

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4134492号
(P4134492)

(45) 発行日 平成20年8月20日 (2008. 8. 20)

(24) 登録日 平成20年6月13日 (2008. 6. 13)

(51) Int. Cl.

F I

F O 2 D 41/04 (2006. 01)

F O 2 D 41/04 3 3 5 A

F O 2 B 1/12 (2006. 01)

F O 2 B 1/12

F O 2 B 11/00 (2006. 01)

F O 2 B 11/00 Z

F O 2 B 69/06 (2006. 01)

F O 2 B 69/06

F O 2 B 75/02 (2006. 01)

F O 2 B 75/02

請求項の数 4 (全 11 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2000-172415 (P2000-172415)
 (22) 出願日 平成12年6月8日 (2000. 6. 8)
 (65) 公開番号 特開2001-349232 (P2001-349232A)
 (43) 公開日 平成13年12月21日 (2001. 12. 21)
 審査請求日 平成17年9月7日 (2005. 9. 7)

前置審査

(73) 特許権者 000006286
 三菱自動車工業株式会社
 東京都港区芝五丁目33番8号
 (74) 代理人 100092978
 弁理士 真田 有
 (72) 発明者 山本 茂雄
 東京都港区芝五丁目33番8号 三菱自動車工業株式会社内
 (72) 発明者 桑原 一成
 東京都港区芝五丁目33番8号 三菱自動車工業株式会社内
 (72) 発明者 竹村 純
 東京都港区芝五丁目33番8号 三菱自動車工業株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 筒内噴射型内燃機関

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

頂面に半球状に窪んだキャビティが形成されたピストンと、上記キャビティと協働して燃焼室内で吸気による逆タンブル流を形成させる吸気ポートとを有し、

第1圧縮行程、第1膨張行程、第2圧縮行程及び第2膨張行程が順次繰り返されるとともに、

該第2膨張行程の後半と該第1圧縮行程の前半との間の所定期間において排気及び吸気が行なわれ、

該第1圧縮行程中に噴射された燃料を、該第1圧縮行程から該第1膨張行程にかけて燃焼させる第1燃焼過程と、

該第1膨張行程中に、該第1燃焼過程において発生した既燃ガス中に追加燃料を噴射し、該追加燃料を該第2圧縮行程から該第2膨張行程にかけて圧縮自着火燃焼させる第2燃焼過程とをそなえて構成されている

ことを特徴とする、筒内噴射型内燃機関。

【請求項 2】

該排気が該吸気よりも早期に開始され、且つ、該吸気が該排気よりも遅れて終了することを特徴とする、請求項1記載の筒内噴射型内燃機関。

【請求項 3】

過給装置が装備されている

ことを特徴とする、請求項1記載の筒内噴射型内燃機関。

【請求項 4】

上記の第 1 圧縮行程，第 1 膨張行程，第 2 圧縮行程及び第 2 膨張行程が順次繰り返される運転モードと、吸気行程，圧縮行程，膨張行程及び排気行程が順次繰り返される通常の 4 サイクル運転モードとを切り換える可変動弁機構をそなえ、

高負荷運転時には、該可変動弁機構により該通常の 4 サイクル運転モードに切り換えられる

ことを特徴とする、請求項 1 記載の筒内噴射型内燃機関。

【発明の詳細な説明】**【0001】****【発明の属する技術分野】**

10

本発明は、第 1 圧縮行程，第 1 膨張行程，第 2 圧縮行程及び第 2 膨張行程が順次繰り返される、筒内噴射型内燃機関に関する。

【0002】**【従来の技術】**

近年、内燃機関において燃焼サイクルを改良し、高効率及び排ガスの浄化を図った技術が提案されている。

例えば特開平 9 - 4459 号公報には、それぞれスパークプラグがそなえられた主燃焼室と副燃焼室とを有するエンジンが開示されている。このエンジンによれば、主燃焼室（主室）及び副燃焼室（副室）において、室内の混合気をそれぞれスパークプラグで着火して独立して燃焼を行なわせることにより、一回の圧縮行程で 2 回の膨張行程を行なって理論熱効率の向上を図ろうとしている。

20

【0003】**【発明が解決しようとする課題】**

しかしながら上述した従来の技術では、通常の燃焼室（主燃焼室）の他に副燃焼室が設けられるとともに、主燃焼室と副燃焼室とにそれぞれスパークプラグがそなえられており、構造が複雑となって製造コストが大幅に高くなってしまうという課題がある。また、一回の圧縮行程で 2 回の膨張行程を行なうべく主室混合気と副室混合気とを別々のタイミングで燃焼させているに過ぎず、排ガスの性状については、通常の内燃機関と大差のないことが予想される。

