

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7684430号
(P7684430)

(45)発行日 令和7年5月27日(2025.5.27)

(24)登録日 令和7年5月19日(2025.5.19)

(51)国際特許分類		F I	
F 0 2 D	41/38 (2006.01)	F 0 2 D	41/38
F 0 2 D	23/02 (2006.01)	F 0 2 D	23/02 H
F 0 2 D	45/00 (2006.01)	F 0 2 D	23/02 J
		F 0 2 D	45/00 3 6 2
		F 0 2 D	45/00 3 6 8 S
請求項の数 11 (全15頁)			
(21)出願番号	特願2023-566498(P2023-566498)	(73)特許権者	521272506
(86)(22)出願日	令和4年1月21日(2022.1.21)		▲い▼柴動力股▲ふん▼有限公司
(65)公表番号	特表2024-515824(P2024-515824 A)		WEI CHAI POWER CO., L T D.
(43)公表日	令和6年4月10日(2024.4.10)		中華人民共和国山東省▲い▼坊市高新技
(86)国際出願番号	PCT/CN2022/073116		術産業開発区福寿東街197号甲 2 6
(87)国際公開番号	WO2022/262276		1 0 6 1
(87)国際公開日	令和4年12月22日(2022.12.22)		1 9 7 A, East Fushou S
審査請求日	令和5年10月27日(2023.10.27)		treet High-Tech Dev
(31)優先権主張番号	202110669915.1		elopment Zone Weifa
(32)優先日	令和3年6月17日(2021.6.17)		ng, Shandong 2 6 1 0 6 1
(33)優先権主張国・地域又は機関	中国(CN)	(74)代理人	110000729
			弁理士法人ユニアス国際特許事務所
		(72)発明者	譚 旭光
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 燃焼システムの制御方法、燃焼システムおよびディーゼルエンジン

(57)【特許請求の範囲】
【請求項1】

ピストンと、インジェクタと、シリンダとを含み、前記ピストンは前記シリンダ内に往復上下運動可能である燃焼システムの制御方法であって、前記インジェクタは前記ピストンの運動周期毎に少なくとも第1主燃料噴射および第2主燃料噴射を順次実行し、前記インジェクタは前記第1主燃料噴射から前記第2主燃料噴射までの過程において油噴射を継続し、前記インジェクタが前記第1主燃料噴射を実行する過程において油噴射スピードが最高の時に対応する噴射圧力は第1噴射圧力であり、前記インジェクタが前記第2主燃料噴射を実行する過程において油噴射スピードが最高の時に対応する噴射圧力は第2噴射圧力であり、
前記インジェクタの噴射圧力をゼロから前記第1噴射圧力まで上昇させてから、前記第1噴射圧力から特定の噴射圧力まで下降させるように前記第1主燃料噴射を実行し、そして、前記インジェクタの噴射圧力を前記特定の噴射圧力から前記第2噴射圧力まで上昇させてから、前記第2噴射圧力からゼロまで下降させるように前記第2主燃料噴射を実行し、
前記燃焼システムの制御方法は、
前記第1主燃料噴射の継続時間長および第1噴射圧力を特定することで、前記第1主燃料噴射を実行する過程における少なくとも一部の時点のシリンダ圧力がシリンダ圧上限閾値に達することが可能であるステップと、
前記第2主燃料噴射の継続時間長および前記第2噴射圧力のうちの少なくとも1つを反復調整することで、前記第2主燃料噴射を実行する過程において、前記シリンダ圧力が前

記シリンダ圧上限閾値から設定シリンダ圧まで低下する期間に、各時点におけるシリンダ圧変化曲線の曲線傾きの変化率がいずれも設定傾き変化率範囲内にあり、それに、前記シリンダ圧力が前記シリンダ圧上限閾値から前記設定シリンダ圧まで低下する期間に対応するクランクシャフトの回転角度が第1プリセット角度以上であるステップと、を含む、
ことを特徴とする燃焼システムの制御方法。

【請求項2】

前記第1主燃料噴射の継続時間長および第1噴射圧力を特定することで、前記第1主燃料噴射を実行する過程における少なくとも一部の時点のシリンダ圧力がシリンダ圧上限閾値に達することが可能である前記ステップは、

前記第1主燃料噴射を実行する過程におけるシリンダ圧力が常にシリンダ圧上限閾値に達しないと、前記第1主燃料噴射を実行する過程におけるシリンダ圧力が少なくとも一部の時点で前記シリンダ圧上限閾値に達し、かつ前記シリンダ圧力が初めて前記シリンダ圧上限閾値に達する時に対応するクランク角度が第1角度を超えなく、かつ前記シリンダ圧力が第1シリンダ圧力から前記シリンダ圧上限閾値まで上昇する期間にクランクシャフトの回転角度が第2プリセット角度以上であるまで、前記第1主燃料噴射の開始時間、終了時間、および現在第1噴射圧力のうちの少なくとも1つを反復調整するステップであって、前記シリンダ圧力が前記第1シリンダ圧力に等しくなる時に対応するシリンダ容積は、前記シリンダ圧力が初めて前記シリンダ圧上限閾値に達することに対応するシリンダ容積と同じであるステップを含む、

ことを特徴とする請求項1に記載の燃焼システムの制御方法。

【請求項3】

ピストンの運動周期毎に、インジェクタが第1主燃料噴射を開始する時間を第1時間 t_1 とし、第1主燃料噴射と第2主燃料噴射との間でインジェクタが噴射する燃油のスピードが最も低い時間を第2時間 t_2 とし、第1噴射圧力を P_1 とし、

前記第1主燃料噴射を実行する過程におけるシリンダ圧力が常にシリンダ圧上限閾値に達しないと、前記第1主燃料噴射を実行する過程におけるシリンダ圧力が少なくとも一部の時点で前記シリンダ圧上限閾値に達し、かつ前記シリンダ圧力が初めて前記シリンダ圧上限閾値に達する時に対応するクランク角度が第1角度を超えなく、かつ前記シリンダ圧力が前記第1シリンダ圧力から前記シリンダ圧上限閾値まで上昇する期間にクランクシャフトの回転角度が第2プリセット角度以上であるまで、前記第1主燃料噴射の開始時間、終了時間、および現在第1噴射圧力のうちの少なくとも1つを反復調整する前記ステップは、

第1主燃料噴射を実行する過程において、シリンダ内のシリンダ圧力 P をリアルタイムに収集し、クランクシャフトの角度をリアルタイムに収集するとともに、シリンダ圧力 P とシリンダ圧上限閾値 P_{max} とを比較し、かつクランクシャフトの角度が第1角度を超えているか否かを判断するステップと、

シリンダ圧力 P がシリンダ圧上限閾値 P_{max} よりも小さく、かつクランクシャフトの角度が第1角度の後に位置すると、第1噴射圧力 P_1 の数値を大きくし、および/または、第2時間 t_2 と第1時間 t_1 との差を全体として小さくするステップと、を含む、

