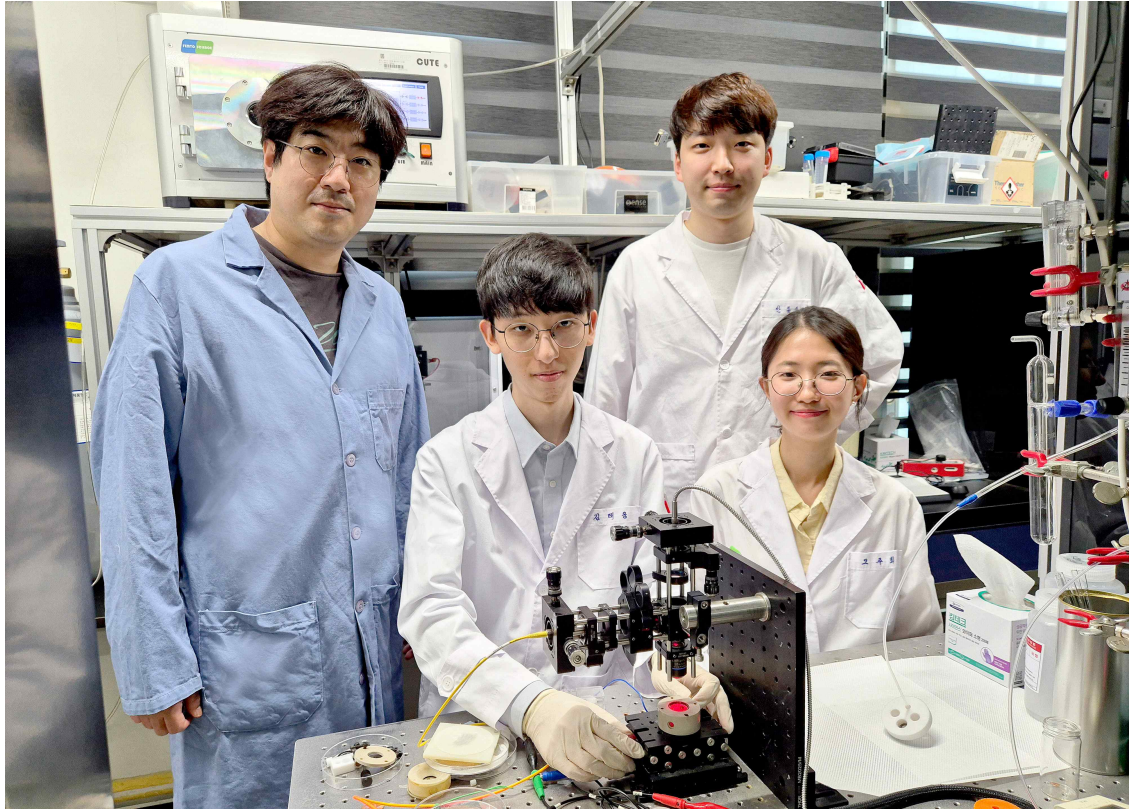


GIST, 혁신적 2차원 공유-유기 골격체(COF) 합성 기술 개발 빛과 유체 흐름 활용... 광전자 소자 획기적 발전 가능성 열어

- 화학과 임현섭 교수팀, 기존 2차원 COF 필름 합성법의 단점 해결 위해 합성 과정 중 유체의 흐름 유지하고 빛을 위치 선택적으로 입사해 필름 품질 높이고 공정 단순화해
- "두께 조절이 가능한 고품질의 2차원 COF 필름에 대한 정확하고 확장 가능한 생산 가능성 열어"... 재료과학 및 화학 분야 저명 국제학술지 'Small Methods' 게재



▲ (왼쪽부터 반시계방향으로) 화학과 임현섭 교수, 석박사통합과정 김태웅 학생, 석박사통합과정 오주희 학생, 박사과정 안종국 학생

최근 유기물의 공유 결합에 의한 공유-유기 골격체(COF)의 설계 및 합성에 대한 관심이 높아지고 있다. COF는 금속이 없는 유기 환경으로 높은 화학적 안정성과 생체 적합성, 낮은 밀도, 영구적인 다공성, 넓은 표면적의 특성을 갖고 있어 바이오 이미징, 약물 전달, 치료제 등 전기화학 응용 분야에서의 활용이 기대된다.

