

FLA 열처리에 따른 effective MTJ 면적의 변화

서울시립대학교 이영민*
송오성

A study on the effective area change of MTJ annealed by FLA method

The University of Seoul Y. M. Lee*
O. S. Song

1. 서론

최근 스핀 의존성 터널 접합에서 높은 터널저항(TMR)비를 얻기 위해 절연막층과 강자성 층과의 접합 면적을 크게 하려는 노력이 진행되고 있다. 점점 작아지는 MRAM 등의 설계기준에 맞추어 갖은 재료에서 실제 유효면적을 상승시켜 신호를 극대화하는 연구가 중요하다. 현재까지의 방법으로는 칫재, 복수의 터널배리어층을 삽입하여 터널자기저항을 극대화하는 방법이 알려지고 있다. Miyazaki 등[1]에 의하면 2층 터널배리어를 사용하여 NiFe/AlO/Co에서 30%의 MR비 향상을 확인하였다고 보고하였다. 그러나 매우 얇은 10Å 이내의 층간 적층 문제로 재현성있는 결과가 어려운 문제가 있다. 두 번째 방법은 절연막질의 하부층의 Roughness를 인위적으로 크게 함으로써 실제 터널 접합면적을 크게 하는 방안이다. 이러한 노력의 일환으로 기존 NiFe 등 금속층 위에 48Å 정도의 Co₇₅Fe₂₅ 층을 얇게 성막하여 rms 10Å 정도의 표면조도를 갖게 하고 이러한 미세구조에 두께 10Å의 균일한 AlO 층을 형성함으로써 실제 유효터널접합 면적을 증가시켜 터널자기저항 효과를 향상시키는 연구가 보고되었다[2]. 따라서 터널 배리어 하부 막질의 roughness를 크게 하고 그 위에 균일하게 절연막질을 성막할 수 있다면 터널접합 면적은 향상될 수 있다. 하부 막질의 상부 표면이 반구형으로 접촉각을 30°이루는 경우 약 2배 정도의 접합면적 증가가 예상되었다.

이러한 배경에서 본 연구는 터널배리어 하부 자성박막층의 roughness를 조절하기 위해 FLA(fast linear annealing) 방법을 써서 열처리 조건에 따른 하부자성 박막층의 변화를 조사하였다.

2. 실험방법

FLA는 할로젠 램프의 열원을 타원 반사경을 이용하여 선형적으로 집속하고 이 선형열원을 특정 속도로 기판을 이동시켜 열처리하는 방법이다. Fig. 1. 과 같은 원리로 동작하여 열처리 되는데 FDM을 이용한 전산모사에 의해 확인한 결과 기존 로에 의한 열처리에 비해 50%의 표면온도를 유지하면서도 같은 효과를 얻을 수 있는 장점이 있다. 또한 투명한 챔버를 이용하여 분위기를 조절할 수 있는 특징이 있어 상호확산을 방지하여야 하고 저온에서 처리되어야 하는 자성박막의 열처리에 적합한 특징이 있다.

TMR 재료로 많이 채택되는 Ni₈₀Fe₂₀, Co를 스퍼터링으로 55Å을 직경 10cm의 2000Å SiO₂/Si(100) 기판 전면에 증착하고 상기 설명한 FLA를 이용하여 진공분위기에서 주사속도 0.05mm/sec, 표면온도 300°C 조건으로 열처리하였다. 열처리가 끝난 후 1hr 이내에 SPM(PSIA CP)을 이용하여 표면조도를 측정하였다.

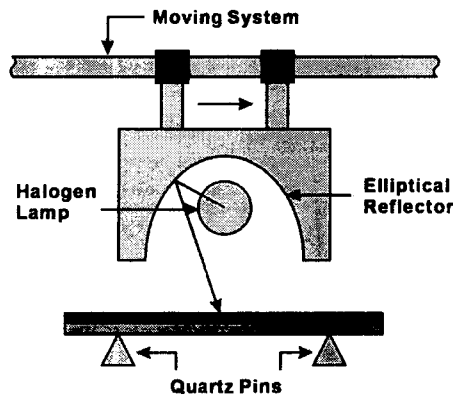


Fig. 1. Schematic of FLA system.

3. 실험결과 및 고찰

NiFe의 열처리 전후에서의 표면 조도는 Table I.과 같다.

Table I. RMS roughness of NiFe surface before and after heat treatment.

	Peak to valley	RMS roughness
Before heat treatment	31.40	3.52
After heat treatment	13.30	1.44

Co를 열처리 하기 전과 후의 표면 조도는 Table II.와 같다.

Table II. RMS roughness of Co surface before and after heat treatment.

	Peak to valley	RMS roughness
Before heat treatment	17.67	2.08
After heat treatment	18.30	1.89

$1 \times 1 \mu\text{m}^2$ 영역을 AFM으로 관찰한 결과 NiFe의 경우 열처리 후에 표면 조도가 절반 정도로 감소하였고, Co경우엔 거의 변화가 없었다. 이것은 H_2 분위기에서 Au를 열처리 했을 경우에 표면 응집 현상을 보인[3] 예와는 다른 결과이지만 열처리 분위기를 조절하여 궁극적으로 인위적인 표면조도의 조절이 가능하다고 예상되었다.

4. 결론

FLA는 저온, 분위기 열처리에 적합하여 자성박막의 열처리에 적합한 것으로 생각되었다. 이 FLA로 진공중에서 스핀의존터널링 접합에서 주로 쓰이는 강자성박막을 열처리 한 결과 NiFe의 경우 RMS roughness가 60% 감소하였고, Co의 경우 9%의 미소한 변화를 보였다. 향후 H_2 등의 환원성 분위기에서 열처리를 할 경우 표면조도의 인위적인 조절이 가능할 것으로 예상되었다.

5. 참고문헌

- [1] H. Kubota, T. Watabe, Y. Fukumoto, and T. Miyazaki, ISPM'98, 1998.
- [2] S. Yuasa, T. Sato., H. Yamamori, Y. Suzuki, K. Ando and T. Katayama, digest of the 23rd annual conference on magnetism, 1999.
- [3] 권장연, 서울대학교 석사학위논문, 1999.