



산학연 연구실 소개 (1)

한국전기연구원 나노카본연구그룹 (Nano Carbon Materials Research Group)

경남 창원시 성산구 불모산로 10번길 12 3연구동 503호 (우: 642-120)

전 화: 055-280-1677, Fax: 055-280-1590

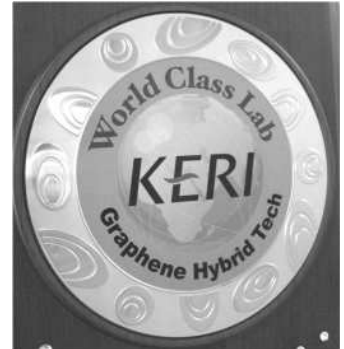
E-mail: gwleephd@keri.re.kr, Homepage: http://www.keri.re.kr/keri/sub2/sub2_4_1.php



센터장 | 이건웅 박사
한국전기연구원
창의원천연구본부
나노융합기술연구센터

1. 설립목적

미래에는 실리콘 기반의 hard electronics에서 인간친화적인 soft electronics의 시대가 도래할 것으로 예상되고, 수입에 의존하고 있는 기존 투명전극재료(ITO)에 대한 수입대체재의 필요성뿐만 아니라 구부릴 수 있는 유연투명전극소재의 출현이 요구되었다. 우수한 전도성을 지닌 유연한 투명전극소재를 전문적으로 연구하고 원천기술을 기업에 보급할 목적으로 2006년 한국전기연구원(KERI) 나노카본연구그룹이 설립되었다. 본 연구그룹은 탄소나노튜브(CNT) 및 그래핀 등으로 대표되는 나노카본 소재를 이용한 원천기술 및 응용연구를 주로 수행하고 있다. 터치패널 및 디스플레이를 위한 탄소나노튜브기반 투명전도성 필름과 최근 많은 연구가 진행되고 있는 화학적 박리그래핀의 대량제조 및 응용기술을 확보하여 2008년, 2012년 두 차례의 대형 기술이전을 성공시키면서 비약적으로 발전하였다. 또한, 2011년부터는 한국전기연구원의 World Class Lab(WCL)으로 지정되어 그래핀 하이브리드 기술을 선도하는 연구실로 발돋움하고자 하는 노력을 기울이고 있다. 나노카본소재는 미래 soft electronics를 구현하기 위한 필수 소재로 여겨지고 있으며, 휘어지는 투명전극, 휘어지는 소자, 구부릴 수 있는 에너지 저장소자, stretchable 전극 등에 사용될 수 있는 기초원천기술 연구에 주력하고 있다. 아울러 위촉 연구원 뿐만 아니라 산학연 및 과학기술연합대학원대학교(UST)를 통해 전임연구인력 및 대학원생들의 나노카본 관련 연구능력 배양에 힘쓰고 있으며, 산학협동 및 국제공동 연구에 노력함으로써 나노카본소재 전문 연구그룹으로 발전하는 것을 목표로 하고 있다.



2. 연구분야

나노카본소재기술은 미래 soft electronics에 매우 적합한 고유연성, 고전도성 등 우수한 전기전자 특성을 보이는 재료로서 기초과학 및 응용과학에 걸쳐 많은 연구가 전세계적으로 이루어지고 있는 분야이다. KERI 나노카본연구그룹에서는 고분자계 바인더를 조합하여 기판 접착성과 내구성을 동시에 갖는 투명박막 제조 및 용액공정에 의한 ITO 대체용 투명전극코팅기술을 중점적으

로 연구개발해 왔으며, 최근에는 탄소나노튜브와 그래핀을 이용한 전도성 페이스트 또는 잉크기술을 개발하여 인쇄전자용 전도성 잉크, 에너지저장소자용 전도성 페이스트, 전도성 섬유용 나노카본 페이스트 등을 연구하고 있고 이러한 나노카본소재를 응용한 각종 전기전자소자에 대한 연구도 병행하고 있다.

