

2022 Spring NIMS meeting

KMEMS review

2022. 04. 11
DGIST 기초학부 이나영

Wireless **optofluidic neural implant
with modular replaceable drug cartridges for chronic neuromodulation**

1) Inho Kang, 1) Jae-Woong Jeong*
1) School of Electrical Engineering, KAIST

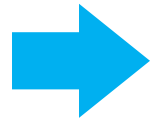
Battery-free, wireless **ionic liquid-based sensor array for real-time measurement
of **pressure** and **temperature** to prevent pressure injuries at bony prominences**

1) Hyeonseok Han, 1) Yong Suk Oh, 1) Seokjoo Cho, 1) Inkyu Park*
1) Department of Mechanical Engineering, KAIST

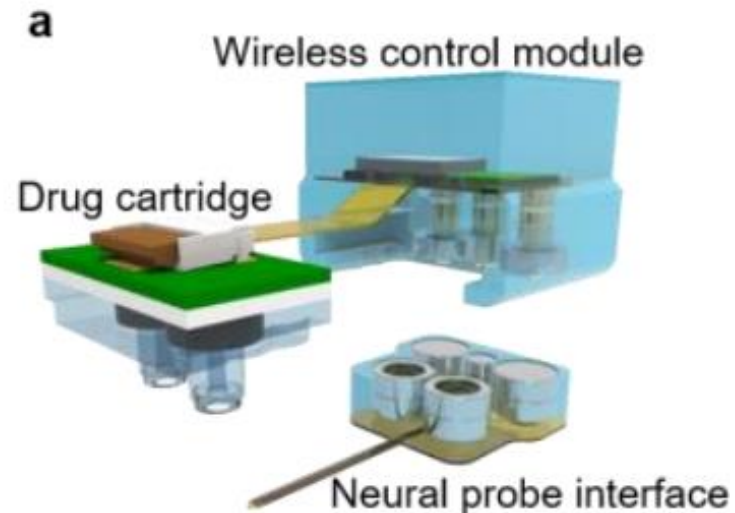
Review 1

Wireless optofluidic neural implant with modular replaceable drug cartridges for chronic neuromodulation

- 신경 회로망 연구 – 목표로 하는 뉴런만 정교하게 컨트롤 필요
- 광유전학 + 신경 약물학 : 높은 해상도, 특정 뉴런의 선택적 조절 가능
- (기존) 유선 모듈 및 마취 후 약물 투여 : 심리 및 사회성 동물실험 힘들, 과도한 스트레스



