TTP-024

분광타원분석법을 이용한 InAs 유전율 함수의 온도의존성 연구

김태중, 윤재진, 공태호, 정용우, 변준석, 김영동

경희대학교 나노광물성 연구실 및 물리학과

InAs 는 광전자 및 광통신 소자에 널리 이용되는 $In_xGa_{1-x}As_yP_{1-y}$ 화합물의 endpoint 로서, Heterojunction Field-Effect Transistors (HEMTs), Heterojunction Bipolar Transistor (HBT) 등에 중요하게 이용되고, 다양한 소자의 기판으로도 폭넓게 사용되는 물질이다. InAs 의 반도체 소자로의 응용을 위해서는 정확한 광 특성과 밴드갭 값들이 필수적이며, 분광타원편광분석법 (ellipsometry) 을 이용한 상온 InAs 유전율 함수는 이미 정확히 알려져 있다. 그러나 상온에서는 E_2 전이점 영역에서 여러 개의 밴드갭들이 중첩되어 있어, 밴드구조계산 등에 필수적인 InAs 의 전이점을 정확히 정의하기 어렵다. 또한, 현재의 산업계에서 중요하게 여겨지는 실시간 모니터링을 위해서는 증착온도에서의 유전율 함수 데이터베이스가 필수적이다. 이와 같은 필요성에 의해, 22 K - 700 K 의 온도범위에서 InAs 의 유전율 함수와 밴드갭 에너지에 대한 연구를 수행하였다. InAs bulk 기판을 methanol, acetone, DI water 등으로 세척 한 뒤, 저온 cryostat 에 부착하였다. 분광타원분석법은 표면의 오염에 매우 민감하기 때문에, 저온에서의 응결 방지를 위해 고 진공도를 유지하며, 액체 헬륨으로 냉각하였다. 0.7 - 6.5 eV 에너지 영역에서 측정이 가능한 분광타원편광분석기로 측정한 결과, 온도가 증가함에 따라 열팽창과 phonon-electron 상호작용 효과의 증가에 의해, 밴드갭 에너지 값의 적색 천이와 밴드갭들의 중첩을 관찰 할 수 있었다. 정확한 밴드갭 에너지 값의 분석을 위하여 2계 미분을 통한 표준 밴드갭 해석법을 적용하였으며, 22 K 의 저온에서는 E_2 전이점 영역에서 중첩된 여러 개의 밴드갭들을 분리 할 수 있었다. 또한 고온에서의 연구를 통해, 실시간 분석을 위한 InAs 유전함수의 데이터베이스를 확립하였다. 본 연구의 결과는 InAs 를 기반으로 한 광전자 소자의 개발 및 적용분야와 밴드갭 엔지니어링 분야에 많은 도움이 될 것으로 예상한다.