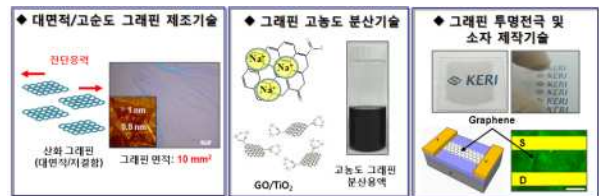


2.1 나노카본기반 투명전극 및 소자 응용기술

투명전극은 디스플레이, 터치패널, 태양전지 등 다양한 소자에 필수적으로 사용되는 매우 중요한 부품소재이며, 기존의 indium tin oxide(ITO) 투명전극은 핵심원료인 인듐의 원가 상승문제뿐만 아니라 구부리면 쉽게 깨지는 성질을 가지고 있어 유연한 소자에 적용이 어려운 단점으로 인해 대체할 전극소재의 개발이 절실히 필요하다. 본 연구실에서는 유연성과 우수한 전도성을 지니는 탄소나노튜브와 그래핀을 이용해 용액공정을 통한 투명전극제조기술을 연구하고 있다. 용액공정에 의한 투명전극개발에 있어 나노카본이 잘 분산된 코팅액의 개발이 가장 중요한 연구분야이며, 코팅액을 이용한 100 nm 이하의 박막으로 전기전도도가 매우 균일하고 외부환경에 노출되더라도 전기전도도가 변하지 않는 환경신뢰성이 확보된 투명전극 박막을 형성하는 기술이 상업적으로 매우 중요하다. 아울러, 나노카본을 이용한 유연 광원제조기술을 개발하고 있으며 이는 LCD용 BLU뿐만 아니라 친환경 조명분야의 면광원으로 활용가능하다.



그래핀을 이용한 투명전도성 필름 연구에 있어서는 흑연으로부터 화학적으로 박리시킨 그래핀을 이용한 용액공정기술을 주로 연구하고 있다. 그래핀 기반 투명고전도성 필름의 상업화를 도모하기 위한 방법으로서 용액공정을 통한 대면적/저결함 그래핀 박리 제조방법을 연구하고 있으며, 또한 인쇄 전자의 응용을 위한 용액공정에 필수적인 고순도 그래핀을 유기용매와 수용액에 안정적으로 분산시키는 방법을 집중적으로 연구하고 있다.



2.2 나노카본기반 전도성 페이스트 응용기술

나노카본 전도성 페이스트는 EMI차폐, 방열, 인쇄전자용 전극뿐만 아니라 전도성 섬유제조에 응용이 가능하여 본 연구팀에서 활발한 연구가 진행되고 있다. 탄소나노튜브의 경우 supramolecular structure를 제어함으로써 탄소나노튜브 간 상호작용을 조절하여 고농도의 페이스트 제조에 성공하였으며, 이를 이용한 전극패턴 형성, 태양전지촉매전극 응용, 슈퍼커패시터 전극, 전도성 섬유 등의 연구를 진행하고 있다.

그래핀의 경우 앞서 서술한 바와 같이 고품질의 그래핀을 제조하고 foam 형태로 그래핀을 대량제조하여 페이스트화가 매우 용이하고 우수한 전도성을 지니는 코팅막 형성이 가능하다. 특히 본 연구팀에서 개발한 그래핀 페이스트는 10,000 S/m 이상의 고전도성을 지니고 있어 전자파 차폐, 방열소재, 에너지저장소자용 도전체로의 상업적 응용이 기대되고 있다.



3. 주요성과

3.1 기술이전

지난 2008년 탄소나노튜브와 바인더가 혼합된 일액형

코팅액을 이용한 터치패널용 투명전극 코팅기술을 착수로 10.1억 원, 경상기술료는 매출액의 2.7%의 조건으로 중소기업에 기술이전하였다. 기술이전 후 지속적인 공동연구를 통해 2010년 저항막 방식 투명필름제조기술을 세계최초로 상용화하여 터치폰 일부 제품에 적용하기도 하였다. 현재는 정전용량방식 스마트폰에 적용가능한 투명전극기술의 상업화를 위해 협력관계를 지속적으로 유지하고 있다.



기술이전 (주 상보)

- 착수 기술료 : 10.1억
- 경상 기술료: 매출액 2.7% 10년
- 예상기술료 총액: 400억
- 투명전도성 필름 응용 기술(ESD, EMI, 터치스크린 패널 등)

2012년 2월에는 전기기능성 그래핀 대량제조기술을 착수기술료 5억원, 경상기술료 매출액의 2.7% 조건으로 기업으로 이전하였다. 본 기술은 흑연으로부터 대면적 저결함을 지니고 분산성이 확보된 고품질의 박리그래핀을 대량제조하는 기술과 박리그래핀의 분산성 향상을 통한 페이스트 제조기술 및 그래핀의 투명전극 응용기술을 포함하고 있다. 본 기술은 투명전극, 전기전자소자 및 인쇄전자 등 그 응용범위가 매우 폭넓은 기술로 인식되고 있다.