ことを特徴とする請求項2に記載の燃焼システムの制御方法。

【請求項4】

第1噴射圧力 P_1 の数値を大きくし、および/または、第2時間 t_2 と第1時間 t_1 との差を全体として小さくするステップは、

第1主燃料噴射を実行する過程におけるシリンダ圧力の最大値 P_x を取得するステップと、

$n = (P_{max} - P_x) / P_{max}$ を算出するステップと、

$n \leq 5\%$ であると、第1噴射圧力 P_1 の数値のみを第1設定値大きくするステップと、を含む、

ことを特徴とする請求項3に記載の燃焼システムの制御方法。

【請求項5】

$n > 5\%$ であると、第1噴射圧力 P_1 の数値を第1設定値大きくし、かつ第1時間 t_1 および/または第2時間 t_2 を調整することで第2時間 t_2 と第1時間 t_1 との差が全体として第2設定値小さくする、

ことを特徴とする請求項4に記載の燃焼システムの制御方法。

【請求項6】

シリンダ圧力 P がシリンダ圧上限閾値 P_{max} 以上であり、かつクランクシャフトの角度が第1角度の前に位置すると、

シリンダ圧力 P がシリンダ圧上限閾値 P_{max} に等しくなる時のシリンダ内のリアルタイムなシリンダ容積 V を取得し、

シリンダ容積とクランク角度との関係 map に応じて、シリンダ容積がリアルタイムなシリンダ容積 V に等しくなる時に対応するシリンダ上り時のクランク角度 φ_a およびシリンダ下り時のクランク角度 φ_b を取得し、

$\varphi_1 = \varphi_b - \varphi_a$ を算出し、

φ_1 と第2プリセット角度 φ_n の大きさを判断し、

$\varphi_1 < \varphi_n$ であると、第1噴射圧力 P_1 の数値を第3設定値大きくし、および/または第1時間 t_1 および/または第2時間 t_2 を調整することで第2時間 t_2 と第1時間 t_1 との差が全体として第4設定値小さくする、

ことを特徴とする請求項3に記載の燃焼システムの制御方法。

【請求項7】

第2噴射圧力を P_2 とし、前記第2主燃料噴射の継続時間長および前記第2噴射圧力のうちの少なくとも1つを反復調整することで、前記第2主燃料噴射を実行する過程において、前記シリンダ圧力が前記シリンダ圧上限閾値から設定シリンダ圧まで低下する期間に、各時点におけるシリンダ圧変化曲線の曲線傾きの変化率がいずれも設定傾き変化率範囲内にあり、それに、前記シリンダ圧力が前記シリンダ圧上限閾値から前記設定シリンダ圧まで低下する期間に対応するクランクシャフトの回転角度が第1プリセット角度以上である前記ステップは、

$\varphi_1 = \varphi_n$ の場合、

シリンダ圧力 P が P_n に等しくなる時のクランク角度 φ_c を map に応じて取得するステップであって、 $\varphi_c > \varphi_b$ であり、 P_n は設定シリンダ圧であって $P_{max} > P_n$ であるステップと、

クランク角度 φ_b からクランク角度 φ_c までのセクションのシリンダ圧力とクランク角度との間の関係曲線 y を取得するステップと、

$k_1 = dy / d\varphi$ 、 $k_2 = dk_1 / d\varphi$ を算出するステップであって、 φ の値は $\varphi_b \sim \varphi_c$ であるステップと、

k_2 の絶対値の最大値 k_{max} を取得するステップと、

k_{max} 、プリセットパラメータ k_a の大きさを比較するステップと、

$k_{max} < k_a$ であると、第2噴射圧力 P_2 の数値を第5設定値大きくするステップと、を含む、

ことを特徴とする請求項6に記載の燃焼システムの制御方法。

【請求項8】

インジェクタが第2主燃料噴射を終了する時間を第3時間 t_3 とし、 $k_{max} < k_a$ であると、燃焼システムの制御方法はさらに、

$\varphi_2 = \varphi_c - \varphi_b$ を算出するステップと、

φ_2 と第1プリセット角度 φ_m の大きさを判断するステップと、

$\varphi_2 < \varphi_m$ であると、第3時間 t_3 の数値を第6設定値大きくするステップと、を含む、

ことを特徴とする請求項7に記載の燃焼システムの制御方法。

【請求項9】

$\varphi_2 = \varphi_m$ であると、第3時間 t_3 の数値をそのまま保持する、

ことを特徴とする請求項8に記載の燃焼システムの制御方法。

【請求項10】

10

20

30

40

50

燃焼システムであって、請求項 1 ~ 9 のいずれか 1 項に記載の燃焼システムの制御方法を実施しており、燃焼システムはピストンと、インジェクタと、シリンダと、コントローラとを含み、前記コントローラは、前記インジェクタが前記ピストンの運動周期毎に少なくとも第 1 主燃料噴射および第 2 主燃料噴射を順次実行し、それに、前記インジェクタが前記第 1 主燃料噴射から前記第 2 主燃料噴射までの過程において油噴射を継続するように制御し、

前記コントローラは、前記インジェクタの噴射圧力をゼロから前記第 1 噴射圧力まで上昇させてから、前記第 1 噴射圧力から特定の噴射圧力まで下降させるように前記第 1 主燃料噴射を実行し、そして、前記インジェクタの噴射圧力を前記特定の噴射圧力から前記第 2 噴射圧力まで上昇させてから、前記第 2 噴射圧力からゼロまで下降させるように前記第 2 主燃料噴射を実行し、

10

前記コントローラは、前記第 1 主燃料噴射の継続時間長および第 1 噴射圧力を特定することで、前記第 1 主燃料噴射を実行する過程における少なくとも一部の時点のシリンダ圧力がシリンダ圧上限閾値に達することが可能になり、

前記コントローラは、前記第 2 主燃料噴射の継続時間長および前記第 2 噴射圧力のうちの少なくとも 1 つを反復調整することで、前記第 2 主燃料噴射を実行する過程において、前記シリンダ圧力が前記シリンダ圧上限閾値から設定シリンダ圧まで低下する期間に、各時点におけるシリンダ圧変化曲線の曲線傾きの変化率がいずれも設定傾き変化率範囲内にあり、それに、前記シリンダ圧力が前記シリンダ圧上限閾値から前記設定シリンダ圧まで低下する期間に対応するクランクシャフトの回転角度が第 1 プリセット角度以上である

20

ことを特徴とする燃焼システム。

【請求項 1 1】

請求項 1 0 に記載の燃焼システムを含む、

ことを特徴とするディーゼルエンジン。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明はディーゼルエンジンという技術的分野に関し、特に燃焼システムの制御方法および燃焼システムならびにディーゼルエンジンに関する。

