

Co/Cu 다층박막 나노선에서의 자기적 거동연구 (MAGNETIC PROPERTIES OF MULTILAYERED Co/Cu NANOWIRES)

조지웅*, 민지현, 고승필, 김영근
고려대학교 공과대학 신소재공학과, 서울시 성북구 안암동 5-1, 136-713

1. 서론

금속 나노선은 독특한 물리적, 화학적 특성으로 인하여 자기적 특성 및 전기전도 특성에서 흥미로운 특성을 가지고 있다. 특히 다층박막 나노선의 경우 고집적 정보저장장치 및 센서 등으로 응용이 가능하므로 많은 연구가 진행되고 있다. 나노선 제작을 위하여 나노틀을 이용한 전착방법이 있으며 자성 물질과 비자성 물질을 번갈아 증착하여 다층박막 나노선제조가 가능하다. 나노틀의 세공 크기에 따라 수십 nm에서 수백 nm의 나노선 제조가 가능하며 매우 큰 종횡비를 갖는 나노선 제작이 가능하다. 이러한 다층박막 나노선은 자성층과 비자성층 계면이 장축방향에 대해 수직으로 형성이 되며 먼 수직 전류 주입형 자기수송 측정에 응용될 수 있다. 본 연구에서는 직류 전류를 이용한 다층박막 나노선의 제조법을 연구하고, 나노선의 자기적 특성을 분석하였다.

2. 실험방법

50 nm 와 200 nm 크기의 나노 기공을 가지는 나노 템플레이트를 제조하기 위해 2단계 양극산화법을 이용하였다. 전해액으로는 0.3 M의 옥살산을 사용하였으며 40 V의 전압을 가하였다. 염화수은 (HgCl₂) 포화수용액을 이용하여 산화알루미늄층을 분리해내고 barrier layer를 제거하였다. 전해액으로는 Co 이온과, Cu 이온의 비를 40:1로 유지하였고, 하나의 용기에서 전류밀도를 바꾸어가며 Co/Cu 다층 박막 나노선을 제작 하였다. Co 전착을 하기위하여 -40mA/cm²의 전류밀도를 가하였고, Cu 전착을 위하여 -0.5mA/cm²의 전류밀도를 가하였다. 나노선의 구조와 성분 분석을 위하여 주사전자 현미경과, 투과전자 현미경을 이용하였고, 자성특성 분석을 위하여 시료진동형 자속계를 이용하였다.

3. 실험 결과 및 고찰

알루미늄의 양극산화 실험을 통해 50 nm 크기의 기공이 균일하게 배열되어 있는 나노 템플레이트를 얻을 수 있었다. 이에 전류밀도와 전해액의 pH를 조절하여 전류밀도를 연속적으로 바꾸어 가며 다층 박막 나노선을 제조할 수 있었고 이는 투과전자 현미경의 linscan, mapping 법을 이용하여 각층간의 계면과 성분을 확인할 수 있었다. 각각의 층간 두께 제어를 위하여 전착시간을 조절하였으며, Cu층의 전착 시 Co층이 전해액속으로 재 용해되는 것을 확인하였으며 균일하고, 정밀한 층간 제어를 위하여 전류밀도와 전착시간을 제어하였다. 그 결과 그림1 (a). 과 같은 다층박막 나노선을 제조하였고, 그림1 (b). 에서와 같이 균일하고 명확한 층간 구분을 확인할 수 있었다 시료진동형 자속계에서 나노선에 수직, 수평하게 외부 자장을 가하며 자기이력 곡선을 분석하였고, 수직,수평방향으로 자기이력 곡선의 차이가 거의 없음을 확인하였다.

