

[I-11]

MBE로 성장된 $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ 의 Indium mole fraction에 따른 특성 조사

박승호, 조학동, 고남훈, 엄기석, 이연환, 강태원, 원상현*, 정관수*

동국대학교 물리학과, 서울 100-715. *경희대학교 전자공학과, 용인 447-701.

III-V nitride 반도체 화합물을 이용한 LED나 LD 제작이 큰 관심을 끌고있는 지금, 계속해서 문제가 되어 왔던 lattice constant, band-gap 등의 문제들이 조금씩 control되어가면서 p-type 화합물까지 성공단계에 이르게되어 diode 제작을 위한 pn 접합이 여러 연구소에서 시도되어 발표되었다. 이에 우리 연구팀에서도 오래 전부터 ternary III-V nitride, diode 제작에 필수 불가결한 double-heterostructure(DH)를 연구해왔다. 그 중에 molecular beam epitaxy(MBE)로 성장된 $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ 를 indium mole fraction의 차이에 따라 어떤 변화를 가지며, indium mole fraction을 변화시키는 parameter는 무엇인지에 주안점을 두어 연구를 진행하였다. 이에 대한 실험으로는 MBE법에 의해 $\text{Al}_2\text{O}_3(0001)$ 기판 위에 GaN buffer(15분)와 active layer로 diode 제작에 직접 접근하기 위한 well 구조로 GaN(1시간)를 쌓은 후 InGaN(6~12시간)를 성장시켰다. InN는 높은 증기압 때문에 대부분 낮은 온도에서 성장을 하였지만, 본 실험에서는 Yoshimoto et al.이 MOVPE로 성장했던 high growth temp, high indium mole fraction 방법을 응용하여 실험을 하였다. Indium, Gallium source로는 effusion cell을 사용하였고, nitrogen source로는 RF plasma radical source를 제작하여 사용하였다. 성장시 기판 온도는 $550\sim 650^\circ\text{C}$, indium cell 온도는 $700\sim 780^\circ\text{C}$, nitrogen gas flow rate는 5sccm, RF power는 200W이다.

이와 같이 성장된 InGaN/GaN/ Al_2O_3 박막의 특성은 reflection high energy electron diffraction(RHEED), x-ray diffraction(XRD), scanning electron microscopy(SEM), atomic force microscopy(AFM), photoluminescence(PL) 등을 이용하여 조사하였다. RHEED로부터 1×1 streaky pattern이 관찰되었으며, XRD Bragg angle로 indium X composition, $X = 0.4\sim 0.5$ 를 구했다. 그리고 SEM 단면 사진으로부터 $1.35\sim 2.8\mu\text{m}$ 의 InGaN두께를 관측하였다. Growth rate는 $\sim 0.27\mu\text{m/h}$ 이다. AFM으로는 표면을 확인하고, PL로부터 indium의 X값에 따라 peak가 이동하는 것을 확인하였다.

지금까지의 연구로 보면 X 값이 0.4이상의 높은 값이 나와 단파장영역으로의 접근에 문제점이 있지만, InGaN가 성장되었음이 확인되었고, 이에 성장 parameter를 indium의 양을 줄일 수 있도록 변화시키는 실험이 계속되고 있다.

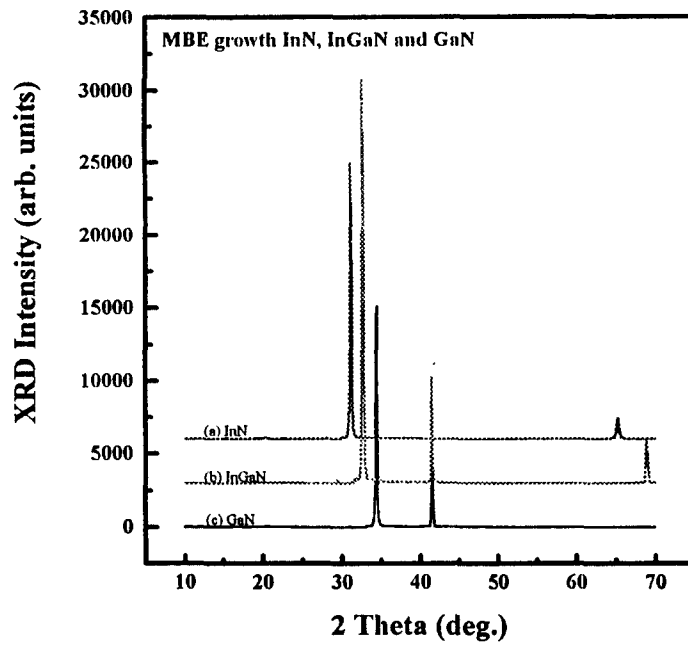


Fig. 1 X-ray diffraction pattern of InN, GaN, InGaN