

표면증강 라만분광법을 위한 플라즈모닉 나노선과 나노구 기하구조의 실증적 비교 연구

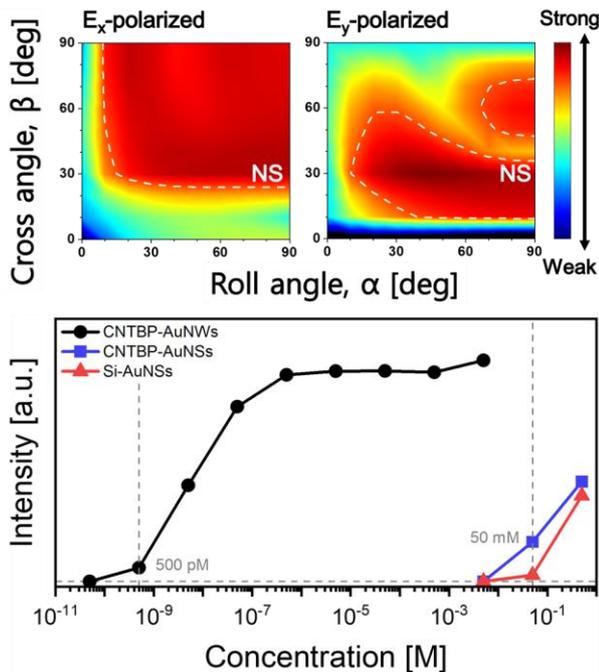
김흥두*[†] · 이장호* · 이제민* · 박형규*

*포항공과대학교 기계공학과 에너지 및 지속가능성 지향 나노과학 연구실

Comparative Demonstration of Plasmonic Nanowires and Nanospheres Geometry toward Surface-enhanced Raman Spectroscopy

Hongdoo Kim*[†], Jangho Lee*, Jemin Lee* and Hyung Gyu Park*

* Laboratory of Nanoscience for Energy Technology and Sustainability, Department of Mechanical Engineering, Pohang University of Science and Technology (POSTECH)



Graphical Abstract Numerical and experimental results of nanowires and nanospheres geometry

1. 서론

표면증강 라만분광법(surface-enhanced Raman spectroscopy, SERS)은 높은 선택도, 비침습성, 빠른 탐지 등의 특징을 가져 차세대 화학 센서로 주목 받고 있다. SERS의 민감도는 전기장 증강비의 네 제곱(enhancement factor, EF)에 비례하는데, 플라즈모닉 금속의 나노 구조에 따라 다른 전기장 증강 양상을 보인다. 그 중에서도 나노선 교차구조는 낮은 공정 비용을 요하면서도 높은 민감도를 보인다. (1) 그러나 무작위성을 가지는 나노선 교차구조의 전기장 증강 양상에 관한 이해와 실험적인 접근은 이루어지지 않았다. 본 연구에서는 수치해석을 통해 나노선과 나노구의 전기장 분포를 조사하고 이를 SERS 성능평가를 바탕으로 비교하였다.

2. 결과

2.1 수치해석

두 나노선과 나노구가 1 nm 간격을 두고 위치할 때, 다양한 교차각도 및 기하조건 하에서 전기장 분포를 각각 계산하였다. 그 결과 평균적으로 약 65% 이상의 교차각도 조합에서 나노구의 최대 EF인 10^6 이상으로 전기장이 증강됨을 확인하였다.

2.2 SERS 특성평가

수치해석 결과를 실험적으로 검증하기 위하여 나노선과 나노구 구조의 SERS 기판을 제작하였다. 탄소나노튜브 버키페이퍼에 금을 증착하여 제작한 나노선 교차 구조 기판과, 이를 열처리를 통해 나노구 형태로 형성한 기판의 SERS 측정 성능을 비교하였다. 그 결과 나노선 교차구조의 1,2bis-(4-pyridyl)-ethylene 분자 검출 한계가 나노구 구조보다 약 10^8 M 만큼 낮은 것을 확인하였다.

3. 결론

본 연구를 통해 교차된 나노선 구조가 나노구에 비해 평균적으로 높은 EF를 가지는 것을 수치해석적으로 확인하였다. 또한 이를 실험을 통해 검증하였다. 본 연구 결과가 고민감도의 SERS 기판 제작의 단초를 제공할 수 있을 것으로 기대한다.

후기

본 연구는 한국연구재단의 리더연구과제(2020R1A3B2079741) 및 기초연구실과제(2020R1A4A3079853)의 지원으로 수행되었다.

참고문헌

- (1) Altun, A. O., Youn, S. K., Yazdani, N., Bond, T. and Park, H. G., 2013, "Metal-Dielectric-CNT Nanowires for Femtomolar Chemical Detection by Surface Enhanced Raman Spectroscopy," *Adv. Mater.*, Vol. 25, No. 32, pp. 4431~4436.

[†] Presenting Author, hongdookim@postech.ac.kr