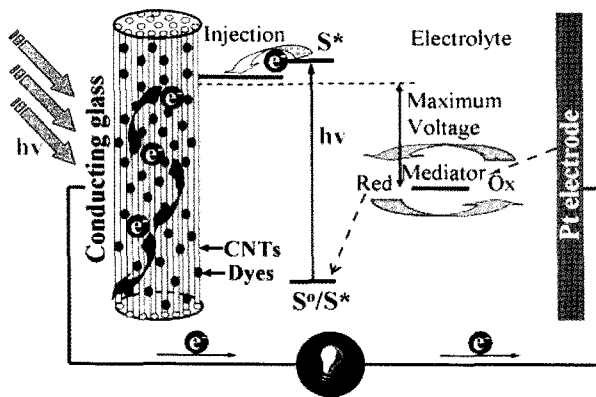


Photonics Convergence 광융복합

다중벽탄소나노튜브를 활용한 고효율 플렉서블 태양전지

최근 들어 유연한 태양전지에 대한 관심이 크게 증가하고 있다. 과학자들은 금속 와이어, 유리 섬유 또는 고분자 섬유를 통해 잘 수 있는 태양전지 섬유를 개발코자 노력하고 있다. 그러나 이러한 섬유 기반의 태양전지의 낮은 효율성으로 인해서 이러한 소재의 사용에는 많은 제한이 따른다. 이러한 낮은 효율성을 높이기 위해서 과학자들은 다양한 나노소재 개발하여 이러한 섬유 기반의 광전 소재에서 전하의 분리 및 전달 특성을 개선코자 하고 있다.

중국의 한 연구팀이 유연하면서도 가볍고 또한 반도체적인 특성을 가진 탄소나노튜브(carbon nanotube, CNT) 섬유를 통해서 새로운 태양전지를 개발할 수 있는 새로운 기술을 개발하는데 성공했다. 섬유 형태의 매우 잘 정렬된 나노튜브에서 섬유를 따라 진행되는 전하의 전송 및 분리는 매우 효과적이어서 이러한 소재를 이용했을 때 높은 효율성을 가진 섬유 태양전지의 개발이 가능케 될 수 있다고 연구팀은 밝혔다.



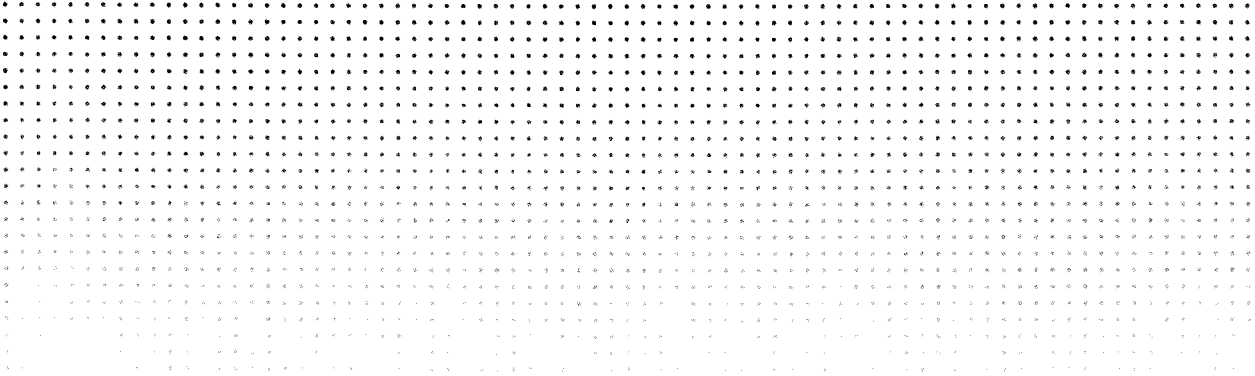
(그림) 나노튜브 섬유를 이용한 태양전지의 에너지 변환 과정의 개략도

실리콘 기반의 뻣뻣한 박막으로 만들어진 종래의 일반적인 태양전지와 비교할 때, CNT 섬유 태양전지는 매우 독특하면서 여러 유망한 이점을 가지고 있다.