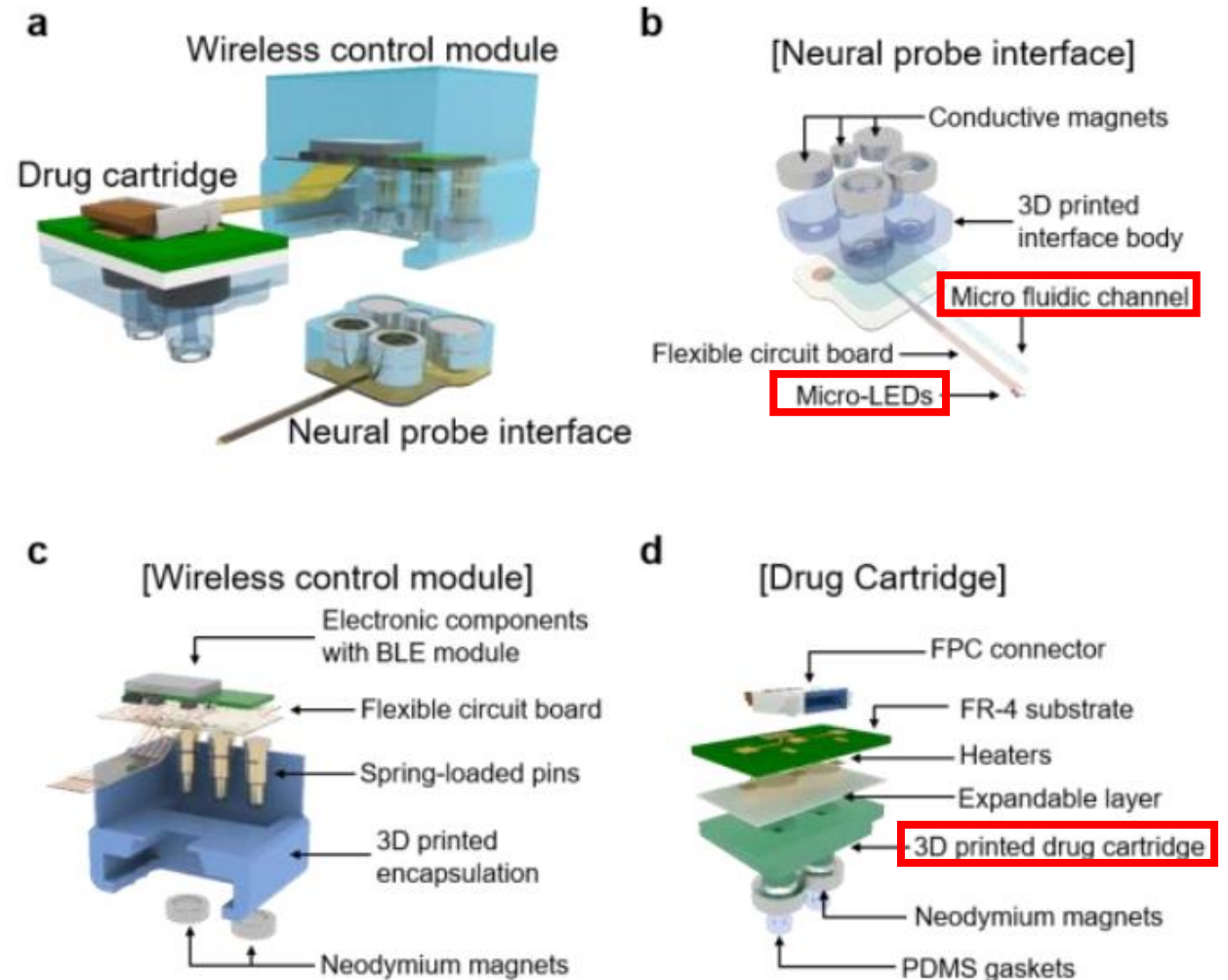
원터치 자석 조립식 광유전학 및 약물학 무선 디바이스 개발



Review 1

Wireless optofluidic neural implant with modular replaceable drug cartridges for chronic neuromodulation