【0004】

30

本発明は、このような課題に鑑み創案されたもので、製造コストを大幅に増加させることなく低燃費と排ガス浄化とを高次元で両立できるようにした、筒内噴射型内燃機関を提供することを目的とする。

【0005】**【課題を解決するための手段】**

このため、請求項 1 記載の本発明の筒内噴射型内燃機関では、頂面に半球状に窪んだキャビティが形成されたピストンと、上記キャビティと協働して燃焼室内で吸気による逆タンプル流を形成させる吸気ポートとを有し、第 1 圧縮行程，第 1 膨張行程，第 2 圧縮行程及び第 2 膨張行程が順次繰り返されるとともに、第 2 膨張行程の後半と第 1 圧縮行程の前半との間の所定期間において排気及び吸気が行なわれ、第 1 燃焼過程として、第 1 圧縮行程中に噴射された燃料が、第 1 圧縮行程から第 1 膨張行程にかけて燃焼し、第 2 燃焼過程として第 1 膨張行程中に、第 1 燃焼過程において発生した既燃ガス中に噴射された追加燃料が第 2 圧縮行程から第 2 膨張行程にかけて燃焼する。

40

【0006】

この時、排気及び吸気が、第 2 膨張行程の後半と第 1 圧縮行程の前半との間の所定期間において、オーバーラップして行なわれるようになるので、ポンピングロスが抑制される。また、第 2 膨張行程の後半と第 1 圧縮行程の前半との間の所定期間でしか、排気及び吸気が行なわれないので、第 2 燃焼過程で発生した既燃ガスは、完全には排出されず、その後に行なわれる第 1 燃焼過程は、残留ガス（既燃ガス）を比較的多く含んだ雰囲気下で行なわれ、一方、第 2 燃焼過程では、第 1 燃焼過程で発生した高温の既燃ガスに噴射された追加

50

燃料が、高温の雰囲気下で気化 / 分解を経て活性化して燃焼する。

【 0 0 0 7 】

上記請求項 1 において、第 1 燃焼過程は希薄成層燃焼であることが好ましい。これにより、ポンピングロスを一層抑制することができ、また、第 1 燃焼過程において、酸素が多く含まれるようになるので、既燃ガス中に酸素と未燃物とが共存し易くなって、第 2 燃焼過程の燃焼効率を向上させることができる。

また、追加燃料は、第 1 膨張行程で噴射され、第 2 圧縮行程で既燃ガスと十分に混合される。

【 0 0 0 8 】

また、第 2 燃焼過程が圧縮自着火により多点着火される。

10

【 0 0 0 9 】

請求項 2 記載の本発明の筒内噴射型内燃機関では、排気が吸気よりも早期に開始されるので、吸気弁が開弁されると排気に引かれて吸気が速やかに行なわれ、また、吸気が排気よりも遅れて終了するので、排気弁が開弁されている最中は、排気が吸気（新気）により効率よく押し出される。

請求項 3 記載の本発明の筒内噴射型内燃機関では、過給装置により過給が行なわれ、掃気が効率よく安定して行なわれる。

【 0 0 1 0 】

請求項 4 記載の本発明の筒内噴射型内燃機関では、第 1 圧縮行程，第 1 膨張行程，第 2 圧縮行程及び第 2 膨張行程が順次繰り返される運転モードと、吸気行程，圧縮行程，膨張行程及び排気行程が順次繰り返される通常の 4 サイクル運転モードとが可変動弁機構により切り換えられ、高負荷運転時には通常の 4 サイクル運転モードで運転される。

20

【 0 0 1 1 】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態について説明する。

まず、本発明の一実施形態としての筒内噴射型内燃機関について説明する。図 1 ~ 図 6 は本実施形態の筒内噴射型内燃機関について示す図である。

まず、本実施形態としての筒内噴射型内燃機関（以下、単にエンジンともいう）の構成について説明する。

【 0 0 1 2 】

30

図 1 に示すように、エンジン 1 のシリンダヘッド 2 には、各シリンダ 3 毎に点火プラグ 4 と燃焼室 5 内に直接開口する燃料噴射弁 6 とが設けられ、点火プラグ 4 は点火コイル 4 A により燃料噴射弁 6 はドライバ 6 A によりそれぞれ駆動される。シリンダ 3 内には、クランクシャフト 7 に連結されたピストン 8 が装備され、このピストン 8 の頂面には半球状に窪んだキャビティ 9 が形成されている。

