

## 新型磁化同軸プラズマガンの動作特性 Operating characteristics of a new-type magnetized coaxial plasma gun

田中凌太, 大島卓巳, 坂本研介, 福本直之  
R. Tanaka, T. Oshima, K. Sakamoto, N. Fukumoto

兵庫県大・院工  
GSE, Univ. Hyogo

核融合炉への先進的な燃料供給方法として、磁化同軸プラズマガン (MCPG) を用いたコンパクトトラス (CT) プラズマ生成、入射法が研究され、CT 入射に特化した MCPG 装置も開発されてきた。従来の MCPG 装置は同軸電極、ガスパフ、バイアス磁場コイルで構成されており、それぞれに個別の電源で動作する。その動作時は、バイアスコイルによる準定常的な磁場の印加を受け、ガン放電電流の周期に依存した進行方向に長い CT プラズマが生成されやすい。しかし、核融合炉の燃焼制御の観点から炉心プラズマ中心領域への局所的な燃料粒子供給や、繰り返しの燃料供給やパルス熱負荷照射など、孤立した短パルス CT プラズマの連続射出が求められている。そこで本研究グループでは、短パルス CT プラズマの連続生成・射出を目指して、内部電極とバイアス磁場コイルを一体化した螺旋構造のヘリカル内部電極を用いた新型 MCPG の開発を行っている。図 1 に示す様に、内部電極とバイアス磁場コイルを一体化させることでガン放電電流によって発生したバイアス磁場が、放電電流の反転に同期して反転する。そのため、半周期ごとにガン放電電流とともにバイアス磁場の極性も変化するため、生成された CT プラズマ後部における磁気リコネクションが生じることから、短パルスで孤立したプラズマの生成が期待できる。また、MCPG の構成要素が 1 つ減ることで装置システムの簡素化にも繋がる。

開発した新型 MCPG 装置の動作特性を調べるため、射出されたプラズマの磁場と電子密度を計測している。内部電極の先端より  $Z = 12 \text{ cm}$  の位置では、設置したガラス管に磁気プローブを挿入し磁場を計測した。 $Z = 32 \text{ cm}$  では、He-Ne レーザー干渉計を用いて通過するプラズマの平均電子密度を計測した。初期の試験運転では、ガンの放電時間に対して  $\tau_{\text{puff}} = -280 \mu\text{s}$  でガスパフから動作ガスの  $\text{H}_2$  を注入した。ガン放電は、

充電電圧約 4 kV で行った。図 2(1) に、典型的な観測波形を示す。第 1 半周期は射出が確認できず、第 2 半周期は確認できたが、第 3 半周期の方が磁場、密度ともに大きい値となった。しかし、磁場は非常に弱く、密度も  $1 \times 10^{21} \text{ m}^{-3}$  程度までしか得られなかった。これに対して、今期試験では  $\tau_{\text{puff}} = -450 \mu\text{s}$  が最適条件となり、図 2(2) の様な観測波形が得られた。磁場、電子密度ともに放電電流に対応して第 1 半周期が最も大きな値を示した。それらの値も、初期の試験運転より大きく改善され、電子密度は  $2 \times 10^{21} \text{ m}^{-3}$  以上の高密度が得られた。これらの結果から、開発当初に想定した MCPG の動作とプラズマ射出が確認できた。しかし、結果の違いの原因については明らかとなっておらず、今後の実験結果も合わせて検討する予定である。

これらの研究の一部は、核融合科学研究所のネットワーク型共同研究 (NIFS19KNWH001) の助成を受けることで大きく進展している。

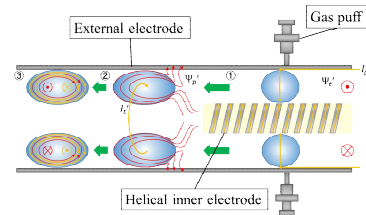
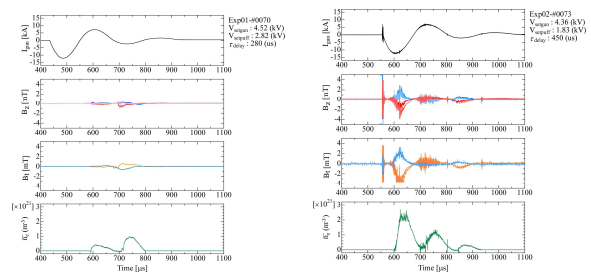


図 1 新型 MCPG の動作概略図



(1) 初期試験 (2) 今期試験

図 2 ガン電流放電周期によるプラズマ射出特性