

MOCVD 법을 이용한 InGaAs 에피층 성장중 Zn의 확산특성
Zn-Diffusion during Growth of InGaAs using MOCVD

양승렬, 시상기*, 김성준*, 유지범
성균관대학교 재료공학과, *서울대학교 전자공학과

InP에 격자정합된 InGaAs는 이용한 광전소자의 제작은 광통신시스템에 있어 고품위의 InGaAs/InP 이중접합구조의 Metallorganic Chemical Vapor Deposition (MOCVD) 성장이 가능하며 광통신용 광신호 ($\lambda=1.55\mu\text{m}$)의 흡수가 가능하기 때문에 통신용 수광소자의 제작에 널리 사용되어지고 있는 재료이다. InGaAs/InP를 이용한 통신용 수광소자 제작에 있어서는 pn 접합의 형성이 요구되는데 이를 위해 광범위하게 사용되는 방법이 Zn의 확산에 의한 도핑을 이용한 것이다. Dopant로서 Zn는 InGaAs 내에서 높은 전기적 활성도와 solubility, 그리고 독성이 작다는 장점들을 가지기 때문에 Be, Cd, Mg 등의 다른 dopants에 비해 널리 사용되어지고 있다. 반면 Zn는 높은 diffusivity를 가지기 때문에 MOCVD 를 이용한 epi-layer의 성장시 주위의 layer로 확산이 가능하다. 이러한 Zn의 확산현상은 junction depth의 이동, point defect의 발생 등으로 소자특성을 저하시킬 수 있다. 그러나, 이러한 확산현상을 이용할 경우 낮은 p형 불순물 농도를 가지는 층을 재현성있게 얻을 수 있으므로, InGaAs에서 Zn의 확산과 MOCVD 성장중 Zn의 확산거동을 조사 분석하고 이를 이용하여 Zn의 확산을 조절할 수 있는 조건과 Zn의 빠른 확산특성을 이용하여 낮은 p형 불순물농도를 갖는 InGaAs 층을 성장하는 방법에 대한 연구가 이루어져야 할 것이다.

본 실험에서는 MOCVD로 성장한 InGaAs에서 Zn의 확산온도와 시간에 따른 확산을 조사 분석하여 Zn의 확산특성을 규명하고, Zn로 도핑된 p⁺-InP 기판위에 buffer 층의 성장없이 undoped InGaAs 층을 MOCVD를 이용하여 76 torr의 압력과 550~650°C 온도범위에서 1 μm 성장하여 MOCVD 성장중 InGaAs 층에 확산된 Zn의 농도를 조사하였다. 측정방법으로는 Electrochemical Capacitance-Voltage 법 (polaron etch profiler) 과 Secondary Ion Mass Spectrometry (SIMS) 를 사용하였으며, SIMS의 측정시 Cs⁺ 이온을 이용하였다.

InGaAs에 Zn를 450~580°C에서 확산시킨 결과 Zn의 확산계수는 Arrhenius 식을 만족하며 이때 D₀와 ΔE 는 각각 $1.3 \times 10^5 \text{cm}^2/\text{sec}$ 과 2.3eV를 나타냄을 알 수 있었고, InGaAs에서 Zn의 확산은 매우 빠르게 나타남을 확인할 수 있었다. MOCVD 법으로 p⁺-InP 기판위에 성장시킨 undoped InGaAs 층은 성장온도에 관계없이 p형의 전도성을 나타내었다. 즉, MOCVD를 이용하여 undoped InGaAs 층의 성장시간동안 p⁺-InP 기판에 존재하는 다량의 Zn가 성장되는 InGaAs로 확산되어 들어갔음을 나타낸다. 이와 같은 결과를 이용하여 undoped InGaAs 성장시 낮은 p형 불순물농도와 두께를 갖는 InGaAs 층을 성장할 수 있는데 이때 undoped InGaAs 층으로 확산해 들어가는 p형 불순물농도는 성장된 Zn doped 층의 농도와 두께 및 undoped InGaAs 층의 두께 등에 의해 결정될 것이다. Undoped InGaAs 층과 Zn-doped InGaAs 층을 양자우물구조로 성장한 후 undoped InGaAs에서의 Zn 농도를 조사하고 SiN_x capping 후 열처리한 후의 농도와 비교하여 낮은 p형 InGaAs 층을 얻는 방법의 가능성을 조사하였다.