

RPE-UHVCVD법을 이용한 사파이어 기판의 저온 질화공정과 후속성장된 GaN 에피택시 층에 미치는 영향

백중식, 이민수, 노도영, 박성주
광주과학기술원 신소재공학과 전자재료연구센터

GaN 에피택시 층의 전기적, 광학적 특성 및 표면 형상의 향상을 위한 전처리 공정으로서 사파이어 기판의 질화 처리가 많이 행해지고 있는데 이는 표면에 질화 층을 형성시킴으로서 GaN 층과의 계면에너지 및 격자상수 불일치를 줄여 GaN 층의 성장을 촉진시킬 수 있기 때문이다.

본 실험에서는 고 진공 하에서 유도 결합 플라즈마를 이용하여 사파이어 기판의 질화 처리를 행한 후 XPS와 AFM을 이용하여 기판 표면의 질소 조성과 표면 형상을 관찰하였다. 기판 표면의 질소 조성은 질소 가스의 유입량과 기판의 온도보다 질화 시간 및 RF-power에 의해 크게 좌우되나 표면 형상은 기판의 온도에 크게 영향을 받는 것으로 나타났다. 따라서 본 실험에서는 기판의 온도를 낮춤으로서 protrusion이 없는 매끈한 표면의 질화 층을 얻을 수 있었다.

핵생성 층의 성장 없이 450 oC의 저온에서 GaN 층을 성장시킨 결과 육방 대칭성의 wurtzite구조를 가지며 basal plane이 사파이어 기판과 in-plane에서 30o 회전된 관계를 갖고 있는 것을 XRD -scan으로 관찰하였다. 또한 GaN 층의 성장이 진행됨에 따라 결정성이 향상되고 있는 것이 RBS aligned channeling 실험을 통해 관찰되었으며 이는 GaN 층의 두께 증가에 따라 결정성이 향상된다는 것을 의미한다. 사파이어 기판의 질화 처리 시간이 증가함에 따라 후속 성장된 GaN 층의 basal plane에 대한 XRD -rocking curve의 반치폭이 감소하는 것으로 나타났는데 이는 기판의 표면이 질화 층으로 전환됨에 따라 각 GaN island의 c-축이 잘 정렬됨을 의미한다. 또한 AFM으로 GaN 층의 표면 형상을 관찰한 결과 기판의 질화 처리가 선행될 경우 lateral 방향으로의 GaN 층의 성장이 촉진되어 큰 islands로 성장이 일어나는 것으로 관찰되었는데 이는 질화 처리가 선행될 경우 Ga과 N의 표면 확산에 대한 활성화 에너지가 감소되기 때문인 것으로 생각된다.

일반적으로 GaN 에피택시 층의 결정성의 향상과 lateral 성장을 도모하기 위하여 성장 온도를 증가시키지만 본 실험에서는 낮은 성장 온도에서도 결정성의 향상 및 lateral 성장을 촉진시킬 수 있었으며 이는 저온 성장법에 의한 고품위의 GaN 에피택시 층 성장에 대한 가능성을 제시하는 것이다.