

결합된 양자점의 시분해 발광 특성연구

Time-resolved photoluminescence of coupled quantum dots

김종수*, 차옥환*, 변지수*, 정문석*, 고도경*, 이종민*, 조남기**, 박성준**, 송진동**, 최원준**, 이정일**, 임재영***

*광주과학기술원 고등광기술연구소, **한국과학기술연구원, ***인제대학교

jongskim@gist.ac.kr

반도체 양자점의 시분해 발광 특성은 양자점의 기초적 물리현상 탐구와 광전 소자에 응용을 위해 많은 연구가 이루어져 왔다 특히 양자점의 시분해 발광 특성은 수직 결합의 구조에 대해 많이 연구되어 왔다.^[1,2] 뿐만 아니라 여러 가지의 반도체 양자구조를 이용한 시분해 분광특성에 관한 많은 연구가 이루어지고 있는 실정이다.^[3] 이는 반도체가 가지는 광학적 특성을 이용하면 광전소자로의 응용이 용이하기 때문이다.

최근 적색 가시광영역의 발광을 가지는 반도체 양자구조로 GaAs 양자점이 대두되고 있으며 새로운 개념의 양자점 제작방법을 통하여 성공적으로 양자점을 형성하는 기술이 개발 되었다.^[4-6] 이 방법은 기존의 자발형성 양자점이 이종 물질간의 격자부정합을 이용하여 형성되는 반면 동종 또는 이종의 물질이 격자정합 뿐만 아니라 격자부정합을 이루고 있더라도 가능한 방법으로 droplet epitaxy (DE)로 명명되어 있다. 아울러 DE 방식은 양자점을 측면 결합시키는 구조가 가능하여 운반자의 측면 수송을 이용한 소자의 응용에 가능성을 열어주고 있다.

본 연구에서는 최근 연구되고 있는 DE 방법을 이용하여 형성된 측면 결합된 GaAs 양자점의 광학적 특성에 관하여 연구하였다. 연구를 위해 측면 결합된 GaAs 양자점을 이용하였으며 시료는 각각 GaAs (001) 기판위에 DE 방법으로 성장 되었다. 시료의 구조적 특성은 원자간력현미경 (AFM)으로 관측 하였으며 광학적 특성은 펄스 레이저를 여기광원으로 이용하여 photoluminescence (PL)와 시분해 PL을 이용하여 분석 하였다.

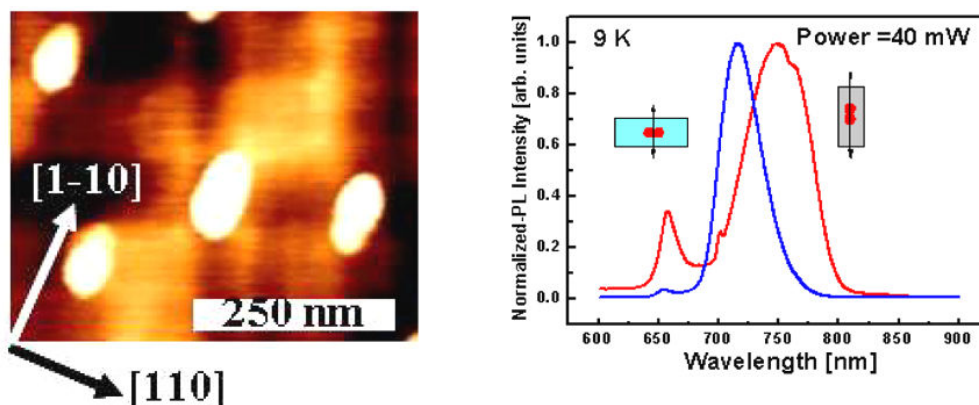


Fig. 1. DE 방법으로 성장된 (a) 결합된 양자점과 (b) 편광의존 PL 스펙트럼

그림 1은 DE 방법으로 성장된 (a) 결합된 양자점과 (b) 여기광원 편광방향에 따른 발광 특성을

나타내었다. 결합된 양자점은 [1-10] 방향으로 두개의 양자점이 결합된 형태를 가지고 있음을 볼 수 있다. 여기광원의 편광을 [1-10] 방향과 수직하게 조사하였을 때와 수평하게 하였을 때의 발광 스펙트럼은 그 형태와 발광 파장에서 현저한 차이를 보여 주었다.

