

Characterization of In Doped CdTe Grown by Molecular Beam Epitaxy

허유범, *한명수, 임재현, 이화용, 이연환, 강태원, **우용득, **이해익
 동국대학교 물리학과
 *한국전자(주) 종합연구소
 **우석대학교 물리학과

CdTe는 II-VI족 화합물반도체로서 solar cell, 발광소자, X-ray 감지소자 등으로 응용될 수 있어서 많은 관심을 가지고 있는 물질이다. 그러나 아직 그 물리적 특성 분석이 명확히 밝혀진 것은 아니다. 이에 본 연구에서는 n-type CdTe 시료를 MBE에 의해 기판온도 300°C에서 In effusion 셀을 이용하여 성장하였으며, In-doped n-type CdTe(211)에 대한 전기적·광학적 특성을 photoluminescence(PL), double crystal x-ray diffraction(DCXD), Hall effect와 deep-level transient-spectroscopy(DLTS) 등을 통하여 조사하였다. 시료의 열처리와 수소화 전후의 특성변화를 관측하였다. 갖 성장된 시료의 doping농도는 In 셀 선속에 의해 $N_d \approx 1 \times 10^{17} [cm^{-3}]$ 로 결정하였으며, Hall effect 측정에 의해 얻어진 운반자농도 및 이동도는 각각 $n=8.77 \times 10^{16} [cm^{-3}]$, $\mu_e=749.5 [cm^2/V-sec]$ 이었으며, DCXD 결과로 보아 시료는 bulk에 가까운 결정성을 보였다. 갖 성장된 시료의 PL측정 결과 1.59eV 근처에서 D^0X , D^0h 가 나타나며, 1.58eV 근처에서 A^0X peak들이 나타났다[그림.1]. 온도의존성 PL측정으로 약 1.59eV에서의 발광피크에 대한 활성화에너지를 계산하였으며[2], 온도구간에 따라 활성화에너지는 $\Delta E = 12$ meV으로 나타났다. 또한, Vashini 식[2]을 이용하여, band-gap shrinkage parameter $\alpha = 1.3 \times 10^{-3}$, $\beta = 485$ 을 얻었다[그림.2].

1.59 eV근처의 발광은 V_{ca} 에 관련된 것으로 보고[3]된 바 있으며, 최근 V_{ca} 가 만드는 준위는 valence band edge로부터 약 200 meV 위에 있는 것으로 보고[4]된 바 있다. 온도의존성 측정에 의해 12~25K 구간에서 1.58 eV근처의 발광이 급격히 줄어드는 반면 1.59 eV근처의 발광이 증가하는 것을 관측하였다. 이는 12~25K 온도 구간에서 1.58 eV 근처의 A^0X 가 줄어들면서 전자와 정공이 급증하여 D^0h 의 발광세기가 증가한 것으로 여겨진다.

흔히 donor-acceptor pair(DAP)로 여겨지는 1.54 eV와 1.47 eV의 발광세기가 매우 약한 것으로 보아, DAP가 형성되기에는 acceptor 불순물이 매우 적음을 알 수 있다. 또한, defect 관련 피크로 알려진 1.45 eV에서의 발광도 매우 약하며, 이는 시료의 복사성 재결합에 의한 결합밀도가 작다는 것을 의미한다. 또한, 수소화 및 열처리에 의한 PL특성[그림1]을 조사하였다. 그리고, 깊은 준위 특성을 DLTS 측정을 통하여 엄밀히 조사하였다.

*본 연구는 1997년도 한국과학기술원 전자광학특화연구센터를 통한 국방과학연구소 및 한국과학재단의 연구비 지원으로 수행되었습니다.

참고문헌

- [1] E. Molva, J. L. Pautrat, K. Saminadayar, G. Milchberg, and N. Magnea, PRB, 30, 3344(1983)
- [2] "Optical processes in semiconductors" by Jacques I.Pankove(Dover, New York, 1970)
- [3] Juan M. Figueroa, F. Sanchez-sinencio, J. G. Mendoza-Alvarez, and O. Zelaya, JAP 60, 452(1986)
- [4] S. Biernacki and U. Scherz, PRB, 48, 726(1993)

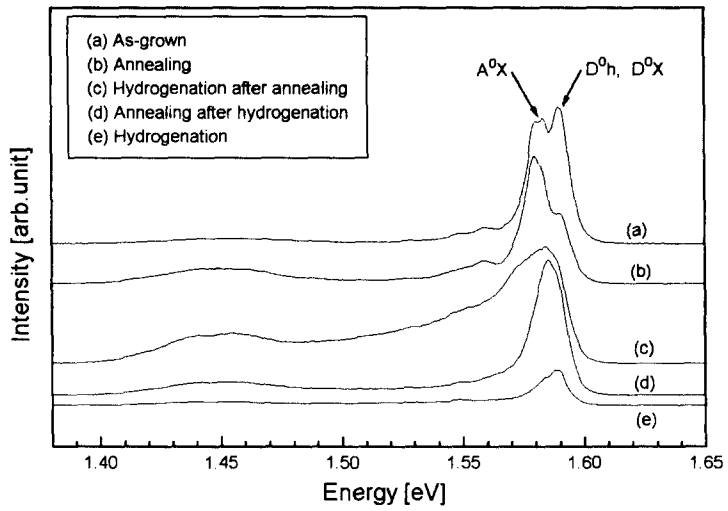


그림 1. PL spectra due to annealing and hydrogenation treatment

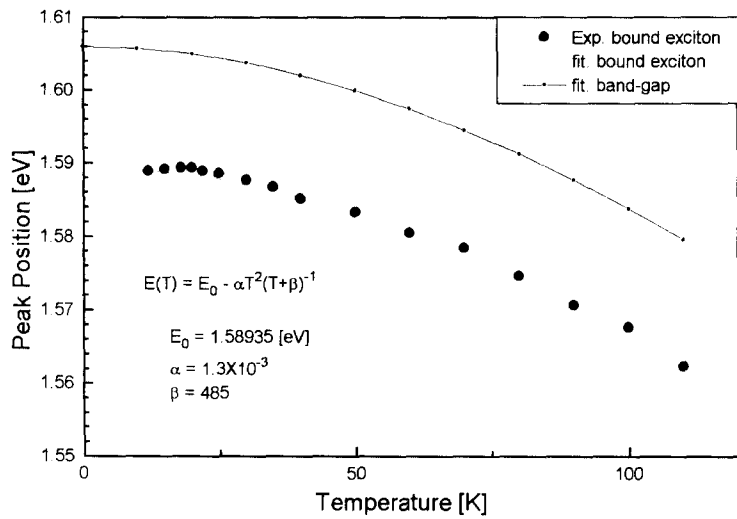


그림 2. Band-gap shrinkage driven from bound exciton peak positions