

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5735116号
(P5735116)

(45) 発行日 平成27年6月17日(2015.6.17)

(24) 登録日 平成27年4月24日(2015.4.24)

(51) Int. Cl.		F I	
FO2B	11/00	(2006.01)	FO2B 11/00 B
FO2D	41/02	(2006.01)	FO2D 41/02 355
FO2D	41/04	(2006.01)	FO2D 41/02 380E
FO2M	25/07	(2006.01)	FO2D 41/04 355
FO2B	23/10	(2006.01)	FO2M 25/07 B

請求項の数 11 (全 12 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2013-532076 (P2013-532076)	(73) 特許権者	598051819
(86) (22) 出願日	平成23年10月7日(2011.10.7)		ダイムラー・アクチェンゲゼルシャフト
(65) 公表番号	特表2013-542365 (P2013-542365A)		Daimler AG
(43) 公表日	平成25年11月21日(2013.11.21)		ドイツ連邦共和国 70327 シュツツ
(86) 国際出願番号	PCT/EP2011/005001		トガルト、メルセデスシュトラッセ 137
(87) 国際公開番号	W02012/045461		7
(87) 国際公開日	平成24年4月12日(2012.4.12)		Mercedesstrasse 137
審査請求日	平成25年7月25日(2013.7.25)		, 70327 Stuttgart, De
(31) 優先権主張番号	102011015629.1		utschland
(32) 優先日	平成23年3月31日(2011.3.31)	(74) 代理人	100101856
(33) 優先権主張国	ドイツ(DE)		弁理士 赤澤 日出夫
(31) 優先権主張番号	102010047799.0	(74) 代理人	100097250
(32) 優先日	平成22年10月7日(2010.10.7)		弁理士 石戸 久子
(33) 優先権主張国	ドイツ(DE)	(74) 代理人	100111143
			弁理士 安達 枝里

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内燃機関エンジンのための操作方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

直接噴射ガソリンエンジン用の排気ガス再循環装置を備えた直接噴射の内燃機関エンジンのための操作方法であり、RZV部分操作方法是低から中速度および/または低から中負荷を持つエンジン特性マップの領域において実行され、圧縮着火により点火され制御された自己点火(RZV)により燃焼する希薄な燃料/排気ガス/空気混合気を持つ当該RZV部分操作方法的であり、

圧縮着火を備えた前記エンジン特性マップの領域は高い負荷において、低NOx燃焼(NAV)が実行される別のエンジン特性マップの領域と隣接し、発火点(ZZP)において内燃機関エンジンの所定の燃焼室内の燃焼空気比 1 を備えた均一で希薄な燃料/排気ガス/空気混合気が点火装置により火花点火され、前記火花点火により発生した火炎面燃焼(FFV)は制御された自己点火(RZV)に移行し、

制御された自己点火(RZV)を備えた少なくとも1つの部分操作方法的では、外部排気ガス再循環装置により各燃焼室の中へ再循環された排気ガスの反応性の低下が、各燃焼室へのその導入より先に実行されることを特徴とする操作方法。

【請求項2】

実質的に純粋な制御された自己点火を持つRZV部分操作方法的が、少なくとも部分的に制御された自己点火(RZV)を持つ部分操作方法的として実行されることを特徴とする、請求項1に記載の操作方法。

【請求項3】

前記 R Z V 部分操作方法が、前記内燃機関エンジンの最大エンジン速度の 5 % から 7 0 % の間のエンジン速度、および / または、前記内燃機関エンジンの最大エンジン負荷の 2 % から 3 0 % の間のエンジン負荷で実行されることを特徴とする、請求項 2 に記載の操作方法。

【請求項 4】

少なくとも部分的な制御された自己点火 (R Z V) を持つ部分操作方法として、低 N O x 燃焼 (N A V) が実行され、前記発火点 (Z Z P) において燃焼空気比 1 を備えた概ね均一で希薄な燃料 / 排気ガス / 空気混合気が点火装置により火花点火され、前記点火装置により開始される前記火炎面燃焼 (F F V) が制御された自己点火 (R Z V) へと移行されることを特徴とする、請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 項に記載の操作方法。

10

【請求項 5】

前記 N A V 部分操作方法が、前記内燃機関エンジンの最大エンジン速度の 5 % から 7 0 % の間、および / または、前記内燃機関エンジンの最大エンジン負荷の 2 % から 3 0 % の間で実行されることを特徴とする、請求項 4 に記載の操作方法。

【請求項 6】

排気ガスの中に存在する未燃炭化水素および / または一酸化炭素の反応性の低下が酸化によって実行されることを特徴とする、請求項 1 ないし 5 のいずれか 1 項に記載の操作方法。

【請求項 7】

前記反応性の低下が、酸化触媒の排気ガスの流れの方向にある排気装置の下流からの排気ガスの、少なくとも部分再循環によって実行されることを特徴とする、請求項 1 ないし 6 のいずれか 1 項に記載の操作方法。

20

【請求項 8】

前記反応性の低下が、排気ガス再循環ラインに配置された個別の酸化触媒によって実行されることを特徴とする、請求項 1 ないし 7 のいずれか 1 項に記載の操作方法。

