

Tuning of electrical hysteresis in the aligned SnO₂ nanowire field effect transistors by controlling the imidization of polyimide gate dielectrics

홍상기¹, 김대일¹, 김규태², 하정숙¹

¹고려대학교 화공생명공학과, ²고려대학교 전기전자전파공학부

n-type 반도체 특성을 띄는 SnO₂ 나노선은 가스 센서, 투명 소자, 태양광 전지 등으로 널리 사용되고 있다. 본 연구에서는 화학기상증착법으로 성장한 SnO₂ 나노선으로 폴리이미드 (PMDA-ODA: PI) 박막을 게이트 절연막으로 이용한 전계효과트랜지스터를 플렉서블 기판에 제작하고 전기적 특성을 분석하였다. 전자 전달 특성 곡선으로부터 n-형의 반도체 특성을 확인하였으며, 대부분의 산화금속 나노선에서와 같이 매우 큰 전기적 히스테리시스가 관찰되었다. 산화금속계통 나노선 소자의 히스테리시스는 나노선 표면에 산소 및 물 분자가 흡착되어 생기는 전자 갭 현상이 가장 큰 원인으로 알려져 있는데, 이러한 히스테리시스를 조절하거나 없애는 것은 소자의 특성 향상에 있어 매우 중요하다. 한편 PI 절연막에는 느린 분극 현상을 만드는 OH 반응기가 존재하기 때문에 나노선과는 반대 방향의 히스테리시스를 보일 것으로 예상된다.

본 연구에서는 제작된 SnO₂ 나노선 FET에서 PI 게이트 절연막의 경화 정도에 따른 히스테리시스를 조사하였다. FT-IR 측정에 따르면, PI 필름에 존재하는 OH 반응기는 PI를 경화시킴에 따라 감소하였으며 전기적인 히스테리시스는 감소하였다. 따라서, 절연막을 경화시키지 않았을 때는 PI 내부에 다량의 OH 반응기가 존재하여, PI의 히스테리시스가 나노선 히스테리시스보다 더 크게 작용하여, 전체적으로는 PI의 특성인 반시계 (counterclockwise) 방향의 히스테리시스를 나타내었다. 한편, 절연막을 완전히 경화시키면, OH 반응기는 대부분 사라지고 나노선의 히스테리시스만 발현되어 소자는 시계방향의 히스테리시스를 보였다. 이러한 실험결과를 통해, PI 박막을 250°C 에서 약 7분간 경화시켰을 때 나노선과 절연막의 히스테리시스가 가장 이상적으로 상쇄되어 전체적으로 히스테리시스가 매우 작아진 것을 관찰할 수 있었다. 이는 향후 나노선 FET의 안정적인 응용에 매우 유용한 결과로 활용될 것으로 예측된다.