

レーザー誘起ブレイクダウンによる長距離火花放電に関する研究 Long Distance Discharge Assisted by Laser Induced Breakdown

瀬川泰聖、今村宰、大熊康典、山崎博司、秋濱一弘

SEGAWA Taisei, IMAMURA Osamu, OHKUMA Yasunori, YAMASAKI Hiroshi, AKIHAMA Kazuhiro

日本大学
Nihon Univ.

1. 目的

本研究では、レンズで集光したレーザーを気体に照射することで気体をプラズマ化させる手法を用いて、火花放電を発生させるための電極間の任意の位置でプラズマを生成し、パッシェン則に依存しない電極間距離の長い火花放電を可能とする「レーザーブレイクダウン支援火花放電点火法 (Laser Breakdown Assisted Long-distance Discharge Ignition: LBALDI)」を開発することを目的とする。これは、希薄燃焼において、火花放電単体よりも初期火炎核を拡大することができるため、「火花点火内燃機関における希薄予混合気への体積的な広域点火の効率化」に関する技術に応用できる。

今回は、LBALDIにおけるレーザー光の照射と高電圧印加の時間差をパラメータとして、放電確率の電極間距離依存性を取得するための実験を行い、レーザー光の照射と高電圧印加の時間差がLBALDIの放電特性に及ぼす影響を調べた。

2. 実験および結果

今回使用した実験装置図を図1に示す。Nd:YAGレーザー光 (波長: 532nm、パルス幅: 7ns) を、反射ミラーを用いて誘導し、レンズ (f = 150mm) で集光して放電電極間にブレイクダウンプラズマを生成させた。レーザー光の入射角度は、対向したプラグ電極に対して90°とした。電極間には、自動車用イグニッションコイルを使用して、レーザーの発振に同期させたパルス電圧 (ピーク電圧: ~32kV) を印加した。レーザー入射タイミング、電圧印加開始時間、イグナイターの充電時間は、ディレイパルスジェネレータを用いて制御する。電圧印加時間を基準としたレーザー入射時間との時間差 Δt をパラメータとした。

電極間の放電エネルギーを20mJ、レーザーエネルギーが50mJ/pulse、100mJ/pulse、 Δt が0 μ s~110 μ sにおける放電確率100%での電極間距離と

Δt の関係を図2に示す。なお放電確率は、同じ電極間距離で行った30回の試行から算出した。

電極への電圧印加のみでは電極間距離は15.0mmであったが、レーザー光を照射することで電極間距離が長くなり、レーザーエネルギーが大きくなるにつれて電極間距離がより長くなることから、LBALDIはレーザーエネルギーの値に強く影響を受けることが示唆された。また、電圧印加をした後、50~60 μ sにレーザー光を照射することで電極間距離が長くなる傾向が見られ、電圧印加とレーザー光の照射の時間差の依存性が明らかになった。

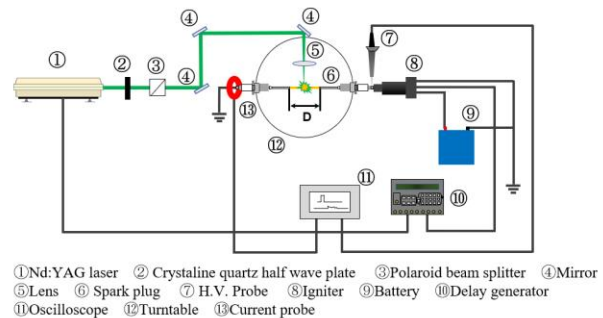


図1 実験装置図

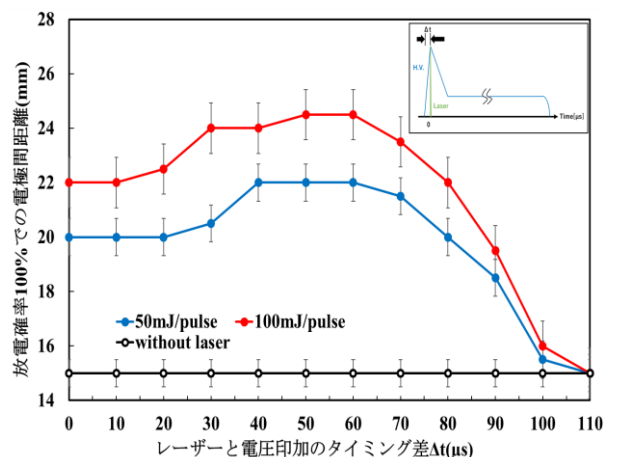


図2 タイミング差 Δt と放電確率 100% 時の電極間距離の関係