【請求項 9】

前記 R Z V 部分操作方法から前記 N A V 部分操作方法に切り替えるとき、圧縮比 は低くなり、前記 N A V 部分操作方法から前記 R Z V 部分操作方法に切り替えるとき、前記圧縮比 は上昇することを特徴とする、請求項 1 ないし 8 のいずれか 1 項に記載の操作方法。

30

【請求項 10】

請求項 1 ないし 9 のいずれか 1 項に記載の操作方法に従い操作可能な内燃機関エンジン。

【請求項 11】

個別の酸化触媒 (3 6) が、排気ガス再循環ライン (3 5) に、排気ガス再循環冷却装置 (3 7) の排気ガスの流れの方向の上流に配置されることを特徴とする、請求項 10 に記載の内燃機関エンジン。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、内燃機関エンジンのための、具体的にはレシプロピストンエンジンのための、例えば自動車に直接噴射を備え低 N O x 燃焼 (N A V) を備えたガソリンエンジンのための、操作方法に関する。

40

【背景技術】

【0002】

小型化は、C O 2 排出量を減らすために他の手段に加えて自動車工学の分野で使用され得る。ここで小型化とは、大型ピストンエンジンと比較した場合に運転挙動に関して同等かそれ以上の順位を達成するような方法で小型のピストンエンジンを構築し、採用し、操作することを意味する。小型化は燃費を減らしそれによって C O 2 排出量を低下させる。加えて、より小型のピストンエンジンは絶対的な摩耗損失を低下させる。

50

【 0 0 0 3 】

しかし、より小型のピストンエンジンは、より低いトルクを持つことが特徴で、特に低速ではダイナミック応答の乏しさにつながり従って柔軟性が減少する。ガソリンエンジンの小型化に係する不利益は、適切な操作方法によってその多くを補償することが可能である。

【 0 0 0 4 】

特許文献 1 (E P 1 5 4 3 2 2 8 B 1) から、例えば、内燃機関エンジンの燃焼室内の希薄な燃料 / 排気ガス / 空気混合気が自己点火させられる操作方法が公知となっている。圧縮着火を好ましい時間に発生させるために、燃料は、火花点火する直前の適切な圧縮で燃焼室の希薄で均一な燃料 / 排気ガス / 空気混合気に導入され、よって濃い燃料 - 空気混合気が形成される。希薄で均一な燃料 / 排気ガス / 空気混合気に包囲されることで、この濃縮した燃料 - 空気混合気は燃焼室の圧縮着火燃焼のためのイニシエータとして機能する。

10

【 0 0 0 5 】

特許文献 2 (D E 1 0 2 0 0 6 0 4 1 4 6 7 A 1) は、均一な圧縮着火燃焼を持つガソリンエンジンのための操作方法の記載を含む。希薄な混合気である均一な燃料 / 排気ガス / 空気混合気がオットーサイクルの操作方法と比べて圧縮されている場合、発火点から起こる火炎面のために燃焼は燃焼室に広がらない。しかし代わりに適切な圧縮レベルで、これを開始するために、各燃焼室のいくつかのポイントで均一な燃料 / 排気ガス / 空気混合気はほぼ同時に点火する。制御された自己点火 (R Z V) は、火花点火式オットーサイクル方法に比べて燃費の面で高い効率性と共に窒素酸化物の排出を著しく低下させる。制御された自己点火を備えたこの低排出の効率的な R Z V 操作方法は、しかし、充填希釈度の減少に伴いノッキングは増えるため、より低くかつ恐らくは中レベルのエンジン負荷 / エンジン速度範囲でのみで使用でき、従ってより高いエンジン負荷範囲での R Z V 操作方法の有用な応用範囲は限定的である。

20

【 0 0 0 6 】

非特許文献 1 (雑誌 S A E インターナショナルジャーナル、燃料潤油第 2 巻第 1 号の記事「CARE - Catalytic Reformed Exhaust Gases in turbocharged DISI Engines」(Henrik Hoffmeyer, Emanuela Montefrancesco, Linda Beck, Juergen Willand, Florian Ziebart)) からは、火花点火される直接噴射のガソリンエンジンの操作方法に似て実行される、複数の燃焼室を備えた直接噴射の内燃機関エンジンのための操作方法が公知となっている。前述した操作方法で改善した操作安定性を達成するために、酸化触媒が外部排気ガス再循環ラインに配置され、各燃焼室に再循環された排気ガスから炭化水素および / または一酸化炭素のような任意の反応成分を取り除く。この方法では、各燃焼室に再循環された排気ガスには酸化触媒によって反応成分が実質的に無いため、各燃焼室に供給される燃料の量を、より正確に測ることができる。

30

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 7 】

【 特許文献 1 】 E P 1 5 4 3 2 2 8 B 1

40

【 特許文献 2 】 D E 1 0 2 0 0 6 0 4 1 4 6 7 A 1

【 非特許文献 】

【 0 0 0 8 】

【 非特許文献 1 】 雑誌 S A E インターナショナルジャーナル、燃料潤油第 2 巻第 1 号の記事「CARE - Catalytic Reformed Exhaust Gases in turbocharged DISI Engines」(Henrik Hoffmeyer, Emanuela Montefrancesco, Linda Beck, Juergen Willand, Florian Ziebart)

