

大口径高周波水素負イオン源におけるプラズマ生成評価 Evaluation of plasma production in a large-diameter radio-frequency negative hydrogen ion source

佐々木佑晃, 増澤慶汰, 小室淳史, 高橋和貴, 安藤晃

Yuko SASAKI, Keita MASUZAWA, Atsushi KOMURO

Kazunori TAKAHASHI and Akira ANDO

東北大院工

Dept. Electrical Eng. Tohoku Univ.

核融合プラズマ主要加熱方法である中性粒子ビーム入射(NBI)において、ビーム源となる水素/重水素負イオン源の開発が重要である。国際熱核融合実験炉(ITER)用NBIでは、低ガス圧動作(0.3 Pa)時に200 A/m²の大電流負イオンビーム引出しでの長時間運転(3600 sec)が求められている。長時間運転に向けて、内部電極を用いない高周波(rf)水素負イオン源の開発及び性能向上が必須である。

筆者らはこれまでにインバータ電源を使用したrf負イオン源開発を行ってきており、生成部直径が70 mmの小型イオン源において高密度プラズマ生成を達成した [1]。小型で得られた結果がITER-NBIサイズでも有用であることを示すために生成部内径が230 mmの大口径高周波水素負イオン源を製作し、動作特性について調査している。

図1に大口径高周波水素負イオン源の概略図を示す。生成部は直径230×300 mmのセラミック管である。生成部外部に巻かれた6φ×10ターンのrfアンテナにインバータ電源から約0.3 MHzの高周波電力(~30 kW)を印加しプラズマ生成を行う。生成されたプラズマは拡散部下流に設置された最大磁場4.5 mTのフィルタ磁場によって電子温度を冷却、プラズマ電極(PG)表面に到達する。生成部バックプレート及び拡散部壁にはラインカスプが設置されており、プラズマの拡散が抑えられ、密度の増加を確認している。引出し部については、φ11.5の単孔から負イオンビームが引き出される。引出し電圧は最大10 kV、加速電圧は最大30 kV印加可能である。それぞれのビーム電流の他に負イオンビームの計測系としてカロリメーターが接地電極下流150 mmに配置されている。ビーム引出しの際はRF電源とRFアンテナ間に絶縁トランスを挿入している。

図2は絶縁トランスを挿入していない状態におけるガス圧0.3 Paでのプラズマ軸方向分布である。生成部において10¹⁸ m⁻³以上の高密度プラズマ生成を達成している。さらにPG近傍にはフィルタ磁場

があり、電極部においても10¹⁷ m⁻³の電子密度が計測されている[2]。大口径高周波水素負イオン源のプラズマ生成について詳細にまとめたものを本講演にて報告する。

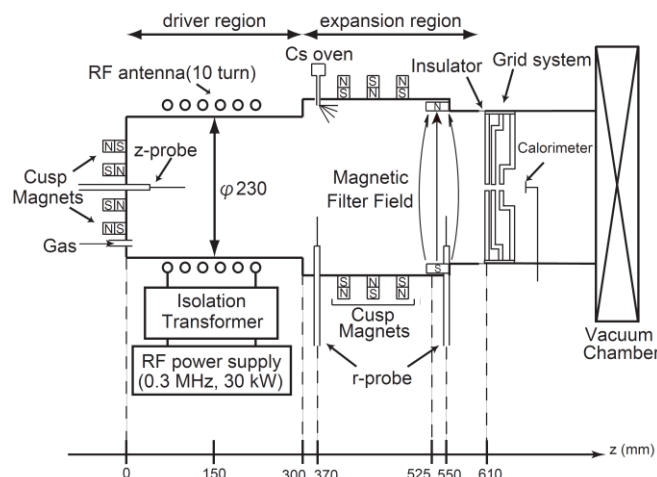


図1: 大口径高周波水素負イオン源概略図

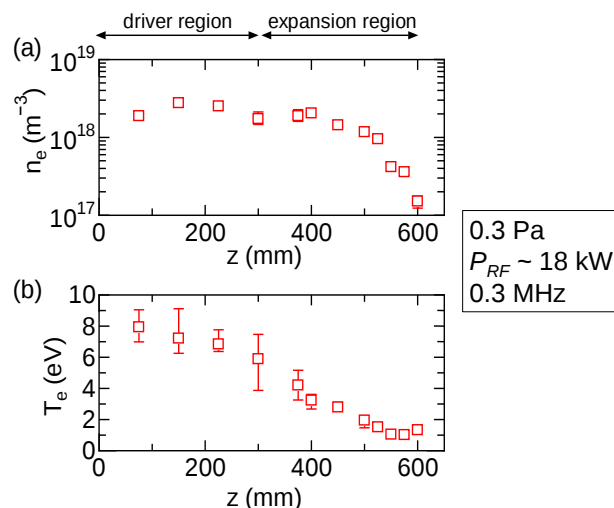


図2: プラズマ軸方向分 (a)電子密度 (b)電子温度

[1] A. Ando, *et al.*, Rev. Sci. Instrum., **83** 02B122 (2012).

[2] Y. Sasaki, *et al.*, Plasma Fusion Res., **11**, 2405088 (2016).