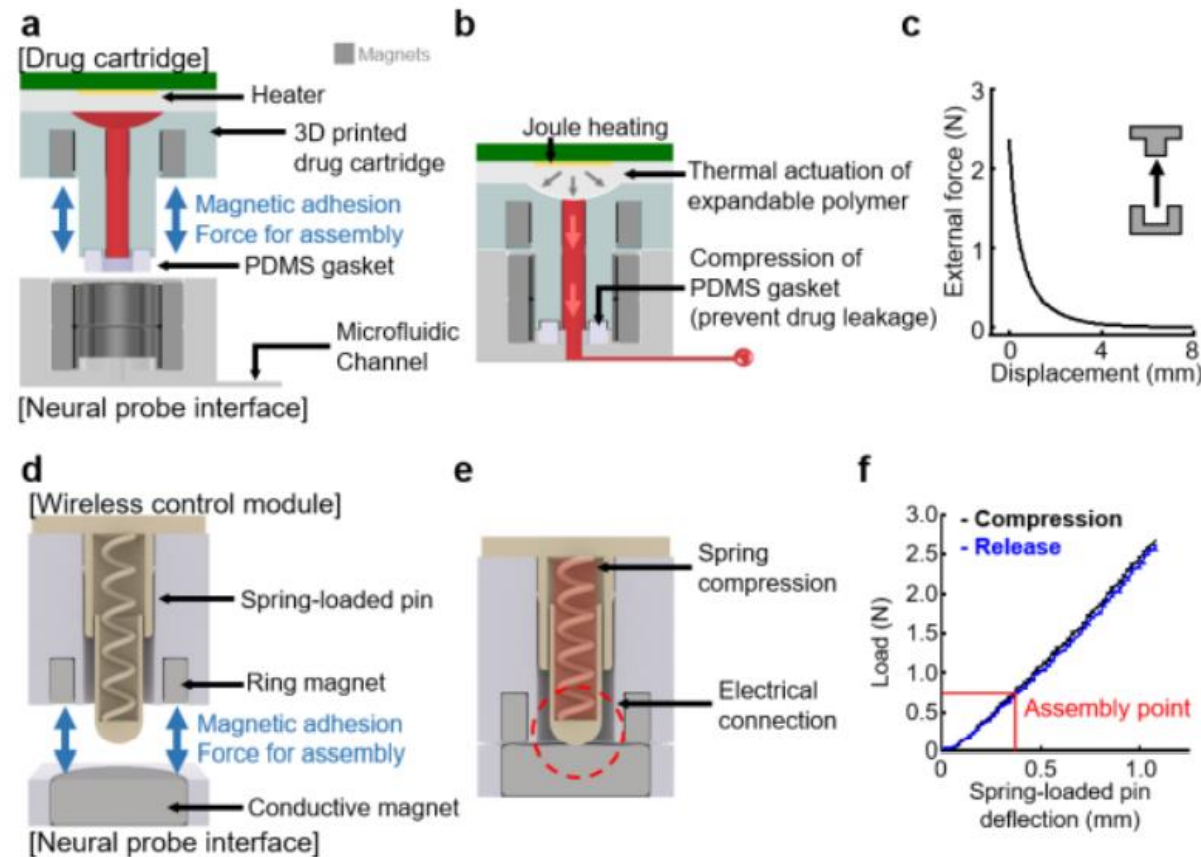
- 무선 control 모듈, 약물 카트리지, neural probe interface의 3가지 부품으로 구성
- 전체 무게 : 1.9g
mouse 실험에 적합한 가벼운 무게
- Li polymer battery (0.6 g; 18 mAh) :
완충했을 시 약물 투여 최대 2회,
최대 280분 연속 실험 가능
- 저전력 블루투스 통신,
스마트폰 어플리케이션으로 컨트롤 가능



Review 1

Wireless optofluidic neural implant with modular replaceable drug cartridges for chronic neuromodulation

- 스프링이 내장된 전극 핀을 통해 neural probe interface에 LED 발광 신호 전달
- 압축된 스프링핀은 동물의 움직임 등으로 인한 단선 방지 → chronic modulation에 용이



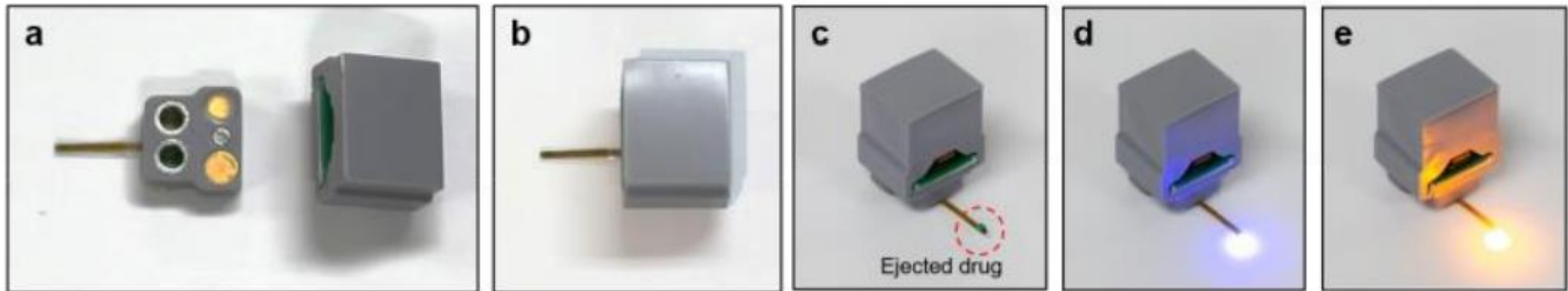
자석 조립된 디바이스를
분해하는 데 필요한 힘 = 2.35N

스프링핀 0.3 mm 이상 압축됨,
스프링핀에 의한 반발력 = 0.75 N

Review 1

Wireless optofluidic neural implant with modular replaceable drug cartridges for chronic neuromodulation

