

Pseudo spin valve 다층박막( CoFe/Cu/NiFe ) 구조에서  
CoFe 두께에 따른 거대 자기저항 효과

한양대학교 물리학과 최원준\*, 홍진표  
한국과학기술연구원 박막기술연구센터 김지영, 김광윤

GMR properties of pseudo spin valve with the variation of the CoFe thickness

Department of Physics, Hanyang University W.J.CHOI\*, J.P.HONG  
Korea Institute of Sciences and Technology J.Y.KIM , K.Y.KIM

### 1.서론

현재 비휘성 메모리 개발에 있어서 Access time, Data retention(year), Read/Write endurance(cycles) 측면에서 EEPROM, FRAM, Flash 메모리 보다 우수한 성능을 가지고 있는 MRAM이 주목 받고 있다.

기존의 GMR (Giant Magnetoresistance) spin valve를 이용한 MRAM은 destructive readout과 high stray field가 문제 되어 왔으며, 이러한 문제점을 해결하기 위해 강자성층/비자성층/강자성층 의 다층박막에서 두 강자성층의 보자력 차를 이용한 pseudo spin valve가 제안 되었다[1-2].

본 연구에서는 CoFe와 NiFe을 사용한 pseudo spin valve 구조에서의 거대 자기저항 특성 및 CoFe의 두께 변화가 자기적 특성 및 자기저항 특성에 미치는 영향을 조사 하였다.

### 2.실험방법

Base pressure가  $4.0 \times 10^{-8}$  Torr 이하인 DC 마그네트론 스퍼터를 사용하여 10x10 size의 Si(100)/SiO<sub>2</sub> 기판위에 Ta/CoFe(t)/Cu/NiFe/Ta와 Ta/CoFe/Cu/CoFe(t)/NiFe/Ta 구조를 가지는 pseudo spin valve를 제조 하였다. CoFe와 NiFe의 deposition rate(A/s)는 sputtering 전력의 변화 및 포화 자화 밀도(CoFe:1450 emu/cm<sup>3</sup>, NiFe:800 emu/cm<sup>3</sup>)를 이용하여 다층박막의 두께 및 증착 속도를 제어 하였으며, 또한 본 실험에서 다층박막 증착시 연구자석을 사용하여 CoFe와 NiFe의 일축 자기이방성을 제어 하였다.

본 연구에서 설계한 Ta/CoFe(t)/Cu/NiFe/Ta와 Ta/CoFe/Cu/CoFe(t)/NiFe/Ta 구조에서 CoFe의 두께 변화에 따른 시료의 거대 자기저항 특성을 조사하기 위하여 인가자장의 감도가 0.5 Oe이고 최대 2 kOe까지 자장을 가할수 있는 VSM(Vibrating Sample Magnetometer)과 CIP(Currnt In Plane)방식의 4-point probe MR(Magnetore sistance)측정 장비를 사용하여 M-H loop 및 R-H loop를 측정하여 시료의 자화 특성 및 자기저항비를 조사 하였다.

### 3.실험결과 및 고찰

Fig. 1은 Ta(50 Å)/CoFe(t)/Cu(30 Å)/NiFe(50 Å)/Ta(50 Å) 구조에서 CoFe(t)의 두께 변화에 대한 R-H Curve 와 CoFe층과 NiFe층의 보자력 차를 나타낸 그림이다. Fig.1에서 CoFe(t)의 두께가 감소함에 따라 자기 저항비는 2.3 ~ 4.6 %까지 증가 하였으며, CoFe층과 NiFe층의 보자력 차는 7.8 ~ 47.3 Oe까지 증가 하였다. 이때 CoFe(t)의 두께가 60 Å일 때 자기저항 곡선에서 스핀이 반평행을 유지하는 구간이 7 Oe로 늘어났다.

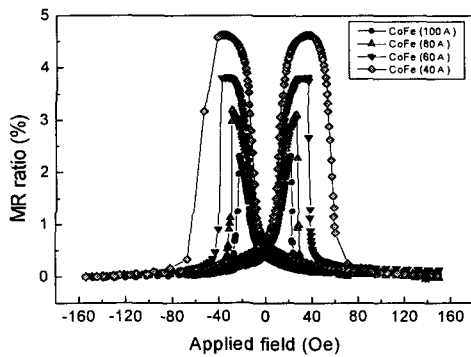
Fig. 2는 Ta(50 Å)/CoFe(60 Å)/Cu(30 Å)/CoFe(t)/NiFe(50 Å)/Ta(50 Å) 구조로 Cu층과 NiFe층 사이의 CoFe(t)의 두께 변화에 대한 R-H Curve와 CoFe층과 CoFe/NiFe층의 보자력 차를 나타낸 것이다. Fig. 2에서 보는 바와 같이 CoFe(t)의 두께가 2 ~ 10 Å까지는 자기저항비가 6.15 ~ 6.7 %까지 증가를 하였으나, CoFe(t)가 10 Å 이상에서는 자기저항비가 더 이상 증가를 하지 않고 있다. CoFe층과 CoFe/NiFe층의 보자력 차는 CoFe(t)가 10 Å까지 11.2 ~ 26.4 Oe 까지 증가 하였다가 CoFe(t)두께가 10 Å 이상에서는 감소함을 볼 수 있었으며, 스핀의 반평행 구간이 Fig. 1의 Ta(50 Å)/CoFe(60 Å)/Cu(30 Å)/NiFe(50 Å)/Ta(50 Å) 구조와 비교 하였을 때 감소하였다.

