Controllable Synthesis of Type-II Semiconductor Nanostructures

윤상원[1], 이현주[2], 안재평[1], 김동환[2]*

[1]한국과학기술연구원 특성분석센터, [2]고려대학교 신소재공학과

1. 서 론

2-6족 반도체 나노입자들은 광전자, 광화학, 비선형적 광학물질뿐만 아니라 생물학적 라벨로서 이용 가능한 잠재력으로 관심이 증가하고 있다. 본 연구에서는 1-octadecene을 용매로하고 myristic acid와 oleic acid를 complex agent를 사용하여 CdSe/CdTe 이종접합 구조를 가지고 있는 테트라포드 나노구조체와 CdTe 테트라포드 나노구조체를 성공적으로 합성하였다. 또한 합성시간, 온도, 주입속도 뿐만아니라 모노머와 complex agent의 농도를 조절하여 사이즈와 모양을 제어하였다. 합성된 나노구조체는 transmission electron microscopy (TECNAI F20, FEI), UV-vis, PL 스펙트럼 및 X-ray diffraction(XRD)를 이용하여 구조 분석 및 특성평가를 수행하였다.

2. 실험 방법

CdTe 테트라포드 제조 Cd 전구체를 만들기 위해 CdO와 oleic acid(OA)를 1:4 몰랄 비율로 octyl decene(ODE)에 전체 무게가 4 g이 되도록 3구 플라스크에 녹인 후 색깔이 없어지는 300℃의 온도까지 승온시켰다. Te 파우더를 tri octyl phosphine(TOP)에 녹여 Te 전구체를 만들었다. 그런 후 Te 과 Cd 전구체의 비율이 1:1, 2:1, 3:1, 5:1이 되도록 섞어 준 후 260℃까지 온도를 올려 3분 동안 반응시켰다. 반응이 끝나면 빠르게 실온까지 식혀 주었다.

CdSe/CdTe 이종접한 테트라포드 제조 CdTe 테트라포드의 제조과정은 전술한 바와 같다. 이종접합 테트라포드를 제조하기 위해서는 Se 전구체를 Te 전구체와 같이 넣어주면 되는데 이때 Se 전구체는 Se 파우더를 TOP에 녹여 만들었다. 그런 후 Te 전구체를 주입 시 Se 전구체도 동시에 주입하였다.

3. 결과 및 고찰

합성된 나노 구조체의 TEM 이미지를 Fig. 1에 나타내었다. Fig. 1(a)와 (b)는 CdTe 테트라포드의 이미지로 20 nm의 크기를 가지고 있으며 균일하게 분포되어 있음을 볼 수 있다. Fig. 1(c)와 (d)는 CdSe/CdTe 테트라포드로서 10-15 nm의 크기를 가지며 다리 부분의 두께가 증가하는 것을 볼 수 있다.

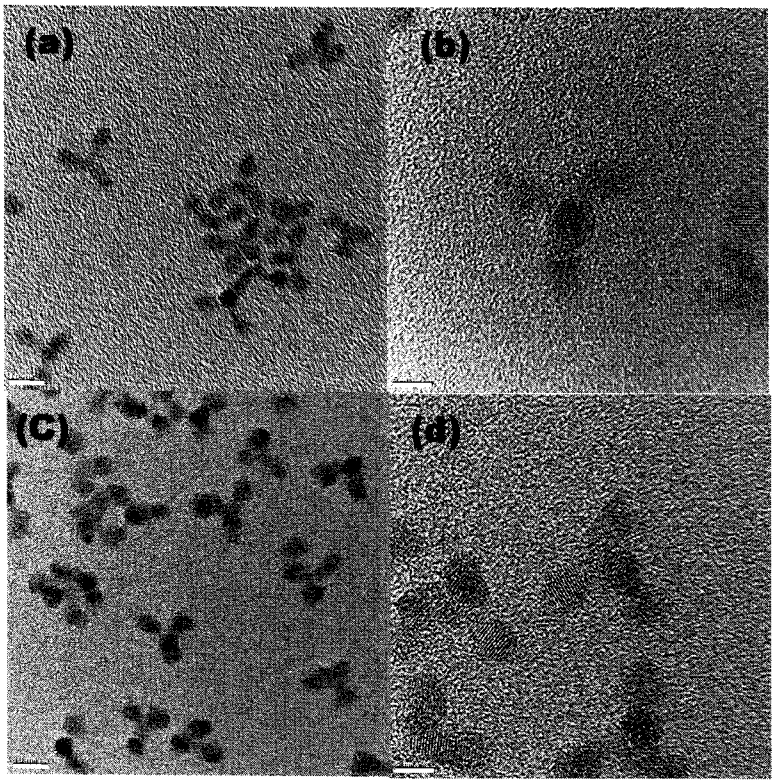

Fig. 1. 합성된 나노 구조체의 TEM 이미지.

