

電子偏向磁場付Al系プラズマグリッドから引出された水素負イオン電流密度 Current density of negative hydrogen ions extracted from Al-based plasma grid with electron deflection magnetic field

兼峯 渉, 津山 亮太, 岡田 義久, 河野 喜範, 紀 幸志郎, 濱本 康平, 吉田 雅史, 大原 渡
S. Kanemine, R. Tsuyama, Y. Okada, Y. Kono, K. Kino, K. Hamamoto, M. Yoshida, W. Oohara

山口大

Yamaguchi Univ.

1. 研究目的

セシウムを使用せずに、アルミニウム製プラズマグリッド(Al-PG)を用いて水素負イオンを生成する。従来はAl-PGに隣接する制御グリッド(CG)に電子偏向除去用磁石を埋め込んで、水素負イオン引出しを行ってきた。ここでAl-PGに磁石を埋め込んで、Al-PG前面に形成される水素イオン性プラズマ領域を増加させて、随伴電子電流を減少させることを目指している。

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Al-PGへ照射した(図1)。Al-PG表面付近で負イオンが生成され、表面から1 cm程度までの領域に、水素イオン性プラズマが形成される。Al-PGの下流側に設置されたCGによって、Al-PG-CG間(間隔0.4 cm)に引出電場を印加する。Al-PGの引出孔(孔径1.3 cm)から引出された負イオンは、偏向磁場 B_d が印加されたノズル電極を通過して、コレクタで捕集される(I_{c-})。ノズル電極は二分割されており、 B_d で偏向して捕集された電子電流は I_{nz2} である。Al-PG, CG, コレクタとノズルそれぞれに印加されている電圧は V_{PG} , V_{CG} , V_{EX} である。

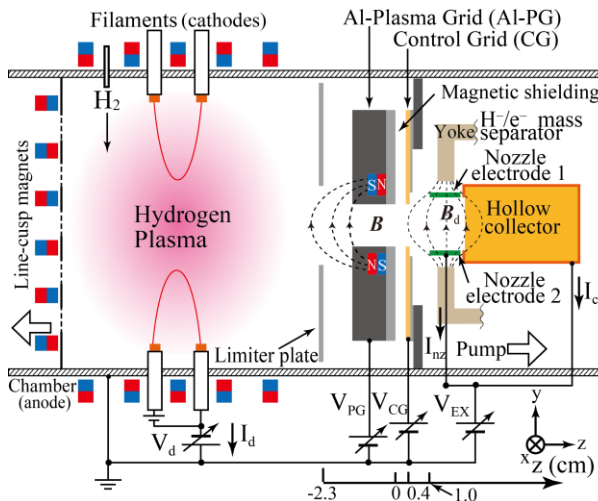


図1: 実験装置図。

3. 結果と考察

ノズルに印加する B_d を変化させた場合に、 I_{nz2} の B_d 特性において、 I_{nz2} が最大となるのは $B_d=14$ mTである。この時の I_{c-} , I_{nz2} を、それぞれ負イオン電流、電子電流としている。負イオンが多く生成される $V_{PG}=+2$ Vの場合に、負イオン電流と電子電流の V_{CG} , V_{EX} 依存性を図2に示す。正イオンエネルギーは数 eV と低いが、 $V_{CG} < 500$ Vでは、水素イオン性プラズマがCG近傍へ到達して、CG-EX間電場によって負電荷粒子は引出されることが、過去の研究で明らかになっている。ここでは、負イオン脱離電子または随伴電子が原因で、引出電子電流が高くなることから、 $V_{CG} > 500$ Vにすることが望ましい。引出負イオン電流を増加させるためには、 V_{CG} をより正電圧にしつつ、CG-EX間電場($V_{EX} - V_{CG})/d$ (V/cm)をより強くすればよいと言える($d=0.6$ cm)。ここでは計測上の制約から印加上限電圧は900 Vであったが、 I_{c-} は飽和していないため、 V_{CG} と V_{EX} を共に高電圧にすれば、引出負イオン電流が増加すると考えられる。本装置のプラズマ密度とプロトン比を考慮すると、負イオン電流密度の目標値は1 mA/cm²を上回ることである。制約下ではあるが、負イオン電流密度は120 μ A/cm²を達成している。

[1] Phys. Plasmas, **28** (2021) 033512.

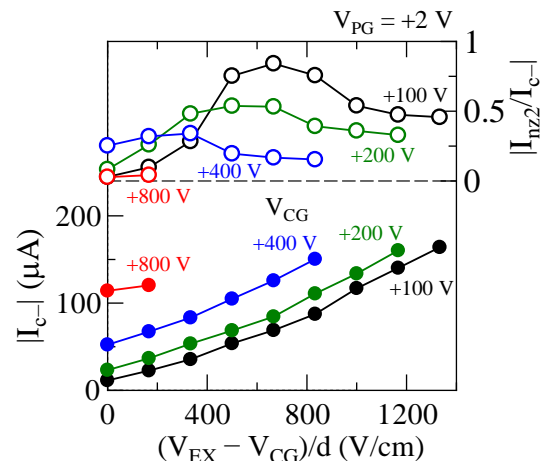


図2: 負イオン電流と電子電流比の引出電場依存性。