

**Grazing Incidence X-ray Reflectance 측정을 이용한 AsH<sub>3</sub> 처리된  
InP 표면층의 As 분포에 대한 분석**

문영부, 윤의준  
서울대학교 재료공학부

최근 소자제작에 많이 사용되는 양자우물구조와 같은 양자구조는 계면특성에 의해 소자 특성이 크게 영향을 받으므로 계면구조를 분석하고 계면특성을 향상시키려는 연구가 많이 진행되고 있다. 장파장용 광소자 및 고속소자에 폭넓게 사용되고 있는 InGaAs/InP 계의 물질은 증기압이 큰 5족 원소의 교환이 요구되므로 3족 원소의 교환만이 일어나는 AlGaAs/GaAs 구조에 비해 계면을 급준하게 유지하기 힘든 것으로 알려져 있다[1]. 특히 InGaAs 성장후 InP를 성장할 때, InP 층으로 As이 유입되는 As의 메모리 효과(As carryover)는 계면의 급준성을 떨어뜨리고 InAs<sub>x</sub>P<sub>1-x</sub>의 조성을 가지는 층이 계면에 형성된다. 5족 원소가 다른 물질을 성장할 때의 계면구조를 분석하기 위해 InAs/InP 구조를 이용하면 3족 원소의 효과를 배제할 수 있다. 최근 Tabuchi 등은 Crystal Truncation Rod (CTR) 방법을 이용하여 InP/InAs<sub>x</sub>P<sub>1-x</sub>/InP 구조에서 As의 분포를 정량적으로 분석하여 보고하였다[2]. 본 연구에서는 X-ray Grazing Incidence Reflectance (GIR) 방법을 이용하여 InP/InAs<sub>x</sub>P<sub>1-x</sub>/InP 구조에서의 As 분포를 정량적으로 분석하였다.

InP 에피층은 76 Torr에서 MOCVD 방법으로 성장하였다. 기판으로는 Sn 도핑된 n-type (100) InP 기판을 사용하였다. 200 nm InP 에피층을 성장한 후, 표면을 phosphorus로 포화시키기 위해 2초동안 PH<sub>3</sub>을 InP 표면에 공급하였다. PH<sub>3</sub>공급을 중지하고 10 초 동안 AsH<sub>3</sub>을 공급하여 InP 표면에서 As과 P사이의 교환 반응이 일어나도록 한후, 9 nm 두께의 InP capping 층을 성장하였다. 두 InP 에피층 사이에 포함된 As의 분포를 분석하기 위해 X-ray Grazing Incidence Reflectance (GIR) 분석을 실시하였다. GIR 분석에는 Bede사의 D<sup>3</sup> 장비를 이용하였다.

InP의 성장과 AsH<sub>3</sub> 처리 온도를 550 - 650 °C로 변화시키며 온도에 따른 계면조성의 변화를 GIR 방법으로 분석하였다. Fig.1에 볼 수 있는 것처럼 온도가 낮아짐에 따라 GIR 스펙트럼의 진동하는 진폭이 증가하고 주기가 증가하는 것을 볼 수 있다. GIR의 주기와 진폭은 각각 InP 층의 두께와 포함된 As의 농도에 관련되어 있다. 모사를 통해 GIR 결과를 분석하기 위해[3] As의 농도가 피크를 보이는 계면층으로부터 아래쪽과 위쪽의 InP 층으로 지수함수적으로 감소하는 모델을 설정하였고, 피크에서의 As 농도와 버퍼 InP 층과 InP capping 층으로의 감소 깊이, 계면 InAsP 층과 InP capping 층의 두께 및 표면 평탄도를 변수로 하여 모사를 진행하였다. 모사 결과 온도가 650 °C에서 550 °C로 감소함에 따라 As 피크의 농도가 0.35에서 0.85로 증가하고 InP capping 층의 두께가 감소하며, 표면 평탄도는 0.42 - 0.5 nm로

얻어졌다.

온도에 따른 As 농도의 변화는, 온도가 낮은 경우 증기압 차이에 의해 더 많은 As이 InP 표면에 흡착되어 있고 InP 표면에 흡착된 As이 뒤이어 성장하는 InP 층으로 들어가는 반응 과정을 통해 설명될 수 있다.

#### Reference

- [1] B. X. Yang, L. He, and H. Hasegawa, *J. Electron. Mater.* 25, 379 (1996).
- [2] M. Tabuchi, N. Yamada, K. Fujibayashi, Y. Takeda, and H. Kamei, *J. Electron. Mater.* 25, 671 (1996).
- [3] J. M. Baribeau, *Appl. Phys. Lett.* 57, 1748 (1990).

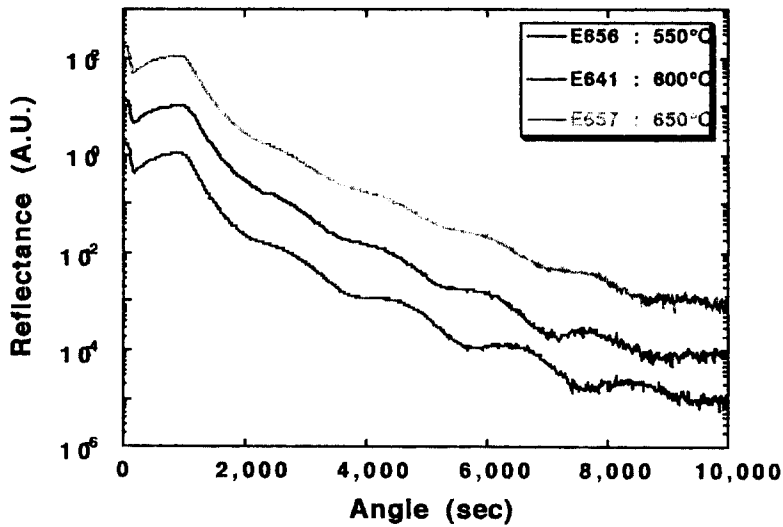


Fig.1 성장온도에 따른  $AsH_3$  처리된 InP 시편의 GIR 스펙트럼의 변화.