【0 0 0 2】

30

本出願は 2 0 2 1 年 0 6 月 1 7 日に中国特許庁に提出され、出願番号が 2 0 2 1 1 0 6 6 9 9 1 5 . 1 であり、発明名称が「燃焼システムの制御方法、燃焼システムおよびディーゼルエンジン」である中国特許出願の優先権を主張し、その全ての内容が援用されることで本出願に結合される。

【背景技術】

【0 0 0 3】

従来のディーゼルエンジンの燃焼組織方式は主に、拡散燃焼を主要な方式とし、燃焼速度は、オイルとガスとの混合速度に大きく制限される。なお、現段階の高圧コモンレールディーゼルエンジンはいずれも 1 回の主燃料噴射を採用し、単回の高圧噴射の巻き込み作用は主に霧化領域で発生され、油ジェットの中で巻き込み作用が弱くなり、オイルとガスとの混合効果が悪く、それに、ディーゼルエンジンの回転数が高いため、4 ストロークディーゼルエンジンに対して、オイルとガスとの混合の組織のための時間が非常に短く、単回の噴射において発生した噴流および液滴は、壊れて霧化させた後、適時に燃焼室内で拡散して空気と均一な混合気を形成するのが難しく、これにより、燃焼過程の急速な進行を制限し、ディーゼルエンジンの電力出力をさらに制限する。

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0 0 0 4】

本発明の目的は、燃油噴射後の空気との混合の均一性をアップするように、燃焼システムの制御方法および燃焼システムならびにディーゼルエンジンを提供することにある。

50

【課題を解決するための手段】

【0005】

一方、本発明は、ピストンと、インジェクタと、シリンダとを含み、前記ピストンは前記シリンダ内に往復上下運動可能である燃焼システムの制御方法であって、前記インジェクタは前記ピストンの運動周期毎に少なくとも第1主燃料噴射および第2主燃料噴射を順次実行し、それに、前記インジェクタは前記第1主燃料噴射から前記第2主燃料噴射までの過程において油噴射を継続し、前記インジェクタが前記第1主燃料噴射を実行する過程において油噴射スピードが最高の時に対応する噴射圧力は第1噴射圧力であり、前記インジェクタが前記第2主燃料噴射を実行する過程において油噴射スピードが最高の時に対応する噴射圧力は第2噴射圧力であり、

10

前記燃焼システムの制御方法は、

前記第1主燃料噴射の継続時間長および第1噴射圧力を特定することで、前記第1主燃料噴射の過程における少なくとも一部の時点のシリンダ圧力がシリンダ圧上限閾値に達することが可能であるステップと、

前記第2主燃料噴射の継続時間長および前記第2噴射圧力のうちの少なくとも1つを反復調整することで、前記第2主燃料噴射の過程において、前記シリンダ圧力が前記シリンダ圧上限閾値から設定シリンダ圧まで低下する期間に、各時点におけるシリンダ圧変化曲線の曲線傾きの変化率がいずれも設定傾き変化率範囲内にあり、それに、前記シリンダ圧力が前記シリンダ圧上限閾値から前記設定シリンダ圧まで低下する期間に対応するクランクシャフトの回転角度が第1プリセット角度以上であるステップと、を含む、燃焼システムの制御方法を提供する。

20

【0006】

燃焼システムの制御方法の好ましい技術案として、前記第1主燃料噴射の継続時間長および第1噴射圧力を特定することで、前記第1主燃料噴射の過程における少なくとも一部の時点のシリンダ圧力がシリンダ圧上限閾値に達することが可能である前記ステップは、

前記第1主燃料噴射の過程におけるシリンダ圧力が常にシリンダ圧上限閾値に達しないと、前記第1主燃料噴射の過程におけるシリンダ圧力が少なくとも一部の時点で前記シリンダ圧上限閾値に達し、かつ前記シリンダ圧力が初めて前記シリンダ圧上限閾値に達する時に対応するクランク角度が第1角度を超えなく、かつ前記シリンダ圧力が第1シリンダ圧力から前記シリンダ圧上限閾値まで上昇する期間にクランクシャフトの回転角度が第2プリセット角度以上であるまで、前記第1主燃料噴射の開始時間、終了時間、および現在第1噴射圧力のうちの少なくとも1つを反復調整するステップであって、前記シリンダ圧力が前記第1シリンダ圧力に等しくなる時に対応するシリンダ容積は、前記シリンダ圧力が初めて前記シリンダ圧上限閾値に達することに対応するシリンダ容積と同じであるステップを含む。

30

【0007】

燃焼システムの制御方法の好ましい技術案として、ピストンの運動周期毎に、インジェクタが第1主燃料噴射を開始する時間を第1時間 t_1 とし、第1主燃料噴射と第2主燃料噴射との間でインジェクタが噴射する燃油のスピードが最も低い時間を第2時間 t_2 とし、第1噴射圧力を P_1 とし、

40

前記第1主燃料噴射の過程におけるシリンダ圧力が常にシリンダ圧上限閾値に達しないと、前記第1主燃料噴射の過程におけるシリンダ圧力が少なくとも一部の時点で前記シリンダ圧上限閾値に達し、かつ前記シリンダ圧力が初めて前記シリンダ圧上限閾値に達する時に対応するクランク角度が第1角度を超えなく、かつ前記シリンダ圧力が前記第1シリンダ圧力から前記シリンダ圧上限閾値まで上昇する期間にクランクシャフトの回転角度が第2プリセット角度以上であるまで、前記第1主燃料噴射の開始時間、終了時間、および現在第1噴射圧力のうちの少なくとも1つを反復調整する前記ステップは、

第1主燃料噴射の過程において、シリンダ内のシリンダ圧力 P をリアルタイムに収集し、クランクシャフトの角度をリアルタイムに収集するとともに、シリンダ圧力 P とシリンダ圧上限閾値 P_{max} とを比較し、かつクランクシャフトの角度が第1角度を超えているか

50

否かを判断するステップと、

シリンダ圧力 P がシリンダ圧上限閾値 P_{max} よりも小さく、かつクランクシャフトの角度が第 1 角度の後に位置すると、第 1 噴射圧力 P_1 の数値を大きくし、および / または、第 2 時間 t_2 と第 1 時間 t_1 との差を全体として小さくするステップと、を含む。

【 0 0 0 8 】

燃焼システムの制御方法の好ましい技術案として、第 1 噴射圧力 P_1 の数値を大きくし、および / または、第 2 時間 t_2 と第 1 時間 t_1 との差を全体として小さくするステップは、

第 1 主燃料噴射の過程におけるシリンダ圧力の最大値 P_x を取得するステップと、

$n = (P_{max} - P_x) / P_{max}$ を算出するステップと、

$n \leq 5\%$ であると、第 1 噴射圧力 P_1 の数値のみを第 1 設定値大きくするステップと、を含む。

【 0 0 0 9 】

燃焼システムの制御方法の好ましい技術案として、 $n > 5\%$ であると、第 1 噴射圧力 P_1 の数値を第 1 設定値大きくし、かつ第 1 時間 t_1 および / または第 2 時間 t_2 を調整することで第 2 時間 t_2 と第 1 時間 t_1 との差が全体として第 2 設定値小さくする。

