

# 나노카본 / 금속 복합체 기반 유연 / 신축전극 제조기술

나노융합연구센터 | 정희진

○ 본 기술은 유연/신축성이 우수한 나노카본과 전기전도성이 우수한 금속을 복합화하여 반복적으로 굽히거나 늘어나는 환경에서 작동하는 신체부착형 또는 섬유/직물일체형 웨어러블 디바이스용 유연/신축전극 및 센서 제조기술임.

## 기술개념 및 구성

### 기술개념

▶ 본 기술은 유연/신축성이 우수한 나노카본과 전기전도성이 우수한 금속을 복합화하여 반복적으로 굽히거나 늘어나는 환경에서 작동하는 신체부착형 또는 섬유/직물일체형 웨어러블 디바이스용 유연/신축전극 제조기술임

### 기술의 구성도

- ▶ 핵심기반기술: 나노카본/금속 하이브리드 기반 다차원 전도성 나노소재 합성, 인쇄형 페이스트/섬유형 도프 제조기술 및 신축전극용 인쇄공정 기술
- ▶ 핵심응용기술: 신체부착형 혹은 섬유/의류 일체형 웨어러블 디바이스용 고전도성, 고기능성 배선, 센서, 에너지전극 제조 및 공정기술



## 1. 기술 개요

### 기술개발의 필요성

- ▶ 사물인터넷(IoT), 인공지능, 로봇기술 등이 통합된 4차 산업혁명은 산업적으로는 웨어러블 디바이스와 의료/헬스 분야가 주목되는 형태로 진행되고 있음
- ▶ 웨어러블 디바이스는 휴대 형태의 액세서리형에서 패치와 같이 신체에 부착하거나 의류형태인 직물/의류일체형 그리고 신체에 직접 이식하거나 복용하는 형태의 생체이식형으로 진화하고 있으며 의료/헬스 분야와 접목된 플랫폼 형태로 가속화되고 있음
- ▶ 4차 산업혁명의 핵심 분야인 차세대 웨어러블 전기전자기기는 반복적으로 굽히거나 늘어나는 환경에서 작동하여야 하므로, 배선전극뿐만 아니라 센서, 에너지 등의 모든 소자가 신축전극을 기반으로 개발되어야 함
- ▶ 신축전극은 실용적, 상업적 측면에서 한계가 명확하게 제시되어야 하고, 성능이 구현되어야 함. 금속기반의 신축전극은 실용적인 반복회수 구간에서 항구적으로 유지되기 어려운 점과 디자인 측면에서 재료손실 및 자유도 저하 등의 단점이 있음

## 2. 기술 내용

### 기술의 특징

- ▶ 기술의 특징점
  - 나노카본/금속 복합화를 통해 신축성과 전기전도성을 동시에 확보하여 반복적으로 굽히거나 늘어나는 환경에서 작동 가능함.
  - 신축 고분자 elastomer를 사용한 페이스트 제조 및 인쇄형 신축 패턴 전극 제작 가능함.
  - 섬유 고분자를 사용한 도프 제조 및 섬유/직물형 신축 전극 제작 가능함.
  - 신축 모션 센서 제작 가능함.
- ▶ 기술의 상세 규격
  - 신축전극 및 신축센서용 나노카본/금속 복합체 제조 기술
  - 인쇄형 신축전극 제작용 페이스트 조성물 제조 및 공정 기술
  - 섬유/직물형 신축전극 제작용 도프 조성물 제조 및 공정 기술
  - 신축 모션 센서 제조 기술

### 경쟁기술과 차별성

- ▶ 국내외 유사·경쟁 기술 현황
  - 고변형/고전도성 페이스트 기반 신축전극 제조 기술

국내	기술명	은 플레이크 기반 신축전극기술
	기술 내용	은 플레이크, 불소계 고무, 계면활성제 기반의 페이스트를 활용한 고신축성 인쇄전극 제조기술
국내	기술명	전도성 고분자 기반 신축전극기술
	기술 내용	PEDOT:PSS 전도성 고분자, 이온성 첨가제 기반의 고신축성 인쇄전극 제조기술
국외	기술명	은 페이스트 기반 신축전극기술
	기술 내용	Pre-strain이 가해진 TPU 기판에 은 페이스트를 프린팅하는 방법으로 신축전극 제조

### 경쟁 기술 대비 우수성

경쟁기술	본 기술의 우수성
나노카본 / 금속 복합체 기반 유연 / 신축전극 제조기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 나노카본에 다차원 구조의 전도성 나노금속을 직접 합성함으로써 신축환경하에서 극도로 안정적인 전극 및 센서 구현 가능기술</li> <li>• 전도성 나노금속의 다차원 구조 및 함량 조절을 통해 신축성, 전기전도성의 변형이 가능하여 응용 맞춤형 소재 합성 가능</li> </ul>

