

## 양자폭포레이저 구조내 활성영역의 전기적특성 연구

김진석, 김은규, 한일기\*, 송진동\*

한양대학교 물리학과, \*KIST나노소자 연구센터

양자폭포레이저 (quantum cascade laser)는 여러 층의 반도체 양자우물 (quantum well) 내 에너지준위 간 결합에 의한 부 밴드와 각 양자우물의 에너지준위 간의 터널링 (tunneling) 및 전이 (transition)에 의해 발진하는 중 적외선 파장대의 레이저 광원이다<sup>(1-2)</sup>. 이 구조는 반도체 양자우물의 조절로 넓은 대역 (5 - 20  $\mu\text{m}$ )의 파장을 조절할 수 있고, 다른 적외선 레이저에 비해 고온 동작 및 고출력의 장점이 있으나, 에피층의 두께를 원자단위로 조절할 수 있는 성장기술 및 이를 검증할 수 있는 측정기술이 필요하다. 일반적으로 광소자의 경우 발진 파장 및 효율 등과 같은 특성은 photoluminescence와 같은 광 측정으로 알 수 있으나, 이 구조의 경우 전도대역의 에너지준위 간 천이로 발진하므로 전도대역 내에서 양자우물의 에너지 준위 위치를 정확히 알아야 할 필요가 있다.

본 연구에서는 주입 영역 (injection region) 및 삼중 양자우물을 갖는 QCL구조에서 양자우물 구조만 독립적으로 성장하여, 이 구조에서의 전하의 터널링 및 열적 방출에 의한 전기적 특성 변화를 C-V, DLTS 등을 이용하여 살펴보았다. 시료는  $n^+$ -GaAs 기판위에 500 nm의 GaAs 층을 성장시키고 이 위에 AlGaAs 및 GaAs 층을 증착시킨 3개의 양자우물 구조를 성장시켰다. 시료의 전기적 특성측정을 용이하게 하기 위해 200 nm GaAs를 성장시킨 후 이 위에 금 (Au)으로 된 전극을 올려 Schottky 소자구조를 형성하였다. 이렇게 형성된 소자구조에 대해 C-V 및 DLTS 등을 수행한 결과, carrier profile에서 양자우물 구조의 존재를 확인할 수 있었고 DLTS 측정에서는 80 - 120 K 부근에서 양자우물의 에너지준위라고 생각되는 운반자 텃의 존재와 함께 다양한 신호들이 측정되어, 이들에 대해 논의할 것이다.

### [참고문헌]

1. R. Kazarinov and R. A. Suris, Sov. Phys. Semicon. 5, 707 (1971)
2. F. Capasso, A. Y. Cho, J. Faist, A. L. Huthchinson, S. Luryi, C. Sirtori and D. L. Siveo, U. S. Patent 5 457 709 (1995)