“이번 연구에서 사용한 섬유에서, 탄소나노튜브는 높은 정렬

도를 보였으며 또한 매우 향상된 기계적, 전기적 특성을 나타내고 있다.” 고 상하이 푸단대학(Fudan University in Shanghai) 신소재분자공학연구소(Laboratory of Advanced Materials & Department of Macromolecular Science)의 Huisheng Peng 교수는 밝혔다. 또한 그는 “따라서 이러한 나노튜브 섬유는 전류 밀도를 크게 증가시킬 수 있어 태양전지의 에너지 변환 효율성을 크게 향상시킬 수 있을 것” 이라고 말했다. 또한 그는 “게다가 나노튜브 섬유는 매우 가볍고, 유연하고, 뛰어난 기계적 성질을 가지고 있어서 기존의 태양전지로는 불가능했던 몇몇 분야에도 적용이 가능할 것으로 기대된다.” 고 말했다. 연구팀이 합성한 다중벽탄소나노튜브 섬유를 고해상도 투과형 전자현미경(High-resolution transmission electron microscopy)을 이용하여 분석했을 때 그 지름은 약 8.5나노미터임을 확인할 수 있었다. 또한 기존의 섬유보다 약 2.9~3.9배 정도 이상의 강도를 보였다.

Peng 교수는 CNT의 반도체적인 특성은 광전 소재에서 매우 중요한 부분을 차지한다고 밝혔다. “이러한 나노튜브 섬유는 고성능 염료 감응 태양전지(dye-sensitized solar cell) 제조에 사용되는 기존의 산화 티타늄 나노입자를 대체할 수 있을 것으로 보인다. 전자 전달은 나노튜브를 통해 더욱 빠르게 진행된다. 이는 결정립계가 많이 존재하는 나노입자에서보다 나노튜브에서는 전자들이 하나의 나노튜브에서 다른 나노튜브로 뛰어 건너면서 전자들이 이동할 수 있기 때문이다. 이는 결국 전자와 정공의 전하 분리 효율성을 높이는 역할을 한다.” 고 말했다. 연구팀은 현재 새로운 태양전지에서 전하의 분리 및 전달에 대한 기본적인 개념에 대한 이해에 집중하고 있다. 이러한 개념은 태양전지를 위한 새로운 물질을 개발하는 데에서 있어서 매우 중요한 역할을 할 수 있다. 연구팀은 나노튜브의 길이가 탄소 나노튜브 섬유의 전기적, 기계적 특성에 강한 영향을 미친다는 것을 확인했다. 연구팀은 현재 이러한 나노튜브의 성장에 대한 연구를 집중적으로 하고 있다.



이번 연구결과를 Angewandte Chemie International Edition 에 “Flexible, Light-Weight, Ultrastrong, and Semiconductive Carbon Nanotube Fibers for a Highly Efficient Solar Cell” 라는 제목으로 발표했다. (DOI: 10.1002/anie.201003870)
 < www.nanowerk.com >

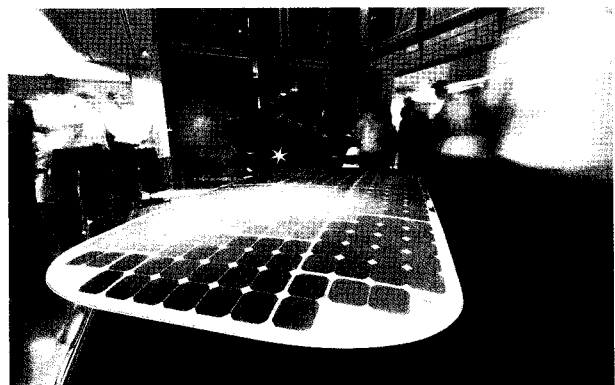
용승인을 받았다고 말했다.
 원문 : http://www.theengineer.co.uk/news/infrared-led-could-improve-damaged-nerve-treatment/1006808,article#Scene_1
 < www.theengineer.co.uk >

