

## 평판형 유도 결합 플라즈마에서 축방향 외부 자장이 용량 결합 성분에 미치는 영향

김정훈, 이호준, \*주정훈, 황기웅  
서울대학교 전기공학부  
\*군산대학교 재료공학과

### 요약

임피던스 probe와 고전압probe를 이용하여 평판형 유도 결합 플라즈마에서의 용량 결합 성분을 구하였으며, 용량 결합 성분에 의해서 생기는 석영창의 손상을 4극 질량 분석기(quadrupole mass spectrometer)를 이용하여 확인하였다. 또한 축방향 외부 자장을 가하였을 경우 용량 결합 성분이 상당량 감소하여 석영창의 손상이 거의 없음을 확인하였다.

### 1. 서론

유도 결합형 플라즈마에서 상당히 많은 양의 전력이 용량 결합에 의해 전달되는데, 이는 석영창(SiO<sub>2</sub>)의 손상을 주는 등 여러 문제점을 안고 있다. 특히, 반응성이 좋은, 식각에 사용되는 C<sub>x</sub>F<sub>y</sub> 계열의 가스를 사용하는 경우 석영창의 손상은 더욱 심해질뿐만 아니라, 석영창에서 나오는 식각 부산물 및 산소 원자 등에 의한 플라즈마 성분의 변화가 생겨서 식각에 영향을 줄 수 있다.[1] 이러한 용량 결합에 의해 생기는 문제점을 해결하기 위해 Faraday shield가 고안되었지만[2], 이 또한 전력 전달 효율의 저하 및 Faraday shield 자체의 냉각 문제 등을 가지고 있다.

본 연구에서는 평판형 유도 결합형 플라즈마에 용량 결합에 의한 석영창의 손상이 심함을 확인하였고, 이 소스에 축방향 외부 자장을 걸어주는 경우에는 다른 문제점없이 용량 결합 성분이 현저히 감소하여 이에 의한 석영창의 손상이 거의 대부분 감소함을 확인하였다.

### 2. 본론

고밀도 플라즈마를 이용하여 식각하는 경우에 주로 사용되는 C<sub>4</sub>F<sub>8</sub> 플라즈마에서 임피던스를 측정하여 코일에 걸리는 전압을 구하였고, sheath에 걸리는 전압을 측정하기 위해 변형된 고전압 probe를 이용하여 석영창 밑부분의 전압을 구하였다. 또한 용량 결합에 의해 생기는 석영창의 손상을 관측하기 위해 챔버 측면에 4극 질량 분석기(quadrupole mass spectrometer)를 설치하여 플라즈마 bulk내의 이온의 종을 분석하였다.

평판형 유도 결합 플라즈마에 축방향 외부 자장을 가하는 경우에는 내부에 R-wave 발생에 의한 전력 전달이 일어나서 전력 효율이 좋아질 뿐만 아니라 안정적인 동작을 할 수 있다.[3] 본 실험에 사용한 C<sub>4</sub>F<sub>8</sub> 플라즈마의 경우, 코일과 플라즈마를 포함하는 저항값이 0.81Ω에서 외부 자장(12 gauss)을 가하였을 때 3.78Ω로 향상된 반면, 인덕턴스값은 134.71Ω에서 127.05Ω로 감소하였다. 이러한 결과로 코일 양단에 걸리는 전압은 외부 자장을 가하였을 때 7021V에서 3067V로 감소하여 용량 결합 성분이 상당한 양 감소함을 알 수가 있다. 또한 직접 플라즈마와 석영창에 걸리는 전압을 측정한 결과 -82.2V에서 외부 자장이 인가됨에 따라 -33V로 감소함을 관측할 수가 있었다. 특히 C<sub>4</sub>F<sub>8</sub> 플라즈마의 경우 식각 문턱에너지(etch threshold energy)가 이 전압 사이에 존재하여서 축방향 외부 자장을 가하는 경우 석영창의 손실이 거의 없을 것으로 예상되며 이는 4극 질량 분석기(quadrupole mass spectrometer)로 확인되었다. 석영창에서 주로 나올 것으로 예상되는 O<sup>+</sup>(m/e = 16), Si<sup>+</sup> or CO<sup>+</sup>(m/e = 28), SiF<sub>2</sub><sup>+</sup>(m/e = 66)등이 외부 자장이 없는 경우 인입 가스에서 생성되는 기본종(예를 들면 F<sup>+</sup>, CF<sup>+</sup>, CF<sub>2</sub><sup>+</sup>, CF<sub>3</sub><sup>+</sup>)의 신호와 거의 같은 수준이었으나 외부 자장이

가하였을 때는 거의 관측되지 않았다.

### 3.결론

평판형 유도 결합 플라즈마에 축방향 외부 자장을 가하여 준 경우, 다른 문제점을 제기함없이 용량 결합 성분이 감소함을 관측하였다. 또한 용량 결합 성분에 의해 주로 생기는 석영창의 손상이 거의 없어짐을 확인하였다.

### 참고문헌

[1]Y.Hikosaka, M.Nakamura and H.Sugai, Jpn.J.Appl.Phys., 33, 2157, 1994

[2]J.Hopwood, Plasma Sources Sci.Technol., 3, 460, 1994

[3]H.J.Lee, I.D.Yang and K.W.Whang, Plasma Sources Sci.Technol., *will be published*, 1996