

# NiFe/Au 바코드 나노선의 미세구조와 자기적 특성

김봉건<sup>1\*</sup> · 전인탁<sup>2</sup> · 윤승재<sup>1</sup> · 이지성<sup>1</sup> · 안부현<sup>1</sup> · 김영근<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>고려대학교 공과대학 신소재공학부, 서울특별시 성북구 안암동 5-1, 136-713

<sup>2</sup>미래유망 파이오니어 생체응용 나노결정 융합연구단, 서울특별시 성북구 안암동 5-1, 136-713

## 1. 서론

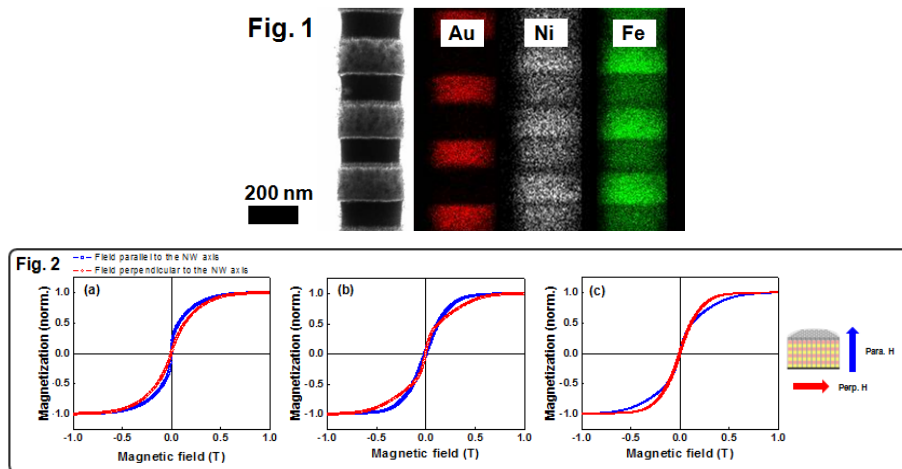
최근 들어 바이오-메디컬 분야에 관심이 커지면서, 나노 기술에 대한 관심이 증대되고 있다. 그 중에서 여러 기능을 동시에 갖는(복합기능, Multifunctional) 나노 재료들이 대표적이다. 특히 바코드 나노선은 물성 제어가 가능하며, 가지고 있는 복합기능 때문에 세포 분리(Cell separation), 발열 치료(Hyperthermia), 센서(Sensor) 등의 바이오-메디컬 분야에 응용될 수 있다.[1]

## 2. 실험방법

본 연구에서는  $NixFe_{1-x}/Au$  바코드 나노선을 산화알루미늄(AAO) 나노틀 기반 단일욕(One bath)에서 펄스 전착(Pulse electrodeposition)법을 이용하여 합성 하였다.[2] 합성 용액은  $NiSO_4 \cdot 6H_2O$ ,  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ ,  $H_3BO_3$ , 그리고  $KAu(CN)_2$ 로 이루진다. 합성된 바코드 나노선의 미세구조와 결정구조는 SEM, TEM, XRD을 통해 측정하였고, VSM을 통해 자기적 특성을 측정하였다.

## 3. 실험결과

그림 1은 NiFe/Au 바코드 나노선의 TEM 이미지이다. 지름은 200 nm로 일정하며, NiFe층(자성)과 Au층(비자성)으로 구분되어 있는 구조를 확인할 수 있다. 또한 옆의 이미지는 elemental mapping 이미지이며, Ni(흰색), Fe(초록색), 그리고 Au(빨간색)가 잘 나누어져 합성되어있음을 볼 수 있다. 그림 2는 VSM을 사용하여 측정한 M-H 그래프이다. (a).  $Ni_{20}Fe_{80}/Au$  (b).  $Ni_{50}Fe_{50}/Au$  (c).  $Ni_{80}Fe_{20}/Au$  이며 나노선 축 방향과 수직 방향으로 외부자기장을 걸어주었다.



## 4. 고찰

NiFe/Au 바코드 나노선의 미세구조를 보면 자성층과 비자성층이 확실히 구분되어 있으며, NiFe 자성층은

Ni와 Fe이 잘 혼합되어있다. VSM을 통한 M-H 그래프를 보면, 잔류자기(Remanence)가 낮아 나노선끼리의 응집이 줄어들며, 보자력(Coercivity)이 낮음을 확인할 수 있다. 또한 NiFe에서의 Ni 조성이 커지면서 자화용이축(Easy axis)이 나노선 축과 수평방향에서 수직방향으로 변화됨을 확인할 수 있다.

## 5. 결 론

NiFe/Au 바코드 나노선은 단일욕(One bath)에서 펄스전착(Pulse electrodeposition)법으로 합성되었다. 또한 SEM, XRD, 그리고 XRD를 통해 미세구조 및 결정구조를 측정하였으며, VSM을 이용하여 자기적 특성을 측정하였다. 이 바코드 나노선은 자성층과 비자성층이 확실하게 나누어지며, 낮은 보자력(Coercivity)을 가진다. 이와 같이 NiFe/Au 바코드 나노선은 자기적, 광학적, 촉매적 특성을 가지며 바이오 응용 가능한 Au 부분을 가지고 있어 여러 바이오-메디컬 분야에 응용 가능하다.

## 6. 참고문헌

- [1] J. H. Lee, J. H. Wu, H. L. Liu, J. U. Cho, M. K. Cho, B. H. An, J. H. Min, S. J. Noh, and Y. K. Kim, *Angew. Chem. Int. Ed.* **46**, 3663 (2007)
- [2] I. T. Jeon, M. K. Cho, J. W. Cho, B. H. An, J. H. Wu, R. Kringel, D. S. Choi, and Y. K. Kim, *J. Mater. Chem.* **21**, 12089 (2011)