

염소 플라즈마를 이용한 탄탈륨 미세패턴 식각특성 (Etching characteristics of Ta film using chlorine plasma)

한양대학교 우상균, 김상훈, 주섭열, 안진호

1. 서론

차세대 노광 마스크의 패턴물질로 많이 이용되고 있는 Ta 금속막에 높은 aspect ratio의 미세패턴을 형성하기 위하여 Electron Cyclotron Resonance(ECR) plasma를 이용하여 식각 공정을 수행하였다. Cl₂ gas를 이용한 식각공정 중 생성되는 부산물인 TaCl₅의 끓는점(242℃)은 다른 일반적인 Si 공정에서 생기는 부산물보다 높기 때문에 Ta의 식각은 ion에 의한 sputtering이 주요인자로 작용한다고 알려져 있으며 패턴의 미세화에 따른 패턴밀도의 증가와 high aspect ratio에 의해 발생하는 RIE lag 현상을 극복할 수 있는 공정의 개발이 요구되고 있어 본 연구에서는 ECR plasma의 특성을 이용하여 식각을 진행하여 공정조건을 마련해 나갔고, Optical Emission Spectroscopy(OES)를 이용한 Ar actinometry를 바탕으로 plasma 진단을 수행하였으며 Scanning Electron Spectroscopy(SEM)를 이용하여 Ta 식각 특성을 분석하였다.

2. 실험결과

Ta 박막의 식각 특성은 Cl₂와 Ar간의 분율과 ECR etching system의 공정압력, RF power, microwave power에 따른 공정조건을 나누어서 실험을 진행하여 관찰되었는데, Ar의 분율이 커질수록 식각 profile의 taper 현상이 심해져 오히려 순수 Cl₂를 이용한 식각에서 가장 훌륭한 식각 profile이 형성되었다. 공정압력은 ion의 mean free path가 가장 짧은 3mTorr에서, RF power는 ion bombardment가 강해지는 150W에서, microwave power는 900W에서 0.25 μ m까지 최적의 pattern을 형성시킬 수 있었으나, 0.2 μ m 이하의 pattern에서는 RIE lag에 의한 pattern의 왜곡현상이 심해졌다. 그래서 본 연구에서는 식각 공정을 두 단계로 나눠 진행하게 되었는데, 첫 단계는 Ta의 native oxide 제거를 위해 ion의 역할이 중심이 되도록 0.25 μ m의 식각 조건으로 진행한 후 두 번째 단계에서는 측면 passivation의 강화를 위해 microwave power를 1200W로 향상시켜 radical의 반응을 더욱 촉진시켜 주었으며 두 단계 사이에 5분간 진공을 유지시켜 식각 부산물을 제거하였다. 그리고 각 조건의 plasma 진단은 Ar actinometry를 이용하여 수행하였다.

3. 결론

ECR etching system을 이용한 0.25 μ m 이상의 Ta 박막의 식각은 RF power 150W, microwave power 900W, 공정압력 3mTorr의 순수 Cl₂의 경우에서 최적의 식각 profile을 얻었으나, 0.2 μ m 이하의 미세 패턴에서는 RIE lag 현상이 발생하였다. 이의 극복을 위하여 본 연구에서는 double step etching을 수행하였으며 첫 단계 식각에서는 물리적 식각이 지배적이 되도록 하였고, 두 번째 단계에서는 radical의 활성화를 통한 화학적 식각이 지배적이 되도록 microwave power를 증가시켜 우수한 식각 profile을 얻을 수 있었다.