

동시 스퍼터링법으로 Si(100) 및 SiO₂/Si(100) 기판에 증착된 Ni_xFe_{100-x} 박막의 결정상 및 자기적 특성 변화

강대식*, 남중희, 송종한, 조정호, 전명표
한국세라믹기술원 전자부품센터

Crystalline phases and magnetic properties of Ni_xFe_{100-x} thin films deposited on Si(100) and SiO₂/Si(100) substrate by co-sputtering

Dae-Sik Kang, Joong-Hee Nam*, Jong-Han Song, Jeong-Ho Cho, and Myoung-Pyo Chun
Electronic Components Center, Korea Institute of Ceramic Engineering and Technology,
Seoul 153-801, Korea

1. 서론

NiFe 합금은 높은 투자율, 낮은 보자력과 가공성이 좋은 대표적인 연자성 재료로 오래전부터 많은 연구가 이루어지고 있으며, Ni 함량과 공정 및 열처리 조건에 따라 전자기적 특성이 다양하여, 박막화에 연구를 통한 자기 헤드, 스위치 전원, 자기 메모리 소자, MEMS 등과 같이 여러 분야로의 응용이 되고 있다[1-2]. 일반적으로 박막소재는 기존의 bulk에 비해 비표면적이 넓고 입계 및 점결함 등과 같은 계면에서의 나노 구조에 대한 특징으로 인해 많은 연구가 진행되고 있다[3]. NiFe 합금은 조성에 따라 BCC와 FCC로 나누어지는데 Fe 함량이 증가함에 따라서 FCC구조에서 BCC 구조로의 상변화가 나타며, 박막의 경우 그 영향이 기판의 종류에 따라 조성의 범위가 다르게 나타나고 있다[4-5]. 이 연구에서는 Si(100)와 열산화시킨 SiO₂/Si(100) 기판위에 동시 스퍼터링법으로 증착된 NiFe 박막의 열처리에 따른 결정상의 변화와 자기적 특성을 평가하고자 하였다.

2. 실험방법

동시 스퍼터링법으로 NiFe 박막을 증착하기 위해 직경 4 inch의 Fe (99.95%)와 Ni(99.99%)을 타겟으로 사용하고 RF-DC 마그네트론 스퍼터링 시스템을 사용하여 동시 증착하였다. 초기 진공은 6×10^{-6} torr으로 하여 고순도의 Ar 가스(99.999%)를 30 sccm으로 주입하여 5 mtorr에서 증착하였으며, 이때 기판의 회전 속도는 6 rpm으로 고정하였다. 기판으로는 p-type의 Si (100) wafer와 SiO₂/Si(100)을 사용하였으며 기판은 아세톤, 에탄올, 증류수 순으로 각 10분씩 초음파 세척하여 증착 전 플라즈마로 세척하였다. 증착 후 300~450°C 에서 2시간 동안 annealing 하였다. 상분석 및 미세구조를 관찰하기 위해 XRD(PANalytical, X'pert Pro)와 FE-SEM을 사용하였으며, 박막의 전자기 특성은 four-point probe technique(CMT-SR3000M)와 진동시료자속계(VSM, LakeShore, Model 7307)로 측정하였다.

3. 실험결과

Si(100) wafer와 SiO₂/Si(100)에 각각 동시 스퍼터링법으로 증착된 Ni_xFe_{100-x} 박막의 조성별 결정상과 자기적 특성에 대한 변화를 검토한 결과, Si(100) wafer에 증착 시 SiO₂/Si(100) 기판에 증착된 박막보다 낮은 Fe 함량에서 준안정상인 BCC 구조로 증착되며, 300~450°C 에서 2시간 열처리를 한 결과 BCC에서 FCC로의 상전이가 일어나

는 것이 관찰되었다. 또한, Fig. 1에 나타낸 바와 같이, Fe가 50 mol.% 이상인 $\text{Ni}_{45}\text{Fe}_{55}$, $\text{Ni}_{40}\text{Fe}_{60}$ 의 조성에서는 열처리 후에도 BCC와 FCC상이 공존하고 있음을 알 수 있었으며, 이 경우에는 보자력이 증가하여 weak hard magnetic hysteresis loop가 형성되는 것으로 확인되었으나 열처리 후에는 전형적인 soft magnetic behavior를 나타내었다.

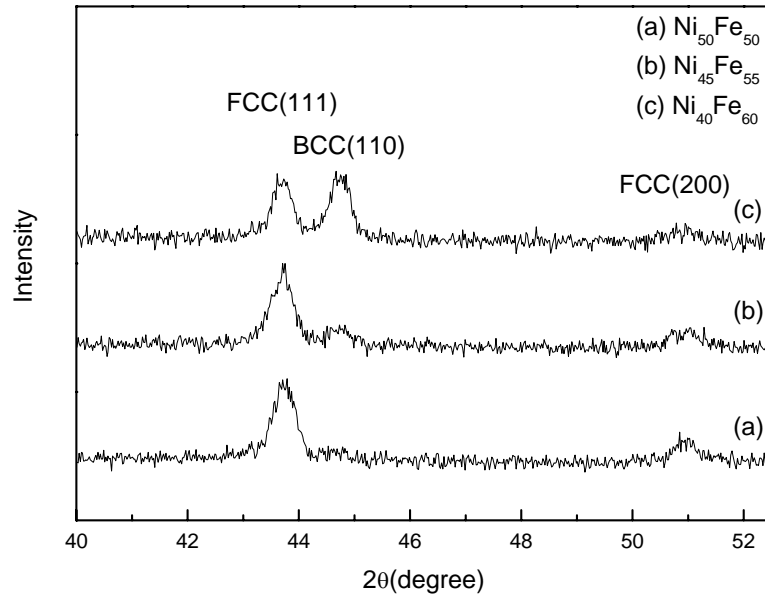


Fig 1. XRD patterns of NiFe thin films deposited by co-sputtering on Si(100) wafer and annealed at 450°C; (a) $\text{Ni}_{50}\text{Fe}_{50}$ (b) $\text{Ni}_{45}\text{Fe}_{55}$, and (c) $\text{Ni}_{40}\text{Fe}_{60}$.

4. 참고문헌

- [1] J. Neamtu, J. Mag. 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] X. Chen, H. Qiu, H. Qian, P. Wu, F. Wang, L. Pan, Y. Tian, Vacuum 75, 217 (2004).
- [5] X. Chen, H. Qiu, P. Wu, F. Wang, L. Pan, Y. Tian, Thin Solid Films, 515, 2786~2791 (2006).