

高周波負イオンビーム源開発へ向けた
フィラメント放電中RFシース生成・制御実験
**Active control of radio-frequency(rf) sheath in a filamented arc discharge
for the development of an rf negative ion source**

増澤慶汰¹, 佐々木佑晃¹, 高橋和貴¹, 中野治久², 永岡賢一²
小室淳史¹, 安藤晃¹, 津守克嘉²

Keita MASUZAWA, Yuko SASAKI, Kazunori TAKAHASHI, Haruhisa NAKANO
Kenichi NAGAOKA, Atsushi KOMURO, Akira ANDO, and Katsuyoshi TSUMORI

¹東北大院工, ²核融合科学研究所

¹ Dept. Electrical Eng., Tohoku Univ., ²National Institute for Fusion Science

磁場閉じ込め方式核融合の加熱方法として中性粒子ビーム入射 (Neutral Beam Injection: NBI) システムの研究が盛んに行われている。NBIに用いる負イオン源として、これまでフィラメント・アーク方式や高周波 (Radio Frequency: RF) 方式による負イオン源の開発が行われてきた。特にRF負イオン源は、国際熱核融合実験炉 (International Thermonuclear Experimental Reactor: ITER)において3600秒の長時間運転に向けて開発が進められている [1]。

NBIシステムへの負荷や加熱効率の観点から、ビームの収束性を保つことは非常に重要な課題である。RF負イオン源ではプラズマ生成に誘導性結合放電を採用しているが、容量性結合に起因するプラズマ電位振動の結果、ビーム引出し境界面のシースが振動しビーム特性に影響を与えることが懸念される。現在著者らは、フィラメント・アーク方式による水素負イオン源にRFを重畳し、RFによる電位変動がビーム引出し特性に与える影響を検討するための実験を計画している。今回、kHz~MHzの広帯域で動作可能なインバータ電源 [2]を製作し、小型フィラメント放電装置にて予備実験を行ったので、その結果について報告する。

図1に本研究で用いた小型フィラメント放電装置の概略図を示す。プラズマは生成室 ($z = -400 \sim -150$ mm)にて生成され、石英管を通して拡散容器 ($z > 0$ mm)へと拡散する。拡散容器は接地されており、プラズマ電位は放電部アノードの電位を基準として決定されている。そこで拡散容器とアノード部にRF電圧を印加し、プラズマ電位へのRF電位重畳が可能かを今回検討した。拡散容器下流側からラングミュアプローブを挿入することで各種プラズマパラメータの測定を行った。

図2はRF電圧を定常的に印加し、 $t=10$ secで放電を開始した際のイオン飽和電流と浮遊電位の時間発展を示している。RF電圧を印加してもイオン飽和電流には変化が見られなかったが、RF電圧を印加することで浮遊電位の振動が重畳可能であることが観測された。このことからプラズマの生成には影響を与えずRF電位変動を与えることができたことが分かる。今回、このRF電位重畳特性のプラズマパラメータ依存性および周波数依存性を計測したので、その詳細に関して報告する。

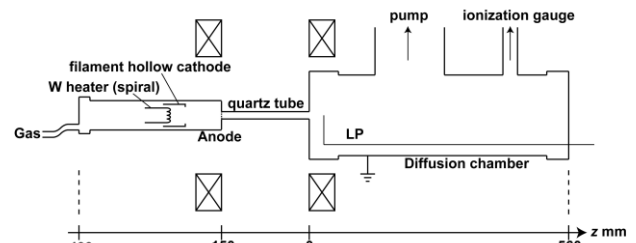


図1: 小型フィラメント放電装置概略図

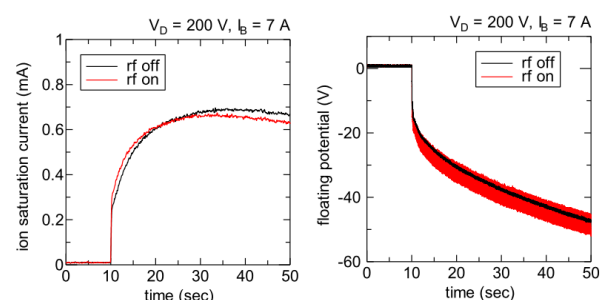


図2: RF電位印加特性. イオン飽和電流(左). 浮遊電位(右)

- [1] A. Ando, *et al.*, Rev. Sci. Instrum., **81**, 02B107 (2010).
- [2] K. Takahashi and A. Ando, IEEE Trans. Plasma Sci., **42**, 2784 (2014).