

## MOCVD를 이용한 자발성장 InAs 양자점의 적층 성장 시 발생하는 파장변화량 제어

최장희<sup>1,2</sup>, 안성수<sup>1</sup>, 유수경<sup>1</sup>, 이종민<sup>1</sup>, 박재규<sup>1</sup>, 이동한<sup>1</sup>, 조병구<sup>2,3</sup>, 한원석<sup>2</sup>

<sup>1</sup>충남대학교 물리학과, <sup>2</sup>한국전자통신연구원, <sup>3</sup>전북대학교 정보전자재료공학과

양자점 Laser Diode(LD)는 낮은 문턱전류, 높은 미분 이득을 갖으며 또한 온도변화에도 안정적이기 때문에 광통신분야에서 광원으로 양자점 LD를 사용하기 위한 연구가 계속되고 있다. 양자점은 fill factor가 낮기 때문에 양자점의 밀도를 높이거나 양자점을 적층 성장하여 fill factor를 높인다. 그러나 양자점을 적층 성장하면 각 층간의 응력, 수직적 결합, 전기적인 결합이 생기며 이는 양자점의 전기적, 광학적 특성에 영향을 미친다.

본 연구에서는 metal organic chemical vapor deposition (MOCVD)을 이용하여 InP기판 위에 자발성장 법으로 InAs 양자점을 다주기 성장하였으며 photoluminescence (PL)을 이용하여 광학적 특성을 분석하였다. precursor는 trimethylindium (TMI), trimethylgalium (TMGa), PH<sub>3</sub>, AsH<sub>3</sub>를 사용하였으며 carrier gas는 H<sub>2</sub>를 사용하였다. InAs 양자점은 1100 nm의 파장을 갖는 InGaAsP barrier 위에 성장하였고, InAs와 InGaAsP의 성장온도는 520°C이며 InAs 양자점 성장시 V/III 비는 3.66으로 일정하게 유지하였다.

그림 1은 양자점 성장시간을 0.11분으로 고정하여 3주기(A), 5주기(B), 8주기(C) 성장한 구조이며 그림 2는 양자점 성장시간을 3주기마다 0.01분씩 줄여가며 3주기는 0.11분×3(D), 6주기는 0.11분×3+0.10분×3(E), 9주기는 0.11분×3+0.10분×3+0.09분×3(F) 으로 성장한 성장구조이다. 각 성장한 시료는 PL을 이용하여 파장과 반치폭을 측정하였다. 그림 3은 양자점 성장시간을 고정한 시료 A, B, C의 PL파장과 PL반치폭 데이터이다. PL파장은 A, B, C 시료 각각 1504 nm, 1571 nm, 1702 nm이며 반치폭은 각각 140 meV, 140 meV, 150 meV이다. PL파장과 반치폭은 각각 3주기에서 6주기로 증가할 때 67 nm, 0 meV 6주기에서 9주기로 증가할 때는 131 nm, 10 meV 증가하였다. 다음 그림4는 양자점 성장시간을 조절하여 성장한 양자점 시료 D, E, F의 PL파장과 PL반치폭 데이터이다. PL파장은 D, E, F 시료 각각 1509 nm, 1556 nm, 1535 nm이며 반치폭은 각각 137 meV, 138 meV, 144 meV이다. PL파장과 반치폭은 각각 3주기에서 6주기로 증가할 때 47 nm, 1 meV 증가하였고, 6주기에서 9주기로 증가할 때는 21 nm 감소, 6 meV 증가하였다.

양자점 성장시간을 고정하여 다주기를 성장하였고 또 3주기마다 양자점 성장시간을 달리하여 다주기를 성장하였으며 PL을 이용해 광학적 특성을 연구하였다. 성장된 양자점의 PL 파장과 PL 반치폭 변화를 통해 적층구조에서 성장 주기가 늘어날수록 양자점의 크기가 증가하는 것을 확인하였고 또한 적층성장을 할 때 양자점 성장시간을 줄임으로써 양자점의 크기 변화를 제어

할 수 있었다.

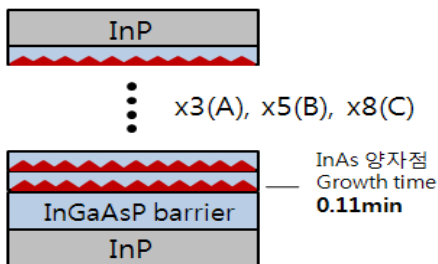


그림 1. 양자점 성장시간을 0.11 분으로 고정하여 3주기, 5주기, 8주기 성장한 양자점 성장구조.

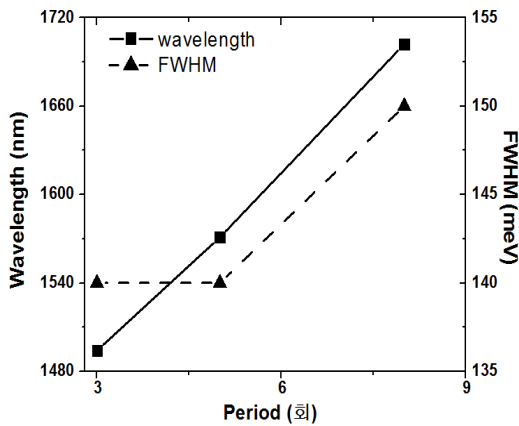


그림 3. 3주기, 5주기, 8주기로 성장한 QD의 파장과 반치폭의 변화.

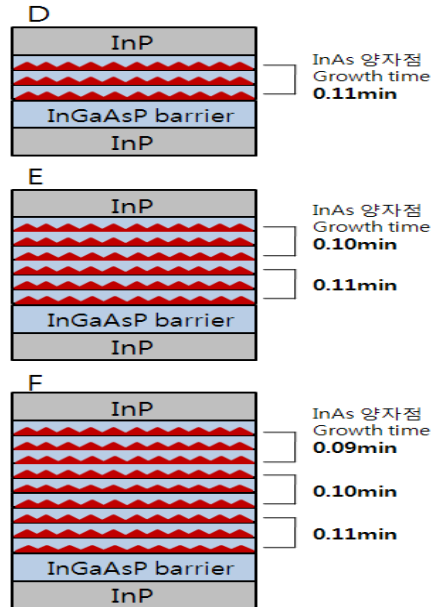


그림 2. 양자점 성장시간을 3주기마다 0.11분씩 줄여가며 성장한 3주기(0.11분), 6주기(0.11분+0.10분), 9주기(0.11분+0.10분+0.09분) 양자점 성장구조.

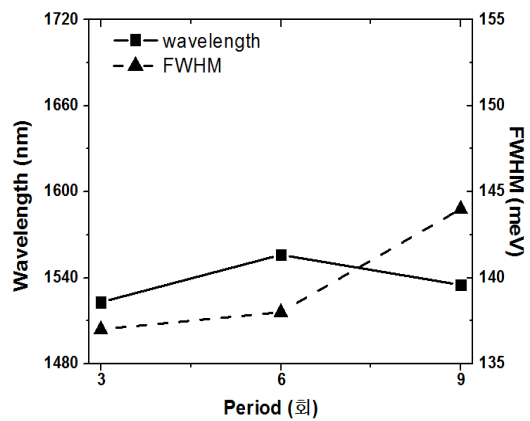


그림 4. 3주기(0.11분), 6주기(0.11 + 0.10분), 9주기(0.11 + 0.10 + 0.09분) 로 성장한 양자점의 파장과 반치폭의 변화.

**Keywords:** MOCVD, 다주기 양자점, 양자점, 자발성장, 파장제어