

불연속적 전도성 패턴을 포함하는 고응답 압력센서



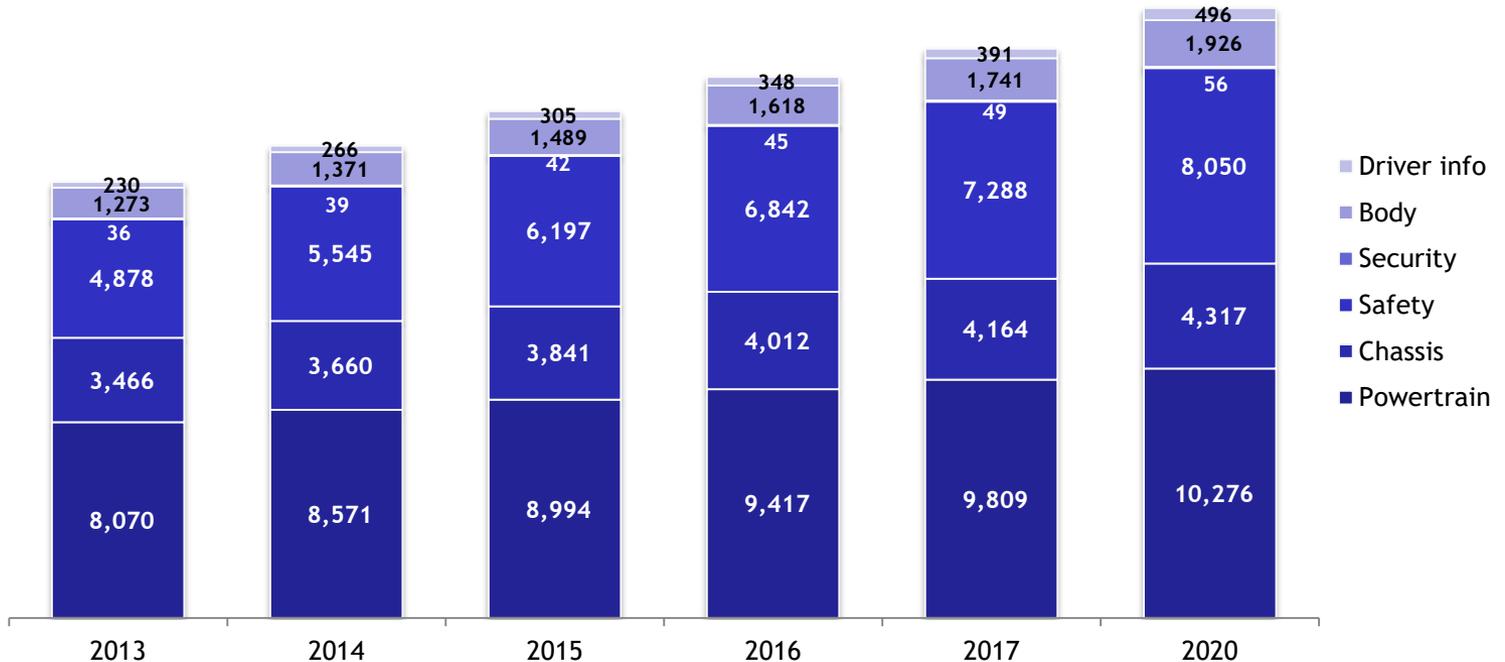
Korea Institute of Science and Technology

April 2018

□ 정밀산업의 발전과 완전 자동화의 트렌드에 따라 꾸준한 성장을 보이는 시장임

- 현재 가장 많이 사용되는 차량 센서 중 하나가 압력 센서임.
- 압력 센서는 크게 측정 압력 범위, 측정 방식으로 나뉘는데, 측정 압력 범위는 14(bar)이하를 저압용 센서로 지칭, 14~50(bar)을 중압용, 50~3000(bar)까지를 고압용 센서로 구분한다

시스템별 센서 시장 (단위 : \$M)



Source : Strategy Analysis (2014)

□ 산업 전반에 걸쳐 적용되고 있으며 주로 자동차, 자동제어 분야에서 폭발적인 신장이 기대됨



• 의료기기

인공심장, 인공신장, 맥박감지,
산소공급 시스템, 혈압감시시스템,
약물주입, 수혈제어

화학플랜트, 석유정제라인, 정유탱크,
발전소, 하수처리장, 사출기, 수압청소
프레스, 열소각로, 종이, 펄프제조,
보일러, 컴퍼레서, 공조기기, 냉동고