신경치료를 돕는 적외선 LED

UWA(University of Western Australia)의 연구자들은 적외선을 방출하는 휴대용기기가 신경외상을 입은 사람들을 더 빠르고, 안전하게 치료할 수 있는 방법이 될 수 있다고 말했다. UWA의 동물생물학과에서 세포 생물학 분야를 담당하고 있는 Lindy Fitzgerald 교수는 이 기기가 LED(light emitting diode)로부터 적색광을 방출하면서 동작한다고 말했다. 그래서 손상된 세포 셀의 단백질에서 동작을 하게 된다는 것이다. 그리고 ‘이것은 셀이 더 많은 에너지를 만들도록 도와주면서 단백질의 활동을 향상시켜준다. 만약 셀의 에너지 생성 경로가 더 잘 동작하게 된다면, 셀들은 많은 독성 없는 래디칼을 많이 만들지 못할 것이며, 신경 기능이 많이 저하되지 않게 될 것이다.’ 라고 말했다. 자유 래디칼은 반응성 산소와 질소 분자로서 셀에서 단백질, 지방 및 DNA에 손상을 주게 된다. 그래서 그것들이 제어되지 않는다면 셀이 죽게 되는 것이다. UWA 동료들과 함께, Sarah Dunlop 교수와 Alan Harvey 및 Fitzgerald는 이 분야에 대한 연구를 지속하기 위해서 서호주 신경외상 연구프로그램 (Neurotrauma Research Program of Western Australia)으로 부터 자금을 지원받았다. ‘만약 우리가 동물 모델에서 장기적인 치료의 이득을 보여줄 수 있고, 그 후에 인체 실험에서 좋은 효과를 보여줄 수 있다면, 척수 손상과 같은 신경외상으로 고생하고 있는 사람들을 쉽고, 안전하게 치료할 수 있을 것이다.’ 라고 Fitzgerald가 말했다. 그녀는 이 기기가 미국 FDA로부터 사

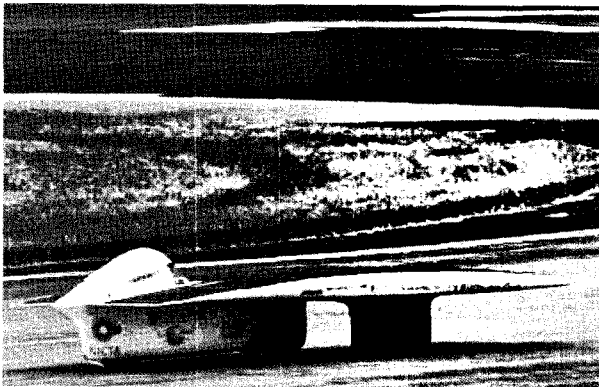
세계에서 가장 빠른 태양전지 자동차

호주의 뉴사우스 웨일즈대(University of New South Wales: UNSW)학생들이 디자인한 선스위프트 아이비 (SunSwift Ivy)라 불리는 태양전지 자동차가 지난 금요일 (2011년11월7일) 최고 속도 세계 신기록을 갱신했다. 기네스북에 오른 이 새로운 업적은 호주의 나우라(Nowra)시 근처의 해군 비행장 HMAS Albatross 에서 이루어졌다. Sun-Swift Ivy 프로토타입 차량은 88,738 km/h의 기록을 내면서, 1987년에 GM사의 Sunraycer가 세웠던 기록인 79km/h을 뛰어넘었다. ‘우리는 기존의 최고 속도 기록을 10km/h 이상 초과하였으며, 90km/h 까지 다다를 수 있다’고 UNSW 대변인은 설명했다.