【 0 0 1 0 】

燃焼システムの制御方法の好ましい技術案として、シリンダ圧力 P がシリンダ圧上限閾値 P_{max} 以上であり、かつクランクシャフトの角度が第 1 角度の前に位置すると、

シリンダ圧力 P がシリンダ圧上限閾値 P_{max} に等しくなる時のシリンダ内のリアルタイムなシリンダ容積 V を取得し、

シリンダ容積とクランク角度との関係 map に応じて、シリンダ容積がリアルタイムなシリンダ容積 V に等しくなる時に対応するシリンダ上り時のクランク角度 ϕ_a およびシリンダ下り時のクランク角度 ϕ_b を取得し、

$\phi_1 = \phi_b - \phi_a$ を算出し、

ϕ_1 、第 2 プリセット角度 ϕ_n の大きさを判断し、

$\phi_1 < \phi_n$ であると、第 1 噴射圧力 P_1 の数値を第 3 設定値大きくし、および / または第 1 時間 t_1 および / または第 2 時間 t_2 を調整することで第 2 時間 t_2 と第 1 時間 t_1 との差が全体として第 4 設定値小さくする。

【 0 0 1 1 】

燃焼システムの制御方法の好ましい技術案として、第 2 噴射圧力を P_2 とし、前記第 2 主燃料噴射の継続時間長および前記第 2 噴射圧力のうちの少なくとも 1 つを反復調整することで、前記第 2 主燃料噴射の過程において、前記シリンダ圧力が前記シリンダ圧上限閾値から設定シリンダ圧まで低下する期間に、各時点におけるシリンダ圧変化曲線の曲線傾きの変化率がいずれも設定傾き変化率範囲内にあり、それに、前記シリンダ圧力が前記シリンダ圧上限閾値から前記設定シリンダ圧まで低下する期間に対応するクランクシャフトの回転角度が第 1 プリセット角度以上である前記ステップは、

$\phi_1 = \phi_n$ の場合、

シリンダ圧力 P が P_n に等しくなる時のクランク角度 ϕ_c を map に応じて取得するステップであって、 $\phi_c > \phi_b$ であり、 P_n は設定シリンダ圧であって $P_{max} > P_n$ であるステップと、

クランク角度 ϕ_b からクランク角度 ϕ_c までのセクションのシリンダ圧力とクランク角度との間の関係曲線 y を取得するステップと、

$k_1 = dy / d\phi$ 、 $k_2 = dk_1 / d\phi$ を算出するステップであって、 ϕ の値は $\phi_c \sim \phi_d$ であるステップと、

k_2 の絶対値の最大値 k_{max} を取得するステップと、

k_{max} 、プリセットパラメータ k_a の大きさを比較するステップと、

$k_{max} < k_a$ であると、第 2 噴射圧力 P_2 の数値を第 5 設定値大きくするステップと、を含む。

【 0 0 1 2 】

10

20

30

40

50

燃焼システムの制御方法の好ましい技術案として、インジェクタが第2主燃料噴射を終了する時間を第3時間 t_3 とし、 $k_{max} < k_a$ であると、燃焼システムの制御方法はさらに、

$\varphi_2 = \varphi_c - \varphi_b$ を算出するステップと、

φ_2 、第1プリセット角度 φ_m の大きさを判断するステップと、

$\varphi_2 < \varphi_m$ であると、第3時間 t_3 の数値を第6設定値大きくするステップと、を含む。

【0013】

燃焼システムの制御方法の好ましい技術案として、 $\varphi_2 < \varphi_m$ であると、第3時間 t_3 の数値をそのまま保持する。

【0014】

他方、本発明は、燃焼システムであって、任意の上記方案に記載の燃焼システムの制御方法を実施するために用いられ、燃焼システムはピストンと、インジェクタと、シリンダと、コントローラとを含み、前記コントローラは、前記インジェクタが前記ピストンの運動周期毎に少なくとも第1主燃料噴射および第2主燃料噴射を順次実行し、それに、前記インジェクタが前記第1主燃料噴射から前記第2主燃料噴射までの過程において油噴射を継続するように制御するために用いられ、

前記コントローラは、前記第1主燃料噴射の継続時間長および第1噴射圧力を特定することで、前記第1主燃料噴射の過程における少なくとも一部の時点のシリンダ圧力がシリンダ圧上限閾値に達することが可能であるために用いられ、

前記コントローラは、前記第2主燃料噴射の継続時間長および前記第2噴射圧力のうちの少なくとも1つを反復調整することで、前記第2主燃料噴射の過程において、前記シリンダ圧力が前記シリンダ圧上限閾値から設定シリンダ圧まで低下する期間に、各時点におけるシリンダ圧変化曲線の曲線傾きの変化率がいずれも設定傾き変化率範囲内にあり、それに、前記シリンダ圧力が前記シリンダ圧上限閾値から前記設定シリンダ圧まで低下する期間に対応するクランクシャフトの回転角度が第1プリセット角度以上であるために用いられる、燃焼システムを提供する。

【0015】

さらに一方、本発明は、上記方案における燃焼システムを含むディーゼルエンジンを提供する。

【発明の効果】

【0016】

本発明の有益な効果は以下のとおりである。

【0017】

本発明は燃焼システムの制御方法、燃焼システムおよびディーゼルエンジンを提供し、該燃焼システムの制御方法は、2回の主燃料噴射により、2回の主燃料噴射された高速油ジェットの前記シリンダ内での巻き込み作用の空間強度が重畳することができ、シリンダ内の流れ場に対する油ジェットの2回の組織を実現し、シリンダ内の乱流を強化し、シリンダ内のオイルとガスとの混合スピードを向上させ、燃焼中後期の燃焼速度およびシリンダ内の空気利用率を効果的にアップし、それに、第1主燃料噴射の継続時間長および第1噴射圧力を特定することで、シリンダ圧力を保証することにより、第1主燃料噴射の過程における少なくとも一部の時点のシリンダ圧力がシリンダ圧上限閾値に達することが可能であり、前記第2主燃料噴射の継続時間長および前記第2噴射圧力のうちの少なくとも1つを反復調整することで、前記第2主燃料噴射の過程において、前記シリンダ圧力が前記シリンダ圧上限閾値から設定シリンダ圧まで低下する期間に、前記期間の各時点におけるシリンダ圧変化曲線の曲線傾きの変化率がいずれも設定傾き変化率範囲内にあり、それに、前記シリンダ圧力が前記シリンダ圧上限閾値から前記設定シリンダ圧まで低下する期間に対応するクランクシャフトの回転角度が第1プリセット角度以上であり、空間巻き込み重畳効果が最適に達するのを保証し、ディーゼルエンジンの電力出力が最適であることを保証することができる。

