

# GaAs/CoFe/Cu/NiFe구조의 특성 연구

Korea University

S. Y. Park\*, K. Rhie

Korea Institute of Science and Technology J. H. Lee, K-I Jun, Kyung-Ho Shin

## 1. 서론

근래에 hot electron를 이용한 spin-valve transistor(SVT)[1,2]와 magnetic tunnel transistor(MTT) [3,4]에 많은 관심이 모여지고 있다. 그런데 SVT나 MTT에서는 반도체위에 buffer층이나 seed층 없이 바로 FM을 증착하여 spin-valve를 제작하였다는 것이다. SVT나 MTT가 외부자기장에 의해 magnetocurrent의 변화를 나타내는데 필요한 한가지는 spin-valve가 그 특성이 제대로 나타내야 한다는 것이다. 그래서 본실험은 MTT를 만들기 위한 준비 작업으로 GaAs위에 바로 spin-valve를 제작하여 그특성을 보는데 있다.

## 2. 실험방법

시료 제작은 CoFe는 4inch sputter에서, Cu, NiFe, Ta은 2inch, 6gun sputter 장비를 사용하여, base pressure를  $5 \times 10^{-8}$ Torr이하로 in-situ로 제작하였다. 샘플은 semiconductor(SC)/Co<sub>30</sub>Fe<sub>70</sub>/Cu/Ni<sub>81</sub>Fe<sub>19</sub>/Ta의 구조를 가진다. 우리가 만드는 것은 exchange bias spin-valve가 아닌 psuedo spin-valve 이기 때문에 bottom FM은 보자력 약1000e 정도인 Co<sub>30</sub>Fe<sub>70</sub>을 사용하였고 top의 FM은 bottom FM에 비해서 보자력이 상대적으로 작은 Ni<sub>81</sub>Fe<sub>19</sub>를 사용하였다. Psuedo spin-valve란 exchange bias spin-valve와는 달리 AFM층이 없이 단지 FM의 보자력 차이에 의해서 나타나는 것이다. 또 substrate는 SiO<sub>2</sub>와 n-Si(100), p-Si(100), n-GaAs(011)을 사용하여 spin-valve특성을 관측하였다. 그리고 bottom FM 증착시 sputter power에 의한 SC/FM의 계면의 상태를 보기하기 위해 30W, 50W, 100W로 바꾸어가며 샘플을 제작, 측정하였다.

## 3. 실험결과 및 고찰

Fig.1은 SC/CoFe(40)/Cu(31)/NiFe(60)/Ta(50), Fig.2은 SC/CoFe(50)/Cu(40)/NiFe(50)/Ta(50)에서의 substrate vs. MR 데이터이다. SiO<sub>2</sub>, n-Si, p-Si은 100W로 제작한 샘플에서 Fig1, 2에서 모두 거의 균일한 MR이 측정되었다. 이유는 높은 에너지를 가진 CoFe입자들이 증착시 좋은 계면을 형성한 것으로 생각되어진다. 하지만 GaAs에서는 이러한 설명이 잘 맞지 않은 것으로 나타났다. GaAs는 SiO<sub>2</sub>, n-Si, p-Si보다 상대적으로 경도가 좋지 않은 물질이기 때문에 100W의 높은 에너지에서는 GaAs/CoFe의 계면이 심하게 손상되어 그위의 CoFe/Cu/NiFe의 계면까지 영향을 준 것으로 판단된다. 50W에서는 CoFe이 GaAs기판에 손상적계 증착이 되었기 때문에 GaAs/CoFe(50)/Cu(40)/NiFe(50)/Ta(50)에서 약 1.8%로 가장 크게 나왔다. 하지만 GaAs/CoFe(40)/Cu(31)/NiFe(60)/Ta(50)에서는 100W나 30W와 마찬가지로 50W에서도 MR이 거의 보이지 않았는데 이유는 Cu 31A로는 bottom FM(CoFe)과 Top FM(NiFe)을 제대로 분리 시키지 못했기 때문이라고 생각된다. 하지만 SiO<sub>2</sub>, n-Si, p-Si에서는 Cu 31A에서도 MR이 보이는데 이는 SiO<sub>2</sub>, n-Si, p-Si와 GaAs는 증착조건이 전혀 다르리라 생각되어진다.

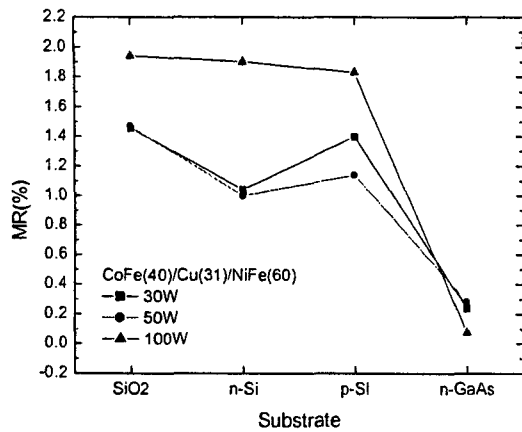


그림 1 SC/CoFe(40)/Cu(31)/NiFe(60)/Ta(50)

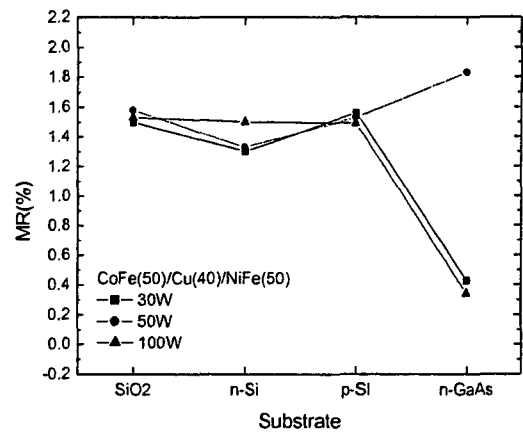


그림 2 SC/CoFe(50)/Cu(40)/NiFe(50)/Ta(50)

#### 4. 결론

본 실험은 MTT의 기본구조에서 GaAs/CoFe/Cu/NiFe의 특성을 연구하는데 그 목적이 있었다. 우리가 얻은 것 중에서 가장 중요한 것은 GaAs위에 물질을 증착할때는 sputter power가 굉장히 중요하다는 것이다. 다시말해서 SiO<sub>2</sub>에서 잡은 증착 조건으로 GaAs로 시료를 만들면 제대로 시료를 만들 수 없다. GaAs만의 다른 조건이 필요한 것이다. 그리고 우리는 2%이하의 MR을 얻었는데 이는 buffer층과 seed층이 없었기 때문이다.

#### 5. 참고문헌

- [1] R. Jansen, O. M. J. van 't Erve, S. D. Kim, R. Vlutters, P. S. Anil Kumar, and J. C. Lodder, *J. Appl. Phys.* 89, 7431(2001)
- [2] R. Vlutters, O. M. J. van 't Erve, R. Jansen, S. D. Kim, and J. C. Lodder, A. Vedyayev, B. Dieny *Phys. Rev. B.* 65, 024416 (2001)
- [3] Sebastiaan van Dijken, Xin Jiang, and Stuart S. P. Parkin, *Appl. Phys. Lett.* 82, 775 (2003)
- [4] K. Mizushima, T. Kinno, T. Yamauchi, and K. Tanaka, *IEEE Trans. Magn.* 33, 3500 (1997)