

KIT Engineering Fair 2020

일반참가

Capstone Project

21-06

비경쟁

인듐주석 산화물(ITO) 전극을 이용한 Na⁺ 이온 농도 검출 센서

과제현황

- 팀 명 : 3조(1)
- 학부(과)명 : 메디컬IT융합공학과
- 참여학생 : 임승연, 이예진, 김승리
- 지도교수 : 송광섭 교수님

작품개요

■ **목적** : 혈액 내 소듐 이온 농도의 정상 수준은 약 140mmol/L로, 145mmol/L이상으로 증가하면 고혈압, 부종 등이 발생할 수 있다. 반면, 혈액 내 소듐 이온의 농도가 135mmol/L미만으로 낮아지면 근육경련, 피로 등의 증상이 나타날 수 있으며 뇌기능장애가 나타날 수 있다. 한편, ITO는 광학적 특성과 전기적 특성이 매우 우수하다. Si 기판에 ITO 박막을 형성한 후, 금을 증착시켜 source와 drain 전극을 형성해 전계 효과 트랜지스터(Field Effect Transistor; FET)를 제작한다. 이후 소듐 이온을 선택적으로 통과시키는 ISM(Ion-sensitive membrane)을 도포한다. 이를 통과한 소듐의 농도에 따라 발생하는 전위차가 source와 drain 사이 전류의 변화를 일으키고, 이를 측정하여 소듐 이온의 농도를 정량적으로 검출할 수 있다. 이를 통해 보다 간편하고 효율적인 소듐 검출을 통해 저소듐혈증과 고소듐혈증 예방이 가능하다.

■ **작품설명** : Si 기판 위에 MICROWAVE PECVD SYSTEM를 이용하여 진공상태에서 스퍼터링 방식으로 ITO를 증착시켰다. 이후 금을 증착시켜 drain, source 전극을 만들었다. drain 전극을 가운데에 두고 양쪽으로 source 전극이 있는 형태로 제작하여, 한 기판에 두 개의 센서가 있도록 하였다. 소듐 이온에 선택적으로 반응하는 센서를 만들기 위해 ISM(Ion-selective membrane)을 제작해 gate에 도포한다. ISM은 THF용액 1ml에 sodium ionophore III 2wt%, pvc 33wt%, plasticizer 65wt%를 섞어 제작하였다. ISM을 오른쪽 센서의 gate에 도포한 뒤 sodium chloride 수용액을 이용해 왼쪽 센서(ISM 無)와 오른쪽 센서(ISM 有)의 감도를 측정하였다. sodium chloride 수용액은 1mol부터 10-12mol까지 사용하였고 키슬리를 이용해 source와 drain에 DC전원을 공급하여 FET와 기준전극을 수용액에 넣은 뒤 V_g 에 따른 I_{ds} 를 측정했다. 감도를 계산하기 위해 동일한 전류값에서 전압 변화량의 평균을 계산하였다. ISM이 없는 왼쪽 센서의 전압 변화량 평균은 $(0.010008+0.003335+0.013346+0.605196+0.584394+0.00671+0.00333+0.507574+0.487614+0.10023+0.120282+0.217132)/12=0.221596(V)$ 따라서, 왼쪽 센서(ISM 無)의 민감도는 0.221600이며 ISM을 씌운 오른쪽 센서의 전압 변화량 평균은 $(0.016716+0.013342+0.013363+0.003342+0.00334+0.006676+0.0634443+0.0133464+0.0266917+0.053374+0.046735+0.013345)/12 = 0.022809617(V)$ 로 오른쪽 센서(ISM 有)의 민감도는 0.02281의 결과값이 나와 ISM을 씌운 센서가 소듐 이온에 더 잘 반응하는 것을 알 수 있었다.

■ **기대효과** : 제작된 바이오센서를 이용하여 간단하고 빠르게 소듐 이온 농도를 검사할 수 있으며 검출결과를 바탕으로 건강 상태를 확인하는데 사용할 수 있다. 소변 내에는 소듐을 포함하여 칼륨, 염소, 크레아티닌 그 외에 단백질 등이 포함되어 있어 소듐만 검출하기 어렵지만, 소듐 이온에 선택적으로 반응하는 ISM을 제작하여 정확도를 높여 좀 더 정확한 진단을 하는데 도움이 된다.

작품사진

