

電子サイクロトロン共鳴イオン源における動作条件と イオンビーム減速特性およびプロファイル

Deceleration Characteristics and X-Y Beam Profiles and Ion Beam Operating Conditions of ECRIS

阪大院工 °佐藤滉一, 針崎修平, 久保渉, 大和田一誠, 津田知輝, 加藤裕史

Osaka Univ., °K. Sato, S. Harisaki, W. Kubo, I. Owada, K. Tsuda, and Y. Kato

E-mail: k.sato@nf.eie.eng.osaka-u.ac.jp

【はじめに】人工衛星の電気推進機はXeイオンを電界で加速させ、噴射することで推進力を得ている。10-15年の長期運用の衛星設計においては、電気推進機から放出される低エネルギーイオンビームによる積算損耗が問題となる。低エネルギーのイオンビームに対するスパッタリング量は理論式と異なる場合があるため、実験的に評価をする必要がある。本研究の電子サイクロトロン共鳴イオン源(Electron Cyclotron Resonance Ion Source: ECRIS)では、多価イオンを効率的に生成可能であるという利点を生かし、1価および多価イオンの当該材料への照射実験の適用を目指している。本研究では、減速時のドーズ量を確保するため高電圧でビームを引き出し、かつ輸送し、ターゲット直前で減速する。異なる動作条件においてイオンビーム減速特性並びにビームプロファイルと比較した。本講演では、これらの詳細について報告する。

【実験方法】本実験では、真空チャンバー内部にArおよびXeガスと2.45GHzのマイクロ波を導入し $10^{-3}\sim 10^{-4}$ Pa程度の動作圧力でプラズマを生成する。三枚の単孔電極PE, E1, E2から構成されている引き出し電極によりイオンビームとして引き出す。引き出されたビームは分析磁石により質量分析を行うことでビームライン上のファラデーカップ(FC)で質量価数分布(Charge State Distribution: CSD)を計測する。[1] ビームライン下流側にはイオンビーム照射系(Ion Beam Irradiation System: IBIS)を構築している。IBISはエミッタンス測定を行うイオンビーム計測部と、ターゲットへイオンビーム照射を行う照射部により構成されている。[2] 照射部は減速電圧を任意に印加でき、これによってイオンビームを減速させる。後端のFCiで電流測定を行い、さらに、二軸(X-Y) Mo製ワイヤプローブ(0.5mmφ)で二次元のビームプロファイル測定および照射実験に必要な電流密度とドーズ量の見積もりを行う。また、ケーシングにより二次電子の影響を抑える。[3]

【実験結果と今後について】Fig.1はXe⁺が支配的となる高圧力の動作条件におけるXe⁺²⁺イオンビーム電流の減速特性である。下図はイオンビームのエネルギーが0付近の拡大図である。10keVからビームを減速させるとビーム電流は減少し始め、途中減少が緩やかとなる領域が存在し、1keV未前で急速に減少する。Fig.2はXe⁺でのビームプロファイル測定の結果である。減速時(200eV, 100eV)でのプロファイル測定から照射実験に十分な電流密度及びドーズ量をもつことが判明した。今後は動作条件を変更した減速特性及びプロファイル測定を行いプラズマ内部パラメータと動作条件との比較を行う予定である。また、衛星構成材料への照射実験も行う予定である。

[1] k.okumura, et, al, Rev.

sci. Instru. 91, 023311(2020)

[2]奥村一起, 他第66回応用物理学学会春季学術講演会(2019)

[3]佐藤滉一, 他第81回応用物理学学会秋季学術講演会(2020)

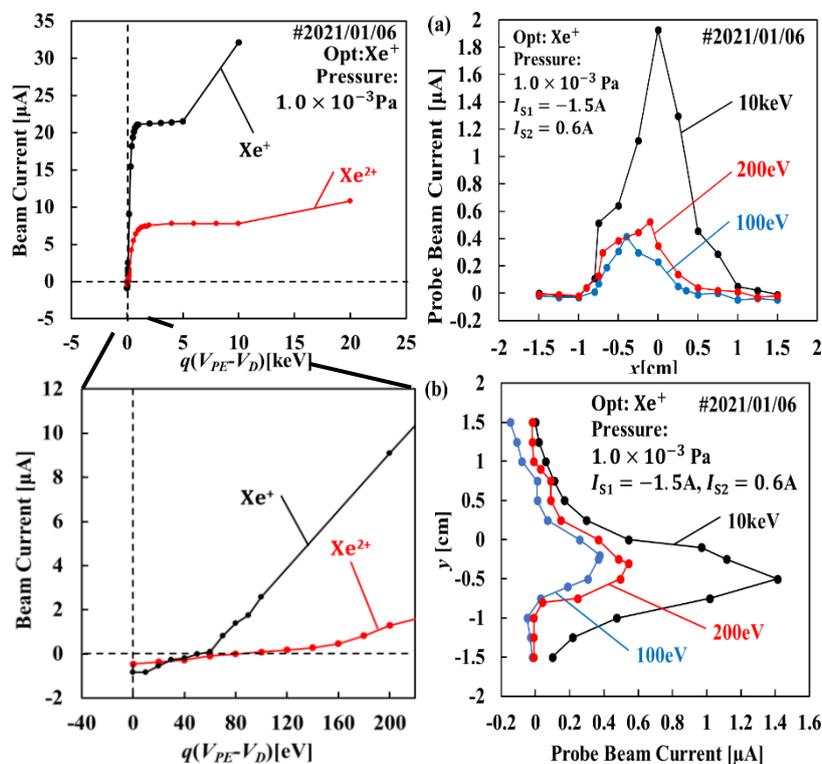


Fig.1 Xe^{q+}イオンビーム減速特性 Fig.2 Xe⁺ビームプロファイル