

Ag-(CoFe) 합금박막의 자기저항에 대한 연구

고려대학교 금속공학과 김주찬* 이성래

A STUDY ON MAGNETORESISTANCE PHENOMENA IN
Ag-(CoFe) ALLOY THIN FILMS

Korea University J.C. Kim* S.R. Lee

1 서론

Baibich 등에 의해 Fe/Cr 다층박막에서 거대자기저항현상이 발견된 이래 거대자기저항현상은 학문적인 측면과 응용적인 측면에서 많은 연구가 진행되어지고 있다. 이러한 거대자기저항현상은 자성층과 비자성층의 계면에서 전자들의 스핀-의존 산란에 기인하며, 또한 상호고용도가 거의 없는 자성체를 비자성체에 분산시킨 합금박막에서도 거대자기저항현상이 발견되어 많은 연구가 진행중이다. 이의 대표적인 계로서 AgCo, CuCo 계를 들 수 있다. 그러나 이들의 포화자계가 높아 이를 낮추는 것이 해결해야 할 문제이다. 이 방법의 일환으로 Co 이외에 Fe를 첨가하여 Ag-(CoFe) 합금박막을 연구하였고 실제로 1994년 A. Tsoukatos 등은 Ag-(CoFe) system 에서 상온에서 11.7%의 GMR값을 얻었다. 본 실험에서는 Ag-(CoFe) 합금박막의 스퍼터링 조건에 따른 조성과 자기저항 효과 및 자기적 성질의 변화를 조사하였다.

2 실험방법

Ag-(CoFe) 합금박막은 고주파 마그네트론 스퍼터링을 이용하여 증착하였다. 초기진공은 9×10^{-7} Torr이하로 하였고, 스퍼터링시 아르곤 가스의 압력을 2, 5, 10 mTorr로 변화시켰으며, RF power는 100, 150, 200W로 변화시켰다. 조성은 Ag 타겟위에 얹은 Co, Fe의 chip 수를 달리함으로써 변화시켰고, 그 값은 발광분광계(ICP)로 분석하였다. 전체시편의 두께는 3000Å으로 고정하였다. 기판은 corning glass 2948을 이용하였고, 조성의 변화와 열처리를 행하면서 자기저항 특성을 평가하였다. 자기저항특성은 상온에서 4탐침법을 이용하여 자계를

변화시켜가면서 행하였고, 포화자계는 최대자기저항비의 50%가 되는 자계로 결정하였다. 자화값, 보자력 및 자기적 성질의 변화는 VSM을 이용하여 $\pm 10\text{K Oe}$ 까지 자기장을 가하여 측정하였다. XRD로 합금박막의 구조를 분석하였다. 열처리는 저온 열처리를 행하였다.

3 실험결과 및 고찰

XRD분석을 통해서 모든 조성의 fcc 단일상이 나타나는것을 확인할 수 있었다. CoFe cluster의 크기가 너무 미세하고 Ag(200)과 CoFe(110) 피이크의 위치가 중첩되기에 Ag기지와 의 피이크 분리를 관찰 할 수 없었다. 증착상태에서 $\text{Ag}_{70}\text{Co}_{30}$ 와 $\text{Ag}_{74}(\text{Co}_{48}\text{Fe}_{52})_{26}$ 박막의 자성체고용도는 각각 4.39, 3.42%이었으나 250°C 30분 열처리후에는 2.85, 2.93%로 감소되었다. 이수열의 결과에 의하면 열진공증착한 $\text{Ag}_{70}\text{Co}_{30}$ 박막의 고용도는 2.8%였다. 스퍼터링에 의해 제조된 박막은 유효냉각속도가 커서 열진공증착한 박막보다 과고용된 준안정고용체가 형성되기 쉽기때문에 자성체의 고용도가 같은 조성에서도 크게 나타났다.

또한 자기저항비는 $\text{Ag}_{70}\text{Co}_{30}$ 조성의 시편의 증착상태에서는 3.4%이었으나 열처리를 행함에 따라 5%로 증가하였다가 감소함을 관찰 하였다. 이것은 Ag기지내에 과포화 고용체 상태로 고용되어 있던 자성체 입자들이 석출되어 성장 하기때문이다. 열진공증착한 박막은 증착상태에서 대부분의 자성체가 석출되어 존재하기때문에 비저항은 작고 비저항차는 커서 최대 자기저항비 19% 를 나타내었지만 스퍼터링한 박막은 열진공증착한 박막에 비해 증착상태에서 고용되어 있는 자성체의 양이 많아 비저항이 높고 비저항차는 작으므로 자기저항값이 작았다. 200°C에서 열처리시간에 따라 자기저항은 증가하였다가 감소하는 경향을 나타남을 알 수 있다.

4. 참고문헌

- (1) A. E. Berkowitz, J. R. Mitchell, M. J. Care, A. P. Young, S. Zhang, F. E. Spada, F. T. Parker, A. Hutten, and G. Thomas, Phys. Rev. Lett, 68(25), 3745(1992)
- (2) H. Wan, A. Tsoukatos, and G. C. Hadjipanayis, Z. G. Li, J. Liu Phys. RevB 49(2), 1524(1994)
- (3) A. Tsoukatos, D. V. Dimitrov, A. S. Murthy, and G. C. Hadjipanayis J. Appl. Phys. 76(10), (1994)
- (4) 이수열, 이성래, 한국자기학회지, 5(1) 48 (1995)