

타원편광분석법을 이용한 $\text{In}_x\text{Al}_{1-x}\text{P}$ 박막의 광물성 연구

변준석¹, 황순용¹, 김태중¹, 김영동¹, D. E. Aspnes^{1,2}, Y. C. Chang³, 윤재진⁴, 이은혜⁴,
배민환⁴, 송진동⁴

¹경희대학교 물리학과 나노광물성연구실, ²Department of Physics, North Carolina State University, Raleigh, NC 27695, USA, ³Research Center for Applied Sciences, Academia Sinica, Taipei 115, Taiwan,

⁴한국과학기술연구원 광전융합시스템연구단

3~5족 반도체 물질인 phosphorus 화합물 중 대표적인 InAlP 삼중화합물은 작은 굴절률, 큰 밴드갭, GaAs와 lattice 일치 때문에 큰 주목을 받고 있고, p-type high electron mobility transistors (p-HEMT), laser diodes 등의 고속 전자소자 및 광전 소자에 응용이 가능한 매우 중요한 물질이다. 최적의 소자 응용기술을 위해서는, 정확한 광물성 연구가 수행되어야 하지만 $\text{In}_x\text{Al}_{1-x}\text{P}$ 화합물에 대한 유전율 함수 및 전자전이점 등의 연구는 미흡한 실정이다. 이에 본 연구에서는 1.5~6.0 eV 에너지 영역에서 각기 다른 In 조성비를 갖는 $\text{In}_x\text{Al}_{1-x}\text{P}$ 화합물의 가유전율 함수 $\epsilon = \epsilon_1 + i\epsilon_2$ 와 전자전이점 데이터를 보고한다. GaAs 기판 위에 molecular beam epitaxy (MBE)를 이용하여 $\text{In}_x\text{Al}_{1-x}\text{P}$ ($x=0.000, 0.186, 0.310, 0.475, 0.715, 0.831, 1.000$) 박막을 성장하였고 타원편광분석기를 이용하여 유전율 함수를 측정하였다. 또한 실시간 화학적 에칭을 통하여 시료 표면에 자연산화막을 제거함으로써 순수한 InAlP의 유전율 함수를 측정할 수 있었고, 측정된 유전율 함수를 이차미분하여 In 조성비에 따른 전자전이점을 얻을 수 있었다. 얻어진 전자전이점 값을 이용하여 linear augmented Slater-type orbital method (LASTO) 를 통해 이론적 전자 밴드 구조 계산을 하였고, 이를 바탕으로 E_0, E_1, E_2 전이점 지역의 여러 전자전이점($E_1, E_1 + \Delta_1, E_0', E_0' + \Delta_0', E_2, E_2'$)의 특성을 정의할 수 있었고, E_0' 과 E_2 전이점의 에너지 값이 In 조성비가 증가함에 따라 서로 교차함을 발견할 수 있었다. 타원 편광 분석법을 이용한 유전율 함수 및 전자전이점 연구는 InAlP의 광학적 데이터베이스를 확보하는 성과와 더불어 새로운 디바이스 기술 및 광통신 산업에도 유용한 정보가 될 것이다.

Keywords: InAlP, MBE, 타원편광분석법, Ellipsometry, 유전율