### 4.결론

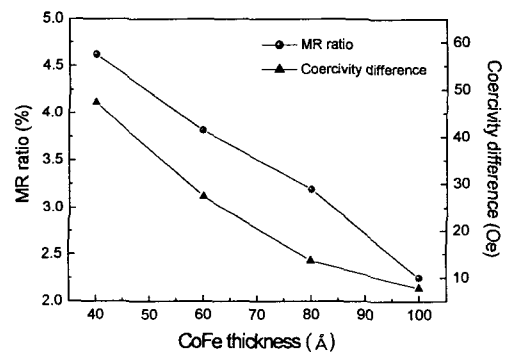
CoFe/Cu/NiFe 구조를 가지는 pseudo spin valve 구조에서 Cu층과 NiFe층 사이에 CoFe층을 삽입 하였을 경우 자기 저항비가 증가함을 알수 있었으며, 이것은 계면에서의 CoFe의 첨가에 따른 spin 의존성 산란이 증가하여 자기 저항비가 증가한 것으로 생각된다. Fig. 1과 Fig. 2 그림에서 보는 바와 같이 스핀의 반평행 구간이 작은 것은 아직 CoFe와 NiFe의 자기이방성이 완전히 제어되지 않은 것으로 생각되며, 이러한 문제점은 시료의 Sub-micron 패터닝에 의해 제어 될 수 있을 것이라 생각된다[3].

### 5.참고문헌

- [1] B.A. Everitt and A.V. Pohn, J. Vac. Sci. Technol. A 16, 1794, 1998
- [2] Won-Cheol Jeong, Byung-II Lee and Seung-Ki Joo, IEEE Trans. Magn. , Vol 35 , No.5 , 1999
- [3] Saied Tehrani, Mark Durlam, Mark DeHerrera, Eugene Chen, John Calder, Gloria Kerszykowski, 1998 Int'l NonVolatile Memory Technology Conference

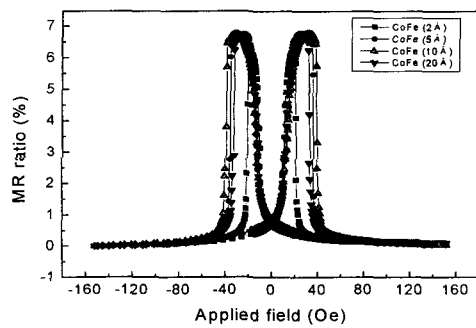


(a) The MR response curves of the pseudo spin valves with the structure of Ta(50Å)/CoFe(t)/Cu(30Å)/NiFe(50Å)/Ta(50Å) : t = 40, 60, 80, 100Å

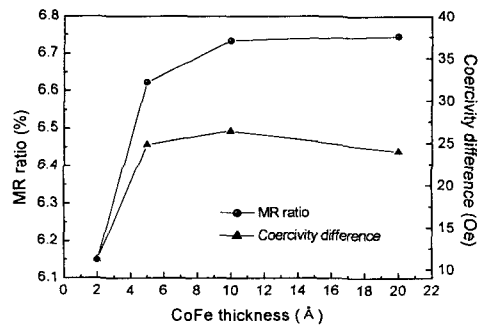


(b) The MR ratio(%) and coercivity difference between NiFe and CoFe layers for the structure of Ta(50Å)/CoFe(t)/Cu(30Å)/NiFe(50Å)/Ta(50Å)

Fig.1



(a) The MR response curves of the pseudo spin valves with the structure of Ta(50Å)/CoFe(60Å)/Cu(30Å)/CoFe(t)/NiFe(50Å)/Ta(50Å) : t = 2, 5, 10, 20Å



(b) The MR ratio(%) and coercivity difference between NiFe and CoFe layers for the structure of Ta(50Å)/CoFe(60Å)/Cu(30Å)/CoFe(t)/NiFe(50Å)/Ta(50Å)

Fig.2