

수용액중에서 NiZnFe₂O₄박막의 제작과 자기적 성질

이정식, 하태욱
 경성대학교 물리학과
 이성수
 신라대학교 광전자공학과
 정중현, 배중성
 부경대학교 물리학과
 김일원
 울산대학교 물리학과

1. 서론

수용액 중에서 페라이트 박막을 생성하는 방법으로 기판 온도가 100℃이하로 낮기 때문에 내열성이 없는 물질을 기판으로 사용하는 것이 가능하여 기판에 대한 제한이 거의 없고, 진공장치나 고압장치 등의 복잡한 대규모 장치가 전혀 필요없기 때문에 경제적이다. 또한 유해물질을 사용하지 않는 특징이 있어 환경 친화적이다.^{1,2,3)} NiZnFe₂O₄는 비저항이 높고 온도 및 주파수 안정성이 우수하여 고주파용 재료로 사용 가치가 높은 것으로 알려져 있다.⁴⁾ 본 연구에서는 Ni²⁺의 첨가량에 따라, NiZnFe₂O₄박막을 제작하여, 박막의 결정구조, 박막 성장속도 및 자기적 성질 등의 변화를 연구하였다.

2. 실험방법

본 연구에서는 페라이트 도금에서 기판과 페라이트 층과의 결합에 관여하는 SiOH기가 표면에 있는 cover glass(18×18mm²)를 사용하였다. 산화용액은 증류수에 NaNO₂를 용해시켜 준비하였다. 반응용액은 증류수에 CH₃COONH₄ 5.0g을 넣고 N₂가스 bubbling함으로써 증류수에 남아 있는 용존 산소를 제거하고 금속염 FeCl₂ · 4H₂O(2.0 g), NiCl₂ · 6H₂O(0.03g), ZnCl₂ · 4H₂O(0.0~2.0 g)을 용해시켜 준비하였다. 기판의 온도 85℃에서 제작하였다.

제작한 시료들의 XRD 분석은로 결정상수를 얻었고, 박막의 외형적 형상(morphology)을 알기 위해서 SEM 측정과 AFM 측정 실험을 하였다. VSM (Vibrating Sample Magnetometer)를 이용하여 포화자화(M_s)와 보자력(H_c) 얻을 수 있었다.

3. 실험결과 및 고찰

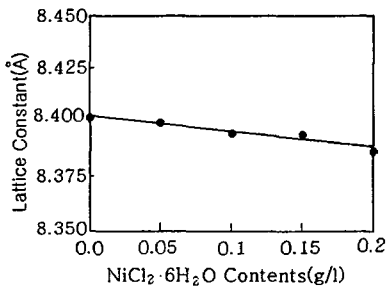


그림.1

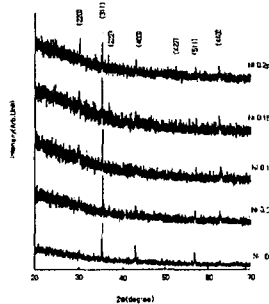


그림.2

그림1에서 볼 수 있는 바와 같이, 박막들이 spinel 구조의 단일상을 보이고 있는 것으로 보아 시료가 잘 만들어진 것으로 판단된다. 이들의 격자상수를 계산한 결과가 그림 2 이다.

그림 3과 박막 시료의 SEM 측정 결과이고 그림 4는 시료의 AFM 사진이다. 시료 표면은 매우 고르게 잘 성장된 것을 보이고 있다. 실제 박막의 표면은 육안으로 볼 때 유리면처럼 매끄럽게 잘 만들어진 것을 알 수 있다. 박막 단면을 보면 기둥(column) 형태로 박막이 성장되었음을 잘 보이고 있다.

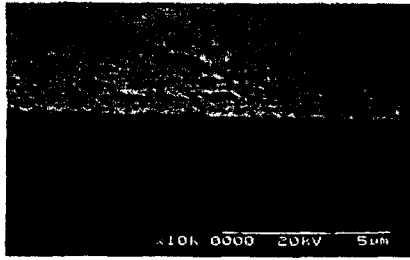


그림 3.

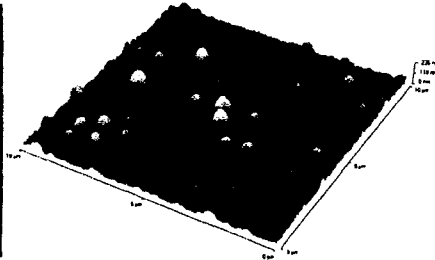


그림 4.

각각의 결과들로부터 얻은 Ni^{2+} 이온의 첨가량에 따른 포화자화(M_s) 특성의 변화는 그림 5와 같다. Ni^{2+} 이온의 첨가량이 증가함에 따라 미세하나마 M_s 가 약간 증가하다 감소하는 것으로 나타났다. 이 결과는 Ni^{2+} 이온의 첨가량이 증가함에 따라 Ni^{2+} 이온이 더 많이 박막에 들어가다가 어느 정도 이상이 되면 stoichiometric 조성보다 약간 많아지게되어 다시 감소하는 것으로 해석된다. 그림 6은 역시 자기 이력곡선 측정 실험 결과에서 얻은 Ni^{2+} 이온의 첨가량 변화에 따른 보자력(H_c)의 변화를 나타낸 것이다. 전체적으로 Ni^{2+} 이온의 변화에 크게 변화하지 않고 거의 비슷하였다.

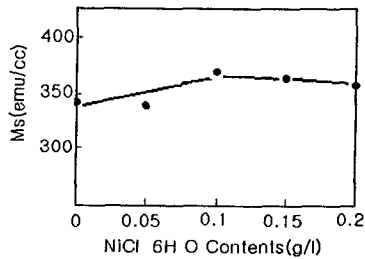


그림 5.

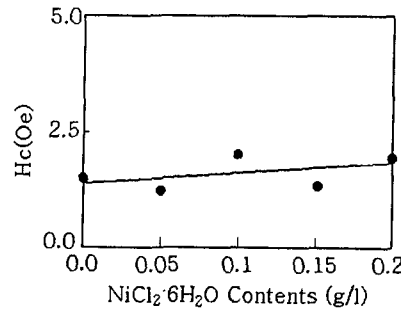


그림 6.

4. 결론

박막은 비교적 낮은 온도인 85°C에서 제작하였고, 열처리를 하지았음에도 결정성이 좋은 페라이트 박막을 얻을 수 있었다. 격자상수는 8.40 Å 정도로 반응용액의 Ni^{2+} 이온의 농도가 증가함에 따라 미세하게 감소하였다. 제작된 $NiZnFe_2O_4$ 박막의 포화자화는 약 350 emu/cc 정도로 Ni^{2+} 이온의 농도의 증가에 따라 약간 증가하다 감소하였다.

5. 참고문헌

- (1) T. W. Ha and J. S. Lee, J. Kor. Magn. SOC., 6 (3), 145 (1996).
- (2) M. Gormi, H. Furuyama and M. Abe, J. Appl. Phys, 70 (11), 7065(1991).
- (3) N. Matsushita, K. Noma, S. Nakagawa and M. Naoe, Ferrites; Proc. ICF-6, Tokyo (1992) 428.
- (4) E. P. Wohlfarth, Ferromagnetic Materials Vol.2 (Amstergam :North-Holland, Publishing, 1980), pp.197-199.