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 9 】

50

本発明は、直接噴射の内燃機関エンジン、具体的には確実な操作安定性で同時により高いエンジン負荷範囲をもつ低 NO_x 燃料を持つことを特徴とするエンジンのための、改善された、または、少なくとも代替の操作方法を特定する問題に関する。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明によれば、本問題は独立請求項の主題により解決される。有利な実施形態は従属項の主題である。

【0011】

本発明は内燃機関エンジンのための操作方法のための一般概念にもとづく。具体的には複数の燃焼室を特徴とする直接噴射の内燃機関エンジン、例えば、少なくとも部分的な低 NO_x 燃焼(NAV)および複数の部分操作方法を備える自動車のためのものであり、制御された自己点火(RZV)が発生する少なくとも1つの部分操作方法であり、外部の排気ガス再循環装置によって再循環された排気ガスの反応性の低下が実行され、反応性の低下は各燃焼室に再循環された排気ガスが導入されることに先行して先に実行される。

【0012】

排気ガス再循環は、RZVおよびNAVの部分操作方法の間に実行可能である。前回の操作サイクルからのフリーラジカルは再循環された排気ガス中に存在しうる。これらは燃焼プロセスだけではなくエンジンのノッキングへの感応性にも影響を与える。酸化触媒を介した排気ガスの再循環は、フリーラジカルが触媒コンバータに変換されるため、帰還排気ガスの反応性に影響する。このように燃焼の中心は影響され操作安定性は改善され得る。

【0013】

内燃機関エンジン、具体的には複数の燃焼室を持つ直接噴射の内燃機関エンジンは、異なる操作方法または異なる部分操作方法に従って操作できる。つまり、多くのオットーサイクル部分操作方法が可能である。化学量論的組成のオットーサイクルの部分操作方は燃焼空気比または空燃比 = 1を持ち、点火装置により火花点火し、火炎面燃焼(FFV)が起こる。オットーサイクルの化学量論的組成の部分操作方はエンジン負荷全体および/またはエンジン速度範囲全体を通じて適用され得る。これは、高いエンジン負荷またはエンジン速度範囲の他の部分操作方法で実行されることが好ましい。

【0014】

オットーサイクルの部分操作方はたとえ空気過剰でも火花点火が可能であり、従って燃焼空気比 > 1で実行可能である。この部分操作方はまた、一般にDES部分操作方(成層直接噴射)と呼ばれ、成層は、全希薄な燃料/排気ガス/空気混合気中に複数の直接燃料噴射により各燃焼室で形成される。成層の組成に従い、少なくとも理想的なシステムの中では、各燃焼室は異なる燃焼空気比を有する2つの領域を持つ。この成層化は一般に複数の燃料噴射を通して生成される。第1に、希薄で均一な燃料/排気ガス/空気混合気は1回かそれ以上の噴射により各燃焼室に導入される。この希薄で均一な領域の中に、希薄で均一な領域よりは濃い燃料/空気混合気が、点火装置の領域に、複数噴射の形式をとることもできる燃料の最終噴射を通して配置される。この方法は通常HOS(均質成層燃焼)と呼ばれる。燃焼室内の全体に希薄な燃料/排気ガス/空気混合気は、点火装置の領域内の濃い燃料/空気混合気による火炎面燃焼(FFV)を通して点火され反応され得る。DESおよびHOSの部分操作方は、低エンジン負荷および/または低エンジン速度範囲のための好ましい選択である。

【0015】

DESおよびHOSの部分操作方はまた、圧縮点火できるが、そのときは通常はDESまたはHOS部分操作方と呼ばれない。

【0016】

低エンジン負荷および/または低エンジン速度範囲時、RZV部分操作方は同様に実行されることができ、各燃焼室の中の希薄で均一な燃料/排気ガス/空気混合気は制御された自己点火により作動し、従って圧縮着火される。火炎面燃焼(FFV)が火花点火を

10

20

30

40

50

通して発生するオットーサイクル部分操作方法と比べて、R Z V部分操作方法では、各燃焼室の中の燃料/排気ガス/空気混合気は制御された自己点火の発生のために各燃焼室の中でほぼ同時に複数の領域で点火する。R Z V部分操作方は、オットーサイクル部分操作方法と比べてNO_x排出量が著しく低いことを特徴とし、一方で同時に低燃費を特徴とする。

【0017】

本発明の対象であるNAV部分操作方は、火花点火式オットーサイクルの部分操作方法およびR Z V部分操作方法の組み合わせであると考え得る。したがって、NAV部分操作方には、点火装置によって火花点火される均一で希薄な燃料/排気ガス/空気混合気がある。NAV部分操作方の間、初期火炎面燃焼(F F V)に続き均一な燃料/排気ガス/空気混合気の燃焼は、制御された自己点火(R Z V)に変化する。結果、NAV部分操作方は低い燃費を示し、オットーサイクル部分操作方法と比べたとき制御された自己点火(R Z V)によりNO_x排出を減少させる。

