

TF-P021

High-k 물질의 적층을 통한 고신뢰성 EIS pH 센서

장현준, 정홍배, 이영희, 조원주

광운대학교 전자재료공학과

Ion sensitive field effect transistor (ISFET)는 용액 중의 각종 이온 농도를 측정하는 반도체 이온 센서이다. ISFET는 작은 소자 크기, 견고한 구조, 즉각적인 반응속도, 기존의 CMOS공정과 호환이 가능하다는 장점이 있다. ISFET의 기본 구조는 기존의 metal oxide semiconductor field effect transistor (MOSFET)에서 고안되었으며, ISFET는 기존의 MOSFET의 게이트 전극 부분이 기준전극과 전해질로 대체되어진 구조를 가지고 있다. ISFET소자의 pH 감지 메커니즘은 감지막의 표면에서 pH용액의 수소이온이 막의 표면에 속박되어 표면전위의 변화를 유발하는 것에 기인한다. 그 결과, 수소이온의 농도에 따라 ISFET의 문턱전압의 변화를 일으키게 되고 드레인 전류의 양 또한 달라지게 된다. 한편, ISFET의 좋은 pH감지특성과 높은 출력특성을 얻기 위하여 high-k물질들이 감지막으로써 지속적으로 연구되어져 왔다. 그 중 Al₂O₃와 HfO₂는 높은 유전상수와 좋은 pH 감지능력으로 인하여 많은 연구가 이루어져온 물질이다. 하지만 HfO₂는 높은 유전상수를 갖음에도 불구하고 화학용액에 대한 non-ideal 효과에 취약하다는 보고가 있다. 반면에 Al₂O₃의 유전상수는 HfO₂보다 작지만 화학용액으로 인한 손상에 대하여 강한 immunity가 있는 재료이다.

본 연구에서는, 이러한 각각의 high-k 물질들의 단점을 보완하기 위하여 SiO₂/HfO₂/Al₂O₃ (OHA) 적층막을 이용한 ISFET pH 센서를 제작하였으며 SOI 기판에서 구현되었다. SOI기판에서 OHA 적층막을 이용한 ISFET 제작이 이루어짐에 따라서 소자의 signal to noise 비율을 증대 시킬것으로 기대된다. 실제로 SOI-ISFET와 같이 제작된 SOI-MOSFET는 1.8×10¹⁰의 높은 on/off 전류 비율을 보였으며 65 mV/dec의 subthreshold swing 값을 갖음으로써, 우수한 전기적 특성을 보이는 ISFET가 제작이 되었음을 확인 하였다. OHA 감지 적층막의 각 층은 양호한 계면상태, 높은 출력특성, 화학용액에 대한non-ideal 효과에 강한 immunity을 위하여 적층되었다. 결론적으로 SOI과 OHA 적층감지막을 이용하여 우수한 pH 감지 특성을 보이는 pH 센서가 제작되었다.

감사의 글

이 논문은 2011년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단-신기술융합형 성장동력 사업의 지원을 받아 수행된 연구임(20090093681).

Keywords: ISFET, OHA