

60 MHz/2 MHz Dual-Frequency Capacitive Coupled Plasma에서 Pulse-Time Modulation을 이용한 SiO₂의 식각특성

김희준¹, 전민환², 양경채¹, 염근영^{1,2*}

¹성균관대학교 신소재공학부, ²성균관대학교 나노과학기술협동학부

초고집적 회로에 적용되는 반도체 소자의 critical dimension (CD)이 수 nano 사이즈로 줄어들고 있기 때문에, 다양한 물질의 식각을 할 때, 건식식각의 중요성이 더 강조되고 있다. 특히 SiO₂와 같은 유전체 물질을 식각할 때, plasma process induced damages (P2IDs)가 관찰되어 왔고, 이러한 P2IDs를 줄이기 위해, pulsed-time modulation plasma가 광범위하게 연구되어 왔다. Pulsed plasma는 정기적으로 radio frequency (RF) power on과 off를 반복하여 rf power가 off된 동안, 평균전자 온도를 낮춤으로써, 웨이퍼로 입사되는 전자 축적을 효과적으로 줄일 수 있다. 또한 fluorocarbon plasmas를 사용하여 SiO₂를 식각하기 위해 Dual-Frequency Capacitive coupled plasma (DF-CCP)도 널리 연구되어 왔는데, 이것은 기존의 방법과는 다르게 plasma 밀도와 ion bombardment energy를 독립적으로 조절 가능하다는 장점이 있어서 미세 패턴을 식각할 때 효과적이다. 본 연구에서는 Source power에는 60 MHz pulsed radio frequency (RF)를, bias power에는 2 MHz continuous wave (CW) rf power가 사용된 system에서 Ar/C₄F₈/O₂ 가스 조합으로, amorphous carbon layer (ACL)가 hard mask로 사용된 SiO₂를 식각했다. 그리고 source pulse의 duty ratio와 pulse frequency의 효과에 따른 SiO₂의 식각특성을 연구하였다. 그 결과, duty ratio의 감소에 따라 SiO₂, ACL의 etch rate이 감소했지만, SiO₂/ACL의 etch selectivity는 증가하였다. 반면에 pulse frequency의 변화에 따른 두 물질의 etch selectivity는 크게 변화가 없었다. 그 이유는 pulse 조건인 duty ratio의 감소가 전자 온도 및 전자 에너지를 낮춰 C₂F₈가스의 분해를 감소시켰으며, 이로 인해 식각된 SiO₂의 surface와 sidewall에 fluorocarbon polymer의 형성이 증가하였기 때문이다. 또한 duty ratio의 감소에 따라 etch selectivity뿐만 아니라 etch profile까지 향상되는 것을 확인할 수 있었다.

Keywords: Source pulsed radio frequency, DF-CCP, Duty ratio, Fluorocarbon plasma