

GaOOH 분말로부터 GaN 단결정 성장에 관하여

On the Growth of GaN Single Crystal from GaOOH Powders

한밭대학교 신소재공학부 이재범, 이종원, 박인용, 김선태

벌크 형태의 GaN 단결정 성장은 매우 곤란한 관계로 아직까지 관련 기술의 개발이 미흡한 실정이다. 오랜 기간동안 승화 (sublimation)법으로 대구경 벌크 GaN 단결정을 성장시키고자 하는 노력이 지속되었지만 최근까지도 만족할 만한 결과가 보고되지 않고 있다. 본 논문에서는 종래의 방법과는 달리 출발물질로서 GaOOH 분말을 채택하고, 이를 NH₃ 분위기에서 가열 반응시켜 GaN 결정을 성장시켰다. 반응온도와 반응시간 및 NH₃ 유량 등의 성장조건에 따른 GaN 결정의 성장거동과 광학적 특성을 조사하였다.

원료인 GaOOH 분말 1 g을 석영 용기에 담아 직경이 35 mm인 석영 보호관에 위치시키고, 1000~1170℃의 온도에서 NH₃ 가스를 100~1000 sccm으로 공급하면서 96시간 동안 반응시켰다. 실험이 종료되면 전기로의 온도를 상온까지 냉각시킨 후 석영 보호관 내벽에 성장된 Ga 결정을 채집하였다. 이와 같이 채집된 결정의 형태와 크기를 광학현미경을 사용하여 조사하였고, 결정표면의 상태를 전자현미경을 사용하여 관찰하였다. 시료의 결정성을 알아보기 위하여 X선 회절 분석을 하였고, 저온에서의 광루미네선스 (PL; photoluminescence) 특성을 조사하였다.

GaOOH 분말을 사용하여 성장시킨 GaN 결정은 통상적인 방법, 즉 금속 Ga이나 GaN 분말을 사용하여 성장시킨 경우에 비하여 비교적 크게 성장되었다 [1]. 또한 통상적인 방법으로 성장되는 GaN의 경우는 주로 침상결정이 성장되지만, GaOOH를 사용하여 성장시킨 경우 판상의 결정이 주로 성장되었다. 이와 같이 GaOOH 분말로부터 성장시킨 GaN 결정의 형태가 승화온도에 따라 판상형으로 성장되는 것은 Ga과 질소원자의 공급이 원활하지 않은 상태에서 성장되기 때문이거나, 산소가 과잉인 상태에서의 성장 때문이라 여겨진다. 성장된 GaN 결정에 대한 X선 회절 분석을 통해 육방정 결정구조를 가지는 것을 확인하였다. 한편, 성장된 GaN 결정에 대한 PL 특성은 GaN에 대하여 잘 알려져 있는 발광밴드, 즉 에너지 갭부근의 여기자 관련 발광과 얇은 준위의 도너-억셉터 쌍 발광 및 포논 복제 등에 의한 발광이 관찰되었으며, 결정결함과 관련된 깊은 준위에 의한 황색 발광은 거의 관찰되지 않았다.

[1] H. Shin et. al., J. Crystal Growth 241 404 (2002).