

擬火花放電の放電特性および放電機構

矢古宇 一 裕*・細 川 靖**・杉 田 慶一郎***

Breakdown Characteristics of Pseudospark Discharge and Its Mechanism

Kazuhiro YAKOU*, Yasushi HOSOKAWA** and Keiichiro SUGITA***

Abstract

The characteristics of pseudospark discharge is determined in air, nitrogen, argon, helium and also in hydrogen gas by a rise of the breakdown voltage with falling gas pressure. It shows a behavior similar to the Paschen-law of a parallel plate system but shifted to low pressure side. Introducing the concept of “the effective discharge path length L ”, the characteristics of pseudospark discharge is well explained in various gases by the difference of recombination coefficient α' as loss term in the equation of continuity.

Keywords: pseudospark discharge, discharge in gases, discharge mechanism

1. 緒 言

擬火花放電は、対向する平行平板電極の中央部分に円形の穴を持ち、陰極背面に空洞を持った空洞陰極形の低気圧放電であり⁽¹⁾⁽²⁾、その放電形態が所謂グロー放電の拡散放電の性質を保ちながら、電流の立ち上がり時間が短く、大電流を担える点で注目を集めている⁽³⁾⁽⁴⁾。この特長から、寿命の長い大電流スイッチや高密度パルス電流ビーム源などへの応用も有望視されている。

平行平板形の低気圧放電は、その放電電圧特性が(気圧 $p \times$ 電極間距離 d) $p d$ の関数として V 形のパッシェン (Paschen) カーブ (図 1) を示すことが知られており、極めて多くの研究がなされて、その放電機構についても詳細な報告がある⁽⁵⁾⁽⁶⁾。

一方、擬火花放電に関しては、その電極形状

から放電路は、平行平板電極 (図 2) の様に電極間隙内に限定されず、電極中央の円形孔を經由して電極背面にまで及ぶ可能性があり、特殊な放電特性になることが、いくつかの研究⁽⁷⁾⁽⁸⁾ で示されている。しかし、その放電機構については、十分明らかにされていない。

本研究では、

- (I) 特性の異なる 5 種類の気体、即ち 1. 空気 (Air), 2. 空気の主成分である窒素 (N_2), 3. 希ガスであるアルゴン (Ar), 4. 希ガスの単原子分子のヘリウム (He), 5. 共有結合の水素 (H_2) を用いて、擬火花放電電圧を気圧の関数として測定し、
- (II) 実効放電路長 L という考えを導入して、これらの気体の平均自由行程 λ 、および幾何学的電極間距離 d との関係を検討し、
- (III) 計算機シミュレーションの結果と対応させて、

擬火花放電の特性および機構について検討した結果を報告する。

平成 11 年 10 月 15 日受理

* 通研電気工業株式会社

** 八戸工業高等専門学校・助教授

*** エネルギー工学科・教授