

○ 초대의 글



존경하는 한국고분자학회 회원 여러분!

2019년 기해년이 시작된 지 엇그제 같은데 벌써 만물이 소생하는 4월에 이르렀습니다. 고분자학회를 변함없이 관심과 사랑으로 아껴주시는 회원 여러분께 깊은 감사를 드립니다. 한국고분자학회의 금년도 첫 행사인 “고분자 신기술 강좌”를 춘계총회 전날인 4월 10일(수) 부산 컨벤션센터(BEXCO)에서 개최합니다. 이번 강좌에는 4차 산업혁명의 핵심으로 알려진 에너지, 의료 및 환경을 주제로 미래 먹거리 창출을 이끌어 낼 수 있는 아이디어를 제공하고자 합니다. 분자전자 세션에서는 “에너지 변환/저장 소재 기술”이라는 주제를, 의료용고분자 세션에서는 “첨단 의료 고분자 소재 기초 및 응용”이라는 주제를 제안하였고, 산업체 세션으로는 “친환경 및 생분해성 고분자 최신 기술동향”의 주제를 선정하였습니다. 각 세션마다 해당분야의 최고 전문가들을 연사로 모셔서 수강하시는 분들께 각 분야의 기초, 응용, 최근 산업동향까지 포함한 유익한 강좌가 될 수 있도록 준비하였습니다. 학회에서 마련한 신기술 강좌에 회원님과 회원사의 연구원 및 연구실 학생들의 많은 관심과 참여를 부탁드립니다. 강좌에 참석하신 모든 분들께 유익한 강좌가 될 수 있도록 최선의 노력을 기울이겠습니다.

한국고분자학회 회장 차국헌

○ 일정

강좌 주제 I : 에너지 변환/저장 소재 기술

09:20 -	등 록	
10:00 - 11:00	유기 태양전지 소재 및 최신 연구동향	김진영 UNIST
11:00 - 12:00	유기 열전소재의 기초와 응용	장광석 한양대학교
12:00 - 13:30	중 식	
13:30 - 14:30	충상자기조립을 이용한 에너지 소재 전극 제조	조진한 고려대학교
14:30 - 15:30	에너지 저장 소자용 그래핀 기반 전극 소재 응용기술	김태영 가천대학교
15:30 - 15:45	휴 식	
15:45 - 16:45	리튬 이차전지용 고분자 전해질	강영구 한국화학연구원/UST
16:45 - 17:45	고성능 이차전지 개발을 위한 배터리 소재 연구 동향	박수진 POSTECH

강좌 주제 II: 첨단 의료 고분자 소재 기초 및 응용

09:20 -	등 록	
10:00 - 11:00	생체의료용 고분자와 생체적합성의 중요성	강길선 전북대학교
11:00 - 12:00	생체의료용 하이드로젤의 기초와 응용	노인섭 서울과학기술대학교
12:00 - 13:30	중 식	
13:30 - 14:30	광기능성 고분자 소재 기반 활성산소에 의한 세포 제어 기술	박종철 연세대학교
14:30 - 15:30	고분자 하이드로젤의 기초와 응용	허강무 충남대학교
15:30 - 15:45	휴 식	
15:45 - 16:45	잉크젯 기반 3차원 바이오 프린팅 기술 및 응용	정성준 POSTECH
16:45 - 17:45	다차원 하이드로젤 패턴의 의공학적 응용	고원건 연세대학교

강좌 주제 III: 친환경 및 생분해성 고분자 최신 기술동향

09:20 -	등 록	
10:00 - 10:50	친환경 화학의 개념	김정곤 전북대학교
10:50 - 11:40	Poly(lactide) Toughened by Phase-Separation in Copolymer Architectures	신지훈 한국화학연구원
11:40 - 13:20	중 식	
13:20 - 14:10	친환경 소재 개발 동향	강동균 LG화학
14:10 - 15:00	생분해성 고분자의 의료분야 응용	고영주 삼양바이오팜
15:00 - 15:20	휴 식	
15:20 - 16:10	이산화탄소를 활용한 생분해성 고분자 합성	이분열 아주대학교
16:10 - 17:00	탄소섬유 복합소재의 재활용 기술 동향	고문주 한국과학기술연구원

○ 참가신청 및 등록안내

· 등록비

-일반 : 25만원, 학생 : 20만원

일반 등록자에 한해 2019년 춘계학술대회(4월 10일(수)~12일(금), 부산BEXCO)에 참관하실 수 있습니다(명찰 교환권 지참시).

· 참가신청 및 등록방법: 한국고분자학회 홈페이지에서 온라인 접수 및 결제(www.polymer.or.kr)

※ 계산서 발급을 원하시는 참가자께서는 사업자등록증 사본을 메일안 FAX로 송부하여 주신 뒤 학회로 연락하여 주십시오.

