

電気推進機の構成材料損耗評価用 Ar/Xe イオンビームの減速時における 二軸ビームプロファイル測定

Measurements of Decelerated Ar/Xe Ion Beam Profiles with X-Y Wire Probe for Evaluating Sputtering Yield of Satellite Materials at Low Energy Region

阪大院工 °佐藤 滉一, 奥村一起, 針崎修平, 久保 渉, 大和田一誠, 津田知輝, 加藤裕史

Osaka Univ., °K. Sato, K. Okumura, 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。二軸ワイヤプローブを作製し、 Ar^{q+} および Xe^{q+} で減速時の測定を行った。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 $10^{-3}\sim 10^{-4}\text{Pa}$ 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(Fig.1(a)参照)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、後端の FCi で電流測定を行い、さらに、Mo 製二軸ワイヤプローブ(0.5mm ϕ)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。(Fig.1(b)参照)

【実験結果】Fig.2 に Ar^{+2+} イオンビーム電流のビームエネルギー依存性を示す。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。減速時における Ar^{+2+} イオンビーム電流の測定結果においては、エネルギーが下がるにつれ電流値が徐々に減少していき、100~200eV 付近で急激に減少する。二軸ワイヤプローブを用いたビームプロファイル測定においては減速時(100~200eV)の二次元のビームプロファイル測定が可能であることが判明し、高精度のドーズ量の評価が可能である。今後は様々な材料へ照射実験を行う予定である。本講演では、二軸ワイヤプローブの詳細、減速実験、Xe,Ar のイオンビームプロファイルの結果の詳細について報告する。

[1] T. Takeda, et al, 22nd IIT, IEEE Conference Publication, pp.203-206 (2018)

[2]奥村一起, 他 第 66 回応用物理学会春季学術講演会(2019)

(a) Beam irradiation part (b) X-Y Probe and FCi with casing in detail

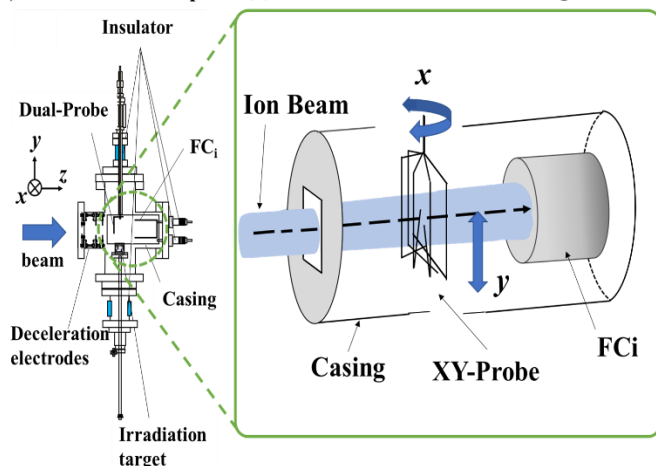


Fig.1 IBIS 照射部概略図

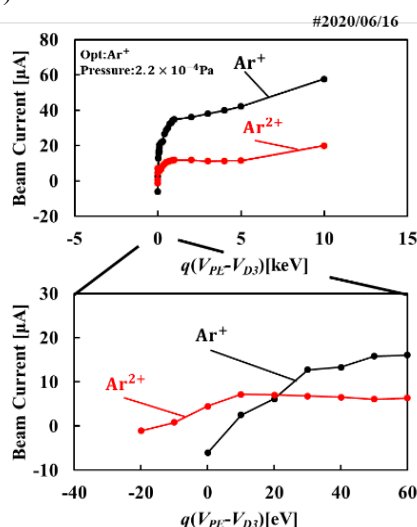


Fig.2 減速時のイオンビーム電流測定