

酸素原料オゾン発生装置における誘電体バリア放電の時間分解特性

渡部佳月・村上貴哉・田中大輔・大澤直樹（金沢工業大学）

河井茂充・青木未知子・田口正樹（メタウォーター）

1. はじめに

オゾンは強い酸化力と自然分解後は酸素に戻る性質を有し、上下水道の処理に使用されている⁽¹⁾。大容量のオゾン発生器では、誘電体バリア放電（Dielectric Barrier Discharge: DBD）が利用されている。DBDは、ストリーマ放電の集合体であり、オゾンは主にストリーマ放電部で生成される⁽²⁾。オゾン発生装置の更なる大容量化・高効率化のためには、ストリーマ放電の数や直径などがオゾン生成特性に及ぼす影響を明らかにする必要がある。著者らは、放電の円相当直径分布とオゾン生成特性の関係を研究しており、これまでに、カメラと画像処理ソフトウェア（ImageJ）を利用し、電極の冷却水温を変えると放電のサイズや発生頻度が影響を受けることを明らかにしてきた⁽³⁾。本研究では、ゲート制御できるイメージインテンシファイアを備えたカメラと ImageJ を利用して、DBD 発生期間中の放電輝点数や極性の影響を調べた。

2. 実験方法

図 1 は DBD 装置である。左右から原料ガスが供給され、中央のスリットから生成されたオゾンが排出される。誘電体材料はホウケイ酸ガラス（厚さ 1.1 mm）とした。スペーサを用いてギャップ長を 0.3 mm に調整した。高压側電極のサイズは 50 × 50 mm とした。ITO を用いて DBD を観察できるようにした。DBD 装置は初期圧力 100 kPaG に調整したチャンバー内に設置した。酸素（0.200 L/min）と窒素（1.00 mL/min）の混合ガスを供給した。低压側電極は 10°C の精製水で冷却した。8 kVp, 3 kHz の交流電圧を高压側電極に印加した。放電写真の撮影には、イメージインテンシファイア（C14245, 浜松ホトニクス）を付けたデジタル一眼レフカメラ（D800E, Nikon Imaging）を用いた。放電輝点の計数には、ImageJ を用いた。図 2 は電圧電流波形と撮影タイミングである。パルス電流の極性が正または負のときの DBD を撮影した。撮影期間を 1, 2, 3, 5, 10 に分割（以後、分割数と呼ぶ）して放電輝点の発生特性を調べた。放電写真の撮影回数はそれぞれ 10 回とした。分割数 1 に対する分割数ごとの合計放電輝点数の比率 α [%] を次式で求めた。

$$\alpha = \frac{\sum_{i=1}^n N'_i}{N_1} \dots \dots \dots (1)$$

ここで、 N_1 : 分割数 1 における放電輝点数、 N'_i : 分割期間 i における放電輝点数、 n : 分割数である。

3. 実験結果と考察

図 3 は分割数と撮影期間中に発生した合計放電輝点数と比率の関係である。すべての分割数において、正極性のパルス電流が発生したときの合計放電輝点数は約 3,500 個であったが、負極性のパルス電流が発生したときの合計放電輝点数は約 4,400 個であった。実験で使った DBD 装置の高压側電極はホウケイ酸ガラスで覆われ

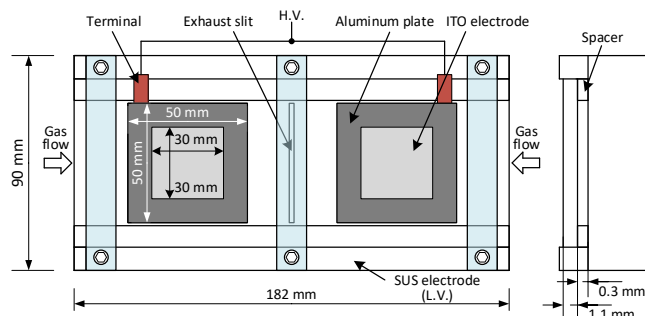


図 1 DBD 装置

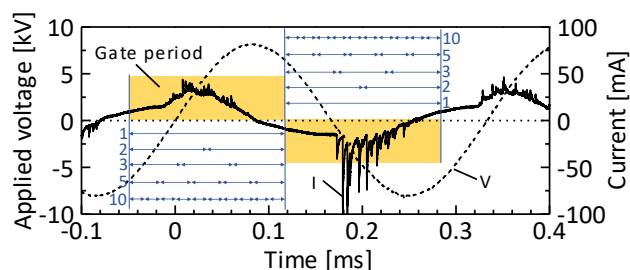


図 2 電圧電流波形と撮影タイミング

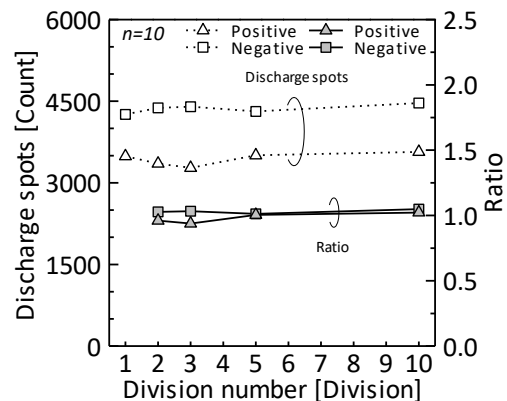


図 3 合計放電輝点数と比率の関係

ているが、低压側電極は誘電体で覆われていないことから、誘電体表面に蓄積される電子やイオンの量が影響を受けたため、極性の影響を受けたと考えられる。正極性の電流パルスが発生したときの α は 0.94~1.02 であり、負極性のときの α は 1.01~1.05 であった。 α が分割数の影響をほとんど受けなかったことから、同一極性では、DBD は同じ場所で発生しないことを確認できた。

参考文献

- (1) 山辺長兵衛: 電学論 A, 126 巻 9 号, pp. 874-877 (2006)
- (2) 所山太二, 吉岡芳夫: 電学論 A, 126 巻 7 号, pp. 695-702 (2007)
- (3) 鈴木涼平, 他: 静電気学会講演論文集, pp. 53-56 (2019)