FAX: (02)553-6938 / E-Mail: polymer@polymer.or.kr / Tel: (02)568-3860

※ 신청마감: 2019년 3월 29일(금)

○ 찾아오시는 길



승용차 이용시

- 주소검색: 부산광역시 해운대구 APEC로 55
- 주차이용: 승용차, 소형차(승합차(25인승 미만), 화물차(2.5t 미만))인 경우, 10분당 300원, 1일 주차기준 15,000원입니다.

기차 이용시(부산역)

교통수단	행사장까지 이동방법 및 소요 시간
택시	· 부산역 택시 승차 후 벡스코에서 하차 · 거리 13.93km, 약 30분 소요
버스	[급행버스 1001] · 부산역 정류장 승차 후 센텀시티역 벡스코 정류장에서 하차 · 요금: 1,800원, 약 30분 소요 [일반버스 40] · 부산역 정류장 승차 후 센텀시티역 벡스코 정류장에서 하차 · 요금: 1,200원, 약 40분 소요
지하철	· 부산 1호선 부산역 승차 후 서면역에서 2호선 환승 · 부산 2호선 서면역에서 승차 후, 센텀시티(벡스코·신세계)역에서 하차하여 1번출구 · 요금: 1,400원, 약 45분 소요

항공 이용시(김해국제공항)

교통수단	행사장까지 이동방법 및 소요 시간
택시	· 김해국제공항 택시 승차 후 벡스코에서 하차 · 거리 26.87km, 약 45분 소요
공항리무진	· 김해국제공항 정류장 승차 후 벡스코 정류장에서 하차 · 배차시간 간격은 20분이며 벡스코 해운대신시가지와 김해국제공항의 노선으로 운영 · (벡스코 기준) 첫차: 05:22 / 막차: 20:32 (공항기준) 첫차: 06:45 / 막차: 22:00 · *시간은 도로 교통사정에 의해 변동될 수 있습니다. · 요금: 어른 7,000원 / 어린이 4,500원, 약 50분 소요
버스	[일반버스 307] · 김해국제공항 국제선청사 또는 국내선 정류장 승차 후 벡스코 정류장에서 하차 · 요금: 1,200원, 약 1시간 28분 소요
지하철	· 부산김해선 공항역 승차 후 사상역에서 2호선 환승 · 부산 2호선 사상역 승차 후, 센텀시티(벡스코·신세계)역에서 하차하여 1번출구 · 요금: 2,000원, 약 55분 소요

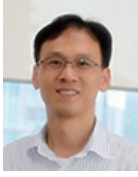
고속/시외버스 이용시

터미널	교통	행사장까지 이동방법	요금 및 소요 시간
부산종합버스터미널	택시	부산종합버스터미널에서 택시 승차 후 벡스코에서 하차	거리 16.73km, 약 40분 소요
	버스	[급행버스 1002] 노포동부산종합터미널 정류장 승차 후, 센텀시티역 벡스코 정류장에서 하차	요금: 1,700원, 약 40분 소요
	지하철	부산 1호선 노포동 → 연산역에서 3호선 환승 → 수영역에서 2호선 환승 → 센텀시티(벡스코·신세계)역에서 하차하여 1번출구	요금: 1,400원, 약 50분 소요
사상시외버스터미널	택시	사상시외버스터미널에서 택시 승차 후 벡스코에서 하차	거리: 23.08km, 약 55분 소요
	버스	[일반버스 31] 서부시외버스터미널 정류장 승차 후, 센텀시티역 벡스코 정류장에서 하차	요금: 1,200원, 약 1시간 5분 소요
	지하철	부산 2호선 사상역 승차 후 센텀시티역에서 하차하여 1번출구	요금: 1,400원, 약 45분 소요
해운대시외버스터미널	택시	해운대시외버스터미널에서 택시 승차 후 벡스코에서 하차	거리 3.32km, 약 10분 소요
	버스	[급행버스 1001] 해운대역 정류장 승차 후, 센텀시티역 벡스코 정류장에서 하차 [일반버스 181, 39, 63, 141, 200, 100, 100-1, 115-1, 31] 해운대역 정류장 승차 후, 센텀시티역 벡스코 정류장에서 하차	요금: 1,700원, 약 10분 소요 요금: 1,080원, 약 15분 소요
	지하철	부산 2호선 해운대역 승차 후 센텀시티역에서 하차하여 1번출구	요금: 1,100원, 약 10분 소요

