

HVPE법으로 NdGaO₃ 기판 위에 성장시킨 후막 GaN의 특성
(Characteristics of GaN Thick-Films on NdGaO₃ Substrate Grown by Hydride Vapor Phase Epitaxy)

조성룡, 여용운, 김선태
한밭대학교, 신소재공학부 및 반도체기술연구소

1. 서론

후막 GaN 성장에 있어 기판으로 사용되고 있는 사파이어의 경우 열팽창계수와 격자상수 차이에 의해 냉각도중 크랙이 발생하며 전파 전위의 밀도가 약 $10^9 \sim 10^{10}$ 개/cm² 정도로 존재하고 있다.

Orthorhombic 결정구조를 갖고 있는 NdGaO₃는 격자상수가 $a=5.43 \text{ \AA}$, $b=5.50 \text{ \AA}$, $c=7.71 \text{ \AA}$ 으로서 GaN와의 격자부정합도는 0.45 %이고, 열팽창계수 차이는 $0.1 (a_{\text{GaN}} - a_{\text{sub}}) \times (-1000\text{K})$ 로 양질의 GaN 성장을 위한 기판 재료로 적합하다.

따라서 본 연구에서는 사파이어에 비해 GaN와의 격자부정합이 적은 NdGaO₃ 단결정 기판 위에 HVPE (hydride vapor phase epitaxy)법으로 후막 GaN를 성장시키고, 그 특성을 조사하였다.

2. 실험방법

본 연구에서는 (101)면의 NdGaO₃ 단결정 기판 위에 수평형 대기압 HVPE장치를 사용하여 후막 GaN을 성장하였다. HVPE장치는 각종 반응가스의 유량을 MFC에 의하여 제어하는 부분과 개폐식 3단 전기로와 직경 80 mm인 석영 반응관으로 구성되었다.

NdGaO₃ 기판 위에 GaN을 성장시키기 위하여 우선 900 °C 온도에서 NH₃ 가스와 GaCl 분위기에서 각각 10분동안 전처리 하였다. GaN의 성장온도를 850 °C로 일정하게 하고, 성장시간을 각각 60, 90, 120 및 240분으로 달리하여 성장시켰다. 성장된 GaN의 표면을 금속현미경으로 조사하였고, X-선 회절과 광루미네선스 (photoluminescence) 스펙트럼을 측정하여 특성을 평가하였다.

3. 실험결과

HVPE법으로 (101)면의 NdGaO₃ 기판 위에 GaN를 성장하기 위한 전처리는 GaCl이 효과적이었다. 그러나, 후막 GaN를 성장시킨 경우 특정방향으로의 표면 요철이 심하게 성장되었으며, 성장된 GaN 내부에는 c-축에 대해 수직방향으로 크랙이 존재하였다. 그 원인은 GaCl에 의한 전처리 과정에서 기판의 표면에 형성된 nucleation center를 통해 GaN의 성장이 빠르게 이루어졌기 때문으로 여겨진다.

따라서 NdGaO₃ 기판을 이용하여 양질의 후막 GaN를 성장시키기 위해서는 저온에서 완충층을 성장한 후 고온에서 후막을 성장시키는 2단계 성장기술을 도입하여야 할 것으로 사료된다.