

## 마그네타이트 나노구조에서의 자기적 특성 연구 (The Magnetic Properties of $\text{Fe}_3\text{O}_4$ Nanostructures)

고승필\*, 소준영, 김영근  
고려대학교 공과대학 신소재공학과, 서울시 성북구 안암동 5-1, 136-713

### 1. 서론

최근 들어 나노선과 양자점과 같은 나노구조는 그것들의 독특한 물리적, 화학적 특성으로 인해 관심을 끌며 연구가 활발히 진행 중이다. 특히 자기 나노 구조는 고집적 정보저장장치 및 센서 등으로 응용이 전개되고 있다. 특히 마그네타이트 물질은 자기정보소자 재료로서 응용이 되어 왔는데 나노입자를 제조하고 자성유체 등으로 응용하려는 시도가 많이 이루어지고 있다. 본 연구에서는 마그네타이트 나노 입자를 이용하여 양극산화 알루미늄 템플레이트의 기공안에 충전함으로써 나노자기입자 어레이를 구현하고 그것의 자기적 특성의 변화를 분석하고자 하였다.

### 2. 실험방법

40 ~ 50 nm 크기의 균일한 나노 기공을 가지는 나노 템플레이트를 제조하기 위해 2단계 양극산화법을 이용하였다. 전해액으로는 0.3 M 의 옥살산을 사용하였으며 40 V 의 전압을 가하였다. 염화수은 ( $\text{HgCl}_2$ ) 포화수용액을 이용하여 산화알루미늄층을 분리해내고 barrier layer 를 제거하였다. 그 후 8 ~ 15 nm 크기를 갖는 마그네타이트 나노입자를 양극산화알루미늄 템플레이트의 나노 기공안에 충전시켰다. 이런 나노구조를 Vacuum chamber 안에서 600°C 에서 2시간동안 자장 열처리를 실시하고 열처리 전 후 나노구조의 자기적 특성을 측정하여 비교하였다.

### 3. 실험 결과 및 고찰

알루미늄의 양극산화 실험을 통해 50 nm 크기의 기공이 균일하게 배열되어 있는 나노 템플레이트를 얻을 수 있었다. 이에 마그네타이트 나노 입자를 충전시켜 FESEM 을 통해 표면 및 단면의 구조를 확인하였다. 열처리 전의 나노구조는 자화곡선을 통해 알 수 있듯이 보자력이 거의 0에 가까워 초상자성 거동을 보였다. 그러나 열처리 후에 있어서 나노구조의 보자력은 80 Oe 로 증가하여 초상자성 거동을 보이지 않았다. 5K 의 저온에서도 보자력은 열처리 후 두 배 이상 증가하였고 SQUID 측정을 통해 열처리 후 나노구조의  $T_B$  가 상온에서 존재함을 확인하였다. 그리고 기공 방향과 기공에 수직한 방향으로 자장을 가하여 각각에 대해 자화곡선을 얻었는데 기공방향에서의 보자력이 80 Oe 인 반면 수직한 방향에서의 보자력은 40 Oe 로 감소하면서 다른 거동을 보임을 통해 형상에 의한 약한 수직 자기이방성을 보임을 확인할 수 있었다.

### 4. 결론

양극산화알루미늄 템플레이트를 이용하여 마그네타이트 나노입자 어레이를 구현할 수 있었고 열처리 전후 나노구조의 자기적 성질의 변화를 통해 템플레이트 기공안의 나노 입자들이 초상자성 거동을 보이던 것이 열처리 과정을 통해 나노선모양 또는 소결체의 형상으로 구조가 변화하여 더 이상 초상자성 거동을 보이지 않으며 이로 인해 형상에 의한 수직 자기이방성을 보였다.

### 5. 참고문헌

- [1] Hideki Masuda, Haruki Yamada, Masahiro Satoh, Hidetaka Asoh, Masashi Nakao and Toshiaki Tamamura, Appl. Phys. Lett. 71, 2770 (1997)

[2] G. F. Goya, T. S. Berquo, and F. C. Fonseca, J. Appl. Phys. 94, 3520 (2003)

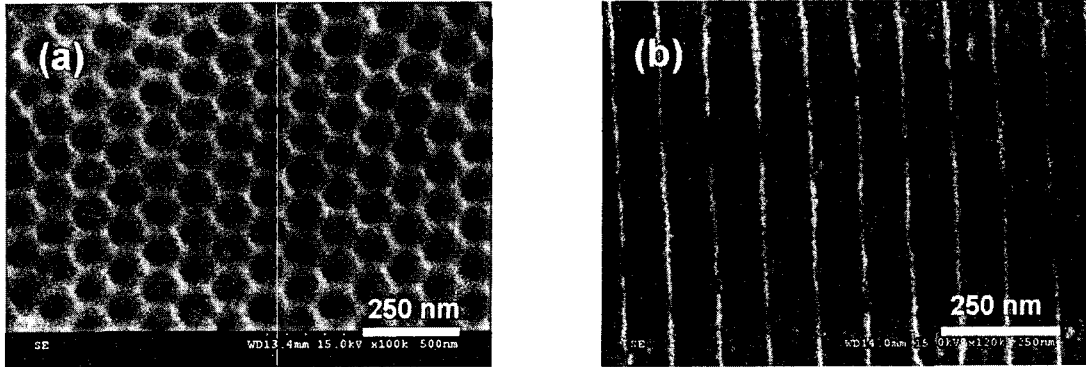


Fig. 1. 나노 템플레이트에 충전된 마그네타이트 입자의 (a) 표면 및 (b) 단면 SEM 사진

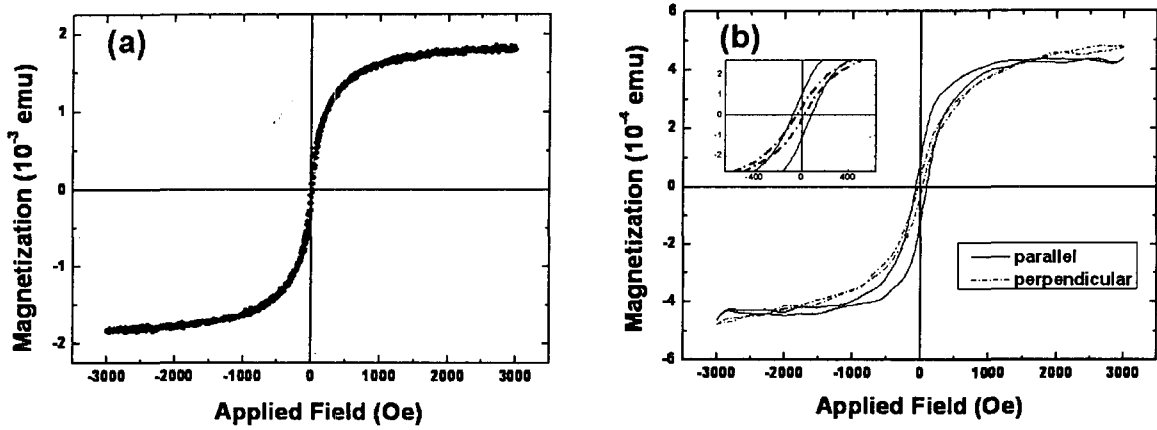


Fig. 2. 나노구조의 (a) 열처리 전 과 (b) 열처리 후 의 M-H curve