【図面の簡単な説明】

10

20

30

40

50

【 0 0 1 8 】

【図 1】本発明の実施例 2 におけるインジェクタの油噴射規則模式図である。

【図 2】本発明の実施例 2 における、瞬時熱発生率とクランク角度との関係図である。

【図 3】本発明の実施例 2 における巻き込み作用燃焼スピードおよびシリンダ圧のインデキータ線図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 9 】

本発明の技術案は、添付の図面を結合して以下に明瞭かつ完全に記載されるが、記載された実施例は全ての実施例ではなく本発明の実施例の一部である。本発明における実施例に基づいて、当業者が創造的な労働をすることがない前提で得られるすべての他の実施例は、いずれも本発明の保護範囲に属する。

10

【 0 0 2 0 】

ここで、本発明の記載において、用語「中心」、「上」、「下」、「左」、「右」、「垂直」、「水平」、「内」、「外」などが指示する方位又は位置関係は図面に基づいて示された方位又は位置関係であり、単に本発明の記載及び記載の簡略化の便宜上のものであり、言及された装置又は素子が特定の方位を有し、特定の方位で構成及び操作されなければならないことを示したり暗示したりすることを意図するものではなく、従って、本発明を制限するものと理解されるべきではない。さらに、用語「第 1」および「第 2」は、目的の記載だけで使用されており、相対的な重要性を意味または示唆するものと理解されるべきではない。用語「第 1 位置」および「第 2 位置」は 2 つの異なる位置であり、それに、第 1 特徴が第 2 特徴の「上」、「上方」および「頂部」であることは、第 1 特徴が第 2 特徴の直上および斜め上にあることを含み、または、単に第 2 特徴よりも第 1 特徴の水平高さが高いことを示す。第 1 特徴が第 2 特徴の「下」、「下方」および「底部」であることは、第 1 特徴が第 2 特徴の直下および斜め下にあることを含み、または、単に第 2 特徴よりも第 1 特徴の水平高さが低いことを示す。

20

【 0 0 2 1 】

ここで、本発明の記載において、特に明確に規定または限定しない限り、用語「取付」、「連結」、「接続」は、広義的に解釈するべきであり、例えば、固定的接続であってもよいし、着脱可能な接続、または一体的な接続であってもよく、機械的接続であってもよいし、電氣的接続であってもよく、直接的連結であってもよいし、中間媒体を介した間接的連結であってもよく、2 つの素子の内部の連通であってもよい。当業者にとって、具体的な状況に応じて本発明における上記用語の具体的な意味を理解することができる。

30

【 0 0 2 2 】

以下に、本発明の実施例を詳細に記載する。前記実施例の一例が図面に示されるが、同一または類似する符号は、常に、相同又は類似の素子、又は、相同又は類似の機能を有する素子を表す。以下に、図面を参照しながら記載される実施例は例示的なものであり、本発明を解釈するためにのみ用いられ、本発明を限定するものと理解されてはならない。

【 0 0 2 3 】

< 実施例 1 >

本実施例は燃焼制御システムを提供し、燃焼制御システムはピストンと、インジェクタと、シリンダとを含み、ピストンはシリンダ内に往復上下運動可能であり、インジェクタはピストンに設けられる燃焼室内に燃油を噴射するために用いられる。該燃焼制御システムはさらに、コントローラを含み、コントローラは、インジェクタがピストンの運動周期毎に少なくとも第 1 主燃料噴射および第 2 主燃料噴射を順次実行し、それに、インジェクタが第 1 主燃料噴射から第 2 主燃料噴射までの過程において油噴射を継続するように制御するために用いられ、それに、インジェクタが第 1 主燃料噴射を行う時に、およびインジェクタが第 2 主燃料噴射を行う時に噴射された燃油のスピードがいずれも設定値以上であり、インジェクタが第 1 主燃料噴射と第 2 主燃料噴射との間で噴射した燃油のスピードが設定値よりも小さい。コントローラは、インジェクタに給油する給油管路に設けられる制御弁に接続可能であることで、制御弁に対して電流の大きさを制御する制御によりインジ

40

50

ェクタの油噴射圧力を制御し、さらにインジェクタから噴出される燃油の効率を調節する。

【 0 0 2 4 】

コントローラは、第 1 主燃料噴射の継続時間長および第 1 噴射圧力を特定することで、第 1 主燃料噴射の過程における少なくとも一部の時点のシリンダ圧力がシリンダ圧上限閾値に達することが可能であるために用いられる。それに、コントローラは、第 2 主燃料噴射の継続時間長および第 2 噴射圧力のうちの少なくとも 1 つを反復調整することで、第 2 主燃料噴射の過程において、シリンダ圧力がシリンダ圧上限閾値から設定シリンダ圧まで低下する期間に、各時点におけるシリンダ圧変化曲線の曲線傾きの変化率がいずれも設定傾き変化率範囲内にあり、それに、シリンダ圧力がシリンダ圧上限閾値から設定シリンダ圧まで低下する期間に対応するクランクシャフトの回転角度が第 1 プリセット角度以上であるために用いられる。コントローラの具体的な実現過程について、以下に詳しく説明する。

10

【 0 0 2 5 】

本実施例では、インジェクタがピストンの運動周期中に主燃料噴射を 2 回行いかつ 2 回の主燃料噴射の過程において補助噴射を継続するように制御することで、2 回の主燃料噴射された高速油ジェットのシリンダ内での巻き込み作用の空間強度が重畳することができ、シリンダ内の流れ場に対する油ジェットの 2 回の組織を実現し、シリンダ内の乱流を強化し、シリンダ内のオイルとガスとの混合スピードを向上させ、燃焼中後期の燃焼速度およびシリンダ内の空気利用率を効果的にアップする。それに、第 1 主燃料噴射の継続時間長および第 1 噴射圧力を特定することで、シリンダ圧力が少なくともシリンダ圧上限閾値に達することが可能であることを保証し、第 2 主燃料噴射の際に、シリンダ圧力がシリンダ圧上限閾値から設定シリンダ圧まで低下する期間に、各時点におけるシリンダ圧変化曲線の曲線傾きの変化率がいずれも設定傾き変化率範囲内にあり、それに、クランクシャフトの回転角度が第 1 プリセット角度以上であり、空間巻き込み重畳効果が最適であることを保証し、ディーゼルエンジンの電力出力が最適であることを保証することができる。

20

【 0 0 2 6 】

< 実施例 2 >

本実施例はディーゼルエンジンを提供し、ディーゼルエンジンは、実施例 1 における燃焼システムを含む。それに、ディーゼルエンジンは、実施例 1 における燃焼システムの有益な効果を有する。

30

【 0 0 2 7 】

< 実施例 3 >

本実施例は、実施例 1 における燃焼システムにより実施されることが可能な燃焼システムの制御方法を提供する。燃焼システムの制御方法は、S 1 0 0 ~ S 2 0 0 を含む。

【 0 0 2 8 】

S 1 0 0 : 第 1 主燃料噴射の継続時間長および第 1 噴射圧力を特定することで、第 1 主燃料噴射の過程における少なくとも一部の時点のシリンダ圧力がシリンダ圧上限閾値に達することが可能である。