• 일반산업용



압력센서

• 가전제품

냉장고, 룸에어콘, 진공청소기, 세탁기,
가정용 혈압계, 맥박계



• 자동차

연료분사압, 엔진배기압, 브레이크시스템,
서스펜션, 에어백시스템, 공조시스템



• 반도체 제조

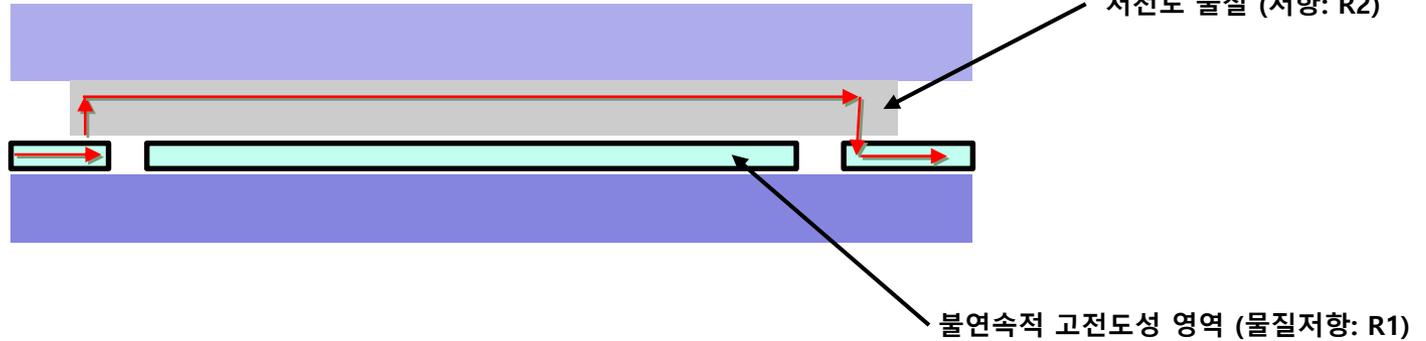
웨이퍼 흡착압 감지, 초순수라인,
공조라인, 가스공급, 진공라인



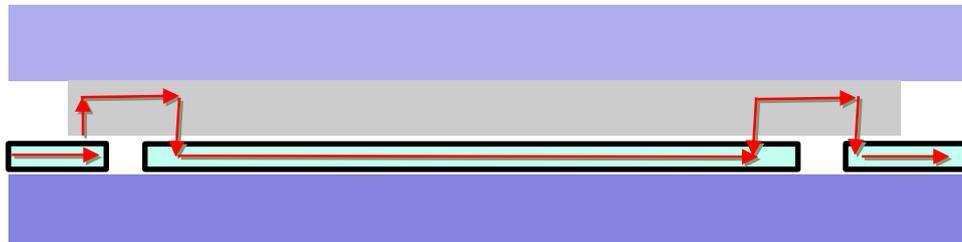
□ 저항이 다른 두 개의 물질(R1, R2)을 이용하여 압력을 센싱

→ 전류의 방향

압력 인가 전 전류의 흐름 ($R1 < R2 < R_0/2$)

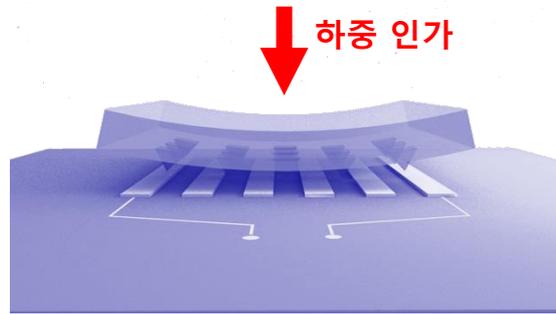
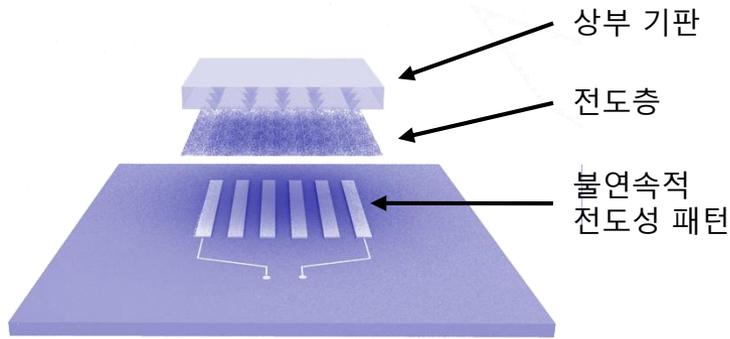


압력 인가 시 전류의 흐름 ($R1 < R1/2(p) < R2$)