- 약물 및 전력 재공급 - one-touch replaceable cartridge
 - Figure c~e : 블루투스 어플리케이션으로 약물전달 및 LED 광자극 control
 - Implant 되는 부위는 probe 뿐이기 때문에 동물 실험 시 발열 문제 등은 없었다고 함
- ➡ long-term neural circuit control 가능, 다양한 신경계 질환 치료법 연구에 활용

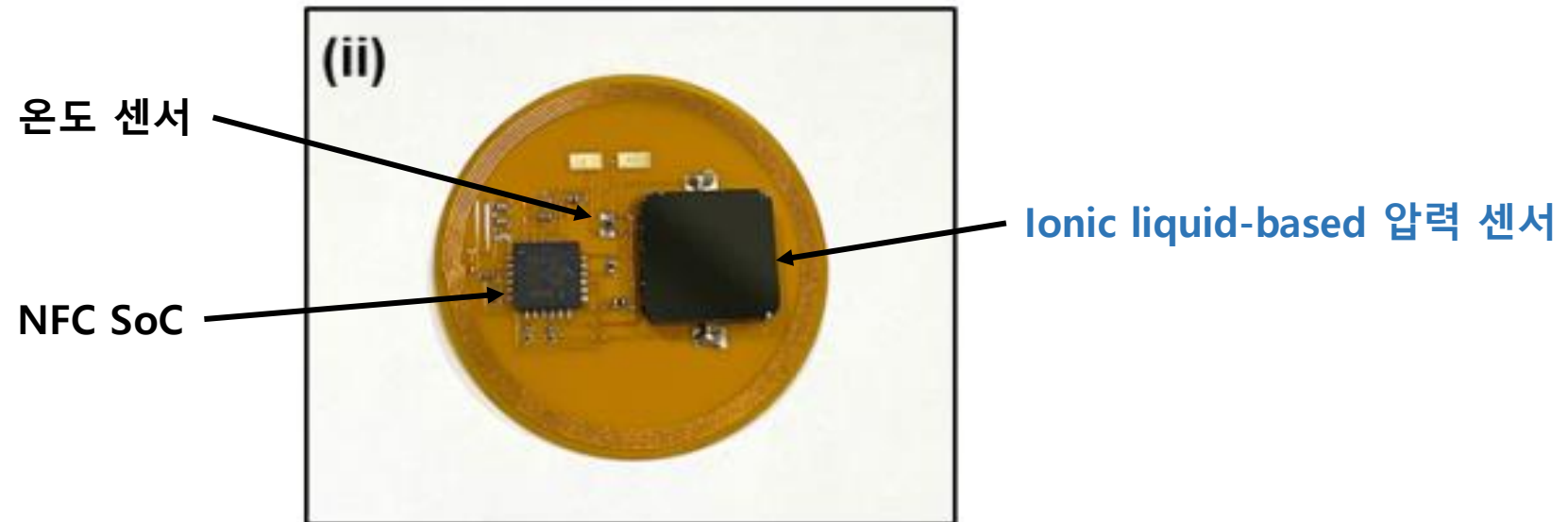


Review 2

Battery-free, wireless ionic liquid-based sensor array for real-time measurement of pressure and temperature to prevent pressure injuries at bony prominences

