

Effect of growth temperature on the properties of AlGaIn grown by MOCVD

김동준, 문용태, 송근만, 박성주
광주과학기술원 신소재공학과 및 광전재료연구센터

최근 질화물 반도체를 이용한 단파장 laser diode (LD)와 ultraviolet light emitting diode (LED)에 관한 관심의 증가로 인하여 AlGaIn의 성장에 관한 연구가 많이 진행되고 있다. Metalorganic chemical vapor deposition (MOCVD)법을 이용한 AlGaIn 성장에 있어서는 Al의 전구체로 널리 사용되고 있는 trimethylaluminum (TMAI)과 암모니아와의 기상에서의 adduct 형성을 억제하기 위하여 주로 저압에서 성장을 하거나 원료 가스의 유속을 증가시키는 방법으로 연구가 되고 있다. 또한, AlN의 경우 GaN보다 녹는점이 매우 높기 때문에 일반적으로 Al을 포함하는 질화물 반도체의 성장에 있어서는 GaN 성장 시 보다 높은 온도에서 성장이 이루어지고 있다. MOCVD법을 이용하여 AlGaIn를 성장시키는 대부분의 연구들은 1000 °C 이상의 고온에서의 성장 온도가 AlGaIn의 특성에 미치는 영향에 대한 것으로 국한되고 있다. 그러나, InGaIn/GaN multiple quantum wells (MQWs) 구조의 LD나 LED를 성장시키는 경우 In의 desorption을 억제하기 위하여 MQWs층 위에 저온에서 AlGaIn를 성장시키는 경우가 있고, 또한 고품위의 GaN를 성장시키기 위하여 AlGaIn를 핵생성층으로 이용하는 연구도 진행되고 있다. 따라서, 본 연구에서는 사파이어 기판 위에 GaN를 성장시킨 후 AlGaIn를 성장하는 데 있어서 AlGaIn의 성장 온도를 500 - 1020 °C로 변화시키면서 AlGaIn의 성장 거동을 고찰하였다. GaN는 사파이어 기판을 수소 분위기 하에서 고온에서 가열한 후 저온에서 GaN를 이용한 핵생성층을 성장하고 1020 °C의 고온에서 1.2 μm 정도의 두께로 성장하였다. AlGaIn는 고온에서 성장된 GaN 위에 200 Torr의 성장기 압력 하에서 trimethylgallium (TMGa)과 TMAI의 유속을 각각 70 $\mu\text{mol}/\text{min}$ 과 60 $\mu\text{mol}/\text{min}$ 으로 고정된 후 성장온도만을 변화시키며 증착 하였다. 성장 온도가 낮아짐에 따라 AlGaIn의 표면 거칠기가 증가하고, 결함과 관련된 포토루미네선스가 현저히 증가하는 것이 관찰되었다. 그러나, 성장온도가 500 °C 정도로 낮아진 경우에 있어서는 표면 거칠기가 다시 감소하는 경향을 보였다. 이러한 현상은 저온에서 표면흡착원자의 거동에 제한이 따르기 때문으로 생각되어진다. 또한, 성장 온도가 낮아짐에 따라 AlGaIn의 성장 속도는 증가하였는데, 이것은 고온에서는 dimer나 trimer로부터 oligomer가 형성되어 AlGaIn의 성장을 저해하기 때문으로 판단된다. 성장 온도 변화에 따라 성장된 AlGaIn의 구조적 특성 및 표면 거칠기 변화를 관찰하여 AlGaIn의 성장 거동을 논의하겠다.