

자기 유동에 의한 나노자성 와이어의 종횡비에 따른 자화상태 연구

김동영*, 전성재, 조성언, 윤석수
안동대학교 물리학과

1. 서론

나노 크기의 자성 디스크, 와이어, 튜브 등의 구조에서 종횡비 등 구조적 변수에 따른 자화 상태의 변화에 관한 연구가 이론적, 실험적으로 매우 활발하게 연구되어지고 있다[1-4]. 대부분의 실험적 연구는 나노 자성구조 배열을 전기도금이나 진공증착 방법으로 제작한 후 자기이력 곡선을 측정하여 자화상태를 평가하는 방법으로 이루어지고 있다. 그러나 이러한 방법의 경우 배열을 이루고 있는 자성구조들 사이의 상호작용이 존재하기 때문에 측정한 자기이력 곡선이 단일 나노 자성구조의 자화상태를 나타내지 못하게 된다. 본 연구에서는 상호작용으로 인한 영향이 없는 단일 나노 자성구조의 자화상태를 연구하기 위해서 전기도금으로 제작한 나노와이어 배열에서 형판을 용해시킨 후 자성구조를 유체속에 묶은 농도로 넣은 후 자기장 속에서 정렬하는 과정을 관찰하는 방법으로 자화상태를 평가하는 방법을 도입하였다. 이 방법으로 종횡비에 따른 나노 자성와이어의 자화상태 변화를 연구하였다.

2. 실험방법

본 연구에서 적용한 나노 자성와이어를 제작하는 방법은 폴리카보네이트 형판의 기둥형 기공속에 Au/Ni 2층 구조를 전기도금으로 증착하는 방법으로 제작하였다. 제작된 자성와이어 배열에서 폴리카보네이트를 용해시킨 후 자성와이어를 포집하였다. 포집된 자성와이어를 물속에 묶은 농도로 넣은 현탁액을 만들었다. 자성 와이어 현탁액 한 방울을 슬라이드 글라스 위에 떨어뜨린 후 현미경으로 균일한 자기장하에서 자성와이어의 유동을 관찰하였다. 균일한 자기장하에서 자성와이어가 정렬되는 방향을 이용하여 종횡비에 따른 자화상태의 변화를 결정하였다. 현미경으로 자성와이어의 유동을 용이하게 관찰하기 위해 Au를 먼저 길게 도금한 후 Ni를 다양한 길이로 도금하였다.

3. 실험결과 및 고찰

그림 1(a)는 전기도금 방법으로 약 2 μm 길이 200 nm 직경의 Au와이어 위에 약 50 nm 길이와 약 600 nm 길이의 Ni 와이어를 2층으로 제작한 시편의 FE-SEM 사진을 각각 보여준다. 그림 1(b)는 Au/Ni 와이어를 물속에 넣은 후 자기장을 가하지 않은 상태에서 어떤 단일 와이어를 현미경으로 관찰한 사진이다. 그림 1(c)는 180 Oe 크기의 자기장을 수평방향으로 가한 후 해당와이어의 최종정렬 상태를 관찰한 것이다. 이 결과를 보면 길이 50 nm의 짧은 Ni의 경우 자기장을 가하면 회전하여 와이어의 길이 방향이 자기장에 수직인 방향으로 정렬하며 600 nm의 긴 Ni 와이어의 경우 반대로 와이어의 길이방향이 자기장에 수평인 방향으로 정렬된다는 것을 명확히 보여준다. 이는 50 nm의 짧은 Ni의 경우 도금된 상태에서 자화 용이축이 와이어의 직경방향이며 600 nm의 긴 Ni 와이어의 경우 자화용이축이 와이어의 길이방향이라는 것을 의미한다. 본 발표에서는 다양한 종횡비를 가진 Ni와이어의 자화상태를 같은 방법으로 제작하고 관찰하여 결정한 결과를 제시하고자 한다.

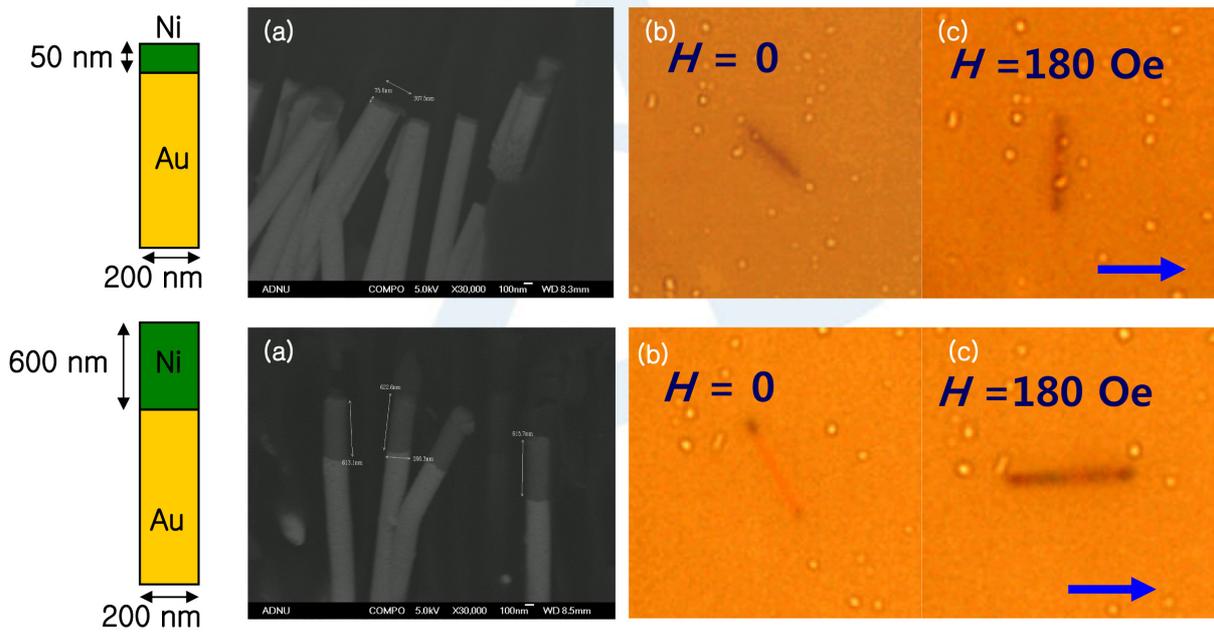


그림 1. 직경 200 nm 길이 50 nm와 직경 200 nm 길이 600 nm 길이의 Ni 와이어에 대한 FE-SEM 측정결과(a) 및 물속에서 단일 와이어의 자기장을 가하기 전과 후 정렬 상태를 광학현미경으로 찍은 사진 (b)&(c).

감사의 글

본 연구는 2012년도 정부 (교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 기초연구사업 지원을 받아 수행된 것임(No. 2010-0009408).

참고문헌

- [1] J. Escrig, J. Bachmann, J. Jing, M. Daub and D. Altbir et al., Phys. Rev. B 77, 214421 (2008).
- [2] J. Escrig, P. Landeros, D. Altbir, E. E. Vogel and P. Vargas, J. Magn. Magn. Mater. 308, 233 (2007).
- [3] P. Landeros, S. Allende, J. Escrig, E. Salcedo and D. Altbir et al., Appl. Phys. Lett. 90, 102501 (2007).
- [4] S. Pal, S. Saha, D. Polley and A. Barman, Solid State Commun. 151, 1994 (2011).