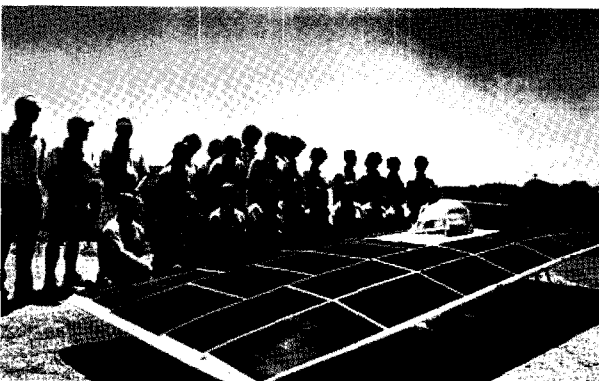


Photonics Convergence 광융복합

SunSwift Ivy는 탄소섬유로 이루어진 일체형 차체로 구성된 삼륜차량이다. 이 차량은 차체에 설치된 1200W의 실리콘계 태양 전지 패널에서 제공되는 전기로 운영되는 1800W급 브러시리스 CSIRO 3상 직류 전기 엔진으로 구성되어 있다.



UNSW의 SunSwift 프로젝트를 실시하는 여러 팀 중에서 태양전지를 개발했던 학생팀은 TopCell 프로젝트를 통해서 7000개의 19.5% 효율 함몰전극형 태양전지 (Buried Contact Solar Cells: BCSC)를 개발하여, 2002년 선레이스 기술 혁신상을 (SunRace Enterprise Award 2002 SunRace Enterprise Award for Technical Innovation) 수상한 바 있다.



일반적으로 태양 전지는 리튬-이온 고분자 배터리와 같이 사용하지만, 25kg이나 나가는 무게를 고려해서 마지막 시도에서는 배터리를 제거하고 실시되었다. SunSwift Ivy는 비공식적이었지만, 2009년에 호주의 애들라이드(Adelaide)시에서 실시된 '다윈 글로벌 녹색 챌린지' (Global Green Challenge of Darwin) 대회에서 이미 최고 속도 103km/h를 돌파했으며, 3,000 킬로미터를 완주했다.

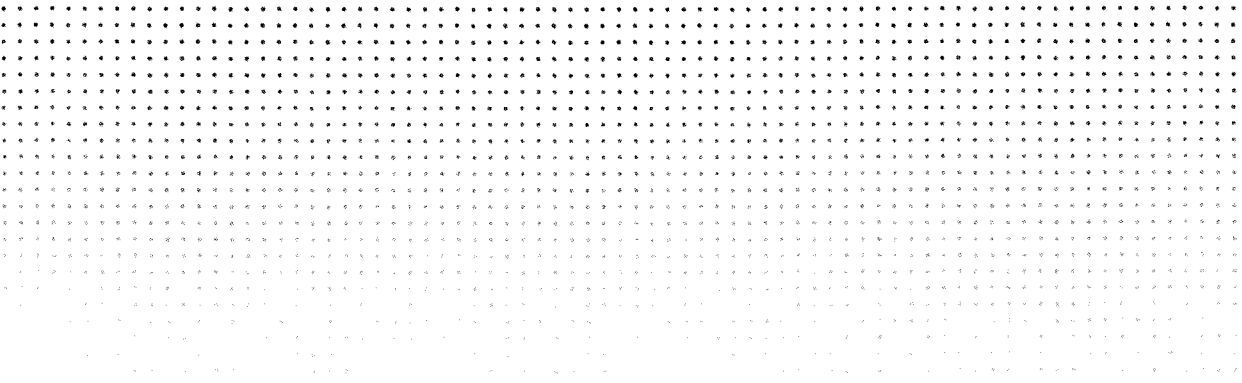
비록 24년 만에 10km/h 이상의 기록을 달성하였지만, 날로 발전하는 태양전기 기술을 고려할 때 기능이 뛰어난 태양전지 자동차가 조만간 소개될 것이라는 전망을 해본다.

