(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第4897999号
(P4897999)

(45)発行日　平成24年3月14日(2012.3.14)　(24)登録日　平成24年1月6日(2012.1.6)

(51)Int.Cl.		F I		
F02B 1/12	(2006.01)	F02B	1/12	
F02B 23/10	(2006.01)	F02B	23/10	320
F02D 41/02	(2006.01)	F02D	41/02	351
F02D 41/34	(2006.01)	F02D	41/34	W

請求項の数 2　(全 7 頁)

(21)出願番号	特願2000-530695(P2000-530695)
(86)(22)出願日	平成11年1月16日(1999.1.16)
(65)公表番号	特表2002-502931(P2002-502931A)
(43)公表日	平成14年1月29日(2002.1.29)
(86)国際出願番号	PCT/EP1999/000226
(87)国際公開番号	WO1999/040301
(87)国際公開日	平成11年8月12日(1999.8.12)
審査請求日	平成17年12月28日(2005.12.28)
審判番号	不服2010-2204(P2010-2204/J1)
審判請求日	平成22年2月1日(2010.2.1)
(31)優先権主張番号	198 04 983.8
(32)優先日	平成10年2月7日(1998.2.7)
(33)優先権主張国	ドイツ(DE)

(73)特許権者　598051819
ダイムラー・アクチェンゲゼルシャフト
Ｄａｉｍｌｅｒ　ＡＧ
ドイツ連邦共和国　７０３２７　シュツットガルト、メルセデスシュトラーセ　１３７
Ｍｅｒｃｅｄｅｓｓｔｒａｓｓｅ　１３７，７０３２７　Ｓｔｕｔｔｇａｒｔ，Ｄｅｕｔｓｃｈｌａｎｄ
(74)代理人　100090583
弁理士　田中　清
(74)代理人　100098110
弁理士　村山　みどり

最終頁に続く

(54)【発明の名称】４サイクル内燃機関を作動するための方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

燃焼空間が圧縮工程の開始時に事前に混合された希薄な燃料／空気チャージを含み、前記チャージが自己点火限度に圧縮され、圧縮工程中に燃料が燃焼空間に噴射される、着火および直接燃料噴射を用いた、４サイクル内燃機関を作動するための方法であって、

着火性が複数の噴射動作における後からの噴射を伴う混合気領域において低下するように、圧縮工程中に前記燃焼空間に噴射された燃料が、前記複数の噴射動作により前記燃焼空間の圧縮方向に時間で層化された複数の燃料領域を構成し、前記燃焼空間（５）における異なる着火性が、前記圧縮工程中に前記燃焼空間の圧縮方向に着火性の勾配を形成することを特徴とする前記方法。

【請求項２】

前記着火性の勾配が、前記複数の噴射動作における燃料の噴射タイミングによって影響を受けることを特徴とする請求項１記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

本発明は、請求項１の前提部分に記載された一般タイプの４サイクル内燃機関を作動するための方法に関する。

【０００２】

内燃機関は、均質で希薄な空気／燃料混合気の着火において、窒素酸化物の形成が低く、熱効率が高くなるという可能性をもたらす。しかしながら、これらの利点は、急速に変

化する様々な境界条件によって決まる狭い動作範囲内でのみ発生する。

【０００３】

着火の場合、空気／燃料混合気は圧縮熱によって点火に至る。点火の開始後、同時に放出されるエネルギーによって自己加速燃焼プロセスが開始される。圧縮が低すぎると、燃焼が遅れて不完全になり、圧縮が高すぎると、許容できないほど急速に圧力が上昇し、作業空間内でガスが振動する（ノッキング燃焼）。

【０００４】

ＤＥ－１９５１９６６３Ａ１には、着火により内燃機関を作動するための方法が記載されている。この場合、第１のステップでは、外部混合気形成によって生成された均質で希薄な空気／燃料混合気がほぼ点火限界まで圧縮される。第２のステップでは、追加量の同一燃料が微細な霧状にされ、壁面との接触を避けて、作業空間内に噴射される。後から噴射された燃料は発火する混合気の雲を形成する。それは、燃料含有量が高いので、その点火限界が第１のステップで達した圧縮温度より低くなるからである。