□ 기술의 장점

- R2의 Piezo-Resistive 특성이 필요 없음 (두 물질의 저항이 차이만 있으면 됨)
- 상판의 패턴이 필요 없음



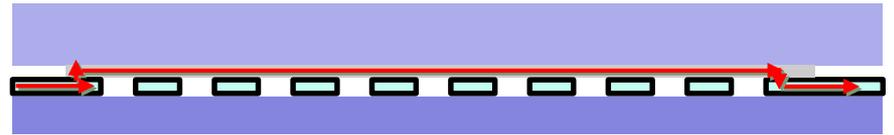
압력센서의 구조 개념도



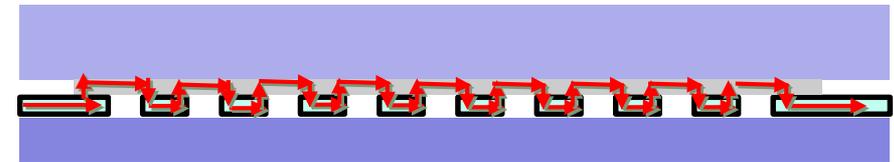
<본 발명에 의한 소자의 사진>

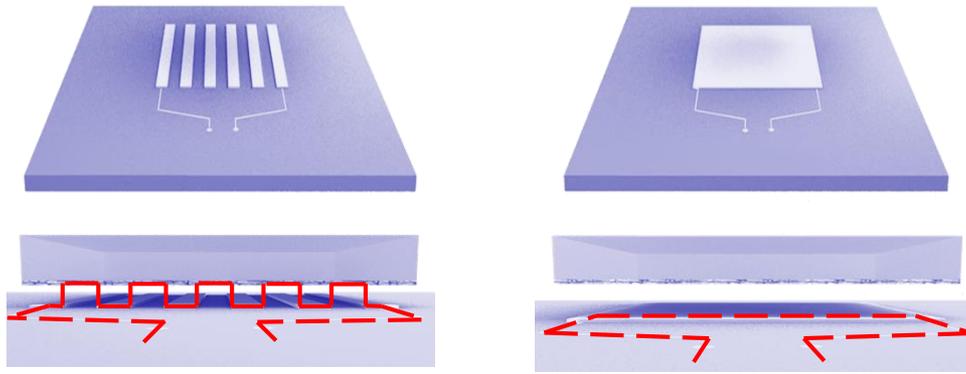
→ 전류의 방향

• 압력 인가 전 전류의 흐름



• 압력 인가 시 전류의 흐름

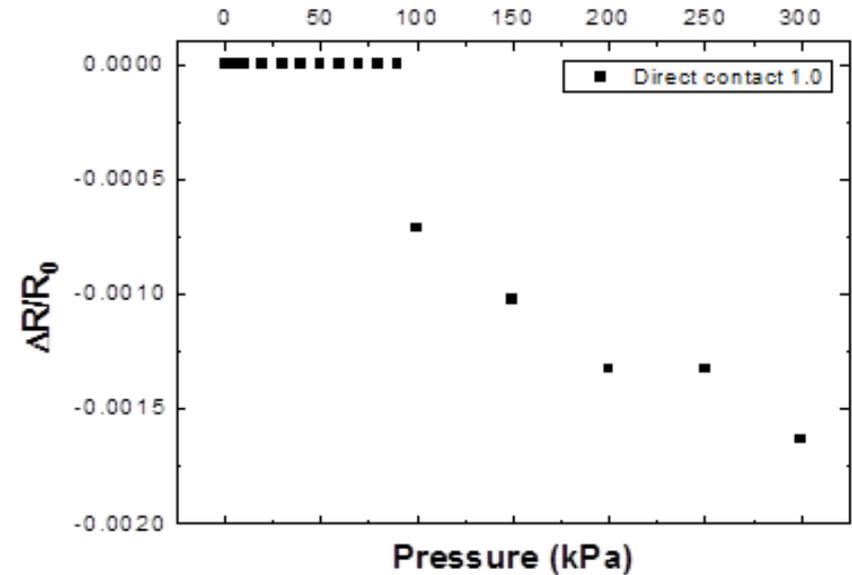
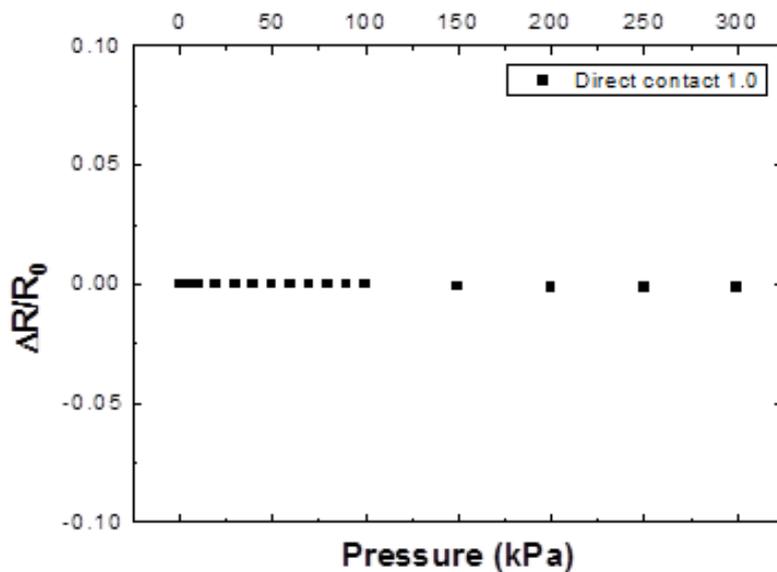
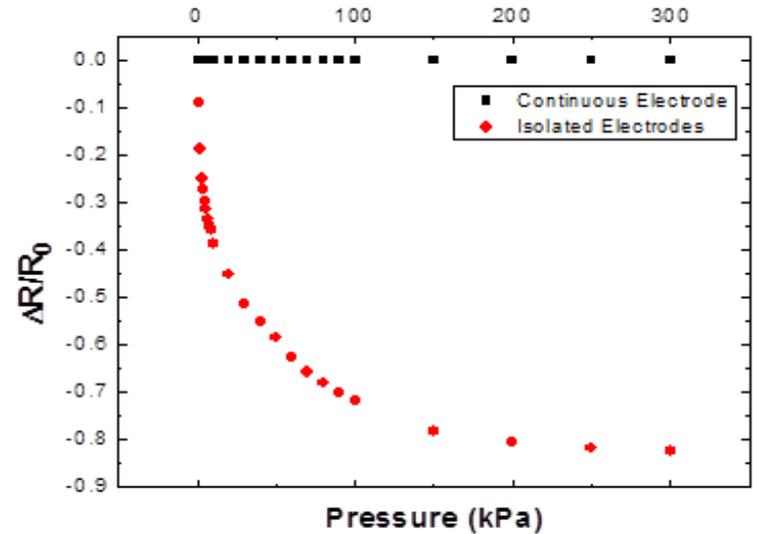




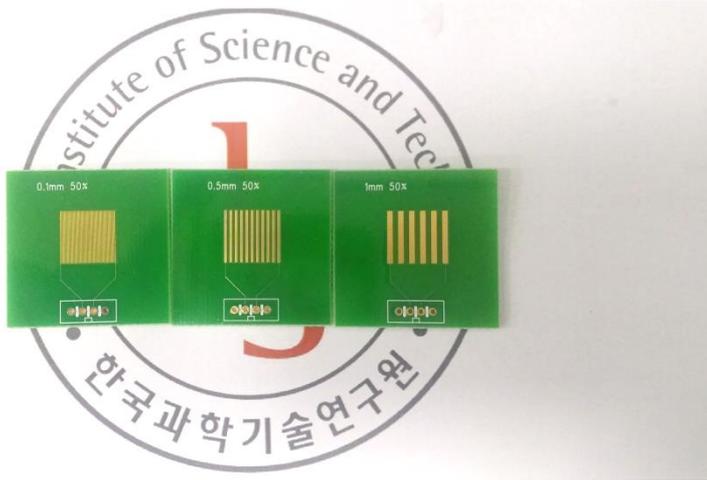
--- 전류의 흐름

불연속 전도성 패턴

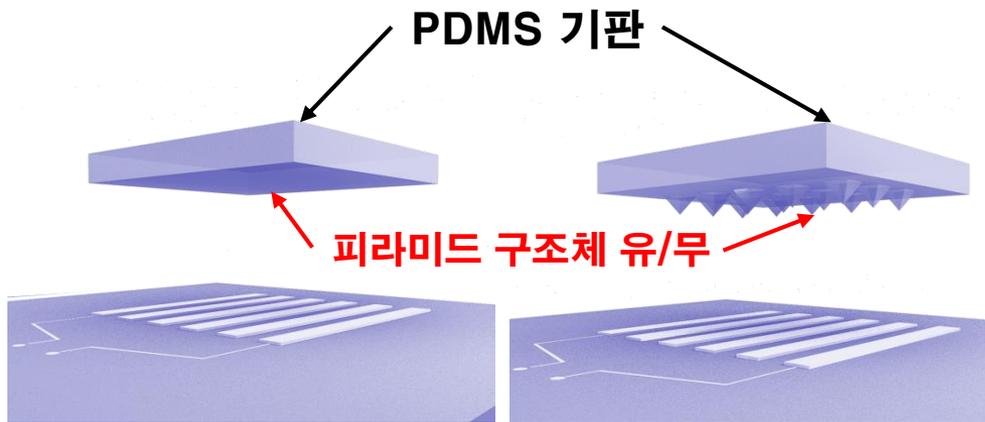
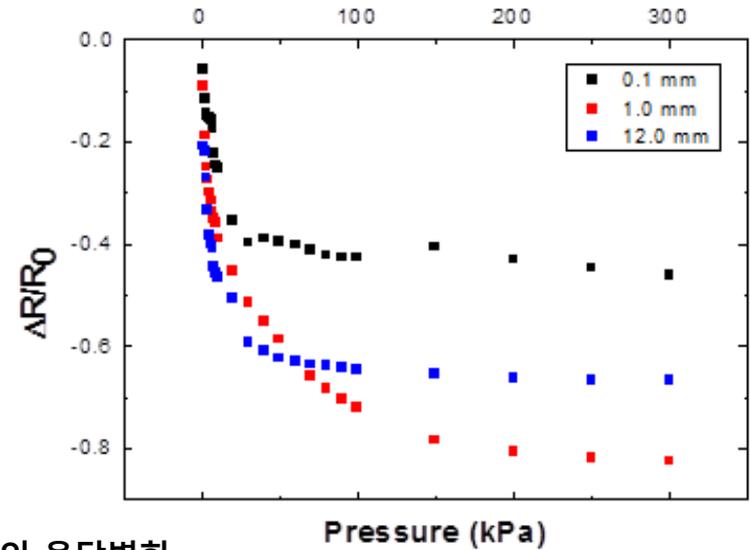
비교예1: 연속적 전극



