

CAIBE(Chemically Assisted Ion Beam Etching)를 이용한 GaN(Gallium Nitride)의 식각 특성에 관한 연구

이 원 정 , 김 현 수, 이 재 원*, 김 태 일*, 염 근 영
성균관 대학교, 삼성 종합 기술원*

1. 서 론

GaN(Gallium Nitride)와 같은 III-nitride의 wide band gap 반도체는 blue-UV laser, high temperature/high power electronic device 등의 재료로 널리 연구되고 있다. 특히 GaN의 건식 식각기술에 대한 연구는 LD(laser diode)를 위한 mirror facet의 형성과 새로운 display 용도의 LED(light emitting diode)의 제조 등에 그 중요성이 증대되고 있다. 습식 식각으로는 GaN의 chemical inertness, 낮은 식각속도, 그리고 isotropic한 식각특성 때문에 수직단면한 단면을 형성이 어려우며 또한 LD를 제작하기 위한 laser facet 혹은 경면을 형성하기 어렵기 때문에 건식식각 기술의 필요성은 더욱 중요하다. 따라서 경면 혹은 laser facet 형성을 위해 CAIBE(chemically assisted ion beam etching), RIE(reactive ion etching)와 고밀도 플라즈마원인 ECR(electron cyclotron resonance), ICP(inductively coupled plasma)등의 식각 장비를 이용한 연구가 활발히 진행되고 있다.[1-4] 본 연구에서는 CAIBE를 이용하고 Cl₂/BCl₃ 가스를 사용하여 GaN의 식각특성에 관하여 연구하였다.

2. 실험 방법

시편으로는 MOCVD법을 이용하여 (0001) sapphire 기판에 성장된 GaN 기판을 사용하였으며 photoresist를 식각 mask로 이용하였다. 식각장비로는 210 mm 직경의 ion source, Meissner trap, 그리고 load-lock chamber의 CAIBE(chemically assisted ion beam etching) system을 이용하였으며 기저 진공도는 2×10^{-7} Torr였다. Ar ion beam source로는 3개의 Mo grid가 장착된 rf-ICP(radio frequency inductively coupled plasma)가 사용되었으며 Cl₂/BCl₃가스가 nozzle을 통해 기판 주위로 유입될 때 Ar(6sccm) 가스는 ion source로 유입되었다. 식각가스로는 Cl₂(6sccm)와 BCl₃(4sccm)를 이용하였으며 식각 공정 변수로는 Ar ion beam voltage는 400volts에서 700volts, Ar ion beam current는 200mA에서 400mA, tilt angle은 0°에서 60°로 변화를 주었으며 기판온도는 0°C에서 RT(room temperature)로 변화를 주어 식각 특성을 관찰하였다. 식각속도를 측정하기 위해 Dektak profilometer를 이용하였으며 식각된 GaN의 식각형상을 관찰하기 위해 SEM(scanning electron microscopy)를 이용하였다.

결과 요약

CAIBE(chemically assisted ion beam etching)은 물리적인 식각과 화학적인 식각을 독립적으로 조절할 수 있는 장비이다. 따라서 vertical 하고 smooth 한 단면의 mirror facet 를 제작하기에 적합한 장비라 할 수 있다. Cl_2 6sccm, Ar ion beam voltage/current 500volts/300mA 의 식각조건에서 tilt angle 의 변화에 따라 식각속도와 선택비를 관찰한 결과 angle 이 증가함에 따라 식각속도와 선택비는 증가하였으며 30° 에서 가장 높은 값을 보이고 있다. Cl_2 , BCl_3 의 식각 가스를 이용하여 식각공정시 입사하는 이온의 voltage 가 증가함에 따라 식각속도는 증가하는 것이 관찰되었는데 이는 energetic 한 Ar ion 이 물리적인 이온 충돌 효과가 증대되고 Ga 과 Cl 의 반응으로 GaCl_x 의 volatile 한 식각 부산물의 형성을 수반하는 화학적 식각 반응을 촉진시키는 것으로 사료된다. 또한 두 식각 가스를 이용하여 식각시 BCl_3 를 이용한 식각 가스를 이용한 경우가 Cl_2 보다는 낮은 식각속도를 보이고 있는데 BCl_3 의 경우 Cl_2 보다는 높은 결합에너지로 분해가 잘 안되기 때문에 식각에 참여하는 Cl radical 의 생성이 어렵기 때문이다.

참고 문헌

1. G.F. McLane, L. Casas, S.J. Pearton, and C.R. Abenatry : Appl. Phys. Lett. **66** (1995) 3328.
2. A.T. Ping, C. Youtsey, and I. Adesida : J. Electron. Mater. **24** (1995) 229.
3. A.T. Ping, A.C. Schmitz, M. A. Khan, and I. Adesida : J. Electron. Mater. **25** (1996) 825.
4. H.S. Kim, Y.H. Lee, J.W. Lee, T.I. Kim, and G.Y. Yeom : Material Sci. and Eng. **B50** (1997) 82 .