

プラズマ支援触媒イオン化によって生成されるイオン種のおメガトロン分析 Omegatron Analysis of Ion Species Produced by Plasma-Assisted Catalytic Ionization

中村 将, 河田 晃佑, 前谷 祐亮, 松島 祐一郎, 大原 渡

Sho Nakamura, Kosuke Kawata, Yusuke Maetani, Yuichiro Matsushima, 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において、最も重要な構成要素は負イオン源であり、従来負イオン生成には表面生成法や体積生成法が用いられてきた。ここでは、セシウムフリーで高効率な負イオン生成法としてプラズマ支援触媒イオン化法を提案している[1,2]。これは放電プラズマ中の水素正イオンを触媒に照射することにより、その照射裏面より水素正負イオンを生成する方法である。ここでは比較的広範囲に磁場、正イオン照射電流密度・エネルギーを制御することができるPIG放電によって水素プラズマを生成している。一様磁場を印加した環境において、100 meshのFeグリッド触媒を用いて、水素正負イオンの生成特性の解明及びオメガトロンによるイオン質量分析を行った。

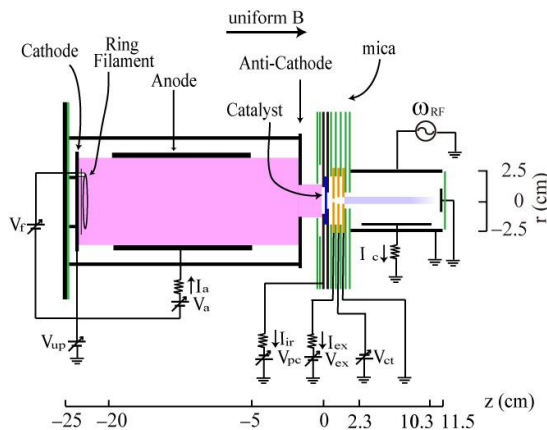


図1：実験装置概要。

実験装置概要を図1に示す。PIG放電により水素プラズマを生成している。生成された正イオンは、直流電圧 V_{pc} (< 0 V) が印加されたFeグリッド ($z = 0$ cm) に照射される。照射裏面側には、正負イオンの引出用銅電極 (中心孔径 1 mm, $z = 0.2$ cm) と2枚のイオン加減速用銅電極 (中心孔径 5 mm, $z = 0.4, 0.6$ cm) があり、それぞれ直流電圧 V_{ex} , V_{ct} , 0 V が印加されている。加減速用電極を通過したイオンは、オメガトロン質量分析器内に入射される。イオンの入射エネルギーは20 eV程度以下であることが必要である。イオンサイクロトロン共鳴

したイオンは下部のコレクタ電極に到達して、イオン電流 I_c が測定される。また、放電部の基準電位を V_{up} (陰極電圧) として、プラズマ電位 ϕ_s を V_{up} により変化させることができる。

放電プラズマからFeグリッドを通過する正イオンのイオン種分析を行った。陽極電圧 $V_a = +150$ V, $V_{pc} = -200$ V, $V_{ex} = V_{ct} = 0$ V とした場合に、引出電流密度 J_{ex} とコレクタ電極で測定された H^+ , H_2^+ , H_3^+ のイオン電流 I_c について、放電プラズマ基準電位 V_{up} 依存性を図2に示す。ここで、各イオン電流は規格化 (H^+ , H_2^+ は10倍に拡大) して表示している。 $V_{up} > -144$ V で J_{ex} は増加して正イオンが検出されることから、プラズマ電位は $\phi_s \sim +144$ V ($V_{up} = 0$ Vの時) といえる。通過正イオン電流の増加に伴って各正イオン電流が増加しているため、質量分析している正イオンは通過正イオンであるといえる。通過正イオンの主成分は H_3^+ であることが明らかになった。過去の質量分析の結果では、放電部の正イオンは H^+ が主成分なので、 H^+ がFeグリッドを通過する際に、その表面近傍で分子状正イオンに変換されていると考えられる。

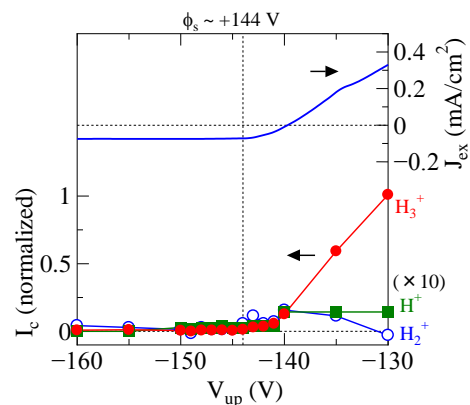


図2：引出電流密度と各イオン電流の放電プラズマ基準電位依存性。

- [1] W. Oohara, T. Hibino, T. Higuchi, T. Ohta, Rev. Sci. Instrum. **83** (2012) 083509.
- [2] W. Oohara, K. Kawata, T. Hibino, Pys. Plasmas. **20** (2013) 063506.