誘電体バリア放電の空間アフターグローガス中でのレーザー着火実験で 観測された火炎核伝播の放電条件に対する依存性

Dependence of flame kernel propagation on discharge conditions observed by laser-induced ignition in spatial afterglow of dielectric barrier discharge 北大工¹ 〇出口祐世, 佐々木浩一

Hokkaido Univ. OY. Deguchi and K. Sasaki

E-mail: deguchi@athena.qe.eng.hokudai.ac.jp

【はじめに】 我々は、燃焼着火の初期過程における火炎核の伝播に対するプラズマの効果を明らかにす るため、メタン/酸素/アルゴンの予混合ガスの誘電体バリア放電の空間アフターグローにおけるレ ーザー着火実験を行っている。前回は、誘電体バリア放電の効果により火炎核の伝播速度が増加する ことを報告した。今回は、誘電体バリア放電の放電電圧を前回より高めた場合に観測された火炎核の 伝播について報告する。また、ノズル付近におけるガス流の可視化を行い、火炎核の伝播に対する影 響を調べた。

[実験方法] 直径 7 mm の石英管の中央に棒状接地電極を置き,石英管の外側に高電圧電源に接続した リング電極を置くことにより,同軸型の誘電体バリア放電を生成した。石英管の鉛直上方に向かって メタン/酸素/アルゴンの予混合ガスを流し,バーナーとして用いた。誘電体バリア放電を通過した アフターグローガスの中心に波長 532 nm の YAG レーザーパルスを集光照射することにより,燃焼を 着火した。高速度カメラを用いたシャドウグラフ法によりレーザー照射点の周囲に伝播する火炎核を 可視化し,その時間変化を観察した。また,酸素/アルゴンの予混合ガスに線香の煙を混ぜ,シート 状レーザー光を照射し,ミー散乱光画像を高速度カメラで撮影することにより,ガス流を可視化した。

[実験結果および考察] 図1は,誘電体バリア放電を生 成しない場合(a-c)と誘電体バリア放電を生成した場合 (d-f)における火炎核の伝播の様子を比較している。誘電 体バリア放電を生成しない場合の火炎核は、レーザー着 火実験で典型的に見られる形状を有していた。印加電圧 が14kVの誘電体バリア放電を生成すると、鉛直下方に 伝播する火炎核がノズル先端付近で複雑な凸凹形状と なることが観測された。凸凹形状の発生は、放電電圧の 増加にしたがって顕著となった。誘電体バリア放電を生 成すると、 火炎核がバーナーノズル先端に速く到達し、 着火遅れ時間が短縮した。図2は,誘電体バリア放電を 生成しない場合と生成した場合(放電電圧 7 kV)のガ ス流を示している。誘電体バリア放電を生成しないと下 流まで層流が維持されるが,誘電体バリア放電の生成に より下流部が乱流化した。しかしながら、図1の観測領 域(図2において四角で示す)の下部では誘電体バリア 放電を生成した場合にも層流が維持されており, 上に述 べた凸凹構造は乱流の影響によるものでは無いと考え られた。



図 1: シャドウグラフ法により観測され た火炎核。(a)-(c)は誘電体バリア放電を生 成しない場合,(d)-(f)は誘電体バリア放電 を生成した場合。図の時刻はレーザー照 射からの遅れ時間を示す。



図 2: バーナーノズル上方でのガス流。(a) 誘電体バリア放電を生成しない場合,(b) 誘電体バリア放電を生成した場合。