【 0 0 1 3 】

シリンダヘッド 2 には、吸気弁 10 を介して燃焼室 5 と連通する吸気ポート 11 と排気弁 12 を介して燃焼室 5 と連通する排気ポート 13 とが形成されている。吸気ポート 11 は燃焼室 5 上方に略鉛直に配設され、ピストン 8 の頂面のキャビティ 9 と協働して燃焼室 5 内で吸気による逆タンプル流を形成させる。

40

また、シリンダ 3 外周のウォータジャケット 15 には冷却水温を検出する水温センサ 16 が設けられ、クランクシャフト 7 には所定のクランク角位置で信号を出力するクランク角センサ 17 が、吸気弁 10，排気弁 12 を駆動するカムシャフト 18，19 にはカムシャフト位置に応じた気筒識別信号を出力する気筒識別センサ（カム角センサ）20 が、それぞれ付設されている。

【 0 0 1 4 】

また、カムシャフト 18，19 と吸気弁 10，排気弁 12 との間には、可変動弁機構 41 が装備されており、一般的な 4 ストローク 1 サイクル運転（通常の 4 サイクル運転）、つまり、1 サイクル中に、吸気行程，圧縮行程，膨張行程，排気行程の 4 行程を行なう通常運転に対応した作動モードと、後述の変則的な 4 サイクル運転（以下、変則 4 サイクル運

50

転という)に対応した作動モードとを選択的に切り換えることができるようになっている。この可変動弁機構41には、公知の種々のものを適用できるので説明は省略する。

【0015】

吸気系は、上流側からエアクリーナ21, 吸気管22, スロットルボディ23, サージタンク24, 吸気マニホールド25の順に構成され、吸気マニホールド25の下流端部に吸気ポート11が設けられている。スロットルボディ23には、アクセル開度に応じて燃焼室5内へ流入する空気量を調整する電子制御式スロットル弁(ETV)30がそなえられ、このETV30の開度制御は、アクセル開度に応じた制御のみならず、アイドルスピード制御や、後述するリーン運転時の大量吸気導入の制御も行なえるようになっている。さらに、エアクリーナ21の直ぐ下流部分には吸入空気流量を検出するエアフローセンサ37が、スロットルボディ23にはETV30のスロットル開度を検出するスロットルポジションセンサ38とETV30の全閉を検出してアイドル信号を出力するアイドルスイッチ39とがそれぞれ設けられている。

10

【0016】

排気系は、上流側から排気ポート13を有する排気マニホールド26, 排気管27の順に構成され、排気管27には排ガス浄化用の三元触媒29が介装され、排気マニホールド26には、 O_2 センサ40が設けられている。

なお、燃料供給系については図示しないが、圧力が所定の高圧力〔数十気圧(例えば2~7MPa)程度〕に調整された燃料が燃料噴射弁6に導かれ、燃料噴射弁6から高圧燃料が噴射されるようになっている。

20

【0017】

そして、点火プラグ4, 燃料噴射弁6といった各エンジン制御要素の作動を制御するために、内燃機関の制御手段としての機能を有する電子制御ユニット(ECU)60がそなえられている。このECU60には、入出力装置, 制御プログラムや制御マップ等の記憶を行なう記憶装置, 中央処理装置, タイマやカウンタ等がそなえられており、前述の種々のセンサ類からの検出情報やキースwitchの位置情報等に基づいて、このECU60が、上述の各エンジン制御要素の制御を行なうようになっている。

【0018】

特に、本エンジンは、筒内噴射エンジンであり、燃料噴射を自由なタイミングで実施でき、吸気行程を中心とした燃料噴射によって均一混合させ均一燃焼を行なうほか、圧縮行程を中心とした燃料噴射によって前述の逆タンプル流を利用して層状燃焼を行なうことができる。

30

また、本エンジンの場合、1燃焼サイクルを吸気行程, 圧縮行程, 膨張行程, 排気行程の4行程によって行なう一般的な4サイクル運転の他、1燃焼サイクルにおいて圧縮行程, 膨張行程をそれぞれ2回ずつ行なう変則4サイクル運転も可能になっており、この変則4サイクル運転モードは、層状燃焼を主体とした第1燃焼過程と均一燃焼主体とした第2燃焼過程との2つの燃焼過程を1サイクル内にそなえている。