【 0 0 2 9 】

S 2 0 0 : 第 2 主燃料噴射の継続時間長および第 2 噴射圧力のうちの少なくとも 1 つを反復調整することで、第 2 主燃料噴射の過程において、シリンダ圧力がシリンダ圧上限閾値から設定シリンダ圧まで低下する期間に、各時点におけるシリンダ圧変化曲線の曲線傾きの変化率がいずれも設定傾き変化率範囲内にあり、それに、シリンダ圧力がシリンダ圧上限閾値から設定シリンダ圧まで低下する期間に対応するクランクシャフトの回転角度が第 1 プリセット角度以上である。

40

【 0 0 3 0 】

該燃焼システムの制御方法は、インジェクタがピストンの運動周期中に主燃料噴射を 2 回行いかつ 2 回の主燃料噴射の過程において補助噴射を継続するように制御することで、2 回の主燃料噴射された高速油ジェットのシリンダ内での巻き込み作用の空間強度が重畳することができ、シリンダ内の流れ場に対する油ジェットの 2 回の組織を実現し、シリン

50

ダ内の乱流を強化し、シリンダ内のオイルとガスとの混合スピードを向上させ、燃焼中後期の燃焼速度およびシリンダ内の空気利用率を効果的にアップし、同時に、さらに空間巻き込み重畳効果が最適に達するのを保証し、ディーゼルエンジンの電力出力が最適であることを保証することができる。

【 0 0 3 1 】

また、S 1 0 0 において、第 1 主燃料噴射の過程におけるシリンダ圧力が常にシリンダ圧上限閾値に達しないと、第 1 主燃料噴射の過程におけるシリンダ圧力が少なくとも一部の時点でシリンダ圧上限閾値に達し、かつシリンダ圧力が初めてシリンダ圧上限閾値に達する時に対応するクランク角度が第 1 角度を超えなく、かつシリンダ圧力が第 1 シリンダ圧力からシリンダ圧上限閾値まで上昇する期間にクランクシャフトの回転角度が第 2 プリセ

10

【 0 0 3 2 】

図 1 に示すように、ピストンの運動周期毎に、インジェクタが第 1 主燃料噴射を開始する時間を第 1 時間 t_1 とし、第 1 主燃料噴射と第 2 主燃料噴射との間でインジェクタが噴射する燃油のスピードが最も低い時間を第 2 時間 t_2 とし、インジェクタが第 1 主燃料噴射

20

【 0 0 3 3 】

具体的には、「第 1 主燃料噴射の過程におけるシリンダ圧力が常にシリンダ圧上限閾値に達しないと、第 1 主燃料噴射の過程におけるシリンダ圧力が少なくとも一部の時点でシリンダ圧上限閾値に達し、かつシリンダ圧力が初めてシリンダ圧上限閾値に達する時に対応するクランク角度が第 1 角度を超えなく、かつシリンダ圧力が第 1 シリンダ圧力からシリンダ圧上限閾値まで上昇する期間にクランクシャフトの回転角度が第 2 プリセット角度以上であるまで、第 1 主燃料噴射の開始時間、終了時間、および現在第 1 噴射圧力のうちの少なくとも 1 つを反復調整する」方法は、以下のとおりである。

30

【 0 0 3 4 】

S 1 0 : 第 1 主燃料噴射の過程において、シリンダ内のシリンダ圧力 P をリアルタイムに収集し、クランクシャフトの角度をリアルタイムに収集する。

【 0 0 3 5 】

S 2 0 : シリンダ圧力 P とシリンダ圧上限閾値 P_{max} とを比較し、かつクランクシャフトの角度が第 1 角度を超えているか否かを判断する。

【 0 0 3 6 】

シリンダ圧力 P がシリンダ圧上限閾値 P_{max} よりも小さく、かつクランクシャフトの角度が第 1 角度の後に位置すると、S 3 0 を実行する。

【 0 0 3 7 】

40

S 3 0 : 第 1 噴射圧力 P_1 の数値を大きくし、および / または、第 2 時間 t_2 と第 1 時間 t_1 との差を全体として小さくし、S 1 0 を繰り返して行う。

【 0 0 3 8 】

ステップ S 1 0 ~ ステップ S 3 0 により、限られた数のピストン運動周期の後、クランクシャフトの角度がまだ第 1 角度に達しない時に、シリンダ圧力がシリンダ圧上限閾値 P_{max} 以上であることが可能であることを保証し、さらに燃焼中後期の燃焼速度およびシリンダ内の空気利用率をアップすることができる。図 2 に示すように、本実施例では、第 1 角度を A I 5 0 とすることにより、該燃焼システムの制御方法は、A I 5 0 ~ A I 9 0 の時間を効果的に短縮して A I 5 0 ~ A I 9 0 の間の期間に燃焼スピードを P_{max} に安定するように制御することができる。 P_{max} の具体的な数値について、実際の要求に応じて設け

50

られることが可能である。

【0039】

また、第1噴射圧力 P_1 の数値を大きくし、および/または、第2時間 t_2 と第1時間 t_1 との差を全体として小さくする方法は以下のようにしてもよい。

【0040】

第1主燃料噴射の過程におけるシリンダ圧力の最大値 P_x を取得する。

【0041】

$n = (P_{max} - P_x) / P_{max}$ を算出する。

【0042】

$n \leq 5\%$ であると、第1噴射圧力 P_1 の数値のみを第1設定値大きくする。

10

【0043】

理解するように、ピストンの運動周期中のすべての収集されたシリンダ圧力の数値から、第1主燃料噴射の過程におけるシリンダ圧力の最大値 P_x を取得でき、かつ $P_{max} > P_x$ である。第1噴射圧力 P_1 の数値を第1設定値大きくすることを例として、その意味は、現在のピストンの往復上下運動の周期中の第1噴射圧力 P_1 に第1設定値を加算して新たな第1噴射圧力 P_1 とし、かつ次のピストン運動周期に適用することである。

【0044】

$n > 5\%$ であると、第1噴射圧力 P_1 の数値を第1設定値大きくし、かつ同時に第1時間 t_1 および/または第2時間 t_2 を調整することで第2時間 t_2 と第1時間 t_1 との差が全体として第2設定値小さくする。

