

鉄内包フラーレン気相実験時の極低パワーマイクロ波条件での プラズマパラメータ測定と装置改良

Measurement of Plasma Parameters under Extremely Low Power Microwave Conditions for Experiments Synthesizing Iron Endohedral Fullerene in Gas Phase and Device Improvements

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

Osaka Univ., °K. Onishi, K. Hamada, T. Takeda, T. Omori, K. Okumura, and Y. Kato

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

【はじめに】近年、電子サイクロトロン共鳴イオン源(Electron cyclotron resonance ion sources: ECRIS)が注目され、重粒子線がん治療や宇宙推進など、多岐にわたる分野で応用されている。本研究グループでは高感度な造影剤としての利用が期待されている鉄内包フラーレンの気相中での合成を目指しており、これまでにフラーレンイオンビームを生成し、その動作圧力依存性を調べている。またチタンのゲッターリング効果により不純物を減らす試みも行っている[1, 2]。ところが大阪北部地震により ECRIS のあらゆる部分が損傷したため、これを機に装置の様々な改良を行った。また予備実験でマグネトロンおよび無線機で生成したプラズマの電子温度、電子密度の径方向分布の測定を試み、初めて鉄内包フラーレン実験時の極低パワーマイクロ波で生成したプラズマの測定に成功した。また誘導加熱(Induction Heating: IH)鉄蒸発源の改良を行った。

【装置改良と予備実験】Fig.1 に改良前後の ECRIS を示す。新チャンバーにはサンプル採取のため $z=300$ の位置に ICF34 のポートを取り付けた。また鉄内包フラーレン実験では高真空が必要であるため、油拡散ポンプ(Diffusion Pump: DP)からの接続管の径を大きくし、真空のコンダクタンスを良くしている。予備実験は改良前の ECRIS で行った。磁場は大型ミラーコイル A, B と補助コイル C, および八極磁石で形成する。マイクロ波の導入方法は 2 つあり、マグネトロンからは 2.45GHz のマイクロ波を 50W, 無線機から 2.4 GHz のマイクロ波を 0.8W(high power), もしくは 0.3W(low power)導入しプラズマを生成する。生成したプラズマは Langmuir Probe 1, 2(LP1, 2)で計測する。LP1 はマグネトロンプラズマ測定用で $z=-175$ mm に位置し、直径は 0.25mm である。LP2 は無線機プラズマ測定用で $z=175$ mm に位置し、直径は 0.5mm である。また改良前後の IH 鉄蒸発源断面図を Fig.2 に示す。蒸発源にはステンレスの寸切り、軸方向のシールドが用いられていたため、これを高融点材料のモリブデン (図中の赤) に変更した。

【実験結果】Fig.3 に測定した電子温度、電子密度を示す。無線機で生成したプラズマはマグネトロンよりも中心部の密度が 2 桁から 3 桁低い結果を得た。さらにフラーレン実験時の磁場に変更したところ、中心部の密度が上がる結果を得た。本公演ではこれらに関して詳しく述べる予定である。また今後新 ECRIS を組み上げ、鉄内包フラーレン合成実験を行う予定である。

[1] 大西 広司, 他 応物理学会春季学術講演会(2018) [2] K. Onishi, et.al, 22nd IIT

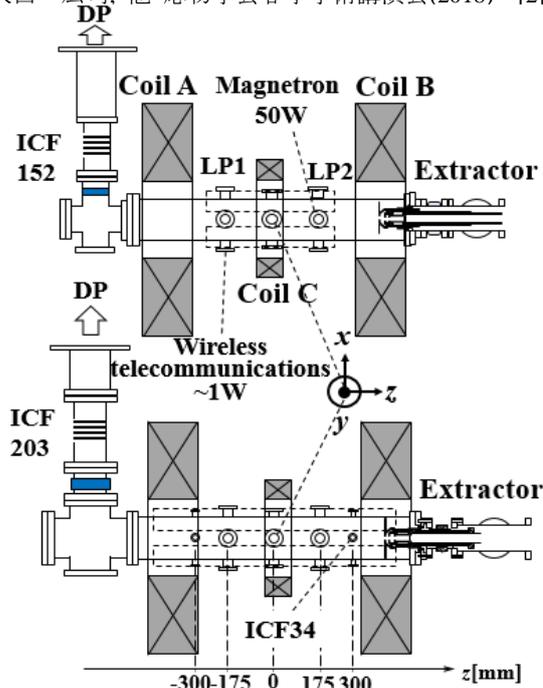


Fig.1 ECRIS イオン源, 改良前 (上) と改良後 (下)

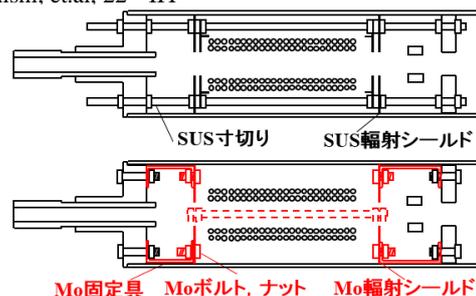


Fig.2 IH 鉄蒸発源, 改良前 (上) と改良後 (下)

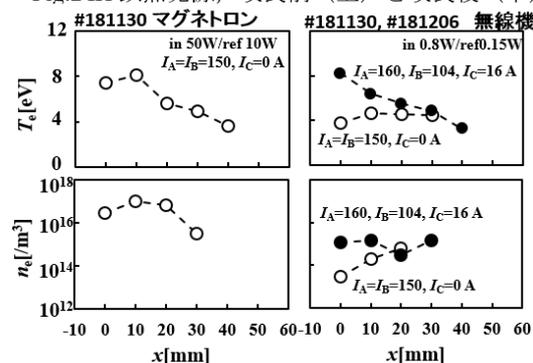


Fig.3 プラズマの電子温度, および電子密度