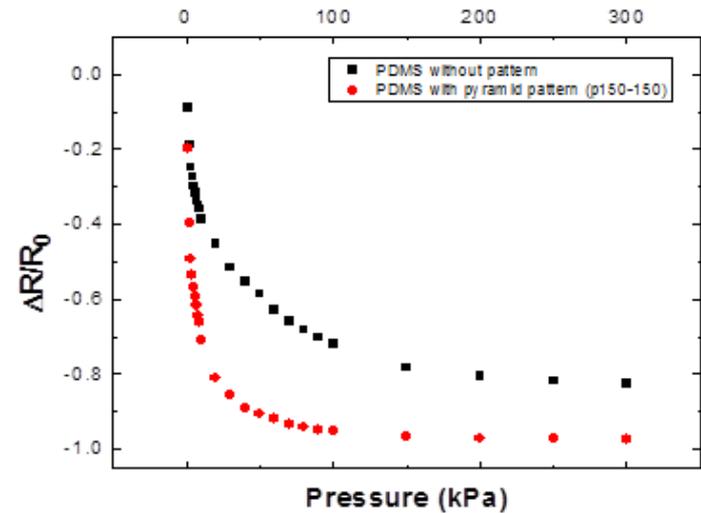
비교예 2: R1/2가 R2 보다 낮은 경우의 센서의 응답변화 → 1000배 정도 낮은 응답성

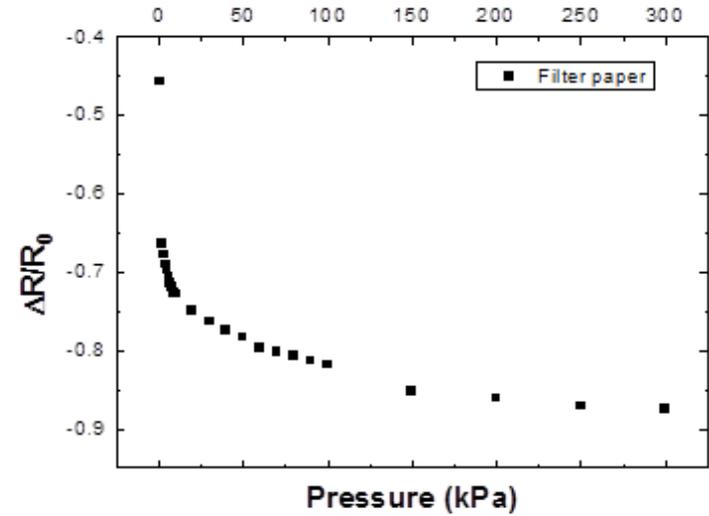
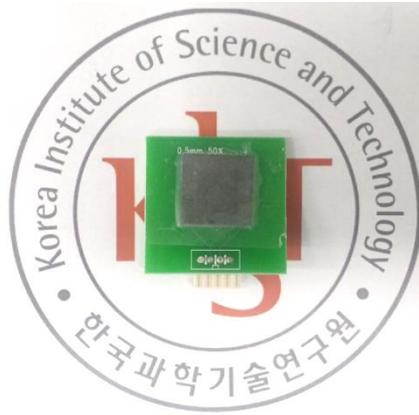
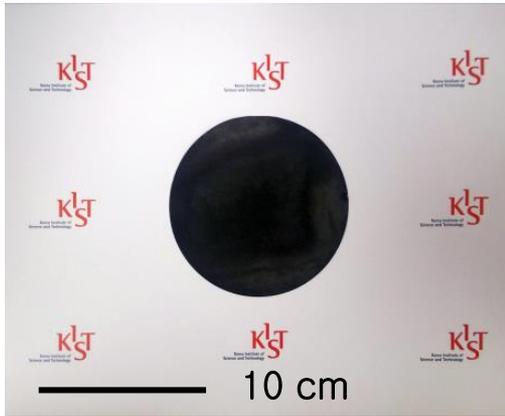


