

HVPE법에 의한 후막 GaN의 성장과 특성

(Growth and Properties of Thick-Film GaN by HVPE Method)

이영주, 김선태

대전산업대학교 재료공학과

최근 III-V족 질화물반도체 GaN를 중심으로 하는 $Al_xGa_{1-x}In_nN$ 계 질화물반도체는 청색과 자외파장 영역에서 동작하는 발광·수광소자의 제작과 고온동작소자 및 고출력 microwave소자 등에 응용되고 있다. 그러나, GaN는 융점이 2300°C 이상이고 융점 근처에서의 질소 해리압이 6000기압 정도로써 통상적인 방법으로는 벌크 단결정을 성장하는 것이 불가능하기 때문에 아직까지 GaN 기판재료가 개발되어 있지 않다. HVPE (hydride vapor phase epitaxy)법은 다른 결정성장법에 비하여 빠른 속도로 양질의 박막 결정을 비교적 쉽게 성장시킬 수 있는 방법이다. ZnO 원층층이 deposit된 사파이어 기판위에 HVPE법으로 후막 GaN 단결정 기판을 제작하고자 하는 연구가 있었으나 넓은 면적의 GaN 기판을 제작하는데는 성공적이지 못하였다. [1]

이 연구에서는 HVPE법으로 사파이어 기판위에 직접 양질의 후막 (thick-film) GaN를 성장한 후 사파이어 기판을 제거하는 방법으로 GaN 단결정 기판을 제작하였다. HVPE법으로 제작된 GaN 단결정 기판을 GaN의 homoepitaxy를 위한 기판재료로의 응용 가능성을 알아보기 위하여 결정학적, 광학적 및 전기적 특성을 평가하였다.

수평형 3단 전기로의 반응 관내에서 HCl을 캐리어 가스 N_2 와 함께 금속 Ga 위로 통과시켜 GaCl을 생성하고, C(0001)면의 사파이어 기판이 놓인 결정성장부에서 NH_3 와 함께 반응하여 GaN가 합성되도록 하였다. 금속 Ga를 담은 석영보트부분의 온도를 850°C 로 유지하였고, 사파이어 기판이 놓이는 부분의 온도는 $1000\sim 1050^\circ\text{C}$ 를 유지하였다. HCl과 NH_3 의 유량 비는 1:10으로 고정하였다. HCl에 의한 사파이어 기판의 전 처리 효과가 GaN의 성장 특성에 미치는 영향을 알아보기 위하여 HCl의 유량과 전 처리 시간을 변화시켰고, 성장 온도 및 성장 시간 등을 변화시켜 최적의 성장 조건을 설정하였다. 최적의 조건에서 GaN의 성장률은 $60\mu\text{m/hr}$ 이었다. 사파이어 기판위에 $\sim 500\mu\text{m}$ 정도의 두께를 갖는 GaN를 성장한 후 사파이어 기판을 다이아몬드 paste로 연마하여 제거하였다. 성장된 박막의 두께와 표면 상태를 금속 현미경으로 조사하였으며, 이중 결정 X-선 회절장치를 이용하여 결정의 품질을 평가하였다. 광학적 성질은 10K의 온도에서 광루미네선스를 측정하여 평가하였으며, 전기적 특성을 평가하기 위하여 Hall효과를 측정하였다.

HVPE법으로 최적의 조건에서 GaN두께가 $400\mu\text{m}$ 이고, 크기: $10\text{mm}\times 10\text{mm}$ 인 GaN 단결정 기판을 제작하였다. 후막 GaN의 결정학적, 전기적 및 광학적 특성은 현재 측정·분석중에 있으므로 이에 대한 자세한 내용이 발표될 것이다.

[1]. T. Detchprohm, et al. Appl. Phys. Lett, 61, 2688 (1992)