

GaAs 장벽층을 이용한 수직 적층된 InGaAs 양자세선의 성장 특성 및 광특성 조사

김성복, 노정래, 이일항

한국전자통신 연구원 기초기술연구부, 대전 305-600

양자세선은 전자가 양방향으로 구속된 구조로 물리적인 잠재성 뿐아니라, 상온에서 작동하는 양자소자(레이저 다이오드등)로 쓰일 수 있는 매우 유용한 구조로 80년대 이후 많은 연구가 되고 있다. 이러한 양자세선을 구현하기 위한 대표적인 방법으로 양자우물을 미세하게 리소그래피하는 것이었다. 양자세선에 있어서 소자 크기가 매우 작으므로 표면이나 계면의 면적이 상대적으로 커져 이들 면의 중요성이 증대된다. 따라서 리소그래피법에 의한 제작은 계면에 결함이 유도되는 원천적인 문제를 가지고 있으므로 효율을 높이는 데 한계를 지닌다. 따라서 결정면에 따른 선택성장 및 유전체 마스크를 이용한 선택성장을 통한 양자세선 제작에 많은 연구가 진행되고 있다.

본 연구에서는 V자 홈의 GaAs 기판에 InGaAs/GaAs 양자세선을 Chemical Beam Epitaxy 선택 성장법으로 수직으로 적층하여 성장하였다. V자 홈의 기판을 이용하여 양자세선을 제작하는 방법은 결함이 없이 양자세선을 제작하는 한가지 방법으로 많이 이용되고 있다. 그러나 이들 대부분의 양자세선을 적층하는 연구는 Al 계열의 물질을 장벽층으로 사용하여 MOCVD 법으로 GaAs/(Al,Ga)As 제작하였다. 왜냐하면 Al의 표면이동도가 적기 때문에 V자 홈의 측면과 바닥면에서의 성장이 균일하게 이루어져, (Al, Ga)As를 V자 형태를 유지하는 장벽층으로 사용하여 양자세선을 적층하였다. 이에 반해 Ga의 표면이동도는 매우 커서 V자 홈 기판의 바닥면(100)에서 측면(111)A보다 GaAs의 성장이 빠르게 이루어지기 때문에 V자 홈이 U자 형태로 변하며, 이로 인해 GaAs 층을 장벽층으로 사용할 수 없었다. 그러나 본 연구에서는 측면으로 (111)A면이 아닌 (322)에 가까운 결정면을 이용하여 Ga의 표면이동을 줄이고, 성장온도 및 원료가스의 형태를 변화시키므로 GaAs 층을 장벽층으로 하여 InGaAs/GaAs 양자세선을 적층하여 구현하였다. 이들 결과는 GaAs 장벽층을 리프트오프층으로 사용한 새로운 결과이다.

성장된 양자세선의 구조는 TEM 및 SEM 측정을 통하여 성장 특성을 규명하였으며, 20nm x 50~60 nm의 InGaAs/GaAs 양자세선이 적층되었음을 확인하였다. 또한 photoluminescence 측정을 통하여 1.240eV 부근에서 200K까지 뚜렷하게 구분되는 양자세선에서 나오는 엑시톤 피크를 관찰하였다.