20

【0045】

第1噴射圧力 P_1 の大きさが無限に増加することができないため、 $n \leq 5\%$ の場合、この時に、 P_{max} と第1主燃料噴射の過程におけるシリンダ圧力の最大値 P_x との差は小さく、直接に第1噴射圧力 P_1 を調節することで油ジェットの噴射スピードを改善し、さらにオイルとガスとの混合程度およびシリンダ内流れ場を改善し、シリンダ内のシリンダ圧力 P 、およびシリンダ圧力 P が P_{max} に達する時のクランクシャフト角度を調節することができ、 $n > 5\%$ の場合、 P_{max} と第1主燃料噴射の過程におけるシリンダ圧力の最大値 P_x との差は大きく、第1噴射圧力 P_1 を調節すると同時に、第2時間 t_2 と第1時間 t_1 との差を調節する必要がある、同様に油ジェットの噴射スピードの改善、シリンダ内のシリンダ圧力 P 、およびシリンダ圧力 P が P_{max} に達する時のクランクシャフト角度を調節する作用を実現できる。第1設定値および第2設定値の大きさについて、必要に応じて設定されることができ、第2時間 t_2 と第1時間 t_1 との差を調節する場合、必要に応じて第2時間 t_2 または第1時間 t_1 のみを単独に調節することもできる。

30

【0046】

本実施例では、経験により第1主燃料噴射の継続時間長および第1噴射圧力を調整する方案が例示的に与えられ、他の実施例では、モデルによりそれを調整することもできる。

【0047】

また、S20において、シリンダ圧力 P がシリンダ圧上限閾値 P_{max} 以上であり、かつクランクシャフトの角度が第1角度の前に位置すると、S20の後に位置する以下のステップを含んでもよい。

40

【0048】

S40：シリンダ圧力 P がシリンダ圧上限閾値 P_{max} に等しくなる時のシリンダ内のリアルタイムなシリンダ容積 V を取得する。

【0049】

具体的には、シリンダ内のリアルタイムな容積を取得することは従来技術であり、例えば、燃焼分析装置によりディーゼルエンジンの毎回のサイクルのシリンダ圧曲線を収集し、さらにシリンダ内のリアルタイムな容積を取得することができる。取得されたリアルタイムなシリンダ容積 V は、第1主燃料噴射の過程において、シリンダ圧力が初めて P_{max} に達する時のシリンダ容積 V である。

【0050】

50

S 5 0 : シリンダ容積とクランク角度との関係 map に応じて、シリンダ容積がリアルタイムなシリンダ容積 V に等しくなる時に対応するシリンダ上り時のクランク角度 φ_a およびシリンダ下り時のクランク角度 φ_b を取得する。

【 0 0 5 1 】

理解するように、ピストンが上ること、下ることによって、シリンダ内の容積が先に小さくした後に大きくし、これにより、同じリアルタイムな容積に対応し、ピストン上り時のクランク角度の位置およびピストン下り時のクランク角度の位置が対応する。図 3 に示すように、本実施例では、シリンダ上り時のクランク角度 φ_a に対応する第 1 シリンダ圧力 P の大きさは P_0 に等しくなり、シリンダが下る時に、クランク角度が φ_b である際に、シリンダ圧力 P はシリンダ圧上限閾値 P_{max} に等しくなる。シリンダ容積とクランク角度との関係 map について、初期の大量な実験により得られるとともに、コントローラに予め記憶されることができる。

10

【 0 0 5 2 】

S 6 0 : $\varphi_1 = \varphi_b - \varphi_a$ を算出する。

【 0 0 5 3 】

S 7 0 : φ_1 、第 2 プリセット角度 φ_n の大きさを判断する。

【 0 0 5 4 】

$\varphi_1 < \varphi_n$ であると、S 8 0 を実行する。

【 0 0 5 5 】

S 8 0 : 第 1 噴射圧力 P_1 の数値を第 3 設定値大きくし、および / または第 1 時間 t_1 および / または第 2 時間 t_2 を調整することで第 2 時間 t_2 と第 1 時間 t_1 との差が全体として第 4 設定値小さくするとともに、ステップ S 1 0 を繰り返す。

20

【 0 0 5 6 】

ステップ S 4 0 ~ S 8 0 により、シリンダ圧力が前記第 1 シリンダ圧力から前記シリンダ圧上限閾値まで上昇する期間のクランクシャフトの回転角度への閉ループ調整を実現でき、有限回数のピストン運動周期の後、 φ_1 の数値が φ_n 以上であることを保証し、さらにデュアルメイン噴射の巻き込み重畳作用の経済性が最適であることを保証できる。 φ_n の具体的な数値の大きさ、第 3 設定値、および第 4 設定値について、必要に応じて設けられることができる。

【 0 0 5 7 】

また、第 2 噴射圧力を P_2 とし、 $\varphi_1 = \varphi_n$ の場合、S 2 0 0 における「第 2 主燃料噴射の継続時間長および第 2 噴射圧力のうちの少なくとも 1 つを反復調整することで、第 2 主燃料噴射の過程において、シリンダ圧力がシリンダ圧上限閾値から設定シリンダ圧まで低下する期間に、各時点におけるシリンダ圧変化曲線の曲線傾きの変化率がいずれも設定傾き変化率範囲内にあり、それに、シリンダ圧力がシリンダ圧上限閾値から設定シリンダ圧まで低下する期間に対応するクランクシャフトの回転角度が第 1 プリセット角度以上である」ことは具体的に、S 8 0 の後に位置する以下のステップを含んでも良い。

30

【 0 0 5 8 】

S 9 0 : シリンダ圧力 P が P_n に等しくなる時のクランク角度 φ_c を map に応じて取得し、 $\varphi_c > \varphi_b$ であり、 P_n は設定シリンダ圧であって $P_{max} > P_n$ である。

40

【 0 0 5 9 】

理解するように、 $\varphi_c > \varphi_b$ であるため、対応するクランク角度が $\varphi_b \sim \varphi_c$ の間であるシリンダ圧力 P は少なくとも P_n 以上であり、シリンダ圧力がピーク変動内にあると認識されることができる。 P_n の値について、必要に応じて設けられることができる。

【 0 0 6 0 】

S 1 0 0 : クランク角度 φ_b からクランク角度 φ_c までのセクションのシリンダ圧力とクランク角度との間の関係曲線 y を取得する。具体的には、シリンダ圧力とクランク角度との間の関係曲線 y において、独立変数はクランク角度であり、従属変数はシリンダ圧力である。

【 0 0 6 1 】

50

S 1 1 0 : $k_1 = dy / d\phi$ 、 $k_2 = dk_1 / d\phi$ を算出し、 ϕ の値は $\phi_b \sim \phi_c$ である。

【 0 0 6 2 】

k_1 は曲線 y の傾きであり、 k_2 は曲線傾きの変化率である。

【 0 0 6 3 】

S 1 2 0 : k_2 の絶対値の最大値 k_{max} を取得する。

【 0 0 6 4 】

k_2 の絶対値の最大値とは、 ϕ の値範囲である $\phi_b \sim \phi_c$ 内に、 k_2 の最小の負の値および最大の正の値のうち絶対値が最大となる数値を意味する。

