

이온빔증착 기술로 제작된 NiZnFe-Ferrite 박막의 결정 및 표면형상구조 특성

The crystal structure and surface morphology of NiZnFe-ferrite films fabricated by ion beam deposition technology

김미선¹, 이진용¹, 최종구¹, 김선욱², 황도근^{1,2}, 이상석^{1,2}, 김태형³, 고재귀³

¹상지대학교 컴퓨터전자물리학과

²상지대학교 대학원 기능성전자소재학과

³송실대학교 물리학과

페라이트 박막은 합금 금속 박막과 비교하여 낮은 와전류 손실과 낮은 전도도 때문에 고주파수 소자로 특별히 응용할 수 있다. 최근에는 덩어리 페라이트들은 마이크로 주파수에서 분리소자로 쓰여지나 평판 회로 설계에 적합하지 않다는 것이 문제되고 있다. 이제까지 개발된 연성의 페라이트 박막은 집적회로에서 요구한 유도기와 파 흡수기로서 MHz보다 큰 주파수에서 사용하지 않고 있어서, 박막형 단결정의 성공적인 성장은 마이크로 주파수에서 작동하는 집적회로에 들어가는 미래형 유도기와 변압기가 개발되는데 가장 필요한 단계이다 [1-3]. 스피넬 구조인 NiZn-계 페라이트는 연성을 갖는 동시에 높은 저항과 기계적 강도 그리고 높은 큐리온도 특성이 있기 때문에 고주파수 응용로서 대한 매우 유망한 물질이다. 더 나아가 NiZn-계 페라이트 박막은 고속력 디지털 테이프와 자기기록으로 유용하다[4,5].

본 연구는 고투자율, 저보자력을 갖는 NiZn-계 페라이트 박막의 개발을 목표로 한 첫 단계 실험으로써 이온빔 스퍼터링 증착법으로 제작된 박막의 결정구조를 분말 결정 형태의 페라이트 덩어리와 비교하였다. 여기서 3인치 페라이트 타겟을 제작함에 있어서 그 과정을 소개하면 다음과 같다. 우선 조성에 있어서 $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (0.5 mol%), $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (0.2 mol%), $\text{NiSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (0.3 mol%)을 각각 칭량한 후, H_2O 100 ml에 100 °C에 가열하면서 교반하였다. 중탕기와 pH 10이상으로 분위기를 조성한 후 2단계로 교반 및 졸임, 수쇄, 건조를 거쳤다. 분쇄 및 가소 (400 °C에서 2시간) 그리고 몰딩과 분할 소결을 900 °C에서 실행한 후 최종 타겟을 제작하였다.

박막은 이온빔 증착(ion beam deposition; IBD) 스퍼터링 시스템을 이용하여 상온에서 제작하였다. 기본 진공도가 6×10^{-9} Torr, 아르곤 가스 분압은 3.4×10^{-4} Torr로 하였고, 페라이트 타겟의 증착율은 약 0.16 Å/s 이었다. 제작된 모든 박막들은 후 진공열처리 하기 전에 박막결정을 x-선 회절기(XRD; x-ray diffractometer)로 관찰하여 덩어리의 결정결과와 비교하였고, 표면형상구조는 PSI회사의 원자현미경(AFM; atomic force microscope)으로 측정하였다.

Fig.1(a)은 3-인치 NiZnFe-페라이트 타겟에서 조각을 일부 떼어내어 분말형태로 갈아 측정한 XRD 패턴이다. 이것은 스피넬 구조에 해당하는 회절피크를 잘 보여주고 있다. 한편 IBD로 증착된 박막의 XRD 패턴은 Fig. 1(b)에 나타내었다. 현재로는 유리기판 위에 성장한 페라이트 박막의 성장 가능성을 알 수 있다. $2\theta=32.5^\circ$ 에 얻은 피크의 형태로 보아 단일 결

