

負イオン崩壊に伴う荷電粒子エネルギースペクトルの変化 Changes in energy spectra of charged particles owing to negative-ion decay

紀幸志郎, 岡田義久, 河野義範, 兼峯渉, 濱本康平, 前田哲志, 吉田雅史, 大原渡
K. Kino, Y. Okada, Y. Kono, S. Kanemine, K. Hamamoto, S. Maeda, M. Yoshida, W. Oohara

山口大
Yamaguchi Univ.

1. 研究目的

分子状正イオンを含む正負イオンのみから構成される水素イオン性プラズマを生成している。プラズマ密度を高めるために、高エネルギーの正イオンを重畳した[1]。アルミニウム製プラズマグリッド (Al-PG) を通過した負イオンは、下流域で崩壊する。ここで正イオンのエネルギー分布には、ブロードな成分が存在する。制御グリッド(CG)を追加して、Al-PG-CG間に電場を印加して、負イオンを能動的に崩壊させる。負イオン崩壊の有無によって、正イオンのエネルギースペクトルに及ぼす影響を調べることが目的である。

2. 実験方法

熱陰極直流アーク放電により、水素ターゲットプラズマ (基準電位: 0 V) と水素ドライバープラズマ (基準電位: V_{driver}) を生成する。また2つのプラズマは、 $V_{\text{gt}} = -20$ V が印加された分離グリッドによって仕切られている。 $V_{\text{driver}} > 0$ V にすると、ドライバープラズマ中の正イオンが分離グリッド付近で加速されて、ターゲットプラズマへ入射される。電子偏向磁石を埋め込んだ Al-PG (V_{PG} 印加) 表面で水素負イオンを生成する[2]。CG (V_{CG} 印加) によって電場を印加している。CG 近傍にも偏向磁場が印加されている。Langmuir probe によって負イオンの崩壊条件を調べて、静電セクターエネルギー分析器によって荷電粒子のエネルギー分布を調べた。

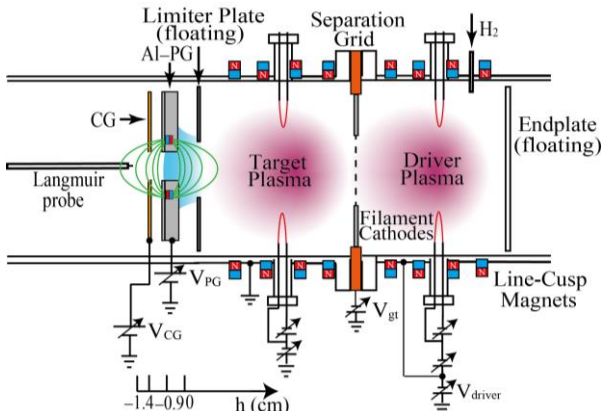


図 1: 実験装置図。

3. 結果と考察

能動的に負イオン崩壊させる電圧条件を調べた。プローブ正負飽和電流比 $|I_{\text{p-}}/I_{\text{p+}}|$ が 1 程度以下はイオン性プラズマであり、大きいほど電子の存在割合が増加する。高エネルギー正イオン重畳の有無によって、CG 出口付近 ($h = -1.6$ cm) における電流比について、 V_{PG} と V_{CG} の依存性を図 2 に示す。CG 近傍にも偏向磁場が印加されているので、脱離電子が現れても偏向除去されるため、ここでは電流比が大きく変化しない。 $V_{\text{driver}} = 0$ V の場合には、 $V_{\text{PG}} \sim +3$ V において $V_{\text{CG}} < +30$ V の範囲でイオン性プラズマが維持されており、 $V_{\text{CG}} > +30$ V で負イオン崩壊している。一方、 $V_{\text{driver}} = +100$ V の場合には、 $V_{\text{PG}} \sim +3$ V において、 $V_{\text{CG}} > +30$ V の範囲でイオン性プラズマが維持されており、 $V_{\text{CG}} < +30$ V で負イオン崩壊している。 V_{PG} が一定の条件において、高エネルギー正イオン重畳の有無に応じて、CG 印加電圧によって能動的に負イオン崩壊させられることが明らかになった。負イオン崩壊の有無によって、正イオンエネルギースペクトルの変化について議論する。

[1] AIP Advances, **9** (2019) 085303.

[2] AIP Advances, **10** (2020) 095006.

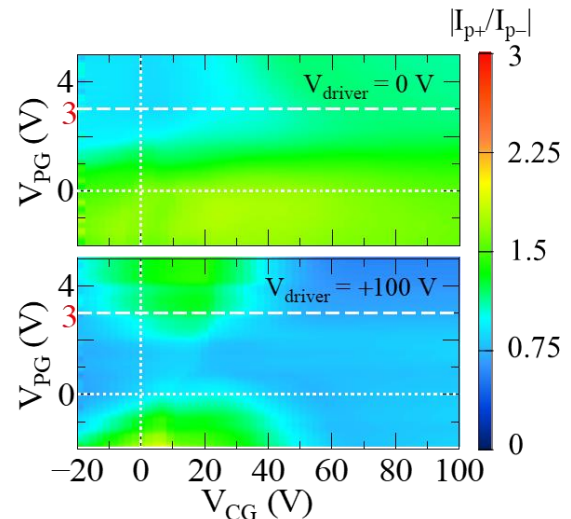


図 2: CG 出口近傍のプローブ正負飽和電流比。