

ガソリン燃焼チーム クラスター25 (火炎伝播促進班)

産総研^A・筑波大学^B 倉持 晃^{A,B}, 高橋 栄一^A, 瀬川 武彦^A,
齋藤 直昭^A, 西岡 牧人^B

誘電体バリア放電プラズマによる火炎伝播の促進効果

目的

非熱プラズマにより、火炎伝播速度の促進、点火確率の向上を支援する技術を開発し、スーパーリーンバーンの実現に貢献する。

研究方法

- RCEMによって作り出した高圧場における高炭素数燃料の火炎核の成長過程を高速度カメラによって観測し、誘電体バリア放電(DBD)プラズマの有無による火炎伝播への影響を見る。
- 種々の油種、当量比、温度条件にて実験を行い、DBDプラズマ重畳が火炎伝播に及ぼす影響の依存性からメカニズムを考察する。

主な成果

実験装置

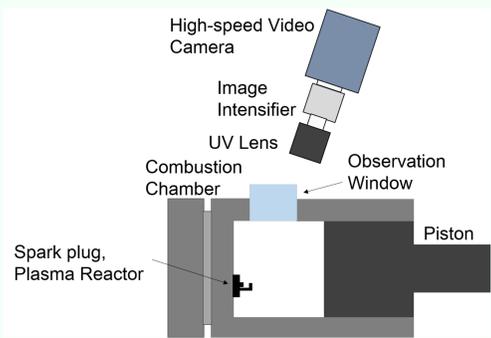


Fig.1 Detail of the RCEM Combustion chamber

ピストン沿面前方の燃焼室壁面にスパークプラグ、DBDプラズマリアクターを設置。燃焼室上部の観測窓から、青色フィルター、UVレンズ、イメージンシファイアを介した高速度カメラによってスパークプラグ近傍を撮影し、火炎核の成長過程を観測した。静電流体効果によりDBDプラズマの影響を受けた混合気がスパークプラグ近傍に輸送されるようプラズマリアクターを設計した。

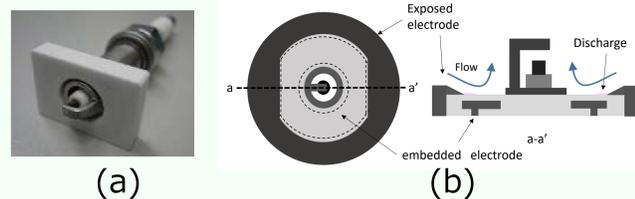


Fig.2 DBD plasma reactor. (a) Photograph of the alumina ceramics with embedded electrode for DBD and a spark plug. (b) Detail of the DBD

実験条件

Table 1. Experimental conditions

Bore [mm]	100			
Stroke [mm]	120			
Pressure at TDC [bar]	11.6			
DBD consumption energy [W]	17			
Fuel	n-heptane	iso-octane	toluene	
Compression ratio	6.0	5.2	6.0	6.0
Temperature at TDC [K]	592, 630, 665	550	626, 666, 714	696
Equivalence ratio	0.40, 0.42, 0.45, 0.48, 0.50	0.52, 0.54, 0.56, 0.58, 0.60	0.48, 0.50, 0.52, 0.54, 0.56	0.42, 0.44, 0.46, 0.48, 0.51

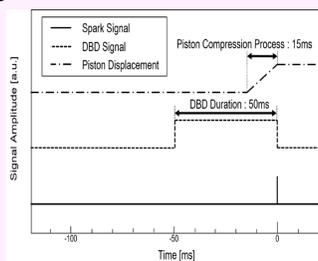


Fig.3 Operation timing chart of the each of the spark plug, the DBD plasma reactor, and the piston compression process

解析方法

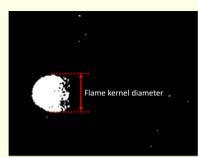


Fig.4 Definition of the flame kernel diameter

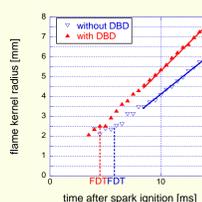


Fig.5 Measurement result of the n-heptane/air mixture flame kernel radius. Equivalent ratio is 0.48, and ambient temperature is 665 K.

実験で得られた写真から火炎核の直径を測定し、球状を仮定して火炎核半径を算出。経過時間毎に火炎核半径をプロットし、半径が2.5mmに達した時間を火炎発達時間(FDT)と定義。また、火炎伝播速度 S_{fl} を半径5mmにおける点で評価した。

実験結果

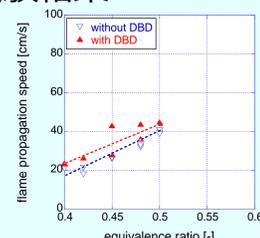


Fig.6 The measurement results of S_{fl} for n-heptane/air mixture

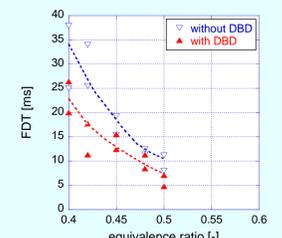


Fig.7 The measurement results of FDT for n-heptane/air mixture

ノルマルヘプタン空気予混合火炎、雰囲気温度630K
DBD重畳により火炎伝播速度促進、FDT短縮。

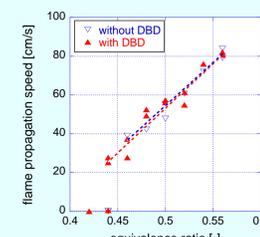


Fig.8 The measurement results of S_{fl} for iso-octane/air mixture

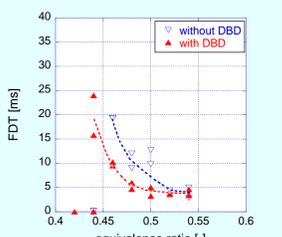


Fig.9 The measurement results of FDT for iso-octane/air mixture

イソオクタン空気予混合火炎、雰囲気温度686K

DBD重畳によりFDT短縮、
火炎伝播速度は変化なし

トルエン空気予混合火炎については、火炎伝播速度・FDT共にDBD重畳の効果はみられなかった。

DBDプラズマ重畳により、
火炎伝播速度促進・火炎発達時間短縮効果を得ることが出来た。
また、その効果には油種依存性・温度依存性がある事から、
化学的作用に起因すると考えられる。

今年度の取組

- プラズマによる促進メカニズムの解明
- 単気筒エンジンへの適用と効果の検証

研究計画

