

Cl₂/Ar 방전에서의 플라즈마 변수에 대한 이온과 라디칼 밀도 의존성 분석 Dependence Analysis of Radical and Ion Densities on Plasma Parameters in Cl₂/Ar Discharges

안충기[†], 권득철^{†*}, 유신재^{†*}, 김정형^{†*}, 윤남식[†]
Choong-Gi An[†], Deuk-Chul Kwon^{†*} and Nam-Sik Yoon[†]

[†] 충북대학교 Chungbuk National University
^{†*} 국가핵융합연구소 National Fusion Research Institute
^{††} 한국표준과학연구원 Korea Research Institute for Standard and Science

Abstract : Dependence of radical and ion densities on Plasma Parameters is theoretically investigated in Cl₂/Ar plasma discharges. Firstly, a set of reliable rate coefficients is obtained by direct calculations with cross section data set and by comparing them with previously reported values. Then, some global discharge simulations are performed for ICP(inductively coupled plasma) discharges and the results are compared with experimental results. Finally, the validated data set is used to analyze the dependence of radical and ion densities, which are usually not easy to be measured, on electron density and temperature.

Key Words : Cl₂/Ar discharge, Radical, Ion, Plasma parameters

1. 서 론

Cl₂/Ar 플라즈마 방전은 주로 Si 식각공정 장비 등에 응용되며, 방전의 결과 중성종, 활성종, 양이온, 음이온 등의 다양한 종들을 포함하는 플라즈마를 생성한다. 직접적으로 측정 가능한 종들이 매우 제한되어 있는 상황에서, 다양한 방전과정 및 플라즈마의 특성분석을 위한 공간평균 전산모사들이 이루어져 왔으며[1-3], 이들 전산모사들은 모두 실험적으로 측정된 산란단면적과 이를 기반으로 산출된 반응계수 값들을 기반으로 하고 있다. 그러나, 산란단면적으로부터 반응계수를 산출하는 방법과 전자의 에너지 범위에 따라 약간의 차이를 보이고 있으며, 본 연구에서는 우선적으로 직접적인 계산과 여러 그룹에서 발표된 계수 값들과의 비교를 통해 신뢰성 있는 반응계수들을 확보하였으며, 이를 기반으로 공간평균방전 전산모사를 수행하여 기발표된 실험결과[4]와 비교함으로써 산출된 반응계수들의 신뢰성을 검증하였다. 한편, 전자의 밀도 및 온도 등의 기본적인 플라즈마변수는 탐침 등을 통해 비교적 정확하고 직접적인 측정이 가능한데 비해서, 활성종 및 이온 등의 밀도에 대한 측정은 매우 제한적으로 가능한 상황이므로, 측정된 플라즈마 변수를 입력으로 하여 활성종과 이온의 밀도를 환산할 수 있는 기능의 프로그램은 매우 유용한 분석도구로 활용될 수 있을 것이다. 본 연구에서는 공간평균 전산모사 모델에서 정상상태를 가정하여 분석프로그램을 제작하였고, 이를 이용하여 의존성을 분석하였다.

2. 결과 및 토의

주로 Si 식각공정에 쓰이는 Cl₂/Ar 방전에서 활성종과 이온들의 플라즈마 변수에 대한 의존성을 확인하였다. 결과의 정확도를 높이기 위해 각 반응계수들과 직접 비교하여 신뢰성 있는 데이터를 확보 하였으며, 이를 이용하여 공간평균 방전 전산모사를 수행하고 발표된 실험결과와 비교하였다. 공간평균 모델의 정상상태 가정으로부터 활성종과 이온의 밀도를 전자 밀도와 온도의 함수로 표현하였고, 수치적으로 이를 풀어 그 의존성을 분석할 수 있는 프로그램을 제작하였다. 상대적으로 측정이 용이한 플라즈마 변수값으로부터 측정이 어려운 활성종 등의 밀도값을 환산할 수 있는 유용한 도구로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

감사의 글

본 연구는 한국표준과학연구원의 2010 연학협동연구사업의 연구비 지원에 의한 것입니다.

참고 문헌

- [1] ROGOFF et al., IEEE TRANSCCTIONS ON PLASMA SCIENCE, PS-14(2) 1986.
- [2] S Tinck, W Boullart and Bogaerts, J. Appl. Phys. 41 2008
- [3] Ellen Meeks and Jong Won Shon, IEEE TRANSCCTIONS ON PLASMA SCIENCE, 23(4) 1995
- [4] M. V. Malyshev and V. M. Donnelly, J Appl, Phys, 90(3) 2001

[†] 교신저자) 윤남식, e-mail: nsyoon@cbnu.ac.kr, Tel: 043-261-2420
주소: 청주시 흥덕구 개진동 12 충북대학교 전기공학부