

## [NiFe/Cu/Co/Cu]<sub>N</sub> Spin-Valve 다층박막의 자기저항 특성

숙명여대 : 이숙정, 이선영, 오미영, 이정미, 김미양, 이장로  
 상지대 : 황도근, 이상석

## Magnetoresistance of [NiFe/Cu/Co/Cu]<sub>N</sub> Spin-Valve Multilayer

Sookmyung Women's Univ. : S.J.Lee, S.Y.Lee, M.Y.Oh,  
 J.M.Lee, M.Y.Kim and J.R.Rhee  
 Sangji Univ. : S.S.Lee and D.G.Hwang

### I. 서론

Fe/Cr 인공격자의 거대자기저항(GMR) 효과[1]가 발견된 이래, Co/Cu, Co/Ag 등의 2원계 인공격자의 MR에 관한 특성은 기술적 및 물성 물리학적 관점에서 큰 흥미를 불러 일으켜왔다. 또한 낮은 자기장에서의 GMR효과를 얻기 위하여 CoFe/Cu, NiFe/Cu 등의 2원계 인공격자와 NiFe/Cu/Co, NiFeCo/Cu/Co 등의 3원계 인공격자의 GMR에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 그 중에서, 보자력이 다른 두 종류의 자성층 사이에 비교적 두꺼운 Cu층을 사이층으로 하여, 자화과정의 어떤 자기장 범위에서 스핀의 반평행 상태를 구현할 수 있는 NiFe/Cu/Co 3원계 인공격자는 낮은 자기장에서 높은 GMR을 보임으로 인해서 MR 헤드나 MR 센서등으로의 응용이 기대되고 있다. MR 헤드나 MR 센서등으로의 응용을 고려한 경우, 제조공정에 있어서 불가피한 열공정이 수반되기 때문에 인공격자의 열안정성은 매우 중요한 문제가 된다. 그러나 아직 GMR효과를 나타내는 인공격자의 열안정성에 대해서 보고된 예는 많지 않다. 본 연구에서는 DC magnetron sputtering 방법으로 버퍼층을 Cr, Ta으로 달리하면서 buffer/[NiFe/Cu/Co/Cu]<sub>N</sub>의 형태로 Spin-Valve형 다층박막을 제작하여 자기저항비의 비자성층 Cu층 두께, 자성층 두께, 기저층 두께, 기판온도 및 열처리 온도의존성을 조사하였다.

### II. 실험방법

Spin-Valve형 다층박막을 제작하는데 사용한 스퍼터링 장치는 4개의 서로 다른 타겟을 사용하여 동시에 플라즈마가 발생할 수 있도록 DC magnetron gun을 장착하였으며 이들 gun에서 동시에 발생한 플라즈마가 서로 간섭하는 것을 방지하기 위하여 분리막과 셔터를 설치하여 내부를 각각의 영역으로 분할하였다. 기판이 부착된 회전판 회전용 스텝핑 모터와 셔터는 컴퓨터로 제어하였다. 증착시 초기 진공은  $7 \times 10^{-7}$  Torr이하 Ar압력은 5 mTorr을 유지하였으며, 이때 각 층의 증착율은 1.5 ~ 2.0Å/S로 하였다. MR 곡선은 전류의 인가와 저항을 동시에 측정할 수 있는 multimeter(HP34401)를 이용하여 상온에서 -500 ~ 500Oe 범위의 자기장을 인가하여 4탐침법으로 측정하였다. 제작된 다층박막에 대하여 고각 ( $2\theta = 10 \sim 80^\circ$ ) X선 회절선으로부터 결정구조를 조사하였다.

### III. 실험결과 및 고찰

Fig. 1은 Cu층 두께가 30Å, 60Å, 70Å인 3종류의 Cr/[NiFe/Cu(tÅ)/Co/Cu(tÅ)]<sub>10</sub> 다층박막에 대하여 자기장을 전류의 방향과 수직으로 인가한 경우의 MR 곡선의 측정 결과를 나타낸 것이다. 여기서 Cu층 두께가 60Å의 경우에 비해서 30Å 경우의 자