4. 결론

다층박막 나노선의 자기적 특성은 나노선에 수직, 수평방향으로 자기거동을 확인 한 결과 큰차이를 보이지 않은 것을 발견하였다. 이는 다층박막 나노선이 매우 큰 종횡비를 가지고 있지만 각각의 자성층이 비자성층으로 분리가 되어서 각각의 자성층에서는 형상자기 이방성이 장축으로 형성되지 않아서 장축방향으로 자기이방성을 보이지 않았다. 또 다른 이유로는 Co의 경우 결정자기 이방성이 상당히 커서 형상자기 이방성과 경쟁을 함으로써 나노선에 수직, 수평방향으로 자기거동차이가 나타나지 않는다. 큰 종횡비를 갖는 Co나노선의 경우라고 하더라도, 나노선의 지름이 크고, 전해액의 pH가 달라짐에 따라 장축방향으로 자기이방성을 갖지 않는다. 이는 형상자기 이방성보다 결정자기 이방성의 영향을 더 많이 받은 결과 이다. Co 층의 결정자기 이방성은 나노선의 지름, 전해액의 pH, 전착밀

도에 따라 달라지는 것을 확인하였다.

5. 참고문헌

- [1] W. Wernsdorfer, B. Doudin, D. Mailly, K. Hasselbach, A. Benoit, J. Meier, J.-Ph. Ansermet, and B. Barbara, *Physics Review Letters* 77, 1873 (1996)
- [2] S. Dubois, C. Marchal, J. M. Beuken, and L. Piraux, *Applied Physics Letters* 70,396 (1997)
- [3] L. Piraux, J.M. George, J. F. Despres, C. Leroy, E. Ferain, and R. Legras, *Applied Physics Letters* 65, 2484 (1994)

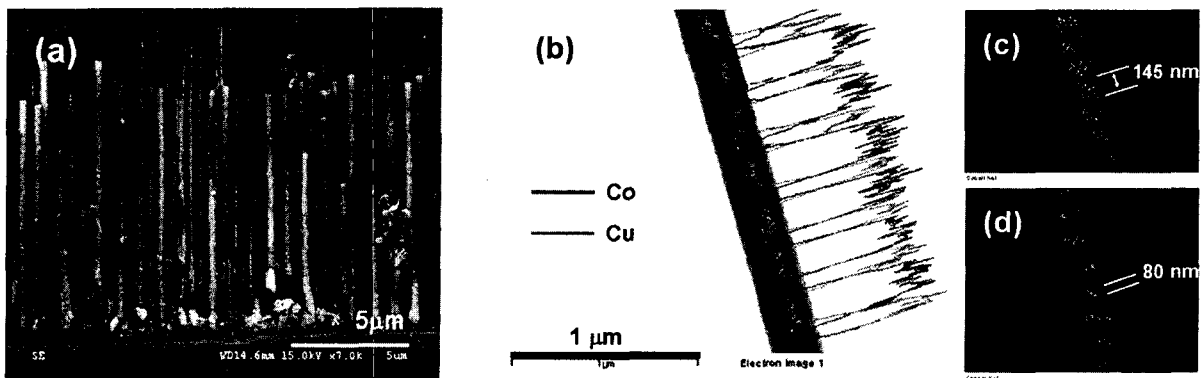


Fig. 1. 나노 템플레이트에 전착된 지름 200nm, 길이 10 μ m 길이의 다층박막 나노선 (a) SEM 사진 (b) 단일 나노선의 TEM linescan 사진 (c) Co 층의 mapping 사진, (d) Cu 층의 mapping 사진

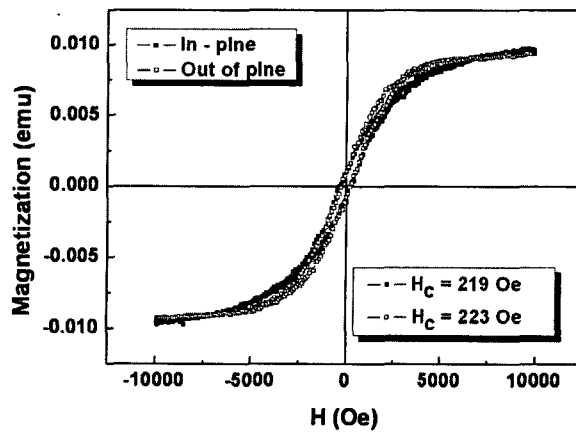


Fig. 2. 100층의 Co/Cu층이 전착된 지름 200nm, 길이 10 μ m 길이의 다층박막 나노선의 자기이력곡선