Fig. 2에서 type-I과 type-II 반도체의 일반적인 흡수 발광 과정 모식도를 나타내었다. 모식도에서 보는 바와 같이 CdSe/CdTe 테트라포드 나노구조체는 type-II 반도체의 특징을 가진다. Fig. 3의 UV/VIS 스펙트럼과 PL 스펙트럼을 보면 type-II 반도체의 특징이 더욱 명확하게 나타남을 볼 수 있다.

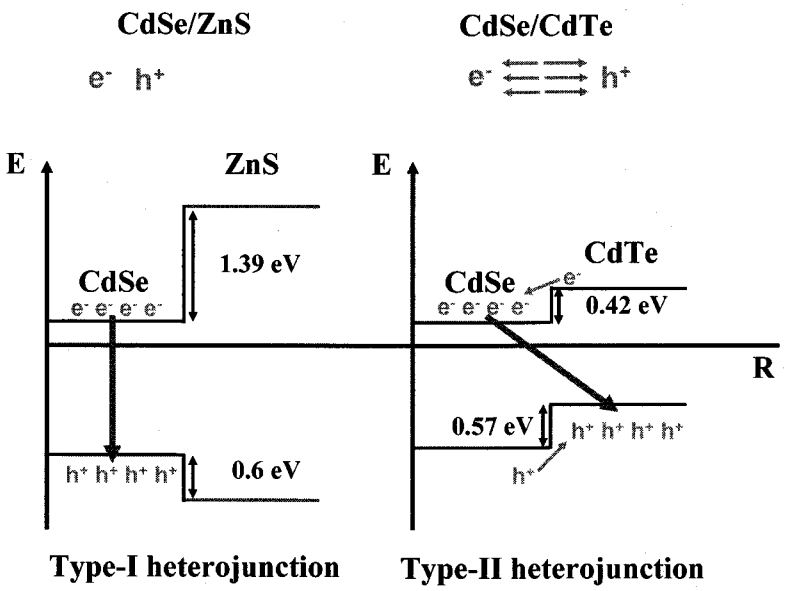

Fig. 2. 이종접합 반도체.

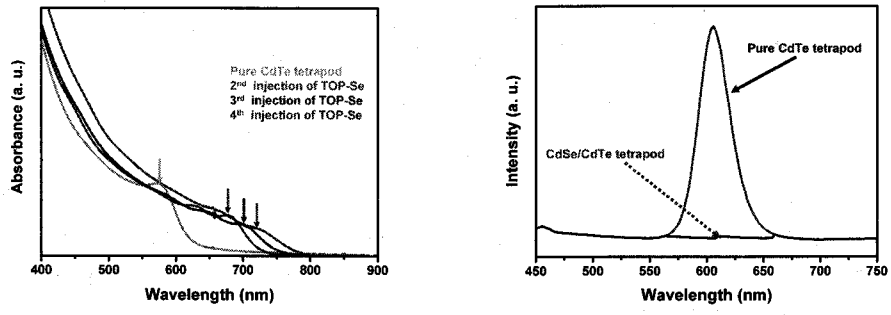

Fig. 3. CdSe/CdTe type-II 이종접합 반도체의 UV/VIS, PL 스펙트럼.

UV/VIS 스펙트럼에서 Se의 농도가 진해짐에 따라 장파장으로 피크가 이동하며 피크가 넓어짐을 볼 수 있고 또한 PL 스펙트럼에서 CdTe 테트라포드 구조일 때는 620 nm에서 흡수 피크가 보이는데 CdSe/CdTe 이종접합 나노구조체에서는 흡수 피크가 사라지는 것을 볼 때 CdSe/CdTe 이종접합 나노구조체는 type-II 반도체의 특징을 잘 나타냄을 알 수 있다.

이상의 결과로부터 합성된 CdSe/CdTe는 type-II 이종접합 나노구조체이며 흡수 스펙트럼을 통해 태양전지에 유망한 물질 특성을 나타내었으며 이종접합구조의 나노구조

체를 만드는 합성방법은 향후 다양한 모양을 가진 2-6족 이종접합 구조체를 합성하는 데 기반이 될 것으로 전망된다.