

## B13

### Strained 이중접합 반도체 구조의 쌍결정 X-선 로킹커브분석 (Double Crystal X-ray Rocking Curve Analysis of Strained Semiconductor Heterostructures)

한국전자통신(연)반도체연구단 : 김상기, 김형문, 남산, 이희태, 이재진, 조경익, 권오준  
영남대학교 물리학과 : 배인호

고분해능 쌍결정 X-선 로킹커브를 이용하여 반도체 이중접합 계면특성에 대해서 조사하였다. 본 연구에 사용한 시료들은 AlGaAs/GaAs(pseudomorphic), InGaAs/GaAs (partially strained), 그리고 GaAs/Si(highly mismatched)이며 MBE (Molecular Beam Epitaxy)로 성장시켰다. 고분해능 쌍결정 X-선 회절장치(High Resolution Double-crystal X-ray Diffractometer)는  $\text{CuK}\alpha 1$  ( $\lambda=0.1541\text{nm}$ )의 X-선 소스와 2회 반사 Si(220)의 모노크로메타로 이루어졌으며, (004) 대칭회절과 (115) 비대칭 또는 (224) 비대칭 회절을 이용하여 X-선 로킹커브를 측정하였다. 측정된 로킹커브는 탄성론(elastic theory)과 Vegard's law를 이용하여 격자부정합(lattice mismatch,  $\epsilon_{\perp}$ ,  $\epsilon_{\parallel}$ ,  $\epsilon_f$ )과 에피층의 조성을 구하였다. 위 시료들에 대한 X-선 로킹커브 분석 결과를 Table 1에 나타내었다.

Table 1에서 보는바와 같이 각 시료에 대한 에피층의 두께는  $0.5\mu\text{m}$ 으로 일정하다. AlGaAs/GaAs 시료에서는 수직한 방향(perpendicular)의 격자부정합,  $\epsilon_{\perp}$ , 은 0.0642% 이고 수평한 방향(parallel 혹은 in-plane)에서의 값,  $\epsilon_{\parallel}$ , 은  $\sim 0.0$ 이며 부정합률(misfit),  $\epsilon_f$ , 은 0.032%이다. Vegard's law를 이용해서 구한 Al의 조성은 25%이었다. 그리고 완화의 정도 (degree of relaxation, R)를 다음과 같이 정의하면,  $R = \epsilon_{\parallel} / \epsilon_f \times 100\%$ , AlGaAs/GaAs에서는  $R \sim 0\%$ 으로써 필름이 거의 완화되지 않았음을 보여준다. GaAs/Si 구조에서는  $\epsilon_{\perp} = 3.763\%$ 과  $\epsilon_{\parallel} = 3.760\%$ 으로써 격자부정합이 거의 완전히 완화 되었음을 보여주고 있다 ( $R = 100\%$ ). 또한 InGaAs/GaAs 구조에서의 격자부정합은  $\epsilon_{\perp} = 0.335\%$ 과  $\epsilon_{\parallel} = 0.123\%$ 으로써 부분적으로 완화 되었음을 보였다 ( $R = 53\%$ ).

AlGaAs/GaAs, InGaAs/GaAs 그리고 GaAs/Si 시료의 에피층의 X-선 로킹커브의 FWHM (full width at half maximum)은 각각 0.013도, 0.076도 그리고 0.231도의 값을 나타내었으며, SEM 관찰결과 GaAs/Si 시료의 표면이 거칠게(rough) 보였으며 AlGaAs/GaAs는 거의 경면상태(mirror-like)를 보였다. 격자부정합이 커질수록 X-선 로킹커브의 FWHM이 점점 커졌으며 이것은 SEM 사진의 표면상태와도 일치함을 보였다.

Table 1. X-ray rocking curve results of AlGaAs/GaAs, InGaAs/GaAs and GaAs/Si

Sample	Thickness	Lattice mismatch(%)		Misfit(%) ( $\epsilon_f$ )	FWHM (deg)
		perpendicular( $\epsilon_{\perp}$ )	in-plan( $\epsilon_{\parallel}$ )		
AlGaAs/GaAs	$0.5\mu\text{m}$	0.0642	$\sim 0.0$	0.032	0.013
InGaAs/GaAs	$0.5\mu\text{m}$	0.335	0.123	0.234	0.076
GaAs/Si	$0.5\mu\text{m}$	3.763	3.760	3.762	0.231