

2.45GHz ECR プラズマへの 4-6GHz X モード導入実験の最適化

Optimizations of 4-6GHz X-mode microwave injection experiment into 2.45GHz-ECR plasma

阪大院工¹ ○濱田滉太, 大西広司, 竹田樹人, 大森貴之, 奥村一起, 加藤裕史

Osaka Univ., [○]K.Hamada, K.Onishi, T.Takeda, T.Omori, K.Okumura, and Y.Kato

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

【はじめに】 これまでに私たちの ECR イオン源では多価イオン生成の効率化を目的として, 低マイクロ波パワーにおけるマイクロ波の固有モードの検証[1]や磁場に対して垂直方向に伝播する異常波(X モード)による新たな共鳴現象である高域混成周波数共鳴(UHR)の効果[2]などのマイクロ波に関する実験を行ってきた. ところが 2018 年 6 月に起きた大阪北部地震によって本装置がダメージを受け, 実験の中断を余儀なくされた. この地震により, ECR イオン源を構成する真空容器がダメージを受けたため, これを機に 4-6GHz X モードのマイクロ波導入に焦点を置き, 真空容器を含む様々な実験装置の改良を行った.

【改良点】 改良前後の ECR イオン源の概略図を Fig.1 に示す. 改良点は, コイル中心の位置に八極磁石を配置するために磁石の長さを従来よりも 350mm 長くしたことである. これにより, 径方向の閉じ込め磁場が強くなるため, プラズマ密度が大きくなり, より X モード実験に適することが期待される. また真空容器の中心から $\pm 300\text{mm}$ の位置に ICF34 のポートを取り付け, 試料を堆積させるためのサンプルやマイクロ波を導入するアンテナを様々な箇所から設置が可能となる.

【予備実験】 新 ECR イオン源を用いて高域混成周波数共鳴の実験を行うことを考えており, Fig.1(a)(b)下図には 2.45GHz と 5.7GHz を用いた場合での x - z 断面における ECR 領域や UHR 領域などの位置を示している. このシミュレーションの際に用いた密度分布は過去の測定で計測した結果を用いており, 改良後では上述の通り密度の増加が考えられるため, 改良後では密度を 50% 増加した場合を考えている(Fig.1(b)下図). しかし, 各領域の位置をより正確に考えるためには新 ECR イオン源において密度を測定する必要がある. そこで, 軸方向のプラズマパラメータを測定できる全長約 2000mm のラングミュアプローブ(LP3)を作製した. このプローブの可動域は $z = -476\text{mm} \sim 56\text{mm}$ である.

【実験結果】 この作製した LP3 の動作確認を行うために, 仮構築装置でほぼ同位置に取り付けているプローブ LP1 を用いてプローブ特性の比較を行った. その結果, 電子密度および電子温度は同程度の値を得ることができ, LP3 の健全性を相対的に確認することができた. 本講演では, 新 ECR イオン源におけるマイクロ波導入系の結果について述べる予定である.

[1] 濱田滉太, 他 第 65 回応用物理学会春季学術講演会(2018) [2] 西岡田卓也, 他 第 63 回応用物理学会春季学術講演会(2016)

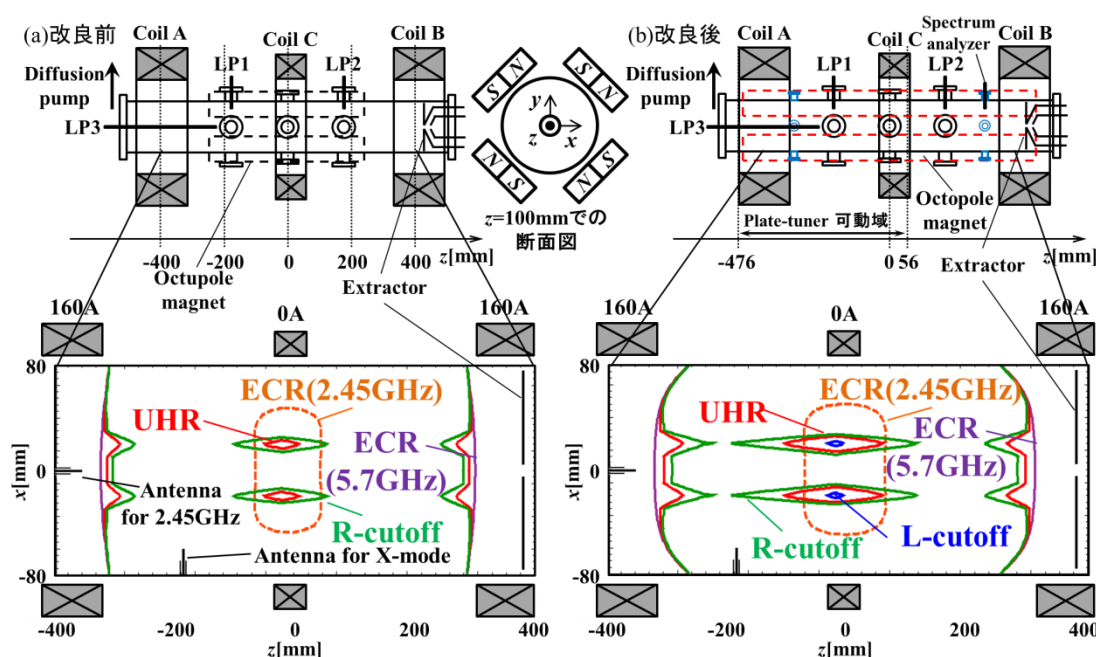


Fig.1 改良前(a)と改良後(b)の ECR イオン源および共鳴領域の位置関係