

## 음·양 자기장 영역의 접합 구조에 의한 큰 자기저항 효과

주성중<sup>1\*</sup>, 홍진기<sup>2</sup>, 정구열<sup>1</sup>, 이현정<sup>1</sup>, 이궁원<sup>2</sup>, 신경호<sup>1</sup>

<sup>1</sup>한국과학기술연구원 나노소자연구센터

<sup>2</sup>고려대학교 응용물리학과

반도체 2차원 전자(2DEG)위에 소형자석(micromagnet)이 위치한 하이브리드 자성금속-반도체 소자 [1]에서는 소형 자석의 자화에 의한 자기장을 형성할 수 있다. 이러한 자기장은 위치에 따라 그 크기와 방향이 변하는 국소화된 형태로 형성할 수 있으며, 전도에 기여하는 2차원 전자는 이 자기장에 의한 로렌츠 힘을 받아 소자의 자기저항을 유발한다.

본 연구에서는 소형자석 2개를 효과적으로 배치하여, 면에 수직인 자기장( $B_z$ ) 분포가 음과 양이 영역이 접합된 형태를 이루게 하였다(그림.1 (b)). 2차원 전자의 특성에 의해 소자 면에 수평인 자기장 성분은 자기저항에 기여하지 않으며, 오직 면에 수직 자기장 성분만이 소자에 영향을 줄 수 있다. 한편, 소형 자석의 자화는 소자 면에 수평이고, 전류에 평행한 외부자기장( $B_{ext}$ )에 의해 조절되었다.

300K과 2K에서 측정된 자기장에 따른 저항의 변화는 그림.1(c)에서 보이듯이 매우 크다. 특히, Hall 저항이 아닌 통상의 저항(longitudinal resistance)을 측정하였음에도 불구하고, 측정된 데이터는 Hall 저항과 같이 자기장의 방향이 바뀌어도 단조 감소하는 경향을 보인다. 즉, 외부자기장이 작은 부근에서 자기저항이 급격히 선형적으로 변한다. 보통의 자기저항이 외부 자기장에 대하여 짝함수(even function)임을 고려할 때, 본 소자의 특성은 매우 독특한 것이라 할 수 있으며, 이러한 특성은 본 소자에 대한 전사모사에 의하여 음·양 자기장 영역의 접합 구조에서 나올 수 있는 자기저항 특성임을 알았다. 본 소자의 큰 자기 저항과 작은 외부 자기장 영역에서의 선형적인 특성은 고밀도 자기장 센서 및 비휘발성 RAM에 응용할 수 있고, 스핀 up/down 접합 소자인 unipolar spin transistor[2] 등에 적용할 수 있으며, 본 소자는 최근 각광받고 있는 바이오 분자 센서로 사용할 수 있다[3].

[1] Mark Jhonson, et al, Appl.Phys.Lett.71,974(1997),

[2] M. Flatte, et al, Appl. Phys. Lett. 78, 1273(2001)

[3] Goran Mihajlovic, Peng Xiong, Stephan von Molnar, Keita Ohtani, Hideo Ohno, Mark Field and Gerard J. Sullivan, Appl. Phys. Lett. 87, 112502(2005)

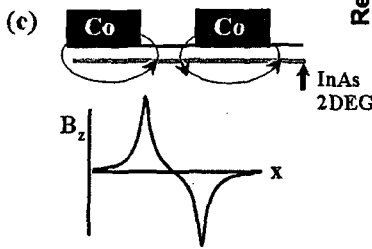
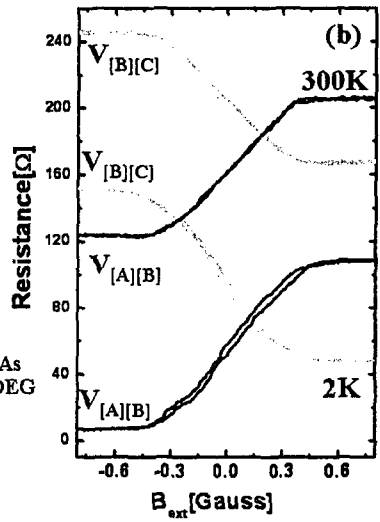
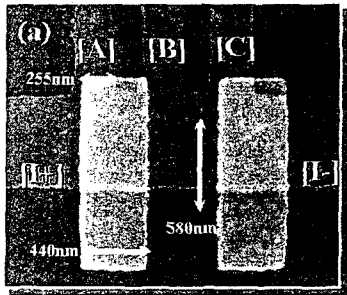


그림 1.  
 (a) 소자의 SEM 사진, 전류는 [I+] 단자에서 [I-] 단자로, 전압 측정은 [V+]와 [V-] 단자 사용.  
 (b) 소자의 구조와 cobalt 소형자석의 fringe field에 의한 자기장( $B_z$ ) 분포.  
 (c) 2K와 300K에서의 외부자기장에 따른 측정된 저항