

ホロー陰極効果と磁場閉じ込め効果を用いた
低気圧高密度水素プラズマ源の生成

Production of low-pressure high-density hydrogen plasma source using hollow cathode effect and
magnetic field confinement effect

佐大院工 麻生和希, 大津康德

Saga Univ. Kazuki ASO, Yasunori OHTSU

1 概要

高周波プラズマは、プラズマプロセスで広く用いられている。また、水素プラズマは、プラズマ処理による表面改質から核融合装置のような大規模なプラズマにまで利用されている。本研究では、装置構成が簡便であり、均一性の高い容量結合型を用いた。しかしながら、容量結合プラズマ(CCP)は、高圧ガス中でしか、プラズマ生成できず、プラズマ密度が低くなることがデメリットである。[1]

本研究では、CCP にホロー陰極効果および磁場閉じ込め効果を組み合わせることにより、高密度水素プラズマ源の開発を目指している。2次元磁界シミュレーションを行い、電極の設計、磁石配置を検討し、プラズマの発光を観測し、プローブを用いてプラズマ密度分布を測定した。

2 実験装置及び方法

高周波磁化ホロー放電電極を開発するために、磁石を真空側が s 極になるように配置し、ソフトウェアを用いて磁界解析を行った。結果を図 1 に示す。」電極は、2重リングホロー溝(溝幅 10mm, 深さ 20mm)を形成し、磁石配置を検討した。また、ホロー溝内にカスプ状磁場配位となるように設計した。

図 1 に実験装置を示す。ホロー電極にマッチングボックスとブロッキングコンデンサを介して、13.56MHz の RF 電力を注入し、水素プラズマを生成した。水素ガス圧力を 1~30Pa と変化させ、ガスを流入し、プラズマを発光させた。

3 実験結果と考察

FEMTET のソフトウェアを使用し、磁石配置を設定し、2次元の磁界解析を行った。

図 2 に電極側面から見た 2次元磁束密度分布の断面図を示す。電極の中心部分には、リング状磁石を設置し、その外側には、円柱磁石($\phi 5 \times 20$)を 16 個設置し、更にその外側には円柱磁石($\phi 5 \times 20$)を 32 個設置されている。図 3 に示す。図 2 より、リングホロー溝内では、カスプ状磁場構造になっている。また、磁力線が z 方向に発散していることが分かる。これより、ホロー溝付近では高密度なプラズマ生成が期待できる。実際にプラズマを発光させた。目標としている低ガス圧の水素ガスを 1Pa 流入したときの、プラズマの磁石有りとなしの発光の違いを図 4 に示す。

4 まとめ

本研究では、2次元磁界シミュレーションにより磁界解析を行い、磁石の配置を検討した。その後、プラズマを発光させ磁石の有りの無しの発光の違いを観測し、プローブを用いて、プラズマ密度を計測した。

5 参考文献

[1] 八坂保能：「放電プラズマ工学」, 森北出版株式会社, pp.138~147, (2007)
[2] Y.Ohtsu et al; Vacuum, 101, p46, (2010)

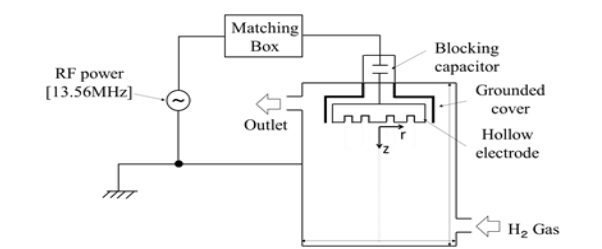


図 1 実験装置

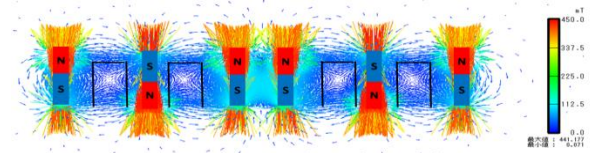


図 2 電極断面における 2次元磁束密度分布

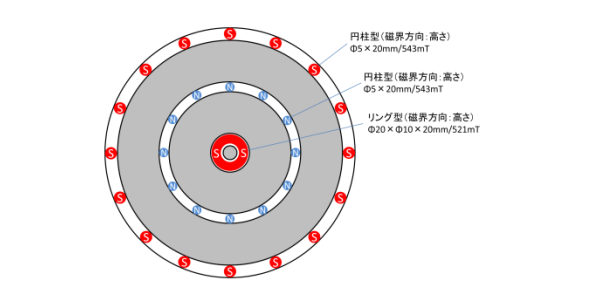


図 3 磁石配置

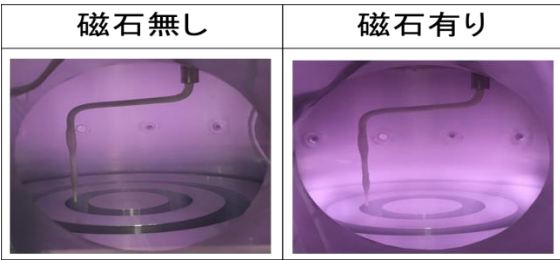


図 4 水素ガス 1Pa における
磁石の有無の発光の違い