

Low-angle forward-reflected 중성빔 식각장치를 이용한 Si 식각에 관한 연구
Study of the low-angle forward-reflected neutral beam etching system for Si etching

민경석, 박병재, 염근영
 성균관대학교 신소재공학과

1. 서론

현재 Si 반도체 제조공정에서는 100nm 정도의 feature size를 갖는 channel, beam, hole 등이 플라즈마 식각 공정을 통하여 실현되고 있다. 하지만 앞으로 nanometer scale의 소자 제조를 위하여 기존의 반도체 공정에 사용되고 있는 이온 강화용 식각 장비를 사용하게 되는 경우 여러 가지 장점에도 불구하고, 플라즈마 생성시 발생하는 positive ions, photons과 같은 energetic charged particle에 의하여 심각한 단점들을 가지고 있다. 대표적인 것이 플라즈마 식각동안 발생하는 charge-induced damage로서 이는 deep sub-micron 반도체 소자뿐 아니라 차세대 nano scale 소자들이 풀어야 할 가장 큰 문제점들 중의 하나로 지적되어 왔다. 따라서 이러한 charge와 관련된 손상을 피하기 위하여, 여러 가지 저손상 공정들이 제안되어 왔으며, 그중 대표적인 방법이 중성빔을 이용하는 것이다. 지금까지 여러 기술들이 발표되어 왔으며, 그중 low angle forward reflected neutral beam system을 이용하여 중성빔을 만들어냈다.

2. 본론

본 연구에서는 CF₄ based 중성빔을 사용하여 50nm scale Si 식각특성을 관찰하였다. 이전 연구에서 SF₆를 이용한 중성빔으로 Si를 식각한 경우, Si의 식각속도가 SiO₂에 비하여 약 10배 이상 높게 관찰이 되었으며, 또한 PR의 식각 속도 역시 매우 값을 나타내었다. 이는 Si 식각이 과도한 fluorine radical에 의하여 자발적으로 일어났기 때문이다. 따라서 Si 미세패턴의 anisotropic한 식각이 어려웠으며, 또한 PR mask와의 선택비가 매우 좋지 않았다. 이에 본 연구에서는 중성빔을 형성하기 위한 가스로 CF₄ gas를 이용하여 Si, SiO₂의 식각시 PR mask와의 식각 선택비를 향상시켰으며, 50nm Si pattern의 vertical한 식각 profile을 얻을 수 있었다. 또한 CF₄에 H₂를 첨가하여 첨가가스 효과를 관찰해본 결과 PR과의 선택비를 2.5:1 까지 크게 개선시킬수 있었다.

3. 결과

CF₄ gas를 사용하는 경우 Si, SiO₂간의 식각 선택비 및 Si와 SiO₂의 PR에 대한 식각 선택비가 SF₆ gas를 사용하는 경우에 비하여 매우 낮아지는 것을 알수 있었으며, 이는 중성빔 식각에서도 gas 조합에 따라 물리적 식각과 화학적 식각을 적절히 변화시킬수 있을을 알수있게 하는 결과이다. 또한 이를 이용하여 CF₄ gas에 H₂ gas를 첨가한 중성빔을 이용한 Si, SiO₂의 식각시 PR과의 선택비를 크게 높일수 있는 결과를 얻을수 있었으며, 이는 수소를 첨가하여 PR 표면에 CH_x polymer의 형성에 의한 것으로 사료되어진다.