

## GSMBE 방법으로 Si(110) 기판 위에 성장된 GaN 박막의 미세구조 연구

이종훈<sup>1</sup>, 김영현<sup>1\*</sup>, 안상정<sup>1</sup>, 노영균<sup>2,3</sup>, 오재용<sup>3</sup>

<sup>1</sup>한국표준과학연구원 첨단측정장비센터, <sup>2</sup>IV works Co., <sup>3</sup>한양대학교

실리콘 (Si) 기판 위에 고품질의 갈륨질화물 (GaN) 박막을 성장시키기 위한 노력이 계속되고 있다. 실리콘 기판은 사파이어 기판 보다 경제적인 측면에서 유리하고, 실리콘 직접화 공정에 GaN 소자를 쉽게 접목 가능하다는 장점이 있다. GaN 박막은 2차원 전자 가스형성을 통한 고속소자, 직접 천이형 밴드갭을 이용한 발광소자 및 고전압 소자로서 활용 가능한 물질이다. 종래에는 Si(100) 및 Si(111) 기판 위에 GaN 박막 성장에 대한 연구가 주로 진행되었다. 하지만 대칭성과 격자 불일치도 등 결정학적 특성을 고려할 때 Si(100) 기판 위에 고품질의 GaN 박막을 성장시키는 것은 쉽지 않다. Si(111) 기판은 실리콘 소자 직접화 공정에 적합하지 못한 단점을 가지고 있다. 반면, 최근 Si(110) 기판 위에서 비등방적 변형 제어를 통한 고품질 GaN 박막 성장이 보고 되어 실리콘 집적 소자와 결합한 고전압 소자 및 고속소자 구현에 관한 연구가 진행되고 있다. 본 연구에서는 투과전자현미경 연구를 바탕으로 Si(110) 기판 위에 성장된 GaN의 미세구조에 관한 연구를 소개한다. 열팽창계수의 차이에 의한 GaN 박막 내 결함 생성을 줄이기 위하여 AlN 완충층이 사용되었다. GaN 박막을 암모니아 (NH<sub>3</sub>) 유량이 다른 조건에서 성장시킴으로써 GaN 박막 미세구조의 암모니아 유량 의존성에 관한 연구를 진행하였다. GaN 박막에서 투과전자현미경 연구와 X-ray 회절 연구를 통하여 결함 거동 및 결정성을 확인하였다. NH<sub>3</sub> 유량이 증가함에 따라 GaN의 성장 거동이 3차원에서 2차원으로 변화됨을 관찰하였다. 또한, 전위밀도의 증가도 확인되었다. NH<sub>3</sub> 유량이 낮은 경우 GaN 전위는 AlN와 GaN 경계에 주로 위치하고 GaN 표면 근처에는 전위밀도가 감소하였으나, NH<sub>3</sub> 유량이 높을 경우 GaN 박막 표면까지 전위가 관통됨을 확인하였다.

**Keywords:** TEM, GaN, Si(110), XRD

## Octadecyltrichlorosilane (OTS)을 사용한 WSe<sub>2</sub>의 농도조절이 가능한 P형 도핑 방법 Contrrollable P-type method for WSe<sub>2</sub> using Octadecyltrichlorosilane (OTS)

김진욱<sup>1</sup>, 강동호<sup>1</sup>, 박진홍<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>School of Electronics & Electrical Engineering, Sungkyunkwan University, Suwon 440-746, Korea

최근 3차원 반도체의 물질적인 한계를 극복하기 위해 2차원 전이금속 칼코게나이드(TMD)에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 하지만 TMD 물질의 도핑 방법에 대한 수많은 연구에도 불구하고 대부분이 n 채널 물질인 MoS<sub>2</sub>에 대한 것에 국한되어 있다. 게다가 이전의 TMD 도핑 기술 연구 결과는 채널이 도체화 될 정도의 매우 높은 농도의 도핑 현상만을 보여주었다. 이 연구에서 우리는 WSe<sub>2</sub>로 만든 p형 채널 트랜지스터에서 Octadecyltrichlorosilane(OTS)층의 농도 조절로 제어가 가능한 약한 농도의 p형 도핑기술을 보여준다. 이 p형 도핑 현상은 OTS의 메틸기(-CH<sub>3</sub>)그룹에 의한 양성 쌍극자모멘트가 WSe<sub>2</sub>내의 전자 농도를 낮추는데서 기인한다. 제어가 가능한 p형 도핑은  $2.1 \times 10^{11} \text{cm}^{-2}$  사이에서  $5.2 \times 10^{11} \text{cm}^{-2}$  로 degenerate되지 않은 정도로 WSe<sub>2</sub> 기반의 광, 전기적인 소자에서 적절한 농도로 최적화 될 수 있다. (도핑 정도에 따른 문턱전압 상승, 전류 on/off율 상승, 전계효과 이동도 상승, 광응답성 하락, 광검출성 하락) 또한 OTS에서 비롯한 p도핑 효과는 대기중에서 오랜시간이 지나도 작은 성능 변화만을 보여주며(60시간 후 18~34% 문턱전압 감소변화량) 120°C의 열처리를 통하여 저하된 성능이 거의 완벽하게 회복된다. 이 연구는 Raman 분광법과 전기적, 광학적 측정을 통하여 분석되었으며 OTS 도핑현상이 WSe<sub>2</sub> 박막의 두께와 무관함 또한 확인했다.

**Keywords:** TMD, Doping, OTS, SAM, Octadecyltrichlorosilane, WSe<sub>2</sub>