

小口径装置を用いた高域の高周波数印加による磁化プラズマ生成 Generation of Magnetized Plasma by Applying Upper Region of Radio Frequency using Small Diameter Device

岩谷開, 堀田大貴, 桑原大介, 篠原俊二郎
H. Iwaya, D. Horita, D. Kuwahara, S. Shinohara

農工大工
TUAT

完全無電極電気推進法[1]は電極とプラズマの直接従来が無いいため、従来の電気推進法と比べ推進機寿命が長く、長期宇宙ミッションに有効である。さらに、人工衛星の姿勢制御やクラスター化、内壁加工のプラズマ源など小型プラズマ源の開発は重要である。そこで本研究では小型無電極の高周波プラズマ源の開発・研究を行う。

しかし、高周波を用いた磁化プラズマ生成は小口径装置においてあまり行われておらず、特に100 MHz以上のICP放電や、従来2.45 GHzで行われるECRプラズマ生成は500 MHz以下では行われていない。また、本研究室の先行研究より高い周波数を印加することで電子密度も大きくなることが分かった[2]。但し、この研究結果のArガス圧は1.6 Paと高くプラズマ損失や燃料としてのロスに繋がると考えられる。そこで、本研究では低ガス圧 (0.8 Pa以下)、そしてさらに従来研究よりも高域の高周波数(435 MHz)による磁化プラズマ生成とより低い印加周波数によるECRプラズマ生成 (磁場強度 155 G)を目指した。

本実験では開発したFig. 1に示す小型ヘリコン装置 (Small Helicon Device : SHD)[3]を使用した。プラズマを生成するために、銅板で作成した12 MHz用のヘリカルアンテナと435 MHz用のハーフヘリカルアンテナを使用した。また、外部磁場を印加するために、ターン数404、幅140 mmの電磁コイルを二つ、アンテナを挟み込むように配置した。コイル電流は下流よりも上流の方が大きくし、アンテナ付近で比較的一様磁場となるようにコイル電流を設定した。

電子密度の測定には、タングステン電極の長さは3.0 mm、直径0.8 mmの自作ラングミュアプローブをプラズマ中に挿入し、イオン飽和電流から電子密度を測定した。また、電子密度を測定するための電子温度は典型的電子温度である約5 eVを仮定した。

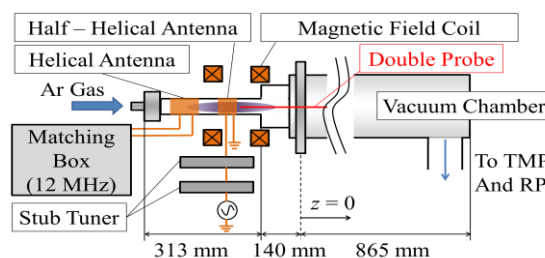


Fig. 1 Experimental setup

Fig. 2に磁場配位, Fig. 3に電子密度 n_e とコイル電流 I の依存性を示す。種火として12MHzの低電力を印加した。この時の435 MHzは平均供給電力は $\sim 30W$ となり、 $n_e < 3 \times 10^{10} \text{ cm}^{-3}$ となった。他の実験結果を含めポスターで発表する。

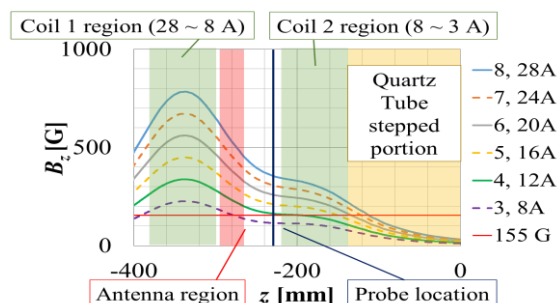


Fig. 2 Magnetic field intensity

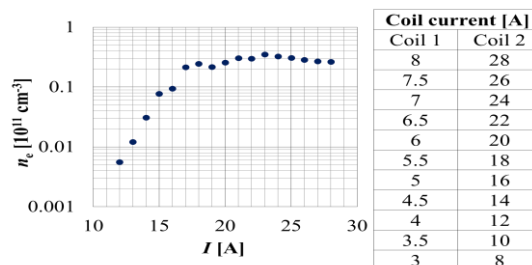


Fig. 3 Electron density n_e vs current I of coil 1

- [1] S. Shinohara *et al.*, IEEE Trans. Plasma Sci. **42** (2014) 1245.
- [2] T. Nakagawa *et al.*, JPS Conf. Proc. **1** (2014) 015022.
- [3] D. Kuwahara *et al.*, Rev. Sci. Instrum., **84** (2013) 103502.