○ 강좌 주제 I : 에너지 변환/저장 소재 기술

1. 유기 태양전지 소재 및 최신 연구동향

김진영 | UNIST 에너지 및 화학공학부



유기태양전지는 가벼운 무게, 유연한 기판에 적용, 쉽게 넓은 면적으로 제작할 수 있는 가능성이 높게 평가 받아서 차세대 태양전지로서 각광을 받아오고 있었다. 그러나 얼마 전까지만 하더라도 풀러린 엑셉터 기반으로 효율이 10% 정도에서 정체되어 그 응용의 다양성에도 불구하고 상업화가 가능할 것인가에 대한 의문이 있었다. 특히 유-무기 하이브리드 페로브스카이트와 양자점을 이용한 태양전지가 매우 높은 광변환효율을 앞세워 유기태양전지의 위치를 위협하고 있는 실정이다. 기존 상용화되어있는 태양전지에 비해 극히 짧은 수명, 중금속이 포함되어 있는 큰 단점에도 불구하고 효율의 큰 이점으로 활발히 연구되고 있는 것이다. 이에 개방전압 및 광흡수에서 많은 제약이 있는 풀러린을 대체해야 한다는 요구가 있었고 최근 몇 년 사이 여러 연구자들의 큰 노력으로 다양한 비풀러린 엑셉터가 고안 및 합성되었다. 이러한 신규 엑셉터를 이용하여 단층형에서는 15% 이상, 적층형 태양전지에서는 17% 이상의 효율이 공인되었고, 지속적으로 효율이 높아지고 있어 다시 큰 주목을 받고 있다. 이에 본 강좌에서는 최근 개발된 고효율 유기태양전지의 도너와 엑셉터 물질들을 소개하고 향후 연구개발 방향에 대해서 함께 논의하는 자리를 마련해 보고자 한다.

2. 유기 열전소재의 기초와 응용

장광석 | 한양대학교 화학분자공학과



열전 연구의 선구자인 제벡(Thomas Johann Seebeck)이 1821년에 소재에 부여된 온도 차에 의해 전압이 발생하는 현상을 발견한 이후로, 열전소재에 대한 연구가 활발히 진행되어 왔다. 열전소재를 활용하면 폐열을 전기에너지로 변환시키는 열전 발전기 또는 전기에너지를 이용해 냉각을 가능하게 하는 펠티어 소자로의 응용이 가능하다. 일반적으로 좋은 열전소재는 높은 제벡계수(Seebeck coefficient, $\Delta V/\Delta T$)와 높은 전기전도도, 그리고 낮은 열전도도를 가지는 소재를 의미한다. 최근에는 유기 열전소재에 대한 관심이 급격히 증가하고 있다. 유기 열전소재 연구는 태동기에 있기 때문에 아직까지는 무기 열전소재에 비해 열전성능이 매우 떨어진다. 하지만, 유기 열전소재는 무기 열전소재에 비해 소재 값이 저렴하고 공정비용이 매우 저렴하며 기계적 유연성이 뛰어나기 때문에 활용도가 클 것으로 기대되고 있다. 본 강좌에서는 유기 열전소재의 물리적/화학적 특성, 응용 분야 및 최근 연구 동향 등이 논의될 것이다.

3. 층상자기조립을 이용한 에너지 소재 전극 제조

조진한 | 고려대학교 화공생명공학과



차세대 에너지 소자용 전극은 고 전도성, 에너지 소재의 집적화, 유연성 및 안정적인 기계적 성질을 요구하고 있다. 최근에 많은 연구들이 탄소 기반 소재(그래파이트, 탄소나노튜브, 그래핀 등)를 이용한 에너지용 전극 제조에 집중되고 있으나, 탄소기반소재의 낮은 전기전도성(예, 탄소나노튜브의 전도성 < 200 S/cm), 에너지 소재의 낮은 집적도 및 고분자 바인더와 같은 비활성 물질의 첨가 등은 에너지용 전극 제조에 있어서 중요한 단점으로 작용하고 있다. 본 강좌에서는 에너지 소자용 전극을 제조하는데 있어서, 섬유 고분자 기반 소재에 층상자기조립법(layer-by-layer assembly)을 이용한 금속 및 산화물 금속 나노입자의 균일한 코팅을 통해 벌크 금속과 같은 전기전도도를 부여하고, 섬유기반 소재가 갖는 유연하고 안정적인 기계적 성질을 부여하고자 한다. 또한, 수많은 고분자 피브릴 구조체의 특성을 이용하여, 산화물 금속 입자 기반 에너지소재의 집적도를 크게 향상시킬 수 있음을 증명하고자 한다. 이를 위해, 본 강좌에서는 섬유고분자/입자 및 입자/입자 사이의 계면을 화학적으로 조절함으로써 가능성을 증명하고, 더 나아가, 에너지 저장용 전극뿐만 아니라, 생체연료전지 및 마찰전기용 전극에 어떻게 효율적으로 적용될 수 있는지를 논의하고자 한다.

