

Vol. 4

ISSUE 분석 REPORT

A d v a n c e d / C o m p o s i t e m a t e r i a l s

나노융합소재/소자 및 부품분야 연구기관

– 한국전기연구원(KERI) 나노융합기술연구센터장
한중탁 책임연구원

탄소기반의 나노기술, 하이브리드 방열시트

– 나노탄소소재 실용화 지원센터장 양철민 책임연구원

탄소나노섬유와 나노입자의 융합

– 한국과학기술연구원(KIST) 탄소융합소재연구센터
이성호 책임연구원

Contents

01

신/복합소재 기술

개요	1p
나노기술, 작지만 큰 혁신의 시작	2p
탄소 동체 축구공 풀러렌(Fullerene)	5p
1차원 나노물질의 핵심	7p
지구온난화의 주범, 이산화탄소 잡는 탄소나노섬유	9p
꿈의 소재, 그래핀 시대 열린다	10p

02

나노융합소재/소자 및 전기 부품분야 연구기관

한국전기연구원(KERI) 나노융합기술연구센터장	14p
한중탁 책임연구원	

03

탄소기반의 나노기술, 하이브리드 방열시트

나노탄소소재 실용화 지원센터장	24p
양철민 책임연구원	

04

탄소나노섬유와 나노입자의 융합

한국과학기술연구원(KIST) 탄소융합소재연구센터	32p
이성호 책임연구원	

05

국내 출연(연) 보유 특허

40p

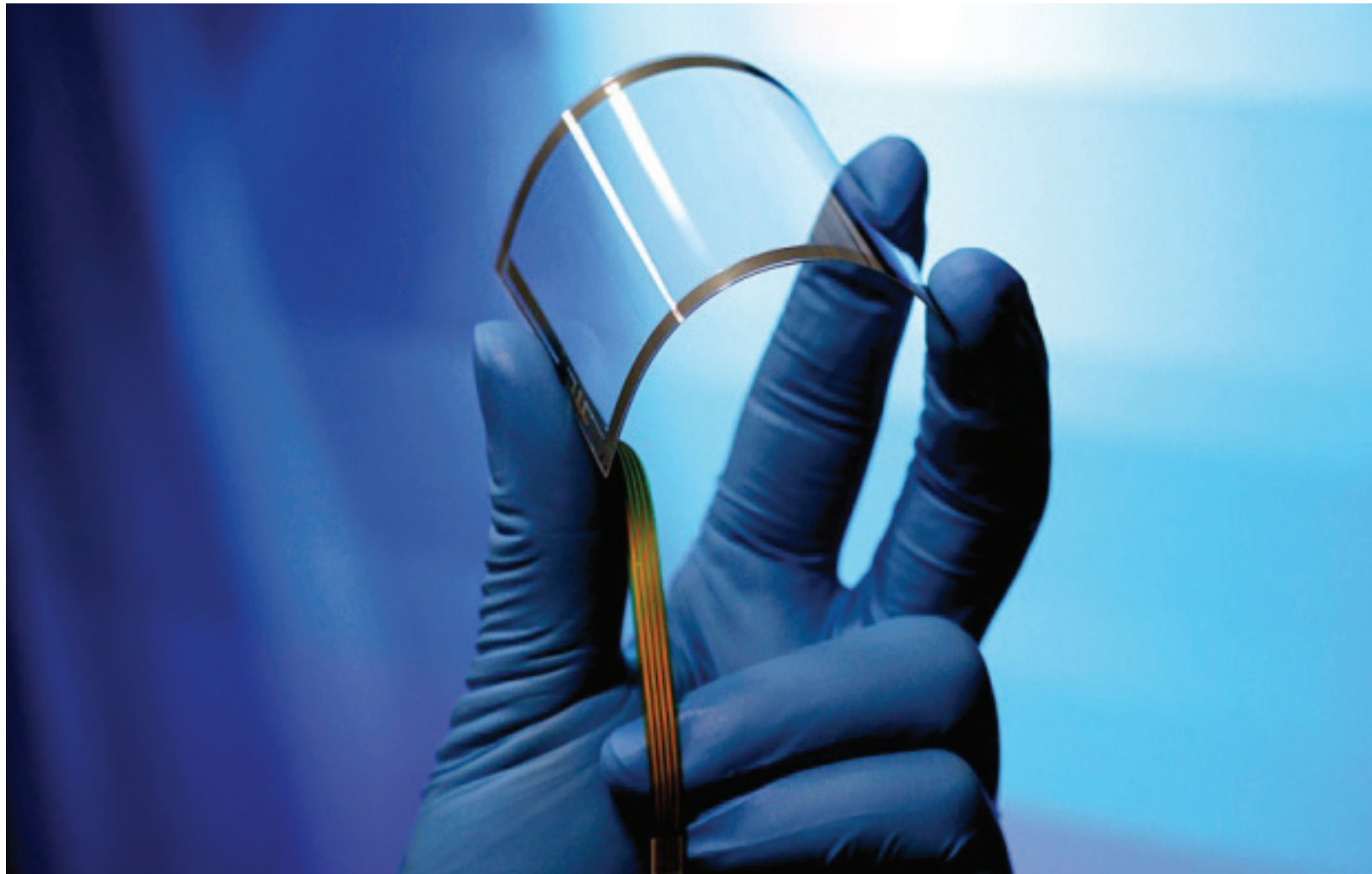
Advanced Composite materials

본 Issue 분석 Report는 국가과학기술연구회의 공동TLO마케팅사무국에서 정기적으로 발행하는 간행물입니다.

Issue 분석 Report를 통해 국내외 주요 기술이슈를 소개하고, 국내 기업에서 활용 할 수 있는 출연(연)이 보유하고 있는 우수한 연구개발 성과를 공유하여, 산업계의 새로운 미래를 창출하는데 기여하기 위한 목적으로 작성되었습니다.

앞으로도, 생체인식, 가상/증강현실 등 다양한 주제를 통해 다양한 산업분야에서 활용 될 수 있도록 하겠습니다.

Vol.	Issue
Vol.1	인공지능
Vol.2	미세먼지
Vol.3	드론
Vol.4	신복합소재
Vol.5	생체인식
Vol.6	가상/증강현실



신/복합소재 기술

— 개요

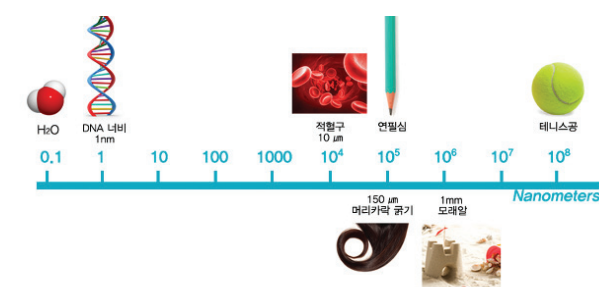
전자, 자동차, 에너지, 의료 등 모든 산업에 근간이 되는 기초 물질인 소재 산업은 소재 변화를 이용해 제품 성능과 기능을 크게 혁신시킬 수 있고, 전혀 새로운 산업을 창출해낼 수도 있다. 이에 정부는 차세대 소재 분야로 국내외 시장에서 활용도가 높은 하이브리드 나노 소재, 탄소 소재 분야를 집중 육성하고자 본 분야의 소재 합성방법, 물성 특성 평가방법 등 표준화 개발에 적극 나선다는 계획이다. 특히, 탄소 기반의 나노소재인 탄소나노소재의 경우 “4차 산업혁명을 선도할 획기적인 신소재”로 언급되고 있으며, 차세대 신소재로 각광받고 있다.

본 이슈 분석 리포트에서는 먼저, 이러한 나노소재는 과연 무엇인지 그 정의와 각 소재에 따른 기술적 이슈 및 관련 산업의 현황과 발전 전망을 알아보고자 한다.

－ 나노기술, 작지만 큰 혁신의 시작

나노소재란

나노(nano) 크기를 비교한다면, 인간은 미터(m) 크기의 세계에서 살고 있다고 할 수 있는데, 1미터의 백분의 1인 1센티미터(cm)는 대략 개미 크기이고, 바늘직경이 1밀리미터(mm)정도 된다. 우리 몸에 관해서는 머리카락 굵기는 약 150 마이크로미터(μm), 적혈구 크기는 10 마이크로미터(μm) 정도이다. 나노미터(nm)의 크기는 이것의 천분의 1로서, DNA의 폭 정도 크기이며, 일반적으로 원자 3개 정도의 크기라 할 수 있다.¹⁾



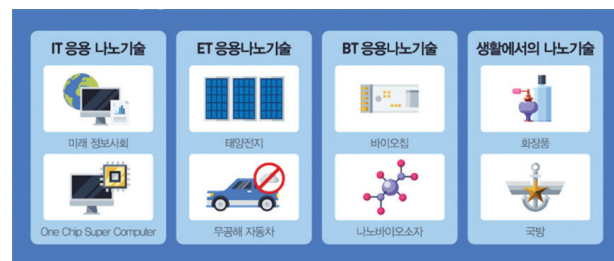
▶ 나노 크기

다시 말해, 나노소재는 나노스케일에서 관측된 여러 가지 새로운 물성을 실현하여 개발한 신소재를 의미한다. 어떠한 물질에 대해 십억분의 1수준에서 그 성질을 측정·규명하는 나노스케일의 소재들은 대부분의 경우 기존 스케일로 관측된 소재와 다른 독특한 특성을 나타내기 때문에 이러한 새로운 물성을 조작 및 분석하고 제어함으로써 구현 된다.

근데 이 나노 물질이 왜 특별하다고 여겨질까? 이유는 단순하지만 크기가 작기 때문이다. 나노 크기 또는 구조의 물질은 일반 다른 물질과 동일한 화학분자의 조성과 구조를 가지고 있지만 단지 나노미터 수준의 크기와 구조를 가졌다는 이유로 새로운 물리 화학적 특성을 나타내며 빛, 온도, 물, 공기 등의 외부 환경과의 상호 작용도 다르게 나타난다.²⁾

나노소재는 일반적으로 소재공학이 갖는 의미처럼 분야에 제한되지 않고 다양한 분야에 응용되고 있다. 기존의 벌크(bulk) 스케일의 소재

와 차별화되는 점은 독특한 성질의 소재의 제조로 기존 기술의 한계를 극복하거나, 기존에는 불가능했던 새로운 성질에 기반 한 융합기술을 제시하고 있다는 데 있으며 현재, 에너지·환경·IT·생명·의학 등 다양한 분야와의 적극적인 융합연구가 진행되고 있다.³⁾

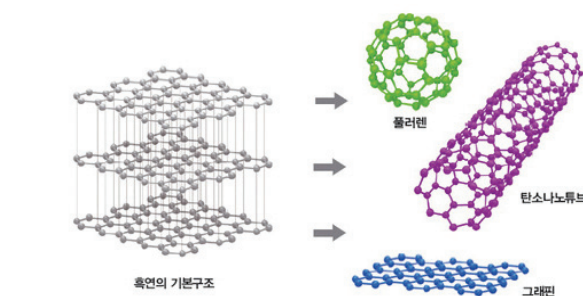


▶ 나노기술의 응용분야 (출처 : <http://info-graphics.kr/?p=12453>)

예를 들어, 신소재에는 항공기 경량화 복합소재, 고기능 스마트 섬유 의류 소재 등이 해당되고, 나노융합 기술의 예로는 나노 메디컬, 나노 바이오 생활소재 등을 들 수 있다. 우리나라에서는 정부차원에서 나노기술 발전을 위해 애를 쓰고 있으며, 각 기업들도 나노기술을 차세대 성장 동력으로 꿈으며 기술 개발에 박차를 가하고 있는 만큼 국내 나노기술은 미국, 일본, 독일에 이어 세계 4위의 경쟁력을 갖고 있다.

나노소재 합성에서 응용까지; 탄소나노소재

나노 기술 중 가장 활발히 연구되고 있는 분야는 신소재 분야이다. 아직 초기 단계의 기술인지만 새로운 물질을 발견하고 연구하고 있는 과정이 필요하기 때문이다. 대표적인 나노 물질로는 탄소 나노물질이 있으며, 탄소를 재료로 합성된 여러 가지 탄소 나노물질은 신소재로서 가능성을 인정받고 있다. 이처럼 현재 마이크로 기술의 한계를 나노기술을 통해 극복한다면 혁명적인 발전, 즉 4차 산업혁명이 이루어질 것이라는 전망이 지배적이다.



▶ 탄소나노소재 (출처 : <http://blog.naver.com/bagsakjh/40118841619>)

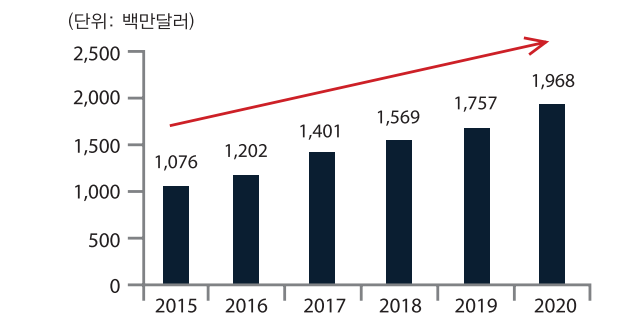
탄소 기반 나노 구조체는 단일 소재만으로도 태양전지, 발광다이오드(LED), 바이오 이미징, 광촉매, 센서 등 다양한 분야에 활용 가능하다는 장점이 있어 산업 현장 및 학계에서 각광받고 있는 소재이다. 이와 더불어, 탄소 구조체 내에 이종 원소를 도입함으로써 광학적 특성 및 촉매 특성을 향상 시킬 수 있다는 연구 결과가 잇달아 발표됨으로써 관심도는 점점 더 증가하는 추세이다.

현재 탄소나노소재는 전 세계적으로 기술개발 경쟁이 치열하며 투명 유연(flexible) 디스플레이, 초경량 자동차 비행기, 고용량 배터리 등 기존에 존재하지 않았던 시제품의 출현을 가능하게 할 것으로 전망된다.

특히, 우수한 전기적, 물리적, 화학적, 기계적 특성을 갖고 있어 기존 산업분야의 기술적 한계를 극복하는 신소재로 부각되고 있으며, 기존 부품소재가 점차 탄소나노소재로 대체되는 추세로 경쟁력 강화 차원

에서 민간 기업들도 탄소나노소재에 대한 관심 증대와 제품화 방안을 적극적으로 강구중이다.⁴⁾

이러한 나노복합소재에 대한 세계 소비량은 2013년에 190,562톤으로 약 12억 달러에 이르고, 2014년에는 225,060톤으로 약 14억 달러, 2019년에는 584,984톤으로 약 42억 달러에 이를 것으로 예상되고 있으며, 국내 시장의 경우 향후 성장성에 대한 기대로 대기업의 진출이 증가하면서 중소기업들은 차별화된 품목에 집중할 필요가 있다.



▶ 탄소나노소재 분야의 세계 시장규모 및 전망 (출처 : 중소·중견기업 기술로드맵 2017-2019 참조하여 가공)

이제 나노기술은 단순한 나노 신소재 개발에서 반도체, 디스플레이, 자동차, 에너지, 전자부품, 건축, 환경, 생명과학을 통한 의료 분야 등 전반적인 산업과의 융합이 시도되고 있으며 실효성이 나타나고 있다. 이미 우리가 인식하고 있듯이 나노기술은 독자적인 산업화 보다는 타 산업과의 융합기술로 계속 발전해 나갈 것이고, 그 핵심에는 신소재 산업이 자리 잡고 있다.

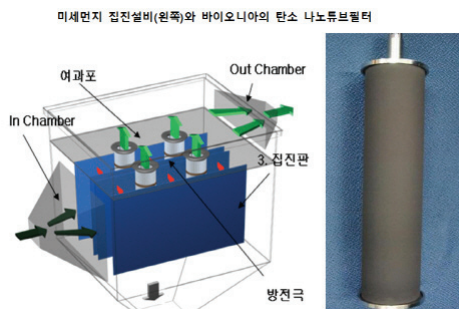
1) 나노융합 신소재의 산업시장 동향, 2013, 한국과학기술정보연구원 정보분석연구소

2) <http://www.finellc.com/173>

3) 나노신소재 현황 및 발전방향, 더비엔아이 산업전략본부

4) 중소·중견기업 기술로드맵 2017-2019, 첨단신소재부품, 2016, 중소기업청

나노소재 합성에서 응용까지; 탄소나노소재

▶ 그래핀을 접목한 디스플레이 (출처 : <http://www.kidd.co.kr/news/187050>)▶ 바이오미미한 탄소나노튜브 필터 (출처 : <http://www.sedaily.com/NewsView/10H9TWGWT9>)

탄소나노복합체의 분류

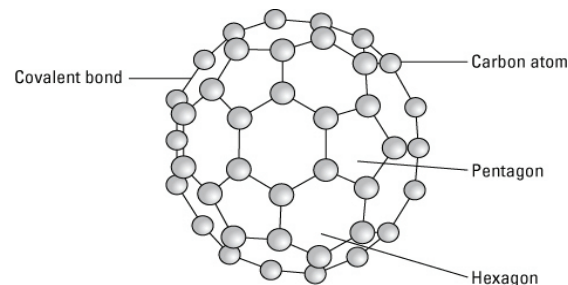
대분류	중분류	소분류
탄소나노복합체	0차원	풀러렌
	1차원	탄소나노튜브
		탄소나노섬유
		탄소-나노와이어
	2차원	그래핀

나노융합 신소재의 핵심인 탄소나노복합체의 기술 분류는 소재 자체의 구조에 따라 0차원, 1차원, 2차원 탄소소재로 구분될 수 있으며, 0차원 구조체로는 풀러렌(fullerene), 1차원 구조체로는 탄소나노튜브, 탄소나노섬유, 탄소-나노와이어를 포함하고, 2차원 구조체로 그래핀 등을 포함하고 있다.

- 탄소 동체 축구공 ‘풀러렌(Fullerene)’

일명 ‘과학자들의 축구공’이라고 불리는 풀러렌(Fullerene)은 12개의 오각형과 20개의 육각형으로 이루어진 축구공 형태의 탄소 동체로 다이아몬드를 능가하는 단단함을 가지며, 고온과 고압에도 견딜 수 있는 나노 물질이다.

이러한 풀러렌은 속이 비어있는데 그 속을 어떤 물질로 채우느냐에 따라 초전도체나 고강도 플라스틱처럼 첨단 산업의 전반에 이용되기도 하고, 인체에 필요한 성분을 담아서 화장품이나 주사물질로 삶에 밀접하게 접촉할 수도 있다. 4차 산업혁명에 나노기술이 괜히 포함되는 게 아니라는 것을 알 수 있을 정도로 탄소나노물질은 많은 분야에서 사용 가능하다.⁵⁾

▶ 풀러렌 구조 (출처 : <http://www.understandingnano.com/what-is-buckyball-c60.html>)

특히, 현재는 스포츠용품을 중심으로 한 각종 첨가제로서 주로 응용되고 있으며, 에너지 분야, 전기전자분야, 의료분야 등에서 다양한 연구개발이 진행되고 있어 향후 시장이 급성장할 가능성이 높은 분야로 나타나고 있다. 또한, 풀러렌은 생명공학과 의학 분야로의 응용가능성도 높은 새로운 탄소 나노 물질로 독특한 특성을 개선시키기 위한 많은 연구가 진행되고 있다.

지난 2016년 6월 국내 연구진이 자기조립 단백질을 이용하여 풀러렌-단백질(COP) 복합체의 3차원 구조를 세계 최초로 규명했다. 이는 X-선 결정학 기법을 이용해 나노-바이오 복합체의 고해상도 구조로, X-선 결정학 기법은 단백질 결정의 X-선 회절패턴을 분석하고 위상 정보의 계산과 전자밀도 지도로 원자 수준의 고해상도 3차원 구조를 규명하는 기법이다.⁶⁾

본 기술을 개발한 성균관대학교 성균나노과학기술원의 김용호 교수 연구팀은 풀러렌이 자기조립 단백질에 의해서 규칙적으로 배열할 수 있고, 절연성인 단백질 결정이 전기적 특성을 가지는 전도성 결정으

로 변화할 수 있음을 보여주었다. 이러한 나노-바이오 복합체 기술은 다양한 산업 분야에 응용될 수 있으며, 특히 생명현상 조절 및 재설계 기반 확립, 질병 치료를 위한 신약 개발은 물론 바이오센서, 새로운 전기전도성 단백질 기반 소재 개발에 활용될 수 있을 것으로 보인다.

풀러렌은 절연성, 유기용매가용성, 열적안정성, 열분해억제성, 항산화성을 가지고 있으며, 이러한 특성을 활용해 자성체, 광학재료, 초전도 재료, 의료, 화장품, 이차전지, 윤활유 등 많은 분야에서 지속적으로 적용이 검토되고 있다.⁷⁾

※ 풀러렌 수요 분야

01. 스포츠용품

테니스라켓, 골프채, 골프볼, 볼링볼, 스키웍스 등

02. 화장품

미백화장품, 향산화화장품, 스킨케어 화장품 등

03. 윤활유

자동차용 엔진오일 첨가제

04. 기타

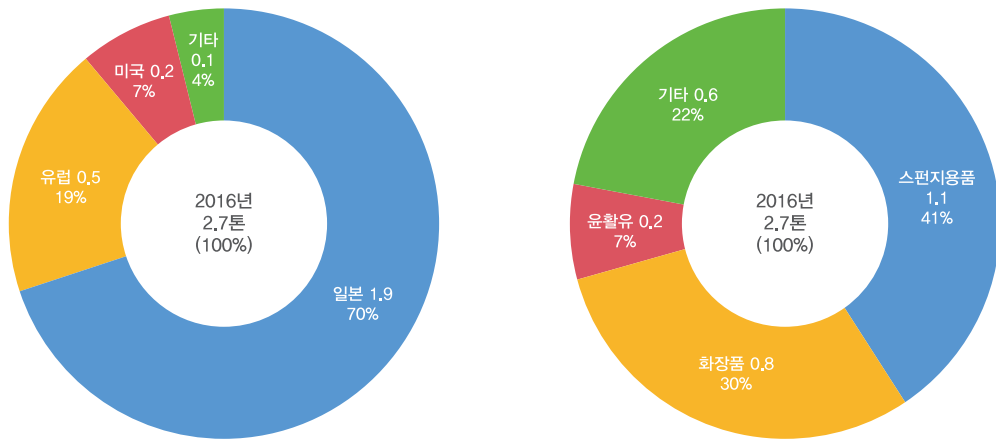
반도체 재료, DLC막원료, 의료(항바이러스제 등), 유기박막 태양전지 등

5) 나노 기술의 4차 산업혁명에서의 역할, 2017.05.28.일자 오마이뉴스 발췌

6) 성균관대학교 자연과학대학 자연과학소식

7) KISTI 마켓 리포트, 한국과학기술정보연구원, 2017

풀러렌은 차세대 나노소재로 2003년부터 양산되기 시작하여 스펀지용품, 화장품 첨가제 등의 일부로 사용되고 있으나 그 양은 많지 않은 상황이다. 그러나 화장품 첨가제로의 응용폭은 점차 넓어지고 있으며, 향후 유기 디바이스나 반도체 재료, 일렉트로닉스 분야를 시작으로 여러 분야로의 응용이 확대될 것으로 기대된다.



