

Fabrication of Spin Valve Nanojunctions in CPP-GMR

전명길^{1,3}, 이제현², 이현정³, 김철기¹, 김희중³, 김광윤³

¹충남대학교 재료공학과, 대전광역시 유성구 궁동 220

²서울대학교 재료공학과, 서울특별시 관악구 신림동 산5 6-1

³한국과학기술연구원 나노소자연구센터, 서울특별시 성북구 하월곡동 39-1

최근 박막 면에 수직으로 전류를 흘리는 CPP(Current Perpendicular to Plane)방식의 MTJ, CPP-GMR, CIMS(current induced magnetization switching)의 특성을 이용한 나노소자 제조에 관한 연구가 많이 보고 되고 있다[1-2]. CPP 소자의 경우 박막 면에 평행하게 전류를 흘리는 CIP(Current In Plane)방식보다 자기저항 특성이 우수하고, 또한 CPP 구조를 통과한 전류는 CIP에서 발생하는 shunting 효과가 없어 감지된 모든 전자가 소자의 모든 층을 통과하기 하므로[3,4] 현상과 이론이 잘 일치하고, 분석이 비교적 용이하다는 장점이 있으며, 소자 크기를 줄일 수 있어 응용상 이점으로 부각 되어지고 있다. 이러한 CPP 소자는 거대자기저항(giant magnetoresistance: GMR) 헤드를 이용한 100 Gbit/in² 이상의 자기기록밀도를 실현 할 수 있고, 또한 차세대 정보 저장 매체인 MRAM(magnetic Random Access Memory)의 고집적화를 구현할 수 있는 장점이 있다. 이와 같이 자기기록밀도 향상과 고집적화를 실현하기 위해서는 소자를 나노 사이즈로 축소가 필수적이거나 소자의 크기가 감소하면 잘 아는 바와 같이 공정상 다양한 문제점이 지적되고 있다.

나노 사이즈의 CPP 소자를 제작하는 방법은 일반적으로 시편 전체에 만들고자 하는 구조를 증착한 후에 소자부분만을 E-beam resist로 보호하고 나머지 전체를 ion milling이나 RIE를 사용하여 etching하는 방법이 많이 사용되고 있다. 하지만 이 방법은 E-beam resist에 손상이 많이 가서 후처리가 제대로 되지 않을 경우 후속공정에 지장을 줄 수 있으며 이후 cell size 이상으로 insulation layer를 증착하는 동안 E-beam resist가 추가적인 손상을 입을 수 있다는 위험성을 내재하고 있다. 또한 cell size가 작고 두께가 두꺼운 시편은 그 형상이 훼손될 가능성이 있어 시료제조에 다양한 변수가 있어 제조가 어려운 것으로 사료된다. 따라서, 본 연구에서는 전류를 소자에 수직으로 흘리는 구조(CPP)의 cell 부분을 안정적으로 제작할 수 있는 구조와 제작공정을 그림1에서 제시하였다, 그 하나의 예로 CPP-GMR 소자를 증착하여 특성을 측정하였다. 제작공정을 설명하면, 그림1에서 보는 바와 같이 sub-micron 사이즈의 cell을 안정적으로 제작하기 위해 종래의 방법인 Ion milling을 사용하지 않고 Lift-off방식으로 공정을 유지하였으며, Pt를 증착하여 Insulation layer를 안정적으로 wet etching하였으며, 마지막으로 CPP-GMR 소자를 증착하는 방식으로 제조하였다. 여기에 기본 스핀 밸브 구조, 즉 FM(CoFe)/spacer(Cu)/ FM(CoFe)/를 사용하였다. 또한

sub-micron 사이즈의 cell을 다양하게 제조하여 cell 크기에 다른 자기저항 특성을 측정하였다. Cell의 특성을 최적화 하기 위하여 NOL 층의 삽입과 AFM 층의 도입을 통하여 CPP-GMR 특성을 측정하여 보고하고자 한다. 현재로서는 공정이 아직 완벽하게 확립되지 않아 실험결과를 보고하지 못하지만 발표시 가능한 공정 및 그 공정을 이용한 cell의 특성도 보고하고자 한다.

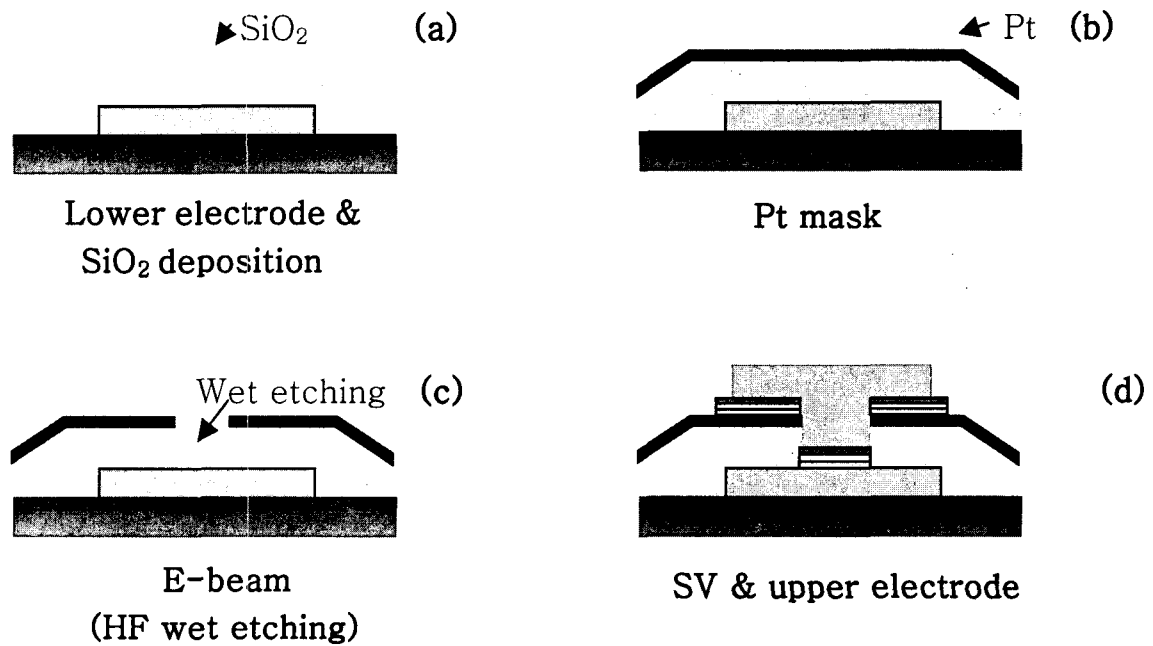


Fig. 1. schematic of fabrication process

참고문헌

- [1] J. C. Slonczewski, *J. Magn. Magn. Mater.*, 195, L261 (1999)
- [2] J. Z. Sun, D. J. Monsma, *JOURNAL OF APPLIED PHYSICS*, 93, 10(2003)
- [3] W. P. Pratt, Jr., S. -F Lee, J. M. Slaughter, R. Lololee, P. A. Schroeder, and J. Bass, *Phys. Rev. Lett.* 66, 3060 (1995)
- [4] M.A.M. Gijs, S. K. Lenczowski, and J. B. Giesbers, *Phys. Rev. Lett.* 70, 3343 (1993)
- [5] Y. jaing, S. Abe, *Phys. Rev. Lett.* 92, 167204 (2004)