

水素イオン性プラズマから引出崩壊生成される負イオンの電流密度 Current density of negative ions produced by extraction collapse from hydrogen ionic plasma

兼峯渉, 津山亮太, 松井悠太朗, 河野喜範, 井上雅俊, 大原渡
S. Kanemine, R. Tsuyama, Y. Matsui, Y. Kono, M. Inoue, W. Oohara

山口大
Yamaguchi Univ.

1. 研究目的

中性粒子入射加熱NBI用の、Csフリー水素負イオン源を目指した開発を行っている。アルミニウム製プラズマグリッド(Al-PG)に対して引出電場を印加することで、水素化アルミ分子と考えられるプリカーサーの崩壊に伴い、H⁻が生成されるという結果が、関連研究の質量分析によって得られつつある。崩壊しない場合には、高質量の分子状負イオンが引出されることになり、H⁻の引出しではなくなる。プリカーサーを崩壊させつつ、電流密度の高いH⁻を生成するために必要な条件を明らかにすることが、本研究の目的である。なお、現時点では、プリカーサーの種類は、同定されておらず、別途研究が並行して進められている。

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、Al-PG (V_{PG} , 孔径 1.3 cm)へ照射して、水素化アルミ分子やその正負イオンが生成されている(図1)。Al-PG 裏面に、同孔径の制御グリッド(CG, 偏向磁場付, V_{CG})および引出電極(EX)によって引出・加速電場が印加される。EX 通過後の荷電粒子は、ノズル電極近傍に印加された偏向磁場 B_d により、電子と負イオンが2分割ノズル電極(I_{nz1} , I_{nz2})とコレクタ(I_{c-})それぞれで捕集される。なお、

EX, コレクタ, ノズル電極は同電位(V_{an})になっている。

3. 結果と考察

偏向磁場による電子/負イオン分離を調べるために、 $V_{an}=+1300$ Vにおける I_c , I_{nz1} , I_{nz2} の B_d 依存性を測定した。偏向磁場 $B_d = -15$ mTにおいて、大きな負電流の I_{nz1} が最大となり、この B_d 条件において負イオン電流(I_{c-}), 電子電流(I_{nz1})とした。 I_{c-} の V_{PG} - V_{CG} 相関を図2に示す。負イオン生成は $V_{PG} \sim +1.5$ V で最大となり、 V_{PG} をより正電圧にすると、大幅に負イオン生成量が減少する。また、 V_{CG} を正電圧にするほど負イオン生成は多くなり、最大負イオン電流密度は $710 \mu\text{A}/\text{cm}^2$ である。 $V_{an} > +1300$ V とすれば、負イオン電流密度は増加することが予想される。CG に印加された偏向磁場によって、プラズマ電子(随伴電子)はほとんど引出されないが、引出電場による崩壊に伴って電子が生成され、これが電極間で絶縁破壊を引き起こしていると考えている。

なお、軽い電子と負イオンは分離計測できても、H⁻と分子状負イオンは分離計測できない。これら負イオンの合成電流が I_{c-} であり、H⁻電流および生成最大条件は明らかになっていない。また、H⁻は崩壊に伴って生成されることが分かっており、H⁻が多く生成される条件は関連研究で明らかにする必要がある。

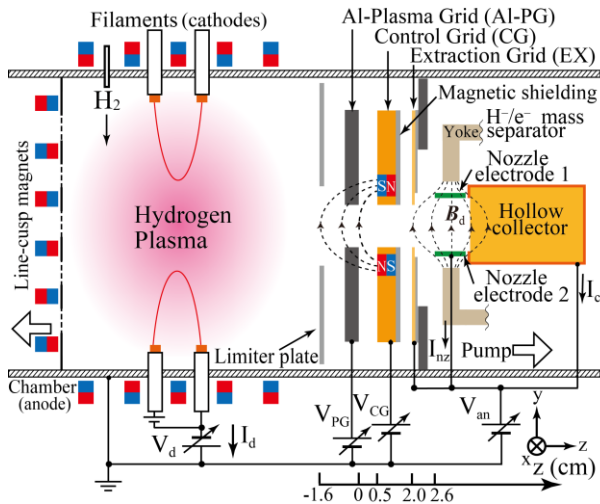


図1: 実験装置図。

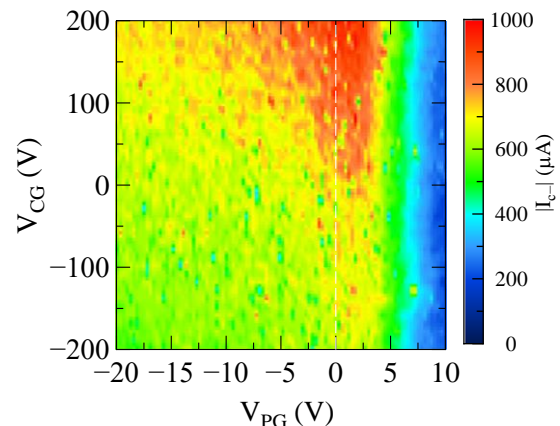


図2: 負イオン電流の V_{PG} - V_{CG} 相関。