

전기도금법을 이용한 니켈-철 박막의 물성과 자성 조절

남경호*, 서호영, 홍기민

충남대학교 물리학과

1. 서론

니켈-철 합금 중80%의 니켈과 20% 철로 구성된 퍼멀로이(Permalloy)는 낮은 보자력(Coercivity)의 연자성체로 자기기록장치(Magnetic recording), 기록저장장치(Information storage) 및 각종 센서 소자로 널리 사용되고 있다. 니켈-철 합금 박막을 제작하는 방법 중 전기도금법은 진공 방법에 비하여 제작 비용이 상대적으로 낮고, 고순도의 합금 박막을 얻을 수 있다는 장점이 있다. 또한 전기 도금 방법은 도금전류 및 전압, 도금온도, 전해액의 조성 및 pH등을 조절하여 박막의 조성을 쉽게 변화시킬 수 있는 특징이 있다. 본 연구에서는 전기도금법으로 니켈-철 박막을 제작하고 제작 공정 변수를 변화함으로써 도금 박막에 대한 물성의 조절을 시도 하였다. 정전류방식을 이용하여 전류밀도와 인가전압을 변화시키고, 도금온도를 달리하여 니켈과 철의 성분비를 인위적으로 조절하였으며, 이에 따르는 결정립 크기(Grain size)와 보자력의 상관관계를 알아 보았다.

2. 실험방법

$\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, CaCl_2 , L-ascorbicacid로 구성된 전해액을 제조하고 정전류 인가방식을 이용하여 박막을 제작하였는데, 도금 시 전해액의 온도는 40°C ~ 60°C 로 조절하였다. 제작된 박막의 니켈-철 성분분석은 EDS (Energy dispersive spectroscopy)를 이용하였고, XRD (X-ray diffraction)로 결정립의 크기를 측정하였으며, AGM (Alternating Gradient Magnetometer)으로 보자력을 측정하였다.

3. 실험결과 및 고찰

그림 1에 도금전류밀도와 도금액의 온도가 변화함에 따라 달라지는 성분의 변화와 그에 따르는 보자력의 변화를 보였다. 40°C 에서는 전류밀도가 5 mA/cm^2 에서 10 mA/cm^2 로 증가할 때, 60°C 에서는 20 mA/cm^2 에서 25 mA/cm^2 로 증가 할 때 철의 함량이 대략 20%에서 80%로 급격히 증가하는 것을 알 수 있다. 도금온도가 20°C 와 70°C 에서는 전류밀도가 변하여도 니켈-철 함량의 비가 크게 변화하지 않았다. 그림 2에 도금 전류밀도의 변화에 의한 박막 내 철의 함량 변화와 그에 따르는 보자력과 결정립의 상관 관계를 정리하였다. 전류밀도가 감소할 때 40°C 에서 결정립의 크기는 소폭으로 감소하지만 50, 60°C 에서는 큰 폭으로 증가하였다. 또한 40°C 전해액에서 도금된 박막은 도금 전류밀도가 증가함에 따라 결정립의 크기가 감소하지만, 50°C 와 60°C 의 전해액에서는 도금 전류 밀도가 증가함에 따라 결정립의 크기가 증가하였다. 일반적으로 보자력은 결정립의 크기에 반비례하는 특성을 보이는데, 크기가 16~17 nm의 박막의 경우 그 크기가 6~8 nm의 박막에 비해 더 큰 폭으로 보자력이 감소하였다.

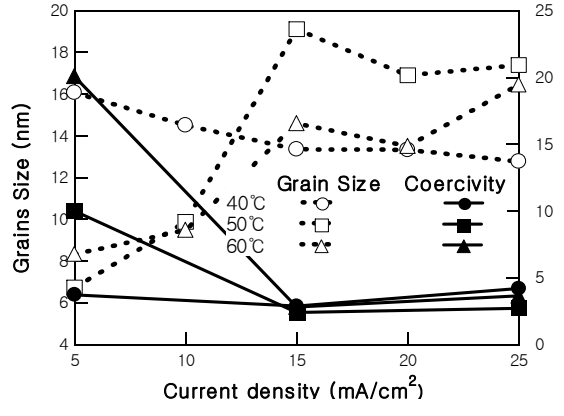
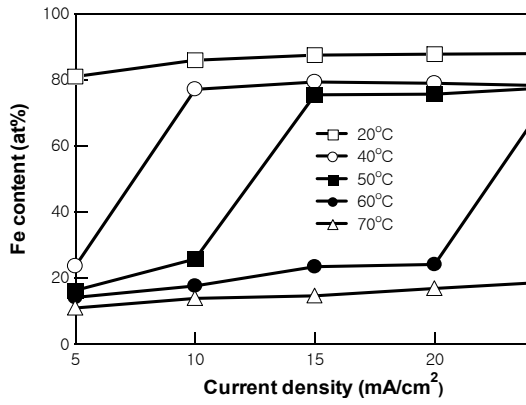


그림 1. 도금전류밀도와 온도에 따른 철 함량의 그림2. 전류밀도 변화에 따른 철의 함량과 보자력의 상관 관계

4. 결론

니켈-철 박막의 전기도금은 전류밀도를 변화시킴으로써 철의 함량과 결정립의 크기를 조절할 수 있고 그에 따라 박막의 자성이 달라지게 되며 결과적으로 연자성체의 주요 특성인 보자력을 조절할 수 있음을 보였다. 그러나 이 조건으로는 철의 함량이 20~80% 영역으로 급격히 변화하는데 그 중간 영역의 성분비율을 가지는 박막은 제작은 용이하지 않다 이는. 정전압인가 도금방식의 방법으로 해결할 수 있을 것으로 예상된다.