

[I-10]

MBE에 의한 InGaAs/InAlAs/InP 격자정합 에피택셜층 성장연구

이재진, 이해권, 노동완, 박형무, 김경수

한국 전자통신연구소 반도체 연구단

$\text{In}_{0.53}\text{Ga}_{0.47}\text{As}$ 와 $\text{In}_{0.52}\text{Al}_{0.48}\text{As}$ 화합물 반도체 재료는 InP와 격자 정합을 이루므로 에피택셜 결정성장에 유리하고, InGaAs/InAlAs의 이중접합은 GaAs/AlGaAs와 비교하여 표면재결합이 낮고 이동도가 크므로 HBT나 HEMT 등 초고속 이중접합 소자제작에 많은 연구가 이루어지고있다.

본 논문에서는 MBE 방법에 의하여 InGaAs/InAlAs 이중접합을 (100)InP기판에 격자정합을 시키면서 성장하고 성장특성과 성장된 에피택셜층의 특성을 조사하였다. 성장전 InP 표면은 2×10^{-10} Torr의 초고진공 중에서 6×10^{-6} Torr의 As 증기압 하에서 450°C 로 가열하여 표면의 산화막을 제거하고, 520°C 로 가열하여 As 표면인 4x의 RHEED 패턴을 얻은 후 성장하였다. 성장은 V/III 분자선의 비를 10으로하고 기판의 온도를 500°C 로 유지하였을 때 일반적으로 InGaAs / InP의 성장률은 InAlAs/InP의 성장률 보다 3족의 분자선 속에 대하여 1.18배 크게 나타났다.

쌍결정 X선 회절에 의해 격자정합을 분석한 결과 $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}/\text{InP}$ 에서 조성비 x는 In과 Ga의 모든 분자선속 중 In의 비가 0.81일 때 53%를 나타내었으며 $\text{In}_x\text{Al}_{1-x}\text{As}/\text{InP}$ 에서는 In과 Al의 전 분자선속 중 In의 비가 0.68일 때 52%를 나타내었다. 도핑은 n형으로 Si을 이용하였으며 Hall과 SIMS의 분석결과 $8 \times 10^{16} \text{cm}^{-3} \sim 2.3 \times 10^{18} \text{cm}^{-3}$ 의 범위에서 Si 도핑셀의 온도역수에 비례하였다.

초고속소자 제작용 에피택셜 기판을 제작하기 위하여 격리층 10nm를 갖는 격자정합 고전자 이동도 트랜지스터 구조를 성장한 결과 $1.48 \times 10^{12} \text{cm}^{-2}$ 의 변조 도핑에서는 300K에서 이동도가 $11,400 \text{cm}^2/\text{V}\cdot\text{sec}$, 77K에서 $50,290 \text{cm}^2/\text{V}\cdot\text{sec}$ 이었으며, 격리층 20nm의 $2.27 \times 10^{12} \text{cm}^{-2}$ 의 델타 도핑에서는 300K에서 이동도가 $9,590 \text{cm}^2/\text{V}\cdot\text{sec}$, 77K에서 $47,443 \text{cm}^2/\text{V}\cdot\text{sec}$ 의 특성을 나타내었다.

결론적으로 InP 기판위에 격자정합 되는 $\text{In}_{0.53}\text{Ga}_{0.47}\text{As}$ 와 $\text{In}_{0.52}\text{Al}_{0.48}\text{As}$ 의 MBE 성장조건을 확립하고 이를 이용하여 InGaAs/InAlAs/InP 이중접합 구조를 성장하여 그 특성을 조사한 결과 초고주파 소자제작에 응용이 가능한 에피택셜 기판임을 알았다.