

MBE로 성장된 $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}/\text{GaAs}(001)$ 이종접합구조의 격자이완에 관한 연구
(Lattice relaxation of $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}/\text{GaAs}(001)$ Heterostructures grown by MBE.)

김창수, 노삼규, 임재영, 염효영 : 한국표준과학연구원

이동건, 김말문, 배인호 : 영남대학교

모재에 대하여 격자 부정합이 큰 에피층의 성장에 있어서 에피층이 임계두께 이상이 되면 격자이완이 나타나게 되고 격자이완이 일어날 때 misfit dislocation이 생성되게 된다. 이종접합구조 에피층의 변형(strain)이나 결합의 정도는 그 구조를 이용하여 제작한 소자의 광,전기적 성질에 결정적인 영향을 미치고 또한 소자의 열화(degradation)의 원인이 되기도 한다. 따라서 에피층의 변형이나 결합등을 분석하여 그 구조적 특성을 평가하는 것은 매우 중요하다. 에피층의 구조특성을 평가하는 방법에는 여러 가지가 있지만 그 중에서 고분해능(high-resolution) X-ray 회절장치와 TEM 등이 널리 사용되고 있다. TEM을 이용한 방법은 시험편의 준비가 복잡하고 까다로운 반면 X-ray 회절장치를 이용한 분석 방법은 시험편의 준비가 용이하고 비파괴적인 장점이 있다.

GaAs 모재위에 성장한 InGaAs 에피층에 대해서 (001)면이 표면에 평행한 경우에는 등방성 전위밀도가 나타나거나 또는 격자이완시 생성되는 종류가 서로 다른 전위들의 속도 차이에 의하여 전위밀도가 방향에 따라서 다른 이방성 전위밀도가 나타난다고 보고되고 있다. 특히 이방성 전위밀도로 인한 이방성 격자이완에 의하여 에피층 결정은 tetragonal이 아닌 orthorhombic형태의 변형을 받게 된다. 또한, 모재의 (001)면이 표면에 대하여 tilt된 경우에는 에피층 격자에는 orthorhombic 또는 triclinic한 변형이 나타난다고 보고되고 있다.

본 연구에서는 모재의 (001)면이 표면에 평행한 InGaAs/GaAs 구조에 있어서 에피층의 격자이완과 unit cell의 변형에 대하여 살펴 보기 위해 MBE를 이용하여 (001)GaAs 모재위에 In 조성인 0.15인 $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ 에피층을 각각 $1\mu\text{m}$ 와 $3\mu\text{m}$ 로 성장하여 X-ray 로킹커브(rocking curve)를 측정하였다. X-ray 로킹 커브의 측정은 (004) 회절면을 이용하여 시험편의 방위각(azimuthal angle) α 에 따라서 반치폭(FWHM) 및 피크분리(peak separation)의 주기적 변화를 조사하였으며, 결정방향에 따른 수직, 수평의 격자 변형을 조사하기 위하여 {115}, {224}, {206}, {044}등의 회절면에 대한 피크분리를 측정하였다.

피크분리의 방위각에 따른 주기성에 있어서 측정된 두 시편은 모두 모재에 대해서 에피층이 모재의 격자에 대해 경사지게 나타나고 있음을 볼 수 있었으며, $1\mu\text{m}$ 의 에피층 보다 $3\mu\text{m}$ 의 에피층이 더 심하게 경사(lattice tilt)가 졌음을 알 수 있었다. 또한, 각 에피층의 unit cell에는 더이상의 tetragonal 또는 orthorhombic 변형이 아닌 triclinic 변형이 나타남을 알 수 있었다.