

Cu 두께에 따른 [CoPtP/Cu]_n 다층구조의 미세구조적, 자기적 특성 분석

Magnetic and Microstructural Characterization of Electrodeposited [CoPtP/Cu]_n Multilayers according to Thickness of Cu interlayers

정원용, 강승우, 이관희
한국과학기술연구원 금속공정연구센터

W. Y. Jeung, S. W. Kang, K. H. Lee
Metals Processing Research Center, KIST, Seoul 130-650, Korea

1. 서론

전기도금방식으로 구현된 자기박막 재료로서 CoPtP 박막은 이제까지 보고 된 재료 중 전기도금에 의해 제조될 수 있는 자성합금 중 가장 높은 보자력과 뛰어난 각형비를 가지고 있는 3원계 합금박막 재료로 알려져 있다[1]. 그러나 이제까지 보고 된 연구결과는 CoPtP 박막을 전기도금방식으로 제작했을 때, 두께가 약 1 μm 이상일 경우, 결정립이 큰 칼럼구조(columnar structure)가 성장하여 보자력이 현저히 떨어지는 현상[2]을 보여 왔으며, 이러한 이유 때문에 MEMS 등의 응용분야에 다양하게 활용되는데 많은 제약을 받아왔다. 전기 도금된 금속 조직은 일반적으로 도금초기에는 등축정(equiaxial crystal)으로 성장하며, 결정립의 크기가 작은 상태에 있다가 도금 층이 성장하면서 결정립의 크기가 큰 주상정이 자란다. 본 연구에서는 CoPtP 3원계 합금의 박막을 전기도금방식으로 제조하되, 주상정이 성장하기 전에 비자성층으로 전기화학적인 다층화를 시도함으로써 고특성 자기적 성질은 유지하면서 일정두께 이상 도금하지 못하는 두께의 한계를 극복하고자 하였다. 이 때, [CoPtP/Cu]_n 다층구조의 자기적 성질이 Cu층의 두께에 따라 많은 변화가 있음을 관찰하였고, 그 원인을 분석하고자 결정학적, 미세구조적 특성을 조사하였다. 이를 통해 전기도금된 나노다층구조의 가능성을 확인하였으며, 나노다층구조 제조 시 자기적 성질과 미세구조적 특성의 상호관계에 대해 고찰하고자 하였다.

2. 실험방법

CoPtP 도금은 (100)Si 웨이퍼 위에 1000 Å 두께의 금을 진공증착한 전극을 음극으로 사용하여 실시되었으며, 다층구조에 사용될 층간 매개체로는 구리가 사용되었다. 전기화학적인 다층화는 크게 두 가지 방법이 있다. 하나의 용액에서 전위 펄스를 이용하여 다층을 구현하는 SBT(single bath technique)와 각기 다른 별도의 bath를 제조하여 층을 번갈아 도금하는 DBT(dual bath technique)이 있다. 본 연구에서는 SBT에 비해 불순물이 없는 순수 CoPtP 층을 얻을 수 있는 장점을 보유한 DBT를 이용하였으며, DBT를 적용하기 위하여 컴퓨터 인터페이스로 자동조절되는 장비를 자체 제작하여 나노다층구조를 구현하였다. CoPtP와 Cu 도금층을 위한 두 Bath의 온도는 40 ± 1 °C로 유지하였으며, 각 용액의 pH는 8로 고정하였다. 각 bath에서의 전기도금은 동일하게 0.5 A/dm²의 정전류를 인가하여 교반 없이 실시하였고, 이 때 상대전극으로는 고순도 graphite 판, 참고전극으로는 SCE를 각각 사용하였다. 합금의 조성은 EPMA와 EDS 분석을 통해 Co₈₀Pt₁₉P₁임을 확인하였고, 단층 CoPtP박막과 다층화된 [CoPtP_{(100) nm}/Cu_{(x) nm}]_n 박막을 진동자기시료계(VSM)로 측정하여 각각의 자기적 특성을 비교 분석하였다. 또한 단층과 다층화 및 Cu 두께에 따른 결정구조와 미세구조의 변화를 알아보기 위해 XRD와 TEM 분석을 실시하였다.

3. 실험결과 및 고찰

1 μm 이상 도금 시 나타나는 결정립 크기 및 주상정의 성장에 의한 H_c 값 저하 현상을 방지하기 위하여 CoPtP 도금층 위에 구리를 쌓고, 또 그 위에 CoPtP 도금 층을 쌓는 다층구조 방식으로 한정된 도금 층의 두께를 확장시켰다. 특히, $[\text{CoPtP}_{(100\text{ nm})}/\text{Cu}_{(x\text{ nm})}]_n$ 다층구조에서 결정구조가 마치 단일층으로 구성된 것과 같이 수직한 방향으로 epitaxial하게 성장함을 TEM을 이용하여 확인하였고 이를 통해 Cu가 충분히 결정화되는 어느 일정두께에서 Cu층의 결정방향이 $[111]_{\text{fcc}}$ 방향의 상태에 있으며 그 위에 도금되어질 CoPtP층도 $[002]_{\text{hex}}$ 방향으로 성장이 유도되어 높은 수직자기이방성을 보유하고 있음을 관찰할 수 있었다.

4. 참고문헌

- [1] L. Callegaro et al., J. Magn. Magn. Mater. **155** (1996) 190.
- [2] P. L. Cavallotti et al., Surface and Coatings Technology **105** (1998) 232.