【TP-12】

Deep Level Transient Spectroscopy법에 의한 InAs/InP 자발형성·양자점의 전기적 특성연구

김진석, 김은규*, 황희돈[1], 윤의준[1], 김종현[2], 박일우[2], 한일기[3], 박용주[3]
한양대학교 물리학과, [1]서울대학교 재료공학부, [2]한국기초과학지원연구소, [3]KIST 나노소자연구센터

양자점은 레이저 다이오드나 적외선 감지소자와 같은 응용소자 연구에 많은 관심이 집중되고 있는데, 이들 소자응용을 위해서는 성장된 양자점의 유효 에너지준위에 대한 정보는 아주 중요하다. 최근 많은 그룹들이 phtoluminescence (PL) 와 같은 광물성 측정법으로 양자점의 에너지 준위에 대한 정보를 연구하고 있으나, 이들 기법은 밴드천이에 대한 정보만을 얻으므로 직접적인 양자에너지준위는 공간 전하 전기용량법(space charge capacitance techniques)과 같은 전기적 물성측정의 도움이 필요하다. 따라서, 전기용량-전압(C-V)측정, admittance spectroscopy와 deep level transient spectroscopy(DLTS)는 양자점 시스템의 전기적 성질을 면밀히 조사하는 강력한 도구가 될 수 있다. 특히, 양자점과 연관된 준위에서의 운반자의 포획 및 방출과정 규명 등의 연구가 필요하다.

본 연구에서는 n^+-InP 기판 위에 저압 유기금속화학기상증착(LP-MOCVD) 장치로 자발형성(self-assembling)법으로 InAs 양자점을 형성시켰다. 여기서, InP buffer layer는 76 torr의 압력하에서 620oC의 온도로 200nm의 두께를 성장하였고, InAs 양자점과 InP의 capping layer는 500oC의 온도에서 성장시켰다. 성장된 양자점의 밀도와 크기는 원자력간 현미경 (AFM) 으로 측정한 결과 각각 $6 \times 10^9 cm^{-2}$와 8nm×ϕ50nm 으로 나타났다. 한편, 양자점층 주위의 응력장(stress field)을 비교하기 위해, capping layer의 성장온도를 500oC 에서 620oC의 범위로 점차 증가시키면서 성장한 시료도 준비하였다.

InAs/InP 양자점 시료에 대한 PL 측정에서는 0.67eV에서 약 50 meV의 반치폭 (FWHM)을 갖는 신호를 관측하였다. 한편, 저온에서 InP capping layer를 성장시킨 InAs 양자점시료에 대한 DLTS 측정에서는 단 하나의 donor-like DLTS신호를 볼 수 있었는데, 이 신호에 대한 Arrhenius plot 결과, 활성화에너지와 열방출단면적은 각각 0.57eV와 $9\times10^{-14} cm^2$으로 나타났다. 그러나 고온 620oC에서 capping layer를 성장시킨 시료에서는 DLTS 신호가 나타나지 않았다. 따라서, 양자점의 에너지띠 모습을 파악을 위해서는 전기적 활성 결함 측정과 함께 양자점 주변영역의 응력효과 등이 연구되어야 할 것이다.