

NH₃ 분위기에서 GaOOH로부터 GaN의 반응기구 A Kinetic Study of GaN Formation from GaOOH under NH₃ Flowing

한밭대학교 신소재공학부 이재범, 이종원, 박인용, 김선태

최근, 새로운 전자재료로서 GaN 분말의 합성과 응용에 관한 연구가 많이 이루어지고 있다. GaN 분말은 열처리 과정 중 분해를 방지하기 위한 표면 보호용 소재, GaN 박막 또는 벌크 결정을 성장하기 위한 precursor 및 대면적 평판표시소자 제작을 위한 전기발광소자용 소재 등에 적용되고 있다. 일반적으로 1000℃ 이상의 온도에서 Ga와 NH₃를 반응시키거나, Ga이 포함된 화합물반도체 또는 산화물 및 질산염 등을 NH₃ 분위기에서 가열시켜 GaN 분말을 합성시키고 있다. 본 논문에서는 출발물질로서 GaOOH를 채택하고, 이를 NH₃ 가스를 흘리면서 가열 반응시켜 GaN 분말을 합성하고 X선 회절분석 방법을 사용하여 GaN의 합성에 대한 반응기구를 조사하였다.

GaN 분말을 합성하기 위하여 GaOOH 분말 1 g을 석영 용기에 담아 석영 반응관 내에 위치시키고, 반응관 내부를 10⁻³ torr의 진공으로 배기한 후 N₂를 주입하면서 전기로의 온도를 10℃/min으로 승온시켰다. 반응온도는 300~1170℃의 범위에서 변화시켰고, 반응시간은 10분부터 24시간까지 변화시켰으며, NH₃의 유량은 300~700 sccm의 범위에서 변화시켰다. GaN의 반응역학을 조사하기 위하여 X선 회절도에서 특정 성분의 회절강도는 시료 내에 포함된 특정 성분의 양에 직접 비례한다고 가정하고, 2θ=37°부근에서 관찰되는 GaN의 (101)면에 의한 회절강도를 측정하고, 이를 GaN의 생성량으로 고려하였다.

GaOOH 분말은 600℃의 온도에서 α-Ga₂O₃의 중간 상으로 전이된 후 800℃ 이상의 온도에서 GaN로 변환되었으며, 반응온도가 높아지고 반응시간이 길어짐에 따라 GaN로부터의 X선 회절강도가 증가하였다. X선의 회절강도가 GaN의 양에 직접 비례한다고 가정하고, 반응시간에 따른 X선 회절강도의 변화에 대하여 포물선 방정식을 적용하였다. 이로부터 GaN의 합성은 반응시간이 짧은 영역에서는 온도에 따라 서로 다른 두 종류의 반응과정에 의해 이루어지는 것을 확인하였고, 반응시간이 긴 영역에서는 반응이 제한되어 생성물이 포화되었다. 또한, 830℃ 보다 낮은 온도영역에서 GaN의 합성에 필요한 활성화 에너지는 1.84 eV이었고, 830℃보다 높은 온도영역에서 GaN의 합성에 필요한 활성화 에너지는 0.38 eV이었다. 이로부터 낮은 온도에서는 계면에서의 반응에 의하여 이루어지며, 높은 온도영역에서는 확산에 의하여 반응이 이루어지는 2단계의 반응역학에 의하여 이루어지는 것을 알 수 있었다.