

TF-P001

자화 유도 결합 플라즈마의 산화물 건식 식각 특성에 관한 연구

정희운, 김 렬, 이우현, 김지원, 황기웅

서울대학교 전기·컴퓨터 공학부

플라즈마를 활용한 미세 패턴의 건식 식각은 반도체 소자 공정에 있어서 가장 중요한 기술 중 하나이다. 한편, 매년 발행되는 ITRS Roadmap 에 따르면 DRAM 의 1/2 pitch 는 감소하는 동시에 Contact A/R (Aspect Ratio) 는 증가하고 있다. 이러한 추세 속에서 기존의 공정을 그대로 활용할 경우 식각물의 프로파일 왜곡 혹은 휨 현상이 발생하고 식각 속도가 저하되며 이러한 특성들이 결과적으로는 생산성의 저하로 이어질 수 있다. 이러한 현상을 최소화하기 위해서는 무엇보다 독립된 plasma parameter 들이 식각물의 프로파일 혹은 식각 속도 등에 어떠한 영향을 주는 지에 대한 학문적 이해가 필요하다. 본 논문에서는 최소 CD (Critical Dimension) 100nm, 최대 A/R 30 인 HARC (High Aspect Ratio Contact hole) 의 식각 특성이 plasma parameter 에 따라 어떻게 변하는지 확인해 보고자 한다. 산화물의 식각은 대표적인 high density plasma source 중의 하나인 ICP에서 진행하였으며 기존에 알려진 plasma parameter 에 더하여 자장의 인가가 산화물의 식각 특성에 어떠한 영향을 주는지 살펴보고자 전자석을 ICP 에 추가로 설치하여 실험을 진행하였다. 결과적으로, plasma parameter 에 따른 혹은 자장의 세기 변화에 따른 산화물의 식각 실험을 플라즈마 진단 실험과 병행하여 진행함으로써 다양한 인자에 따른 산화물의 식각 메커니즘을 정확하게 이해하고자 하였다. 실험 내용을 요약하면 다음과 같다. 먼저, 전자석의 전류 인가 조건에 따라 축 방향 혹은 반경 방향으로의 자장의 분포가 달라질 수 있음을 확인하였고 플라즈마 진단 결과 축 방향 혹은 반경 방향으로의 자장이 증가하였을 때 고밀도의 플라즈마가 형성될 수 있음은 물론 반경 방향으로의 플라즈마 밀도의 균일도가 향상됨을 확인할 수 있었다. 또한 ICP 조건에서 바이어스 주파수, 압력, 바이어스 파워, 소스 파워, 가스 유량 등의 plasma parameter 가 산화물의 식각 특성에 미치는 영향 및 메커니즘을 규명하였고 이 과정을 통해 최적화된 프로파일을 바탕으로 축 방향 혹은 반경 방향으로 증가하는 자장을 인가하였을 때 (M-ICP 혹은 자화 유도 결합 플라즈마) ICP 대비 산화물의 식각 속도가 증가함은 물론 PR-to-oxide 의 선택비가 개선될 수 있음을 확인할 수 있었다. 자장의 인가에 따른 산화물의 정확한 식각 메커니즘은 향후의 실험 진행을 통해 이해하고 이를 통해 궁극적으로는 산화물의 식각 공정이 나아가야 할 올바른 방향을 제시하고자 한다.

Keywords: 건식 식각, 자화 유도 결합 플라즈마, HARC, 식각 속도, 선택비