【 0 0 6 5 】

S 1 3 0 : k_{max} 、プリセットパラメータ k_a の大きさを比較する。

【 0 0 6 6 】

$k_{max} < k_a$ であると、S 1 4 0を実行する。

【 0 0 6 7 】

S 1 4 0 : 第2噴射圧力 P_2 の数値を第5設定値大きくするとともに、ステップS 1 0を繰り返す。

【 0 0 6 8 】

k_a の具体的な数値の大きさおよび第5設定値について、必要に応じて設けられることができる。本実施例では、 k_a の数値は0.05であり、対応する設定傾き変化率範囲は-0.05~0.05である。 k_2 の最小数値が k_a 以上である場合、 k_a の数値は、0.05以上である。理解するように、第2噴射圧力 P_2 を大きくすることで、噴射レール圧力を増加させ、シリンダ圧力を一定の値の近くに維持することができる。ステップS 9 0~S 1 4 0により、シリンダ圧力がシリンダ圧上限閾値から設定シリンダ圧まで低下する期間のシリンダ圧変化曲線の各時点の曲線傾きの変化率への閉ループ調節を実現し、有限回数のピストン運動周期の過程の後、 k_2 の最小数値が k_a 以上であることを保証でき、さらにデュアルメイン噴射の巻き込み重畳作用の経済性が最適であることを保証できる。

【 0 0 6 9 】

また、インジェクタが第2主燃料噴射を終了する時間を第3時間 t_3 とし、 $k_{max} < k_a$ であると、さらに、ステップS 1 3 0の後に位置する以下のステップを含んでも良い。

【 0 0 7 0 】

S 1 5 0 : $\phi_2 = \phi_c - \phi_b$ を算出する。

S 1 6 0 : ϕ_2 、第1プリセット角度 ϕ_m の大きさを判断する。

$\phi_2 < \phi_m$ であると、S 1 7 0を実行し、 $\phi_2 \geq \phi_m$ であると、S 1 8 0を実行する。

S 1 7 0 : 第3時間 t_3 の数値を第6設定値大きくする。

S 1 8 0 : 第3時間 t_3 の数値をそのまま保持する。

【 0 0 7 1 】

第6設定値の大きさ、第2プリセット角度 ϕ_m の大きさについて、必要に応じて設定されることができ、ステップS 1 5 0~S 1 8 0により、シリンダ圧力がシリンダ圧上限閾値から設定シリンダ圧まで低下する期間の対応するクランクシャフトの回転角度への閉ループ調節を実現し、有限回数のピストン往復運動の過程の後、 ϕ_2 の数値が ϕ_m 以上であることを保証でき、さらに $\phi_1 + \phi_2$ の和が十分に大きいことを保証できることにより、デュアルメイン噴射の巻き込み重畳作用の経済性が最適になる。

【 0 0 7 2 】

明らかに、本発明の上記実施例は、本発明の実施形態への限定ではなく、本発明を明瞭に説明するために行われた例示に過ぎない。当業者にとって、上記説明を基礎としてさらに他の異なる形態の変化や変更を行うことができる。ここでは、全ての実施形態を一つずつ列挙する必要がないし、不可能である。本発明の要旨と原則にのっとる様々の修正、等同交替、および改良などが本発明の保護範囲に含まれるべきである。

10

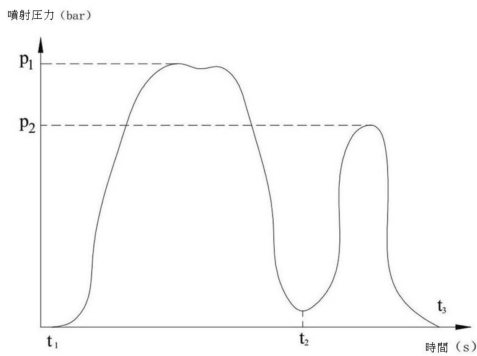
20

30

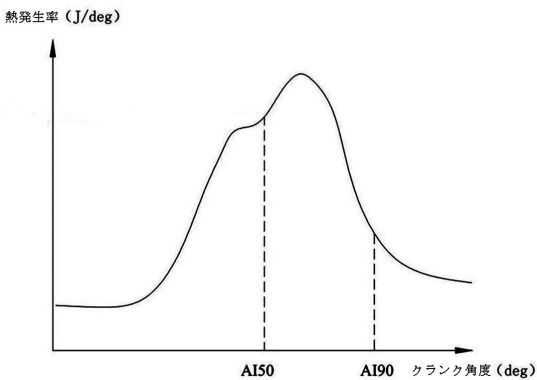
40

【図面】

【図 1】

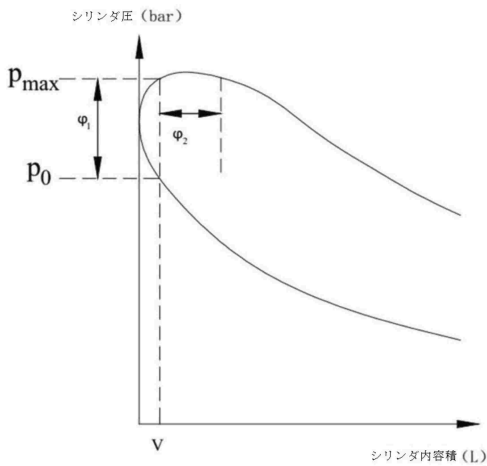


【図 2】



10

【図 3】



20

30

40

50

フロントページの続き

- 中華人民共和国山東省▲い▼坊市高新技术産業開発区福寿東街 1 9 7 号甲 2 6 1 0 6 1
(72)発明者 周 鵬
中華人民共和国山東省▲い▼坊市高新技术産業開発区福寿東街 1 9 7 号甲 2 6 1 0 6 1
(72)発明者 ▲トン▼ 徳輝
中華人民共和国山東省▲い▼坊市高新技术産業開発区福寿東街 1 9 7 号甲 2 6 1 0 6 1
(72)発明者 ▲パン▼ 斌
中華人民共和国山東省▲い▼坊市高新技术産業開発区福寿東街 1 9 7 号甲 2 6 1 0 6 1
(72)発明者 谷 允成
中華人民共和国山東省▲い▼坊市高新技术産業開発区福寿東街 1 9 7 号甲 2 6 1 0 6 1
(72)発明者 劉 曉▲シン▼
中華人民共和国山東省▲い▼坊市高新技术産業開発区福寿東街 1 9 7 号甲 2 6 1 0 6 1
審査官 戸田 耕太郎
(56)参考文献 国際公開第 2 0 1 3 / 0 3 5 2 7 2 (W O , A 1)
特開 2 0 2 0 - 1 0 1 1 3 6 (J P , A)
国際公開第 2 0 1 3 / 0 3 8 8 0 5 (W O , A 1)
特開 2 0 2 1 - 0 4 2 7 0 0 (J P , A)
特開 2 0 1 7 - 0 9 6 2 4 5 (J P , A)
特開 2 0 1 3 - 2 5 6 9 1 6 (J P , A)
特開 2 0 0 6 - 1 8 3 4 6 6 (J P , A)
(58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
F 0 2 D 4 1 / 3 8
F 0 2 D 2 3 / 0 2
F 0 2 D 4 5 / 0 0