

負イオン崩壊を抑制して生成された大直径水素イオン性プラズマ Generation of large-diameter hydrogen ionic plasma under suppressing negative-ion decay

濱本康平, 紀幸志郎, 河野喜範, 兼峯渉, 大木康平, 吉田雅史, 大原渡
K. Hamamoto, K. Kino, Y. Kono, S. Kanamine, K. Oki, M. Yoshida, W. Oohara

山口大
Yamaguchi Univ.

1. 研究目的

正負イオンから構成される水素イオン性プラズマを生成して, その集団物性を調べることが大きな研究目的である. ここで, 従来は水素イオン性プラズマ直径が1.3 cm程度と小さく, プラズマ密度の径方向分布は空間勾配が大きかった[1]. 負イオン生成のため, 引出孔径が大きなプラズマグリッドを用いた. また, 下流側に設置された制御グリッドで電場を印加して, 一部の負イオン崩壊を促進させる. 電極近傍に印加された偏向磁場により, 脱離電子を除去して, 直径の大きな水素イオン性プラズマの安定生成を目指している.

2. 実験方法

熱陰極直流アーク放電で生成された水素プラズマを, 電子偏向磁場を介してテーパー構造のアルミニウム製プラズマグリッド (Al-PG) へ照射した(照射面 $h = 0$ cm, 図1). Al-PGの下流側 ($h = -4$ cm) に設置された制御グリッド(CG)によって, Al-PG- CG間に電場を印加できる. 磁石間隔8 cmの電子偏向用磁石が, 磁石中心 $h = +1.4$ cmに設置されており, CG近傍まで偏向磁場が印加されている. 軸方向へ掃引できるラングミュアプローブによって, Al-PG付近から下流域までのプラズマ分布 ($h = +10 \sim -20$ cm) について, V_{PG} と V_{CG} との依存性を調べた.

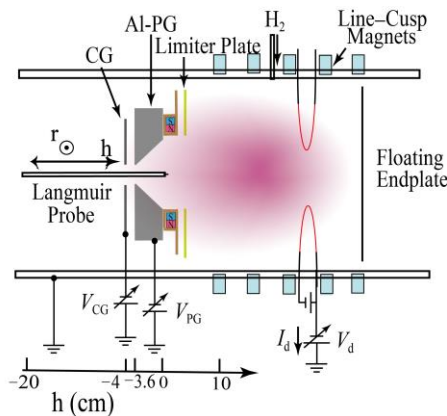


図1: 実験装置図.

3. 結果と考察

Al-PG- CG間に電場を印加しない条件 ($V_{PG} = V_{CG}$) では, $h < +1.4$ cm, $V_{PG} > 0.4$ Vにおいて水素イオン性プラズマが維持された. 電極近傍の定点において, イオン性プラズマ形成に及ぼす V_{PG} と V_{CG} の関係を調べた. 従来は注目していなかった $V_{PG} < 0$ Vの範囲でも, 負イオンをAl-PG孔より引出加速する $V_{CG} > 0$ Vであれば, イオン性プラズマが維持されることが明らかになった. $V_{PG} = -2$ V, $+3$ Vの場合に, プローブ正負飽和電流比 $|I_p^-/I_p^+|$ の空間分布が, V_{CG} によって変化する様子が図2に示されている. 電流比が1付近はイオン性プラズマを示し, 大きくなるほど電子の存在割合が大きいことを示す. $V_{PG} = -2$ Vでは, Al-PG孔内でイオン性プラズマが維持されている. CG付近で負イオンが崩壊しており, CGより下流域ではイオン性プラズマが維持されている. $V_{PG} = +3$ Vでは, CG付近の負イオン崩壊が不十分で, 下流域で負イオンが崩壊している. 下流域のプラズマ密度は $V_{PG} = -2$ Vの方が高く, 大直径のイオン性プラズマ生成には, 小直径の場合とは異なる電極電圧条件であることが明らかになった.

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

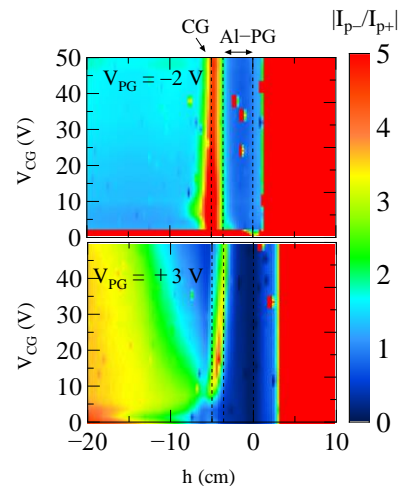


図2: 正負飽和電流比分布の制御グリッド電圧依存性.