불연속 패턴 구조에 따른 압력 센서의 응답변화

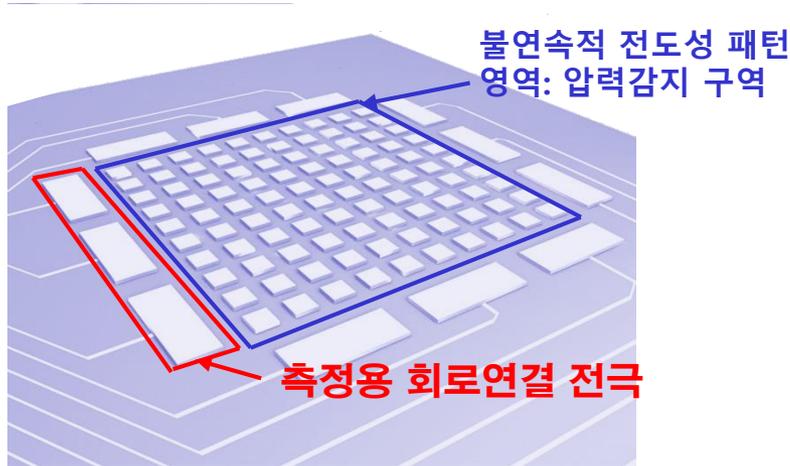


피라미드 구조체 여부에 따른 민감도 PDMS 기판의 민감도 변화

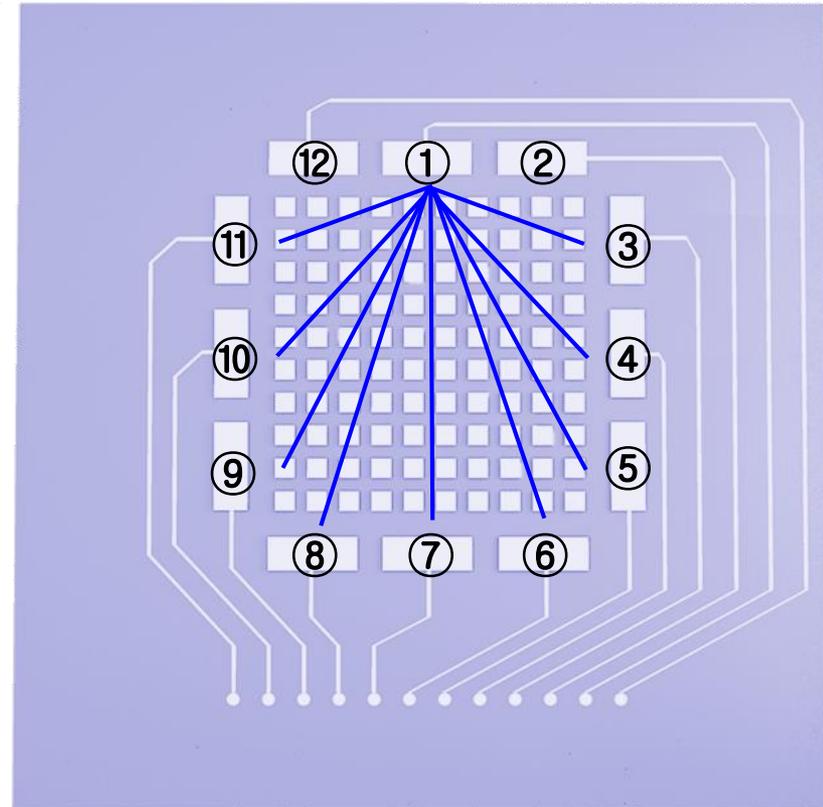
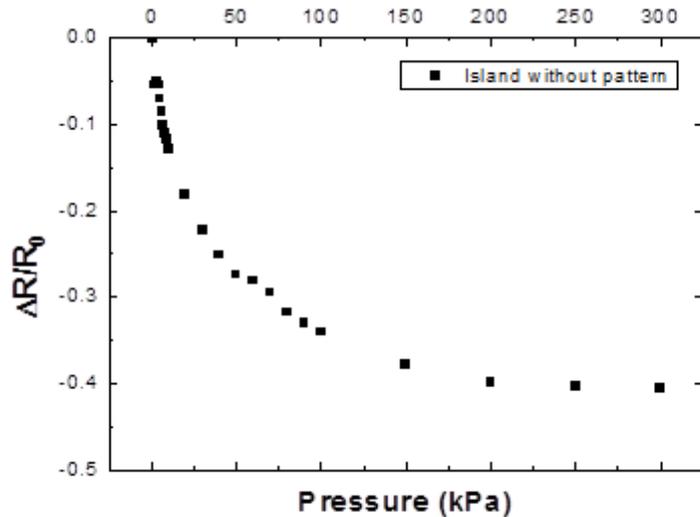




Conductive filter paper를 상부 도전층으로 이용한 압력센서



Island 형태로 패턴화 된 전도성 영역을 포함하는 압력측정소자 개념도



<Mapping Mechanism의 한 예> :
 고립전극 구역에 하중이 인가되면 **하중이 인가된 부분과 고립전극 사이의 접촉저항의 감소**로 인하여 ①번 전극과 **다수의 전극들** 사이의 저항차이가 발생하고 이를 이용하여 인가된 압력 및 힘의 분포를 측정할 수 있음

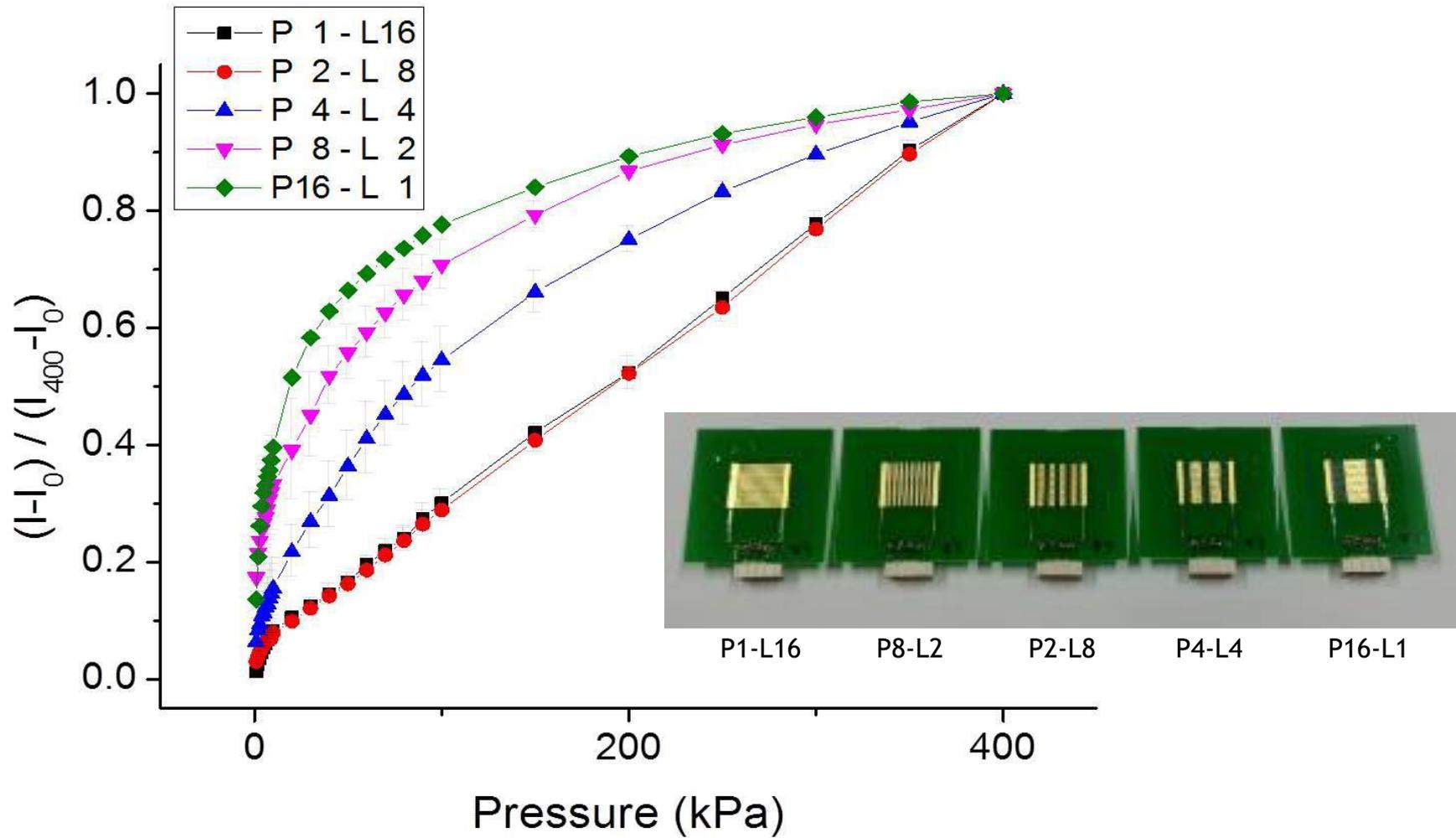
Island 형태로 패턴화 된 전도성 영역을 포함하는 압력센서의 민감도 측정

