

가스 주입구의 위치가 헬리콘 플라즈마 특성 및 산화막 식각에 미치는 영향

김정훈, 김진성, 김윤택, 황기웅, 주정훈*

서울대학교 전기공학부 플라즈마 실험실
군산대학교 재료공학과

요약

헬리콘 플라즈마 장치에서 가스 인입구의 위치를 변화시키면서 플라즈마 특성의 변화를 관측으며, 이러한 변화의 원인을 밝히기 위해 공간 분해가 가능한 발광 스펙트럼 분석을 통하여 공간적인 RF 전력의 흡수 밀도 분포를 구하였다. 가스 인입구의 위치 변화에 따른 플라즈마 특성의 변화로 인하여 산화막 식각 결과에서도 차이점이 관찰되었으며, 식각 특성의 변화가 헬리콘 파의 흡수 밀도 분포와 연관되어 설명되어졌다.

서론

헬리콘 플라즈마의 물리적 성질에 관한 연구와 건식 식각이나 CVD 공정 등에의 응용이 활발히 이루어지고 있다.[1][2] 본 연구에서는 헬리콘 플라즈마에서 가스의 인입구가 바뀔 때 따라 산화막 식각이 어떻게 바뀌는가에 대하여 조사하였다. 헬리콘 플라즈마의 경우 특정 위치에서 전력이 많이 흡수가 되기 때문[3]에 가스의 주입구에 따라서 흡수되는 전력의 양 및 해리 및 이온화율을 조절할 수 있었고, 이에 따라 산화막 식각 특성의 많은 차이가 관측되었다.

본론

헬리콘 플라즈마 장치에서 가스를 챔버의 측면과 석영창의 윗면에서 주입하여 산화막의 식각 특성을 관측하였다. C_4F_8 가스가 석영창의 윗면에서 유입되는 경우 산화막의 식각 속도는 $250\text{nm}/\text{min}$, 실리콘에 대한 선택비는 2:1 정도이었다. 그러나 챔버의 측면에서 유입되는 경우 $700\text{nm}/\text{min}$ 의 산화막 식각 속도에 선택비 15:1을 얻을 수 있었다. 이러한 결과는 헬리콘 플라즈마의 전력 흡수가 공간적으로 다르기 때문에 가스의 주입의 위치를 바뀔 때 따라 전체 해리율이나 이온화율이 바뀔 수 있다는 점을 시사한다. 이를 확인하기 위해서, 공간적인 분해능을 가지는 Optical emission spectroscopy 실험을 수행하였다. Ar 헬리콘 플라즈마를 이용하여 Ar I 발광 파장과 Ar II 발광 파장을 비교하여 공간적으로 전력 흡수가 많이 일어나는 곳의 위치를 관측하였다. 그 결과 전력이 주로 흡수되는 영역은 안

테나 안쪽이 아니라, 안테나에서 식각 챔버 쪽으로 내려간 지점임이 밝혀졌다. 이러한 이유로 측면에서 가스가 인입된 경우가 더 높은 이온화율과 해리율을 갖았으며, 이는 질량 분석기(Quadrupole mass spectroscopy)와 Langmuir probe로 확인이 되었다. 질량 분석의 결과, 식각 가스가 측면에서 유입된 경우가 상단에서 유입된 경우보다 $CF^{(+)}$, $CF_2^{(+)}$ 의 양이 많았고, $CF_3^{(+)}$ 의 양이 적었다. 전자 밀도의 경우도 후자는 $1 \times 10^{12} \text{cm}^{-3}$ 인데 비해 $1.5 \times 10^{12} \text{cm}^{-3}$ 으로 높았다. 가스 인입구의 위치 변화에 따라 플라즈마 화학종이 바뀌게 되며, 따라서 기판 위에서 화학종의 성분도 바뀌어지는데, 이를 분석하기 위해서 XPS(X-ray Photoelectron Spectroscopy)를 이용하여 기판 위에 형성되는 폴리머를 분석하였다. 그 결과 식각 가스의 유입이 측면인 경우가 더 높은 C/F의 비를 갖었으며, 또 선택비를 높이는 폴리머의 두께가 더 두꺼웠다. 이러한 이유로 인해 식각 가스의 유입 위치가 챔버의 측면인 경우에 더 높은 식각 속도와 선택비를 갖는 산화막 식각 특성을 얻을 수 있었다.

결론

헬리콘 플라즈마 장치에서 전력 흡수는 안테나로부터 챔버쪽으로 내려간 위치에서 일어남이 밝혀졌으며, 이로 인하여 가스의 주입구가 플라즈마의 해리율 및 이온화율에 크게 영향을 미치게 된다. 이를 산화막 식각에 응용하였을 경우, 식각 특성이 가스 주입구에 따라 큰 차이를 보였으며, 측면에서 식각 가스가 유입된 경우가 위에서 유입된 경우에 비해 높은 식각 속도와 선택도를 갖는 식각 특성을 보였으며, 이는 높은 해리율과 이온화율로 인해, 기판 위에 형성되는 폴리머의 C/F의 비가 증가하고, 폴리머의 두께가 두꺼워지기 때문이다.

참고문헌

- [1]H.Nogami, Y.Nakagawa, K.Mashimo, Y.Ogahara and T.Tsukada, Jpn.J.Appl.Phys. 35, 2477, 1996
- [2]Y.Chinzei, H.Shindo and Y.Horiike, Jpn.J.Appl.Phys. 35, 3585, 1996
- [3]F.F.Chen, I.D.Sudit and M.Light, Plasma Sources Sci. Technol. 5, 173, 1996