4. 에너지 저장 소자용 그래핀 기반 전극 소재 응용기술

김태영 | 가천대학교 바이오나노학과



그래핀(graphene)은 2차원 평면 구조의 탄소 단일층으로서 높은 전기전도도와 비표면적 특성으로 인해, 슈퍼커패시터(super capacitors), 2차전지(secondary batteries) 등의 에너지저장소자(energy storage devices)의 전극으로 활용이 기대되는 소재이다. 최근 전기차(electric vehicle) 및 신재생에너지(renewable energy) 기술의 발전과 함께 에너지저장소자의 중요성이 부각되고 있는데, 이 중 슈퍼커패시터는 출력 특성이 우수하고, 수명이 긴 장점으로 인해 2차전지의 단점을 보완하는 에너지소자로 응용이 확대되고 있다. 현재 슈퍼커패시터의 전극으로는 대부분 활성탄(activated carbon)을 사용하고 있는데, 활성탄의 경우 높은 비표면적을 가지고 있음에도 불구하고 전해질 이온의 이동이 쉽지 않은 구조상의 한계로 인해 성능향상에 제약이 있어, 기존 탄소 전극 소재의 단점을 보완할 수 있는 신규 전극 소재 개발에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있다. 본 강좌에서는 그래핀 기반 탄소전극 소재의 합성 기술 및 이를 에너지 저장소자의 전극 소재로 응용하는 최근 연구 동향이 논의될 것이다.

5. 리튬 이차전지용 고분자 전해질

강영구 | 한국화학연구원/UST



휴대용 전자 기기 및 전기 자동차의 동력원으로 고에너지 밀도를 가지는 리튬이온 이차 전지가 주로 사용되고 있다. 현재 상용화된 리튬 이차전지에는 리튬의 높은 반응성으로 인하여 비수계 유기 전해질이 주로 사용된다. 하지만 비수계 액체전해질을 사용하는 리튬이온 전지는 과충전, 열적 충격, 누액 등으로 인하여 발화 및 폭발 위험성이 있으며, 반응성이 매우 높아 고용량 리튬이차전지 및 리튬-공기 전지와 같은 차세대 리튬 이차전지에 사용하기에는 안전성 등을 개선할 필요가 있다. 리튬이차전지의 용량향상 및 안전성 확보를 동시에 확보할 수 있는 기술 중의 하나가 고분자 전해질을 이용한 리튬 고분자 이차전지이다. 고분자 전해질을 사용하는 리튬-고분자 전지는 에너지 밀도를 높일 수 있을 뿐 아니라 전지의 안정성이 향상되며, 전해액의 누출을 방지할 수 있어 전지의 신뢰성이 향상되며, 전극/전해질 계면의 접촉력 향상되고, 박형의 전지 제작이 용이하며, 다양한 모양의 전지도 만들 수 있는 장점이 있어 휴대용 전자 기기용 소형 리튬 이차 전지와 더불어 전기자동차용 등의 고용량 리튬 이차전지 등에 응용이 기대되어 차세대 전지로 각광을 받고 있다. 본 발표에서는 리튬이차전지용 고분자 전해질의 연구 개발 방향과 최신 연구 개발 동향을 소개하고자 한다.

6. 고성능 이차전지 개발을 위한 배터리 소재 연구 동향

박수진 | POSTECH 화학과



리튬이차전지는 현재 휴대폰, 노트북, 전기자동차, 스마트 그리드 등의 전원으로 사용되고 있다. 기존에 사용되어 왔던 일차전지 및 이차전지에 비해 높은 전위, 빠른 출력 등의 장점을 가지고 있어 많은 연구 및 응용이 되고 있다. 하지만, 전기자동차, 스마트 그리드와 같은 실질적인 응용이 이루어지기 위해서는 고용량 배터리 소재의 개발이 요구된다. 리튬 이차전지는 양극, 음극, 분리막, 전해질, 바인더로 구성되어 있으며, 고용량/고출력의 응용을 위해서는 위에서 언급한 5대 소재의 개발이 선행되어야 한다. 본 신기술 강좌에서는 고용량 음극, 고분자 분리막 및 고용량 음극을 위한 고분자 바인더의 연구개발 동향을 언급하고자 한다. 첫째로, 고용량 음극의 대표적인 소재는 실리콘과 게르마늄이며, 실제적인 전지의 응용이 되기 위한 고용량 소재의 요구조건을 살펴볼 것이다. 둘째로, 상용화된 이차전지 분리막인 올레핀 기반 분리막의 장점/단점을 알아보고, 높은 에너지밀도 및 출력을 갖는 전지에 응용이 되기 위한 분리막의 조건을 알아보고자 한다. 셋째로, 고용량 음극 소재가 적용될 때 발생하는 커다란 부피변화를 제어하기 위해서는 기존에 상용화된 고분자 바인더의 대체가 요구되는 데 어떤 디자인을 가지고 바인더를 디자인 해야 하는지에 대해 살펴보고자 한다.