□ 공정상 장점

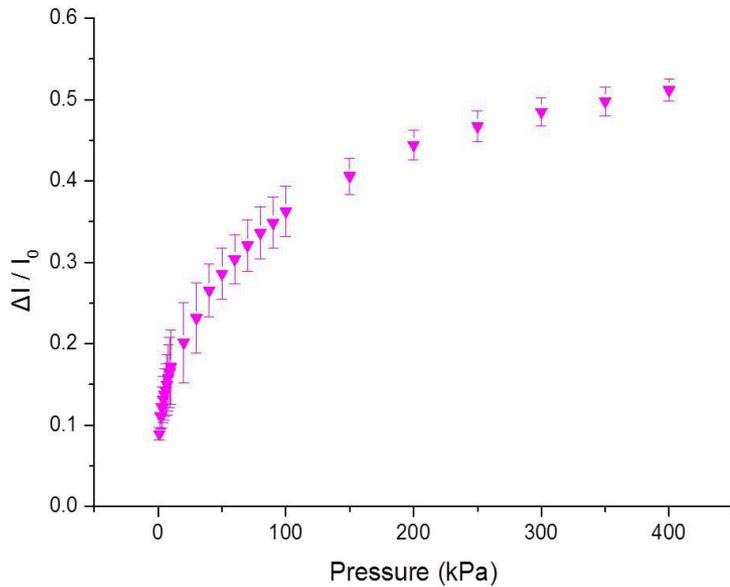
- 상용화 된 PCB, FPCB 기판을 압력 센서의 하판으로 사용할 수 있으므로 원가 절감 및 센서와 회로 간의 집적이 용이
- 용액 기반 공정, 상온 공정 및 대면적 공정 용이
- 저항 변화 방식 구동으로, 센서 구조가 단순

□ 성능상 장점

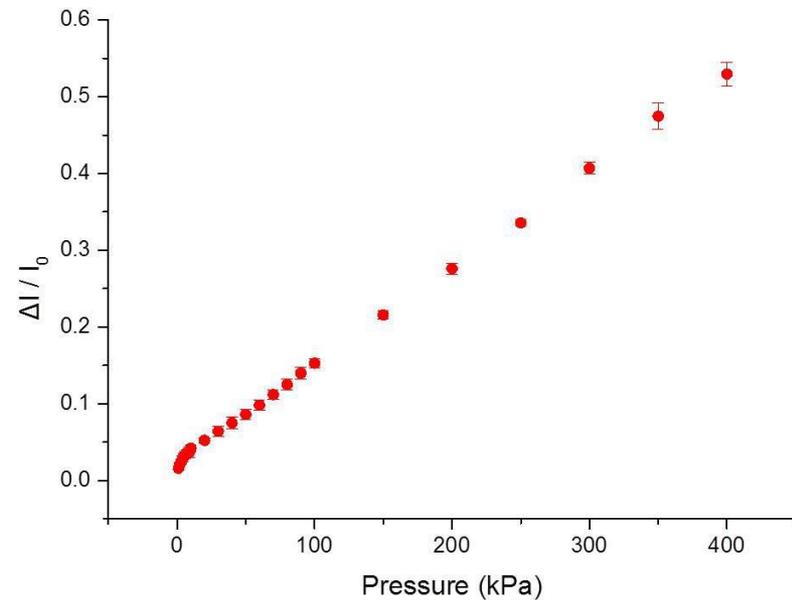
- PCB, FPCB 기판의 전극 모양에 따라 민감도 제어가 용이
- 넓은 구동 압력 범위 (1~400 kPa 이상)
- 빠른 응답성 (<20 ms)
- 저항 변화 방식 구동으로, 낮은 구동 전압 (1 V 이하) 및 구동 전력 (~수 uW)



