

電磁界シミュレーションによる 進行波を用いた長尺スロットプラズマ内における電磁界分布の検討

Electromagnetic field distribution in a long-scale slot plasma using traveling waves

名大工¹, 名大低温プラズマ科学研究センター² ○小間 浩嗣¹, 鈴木 陽香^{1,2}, 豊田 浩孝^{1,2}

Graduate School of Engineering, Nagoya Univ.¹, cLPS, Nagoya Univ.²

°Hirotsugu Koma¹, Haruka Suzuki^{1,2}, Hirotaka Toyoda^{1,2}

E-mail: koma.hirotsugu@g.mbox.nagoya-u.ac.jp

はじめに 近年、高価な真空装置を必要としない大気圧プラズマを大面積表面処理に応用する技術が注目されており、均一かつ高密度プラズマの生成を可能とする大規模装置が要求されている。我々は進行波を用いて導波管内に空間均一な電磁界分布を形成し、大気圧長尺マイクロ波プラズマを生成する手法を提案してきた。より低電力で安定した放電を維持するために非対称断面構造の導波管を導入し、メートル長の均一なプラズマ生成に成功し^[1]、この長尺プラズマによって大面積に渡る樹脂表面の親水化処理が可能であることを実証した^[2]。本装置のプラズマ長さのさらなる長尺化や放電維持の安定化を目指し、本研究では、長尺スロットプラズマ内における電磁界分布の解明を目的として調査を行った。

シミュレーションモデル 電磁界。シミュレーションモデルを Fig. 1 に示す。導波管（長辺 96 mm，短辺 27 mm，長さ 500 mm）の H 面に 400 mm スロット（幅 0.2 mm，厚さ 0.5 mm）を設け、スロット内にはプラズマを模擬した導電体を設置した。DC プラズマ導電率から、実験的に得られたプラズマ密度と推定された衝突周波数を用いて、導電率を 2 S/m 及び 10 S/m を仮定した。導波管に電力 (2.4-2.5GHz, 1 W) を入射し、電磁界分布を計算し、スロット内の電磁界及び電力分布を求めた。

結果 導波管中央のスロット周辺部におけるポインティングベクトルの空間分布を Fig. 2 に示す。導波管内の電力はスロットに対して斜めに放射されており、スロット内側ではポインティングベクトルは、強く外側方向を向いており、スロット外側に近づくにつれてスロットを噴き出す方向成分が減少し、長手方向成分のみになった。導電率を増加させた場合、ポインティングベクトルの大きさが減少し、長手方向成分の割合が大きくなった。

[1] H. Toyoda: 10th Int. Workshop on Microwave Plasma (Zvenigorod, 2018).

[2] H. Suzuki: 10th Int. Workshop on Microplasmas (Kyoto, 2019)

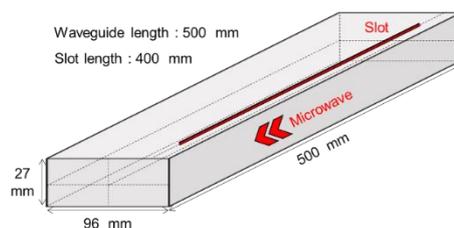


Fig.1. Simulation model.

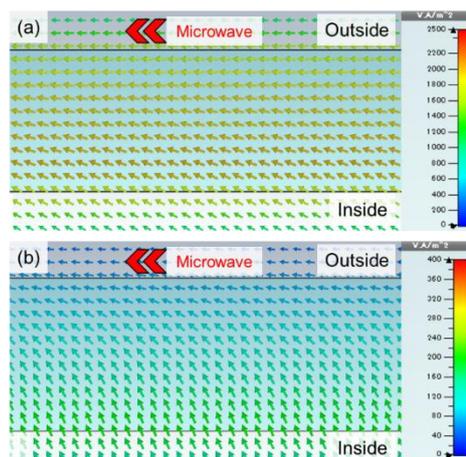


Fig.2. Power flow around the slot
(a) 2 S/m, (b) 10 S/m