ECR イオン源における Xe プラズマ生成とイオンビームの最適化および照射系構築

Optimizing Xe plasma production and ion beams extracted from ECRIS, and constructing ion beam irradiation system

阪大院工，°大塚拓郎，萩野尚吾，津田悠登，渡辺拓人，竹田樹人，梅田洋志，大西広司，濱田滉太，加藤裕史
Osaka Univ., °T.Otsuka, S.Hagino, Y.Tsuda, T.Watanabe, T.Takeda, Y.Umeda, K.Onishi, K.Hamada, Y.Kato
E-mail: otsuka@nf.eie.eng.osaka-u.ac.jp

[はじめに] ECR プラズマを用いたイオンビーム生成は, がん治療をはじめとした医学分野など多くの分野で応用がなされている．大阪大学の ECR イオン源では，質量の軽いイオン(He，Ne)から重いイオン(C_{60})まで多種多様なイオン種を一台で効率よく生成するイオン源の構築を目指している．また，中間領域である Xe イオンビームは現在人工衛星のイオンエンジンとして応用されている．イオンエンジンは長時間駆動による摩耗が課題であり，シミュレーションなどで耐久性に関する研究が広く行われている．そこで本研究では，実際に Xe イオンビームをエネルギーと Dose 量の制御可能なイオンビーム照射系(Ion beam irradiation system:IBIS)を構築し，Xe イオンビームの各種サンプルへのダメージを定量的に評価する．

[実験方法]実験を行った ECR イオン源装置全体図を Fig.1(a) に示す．Xe ガスと 2.45GHz のマイクロ波を第 2 ステージに導入し，10^{-3}Pa から 10^{-4}Pa の動作圧力で Xe プラズマを発生させる．引き出し電極は，3 枚の単孔電極 PE， E1， E2 から構成され，各電極に印加される電圧を V_{PE}，V_{E1}，V_{E2} とする．E1 は独立で-5kV から 10kV の範囲で変化させ最適化を行い，E2 はグランドに接続されている(V_{E2}＝0kV)．また，分析磁石により質量分離されたイオンビーム電流の価数分布(Charge State Distribution:CSD)測定を FC(51mm φ)で行う．さらに下流には IBIS を構築している．Fig.1(b)に IBIS の側面図を示す．ワイヤープローブ，FC_{IBIS}(20mm φ)による計測が可能であるイオンビーム計測部と試料へイオンビーム照射を行うロードロック部により構成されている．イオンビーム照射位置における電流値は FC_{END}(20mm φ)により計測を行う．

[実験結果]Fig.2 に各 FC における Xe イオンビームの CSD を示す．それぞれの CSD において Xe^+で最適化を行っている．FC へ捕集される底面積の違いにより電流値が減少しているが，同じ底面積である FC_{IBIS} と FC_{END} においては電流値がほとんどロスなく計測できていることが分かる．Fig.3 は FC で計測した Xe1 価のイオンビームにおける V_{PE} の依存性である．低エネルギーにおいては空間電荷の効果により効率的な輸送ができていないことが分かる．そこで今回高エネルギーで輸送し減速を行う照射系の構築を行う．本公演では，基礎実験として Si 基板へ Xe イオンビームを照射させ評価し，その結果を報告する予定である．

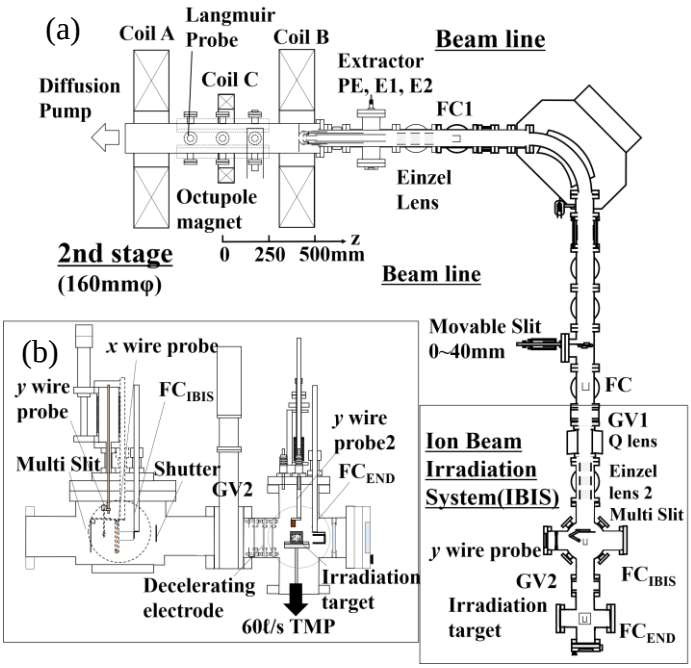

Fig.1 (a) ECR イオン源上面図 (b) IBIS 側面図

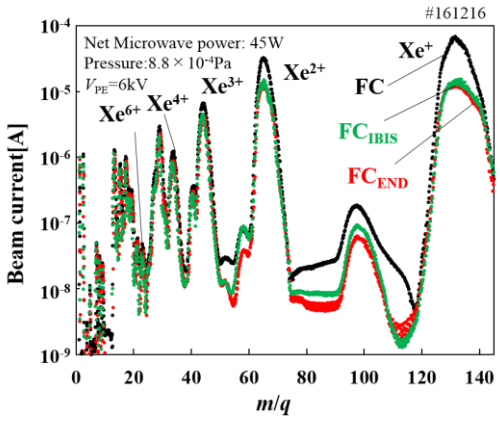

Fig.2 各 FC における Xe イオンビームの CSD 比較

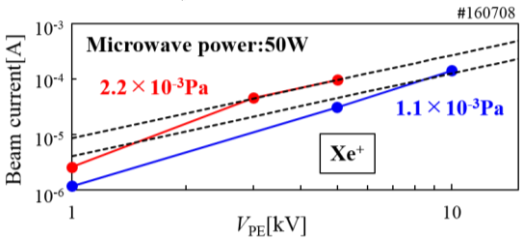

Fig.3 Xe1 価の電流値における V_{PE} 依存性