○ 강좌 주제 II: 첨단 의료 고분자 소재 기초 및 응용

1. 생체의료용 고분자와 생체적합성의 중요성

강길선 | 전북대학교 고분자나노공학과



생체재료는 그 중요성이 비하여 태동한지가 비교적 짧은 연구분야이다. 그럼에도 불구하고 본격적으로 상용화가 시작된 지난 30~40 여 년 동안 인간의 삶의 질을 획기적으로 증가시켰다. 일반 공업재료로부터 인체에 대한 여러가지 면역성이나 인체거부반응 등에 대한 기초적인 지식이 없이 세계 1, 2차대전 그리고 한국 동란을 거치면서 재료로서의 인체 적용에 대한 가능성과 그리고 생체적합성이라는 개념이 서서히 잡히면서 현재에 이르렀다. 생체재료가 일반 공업재료와 다른 가장 큰 차이점은 (1) 인체에 무독/무해하여야 하며, (2) 생체적합성을 가져야 하며, 그리고 (3) 멸균 가능하여야 한다는 점이다. 그리고 마지막 시판 할 때 각국의 보건 계통의 기관에서 꼭 승인을 받아야 된다는 점이다. 따라서 같은 일반 공업재료와 비교하여 볼 때에 개발기간이 엄청 길고, 값이 비싸다는 것이 특징이다. 따라서 본 강연에서는 생체재료를 의료용 금속재료, 의료용 세라믹재료, 의료용 고분자재료, 그리고 의료용 복합재료로 분류하고 이들 개발의 역사성, 생체 적합성의 정립, 몇몇 실패사례를 들어 생체재료 연구의 중요성과 그리고 생체적합성의 정의 등을 고찰하고자 한다. 그리고 더 나아가서 생체재료를 이용한 재생의학, 약물전달체계, 개량신약, 바이오시밀러 분야, 유전자치료, 그리고 앞으로 좀더 개발성이 있는 분야에 대하여 논의의 될 것이다.

2. 생체의료용 하이드로젤의 기초와 응용

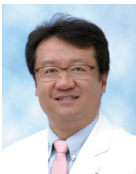
노인섭 | 서울과학기술대학교 화공생명공학과



바이오시대의 도래와 함께 성장하고 있는 생체재료는 고분자를 이용한 연구가 활발히 진행되고 있으며, 인체에 무해하고, 인체 구성성분인 세포외기질의 특성을 모사하는 고분자 하이드로젤의 의학/의료분야에서의 하이드로젤의 기초와 물성 및 환자에게로의 적용에 대한 관심과 응용이 급격히 증가하고 있다. 본 발표에서는 생체재료의 분류, 합성과 기본물성에 대한 이해를 기반으로 의료용 고분자 하이드로젤의 기초와 합성, 기능성 고분자 하이드로젤 합성 및 물성에 대한 논의와 함께, 최근 관심을 받고있는 주사형 및 바이오프린팅 하이드로젤로의 적용성에 대한 최근 동향에 대하여 논의하고자 한다.

3. 광기능성 고분자 소재 기반 활성산소에 의한 세포 제어 기술

박종철 | 연세대학교 의과대학



손상된 조직 또는 장기를 대체하거나 재생시키기 위하여 세포 주입 치료술과 세포를 포함한 3D 인공 지지체를 이식하는 치료법이 널리 사용되어 왔다. 최근에는 이러한 치료법이 가지고 있는 한계점을 극복하기 위하여 지지체 없이 세포치밀층을 손상 조직에 이식하는 세포시트기술(Cell sheet technology)에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다. 세포시트는 *in vitro*에서 배양한 세포를 손상 조직으로 이식하게 되는데, 대부분의 배양 세포들은 세포외기질 단백질이 형성되어 있는 표면에 부착하여 생존하는 부착의존적인 특성을 가지고 있기 때문에 세포시트기술에서는 배양 접시로부터 세포시트를 온전한 형태로 분리하는 것이 중요하다. 광역학치료는 인체에 무해한 광감응제와 빛의 상호작용에 의해 발생하는 singlet oxygen(O_2)이나 hydrogen peroxide(H_2O_2), hydroxyl radicals($OH\cdot$)과 같은 활성산소(reactive oxygen species, ROS)를 이용한 치료법으로, 이렇게 생성되는 활성산소는 그 농도를 조절함에 따라 세포의 손상과 사멸을 야기하기도 하지만 세포의 증식과 이동을 촉진시키는 데에도 적용할 수 있다고 알려져 있다. 본 강좌에서는 이러한 활성산소를 이용한 광기능성 고분자 소재 기반의 효율적인 세포시트 분리 및 제어 기술에 대한 소개와 재생의학활용 방안 등을 논의하고자 한다.

