

유도 결합형 플라즈마를 이용한 GaN 식각 특성에 관한 연구

김 현 수, 황 순 원, 염 근 영, 이 재 원*, 유 명 철*, 김 태 일*

성균관대학교 재료공학과 반도체 공정 연구실, *삼성종합기술원 광반도체 연구실

GaN의 식각에 관한 연구는 blue-emitting laser의 mirror facet 형성 이외에 고밀도 정보 저장용 CD(compact disk)나 새로운 display 제조 기술 용도의 LED (light-emitting diodes) 제조시 이의 중요성이 증대되고 있으며 높은 식각속도와 smooth하고 vertical한 식각 형상이 요구되어진다. GaN 또는 이의 화합물은 낮은 화학반응성을 지니므로 의해 습식 식각 방법이나 기존의 반응성 이온 식각법으로는 수백 Å/min 이하의 낮은 식각 속도를 보이고 있으며 최근 들어 차세대 반도체 식각공정 장비로 개발된 ECR 등의 고밀도 플라즈마원과 CAIBE(Chemically Assisted Ion Beam Etching)방법을 이용하여 1000 Å/min 이상의 높은 식각속도를 보이는 결과가 국외에서 발표 되고 있다.

본 연구에서는 GaN 및 이의 화합물 식각 연구의 초기 연구로서 MOCVD 법에 의해 sapphire 위에 성장된 GaN를 고밀도 플라즈마원의 일종인 평판형 유도 결합 플라즈마 식각 장비를 이용하여 식각 가스 조합, inductive power, bias voltage, 기판 온도 등의 다양한 공정 변수에 따른 GaN 식각 특성 변화를 관찰하였다. 식각시 Cl₂ 가스를 주요 식각 가스로 사용하고 HBr, Ar, H₂ 등을 10 mTorr의 일정 압력을 유지하는 조건하에서 첨가가스로 사용하였으며 inductive power는 200W ~ 800W로 bias voltage는 0~120V까지 변화를 주었다. 식각시 기판 온도는 chiller를 이용 3℃~ 50℃까지 변화를 주었으며 mask로는 photoresist와 SiO₂를 이용하였다.

GaN 식각 속도는 모든 플라즈마에서 이온 밀도 및 반응성 가스 분해와 연관된 inductive power와 이온 에너지와 관련된 bias voltage를 증가시킬수록 최고 2000 Å/min까지 증가하였으며 inductive power보다는 bias voltage에 더욱 크게 의존하는 식각 속도를 나타내었다. 또한 동일한 플라즈마 형성 조건에서 Cl₂/HBr, Cl₂/Ar, HBr/Ar, Cl₂/H₂, Cl₂/HBr/Ar 등의 다양한 가스 조합에 따른 GaN의 식각특성 변화를 관찰하였는데 식각속도는 100% Cl₂ 플라즈마에 비해 첨가 가스량 증가에 따라 GaN 식각 속도는 감소하였으나 mask 층과의 식각 선택비는 증가하는 경향을 나타내었다. 한편 100%의 Cl₂, HBr, Ar 플라즈마를 이용한 식각 실험 결과에서 Cl₂, HBr, Ar 순으로 식각 속도가 감소하고 있는데 이러한 결과로부터 GaN 식각이 ion-bombardment에 의한 sputter 식각에만 의존하기 보다는 GaCl_x 등과 같은 비교적 volatile한 식각 부산물의 형성을 수반하는 화학적 식각 반응이 식각특성에 큰 영향을 주는 것으로 판단되며, 기판 온도 증가에 따른 GaN 식각속도 증가로서도 화학적 식각 반응의 효과를 확인할 수 있었다.