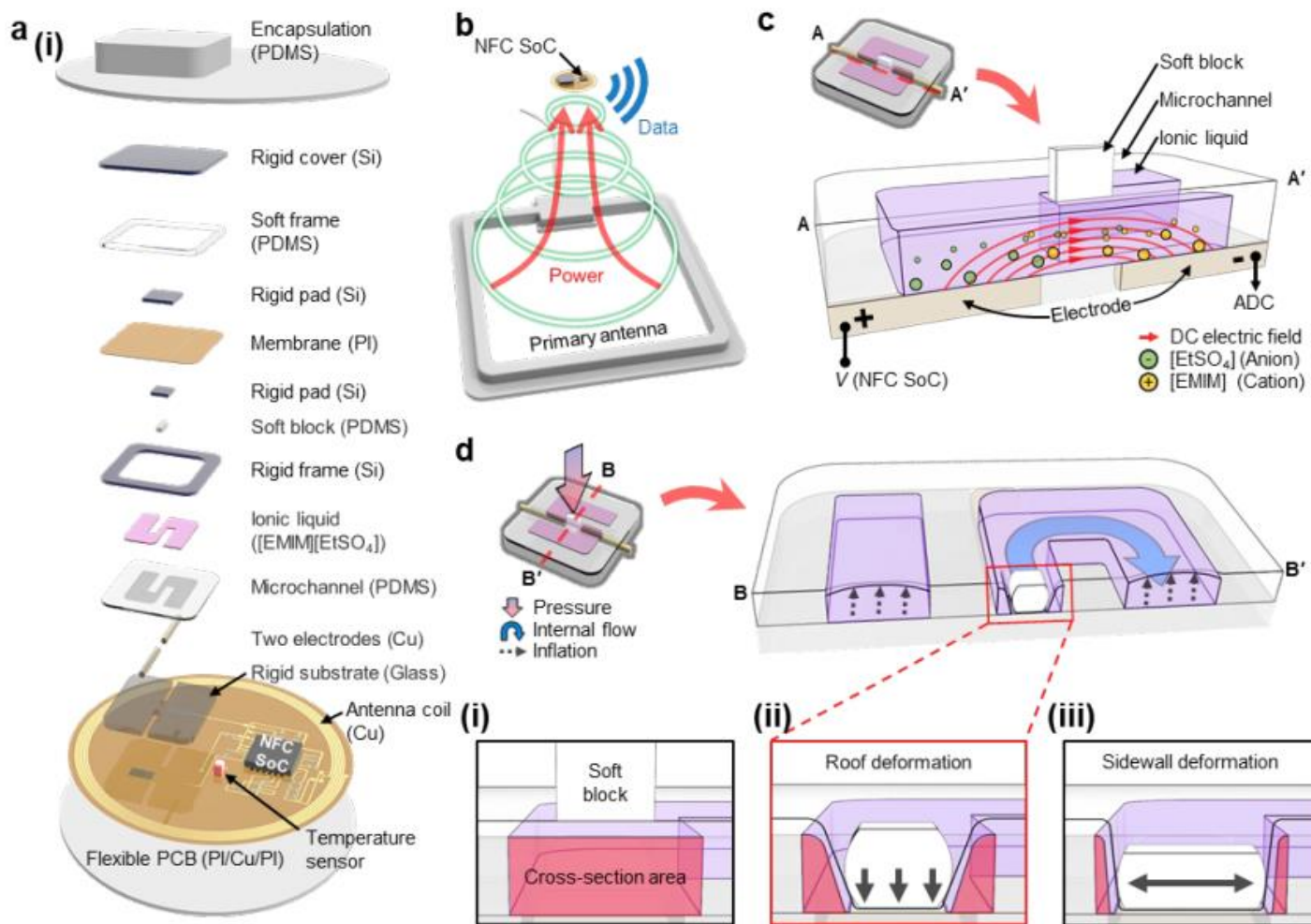
- Pressure injuries : 피부 및 하부조직과 돌출된 뼈에 가해지는 압력이 원인
- 해당 부위의 피부 온도 상승으로 인해 악화됨. 주로 입원 환자들에 발생
- 지속적인 압력&온도 모니터링 필요

➡ battery-free, wireless ionic-liquid based sensor array 개발



Review 2

Battery-free, wireless ionic liquid-based sensor array for real-time measurement of pressure and temperature to prevent pressure injuries at bony prominences



