T-012

InAs 양자점 크기에 따른 광학적 특성 평가

한임식[1,2], 박동우[1], 노삼규[1]*, 김종수[2], 김진수[3]

[1]한국표준과학연구원 나노소재평가센터, 대전, [2]영남대학교 물리학과, 대구,
[3]전북대학교 신소재공학부, 전주

양자점(Quuantum dot, QD)은 0차원 특성을 가지는 구조로 양자 구속 효과로 인하여 bulk와는 다른 구조적, 광학적, 전기적 특성을 가지고 있다. InAs QD는 size와 barrier의 bandgap 조절을 이용하여 쉽게 bandgap을 바꿀 수 있는 장점이 있어 solar cell, semiconductor laser diode, infrared photodetector 등으로 많은 연구가 이루어지고 있다. 일반적으로 Stranski-Krastanov (SK) mode로 성장한 InAs QD는 보통 GaAs epilayer와의 lattice mismatch (7%)를 이용하여 성장을 하고 이로 인하여 strain을 가지고 있고 QD의 density와 stack이 높을수록 strain이 커진다. 하지만 sub-monolayer (SML) QD 같은 경우 wetting layer가 생기는 지점인 1.7 ML이하에서 성장되는 성장 방식으로 SK-QD보다는 작은 strain을 가지게 된다. 또 QD의 size가 작아 SK-QD보다 큰 bandgap을 가지고 있다. 본 연구에서는 분자선 에피택시(molecular beam epitaxy, MBE)를 이용하여 semi-insulating GaAs substrate 위에 InAs QD를 0.5/1/1.5/1.7/2/2.5 monolayer로 성장을 하였다. GaAs과 InAs의 성장온도와 성장속도는 각각 590^{o}C, 0.8 ML/s와 480^{o}C, 0.2 ML/s로 성장을 하였으며 적층사이의 interruption 시간은 10초로 고정하였고 10주기를 성장하였다. Photoluminescence (PL)측정 결과 SML-QD는 size에 따라서 energy가 1.328에서 1.314 eV로 약간 red shift를 하였고 SK-QD의 경우 1.2 eV의 energy정도로 0.1 eV이상 red shift 하였다. 이는 QD size에 의하여 energy shift가 있다고 사료된다. 또 wetting layer의 경우 1.41 eV의 energy를 가지는 것으로 확인 하였다. SML-QD는 SK-QD 보다 반치폭(full width at half maximum, FWHM)이 작은 것은 확인을 하였고 strain field의 감소로 해석된다. 하지만 SML-QD의 경우 SK-QD보다 상대적으로 작은 PL intensity를 가지고 있었다. 이를 개선하기 위해서는 보다 높은 QD density를 요구하게 되는데 growth temperature, V/III ratio, growth rate 등을 변화주어서 연구할 계획이다.

Keywords: Quantum dot, Sub-monolayer, InAs