

[IV~19]

GaN 식각에 SiO₂ mask 를 이용한 식각특성 *Etch characteristics of GaN using SiO₂ mask*

김 현 수, 안 경 준, 엄 근 영

성균관 대학교 재료공학과 반도체 공정 연구실

김 진 석, 이 재 원, 유 명 철, 김 태 일

삼성종합기술원 광반도체 연구실

서론

GaN의 식각에 관한 연구는 Light emitting diode (LED) 나 semiconductor laser diode(LD) 소재 제조시 필수적인 공정으로 최근 들어 이의 중요성이 증대되고 있는 상황이다. 최근 연구 결과를 보면 ECR 등과 같은 고밀도 플라즈마원이나 chemically assisted ion beam etching (CAIBE)등을 이용 2000 Å/min 이상의 GaN 식각 속도를 보이고 있으며 대부분 높은 식각속도를 보이기 위해 Cl₂-based 플라즈마를 사용하고 -150 V 이상의 높은 bias voltage와 200 °C 이상의 기판 온도에서 식각 실험을 수행하게 된다. 본 연구에서는 reactive sputtering과 PECVD를 이용한 GaN 식각용 SiO₂ mask 제작하고 이를 GaN 식각에 응용하였으며 식각 조건이 n-GaN 층의 ohmic contact 형성에 미치는 영향을 관찰하였다.

실험방법

GaN 박막은 MOCVD 법으로 Al₂O₃ 위에 2 µm 두께로 성장하여 사용하였으며 Ar/O₂ 가스를 이용한 reactive sputtering 법 및 PECVD 로 1 µm 두께의 SiO₂ 층을 성장시켰다. GaN 식각은 유도 결합형 Cl₂/H₂ 플라즈마 식각을 이용하였으며 600W의 Inductive power에서 bias voltage는 -40에서 -120V 까지 변화를 주었다. 또한 식각시 기판 온도는 25 °C에서 100 °C까지 변화를 주었으며 식각 후 GaN, oxide 층의 식각속도 및 식각 선택비, 식각 형상 등을 관찰하였다. 그리고 Cl₂/H₂ 가스조합 등에 따라 식각된 GaN 표면에 PR patterning, MESA etching, lift-off 공정 등을 거친 후 Transfer length method (TLM)방법에 의해 전기적 특성을 분석하였다.

결과 및 고찰

다른 식각 연구진에 적용되고 있는 photoresist 및 Ni, Cr 과 같은 metal mask 는 염소를 주 식각 가스로 사용하는 GaN 식각 공정시 각각 낮은 식각 선택비와 증기압이 낮은 Metal-chloride (CrCl₃)와 관련된 잔류물을 형성하는 단점을 보이고 있으며 따라서 본 연구에서는 식각 mask 로서 SiO₂ 층을 적용하고자 하였다. Oxide 층 형성 후 PR로 patterning을 한 후 BOE를 이용한 wet etching 만으로는 과도한 측면식각 등에 의해 GaN 식각을 위한 mask 로서 사용하기 어려웠다. 따라서 vertical 한 식각 mask 층 형성을 위해 CHF₃/CF₄/O₂를 식각 가

스로 이용한 반응성 이온 식각에 의해 oxide 층을 건식 식각하였다. CHF_3/CF_4 비율 증가시킴에 따라 PR 과의 식각선택비 및 식각형상은 향상되었으나 산화막 식각시 관찰되는 잔류막 층이 형성되며 O_2 plasma ashing 과 1min 의 BOE wet etching 을 이용하여 이를 제거 하였다.

Cl_2 플라즈마를 이용한 GaN 식각시 100 °C 기판 온도, 600W inductive power 에서 bias voltage 를 -40 에서 -120V 까지 증가시킴에 따라 식각 속도는 1600 에서 3000 Å/min 까지 증가하였으나 SiO_2 층과의 선택비는 5.2:1 에서 1.8:1 로 감소하였다. Cl_2/H_2 가스 조합에 따른 GaN 식각 속도는 첨가 가스량에 따라 감소하였으며 식각 선택비의 경우 낮은 GaN 식각 속도에 의해 산화막의 식각 속도가 감소함에도 불구하고 큰 향상을 얻을 수 없었다. 또한 GaN 식각 속도는 기판 온도가 낮을 수록 감소하였으며 SiO_2 층과의 식각 선택비 향상은 크지 않았다. SEM 에 의한 관찰 결과 vertical 하고 smooth 한 식각 측면(sidewall)을 지니는 식각 형상을 얻을 수 있었다.

끝으로 향후 LED 또는 LD 소자 제조시 식각된 GaN 표면에 형성되게 되는 후속공정인 n-GaN 의 ohmic contact 형성에 미치는 식각조건의 영향을 관찰하였다. 동일한 배선 공정을 수행하고 전기적 특성을 분석한 결과 식각 처리를 하지 않은 GaN 에 비해 식각된 GaN 에 박막 비저항에는 큰 변화가 없었으나 낮은 접촉저항 값을 보이는 결과를 보이고 있으며 이는 식각시 GaN 표면 상태의 변화와 연관 지을 수 있었다.

결론

본 연구에서는 GaN 식각용 SiO_2 mask 제작하고 이를 유도결합형 Cl_2/H_2 플라즈마를 이용한 GaN 식각공정에 응용하였으며 결과적으로 높은 식각 속도와 vertical 한 식각 형상을 얻을 수 있었다. 또한 수소를 포함한 식각 가스를 이용한 GaN 식각 공정시 다른 연구진에 의해 보고되는 전기적 손상은 본 연구진의 식각 조건 및 ohmic contact 형성에서 큰 문제가 되지 않았으며 오히려 접촉 저항을 낮추는 장점을 보이고 있다.

본 연구는 한국전자 통신연구소의 정보통신 연구관리단의 대학연구 기초지원사업 연구비 지원에 의해 수행되었으며 GaN 박막성장에 도움을 주신 삼성종합기술원 박용조, 박형수 연구원에게 감사드립니다.