

기술이전 발표자료

나노복합소재 기반 압력센서 기술 (Pressure Sensor based on Hybrid Nano Materials)

기술이전 책임자: 최 춘 기
ICT소재부품연구소, 소재부품원천연구본부
신소재연구그룹



ETRI

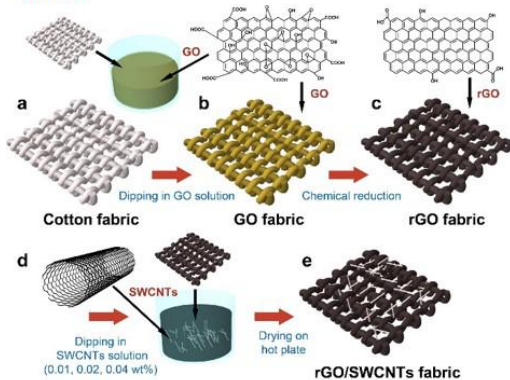
한국 전자통신연구원

1. 이전 기술의 개요

❖ 이전 기술의 개요

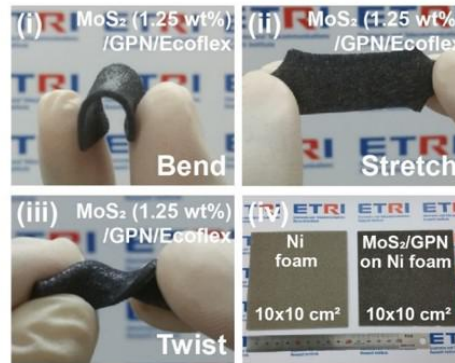
- 외부의 압력 및 스트레인에 민감하게 반응하는 유연한 **나노복합소재 기반 압력센서 기술**로서, 기존에 상용화된 **피에조저항 방식의 압력센서 기술**과 비교하여 **매우 유연하면서 높은 민감도, 빠른 응답속도, 우수한 내구성 및 방수 특성을** 가지는 압력센서 기술임. 또한 **인체에 쉽게 탈부착이 가능하며, 피부나 의복에 적용 가능한 기술**임.

rGO/SWCNT fabric-based wearable strain-pressure sensor

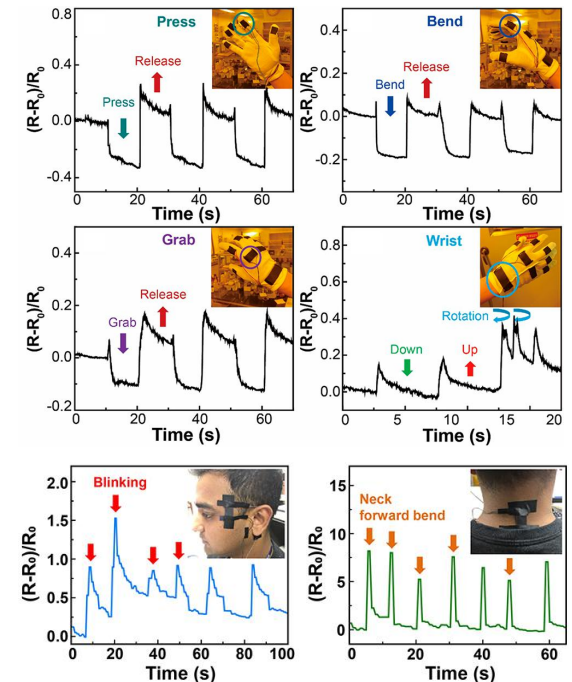


- Simple fabrication process
- Extremely high durability during repeated pressure and bending (compressive) test ($0 \sim 10^5$)
- Excellent water resistance properties

MoS₂/GPN/Ecoflex-based flexible strain-pressure sensor



- High sensitivity ($\sim 6 \text{ kPa}^{-1}$)
- Robust durability (4,000 cycles)
- Superior gauge factor of ~ 24
- Good resiliency and linearity

