

## Co/Cu/NiFe pseudo-spin valve 구조에서의 specular 효과

단국대학교 최진협\* , 주호완 , 이기암

## Specular effect in Co/Cu/NiFe pseudo-spin valve

DanKook Univ. J.H.Choi\* , H.W.Joo and K.A.Lee

## 1. 서 론

일반적으로 pseudo-spin valve 구조는 두개의 강자성층 사이에 비자성층을 삽입하여, 두 강자성층의 보자력의 차이를 이용하여 GMR 구조를 유도하는 형태이다.

본 실험에서는 보자력이 작은 연자성적 성질이 우수한 NiFe를 자유층(free layer)으로 하고 보자력이 큰경자성적 성질이 우수한 Co를 고정층(pinned layer)으로 하여 고정층과 자유층 사이에 비자성층 Cu를 사잇층으로 삽입한 Co/Cu/NiFe 삼층박막을 제작하였다. 이 형태의 특징은 작은 자장범위에서 비교적 가파른 자기저항 변화를 보이며 자기저항 민감도(sensitivity)가 우수한 반면 비교적 자기저항비가 작다.

이러한 특징을 이용한 본 연구에서는 Co, Cu, NiFe 각각의 두께에 따른 자기적 특성을 살펴보고 NOL(Nano Oxide Layer) 삽입에 의한 Specular 효과를 이용해 자기저항비의 향상을 살펴보고자 한다.

## 2. 실험방법

박막은 4-gun type DC/RF 마그네트론 장치(magnetron sputtering system)로 제작하였다. NiO는 분말시료를 이용 제작한 target을 사용하였고, Co와 Cu는 Cerac사의 target을 사용하여 증착하였다. NiO는 RF 마그네트론장치로 증착하였고, Co와 Cu, NiFe는 DC마그네트론 장치로 증착하였다. 기판은 Corning 7059 Glass를 사용하였으며 시편의 모양을 일정하게 유지하기 위하여 마스크를 사용하여 증착하였다. 이때 초기 진공도는  $1.0 \times 10^{-6}$  Torr였으며, 증착시 작업진공도는  $8.0 \times 10^{-4}$  Torr에서 증착하였다. 또한 증착시 시편에 일축이방성을 인가하기 위하여 약 400 Oe에 인가자장을 주었다. 자기저항비는 4 단자법(four-terminal method)으로 실온에서 측정하였다.

## 3. 실험결과 및 고찰

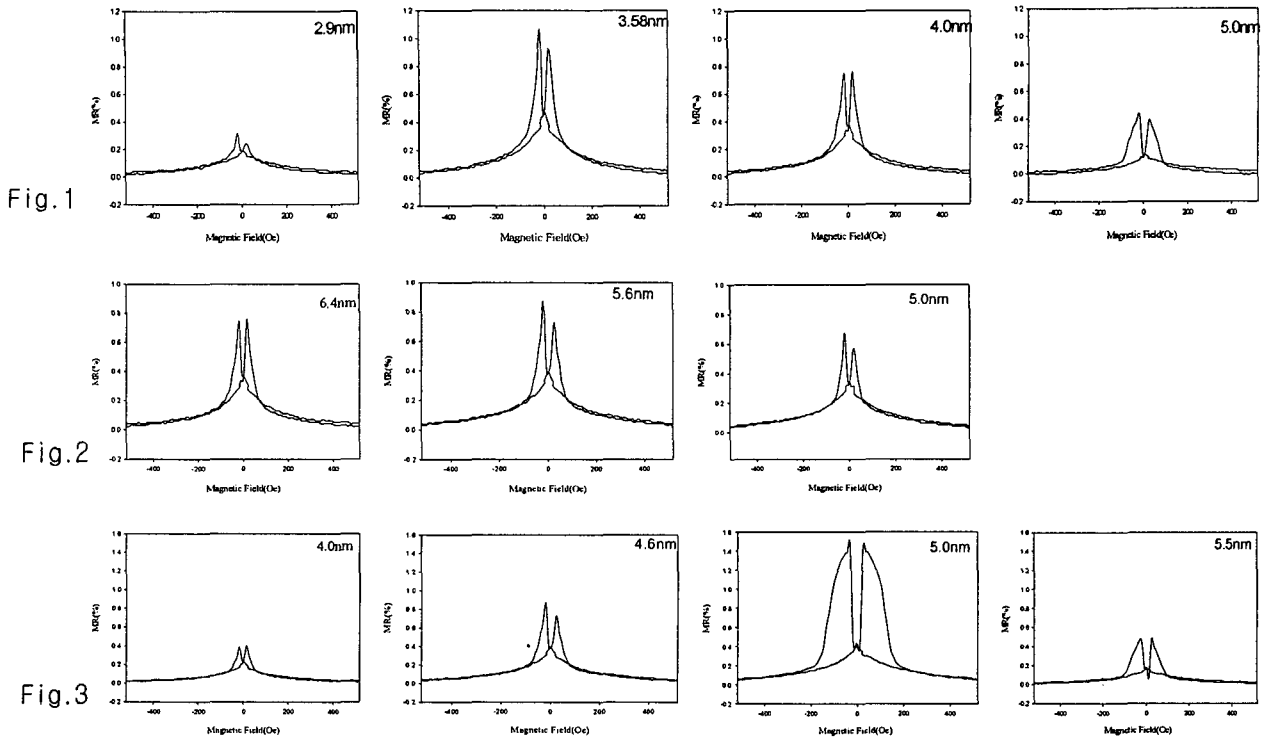
먼저 각층의 두께에 따른 MR 특성을 살펴보았다.