▶ 풀러렌 국가별 수요 동향 및 수요처

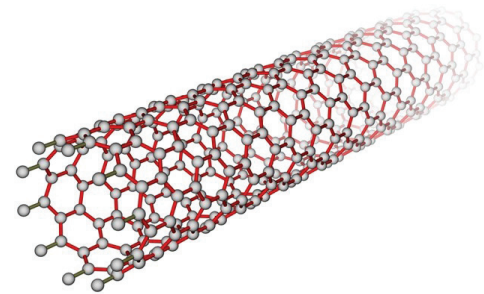
특히 2017년부터 신규 용도로의 응용이 구체화되고 있어서 수요는 급속히 증대될 것으로 기대되며, 과거 3년간의 성장은 10% 미만이었으나 향후 5년간 50% 이상의 성장률이 전망되고 있다. 풀러렌의 세계 시장규모는 2016년 280억 원에서 2021년 2,280억 원에 이를 것으로 전망되고, 국내 시장규모는 2016년 47억 원에서 2021년 380억 원에 이를 것으로 예상되고 있어, 급속한 성장이 기대된다.

풀러렌 시장 규모		(단위: 톤/억 원)						
구 분		2016	2017	2018	2019	2020	2021	CAGR(%)
세계 시장	물량	2.7	4.5	9.0	15.0	28.0	50.3	79.5
	금액	280	400	600	900	1,500	2,280	52.1
국내시장		47	67	100	150	250	380	52.1

－ 1차원 나노물질의 핵심

흥미로운 복합소재 탄소나노튜브(CNT)

인류의 행복한 삶을 보다 증진시킬 나노융합제품 상용화가 급진전 되고 있는 가운데 탄소나노튜브(CNT)는 그 중심축 역할을 맡고 있다. 탄소나노튜브는 6각형 고리로 연결된 탄소들이 긴 대롱 모양을 이루고 있는 지름 1나노미터 크기(10억 분의 1m, 머리카락의 10만 분의 1 굵기)의 미세한 분자 구조로 1991년 일본 NEC 연구소의 수미오 이치마(飯島澄男) 박사가 전자현미경으로 가늘고 긴 대롱 모양의 다중벽 구조로 된 물질을 관찰 하는데 처음으로 성공했다.



▶ 탄소나노튜브 구조 (출처 : LG블로그)

과학자들은 그동안 그래핀, 흑린, 이황화몰리브덴, 탄소나노튜브 등 실리콘 대체 물질에 관심을 쏟았다. 이에 탄소나노튜브는 가장 유력한 실리콘 대체 물질로 굵기는 머리카락의 1만분의 1에 불과하지만 강철보다 단단하고 전기도 흐를 수 있고 표면적이 커 열도 더 많이 저장하는 ‘꿈의 소재’로 꼽히며, 순식간에 수만 편의 논문이 쏟아질 정도로 관심을 모았다.

※ ‘탄소나노튜브’ 특성	
01. 인장강도 고강도 합금보다 20배 이상 우수	02. 열전달성 6,000W/KM (구리 400W/KM)
03. 허용전류밀도 상온에서 기존 컴퓨터 실리콘 칩보다 급속의 1,000배	04. 전기 전도성 상온에서 기존 컴퓨터 실리콘 칩보다 70배 우수 (반도체용 물질보다 25% 우수)
05. 기계적 특성 강도 및 내마모성이 강철의 100배, 초경량, 우수한 탄성과 복원력	06. 화학적 특성 뛰어난 구조적 안정성 (고온에서의 양자역학적 간섭현상 극소화)
07. 기타특성 가스의 흡착성과 단위 질량당 전하 저장 능력이 높고, 생체조직과의 친화성, 수소 담지 능력보유	

IBM 연구팀이 최근 탄소나노튜브의 제작 공정을 획기적으로 개선하는 방법을 찾았다고 발표하여 관심을 집중시키고 있다. 현재 IBM은 30억 달러(3조 6000억 원)를 들여 차세대 탄소나노튜브 마이크로칩을 개발하고 있다.⁸⁾

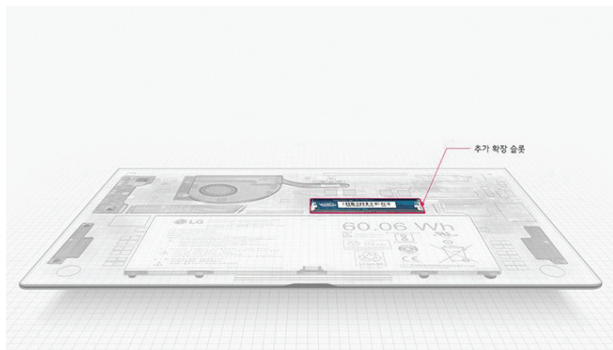
탄소나노튜브를 이용한 마이크로칩이 실용화되면 빅데이터 분석을 위한 초고성능 컴퓨터, 인지(cognitive) 컴퓨터, 구부러지거나 (bendable) 몸 안에서 작동하는 컴퓨터(injectable computer) 등 반도체 산업의 패러다임이 바뀌고 암세포 저격용 나노머신, 군사용 또는 농업용 ‘스마트더스트 네트워크’ 등 산업 전반에 엄청난 변화가 일어날 전망이다.



▶ 탄소나노튜브(CNT) 응용분야 (출처 : 케이메이저케미컬 홈페이지)

8) 2016.11.27,일자 조선비즈 발췌

엘지에서는 2014년 ‘그램’이라는 노트북을 내놓으며 1kg도 안 되는 그램의 등장으로 이제 무게단위가 바뀌어야 가벼운 노트북으로 쳐주는 시대가 됐다. 이를 시작으로 엘지는 2015년 14인치 그램을 선보였고, 작년에는 15.6인치 그램을 출시해 우리에게 놀라움을 줬다. 최근 출시된 LG그램 노트북 몸체를 열어보면 배터리가 3분의 1을 차지하고 있는데 이는 신소재인 탄소나노튜브로 재설계된 초고밀도 배터리를 적용했기에 이런 혁신이 가능했다고한다.⁹⁾



▶ 탄소나노튜브가 적용된 초고밀도 배터리를 이용한 LG그램 노트북 (출처 : LG 디스플레이 블로그 디스플레이)

그러나 나노과학기술을 상징하는 탄소나노튜브는 전자소자로 쓰기 위해 나노수준의 정교한 패턴대로 칩에 배치시키는데 한계가 있어 집적도는 높지 않지만 실리콘반도체가 제대로 작동하지 않는 특수한 분야에 한해 개발되고 있다. 즉, 정교한 구조가 개입되는 하이테크(high tech) 쪽은 한계가 있는 반면 탄소나노튜브가 첨가제로 쓰여 소재의 강도를 높이거나 전기를 잘 통하게 해주는 역할을 하는 로테크(low tech) 쪽에서는 상용화의 폭이 넓어지고 있다. 이는 탄소나노튜브를 만드는 비용이 많이 떨어졌을 뿐만 아니라 같은 무게의 강철보다 인장강도가 300배나 되고 탄성도 훨씬 커 길이방향으로 16%까지 늘어날 수 있다.

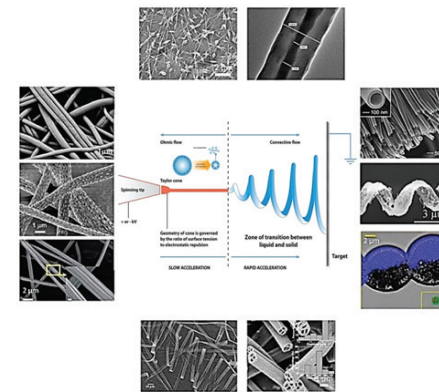
따라서 요즘 고가제품에는 탄소나노튜브가 포함된 소재가 많이 쓰인다. 예를 들어 탄소나노튜브를 함유한 플라스틱으로 자동차 연료필터를 만들면 전기전도도가 커져 정전기로 인한 스파크가 일어날 염려가 없다. 탄소나노튜브를 함유한 가볍고 강한 소재를 쓴 자전거나 테니스 라켓, 골프채도 나와 있다. 이처럼 쓰임새가 넓어지면서 연간 탄소나노튜브 생산량이 늘고 있다.



– 지구온난화의 주범, 이산화탄소 잡는 탄소나노섬유

탄소나노복합체는 탄소계 재료 등을 고분자 재료에 충전시켜 고고기능성을 갖는 복합재료를 말하는데, 그 중 탄소계 재료 중의 하나인 탄소나노섬유는 전기적 특성 및 열전도성을 특징으로 하고, 탄소나노튜브(CNT)에 비해 가격경쟁력이 있다는 장점 때문에 재료로서의 용도가 증가하고 있다.¹⁰⁾

탄소나노섬유는 주로 전기방사를 이용하여 제조 및 응용되고 있으며, 전기방사는 고분자 용액이나 용융물에 고전압을 가해 액적 형태에서 스프레이 형태로 변하는 과정 중 용매가 휘발하면서 집적판에 섬유상 물질이 형성되는 방법을 말한다.¹¹⁾



▶ 전기방사를 통해 제작할 수 있는 다양한 형태의 섬유
(출처 : WIKIMEDIA COMMONS, Hailao N. et al., J. Nanomater., 2012)

전기방사를 통해 제작되는 섬유는 제품을 어떻게 활용하느냐에 따라 용도도 다양화할 수 있다. 그 용도는 반도체 등 첨단 제조시설에 필요한 클린룸용 의류를 비롯해 광화학 센서, 탄소나노튜브, 생체의학용, 차세대 전지 등 산업 전반에 걸쳐 끊임없는 수요를 창출할 수 있으며, 최근 미국 연구진은 공기 중의 이산화탄소를 산업계에 필요한 고가치의 탄소나노섬유로 바꿀 수 있는 경제적인 기술을 탄생시켰다.

과거 이산화탄소 배출 없이 비료와 시멘트를 만들었던 적이 있었던 연구진들은 지금 지구온난화의 주범인 이산화탄소를 수요가 많은 탄소나노섬유를 위한 공급 원료로 바꿀 수 있게 되었으며, 현재 연구팀의 기술은 1시간 동안 탄소나노섬유 수십 g을 제작하는 수준으로 생산율을 높이기 위한 연구가 진행 중이다.¹²⁾



이러한 나노섬유는 한 차원 높은 산업용 필터류, 기능성 섬유, 의료, 전기, 전자 등에 활용할 수 있어 기존 응용제품이 갖는 한계물성을 극복하고 신기능성 제품을 창출할 수 있다. 특히, 각종 유기, 무기, 생분해성 소재를 사용할 수 있을 뿐 아니라, 이종의 고분자 소재를 손쉽게 혼합할 수 있으므로 용도에 적합한 원료를 선택할 수 있고 요구되는 물리적, 열적, 화학적, 전기적 특성을 도출할 수 있어 연료전지 분리막, 전자파 차폐성을 갖는 필름 등 차세대 신기술 및 신소재에 적용하려는 시도들이 다양하게 연구되고 있다.¹³⁾

9) <http://www.dongascience.com/news.php?idx=15873>

10) 탄소나노섬유복합체를 이용한 의류용 직물발열체의 제조 및 특성, 2015, 동아대학교 연구논문

11) 한민족과학기술자네트워크[KOSEN], 웹진, 전남대학교 탄소재료연구실

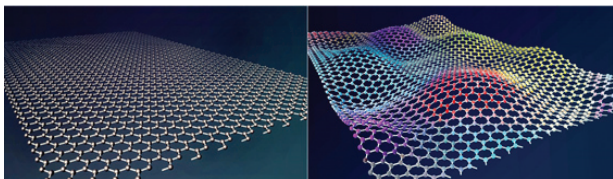
12) http://blog.naver.com/climate_is/220457853072

13) <http://webzine.nepes.co.kr/?p=9231>

－ 꿈의 소재, 그래핀 시대 열린다

차세대 소재로 일컬어지던 그래핀을 실제 산업에서 활용할 수 있는 연구들이 최근 잇달아 발표되면서 주목을 끌고 있다. 그래핀은 탄소원자로 만들어진 원자 크기의 벌집 형태 구조를 가진 소재로서, 지금까지 알려진 물질 중 가장 강하고 전도성도 높다. 특히, 열전달에 있어 최고라고 불리는 다이아몬드보다 2배 이상 높으며, 인장 강도도 고강도합금에 비해 20배 이상 우수해 꿈의 소재로 불리고 있다.¹⁴⁾

그래핀의 시초는 2004년으로 거슬러 올라간다. 2004년 탄소 동소체인 탄소나노튜브가 학계에서 주목받던 시기에 영국의 맨체스터 대학에서 노보셀로프 콘스탄틴 교수와 안드레 가임 교수는 연구를 위해 탄소 분자를 100개 이하의 층으로 분리할 계획이었다. 흑연 블록을 얇게 벗겨내는 작업을 하던 도중, 가임 교수는 스카치테이프를 이용해 뒷면을 들어내면 얇은 흑연 층을 얻을 수 있을 것이라고 생각하였고, 여러 번의 작업을 통해 마침내 흑연의 한 층(sheet)을 얻을 수 있었다. 바로 이 물질이 흑연을 뜻하는 'Graphite'와 탄소이중결합을 가진 분자를 뜻하는 접미사 '-ene'을 결합하여 만든 용어인 그래핀(Graphene)이다.



▶ 그래핀 구조 (출처 : <http://sin.hms.harvard.edu/flash/2011/graphene-the-coolest-material-that-shouldnt-exist/>)

지난 4월 중국과기대 연구팀은 해양으로 유출된 기름의 회수를 쉽 리 할 수 있는 그래핀 스펀지를 개발해 그 연구 성과를 유명 학술지 '네이처 나노테크놀로지'에 발표했다. 그에 의하면, 연구팀은 다공성의 물질을 얇은 소수성 그래핀 층으로 코팅해 물과 기름이 담긴 용기에 넣고 그래핀에 전기장을 걸어 온도를 높였다. 이러한 처리를 통해 주위의 기름을 가열하고 얇게 퍼뜨리면서 그래핀의 미세 구멍을 통해 스펀지 안으로 기름이 빠르게 흡수되도록 하는 데 성공하였으며, 연구팀은 실험을 통해 기름의 온도를 26도에서 34도로 올려서 기름 흡수 시간을 94.6% 단축시켰다고 밝혔다.

이처럼 전통적인 처리 방법과 재료에 한계가 있는 분야에 그래핀 기술은 광범위하게 응용될 것으로 보이며, 잠재적으로는 물 필터 및 정화, 재생 가능한 에너지, 센서, 개인용 헬스케어, 의학 등의 분야에서 응용 가능성이 크다. 또한 배터리 성능을 향상시키고 보다 저렴한 태양광 패널을 만드는 데도 사용될 것으로 보여 소재분야의 새로운 혁신을 불러올 것으로 기대되고 있다.



▶ 그래핀 기술 (출처 : The 21st Century Material – Graphene: Disruptive Technological Change Models in Science, Technology and Engineering, USER Research Institute, 2017)

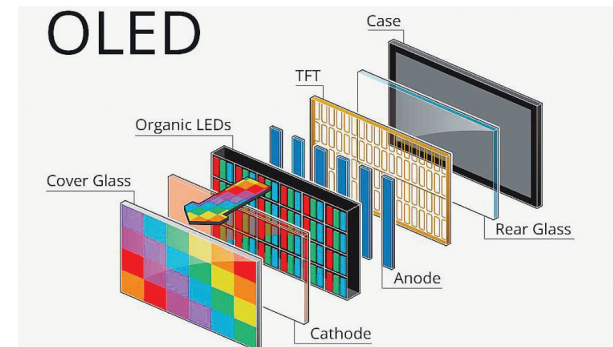
※ 꿈의 소재 '그래핀' 어떻게 쓰이나

•DNA분석 그래핀의 나노기공을 활용, DNA염기서열을 초고속 분석	•전자종이 얇고 휘어지는 그래핀 소재를 활용, 접는 종이 상용화
•배터리 전류가 빠르게 흐르는 그래핀을 전도체로 활용, 리튬배터리 성능 향상	•미래자동차 강철보다 강한 성질을 활용 고압의 천연가스 탱크 개발
•담수화 높은 투과율과 강도를 활용, 해수의 염소이온은 차단하고 물은 빠르게 통과	•항공기 날개 합성수지 속에 그래핀을 넣어 비행기 날개 온도를 빠르게 높임

그래핀과 디스플레이의 만남

OLED, 유기발광다이오드는 화질의 반응속도가 LCD보다 천 배 이상 빠른 차세대 꿈의 디스플레이로 불리는데, 이 OLED와 꿈의 신소재로 주목받고 있는 그래핀이 만나 미래 디스플레이 시장을 새롭게 열어가고 있다.¹⁵⁾

투명전극은 투명하면서도 전기를 잘 통할 수 있는 전극물질로서 디스플레이의 화소전극, 터치패널 전극에 광범위하게 적용되어 왔다. 주로 인듐 주석산화물(ITO)을 이용하여 투명전극을 제조하였지만, 제품 용도에 따라 ITO 투명전극을 대체하거나, ITO가 적용되기 어려운 새로운 응용 분야에 적용하기 위해 비ITO 계열의 소재를 이용하여 투명전극을 개발하는 연구가 진행되어 왔다. 비ITO 투명전극 소재 중에서, 특히 나노소재를 이용한 투명전극 개발이 적극 진행되고 있는데, 은나노와이어 투명전극, 은나노입자를 이용한 메쉬형 투명전극, 탄소나노튜브 투명전극, 그래핀 투명전극, 전도성고분자 복합 투명전극 등이 대표적이다.¹⁶⁾



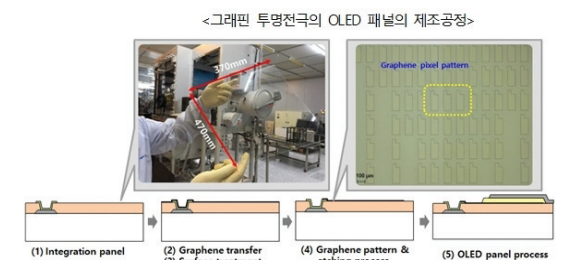
▶ 기존의 OLED 디스플레이 (출처 : <http://m.post.naver.com/viewer/postView.nhn?volumeNo=7160078&memberNo=9344132&vType=VERTICAL>)

그래핀 투명전극은 이차원 평면구조를 갖는 그래핀이 기판에 단층 또는 복수의 적층으로 코팅되어 형성된 투명전극이다. 그래핀은 표면이 매우 평탄한 전극을 형성할 수 있으며, 투명전극 두께가 수 nm 수준으로 매우 얇기 때문에 극한의 휨 환경에서도 구조적 안정성을 유지할 수 있다.

탄소나노튜브 투명전극과 같이 결정형 탄소인 그래핀으로 구성되어 물리적, 화학적 안정성은 매우 뛰어나지만, 빛을 잘 흡수하는 특성으로 인해 투과도가 낮으며 타 전극소재 대비 저항이 높다.

투명전극용 그래핀은 주로 구리 포일에 카본소스를 고온의 CVD(화학 증착법)방법으로 합성하며, 합성 후 전사필름을 붙인 후 구리 포일을

에칭으로 제거하고, 기판으로의 전사 과정을 통해 투명전극 필름을 얻을 수 있다. 그래핀 단일층을 적층한 경우 기판 대비 투과도 2.3% 내외 감소하는 것으로 알려져 있으며, 저항은 단일층 기준 200~400 Ω/sq 수준을 보인다.



◇ [자료:ETRI]

▶ ETRI 그래핀 투명전극의 OLED 패널 제조 공정 (출처 : 2017.04.11,일자 ETRI 보도자료)

최근 ETRI의 실감소재연구본부 유연소자연구그룹과 한화테크윈이 함께 그래핀으로 구부림에 취약한 인듐주석산화물(ITO)을 대체할 수 있고, 유연성을 대폭 높인 OLED 디스플레이용 투명 전극을 개발했다.

연구팀은 대면적 그래핀 전극 제조에 적합한 신 공정을 적용하여 기존의 습식 전사 대신 건식 전사 공정을 사용했다. 또한 자체 개발한 그래핀 접착력 개선 공정, 미세 패터닝 공정을 더해 전극이 찢어지지 않게 하는 공정을 더했다.¹⁷⁾

15) http://www.ytn.co.kr/_ln/0115_201704280311161182

16) 나노소재 투명전극 기술 및 응용산업 동향, KEIT PD 이슈리포트, 2017

17) http://news.inews24.com/php/news_view.php?g_serial=1016824&g_menu=020810&rrf=rv

14) The Science Times, May 31, 2017

이에 따라 개발된 디스플레이 기판은 19인치, 370X470mm 현존하는 세계 최대 크기로, 그래핀 전극 두께는 5nm 이하로 아주 얇으나 기존 ITO 소재의 잘 깨지는 단점을 해결할 수 있고 세계 최초로 미세 공정을 개발해 대규모 패널을 만드는 데 성공했다.

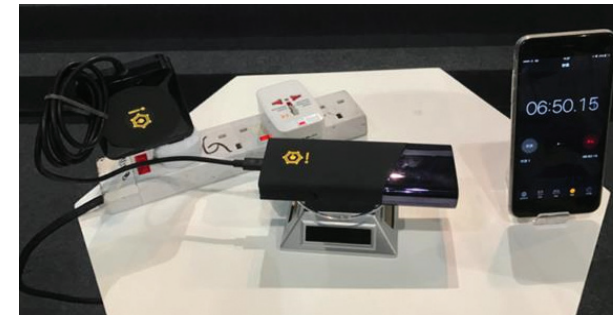
연구팀은 앞으로 OLED 디스플레이에 기존의 유리 기판 대신 유연한 플라스틱 소재를 적용하는 연구에 나설 계획이며, 내년까지 플라스틱 기판 기술을 마련하고, 5년 안에 플렉시블·폴더블 OLED 디스플레이를 상용화할 수 있을 것으로 내다봤다.

이처럼 투명전극 개발에 있어 최근의 새로운 화두는 폴더블 디바이스용 투명전극 개발이다. 최근 언론 보도에 따르면 국·내외 스마트폰 업체에서 구부리거나 접을 수 있는 폴더블 스마트폰 개발을 적극 진행하고 있으며, 2017~2018년 상용화를 목표로 하고 있다. 따라서 주요 부품인 투명전극 또한 접힘 수준의 극한 휨 환경에서 안정성을 가질 수 있는 폴더블 투명전극 개발이 필요하다.



미래를 책임지는 그래핀 배터리

지난 4월 2017 춘계 '지구자원전자전' 이 열린 홍콩 아시아국제전시관에서 중국 기업의 손으로 15분 만에 5000mAh 배터리를 충전시키는 그래핀 충전 기술이 선보여졌다. 그래핀 모바일 배터리 제품이 처음으로 전시된 이 제품은 소량 양산 테스트 단계로 아직 판매되지는 않고 있으며, 중국 동쉬광덴(东旭光电)과 베지스터(Besiter)가 공동으로 연구개발(R&D)한 것이다.¹⁸⁾



▶ 그래핀 리튬이온 배터리 (출처 : <http://news.mk.co.kr/newsRead.php?year=2017&no=250516>)

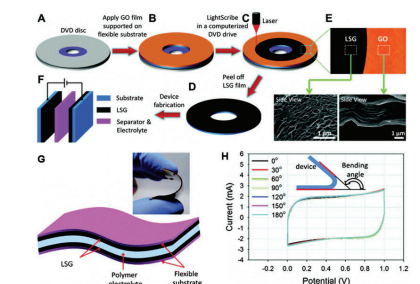
앞서 지난해 중국 화웨이가 그래핀 재료를 이용한 리튬이온 전지 기술을 선보였지만 그 역시 아직 완전치 않았다. 이 가운데 동쉬광덴이 지난해 세계 최초로 그래핀 리튬이온전지 제품을 생산한다고 밝혀 그래핀 업계의 주목을 받아왔으며, 중국 내에서 가장 먼저 그래핀 연구 개발에 나선 기업으로 중국 언론도 매우 고무적인 반응을 보였다.

