

## 산화막 두께에 따른 MTJ 소자의 특성 변화 연구

광운대학교

한국과학기술연구원

성유빈\*, 하재근

이경일, 이우영, 신경호

### A Study of MTJ Characteristics for Oxide Layer Thickness

Kwangwoon University

Korea Institute of Science and Technology

Y. B. SUNG\*, J. G. HA

K. I. LEE, W. Y. LEE, K. H. SHIN

#### 1. 서론

MTJ(magnetic tunneling junction)는 높은 MR(magnetoresistance)과 우수한 field sensitivity의 특성을 갖기 때문에 최근 자기저항 헤드나 MRAM(magnetoresistive random access memory)용 소자로 사용하기 위한 연구가 활발하게 진행되고 있다[1][2]. MTJ를 실제 소자로 응용하기 위해서는 MR비와 함께 수~수십  $k\Omega\mu\text{m}^2$  대의 접합저항×면적(resistance×area, RA) 값을 갖도록 제어하여야 한다는 것이 중론인데, 이는 MTJ 제작에 있어서 가장 중요한 공정이라고 할 수 있는 산화막의 두께와 특성을 제어함으로써 달성되어 질 수 있다[3]. 이에 따라 본 연구에서는 산화막 두께를 달리 함으로써 나타나는 특성변화를 관찰해 보고자하였다.

#### 2. 실험방법

시료의 제작은 2inch, 6 multi-target DC magnetron sputtering system을 사용하여, base-pressure 를  $5\times10^{-8}$  Torr 이하로 하여,  $2\times10^{-3}$  Torr에서 증착 하였다. Al을 증착후 grid를 장착한 Load-lock chamber에서 in-suit로 산화시켰으며, 증착시 시료에 일축자기방성을 주기 위해서 400~5000e의 자장중에서 증착 하였다. 시료는  $\text{SiO}_2/\text{Ta}(50\text{\AA})/\text{NiFe}(60\text{\AA})/\text{FeMn}(80\text{\AA})/\text{CoFe}(40\text{\AA})/\text{Al}_2\text{O}_3(12\sim16\text{\AA})/\text{CoFe}(20\text{\AA})/\text{NiFe}(100\text{\AA})/\text{Ta}(50\text{\AA})$ 의 순서로 증착하였으며, 산화막의 두께는 12~16\text{\AA}으로 변화시켜 가면서 제작하였다. 하부의 Ta은 비정질로서 NiFe의 하지층으로 사용될 경우 NiFe의 입자를 미세하게 하여 자기적으로 soft하게 해주는 buffer layer의 역할을 하며, NiFe층은 FeMn이 (111) 배향을 가지며  $\gamma$ -상으로 성장시키기 위한 완충층으로 사용되었다. Shadow mask를 이용해 증착된 시료를 optical lithography 공정과 ion milling 공정을 이용해 etching 하였으며, 접합면적은  $50\mu\text{m}\times50\mu\text{m}$ 가 되도록 하였다.  $\text{Al}_2\text{O}_3$  capping layer는 Load-lock chamber에서 reactive sputtering 방법으로 증착하였으며, shadow mask를 이용하여 Al top lead 층을 증착하였다.

### 3. 실험결과 및 고찰

'산화층의 두께를 변화시키면서 저항치를 비교해본 결과를 아래 그림1에 나타내었다. 그림1에서 볼 수 있듯이 산화층의 두께를 줄임에 따라 확실히 저항치가 감소하는 경향이 나타나는 것을 알 수 있다. 현 시점에서는 실용화 단계에서 사용할 만한 RA 값을 얻지 못했지만, 산화층의 두께를 12Å 까지 줄임으로써 MR 특성을 유지하면서 접합저항치를 줄이는데 성공하였다. 이로써 우수한 자기저항비와 함께 낮은 저항값을 갖는 MTJ소자의 제작 가능성을 확인 할 수 있었다.

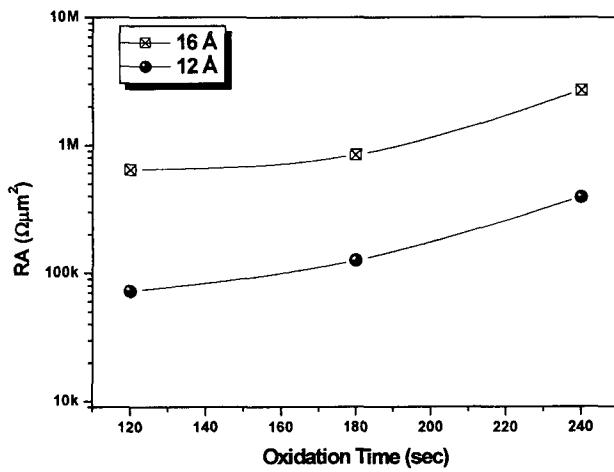


Fig. 1. Resistance area products vs. oxidation time for each oxidation layer thickness.

### 4. 결론

MTJ소자를 이용하여 MRAM을 실용화 시켰을 때 기본적으로 MR값과 RA값은 상당히 중요한 요소임에 틀림없다. 산화막 두께를 변화 시켜본 결과 현재까지는 비교적 낮은 MR비가 문제점으로 나타났지만 문제시 되고있는 RA값을 확실히 줄일 수 있음을 알 수 있었다.

### 5. 참고문헌

- [1] S.S.P. Parkin, J. Appl. Phys. 85, 5282 (1999)
- [2] R.C. Sousa, P.P.Freitas, V.Chu, J.P.Conde, Appl.Phys.Lett. 74, 3893 (1999)
- [3] S.S.Parkin et al, J.Appl.Phys. vol 85, 5828 (1999)