

The effects of water molecules on the electrical hysteresis observed in the SnO₂ nanowire FETs on polyimide substrate

홍상기¹, 김대일¹, 김규태², 하정숙^{1*}

¹고려대학교 화공생명공학과, ²고려대학교 전기전자전파공학부

SnO₂ 나노선은 n-type 반도체 특성을 띄며 트랜지스터, 가스 센서, pH 센서 등 여러 분야에 걸쳐 다양하게 사용되고 있다. SnO₂ 나노선은 그 자체만으로 시계방향의 전기적 히스테리시스를 보이며 이것은 나노선 표면에 흡착된 물이나 산소가 발생시키는 전자 갇힘 현상이 가장 큰 원인으로 작용한다. 특히 고분자를 게이트 절연막으로 사용할 경우 게이트 절연막의 전기적 히스테리시스가 소자 특성에 영향을 미치게 되며, 고분자 절연막의 히스테리시스는 SnO₂ 나노선의 히스테리시스와 반대인 반시계 방향의 특성을 보인다. 고분자 내에서 발생하는 히스테리시스는 고분자 사이에 흡착된 물 분자나 고분자의 높은 극성을 가지는 작용기 등이 원인으로 작용한다. 전기적 히스테리시스는 FET소자를 구동하는데 있어 부적절한 특성으로, 이것의 원인을 이해하는 것은 중요하며 히스테리시스의 방향과 크기를 조절할 수 있는 기술 또한 중요하다. 본 연구에서는 폴리이미드(PMDA-ODA)를 게이트 절연막으로 사용하여 플렉시블 기판을 만들고 그 위에 SnO₂ 나노선을 슬라이딩 전이 방식으로 정렬하여 플렉시블 FET를 제작하였다. 제작된 소자는 0.7cm X 0.7cm 넓이 안에 300개의 FET가 존재하며 SEM 이미지를 통해 넓이 50 μ m, 길이 5 μ m의 FET채널에 약 150개의 나노선이 연결되어 있는 것을 확인했다. 이 소자의 히스테리시스는 폴리이미드의 교차결합 정도에 따라, 그리고 폴리이미드 절연막을 제작할 때의 습도에 따라 변하게 된다. 교차결합이 많아지고 습도가 낮아질수록 폴리이미드 절연막 내부에 흡착되는 물분자가 줄어들게 되고 절연막의 히스테리시스가 사라지며 시계방향의 나노선 히스테리시스가 지배적이 된다. 반대로 교차결합이 줄어들고 습도가 높아질수록 폴리이미드 절연막 내부에 물분자가 늘어나면서 시계반대방향의 폴리이미드 히스테리시스가 FET의 전기적 특성에서 눈에 띄게 나타난다. 이 실험을 통해 고분자 절연막을 사용한 SnO₂ 나노선 FET의 전기적 히스테리시스를 조절할 수 있었으며, 소자의 히스테리시스를 없앨 수 있는 가능성에 대해서 논하고자 한다.