【0019】

ECU60では、図示しないマップに基づいて、エンジン回転速度(以下、エンジン回転数という) N_e 及びエンジン負荷状態を示す平均有効圧 P_e の目標値(目標 P_e)に応じていずれかの運転モードを選択するようになっており、エンジン回転数 N_e が所定値 N_{e0} よりも小さく、目標 P_e が所定値 P_{e0} よりも小さい領域では変則4サイクル運転モードを選択し、エンジン回転数 N_e が所定値 N_{e0} 以上又は目標 P_e が所定値 P_{e0} 以上の領域では一般的な4サイクル運転モードを選択する。このとき、一般的な4サイクルと変則4サイクルとの切り換えは可変動弁機構41を用いて行なう。

40

【0020】

上述のように、このエンジンの場合、変則4サイクル運転のモードは、高負荷運転時及び高回転運転時を除いた部分負荷時に行なうようになっている。

ここで、本エンジンのサイクルについて説明すると、本エンジンでは、図2に示すように、第1圧縮行程▲2▼, 第1膨張行程▲3▼, 第2圧縮行程▲4▼, 第2膨張行程▲5▼

50

が順次繰り返される変則的な4ストローク1サイクル運転(変則4サイクル運転)が実行され、第2膨張行程▲5▼の後半と第1圧縮行程▲2▼の前半との間〔第2膨張行程▲5▼と第1圧縮行程▲2▼との間且つ燃焼室内のピストンが下死点(BDC)近傍にある期間〕で、吸気▲1▼と排気▲6▼とがオーバーラップして行なわれるようになっている。ここでは、排気弁12の開弁期間中心 C_E は、第2膨張行程▲5▼の末期に設定され、吸気弁10の開弁期間中心 C_I は、第1圧縮行程▲2▼の初期に設定されており、排気▲6▼を吸気▲1▼よりも早期に開始させるとともに吸気▲1▼を排気▲6▼よりも遅れて終了させることで掃気が効率よく行なわれるようになっている。

【0021】

また、上述の如く燃焼室5内では吸気による逆タンブル流が形成されるため、この逆タンブル流によっても高い掃気効率を得られる。

10

そして、本エンジンでは、第1圧縮行程▲2▼中に噴射された燃料を第1圧縮行程▲2▼から第1膨張行程▲3▼にかけて燃焼させる第1燃焼過程と、この第1燃焼過程で発生した既燃ガス中に追加燃料を噴射して、この追加燃料を第2圧縮行程▲4▼から第2膨張行程▲5▼にかけて燃焼させる第2燃焼過程とをそなえている。これらの各行程は、図4(図4は両対数グラフ)のPV線図に示すようになる。

【0022】

なお、図2に示すように、第2燃焼過程においては、第1膨張行程▲3▼、第2圧縮行程▲4▼の内のいずれかの時点で燃料噴射を行なうことが可能であるが、本実施形態では、第1膨張行程▲3▼中に追加燃料噴射(2回目の噴射)を行なう例を示している。

20

また、本変則4サイクル運転では、オープン制御により空燃比を目標空燃比とするようになっており、ECU60では、エンジン運転状態に応じて主燃料噴射の目標空燃比及びトータルの目標空燃比を独立して設定し、主燃料噴射(1回目の噴射)の燃料噴射量、及び主燃料噴射と追加燃料噴射(2回目の噴射)との燃料噴射量の総和量が、吸気行程で吸入された空気量に対してそれぞれ所定の目標空燃比となるように、主燃料噴射量、及び燃料噴射量の総和をそれぞれ制御するようになっている。本実施形態では、主燃料噴射で略1/2弱の量の燃料を噴射し、追加燃料噴射で残りの略1/2強の量の燃料を噴射するようにしている。

【0023】

なお、上述の目標空燃比は目標 P_e 及びエンジン回転数 N_e に応じてマップに基づいて設定されるが、掃気時における吸気の吹き抜けが存在するためエアフローセンサ37から検出される吸気量に対してはリーンな値が設定されている。

