

電子サイクロトロン共鳴多価イオン源における 単純ガスミキシング効果

Simple Gas Mixing Effects on Electron Cyclotron Resonance Multicharged Ion Source

阪大院工 °津田知輝, 針崎修平, 久保渉, 大和田一誠, 佐藤滉一, 加藤裕史

Osaka Univ., ° K.Tsuda, S.Harisaki, W.Kubo, I.Owada, K.Sato and Y.Kato

E-mail: k.tsuda@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)プラズマを用いたイオンビーム生成は加速器物理学や重粒子線がん治療など、様々な分野で応用されている。多価イオンビームは加速器のコストなどの面から、収量の増加が望まれている。ECRIS では多価イオン生成効率向上のために、各種の経験的方法が用いられている[1]。その中で我々は軽 z ガスミキシングに注目し、その効果をさらに能動的に高める方法を模索することを目的とする。その一環として、まずは基本となる本装置での当該方策の効果を調べることにした。

【実験方法】Fig.1 に ECRIS の概略図を示す。チャンバーの中心を原点とし、中心軸方向を z 軸とする。チャンバー内に Ar ガスを導入し、ミキシング時には軽 z ガスとして He を使用した。これらのガスはマスフローコントローラ(MFC)で導入している。He の混合比を変化させ、Ar および Xe の多価イオンビームに対する最適な条件を探った。磁場はミラーコイル A, B, C および八極磁石で構成し、ECR の共鳴領域をミラーボトム付近に形成している。2.45GHz のマイクロ波はチャンバー側面上側($z=175\text{mm}$)のロッドアンテナで導入している。生成したイオンを 3 枚の電極 PE, E1, E2(印加電圧 V_{PE} , V_{E1} , V_{E2})から構成されている。 V_{PE} に 10kV の電圧を印加することでイオンビームとして引き出す[2]。イオンビームはアインツェルレンズの電圧 V_{el} で収束し、分析磁石により質量/価数(m/q)電荷分離させ、ファラデーカップで Ar^{q+} の電流 I_{q+} を捕集した。また、生成されたプラズマの電子密度 n_e および電子温度 T_e はチャンバー上流側のラングミュアプローブ LP1($z=175\text{mm}$)、下流側の LP2($z=300\text{mm}$)により測定が可能である。

【実験結果】本実験では全圧を $3.0 \times 10^{-4}\text{Pa}$ で一定の下、コイル A, B の電流値 $I_{A,B}$ が 150A, マイクロ波の入射電力が 100W となるよう設定した。また、コイル C の電流値 I_C , 電極電圧 V_{E1} , および V_{el} を調整し、 Ar^{6+} で最適化を行った。Fig.2 に I_{q+} の混合比依存性の結果を示す。He を導入することにより、Ar の 1 価から 5 価はビーム電流量に大きな変化がない、または減少しているのに対し、 Ar^{6+} は収量が増加し、He の割合が 40% のとき、最大値をとること確認した。75% においては、 Ar^{6+} のビームが不安定になり、He を導入していない結果よりも低い値となった。今後、ガス種や圧力等を変更しつつ、さらに詳細な実験を行い、本装置における基本的なガスミキシング効果の影響について模索する予定である。

[1]A.G.Drentje, *et.al*, Rev.Sci Instrum.**77**,03B701(2006)

[2]Kazuki Okumura, *et.al*, Rev.Sci. Instrum.**91**,023311(2020)

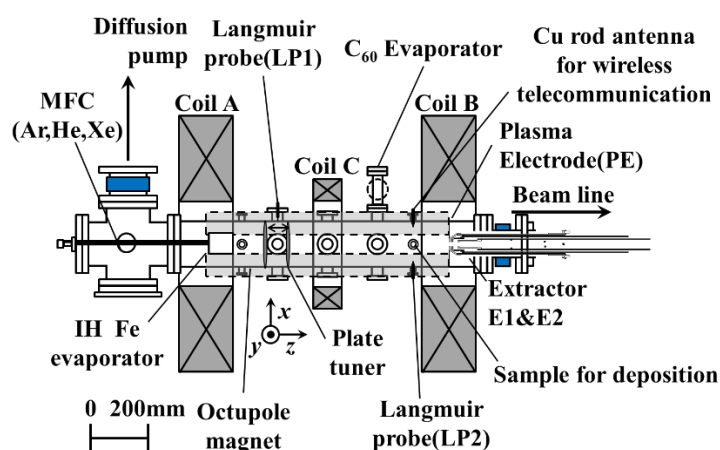


Fig.1 ECRIS の概略図

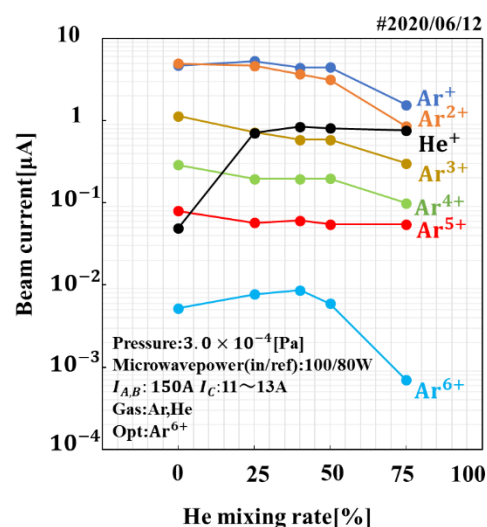


Fig.2 Ar と He の混合比依存性