【０００５】

本発明の目的は、請求項１の前提部分に記載された一般タイプの方法を提供することにあり、それにより、それぞれの動作範囲に適合された低消費量かつ低汚染物質の燃焼を可能とするものである。

【０００６】

この目的は、請求項１の特徴を有する方法により達成される。

【０００７】

燃焼のタイミングおよびプロファイルは、不点火とノッキングのない低消費量かつ低汚染物質の燃焼にとって重大なものである。上死点の領域での燃焼開始は消費量および汚染物質の点で最適である。対照すると、燃焼が遅れた場合は、燃料消費量および汚染物質の放出が上昇し、燃焼不点火に至るが、燃焼が早すぎる場合は、許容できないほど圧力が上昇し、ピーク圧力とともにノッキング現象が発生する。

【０００８】

内燃機関では、閉鎖最大初期容積から残存する残留容積まで幾何学的に圧縮した結果として、混合気の温度が上昇する。時間の経過につれて混合気を点火しきい値まで導く温度は、圧縮した容積内で確立される。混合気の着火後に続く燃焼プロセスは、燃焼の結果として放出されるエネルギーのために自己加速するプロセスである。この燃焼プロセス中、反応は加速し続ける。燃焼の反応速度が高いので、燃焼空間で急激な圧力上昇が発生し、その圧力上昇により望ましくない形態の燃焼になる。燃焼空間での点火のために用意された燃料の量は圧力プロファイルに影響を及ぼす。すなわち、この燃料の量が多くなるほど、反応性の上昇および圧力上昇の急速さがより急激なものになる。均質な希薄混合気を着火する場合の燃焼限界がより高い負荷に向かい、その結果として燃焼空間内の燃料の量が増加することは、燃焼空間内の空気／燃料混合気の温度分布が均一になりすぎることに起因する。この問題は、燃焼空間内の燃料の量が少ない場合は発生しない。それは、放出エネルギーの量がそれほど多くないので、燃焼プロセスを連続的に自己加速しても、燃焼空間内で望ましくないほど急速な圧力上昇が発生しないからである。

【０００９】

均一な混合気の分配および圧縮の場合、大量の空気／燃料混合気が同時にほぼ点火状態になり、多くの混合気留分が同時に自己点火条件に達する。差動エネルギー量により反応性を活性化すると放出した差動エネルギー量の倍数が放出されることは、自己加速の原理に固有のものである。

【００１０】

混合気の点火が遅れるとエネルギーの放出が遅れる可能性があり、その結果、容認できる範囲内の限られた圧力上昇が燃焼空間内で発生する。点火の遅れは、放出した燃焼エネルギーを吸収した結果として発生する。点火動作はエネルギーの点では不可欠なプロセスなので、エネルギー放出の遅れは、自己点火動作が時間に関連して局部的に広がることによって達成することができる。点火が同様の点火傾向を備えた混合気の同質性に基づく代

わりに、現在では混合気の着火性の勾配に基づくので、その結果、燃焼空間内で時間遅れのエネルギー反応が起こり、燃焼の遅れのために圧力上昇が低くなる。混合気の着火性の勾配は、噴射に関連するすべての混合気留分で差動的に検出される。この勾配は、燃焼反応のエネルギー伝達が熱伝導によって決まるように混合気の温度勾配が確立されるほど大きいものであってはならない。

【００１１】

時間に関連し局部的な着火性の広がりは、時間の経過につれてしかも空間上で異なるエネルギー吸収により確立することができる。エネルギーは、空気中の燃料の蒸発および混合エネルギーと、自己点火フェーズ中の混合気の比熱容量とによって吸収される。往復ピストンエンジン内の内部混合気形成の助力によって、混合気の容積により着火性の局部的勾配を生成することが可能である。燃料の量は、異なる燃料蒸発を備えた燃焼空間領域が得られるように、燃焼空間内に存在する媒体内に導入される。最も早く最も良好な蒸発を備えた領域では、燃料留分は時間の経過につれて最高のエネルギー供給を受け、これにより、最大の点火傾向を形成する。依然として混合が不完全な領域では、依然として蒸発中にエネルギーを吸収し、すなわち、自己点火傾向を遅れさせる。蒸発によるエネルギー吸収は、燃焼空間上での着火性の勾配を発生する。着火による燃焼中にローディングが増加する場合、その噴射動作を複数の噴射動作に層化することによって勾配形成が可能になる。時間で層化した噴射は、圧縮中に、すでに点火性の高い燃料領域から構成される。燃焼空間に新たに供給された燃料留分は、それぞれの処理フェーズ中に圧縮混合気からエネルギーを吸収し、すでに事前圧縮した混合気の点火プロセスを遅れさせる。このエネルギー吸収は圧力上昇を低減する。

