

負イオン崩壊に關与する粒子の檢証 Verification of particles involved in negative hydrogen ion collapse

渡井雅巳, 平岡勇人, 藤井柁志, 巽優祐, 高森暁, 森永悠太, 吉田雅史, 大原渡
M. Watai, Y. Hiraoka, M. Fujii, Y. Tatsumi, S. Takamori, Y. Morinaga, M. Yoshida, W. Oohara

山口大院創成
Yamaguchi Univ.

1. 研究目的

水素プラズマをAlプラズマグリッド(Al-PG)へ照射して, その引出し孔内で水素負イオンを生成している. 制御グリッド(CG)を通過した下流域において, 正負イオンから成るイオン性プラズマが形成される. 通過直後の局所空間において, 負イオンが崩壊して電子に置き替わる現象が測定された[1]. CG通過後のイオン性プラズマに高周波電場を印加することで, 崩壊に關与する粒子を破壊させて, 磁場偏向型質量分析器で荷電粒子の存在比率の変化を測定して, 關与する粒子種を調べることを目的とする.

2. 実験装置

熱陰極直流アーク放電によって生成された水素プラズマ(水素ガス圧0.1 Pa, 放電電力700 W)を, Al-PG(孔径13 mm, 直流電圧 V_{PG} 印加)に照射されている(図1). Al-PG通過後10 mm後方に, CG(孔径13 mm, 直流電圧 V_{CG} 印加)が設置されている. CGには電子偏向除去用の磁石が設置されている. 続いて, 平行平板電極(間隔10 mm, 幅10 mm, 電位差 V_{des})によって, 高周波電場をプラズマへ印加する. 引出し電極(孔径7 mm, 直流電圧 V_{EXG} 印加)を通過した荷電粒子の質量分析を行った.

3. 実験結果

CGを通過したプラズマに高周波電場を印加して, H^- 質量スペクトルの変化を図2に示す($V_{PG} = +2$ V, $V_{CG} = +10$ V, $V_{EXG} = +500$ V, $V_{an} = +150$ V, $V_{des} = \pm 20$

V). 高周波電場を印加してもスペクトルに変化はなく, 典型例として1 MHzの場合の結果を示している. ある特定の周波数帯(3.5 MHz近傍)の高周波電場を印加すると負イオンスペクトルがブロードになることが明らかになった. この周波数帯において, 高周波電場によって負イオンが加熱されて, スペクトルがブロードになった可能性がある. また, スペクトルの積分値 $\int I_c(B_d) dB_d$ (ΣI_c)を図2上部に示している. 3.5 MHzの負イオンフラックスは, 1 MHzの場合に比べて半分程度に減少している. 加熱されて軌道が変わり他電極で衝突損失した, H^- が崩壊して減少した, などの可能性が考えられる.

同様の電極配置をした他装置の実験において, CGを通過した直後のプラズマをラングミュアプローブで測定したところ, Al-PGより負イオンを引出し加速すると負イオン崩壊する現象が確認された. 高周波電場を用いなくても, V_{CG} によっては負イオン崩壊する可能性があることを示唆している. しかし, この程度の直流電場では負イオン崩壊しないことは, 中性粒子入射加熱開発においてよく知られていることである. 正イオンと負イオンが混在するAl-PG孔内において, 負イオン引出し条件によっては崩壊しやすい状態の負イオンが存在すると予想される. V_{CG} と高周波電場による崩壊促進の関係を明らかにする予定である.

[1] W. Oohara, N. Anegawa, M. Egawa, K. Kawata, T. Kamikawa, Phys. Plasmas **23** (2016) 083518.

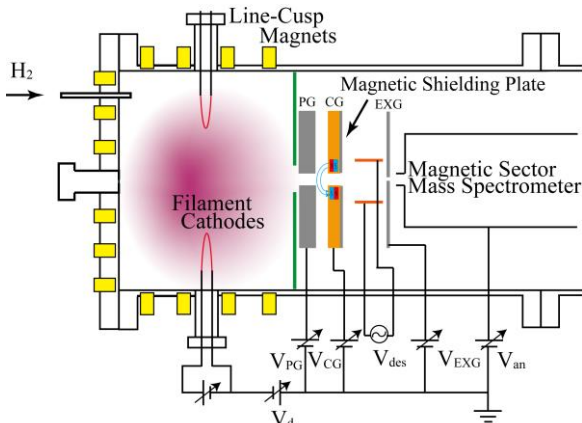


図1: 実験装置.

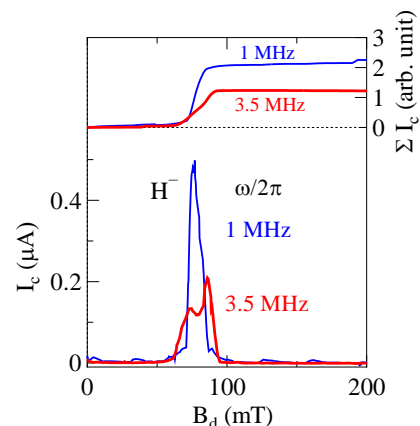


図2: H^- 質量スペクトルの高周波電場依存.