

전기 도금법을 이용한 Co 나노선 제조에서의 기판 효과 연구 (Substrate effects on microstructure and magnetic properties of electrodeposited Co nanowire arrays)

민지현^{1*}, 우준화¹, 조지용¹, 고영동², 정진석², 김영근¹

¹ 고려대학교 공과대학 신소재공학과, 서울시 성북구 안암동 5-1, 136-713

² 숭실대학교 분자설계연구소, 자연과학대학 물리학과, 서울시 동작구 상도동 511 156-743

1. 서론

Co 나노선은 hcp 구조를 가질 때, 큰 결정 자기 이방성으로 인한 응용 가능성 때문에 많은 연구들이 진행되고 있다. [1-3] Co 나노선 제조에 있어서 나노 틀을 이용한 전기 도금법이 널리 사용되는데, 큰 종횡비를 갖는 나노 구조 제작할 때, 매우 유리한 제조 방법이기 때문이다. 전기 도금법에서 나노 선의 미세구조와 자성특성을 결정하는데, 전류 밀도, 용액의 pH, 온도 등이 중요한 변수로 작용한다.[4] 또한 기판 역시 중요한 역할을 하는 것으로 보고되었다.[6] 이 연구에서는 Au 와 Co 가 입혀진 나노 결정질 박막인 FinemetTM (Hitachi, Fe_{73.5}Si_{16.5}B₇Nb₃Cu₁) 에서 각각 Co 나노 선을 제조하여 그것의 구조적 특성과 자성 특성을 비교하였다.

2. 실험방법

Co 나노 선은 200 nm 세공 크기를 갖는 산화 알루미늄 나노 틀을 이용하여 제조 되었다. 기판은 Au 와 나노 결정질 박막 (FinemetTM) 이 사용되었다. 전해액으로는 CoSO₄·7H₂O 1 M 용액을 사용하였고, 용액의 산성도는 H₂SO₄ 에 의해 조절되어 pH 4 를 유지하였다. H₂SO₄ 이외에 어떠한 첨가제도 사용하지 않았다. 전극으로는 백금이 사용되었으며, 전류 밀도는 - 10 mA/cm² 유지되었고, 모든 실험은 상온에서 진행되었다. 나노선의 구조와 자성 특성 분석을 위하여 X-ray 회절 분석기, 주사전자 현미경, 투과전자 현미경, 시료 진동형 자속계를 이용하였다.

3. 실험 결과 및 고찰

[그림 1]에서 볼 수 있는 것처럼, Au 기판에서 성장한 Co 나노 선은 (110) 방향성을 갖지만, (100), (002) (101) 피이크도 모두 관찰된다. 그러나 FinemetTM 에서 성장한 Co 나노 선은 (002) 와 (110) 피이크의 크기가 비슷하게 나타나며, (100), (101) 피이크는 발견되지 않았다. 이를 통해 나노 결정질 FinemetTM 기판이 Au 기판에 비해 (002) 방향으로 성장을 돕는 것으로 보인다.

[그림 2] 는 각 기판에서 성장한 Co 나노 선의 자기 이력 곡선을 나타낸다. [그림 2] (a) 는 Au 기판에서 성장한 Co 나노 선의 자기 이력 곡선인데, 와이어에 수직인 방향으로 자화 용이축이 형성되는 것을 관찰할 수 있다. 반면에 FinemetTM에서 성장한 Co 나노 선은 [그림 2] (b)에서 볼 수 있는 것처럼, 와이어 길이 방향으로 자화 용이 축이 형성되는 것을 관찰 할 수 있다.

4. 결론

산화 알루미늄 나노 틀 안에 전기 도금법을 이용하여 Co 나노 선이 제조할 때, 기판에 따른 구조적 특성과 자성 특성을 비교, 관찰하였다. Au 기판을 사용하였을 때는 (110) 의 방향성을 주로 가지게 되나, Co 가 코팅된 나노 결정질 FinemetTM 위에서 자란 나노 선은 (002) 의 방향성을 주로 가진다. 자성 특성은, Au 기판 위에 성장한 나노 선은 자화 용이 축이 와이어의 길이 방향에 수직 방향인데 비해, FinemetTM에서 자란 나노 선에서는 와이어의 길이 방향에 평행한 방향으로 자화 용이축을 갖게 된다.

5. 참고문헌

[1] J. Qin, J. Nogusés, M. Mikhaylova, A. Roig, J.S. Muñoz, and M. Muhammed, Chem, Mater,

- 17, 1829 (2005)
- [2] Y. Henry, K. Ounadjel, L. Peraux, S. Dubois, J.-M. George, and J.-L. Duvail. *Eur. Phys. J B* 20, 35 (2001)
- [3] R. Metzger, V. Konovalov, M. Sun, T. Xu, G. Zangari, B. Xu, M. Benakli, and W. Doyle *IEEE Trans. Magn.* 36, 30 (2000)
- [4] M. Darques, L. Piraux, A. Encinas, P. Cayle-Guilemaud, A. Popa, and U. Ebels, *Appl. Phys Lett.* 86, 072508 (2005)
- [5] M. Darques, A. Encinas, L. Vial and L. Piraux, *J. Phys. D: Appl. Phys* 37, 1411 (2004)
- [6] A. Vicenzo, P.L. Cavallotti, *Electrochim. Acta.* 49, 4079 (2004)

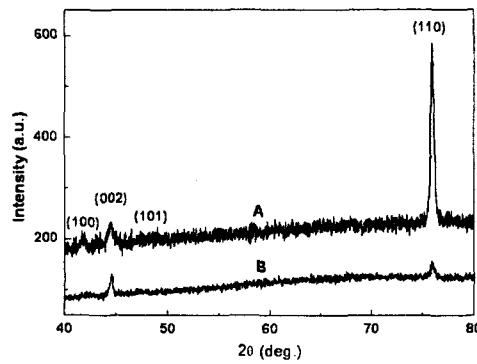


Fig. 1. (a) Au 기판을 사용했을 때, (b) Co 가 전기 도금으로 입혀진 FinemetTM 을 사용했을 때의 각각의 Co 나노 선의 X-ray 회절 패턴

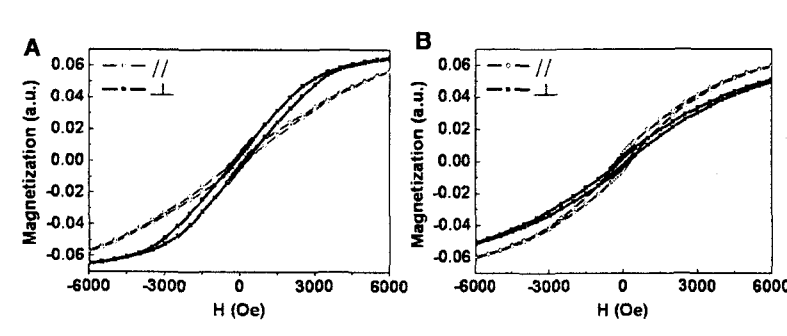


Fig. 2. (a) Au 기판을 사용했을 때, (b) Co 가 전기 도금으로 입혀진 FinemetTM 을 사용했을 때의 각각의 Co 나노 선의 자기 이력 곡선.