【００１２】

たとえば、燃焼空間容積の均一な変化による入口部材および出口部材の自由な活動化により、有効圧縮が可変の往復ピストンエンジンを設計する場合、次の燃焼動作に影響を与えるために、混合気の形成を燃焼空間内の排気ガスの保持と結合することができる。排気ガス保持のために、燃焼空間の容積を低減する場合、出口部材の方が早く閉鎖され、その結果、排気ガス量が圧縮され、その後、最小容積全体にわたって膨張される。最小容積の時点の直後に早く開放し、その後、燃焼空間と周囲との間の圧力を等化する場合、燃焼空間内で低温の新鮮なガスに対する高温の排気ガスの均一な層化が確立される。入口部材を遅れて開放している場合の方が圧力差が大きいので、流入エネルギーが高くなり、これが排気ガスと新鮮なガスとの層化を低減する。

【００１３】

２層の燃焼空間の温度分布では、負荷を低くするために燃料を早く噴射することができ、その結果、燃料の量が少なくなる。このように少ない量の燃料は新鮮なガス中に効果的かつ均一に分配される。その表面積／容積比が低いので、排気ガスのコンパクトチャージにより高温が得られ、その結果、空気超過量が大きい新鮮な混合気を容易に点火することができる。空気超過量が大きいことにより、急速な圧力上昇に向かって反応が加速されるのを防止する。フレッシュチャージ領域への燃料の投入は、たとえば、結果的にＮＯｘを形成する高温燃焼や、脱水および凝固など、すすを生じる意図しない燃料反応プロセスを阻止する。負荷がより高い場合、入口弁の開放を遅れさせ、その結果、高温の排気ガスとより低温の新鮮な空気との混合が改善される。燃焼空間内の温度分布が均一な場合、上記のように噴射を遅らせるかまたは噴射動作を分離すると、着火性の勾配を生じさせることができる。入口弁の開放が遅れた結果として、燃焼空間内での新鮮なガスと排気ガス留分との乱流混合気形成中に早く噴射すると、先に噴射した燃料留分を燃焼空間内に均一に分配し、処理時間の経過につれて温度が上昇した結果としてそれを点火することができる。蒸発によるエネルギーの吸収の結果として着火性の局部的な低下を引き起こすために、第２の燃料留分は後で供給される。

【００１４】

一方の極限値は、非常に早い噴射の結果として最適均一混合処理によって決定される。反対側の極限値は、処理燃料の十分大きい留分が反応する前に燃料の蒸発がもはや起こらな

いほど遅れて燃焼空間に混合気を投入することによって形成される。不完全に処理された未燃焼燃料の周囲が高エネルギーの状態になると、燃焼空間内および排気ガス系内にすすが形成されるまで、過濃な範囲で脱水活動および凝固が起こる。本発明による方法は、上記の２つの極限値間で排他的に実施される。

【００１５】

固体伝搬音、イオン電流、回転不均一は、燃焼と同時にその位置およびプロファイルを再現し、それにより高速制御動作用の前提条件をもたらす測定量である。この制御動作は、記憶された特性マップを使用するかまたはニューラル・ネットワークの原理に基づく高速適応電子機器を使用すると可能になる。燃焼を監視するデータに加え、これらの電子機器は弁制御時間および噴射時間も考慮に入れ、それらから導出した空気超過値も考慮に入れる。

