

CoAl_{0.1}Fe_{1.9}O₄ 박막의 결정학적 및 자기적 성질 연구

국민대 김삼진*, 심인보, 김우철, 민병기, 김철성
 원광대 서정철
 군산대 윤성현

Crystallographic and magnetic properties of the CoAl_{0.1}Fe_{1.9}O₄ thin films

Kookmin University S. J. Kim*, I. B. Shim, W. C. Kim, B. K. Min, C. S. Kim
 Wonkwang University J. C. Sur
 Kunsan University S. H. Yoon

1. 서론

최근 초미세 입자의 응용가능성을 고려하여 페라이트의 나노입자에 관한 연구가 대단히 활발하게 연구되고 있다. Co 페라이트의 나노입자에 관한 연구 역시 국내외적으로 활발히 이루어지고 있다 [1]. 기록매체로의 응용을 위하여 보자력을 증가시키고 저온에서의 합성이 가능하게 하는 것은 이 분야를 연구하는 사람들에게 많은 관심이 되고 있다 [2]. 졸겔 박막의 경우 합성 조건, 치환물질 뿐만 아니라 열처리 온도에 따라서 많은 자기적 성질의 변화를 보이고 있다. 본 연구에서는 순수한 Co 페라이트에 Al을 치환한 시료를 졸-겔 방법으로 합성하여 스핀-코팅한 박막의 결정학적 및 자기적 성질에 관하여 연구하였다.

2. 실험방법

CoAl_{0.1}Fe_{1.9}O₄의 분말과 박막을 metal-salt의 졸-겔 방법으로 합성하였다. 출발용액은 99.9%이상의 고순도 Al(NO₃)₃·9H₂O, Fe(NO₃)₃·9H₂O 와 Co(CH₃CO₂)₂·4H₂O를 DEA를 첨가한 2MOE에 녹였다. 용액을 80 °C 에서 교반기로 48 시간 동안 섞은 후 수용액을 얻었다. 이 용액을 SiO₂ /Si 박막위에 4000 rpm의 회전속도로 40 초간 스핀-코팅하여 200 °C에서 1차 건조하였다. 이렇게 얻어진 박막 시료를 열처리 온도에 대한 특성연구를 위하여 각각, 300, 400, 500, 600, 700, 800 °C에서 1 h 동안 최종 열처리하였다. 한편 졸-겔 용액을 110 °C에서 4일간 건조하여 분말시료를 얻었으며 TG-DTA 실험을 통한 시료로 이용되었다. 제조된 박막시료는 X-선 회절 실험으로 결정성을 확인하였으며, 자화율 측정실험으로 자기적 성질을 연구하였다. 한편 박막시료의 표면상태를 AFM을 이용하여 표면 거칠기를 조사하였으며 이에 따른 자기적 성질의 변화를 연구하였다.

3. 실험결과 및 고찰

시료의 결정성을 x-선 회절 실험을 통하여 연구하였다. 각 회절선의 위치와 강도로부터 입방정형 스피넬 구조를 이룸을 알아냈다. Fig. 1 은 CoAl_{0.1}Fe_{1.9}O₄의 열처리 온도에 대한 상온에서의 Cu K_α선에 대한 x-선 회절도이다. Fig. 1의 결과에서 보듯이 300 °C 이상에서 열처리한 모든 시료에 대하여 다결정 박막의 스피넬상이 형성됨을 알 수 있다. 이는 TG-DTA 실험을 통한 결정화 온도가 276 °C 와 잘 일치하는 결과이다. 열처리 온도를 증가함에 따라 각각의 회절선은 보다 날카로운 선으로 자라나는 것은 열처리 온도를 증가시킴에 따라 입자의

크기가 증가되기 때문이다. 800 °C에서 열처리한 박막의 시료에 대한 격자 상수는 8.3586(3) Å, (311) 평면에 대한 Debye-Scherrer식에 의한 입자 크기는 275 Å 로 계산 되었다. 이는 순수한 CoFe_2O_4 의 격자상수값 8.381 Å 보다는 작은 값으로 Al^{3+} 의 이온 반경이 Fe^{3+} 의 이온반경보다 작기 때문인 것으로 해석된다 [3].

