

C₆₀ イオン生成用低パワーマイクロ波源を用いた ECR プラズマ生成

Production of ECR plasma and C₆₀ ion beam with 1.30/2.45GHz-band wireless microwaves source

阪大院工¹ ○渡辺拓人, 大塚拓郎, 萩野尚吾, 津田悠登, 加藤裕史

Osaka Univ., ○T.Watanabe, T.Otsuka, S.Hagino, Y.Tsuda, Y.Kato

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

【はじめに】 電子サイクロトロン共鳴(Electron Cyclotron Resonance :ECR)イオン源は宇宙推進用スラスターや重粒子線がん治療など様々な領域で応用されている。近年 ECR イオン源を用いた、高感度な造影剤として期待されている鉄内包フラーレンなどといった原子内包フラーレンの生成が注目されている。本グループでは過去にフラーレン用蒸発源の作製とその性能評価に対する報告を行っている.[1][2] フラーレン分子は ECR プラズマ中で生成される高温電子との衝突によって容易に解離するため、低マイクロ波パワーにおける精密な制御が求められる。そこで数十 W から数 W 程度での安定した動作が可能なマイクロ波源として汎用的に用いられている無線機を用いての ECR プラズマ生成を行った。

【実験方法】 今回 1.3GHz 帯と 2.45GHz 帯の周波数帯を持つ無線機によるマイクロ波を高真空度の ECR イオン源内に導入するにあたり、セミダイポールアンテナを作製した。無線機のマイクロ波によるプラズマ生成の実験を行ったタンデム型 ECR イオン源の第2ステージの概略図を Fig1 に、作製したアンテナの概略図を Fig.2 に示す。大阪大学のタンデム型 ECR イオン源の第2ステージは、内径 160mm 長さ 1054mm の円筒型真空容器、8 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 と B、及び共鳴領域の制御を行う補助コイル C にて構成される。通常はマグネトロンより生成される 2.45GHz マイクロ波を、矩形導波管、同軸窓を通して Ti ロッドアンテナ(Fig1.B)にて導入し、プラズマを生成する。また、無線機から同軸ケーブルを経て補助コイル C の隣に位置する電流導入端子に接続し、作製したアンテナ(Fig1.A, Fig2)にマイクロ波を導入、プラズマを生成することも可能である。さらに、3 つの電極 PE,E1,E2 とアインツェルレンズに電圧を印加することで加速と収束を行い、分析磁石にて質量分析を行ったビームを、ビームライン後端のファラデーカップ(FC_{end})にて計測する。これによりイオンビームの電流値を測定し、質量/価数分布(Charge State Distribution:CSD)を得る。

【実験結果】 1.30GHz および 2.45GHz の無線機によるプラズマは数 W 程度のパワーで安定に放電維持が確認された。2.45GHz の無線機を用いて生成した C₆₀ プラズマの典型的な CSD を Fig.3 に示す。無線機は 0.1~10W 程度のパワー領域で精密な電力制御性を持つ。C₆₀ は解離しやすいため低パワーでの制御が求められるが、無線機を用いることで容易に C₆₀ の多価イオンを生成できる。本公演では、無線機とマグネトロンを用いて生成された C₆₀ プラズマについての比較と考察、また電力供給用アンテナの改良と引出電極に対向した位置に設置したプレートチューナーの位置に対する電流量依存性についての発表を行う予定である。

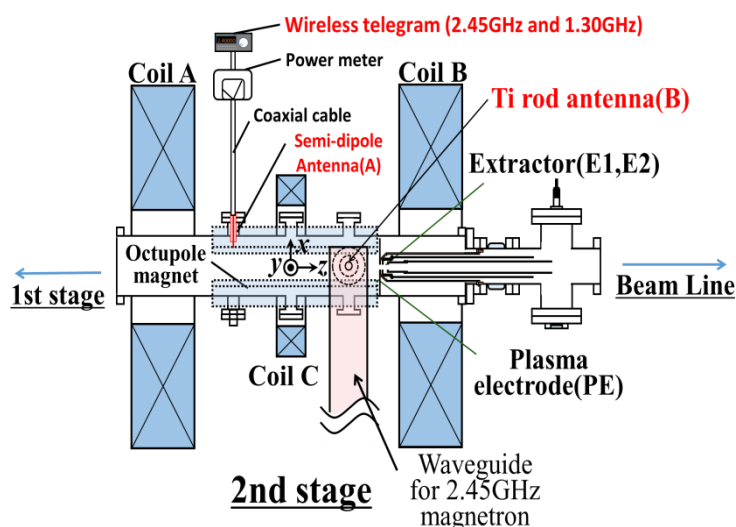


Fig1. タンデム型 ECR イオン源第2ステージ概略図

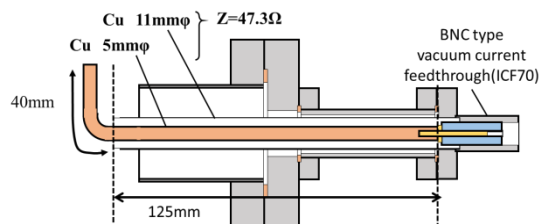


Fig2. 無線機用アンテナ概略図

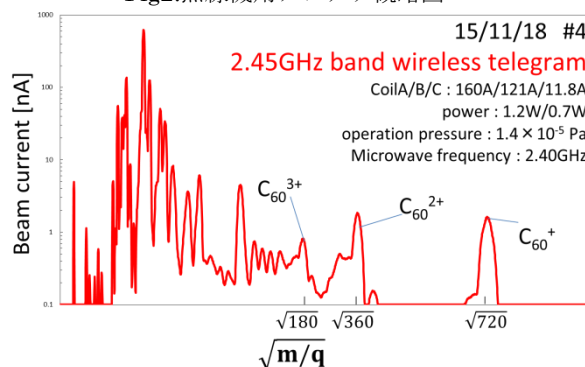


Fig3. 無線機による C₆₀ プラズマ質量価数分布

[1] 長家知生, 他 第 76 回応用物理学会秋季学術講演会(2015)

[2] 長家知生, 他 第 63 回応用物理学会春季学術講演会(2016)