

KIT Engineering Fair 2020

일반참가

Capstone Project

21-05

비경쟁

인듐주석 산화물(ITO) 전극을 이용한 pH검출 센서

과제현황

● 팀 명 : 24/7(1)

● 학부(과)명 : 메디컬IT융합공학과

● 참여학생 : 전재완, 양경열, 유성현, 최영석

● 지도교수 : 송광섭 교수님

작품개요

■ 목 적 : 체내의 pH 불균형이 일어나는 경우 여러 가지 이상 증상이 발생할 수 있으며 이는 질환으로 발전할 수 있다. 기존 pH 검사법들은 한 가지 수용액에 대해 측정하는 한계와 간접적인 방법으로 pH를 얻는다는 단점이 있다. 이를 높은 전기전도도와 투명성을 가져 얇은 박막으로 이용되는 ITO를 이용하여 ITO 전계효과 트랜지스터로 보완하여 보다 정확한 pH 측정으로 환자의 질병을 예방하고 진단할 수 있게 한다.

■ 작품설명 : 1) 센서 제작 : ITO를 PET기판에 증착시킨 후 그 위에 ITO 박막의 로써의 역할을 하는 금을 증착한다. 제조한 박막으로 플라스틱 기판 위에 접착제 EPOXY를 사용해 ITO박막을 부착한 ITO 센서를 제작 하였다.
2) 센서 동작 : ITO센서를 기준전극에 게이트를 연결하고 센서에 소스, 드레인 전극을 연결하여 수용액 속에 넣는다. DC 전원 공급기 를 사용하여 전압에 따른 그래프를 도출한다. 기준 수용액(pH 4,6,8)의 게이트-드레인 전류(V_g-I_{ds}) 그래프를 도출하고 임의의 문턱전압값을 지정한 후 기준점을 설정하고 관계식 도출하였다. Nernst Equation을 이용하여 센서 감도를 계산하였다.

- 센서 A (감도 및 문턱 전압으로 설정한 기준 전류값(3mA))

pH	V_g	각 항에 대한 차	센서감도	pH	V_g (3mA)	측정된 pH	오차	측정 목표
4	-0.14509	0.128956	$Sensitivity = \frac{0.128956 + 0.274182 + 0.064532}{3} = 0.15589$	4.73	0.274195	4.631	-0.099	산성도를 가정한 pH
6	-0.01613	0.274182		7.41	0.439438	7.422	0.055	혈액을 가정한 pH
8	0.25805	0.064532		7.3	0.435437	7.355	0.041	서로 비교하여 센서의 정밀도 측정
10	0.322582			7.34	0.43695	7.381	0.012	
				7.55	0.447532	7.56	0.01	

- 센서 B (감도 및 문턱 전압으로 설정한 기준 전류값(1.2mA))

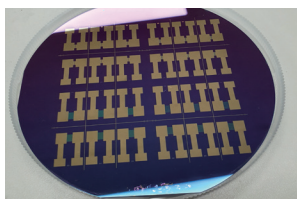
pH	V_g	각 항에 대한 차	센서감도	pH	V_g (1.2mA)	측정된 pH	오차	측정 목표
4	0.419289	0.06127	$Sensitivity = \frac{0.06127 + 0.064588 + 0.306333}{3} = 0.144064$	4.73	0.285911	4.829	0.099	산성도를 가정한 pH
6	-0.241981	0.064588		7.41	0.451553	7.627	0.055	혈액을 가정한 pH
8	-0.177393	0.306333		7.3	0.435441	7.355	0.073	서로 비교하여 센서의 정밀도 측정
10	0.12894			7.34	0.43385	7.413	0.217	
				7.55	0.459993	7.769	0.219	

위의 결과로 산성도(pH4)를 가정한 pH 측정은 오차가 극히 적어 체액의 pH를 측정하는 경우에 적합하다는 것을 증명해 냈다. 또한 정상 pH(7.4)와 차이가 적은 pH 3가지 값에 대해서도 성공적으로 구분해 내어 정밀도가 높으며 민감도가 우수하다는 것을 보여주었다.

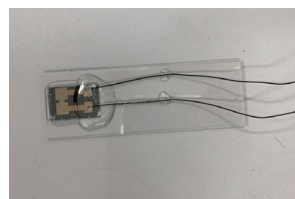
■ 기대효과 : ITO 센서를 제작하여 체액을 가정한 수용액의 pH 측정으로 전기전도성이 뛰어난 ITO FET의 수치 향상된 정확도를 확보할 수 있게 되었다. 또, 직접적인 pH 수치를 확인할 수 있어 이미 병을 가진 환자들을 대상으로 pH를 측정하여 병의 기준 pH에 해당하지 않는 환자를 식별하여 그 병에 대한 다른 원인을 찾도록 방향성을 제시할 수 있다.

작품사진

인듐주석 산화물(ITO)
전극을 이용한 pH검출 센서



ITO를 증착시킨 PET 기판



EPOXY를 통해 전극을 연결한 ITO