국내 연구진이 빛과 유체의 흐름을 활용한 혁신적인 2차원 구조의 COF 합성 기술을 개발해 광전자 소자 및 유기 전계 효과 트랜지스터의 성능을 획기적으로 향상시킬 수 있는 가능성을 열었다.

광주과학기술원(GIST, 총장 임기철)은 화학과 임현섭 교수 연구팀이 기존 2차원 COF 합성 방식의 문제점을 극복한 새로운 합성 방식을 개발해 매끈한 표면을 가진 고품질의 패턴화된 필름 합성에 성공했다고 밝혔다.

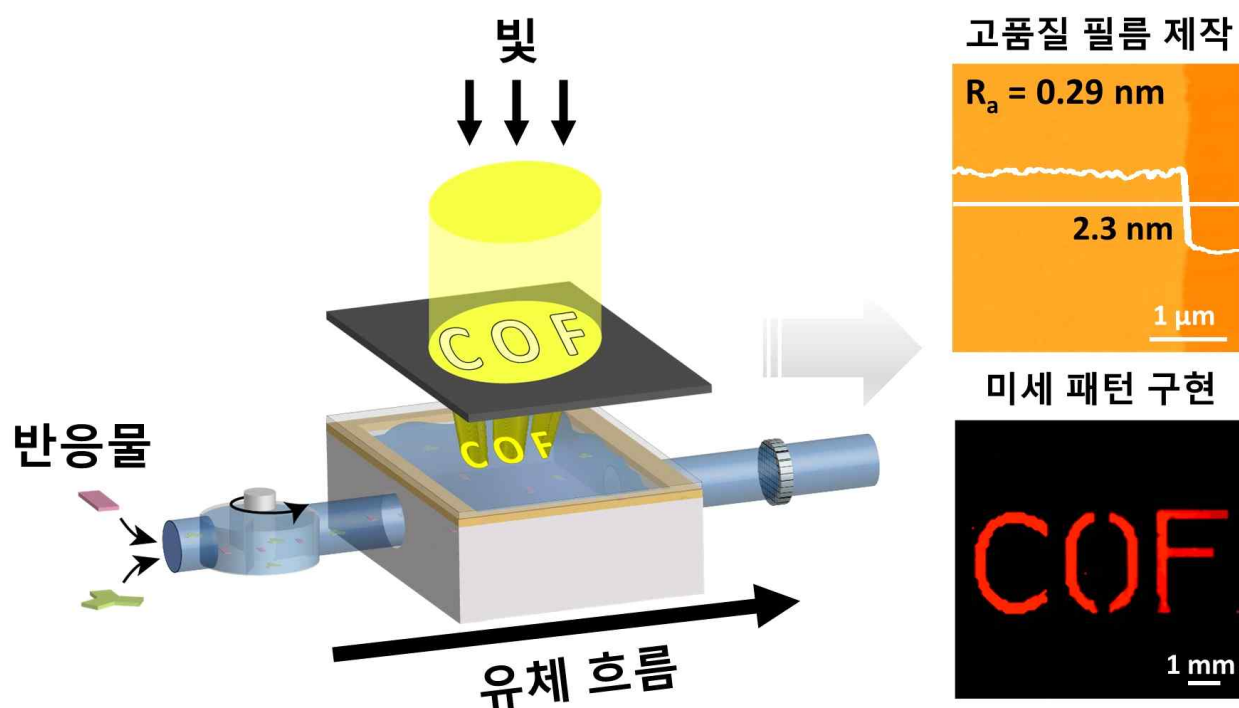
* 공유-유기 골격체(Covalent Organic Framework, COF): 유기물이 공유 결합으로 연결되어 원자 수준에서 규칙적인 배열을 가지는 다공성 결정 중합체로, 결정성이 우수하고 다공성 구조를 가진다.

