

Alプラズマグリッドを用いたCsフリー水素負イオン生成 Cs-Free Production of Negative Hydrogen Ions using Al Plasma Grid

竹田 敬*, 加美川 俊満, 武田 俊明, 横山 浩之, 姉川 伸季, 大原 渡
Takashi Takeda, Toshimitsu Kamikawa, Toshiaki Takeda
Hiroyuki Yokoyama, Nobuki Anegawa, Wataru Oohara

山口大院理工
Yamaguchi Univ.

核融合プラズマを加熱する負イオン型中性粒子入射加熱 (N-NBI) において, 表面生成法や体積生成法によって負イオンが生成されている. ここで, セシウムフリーで高効率な負イオン生成法として, 金属グリッドを用いたプラズマ支援触媒イオン化法を提案している [1]. この手法を負イオン源に適用して, プラズマグリッド孔内で, セシウムフリーで負イオン生成することを目指している [2]. 本研究では, 生成されたイオンの質量分析を試みた.

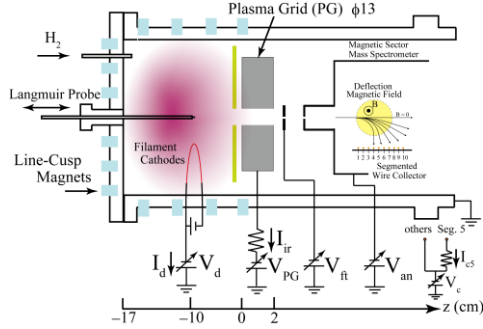


図 1: 実験装置図.

図 1 に実験装置の概要を示す. ラインカusp 磁場付の角型真空容器中で, 熱陰極直流アーク放電により水素プラズマを生成した(水素ガス圧 0.1 Pa). 直径 13 mm の単孔アルミニウム製プラズマグリッド (Al-PG, 厚さ 20 mm) に直流電圧 V_{PG} が印加されている. Al-PG から 3 mm 離れた位置に, 直径 2 mm の孔の空いた引出電極が設置されており, 直流電圧 V_{ft} が印加されている. さらに 5mm 離れた位置に磁場偏向型質量分析器のイオン入射口 (直径 2 mm) があり, 直流電圧 V_{an} が印加されている. 分析器に入射する正イオンと負イオンのエネルギーはそれぞれ, $e|\phi_s - V_{an}|$ (eV) と $e|V_{PG} - V_{an}|$ (eV) (プラズマ電位 $\phi_s \sim +5$ V) である. 分析器内に入射したイオンは, 1 cm の空隙で対向する鉄心間の印加磁場によって偏向され, 直流電圧 V_c が印加された分割電極に到達して, 電流として測定される. こ

こでは $V_c = V_{an}$ とした.

Al-PG の電圧を一定とし, 分析器の電圧を変化させた場合の正イオン, 負イオンの質量スペクトルを図 2(a), (b) に示す. ここで $B_d < 0$ mT とは, 磁力線の向きが反転していることを示す. 正イオンの質量スペクトルにおいて, $e|\phi_s - V_{an}| = 500$ eV の場合, $B_d \sim 80$ mT のピークは H^+ , $B_d \sim 140$ mT のピークは H_3^+ を示している. これらのピーク磁場は $e|\phi_s - V_{an}|$ に依存してシフトしている. 負イオンの質量スペクトルにおいて, $e|V_{PG} - V_{an}| = 250$ eV の場合, 正イオンスペクトルに比べ, ブロードなスペクトルになる. $e|V_{PG} - V_{an}| > 300$ eV では負イオンのブロードな成分が減少し, 3 つのピークが現れることが分かった. $e|V_{PG} - V_{an}| = 500$ eV の場合, $B_d \sim 0$ mT, 60 mT のピークは電子と H を示していると考えている. $B_d \sim 110$ mT は, エネルギー変化量に対するピーク磁場のシフト量から, H の約 2 倍の質量を持つ成分であると考えている. しかし, これは何であるかは明らかになっていない.

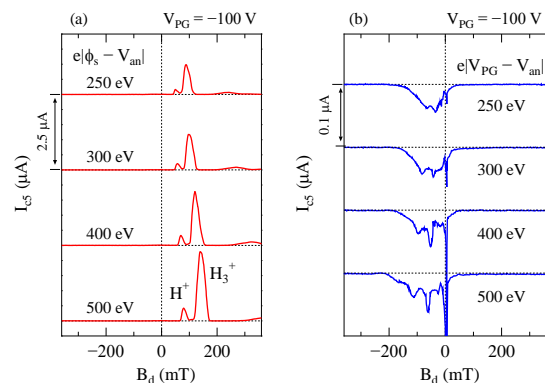


図 2: 磁場偏向型質量分析器による質量スペクトル (a) 正イオン, (b) 負イオン.

- [1] W. Oohara, Y. Maetani, Takashi Takeda, Toshiaki Takeda, H. Yokoyama, K. Kawata, Phys. Plasmas **22**, 033507, 2015.
- [2] Toshiaki Takeda, Takashi Takeda, W. Oohara, Proc. Plasma Conf. 2014, 19PA-045, 2014.