4. 고분자 하이드로젤의 기초와 응용

허강무 | 충남대학교 유기재료공학과



고분자 하이드로젤(hydrogel, 수화젤)은 친수성 고분자가 공유 또는 비공유 결합으로 가교 되어 만들어진 3차원 망상구조물로 수용액내에서 용해되지 않지만 많은 양의 물을 흡수하며 팽윤하는 성질을 갖는다. 내부에 다량의 수분을 함유하고 있어 액체와 고체의 중간적 성질을 갖는 것이 특징이며 표면 친수성이 높고, 생체 내 세포 및 조직의 성질과 매우 유사하며 생체적합성이 우수하여 생체재료로 광범위하게 응용되고 있다. 최근에는 온도, pH, 빛, 자력 등의 다양한 외부 자극에 능동적으로 반응하여 물리화학적 또는 생기능적 특성이 변화하는 다양한 지능형 하이드로젤(smart hydrogel)이 개발되어 응용범위가 더욱 확대되는 추세에 있다. 초창기에는 주로 단순한 고흡수성을 기반으로 한 위생용품에의 응용을 시작으로 현재에는 생분해성, 생기능성, 자극응답성 등의 다양한 부가적인 특성의 도입에 의해 의약품, 식품, 화장품, 토목, 기타 산업제 등 의학적인 응용에서 산업적 응용에 이르기까지 매우 광범위한 분야에 적용되어 유용하게 활용되고 있다. 본 강좌에서는 하이드로젤의 정의 및 기본 성질, 제조방법 및 분석, 구조와 물리화학적 특성 간의 상관관계에 대한 기초를 제공하고, 약물전달, 재생의학, 3차원 세포배양 등 다양한 바이오메디컬 응용 분야에서의 최근 관련 연구동향에 대해 소개하고자 한다.

5. 잉크젯 기반 3차원 바이오 프린팅 기술 및 응용

정성준 | POSTECH 창의IT융합공학부



바이오 프린팅은 세포 배양액, 액상의 하이드로젤을 비롯한 생체물질을 정밀하게 패터닝 및 도포 하는 기술이다. 조직공학 분야의 스캐폴드 제작을 위한 대체 기술로서 연구되었음, 최근 다양한 생체 물질과 살아있는 세포를 직접 3차원으로 프린팅하여 다양한 기능성 장기 및 조직을 제작하는 연구가 활발하게 진행중이다. 이 같은 기능성 3차원 다세포 생체구조물을 높은 정밀도로 제작하기 위해 다양한 프린팅 방식이 사용되고 있다. 마이크로 사출(Microextrusion) 방식의 프린팅 기술이 사용의 편리성, 재료 물성의 넓은 허용범위, 장비 구매의 용이성 등으로 현재 가장 보편적으로 사용되어지고 있으나, 낮은 해상도 및 다양한 세포 패터닝에 있어서 한계를 가지고 있다. 이러한 한계를 해결하고자, 피코리터(picoliter)급 액적을 토출 제어할 수 있는 드롭-온-디맨드(drop-on-demand) 방식의 잉크젯 방식의 프린팅 기술이 최근 각광을 받고 있다. 본 강좌에서는 잉크젯 기반의 바이오 프린팅 기술에 대해 소개하고자 한다. 잉크젯 토출 방식 및 프린팅 프로세스, 잉크젯용 바이오 잉크의 유체/유변학적 조건, 세포 프린팅 및 3차원 생체조직 제작등의 적용사례에 대해 살펴보고자 한다.

6. 다차원 하이드로젤 패턴의 의공학적 응용

고원건 | 연세대학교 공동기원

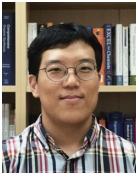


하이드로젤은 일반적으로 다량의 수분을 흡수할 수 있는 삼차원 구조의 가교된 친수성 고분자 망상구조를 가진 물질을 의미 한다. 초기에는 기저귀와 같은 고흡수성을 기반으로 하는 제품에 주로 사용되었으나, 최근 들어, 다양한 기능성의 도입 및 우수한 생체적합성 특성에 의해 약물전달시스템, 바이오센서, 조직공학 및 액츄에이터와 같은 다양한 의공학적 분야에 사용되고 있다. 하지만 이와 같은 응용에 사용되는 하이드로젤은 대부분 밀리미터 혹은 센티미터 단위의 큰 사이즈를 가지는 형태로 제조되어 왔으나, 최근 들어, bottom-up 어셈블리 나노/마이크로 제조 기술의 발달로 인해 다양한 형태 및 차원을 가지는 하이드로젤 패턴 구조체가 개발되고 각광을 받고 있다. 본 강좌에서는 우선 기본적인 하이드로젤의 정의 및 중합방법에 대한 소개 및 하이드로젤의 구조/ 특성 분석에 대해 우선적으로 논의를 한 후, 다양한 하이드로젤 나노/마이크로 패턴 제조법에 대하여 소개를 하고자 한다. 최종적으로는 이렇게 제조된 다차원 하이드로젤 패턴의 응용에 대한 예시 및 미래의 응용 방향에 대해 토론을 할 예정이다.

