

Remote Plasma Enhanced-Ultrahigh Vacuum Chemical Vapor Deposition(RPE-UHVCVD)법을 이용한 GaN의 저온 성장에 관한 연구

김경국, 김동준, 백종식, 김효근, 박성주

광주과학기술원 신소재공학과 전자재료연구센터

최근의 GaN에 관한 연구는 주로 MOCVD법과 MBE법이 이용되고 있으며 대부분 800~1000 °C 정도의 고온에서 이루어지고 있다. 그러나 이러한 고온 성장은 GaN 성장 과정에서 질소 vacancy를 생성시켜 광특성을 저하시키고 청색 발광층인 InGaN 화합물에 In의 유입을 어렵게 하며 저온에서보다 탄소 오염이 증가하는 등의 문제점을 가지고 있다. 이러한 고온 성장의 문제점을 해결하기 위한 방법중의 한 가지로 제시되고 있는 것이 저온 성장법이다. 본 연구에 사용된 RPE-UHVCVD법은 N₂를 rf plasma로 cracking하여 공급함으로써 NH₃를 질소원으로 사용하는 고온 성장의 경우와는 다르게 온도에 크게 의존하지 않고 질소원을 공급할 수 있어 저온 성장이 가능하였다.

기판으로는 α -Al₂O₃(0001)를 사용하였고 3족원은 TEGa(triethylgallium)이며, 5족원으로는 6-nine N₂ gas를 rf plasma로 cracking하여 활성 질소원을 공급하였다. N₂ plasma로 질화처리를 한 sapphire 표면 위에 GaN 핵생성층을 성장 온도(350 °C, 375 °C, 400 °C)와 성장시간(30 분, 60 분) 그리고 V/III비(1000, 2000)등을 변화시키면서 성장시킨 후 GaN 에피택시층을 450 °C에서 120 분 동안 성장시켰다. XPS(x-ray photoelectron spectroscopy), XRD(x-ray diffraction), AFM(atomic force microscope)등을 이용하여 표면의 조성 및 morphology 변화와 결정성을 관찰하였다.

XPS 분석 결과 질화처리를 한 sapphire 표면에는 AlN가 형성되었다는 것을 확인 할 수 있었으며 질화처리를 한 후 GaN 핵생성층을 성장시킨 경우에 morphology 변화를 AFM으로 살펴본 결과 표면에 facet shape의 island가 형성되었고 이러한 결과는 질화처리 과정이 facet shape의 island 형성을 촉진시킨다는 것을 알 수 있었다. 핵생성층의 성장온도가 증가함에 따라 island의 모양은 round shape에서 facet shape으로 변화하였다. 이러한 표면의 morphology 변화와 GaN 에피택시층의 결정성과의 관계를 살펴보면 GaN 에피택시층 표면의 rms(root mean square) roughness가 증가하는 경우 XRD θ -rocking curve의 FWHM(full width half maximum) 값이 감소하는 것으로 나타났다. 이러한 현상은 결정성의 향상이 columnar 성장과 관계가 있다는 것을 알 수 있었다. columnar 성장은 결합의 밀도가 낮은 column의 형성과 GaN 에피택시층의 응력 제거로 인해 GaN의 결정성을 향상시킬 수 있는 것으로 생각된다. 특히 고온 성장의 경우와는 달리 rms roughness의 증가가 100~150 Å 정도로 평탄한 표면을 유지하면서 결정성을 향상시킬 수 있었다. 본 실험에서는 핵생성층을 375 °C에서 30 분 성장시킨 경우에 hexagonal 모양의 island로 columnar 성장을 하였고 GaN 에피택시층의 결정성도 가장 향상되었다

이상의 결과로부터 RPE-UHVCVD법을 이용한 GaN 저온 성장에서도 GaN의 결정성을 향상시킬 수 있음을 확인할 수 있었다.