



2021. 8. 12.(목) / 즉시

연구책임자 박경수 산학협력중점교원(02-880-7195) / 제1저자 겸 교신저자
김성근 교수(02-880-6659) / 교신저자
연구진 민경석 연구원(02-877-8039) / 공동 제1저자

단일 금 나노입자의 국부 표면 플라즈몬 공명 특성을 나노스케일로 측정할 수 있는 신분석 기술 개발

□ 내용 1

- 수차보정 투과/주사투과 전자현미경을 이용하여 합성한 육각형 금 나노플레이트 입자의 결정 및 결합구조를 원자단위로 분석하고, 동시에 고에너지 분해능 전자에너지손실 분광법(monochromated STEM-EELS)을 이용하여 플라즈몬 공명 에너지(파장) 및 공간 분포특성을 나노스케일 단위로 시각화하는 기술을 개발함
- 단일 육각형 금 나노플레이트 입자에 에너지가 크게 다른 4개의 국부 표면 플라즈몬 공명(LSPR) 모드가 존재하며, 이들 모드 특성은 금 나노플레이트 입자의 기하학적인 구조(형상, 길이, 두께)에 따라 변화함을 확인함

□ 내용 2

- 양측 표면플라즈몬 공명 강도 분포가 비대칭인 육각형 금 나노플레이트 입자의 나노 스케일 스트레인 맵핑을 통해 한쪽 측면에서 발생한 인장변형(tensile strain)이 국부 표면플라즈몬 공명 강도를 크게 향상시킴을 최초로 발견함. 이는 전산 모사로 예측한 결과와 일치함.
- 또한, 육각형 금 나노플레이트 입자의 한쪽 측면에서 발생한 커다란 인장변형(tensile strain)은 결정구조가 다른 경계 부근에서 생성된 Z형의 결합 쌍극자(faulted dipole)에서 비롯되었음을 원자수준에서 규명함

연구결과

Strain-Induced Modulation of Localized Surface Plasmon Resonance in Ultrathin Hexagonal Gold Nanoplates

Gyeong-Su Park*, Kyung Suk Min, Hyuksang Kwon, Sangwoon Yoon,
Sangwon Park, Ji-Hwan Kwon, Sangmin Lee, Jaeyeon Jo, Miyoung Kim,
and Seong Keun Kim*

(Advanced Materials, 02 August)

국부 표면 플라즈몬 공명(LSPR)은 국부적으로 강력한 전자기장 향상을 유도하고 광학특성을 크게 향상시킨다. 현재의 분광분석법으로 불가능한 단일 육각형 금 나노플레이트 입자의 다양한 국부 표면 플라즈몬 공명 모드와 강도분포를 투과전자현미경(TEM)의 고에너지 분해능 전자에너지 손실분광법을 개발하여 처음 나노스케일 단위로 측정하였다. 또한, 스트레인 맵핑을 통해 육각형 금 나노플레이트 입자의 측면에서 발생한 인장변형 (tensile strain)이 국부 표면플라즈몬 공명 강도를 크게 향상시킴을 세계 최초로 규명하였다.

* Advanced Materials / Impact factor : 30.849 (2020)

용 어 설 명

1. 국부 표면 플라즈몬 공명(LSPR)

- 플라즈몬 금속이 나노 크기가 되면 금속 표면에서 일어나는 자유 전자의 집단적 진동에 의해 표면 플라즈몬 공명 특성이 나타나고, 기하학적인 형상이나 크기 등에 따라 국부적으로 다른 광학적 특성을 가진다.

2. 고에너지 분해능 전자에너지 손실분광법(monochromated STEM-EELS)

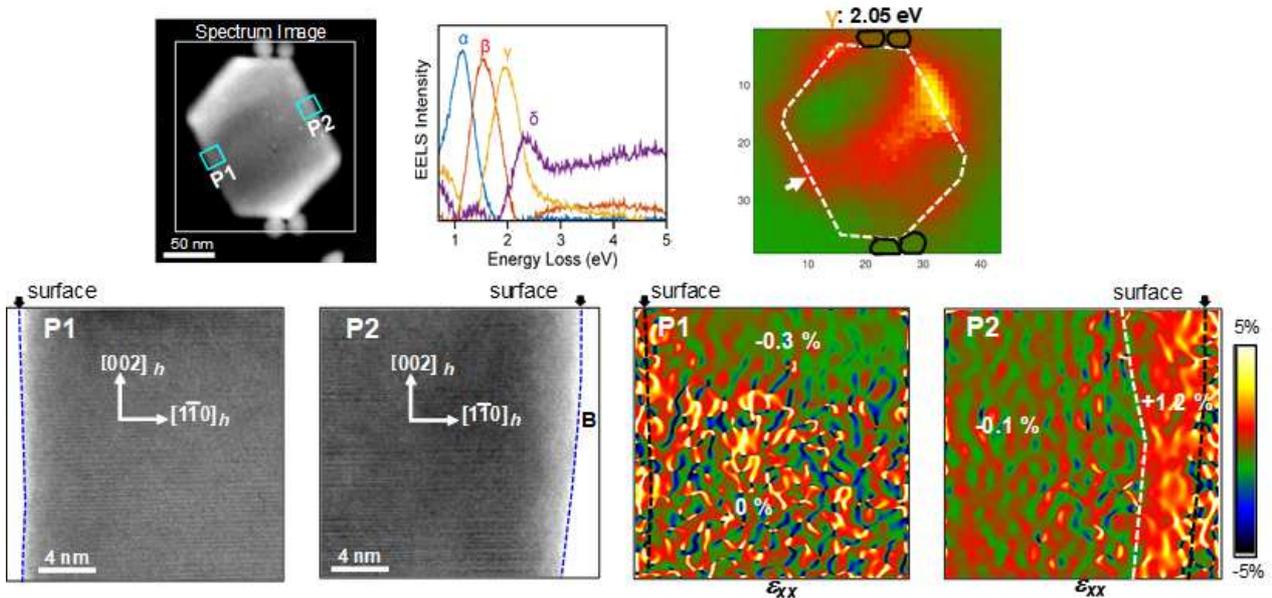
- 주사투과전자현미경(STEM)에서 원자단위 영상을 얻으면서 동시에 전자 에너지손실분광의 저손실(low loss) 영역, 특히 표면 플라즈몬 공명 에너지와 강도 분포를 고에너지 분해능으로 측정할 수 있는 고도의 분석기술이다.

3. 모노크로미터(monochrometer)

- 투과전자현미경의 전자총에서 시료로 조사되는 전자선에서 중심 에너지 범위의 전자선만을 선택하고, 그 에너지 범위를 벗어난 전자선들은 제거하는 단색화 장치를 모노크로미터라고 한다.

그림 설명

육각형 금 나노플레이트 입자의 비대칭 표면 플라즈몬 공명(LSPR) 강도 분포와 인장변형(tensile strain)에 따른 표면플라즈몬 강도 향상



단일 육각형 금 나노플레이트 입자에는 4개 ($\alpha, \beta, \gamma, \delta$)의 국부 표면 플라즈몬 공명 모드가 존재하며, 그 중 측면 표면플라즈몬 공명 (γ) 강도 분포가 비대칭인 이유는 한쪽 측면에서 발생한 인장변형 (tensile strain)이 측면 표면플라즈몬 공명강도를 크게 향상시키기 때문이다.