【００１６】

本発明の例示的な実施形態について、図面を参照しながら、以下詳細に説明する。

【００１７】

図１および図２に概略で示す内燃機関は、４つのシリンダー２を備えたシリンダーブロック１を有し、そのシリンダー内にはピストン３が密封式に案内され、シリンダーはシリンダーヘッド４によって閉鎖される。シリンダー１、ピストン３、シリンダーヘッド４は、その中で燃焼が行われる燃焼空間５を取り囲んでいる。

【００１８】

シリンダーヘッド４内には、燃焼空間５ごとに、燃料噴射弁６と、入口弁７と、出口弁８とが配置されている。ガス交換弁７、８は、弁制御ユニット９によって開閉される。燃料噴射弁６は噴射制御部１０によって噴射タイミングおよび燃料の量に関して作動され、その制御部はガス交換弁７、８の調整制御のために弁制御ユニット９に接続されている。

【００１９】

はずみ車１３は、クランクシャフト上に位置し、シリンダーブロック１から突出しており、その領域内にはクランクシャフトの回転不均一を測定するために回転速度センサ１４が設けられている。回転速度センサ１４および他の適当なセンサは、燃焼の位置およびプロファイルに関するリアルタイム信号を供給するので、これらの値を基礎として燃料噴射弁６およびガス交換弁７、８の制御を実行することができる。

【００２０】

図２は、シリンダー２、ピストン３、およびシリンダーヘッド４によって境界が定められ、その中に燃料噴射弁６が燃料を噴射する燃焼空間５を通る断面を示している。Z_0～Z_nで示す点は、下付文字が増加するほど後から燃焼空間に入る、したがって着火性が低くなる燃料留分を概略で表している。大きい下付文字が付いた要素は、その蒸発フェーズ中に、小さい下付文字が付いた燃料留分から構成され、本来は温度分布が均一の混合気領域からエネルギーを吸収する。燃焼空間５内の圧縮フェーズ中の温度条件は、前記燃焼空間を通過し、Ｔで示す温度プロファイルによって示される。

【００２１】

本発明による方法は、次のように機能する。空気または希薄な基本燃料／空気混合気が入口部材７を通って燃焼空間５に入る。そこで、混合気が高温排気ガスと混合され、かつまたは自己点火限界まで圧縮される。燃焼は、開始された後、放出された熱により自己加速方式で続行される。これは、特に多くの混合気留分が同時に自己点火条件に達するからである。燃焼空間５内の燃料の量が少ない場合、放出されるエネルギーの量はあまり多くないので、結果的に燃焼空間内で著しい圧力上昇が発生する可能性がある。しかし、これは、燃焼空間５内の燃料含有量が上昇するにつれて変化する。均一な燃料分配の場合のように点火性の混合気の量が多い場合、意図しない燃焼が発生し、燃焼空間５内で急速な圧力上昇、高いピーク圧力、顕著な圧力振動が発生する。

【００２２】

この問題は、均質な混合気の着火にとって重大なものであり、本発明により解消されるが、これは、一方では燃焼空間５内の圧縮の調整により、またもう一方では混合気内の燃

料分配の調整により行われる。このような措置は、個別にまたは組み合わせて実行することができる。

【００２３】

異なる燃料分配は、均質な基本混合気内に後から直接噴射することによって達成される。個々の燃料飛沫の蒸発および混合気形成熱の結果として、混合気の温度は局部的に低下し、その局部着火性もそれにより低下する。このため、燃料エネルギー全体の放出が遅れるために圧力上昇が低下する。

【００２４】

着火による燃焼の場合に負荷を増加するためには、噴射動作を複数の噴射動作に層化することにより着火性の勾配を形成することが有利である。時間で層化した噴射は、圧縮中に、すでに点火性が高い燃料領域と、燃焼空間に入ったばかりの燃料領域から構成される。新たに供給された燃料留分は、それぞれの処理フェーズ中に事前圧縮混合気からエネルギーを吸収し、後者の点火プロセスを遅れさせ、その結果、圧力上昇が低下する。

【００２５】

排気ガス保持の場合、出口弁８の方が先に閉鎖され、その結果、残留ガスが圧縮され、その後、ガス交換死点で膨張される。ガス交換死点と、その後の燃焼空間５と周囲との圧力等化の直後に入口弁７を早く開放する場合、燃焼空間５内に高温の排気ガスと低温の新鮮なガスとの均一な層化が形成される。入口弁７を後で開放する場合、真空が高くなり、それにより引き起こされる流入エネルギーが大きくなるので、排気ガスと新鮮なガスとのより低い層化が確立される。