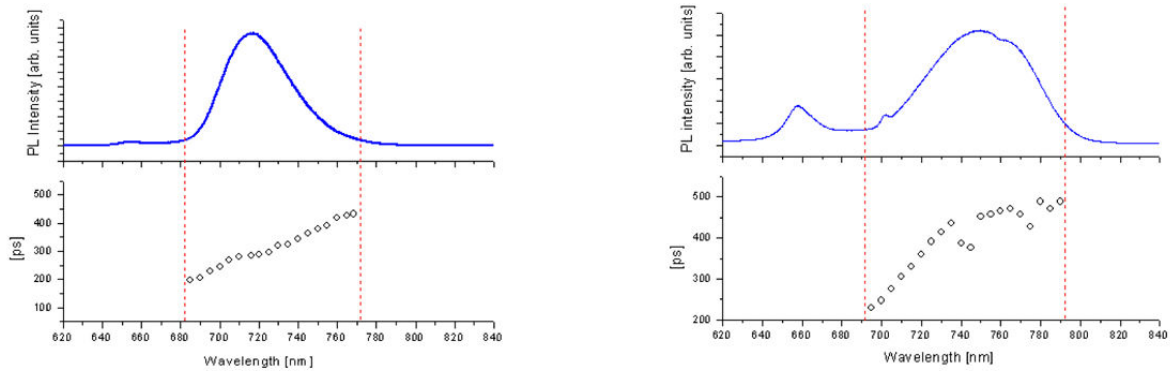


Fig. 2. 9K에서 측정된 (a) [110]과 (b) [1-10] 방향의 편광을 이용한 시분해 발광 특성

그림 2는 9 K에서 측정된 (a) [110] 방향의 편광을 가진 여기광을 이용한 파장별 시분해 발광특성과 (b) [1-10] 방향의 편광을 가지는 여기광을 이용한 파장별 시분해 발광특성을 나타내었다. 여기광의 편광 방향이 양자점의 결합방향과 수직할 때는 일반적인 양자점의 크기 의존성 시분해 특성을 보여 주었으나 편광 방향이 양자점의 결합 방향과 일치 할 때는 740 nm와 780 nm 근방에서 변곡점을 나타냄을 볼 수 있었다. 이는 양자점의 결합에 의해 형성된 에너지 준위가 시간적으로 준평형상태이기 때문에 나타나는 현상으로 해석 하였다.

참고문헌

1. J. S. Yim, Y. D. Jang, D. Lee, H. G. Lee, and S. K. Noh, J. Appl. Phys. 98, 023518 (2005).
2. Z. Xu, Y. Zhang, J. M. Hvam, J. Xu, X. Chen, and W. Lu, Appl. Phys. Lett. 89, 013113 (2006).
3. M. Pophristic, F. H. Long, C. Tran, I. T. Ferguson, and R. F. Karliceck, Jr., J. Appl. Phys. 86, 1114(1999).
4. J. S. Kim and N. Koguchi, Appl. Phys. Lett. 85, 5893(2004).
5. T. Mano, T. Kuroda, S. Sanguinetti, T. Ochiai, T. Tateno, J. Kim, T. Noda, M. Kawabe, K. Sakoda, G. Kido and N. Koguchi, Nano Lett. 5, 425 (2005).
6. J. S. Kim, M. S. Jeong, C. C. Byeon, D-K Ko, J. Lee, J. S. Kim, I-S. Kim and N. Koguchi, Appl. Phys. Lett. 88 , 241911 (2006).