

ヘリウムおよびアルゴンを用いた誘電体バリア放電における 電極間ギャップ長に対する放電開始電圧の依存性

Dependence of breakdown voltage in a dielectric barrier discharge using argon and helium gases on electrode gap distance

豊技大電気・電子情報¹, 豊技大 EIIRIS²

○須田 善行¹, 山下 龍舞¹, 加藤 諒¹, 滝川 浩史¹, 手老 龍吾²

○Yoshiyuki Suda¹, Ryuma Yamashita¹, Ryo Kato¹, Hirofumi Takikawa¹, Ryugo Tero²

Dept. of Electrical and Electronic Information Eng.¹, EIIRIS², Toyohashi Univ. Technol.

E-mail: yamashita.ryuma@pes.ee.tut.ac.jp

<http://arc.ee.tut.ac.jp/enedev/>

1. はじめに

プラズマ医療研究において、プラズマと生体の相互作用が解明されていないという課題がある⁽¹⁾。本研究では生体組織に対する大気圧プラズマの影響を調査することを目的として、被処理物に対して均一なプラズマ処理ができる誘電体バリア放電 (Dielectric Barrier Discharge: DBD) に注目した。通常の DBD では、フィラメント状放電が発生する。ヘリウムを動作ガスとして導入すると、低圧ガス放電で見られるようなグロー状放電が得られる⁽²⁾。加藤らは生体モデルである脂質二重膜に対して、動作ガスにアルゴンおよびヘリウムを用いて DBD 処理を行った⁽³⁾⁽⁴⁾。その中でアルゴンとヘリウムプラズマの違いに関する理解が不足している。そこで、DBD の雰囲気ガスをアルゴンおよびヘリウムで置換した時の放電開始電圧の測定を行った。

2. 実験条件

電極間ギャップ長を変えながらアルゴンおよびヘリウム雰囲気における放電開始電圧を測定した。図 1 に DBD 装置の概略図を示す。上下の各電極を石英板で覆い、DBD 型電極構造とした。両電極内部には冷却液が循環しており、電極の加熱を抑制している。上部、下部石英板の厚さはそれぞれ 1.5 mm, 2.0 mm である。ギャップ長は 0.5–8.0 mm の範囲で可変できるようになっている。プラズマ装置全体をグローブボックスで囲い、ガス置換できるようにした。ガス流量は 20 NL/min とし、ガスを流し始めてすぐに周波数 15 kHz の高周波電圧を電極間に印加した。高圧電源は玉置電子製 TE-HFV 1530K-0400 を用いた。

3. 実験結果

図 2 に電極間ギャップ長を変えた時の放電開始電圧を示す。図 2 より、電極間ギャップ長が長くなるほど放電開始電圧は高くなる傾向が得られた。これはパクションの法則⁽²⁾に従っていると考えられる。また、供給ガスがアルゴンの場合よりもヘリウムの場合の方が放電開始電圧は低くなった。Park らは、純粋なヘリウム中にアルゴンを添加していくと放電開始電圧は増加することを報告している⁽⁴⁾。これは、アルゴンよりもヘリウムの方が放電開始電圧は低いということを示しており、本実験結果と一致する。

謝辞

本研究の一部は、豊橋技術科学大学 EIIRIS プロジェクト, JSPS 科研費 24360108, 25630110 を受けて行なわれた。

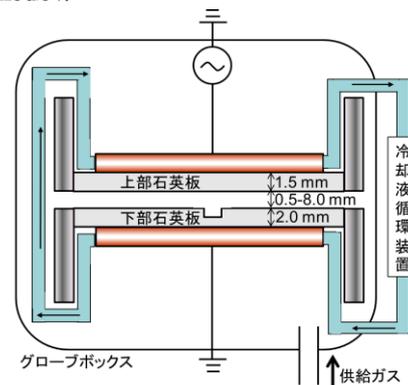


Fig. 1. Schematic diagram of DBD apparatus.

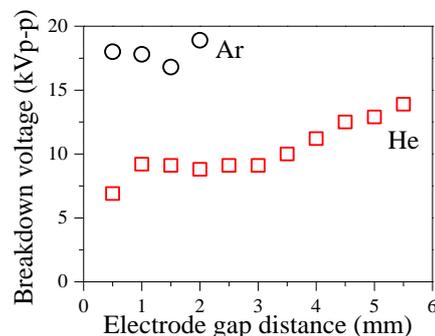


Fig. 2. Dependence of breakdown voltage on electrode gap distance.

文献

- (1) 浜口智志: 「プラズマ医療におけるプラズマ生体相互作用」, J. Plasma Fusion Res., Vol. 87, No. 10, pp. 696–703 (2011)
- (2) 日本学術振興会 プラズマ材料科学第 153 委員会: 「大気圧プラズマ - 基礎と応用 - 」, オーム社, pp. 16–35 (2009)
- (3) R. Tero, et al: “Plasma irradiation to artificial cell membrane system at solid-liquid interface”, Appl. Phys. Exp., accepted
- (4) R. Kato, et al: “Observation of Lateral Diffusion of Lipid Membranes Irradiated with Atmospheric Pressure Plasma”, 12th International Conference on Atomically Controlled Surfaces, Interfaces and Nanostructures, 8PN-6, (2013.11.4-8)
- (5) Jaeyoung Park, I. Henins, H. W. Herrmann, and G. S. Selwyn: “Gas breakdown in an atmospheric pressure radio-frequency capacitive plasma source”, J. Appl. Phys., Vol. 89, No. 1, pp. 15–19 (2001)