

플라즈마에 의한 웨이퍼 가열과 Si 식각 속도의 변화 모델링

노지현, 홍광기, 주정훈

군산대학교 신소재공학과, 플라즈마 소재응용센터(PMRC)

플라즈마에 노출된 재료 표면의 온도 증가는 다음과 같은 요인에 의해서 결정된다. 이온의 충돌에 의한 역학적 에너지, 이온의 중성화, 라디칼의 안정화에 의한 에너지 방출(잠열, latent heat), 플라즈마에서 방출된 빛의 흡수. 이중 식각을 위한 기관 바이어스에 의해서 주로 결정되는 이온 충돌 에너지와 잠열의 방출이 300 mm wafer용 유도 결합 플라즈마 식각 장치에서 소스 전력과 바이어스 전력에 따라서 어떻게 변화하는지 전산 유체 역학 모사 프로그램인 CFD-ACE를 이용하여 상용 식각 장비인 AMAT사의 DPS II를 대상으로 온도 분포의 변화를 계산하였다. 실험 결과와 비교를 위하여 다섯 곳에(상, 하, 좌, 우, 중심) 열전대를 부착한 온도 측정 웨이퍼를 기관의 위치에 설치하고 여러 가지 실험 조건에 대해서 온도의 변화를 측정하였다. Ar 10 mTorr에서 2열 병렬 안테나의 전력을 300 W에서 시간에 따른 온도의 변화를 측정하였다. 이때 wafer의 평균 온도는 28.9°C에서 150°C까지 12분 내에 상승하였으며 최고 온도에 도달한 다음에는 거의 일정하게 유지 되었다. Si의 식각에서 온도의 영향을 가장 크게 받는 반응은 F 라디칼에 의한 Si의 직접 식각이며 Arrhenius 식의 형태로 표현하면 $0.116 \cdot \exp(-1250/T)$ 의 형태로 된다. 문헌에 보고된 계수를 이용해서 29°C의 식각 속도와 플라즈마에 의한 가열 최고 온도인 150°C 때의 값을 비교해보면 3.3배의 차이가 난다. 따라서 4%내의 식각 균일도를 목표로 하는 폴리 실리콘 게이트 식각 장비의 설계에서는 플라즈마에 의한 가열 불균일을 상쇄할 수 있는 히터와 냉각 구조의 최적 설계가 필요하다.

Keywords: 플라즈마, 웨이퍼 가열, Si 식각