

4H-SiC wafer의 반응성 이온 식각 공정과 분석

RIE(Reactive Ion Etching) Processing and Analysis of 4H-SiC wafer

명지대학교 신동열, 강수창*, 신무환

* KEC(한국전자) 연구원

본 연구에서는 SiC wafer의 정확한 패턴 형성, 잔류물이 없는 표면, 표면 거칠기 개선 등을 위하여 최적의 RIE 조건을 구현하고자 한다. 실험에 사용된 가스는 먼저 CHF₃/O₂ 혼합가스를 이용하였고, 연속해서 O₂ plasma 공정을 수행하였다. 이러한 방법으로 4H-SiC를 식각한 후 표면을 XPS, SEM, AFM, Hall 측정 등을 이용하여 식각 특성을 분석하였다. 식각 공정시 마스크로 사용하기 위해 thermal evaporator를 이용하여 Ni을 2000Å 증착하였다. 식각 후 Ni 마스크는 HNO₃ : CH₃COOH : H₂SO₄ : H₂O (= 5 : 5 : 2 : 7) 혼합 용액을 이용하여 제거하였다. 식각 조건은 CHF₃/O₂(12/8sccm) 혼합 가스의 경우 rf power 200W, 챔버 압력 240 mTorr이고, O₂(20sccm) 가스만을 이용한 경우에는 rf power 100W, 챔버 압력 6 mTorr, SF₆/O₂(6/5sccm) 혼합 가스를 이용한 경우는 rf power 200W, 챔버 압력 60 mTorr였다. 이와 같이 세 가지 방법으로 식각 공정을 수행한 후 그 식각 특성을 비교 분석하였다.

XPS 분석 결과 표면에 존재하는 원소를 검출하기 위한 wide scan survey를 보면 RIE를 수행하지 않은 4H-SiC 시편은 Si2p 및 Si2s, C1s, O1s의 주피크가 나타났으며, CHF₃/O₂, CHF₃/O₂+O₂, SF₆/O₂를 이용하여 RIE를 수행하였을 경우에는 Si2p, Si2s, C1s, O1s 및 F1s, N1s 계열의 피크가 검출되었다. RIE를 수행하지 않은 시편에서는 Si, C, O등이 존재함을 알 수 있고, RIE 후에는 Si, C, O 외에 F 및 N도 검출됨을 볼 수 있다. 그리고 Si 2p 피크에 대한 binding energy를 비교해 보면 bare, CHF₃/O₂, CHF₃/O₂+O₂, SF₆/O₂의 경우 각각 101.29eV, 101.38eV, 101.16eV, 101.08eV였다. 식각하지 않은 시편과 binding energy를 비교하였을 때 CHF₃/O₂는 0.9eV, CHF₃/O₂+O₂는 0.13eV, SF₆/O₂는 이보다 큰 0.21eV의 binding energy 변화를 나타내었다. 또한 C1s의 binding energy는 bare, CHF₃/O₂, CHF₃/O₂+O₂, SF₆/O₂의 경우 각각 283.51eV, 283.57eV, 283.52eV, 283.37eV였다. CHF₃/O₂, CHF₃/O₂+O₂는 0.06, 0.01eV의 변화를 나타내었고, SF₆/O₂는 0.14eV의 변화를 보였다. RIE를 수행하지 않은 시편에 비해 건식 식각을 수행한 후의 binding energy가 대체적으로 감소하는 경향을 보였고, CHF₃/O₂, CHF₃/O₂+O₂보다 SF₆/O₂를 사용한 경우가 상대적으로 방사손상(radiation damage)에 의한 binding energy 감소효과를 나타냄을 알 수 있었다. AFM 측정 결과 CHF₃/O₂ 혼합가스 사용 후 O₂ 가스를 병행한 경우 RMS roughness 값이 0.28nm였고, RIE를 수행하지 않은 시편의 경우 0.63nm였으며, CHF₃/O₂의 경우 0.47nm이었다. 또한 Hall 측정 결과 이동도 값은 CHF₃/O₂의 경우 125cm²/V·s, CHF₃/O₂ 혼합 가스를 이용 후 연속해서 O₂ 가스를 이용하였을 경우 158cm²/V·s였고, RIE를 수행하지 않은 경우 303cm²/V·s였다. CHF₃/O₂ 혼합가스를 이용 후 연속해서 O₂ plasma를 사용한 경우 가장 표면, 전기적 특성이 우수함을 알 수 있었다.