< www.enerzine.com >

신경치료를 돕는 적외선 LED

높은 에너지 비용은 폐수를 정화하는 데 가장 문제가 된다. 과학저널 Biomicrofluidics를 통해 발표된 연구는 가장 저렴하게 얻을 수 있는 에너지원인 태양광을 이용하여 오염 물질을 분해할 수 있는 두 가지 기술을 결합한 새로운 시스템을 제안하였다. 광자유체공학(optofluidics) 기술에는 매우 작은 채널로 물을 이동시키는 마이크로유체(Microfluidics)기술과 오염물질을 분해하기 위하여 빛을 이용하는 광촉매(Photocatalysis) 기술이 결합되어 있다. 본 연구의 저자인 Hong Kong Polytechnic University의 Xuming Zhang은 이 두 기술은 개별적으로 발전되어 왔으나 두 기술 간의 자연적인 시너지 효과를 얻기 위한 노력은 거의 수행되지 않았다고 말했다. 그들의 결과는 광촉매의 효율면에서 커다란 향상을 보여준다.

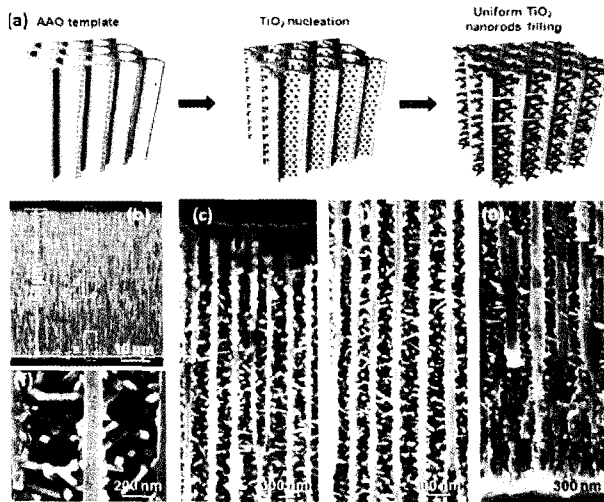
연구진은 평면의 마이크로유체 반응기를 제작하였다. 이것은 산화타이타늄으로 코팅된 두 개의 평판으로 만들어진 사각형의 체임버이다. 이 반응기가 햇빛에 노출되면, 코팅층에서 전자가 빠져 나와 물 속에 존재하는 오염물과 반응하여 이것을 무해



한 물질로 분해시킨다. 이것이 이 프로세스의 광촉매 부분이다. 마이크로유체 반응기의 높은 표면적은 촉매가 햇빛을 포획하는 능력을 향상시킨다. Zhang은 평판의 수치를 2 제곱미터로 확장할 계획을 가지고 있다. 현재 가지고 있는 소규모의 반응기로 반응의 개념은 확인하였지만, 시간 당 1,000 리터를 처리할 수 있을 정도로 규모를 확대하고자 한다. 만약 대규모의 반응기가 효율적인 것으로 판명된다면, 이 반응기를 병렬로 연결하여 산업폐수의 처리에 응용할 수 있을 것으로 보인다.

< www.sciencedaily.com >

균일한 3차원 네트워크로 성장된 나노와이어



(그림) 나노채널들 내에 성장된 타이타늄 이산화물 나노로드들. (a) 타이타늄 이산화물 나노로드들이 전체 내부 채널 벽들을 따라 균일하게 성장할 수 있는 양극 알루미늄 산화물(AAO) 템플릿(template) 내부에서 펄스 CVD 성장의 개략도. (b) 660 성장 주기 이하 AAO 템플릿의 측면도. (c-e) 그림 (b)에서 점선의 노란 상자들로 보여지는 상부, 중간, 하부의 AAO 채널들 내부 균일하고 밀도있게 코팅된 타이타늄 이산화물의 SEM 이미지들. (c) 측정과 벽면 모양의 사각형에서 보이는 AAO 채널들의 벽 사이에 붙어있는 타이타늄 이산화물 나노로드들.