○ 강좌 주제 III: 친환경 및 생분해성 고분자 최신 기술동향

1. 친환경 화학의 개념

김정곤 | 전북대학교 화학과



화학 산업이 발전하면서 수많은 화학 제품이 개발되고 활용되었으며, 그에 수반하여 부작용도 많이 발생하고 있다. 이에 대응하여 화학 폐기물의 양을 줄이고, 에너지를 절약하며, 유해 물질의 사용 및 배출을 최소화하는 새로운 화학 제품 및 공정 개발을 위한 다양한 노력을 녹색 화학 또는 친환경 화학이라 한다. 동일 성능을 가지면서도 사용 과정이나 폐기 후에 건강과 환경에 미치는 영향이 적은 제품의 개발 및 사용, 동일 화학 제품 제조에 있어서도 유해성이 없는 원료 및 공정 조건으로 변경, 자원 부족에 대비하는 지속 가능한 화학 원료의 활용 등이 녹색 화학 활동이다. 녹색 화학을 실현하는 활동들이 전체 시스템을 고려할 때 경제적으로도 이익이 된다는 기본 명제 아래 수행되는 연구, 개발, 정책 개발을 포괄하는 개념이다. Paul Anastas와 Mary M. Kirchhoff에 의해서 정리된 녹색화학의 12가지 원칙을 바탕으로, 실제 산업계에서 그리고 현재 연구실에서 수행된 대표적인 친환경 화학의 예시를 소개하고자 한다.

2. Poly(lactide) Toughened by Phase-Separation in Copolymer Architectures

신지훈 | 한국화학연구원 환경자원센터



Poly(lactide) (PLA) is a renewable, degradable and compostable thermoplastic with mechanical properties similar to poly(styrene). Historically high production costs limited the use of PLA to medical applications including resorbable sutures and tissue scaffolds, where biocompatibility and biodegradability were required. As of 2013, the surcharge for PLA versus poly(ethylene terephthalate) (PET) is small enough (15–25%) to allow its use in consumer goods and as general packing. Unfortunately, PLA is inherently brittle and possesses poor melt strength. In particular, the brittle nature of PLA limits its current utility to disposable packing. Melt blends of PLA and a rubbery material can rubber toughen the plastic, but often require the addition of a compatibilizer and generate opaque materials. Current efforts explore using block and graft copolymers with a majority PLA block and minority rubbery block that phase separate on the nanometer length scale to rubber toughen PLA. With these complex architectures, the polymer matrix, the minor rubbery component, and the compatibilizer are present in one molecule. Careful molecular design is needed to obtain the desired phase separation on nanometer length scale. To achieve these hierarchically structured, tough, and sustainable materials, new controlled polymerization, post-polymerization functionalization, and coupling chemistries need to be developed. These methods will not only benefit the field of tough sustainable plastics but other areas of polymer chemistry.

3. 친환경 소재 개발 동향

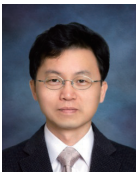
강동균 | LG화학



생분해성 소재와 같은 친환경 소재 개발에 대한 관심은 오래 전부터 지속되어 왔으며, 페플라스틱 처리 문제, 플라스틱 해양 오염 문제, 미세 플라스틱 축적 문제 등과 같은 환경 문제로 인해 친환경 소재의 활용 및 개발에 대한 관심이 더욱 증가되고 있다. 그러나 지금까지 바이오 화학 산업에 많은 연구가 있었음에도 불구하고 석유화학 소재 대비 가격 및 물성의 한계로 시장에 출시되어 적용되고 있는 소재는 PLA 및 일부 컴파운드 소재에 국한되어 있는 것이 현실이다. 친환경 소재의 시장 적용을 확대하고 플라스틱 오염으로 인한 환경 문제를 해결하기 위해서는 국가적인 차원의 강력한 규제 정책이 필요하며 최근 친환경 정책에 대해 소극적이었던 정부도 플라스틱 폐기물 감축 및 재활용을 증가와 같은 대책들을 마련하고 있다. 본 발표에서는 지금까지 국내·외에서 다양하게 개발되어 왔던 친환경 소재들의 개발 현황 및 한계점에 대해 논의하고, 친환경 소재의 시장 적용 확대를 위해 현재 개발 중인 친환경 소재의 연구 내용 및 향후 개발 방향을 소개하고자 한다.

