

## DNA 템플릿을 활용한 전이금속 칼코겐화합물 트랜지스터 기반 바이오센서 연구

오에리, 강동호, 박진홍

성균관대학교

Field effect transistors (FETs)를 기반으로 한 바이오센서는 빠른 응답속도, 저비용, label-free 등을 이유로 각광받고 있다. 그러나 3D 구조를 기반으로 한 FETs 바이오센서의 낮은 sensitivity의 한계점을 지니며, 이를 극복하기 위해 1D 구조의 나노튜브 등을 활용하였으나 여전히 높은 sensitivity의 확보는 힘들다. 최근에는 이러한 문제점을 극복하기 위해 이차원 반도체 물질 중 하나인 Transition metal dichalcogenide (TMD)를 이용하여, 700 이상의 sensitivity를 지니는 pH센서 및 100 이상의 sensitivity를 지니는 바이오센서가 보고되었다. 하지만 이보다 더 높은 정확성 및 반응성을 높이기 위한 연구는 부족한 실정이다.

우리는 DNA 템플릿을 이용하여, TMD FET 기반 pH 및 바이오센서의 반응성을 극대화시키는 연구를 선보인다. DNA는 7~8정도의 유전상수 (K)를 가지는 물질로 기존  $\text{SiO}_2$ (K=3.9)보다 높은 유전상수를 가지며 두께를 0.7 nm로 매우 얇게 형성할 수 있는 장점이 있다. 이는 FET 기반 바이오센서의 표면 캐패시턴스를 높여 sensitivity를 극대화할 수 있으며, 기존에 사용된 high-k 기반 바이오센서와 비교하여도 약 10배 이상의 sensitivity 향상을 노릴 수 있다. 또한, TMD 물질로 우리는  $\text{WSe}_2$ 를 선택하였으며, pH 용액의 receptor로써 우리는 3-Aminopropyltriethoxysilane (APTES)를 활용하였고, 템플릿으로 사용된 DNA는 DX tile 및 Ring type의 두 가지를 사용하였다. 추가로, DNA의 phosphate backbone을 중성화시키고 DNA의 base pairing의 charge 안정화를 위해 구리 이온( $\text{Cu}^{2+}$ ) 및 란타넘족( $\text{Tb}^{3+}$ )을 추가하였다. 완성된 바이오센서의 pH 센싱을 위해 우리는 pH 6,7,8의 표준 용액을 사용하였으며, 재현성 및 반복성의 확인하였다.

**Keywords:** DNA, APTES, PH sensor, TMD

## 나노 와이어의 직경 변화가 나노 와이어 전계효과 트랜지스터의 전기적 특성에 미치는 효과

정현수, 김태환

한양대학교 전자컴퓨터통신공학과

모바일 기기의 성장세로 인해 낸드 플래시 메모리에 대한 수요가 급격히 증가하면서 높은 집적도의 소자에 대한 요구가 커지고 있다. 그러나 기존의 MOSFET 구조의 소자는 비례 축소에 의한 게이트 누설 전류, 셀간 간섭, 단 채널 효과 같은 여러 어려움에 직면해 있다. 특히 트윈 실리콘 나노 와이어 전계 효과 트랜지스터 (TSNWFETs)는 소자의 크기를 줄이기 쉬우며 게이트 비례 축소가 용이하여 차세대 메모리 소자로 각광받고 있다. 그러나 TSNWFETs의 공정 방법과 실험적인 전기적 특성에 대한 연구는 많이 이루어 졌지만, TSNWFETs의 전기적 특성에 대한 이론적인 연구는 많이 진행되지 않았다.

본 연구는 직경의 크기가 다른 나노 와이어를 사용한 TSNWFETs의 전기적 특성에 대해 이론적으로 계산하였다. TSNWFETs과 실리콘 나노 와이어를 사용하지 않은 전계 효과 트랜지스터(FET)를 3차원 시뮬레이션 툴을 이용하여 계산하였다. TSNWFETs와 FETs의 드레인 전류와 문턱전압 이하 기율기, 드레인에 유기된 장벽의 감소 값, 게이트에 유기된 드레인 누설 전류 값을 이용하여 전류-전압 특성을 계산하였다. 이론적인 결과를 분석하여 TSNWFETs의 스위칭 특성과 단 채널 효과를 최소화하는 특성 및 전류 밀도를 볼 수 있었으며, 나노 와이어의 직경이 감소하면 증가하는 드레인에 유기된 장벽의 감소를 볼 수 있었다.

### Acknowledgements

This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea (NRF) funded by the Ministry of Education, Science and Technology (2013R1A2A1A01016467).

**Keywords:** 나노와이어, 트랜지스터, TCAD