기저항비가 작은 것은 NiFe층과 Co층간의 강자성적 결합이 강하게 이루어져 유사 페리자성 상태를 구현하기 어렵게 하기 때문이라고 생각하며, Cu층 두께가 70Å인 경우의 작은 자기저항비는 Cu층의 두께가 전도전자의 평균 자유행로보다 더 큰 것에 따른 스핀의존산란의 감소에 기인한 것이라고 생각한다. Fig. 2는 Cr(50Å)/[NiFe(tÅ)/Cu(60Å)/Co(20Å)/Cu(60Å)]<sub>10</sub> 다층박막의 자기저항비를 측정된 결과를 나타낸 것이다. NiFe층 두께가 20Å일 때 3%의 극대 자기저항비가 얻어졌다. NiFe층 두께가 20Å 이상의 영역에서 자기저항비가 감소하고 있는 것은 NiFe층이 아일랜드 상으로 되어 연속적인 막이 형성되지 않았기 때문이라고 생각한다. Fig. 3은 Cr(50Å)/[NiFe(20Å)/Cu(60Å)/Co(20Å)/Cu(60Å)]<sub>10</sub> 다층박막에 대한 자기저항비의 기판온도(T<sub>s</sub>)의존성을 나타낸 것이다. 90°C의 기판온도에서 제작된 시료에서 극대 자기저항비 5%를 나타낸 후 그 이상의 기판온도로 제작된 시료의 자기저항비는 감소하였다.

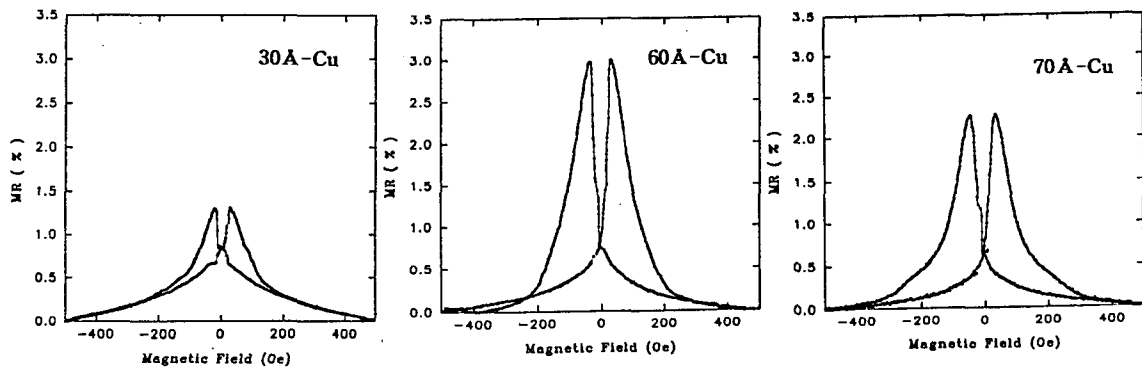


Fig. 1. MR curves on the Cu layer thickness for Cr(50Å)/[NiFe(20Å)/Cu(tÅ)/Co(20Å)/Cu(tÅ)]<sub>10</sub>.

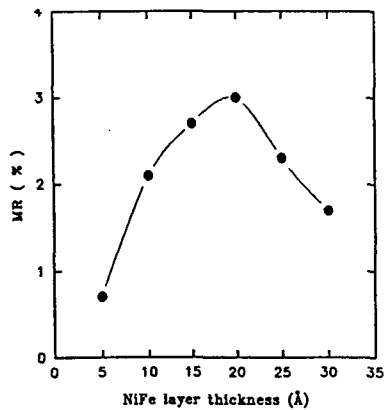


Fig. 2. Dependence of the MR on the NiFe layer thickness for Cr(50Å)/[NiFe(tÅ)/Cu(60Å)/Co(20Å)/Cu(60Å)]<sub>10</sub>.

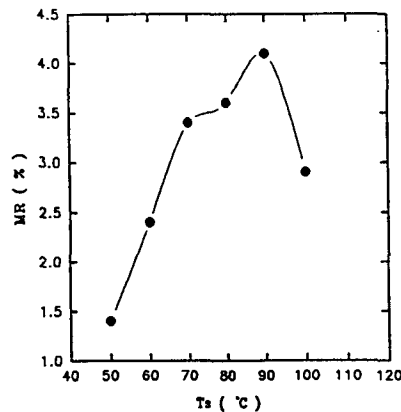


Fig. 3. Dependence of the MR on the substrate temperature for Cr(50Å)/[NiFe(20Å)/Cu(60Å)/Co(20Å)/Cu(60Å)]<sub>10</sub>.

참고문헌

[1] B. Dieny, V. Speriosu, S. S. P. Parkin, B. A. Gurney, D. R. Wilhoit, and D. Mayr., Phys. Rev. B. 43, 1297 (1991)  
 [2] T. Sinjo and H. Yamamoto, J. Phys. Soc. Jpn., 59, 3061 (1990)