30

また、本実施形態では、図2に示すように、第1燃焼過程においては、第1圧縮行程▲2▼の上死点(TDC)直前に点火プラグ4による点火を行ない、第2燃焼過程においては、第2圧縮行程▲4▼の上死点(TDC)直前に点火プラグ4による点火を行なうようになっている。ただし、第2燃焼過程においては、筒内温度が十分に高ければ圧縮行程で自着火するので、圧縮自着火によって確実に燃焼できる場合には、図3に示すように、点火プラグ4による点火を行なわないようにする。この圧縮自着火が可能になるか否かはエンジンの回転速度やエンジン負荷や1回目と2回目との燃料噴射量の割合、1回目の燃焼の空燃比、2回目の燃料噴射時期等に依存する。なお、ガソリンエンジンの場合、第1燃焼過程においては、一般に筒内温度は自着火するほど高くないので、点火プラグ4により確実に点火を行なうのが望ましい。

40

【0024】

本発明の一実施形態としての筒内噴射型内燃機関は、上述のように構成されているので、目標 P_e が所定値 P_{e0} 未満でエンジン回転数 N_e が所定値 N_{e0} 未満の部分負荷時には、図2に示すように、第1圧縮行程▲2▼、第1膨張行程▲3▼、第2圧縮行程▲4▼、第2膨張行程▲5▼の順に変則4サイクル運転を行なう。

つまり、まず、ピストン8の下降時に、排気弁12及び吸気弁10をこの順に開弁して、吸気▲1▼と排気▲6▼とをオーバーラップさせて掃気を行なう。

【0025】

50

ついで、ピストン 8 の上昇時に、排気弁 12 及び吸気弁 10 をこの順に閉弁して、図 5 (a) に示すように、ピストン 8 が上昇する過程で燃料噴射弁 6 から燃料を噴射 (主燃料噴射) する (第 1 圧縮行程 ▲ 2 ▼) 。この場合、この主燃料噴射は、吸気行程 ▲ 1 ▼ で吸入された空気量に対して、目標となる空燃比に相当する燃料量の略 1 / 2 の量の燃料が噴射される。

【 0 0 2 6 】

さらに、ピストン 8 が圧縮上死点の近傍に到達したら点火プラグ 4 によって火花点火を行なう。これによって、図 5 (b) に示すように、1 回目の燃焼が行なわれる。この 1 回目の燃焼は、図 5 (c) に示すように、全体の空燃比をリーンとしながら点火プラグ 4 の近傍に着火可能な燃料濃度の高い混合気を集めて行なう、希薄層状燃焼 (希薄成層燃焼) となつて、第 1 膨張行程 ▲ 3 ▼ が行なわれる。

10

【 0 0 2 7 】

図 5 (d) に示すように、この 1 回目の燃焼 (第 1 燃焼過程) 後の第 1 膨張行程 ▲ 3 ▼ の途中、又は図示しないが第 2 圧縮行程 ▲ 4 ▼ の途中で、高温の既燃ガス中に追加燃料を噴射すると、筒内には、燃料と既燃ガス中の多くの活性種 (燃焼可能な成分) と余剰酸素とが高温雰囲気下で共存する。

その後の第 2 圧縮行程 ▲ 4 ▼ では、上記の高温ガスが圧縮されるため、図 5 (e) に示すように、高温、高圧下で燃料の分解も促進されて且つ空気と燃料との混合も促進されて、第 2 圧縮行程 ▲ 4 ▼ の上死点近傍で点火プラグ 4 により火花点火すれば極めて効率良く、2 回目の燃焼 (第 2 燃焼過程) が行なわれる。

20

【 0 0 2 8 】

また、筒内温度が十分に高ければ、図 5 (f) に示すように、点火プラグ 4 により火花点火しなくとも圧縮行程の末期 (第 2 圧縮行程 ▲ 4 ▼ の上死点近傍) に筒内の燃料は温度と圧力とによって自ら着火する。この場合、燃料の追加噴射終了から第 2 圧縮行程 ▲ 4 ▼ の上死点までのインターバルが十分にあれば燃料と既燃ガスとの混合が進んで均質な混合気となつて、筒内 (燃焼室) 内の各部で着火する多点自着火となつて、極めて効率良く、2 回目の燃焼 (第 2 燃焼過程) が行なわれる。このように行なわれる本エンジンの変則 4 サイクル運転によれば、吸気 ▲ 1 ▼ 直後の圧縮行程噴射 (主燃料噴射) による希薄成層火花点火燃焼 (第 1 燃焼過程での燃焼) は、ポンピングロスが小さく、効率の高い燃焼となる。

