닝의 방식을 채택하였다. 결과 분석에 이용된 분석장비는 TEM, AFM, AES등이 활용되었다.

실험을 통해 우리는 NOL을 삽입한 MTJ(이하 MTJ with NOL)가 NOL을 삽입하지 않은 MTJ(이하 MTJ without NOL)에 비해 높은 온도(400°C 이상)에서도 높은 MR값을 가지는 것을 볼 수 있었다. 이는 MTJ without NOL에서는 300°C부근에서 Mn 확산이 일어났으며 MTJ with NOL에서는 400°C가 넘어서야 비로소 확산이 시작되었음을 보여주는 결과이다. 또한 TEM을 통해 MTJ without NOL은 MTJ with NOL에 비해 온도의 증가에 따라 계면의 roughness가 거칠어짐을 볼 수 있었고 MTJ with NOL은 온도의 증가에 따라 계면이 평활해지는 것을 알 수 있었다. 거칠기는 MR값의 향상에 중요한 역할을 하는 요소로서 계면이 평활할수록 높은 MR값을 얻을 수 있다는 점에서 NOL층이 계면의 거칠기를 완화할 수 있다는 결과는 주목 할만 하다. 위와 같은 결과는 NOL층이 Mn 확산을 막아주는 역할을 한다는 것을 증명해주고 있다.