

電子サイクロトロン共鳴イオン源の相異なるマイクロ波給電法による効果の比較

Comparison between Semi-Dipole Antenna along to Mirror Axis and Rod one from Side-Wall on ECRIS's Performance

阪大院工 °久保渉, 大森貴之, 奥村一起, 針崎修平, 加藤裕史

Osaka Univ., °Wataru Kubo, Takayuki Omori, Kazuki Okumura, Shuhei Harisaki, and Yushi Kato

E-mail: w.kubo@nf.eie.eng.osaka-u.ac.jp

【はじめに】多様な領域で利用される ECR イオン源の真空容器へのマイクロ波導入の位置は開発初期から経験的に定められており、未だ改善の余地があると考えられる。近年、我々は多価イオンビーム生成の高効率化を目指し、ECR プラズマ中でのマイクロ波の伝搬特性を踏まえた新たな加熱機構を検討してきた[1, 2]。今回は、ECR 加熱を引き起こす磁場に沿った右回り偏波(R-wave)のプラズマ中での伝搬特性に着目したマイクロ波導入方法の提案を行う。R-wave はプラズマ中で磁力線に平行な伝搬方向および磁界に垂直な電界方向を持つ。本研究では、テーパー型の同軸セミダイポールアンテナを磁力線が ECR 領域へと伸びている装置の中心軸上に設置し、その性能を従来の装置側面からのロッドアンテナによる給電方法で引き出されたイオンビームを比較する実験を行った。

【実験方法】今回実験をおこなった ECR イオン源の概略を Fig. 1 に示す。この ECR イオン源は直径 160mm、長さ 1054mm の円筒型真空容器、八極磁場を形成する 4 つの永久磁石、2 つの大型ミラーコイル A, B、および共鳴領域の制御を行う補助コイル C にて構成される。真空容器の中心を原点として円筒の中心軸を z 軸、鉛直上方を y 軸とする。2 台のマグネトロンで生成されたマイクロ波はそれぞれ $z=175\text{mm}$ の位置の上部ポートから挿入されたロッドアンテナと z 軸上の $z=-448\text{mm}$ に挿入された同軸セミダイポールアンテナから導入できる。強磁場領域の $z=-448\text{mm}$ から低磁場領域への導入は R-wave をカットオフのないホイッスラーモードで ECR 領域へ伝搬させることが狙いである。本実験では二つの給電方法の場合に 10kV で引き出されたイオンビームの CSD を取得し、マイクロ波パワー依存性を比較した。また z 軸方向の R-wave の伝搬を推測するため内部のプラズマパラメータの取得も試みる。

【実験結果】Fig. 2 は従来の方法と新しい方法によるマイクロ波給電により引き出される全イオンビームの合計(a)とその CSD(b)の比較である。赤と黒のプロットはそれぞれ新しい給電方法と従来の給電方法によるものである。新しい方法は高いパワーにおいて、より安定的なイオンビーム量の増大傾向が見られた。しかし低パワーにおける電流量は従来の給電方法の方が高いという結果が得られた。本公演では $z=175\text{mm}$ と $z=-175\text{mm}$ における $y=0\sim 50\text{mm}$ のプラズマパラメータのプロファイルやアンテナの最適化についても述べる予定である。

[1] 濱田滉太, 他 第 66 回応用物理学会春季学術講演会(2019)

[2] 西岡田卓也, 他 第 63 回応用物理学会春季学術講演会(2016)

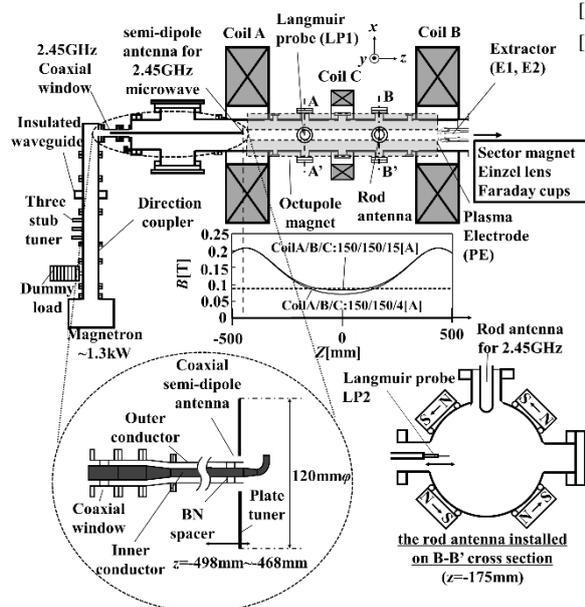


Fig. 1 実験装置図

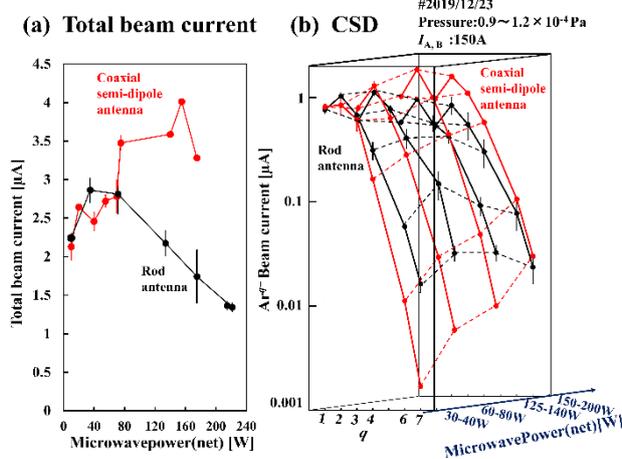


Fig. 2 Ar イオンビームの合計電流(1~4, 6, 7 価)(a)と CSD(b)