30

【 0 0 2 9 】

第 1 燃焼過程での燃焼直後に行なわれる第 2 燃焼過程での燃焼では、反応途中の活性の高い大量の未燃物と酸素とを含んだ高温の既燃ガス中にさらに燃料が噴射され、この噴射された燃料自身も高温雰囲気下で急速に気化、分解して活性化するので、極めて燃焼しやすくなる。この燃焼 (第 2 燃焼過程での燃焼) によれば、H C や N O_x を含んだ上記の未燃物も同時に再反応するので、極めて高効率な運転となつて排ガス中の浄化すべき成分 (エミッション) は極めて低レベルなものになる。また、N O_x の一部は、再圧縮時 (第 2 圧縮行程) ▲ 4 ▼ に燃料から離脱した H と効果的に反応してこの圧縮中に還元される。

【 0 0 3 0 】

この第 2 燃焼過程での燃焼を火花点火で行なう場合には、燃焼を確実に行なうことができ、さらに、残留ガス中の N O_x が残留ガス中の C O₂ によって希釈されて N O_x の排出レベルを低レベルにすることができる。

40

一方、第 2 燃焼過程での燃焼を圧縮自着火で行なう場合には、上述のように予混合気の多点着火となるので、N O_x や H C や S O O T (煤) の排出量は共に極めて低いレベルにすることができ、燃焼効率は高められる。

【 0 0 3 1 】

さらに、第 1 燃焼過程及び第 2 燃焼過程の結果の排ガスは、上記のような燃焼後の排気行程 ▲ 6 ▼ で排出されるので、エンジン外に排出される実際のエミッションは極めて低レベルなものになる。

また、第 2 膨張行程 ▲ 5 ▼ の後半と第 1 圧縮行程 ▲ 2 ▼ の前半との間の僅かな所定期間で

50

排気▲6▼及び吸気▲1▼が行なわれるので、第2燃焼過程▲5▼において発生した既燃ガスが筒内から完全には排除されず、第1燃焼過程は残留ガスを比較的多く含んだ状態で行なわれ、この点からも NO_x の発生が抑制される。

【0032】

しかも、従来のエンジンに対し、運転サイクルを変更するだけで構造的な変更は殆どないので、上記効果を、製造コストを大きく増加させることなく得られる。

また、1回目の噴射燃料量と2回目の噴射燃料量との割合や、2回目の燃料噴射時期の設定を調整することで、第2燃焼行程における作動ガスとなる既燃ガス中の酸素濃度や CO_2 、 CO 等の燃焼生成物濃度、さらにはガス温度を適宜に変更することができるので、制御の自由度が極めて高く、さらには、広い負荷、速度範囲で予混合圧縮着火（圧縮自着火）を実現することも可能である。

10

【0033】

さらに、吸気系に外部EGRを導入することを廃止することも可能になり、吸気系の汚損や吸気系内へのカーボン堆積を回避することができる。

また、リーン NO_x 触媒を廃止することも可能になるので、コストを削減でき、また、エンジンの制御も簡素化できる。

なお、図6は NO_x 排出量、HC排出量、正味燃費率を示す図であり、a線は一般的な4サイクル予混合燃焼に関し、b線は一般的な4サイクル希薄成層燃焼に関し、c線は変則4サイクル運転に関している。また、1は NO_x 排出量に関し、2はHC排出量に関し、3は正味燃費率に関している。本エンジンでは、負荷が所定値 P_{e0} 未満では変則4サイクル運転が行なわれ、負荷が所定値 P_{e0} 以上では、一般的な4サイクル予混合燃焼による運転が行なわれるので、図6より、広い軸トルク範囲（エンジン負荷範囲）で、 NO_x 排出量、HC排出量、正味燃費率を良好なものに保持できることがわかる。

20

【0034】

ところで、本発明の筒内噴射型内燃機関は、上記の実施形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で種々変形して実施することができる。例えば上記の実施形態では、追加燃料の噴射タイミングを第1膨張行程▲3▼中に行なっているが、この追加燃料の噴射タイミングを、第1膨張行程▲3▼から第2圧縮行程▲4▼にかけて又は第2圧縮行程▲4▼内で行なっても、十分に追加燃料の活性化や空気との混合が図れる場合も考えられ、かかる設定も可能である。

30

【0035】

また、上記の実施形態では、主燃料噴射（1回目の噴射）を総和量の1/2弱としているが、第1燃焼過程で行なう希薄成層燃焼は、当量比が大き過ぎると大量の不活性ガスによって燃焼が困難になり、また、当量比が小さすぎると安定した着火ができないので、略0.1～0.5程度の範囲に設定することが望ましく、このような範囲内であれば適宜設定し得る。