## 3. 기술의 시장성

### 기술 응용분야 및 제품

- 웨어러블 디바이스용 유연/신축 소재
- 웨어러블 에너지, 디스플레이, 메모리 분야 확장 가능

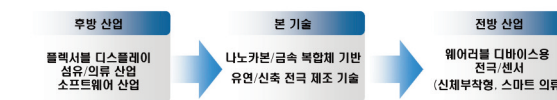


### 시장이슈

- 웨어러블 디바이스는 애플, 삼성, 샤오미 등 주요 IT업체 뿐 아니라 의료업체, 시계업체, 의료기기 업체까지 관련 제품을 출시하고 있으며, 향후 5년 후에도 손목형 스마트워치가 시장을 주도할 것으로 예상되나 의료 및 이너웨어 제품의 성장으로 제품 형태가 다양화될 것으로 전망됨
- 차세대 웨어러블 디바이스는 IoT, 빅데이터, AI 기술과의 융합과 고밀도·초경량 부품 및 산업별 특화 기술까지의 융합이 필요함
- 웨어러블 디바이스의 적용 분야가 통신서비스, 헬스케어 외에도 전문 의료, 의료, 스포츠, 유통 등 다양한 산업에 활용될 가능성이 높으므로 관련 산업의 규제 환경 등을 고려할 필요가 있음

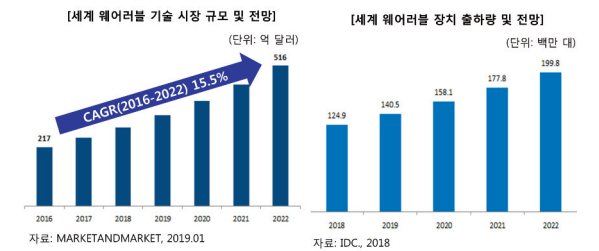
### Supply chain

- 본 기술은 나노카본/금속 복합체 기반 유연/신축 전극 제조 기술로, 신체부착형 또는 섬유/직물일체형 웨어러블 디바이스용 유연/신축 전극 및 센서로 활용할 수 있음



### 수요전망

- 세계 웨어러블 기술 시장은 2016년 217억 달러에서 연평균 성장률 15.5%로 2022년에 516억 달러까지 증가할 것으로 전망됨
- 웨어러블 디바이스 출하량은 2018년 1억 2,490만 대에서 2022년에는 1억 9,980만 대까지 성장할 것으로 전망됨



## 4. 주요 연구성과

### 특허 출원 및 등록 현황

구분	특허명	국가	번호	년도
출원	나노금속과 탄소나노소재의 복합체 제조방법	한국	10-0131322	2015
출원	금속나노벨트와 탄소나노소재 복합체를 이용한 전도성 섬유 및 그 제조방법	한국	10-0068255	2016
출원	탄소나노소재-나노금속 복합체 및 이의 제조방법	한국	10-0154002	2017

### 기술의 완성도

- ▶ TRL 4 수준의 기술완성도 단계 : 부품 성능평가
- ▶ 개발 기술 범위 : 나노카본/금속 복합체 기반 유연/신축전극 제조기술
  - 신축전극 및 신축센서용 나노카본/금속 복합체 제조 기술
  - 인쇄형 신축전극 제작용 페이스트 조성물 제조 및 공정 기술
  - 섬유/직물형 신축전극 제작용 도프 조성물 제조 및 공정 기술
  - 신축 모션 센서 제조 기술
- ▶ 기술개발 완료 시기
  - 2020년 12월 : 인쇄/섬유 하이브리드 신축소재 집적 플랫폼 핵심기술 개발

## 5. 기대 효과

### 기술 도입 효과

- ▶ 경제적인 효과
  - 2020년에 웨어러블 디바이스 매출 규모가 617억 달러에 이르고, 특히 BT, IT 융합 기술의 확대를 통해 웨어러블 헬스케어 분야는 예방과 관리 중심으로 전환된 의료 패러다임에 힘입어 세계적으로 개인 맞춤형 스마트 헬스케어 산업이 급부상하고 있으며 이와 관련된 웨어러블 시장이 137억 달러로 전체의 20% 이상을 차지할 것으로 전망됨
  - 웨어러블 디바이스 시장은 해외기업이 세계시장의 70%를 점유하고 있으며, 국내기업은 기술력 부족과 가격경쟁력 취약으로 1.6%의 낮은 점유율을 보임. 첨단 전극/센서 중심의 시장 형성으로 인해 더욱 가속화 할 것으로 보여 국내 첨단 인체 착용 혹은 부착용 전극/센서 산업의 기술 확보 전략 필요함

### 기술·산업적 파급 효과

- ▶ 기술적 파급 효과
  - 아직 태동기인 웨어러블 디바이스용 유연/신축 소재 기술의 개발을 통해 세계 웨어러블 디바이스 분야의 국가 경쟁력을 향상시키고, 국내 전극/센서 산업의 고도화에 기여
  - 유연/신축 소재기반 핵심 원천기술은 웨어러블 에너지, 디스플레이, 메모리 분야로의 확장이 가능하며, 이를 통해 차세대 국가 핵심 산업의 세계 경쟁력 확보 가능함