그러나 공식 발표에 따르면 이 모바일 배터리는 80와트(W) 짜리 어댑터와 구성되어 있는데 만약 15분 내 5000mAh를 충전하려면 이 어댑터가 있어야 하며, 이 어댑터 없이는 속도가 떨어진다. 이 때문에 배터리를 바라보는 시각은 다양하다. 15분 내에 5000mAh 배터리가 완충되는 것은 단순히 그래핀의 작용만은 아닐 것이란 분석도 있다. 일반적으로 이 크기(158 x 65 x 24.5cm) 배터리가 2만mAh 용량을 보유한 반면 이번에 선보여진 배터리 용량은 5000mAh에 불과하여 내부 에너지 밀도가 크게 낮아졌으며 이 역시 고속 충전을 가능케 한 이유 중 하나인 것이란 분석이 나왔다.

배터리 에너지 밀도에 있어서 단위 면적 혹은 중량에서 얼마나 많은 에너지를 보존할 수 있느냐가 배터리 수명과 정비례한다. 충전 속도 처럼 에너지 밀도 역시 배터리 업계 종사자들이 높이려고 애를 쓰는 수치지만 아직 현실적으로 쉽지 않다. 이처럼 그래핀이 향후 잠재력이 큰 재료 기술이긴 하지만 여전히 기술적인 발전이 많이 필요한 분야이다.

한편, 지쳐가는 전기자동차에 보다 강력한 힘을 줄 구원투수로 '그래핀 배터리'가 떠오르고 있다. 테슬라는 리튬이온 배터리를 묶음으로 사용하는 단순하고 안전한 방법으로 전기자동차를 만들었다. 배터리를 개선해 매년 5%씩 충전용량을 늘리고 고속충전소를 만들어 40분 만에 80% 충전을 구현했지만 운행거리는 아직 400km 안팎에서 머물고 있다.¹⁹⁾

이에 도전장을 내민 피스커 사는 그래핀 배터리를 장착해 한번 충전에 최대 640km 이상을 달릴 수 있는 전기자동차 '이모션'을 출시하겠다고 발표했다. 시속 260km의 최고 속도를 자랑하는 이모션이 예정대로 출시된다면 세계 최초로 그래핀 배터리를 탑재한 상용차로 기록될 것이다.



▶ 레이저로 그래핀을 가공해 휘어지는 슈퍼커패시터를 만드는 과정 (출처 : 네이버 포스트, 한국수력원자력)

이모션에 들어갈 그래핀 배터리는 스타트업 기업인 나노테크 에너지사의 제품으로, 레이저로 그래핀을 가공해 부드럽게 휘어지도록 만든 슈퍼커패시터가 핵심이다. 슈퍼커패시터는 전기에너지를 빠르게 대량으로 저장해, 높은 전류를 신속하고 안정적으로 공급하는 장치다. 그래핀 슈퍼커패시터가 전기자동차의 주행거리와 가속능력을 어디까지 끌어올릴지 관심을 모으고 있다.

18) <http://news.mk.co.kr/newsRead.php?year=2017&no=250516>

19) 네이버 포스트, "전기자동차의 힘, 그래핀 배터리가 책임진다", 2017, 한국수력원자력

기획특집

나노융합소재/소자 및 전기 부품분야 연구기관

한국전기연구원(KERI) 나노융합기술연구센터



나노융합기술연구센터는 기존의 나노카본연구그룹과 나노기술관련 팀의 융합연구를 위해 설립된 센터로서, 전기기능 부품소재 관련 나노카본, 나노금속, 유연 투명전극, 유연인쇄전극, 전도성 섬유, 유연소자, 3D 프린팅 등 다양한 나노융합관련 연구를 수행하고 있다.

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 유연전극소재의 출현이 요구되었다. 우수한 전도성을 지닌 유연한 투명전극소재를 전문적으로 연구하고 원천기술을 기업에 보급할 목적으로 2006년 한국전기연구원(KERI) 나노카본연구그룹이 설립되었다.

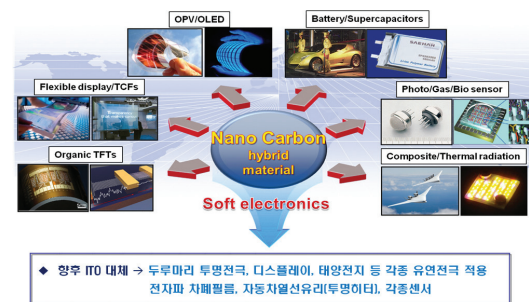
본 센터에서는 탄소나노튜브(CNT) 및 그래핀 등으로 대표되는 나노카본 소재를 이용한 원천기술 및 응용연구를 주로 수행하고 있다. 터치패널 및 디스플레이를 위한 탄소나노튜브기반 투명전도성 필름과 최근 많은 연구가 진행되고 있는 화학적 박리그래핀의 대량제조 및 응용기술을 확보하여 2008년 (10억 원), 2012년 (5억 원), 2016년 (5억 원) 세 차례의 대형 기술이전을 성공시키면서 비약적으로 발전하였다. 또한, 2011년부터는 한국전기연구원의 World Class Lab(WCL)으로 지정되어 그래핀 하이브리드 기술을 선도하는 연구실로 발돋움 하고자 하는 노력을 기울이고 있다.

2012년에는 나노기술관련 팀을 모아 '세계최고 나노융합 전기기능(전극)소재 전문연구그룹'이라는 비전을 갖고 나노융합기술연구센터가 설립되었으며, 현재까지 센터에서는 나노소재 기반 투명전극, 인쇄형/섬유형 유연전극 개발, 3D 전극 등 전기기능 나노소재를 이용한 미래 소프트 일렉트로닉스 또는 웨어러블 일렉트로닉스의 발전에 기여할 수 있는 나노카본기반 유연전극 개발에 매진하고 있다.

※ 참여연구원 및 전문분야

- 이건웅 책임연구원 : 나노카본기반 전기기능 소재 및 소자
- 한중탁 책임연구원 : 나노카본기반 투명전극/인쇄전극/전도성 섬유
- 정희진 책임연구원 : 나노카본기반 광전소자 응용기술
- 정승열 책임연구원 : 나노카본기반 전기/전자소자 응용기술
- 서선희 선임연구원 : 나노카본기반 전도성 섬유기술
- 박중환 선임연구원 : 나노카본기반 유연 에너지 저장소자
- 기타 박사연구원 10명, 위촉연구원 12인, 학생 6명

나노융합기술연구센터 연구 분야



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

휘는 디스플레이, 나노카본기반 투명전극 기술

투명전극은 디스플레이, 터치패널, 태양전지 등 다양한 소자에 필수적으로 사용되는 매우 중요한 부품소재이다. 기존에 사용되는 투명전극은 주로 indium tin oxide (ITO)를 사용하고 있으나 핵심원료인 인듐의 원가 상승에 의한 수입대체재의 필요성이 대두되고 있을 뿐만 아니라 구부리면 쉽게 깨지는 성질을 가지고 있어 유연한 소자에 적용이 어려운 단점으로 인해 대체할 전극소재의 개발이 절실히 필요하다.

이에 본 연구실에서는 유연성과 우수한 전도성을 지니는 탄소나노튜브와 그래핀 및 금속나노와이어를 이용한 투명전극기술을 연구하고 있다. 용액공정에 의한 투명전극개발에 있어 나노카본이 잘 분산된 코팅 액의 개발이 가장 중요한 연구 분야이며, 코팅 액을 이용한 100nm 이하의 박막으로 전기전도도가 매우 균일하고 외부환경에 노출되더라도 전기전도도가 변하지 않는 환경신뢰성이 확보된 투명전극 박막을 형성하는 기술이 상업적으로 매우 중요하다.

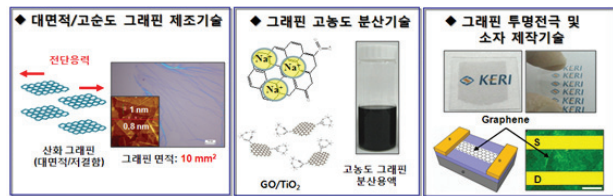


2008년에는 탄소나노튜브와 고분자 바인더가 최적 조성으로 혼합된 일액형 코팅 액을 이용해 저항막 방식 터치패널에 적합한 투명전극기술을 개발하여, 해당업체에 기술이전 하였다. 2016년에는 무분산제형 탄소나노튜브 분산기술을 기반으로 탄소나노튜브/은나노와이어 하이브리드 투명전극 코팅 액 및 대면적 몰투몰 코팅기술을 해당업체에 기술이전 하여 상업화 기대감이 커지고 있다.

그래핀을 이용한 투명전도성 필름 연구에 있어서는 흑연으로부터 화학적으로 박리시킨 그래핀을 이용한 용액공정기술을 주로 연구하고 있다. 그래핀 기반 투명고전도성 필름의 상업화를 도모하기 위한 방법으로서 습식공정을 통한 대면적/저결함 그래핀 박리 및 고농도 분산용액 제조 방법을 연구하고 있으며, 그 한 예로 그래핀 박리 시 용액 중에서 전단응력을 가하여 대면적 저결함 박리그래핀을 제조하는데 성공하였다.

또한 고순도 그래핀을 유기용매와 수용액에 안정적으로 분산시키는 방법을 유도함으로써 고성능 전극 및 소자 제작을 위한 top down 방식의 습식공정에 적용 가능하고, 고품질 대면적 그래핀 형성 및 고농도 분산용액 제조를 통한 습식공정(스프레이, 딥코팅, 그라비아, 스크린프린팅 등)의 효과적인 기술개발과 그래핀 대량생산 적용이 가능하다.

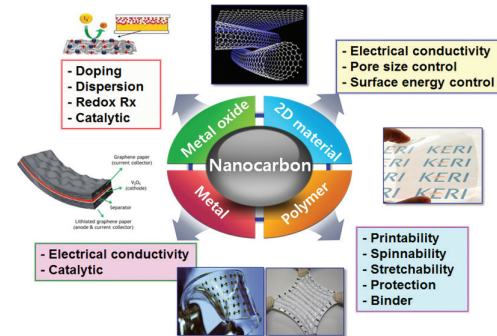
탄소나노튜브와 마찬가지로 투명전도성필름, 태양전지 전극, 전기전자 소자(초고속반도체, 광검출기, 바이오/가스 센서 등) 및 복합체로서 정전기방지제, 전자파 차폐제, 에너지 저장 등의 다양한 분야에 적용 가능할 것으로 예상하고 있다.



상업적 응용이 기대되는 전도성 페이스트 기술

나노카본 전도성 페이스트는 EMI차폐, 방열, 인쇄전자용 전극뿐만 아니라 전도성 섬유제조에 응용이 가능하여 본 연구팀에서 활발한 연구가 진행되고 있다. 2013년에는 다중수소결합이 가능한 고차구조 관능기를 나노카본소재에 도입하여 고농도 분산문제를 획기적으로 해결함으로써 Nature Communications에 논문을 게재하였다. 이러한 원천기술을 바탕으로 탄소나노튜브, 그래핀 등의 고농도 분산기술을 발전시켜, 인쇄전극패턴, 태양전지촉매전극, 에너지 저장소자용 전극, 전도성 섬유 등의 연구를 진행하고 있다.

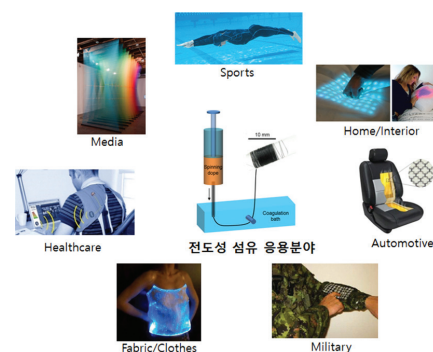
그래핀의 경우 결함이 적은 고품질의 그래핀을 제조하고 foam 형태로 그래핀을 대량 제조하여 페이스트화가 매우 용이하고 우수한 전도성을 지니는 코팅막 형성이 가능하다. 최근에는 저가 흑연을 이용해 50000 S/m 이상의 전기전도도를 구현하고 있어, 향후 전자파 차폐, 방열소재, 에너지저장소자용 도전체로의 상업적 응용이 기대되고 있다. 아울러, 나노카본소재의 전기전도도 및 전기화학적 특성 등 다양한 물리화학적 특성들을 극대화하기 위해 나노금속, 금속산화물, 2차원 소재, 고분자 등을 하이브리드 하여 실용화할 수 있는 원천기술을 지속적으로 연구하고 있다.



전도성 섬유를 접목시킨 웨어러블 기기 주목

최근 들어 웨어러블 기기에 대한 내용이 화두가 되면서 미래 웨어러블 기기는 현재의 액세서리 형태에서 텍스타일형태의 웨어러블 디바이스로 진화할 것으로 예상하고 있다. 이를 구현하기 위해서는 필수적으로 전기전도성이 우수한 전도성 섬유가 필요하게 된다. 그러나 현재의 고전도성 섬유는 섬유 고유의 기계적 특성 구현이 어렵고 신체적합성에 문제가 발생할 수 있으며, 세탁성을 부여하기 어려운 단점을 지니고 있다.

이를 해결하기 위해 한국전기연구원에서는 독자기술인 무분산제형 나노카본 고농도 분산기술을 기반으로 나노카본소재 단독, 탄소나노튜브/고분자 또는 탄소나노튜브/나노금속/고분자 등의 복합체 형태로 전도성 섬유를 용액공정에 의해 제조하는 기술을 개발하고 있다. 고전도성 섬유를 이용한 의류형 웨어러블 디바이스는 각종 변화를 감지할 수 있는 센서, 이의 전원공급에 필요한 에너지 발생 및 저장소자 그리고, 이러한 전기적 신호를 전송할 수 있는 안테나 등으로 활용이 가능하다.



나노융합기술연구센터장 한중탁 책임연구원

- 한국전기연구원 책임연구원 (2006~현재)
- 과학기술연합대학원대학교
전기기능소재공학과 교수 (2010~현재)
- 한국탄소학회 운영이사 (2015~현재)

나노융합기술연구센터장 한중탁 박사를 만나,
현재 나노소재 연구개발에 대한 이야기를 들어봤다.

Q. 현재 나노융합기술연구센터에서 주목하고 있는 기술에 대한 설명을 듣고 싶다.

A. 4차 산업혁명 시대에 나노소재기술이 기여할 부분이 무엇일까 생각해 보면, 웨어러블 스마트기기에 필요한 유연전극, 신축전극에 필요한 전도성 나노소재에 주목하게 된다. 따라서 본 센터에서는 탄소나노튜브, 그래핀과 같은 나노카본소재와 나노구조의 금속이 복합화 되어 우수한 전기적 성능을 발휘하는 나노복합소재를 연구개발하고 있다.

2016년에는 탄소나노튜브와 은나노와이어를 복합화 하여 고성능 유연 투명전극기술을 국내 중견기업에 착수기술료 5억 원에 기술이전하기도 하였다. 투명전극은 스마트기기의 터치패널뿐만 아니라 투명히터, 투명 전자파 차폐, 스마트윈도우 등 다양한 응용처가 있어 이에 대한 실용화를 위해 해당기업체와 노력하고 있다. 또한, 나노융합기술연구센터에서는 올해 나노카본소재와 은나노입자 등을 3D 프린팅을 이용한 전극 제조기술에 대해서도 기술이전이 진행되고 있다.

최근에는 나노카본소재로부터 나노벨트 형태의 금속이 복합화 된 새로운 구조의 전도성 나노소재를 합성하는 기술을 개발하였으며, 이는 전도성 섬유, 인쇄전극, 스트레인 센서 등에 활용될 수 있다.

Q. 본 기술에 대한 연구 성과가 어떤 산업에 적용될 것으로 예상하는지?

A. 앞서 말한 바와 같이 나노카본소재를 비롯한 이를 나노금속과 복합화한 전도성 나노소재는 기존의 금속이나 세라믹을 이용한 딱딱한 전극이 발현하지 못하는 매우 유연하고 늘어날 수 있는 전극으로 활용이 가능하다. 이는 웨어러블 전자기기에 필수적인 전극으로 활용될 수 있으며, 휘어지거나 늘어나는 에너지소자가 필요하게 되는 경우에도 나노카본소재를 이용해 보다 얇고 구부릴 수 있도록 하기 위해서는 고성능의 탄소나노소재가 활용될 수 있다.

Q. 기술개발 배경 및 개발 당시 어려운 점은 무엇인지 궁금하다.

A. 스마트폰과 같은 휴대용 기기들이 등장하면서 미래 휘어지거나 늘어나는 전자기기가 실용화될 것으로 예상하여 이에 적합한 전도성 나노소재를 개발하게 되었다. 특히, 탄소나노튜브나 그래핀과 같은 나노카본소재는 금속이나 세라믹과 달리 휘어지거나 늘어나더라도 그 특성이 유지되는 매우 우수한 기계적 성질을 가지고 있어 미래 웨어러블 스마트 기기에 적용하기 적합한 소재이다. 하지만 아직까지 웨어러블 기기가 일상생활에 많이 사용되고 있지 않기 때문에 기업체의 많은 관심을 받지 못하는 아쉬움이 있다.

Q. 앞으로의 계획과 본 기술에 대한 상용화 전망은 어떠한가?

A. 나노융합기술연구센터에서는 전기관련 전문연구기관인 한국전기연구원의 미션과 부합될 수 있도록 나노카본기반 전도성 나노소재를 이용해 4차 산업혁명시대에 요구되는 웨어러블 전자기기에 필요한 전극제조기술을 지속적으로 개발하고 이를 기업체에 기술이전하여 상용화 하고자 한다.

* 본 내용은 국가과학기술연구회(NST)의 공식적인 입장이 아님을 밝힙니다.

CNT이용 투명 전도성필름 제조기술

기술개요

탄소나노튜브와 바인더가 혼합된 일액형 코팅액을 이용한 유연 투명전극 코팅 기술이다.

기술의 필요성

기존 ITO막은 유연성이 없기 때문에 폴리머기질 등의 플렉시블한 재질에는 사용하지 못하는 단점이 있으며, 고온, 고압 환경 하에서 제조가 가능하므
로 생산단가가 높아지는 문제점이 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 최근에는 여러 종류의 기질 상면에 탄소나노튜브를 코팅하는 기술이 널리 연
구되고 있으며, 탄소나노튜브는 전도성 구현에 있어 이상적인 재료로 표면기능화를 통해 기질에서의 결합력을 향상시킬 수 있어 그 용도가 무한할 것
으로 예상된다.

기술의 차별성 및 효과

탄소나노튜브, 용매, 바인더, 안정제, 균일재 등 5개 이상으로 구성된 성분들을 포함하는 하나의 코팅액(일액형 코팅액)을 제조하고 코팅하여 고투과
도와 고전도성을 지니는 필름을 제조하는 기술로서, 기존의 투명전극으로 사용되는 ITO 필름을 대체할 수 있고, 유연한 탄소나노튜브 필름은 미래 유
연소자의 전극으로 활용이 가능하다.

기술개발 내용

- CNT/바인더 또는 CNT/금속나노와이어/바인더 일액형 코팅액 제조
- 스프레이 및 롤투를 방식을 통해 고분자 기판에 박막 코팅하여 저항막 및 정전용량 방식 터치패널용 투명전극 제조
- 가시광선 투과율 90% 대비 80 Ω /sq의 특성을 구현

기술 구현

본 기술은 고투과도 저저항 구현이 가능하여 각종 터치패널용 투명전극, 투명히터, 투명 전자파 차폐 등에 적용이 가능하다.

수요처 및 시장전망

- 1) 수요처
 - CNT기반 전도성 잉크 업체
 - 투명전극 업체
 - 디스플레이 업체
 - 조명 제조업체
- 2) 시장전망
 - 투명전극 시장은 50억불 이상의 매우 큰 시장을 형성하고 있고 향후 각종 스마트 기기의 보급 확대로 그 시장이 더욱 확장될 것으로 전망된다.
 - 특히, 휘어지는 디스플레이, 조명, 터치패널 등 보다 유연한 전자기기의 출시가 예상되는바 플라스틱 기판에 형성되는 유연 투명전극 시장이 크게 확대될 것으로 예상된다.

관련지적재산권

- 특허 6건
- 1) 산화그래핀에 의해 전도성이 향상된 탄소나노튜브 필름
(출원번호 : KR 2011-0120302)
- 2) 탄소나노튜브가 코팅된 폴리카보네이트 투명전도성 필름 및 이를 이용한 터치패널
(출원번호 : KR 2008-0080045)
- 3) Transparent conductive films containing carbon nanotubes and touch panel
(출원번호 : US 2008-247005)
- 4) 일액형 탄소나노튜브 바인더 혼합액을 이용한 투명전도성필름의 제조방법 및 이에 의한 투명전도성 필름
(출원번호 : KR 2008-0069456)
- 5) 일함수가 제어된 탄소나노소재와 금속나노와이어 하이브리드 투명전도성 필름 및 그 제조방법
(출원번호 : KR 2014-0041369)
- 6) WORK FUNCTION-CONTROLLED CARBON NANOMATERIAL AND METAL NANOWIRE HYBRID TRANSPARENT CONDUCTIVE FILM
AND METHOD FOR MANUFACTURING SAME
(출원번호 : US 2016-070607)

연구자 한중탁	소속 나노융합기술연구센터	연락처 055-280-1678	이메일 jthan@keri.re.kr
기술이전 담당자 이동문	소속 성과확산실	연락처 055-280-1076	이메일 dmlee@keri.re.kr

탄소나노소재 기반 고전도성 페이스트 제조 및 유연전극 응용기술

기술개요

탄소나노튜브, 그래핀과 같은 탄소나노소재는 유연하고 기계적 강도가 우수하며 저온에서 공정이 가능하여 유연전극으로의 응용 유망한 소재이다. 이러한 탄소나노소재를 이용한 고전도성 페이스트 기술은 기존 전도성 페이스트가 사용되는 인쇄전자분야뿐만 아니라 고점도 페이스트를 이용하는 전도성 섬유제조 및 탄소소재를 주로 사용하는 에너지 저장소자용 페이스트로의 활용이 가능하여 실용화 측면에서 매우 유용하다.

기술의 필요성

기존 기술은 계면활성제 등의 분산제를 사용하거나 소재 표면에 결함(defect)을 형성시키는 방법은 탄소나노소재의 전기전도도를 저해시키므로 고전도성과 고점도를 갖는 페이스트를 제조 하는 데는 기술적 한계가 있다.

