

# 나노 막대의 제작 및 광학적 특성

## Fabrication and Measurement of Optical Properties in Nanorods

나하나, 제구출, 박승한  
 연세대학교 이과대학 물리학과  
 e-mail : iamone@yonsei.ac.kr

최근 나노 크기의 물질은 화학, 생물학, 물리학 등의 최첨단 기초 연구 분야에서 큰 역할을 하고 있다. 특히 금속으로 된 나노 물질은 magnetic memories[1,2], single-electron devices[3], optical media[4] 등에 응용범위가 넓어 제작과 특성에 대한 연구에 활발히 응용되고 있다. 본 연구에서는 양자 효과를 내는 나노 크기의 나노 금속 막대를 제작하여 광학적 특성을 분석하였다. 나노 금속 막대는 나노 크기의 구멍이 있는 형판을 사용해 만드는데, 산화된 알루미늄을 이용해 만드는 방법과 polycarbonate를 이용하여 만드는 방법이 있고, 전해 도금을 이용하는 방법과 무전해 도금을 이용하는 방법도 있다.

본 연구에서는 polycarbonate로 만들어진 nanoporous membrane을 이용하여 무전해 도금방법으로 금속 나노 막대를 제작하였다. 이렇게 만들어진 금속 나노 막대의 형태 특성을 광학 현미경 및 전자 현미경을 통해 형태의 특성을 분석하고, 금속의 surface plasmon resonance 등을 통한 광학적 특성을 조사하여 보았다.

그림 1은 Dark-field 현미경으로 관측한 은/금/은으로 제작된 나노 막대의 편광 방향에 따른 플라즈몬 공진 효과의 변화를 본 모습이다. 그림1의 (a)는 길이에 수직인 방향, 그림1의 (b)는 길이에 평행한 방향으로 편광시켰을 때 각각 다른 색을 나타내는 것을 보여주고 있다.

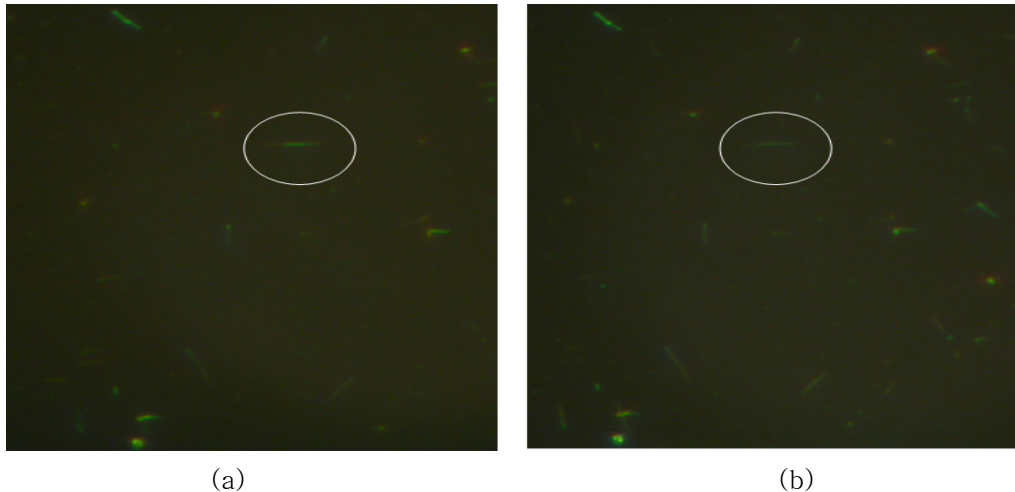


그림 1. 은/금/은 나노 막대의 different polarization - dark field microscopic images

3단으로 제작한 나노 막대를 HRTEM으로 형태와 성분을 분석해 보았다. 성분 분석 결과 그림 2에서 보는 바와 같이 은만 있는 부분과 은과 금이 섞여 있는 부분이 확인되었다. 정확히 세 부분으로 나뉘어져 형성되진 않았지만 성분이 바뀌면서 막대가 끊어지지 않았음을 알 수 있고, 많은 막대 중 하나를 관측한 결과로 실험방법의 개선을 통해 구성 물질의 영역이 뚜렷이 구분되는 막대를 만들 수 있으리라 생각된다.