P8-L2

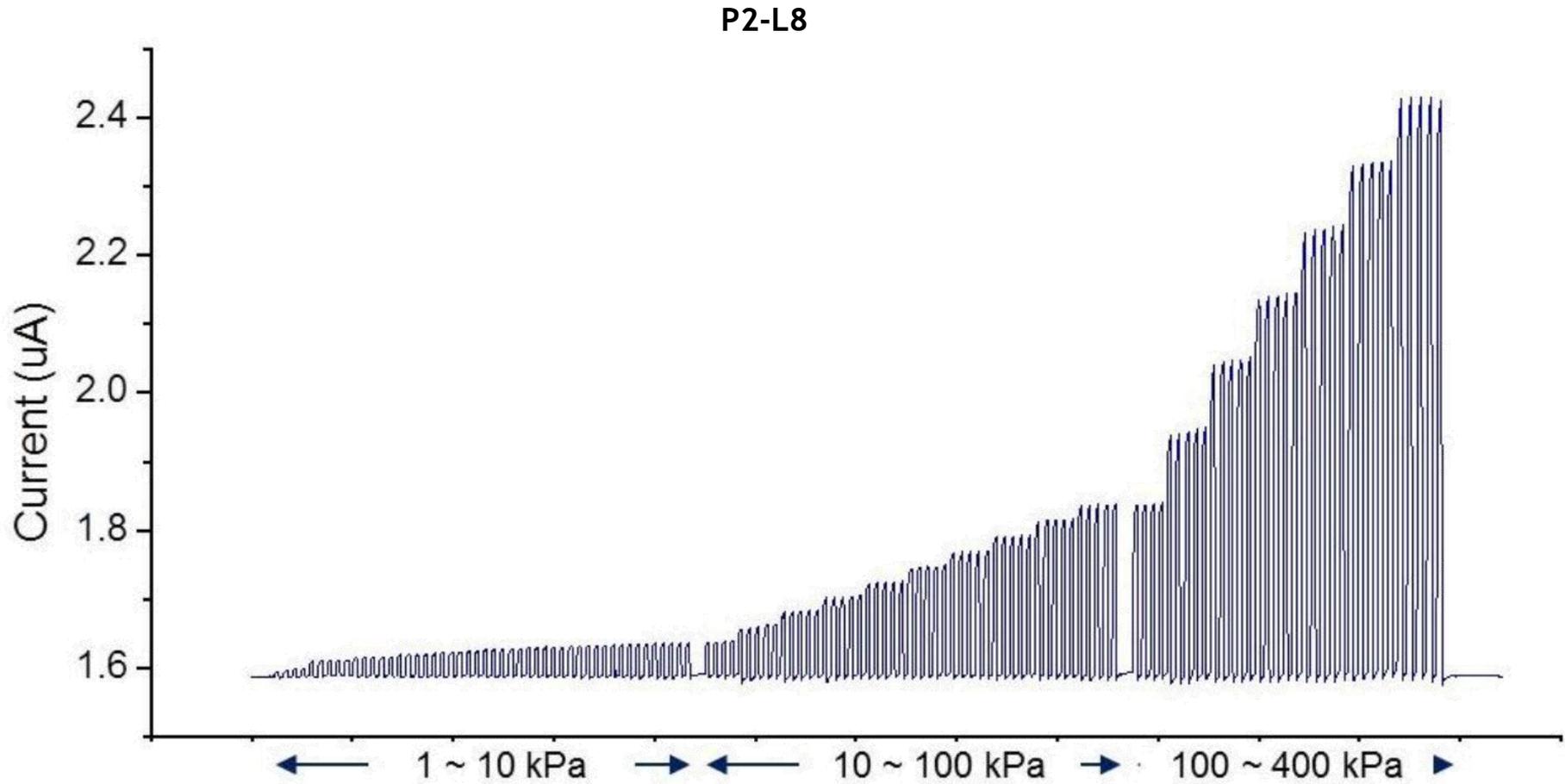


P2-L8



- 낮은 압력 범위 (1~100 kPa)에서 높은 민감도를 지님.
- 맥박측정이나 터치용 압력센서 응용 등에 유리

- 넓은 구동 압력 범위 (1~400 kPa)에서 선형적인 응답특성을 보임.
- 높은 압력 범위 (100 kPa ~ 400 kPa)에서의 응답성이 필수적인 신발용 insole 등에 적용이 매우 유리



- 넓은 구동 압력 범위 (1~400 kPa) 및 빠른 응답성 (<20 ms), 저전력 (수 uW)

□ Flexi Force (Tekscan, Boston, MA, USA)



• A401

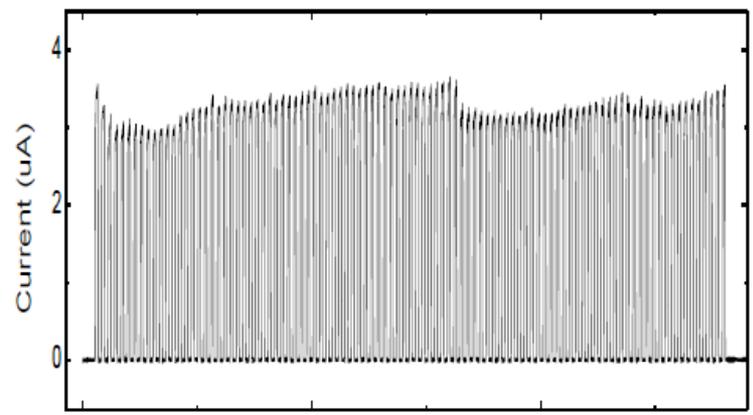
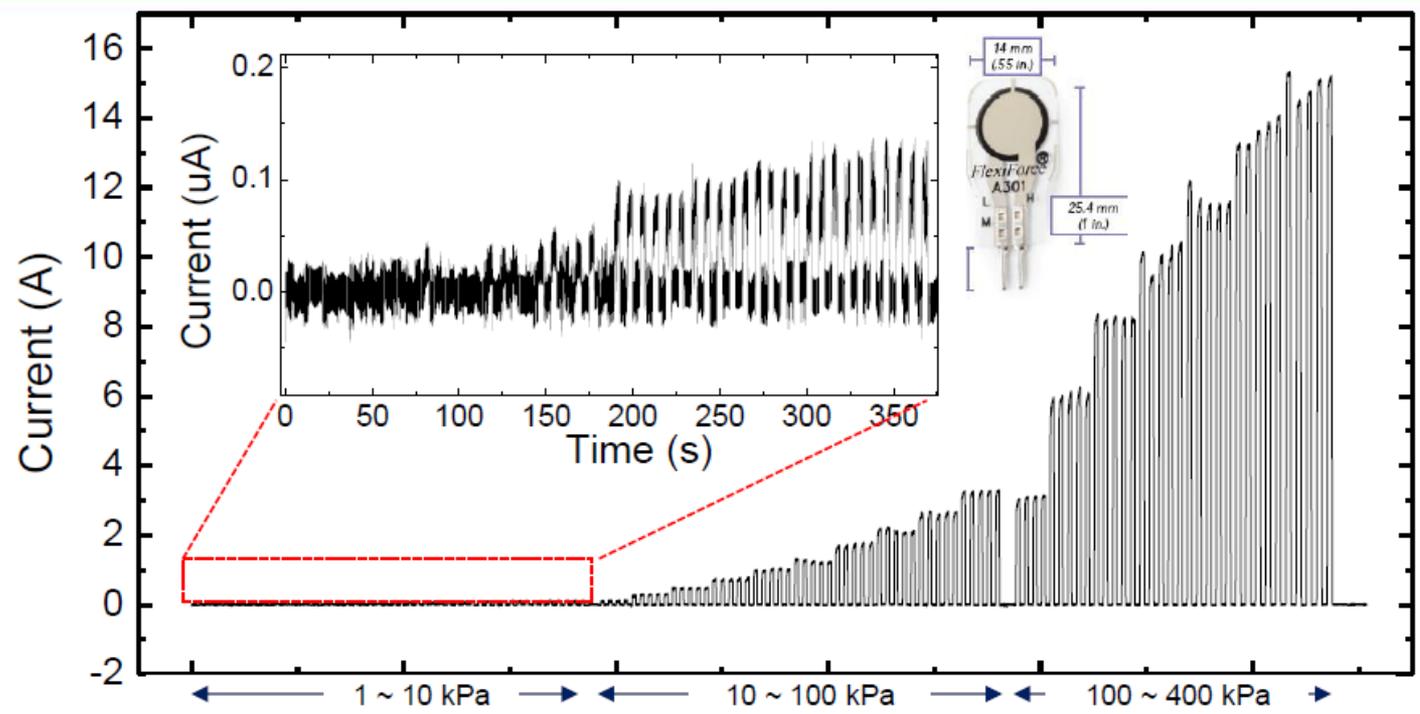
- 지름 : 25 mm
- 구동 압력 범위: 220 kPa 까지
- 가격 : ~ \$20/개