기술이전 (주 상보)

- 통상 실시권 허여: 계약기간 8년 (2012~2018)
- 착수 기술료: 5억원
- 경상 기술료: 국내외 매출액 2.7%
- 최저 기술료: 3천만원



3.2 수상실적

본 연구팀의 우수한 연구개발 내용 및 기술이전과 관련하여 대내외적으로 많은 성과를 인정받고 있으며 이에 따라 각종 수상소식이 이어지고 있다. 2008년에는 CNT 투명전도성 필름기술이전으로 이진용 박사는 한국전기연구원에서 수여하는 올해의 KERI인상과 산업기술연구회 이사장 표창을 수상하였고, 2009년에는 산업기술연구회에서 수여하는 KERI 대표과학자로 선정되었으며 2010년에는 제19회 다산기술상 공공부문 기술상을 2011년에는 제9회 경상남도 과학기술대상(공학부문)을 수상하기도 하였다. 그리고 기관고유사업으로 최우수성과를 창출한 팀에게 수여하는 2008 KERI대상을 연구팀이 수상하였다. 연구팀의 일원인 한중탁 박사는 투명전도성 초발수 코팅기술을 Adv. Mater.에 게재함으로써 이달의 KERI인상을 수상하고 2010년에는 기술이전을 통해 중소기업과 연구소가 협력연구를 인정받아 산학연협력 교과부 장관 표창을 받기도 하였다. 2011년과 2012년에는 정승열 박사와 정희진 박사가 그래핀 대량 제조기술 개발 연구결과의 ACS Nano 게재와 그래핀 응용기술의 가치를 인정받아 이달의 KERI인상을 각각 수상하였다. 올해 초에는 5억원의 대형 기술이전을 추가로 확보하였고 본 기술의 상용화를 조기에 달성한다면 연구팀의 성과를 다시 한번 인정받는 기회가 될 것으로 판단된다.

4. 향후 전망

탄소나노튜브와 그래핀과 같은 나노카본소재는 미래 soft electronics 분야에서 필수적으로 적용될 수 있는 매우 중요한 소재로 인식되고 있다. CNT/그래핀을 기반으로 하는 분야에 적용을 위한 지속적인 연구가 필요하다. 화학적 박리 그래핀은 저가 대량 생산이 가능하고 용액공정이 가능하므로 인쇄전자공정에 매우 적합한 소재이다. 이러한 나노카본소재의 연구를 통하여 본 연구팀은 나노카본소재 및 전기전자기능소자 기반의 나노융합연구그룹으로서의 대내외적 위상을 더욱 높여 나아가고자 한다. 출연연구소의 특성을 살려 기업과의 공동연구 및 연구원에서 개발된 원천기술의 지속적 기술이전을 통해 나노소재기술을 실험실적으로 구현하는데 그치지 않고 상업화 가능한 기술로 발전시켜나갈 수 있도록 적극적인 기술지원을 하고자 한다. 본 연구그룹은 나노카본소재의 특성화된 연구그룹으로 도약을 위해 연구원들의 창의적인 능력을 배양할 수

있도록 연구환경과 기반시설을 지속적으로 확충함으로써 연구그룹의 경쟁력을 높이고 있다. 아울러, UST 과학기술 연합대학원대학교와 산학연 프로그램을 적극 활용해 현장 경험과 기초연구 능력이 동시에 배양된 인력양성에 힘쓰

고자 한다. 마지막으로, 나노카본소재 분야의 특성화된 연구를 통해 NT/IT 분야의 국가경쟁력을 높이는데 기여하고자 한다.

5. 나노카본연구그룹 연구원 소개



이 건 응 | 센터장

연구 분야 : 나노카본기반 전기기능 소재 및 소자
 e-mail : gwleeph@keri.re.kr
 전화번호 : 055-280-1677



김 호 영

연구 분야 : 화학기상증착법에 의한 그래핀 합성기술
 e-mail : hyk09@keri.re.kr
 전화번호 : 055-280-2512



한 중 탁

연구 분야 : 나노카본기반 투명전극/전도성 섬유 및 전도성 잉크기술
 e-mail : jthan@keri.re.kr
 전화번호 : 055-280-1678



정 보 화

연구 분야 : 나노카본 페이스트 제조 및 응용기술
 e-mail : bhjeong@keri.re.kr
 전화번호 : 055-280-2534



정 희 진

연구 분야 : 나노카본기반 광전기소자 응용기술
 e-mail : wavicle11@keri.re.kr
 전화번호 : 055-280-1676



신 두 철

연구 분야 : 그래핀 페이스트 제조 및 응용기술
 e-mail : shindu83@keri.re.kr
 전화번호 : 055-280-2548



정 승 열

연구 분야 : 나노카본기반 전기/전자소자 응용기술
 e-mail : syjeong@keri.re.kr
 전화번호 : 055-280-1679



정 수 연

연구 분야 : 그래핀 소자 응용기술
 e-mail : sooy27@keri.re.kr
 전화번호 : 055-280-2534



우 중 석

연구 분야 : 나노카본 투명전극 기술
 e-mail : jongseok78@keri.re.kr
 전화번호 : 055-280-2534



장 정 인

연구 분야 : 그래핀 분산 및 응용기술
 e-mail : jijang@keri.re.kr
 전화번호 : 055-280-2534