

MBE로 성장된 (AlAs/GaAs) 단주기

초격자의 전기 및 광학적 특성

조훈영, 김은규, 이승용, 전인상, 민석기

한국과학기술원 반도체재료 연구실

PICTS(Photoinduced Current Transient Spectroscopy)와 PL(Photoluminescence)를 사용하여 $(\text{GaAs})_m/(\text{AlAs})_n$ 단주기 초격자의 전기 및 광학적 특성을 조사하였다. MBE(Molecular Beam Epitaxy) 성장 방법을 이용하여 $(\text{GaAs})_4/(\text{AlAs})_4$ 와 $(\text{GaAs})_{10}/(\text{AlAs})_{10}$ 의 시료를 성장하여 계면과 관계되는 깊은준위들을 PICTS로 조사하였고, 열처리함에 따라서 계면의 깊은 준위들의 신호가 감소되어 계면 상태가 좋아짐을 알 수 있었다. PL측정으로부터도 깊은 준위가 감소함을 확인 하였으며, 4-monolayers의 단주기 초격자에서 간접 전이 $\Gamma-X$ 에너지전이에 해당되는 신호를 1.92 eV에서, 깊은 결함의 신호를 1.71 eV에서 관측했다. 그리고 간단한 K-P 모형으로 계산하여 측정값과 비교하였다.

본 연구에서는 V80H MBE 장치를 사용하여 $(\text{GaAs}/\text{AlAs})$ 단주기 초격자인 4-monolayers에서 15-monolayers의 시료를 성장였다. 기판으로는 반절연체 GaAs (100)면을 사용하였고, 한 시료는 10-monolayer $(\text{GaAs}/\text{AlAs})$ 로 50번 교번하여 성장한 단주기 초격자이며 성장중단을 하지않았고, 다른 시료는 앞의 시료와 같은 방법으로 성장하였으나, 성장중단을 25초 동안 하였다. 그리고 또 다른 시료는 성장중단을 하지 않고 4-monolayer $(\text{GaAs}/\text{AlAs})$ 를 50번 교번하여 비교하였다.

그림 1은 4-monolayer $(\text{GaAs}/\text{AlAs})$ 단주기 초격자의 시료를 RTA로 20초 동안 각각 600°C, 700°C, 그리고 800°C로 열처리 하였을 때의 PICTS 신호들을 나타낸 것이다. 깊은 준위에 해당하는 각각의 활성화 에너지는 0.17 eV(A1), 0.19 eV(A2), 0.22

eV(A3), 0.39 eV(A4), 0.45 eV(A5)이다.

계면상태를 나타내는 낮은 온도영역(에너지 영역이 0.17-0.22 eV 에 해당)의 PICTS 신호를 주의하여 관찰하면 매우 흥미로운 현상을 알 수 있다. as-grown일때 신호가 큰 여러 결함들이 보이며, RTA(Rapid Thermal Annealing)의 온도를 600°C, 700°C, 그리고 800°C로 증가시켰을 때에 결함 영역이 서서히 감소하는 것을 볼 수 있고, 800°C로 열처리 하였을 때에는 전 영역에 걸쳐서 결함 준위들의 신호가 감소되었다. 초기에 단주기 초격자를 성장시켰을때에 계면이 불완전한 상태에 있다가 열처리 온도를 증가시킴에 따라서 계면이 안정적인 상태로 되어가는 것을 알 수 있다. 이 결과는 PL의 측정결과에서도 관찰할 수 있었다.

결과로서 (GaAs/AlAs) 단주기 초격자의 계면상태의 제거 및 제어를 위한 열처리 조건으로서 800°C에서 20초 동안 급속 열처리하면 가장 적은 깊은 준위 계면상태인 시료를 얻을수 있음을 알수 있었다.

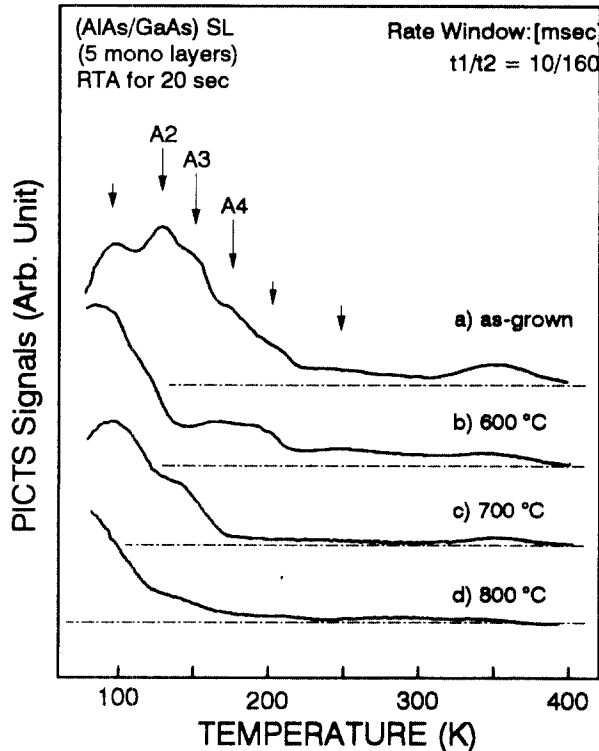


Fig. 1. (GaAs/AlAs) 단주기 초격자의 PICTS 신호.