DC magnetron sputtering 법을 이용하여 제작한 Co/Cu/NiFe 삼층박막구조에서 고정층 Co(6.4nm) 과 자유층 NiFe(4.6nm)를 고정후 사잇층 Cu의 두께변화에 따른 자기저항비의 변화를 관찰하였다. 같은 방법으로 고정층(Co)과 자유층(NiFe)의 두께변화에 따른 자기저항비의 변화를 관찰하였다.

사잇층(Cu)의 두께가 2.9nm 이하에서는 두 자성층간의 강한 결합력에 의해 자화반전이 동시에 일어나 MR 특성이 관찰되지 않았으며, Cu의 두께가 2.9nm 이상으로 증가할수록 자성층간의 결합력이 약해지므로 독립적인 자화반전이 가능하게 되어 MR 특성이 관찰되는 것으로 생각된다.(Fig.1)

Co의 두께는 5.6nm 인 경우 MR비가 가장 크다. 이러한 효과는 두 자성층간의 내부상호작용(Interlayer coupling)에 의해 자기저항비가 변하게 된다. (Fig.2)

NiFe 두께가 5nm 이하에서 자기저항비가 감소하는 것은 전자스핀을 일으키는 전도전자의 수가 적고 전자가 산란되는 거리가 짧으므로 적은 자기저항비를 갖는다고 생각된다.(Fig.3)



glass/Co(5.6nm)/Cu(3.58nm)/NiFe(5.0nm)/NOL(t nm) 구조에서 NOL(Nano Oxide Layer)로 NiO를 0~1 nm의 두께로 삽입한 결과 자기저항비가 눈에 띄게 향상된 것을 볼 수 있었다. 이러한 결과는 NOL의 삽입이 스핀밸브와 NiO 삽입층 사이의 계면에서 유도전자의 스핀의존 산란에 의한 specular 확산 산란 효과를 가져왔고 이로인하여 산화층 사이의 계면에서 specular 반사가 이루어져 전자의 평균자유이동경로(Mean Free Path ; MFP)가 확장되어 결과적으로 자기저항비의 향상을 가져온 것으로 생각된다.

#### 4. 참고문헌

- [1] W. F. Egelhoff, Jr., P. J. Chen, C. J. Powell, M. D. Stiles, and R. D. McMichael, J. H. Judy, K. Takano and A. E. Berkowitz, J. Appl. Phys. 82, 6142 (1997).
- [2] T. Shinjo, and H. Yamamoto, J. Phys. Soc. Jpn. 59, 3061 (1990).
- [3] A. Chaiken, P. Lubitz, J. J. Krebs, G. A. Prinz, and M. Z. Harford, Appl. Phys. Lett. 59(2), 240 (1991)
- [4] H. J. M. Swagton, G. J. Strijkers, P. J. H. Bleomen, M. M. H. Willekens, and W. J. M. de Jonge, and J. C. S. Kools, Phys. Rev. B 53, 9108 (1996)
- [5] D. D. Tang, P. K. Wang, V. S. Speriosu, S. Le, and K. K. Kung, IEEE Trans. Magn., 31, 3206 (1995)