Materials & Mechanism

- Rigid components & soft frame & membrane : 압력 tuning을 위해 포함
- 전력은 코일 안테나가 내장된 NFC SoC를 통해 무선으로 생성
 - Ionic liquid에 DC 전원 연결
 - anion(EtSO₄)(-) -> anode(+)
 - cation(EMIM)(+) -> cathode(-)
 - (ionic separation)
- PDMS로 만든 soft block에 압력이 가해짐
 - microchannel에 deformation 발생
 - 센서 저항 증가

Review 2

Battery-free, wireless ionic liquid-based sensor array for real-time measurement of pressure and temperature to prevent pressure injuries at bony prominences

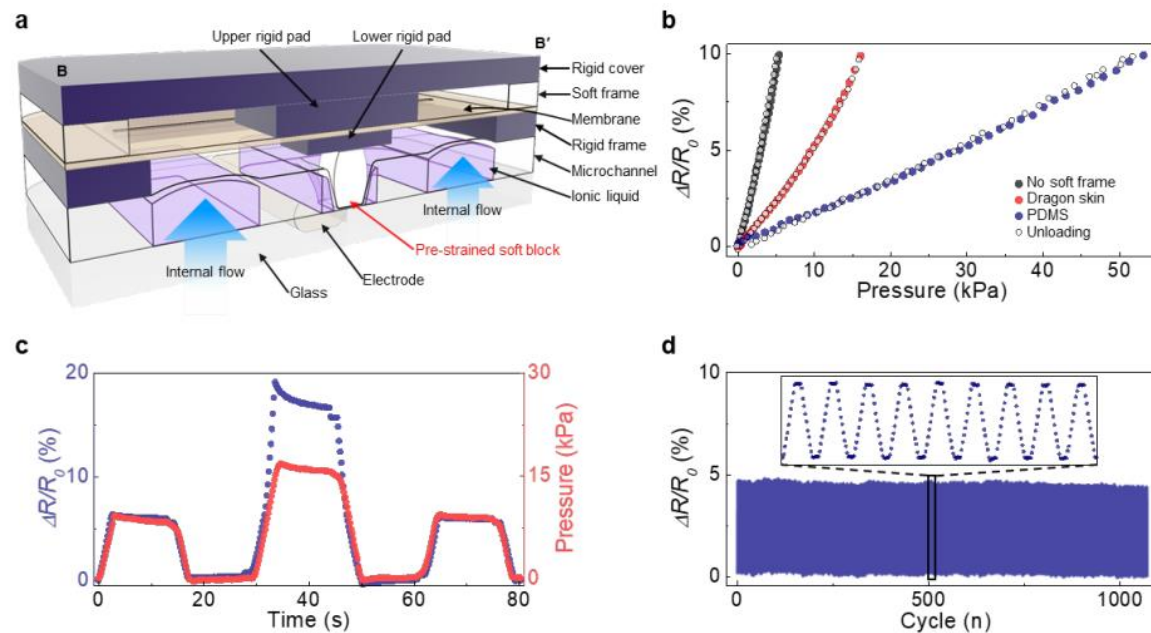
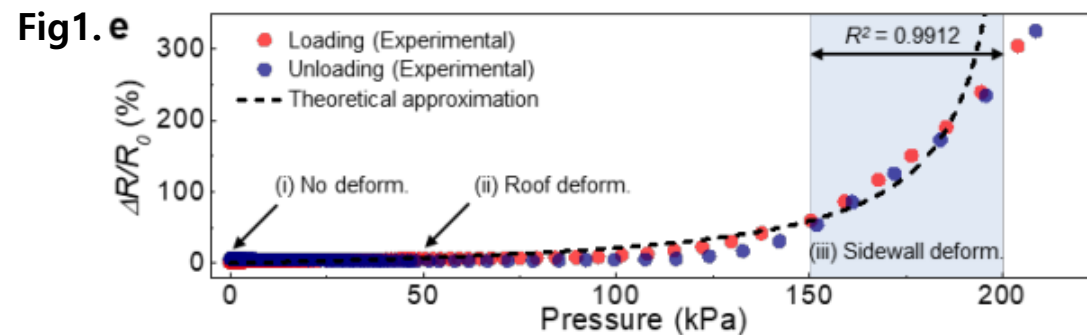
Design features & performance characteristics (유선으로 실험)

