TEM을 이용한 저온성장된 GaN 박막의 결함분석
TEM analysis of pits of GaN thin film grown on intermediate temperature

동아대학교 손광석, 김동규, 조형균

InGaN/GaN MQW 구조는 청색 및 녹색 범위의 밴드 갭을 가지는 반도체로 최근 LED 및 LD 제조 등에 이용되고 있다. InGaN/GaN MQW은 InGaN와 GaN의 최적 성장온도의 중간온도에서 실행된다. InGaN와 GaN는 최적 성장온도의 차이가 크므로 중간온도에서 성장 시에 많은 결함이 생긴다. 성장온도가 높으면 InN가 분해 되고 낮을 경우에는 질소의 결핍이 일어난다. 최적성장온도의 선택이 매우 중요한 문제로 주목 되었다. Si 도핑으로 중간온도 성장 시에 형성되는 결함을 감소시키고 광학적 특성을 향상 시킨다고 보고 되었다. 그러나, Si 도핑 효과에 대한 구체적이고 체계적인 연구는 부족한 실정이다. MQWs 구조의 GaN 장벽층에 미치는 성장온도와 Si 도핑 효과를 이해하기 위해서는 고온에서 성장시킨 GaN박막(HT-GaN) 위에 중간온도에서 성장된 GaN 에피층(IT-GaN)의 구조에 관한 연구가 선행되어야한다. 본 연구에서는 HT-GaN 위에 성장된 GaN 에피층에 미치는 성장 온도와 Si 도핑 효과에 관해 연구하였다.

모든 시료는 사파이어 c-plane을 기판으로 사용하여 MOCVD법으로 성장 시켰다. 저온에서 GaN 핵생성 층을 성장 시킨 후 1090 ℃ 에서 두꺼운 HT-GaN(1.8 ㎛)을 성장시키고 Si 도핑 정도를 달리하여 840 ℃에서 IT-GaN(80 nm)을 성장 시켰다. AFM, TEM, FE-SEM을 이용하여 구조적 특성을 분석하였다.

중간온도에서 성장 시킨 GaN 박막의 경우 고온에서 성장시킨 GaN 박막과는 달리 표면에 많은 pit이 형성되었다. TEM 분석결과 대부분의 pit은 threading dislocation과 연결되어 있었다. Si 도핑(1.5×10^{19} cm^{3})에 의해 pit의 수는 현저히 감소하였고 TEM 명시 야상에서 Si 도핑에 의해 IT-GaN 에피층에 strain이 감소한 것을 알 수 있었다. 그러나 도핑 양이 초과 되면 (1.5×10^{20} cm^{3}) pit의 수가 다시 증가 하였고 threading dislocation과 관계없이 생긴 pit들이 관찰 되었다. 이는 pit 형성에 다른 원인이 있음을 나타낸다