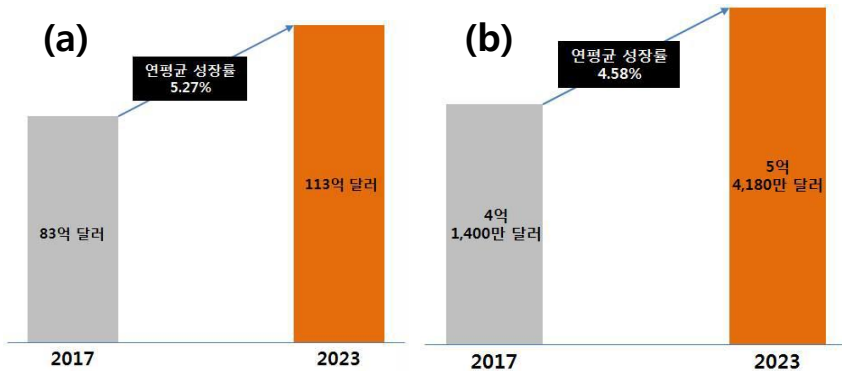




2. 이전 기술의 필요성 및 시장성

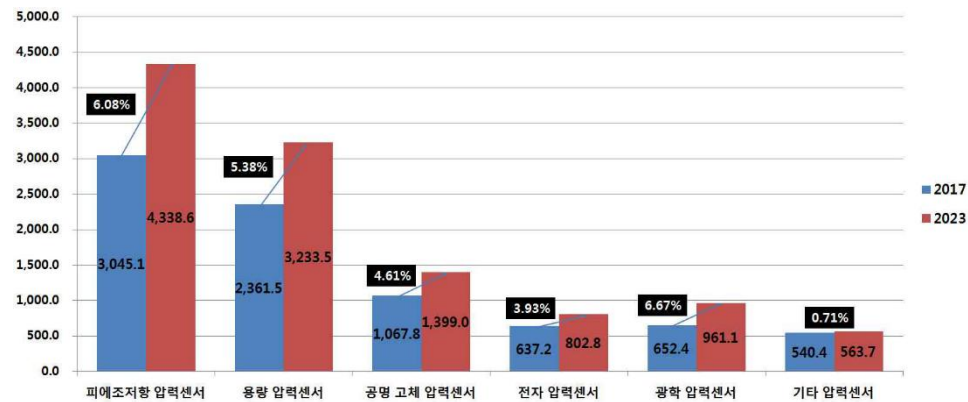
❖ 이전 기술의 필요성

- 나노복합소재 기반 압력센서 기술은 기존 상용화된 피에조 저항형 압력센서와 비교하여 매우 우수한 유연성을 가지며 피부에 탈부착이 가능하며, 낮은 압력변화에도 높은 민감도 및 수백 mm초의 빠른 응답 반응을 통하여 정확하게 감지할 수 있는 기술임.
- 현재 유사기술을 이용한 제품이 시장에 출시되지 않아 기술 및 시장 선점이 가능.
- 또한, 국내외 스마트폰 시장 및 이어폰 이어캡 센서와 같은 IoT 센서로서 스마트 기기 분야 등에 폭넓게 응용할 수 있기 때문에 기술 이전이 절실히 요구됨.



<(a) 세계 (b) 국내 압력센서 시장 규모 및 전망, (단위: 백만 달러)>

자료출처 : Marketsandmarkets, Pressure Sensor Market, 2017



<글로벌 압력센서 시장의 기술별 시장 규모 및 전망, (단위: 백만 달러)>

자료출처 : Marketsandmarkets, Pressure Sensor Market, 2017



2. 이전 기술의 필요성 및 시장성

❖ 이전 기술의 시장성

- 4차 산업 혁명에 따른 자동차, 모바일, 의료 및 가정용 전자기기 산업 전반에 걸쳐 스마트 센서 시장 규모는 증가하였으나, **국내센서 시장의 규모는 세계시장의 1.6%, 기술수준은 선진국의 64%정도로 미비함.**
- 이러한 **스마트 센서 관련 산업은 기술과 창의적인 아이디어만으로도 창업이 가능한 중소기업형 산업**으로서 **소재 및 공정 분야의 기술개발이 절실히 요구됨.**
- **매년 10억 개의 센서가 출하되고 생산량은 연평균 50% 이상 증가** 하는 추세이며, **2025년까지 1조 개 이상 생산될 전망.**
 - ➔ **국내센서 생산업체들은 설계역량을 보유하고 있음에도 생산인프라 부실로 인한 양산기회부족, 제품신뢰성 저하 등을 이유로 국산화 대신 센서 제품을 90% 이상 해외에 의존.**
- **세계 센서 산업 중 압력센서 시장이 세계에서 2번째로 높으며, 2017년에 83억 달러에서 연평균 성장률 5.27%로 증가하여, 2023년에는 113억 달러에 이를 것으로 예상.**
- **압력센서의 응용 분야는 자동차용, 의료용, 산업용, 가정제품용 등으로 다양한 분야에 광범위하게 사용됨.**
- **압력센서 중 피에조 저항형 압력센서가 제작 및 작동방식이 간단하고, 가격이 저렴하여 세계의 압력센서 시장에서 가장 많이 사용되고 있음.**