【0036】

ただし、1回目の噴射燃料量と2回目の噴射燃料量との割合は、1回目の燃焼と2回目の燃焼との差に起因する振動や、2回目の燃焼の高温自着火を実現するための残留ガス量や温度に影響を与える。1回目の噴射燃料量をリッチにし過ぎると、残留ガス濃度が過大（当量比0.5でEGR率100%に相当）となるので、この点からも1回目の噴射燃料量を制限することが必要であり、これらを考慮すると、1回目の噴射燃料量を制限し、この分2回目の噴射燃料量を増大して対応することが望ましい。

40

【0037】

また、本実施形態では、低負荷域のみに変則4サイクルを適用しているが、これは負荷が大きいと吸気量不足を招くことを考慮したもので、例えば過給装置を装備させ、この過給装置により過給を行なって高負荷域でも十分な吸気量が得られるようにして、高負荷域でも変則4サイクル運転を実行するように構成しても良い。この場合、図6に鎖線で示すように、軸トルクが大きい（エンジン高負荷）場合にも正味燃費率が向上する。

【0038】

50

また、変則 4 サイクル運転のみ行なう（通常 4 サイクル運転は行なわない）構成も考えられる。

【 0 0 3 9 】

【 発明の効果 】

以上詳述したように、請求項 1 記載の本発明の筒内噴射型内燃機関によれば、排気及び吸気が、第 2 膨張行程の後半と第 1 圧縮行程の前半との間の所定期間において、オーバーラップして行なわれるようになるので、ポンピングロスが抑制され、さらに、4 ストローク中に 2 回燃焼が行なわれるので、吸気行程、圧縮行程、膨張行程及び排気行程を順次実行する一般的な 4 ストローク 1 サイクル運転に比べて、特に低負荷領域では、効率がよく燃費も良好になる。

10

【 0 0 4 0 】

また、第 2 燃焼過程では、第 1 燃焼過程により発生した高温の既燃ガス中に追加燃料を噴射するので、この追加燃料は高温雰囲気急速に気化、分解して活性し、極めて燃焼し易くなって、未燃ガスの再反応が促進されて高効率な燃焼を実現することができ、 NO_x や HC の排出を十分に抑制し得るようになる。また、第 2 膨張行程の後半と第 1 圧縮行程の前半との間の所定期間でしか、排気及び吸気が行なわれないので、第 2 燃焼過程において発生した既燃ガスが筒内から完全には排除されず、第 1 燃焼過程は残留ガスを比較的多く含んだ状態で行なわれることとなって、この点からも NO_x の発生が抑制される。

【 0 0 4 1 】

したがって、運転サイクルを変更するだけで構造的には従来に対し殆ど変更がないので、製造コストを大幅に増加させることなく低燃費と排ガス浄化とを高次元で両立できるようになるという利点がある。

20

請求項 2 記載の本発明の筒内噴射型内燃機関によれば、追加燃料が、第 2 圧縮行程で既燃ガスと十分に混合されるので、既燃ガス中の NO_x と効率良く反応して NO_x を還元でき、したがって、排ガス浄化を一層効果的に行なうことができるという利点がある。

【 0 0 4 2 】

請求項 3 記載の本発明の筒内噴射型内燃機関によれば、火花点火により、第 2 燃焼過程を適切なタイミングで確実に行なうことができ、また、既燃ガス中の CO_2 に希釈されて NO_x の排出レベルを効率よく抑制できるという利点がある。

請求項 4 記載の本発明の筒内噴射型内燃機関によれば、圧縮自着火させることにより、第 2 燃焼過程を多点着火とすることができ、 NO_x 、 SOOT 及び HC の排出レベルを効率よく抑制できるという利点がある。

30

【 0 0 4 3 】

請求項 5 記載の本発明の筒内噴射型内燃機関によれば、排気が吸気よりも早期に開始されるので、吸気弁が開弁されると排気に引かれて吸気が速やかに行なわれ、また、吸気が排気よりも遅れて終了するので、排気弁が開弁されている最中は、排気が吸気（新気）により押し出され、したがって、掃気及び新気導入を効率よく行なうことができるという利点がある。

【 0 0 4 4 】

請求項 6 記載の本発明の筒内噴射型内燃機関によれば、過給装置により過給が行なわれるので、高負荷域でも吸気が効率よく安定して行なわれ、運転可能な負荷領域を拡大できるという利点がある。

