

# 반도체 나노구조를 이용한 압력 센서 및 이를 이용한 호흡 모니터링 장치

이규철 교수

서울대학교 자연과학대학 물리천문학부

## 기술 내용

- 압저항 효과에 의한 전류 변화를 이용하여 압력을 측정하는 반도체 나노 구조 센서 기술

## 기술 개발 단계

- TRL3

## 기술 개발 배경

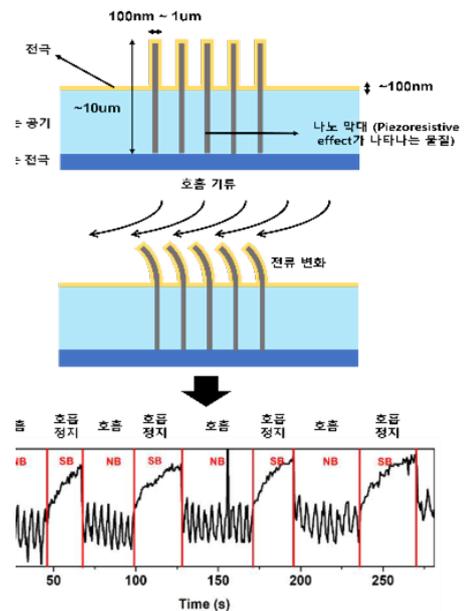
- 기계적 변형이 가해질 때 재료의 전기 저항이 변하는 정도를 측정하면 압력의 변화를 측정할 수 있음. 나노 막대 또는 나노 튜브는 휘어짐에 따라 소재의 극성, 밴드갭, 전하 이동도 등이 변함. 압저항 효과에 의한 전류 변화를 감지하면 소자에 흐르는 전류가 변함으로써 압력 측정 가능함

## 기술 특징점

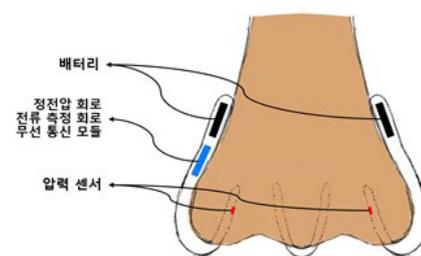
- 호흡 압력에 의해 휘어지는 나노구조를 이용하여 호흡 유무 및 세기 측정 가능함
- 나노구조의 특성으로 맥박과 같은 아주 작은 세기의 펄스에 민감하게 반응함

## 기존 기술 현황

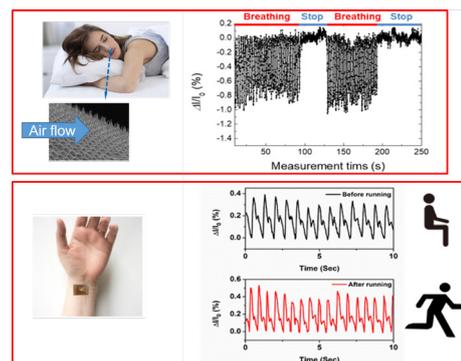
- 압력 센서
  - 눌림힘만 감지 가능
  - 민감도가 낮아 미세한 압력 감지가 어려움
  - 장시간 사용 시 정확도 하락
- 기존 웨어러블 호흡 모니터링 장비
  - 온도 변화를 통해 호흡을 측정하는 경우 외부 기온 변화에 취약함
  - 목 근육의 진동 또는 움직임 측정하는 경우 호흡 외 움직임에 영향을 받음



나노 막대 압력 센서의 원리 및 호흡 측정 결과



호흡 모니터링 장치 예시 구조도



호흡 및 맥박 센서 예시 사진

- 수면 무호흡 웨어러블 장비
  - 산소포화도 및 심박수를 이용하여 수면 무호흡을 간접적으로 추론함

**기존 기술 대비 차별성**

2차원 나노소재(그래핀) 기판 사용	→	그 자체로 유연하며 임의의 기판으로 옮겨 사용 가능
매우 높은 소자 민감도	→	1차원 나노구조의 높은 종횡비 특성으로 인해 $\mu\text{N}$ 단위의 힘도 감지 가능
정확한 위치 및 형상 제어	→	개별 나노막대/튜브의 위치와 종횡비를 조절하여 소자의 민감도를 정밀하게 조절 가능
개별 나노소재 어드레싱 가능	→	개별 나노막대/튜브를 각각 하나의 픽셀로 지정하여 초고해상도 압력 스캐닝 가능
나노막대/튜브를 이용한 감지	→	나노막대/튜브의 변형에 기초하여 눌린 힘뿐만 아니라 쓸림힘 감지 가능

평가 항목	단위	센서	
		Z. L. Wang group(Georgia I. Tech.)	본 연구진(서울대학교)
압전소자 민감도(DI/I0)/DP	kPa-1	0.02	0.02~0.08
개별 소자 직경	mm	20	2
소자 밀도	/ inch <sup>2</sup>	54000	~ 1 M
압전 소자 반응속도	seconds	0.15	< 0.1
신호-잡음 비	%	3.5 kPa 기준 2배	4 kPa 기준 5배
10000회 반복 측정시 초기 측정값 대비율	%	66	95
한계곡률반경(소자 성능 80%)	mm	100	< 5

- 휴대용 호흡측정 센서는 호흡에 문제가 생겼을 때 자동으로 응급 의료기관에 연락 및 조치가 가능하도록 함
- 기성 제품들은 큰 크기와 낮은 민감도, 간접적인 호흡 측정으로 착용자에게 불편함을 주거나 조치가 늦어질 수 있는 문제점이 있음
- 반도체 나노구조를 이용한 압력 센서로 호흡을 직접 측정하면 호흡 주기 외 호흡 패턴을 측정 가능함. 또 무선통신장비와 결합하여 휴대기기 및 의료기관과 연동하는 모니터링 시스템을 구축할 수 있음

**기술 활용 분야**

- 호흡 및 맥박 센서, 로봇의 팔 또는 터치패널 지문인식 등 고해상도 압력 센서 등

**지식재산권 현황**

No.	명칭	국가	상태	출원번호(출월일)	등록번호(등록일)	권리자
1	나노 압전소자	대한민국	등록	10-2020-0066710(2020.06.02.)	10-2248482(2021.04.29.)	서울대학교 산학협력단
		PCT	출원	PCT/KR2020/017136(2020.11.27.)	-	
2	무선형 호흡 모니터링 장치	대한민국	출원	10-2021-0117244(2021.09.02.)	-	

**기술 문의처**

- 서울대학교 산학협력단 이한용 변리사 | 02-880-2026 | boribob@snu.ac.kr