

琉球大学学術リポジトリ

マイクロ波を用いた大気圧非平衡プラズマの生成およびプロセスへの応用

メタデータ	言語: 出版者: 米須章 公開日: 2009-03-30 キーワード (Ja): マイクロ波プラズマ, 大気圧非平衡プラズマ, パルス変調マイクロ波, トーチプラズマ, プラズマ滅菌 キーワード (En): Microwave Plasma, Atmospheric pressure Non-equilibrium Plasma, Pulse-time-modulated Microwave, Plasma Torch, Plasma Sterilization 作成者: 米須, 章, Yonesu, Akira メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12000/9449

マイクロ波を用いた大気圧非平衡プラズマの生成
およびプロセスへの応用

課題番号 16540451

平成 16 年度～平成 17 年度科学研究費補助金
(基板研究 (C)) 研究成果報告書

平成 18 年 6 月

研究代表者 米 須 章
琉球大学工学部 助教授

<はしがき>

プラズマプロセス用の大気圧非平衡プラズマ源の開発を目的として、パルス変調マイクロ波による大気圧非平衡プラズマの生成及びパルス幅やパルス周期によるガス温度、電子温度、非平衡度の制御を試みた。更に、本システムを用いたプラスチック材料の滅菌を試みた。

本報告書は、平成 16-17 年度の 2 年間にわたって行なわれた研究において得られた成果をまとめたものである。

研究組織

研究代表者：米須 章（琉球大学工学部 助教授）

交付決定額（配分額）

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
平成 16 年度	1,900,000	0	1,900,000
平成 17 年度	1,700,000	0	1,700,000
総 計	3,600,000	0	3,600,000

研究発表

1. 学会誌等

- 1) A.Yonesu, Z.Toyama, M.Yamashiro, S.Etoh, Y.Yamashiro

“Generation of atmospheric pressure non-thermal-plasma with pulse-time-modulated microwave”

Proceedings of the 6th International Conference on Reactive Plasmas and 23rd Symposium on Plasma Processing, January, 2006. p.293-294

2. 口頭発表

- 1) A.Yonesu, S.Tanaka, R.Ohuti, Y.Yamashiro,

“ Development of High-Pressure Microwave Plasma Source”,
7th APCPST & 17th SPSM, June, 2004

- 2) 田仲晋作、米須章、當山全哉、大内亮、平良洋介、山城康正

“高気圧マイクロ波プラズマ源の開発Ⅱ”

応用物理学会九州支部講演会、2004年11月

- 3) 米須章、田仲晋作、西尾英一郎、山城康正

“パルス変調マイクロ波により生成された大気圧プラズマの特性”

PSS-2005/SPP-22、P3-009、2005年1月

- 4) 米須章、田仲晋作、西尾英一郎、當山全哉、山城康正

“高気圧マイクロ波プラズマ源の開発Ⅲ”

第52回応用物理学関係連合講演会、31a-F-1、2005年3月

- 5) 米須章、當山全哉、江藤翔世、山城めぐみ、山城康正

“パルス変調マイクロ波を用いた大気圧非平衡プラズマの生成”

第66回応用物理学会学術講演会、9p-ZG-10、2005年9月

研究成果による工業所有権の出願・取得状況

特許出願

- 1) 名称：プラズマ発生装置及びそれを用いたプラズマ生成法

発明者：米須章

権利者：国立大学法人琉球大学

種類・番号：特許権、特願 2006-061673

出願日：平成 18 年 3 月 7 日

- 2) 名称：滅菌装置及びそれを用いた滅菌方法

発明者：米須章、林信哉、立花慶久

権利者：国立大学法人琉球大学、国立法人佐賀大学、

ザ・コカコーラ・カンパニー

種類・番号：特許権、特願 2006-061674

出願日：平成 18 年 3 月 7 日

研究成果

- ・ 円筒の金属管にスリットを入れたマイクロ波アンテナを用いて、大気圧下で非平衡プラズマを発生させる装置を開発した。この装置を用いて大気圧下で石英管内（直径 20[mm]、長さ 300[mm]）にほぼ一様な空間分布を持つプラズマを生成することができた。生成されたプラズマは、ガス温度は約 500°C で電子温度が 1~2eV の非平衡プラズマであった。更に、アンテナ形状の最適化を図るため、スリット本数の異なるアンテナの放電特性を比較した。その結果、放電開始電力や生成されたプラズマの電子温度等はスリットの本数に大きく依存しており、4 本スリットのアンテナが最も安定してプラズマを生成・維持できることが分かった。また、放電開始電力や電子温度等の特性はアンテナ部分での電界分布により説明できることを明らかにした。
- ・ 上記装置で生成した大気圧非平衡プラズマに対して、マイクロ波電力をパルス化することによりその影響を調べた。その結果、パルス化しても時間平均された電子温度や電子密度にはほとんど影響はないが、ガス温度は連続発振の場合に比べ 100°C 以上減少することが分かった。更に、ガス温度はパルス周期やデューティー比に依存することを明らかにした。この結果から、プラズマの非平衡度（電子温度/ガス温度）がパルス周期やデューティー比により制御できることが分かった。更にこれらの結果はプローブ法により測定したプラズマパラメータの時間変化により説明できることを明らかにした。
- ・ 大気圧非平衡プラズマを材料の表面処理や滅菌などのプロセスに用いるために、石英管の一端を開放し、プラズマがトーチ状に噴出する装置を開発した(特許申請)。本装置を用いて直径 19mm で長さ約 40mm、

ガス温度 400℃のトーチ状の非平衡プラズマを大気圧下で生成することができた。また、本装置におけるガス温度および電子温度・プラズマ密度とガス流量、マイクロ波電力との関係を調べ、装置の基礎特性を明らかにした。更に従来はアルゴンガスのみを用いてプラズマの生成をおこなってきたが、実際のプロセスなどで利用されている、窒素ガス、酸素ガス、二酸化炭素ガス、ヘリウムガス等とアルゴンガスとの混合ガスを用いて大気圧下でのプラズマの生成を試みた。その結果、各混合ガスで大気圧下でトーチ状の非平衡プラズマを生成することができ、また、プラズマ中には各種のラジカルが存在することを確認した。

- ・本装置を用いて大気圧非平衡プラズマによるプラズマ殺菌を試みた(特許出願)。菌を塗布したプラスチック製の試料片に、本装置で発生させたアルゴン・酸素プラズマを照射することにより、試料片には熱的なダメージを与えずに短時間(約 3 秒程度)で完全に滅菌出来ることを確認した。