

라디칼 손실 제어를 통한 고선택비 산화막 식각

김정훈, 이호준, *주정훈, 황기웅
 서울대학교 전기공학과 및 반도체 공동 연구소
 *군산대학교 재료공학과

요약

약한 자장을 사용하는 평면형 유도 결합 플라즈마 식각 장치에서 라디칼의 농도 제어를 위하여 벽면 온도를 증가시켜 라디칼 손실을 줄였다. 폴리머를 잘 형성하는 C_4F_8 의 경우 이에 따라 식각 특성이 25% 정도 개선되었고, OES(optical emission spectroscopy)와 AMS(appearance mass spectroscopy)를 이용하여 라디칼과 이온의 밀도 변화를 측정하여 식각 결과를 설명할 수 있었으며, 반면에 CF_4 의 경우 큰 변화를 볼 수 없었다.

1. 서론

ECR, Helicon, ICP 등의 저압, 고밀도의 플라즈마 소스들은 반도체 제조 공정에의 응용 가능성으로 최근 활발히 연구되고 있다. 이 플라즈마 소스들은 수 mTorr 영역에서 높은 전자 밀도를 가지며 이온의 에너지를 독립적으로 조절할 수 있는 장점을 가지고 있다. 그러나 이들 장비들은 가스의 해리율이 매우 높기 때문에 SiO_2/Si 의 선택적인 식각에 응용하는 데에는 문제점을 가지고 있다. 일반적으로 SiO_2/Si 의 선택적인 식각을 하기 위해서는 CF_x/F 의 비율을 높여 주어야 하는 것으로 알려져 있으며, 수소를 첨가하여 플루오린의 농도를 줄여 주거나[1], 전원을 on-off 하여 라디칼의 농도를 조절하는 modulation 방법 [2] 등이 사용되는데, 이러한 방법들은 플라즈마 내에 존재하는 입자의 생성 및 소멸을 조절하는 방법이다. 그러나 플라즈마 내의 라디칼의 농도는 용기 벽으로 손실에 의해서도 상당히 영향을 받으리라 사료되며, 본 논문에서는 이러한 벽면으로의 손실을 줄이는 방안으로 용기 벽면의 온도를 높여주었고, 그 결과 플라즈마 내의 CF_x 의 농도 증가로 SiO_2/Si 의 선택도 개선을 얻을 수 있었다.

2. 본론

새로 제안된 약한 자장(9 Gauss 사용)을 사용하는 평면형 유도 결합 플라즈마 소스[1]에서 벽면의 온도를 30도에서 150도까지 변화시켜 식각 특성을 보고 OES와 AMS[2]를 이용하여 플라즈마 내에 존재하는 플루오린과 기판에 입사하는 라디칼과 이온, 벽면으로 손실되는 라디칼의 변화를 관찰하였다. 가스는 C_4F_8 과 CF_4 를 사용하였으며 반응 압력은 1.5mTorr이었고 기판 바이어스는 -100V로 고정하였다. 또한 재현성 보장을 위하여 1분 식각 실험 후 산소 방전을 하여 용기 내벽의 상태를 깨끗이 유지하고자 하였다.

벽면 온도에 따른 식각 특성은 가스마다 다른 결과를 나타내고 있는데, 폴리머를 잘 형성하는 가스에서 선택도의 개선이 잘 나타난다. 즉, C_4F_8 의 경우 30도에서는 SiO_2 의 식각 속도가 831A/min이고 SiO_2/Si 선택도가 8.87이었다. 벽면 온도를 150도로 올린 경우 7570A/min, 11.52로 SiO_2 의 식각속도는 10%정도 감소하였으나 Si의 식각속도가 더 많이 감소하여 SiO_2/Si 선택도가 25%이상 증가함을 볼 수가 있었다. 또한 벽면에 증착되는 폴리머 층의 두께를 측정된 결과 150도의 경우 924A/min, 30도의 경우 1548A/min로 나타나 온도가 높을수록 용기 벽면에 증착되는 폴리머 층이 감소함을 알 수 있었다. 플라즈마 내에 존재하는 플루오린과 기판에 입사하는 라디칼 및 이온의 변화가 식각 특성의 변화와 상관 관계가 있음을 확인할 수 있었다.

C₄F₈과 달리 비교적 폴리머 형성을 적게 하는 CF₄의 경우 온도에 따라 거의 변화없이 SiO₂의 식각 속도는 7400 Å/min, SiO₂/Si 선택도는 2.6 정도를 유지하였다. 벽면에서의 폴리머 증착속도는 30도의 경우 273 Å/min이고 150도의 경우 114 Å/min으로 차이를 보이나 이 차이의 절대값을 C₄F₈의 경우와 비교해 보면 20%정도에 지나지 않는다. 또한 플루오린이나 기판에 입사하는 라디칼등의 증가가 크게 나타나지 않았다.

3. 결론

식각 용기 벽면의 온도를 높여줌으로써 용기 내벽으로의 라디칼의 손실을 줄이고, 결과적으로 플라즈마 내에 증가된 라디칼에 대한 플루오린 농도의 상대적 감소로 특정 가스의 경우(폴리머를 잘 형성하는 가스; C₄F₈) SiO₂/Si 식각 선택도의 개선을 얻을 수가 있었다.

참고문헌

- [1] G.S.Oehrlein and H.L.Williams: J.Appl.Phys. 62(2), 662, (1987)
- [2] K.Takahashi, M.Hori, S.Kishimoto and T.Goto: Jpn.J.Appl.Phys. 7B, 4181, (1994)
- [3] H.J.Lee, I.D.Yang, J.H.Joo and K.W.Whang: *Proceeding of the 12th Symposium on Plasma Processing*, 485, (1995)
- [4] H.Sugai and H.Toyoda: J.Vac.Sci.Technol. A10(4), 1193, (1992)