

## 층간교환결합력에 따른 교환결합 삼층막에서의 열적 안정성 계수 계산

이슬기\*, 임상호

고려대학교 신소재공학과, 서울특별시 성북구 안암동 5-1

Magnetic Random Access Memory (MRAM)의 고집적화를 이루기 위하여 점점 셀의 크기가 작아지고 있고, 최근 그 크기가 수십 나노미터에 이르렀다. 이에 따라 MRAM 셀, 특히 자유층 구조의 열적 안정성이 정보저장에 있어서 매우 중요한 요소 중에 하나로 대두되고 있다. 이러한 추세에 맞춰서, flux-closure 형식으로 인하여 단일막에 비해 깨끗한 자구구조를 가지고 안정적인 자화 반전 거동을 보이는 동시에 비교적 높은 열적 안정성 계수를 갖는 반평행 교환결합 삼층막이 자유층의 구조로써 계속적인 각광을 받고 있다[1-2]. 교환결합 삼층막은 두 강자성층 사이에 비자성층이 삽입된 형태로, 비자성층의 두께에 의존하는 층간교환결합력을 바탕으로 두 강자성층의 상대적인 자화배열이 결정된다. 교환결합 삼층막을 이루고 있는 두 강자성층의 배열은 층간교환결합력의 부호(양수 또는 음수)에 따라서 평행 또는 반평행으로 결정되며, 이 중 반평행 교환결합을 하는 삼층막이 위에서 언급한 장점 등으로 인해 활발히 연구되고 있다[3-4]. 하지만, 최근 평행 교환결합 삼층막의 열적 안정성 계수가 반평행 교환결합 삼층막의 경우보다 훨씬 높다는 실험 결과가 발표되면서[5], 자유층의 구조로써 평행 교환결합 삼층막에 대한 관심이 다시 고조되고 있다. 하지만, 위와 같은 실험 결과를 뒷받침해줄 만한 이론/계산적인 근거가 아직까지는 충분히 제시되지 않고 있다.

이에 따라 본 연구에서는, 반평행, 평행 교환결합 삼층막에서의 열적 안정성 계수를 정확한 총 자기에너지 방정식을 통하여 이론/계산적으로 예측하고 이를 통하여 얻어진 값을 실험결과와 비교/분석하여 보고자 한다. 또한, 층간교환결합력이 매우 작은 양수의 값을 갖는 경우에는, 두 자성층의 자화배열은 반평행과 평행의 상태가 아니라, 인가자장이 없을 때에는 평행배열을 유지하지만 자화 반전 과정 시에는 반평행 배열을 유지하는 via AP 상태가 된다[6]. 이 상태의 열적 안정성 계수 경향은 반평행, 평행배열 상태의 경우와는 상이한 모습을 보인다. 본 연구에서는 이와 같은 특성에 집중하여, 평행, 반평행 교환결합을 하게 만드는 특정한 범위의 층간교환결합력 뿐만 아니라, via AP 상태도 포함하는 넓은 영역의 층간교환결합력에서 열적 안정성 계수를 계산하여 알아보하고자 한다.

- [1] L. Savtchenko, A. A. Korin, B. N. Engel, N. D. Rizzo, M. F. Deherrera, and J. A. Janeskyet, U.S. Patent No. 6,545,906(2003).
- [2] S. Ikeda, J. Hayakawa, Y. M. Lee, F. Matsukura, Y. Ohno, T. Hanyu, and H. Ohno, IEEE Trans. Elec. Device. **54**, 991(2007).
- [3] J. K. Han, K. H. Shin and S. H. Lim, J. Appl. Phys. **101**, 09F506(2007).
- [4] C. W. Han and S. H. Lim, Jpn. J. Appl. Phys. **48**, 123001(2009).
- [5] S. Yakata, H. Kubota, T. Sugano, T. Seki, K. Yakushiji, A. Fukushima, S. Yuasa, and K. Ando, Appl. Phys. Lett. **95**, 242504(2009).
- [6] D. C. Worledge, Appl. Phys. Lett. **84**, 2847(2004).