

Dielectric Induced Interdiffusion of InGaAs/InAlAs Multi-Quantum Wells by Two Step Rapid Thermal Annealing

유경란, 문영부, 이태완, 윤의준
서울대학교 재료공학부 및 반도체 공동 연구소

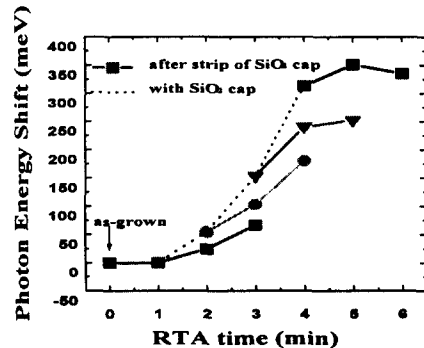
InGaAs/InAlAs multi-quantum well(MQW)은 전도대차이가 0.52 eV로 커서 전자 구속력이 크고, 1.55 μm 와 1.3 μm 파장을 구현할 수 있어 광통신용 광소자에 유용하다. 전 광통신 망이 이루어지기 위해서는 지역 선택적으로 밴드갭이 다른 물질을 한 칩에 집적하는 것이 중요하다. 이 방법에는 상호 확산을 이용한 밴드갭천이와 선택적 에피성장이라는, 전자는 후자에 비해 공정이 단순하며 소자 제조 비용이 저렴하다.

그림1은 저압 유기금속 화학증착법으로 성장된 InGaAs/InAlAs MQW의 구조이다. 질소분위기로 800 $^{\circ}\text{C}$ 에서 rapid thermal annealing(RTA)을 하고 10 K photo-luminescence(PL)로 밴드갭천이를 측정하였다. SiO_2 를 증착하고 RTA 처리한 경우에는 상당량의 blue shift를 관찰할 수 있었고, SiO_2 없이 RTA 처리한 경우에는 거의 변화 없었다. 이는 시편표면의 InGaAs와 SiO_2 가 반응하여 Ga vacancy를 생성하고 이것에 의해 Ga과 Al의 상호확산으로 blue shift를 하는 것이다. 계면에서의 조성의 변화를 오차함수로 가정하여 계산한 천이에너지와 측정값을 비교하여 확산계수를 계산하였는데, 일정하지 않고 시간에 따라 증가하였다. BOE로 SiO_2 층을 제거한 뒤 800 $^{\circ}\text{C}$ 에서 각각 1분간 두 번의 반복적인 RTA 처리를 하였다. 그림2는 측정된 천이에너지이다. SiO_2 를 증착한 상태로 1분 동안 RTA 처리했던 시편에서 $(0.52 \pm 0.01) \times 10^{-16}$ cm/sec, 2분에서 $(1.8 \pm 0.39) \times 10^{-16}$ cm/sec, 3분에서 $(2.9 \pm 1.00) \times 10^{-16}$ cm/sec로 SiO_2 가 제거된 이후에 일정한 확산계수가 얻어졌다. SiO_2 를 증착한 상태에서 RTA 처리를 한 시간이 증가할수록 Ga vacancy의 생성이 증가하여 확산계수가 증가하지만, 이 상태에서 SiO_2 를 제거한 뒤 RTA를 하면 더 이상의 vacancy의 생성 없이 이미 생성된 것만으로 상호확산이 되어 일정한 확산계수를 갖는다고 생각된다. 따라서, 증착된 SiO_2 를 단계적으로 두께를 달리 하여 제거한 후에 RTA 처리하면, 정확하게 밴드갭천이를 조절해 다양한 밴드갭을 한 물질 내에 구현할 수 있으리라 생각된다.

SiO ₂ 1600 Å
InGaAs capping 1000 Å
InP 200 Å
InAlAs barrier 210 Å
InGaAs well 46 Å
InAlAs barrier 210 Å
InP buffer 1000 Å
n-InP substrate

그림 1. 저압 유기금속 화학증착법으로 성장

된 InGaAs/InAlAs MQW 구조



그림

2. SiO_2 를 증착한 InGaAs/InAlAs MQW를 800 $^{\circ}\text{C}$ 에서 RTA 처리한 뒤 SiO_2 를 제거하고 1분간 두 번씩 RTA 처리한 시편의 10 K PL peak 에너지의 천이