Fig 1.e) 센서에 가해진 압력의 크기에 따른 $\Delta R/R$ 변화

b) PDMS soft frame 유무에 따른 $\Delta R/R$ 변화 비교
→ soft frame을 포함할 경우 변화가 더 완만해짐

c) response against 3 cycles of loading (각각 8, 15, 8 kPa)

d) response against 1000 cycles of loading/unloading (30kPa)
→ **stable**



Review 2

Battery-free, wireless ionic liquid-based sensor array for real-time measurement of pressure and temperature to prevent pressure injuries at bony prominences

Characteristics of a battery-free, wireless sensing system

d) 압력 loading/unloading시

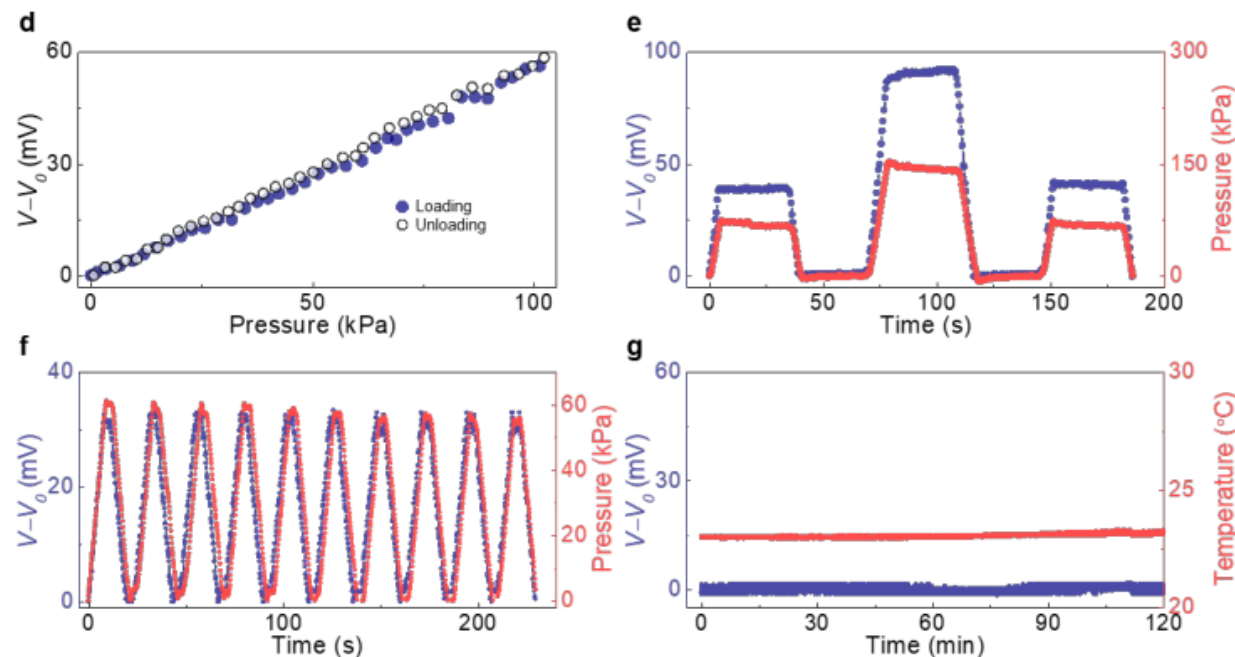
압력 센서의 ADC value (V_0-V) response

NFC SoC의 ADC value response

e) against 3 cycles of loading (각각 75, 150, 75 kPa)

f) against 10 cycles loading/unloading (60 kPa)

g) loading 없이 2시간 이상 response 관찰 결과,
무시할 수 있을 수준의 drift를 보임 → **stable**



Conclusion

- 작고 얇음, skin-like, 피부 표면에 부착 용이 & 무선 & stable response

➡ pressure injuries를 방지하기 위한 압력 및 온도의 지속적인 모니터링을 위한 플랫폼으로써 유망

감사합니다

2022. 04. 11
DGIST 기초학부 이나영