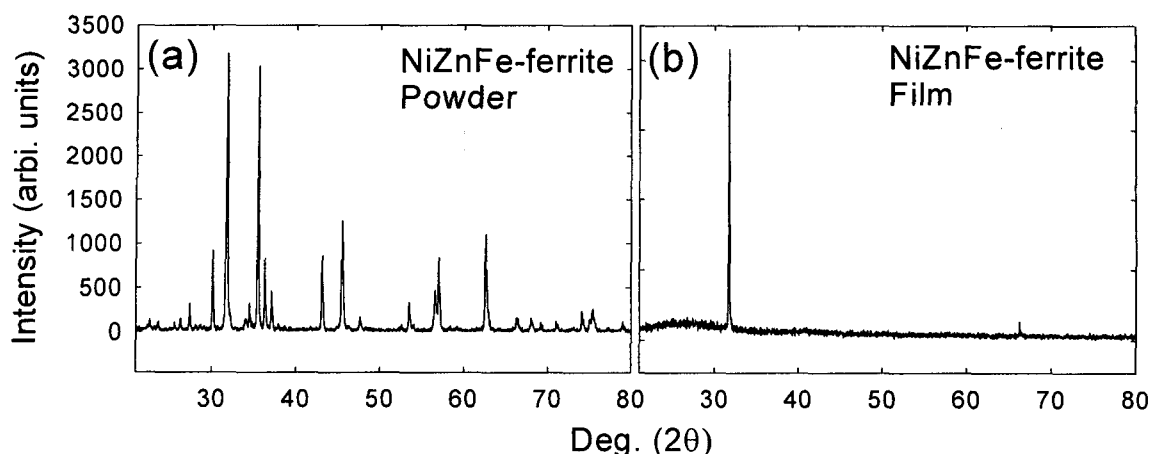


Fig. 1. (a) XRD pattern of NiZnFe-ferrite powder ground from ferrite target. (b) XRD pattern of glass/NiZnFe-ferrite thin film with a thickness of 1000 Å prepared by ion beam deposition.

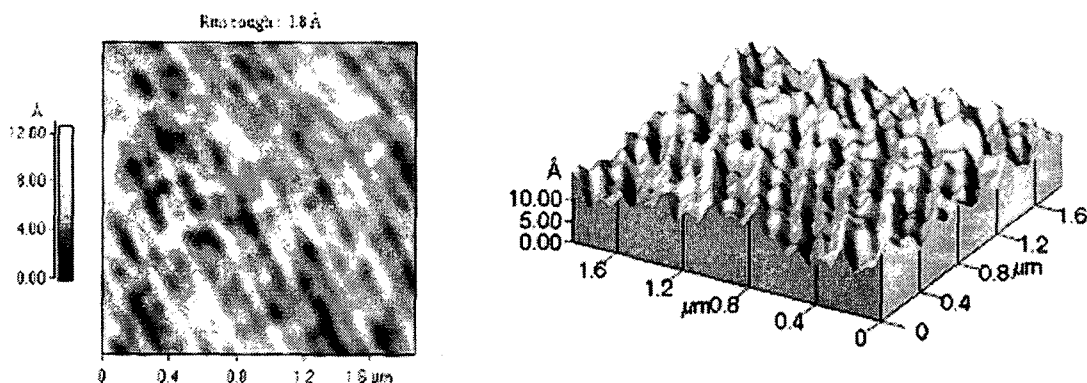


Fig. 2. 2-dim. and 3-dim. AFM images of glass/NiZnFe(1000 Å)/Co(50 Å)/Ta(50 Å) multilayer.

정형 Fe_2O_3 -계 박막이 형성되었다. Fig.2은 glass/NiZnFe(1000 Å)/Co(50 Å)/Ta(50 Å) 시료구조의 표면형상구조를 AFM 2차원과 3차원 영상이다. 면상 분석을 통해 얻은 것들은 peak-to-valley = 13 Å, R_{rms} (표면거칠기) = 1.8 Å으로 매우 양호한 표면상태임을 알 수 있다. 앞으로 진공 후열처리 과정 및 온도의존성을 적용하여 상세한 결정분석과 자성체와 계면에서의 연질화 자기특성을 관찰할 것이다.

References

- [1] J. Kulikowski, A. Lensniewski, J. Magn. Mater. 19, 117 (1980).
- [2] H. Igarashi, K. Okazaki, J. Am. Ceram. Soc. 60, 51 (1977).
- [3] D. Ravinder, K. Vijay Kumar, A. V. Ramana Reddy, Mater. Lett. 57, 4162 (2003).
- [4] J. Gao, Y. Cui, Z. Yang, Mater. Sci. Eng. B 110, 111 (2004)
- [5] A. C. F. M. Costa, E. Tortella, M. R. Morelli, R. H. G. a. Kiminami, J. Magn. Mater. 256, 174 (2003).