일반적인 나노입자 기반 박막들을 이용한 태양전지의 나노기술 이용 제조는 심지어 이 나노입자들이 넓은 표면적을 가지고 있음에도 불구하고 전하들의 확산 길이가 전하 분리를 위해 너무나 짧다는 단점을 가지고 있다. 그러나 정렬된 혹은 부분적으로 정렬된 나노와이어 배열 구성들에 의해 제조된 광전자 소자들은 향상된 전하 모음, 감소된 광 반사, 효율적인 흡수 때문에 향상된 성능을 발휘한다.

나노와이어 기반 접근법이 전하들의 확산 길이를 증가시키는 반면, 이 구조는 가능한 표면적을 줄인다. 그러나 충분한 포획이 가능하게 하여 실용적인 소자 또는 시스템들에서 나노크기 물질들의 표면과 이동 특성들은 대형, 3차원 구조들 내로 나노입자들 또는 나노와이어들의 특이한 특성들을 효과적으로 전환하는 능력에 달려 있다.

위스콘신-메디슨 대학의 연구원들은 이 문제를 해결할 접근방법을 개발했다. 연구원들은 높은 가로세로비(aspect ratio) 나노채널들 내로 균일하게 분포되고 고밀도인 나노로드들을 성공적으로 성장시켰다. 이 3차원 나노와이어 네트워크들을 제조하는 것은 현재 매우 문제점이 많지만 태양전지, 센서, 촉매, 에너지 저장 시스템 등의 응용에 매우 유용할 것이다.

2011년 1월 24일 나노레터스 온라인 판(“Growth of Titanium Dioxide Nanorods in 3D-Confined Spaces”)에 보고된 것처럼 이 연구팀은 높게 구축된 나노채널들의 모든 내부 표면을 균일하게 덮는 단결정 타이타늄 이산화물 나노로드들을 성장시키기 위해 펄스 화학 기상 증착법(CVD) 공정을 이용했다.

이 연구의 동기는 하나의 집적화된 구조 내에 넓은 표면적과 충분히 긴 전하들의 확산길이 모두를 가진 구조를 디자인 하고 싶었기 때문이다. 이 기술은 등각의 나노로드 코팅에 의해 얻어질 수 있는 넓은 표면적과 전도 나노채널에 의해 얻어질 수 있는 전하들의 긴 확산 경로를 얻을 수 있는 구조를 제공한다. 모든 상향식 나노 구조 합성 기술들 중 원자 층 증착(ALD)는 자기 제한 표면 반응 때문에 높은 가로세로비 채널들 내 등각

Photonics Convergence 광융복합

코팅을 만드는 최고의 접근법이다.

ALD는 정확하게 나노미터 이하에서 조절된 두께를 가진 등각 박막 코팅에 폭넓게 적용된다. 현재 발견은 ALD 공정으로 금속 촉매들을 제공하는 것이 등각 코팅에서 나노와이어 형태의 증가-액체-고체 성장으로 전이를 이끌 수 있다는 것을 보여준다. 이 연구는 고온과 지속적인 펄스와 퍼징(purging) 시간에서 가스상태 타이타늄 테트라클로라이드(titanium tetrachloride)와 물 프리커서(precursor)들의 구분된 노출들을 이용한 ALD 공정을 모방하는 것이다.

수제품 ALD 시스템을 이용한 이 접근법은 높게 구속된 나노 채널들의 전체 내부 표면을 따라 타이타늄 이산화물 나노로드 배열들을 균일하게 성장하게 한다.

이 연구는 광범위한 다른 기능 물질들에 적용 가능한 높게 구속된 공간들 내 3차원 타이타늄 이산화물 나노와이어 네트워크 구조를 성공적으로 성장한 최초의 결과이다. 또한 이 연구는 센서, 태양전지, 촉매, 에너지 저장 시스템 등의 응용에 대한 다양한 기능 물질들로부터 나노와이어 기반 3차원 나노구조를 실현할 수 있을 것이다.

이 새로운 구조들은 센서, 해독 필터, 수소 저장 시스템, 리튬 이온 배터리, 연료 전지, 광전소자, 광 촉매, 슈퍼커패시터와 같은 전기, 전기화학 소자들의 성능 또는 효율을 개선시킬 가능성이 가지고 있다.

