

マイクロ波励起メートル級大気圧プラズマの生成とその特性

Production of microwave-excited meter-scale atmospheric-pressure plasma and its characteristics

名大 °鈴木陽香, 田村宥人, 猪俣弥雄起, 関根誠, 堀勝, 豊田浩孝

Nagoya Univ. °Haruka Suzuki, Yuto Tamura, Yaoki Inomata,

Makoto Sekine, Masaru Hori, Hirotaka Toyoda

E-mail: hsuzuki@nuee.nagoya-u.ac.jp

現在、プラズマプロセスはエレクトロニクス製品の製造工程の多くで用いられているが、その多くは減圧環境下で行われている。しかし、真空装置によるコスト増加や工程の複雑化が問題となっており、大気圧プラズマをプロセスへ応用する研究に注目が集まっている。特に、製造効率の観点からは大面積基板を高速かつ均一に処理することが望まれるため、均一かつ高密度の大規模大気圧プラズマ源が求められている。この課題に対し、我々は導波管内の定在波発生を抑制することにより均一かつ長尺な高密度マイクロ波プラズマを生成する技術を開発した^[1]。さらに、放電ガスによらずより低電力で安定して放電を維持するためにリッジ導波管構造を導入し、1 m 長のアルゴンプラズマ生成及び 50 cm 長の窒素プラズマ生成に成功している^[2]。本研究では、プラズマの更なる長尺化を試みるとともに、均一プラズマ維持機構の解明をめざした。

本装置はループ型導波管にマイクロ波サーキュレータを挿入した構造となっており、サーキュレータの一端は自動整合器を介してマイクロ波電源（マイクロ波周波数: 2.45 GHz, 入射電力: <5.0 kW）に接続される。この構造によりループ導波管内でのマイクロ波は一方向に進行する。このループ導波管の一部に長尺スロット（幅: 0.1 mm, 長さ: 0.5-1.1 m）を設け、放電ガス（10-14 slm）をスロット背面の導波管壁小穴から導波管内部に導入し、スロット内部にプラズマを生成する。スロット直下には金属構造物（リッジ）を設けており、このリッジ形状は電磁界シミュレーションを用いて最適化されている。プラズマの発光強度分布をデジタルカメラで計測するとともに、プラズマのガス温度、電子密度の空間分布を発光分光により計測した。

放電ガスを窒素 10 slm、マイクロ波電力 5.0 kW、スロット長 0.8 m としてプラズマ生成を行った際のプラズマ発光画像を Fig.1 に示す。長さ 0.7 m に渡る長尺の分子ガスプラズマ生成が確認された。また、講演では導波管内電力と発光強度の関係について報告する。

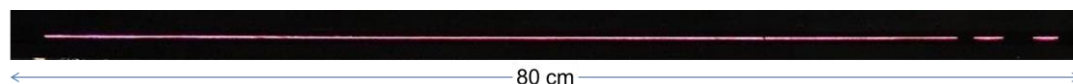


Fig.1. N₂ microwave plasma emission in a 0.8 m slot antenna.

[1] H. Suzuki et al.: Appl. Phys. Express **8** (2015) 036001.

[2] H. Suzuki et al.: 34th Symposium on Plasma Processing, Hokkaido (2017) 17aB1.

謝辞 本研究の一部は JSPS 科研費 16H03893 の助成により行われた。