따라서, 탄소나노소재의 전기전도도를 그대로 유지한 상태에서 가능한 고농도, 고점도의 전도성 페이스트를 제조하는 것은 탄소나노소재의 유연전극 응용의 실용화 측면에서 매우 중요한 기술이다.

기술의 차별성 및 효과

- 탄소나노소재의 손상을 최소화하고 4개의 수소결합이 동시에 이루어질 수 있는 기능기를 도입한 무분산제형 탄소나노소재 고농도, 고전도성 페이스트 제조기술이다.
- 탄소나노소재 간 '반데르발스힘'을 극복하게 함으로써 고농도의 전도성 페이스트 제조가 가능하게 한다.
- 고전도성을 유지하고 다양한 이종소재와의 융합이 매우 용이하기 때문에 미래 유연기판에 적용이 가능한 인쇄용, 전도성 섬유용 전도성 페이스트 뿐만 아니라 미래형 신축전극, 에너지 소자전극 등에 다각적으로 활용이 가능한 원천기술이다.

기술 구현

본 기술에 의한 탄소나노소재는 투명전도성 필름, 태양전지, 연료전지 등에 적용 가능하다.

수요처 및 시장전망

- 1) 수요처
 - 탄소나노소재 고농도 페이스트 제조업체
 - 투명전도성 필름 제조업체
 - 태양전지 제조업체
 - 이차전지 제조업체
- 2) 시장전망
 - 국내 탄소나노소재 시장규모는 2025년까지 1조 257억 원으로 규모가 확대될 것으로 전망된다.
 - 탄소나노소재는 기존 소재를 대체하는 방향으로 사용되며 활용도가 다양하게 검증되어 응용 가치가 높다.
 - 기존의 ITO 투명전극을 대체하는 물질로, 탄소나노소재를 이용한 투명전극 등 전기전도성 복합체 시장에서 가장 활성화 되어 있다.

관련지적재산권

- 특허 4건

- 1) 다중수소결합에 의해 고차구조를 지니는 탄소나노소재를 이용한 인쇄용 전도성 페이스트 조성물 및 그 제조방법
(출원번호 : KR 2013-0116344)
- 2) 다중수소결합에 의해 고차구조를 지니는 탄소나노소재를 이용한 전도성 분산액 조성물
(출원번호 : KR 2013-0041122)
- 3) 다중수소결합에 의해 고차구조를 지니는 탄소나노소재를 상대전극으로 이용한 염료감응 태양전지
(출원번호 : KR 2012-0111522)
- 4) 다중수소결합에 의해 고차구조를 지니는 탄소나노소재와 금속나노소재를 하이브리드하여 형성된 고전도성 소재 및 그 제조방법
(출원번호 : KR 2013-0035281)

연구자 한중탁	소속 나노융합기술연구센터	연락처 055-280-1678	이메일 jthan@keri.re.kr
기술이전 담당자 이동문	소속 성과확산실	연락처 055-280-1076	이메일 dmlee@keri.re.kr

탄소나노소재와 나노금속 복합체 제조기술

기술개요

탄소나노소재를 전기전도성이 매우 높은 인쇄전극으로 활용하기 위해서는 금속소재와 복합화 할 필요가 있다. 본 기술은 자연에서 단백질을 템플 레이트로 하여 calcium carbonate나 calcium phostate가 결정화된단지 금속입자가 형성되는 반응을 모사한 기술로 탄소나노소재 표면에 많은 금속이온과 상호작용할 수 있는 화학적 관능기를 도입함으로써 추가적인 첨가제 도움 없이 나노벨트 모양의 금속입자를 탄소나노소재와 복합화 하는 기술에 관한 것이다.

기술의 필요성

종래기술은 단순히 산처리를 통해 기능화 된 탄소나노소재 표면에 구형의 금속입자를 도입하는 연구가 주를 이루고, 나노와이어나 나노벨트 형상의 금속입자를 제조하기 위해서는 계면활성제나, 고분자 등의 첨가제를 필수적으로 첨가해야한다.

0차원의 구형입자에 비해 1차원 또는 2차원의 이방성 금속입자의 경우 적은 함량으로 높은 전기전도도를 나타낸단든지, 이방성 구조에 의해 스트레 인 센서로의 활용이 가능할 것이다.

기술의 차별성 및 효과

- 기존 기술에서는 탄소나노소재 표면에서 구형의 금속 나노입자를 도입할 수 있었지만, 본 기술은 탄소나노튜브나 그래핀과 은나노벨트를 복합화 하여 합성할 수 있고 기타 첨가제를 사용하지 않기 때문에 별도의 정제과정이 없이 사용이 가능한 장점을 지니고 있다.
- 나노벨트와 같이 이방성 구조의 금속과 탄소나노소재가 복합화되어 있기 때문에 고변형에도 전기전도도가 유지되는 신축전극에 활용이 가능하다.
- 전도성 섬유의 전도성 필러로 활용할 경우 변형에 의한 저항변화에 의해 변화를 감지하는 스트레인 센서에 활용이 가능하다.
- 그래핀을 저가 구리입자와 복합화하는 경우 가격경쟁력뿐만 아니라 구리의 산화문제를 해결할 수 있다.

기술 구현

본 기술에 의한 탄소나노소재/나노금속 복합체 기술은 인쇄전극, 신축전극, 전도성 섬유, 각종 센서 등에 적용 가능하다.

수요처 및 시장전망

- 1) 수요처
 - 전도성 페이스트 제조업체
 - 전도성 필러 제조업체
- 2) 시장전망
 - 전도성 잉크 및 페이스트 비즈니스는 2014년 20억 달러 규모의 매우 큰 시장을 형성하고 있다.
 - 향후 플렉서블 디바이스, 웨어러블 디바이스 시장이 확대될 것으로 예상되는바 전도성 소재 및 이를 이용한 잉크 및 페이스트 시장은 연평균 3.2% 이상의 매우 빠른 성장이 예상된다. (출처: IDTechEx, 전도성 잉크 시장전망 2014-2024)

관련지적재산권

- 특허 4건

- 1) 나노금속과 탄소나노소재의 복합체 제조방법
(출원번호 : KR 2015-0131322)
- 2) 탄소나노소재와 금속나노소재가 복합화된 고전도성 고분자복합체 전도성 섬유 및 그 제조방법
(출원번호 : KR 2014-0067891)
- 3) 쿠에트-테일러 반응을 이용한 은입자와 탄소나노소재 복합체 제조방법
(출원번호 : KR 2015-0025309)
- 4) 이차원 나노구조 물질을 이용한 고전도성 잉크 제조방법
(출원번호 : KR 2014-0093865)

연구자 한중탁	소속 나노융합기술연구센터	연락처 055-280-1678	이메일 jithan@keri.re.kr
기술이전 담당자 이동문	소속 성과확산실	연락처 055-280-1076	이메일 dmlee@keri.re.kr

기획특집

탄소기반의 나노기술, 하이브리드 방열시트

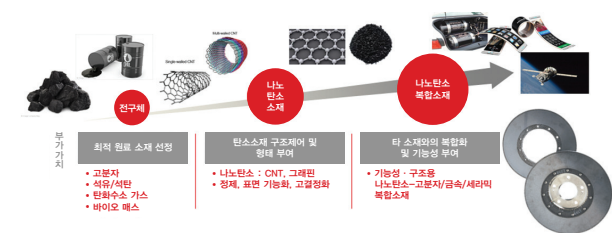
나노탄소소재 실용화 지원센터, 양철민 센터장

제조업에 있어 원가절감 및 생산성 향상을 위한 업계의 연구가 활발하다. 비단 국내뿐만 아니라 전 세계 국가들이 미래 소재를 발굴하는 데 많은 노력들을 기울이고 있다. 최근 환경규제를 비롯해 이를 해결하려는 움직임이 활발해지고 있으며, 자동차 업계뿐만 아니라 전자기기, 의료기기, 신재생에너지 등 산업에서의 초경량, 고강도, 전도성, 고방열, 전자파 흡수, 에너지 저장능력 등 다기능성 소재의 요구가 증대되고 있는 것이다.



나노탄소소재 실용화 지원센터

나노탄소소재는 나노미터(nm) 스케일의 탄소입자로 구성된 물질로써 기존소재의 한계를 뛰어 넘을 수 있는 고성능 신소재이다. 대표적으로 탄소나노튜브(Carbon Nanotube)와 그래핀(Graphene)을 들 수 있는데, 이러한 나노탄소소재와 고분자/금속/세라믹 등의 기지(matrix)와 복합화한 소재를 나노탄소복합소재라 부른다. 나노탄소복합소재는 전기/열 전도성 등을 향상시킨 기능성 복합소재와 기계적 강도를 향상시킨 구조용 복합소재로 분류할 수 있다.



▶ 나노탄소소재의 Value-chain

나노탄소소재의 주요시장은 복합소재이며, value chain은 원소재, 중간재(복합소재), 최종제품(모듈제품, 완제품)으로 구성되어 있으며, 원소재인 나노탄소소재에서부터 최종제품에 이르기까지 상용화에 있어

서 기술적, 환경적 장벽이 각 단계별로 여전히 존재하고 있는 상황이다. 대표적인 나노탄소소재인 탄소나노튜브는 소재 자체의 우수한 특성과 정부의 많은 연구개발 투자에도 불구하고 관련 시장의 성장이 미약한 상황이다.

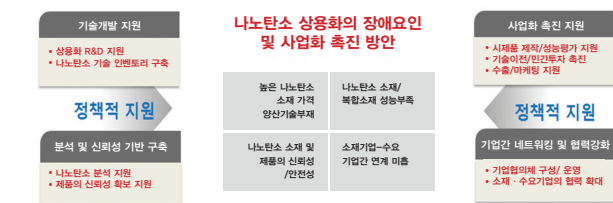
최근 탄소나노튜브 소재의 가격하락 및 적용분야 확대 등으로 상용화가 활발해지는 추세이고 연구개발 단계에서 벗어나고 있는 현 시점에서 탄소나노튜브의 실용화를 촉진시킬 대책 마련이 시급한 상황이다.

정부는 탄소나노튜브 실용화의 장애요인으로 높은 소재가격, 성능부족, 신뢰성 및 안전성 문제, 탄소나노튜브 소재 및 중간재 기업과 수요기업간의 연계 미흡의 4가지로 파악하고 있다. 따라서, 탄소나노튜브

상용화 촉진을 위한 정책적 지원 방안으로 시제품제작/성능평가 지원 등의 사업화 촉진 지원, 상용화 R&D지원 등의 기술개발 지원, 탄소나노튜브의 안전성/표준화 기반구축, 기업간 네트워킹/협력강화를 제시하였다.

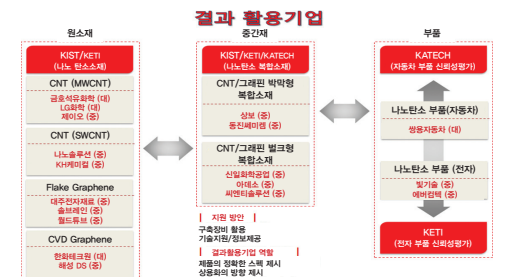
한편, 그래핀은 향후 투명전극, 에너지 디바이스 전극, 복합소재 등을 중심으로 시장이 본격적으로 형성될 것으로 예상하고 있고, 국내 그래핀 잠재 수요산업은 세계적 수준으로 소재기업과 수요기업 간 긴밀한 협업체제 구축 시 그래핀 소재부품 산업의 세계시장 선도가 가능할 것으로 기대되고 있다.

그래핀 상용화 촉진을 위해 정부는 그래핀 상용화를 위한 R&D지원, 그래핀 수요-공급 기업 연계사업 추진, 수요-공급기업 네트워킹 구축 지원, 민간 투자 및 마케팅 지원을 정책 방향으로 제시하였다. 이러한 상황에서 그래핀 소재 원천기술 확보 및 소재의 양산기술 개발, 그래핀 중간재 및 응용부품 개발 등 사업화 지원을 위한 기반구축 사업의 필요성이 대두되었다.



산업통상자원부는 나노탄소소재의 실용화를 촉진시키기 위해 한국과학기술연구원(KIST) 전북분원(전라북도 완주군 소재)을 주관기관, 전자부품연구원, 자동차부품연구원을 참여기관으로 선정하여, 2015년 12월부터 5년간 총사업비 99억 원(국비 73억 원, 지방비 16억 원, 민자 10억 원)으로 나노탄소소재 실용화지원 기반구축사업을 지원하고 있다.

또한, 나노탄소소재 원소재-중간재-부품 관련 18개 결과 활용기업이 본 사업에 참여하고 있는데, 본 사업으로부터 구축장비 활용지원과 기술지원을 받고 제품의 정확한 스펙제시 및 상용화의 방향제시 등의 역할을 담당하고 있다.



나노탄소소재 실용화 지원센터는 나노탄소소재 및 나노탄소복합소재/부품 관련 기업의 R&D 및 제품개발을 위한 분석/평가 및 공정 인프라를 구축하여 공동으로 활용하게 함으로써, 나노탄소소재 및 나노탄소복합소재/부품의 신뢰성 향상 및 시제품제작 지원을 통한 나노탄소소재의 실용화를 촉진시키고, 최종적으로 자동차 및 전기/전자 산업 등으로의 적용을 확대시켜 관련 산업의 활성화를 도모하기 위한 기반 구축사업이다. 추가적으로 산업적 수요대응 및 고부가가치 제품의 사업화 지원, 나노탄소 기술분야의 전문가 네트워크 구축을 통해 나노탄소 및 나노탄소복합소재의 실용화를 촉진시키기 위한 사업이다. 탄소나노튜브, 그래핀, 나노탄소섬유 등과 같은 나노탄소소재 및 기능성/구조용 복합소재를 기반구축 사업의 지원 대상으로 하고 있다.



나노탄소소재 실용화 지원센터는 전라북도와의 유기적 협력을 통한 센터의 안정적 운영 및 나노탄소소재 관련 결과활용기업의 확대를 꾀하고 있다. 전라북도가 도내 탄소기업 지원을 위해 분석 및 공정장비 및 시제품제작을 지원해 주는 지자체 사업인 “탄소기업 R&D 경쟁력 강화”를 위한 지원 사업을 통해 탄소소재 관련 산업체가 본 센터의 장비를 활용하는데 있어서 직간접적인 지원이 이루어지고 있으며, 한국과학기술연구원 내 중소기업지원센터와의 협업을 통한 산업체 지원업무의 활성화를 도모하고 있다.

탄소 및 세라믹 소재 기반 방열소재 기술

최근 전자기기가 소형화 되고 고성능화됨에 따라 전자기기내의 발열량이 증가하고 있다. 따라서 이러한 전자기기내의 발열량을 효율적으로 방출시키기 위한 방열부품에 대한 관심이 높아지고 있다. 한 통계 자료에 의하면 전자기기의 고장은 55%가 온도에 의한 것으로 발열 문제는 전자기기의 내열성 및 장수명화의 관점에서 중요한 문제점 중 하나이다. 또한, 전기자동차 등 차세대 자동차의 등장으로 인하여 경량이면서 고방열 특성을 갖는 소재에 대한 요구가 증대되고 있다.



▶ 대표적 방열 부품 적용분야

경량소재인 고분자의 열전도도를 향상시키기 위해서는 열전도성 필러를 고분자 수지에 고르게 분산시켜 열 이동경로를 확보해야 한다. 그러므로 열전도성 고분자 복합소재 제조 시 고열전도성의 고분자 수지와 필러가 필요하고, 필러의 형상 및 크기, 필러의 첨가량 등을 고려하여 복합화 조건을 최적화 하는 연구가 필요하다. 따라서 탄소섬유, 흑연과 같은 마이크로 스케일의 필러와 탄소나노튜브, 그래핀과 같은 나노 스케일의 필러를 하이브리드 시킴으로써 열전도도 향상을 극대화시키는 연구를 수행중이다. 또한, 전자기기의 박형화에 따라 방열시트에 대한 관심도 높아지고 있다. 방열시트는 열전도성이 우수한 탄소재료를 주로 이용하는데 탄소재료 방열시트는 얇고 유연하며 높은 열전도도 값을 보이는 특성이 있다.

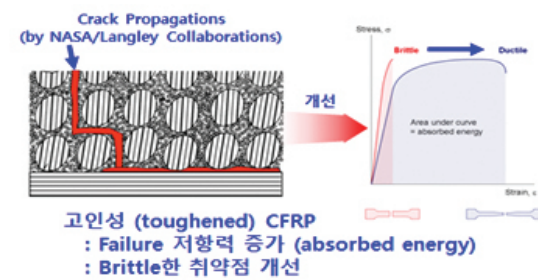
현재 탄소재료 방열시트는 천연흑연시트와 인조흑연시트가 주로 이용되고 있다. 그러나 흑연계 방열시트의 경우 높은 전기전도성 때문에 절연성이 요구되는 적용 분야에서는 사용이 제한되고, 사용하더라도 고분자필름 등의 절연층을 추가함으로써 흑연시트 고유의 우수한 열전도성이 크게 감소되게 된다. 따라서 절연성이면서 고열전도성을 유지하는 열전도성 소재 및 이를 이용한 방열시트 개발을 위한 연구를 수행하고 있다.

차세대 자동차의 핵심소재, 나노탄소소재 기반 고인성·난연성 복합소재 기술

지구 온난화와 화석연료 고갈 등의 환경문제로 자동차의 경량화를 통한 연비를 향상시키고 그에 따른 이산화탄소 발생을 저감하려는 시도가 계속되어 오고 있다. 그러한 상황에서 친환경자동차 개발에 박차를 가하고 있다. 이러한 차세대 친환경자동차의 개발에 따라 반드시 필요한 기술이 자동차를 가볍게 만드는 경량화 기술이다. 자동차 경량화 기술로서 탁월한 경량화 효과 및 우수한 기계적 물성을 지닌 탄소섬유 강화 고분자 복합소재 (carbon fiber reinforced plastic; CFRP)의 도입이 적극적으로 시도되고 있다. 이러한 추세에 따라 경량이면서 고강도, 다기능성 CFRP의 제조 및 응용 기술이 크게 주목 받고 있다.

CFRP의 고인성화 기술을 이용한 고성능 복합소재 제조기술은 자동차 및 항공산업의 발달로 인하여 주목받고 있는 기술로서, 국내 기술력이 매우 취약한 분야로 해당 분야의 시장진입을 위해서는 기술개발이 시급한 상황이다. 본 연구실에서는 다양한 나노필러를 설계하여 이를 CFRP의 고인성화를 위해 적용하는 기술개발을 수행하고 있다.

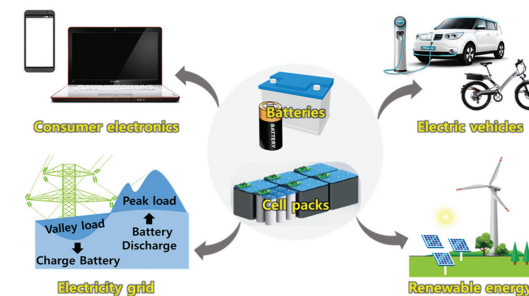
CFRP는 탄소섬유와 고분자수지가 복합화 된 형태이기 때문에 고분자 수지가 열 및 화재에 취약하여 온도의 상승에 따라 일어나는 기계적 물성 감소와 연소과정에서 연기 및 유해 물질이 발생하여 복합소재의 폭넓은 활용에 걸림돌이 되고 있다. 본 연구실에서는 기존 할로겐계 난연재의 사용에 대해 환경규제가 강화됨에 따라 보다 유해성이 낮은 인계 난연재, 적은 첨가량으로도 높은 난연 성능을 나타내는 나노탄소 기반 난연필러 등의 개발을 진행 중에 있다.



▶ 고인성 섬유강화 복합소재 개발의 필요성

에너지저장 장치의 나노탄소기반 핵심소재 기술

전기자동차는 에너지 공급과 지구 환경 문제에 대처하는 적절한 수송 시스템으로서 주목받고 있다. 최근, 하이브리드 전기자동차용 전원으로 초고용량 커패시터와 리튬이온전지 등의 연구 개발이 활발하게 진행되어 오고 있어, 에너지 저장 매체의 대용량화에 대한 요구가 커져가고 있다. 하지만, 전기자동차의 원활하고 효율적인 사용을 위해서는 고에너지밀도와 고출력밀도 그리고 개선된 안전성이 요구된다. 특히, 전기자동차의 경우, 에너지밀도는 일회 충전시의 주행거리, 출력밀도는 가속 기능과 밀접하게 연관되어 있는 중요한 요소이다.



▶ 대표적 에너지저장 장치의 적용분야

초고용량 커패시터와 리튬이온전지를 전기자동차의 동력장치로 적용하기 위해서는 기존 물질에 나노기술을 적용하거나 새로운 재료와 다양한 기술들의 응용을 통해 새로운 전극물질을 개발해야 하는 당면 과제를 가지고 있다. 본 연구실에서는 탄소계 전극소재에 대한 이중원소 도핑기술, 타 소재와의 하이브리드기술, 집전체-전극간 계면결합력 및 전도성향상 기술 등을 통해 에너지저장 장치의 고성능화 및 향상된 안전성을 구현하기 위한 연구개발을 진행 중에 있다.



나노탄소소재 실용화 지원센터장 양철민 책임연구원

- 한국과학기술연구원 복합소재기술연구소 다기능구조용복합소재연구센터 센터장/책임연구원 (2012~현재)
- 주)효성 기술원 나노탄소/복합소재연구팀 팀장/부장 (2008~2012) - 한국탄소학회 운영이사 (2015~현재)
- 일본 Chiba University 화학과 연구원 (2006~2008)
- 성균관대학교 연구교수 (2003~2006)
- 일본과학기술진흥기구 NEC연구소 연구원 (2001~2003)

나노탄소소재 실용화 지원센터장이자 한국과학기술연구원(KIST) 다기능구조용복합소재연구센터장인 양철민 박사를 만나, 현재 탄소기반 나노복합소재 연구개발에 대한 이야기를 들어봤다.

Q. 탄소나노튜브나 그래핀 등의 나노탄소 고분자 복합재료가 오랫동안 차세대 신소재로 각광받고 있는 것에 대한 박사님의 생각은 어떠한지?

A. 우수한 성능과 많은 사람들의 관심에 비해서는 아직 시장이 초기단계로, 나노탄소의 경우 주재료 보다는 보조 재료로써 사용되기 때문에 기술적 해결점이 필요한 시점이다. 그러나 최근에는 배터리 전극으로 사용하기 위한 시도가 이루어지고 있으며, 이러한 시도들이 시장을 확대하는 계기가 될 것으로 판단된다.

Q. 탄소나노구조체를 기반으로 한 방열소재 제조 관련 특허를 보유하고 있는데, 최근에도 연구개발을 진행하고 있는지?

A. 방열소재 분야는 현재 가장 중점적으로 연구개발하고 있는 분야이다. 방열소재에는 절연형과 비절연형(전도성)의 두 가지 종류가 있는데, 탄소는 기본적으로 전도성으로 들어간다. 현재 시장에서는 인조흑연을 이용한 방열시트 부분이 큰 부분을 차지하고 있으나 절연형 소재를 더 요구하고 있다. 이를 위해 BN이나 AlN 등의 세라믹 계열이 사용되고 있으나, 열전도도가 약하고 가격이 비싸 시장 확대에 어려움이 존재한다. 이러한 한계점을 극복하기 위해 최근에는 카본소재와 세라믹을 이용한 하이브리드 소재를 개발하는데 주력하고 있다.