이 3차원 나노와이어 구조의 표면적은 나노와이어 배열에 비해 거의 10배 크고 고 밀집 나노입자 박막에 비견할 만하다. 이 3차원 구조는 또한 나노와이어 배열 기반 태양전지에서 높은 전하 이동 특성을 보일 수 있을 것이다.

이 3차원 구조는 중요하지만 이전 연구에서 얻어지지 않았던 전하들의 긴 확산 경로와 밀집된 나노입자 박막의 넓은 표면적을 가진다. 이와 더불어, 이 방법에 의해 성장된 나노구조들의 결정질과 크기 균일성은 고열(hyperthermal) 공정과 일반적인 화학 기상 증착법 기술들보다 우수하다.

이 연구팀은 타이타늄 이산화물 결정의 비등방성 성장이 표면에 관계한 프리커서 분자 흡수와 반응의 결합된 효과들이라고 믿고 있다.

이 연구팀은 성장된 나노로드 지형의 형태에 대해서는 기본적으로 타이타늄 이산화물 결정의 (001) 면이라는 것을 발견했다. 그러나, 핵생성 단계의 깊은 이해가 나노로드 형성 과정을 밝히기 위해 필요하며 다양한 기능 물질들로부터 나노와이어 기반 3차원 나노구조를 실현하기 위해 요구된다.

< www.nanowerk.com >

KIST 전북분원, 첨단소재 원천기술 개발 주력

한국과학기술연구원(KIST) 전북분원이 전북지역 첨단 복합소재 원천기술 연구·개발에 박차를 가하고 있다.

국제탄소나노컨퍼런스에는 한국과학기술연구원(KIST) 한홍택 원장과 리툼 2차 전지용 양극재를 개발한 박홍규 박사, 나노소자 및 에너지 저장용 소자를 개발한 종린왕(Zhong Lin Wang, 미국), 나노재료 전문가인 후이밍 쉹(Huiming Cheng, 중국) 등이 참석하여 기초 발제와 토론을 벌였다.

지난해 1월 전북 완주군 봉동읍에 실험실을 설치하고 5명의 박사급 연구원을 비롯한 총 13명의 연구원이 근무 중인 KIST 전북분원은 나노기반 탄소계 복합기능 섬유소재 기술개발을 추진 중이다. 이 사업에는 전북대·전주기계탄소기술원(JMC)·효성·현대자동차·LS엠트론 등 산·학·연이 공동 참여하고 있다. 이 사업을 위해 전북테크노파크 연구동 1·2층에 임시 연구실을 마련해 원자력현미경·전자주사현미경 등 첨단 장비를 갖추고 복합소재 분야의 본격적인 연구 활동을 수행하고 있다. KIST 전북분원 복합기술연구소가 운영에 들어갈 경우 역점적으로 추진 중인 탄소밸리구축 사업에 더욱 탄력을 받을 수 있을 것으로 기대하고 있다.

ISSUE

신기술, 신제품

ETRI, 맞춤형 상용기술 6종 개발

단일 광섬유 기반 초소형 4채널 광송·수신기한국전자통신연구원(ETRI·원장 김홍남)은 호남권 전략산업 관련 업체와 연계한 맞춤형 기술개발을 통해 '단일 광섬유 기반 초소형 4채널 광송·수신기 등 6종의 IT융합 기술을 개발, 상용화했다'고 27일 밝혔다. 6종의 기술 가운데 '광섬유 어레이 실장용 이중기판 블럭제작 기술'은 광클러스터 산업체인 글로벌광통신에 기술이전됐다. '980 μ m 대구경 광분배기 기술'은 에프엔엔, '고출력-

저전력 RGB 색조합 기술'은 옵토네스트에 각각 이전돼 상용 제품이 곧 출시될 예정이다.