【００２６】

燃焼空間５内の２層温度分布の場合、燃料の量は、低負荷のときに少なくなり、早く噴射することができる。混合気形成時間が長いので、新鮮なガス内に少量の燃料が均一に分配される。層化した排気ガスは、その表面積／容積比が低いので、高温が得られ、その結果、希薄混合気が確実に点火される。空気超過量が大きいことにより、後続の急速圧力上昇とともに、反応の加速を防止する。フレッシュチャージへの燃料の投入は、ＮＯｘおよびすすの形成を伴う高温燃焼の成り行きを防止する。

【００２７】

より高い負荷の場合、特に周囲条件との違いを大きくするために、入口弁７の開放が遅らされ、その結果、乱流がより顕著なので高温の排気ガスと低温の新鮮な空気との混合が行われる。燃焼空間５内の温度分布が均一である場合、後で行う燃料噴射は、適切であれば一連のものであり、グレード付きの着火性をもたらすことができる。早く噴射した燃料は、空気／残留ガス混合気の高乱流のために均一に分配され、後者内の反応時間が長いために点火される。後で噴射した燃料は、その蒸発による混合気の冷却の結果として着火性の低下をもたらす。

【００２８】

燃焼空間内の混合気の形成を時間的にずらすことにより、自己加速プロセスが引き続き確立されるように燃焼空間内の着火性の均一性を低減することができるが、このプロセスの自己加速は低下し、その結果、圧力上昇が低下する。

【図面の簡単な説明】

【図１】　ガス交換部材および燃料噴射弁用の制御ユニットを備えた内燃機関の概略図である。

【図２】　燃料噴射弁を有する作業空間を通る断面および後期圧縮行程への直接燃料噴射の場合における異なる着火性の領域を示す図である。

【図１】

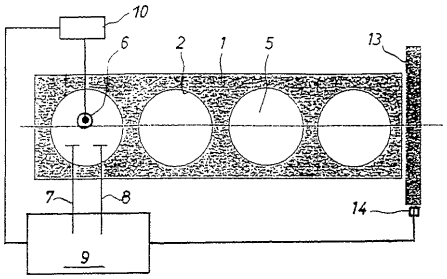


Fig.1

【図２】

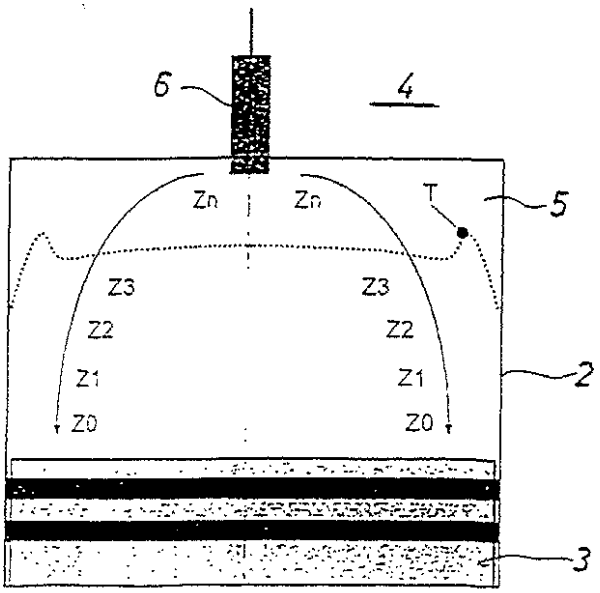


Fig.2

フロントページの続き

(72)発明者　ニーベルディンク，ロルフ－ギュンター
ドイツ国　シュトゥットガルト　シュティッツェンブルクシュトラーセ　2

合議体
審判長　伊藤　元人
審判官　安井　寿儀
審判官　金澤　俊郎

(56)参考文献　特開昭６２－８７６０９（ＪＰ，Ａ）
特開平７－３３２１４０（ＪＰ，Ａ）
特開平９－１５８８１０（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
F02B 1/00-23/10
F02D41/00-41/40