• A301

- 지름 : 9 mm
- 구동 압력 범위 :
 - Low: 56 kPa 까지
 - Medium: 1.5 MPa
- 가격 : ~ \$13/개

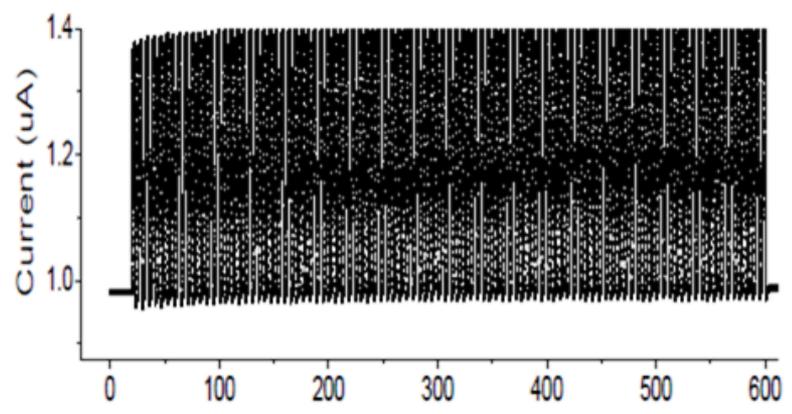
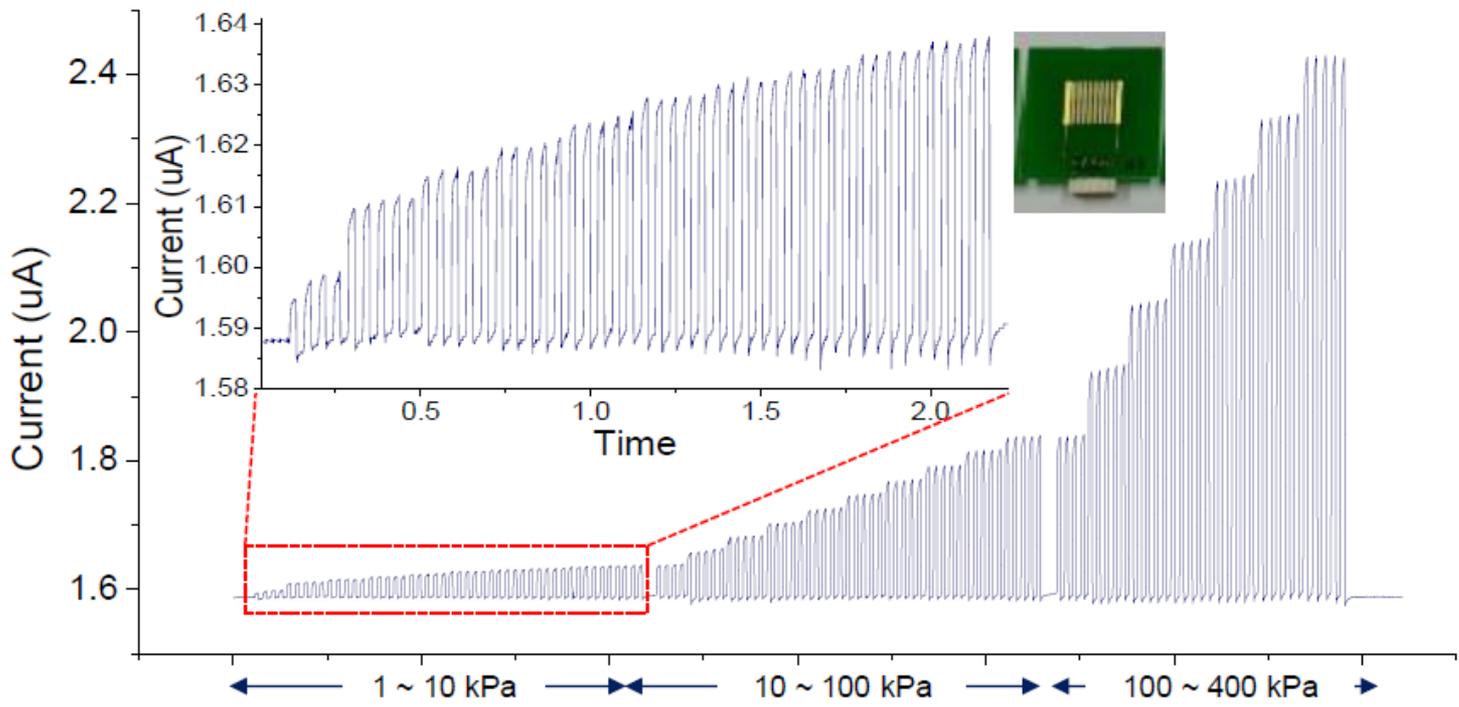
Comparison – 상용화된 단위 압력 센서 (FSR)의 구동 특성



<100 kPa 압력에서 99회 반복 측정 결과>

- 낮은 구간 (<10 kPa)에서의 반응성이 거의 없음 (위의 그래프)
- 200 kPa 까지만 제어된 반응성을 나타냄 (위의 그래프)
- 반복 테스트에서의 안정성 (재현성)이 떨어짐 (왼쪽 그래프)

Comparison - 상용화된 단위 압력 센서 (FSR)의 구동 특성



<100 kPa 압력에서 99회 반복 측정 결과>

- 낮은 구간 (<10 kPa)에서도 안정적으로 반응함.
- 400 kPa 까지도 안정적으로 반응함.
- 반복 테스트에서의 안정성 (재현성)이 우수함.

감사합니다

Contact Point : AMPACC Korea 홍성윤 대표
syh@ampacc.com