

The effect of nucleation layer growth rate on structural and electrical properties of GaN grown by metalorganic chemical vapor deposition(MOCVD)

김동준, 문용태, 안광순, 김효근, 박성주
광주과학기술원 신소재공학과

고품질의 GaN박막을 성장시키기 위한 방법으로는 metalorganic chemical vapor deposition(MOCVD)와 molecular beam epitaxy(MBE)법이 가장 효과적인 것으로 보고되고 있다. GaN는 주로 사파이어(0001)면을 기판으로 하여 500 - 600℃의 저온에서 핵생성층을 200 - 300Å 정도로 성장시키고, GaN 에피층은 1000℃이상의 고온에서 성장시키는 이 단계 성장 법을 사용한다. 핵생성층이 GaN에피층에 미치는 영향에 대한 연구는 핵생성층 성장시의 V/III ratio 변화나 핵생성층의 두께변화를 중심으로 많은 연구가 진행되어 왔다. 또한, 최근에는 핵생성층 성장시 Ga source 유량변화가 GaN에피층에 미치는 효과에 대한 연구 발표가 있었다. 하지만 핵생성층 성장시 Ga source 유량변화 즉, 핵생성층의 성장속도에 관해서는 아직 많은 연구가 이루어져 있지 않다. 본 연구에서는 GaN 핵생성층의 성장속도를 변화시키면서 GaN에피층에 미치는 영향을 결정학적, 전기적 특성변화 측면에서 고찰하였다.

GaN성장은 MOCVD법을 사용하였다. 특히, 성장기로는 vertical high speed rotating disc reactor를 사용하였다. Ga과 N의 source gas로는 trimethylgallium(TMGa) 와 NH₃를 사용하였으며, 운반가스로는 Pd membrane으로 정제된 고순도의 H₂을 사용하였다. 핵생성층은 505℃의 저온에서 GaN를 성장시켰으며, 다른 성장 조건들은 일정하게 유지한 채 TMGa 유량만을 변화시켜 성장속도를 1.45, 1.78, 2.11, 2.7Å/s으로 변화시켰다. GaN에피층은 1030℃에서 성장기의 압력을 200 Torr로 고정하여 성장시켰다.

결정성을 분석하기 위하여 GaN(102), (002)면에 대하여 X-ray rocking측정을 하였으며 특히, in-plane에서의 결정성을 측정하기 위하여 (102) hk-circle scan을 하였다. 분석 결과 성장된 GaN의 결정성은 핵생성층의 성장속도가 증가할수록 out-of-plane, in-plane모두 결정성이 떨어지는 것으로 나타났다. 이는 Hall measurement방법으로 GaN에피층의 전기적 성질을 분석한 결과와 일치한다. 즉, 핵생성층의 성장속도가 증가할수록 전자의 이동도가 떨어지고, background농도도 감소하였다. 핵생성층의 성장속도가 증가하게 되면 핵생성층의 nuclei밀도가 증가하게 되고, 결국 보다 더 많은 수의 columnal GaN에피층이 동시에 성장된다고 할 수 있다. 이러한 조건에서는 GaN column들이 서로 틀어져 성장될 수 있는 확률이 높아지게 되어 threading dislocation의 밀도를 증가시켜 GaN에피층의 결정성과 전기적 특성을 퇴화시킬 수 있다. 위의 분석은 atomic force microscope(AFM)을 이용하여 보충 연구를 진행할 계획이다.