

직류 전기 도금법을 이용한 Co/Cu 합금박막의 자기적 특성 (Magnetic properties of CoCu Alloy Thin Films Fabricated on Amorphous Substrate by DC Electrodeposition)

민지현*, 조지웅, 김영근

고려대학교 공과대학 신소재공학과, 서울시 성북구 안암동 5-1, 136-713

1. 서론

전기 도금법은 고순도의 박막을 경제적인 비용으로 제조할 수 있는 장점을 가지고 있다. 이러한 장점 때문에 거대자기저항(GMR) 효과가 관찰되는 자성체, 비자성체 다층 박막 구조를 전기 도금법을 이용하여 제조하고자 하는 연구가 활발히 진행되고 있다. [1] 다층 박막 구조의 자성 특성은 각 층의 조성과 두께 [2], 계면의 상태 [3] 등에 영향을 받는다. 또한 전기 도금법에서 조성, 두께, 계면의 상태는 전류 밀도와 pH 값의 영향을 받는다. [4]

본 연구에서는 직류 전기 도금법을 이용하여 합금 박막을 제조하고, 적용된 전류 밀도와 pH 값의 변화에 따라, 제조된 Co/Cu 합금 박막의 조성비 변화와 자성 특성 변화를 관찰하였다.

2. 실험방법

본 연구에서는 2 cm²의 비정질 금속 기판 (amorphous substrate) 을 사용하였다. 비정질 기판은 시편의 분리가 용이해서, 박막 손상을 방지하며, 결정성을 가지고 있지 않으므로, 박막의 결정 성장 방향이 기판에 영향을 받지 않는 장점을 가지고 있다.

전해액은 증류수에 CoSO₄ 와 CuSO₄ 을 각각 1 M 과 0.025 M 용해시켜 만들었다. 전해액의 pH 값은 H₂SO₄ 와 NaOH 을 적당량 첨가하여 조절하였으며, pH 2.5에서 pH 5.0 까지 변화하였다. 양극 (anode) 에는 구리 전극을 사용하였다. 모든 실험은 상온에서 시행되었다. DC 전류원 (direct current power) 으로는 Keithly-2400 전원 장치가 사용되었다.

조성 관찰을 위하여, EDX 가 부착된 SEM (Hitachi 4300)을 사용하였다. 대부분의 실험값은 EDX를 이용하여 얻었으나, 일부 시편에 대해서는 ICP (inductively coupled plasma spectroscopy)를 사용하여 조성을 조사하였다. 보자력은 VSM을 이용하여 측정하였다.

3. 실험 결과 및 고찰

그림 1.(a) 는 전류밀도와 pH 변화에 따른 Co 조성 변화를 나타낸 것이다. pH 값과 전류 밀도가 합금 박막의 조성에 영향을 주고 있음을 알 수 있다. 40 mA/cm² 의 전류 밀도와 pH 3.0 에서 제조된 합금 박막은 90 at. % 의 Co 조성을 갖는다.

pH 값을 3으로 고정하고, 전류 밀도를 변화시켜 제조한 합금 박막의 자기 이력 곡선을 VSM 을 이용하여 측정하였다. 전류 밀도가 40 mA/cm² 일 때, 합금 박막의 보자력은 50 Oe 로 감소하고, 포화 자화 값은 300 emu/cm³ 으로 증가함을 관찰하였다. 또한 이 시편을 420°C 에서 열처리 하였을 때, 보자력은 300 Oe 로 증가하였다. 그림 1 (b) 는 전기 도금에서 전류 밀도 변화에 따른 자기 이력 곡선을 나타낸다. 전류 밀도가 클수록 보자력은 감소하고, 포화 자화 값이 큰 합금 박막이 제조됨을 알 수 있다.

4. 결론

DC 전기 도금법에 의해 제조된 Co/Cu 합금 박막의 특성에 대하여 조사하였다. Co 이온과 Cu 이온이 혼합된 전해액에서 제조된 합금 박막의 조성은 전류 밀도와 pH 값의 변화에 의존하였다. 또한, 적용된 전류 밀도의 변화에 따라, 제조된 합금 박막의 포화 자화 값과 보자력도 변화하였다. 이를 통하여, 전기 도금법을 이용하여 합금 박막을 제조할 때, 전류 밀도와 pH 의 변화를 이용하여 합금 박막의 자기적 특성을 조절할 수 있음을 알 수 있다.

5. 참고문헌

- [1] W. S. Chwarzacher and D. S. Lashmore, "Giant magnetoresistance in electrodeposited films" IEEE Trans. Magn., Vol.32, pp.3133-3153, 1996.
- [2] Q. X. Liu, L. Peter, J. Toth, L. F. Kiss, A. Cziraki, and I. Bakoni, "The role of nucleation in the evolution of giant magnetoresistance with layer thicknesses in electrodeposited CoCu/Cu multilayers" J. Magn. Magn. Mater., Vol.280, pp.60-74, 2004.
- [3] L. Peter, A. Cziraki, L. Pogany, Z. Kupay, I. Bakonyi, M. Uhlemann, M. Herrich, B. Arnold, T. Bauer, and K. Wetzig, "Microstructure and Giant Magnetoresistance of Electrodeposited Co-Cu/Cu Multilayers" J. Electrochem. Soc., Vol. 148, pp.C168-C176, 2001.
- [4] G. R. Pattanaik, D. K. Pandya, and S. C. Kashyap, "Effect of process parameters on GMR in electrodeposited Cu-Co nanogranular thin films", Thin Solid Films, Vol 433, pp.247-251, 2003.

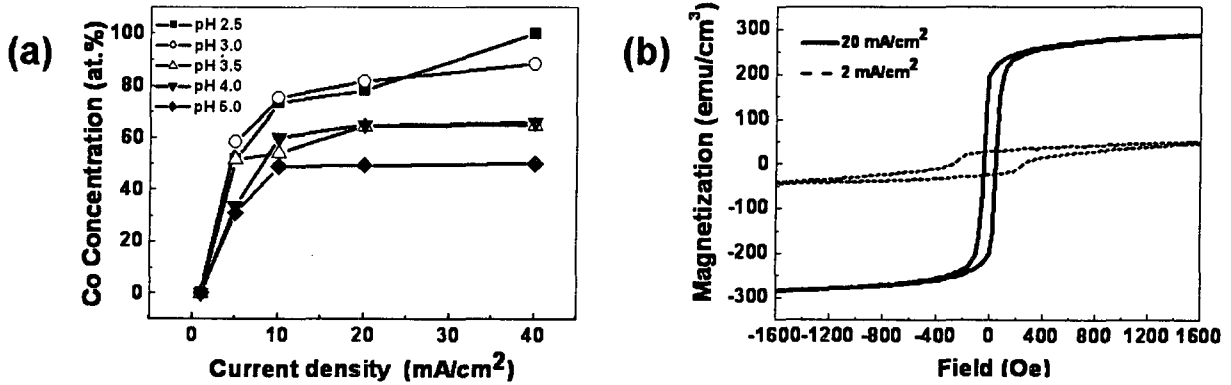


Fig. 1. Co 이온과 Cu 이온이 혼합된 전해액에서 전기 도금법을 이용하여 합금박막을 제조할 때,
 (a) 전류 밀도와 pH 변화에 따른 합금 박막의 조성 변화
 (b) 전류 밀도 20 mA/cm², 2 mA/cm² 에서 제조된 합금 박막의 자기 이력 곡선