

GaAs 기판위에 성장된 $\text{In}_x\text{Al}_{1-x}\text{As}$ 에피층의 격자이완
(Lattice Relaxation of $\text{In}_x\text{Al}_{1-x}\text{As}$ Layer Grown on GaAs)

백종협, 이 번, 윤미영, 이 일 항
한국전자통신연구소

김창수
한국표준과학연구원

$\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ 에피층에 비해 격자구조가 거의 알려져있지 않은 $\text{In}_x\text{Al}_{1-x}\text{As}$ 에피층은 가시광 영역에서 적외선 영역까지의 폭넓은 에너지대를 가지며 $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ 와 비교하여 굴절률의 차이가 크므로 $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ 층과 교대로 성장할 경우 장파장 반사용 거울 구조로 적당하다. 한편 $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ 및 $\text{In}_x\text{Al}_{1-x}\text{As}$ 에피층은 InP 기판에 비해 GaAs 기판과 접합을 이룰때 응용성에 있어서 장점이 많지만 GaAs 기판과 이종구조를 이룰경우 큰 격자부정합도로 인하여 $\text{In}_x\text{Al}_{1-x}\text{As}$ 에피층은 성장개시 후 곧 부정합전위가 생성되며 격자이완이 일어나게 된다. 따라서 결함밀도가 적은 고품질 $\text{In}_x\text{Al}_{1-x}\text{As}$ 에피층을 성장하기 위해서는 성장조건에 따른 에피층의 격자구조를 분석하여 볼 필요가 있다. 본 실험에서는 MOCVD 방법을 이용하여 2 μm 두께의 $\text{In}_{0.24}\text{Al}_{0.76}\text{As}$ 에피층을 이탈방위각 및 정방위각을 갖는 GaAs 기판위에 동시성장하여 기판의 종류 및 방위에 따른 $\text{In}_{0.24}\text{Al}_{0.76}\text{As}$ 에피층의 격자 이완상태를 분석하였다. 에피층의 격자구조 분석은 쌍결정 XRD를 이용하였으며 In 조성은 여러방향의 (115)면 비대칭회절을 이용하여 해석하였다. X-ray 측정결과 잘 알려진 바와 같이 이탈방위각을 갖는 GaAs 기판위에 성장된 $\text{In}_{0.24}\text{Al}_{0.76}\text{As}$ 에피층의 각분리($\Delta\theta$, angle separation)는 측정 방향에 따라 주기적 경향을 보였다. 반면 정방위각을 갖는 GaAs 기판위에 성장된 에피층의 각분리도 비슷한 경향을 보였다. (004)면 및 (115) 면에서 측정된 여러방향의 각분리값을 이용하여 $\text{In}_{0.24}\text{Al}_{0.76}\text{As}$ 에피층의 격자구조를 분석해 본 결과 이탈방위를 갖는 기판위에 성장된 에피층의 경우 격자이완이 더 많이 일어났으며, 두 기판 모두 [011] 방향보다 [0 $\bar{1}$ 1] 방향으로 격자이완이 더 많이 일어났다. 이는 x-ray 요동곡선의 반치폭(FWHM) 변화를 관찰하여 재확인할 수 있으며 이의 결과를 Fig. 1 에 나타내었다. GaAs 기판과 비슷한 격자부정합도를 갖는 $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ 에피층의 격자이완도를 분석한 문헌내용과 비교한 결과 $\text{In}_x\text{Al}_{1-x}\text{As}$ 에피층은 $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ 에피층에 비해 더 큰 격자이완도를 나타내었다.

Fig. 1 Periodic variation of the full width at half maximum for (004) diffraction as a function of azimuthal angle for the $\text{In}_{0.24}\text{Al}_{0.76}\text{As}$ epitaxial layer at each type of substrate

