

[I~18]

MOVPE 로 성장된 GaSb/GaAs 박막의 구조적 특성에 관한 연구

김준형¹, 성태연¹, N. J. Mason*

¹광주과학기술원 신소재 공학과 반도체 박막 연구실

*Clarendon Laboratory, Physics Department, University of Oxford, Oxford OX1 3PU, UK

광전자 소자로 응용되는 3-5 족 화합물 반도체의 heterostructure 를 만드는 데에 많은 연구가 진행되어 왔으며 최근에는 격자의 misfit 이 큰 계에까지 연구가 확대되고 있다. 그러나 격자 상수의 차이가 큰 계는 광전자 소자로 매우 유용함에도 불구하고 아직까지 신뢰성 있게 사용되지 못했다. 소자로의 응용에 가장 큰 장애 요인은 박막에 threading 전위가 매우 많다는 것이다. GaAs 기판 위에 성장된 GaSb 박막은 주로 격자 misfit 에 의한 결함을 줄이고 박막의 결정성을 향상시키는 buffer 층으로 사용된다. 그러므로 buffer 층의 핵 생성과 성장 거동을 이해하는 것은 buffer 층 위에 성장될 박막에 존재할 결함의 종류와 밀도를 알기 위해서는 매우 중요하다.

본 논문에서는 GaAs 기판 위에 GaSb 박막을 세 가지의 성장 온도, 520°C, 540°C, 560°C 로 MOVPE 성장시켰다. GaSb island 의 모양과 결함 거동을 연구하기 위하여 AFM 과 TEM 분석을 수행하였다.

표면의 형상을 AFM 과 TEM 으로 관측한 결과, GaSb island 는 모서리가 <110> 방향으로 되어 있는 사각형 모양을 보인다. 가장 저온인 520°C 에서 성장된 GaSb island 는 [110] 방향으로 길게 성장된 모양을 보인다. 성장 온도가 증가할수록 그 경향이 줄어들며 가장 고온인 560°C 에서 성장된 GaSb island 는 [1 $\bar{1}$ 0] 방향으로의 성장 속도가 더 빠른 것이 미약하게나마 나타나 있다. 이와 같이 성장 속도가 빠른 방향이 저온에서는 [110] 방향이나, 고온에서는 [1 $\bar{1}$ 0] 방향으로 전환되는 것은 GaAs 의 surface reconstruction 의 양상이 성장 온도에 따라서 2x4 에서 4x4 를 거쳐서 4x2 로 변화하는 것과 관련시킬 수 있다. GaSb/GaAs 계가 가지고 있는 7.8%의 격자 misfit 을 완화시키기 위하여 생성된 결함의 거동을 연구하기 위하여 cross-section 과 plan-view TEM 을 수행하였다. 520°C 와 540°C 에서 성장된 GaSb island 에서는 기판과의 계면에 90° 전위가 규칙적으로 배열되어 있으며 이 전위 사이의 거리는 56 Å로 측정된다. 그러나 560°C 에서 성장된 GaSb island 에서는 매우 많은 threading 전위가 존재하며 기판과의 계면은 심한 파동 모양을 보이고 있다. GaSb 층의 격자 상수를 TED pattern 으로부터 계산해 보면 6.09±0.02 Å로 체적 격자 상수를 가지므로 격자 misfit 은 거의 100% 완화되었다. 또한 560°C 에서 성장된 시편으로부터 얻은 TED pattern 에서는 회절점이 회전되어 있는데 이것은 60° 전위에 의한 것으로 알려져 있다. 60° 전위의 존재는 90° 전위와 60° 전위의 상호작용으로 인해 plan-view TEM 사진에서 관측되는 fringe 의 shift 로도 확인할 수 있다. 이러한 60° 전위가 threading 전위를 유발시킨다고 알려져 있다.