

Modelling on Sheath Expansion of Two-dimensional Grid Electrodes

Changho Yi¹, Won Namkung², Moo Hyun Cho^{1,3}

¹Department of Physics, Pohang University of Science and Technology, ²Pohang Accelerator Laboratory,

³Division of Advanced Nuclear Engineering, Pohang University of Science and Technology

For two-dimensional grid electrodes immersed in plasmas, sheath expansion due to negative high-voltage pulse applied to the electrode generates high-energy pseudowave. The high-energy pseudowave can be used as ion beam for ion implantation. To estimate ion dose due to high-energy pseudowave, investigation on sheath expansion of grid electrodes is necessary. To investigate sheath expansion, an analytic model was developed by Vlasov equation and applying the 1-D sheath expansion model to 2-D. Because of lack of generalized 2-D Child-Langmuir current, model cannot give solvable equation. Instead, for a given grid electrode geometry, the model found the relations between ion distribution functions, Child-Langmuir currents, and sheath expansions. With these relations and particle-in-cell (PIC) simulations, for given grid electrode geometry, computation time was greatly reduced for various conditions such as electrode voltages, plasma densities, and ion species. The model was examined by PIC simulations and experiments, and they well agreed.

Acknowledgements

*This research was supported by National R&D Program through the National Research Foundation (NRF) of the Republic of Korea funded by the Ministry of Science, ICT & Future Planning (MSIP) (2009-0082506), BK21+ program through the NRF of the Republic of Korea funded by the Ministry of Education, and the MSIP of the Republic of Korea under the Korean ITER project.

Keywords: Sheath expansion, Ion implantation

연속 방출광 스펙트럼을 이용한 대기압 플라즈마의 전자온도 및 전자밀도 측정

박상후¹, 최원호¹, 문세연², 박재영³

¹KAIST 물리학과, 대전광역시 유성구 대학로 291,

²전북대학교 고온플라즈마연구센터, 전북 전주시 덕진구 백제대로 567,

³312 Palomar Avenue, La Jolla, CA 92037, U.S.A

기존의 저압 플라즈마에 비해 여러 장점을 가지는 중간압력 플라즈마 및 대기압 플라즈마는 수년 전부터 많은 관심을 받고 있으며 다양한 응용분야에서 활발히 이용되고 있다. 기초과학으로서의 플라즈마 측면뿐만 아니라 플라즈마 응용의 결과들은 플라즈마의 특성에 따라 좌우되므로 플라즈마 진단 역시 최근 플라즈마 연구에 중요한 부분을 차지하고 있다. 일반적으로 플라즈마 내의 모든 화학적 반응 및 물리적 반응에 있어 전자가 결정적인 역할을 하기 때문에 플라즈마 내의 전자의 정보를 대표하는 지표인 전자온도(n_e) 및 전자밀도(T_e)의 측정이 중요하다. 본 연구에서는 대기압 플라즈마에서 중성 원자와 전자의 상호작용에 의한 연속 방출광을 자외선-가시광 영역에서 측정하고, 이를 기반으로 n_e 및 T_e 를 측정하였다. 높은 압력에서 불완전 전리된 플라즈마는 이온화율이 낮고 중성원자의 밀도가 이온밀도보다 훨씬 높기 때문에 중성 제동복사(Neutral bremsstrahlung)의 방사도를 이용한 n_e 및 T_e 의 측정이 가능하다. 특히 아르곤 대기압 플라즈마에서 측정된 연속 방출광 스펙트럼의 자외선 영역(280 ~ 450 nm)에서는 중성 제동복사에 의한 연속 방출광뿐만 아니라 수소분자에 의한 dissociative 연속 방출광이 함께 존재하는 것이 확인되어 최종적으로 두 연속 방출광을 고려하여 정확한 n_e 및 T_e 를 측정할 수 있었다. 대기압 아르곤 축전결합방전에서 입력전력에 따라 전자온도는 2.5 eV로 유지되었으며, 전자밀도는 $(0.7 - 1.1) \times 10^{12} \text{ cm}^{-3}$ 범위에서 $j_d \propto n_e \propto P_{rf}$ 관계를 따르며 변화하는 것이 관찰되었다.

Keywords: 대기압 플라즈마, 전자온도, 전자밀도, 연속 방출광, 중성 제동복사