10

【0018】

R Z V部分操作方法に対し、NAV部分操作方は点火装置によって火花点火される。この理由から、とりわけ、混合点火および/または燃焼の操作安定性は、特にエンジン負荷またはエンジン速度範囲の最高位において、著しく向上している。従って、均一で希薄な燃料/排気ガス/空気混合気は、その時点で制御された自己点火(R Z V)に移行する一種のオットーサイクル火炎面燃焼(F F V)と共に燃焼を開始する。このようにNAV部分操作方は、制御された自己点火(R Z V)の利点を、燃料/排気ガス/空気混合気の火花点火式の操作的に安定した点火と結合する。本発明の対象である本NAV部分操作方は、点火装置を使った正しい時間の点火同様に、適切な燃料/排気ガス/空気混合気を各燃焼室に供給することで実現可能である。

20

【0019】

NAV部分操作方は、低い圧力勾配と減少したノッキングが特徴である。その結果、NAV部分操作方は、圧力勾配の増加と不規則な燃焼条件、具体的にはノッキングの増加により純粋なR Z V部分操作方が操作的に十分に安定ではない高エンジン負荷範囲での、制御された自己点火(R Z V)を可能にする。

【0020】

部分操作方法の比較から次の結果が導き出される。

30

【0021】

【表1】

部分操作方法	燃費	NO _x 排出量	適応範囲	エンジン円滑性
オットーサイクル λ=1	+/-	+/-	+++	+/-
DES	+++	--	+	+/-
RZV	++	+++	+	+/-
NAV	++	++	++	++

40

(-△ 低下, +△ 改善, ++△ よく改善, +++△ 非常によく改善)

【0022】

結果、制御された自己点火(R Z V)を備えた部分操作方は、化学量論的組成のオットーサイクル燃焼方法と比べたとき低い燃費と減少したNO_x排出の値の両方を示す。さらに、NAV部分操作方により、作動範囲は効率的な制御された自己点火方法を含むところまで拡張される。NAV燃焼プロセスを伴うエンジン円滑性は、圧縮着火を伴う部分操作方法と比べても、改善している。

【0023】

50

少なくとも部分的に制御された自己点火（R Z V）を持つような部分操作方法の好ましい実施形態は、実質的に純粋な制御された自己点火（R Z V）を備えたR Z V部分操作方法である。この実質的に純粋な制御された自己点火（R Z V）は、専らに制御された自己点火が発生する場所でのR Z V部分操作方法であると理想的には理解される。別の種類の燃焼の特定の割合はそれにもかかわらず障害の結果起こり得、そのような不測の事態は「実質的に純粋な制御された自己点火（R Z V）」の定義に含まれる。本定義の主因は、R Z V部分操作方法が主に純粋な制御された自己点火（R Z V）が起こるためであり、部分操作方法の中断は純粋な制御された自己点火（R Z V）を主要としないまたは部分操作方法の重要な一部となる他の燃焼プロセスの発生につながる。

【 0 0 2 4 】

R Z V部分操作方は、内燃機関エンジンの最大速度が5%から70%の間のエンジン速度か、または内燃機関エンジンの最大負荷が2%から30%の間のエンジン負荷で実行されることが好ましい。

【 0 0 2 5 】

各燃焼室の中へ再循環された排気ガスの反応性の減少のために、少なくとも各部分操作方法の操作安定性に関して、有利な別の部分操作方は、NAV部分方法であり、発火点（ZZP）で概ね均一で希薄な燃料/排気ガス/空気混合気は各燃焼室内の燃料空気比

1で点火装置によって火花点火され、点火装置（FFV）により点火される火炎面燃焼が制御された自己点火（R Z V）に移行する。各燃焼室の中へ再循環された排気ガスの反応性の減少は、NAV部分方法が制御された自己点火（R Z V）が発生する局面を持つためのみならず、点火挙動に関しても有利である。エンジンのノッキングはこのように減少する。

【 0 0 2 6 】

NAV部分操作方は、内燃機関エンジンの最大速度が5%から70%の間のエンジン速度、および/または内燃機関エンジンの最大負荷が10%から70%の間のエンジン負荷で実行されることが好ましい。

【 0 0 2 7 】

希薄な燃料/排気ガス/空気混合気は、燃焼空気比 > 1 であり、よって過剰の空気を持つ燃料/排気ガス/空気混合気であり、これに対し濃い燃料/排気ガス/空気混合気は燃焼空気比 < 1 を持つ。化学量論的組成比は $= 1$ である。

【 0 0 2 8 】

燃焼空気比は無次元の物理量であり、燃料/排気ガス/空気混合気の組成を説明するために使用される。燃焼空気比は、燃焼に利用できる実際の空気質量、および利用可能な燃料の完全な燃焼のために必要な最小の化学量論的組成の空気質量の比率として計算される。従って、もし $= 1$ の場合、化学量論的組成の燃焼空気比または燃料/排気ガス/空気混合気を意味し、 > 1 のときは希薄な空気燃焼比率または燃料/排気ガス/空気混合気を意味する。さらに、もし $= 1$ または < 1 の場合、濃い燃焼空気比または燃料/排気ガス/空気混合気を意味する。

