

円筒・リング型ハイブリッドホロー電極と磁石を用いた
高密度水素 RF プラズマの生成

Production of high-density hydrogen RF plasma using hybrid hollow electrode with
cylindrical and ring-shaped grooves and permanent magnets

佐大院理工, O (M1) 田爪健悟, 大津康徳

Saga Univ., °Kengo Tazume, Yasunori Ohtsu

E-mail: 24730014@edu.cc.saga-u.ac.jp, ohtsuy@cc.saga-u.ac.jp

1. はじめに

近年、デジタル化による新しい情報システムの開発に伴い、半導体デバイスの需要が増加している。半導体デバイス製造において、様々なプラズマ源を用いた機能性薄膜合成が広く利用されている。特に高周波(RF)容量結合型プラズマ (CCP) を用いた低圧水素プラズマを用いて、水素化アモルファスシリコン太陽電池や DLC 硬質膜などの多くの機能性薄膜が合成されている。しかしながら、CCP はプラズマ密度が低いことが課題となっており、その高密度化が要求されている。

本研究では、高密度水素プラズマを生成するために、磁石を用いた高周波ホロー陰極磁化放電プラズマ装置を開発することを目的とする。具体的には、ホロー陰極の外側に配置する磁石直径サイズを変化させた時のプラズマ密度の影響を明らかにし、低ガス圧力での高密度水素プラズマ生成を目指す。

今回は、磁石を設置したハイブリッドホロー電極近傍における 2 次元磁界シミュレーションを行い、その結果とそれを用いて解析した電子のホールパラメータやラーマ半径等について報告する。

2. ハイブリッドホロー電極と二次元磁界シミュレーション

本研究で提案しているハイブリッドホロー電極は、円筒型溝とリング型溝を有し、それぞれの溝の外側に、円筒磁石を 8 個ずつ配置した構造とする。二次元磁界シミュレーションソフトウェア Poisson Super Fish を用いて、磁界解

析を行った。円筒磁石は、サイズ直径 5mm、長さ 15mm と直径 10mm、長さ 15mm のネオジウム製を使用した。

3. 電子のホールパラメータ

図1に直径 10mm の円筒磁石を設置した際のハイブリッドホロー電極近傍における電子のホールパラメータの空間分布を示す。図中の輪郭はホロー電極の断面形状を表し、赤と青からなる長方形は磁石を示す。ホールパラメータは電子サイクロトロン角周波数と電子衝突周波数の比であり、二次元磁界シミュレーション結果の磁束密度と水素ガス圧力 5Pa を用いて計算した。図 1 に示すように、ホールパラメータの値はホロー溝内部で 60 以上あり、高くなっており、電子がホロー溝内により閉じ込められることを示唆している。つまり、高密度プラズマ生成に適していると予想される。

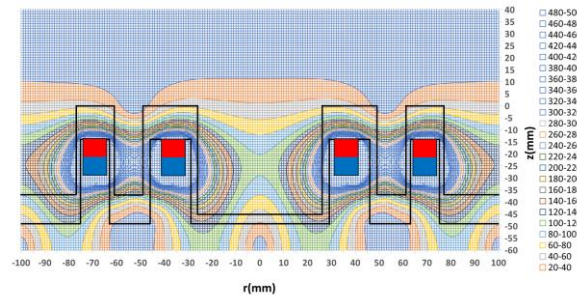


Fig.1 Two-dimensional distribution of electron Hall parameter for magnets with 10 mm in diameter.

謝辞

本研究は JKA 及び JSPS 科研費 JP22H01196, JP23K17678 and JP23K22467 の助成を受けたものである。