

헬리콘 고밀도 플라즈마로부터 라디칼 빔의 추출 및 이를 이용한 실리콘의 건식식각

점석재, 양호식, 조성민
성균관대학교 화학공학과

플라즈마 건식식각 공정에 있어서 소자의 물리적 혹은 전기적 손상의 감소를 위해서 낮은 에너지를 가진 이온을 이용한 플라즈마 식각이 연구되고 있다. 그러나 낮은 에너지를 가진 이온들은 낮은 운동 에너지 때문에 패턴 표면에 생기는 국부적인 전기장에 의해서 쉽게 그 방향성을 잃고 휘며 측벽 식각(side wall etching)이나 notch 혹은 local side etch라고 불리는 밑면에서부터 식각이 일어나는 형태의 불균일한 식각을 일으키게 된다. 이러한 현상은 서브마이크론 패턴의 구현에 심각한 문제를 야기시킬 수 있으며 하전된 입자를 사용하지 않는 라디칼에 의한 식각은 이러한 문제를 해결할 수 있는 대안으로 매우 적합한 것으로 평가되고 있다.

따라서 본 연구에서는 플라즈마 건식식각의 특성인 높은 비등방성과 선택성을 유지하면서도 플라즈마에 의한 이온 충격이나 전하에 의한 소자의 물리적, 전기적 손상을 방지할 수 있는 방안으로서 방향성을 가진 라디칼 빔을 얻고 이를 이용하여 실리콘의 서브마이크론 패턴의 저손상 식각공정의 가능성을 검토하고자 한다.

헬리콘이나 마이크로웨이브 플라즈마 내에서 전하교환반응에 의해 발생된 낮은 에너지(10~20 eV)의 라디칼 빔은 하전입자들을 효율적으로 제거하므로써 얻어질 수 있으며, 이러한 라디칼은 미세소자 구현에 있어서 소자에 물리적 전기적 손상을 주지 않으며 표면에 형성된 전기장에 의해 휘지 않아 미세패턴의 식각에 유리한 특징을 가지고 있다.⁽¹⁾ 하전입자의 제거를 위해서 영구자석을 이용한 cusp 모양의 자계를 형성시켰으며, 자계에 의해 미처 제거되지 않은 잔류 이온들을 제거하기 위해 기판에 양의 전압을 인가하였다. 또한 기판으로부터 약 20mm 위에 직경 10mm Nd-Fe-B 영구자석을 장치하여 가운데로 유입되는 전자의 흐름을 차단하고자 한다. 본 실험에서는 라디칼 빔이 얼마나 잘 형성되었는지를 검증하기 위해서 Langmuir Probe를 직접 제작하여 플라즈마를 진단할 것이며, 기본적인 측정 변수로는 V_{fl} (Floating Potential), V_{pl} (Plasma Potential), I_{sc} (Electron Saturation Current), I_{si} (Ion Saturation Current), T_e (Electron Temperature), n_e (Electron Density), n_i (Ion Density)이다.

이렇게 형성된 라디칼 빔이 서브마이크론 이하의 line & space 패턴 식각에 어떻게 반응하는지 확인하기 위하여 일반적인 건식식각 공정과 비교할 것이며, 여러 가지 공정변수들이 식각에 미치는 영향을 함께 고려할 것이다. 본 실험에서 가장 중요하게 생각되는 공정 변수로는 압력이며, 이것은 전하교환 반응으로 잘 설명될 수 있다. 그 외에 식각에 사용되는 혼합가스(Cl_2/SF_6)의 함량, RF Power, 기판에 인가하는 bias의 영향 등을 함께 고찰 할 것이다.

[참고문헌]

1. Tai Tsuchizawa, Yoshito Jin and Seitaro Matuo, "Generation of Electron Cyclotron Resonance Neutral Stream and Its Application to Si Etching", *Jpn. J. Appl. Phys.*, **33**, 2200-2206 (1994).