【 0 0 2 9 】

好ましい実施形態では、発火点（ZZP）でのNAV部分操作方法の燃焼空気比は1から2の間である。

【 0 0 3 0 】

さらに、燃料/排気ガス/空気混合気の組成は充填希釈度により特定できる。希薄か、濃いか、または化学量論的組成の燃料/排気ガス/空気混合気であるかどうかに関わらず、充填希釈度は燃料/排気ガス/空気混合気のその他の成分に対して燃料がどれだけ燃焼室に注入されたかを表す。充填希釈度は、燃料の質量と、各燃焼室内に存在する燃料/排気ガス/空気混合気の総質量の比率である。

【 0 0 3 1 】

NAV部分操作方法の好ましい実施形態では、理想の充填希釈度は0.03から0.05の間に設定される。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 2 】

N A V 部分操作方法では点火時期が決定的な役割を担うため、好ましい実施形態では発火点はクランク角 (K W W) が $- 4 5 ^{\circ}$ と $- 1 0 ^{\circ}$ K W W の間で発生するように設定する。

【 0 0 3 3 】

クランク角は、シリンダーまたは燃焼室内のピストンの動きと関連するクランクシャフトの角度の位置である。4行程周期の場合、吸入行程の後に圧縮行程が続き、そして膨張行程、排気行程が続き、圧縮行程と膨張行程の間の各燃焼室またはシリンダーにおける引っ込んだピストンの上死点の位置は通常クランク角 (K W W) $0 ^{\circ}$ に割当てられる。この上死点 $0 ^{\circ}$ K W W から始まり、クランク角は膨張行程および排気行程まで増加し、圧縮行程と吸入行程まで減少する。前述の段階システムを使用すると、吸入行程は $- 3 6 0 ^{\circ}$ K W W および $- 1 8 0 ^{\circ}$ K W W の間、圧縮行程は $- 1 8 0 ^{\circ}$ K W W および $0 ^{\circ}$ K W W の間、膨張行程は $0 ^{\circ}$ K W W および $1 8 0 ^{\circ}$ K W W の間、排気行程は $1 8 0 ^{\circ}$ K W W および $3 6 0 ^{\circ}$ K W W の間で生じる。

10

【 0 0 3 4 】

概ね均一で希薄な燃料 / 排気ガス / 空気混合気が言及されるとき、これは均一で希薄な燃料 / 排気ガス / 空気混合気であると理解され、本質的には一律に各燃焼室に配分されている。理想的な状況においては完全に均一な配分となる。しかし一方現実的な状況では、微量の不均衡が存在しうるが、それらは各部分操作方法にいかなる著しい影響も与えない。この種の均一で希薄な燃料 / 排気ガス / 空気混合気は、単一または多点の燃料噴射により生成される。好ましい実施形態では、燃料の複数噴射または多点噴射は負荷および / またはエンジン速度に依存して実行される。

20

【 0 0 3 5 】

加えて、内部排気ガス再循環は、各燃焼室の燃料 / 排気ガス / 空気混合気を予熱するために、N A V 部分操作方法の一部として実行され得る。この排気ガス再循環は、排気ガス再導入または排気ガス保持として実行され得る。排気ガス再導入では、排気ガスは、吸入および / または排気のセクションの中への排気ガスの排出及び後に続く再導入を通じて、各燃焼室に注入される。排気ガス再導入の代替または追加として、排気ガスの保持による内部排気ガス再循環は実行され、排気ガスの一部は各燃焼室内に保持される。燃料 / 排気ガス / 空気混合気を冷却するために、外部排気ガス再循環を実行することは可能であり、外部で再循環された排気ガスは追加的に冷却され、その反応成分に関する反応性の減少を経る。

30

【 0 0 3 6 】

各燃焼室内に再循環された排気ガスの反応性の減少は、排気ガスの中に存在する未燃炭化水素および / または一酸化炭素の酸化により実行され得る。

【 0 0 3 7 】

好ましい実施形態におけるかかる反応性の減少はまた、酸化触媒の排出システムの下流からの、少なくとも部分的な排気ガスの再循環を通じて行われ得る。酸化触媒は一般に排出システムの中に存在するため、この場合酸化触媒の流れる方向の下流側に排気ガスを抽出し減少した反応成分のレベルを持つこの排気ガスを内燃機関エンジンの各燃焼室の中へ再循環することは理に適っている。この場合、排気ガスが大きな距離を移動するため、各燃焼室の中へ再循環された排気ガスの、高い冷却度を期待することも有利である。

40

【 0 0 3 8 】

特に好ましい実施形態では、各燃焼室に再循環された排気ガスの反応性の減少は、排気ガス再循環ラインの中に配置された酸化触媒により実行される。酸化触媒は、各排気ガス再循環ラインの中に存在するであろう排気ガス再循環冷却装置の前に設置されると都合が良く、この状況では、排気ガスは酸化触媒が操作温度に保たれていることを確保できる。

