

투과전자현미경을 이용한 OMVPE $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}/\text{InP}$ 접합계면의 분석연구 (TEM Study of OMVPE Grown $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}/\text{InP}$ Heterointerfaces)

백문철, 남 산, 권 오준, 오 대곤*, 박 효훈**

한국전자통신연구소 반도체연구단 물성분석연구실, 광전자연구실*, 기초기술연구부**

$\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}/\text{InP}$ 이종접합 구조의 계면에 대하여 TEM 고분해능 확대상 (High Resolution Image) 형성기능을 이용하여 연구하였다. $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}/\text{InP}$ ($x=0.53$) 소재는 양자우물 구조 (quantumwell structure) 를 형성하여 광통신 용 $1.55\mu\text{m}$ 파장 대의 레이저 소자로서 이용된다. 이 레이저 소자의 성능 및 동작특성은 근본적으로 소자를 구성하고있는 소재의 계면상태에 의하여 결정된다. (1-4) 즉, 격자부정합 (lattice mismatch) 에 의한 격자결함, 격자변형 및 점결함 등에 의해 특성이 크게 영향을 받는다. 본 연구에서는 OMVPE (Organo Metallic Vapor Phase Epitaxy) 방법으로 성장된 InGaAs/InP 양자우물 구조 및 초격자 구조 (super lattice) 에 대하여 각 층의 계면을 고분해능 TEM 으로 관찰하고 분석하였다.

OMVPE 장비는 수직형 반응기에 RF 가열방식의 graphite susceptor 로 되어있으며, As 와 P 의 공급원으로 H_2 에 10% 희석된 AsH_3 및 PH_3 를, In 과 Ga 의 공급원으로는 TmIn 과 TmGa 를 사용하였다. 기판은 (001) 에서 ± 0.5 및 2° off 된 2" wafer 를 사용하였으며 성장온도와 압력은 각각 $550\sim 650^\circ\text{C}$ 및 76 torr 로 하였다. TEM 은 Philips 사의 CM20 Twin model 로써 200kV의 가속전압으로 [110] 방향의 고분해능 격자상을 관찰하였다.

양자우물 구조의 단면에서는 InGaAs/InP 의 계면이 성장순서에 따라 편평도 및 층간 급준성에서 차이를 보였으며 초격자구조에서는 차이가 크지않으나 두께의 균일도 및 계면의 편평도가 좋지않은 것으로 나타났다. 이는 공급원 기체인 AsH_3 와 PH_3 및 잔류기체, 그리고 구성원소인 As 와 P 원자의 활동도에 기인한 것으로 알려져있다.(5-7) 본 연구에서 초격자구조의 성장시 균일도가 저하된 이유로 성장 층이 자주 바뀔때 따라 기체간 및 원자들 간의 이동이 많이 일어난 것을 고려하였다. 이를 개선하기 위한 방법으로 성장층의 변환시 공급원 기체를 잠시 중단시키고 반응기를 정화시키는 방법이 알려져 있다. (7) 그러나 이 방법은 최적점을 찾기가 어렵고 변수가 많은 것이 단점이다.

참고 문헌

1. C.D. Lee and S.R. Forrest, Appl. Phys. Lett., 26, 465 (1990)
2. A. Salokatove and M. Hovinen, J. Appl. Phys., 67, 3378 (1990)
3. M. Zachau and D. Grutzmacher, Appl. Phys. Lett., 56, 632 (1990)
4. M.D. Williams et. al., J. Appl. Phys., 67, 7157 (1990)
5. M. Wada et. al., J. Appl. Phys. 29, 2342 (1990)
6. K.W. Carey et. al., Appl. Phys. Lett., 52, 910 (1987)
7. T.Y. Wang et. al., J. Appl. Phys., 66, 5376 (1989)