또 '다기능 융합 광계측기 기술', '단일 광섬유 기반 초소형 4채널 광송·수신기', 'USN 기반 자산 추적 센서 노드 기술'도 조만간 기술 이전한다.

KERI, 나노하이브리드 소재 상용제조기술 확보

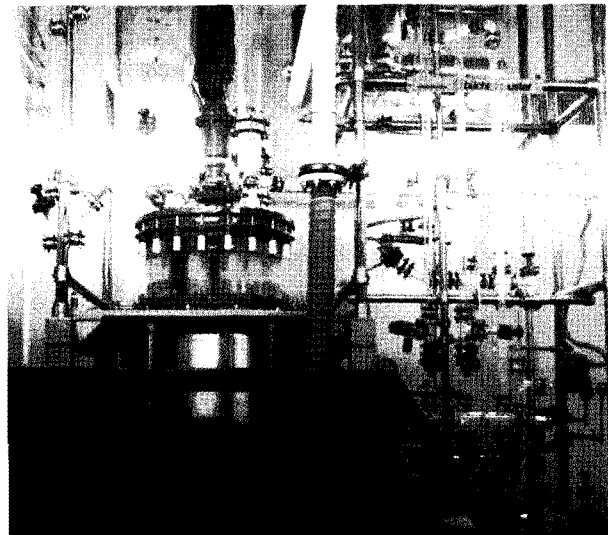
한국전기연구원(KERI)이 개발한 나노 하이브리드 습식소재 대량 합성 장치고기능성 나노하이브리드 습식소재의 상용 제조기술을 국내 연구진이 개발했다.

한국전기연구원(KERI, 원장 유태환 www.keri.re.kr) 나노융합에너지소재센터 강동필 박사팀은 최근 세라믹 나노입자졸(sol)과 유기수지로 구성된 유기 나노하이브리드 소재의 제조 및 대량생산기술을 개발하고, 이를 적용한 전기·전자·광 분야의 다양한 제품 개발까지 진행중이라고 9일 밝혔다. 또 KERI는 기능성 필름 제조업체인 마프로와 관련 기술이전을 협의중이라고 설명했다. 강 박사팀이 개발한 하이브리드 소재는 가열경화와 UV가교(자외선을 비춰 분자들을 3차원 고분자 구조로 결합시키는 과정)를 통해 비교적 낮은 온도에서 성형이 가능하다. 유기 간의 화학적 가교결합(Cross-linking) 등 조작성 용이해 고기능성의 재료로 제조할 수 있는 장점도 갖고 있다.

특히 실험실 단위의 합성기술을 넘어 수백kg 또는 톤 단위의 반응기를 이용한 제조 기술을 확보해 시장수요에 대응 가능한 대규모 상업생산기술이라는 점에서 주목된다. 기존 유기 및 무기 소재의 물성한계를 극복하는데 활용할 수 있고, 동시에 습식 인쇄공정을 통해 제조되는 모든 미세 디바이스나 부품의 전기절연, 기판 및 보호패키지용 재료로의 유용할 것으로 연구진은 내다보고 있다.

각종 필름(광학필름, 윈도우필름)의 하드코팅재, 플라스틱 성형물 표면의 내마모성 코팅재, 금속 포일(sheet)의 부식방지와 내

마모성 향상, 유연기판의 전기절연 표면처리재, 모터·변압기용 금속코일의 절연 바니시 등에도 적용 가능하다.



〈용어설명〉

◆유기 나노하이브리드 소재=나노미터(10억분의 1미터) 크기의 무기물과 유기수지(prepolymer)를 분자단위에서 화학적으로 결합시킴으로써 무기소재의 단점과 유기 고분자의 단점을 크게 개선할 수 있는 나노 수준의 복합재료다. 이 분야는 현재 독일, 일본, 미국 등이 상업적 적용을 위한 연구를 활발히 진행 중이다. 독일에서는 아크릴수지에 실리카나노졸을 분산한 재료를 판매하기 시작했고, 미국과 일본에서는 상업화 초기단계까지 올라와 있다.