

Co-sputtering법으로 제조한 Ni-Fe계 박막의 전자기적 특성 변화

강대식*, 남중희, 이용현, 한규석, 조정호, 전명표
한국세라믹기술원 첨단소재팀
(Corresponding : jnam@kicet.re.kr)

Electrical and Magnetic Properties of Co-sputtered Ni-Fe thin Films

Dae-Sik Kang*, Joong-Hee Nam, Yong-Hyun Lee, Kyu-Suk Han,
Jeong-Ho Cho and Myoung-Pyo Chun

Advanced Materials Lab., Korea Institute of Ceramic Eng. and Tech., Seoul 153-801, Rep. of Korea

1. 서론

Ni-Fe 합금은 높은 투자율, 낮은 보자력과 가공성이 좋은 대표적인 연자성 재료로 오래전부터 많은 연구가 이루어지고 있으며, Ni함량과 공정 및 열처리 조건에 따라 전자기적 특성이 다양하므로, 박막화에 연구를 통한 자기 헤드, 스위치 전원, 자기 메모리 소자, MEMS 등과 같이 여러 분야로의 응용이 시도되고 있다 [1-4]. 일반적으로 박막소재는 기존의 bulk에 비해 비표면적이 넓고 입계 및 점결함 등과 같은 계면에서의 나노 구조에 대한 특징으로 인해 많은 연구가 진행되고 있다 [5]. 예를 들어, 자기 헤드 분야에서 가장 많이 연구되고 있는 Ni-Fe 박막의 조성은 Ni₈₀Fe₂₀, Ni₅₀Fe₅₀ 등이지만, MEMS 기술의 핵심 응용 분야가 magnetic storage, magnetic field sensing, micro-mirrors, RF devices, biomedical application 등으로서 광범위하여, 다양한 조성의 Ni-Fe 박막에 대한 전자기적 특성 변화의 연구는 이들 소자의 소형화 및 집적화에 필요한 다양한 소재를 제공할 수 있을 것으로 기대된다. 또한, 최근에는 자성과 유전 특성을 동시에 지닌 다강성(multiferroic) 복합체 박막에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있는데, 특히 이러한 다강성을 응용한 새로운 기능성 부품·소재로서의 특성 구현을 위해 많은 관심이 모아지고 있다.

따라서, 이 연구에서는 다기능성 자성 복합 박막소자 응용 가능성에 대한 기초 연구를 수행하고자, co-sputtering법으로 제조한 permalloy 박막의 특성을 고찰하였으며, 특히 다층화 및 소재 복합화 차원에서의 조성 및 제조 공정 변화에 초점을 두고 실험을 진행하였다.

2. 실험 방법

이 실험에서는 직경 4 inch의 Fe(순도 99.95%)와 Ni(99.99%) 타겟을 사용하여 동시 스퍼터링법으로 Ni-Fe계 박막을 제조하였다. 사용한 기판은 Si (001) wafer 및 세라믹기판이며, sputtering을 위해 H₂SO₄+H₂O₂, Aceton, deionized water 순으로 10분씩 초음파 세척을 하였고, 초기 진공도는 1~2×10⁻⁶ torr로 유지하여 고순도의 Ar(99.999% 이상) 가스를 30 sccm으로 주입하면서 5 mtorr의 압력에서 기판을 10 rpm으로 회전시키며 증착하였다. 조성은 dc-gun의 출력을 조절하여 Ni의 함량을 제어하였으며, 증착 속도는 대략 50~150 Å/min으로 조정하였다. 스퍼터링 직후 얻어진 시편은 진공 중에서 300~500°C의 범위에서 어닐링하여 Ni-Fe계 박막을 제조하였다.

3. 실험 결과

50 Å/min의 속도로 Ni₅₀Fe₅₀ 조성에 대해 50~150 nm의 두께로 증착한 시편의 XRD 분석 결과 비정질상 (as-sputtered)임을 알 수 있었으며, 100 nm이상으로 증착한 경우부터 NiFe phase의 (111)면에 해당하는 peak가 미세하게 나타나는 것을 알 수 있었다. 또한, XRD 분석을 통해 어닐링 후의 결정질 NiFe 박막에 대한 결정배향성 및 격자상수 변화를 검토하였고, 박막의 표면 미세구조는 FE-SEM 및 AFM으로 관찰하였으며, 자기이방성 및 자기이력곡선의 변화는 VSM을 통해 측정하였다. Sputtering 조건 및 박막 조성에 따른 전기적 특성 평가는 impedance analyzer와 four-point probe technique를 사용하여 상온에서 측정하였다.

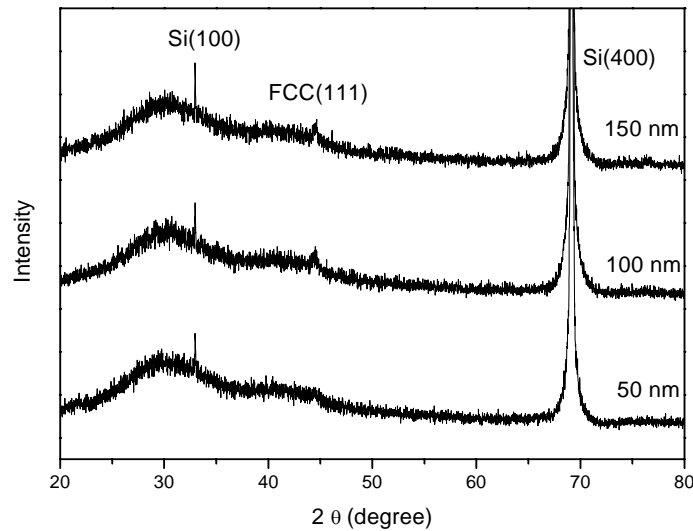


Fig. 1. XRD patterns of as-sputtered Ni-Fe thin films with various thickness.

4. 참고문헌

- [1] J. Neamtu, J. Mag. Mater., 157-158, 461~462 (1996).
- [2] 김종기, 주호완, 이기암, 황도근, 이상석, 한국자기학회지, 10(1), 37~41 (2000).
- [3] D. Niarchos, Sensors and Actuators A, 106, 255~262 (2003).
- [4] Y. Zhuang, M. Vroubel, B. Rejaei, J. N. Burghartz, Solid-State Electronics, 51, 405~413 (2007).
- [5] X. Chen, H. Qiu, P. Wu, F. Wang, L. Pan, Y. Tian, Thin Solid Films, 515, 2786~2791 (2006).