Fig. 2은 여러 온도에서 열처리한 박막의 박막면에 평행한 방향의 hysteresis 곡선이다. 300 °C에서 열처리한 시료의 경우 0.26 kOe 로 가장 작고 열처리 온도에 따라 증가하여 600 °C에서 열처리한 박막시료의 경우 보자력이 2.68 kOe 로 가장 크게 나타났다. 700, 800 °C 이상의 경우는 600 °C 보다는 약간 감소하는 결과를 얻었다. 따라서 열처리 온도에 따라 보자력이 최대가 되는 임계온도가 있음을 시사한다. AFM 측정을 통한 박막의 표면 거칠기는 600 °C 열처리 시료의 경우 17.5 Å로 가장 작은 값을 얻었다. 이는 가장 균일한 박막이 거칠기가 큰 입자들보다 uni-axis를 형성하는 입계의 면적이 상대적으로 크기 때문인 것으로 해석된다.

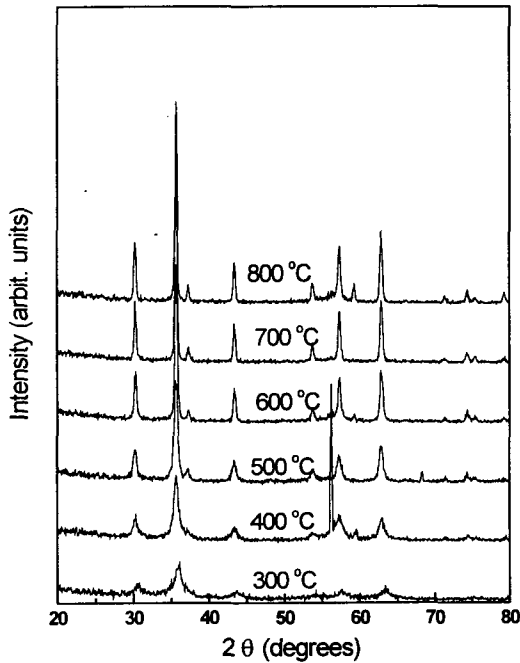


Fig. 1. X-ray diffraction patterns at room temperature for the $\text{CoAl}_{0.1}\text{Fe}_{1.9}\text{O}_4$ films annealed at various temperatures.

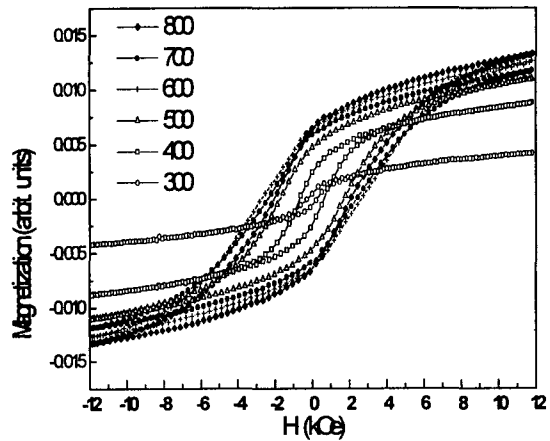


Fig.2. Parallel-plane hysteresis loops for the $\text{CoAl}_{0.1}\text{Fe}_{1.9}\text{O}_4$ films annealed at various temperatures.

4. 참고문헌

- [1] C. S. Kim, Y. S. Yi, K. T. Park, H. Namgung, and J. G. Lee, *J. Appl. Phys.* **85**, 5223 (1999).
- [2] W. C. Kim, S. W. Lee, S. J. Kim, S. H. Yoon, and C. S. Kim *J. Magn. Magn. Mat.* **215-216**, 217 (2000).
- [3] S. J. Kim, S. W. Lee, S. Y. An, and C. S. Kim, *J. Magn. Magn. Mat.* **215-216**, 210 (2000).