전기화학 응용 분야에서 상당한 기대를 모으고 있는 COF는 강한 공유결합과 금속이 없는 유기 환경으로 높은 화학적 안정성과 생체 적합성을 보이며 특히 낮은 밀도, 영구적인 다공성, 넓은 표면적으로 인한 광범위한 응용 가능성을 갖고 있다.

반면 기존의 2차원 COF 필름 합성법에서는 고체 표면, 액체/액체 계면, 또는 액체/기체 계면에서 유기 빌딩 블록 간의 반응성을 선택적으로 향상시키는 방법이 주로 사용됨에 따라 필름의 오염 흡착, 미반응 화학종의 흡착, 물리적 손상 등 여러 가지 문제가 단점으로 지적되어 왔다.

이러한 문제를 해결하기 위해 연구팀은 전사 과정이 필요 없는 고체/액체 계면에서 합성 과정 동안 유체의 흐름을 유지하는 새로운 방식을 택했다.

이를 통해 합성 중 발생할 수 있는 오염을 방지하고, 원자 수준의 매끄러운 표면을 가진 고품질의 2차원 COF 필름을 생산하는 데 성공했다.



▲ 매끄러운 표면을 가진 COF 필름: 고체/액체 계면에서 유체의 흐름을 활용하면 매끄러운 표면을 가진 고품질의 COF 필름을 얻을 수 있다.

특히, 연구팀은 합성의 에너지원으로 사용된 빛을 마스크를 이용해 위치 선택적으로 입사시켜 패턴화된 2차원 COF 필름을 합성했다. 이 방법은 복잡한 리소그래피 (Lithography) 공정이 필요 없어 장치 제작 프로세스를 단순화함으로써 광전자 소자의 활용이 더욱 용이해진다.

리소그래피 공정은 빛을 이용해 반도체나 전자기기 기판에 미세한 패턴을 전사하는 복잡한 공정으로, 이를 대체할 수 있는 새로운 방법의 개발은 큰 의미가 있다.

연구팀은 또한 결정학적 분석을 통해 육방정계 질화붕소(h-BN) 위에서 2차원 COF 필름이 정면 배향을 선호한다는 사실을 발견했다.

결과적으로 육방정계 질화붕소 위에서 2차원 COF 필름이 향상된 결정성을 가지며, 광학 및 전기적 특성에 대해 잠재적인 이점을 나타낸다는 점을 밝혀냈다. 이는 고성능 광전자 소자 개발에 중요한 역할을 할 수 있을 것으로 기대된다.

임현섭 교수는 “이번 연구 성과를 통해 두께 조절이 가능한 고품질의 2차원 COF 필름에 대한 정확한 생산 가능성을 열었다”며 “향후 광전자 소자 개발 및 효과적인 이미징 및 치료 등 다양한 분야에 걸쳐 광범위하게 적용될 수 있을 것으로 기대한다”고 밝혔다.

GIST 화학과 임현섭 교수팀이 수행한 이번 연구는 한국연구재단의 우수신진연구지원사업, 기초과학연구실, 미래소재디스커버리 사업의 지원을 받아 수행되었으며, 재료과학 및 화학 분야의 저명 국제학술지 ‘스몰 메소드(Small Methods)’에 2024년 5월 9일 온라인 게재되었다.

논문의 주요 정보

1. 논문명, 저자정보

- 저널명 : Small Methods (IF: 12.4 / 2022년 기준)
- 논문명 : Photochemical and Patternable Synthesis of 2D Covalent Organic Framework Thin Film Using Dynamic Liquid/Solid Interface
- 저자 정보 : 임현섭 (교신저자, GIST), 김태웅 (공동1저자, GIST), 오주희 (공동저자, GIST), 김승철 (공동저자, GIST), 안종국 (공동저자, GIST), 김소영 (공동저자, 포항산업과학연구원), 김영용 (공동저자, POSTECH)