

# 고분자 결정화로 양자막대 정렬 및 배향 제어 성공

- 균일한 양자막대 배열을 가지는 10 나노미터(nm) 미만의 하이브리드 반도체 전선 개발, 삼차원 투과전자현미경을 통해 구조분석
- 차세대 디스플레이 및 광전소자 분야에 다양한 응용 기대



▲ 연구진\_왼쪽부터 황준호 박사과정생, 이은지 교수, 진선미 박사

지스트(광주과학기술원) 신소재공학부 이은지 교수 연구팀은 전도성 고분자의 결정화 속도를 제어하여 양자막대\*의 위치, 정렬 및 배향(orientation, 입자가 일정한 방향으로 배열)을 균일하게 제어할 수 있는 하이브리드 나노전선 제조 기술을 개발하였다.

10 나노미터 미만 반도체 전선의 초미세 구조는 삼차원 투과전자현미경\*\* 분석법을 통해 성공적으로 확인하였다.

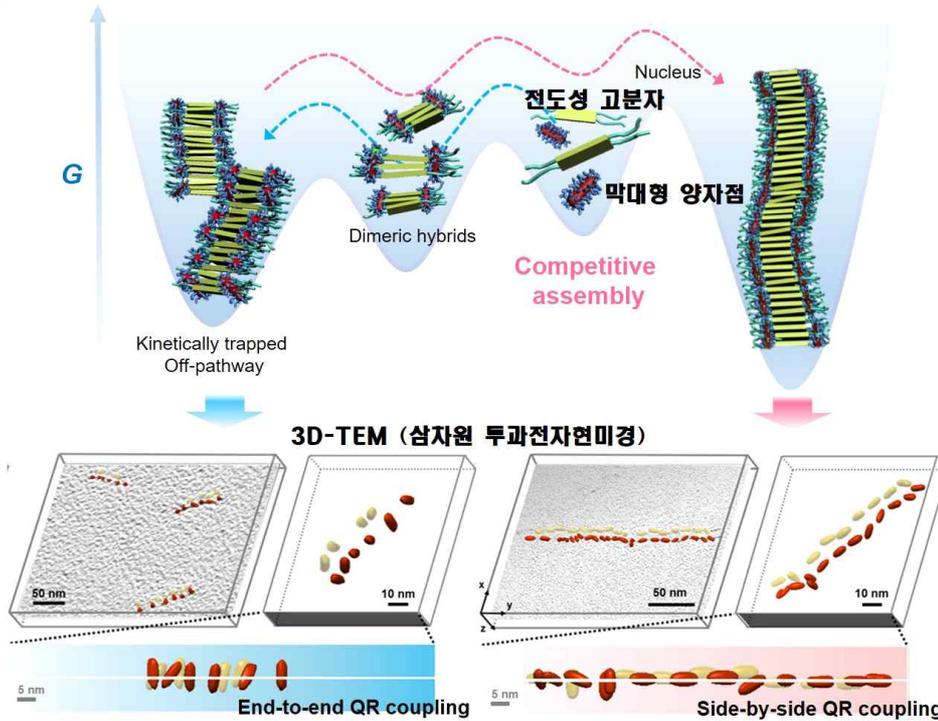
\* 양자막대(Quantum Rod): 수 나노미터의 지름과 수십 나노미터 길이의 가지는 반도체 나노 입자

\*\* 삼차원 투과전자현미경 분석: 투과전자현미경을 이용하여 여러 각도로 획득한 일련의 이미지들을 재건축하여 삼차원 형태학적 정보를 추출해내는 기법으로 투과전자현미경 토모그래피로도 일컫음

양자막대는 종횡비를 가지는 반도체 결정으로 구조와 모양, 입자간 정렬 방향이 전기·광학 특성에 지대한 영향을 주지만 낮은 종횡비로 무작위하게 응집되려는 경향이 있어 이를 응용한 하이브리드 소재 개발에서 양자막대의 균일한 분산, 정교한 위치 및 배향제어는 성능 특성화를 위해 고려해야할 매우 중요한 요소이다.

연구팀은 전도성 고분자에 양자막대와 결합 가능한 블록을 도입하고 용액공정을 적용, 이종용매의 확산계수를 고려하여 고분자의 결정화 속도를 조절하였고 양자막대가 균일하게 배열된 하이브리드 전선을 성공적으로 제조하였다.

▶ 전도성 고분자 결정화 기반 이종접합 하이브리드 나노전선 형성 및 양자막대 제어



[그림] 자가조립 고분자의 결정화 구속효과에 의한 양자막대의 위치, 정렬 및 배향제어

전자 주개인 전도성 고분자와 전자 받개인 양자막대가 교대 배열을 가지며, 10 나노미터 폭과 수 마이크로 미터의 길이를 가진 하이브리드 반도체 전선이다. 특히 나노전선의 생성 여부와 전도성 고분자의 결정화, 결정도, 양자막대의 위치 및 균일한 배열 구조는 최첨단 나노기술인 삼차원 투과전자현미경 분석법 개발을 통해 규명할 수 있었다.

고분자의 결정화 속도가 나노전선의 길이와 양자막대의 정렬모드는 물론 편광도와 전하 이동경로에 매우 큰 영향을 미쳐 특이적인 전기·광학 특성을 유도함을 확인하였다.

이은지 교수는 "본 연구는 초미세 반도체 나노구조 내에 양자막대의 정렬 및 배향을 자유자재로 제어할 수 있는 전략을 제시했다는 데 의의가 있다"면서, "편광 특성을 지닌 양자막대의 결합모드를 이용하여 신개념 발광스위치 소자는 물론 광통신, 양자컴퓨팅, 3D 디스플레이, 태양전지 등 차세대 전기광학소자 분야에 많은 응용이 가능할 것으로 기대된다"고 밝혔다.

이번 연구는 지스트 이은지 교수(교신저자)가 주도하고 신소재공학부 황준호 박사과정생과 진선미 박사(공동 제1저자)가 수행하였으며, 삼성미래기술육성센터가 추진하는 소재기술 사업 및 과학기술정보통신부와 한국연구재단이 추진하는 기후변화대응기술 개발사업과 지스트 GRI 지원을 받았다.

관련 연구 결과는 국제학술지 케미스트리 오브 머티리얼즈(Chemistry of Materials, IF: 9.811)에 9월 27일 온라인으로 게재됐으며, 연구의 우수성을 인정받아 표지논문으로 선정돼 곧 출판될 예정이다.

## 논문의 주요 내용

### 1. 논문명, 저자정보

- 저널명 : Chemistry of Materials (IF= 9.811)
- 논문명 : Coaxial Conjugated Polymer/Quantum Rod Assembly into Hybrid Nanowires with Preferred Quantum Rod Orientation
- 저자 정보 : 황준호 박사과정(공동 제1저자, 지스트 신소재공학부), 진선미 박사(공동 제1저자, 지스트 신소재공학부), 남진우 석사(공동저자, 충남대학교 분석과학기술대학원), 이은지 교수(교신저자, 지스트 신소재공학부)