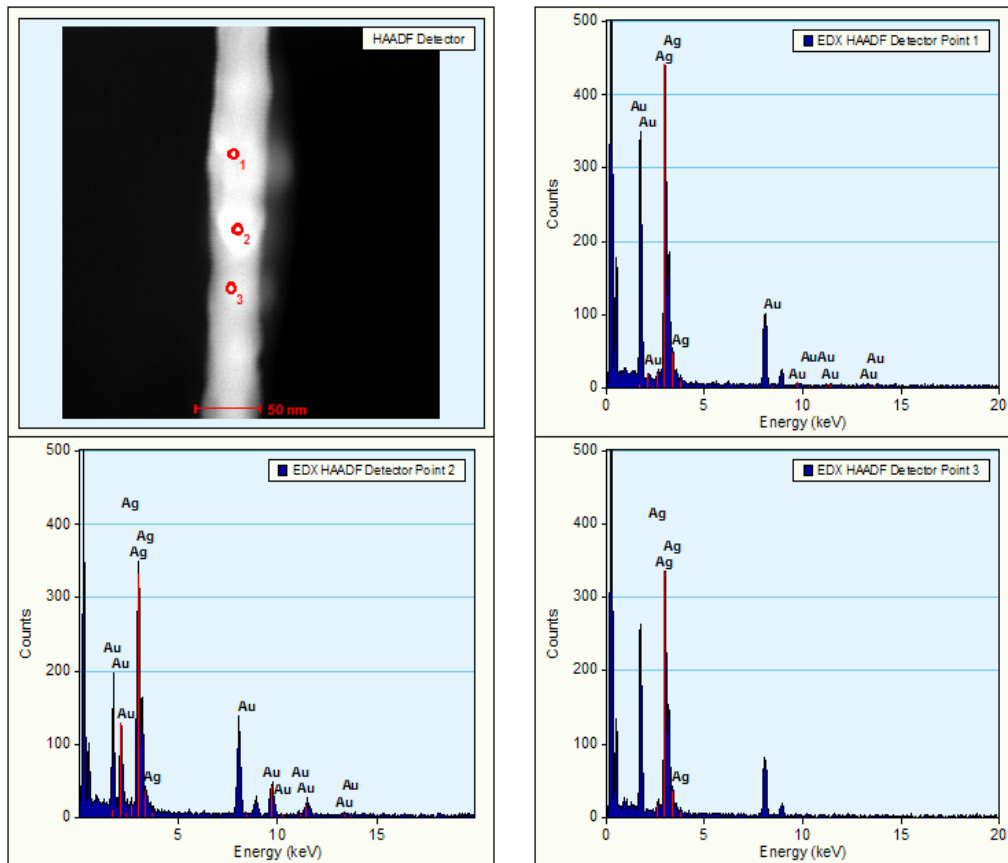


그림 2. 은/금/은 나노 막대 - HRTEM 성분분석

## 참고문헌

- [1] D. Al Mawlawi, N. Coombs, M. Moskovits ; Magnetic properties of Fe deposited into anodic aluminum oxide pores as a function of particle size. *J. Appl. Phys.* **70**, 4421 (1991)
- [2] F. Li, R. M. Metzger, W. D. Doyle ; Influence of particle size on the magnetic viscosity and activation volume of  $\alpha$ -Fe nanowires in alumite films. *IEEE Trans. Magn.* **33**, 3715 (1997)
- [3] A. A. Tager, J. M. Xu, M. Moskovits ; Influence of Particle Size on the Magnetic Viscosity and Activation Volume of  $\alpha$ -Fe Nanowires in Aluminite Films. *Phys. Rev. B* **55**, 4530 (1997)
- [4] E. Wäckelgård ; A study of the optical properties of nickel-pigmented anodic alumina in the infrared region. *J. Phys.: Cond. Matter* **8**, 5125 (1996)