

永久磁石を用いたホールスラストの性能特性評価 Performance Evaluation of a Hall Thruster with Permanent Magnets

新井 隆仁, 吉田 光太郎, 鋤田 雄介, 宮本 直樹, 和田 元
Takahito Arai, Kotaro Yoshida, Yusuke Kuwata, Naoki Miyamoto and Motoi Wada

同志社大学大学院理工学研究科
Graduate School of Science and Engineering, Doshisha University

1. 研究概要

本研究では、ホールスラストの磁場形成に永久磁石を使用した。通常の磁場構造では電磁石が用いられているため磁場強度を変化できるが、永久磁石を用いる場合は、軽量化と低電力化が求められる小型衛星の障害となる可能性がある。磁性材料による磁路を適切に構成することで、磁場構造の単純化したホールスラストの設計・開発・試験が可能となる。今回は、開発したホールスラストの放電電流、推力、推力生成効率を測定することで性能特性を調査した。

また、ホールスラストによる空間電荷をECR放電を利用したプラズマフラッドガン (PFG) を導入することで空間電荷中和し、空間電位の変化を調査した。

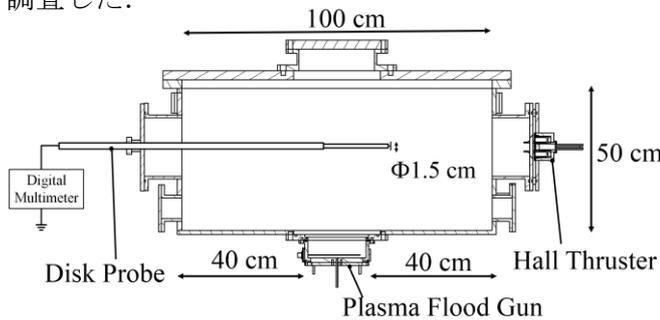


Fig. 1 Schematic diagram of experimental system.

2. 実験装置

Fig. 1 に本研究の実験系を示す。真空チャンバー (50 cm×70 cm×100 cm) 側面にホールスラスト、底面に PFG を設置している。空間電位を測定する為にホールスラストのイオンビーム水平方向に移動できる直径 15 mm 銅板円板を先端に取り付けたプローブ (コレクター) を設置している。

Fig. 2 に使用するホールスラストの実験系を示す。磁場は 600 ガウスであり、外周に 16 個、内周に 8 個の SmCo 磁石を設置している。プラズマによって生じる熱による減磁を防ぐために磁石配置位置の近くに水冷を通す構造にしている。また、電子供給にはホローカソード側からではなく、イオン中和用の熱フィラメントを用いて放電構造を簡便化し、プラズマ点弧を行った。熱フィラメントにはΦ0.35 mm のタングステン管を直径 1.5 mm に 13 周巻いたものを使用した。

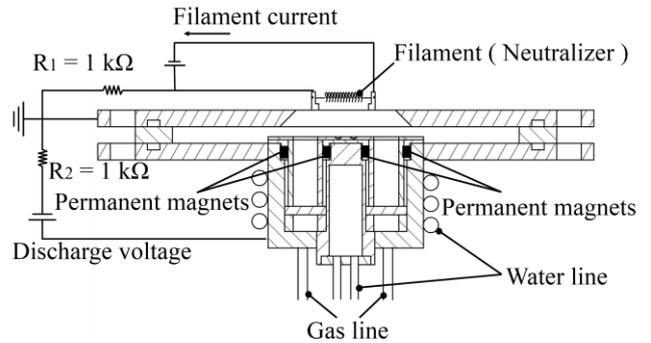


Fig. 2 Schematic diagram of a Hall thruster.

3. ガス流量 - 放電電流特性

Fig. 3 にホールスラストのガス流量 - 放電電流特性の結果を示す。ホールスラスト - チャンバー間に印加する電圧を放電電圧として、放電電圧を 700 V、フィラメント電流値を 8.0 A 一定にして、ガス流量を変化させた時に得られる電流を放電電流として測定した。ガスにはアルゴンを用いており、ガス流量は 5.0 ml/min から 0.8 ml/min まで 0.2 ml/min 毎に変化させた。プラズマ点弧後、フィラメントをそのまま用いた時と切った時の 2 つの条件で測定した。Fig. 3 で拡大している箇所のガス流量が 1.6 ml/min から 1.4 ml/min 間で放電電流値が一度減少した後、増加しているのが確認できた。その時のプラズマを確認したところ、Fig. 3 にある写真のようにプルーム形状からビーム状にプラズマが変化したことが観測できた。

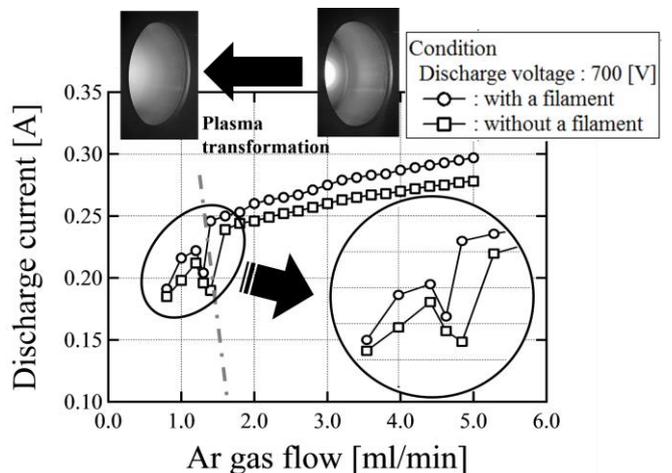


Fig. 3 Gas flow - discharge current characteristic and plasma state.