

산학연 연구실 소개 (2)

국민대학교 자기조립소재공정 연구센터

(Center for Materials and Processes of Self-Assembly)

서울시 성북구 정릉동 861-1 국민대학교 공학관 128호 자기조립소재공정연구센터

전 화 : 02-910-5021, Fax : 02-941-0536

E-mail : lgab@kookmin.ac.kr, Homepage : <http://cmps.kookmin.ac.kr>



센터장 | 이재갑 교수
국민대학교
공과대학 신소재공학부

1. 설립목적

자기조립(self-assembly), 자기조합(self-alignment) 및 자가형성(self-organization) 현상 및 기술은 초미세 소자 및 시스템 제작을 위한 유일한 기술로 인식되고 있으며, 공정의 자기자발성, 자연 모방성 및 자기제한성과 같은 특징들로 하여금 에너지 및 원재료를 절대적으로 절약할 수 있는 친환경적 기술로 21세기 혁신적인 소재공정의 원천 기반 기술이다. 이러한 자기조립 혹은 자가형성 과정의 연구는 생물계 연구에서 그 중요성이 인지되어 왔으며, 이미 소재 공학 분야에서도 이러한 현상들은 끊임없이 관찰 혹은 주요한 연구의 대상이 되어 왔다. 특히 많은 세계적 석학들은 이러한 자기 조립 과정의 이해와 공정 모방을 통하여 향후 생산기술에 혁명을 가져올 것이라 예견하고 있으며, 이미 선진국에서는 자기 조립 소재 및 현상 규명에 관한 기초 과학 연구를 위하여 많은 연구 개발 투자를 하고 있다.

자기조립소재공정센터(Center for Materials and Processes of Self-Assembly, CMPS)는 2005년 국민대학교에 설립되어 선도적 자기조립소재 및 혁신적 제조공정기술 연구개발을 중심으로, 연구완료 시점에서 소재공정 연구센터로 세계적인 최우수 연구 집단 형성을 최종목표로 하고 있다. 세부적인 목표로 자기조립소재 설계 및 합성기술 개발(제1총괄)과 자기조립공정 및 특성 평가기술 개발(제2총괄)을 설정하였고, 각각의 총괄 과제 내에는 유기적으로 연관된 3개의 세부 과제를 만들어 각 총괄에서 완성된 연구가 이루어지도록 하였다. 동시에 각 총괄과제간의 연구를 연계시켜 센터의 전체적인 목표를 달성하도록 하였다.

2. 연구분야

<제1총괄> 과제에서는 자기정렬 양자점 소재, LBL 다층초박막, 자기조립전도성 고분자에 대한 자기조립 공정용 소재 연구가 이루어지고 있다. 이와 함께 자기조립전산모사에 대한 연구가 진행되고 있다. <제2총괄> 과제에서는 자기조립 패터닝, 나노구조체 정렬, 대면적 균일접촉 기술 연구로 자기조립집적화에 필요한 공정을 개발하고, 또한 다양한 소자 제작과 이를 이용한 응용 연구를 함께 실시하고 있다. 그리고 자기조립소자·소재에 대한 전기적·기계적 특성평가기술을 개발하여 자기 조립소재공정기술의 조기 산업화를 위한 노력을 기울이고 있다.

2.1. 자기조립소재설계 및 합성

soft-lithography, ink-jet 등의 방식으로 자기조립소재를 이용하여 자유로운 형상으로 패터닝 방법과 주기적인 패턴을 가진 2, 3차원의 템플레이트를 사용하는 방법과 이미 정렬된 카본 나노튜브를 치환하여 1차원 나노질화막대를 수직 방향으로 배열하는 공정을 연구하여 보다 개선된

수율과 효율적인 제어방식을 개발한다. 1, 2차원 나노물질의 합성방법에 대하여 연구하고 이들의 자기조립 특성을 이용하여 전자 및 센서소자를 제작하고 있으며, 다양한 기능성 나노입자의 합성과 나노입자의 물리적 화학적 특성 관련 연구를 통해 집적화된 기능성 박막을 제조하고자 한다. 또한 자기조립 소재 및 공정에 대한 전산모사 연구의 응용 예로 원자 단위 시뮬레이션을 활용한 촉매용 백금(Pt) 기반 합금 나노입자(nanoparticle)의 원자 구조 설계와 상장모델(phase field model)을 이용한 상분리(phase separation) 합금의 박막 성장 및 자기조립 수직배열 구조 형성 해석을 연구 목표로 하고 있다.

