

方形波電圧パルスによる大気圧非平衡プラズマ生成時の パルス幅の最適化の検討

A Study on the Optimized Pulse Width for the Generation of Atmospheric-pressure, Non-equilibrium Plasma by Rectangular Voltage Pulses

防衛大学校 ○中野 俊樹, 白井 博之, 北嶋 武

National Defense Academy, ○Toshiki Nakano, Hiroyuki Shirai, Takeshi Kitajima

E-mail: tn@nda.ac.jp

短パルス電圧による大気圧非平衡プラズマの生成は、低ガス温度で励起・解離レートが高いプラズマを生成する上で有効な方法である。本研究では、1 μs 方形波電圧パルスによって大気圧非平衡プラズマを生成し、発光強度と絶縁破壊（放電）確率の時間変化から、活性種の生成に対して最適なパルス幅について検討する。

大気圧非平衡プラズマは $\text{N}_2(0.5\%)/\text{He}$ の混合ガス中でマイクロホローカソードを用いて 1 μs 方形波電圧パルスを周波数 100 Hz で電極間に印加して生成する。プラズマは N_2 second positive system (0,3)バンドの発光スペクトルおよび電極間電圧・電流によって診断する。放電遅れ時間は電極間電圧が急落する時間から求め、1000 パルスの測定値から絶縁破壊（放電）確率を推定する。

図 1 にピーク電圧 1.9 kV でプラズマを生成した場合の絶縁破壊確率、放電電力および(0,3)バンドの発光強度の時間変化を示す。発光は絶縁破壊確率が急増する時間でほとんど生じている。表 1 にパルス電圧 V_p 、絶縁破壊確率 99% の時間 t_0 および t_0 前後の投入エネルギー ϵ_e 、 ϵ_d を示す。 ϵ_e は 0~0.4 μs のパルス立ち上がりの変位電流による部分を除いて算出している。 V_p の上昇とともに t_0 は減少し、 ϵ_d および $\epsilon_d / (\epsilon_e + \epsilon_d)$ が増加することがわかる。図 1 の結果を考慮すると、発光、すなわち、電子衝突励起に有効に利用されているのは ϵ_e といえる。したがって、活性種の効率的な生成の観点からは、 V_p に依存して定まる t_0 程度の時間幅の方形波電圧によるプラズマ生成が最適であると考えられる。

本研究は JSPS 科研費 24560359 の助成を受けたものである。

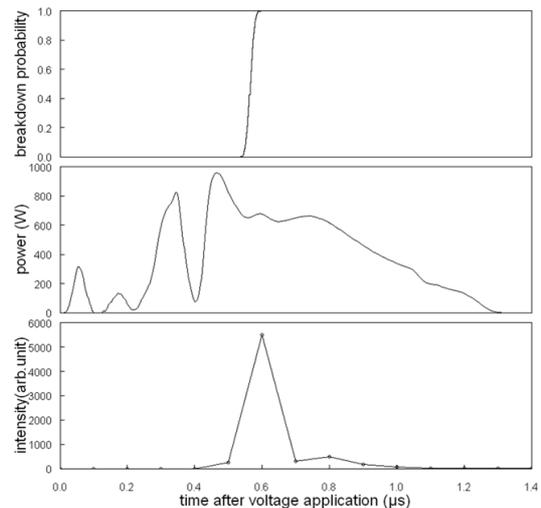


Fig. 1. Temporal variation of breakdown probability, discharge power and N_2 band emission intensity.

Table 1 Pulse voltage dependence of breakdown probability and input energy.

pulse voltage, V_p [kV]	1.6	1.7	1.8	1.9
99% breakdown probability time, t_0 [μs]	0.75	0.68	0.63	0.59
input energy for 0.4 μs ~ t_0 , ϵ_e [μJ]	134.8	129.4	131.0	127.5
input energy after t_0 , ϵ_d [μJ]	233.1	254.9	268.4	284.1
$\epsilon_d / (\epsilon_e + \epsilon_d)$	0.63	0.66	0.67	0.69