* 본 내용은 국가과학기술연구회(NST)의 공식적인 입장이 아님을 밝힙니다.

Q. 본 기술은 어떤 시장을 기술사업화 수요 시장으로 바라보는가?

A. 현재 본 기술은 사업화를 목적으로 하고 있으며, 전기전자 부품, 스마트폰, 태블릿 PC 등 집적화되어 있는 분야와 LED조명, 일반조명 등을 수요시장으로 보고 있다. 실제로 본 기술을 접목시킨 조명을 사용하고 있다.

Q. 방열소재 시장 현황과 본 기술의 상용화 시점은 언제로 예상하나?

A. 방열소재 분야는 소재에 따라서 시장이 다르다. 현재 방열시트 시장은 이미 큰 시장이 형성되어 있으나, 방열 복합소재(플라스틱) 시장은 초기시장으로 개척이 필요한 부분이다.

고열전도성 방열시트 제조기술

기술개요

본 기술은 탄소나노튜브(CNT)와 탄소섬유, 흑연, 금속 입자를 혼합하여 방열특성을 개선하는 유연성을 갖는 하이브리드 방열시트 및 이를 포함하는 폴리머 복합체의 제조방법에 관한 기술이다. 탄소나노튜브와 함께 사용되는 탄소섬유, 흑연, 금속 입자는 다수의 열 접촉저항과 긴 열 경로를 줄여주어 열전도도를 개선시킬 수 있다.

기술의 필요성

최근 전자소자와 광소자 부품들이 고집적화 및 소형화되면서 많은 열을 발생하게 되었으며, 이러한 발생된 고온의 열로 인하여 소자 동작 특성 저하와 신뢰성/안전성 문제가 야기되고 있다. 특히, 이러한 문제로 인하여 현재 스마트폰, 태블릿PC, LED 조명 등의 동작수명이 매우 짧아졌으며, 원하는 광 출력만큼 소자가 작동하지 않는 현상이 발생되고 있어 고열전도성 특성을 가지면서 소형/박형의 전자제품에 사용될 수 있는 유연한 방열시트 개발이 요구된다.

기술의 차별성 및 효과

마이크로 및 나노 스케일의 탄소소재를 하이브리드화 함으로써 유연성과 최적 열전달 경로를 확보할 수 있는 기술이다.

기술 구현

본 기술에 의한 탄소계 고열전도성 시트 제조기술은 다양한 전자기기의 방열특성을 개선시킬 수 있는 분야에 적용 가능하다.

수요처 및 시장전망

- 1) 수요처
 - 방열시트 제조업체
- 2) 시장전망
 - 향후 자동차, 전기/전자, 조명 산업에서의 경량/고방열 소재 요구의 증대에 따라 2014년 6조원에서 2018년 8조원의 세계시장으로 성장할 것으로 예상된다. (출처: 2014년 열제어 방열부재 시장의 현상과 신용도 전개, 후지경제/2014)

관련지적재산권

- 특허 2건

1) 고열전도성 하이브리드 시트 및 그 제조방법
(등록번호 : KR 1644559)

2) 탄소나노튜브 기반 하이브리드 방열시트 및 그 제조방법
(등록번호 : KR 1681291)

연구자 양철민	소속 한국과학기술연구원	연락처 063-219-8143	이메일 cmyang1119@kist.re.kr
기술이전 담당자 최정희	소속 한국과학기술연구원 연구성과확산팀	연락처 02-958-6882	이메일 choibit@kist.re.kr

보론나이트라이드 방열 층 형성을 통한 절연/열전도성 소재/부품 제조기술

기술개요

- 탄소층을 형성하고 이를 보론나이트라이드 (BN) 층으로 전환하는 기술을 이용하여 다양한 방열부품에 적용할 수 있는 기술이다.
- 발광소자의 발광 특성을 개선할 수 있는 BN 방열 패턴층을 갖는 기판을 채용한 발광소자 및 그 제조방법에 관한 기술이다.
- 열 흡수층 및 BN 열방출층을 구비하여 방열특성이 개선된 방열시트 및 이의 제조방법에 관한 기술이다.
- BN 층을 형성하여 전계효과 트랜지스터 소자를 제조하는 기술이다.
- 방열특성이 우수하여 태양광 직사에 의한 가열 및 광전변환시 발생하는 폐열로 인한 태양전지 모듈의 성능저하를 효과적으로 방지할 수 있는 BN 층이 구비된 태양전지 모듈용 백시트를 제조하는 기술이다.

기술의 필요성

최근 전자소자와 광소자 부품들이 고집적화 및 소형화되면서 많은 열을 발생하게 되었으며, 이러한 발생된 고온의 열로 인하여 소자 동작 특성 저하와 신뢰성/안전성 문제가 야기되고 있다. 특히, 이러한 문제로 인하여 현재 스마트폰, 태블릿PC, LED 조명 등의 동작수명이 매우 짧아졌으며, 원하는 광 출력만큼 소자가 작동하지 않는 현상이 발생되고 있어 고열전도성 특성을 가지면서 소형/박형의 전자제품에 사용될 수 있는 유연한 방열시트 개발이 요구된다.

기술의 차별성 및 효과

절연특성의 방열소재에 대한 요구가 강한 상황에서 탄소층을 절연이면서 열전도도가 우수한 BN층으로 전환하는 기술로써 우수한 열전도도와 전기적 절연특성을 동시에 구현할 수 있는 기술로써 다양한 응용분야에 적용할 수 있다.

기술 구현

본 기술에 의한 BN계 열전도성 층 형성 기술은 범용적인 전자기기용 방열시트, 전계효과 트랜지스터 소자, 태양광 백시트, LED 조명 등의 방열 특성을 개선시킬 수 있는 분야에 적용 가능하다.

수요처 및 시장전망

- 1) 수요처
- 방열시트 제조업체
 - 태양전지용 백시트 제조업체
- 2) 시장전망
- 향후 자동차, 전기/전자, 조명 산업에서의 경량/고방열 소재 요구의 증대에 따라 2014년 6조원에서 2018년 8조원의 세계시장으로 성장할 것으로 예상된다. (출처: 2014년 열제어 방열부재 시장의 현상과 신용도 전개, 후지경제/2014)

관련지적재산권

- 특허 4건
- 1) 보론 나이트라이드 방열 패턴층을 갖는 기판을 채용한 발광 소자 및 그 제조방법 (출원번호 : KR 2015-0010031)
- 2) 열 흡수 층 및 열 방출 층을 포함하는 방열 시트 및 이의 제조방법 (출원번호 : KR 2015-0010032)
- 3) 보론 나이트라이드(BN) 층의 연속적인 형성 방법, 이를 이용한 전계 효과 트랜지스터 소자의 제조 방법, 및 이로부터 제조된 전계 효과 트랜지스터 (출원번호 : KR 2015-0017477)
- 4) 태양전지 모듈용 고방열 백시트와 이의 제조방법 및 이를 포함하는 태양전지 모듈 (출원번호 : KR 2015-0018890)

연구자 양철민	소속 한국과학기술연구원	연락처 063-219-8143	이메일 cmyang1119@kist.re.kr
기술이전 담당자 최정희	소속 한국과학기술연구원 연구성과확산팀	연락처 02-958-6882	이메일 choibit@kist.re.kr

기획특집

탄소나노섬유와 나노입자의 융합

한국과학기술연구원(KIST) 탄소융합소재연구센터, 이성호 책임연구원

한국과학기술연구원(KIST) 전북분원 복합소재기술연구소(Institute of Advanced Composite Materials)는 우리나라 복합소재산업 발전을 견인할 전문국책연구소로 전라북도 완주군에 2008년 설립되어 지역전략산업육성과 연계하여 복합소재분야의 첨단 원천 소재개발, 기업지원 및 인력육성 기능을 수행 중에 있다. 현재까지는 양자응용복합소재, 탄소융합소재, 다기능구조용복합소재의 3개의 연구센터를 운영하고 있으며, 탄소계 복합소재를 비롯하여 고성능, 고부가가치를 갖는 최첨단 복합소재 원천기술개발에 연구역량을 집중하고, 중점 연구 분야로 탄소섬유 개발, 나노필러 개발, 기지수지 개발, 기능성 신소재 개발, 구조용 복합재료 공정기술 개발, 복합재료 재활용기술 개발을 수행하고 있다.

탄소융합소재연구센터



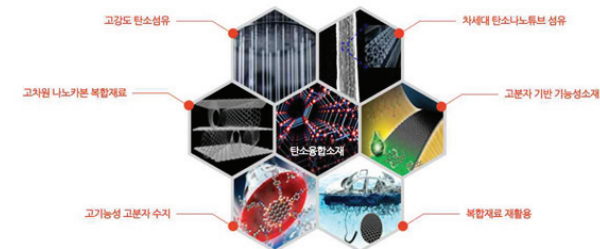
탄소융합소재연구센터(Carbon Composite Materials Research Center)는 복합소재의 근간이 되는 탄소 관련 물질의 개발과 융합연구를 위해 설립된 센터로서 탄소소재를 이용한 고성능, 고부가가치 복합소재개발을 목표로 탄소섬유, 탄소나노튜브, 그래핀과 같은 다양한 탄소재료의 제조, 섬유화, 고성능화, 고기능화 연구뿐만 아니라 이들 재료를 이용한 고분자 복합소재에 이르기까지 광범위한 연구를 수행하고 있다. 또한, 고분자 소재의 재활용 및 수리 연구를 통해 탄소섬유복합소재의 친환경성과 자원 재순환 문제를 해결하는 중추적인 역할을 수행하고 있다.

탄소소재는 극한의 물성을 보여주는 소재로서 강도, 탄성률이 우수하여 구조용 복합소재로 적용이 가능할 뿐만 아니라 전기 및 열 전도성이 우수하여 다양한 고성능 복합소재로의 응용이 활발히 연구되고 있으며, 탄소융합소재연구센터는 극한물성을 가진 탄소소재를 이용한 고성능 복합소재 개발을 통해 대부분 수입에 의존하고 있는 국내 탄소산업을 육성할 뿐만 아니라 탄소복합소재의 고부가가치화를 위한 원천기술개발에 매진하고 있다.

탄소융합소재연구센터



탄소융합소재연구센터 연구 분야



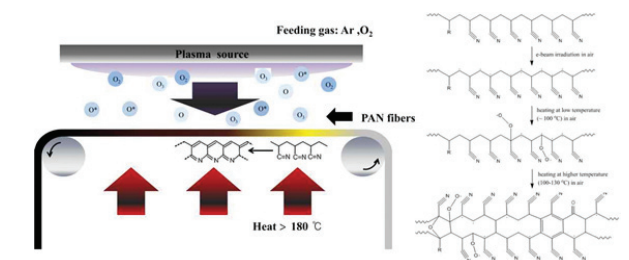
탄소융합소재연구센터에서는 탄소섬유, 탄소나노튜브섬유, 나노카본 복합재료, 복합소재용 기능성 고분자 수지, 복합재료 재활용 등 다양한 연구 분야를 재료공학, 화학공학, 고분자 공학, 화학 등의 전공자들이 모여 유기적으로 협업하여 원천기술을 확보하고 있다.

저비용의 '탄소섬유'

탄소섬유(Carbon fibers)는 무게 대비 인장강도 및 탄성률이 높아 경량과 고강도가 동시에 요구되는 복합구조체를 구성하는 보강재료로 각광을 받고 있다. 또한, 물리적 강도뿐만이 아닌 탄소재료 고유의 화학적, 열적 안정성으로 인하여 극한 환경에서의 적용재료로 현존하는

탄소섬유의 인장물성은 잠재적인 이론인장물성에 비하여 낮은 편으로, 현재 타 재료와 비교하여 높은 강도에도 불구하고 고강도화 연구가 지속적으로 이루어지고 있다.

또 하나의 탄소섬유 연구에서의 이슈는 저가화이다. 탄소섬유는 기존 구조체 재료와 비교하여 높은 가격으로 인하여 다방면에서의 상용화에 제한이 있는 실정이다. 이에 상용성을 높이기 위한 탄소섬유 저가화 연구가 다방면으로 수행되고 있다.

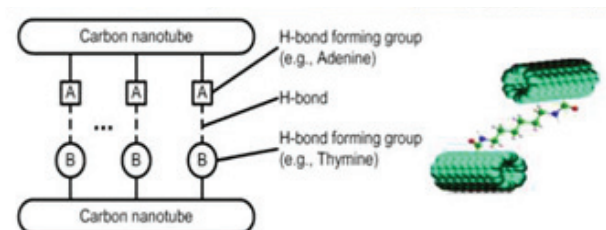
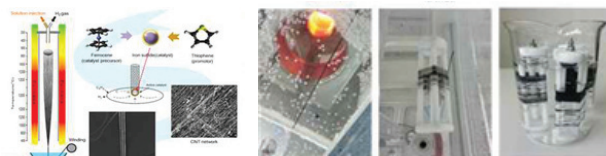


초경량 고강도/전도성 탄소나노튜브 섬유

CNT 섬유는 신율이 높아 기존의 섬유가 가지고 있는 특성을 그대로 보유하고 있으면서, 높은 전기전도도($>10,000 \text{ S/cm}$)를 가지는 유일한 전도성 섬유로 그 응용 분야가 넓을 것으로 예상되고 있으며, 향후 열리게 될 wearable device 분야에 핵심 소재가 될 것으로 기대된다.

또한, CNT가 나타낼 수 있는 이론적인 강도 수준은 기존 최고 물성의 탄소섬유인 T1000 (6.4 GPa)의 10배 이상이 되는 것으로 알려져 있으며 밀도 역시 기존 탄소섬유 밀도인 1.8보다 낮아 초경량 고강도 탄소섬유로 기대되고 있다.

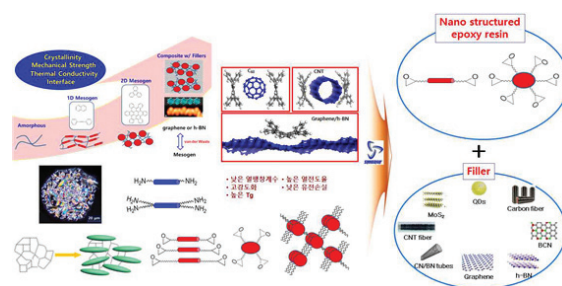
본 센터에서는 이러한 우수한 전기전도도(Ultra high electrical conductivity)와 기계적 강도(Ultra high-strength)를 동시에 만족하며 초경량(Ultra light weight) 초고열전도성(Ultra high thermal conductivity)을 만족시킬 수 있는 4U 복합소재용 CNT 섬유 개발을 추진하고 있다. 이러한 CNT섬유 원천기술은 차세대 탄소섬유분야 뿐만 아니라 우주/항공 분야, 에너지, 환경 분야에서 핵심소재가 될 수 있을 것으로 기대된다.



고기능성 복합소재용 고분자 수지 개발

21세기는 고분자 시대라고 해도 과언이 아닐 정도로 일상생활 주변에서 세라믹, 금속을 대체하여 고분자 재료가 사용되어 왔다. 그 활용 범위는 전 소재 분야로 확대되고 있는 중이며 계속해서 신기능의 발현이 요구되고 있다. 또한, 신기능성의 발현을 위해 복합소재의 형태로 응용 연구가 널리 진행되고 있으며, 특히 현재 상용화된 복합소재는 단순히 기존의 시판되는 수지에 필러 물질을 혼합하여 제조되고 있으나 최근 각 분야에서 요구하는 고기능성을 달성하기 위해서는 필러 물질과의 상호작용을 고려한 새로운 수지의 개발이 필수적으로 요구되고 있는 실정이다.

이에 따라, 복합소재에 가장 흔히 사용되는 에폭시 수지와 아크릴계 수지를 포함한 열경화성 수지를 비롯해 폴리이미드 등의 슈퍼 엔지니어링 플라스틱의 기능성 발현과 필러인 나노카본과 탄소섬유와의 상호작용을 고려한 설계부터 실제적 개발을 진행하고 있다.



탄소융합소재연구센터
이성호 책임연구원

- 한국과학기술연구원 책임연구원 (2009~현재)
- LS전선 책임연구원 (2008~2009)
- Clemson University(Post-Dock) (2007~2008)
- (주)한화 연구원 (1995~1999)

한국과학기술연구원(KIST) 탄소융합소재연구센터의 이성호 박사를 만나, 탄소나노섬유 관련 연구개발에 대한 이야기를 들어봤다.



Q. 현재 연구하고 있는 기술 중 탄소기반의 나노복합소재 관련 기술이 어떤 것들이 있나?

A. 탄소나노섬유 제조기술을 연구개발하고 있다. 탄소나노섬유는 전기방사 기술을 기반으로 부직포 형태의 고분자 섬유를 만들고, 탄소섬유와 같이 열처리를 하여 만들어지게 되는데, 탄소나노섬유만으로는 원하는 성능을 발휘하는데 어려움이 있을 수 있다. 이를 해결하기 위해 금속이나 세라믹과 같은 나노파티클을 여러 가지 방법으로 로딩함으로써 미세면적을 포집하거나 UV에 반응하여 물속에 있는 오염물질을 분해하는 광촉매 기술 등 나노 성능을 구현할 수 있는 부분으로 연구개발을 진행하고 있다.

Q. 본 기술을 사업화하기 위한 타깃 시장과 예상 상용화 시점은 언제로 생각하나?

A. 타이타늄옥사이드를 로딩한 기술의 경우 시멘트 등에서 나오는 유기물질을 분해시켜 새집증후군을 개선할 수 있는 제거제나 물 정화 시장에 사용될 수 있으며, 자동차와 화력발전소에서는 나노파티클이 황화수소를 포집하는데 사용될 수 있다. 현재 다양한 소재와 방법들을 통해서 관련기술을 개발하고 있는 회사들과 경쟁을 해야 하는데 본 기술은 높은 효율을 가지나 가격이 다소 높을 것으로 생각되어 회사의 관점에 따라 빠른 경우 2~3년 내에 상용화 될 수 있을 것으로 예상된다.

Q. 현재 상용화하는데 가장 큰 어려움은 무엇인가?

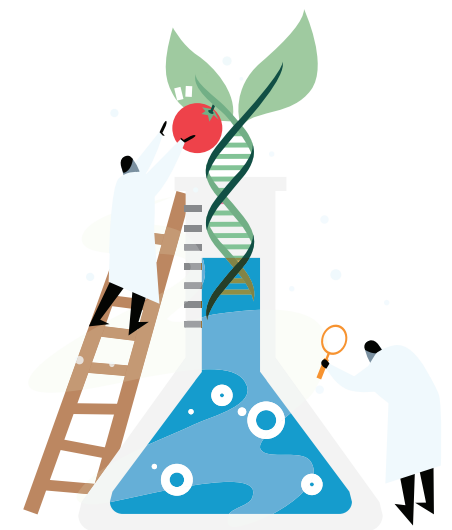
A. 현재 사용되는 나노파티클은 파우더 형태로 사용되고 있어 효율이 떨어지는 단점이 있다. 또한, 탄소나노섬유를 만드는 공정 중 하나인 전기방사는 대규모로 진행이 되며, 국내에서 전기방사를 사용하는 중소기업은 아직까지 적은 편으로 어려움이 존재한다.

Q. 본 기술 외에 나노복합소재 관련 연구개발 계획이 있나?

A. 다양한 나노파티클을 로딩한 제품은 소재에 따라 응용분야가 무궁무진하다. 따라서 이차전지의 촉매나 탄소소재 자체를 음극소재로 사용하는 기술들을 연구하며, 최근에는 폴리에틸렌을 폐기처리 하는 열처리 과정에서 새로운 공정도입을 통해 탄소 파우더를 만드는 업사이클 기술을 연구개발하고 있다.

Q. 전체적인 복합소재 산업에 대한 전망은 어떻게 보나?

A. 복합소재의 성능은 이미 입증되어 있으나 비용 및 공정적인 면에서 다소 어려운 점을 겪고 있다. 그러나 향후에는 이러한 한계점을 극복하고 복합소재 관련 기술들이 상용화 될 수 있는 것으로 생각된다.



* 본 내용은 국가과학기술연구회(NST)의 공식적인 입장이 아님을 밝힙니다.

탄소복합섬유 및 이의 제조 방법

기술개요

본 기술은 탄소섬유와 금속 산화물을 포함하는 탄소복합섬유 및 이의 제조 방법에 관한 것으로, 탄소섬유는 폴리아크릴로나이트릴 (polyacrylonitrile: PAN) 혹은 피치(pitch)와 같은 전구체 섬유의 열분해로 제조되는 graphite 형태의 섬유로서 적어도 90%의 탄소가 함유되어 있는 섬유이다. 본 기술에서는 균일하게 분산된 금속 산화물이 내부 및 외부에 형성된 탄소섬유를 포함하는 탄소복합섬유를 제공한다.

기술의 필요성

활성 탄소를 금속 산화물 전구체 용액에 함침시킨 후 일련의 열처리 공정을 통해 활성 탄소-금속 산화물을 포함하는 탄소복합섬유를 제조하는 공법은 섬유표면의 금속 산화물 입자가 상대적으로 응집이 적게 형성되지만 섬유 표면의 금속 산화물 입자의 양 또한 적어 촉매적 효율이 낮다는 단점이 존재한다. 이에 따라, 금속 산화물이 탄소섬유 내에서 널리 분산되어 있으며 넓은 표면적을 가져 우수한 성능을 보이는 탄소복합섬유의 개발에 대한 관심이 대두되고 있다.

기술의 차별성 및 효과

- 탄소섬유는 넓은 비표면적을 가질 수 있으며, 금속 산화물이 형성되는 활성 영역으로 제공되므로 탄소섬유 내부 및 표면에 보다 많은 금속 산화물이 형성될 수 있다.
- 탄소복합섬유는 탄소섬유 전구체 및 금속 산화물 전구체를 포함하는 혼합 용액으로부터 형성되고, 혼합 용액에서 전구체들은 널리 분산되어 혼합되어 있으므로 최종 생성물인 탄소복합섬유 내에서도 금속 산화물이 널리 분산되도록 형성될 수 있다. 이에 따라, 탄소섬유의 내부 및 표면에 보다 널리 분산될 뿐만 아니라 많은 양의 금속 산화물이 형성되므로 광촉매성능 등과 같은 성능이 우수하다.

기술 구현

본 기술에 의한 탄소복합섬유 제조 기술은 별도의 침지공정 및 분쇄 공정 없이 공정의 단순화를 도모할 수 있어 오염물질을 분해하는 광촉매 기술 등에 적용 가능하다.

수요처 및 시장전망

- 1) 수요처
 - 광촉매 제조업체
 - 수처리 업체
- 2) 시장전망
 - 2015년 세계 탄소섬유 자체만의 시장규모는 27억5천만 달러에 이르며, 연평균 10% 이상으로 성장하여 2030년에는 시장규모가 100억 달러 이상이 될 것으로 전망된다.
 - 탄소섬유 및 복합재료의 사용이 다양하게 확대될 경우 경제적 파급 효과는 더 커질 것으로 전망된다.

