

# TbFeCo 기반 합성 고정층과 CoFeB-MgO 자유층을 이용한 수직 자기터널접합

한정민<sup>1,2\*</sup>, 민병철<sup>1</sup>, 이경진<sup>2</sup>, 신경호<sup>1</sup>

<sup>1</sup>한국과학기술연구원 스핀소자 연구센터, 서울 137-794

<sup>2</sup>고려대학교 신소재공학부, 서울 136-713

## 1. 서론

MgO 터널 장벽과 수직 자기이방성을 가지는 물질을 이용하여 자기터널접합 (Magnetic tunnel junction, MTJ)을 제작하기 위한 연구가 활발히 진행되고 있다. 이러한 연구 중, MgO/CoFeB/Ta 다층박막에서의 계면이방성을 이용하는 방식은 매우 손쉽게 CoFeB박막의 수직자화를 얻을 수 있는 유용한 방식이고, 이러한 구조를 이용한 수직자기터널접합의 자기저항특성 또한 보고되어있다[1]. 하지만, 실제로 MRAM소자에 이용하기 위해서는 적절한 보자력을 지닌 고정층이 바람직하다. 본 실험에서는 수직 자기이방성을 가지는 TbFeCo 박막을 이용하여 [2], CoFeB /Ru /TbFeCo 구조의 합성 고정층을 설계하고, Ru두께를 변화시킴으로써 CoFeB과 TbFeCo의 반-강자성 결합을 유도하였다. 이 결과를 바탕으로 CoFeB /Ru /TbFeCo 구조를 고정층으로 MgO/CoFeB/Ta 구조를 자유층으로 사용하는 MgO 수직자기터널접합을 제작하였다.

## 2. 실험방법

DC magnetron sputtering을 이용하여  $3 \times 10^{-9}$  Torr 이하의 기본 진공도에서 시편을 제작하였다. 증착한 시료의 구조는 Si/SiOx/ Ta 5/ Ru 15/ Ta 5/ CoFeB 1.0/ MgO 1.6/ CoFeB 1.2/ Ru 0.2 +*in-situ* annealing process/ Ru 0.8/ TbFeCo 20/ Ta 5 (in nm)이다. Ta/Ru/Ta/CoFeB/MgO 자유층 다층박막의 수직이방성과 CoFeB/MgO/CoFeB 접합의 자기저항특성을 얻기 위해서 300°C 에서 30분간 *in-situ* 열처리를 수행하였으며, 열처리 후 0.8 nm 두께의 Ru를 추가 증착하였다[3]. 자기저항 특성을 조사하기 위하여 photo-lithography 공정을 이용해 시료를 10x10  $\mu\text{m}^2$  크기의 접합 면적을 가지는 MTJ 소자로 제작하고, 4-point probe를 이용하여 MTJ 소자의 자기저항비를 측정하였다. 또한, CoFeB/TbFeCo 이층박막의 as-deposition상태 및 200°C 30분 열처리 후의 자기적인 특성을 살펴보고, CoFeB 1.2/ Ru tRu/ TbFeCo 20 (in nm) 고정층 다층박막에서 tRu의 변화에 따른 고정층의 자기적인 특성을 조사하였다.

## 3. 실험결과

TbFeCo 20 nm 단층박막은 200°C 30분 열처리 후에 as-deposition상태와 거의 유사한 수직자기이방성을 유지하고 있었지만 CoFeB 2/TbFeCo 20(in nm) 이층박막은 같은 열처리 후에 수직 자기이방성을 잃어버리는 것으로 나타났다. CoFeB 1.2/Ru tRu/TbFeCo 20 (in nm) 삼층박막은 tRu변화 (tRu=0.2~1.0 nm)에 따라 자기특성의 변화를 보였다. 삼층박막 내의 TbFeCo 박막과 CoFeB 박막이 tRu=0.2 nm 일 경우에는 강자성결합을 tRu=0.4~1.0 nm일 경우에는 반-강자성결합을 하는 것으로 나타났다. MTJ의 자기적 특성을 조사한 결과, 자유층과 고정층이 자기적으로 잘 분리되어 있었고, 자유층의 보자력은 10 Oe이하이고 고정층의 보자력은 약 5.7 kOe 수준이었다.

## 4. 결론

고정층 TbFeCo박막의 열처리 과정에서의 자기적인 특성의 변화를 방지하기 위해, *in-situ* annealing process를 시행한 결과 높은 보자력을 지닌 고정층과, 이를 이용한 수직자화 자기터널접합을 제작할 수 있었다. 또한,

CoFeB /Ru /TbFeCo 합성 고정층 구조에서 두 박막사이에 Ru 두께를 변화함으로써 강자성·반-강자성 결합을 조절할 수 있었다. 이 방법은 수직자화 자기터널접합에서 다양한 특성의 고정층을 설계하기에 매우 유용하게 사용될 수 있다.

이 연구는 KIST 기관고유 사업, 기초기술연구회 DRC 사업, 지경부 사업 (2009-F-004-01)에 의해 수행되었음.

## 5. 참고문헌

- [1] S. Ikeda, K. Miura, H. Yamamoto, K. Mizunuma, H. D. Gan, M. Endo, S. Kanai, J. Hayakawa, F. Matsukura & H. Ohno, *Nature Materials* 9, 721–724 (2010).
- [2] N. Nishimura, T. Hirai, A. Koganei, T. Ikeda, K. Okano, Y. Sekiguchi, and Y. Osada *J. Appl. Phys.* 91, 5246 (2002).
- [3] Il-Jae Shin, Byoung-Chul Min, Jin Pyo Hong, and Kyung-Ho Shin, *Appl. Phys. Lett.* 95, 222501 (2009).