【 0 0 3 9 】

N A V 部分操作方は火花点火式成層 D E S 部分操作方法と組み合わせて、および / または追加して、実行することが可能である。

50

【 0 0 4 0 】

この場合、好ましい実施形態は、発火点（ZZP）および／または燃焼の中心を、火花点火式成層DES部分操作方法的発火点（ZZP）および／または燃焼の中心のクランク角に対応した、クランク角に設定することができる。

【 0 0 4 1 】

この場合、好ましい実施形態は、火花点火式成層DES部分操作方法的も同じく可能なエンジン速度範囲および／またはエンジン負荷範囲で実行されるNAV部分操作方法的を含む。

【 0 0 4 2 】

特に好ましい実施形態では、NAV部分操作方法的は、純粋な制御された自己点火（RZV）を備えたRZV部分操作方法的と組み合わせて、および／または、追加して実行する。2つの部分操作方法的は、一方の部分操作方法的が低い操作安定性を示した場合にもう一方に切換えられる。

10

【 0 0 4 3 】

同様に本発明の対象は、少なくとも部分制御された自己点火を備えたかかる方法に従って実行される内燃機関エンジンである。かかる内燃機関エンジンの有利な実施形態は、排気ガス再循環ラインにある個別の酸化触媒であり、具体的には排気ガスの流れる方向に排気ガス再循環冷却装置の上流を配置することである。

【 0 0 4 4 】

本発明のさらなる重要な特徴および利点は従属請求項、図表、図表に基づく説明に起因する。

20

【 0 0 4 5 】

上記で述べられた機能および以下でこれから説明する機能は、それぞれの場合に指定された組み合わせで使用されるだけでなく、本発明の範囲を超えずに、その他の組み合わせまたは個別に使用することができる。

【 0 0 4 6 】

本発明の好ましい代表的実施形態は図で示され、さらなる詳細は以下の記述で説明され、同一参照番号は同一かまたは類似のまたは機能的に同一の部分に言及するものである。

図は、それぞれに概略的に描かれている。

【 図面の簡単な説明 】

30

【 0 0 4 7 】

【 図 1 】 NAVの操作方法的の燃焼曲線を図で示す。

【 図 2 】 RZV、NAV、DES操作方法的のバルブリフトの高さの比較を示す。

【 図 3 】 RZVおよびNAVの操作方法的のエンジン特性マップを図で示す。

【 図 4 】 RZVおよびNAV操作方法的の設定条件。

【 図 5 】 外部排気ガス再循環ラインに配置された酸化触媒と内燃機関エンジン。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 4 8 】

図1はNAV部分操作方法的の燃焼曲線図1を示し、クランク角KWWは横軸2（度）、燃焼曲線BVは縦軸3（ジュール）に示されている。NAV部分操作方法的の燃焼プロセスは曲線4で示す。各燃焼室に導入された燃料／排気ガス／空気混合気は発火点5においてクランク角 $-30^{\circ} + / - 5^{\circ}$ KWWで火花点火する。境界線6までの各燃焼室に導入された燃料／排気ガス／空気混合気はオートサイクル火炎面燃焼（FFV）で燃焼する。境界線6の後、燃料／排気ガス／空気混合気は、火炎面燃焼（FFV）によってさらに熱せられ圧上昇にさらされ、制御された自己点火（RZV）への移行を開始する。圧縮着火に必要な十分に高い圧力と温度は、火炎面燃焼（FFV）の上昇により強められる。このようにしてNAV部分操作方法的は、均一な火炎面燃焼（FFV）を持つ領域Iと制御された自己点火（RZV）を持つ領域IIに分かれ、両領域I、IIは境界線6で分かれる。

40

【 0 0 4 9 】

図2はシリンダー圧力／バルブリフト図7を示し、クランク角KWWは横軸8（度）に

50

、シリンダー圧力 P (bar) (左)とバルブリフト VH (ミリメートル) (右)は縦軸 9, 9' に示されている。曲線 10, 10', 10'' はそれぞれ DES、RZV、NAV 部分操作方法のシリンダー圧力曲線を参照している。左の縦軸 9 のシリンダー圧力段階はこれら曲線に適用される。さらに、DES バルブリフト曲線 11, 11'、RZV バルブリフト曲線 12, 12'、および NAV バルブリフト曲線 13, 13' はシリンダー圧力 / バルブリフト図 7 に示されている。右の縦軸 9' のバルブリフト段階はこれらの曲線に適用される。バルブリフト曲線 11, 11'、12, 12'、13, 13' を比較すると、NAV バルブリフト曲線 13, 13' は DES バルブリフト曲線 11, 11' よりかなり小さいことに気付く。DES バルブリフト曲線 11, 11' はまた、NAV バルブリフト曲線 13, 13' に比べてクランク角がより広い範囲に及ぶ。結果、排気ガス保持または内部排気ガス再循環はこの種類の DES バルブリフト曲線 11, 11' ではほとんど不可能である。これに対し、13, 13' のような NAV バルブリフト曲線では内部排気ガス再循環および / または排気ガス保持の実行が可能である。