3. 이전 기술의 내용 및 범위

❖ 기술 이전 내용

- 나노복합소재 기반 **압력센서 제작 및 압력 변화 평가 기술**
- 나노복합소재 기반 압력센서 **민감도 및 내구성 성능 평가 기술**

❖ 기술 이전 범위

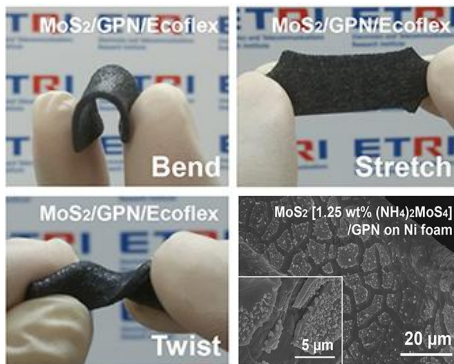
- 나노복합소재 기반 압력센서 제작 및 압력 변화 평가 기술
 - 나노 복합소재 기반 **압력 센서 제작**
 - 나노복합소재 기반 압력센서의 **압력 변화에 따른 저항변화 평가**
 - **1kPa-20kPa 압력 범위 내에서 저항 변화 값이 -1 이하인 성능 평가**
- 나노복합소재 기반 압력센서 민감도 및 내구성 성능 평가 기술
 - **1kPa-20kPa 압력 범위 내에서 인가압력 변화에 따른 센서 민감도 평가**
 - **최대 4000 cycles 반복 압축 시험 후, 저항변화율에 따른 내구성 평가**



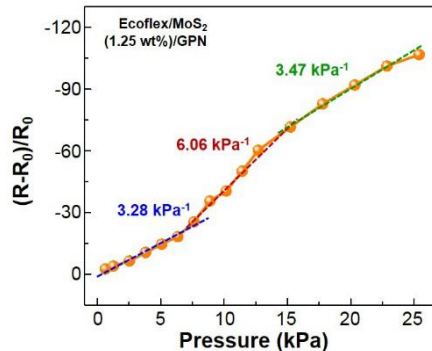
4. 이전 기술의 특징 및 장점

❖ 이전 기술의 특징 및 장점

- 그래핀 (Graphene), 맥신 (MXene), 탄소나노튜브 (CNT)와 같은 전도성 나노 물질 표면에 2차원 물질 기반 나노구조체 형성 후 폴리머를 결합하게 되면, 매우 유연하면서 우수한 전기전도도 및 센서 민감도를 가지는 피에조 저항형 센서를 제작 가능.
- 2차원 복합소재 기반 피에조 저항형 센서는 인체에 탈부착이 가능하고 1 - 20 kPa의 외부압력변화를 감지가 가능하며, 압력에 대한 높은 민감도 (3kPa^{-1} 이상)를 나타냄.
- 매우 유연하고, 복원력이 우수한 폴리머가 2차원 나노복합소재 표면에 코팅되어 있어, 최대 4,000 cycles의 압축반복 시험 후에도 저항변화율이 초기저항 변화율 값의 $\pm 8\%$ 미만의 변화율을 가지기 때문에 소자의 내구성 측면에서도 우수함.

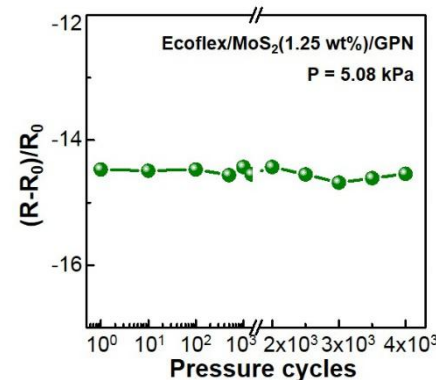


<2차원 나노복합소재>



<센서 민감도 평가>

Pressure Range (kPa)	(R-R ₀)/R ₀
0.6	-2.48
1.27	-3.89
2.54	-6.39
3.81	-10.48
5.08	-14.55
6.35	-18.2
7.62	-25.37
8.89	-35.54
10.16	-40.42
11.43	-50.03
12.7	-60.23
15.24	-71.56
17.78	-82.78
20.32	-91.98
22.8	-101.21
25.4	-106.79



<센서 내구성 평가>

반복횟수	저항변화율	저항변화율 편차 (%)
1	-14.47	-3%
10	-14.49	-1%
100	-14.47	-3%
500	-14.56	6%
1000	-14.43	-7%
1500	-14.55	5%
2000	-14.43	-7%
2500	-14.55	5%
3000	-14.58	8%
3500	-14.56	6%
4000	-14.54	4%

5. 적용분야 및 기대효과

❖ 적용분야 및 기대효과

- 인체에 쉽게 부착하여 **자세교정 및 졸음 방지**와 같은 **인체의 모션감지** 등의 **전자 피부용 (e-skin) 유연 촉각 센서**에 응용.
- 심박수와 **혈압** 같은 건강상태를 **실시간 모니터링** 할 수 있는 **의료기기나 이어폰의 이어캡**에 적용하여 입을 다물거나 벌렸을 때 귀속 외이도의 압력을 신속히 감지하여 **스마트폰을 on/off 시키는 스위치** 및 **턱관절 장애 예방 및 교정용 의료기기, 스마트 미용 마스크 팩** 등에 응용가능.
- 2차원 나노 복합소재 기반 압력센서를 이용하게 되면 **미세한 신체 움직임**이나 **생체신호**에서 나오는 **다양한 정보들을 더욱 정확하고 빠르게 검출** 할 수 있음.



<인체 모션 감지>



<헬스케어>



<스마트 이어폰>



<스마트 마스크팩>