

전해도금법을 이용한 Ni-Co-Fe 3원계 합금 박막의 특성연구

조영래^{1,*}, 박화선¹, 서수정¹

¹성균관대학교 신소재공학과

1. 서론

자성재료는 보자력에 의해서 강자성재료와 연자성재료로 나뉜다. 이중 연자성재료는 자기 기록 헤드, 박막 인덕터, 변압기 등에 이용되고 있다. 일반적으로 연자성 재료는 보자력이 12.5 Oe 이상의 값을 가진다. 그리고 전자장치의 주요 구성요소로 사용이 되면서 소형화, 고집적화 되었다. 이에 따라 연자성 재료의 높은 포화 자화(Ms), 낮은 보자력(Hc)등의 특성이 요구되고 있다. 그래서 새로운 연자성 합금 재료들이 연구 개발되고 있다. 전형적인 연자성 합금을 예를 들면 전해도금을 이용한 Co-Fe, Ni-Fe, Co-Ni-Fe합금과 스퍼터링법을 이용한 나노 구조 Fe-N, Ni-Fe/Co-Fe-N/Ni-Fe합금 등이 있다. 본 연구에서는 전해 도금법을 이용한 Ni-Co-Fe 3원계 합금 박막의 특성을 연구하였다. [1,2]

2. 실험방법과 결과

전해 도금법을 사용하여 Ni-Co-Fe합금 박막을 형성하였다. 기판은 CCL을 이용하였으며, 양극으로는 1 X 1 cm² 크기의 Pt전극을 사용하였으며, 모든 실험의 도금액의 pH는 4로 고정하여 실험하였다. 실험변수는 인가 전압, 도금온도, 도금 시 음극과 양극의 면적비를 변경하여 박막을 제작하였다. 그리고 도금 시 자기장에 의한 영향을 보기위해 시험편과 평행하게 외부 자계를 인가하였으며, 자기장의 세기는 약 300 Oe였다. 미세구조 분석을 위해 SEM을 사용하여 분석하였으며, 결정구조 분석을 위해 XRD를 사용하였다. 화학 조성 분석을 위해 EDS를 사용하여 분석하였다. 그리고 내부식특성을 분석하기 위해 EIS 분석을 실시하였다. 자성 특성 분석을 위해 VSM을 사용하여 포화자화, 보자력 등을 분석하였다.

본 연구에서는 Ni-rich 도금액을 이용하여, CCL 기판위에 Ni-Co-Fe 도금층을 2.5um 두께로 도금을 하였다. 인가 전압은 5mA/cm²~25mA/cm² 범위에서 5mA/cm² 간격으로 도금을 실시하였다. 이때 도금층의 조성비는 Ni는 39~61 at%, Co는 21~32 at%, Fe는 16~28 at%로 나타났다. 평균 보자력은 1.9 Oe, 각형비는 0.33 으로 확인되었다. 그리고 10mA/cm²으로 전압을 인가하여 제작된 박막에서는 보자력 1.34 Oe, 각형비 0.27 이었으며, 이때 조성비는 Ni₄₆Co₂₉Fe₂₄ (At%)였다. 내부식 특성은 25mA/cm²에서 가장 높게 나타났다. 도금액 온도 변화에 따른 실험에서는 40℃에서 2.02 Oe의 보자력을 갖는 결과를 확인하였다. 면적비에 따른 박막의 제조 실험에서는 전체 실험범위에서 비슷한 결과를 확인하였다.

3. 고찰

인가 전압에 따른 박막의 특성은 인가전압이 커질수록 Ni의 함량이 커지고, Co와 Fe의 함량이 줄어드는 것을 확인하였다. 이는 Ni 표준전극의 포텐셜 값이 Fe의 표준전극 포텐셜 값보다 높기 때문에 우선적으로 도금이 되기 때문이다. XRD 분석에서는 FCC(111) 피크와 시험편 CCL의 피크만 확인되었다. 이는 표면에 생성된 박막이 비정질로 성장했기 때문이다. 그리고 이로 인해 보자력과 각형비가 달라질 것이다. 샘플의 자성특성을 확인하였을 때, 10mA/cm²에서 가장 낮은 보자력을 확인하였다. Ni의 함량이 커질수록 내부식성 특성은 향상될 것이다. 이는 Ni이 내부식 특성이 좋기 때문에 위와 같은 결과를 확인하였다.

4. 결론

본 연구에서는 Ni-Co-Fe 합금박막을 전해도금으로 형성하였다. 인가전압에 따라 Ni, Co, Fe의 함량이 변화하는 것을 확인하였으며, Ni의 함량이 커지면 내부식특성이 좋아지지만, 자성특성인 보자력과 각형비가 향상되지 않는 것을 확인하였으며, $10\text{mA}/\text{cm}^2$ 의 인가전압에서 좋은 자성특성을 가지는 것을 확인하였다. 도금액의 온도도 박막의 특성에 영향을 주는 것을 확인하였으며, 40°C 에서 좋은 특성을 가지는 것을 확인하였다.

5. 참고문헌

- [1] O. Shinoura, A. Kamijima, J. Surf. Finish. Soc. Jpn., **44**, 1114 (1993)
- [2] T. Osaka, Nature. 392, **796** (1998)