10

【0050】

RZV バルブリフト曲線 12, 12' と NAV バルブリフト曲線 13, 13' を比較した場合、NAV バルブリフト曲線 13, 13' は少し大きいかそれ以上のバルブリフトを示していることがわかる。それらは RZV バルブリフト曲線 12, 12' よりクランク角がより広い範囲に及んでいる。従って、そのような RZV バルブリフト曲線 12, 12' はより大きな排気保持または内部排気ガス再循環に特徴づけられ、結果として、燃焼室で高い温度が設定できる。しかし、少量の上昇と短い開放時間により、空気の流れは大幅に制限される。結果として、そのような RZV バルブリフト曲線 12, 12' は高エンジン負荷範囲では限定された使用のみとなる。これは図示された NAV バルブリフト曲線 13, 13' で改善される。一方で高バルブリフトが設定でき、他方でバルブはクランク角の広い範囲を通して開放されたままとなるためである。このように、NAV バルブリフト曲線 13, 13' を使用すると特定の燃焼室を低い温度に設定でき、吸入空気量は図 2 で示す RZV バルブリフト曲線 12, 12' よりも多くなる。

20

【0051】

図 3 は、エンジン負荷 / エンジン速度図 14 を示し、RZV 部分操作方法のエンジン特性マップ 15 と NAV 部分操作方法のエンジン特性マップ 16 が示されている。エンジン負荷 / エンジン速度図 14 では、エンジン速度 n は横軸 17 に、エンジン負荷 M は縦軸 18 に示されている。境界曲線 19 は、内燃機関エンジンが操作可能な範囲内でエンジン負荷とエンジン速度範囲の境界を定めている。エンジン負荷 / エンジン速度範囲 20 は、RZV 部分操作方法のエンジン特性マップ 15 または NAV 部分操作方法のエンジン特性マップ 16 に包含されず、オットーサイクル部分操作方法が実行される。

30

【0052】

図 4 の設定条件図 21 は、RZV 部分操作方法および NAV 部分操作方法の設定条件を概略的に示す。充填希釈度は横軸 22 に示され、テーパ線 30 によって示されるように横軸 22 の方向に減少している。それに対応して、エンジン負荷は横軸 22 に沿って上昇している。発火点 (ZZP) のクランク角 (KWW) は縦軸 23 に示され、当該クランク角はテーパ線 30' によって示されるように縦軸 23 の方向に同様に減少している。操作範囲 24, 25, 26, 27, 28, 29 は図 21 の設定条件にマッピングされている。操作範囲 24 は RZV 部分操作方法の可能な操作範囲を示している。この非常に高い充填希釈度範囲では、相応に希釈した燃料 / 排気ガス / 空気混合気に点火装置で火花点火することは不可能である。RZV 部分操作方法は当該操作範囲 24 で有利に実行可能である。充填希釈度の減少によって、NAV 部分操作方法のみならず RZV 部分操作方法とともに、操作範囲 25 で有利に実行可能である。NAV 部分操作使用方法を使用することで、燃焼の中心は点火時期により初期クランク角で発生するように移行させることが可能である。

40

【0053】

充填希釈度をさらに低めた場合、操作範囲 26 に入る。操作範囲 26 では RZV 部分操作使用方法が実行可能な一方で、この充填希釈度範囲では、RZV 部分操作方法はノッキング

50

の上昇を示し、相応に大きな圧力上昇が特徴づけられる。従って充填希釈度範囲での R Z V 部分操作方法は操作の不安定性の上昇を招き、それは、例えば、外部排気ガス再循環装置によって緩和できる。この操作範囲 26 は N A V 部分操作方法により回避可能であり、この場合燃焼の中心は同様に発火点 (Z Z P) の適切な選択によってより低いクランク角で発生するよう移行させることができる。

【 0 0 5 4 】

N A V 部分操作方法は操作範囲 27 で優先的に実行される。オットーサイクル部分操作方法は、操作範囲 28 で実行可能である。通常は操作範囲 29 では R Z V、N A V または D E S の部分操作方法は実行できない。

【 0 0 5 5 】

図 5 は外部排気ガス再循環装置 32 を備えた内燃機関エンジン 31 を示す。排気ガスの反応性を減らすために、当該排気ガスは排気ガス再循環ライン 35 を介して排出流 33 から吸入流 34 に再循環され、酸化触媒 36 は排気ガス再循環ライン 35 に配置される。好ましい実施形態では、酸化触媒 36 は、排気ガス再循環冷却装置 37 から排気ガスが流れる方向の上流に配置される。同様に好ましい実施形態では、酸化触媒 36 は排気ガス再循環装置バルブ 38 から排気ガスが流れる方向の下流に配置されるが、これは排気ガス帰還率を制御する目的で排気ガス再循環ライン 35 に存在するものである。

【 0 0 5 6 】

内燃機関エンジン 31 の操作をさらに改善するために、内燃機関エンジン 31 の圧縮率は有利に計算する必要がある。具体的には、N A V 部分操作方法は 10 から 13 の間の圧縮率 で実行される。