관련지적재산권

- 특허 3건
 - 1) 탄소복합섬유 및 이의 제조 방법
(출원번호 : KR 2015-0088474)
 - 2) 나노카본 복합 고성능 자가 탄소섬유 및 그 제조방법
(출원번호 : KR 2015-0073059)
 - 3) 분산성 및 계면접착력이 향상된 탄소나노튜브를 포함하는 폴리아크릴로니트릴계 탄소섬유의 제조 방법 및 이로부터 제조되는 탄소섬유
(출원번호 : KR 2010-0077310)

연구자 이성호	소속 한국과학기술연구원	연락처 063-219-8134	이메일 sunghol@kist.re.kr
기술이전 담당자 박광현	소속 사업화추진팀	연락처 02-958-6395	이메일 kistpark@kist.re.kr

고투과유량 및 고여과효율을 갖는 초극세 섬유상 필터

기술개요

본 기술은 고분자와 세라믹 전구체의 졸-겔 용액의 혼합액을 방사용액으로 사용하는 전기방사에 의해 제조되는 초극세 섬유상 필터로 2.5 psi 압력에서 물 투과유량이 적어도 7,500 L/hr.m2 이상의 고투과유량을 지니면서 보다 높은 여과효율을 나타내는 초극세 섬유상 필터 기술이다.

기술의 필요성

물 정화 시스템에서 여과하려는 입자보다 작은 기공을 갖는 막에 의해 미세입자를 분리하는 멤브레인 필터가 일반적으로 사용되고, 멤브레인 기반 액체 필터 및 분리 기술은 오일 및 물의 에멀전 분리나 탈염수화 같은 수처리 분야에 유용하다. 그러나 바이러스 등과 같은 극미세 입자들을 제거하고자 하는 경우 작은 기공으로 인해 압력 손실이 매우 높아지고 낮은 투과성으로 투과유량이 낮아지며, 사용 중에 막의 기공이 폐쇄되어 투과속도가 급격히 감소될 수 있다. 한편 종래의 섬유필터는 여과 정밀도가 낮고, 수중의 바이러스 등을 제거할 수 없기 때문에 수처리 정밀 여과에 사용되기 어려운 점이 있다.

기술의 차별성 및 효과

- 필터는 고분자와 세라믹 전구체의 졸-겔 용액의 혼합으로 되어 있어 수중 및 공기 중의 박테리아, 중금속뿐만 아니라 바이러스를 제거할 수 있는 우수한 여과효율을 지닌다.

- 여과시 압력손실이 낮아 기존의 동급 멤브레인 필터나, 전기방사에 의해 제조되는 종래기술의 필터보다 훨씬 높은 투과유량을 나타낸다.

기술의 차별성 및 효과

본 기술에 의한 고여과효율/고투과유량을 나타내는 초극세 섬유상 필터 기술은 공기 및 수처리 필터 등에 적용 가능하다.

기술 구현

1) 주요처

- 미세먼지 등 공기필터 제조업체
- 수처리 필터 제조업체
- 발전소, 산업시설 관련 업체

2) 시장전망

- 나노필터 시장은 2013년 약 45억 5,000만 달러의 시장규모를 나타내었으며, 4.28%의 연평균 성장률을 기록하며 향후 2018년에는 약 56억 1,000만 달러의 시장을 형성할 것으로 예상된다.

- 나노필터의 응용분야 중 하나인 수처리장치 시장은 2013년 기준 8억 3,600백만 달러에서 2018년 144억 500백만 달러까지 증가할 것으로 예상된다.

관련지적재산권

- 특허 2건

1) 고투과유량 및 고여과효율을 갖는 초극세 섬유상 필터 및 그 제조방법
(출원번호 : KR 2015-0063335)

2) 초극세 탄소섬유 및 그 제조방법
(출원번호 : KR 2015-0073060)

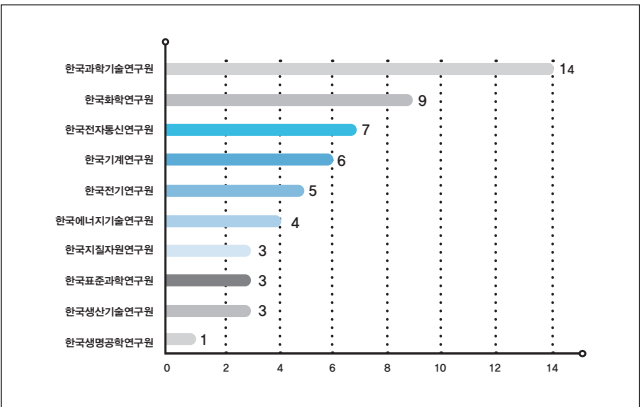
연구자 이성호	소속 한국과학기술연구원	연락처 063-219-8134	이메일 sunghol@kist.re.kr
기술이전 담당자 박광현	소속 사업화추진팀	연락처 02-958-6395	이메일 kistpark@kist.re.kr

국내 출연(연) 보유 특허

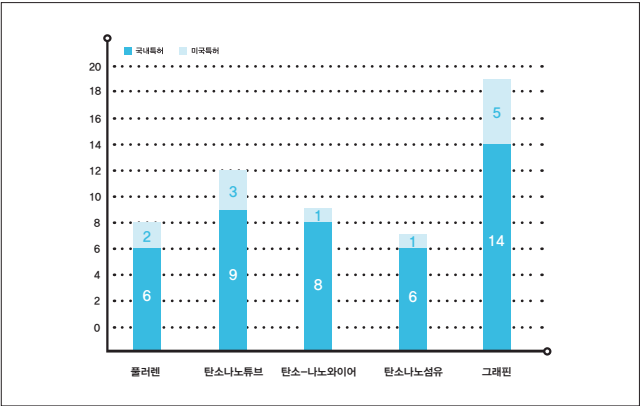
탄소나노소재와 관련된 연구는 나노융합2020사업단을 중심으로 KIST, KRICT 등 국내의 여러 출연(연)에 의해 그래핀, 탄소나노튜브, 풀러렌 제조 및 응용기술 개발을 위해 활발하게 진행되어 왔다. 이와 같은 연구개발의 결과로 국내 출연(연)에서는 탄소나노소재와 관련된 등록 특허를 다수 보유하고 있다.

본 이슈 분석 리포트에서는 최근 10년 이내에 출원된 출연(연) 보유 등록 특허 중, 기술성과 시장성을 고려한 유망 기술들을 선별 해 보았다. 그 결과, 선별된 총 55건의 특허 중 한국과학기술연구원에서 가장 많은 14건의 특허를 보유하고 있는 것으로 나타났으며, 한국화학연구원이 9건으로 뒤를 이었다. 기술분류 별로 살펴보면 그래핀 관련 기술이 총 19건으로 가장 많았으며, 나노튜브 기술은 12건으로 조사되었다.

국내 출연(연)에서 보유한 탄소나노소재 관련된 기술을 기술분류별로 살펴보면 다음과 같다.



▶ 국내 출연(연)별 탄소나노소재 관련 유망 특허 보유 현황



▶ 기술분류별 국내 및 미국 특허 현황



풀러렌

순번	등록번호	발명의 명칭	출원일	보유기관
1	US 9079837	Water-soluble fluorescent fullerene derivative, and preparation method thereof	2011.04.25	한국과학기술연구원
2	US 8715738	Fullerene-silica nanoparticles with improved fluorescence, preparation method thereof and use thereof	2009.01.06	
3	KR 1559098	태양 전지 전자 수송층의 배리어층으로 사용되는 풀러렌 입자들이 포함된 코어-셸 구조 나노복합체, 이의 제조방법, 및 이를 포함하는 태양 전지	2013.12.31	한국기계연구원
4	KR 1381318	풀러렌 유도체를 이용한 그래핀 필름의 제조방법	2012.08.09	
5	KR 1370436	풀러렌 입자들이 포함된 코어-셸 구조 나노복합체, 이의 제조 방법, 및 코어-셸 구조 나노복합체를 포함하는 태양전지	2012.07.12	
6	KR 1095992	마이크로에멀전을 이용한 풀러렌-실리카 나노복합체의 제조방법 및 상기 방법으로 제조된 풀러렌실리카 나노복합체를 함유하는 자외선차단용 조성물	2009.02.26	한국생명공학연구원
7	KR 1493823	풀러렌 이합체 유도체 및 이를 함유하는 유기 전자소자	2014.09.05	한국화학연구원
8	KR 1059783	풀러렌 유도체를 함유한 유기박막트랜지스터	2009.01.29	

탄소나노튜브

순번	등록번호	발명의 명칭	출원일	보유기관
9	US 9249022	Graphene-carbon nanotube nanostructure and method of manufacturing same	2012.10.16	한국과학기술연구원
10	KR 1610890	탄소나노튜브 복합체 및 그 제조 방법	2014.08.18	
11	KR 1507516	탄소나노튜브 센서의 제조방법 및 이에 의하여 제조된 탄소나노튜브 센서	2013.09.12	
12	KR 1599494	플라즈마 방전을 이용한 탄소나노튜브섬유 제조장치, 제조방법 및 그로부터 제조된 탄소나노튜브섬유	2014.12.04	
13	KR 1644981	개선된 감도를 갖는 탄소나노튜브 센서의 제조방법	2014.11.06	
14	KR 1584170	탄소나노튜브를 이용한 3차원 구조의 탄소 담지 촉매 및 그 제조 방법	2014.04.17	
15	KR 1514276	탄소나노튜브와 그래핀산화물이 혼합된 나노카본 기반 일체형 전도성 촉매전극의 제조방법 및 이에 의해 제조된 촉매전극	2013.11.20	한국전기연구원
16	KR 1296809	산화그래핀에 의해 전도성이 향상된 탄소나노튜브 필름	2011.11.17	
17	KR 1454401	후열처리 산화법에 의해 제조된 탄소나노튜브 전극 및 그 제조방법	2012.11.12	
18	US 9181278	Method of preparing carbon nanotube composite surface having metal particles	2014.07.02	한국전자통신연구원
19	KR 1391770	압저항 측정용 탄소나노튜브 복합체, 그 탄소나노튜브 복합체의 제조방법, 그 탄소나노튜브 복합체를 갖는 압력감응센서 및 압력측정방법	2012.12.17	한국표준과학연구원
20	US 8398948	Method of preparing carbon nanotube from liquid phased-carbon source	2004.03.31	한국화학연구원

탄소-나노와이어

순번	등록번호	발명의 명칭	출원일	보유기관
21	KR 1195202	나노 와이어를 이용한 프로브, 및 프로브 제조방법	2011.04.21	한국과학기술연구원
22	KR 1630817	굴곡진 금속 나노와이어 네트워크, 이를 포함하는 신축성 투명전극 및 이의 제조방법	2014.12.10	
23	KR 1485858	금속 나노 와이어 투명전극의 제조 방법 및 이에 의해 제조된 금속 나노 와이어 투명전극	2014.03.24	한국기계연구원
24	KR 1086074	실리콘 나노 와이어 제조 방법, 실리콘 나노 와이어를 포함하는 태양전지 및 태양전지의 제조 방법	2009.10.23	한국생산기술연구원
25	KR 1606532	일함수가 제어된 탄소나노소재와 금속나노와이어 하이브리드 투명전도성 필름 및 그 제조방법	2014.04.07	한국전기연구원
26	US 7846786	Method of fabricating nano-wire array	2007.10.30	한국전자통신연구원
27	KR 1630797	나노와이어 어레이 소자 및 발광 소자 제조방법	2015.01.08	한국표준과학연구원
28	KR 1186246	나노 와이어, 이를 이용한 발광 다이오드, 및 이의 제조 방법	2010.12.03	한국화학연구원
29	KR 0844094	나노 와이어 반도체 소자, 이를 구비하는 반도체 메모리소자 및 그의 제조방법	2007.02.16	

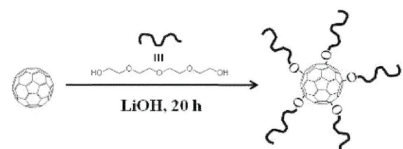
탄소나노섬유

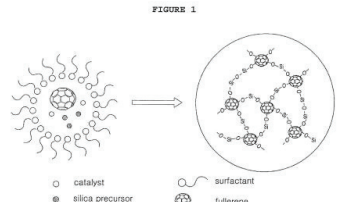
순번	등록번호	발명의 명칭	출원일	보유기관
30	KR 1092571	나노섬유 복합체 및 그 제조 방법	2009.12.15	한국과학기술연구원
31	KR 1074027	그래핀 복합 나노섬유 및 그 제조 방법	2009.03.03	
32	US 8519045	Graphene composite nanofiber and preparation method thereof	2010.02.25	
33	KR 1210433	고분자-유기 나노섬유복합체, 그 제조방법 및 그를 이용한 반사형 편광소자	2010.11.16	한국생산기술연구원
34	KR 1516614	나노섬유 복합 분리막 및 이의 제조방법	2013.11.04	한국에너지기술연구원
35	KR 1457130	탄소나노섬유의 제조방법	2013.10.24	
36	KR 1349041	탄소나노섬유로 구성된 탄소박막 합성방법 및 그 구조체	2012.11.08	

그래핀

순번	등록번호	발명의 명칭	출원일	보유기관
37	KR 1650180	고방열 및 전자파 차폐 특성을 갖는 대면적 환원 그래핀옥사이드 시트의 제조방법 및 이에 의해 제조된 대면적 환원 그래핀옥사이드 시트	2015.07.10	한국과학기술연구원
38	KR 1401542	그래핀 옥사이드를 포함하는 전자파 흡수용 필름 및 이의 제조방법	2013.05.06	한국기계연구원
39	KR 1221581	그래핀을 포함하는 유연 투명전극 기판의 제조방법 및 이에 따라 제조되는 유연 투명전극 기판	2011.10.20	
40	KR 1471345	셀룰로오스계 결합제를 사용하는 그래핀-종이 전극	2013.04.30	한국생산기술연구원
41	KR 1625195	다공성 그래핀 필터의 제조 방법, 이를 이용하여 제조된 다공성 그래핀 필터 및 이를 이용한 필터 장치	2014.06.30	한국에너지기술연구원
42	KR 1264357	산화그래핀에 의해 전도성이 향상된 그래핀 투명 전도성 필름	2012.03.30	한국전기연구원
43	US 9257510	Electronic device having graphene channels	2014.12.10	한국전자통신연구원
44	US 9129882	Method of fabricating graphene nano device	2014.09.29	
45	US 8946094	Method of fabricating a graphene electronic device	2013.04.22	
46	US 8981345	Graphene nanoribbon sensor	2013.03.12	
47	US 9182541	Graphene photonic device	2013.03.11	한국지질자원연구원
48	KR 1634723	실리콘 슬러지로부터 실리콘-카본-그래핀 복합체의 제조방법	2015.12.30	
49	KR 1629835	다성분 도핑을 통한 3차원 그래핀 복합체의 제조방법 및 이를 이용한 슈퍼커패시터	2015.11.11	
50	KR 1623346	3차원 산화철-그래핀 나노복합체의 제조방법 및 이를 이용한 슈퍼커패시터	2015.10.27	한국표준과학연구원
51	KR 1572066	단결정 그래핀의 제조방법	2013.12.30	
52	KR 1598492	탄소나노튜브-그래핀 하이브리드 박막, 이의 제조방법, 및 이를 포함하는 투명전극 및 전계효과트랜지스터	2014.04.03	
53	KR 1573241	3차원 그래핀 구조체 및 이를 이용한 전극 제조방법	2014.05.08	
54	KR 1650705	산화 그래핀 기반 유기 발광 다이오드 및 이의 제조 방법	2013.05.21	
55	KR 1349817	패턴 그래핀을 이용한 그래핀 터치패널 및 그 제작 방법	2012.02.08	

기술 요지 - 풀러렌

1. Water-soluble fluorescent fullerene derivative, and preparation method thereof			
특허번호	US. 9079837	출원일	2011년 04월 25일
출원인	한국과학기술연구원	권리 존속기간	2032년 03월 05일
기술 내용			
		본 발명은 수용성 형광성의 풀러린 파생물과 이의 제조 방법에, 말단의 수산기를 안에 포함하는 풀러린과 리간드를 믹싱시킴으로써 단순한 방법에 우수한 형광을 가 재 풀러린 파생물을 제조하는 방법에 초기 용매와 촉매의 존재하에서도 혼합물을 리액션하는 것은 수용성 형광성의 풀러린 파생물에 관련된다.	

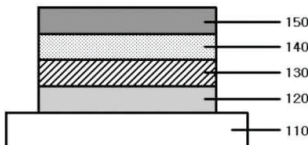
2. Fullerene-silica nanoparticles with improved fluorescence, preparation method thereof and use thereof			
특허번호	US. 8715738	출원일	2009년 01월 06일
출원인	한국과학기술연구원	권리 존속기간	2030년 09월 06일
기술 내용			
		본 발명은 개선된 발광, 제조 방법 및 사용을 가진 fullerene-silica 나노 입자와 관련된 것으로, fullerene-silica 나노 입자가 C 70, C 80 풀러린 뿐만 아니라 C 60 풀러린과 같은 다양한 풀러린을 포함하고 강한 형광을 나타낸 것처럼, 그들은 bioimaging 에이전트로서 또는 약물 전달 담체로서 사용될 수 있다.	

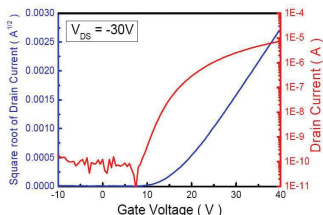
3. 태양 전지 전자 수송층의 배리어층으로 사용되는 풀러렌 입자들이 포함된 코어-셸 구조 나노복합체, 이의 제조방법, 및 이를 포함하는 태양 전지																	
특허번호	KR. 1559098	출원일	2013년 12월 31일														
출원인	한국기계연구원	권리 존속기간	2033년 12월 31일														
기술 내용																	
<div>10</div> <table><tr><td>음극</td><td>106</td></tr><tr><td>정공 수송층</td><td>105</td></tr><tr><td>광활성층</td><td>104</td></tr><tr><td>배리어층</td><td>103</td></tr><tr><td>전자 수송층</td><td>102</td></tr><tr><td>양극</td><td>101</td></tr><tr><td>기판</td><td>100</td></tr></table>		음극	106	정공 수송층	105	광활성층	104	배리어층	103	전자 수송층	102	양극	101	기판	100	본 발명은 개선된 발광, 제조 방법 및 사용을 가진 fullerene-silica 나노 입자와 관련된 것으로, fullerene-silica 나노 입자가 C 70, C 80 풀러린 뿐만 아니라 C 60 풀러린과 같은 다양한 풀러린을 포함하고 강한 형광을 나타낸 것처럼, 그들은 bioimaging 에이전트로서 또는 약물 전달 담체로서 사용될 수 있다.	
음극	106																
정공 수송층	105																
광활성층	104																
배리어층	103																
전자 수송층	102																
양극	101																
기판	100																

4. 풀러렌 유도체를 이용한 그래핀 필름의 제조방법			
특허번호	KR. 1381318	출원일	2012년 08월 09일
출원인	한국기계연구원	권리 존속기간	2032년 08월 09일
기술 내용			
<div><div>기판 상부에 탄소외족매종을 형성시키는 단계</div><div>↓</div><div>풀러렌 유도체 용액을 제조하는 단계</div><div>↓</div><div>탄소외족매종 상부에 풀러렌 유도체 용액을 적층하는 단계</div><div>↓</div><div>열처리 하는 단계</div></div>		<div>본 발명은 풀러렌 유도체를 이용한 그래핀 필름의 제조방법에 관한 것으로, 제조되는 그래핀 필름은 물리적 및 화학적 특성이 우수하고 투과도가 높을 뿐만 아니라 물성이 손상없이 전사가 가능하며 유기 태양전지 또는 유기발광다이오드의 투명전 극으로 응용될 수 있는 장점이 있다.</div>	

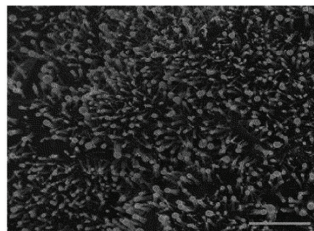
5. 풀러렌 입자들이 포함된 코어-셸 구조 나노복합체, 이의 제조방법, 및 코어-셸 구조 나노복합체를 포함하는 태양전지			
특허번호	KR. 1370436	출원일	2012년 07월 12일
출원인	한국기계연구원	권리 존속기간	2032년 07월 12일
기술 내용			
<div><div><div><div></div><div>Ag</div></div><div><div>ZnO</div><div>풀러렌</div></div></div></div>		<div>본 발명은 풀러렌 입자들이 포함된 코어-셸 구조 나노복합체, 이의 제조방법 및 코어-셸 구조 나노복합체를 포함하는 태양전지에 관한 것으로, 광변환효율을 향상시킬 수 있으며, 셸 부분에 포함된 풀러렌 입자로 인하여 코어 부분의 금속에 전자가 갇히는 전자가둠 현상을 방지하여 전자전도도를 향상시킬 수 있다.</div>	

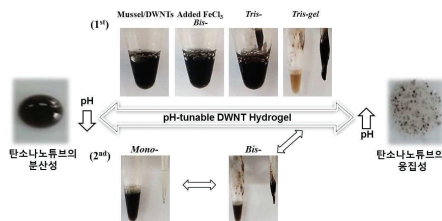
6. 마이크로에멀전을 이용한 풀러렌-실리카 나노복합체의 제조방법 및 상기 방법으로 제조된 풀러렌실리카 나노복합체를 함유하는 자외선차단용 조성물			
특허번호	KR. 1095992	출원일	2009년 02월 26일
출원인	한국생명공학연구원	권리 존속기간	2029년 02월 26일
기술 내용			
<div><div><div><div><div></div><div>A</div></div><div><div></div><div>B</div></div></div><div><div>Counts</div><div>120</div><div>100</div><div>80</div><div>60</div><div>40</div><div>20</div><div>0</div></div><div><div>40</div><div>60</div><div>80</div><div>100</div><div>120</div></div><div><div>Diameter (nm)</div></div></div></div>		<div>본 발명은 자외선 차단효과를 가지는 풀러렌-실리카 나노복합체를 유효성분으로 함유하는 자외선차단제에 관한 것으로, 자외선 흡수율이 높은 풀러렌의 특성을 유지하면서, 인체 및 환경에 안전하고, 균일한 입자를 갖는 자외선 차단제를 제조할 수 있다.</div>	


7. 플러렌 이합체 유도체 및 이를 함유하는 유기 전자소자			
특허번호	KR. 1493823	출원일	2014년 09월 05일
출원인	한국화학연구원	권리 존속기간	2034년 09월 05일
기술 내용			
		본 발명은 신규한 플러렌 이합체 유도체 및 이를 포함하는 유기 전자 소자에 관한 것으로, 보다 상세하게는 피롤리딘(pyrrolidine)이 결합된 플러렌 이합체 유도체 및 이를 함유하는 유기발광소자, 유기태양전지, 유기트랜지스터, 유기메모리, 또는 유기감광체(OPC)를 제공하고자 하는 것이다	

8. 플러렌 유도체를 함유한 유기박막트랜지스터			
특허번호	KR. 1059783	출원일	2009년 01월 29일
출원인	한국화학연구원	권리 존속기간	2029년 01월 29일
기술 내용			
		본 발명은 방향족축융합고리 화합물이 연결된 플러렌 유도체의 유기 반도체 물질 및 이를 포함하는 유기박막트랜지스터에 관한 것으로,하나의 사이클로헥산(cyclohexane) 형태의 치환기를 갖는 플러렌(fullerene) 유도체를 제조함으로써 용해도를 높이고 전하이동도가 우수한 n-형 유기반도체 재료로서 용액공정을 통한 n-형 유기박막트랜지스터의 채널재료로 이용할 수 있다.	