2.2. 자기조립 집적공정 및 평가기술

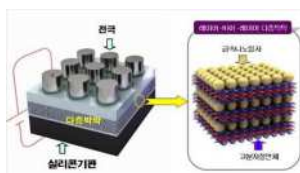
자기조립 집적공정 연구 3단계로 bottom-up 방식의 나노소재(nano materials) 패턴닝을 이용한 나노소재 정렬 기술 개발을 수행하여 차세대 응용소자 개발을 목표로 하고 있다. 자기조립소재가 설계 및 합성되고 이에 맞는 단위 공정과 집적공정들의 개발 과정에서 이들에 대한 실용화의 소자 응용 기술과 산업화 단계에서의 관련 장비 기술의 기초 연구 그리고 구조 및 전기, 기계적 특성 평가 기술은 이러한 소재 공정 기술의 조기 산업화 및 기술의 효율적인 실용화를 위하여 필수 불가결한 연구 과제들이다.

또한 플렉서블 기판 위에 자기 정렬된 다기능 소자 집적 공정 개발하고, 자기조립방법에 의해 형성된 정보저장층을 이용한 플렉서블 유기트랜지스터 메모리 소자의 집적 기술 개발과 폴리이미드를 이용하여 금속나노입자층 제어 기술 확보가 필요하다. 그리고 복합 자기 조립 형성 소재를 이용한 용액 공정(solution process) 유기 소자와 자기조립 나노와이어 기반 유연전극을 개발함으로써 최적화된 효율을 갖는 플렉서블 DSSC 소자 구현을 구현하는 연구를 진행 중이다. 아울러 공정변이에 잘 적응할 수 있는 고신뢰성 및 저전력 resistive memory 응용 회로의 개발에 대해서 연구하고 있다.

3. 연구성과

연구센터 소속 교수들의 활발한 연구 활동은 대외적으로도 널리 인정받고 있으며 대표적인 연구성과는 다음과 같다.

3.1 “Lay-by-Layer” 자기조립방법을 이용한 메모리 저장층에 대한 연구

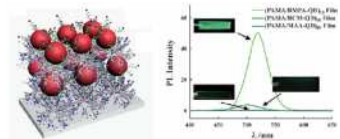


양이온을 띄는 PAH와 음이온을 띄는 PSS를 layer-by-layer 방법으로 형성한 뒤, Au 나노크리스탈을 다층구조로 제작하고 이를 NFGM

(nanocrystal floating gate memory)에 적용하였다. 이것은 저온에서 공정이 가능하며, flexible 기판에 적용이 가능하다. (*Nat. Nanotechnol.*, **2** (2007), 국내 특허: 10-09-02313-0000, 미국 특허: 907,639호)

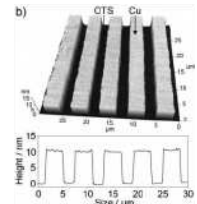
3.2 양자점 다층박막의 제조 및 패턴닝

Layer-by-layer 방법으로 유기물 층과 양자점을 다층구조로 제작하였으며, 우수한 PL 특성을 확인하였다. (*Angew. Chem. Int. Edit*, **48** (2009))



3.3 원자층 증착(Atomic Layer Deposition, ALD)방법을 이용한 선택적인 Cu 증착 공정

저온에서 ALD로 Cu 증착 공정을 확보하였으며, 자기조립단분자막을 이용하여 선택적인 Cu 증착 공정을 확보하였다. (*Angew. Chem. Int. Edit*, **48** (2009))



3.4 블록 공중합체의 자기조립특성을 이용한 나노패턴의 제조

블록 공중합체를 이용하여 이종(異種) 금속 나노크리스탈을 형성하였고, 이것을 이용하여 Au-Co NFGM을 제작하였다.

4. 향후전망

본 센터에서는 자기조립소재의 설계, 합성 및 현상 규명의 기초 연구에 집중하며, 합성 혹은 제조된 자기조립소재의 소자 적용화를 위한 단위 공정 기술을 개발하고자 한다. 또한 개발된 자기조립소재공정을 이용하여 실용화가 가능한 소자 혹은 시스템 적용을 위한 응용 및 특성 분석 기술을 개발하여 향후 혁신적인 소재공정기술 개발로 우리나라의 산업경제에 원천 기반 기술을 제공하며, 경쟁력 있는 신산업을 창출하고자 한다. 아울러 우수 전문 연구인력 양성 및 다 학제 간 대단위 연구그룹 형성하여 소재공정 분야의 우수 연구기관으로 발전하는 것을 목표로 하고 있다.