【 0 0 5 7 】

圧縮率 は、ピストンが上死点にあるときの燃焼室の圧縮容積と、ピストンが下死点の位置にあるときの燃焼室の圧縮容積および移動容積の合計との比率である。

【 0 0 5 8 】

R Z V 部分操作方法から N A V 部分操作方法に切り替えるとき、圧縮率 は低下する。低圧縮率 の結果ノッキングは著しく減少し、初期燃焼の中心が N A V 部分操作方法の操作安定性における結果の増加同様に生じる。

【 0 0 5 9 】

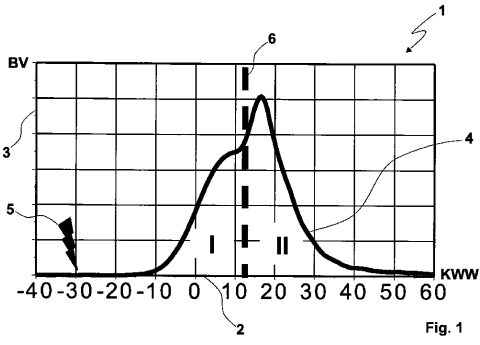
N A V 部分操作方法から R Z V 部分操作方法に切り替えるとき、圧縮率 は上昇する。

10

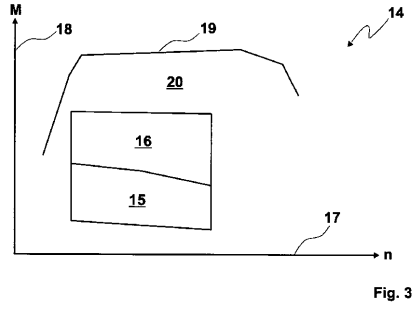
20

30

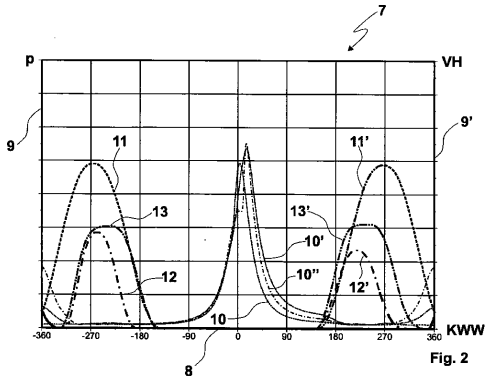
【 図 1 】



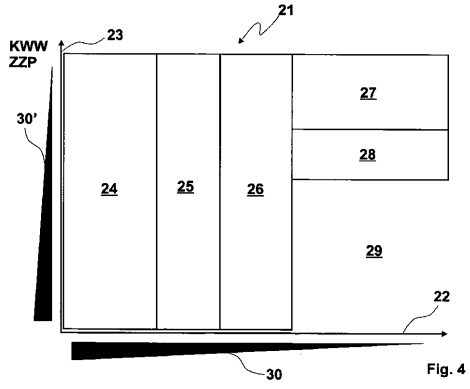
【 図 3 】



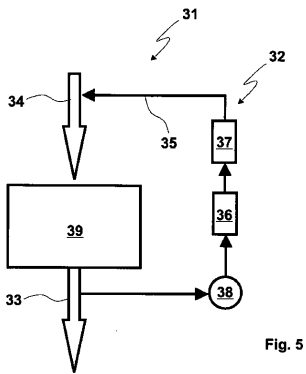
【 図 2 】



【 図 4 】



【 図 5 】



フロントページの続き

(51) Int.Cl.		F I		
<i>F 0 1 N</i>	<i>3/24</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>F 0 2 M</i>	<i>25/07</i> <i>5 2 0 A</i>
			<i>F 0 2 M</i>	<i>25/07</i> <i>5 8 0 D</i>
			<i>F 0 2 D</i>	<i>41/02</i> <i>3 5 1</i>
			<i>F 0 2 B</i>	<i>23/10</i> <i>3 2 0</i>
			<i>F 0 1 N</i>	<i>3/24</i> <i>S</i>

(72)発明者 トルステン・ディーラー
 ドイツ連邦共和国 7 0 5 6 9 シュツットガルト、イン デア シュランネ 3 5

(72)発明者 デイルク・ハッセ
 ドイツ連邦共和国 7 1 3 9 7 ロイテンバッハ、ゼーシュトラッセ 1 6

(72)発明者 ルーディガー・ヘルヴェーク
 ドイツ連邦共和国 7 3 7 3 4 エスリンゲン、アイヒェンドルフシュトラッセ 5 6

審査官 稲村 正義

(56)参考文献 特開2001-152855(JP,A)
 特開2006-283618(JP,A)
 特開2004-285925(JP,A)
 特表2006-500509(JP,A)
 特開2009-57958(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

<i>F 0 2 B</i>	<i>1 1 / 0 0、2 3 / 1 0</i>
<i>F 0 2 D</i>	<i>4 1 / 0 2 - 4 1 / 0 4</i>
<i>F 0 2 M</i>	<i>2 5 / 0 7</i>
<i>F 0 1 N</i>	<i>3 / 0 0 - 3 / 3 8</i>