기술 요지 – 탄소나노튜브

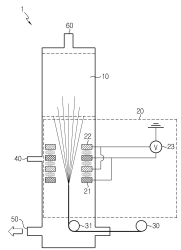
9. Graphene-carbon nanotube nanostructure and method of manufacturing same			
특허번호	US, 9249022	출원일	2012년 10월 16일
출원인	한국과학기술연구원	권리 존속기간	2029년 01월 29일
기술 내용			
		본 발명은 graphene-carbon 나노 튜브 나노구조와 동일한 것을 제조하는 방법에 관한 것으로, graphene-carbon 나노 튜브 나노구조는 제조 공정을 단순화하고 그것의 재생 시와 비용을 감소시켜 대량으로 생길 수 있다.	

10. 탄소나노튜브 복합체 및 그 제조 방법			
특허번호	KR, 1610890	출원일	2014년 08월 18일
출원인	한국과학기술연구원	권리 존속기간	2034년 08월 18일
기술 내용			
		본 발명은 탄소나노튜브 복합체 및 그 제조 방법에 관한 것으로, 탄소나노튜브 복합체는 pH 변화에 따라서 상 변화와 색상 변화를 나타낼 수 있으며, 또한 탄소나노튜브 복합체의 분산과 응집을 신속하고 반복적으로 제어할 수 있다. 이에 따라, 예컨대 pH 변화에 따른 상변화 및 색상변화를 이용하여 탄소나노튜브 복합체를 포함하는 바이오센서를 제조할 수 있으며, 탄소나노튜브 복합체의 분산성과 응집성, 자기 치유 능력을 이용하여 pH 조건이 변화하는 상처 부위에서의 의약품 봉합제, 산업적인 용도로 사용하여, 구조물의 결함보강제로써 이용할 수도 있다.	

11. 탄소나노튜브 센서의 제조방법 및 이에 의하여 제조된 탄소나노튜브 센서			
특허번호	KR, 1507516	출원일	2013년 09월 12일
출원인	한국과학기술연구원	권리 존속기간	2033년 09월 12일
기술 내용			
		본 발명은 탄소나노튜브 센서의 제조방법 및 이에 의하여 제조된 탄소나노튜브 센서에 관한 것으로, 보다 상세하게는 산소 플라즈마 처리 후 열처리 공정을 거침으로써 기판과 탄소나노튜브 간의 결합력을 향상시켜 신뢰성이 향상된 탄소나노튜브 센서의 제조방법 및 이에 의하여 제조된 탄소나노튜브 센서에 관한 것이다.	

12. 플라즈마 방전을 이용한 탄소나노튜브섬유 제조장치, 제조방법 및 그로부터 제조된 탄소나노튜브섬유			
특허번호	KR. 1599494	출원일	2014년 12월 04일
출원인	한국과학기술연구원	권리 존속기간	2034년 12월 04일

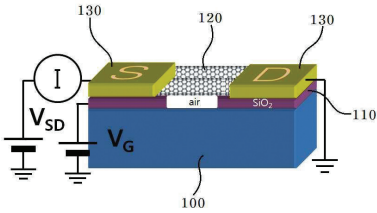
기술 내용	
-------	--



본 발명은 플라즈마 방전을 이용하여 탄소나노튜브 사이의 계면 결합력이 향상된 탄소나노튜브섬유를 제조하는 탄소나노튜브섬유 제조장치 및 제조방법과 이를 이용하여 제조되는 강도가 향상된 탄소나노튜브섬유에 관한 것이다.

13. 개선된 감도를 갖는 탄소나노튜브 센서의 제조방법			
특허번호	KR. 1644981	출원일	2014년 11월 06일
출원인	한국과학기술연구원	권리 존속기간	2034년 11월 06일

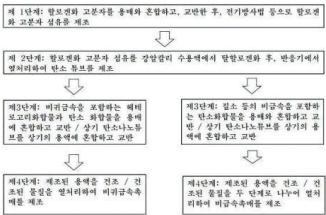
기술 내용	
-------	--



본 발명은 탄소나노튜브를 이용한 반도체 센서에 관한 것으로, 특히 탄소나노튜브 네트워크 채널 구조에서 개선된 감도를 갖는 탄소나노튜브 센서를 제조하는 방법에 관한 것이다. 특정 길이 보다 짧은 탄소나노튜브를 제거하여 채널의 유효길이를 짧게 함으로써, 저항이 감소되어 소오스-드레인 전류가 증가되고 개선된 감도를 갖는 탄소나노튜브 센서를 제공할 수 있는 효과가 있다.

14. 탄소나노튜브를 이용한 3차원 구조의 탄소 담지 촉매 및 그 제조 방법			
특허번호	KR. 1584170	출원일	2014년 04월 17일
출원인	한국과학기술연구원	권리 존속기간	2034년 04월 17일

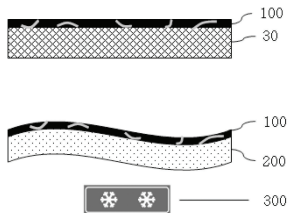
기술 내용	
-------	--



본 발명은 고분자 섬유를 탈할로겐화 후 탄화시켜 다공성의 탄소나노튜브를 제조하고, 이를 이용하여 새로운 3차원 구조의 탄소 담지 촉매를 제조하는 방법 및 이로부터 제조된 전기화학반응용 탄소 담지 비귀금속 촉매 및 /또는 비금속 촉매에 관한 것이다.

15. 탄소나노튜브와 그래핀산화물이 혼합된 나노카본 기반 일체형 전도성 촉매전극의 제조방법 및 이에 의해 제조된 촉매전극			
특허번호	KR. 1514276	출원일	2013년 11월 20일
출원인	한국전기연구원	권리 존속기간	2033년 11월 20일

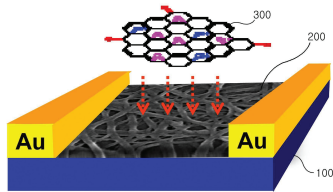
기술 내용	
-------	--



본 발명은 탄소나노튜브와 그래핀산화물이 혼합되어 이루어지는 나노카본 기반의 소재를 이용함으로써 전도성 기판과 촉매소재를 동시에 대체할 수 있고 저온공정이 가능하므로 비전도성 유리 또는 플라스틱에 적용 가능한 에너지 절감형 공정기술을 도모하고 재료비 절감이 가능하도록 하는 비금속성 저가형 탄소나노튜브와 그래핀 산화물이 혼합된 나노카본 기반 일체형 전도성 촉매전극의 제조방법 및 이에 의해 제조된 촉매전극에 관한 것이다.

16. 산화그래핀에 의해 전도성이 향상된 탄소나노튜브 필름			
특허번호	KR. 1296809	출원일	2011년 11월 17일
출원인	한국전기연구원	권리 존속기간	2031년 11월 17일

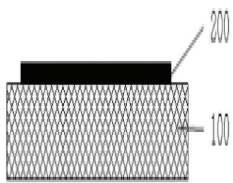
기술 내용	
-------	--



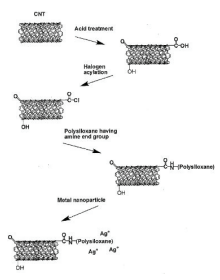
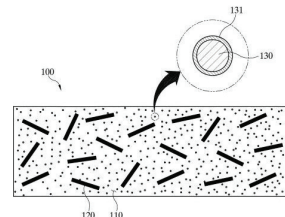
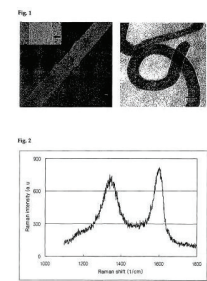
본 발명은 탄소나노튜브 필름에 관한 것으로, 크기가 작은 산화그래핀을 탄소나노튜브 네트워크 필름 상층부에 도포함에 의해 투명전도성 필름의 전도성, 표면조도, 젖음성 등의 특성을 향상시키는 산화그래핀에 의해 전도성이 향상된 탄소나노튜브 필름에 관한 것이다.

17. 후열처리 산화법에 의해 제조된 탄소나노튜브 전극 및 그 제조방법			
특허번호	KR. 1454401	출원일	2012년 11월 12일
출원인	한국전기연구원	권리 존속기간	2032년 11월 12일

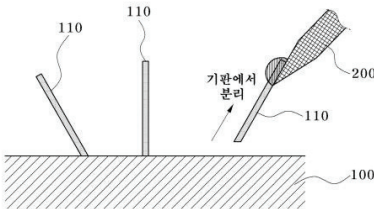
기술 내용	
-------	--

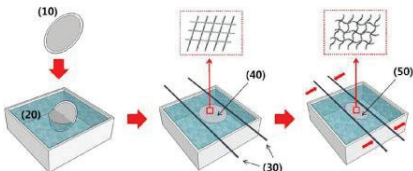


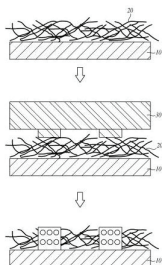
본 발명은 탄소나노튜브 전극 표면의 후열처리를 통해 산화시킴으로써 전해질과 접촉하게 되는 전극 표면의 친수성을 향상시킴으로써 유기 전해질 내의 이온과 상호작용을 용이, 탄소나노튜브 소재의 탑재량을 최소화, 투명도 우수, 백금에 상응하는 전기화학적 성능을 달성할 수 있는 후열처리 산화법에 의해 제조된 탄소나노튜브 전극 및 그 제조방법에 관한 것이다.

18. Method of preparing carbon nanotube composite surface having metal particles			
특허번호	US. 9181278	출원일	2014년 07월 02일
출원인	한국전자통신연구원	권리 존속기간	2030년 12월 13일
기술 내용			
		본 발명은 금속 입자를 균일하고 고밀도로 CNT의 표면에 고정시킬 수 있고, 기계적 특성 및 전기적 특성이 향상되고 다양한 산업 분야에 적용될 수 있는 CNT 복합체를 제공되며 하나 이상의 특정 관능기가 CNT의 표면에 결합된 CNT 복합체를 제공하고 CNT 표면에 아실 할라이드기를 도입하여 아민기함유 폴리실록산과 아실 할라이드를 반응시켜 CNT 복합체를 제조하는 단계를 포함한다.	
19. 압저항 측정용 탄소나노튜브 복합체, 그 탄소나노튜브 복합체의 제조방법, 그 탄소나노튜브 복합체를 갖는 압력감응센서 및 압력측정방법			
특허번호	KR. 1391770	출원일	2012년 12월 17일
출원인	한국표준과학연구원	권리 존속기간	2032년 12월 17일
기술 내용			
		본 발명은 탄소나노튜브 복합체에 포함된 금속나노입자에 표면에 고분자 코팅층을 형성시켜 금속나노입자간의 상호 결합을 방지함과 동시에 탄소나노튜브 복합체 내부에 금속나노입자의 분산특성을 극대화하여 압저항 센싱감도를 향상시킨 압저항 측정용 탄소나노튜브 복합체에 관한 것이다. 압저항 센싱감도를 최적화할 수 있는 금속나노입자의 농도를 갖고 금속나노입자에 고분자 코팅층을 형성시켜 금속나노입자가 고분자 매트릭스 내에서 균일하게 분포되어 센서감도가 수십 배 이상 증가하게 되는 효과를 갖는다.	
20. Method of preparing carbon nanotube from liquid phased-carbon source			
특허번호	US. 8398948	출원일	2004년 03월 31일
출원인	한국화학연구원	권리 존속기간	2024년 03월 31일
기술 내용			
		본 발명은 탄소원으로서 액상의 탄화수소 계 물질을 사용하는 방법에 관한 것으로서, 탄소원을 일계 온도의 범위 내로 가열 가압함으로써 액체와 기체 상 사이의 평형 조건을 유지하는 단계 금속 시드 촉매의 존재 하에서 탄소원을 반응 및 냉각시켜 탄소 나노 튜브의 성장을 유도하는 단계를 포함하는 탄소 나노 튜브의 제조 방법을 제공한다.	

기술 요지 – 탄소나노와이어

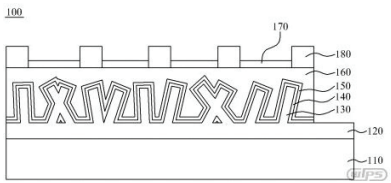
21. 나노 와이어를 이용한 프로브, 및 프로브 제조방법			
특허번호	KR. 1195202	출원일	2011년 04월 21일
출원인	한국과학기술연구원	권리 존속기간	2031년 04월 21일
기술 내용			
		본 발명은 단결정 금속 나노와이어를 이용하여 프로브를 제작하여 높은 초탄성 현상으로 인해 소자의 표면에 손상을 가하지 않으면서 일정한 하중으로 소자의 전기적인 물성을 측정하는 것이 가능하도록 하고, 높은 신뢰성, 높은 안정성, 낮은 저항을 가질 수 있게 된다.	

22. 굴곡진 금속 나노와이어 네트워크, 이를 포함하는 신축성 투명전극 및 이의 제조방법			
특허번호	KR. 1630817	출원일	2014년 12월 10일
출원인	한국과학기술연구원	권리 존속기간	2034년 12월 10일
기술 내용			
		본 발명은 직선 형태의 금속 나노와이어를 기반으로 물결 무늬의 굴곡진(wavy) 형태를 갖는 나노와이어 네트워크 구조체 및 이의 제조방법이 개시되며, 기체 위에 굴곡진 금속 나노와이어 구조를 형성하고, 이를 통해 다양한 변형에도 안정적인 성능을 보이는 투명하면서도 신축성이 있는 유연 전극에 활용 가능하다.	

23. 금속 나노 와이어 투명전극의 제조 방법 및 이에 의해 제조된 금속 나노 와이어 투명전극			
특허번호	KR. 1485858	출원일	2014년 03월 24일
출원인	한국과학기술연구원	권리 존속기간	2034년 03월 24일
기술 내용			
		본 발명에 따르면 패턴을 형성하고자 하는 금속 나노 와이어층을 가열하여 패턴부의 금속 나노 와이어를 입자화시키며, 금속 나노 와이어의 전기적 연결을 단절시킨다. 금속 나노 와이어가 입자화된 패턴부는 비패턴부와 비교하여 실질적으로 동일한 광학적 특성을 나타낼 수 있는바, 투명전극의 시인성이 향상되며, 이에 따라 추가적인 매칭층(index matching layer)이 요구되지 않는 효과가 있다. 또한, 종래의 패턴링 방법보다 공정이 간소화되어 생산 공정속도가 단축, 간단한 공정으로 인해 비용이 감소될 수 있다.	

24. 실리콘 나노 와이어 제조 방법, 실리콘 나노 와이어를 포함하는 태양전지 및 태양전지의 제조 방법			
특허번호	KR. 1086074	출원일	2009년 10월 23일
출원인	한국생산기술연구원	권리 존속기간	2029년 10월 23일

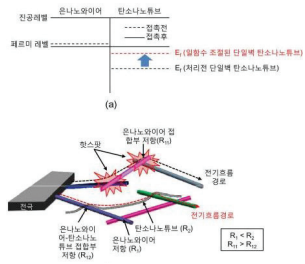
기술 내용	
-------	--



본 발명은 실리콘 나노 와이어 제조 방법, 실리콘 나노 와이어를 포함하는 태양전지 및 태양전지의 제조 방법에 관한 것이다. 실리콘 나노 와이어를 제조하는 제공하는 효과가 있으며, 저온고밀도 플라즈마를 이용하여 씨드층을 형성하고, 상기 씨드층을 이용하여 실리콘 나노 와이어와 태양전지를 제조하는 방법을 제공하는 효과가 있다.

25. 일함수가 제어된 탄소나노소재와 금속나노와이어 하이브리드 투명전도성 필름 및 그 제조방법			
특허번호	KR. 1606532	출원일	2014년 04월 07일
출원인	한국전기연구원	권리 존속기간	2034년 04월 07일

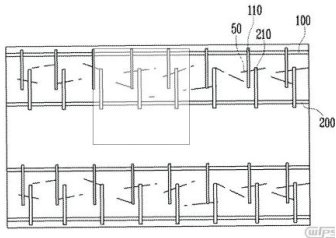
기술 내용	
-------	--



본 발명은 탄소나노튜브, 그래핀 등의 전도성 탄소나노소재에 이소시아네이트계 화합물, 피리미딘계 화합물을 혼합하여 반응시킴에 의해 일함수가 제어되고 분산된 탄소나노소재를 형성하고, 일액형 코팅액을 형성하여 금속나노와이어와 탄소나노소재의 네트워크가 형성된 필름을 형성시킴으로써, 제어된 탄소나노소재와 금속나노와이어 하이브리드 투명전도성 필름 및 그 제조방법에 관한 것이다.

26. Method of fabricating nano-wire array			
특허번호	US. 7846786	출원일	2007년 10월 30일
출원인	한국전자통신연구원	권리 존속기간	2014년 12월 07일

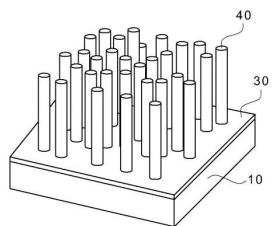
기술 내용	
-------	--



본 발명은 한 개의 양태는 나노 와이어 배열을 제조하는 방법을 제공하는 것으로서, 아연산화물, GaN, SnO 2, In 2 O 3, V 2 O 5 그리고 SiO 2의 하나의 형성하고 드레인과 소스 전극선 및 드레인과 소스 전극은 티타늄, Al, Ag, Au와 Pt의 하나의 형성될 수 있다. 나노 와이어 솔루션은 복수의 나노 와이어와 유기 용제를 섞어 만들어질 수 있다. 유기 용매는 알코올 또는 이소프로필알코올을 포함할 수 있다.

27. 나노와이어 어레이 소자 및 발광 소자 제조방법			
특허번호	KR. 1630797	출원일	2015년 01월 08일
출원인	한국표준과학연구원	권리 존속기간	2035년 01월 08일

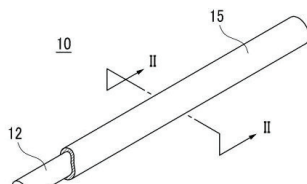
기술 내용	
-------	--



본 발명은 FET(Field Effect Transistor)와 같은 전자 소자, 센서, 광검출소자 (photodetector), 발광 다이오드(LED: Light Emitting Diode) 및 레이저 다이오드 (LD: Laser Diode) 등 다양한 분야에 적용될 수 있는 나노와이어 어레이 소자 및 발광 소자 제조방법에 관한 것이다.

28. 나노 와이어, 이를 이용한 발광 다이오드, 및 이의 제조 방법			
특허번호	KR. 1186246	출원일	2010년 12월 03일
출원인	한국화학연구원	권리 존속기간	2030년 12월 03일

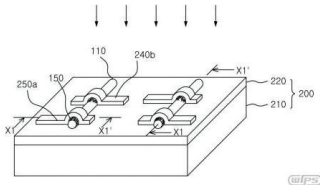
기술 내용	
-------	--



본 발명은 나노 와이어, 이를 이용한 발광 다이오드, 및 이의 제조 방법에 관한 것으로서 보다 상세하게는 P형 특성을 갖는 ZnO 나노 와이어, 및 이를 이용한 발광 다이오드와 태양 전지에 관한 것이다. ZnO를 주성분으로 하는 코어에 산화 티탄층이 코팅되므로 넓은 밴드 갭과 높은 여기자 결합 에너지를 갖는 ZnO를 기반으로한 P형 나노 소재를 제공할 수 있다.

29. 나노 와이어 반도체 소자, 이를 구비하는 반도체 메모리소자 및 그의 제조방법			
특허번호	KR. 0844094	출원일	2007년 02월 16일
출원인	한국화학연구원	권리 존속기간	2027년 02월 16일

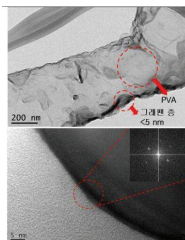
기술 내용	
-------	--



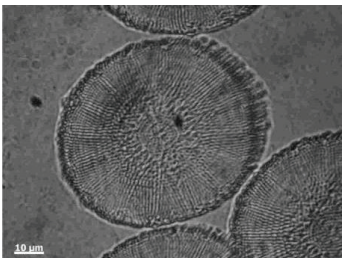
본 발명은 나노 직경을 갖는 반도체 나노 와이어에 소정 간격을 두고 소오스/드레인 전극을 형성한다. 접촉 저항을 증대시키기 위하여 열처리를 진행하면, 나노 와이어와 소오스/드레인 전극의 접촉 부분에 전하를 포획하기 위한 실리사이드 섬이 생성된다. 이러한 실리사이드 섬은 소오스/드레인 전극의 적절한 전압 인가에 의해 전하를 포획하거나 소거할 수 있고, 채널층으로도 활용할 수 있다.


