

Co/Cu 인공초격자에서 저온 열처리가 자기저항에 미치는 영향

서울대학교 금속공학과

민경익*, 주승기

Effect of low temperature annealing on magnetoresistance
in Co/Cu artificial superlattice

Seoul National University

Kyeong-Ik Min and Seung-Ki Joo

인공초격자에서 관찰되어 온 거대자기저항(GMR)은 응용적인 측면과 학문적인 측면에서 지대한 관심을 끌고 있다. 인공초격자의 저온 열처리는 응용시 열적 안정성 평가에 매우 중요할 뿐만 아니라 계면 특성과 자기저항의 상관관계를 규명하기 위한 좋은 방법이다.

본 연구에서는 고주파 마그네트론 스퍼터링법에 의해 Co/Cu 인공초격자를 형성한 후 진공에서 로열처리를 행하였다. X선회절 분석(소각 및 고각)에 의해 초격자성과 결정방위를 평가하였으며, 상온에서 4-탐침법에 의해 자기저항을 측정하였다.

5mtorr에서 제작된 Co/Cu 인공초격자의 자기저항은 Fe 바닥층 두께에 대해 Fig.1과 같은 의존성을 갖는 것으로 나타났다. 이때 소각 및 고각 XRD 회절선의 강도는 Fe 두께에 따라 Fig.2와 같이 변화하였는데, 5mtorr 이상에서는 압력이 증가할 때 증착속도와 자기저항이 일방적으로 감소하였으므로 주승기 등[1]의 증파동모델에 의해 이온에너지에 의한 계면원자섞임은 거의 없는 것으로 해석되었다. 그러나 MBE에서 (111) 방위의 Co/Cu 인공초격자는 다른 방위의 인공초격자에 비해 계면원자섞임이 큰 것으로 알려져 있으므로[2] 스퍼터링에 의해 Co/Cu 인공초격자를 형성하는 경우에도 Fe 두께가 얇을 때에는 (111) 우선 방위가 발달하였으므로 계면원자섞임이 클 것으로 예상된다.

Fig.1과 같은 시편들을 진공열처리(1시간)한 결과, 300 °C이하의 온도에서 열처리하면 열처리 온도가 증가함에 따라 자기저항이 증가하는 것으로 드러났다(Fig.3). 이때 계면특성을 반영하는 소각 X선 회절선 강도는 열처리 온도에 따라 Fig.4와 같이 변화하였다. Fe 두께에 관계없이 150 °C까지는 감소하거나 거의 변화가 없다가 300 ~ 350 °C 까지 강도가 증가하였는데, 열처리 온도에 따른 이러한 거동은 Co와Cu의 열팽창계수 차이에 의한 증파동 증대와 spinodal decomposition[3]에 의한 계면 원자섞임의 해소에 기인하는 것으로 해석할 경우 소각회절 강도는 감소하였다가 증가하였는데에도 불구하고(Fig.4) 자기저항은 계속 증가하였던 점(Fig.3)을 잘 설명할 수 있었다.

참고 문헌

- [1] S. Joo et al., JMMM 104-107 (1992) 1753-1754
- [2] M. T. Johnson et al., Phys. Rev. Lett. 69(6), 2688(1992)
- [3] T. Kozakai et al., 일본금속학회지 48(12), 1138(1984)

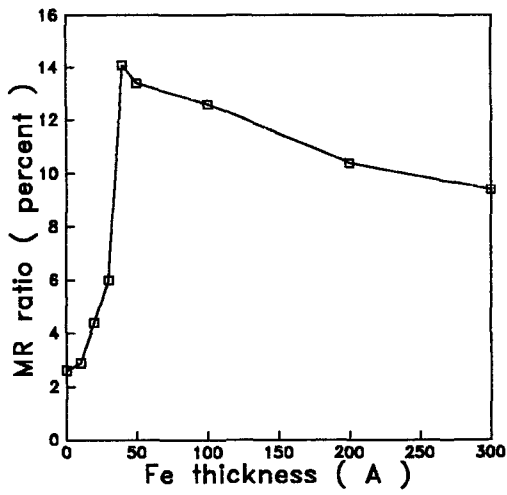


Fig.1 Dependence of MR on Fe thickness in $[\text{Cu}(25)/\text{Co}(15)]_{30}\text{Fe}(x)/\text{Si}$

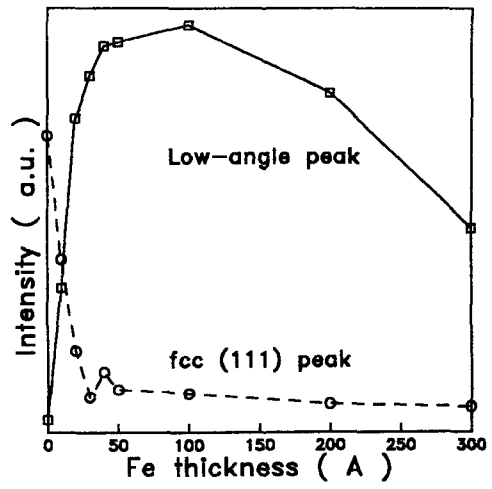


Fig.2 Low and high angle XRD intensities for Co/Cu multilayers as a function of Fe thickness

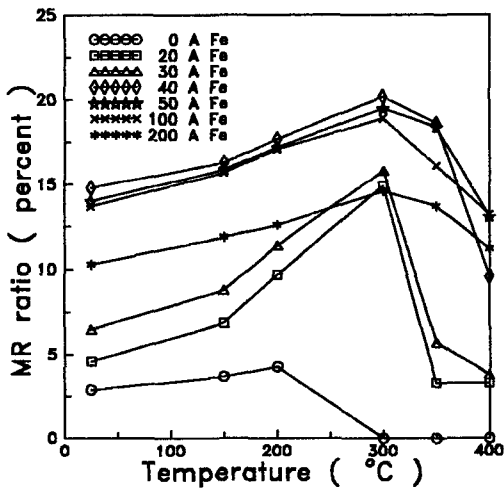


Fig.3 Dependence of MR on annealing temperature for Co/Cu multilayers

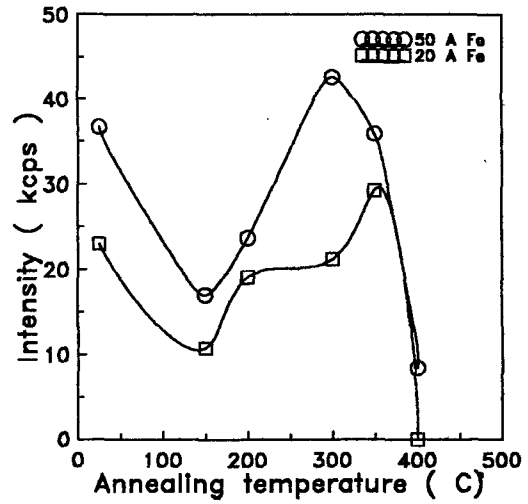


Fig.4 Dependence of low angle XRD intensity on annealing temperature for Co/Cu multilayers