4. 생분해성 고분자의 의료분야 응용

고영주 | 삼양바이오팜 의학바이오연구소



인체에 이식가능한 치료재료로 사용되는 금속, 세라믹, 고분자 중 고분자는 성형이 용이하고, 인체조직과 유사한 기계적 물성을 가지고 있어, 특히 널리 사용되고 있다. 이 중 체내에서 일정기간 경과 후 인체에 무해한 물질로 분해, 흡수, 대사, 배출되는 생분해성 고분자는 제거수술이 필요없고, 원래의 인체조직으로 대체되는 장점으로 인해 medical devices, drug delivery system carrier용 소재로서 널리 사용되고 있으며, 최근 각광을 받고 있는 조직공학 분야의 스캐폴드로서도 많은 연구가 진행되고 있다. 폴리글리콜산, 폴리락트산 등과 같은 합성흡수성 고분자는 인강강도, 모듈러스, 분해기간의 특성에 따라 medical devices 분야의 상처봉합제나 고정용 이식재료로 폭넓게 사용되고 있다. 연조직 분야에는 수술용 봉합사, 탈장매쉬, 조직재생용도막, 스텐트, 신경도관 등이 있고, 경조직 분야에는 기존의 뼈고정용 금속소재를 대체하는 스크류, 플레이트, 핀 등의 정형외과용 재료로 활용되고 있다. 이 중 상처봉합용 디바이스인 흡수성 수술용 봉합사는 형태별로는 multifilament와 monofilament로 분류되고, 생체내 분해 속도에 따라 polyglycolic acid (PGA), poly(glycolide-co-lactide) 9/1 (PGLA910), poly(p-dioxanone) (PPDO)와 함께 trimethylene carbonate (TMC), ε-caprolactone (CL)의 공중합체가 사용되고 있다. 최근 barbed suture가 상처 봉합용 및 성형용 리프팅 thread로 의료현장에서 쓰여지고 있다. 본 강의에서는 생분해성 지방족 폴리에스터의 종류와 특성 및 이를 활용한 surgical device의 제품 및 약물전달 carrier 개발 동향에 대해 소개하고자 한다.

5. 이산화탄소를 활용한 생분해성 고분자 합성

이분열 | 아주대학교 융화학생명공학과



재생가능 자원을 활용하여 단량체를 제조하고 이를 중합하여 생분해성 고분자를 제조하여 사용하는 것이 고분자 산업의 이상적인 스킴이다. PLA 및 PHA 등이 대표적인 예이나 비용적인 면에서 현재 범용 수지 시장을 대체 침투하는데 한계가 있다. CO₂를 단량체 또는 원료로서 중합체 합성에 사용하면 CO₂의 원료로서의 낮은 단가로 인하여 이러한 문제를 극복할 가능성이 있다. CO₂를 사용한 대표적인 중합체가 CO₂/에폭사이드 공중합체이다. CO₂/에폭사이드 공중합을 위한 매우 효율적인 촉매를 개발하여 상업화 연구를 시도시켰다. CO₂/프로필렌 옥사이드 공중합체 (즉, 폴리(1,2-프로필렌 카보네이트, PCC)는 생분해성, 투명성, 접착성 및 무독소각성 같은 매력적인 특성을 나타내지만 T_g가 낮음(~40 °C)의 amorphous 중합체로 범용 용도 개발에 한계가 있다. 또 다른 지방족 폴리카보네이트인 폴리(1,4-부틸렌 카보네이트) (PBC)는 1,4-부탄디올과 다이메틸카보네이트의 축합에 의해 합성할 수 있다. 다이메틸카보네이트는 한국에서 CO₂를 원료로 사용하여 대량으로 생산되고 있는 benign 화학 물질이다. PBC는 T_m이 ~60 °C인 생분해성 semicrystalline 중합체로 PPCC 대비 고성능을 구현할 수 있다. PBC 사슬에 일부 테레프탈레이트 단위체를 삽입하여 T_m 값이 ~110 °C인 폴리(1,4-부틸렌 카보네이트-co-테레프탈레이트) (PBCT)를 합성하였다. PBCT는 생분해성이 있으면서 상업용 LLDPE와 유사한 열적 및 기계적 특성을 나타내어 생분해성 필름과 같은 범용시장 침투가 가능할 것으로 예상된다.

6. 탄소섬유 복합소재의 재활용 기술 동향

고문주 | 한국과학기술연구원 복합소재기술연구소



탄소섬유복합소재(CFRP)는 강철보다 1/4 가볍고 10배나 강한 탄소섬유를 이용한 복합재료로 항공·우주, 자동차, 선박, 스포츠 용품 등 산업 전반에 걸쳐 다양하게 활용되고 있다. 사용 후 폐기된 CFRP는 매립되거나 고온소각방식으로 재활용 되고 있으나, 매립방식은 썩지 않는 환경오염 문제가 있으며, 고온소각방식 역시 유기물의 열분해시 독성물질을 배출하여 환경오염의 문제점을 가지고 있다. 본 강좌에서는 폐CFRP로 인한 환경오염 문제를 해결 하면서도 고가의 탄소섬유를 회수하기 위한 최신의 연구동향에 관하여 설명할 예정이다. 특히, 고온소각방법의 단점을 해소하여 유기물의 재활용까지 가능하게 하는 화학적 재활용 기술에 관하여 설명할 예정이다. 화학적 재활용 기술은 향후 CFRP의 재활용뿐 아니라 예측수지를 사용하는 도로, 전자부품의 기판 등 다양한 산업분야에 응용이 가능할 것으로 전망된다.