기술 요지 - 탄소나노섬유

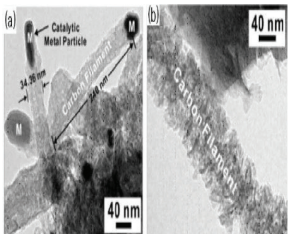
30. 나노섬유 복합체 및 그 제조 방법			
특허번호	KR. 1092571	출원일	2009년 12월 15일
출원인	한국과학기술연구원	권리 존속기간	2029년 12월 15일
기술 내용			
<div><div>금속염 전구체, 고분자 및 용매를 혼합한 용액을 제조</div><div>용액에 금속산화물 나노입자를 분산시켜 현탁액을 제조</div><div>현탁액을 방사하여 나노섬유를 제조</div><div>나노섬유를 열처리하여 나노섬유 복합체를 제조</div></div>		<p>본 발명은 금속산화물 나노입자가 이중 또는 동종의 금속산화물을 나노섬유에 균일하게 분산된 나노섬유 복합체 및 그 제조 방법에 관한 것이다. 다기능성 및 우수한 결정성을 가지는 나노섬유 복합체를 제조할 수 있다. 또한, 나노섬유 복합체에 포함되는 금속산화물의 양을 자유롭게 조절할 수 있다. 그리고 표면적이 넓고, 기공률이 높으며, 우수한 전기적 안정성 및 기계적 안정성을 가지는 나노섬유 복합체를 제조할 수 있다.</p>	

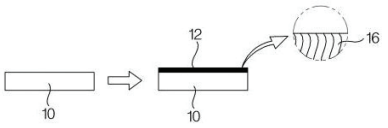
31. 그래핀 복합 나노섬유 및 그 제조 방법			
특허번호	KR. 1074027	출원일	2009년 03월 03일
출원인	한국과학기술연구원	권리 존속기간	2029년 03월 03일
기술 내용			
<div></div>		<p>본 발명은 단층 그래핀들 (monolayer graphenes) 및/또는 두께 10 nm 이하인 다층 그래핀들 (multilayer graphenes)을 포함하며, 나노 스케일의 섬유 형상을 갖는 그래핀 복합 나노섬유 및 그 제조 방법에 관한 것이다. 나노섬유의 표면 및/또는 내부에 단층 그래핀들 및/또는 두께 10 nm 이하인 다층 그래핀들이 섬유 축과 평행하게 배향되면서 분산되어 있는 그래핀 복합 나노섬유를 얻을 수 있다.</p>	

32. Graphene composite nanofiber and preparation method thereof			
특허번호	US. 8519045	출원일	2010년 02월 25일
출원인	한국과학기술연구원	권리 존속기간	2032년 01월 08일
기술 내용			
<div><div>GRAPHITE</div><div>↓</div><div>CHEMICAL & PHYSICAL METHODS</div><div>↓</div><div>GRAPHENE OR GRAPHENE MULTILAYER (LESS THAN 10nm)</div><div>↓</div><div>POLYMER SOLUTION</div><div>↓</div><div>POLYMER COMPOSITE SOLUTION</div><div>↓</div><div>ELECTROSPINNING</div><div>↓</div><div>COMPOSITE NANOFIBER INCLUDING GRAPHENE NANOLAYER OR MULTILAYER, AND WEB</div><div>↓</div><div>CARBON NANOFIBER HAVING GRAPHENES DISPERSED THEREIN, AND WEB</div></div>		<p>본 발명은먼저, 나노 파이버의 표면 및 내부 중 적어도 하나에, 단층 그래 펜 및 / 또는 10nm 이하의 두께를 갖는 다층 그래 펜을 배향 나노 섬유의 축에 평행하고 고유 한 특성과 1 차원적인 나노 구조의 그래 펜으로 인하여 기계적 및 / 또는 전기 적 특성이 매우 우수 하며 발광 디스플레이, 마이크로 공진기, 트랜지스터, 센서, 투명 전극, 연료 전지, 태양 전지, 이차 전지 및 복합체와 같은 다양한 산업 분야에 응용 될 수있다.</p>	

33. 고분자-유기 나노섬유복합체, 그 제조방법 및 그를 이용한 반사형 편광소자			
특허번호	KR. 1210433	출원일	2010년 11월 16일
출원인	한국생산기술연구원	권리 존속기간	2030년 11월 16일
기술 내용			
		본 발명은 고분자 수지에 도성분의 섬유직경이 500nm 이하의 연속적인 해도형 유기 나노섬유를 복합화한 매트릭스로서, 고분자 수지와 섬유간의 굴절율을 정확히 일치시키지 않더라도 상기 해도형 유기 나노섬유로 인하여, 우수한 투광성의 반사형 편광특성을 가지는 고분자-유기 나노섬유복합체, 그 제조방법 및 그를 이용한 우수한 투광성의 반사형 편광소자에 관한 것이다.	

34. 나노섬유 복합 분리막 및 이의 제조방법			
특허번호	KR. 1516614	출원일	2013년 11월 04일
출원인	한국에너지기술연구원	권리 존속기간	2033년 11월 04일
기술 내용			
		본 발명은 나노섬유의 높은 기계적 강도와 높은 기공도를 이용한 복합 분리막 및 이의 제조방법에 관한 것이다. 기존의 TFC 분리막보다 수분 투과율을 향상시키면서 동시에 염(또는 이온) 배제를 뿐만 아니라 기계적 강도까지 우수한 분리막을 제작하는 것이 가능하다. 또한, 분리막 제작 공정조건이 간단하여 양산화에 매우 적합할 뿐만 아니라, 활성층 코팅하는 물질의 성격에 따라 물투과막, 음/양이온 투과막, 수소투과막 등과 같은 다양한 분리막 시장까지 넓힐 수 있다.	

35. 탄소나노섬유의 제조방법			
특허번호	KR. 1457130	출원일	2013년 10월 24일
출원인	한국에너지기술연구원	권리 존속기간	2033년 10월 24일
기술 내용			
		본 발명은 메탈 더스팅 현상을 이용하여 연속적으로 탄소나노섬유를 제조하는 방법에 관한 것이다. 탄소나노섬유의 제조방법은 종래에 비해 낮은 온도에서 수행되고, 공정이 단순하여 운전비용이 낮아 경제적이면서 동시에 연속 제조가 가능하다는 이점이 있다.	

36. 탄소나노섬유로 구성된 탄소박막 합성방법 및 그 구조체			
특허번호	KR. 1349041	출원일	2012년 11월 08일
출원인	한국에너지기술연구원	권리 존속기간	2032년 11월 08일
기술 내용			
		본 발명은 결정성 탄소나노섬유로 구성된 탄소나노박막을 합성하는 방식 및 그 구조체를 제공하는 기술에 관한 것이다. 합성방식은 미리 합성된 탄소나노물질들 (탄소나노섬유 또는 탄소나노튜브)를 이용하여 제작된 박막에 비해 제조 공정이 매우 간단할 뿐 아니라 매우 균일한 막 두께를 제어할 수 있으며, 간단한 열처리 공정을 통해 합성된 탄소나노박막의 결정 구조를 자유롭게 제어할 수 있는 장점이 있다.	

기술 요지 - 그래핀

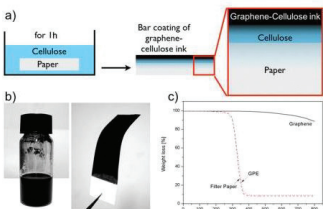
37. 고방열 및 전자파 차폐 특성을 갖는 대면적 환원 그래핀옥사이드 시트의 제조방법 및 이에 의해 제조된 대면적 환원 그래핀옥사이드 시트			
특허번호	KR. 1650180	출원일	2015년 07월 10일
출원인	한국과학기술연구원	권리 존속기간	2035년 07월 10일
기술 내용			
		본 발명은 대면적 환원 그래핀옥사이드 시트의 제조방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 그래파이트를 화학적으로 산화시켜 대면적 그래핀옥사이드를 제조하고, 시트형상으로 가공한 뒤, 저온에서 환원시키는 방법을 통하여 전기전도성, 기계적강도, 열전도성이 우수하고 전자파 차폐 특성을 갖는 대면적 환원 그래핀옥사이드 시트를 제조하는 방법에 관한 기술이다.	

38. 그래핀 옥사이드를 포함하는 전자파 흡수용 필름 및 이의 제조방법			
특허번호	KR. 1401542	출원일	2013년 05월 06일
출원인	한국기계연구원	권리 존속기간	2033년 05월 06일
기술 내용			
		본 발명은 전자파 흡수를 위한 자성금속섬유와, 그래핀 옥사이드를 포함하는 전자파 흡수용 필름 및 이의 제조방법에 관한 것이다. 전자파 흡수용 필름은 전자파 흡수를 더욱 높은 효율로 수행하고 전자파 흡수효율을 향상시키며 전자기기로부터 방출되는 전자파를 효과적으로 흡수하여 차단할 수 있는 효과가 있다.	

39. 그래핀을 포함하는 유연 투명전극 기판의 제조방법 및 이에 따라 제조되는 유연 투명전극 기판			
특허번호	KR. 1221581	출원일	2011년 10월 20일
출원인	한국기계연구원	권리 존속기간	2031년 10월 20일
기술 내용			
		본 발명은 그래핀을 포함하는 유연투명전극 기판의 제조방법 및 이에 따라 제조되는 유연투명전극 기판에 관한 것이다. 그래핀을 포함하는 유연투명전극 기판의 제조방법은 전기적 특성이 우수한 그래핀을 포함하고 금속배선이 기판의 내부에 삽입되어 형성됨으로써 더욱 낮은 저항값을 나타내고 유연성(flexible)이 부족하여 유연투명전극 기판으로 적용하기 어려웠던 ITO, AZO 등의 투명전극물질을 대체할 수 있는 그래핀을 포함하고유연성을 더욱 향상시킬 수 있다.	

40. 셀룰로오스계 결합제를 사용하는 그래핀-종이 전극			
특허번호	KR. 1471345	출원일	2013년 04월 30일
출원인	한국생산기술연구원	권리 존속기간	2033년 04월 30일

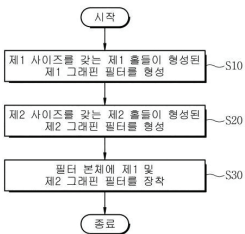
기술 내용



본 발명은 셀룰로오스계 결합제를 사용하여 내부 공극 구조를 제공하고 평평한 표면을 구비하는 그래핀-종이 전극에 관한 발명이다. 향상된 이온 플럭스를 제공하는 공극 구조 및 낮은 표면 저항을 제공하는 평평한 표면을 가지는 전극의 제공이 가능하며 전극은 높은 전기화학적 능력 및 구성요소 사이의 높은 결합력을 가지므로 안정적인 전지를 제공한다.

41. 다공성 그래핀 필터의 제조 방법, 이를 이용하여 제조된 다공성 그래핀 필터및 이를 이용한 필터 장치			
특허번호	KR. 1625195	출원일	2014년 06월 30일
출원인	한국에너지기술연구원	권리 존속기간	2034년 06월 30일

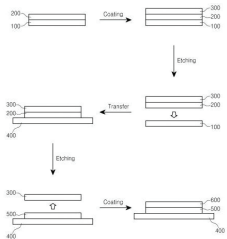
기술 내용



본 발명은 다공성 그래핀 필터의 제조 방법 및 이를 이용하여 제조된 다공성 그래핀 필터에 관한 것으로, 보다 구체적으로 본 발명은 다공성 그래핀을 이용하여 적어도 2 개의 서로 다른 물질들이 혼합된 혼합 물질들 중 특정 물질을 선택적으로 필터링 할 수 있는 다공성 그래핀 필터의 제조 방법 및 이를 이용하여 제조된 다공성 그래핀 필터 및 이를 이용한 필터 장치에 관한 것이다.

42. 산화그래핀에 의해 전도성이 향상된 그래핀 투명 전도성 필름			
특허번호	KR. 1264357	출원일	2012년 03월 30일
출원인	한국전기연구원	권리 존속기간	2032년 03월 30일

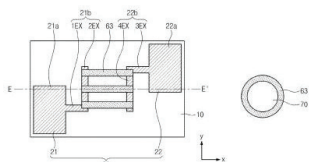
기술 내용



본 발명은 투명전극으로 사용되어지는 그래핀 투명전도성 필름 상층부에 카르복실기, 케톤기, 히드록시기, 에폭시기 등의 다양한 관능기를 지니고 있는 산화그래핀을 도포해 도핑시킴에 의해 필름의 전도성을 향상시키고, 소수성인 그래핀을 친수성으로 전환시켜 친수성 물질과의 접합성을 향상시키는 산화그래핀에 의해 전도성이 향상된 그래핀 투명 전도성 필름에 관한 것이다.

43. Electronic device having graphene channels			
특허번호	US. 9257510	출원일	2014년 12월 10일
출원인	한국전자통신연구원	권리 존속기간	2033년 04월 22일

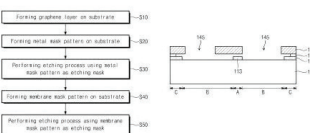
기술 내용



본 발명은 대면적 그래핀 채널을 가진 그래핀 전자 소자를 제조하는 쉽게 가능한 방법을 제공한다. 그래핀 전자 소자는 기판, 서로로부터 떨어져서 기판에 제공되고 이격된 제1 전극과 제2 전극과 제2 전극에 제1 전극을 연결해 그래핀 채널을 포함할 수 있다. 각각의 그래핀 채널은 원통 구조를 가지기 위한 기판으로부터 분리될 수 있다. 게다가, 각각의 그래핀 채널이 그래핀 또는 그래핀 옥사이드를 포함할 수 있고, 약 100 μ m에 약 1 nm의 내경을 한다.

44. Method of fabricating graphene nano device			
특허번호	US. 9129882	출원일	2014년 09월 29일
출원인	한국전자통신연구원	권리 존속기간	2034년 09월 29일

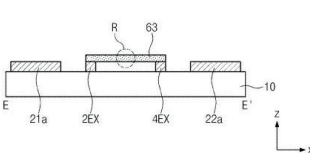
기술 내용



본 발명은 개선된 전기특성을 가재 그래핀 나노 소자를 제조하는 방법을 제공한다. 미리 준비된 금속 마스크 패턴이 기판에 형성될 수 있고 그래핀 층이 형성되고, 플라즈마 식각 방법이 그래핀 패턴을 형성하는 식각 마스크로 금속 마스크 패턴을 사용하여 수행될 수 있다. 그러므로, 그래핀 패턴의 표면의 오염은 감광제층의 도형을 사용해 방법에 비교될 때 감소될 수 있다.

45. Method of fabricating a graphene electronic device			
특허번호	US. 8946094	출원일	2013년 04월 22일
출원인	한국전자통신연구원	권리 존속기간	2033년 04월 22일

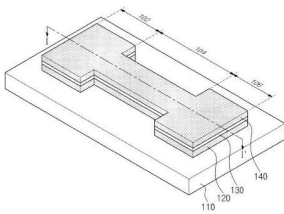
기술 내용



본 발명은 대면적 그래핀 채널을 가진 그래핀 전자 소자를 제조하는 쉽게 가능한 방법이다. 그래핀 전자 소자는 기판, 서로로부터 떨어져서 기판에 제공되고 이격된 제1 전극과 제2 전극과 제2 전극에 제1 전극을 연결해 그래핀 채널을 포함할 수 있다. 각각의 그래핀 채널은 원통 구조를 가지기 위한 기판으로부터 분리될 수 있다. 게다가, 각각의 그래핀 채널이 그래핀 또는 그래핀 옥사이드를 포함할 수 있고, 약 100 μ m에 약 1 nm의 내경을 한다.

46. Graphene nanoribbon sensor			
특허번호	US. 8981345	출원일	2013년 03월 12일
출원인	한국전자통신연구원	권리 존속기간	2033년 03월 12일

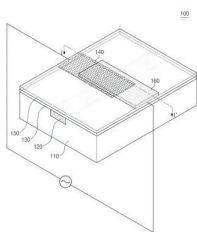
기술 내용



본 발명은 센서에 관한 것으로 보다 구체적으로 그래핀 나노리본 센서에 관한 것이다. 그래핀 나노리본 센서는, 기판과, 하부 유전체 층, 그래핀 층, 상부 유전체 층을 포함할 수 있다. 하부 유전체 층, 그래핀 층 및 상부 유전체 층은 샌드위치 형태의 적층 구조를 가질 수 있다. 채널 영역의 그래핀 층 모서리는 하부 유전체 층 및 상부 유전체 층으로부터 외부에 노출될 수 있다. 그래핀 나노리본 센서는 높은 센싱 감도를 가질 수 있다.

47. Graphene photonic device			
특허번호	US. 9182541	출원일	2013년 03월 11일
출원인	한국전자통신연구원	권리 존속기간	2033년 03월 11일

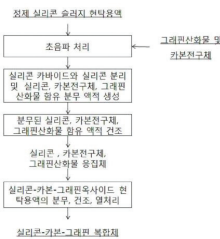
기술 내용



본 발명은 그래핀 광소자에 관한 것으로, 하부 클래드, 광 도파로 층, 제 1 유전 층, 그래핀 층, 제 2 유전 층, 및 전극을 포함하며 광 도파로 층은 하부 클래드 상에 제 1 방향으로 연장될 수 있다. 그래핀 광 소자는 광 변조기를 구현할 수 있다. 또한, 광은, 광 도파로에 입사되면 그래핀 층으로 유도될 수 있다. 광 도파로와, 그래핀 층 사이에서 광의 편광이 조절될 수 있다. 본 발명의 실시 예에 따른 그래핀 광 소자는 편광 조절기를 구현할 수 있다.

48. 실리콘 슬러지로부터 실리콘-카본-그래핀 복합체의 제조방법			
특허번호	KR. 1634723	출원일	2015년 12월 30일
출원인	한국지질자원연구원	권리 존속기간	2035년 12월 30일

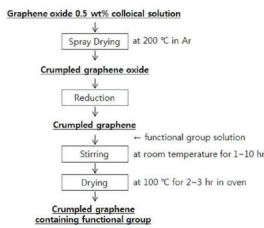
기술 내용



본 발명은 실리콘 입자와 실리콘 카바이드 입자로 구성된 실리콘 슬러지 용액에 수용성 카본전구체 및 그래핀 산화물을 혼합한 콜로이드 용액을 초음파 처리하여 단체분리하는 동시에 콜로이드 용액을 분무하고, 이후에 건조 및 열처리 공정을 수행하여 실리콘 입자의 선택적인 분리와 동시에 실리콘-카본-그래핀 복합체를 단일 공정으로 제조하는 방법에 관한 것이다.

49. 다성분 도핑을 통한 3차원 그래핀 복합체의 제조방법 및 이를 이용한 슈퍼커패시터			
특허번호	KR. 1629835	출원일	2015년 11월 11일
출원인	한국지질자원연구원	권리 존속기간	2035년 11월 11일

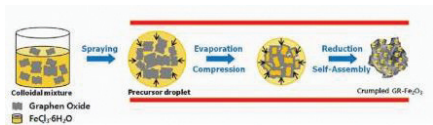
기술 내용



본 발명은 3차원 그래핀 복합체를 제조하기 위한 방법으로 분무 건조 공정을 사용함으로써 공정이 간단하고 스케일업이 용이하며, 연속공정이 가능한 3차원 그래핀 복합체를 제조할 수 있다는 장점이 있다. 3차원 그래핀 복합체는 다양한 종류의 기능을 도입하여 슈퍼커패시터를 제조하였을 때, 매우 우수한 축전용량을 가질 수 있다.

50. 3차원 산화철-그래핀 나노복합체의 제조방법 및 이를 이용한 슈퍼커패시터			
특허번호	KR. 1623346	출원일	2015년 10월 27일
출원인	한국지질자원연구원	권리 존속기간	2035년 10월 27일

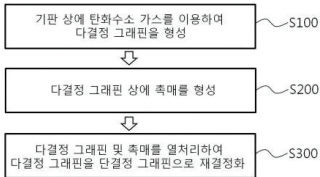
기술 내용



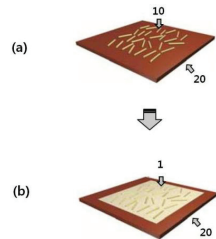
본 발명은 3차원 산화철-그래핀 나노복합체의 제조방법 및 이를 이용하여 제조된 슈퍼커패시터에 관한 것이다. 에어로졸 분무 열분해 공정을 사용함으로써 공정이 간단하고 스케일업이 용이하며, 연속공정이 가능한 3차원 산화철-그래핀 나노복합체를 제조할 수 있다는 장점이 있다.

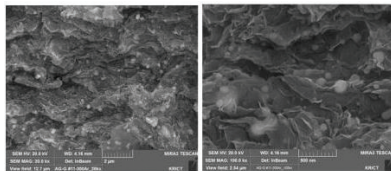
51. 단결정 그래핀의 제조방법			
특허번호	KR. 1572066	출원일	2013년 12월 30일
출원인	한국표준과학연구원	권리 존속기간	2033년 12월 30일

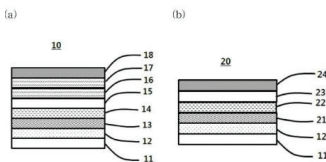
기술 내용

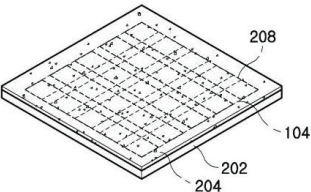


본 발명은 웨이퍼 스케일의 절연기판 상에 단결정과 같이 한 방향으로 정렬된 그래핀막을 성장시키는 제조방법을 제공할 수 있다. 본 발명의 일 실시예에 따라, 웨이퍼 스케일에서 단결정과 같이 한 방향으로 정렬된 그래핀막을 절연체 상에 성장한 제품을 제조함으로써, 그래핀 전자소자의 실용화가 가능하여 포스트-실리콘 시대를 주도할 것으로 예상된다. 물론 이러한 효과에 의해 본 발명의 범위가 한정되는 것은 아니다.

52. 탄소나노튜브-그래핀 하이브리드 박막, 이의 제조방법, 및 이를 포함하는 투명전극 및 전계효과트랜지스터			
특허번호	KR. 1598492	출원일	2014년 04월 03일
출원인	한국화학연구원	권리 존속기간	2034년 04월 03일
기술 내용			
		본 발명은 탄소나노튜브 및 그래핀을 이용한 하이브리드 박막 및 이의 제조방법에 관한 것이다. 또한, 본 발명은 상기 탄소나노튜브-그래핀 하이브리드 박막의 투명전극 및 전계효과트랜지스터로의 응용에 관한 것이다. CNT-그래핀 하이브리드 박막은, 단일 소재의 박막 또는 종래의 하이브리드 박막에 비하여 우수한 투명도 및 면저항을 가지며, 스펀 코팅 등의 간편한 공정에 의해 제조될 수 있으므로, 투명전극 및 전계효과트랜지스터 등의 분야에 유용하다.	


53. 3차원 그래핀 구조체 및 이를 이용한 전극 제조방법			
특허번호	KR. 1573241	출원일	2014년 05월 08일
출원인	한국화학연구원	권리 존속기간	2034년 05월 08일
기술 내용			
		본 발명은 3차원 그래핀 구조체 및 이의 제조방법, 이를 이용한 전극 제조방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 그래핀 소재와 나노금속 소재를 복합화하여 복합나노소재를 제조하고, 추가적으로 복합나노소재의 표면에 그래핀을 형성시켜 3차원 그래핀 구조체를 제조함으로써, 그래핀 간의 네트워크를 형성시켜 전기 전도성이 향상된 3차원 그래핀 구조체 및 이의 제조방법, 이를 이용한 전극에 관한 것이다.	

54. 산화 그래핀 기반 유기 발광 다이오드 및 이의 제조 방법			
특허번호	KR. 1650705	출원일	2013년 05월 21일
출원인	한국화학연구원	권리 존속기간	2033년 05월 21일
기술 내용			
		본 발명은 산화 그래핀 기반 유기 발광 다이오드 및 이의 제조 방법에 관한 것으로, 상세하게는 정공 주입층, 정공 수송층, 전자 주입층 및 전자 수송층 중 하나 이상의 층으로서 산화 그래핀을 적용시킨 유기 발광 다이오드 및 이의 제조방법에 관한 것이다.	

55. 패턴 그래핀을 이용한 그래핀 터치패널 및 그 제작 방법			
특허번호	KR. 1349817	출원일	2012년 02월 08일
출원인	한국화학연구원	권리 존속기간	2032년 02월 08일
기술 내용			
		본 발명은 3차원 그래핀 복합체를 제조하기 위한 방법으로 분무 건조 공정을 사용함으로써 공정이 간단하고 스케일업이 용이하며, 연속공정이 가능한 3차원 그래핀 복합체를 제조할 수 있다는 장점이 있다. 3차원 그래핀 복합체는 다양한 종류의 기능을 도입하여 슈퍼커패시터를 제조하였을 때, 매우 우수한 축전용량을 가질 수 있다.	

2017 ISSUE 분석 REPORT



발행일 2017.07.31
발행인 국가과학기술연구회 공동TLO마케팅사무국
발행처 국가과학기술연구회
세종특별자치시 시청대로 370 세종국책연구단지 연구지원동 5,6,7층 (30147)
전 화 044-287-7413
팩 스 044-287-7050
편집인 디파트너스 
디 파트너스 02-726-1206
디자인 인쇄나라닷컴

