

## GaOOH 선구물질을 이용한 GaN 박막 성장 Growth of GaN thin-film using GaOOH precursor

이재별, 김선태<sup>†</sup>

한밭대학교 신소재공학부  
(stkm@hanbat.ac.kr<sup>†</sup>)

III-V족 질화물 반도체인 GaN 는 상온에서 직접천이형 에너지 갭이 3.4eV 로 넓기 때문에 가시영역에서부터 자외영역까지 동작하는 고효율 · 고회도 발광 다이오드를 제작하는 데 유용하다 이와 같은 발광다이오드는 통상적으로 MOCVD (metal-organic vapor phase epitaxy)법 또는 HVPE(hydride vapor phase epitaxy)법 등으로 제조하고 있으며, GaN 성장을 위한 선구물질로는 MOCVD 법의 경우에는 3 족 원소의 유기화합물인 TMG (trimethyl-Gallium) 또는 TEG (triethyl-Gallium)와 암모니아가스를 사용하고, HVPE 법의 경우에는 금속 Ga 과 HCl 가스의 반응에 의해 생성된 염화갈륨 (GaCl)과 암모니아가스를 사용한다 한편, 액체상태의 선구물질을 사용하는 것은 MOCVD 법 또는 HVPE 법 등에 비해 간단하게 질화물 막을 제조할 수 있는 장점을 가지며 저가격, 대면적, 대량생산에 적합한 장점을 가져올 수 있다 따라서 Ga 과 N 이 함께 들어 있는 액체 상태의 선구물질로서 Ga(N<sub>2</sub>)<sub>3</sub>NEt<sub>3</sub> (Et=ethyl), Ga(NCN)<sub>1.05</sub>(SiMe<sub>3</sub>)<sub>0.20</sub>Cl<sub>1.05</sub>(Me=methyl) 및 (NH<sub>4</sub>)<sub>3</sub>[Ga(C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>O<sub>7</sub>)<sub>2</sub>] 등의 액체상태의 선구물질을 사용하여 GaN 박막을 제조하고자 하는 연구가 수행되었다 그러나 이와 같은 액체 선구물질들은 제조 시간이 많이 소요되고, 제조 과정이 복잡하고, 폭발 위험성이 높고, 연구실에서 소량으로 제조되기 때문에 쉽게 구할 수 없다 또한 이들 선구물질은 열처리하는 도중에 유기물들이 휘발하거나 연소하면서 크기가 서로 다른 결정들이 island-type으로 성장되는 경향이 있다 따라서 본 연구에서는 기존의 GaN 성장방법과는 달리 GaOOH 분말을 용매에 분산시켜 액체 상태의 선구물질을 제조하고 이를 기판 위에 스핀 코팅시켜 도포 (deposition)하고, 이를 NH<sub>3</sub> 가스 분위기에서 열처리하여 GaN 박막을 성장시키고 성장조건에 따른 GaN 결정의 특성을 평가하였다 선구물질은 GaOOH 분말 50 g 을 용매에 넣은 후 초음파로 분산시켜 제조하였다 사파이어 기판을 1500 rpm 으로 회전시키며 선구물질을 스핀 코팅하였다 선구물질이 도포된 사파이어 기판을 석영 반응관에 설치하고 NH<sub>3</sub> 가스의 유량을 100 sccm 으로 일정하게 하고, 반응온도와 반응시간을 각각 1000~1150 °C 와 0.5~16 시간의 범위에서 변화시켰다 이와 같은 방법으로 성장된 GaN 박막에 대하여 전자주사현미경으로 기판표면 상태와 단면을 관찰하였고, X 선 회절분석장치를 사용하여 결정구조를 조사하였으며, 상온과 저온에서 광루미네선스 (photoluminescence) 특성을 측정하여 광학적 성질을 평가하였다 성장된 GaN 박막의 표면은 육안 관찰에 의해 1000°C 의 온도에서 성장시킨 경우에는 우유 빛을 띄고 있었으며, 1100°C 의 온도에서 성장시킨 경우에는 거울면 상태를 유지하고 있었다 전자주사현미경 관찰에 의하면, 성장된 GaN 는 크기가 약 50~100nm 정도의 결정들이 응집되어 있었으며, 두께는 1 회 스핀 코팅한 경우 약 50 nm 정도 이었으며 코팅횟수에 따라 박막의 두께가 증가하였다 한편, X 선 회절도에 의하면 (002)에 의한 회절만이 관찰됨으로써 c-축으로 성장되는 특징을 보였으며, X 선 회절강도는 반응시간에 대하여 선형적으로 증가하고, 반응온도에 대해서는 지수함수적으로 변화하였다 이와 같이 성장된 GaN 박막의 저온에서의 광루미네선스 스펙트럼은 에너지 갭 부근에서의 여기자 (exciton)과 관련된 발광과 얇은 준위의 도너-억셉터 쌍 (DAP)의 재결합에 의한 발광 및 DAP 의 포논복제에 의한 발광으로 구성되었으며, 깊은 준위의 황색발광은 관찰되지 않았다

이상에서와 같이 본 연구에서는 처음으로 GaOOH 가 분산된 콜로이드 상태의 선구물질을 스핀코팅시켜 도포한 후 암모니아 가스 분위기에서 열처리하는 방법을 적용함으로써, 기존의 GaN 박막 성장방법에 비하여 간단하게 결정학적 광학적으로 품질이 우수한 GaN 박막을 제조할 수 있음을 확인하였다