40

請求項 7 記載の本発明の筒内噴射型内燃機関によれば、可変動弁機構により運転モードの切り換えが行なわれ、高負荷運転時には、吸気行程、圧縮行程、膨張行程及び排気行程が順次繰り返される通常の 4 サイクル運転モードに切り換えられるので、安定して出力が得られるという利点がある。

【 図面の簡単な説明 】

【 図 1 】 本発明の一実施形態としての筒内噴射型内燃機関を示す構成図である。

【 図 2 】 本発明の一実施形態としての筒内噴射型内燃機関の動作を示すタイムチャートである。

50

【図 3】本発明の一実施形態としての筒内噴射型内燃機関の動作を示すタイムチャートである。

【図 4】本発明の一実施形態としての筒内噴射型内燃機関の動作を示す P V 線図である。

【図 5】本発明の一実施形態としての筒内噴射型内燃機関の動作を (a) ~ (f) の順で示す模式的断面図である。

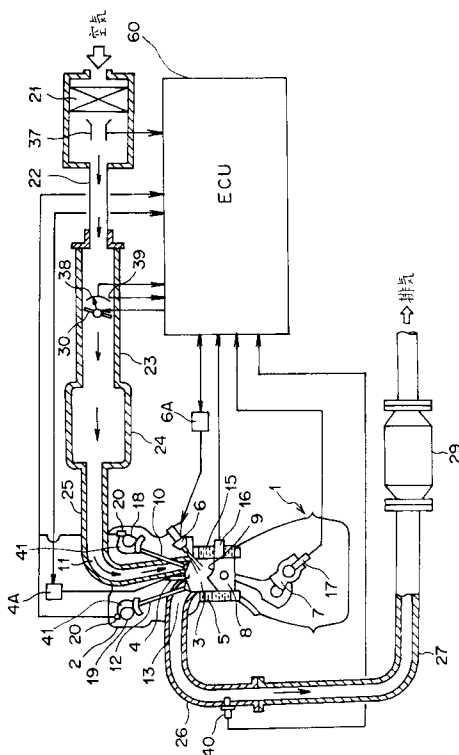
【図 6】本発明の一実施形態としての筒内噴射型内燃機関の効果を示す図である。

【符号の説明】

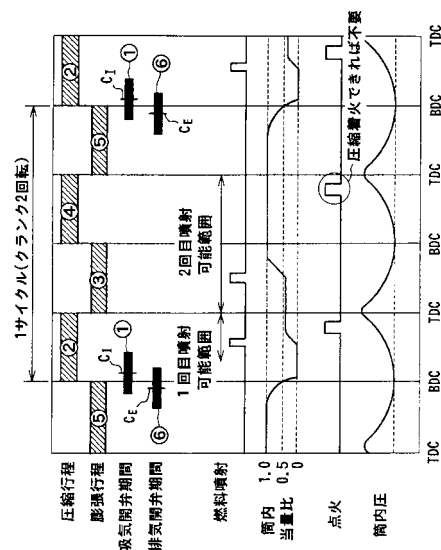
- 1 筒内噴射型内燃機関（エンジン）
- 4 点火プラグ
- 10 吸気弁
- 12 排気弁
- 41 可変動弁機構
- 60 ECU

10

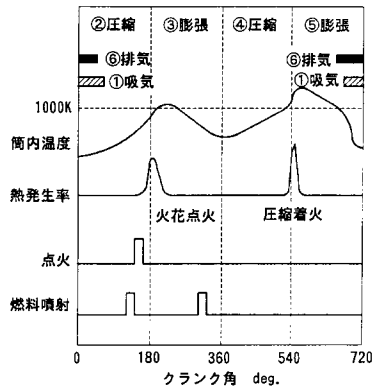
【図 1】



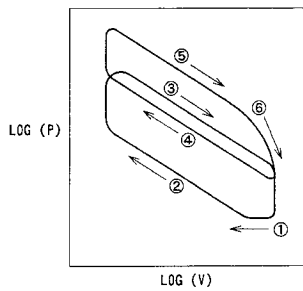
【図 2】



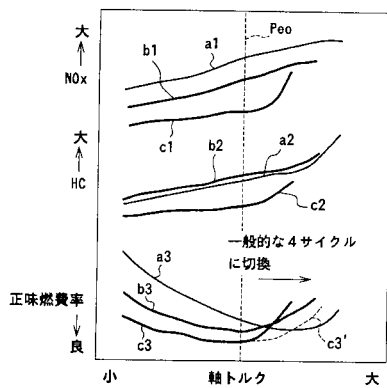
【図 3】



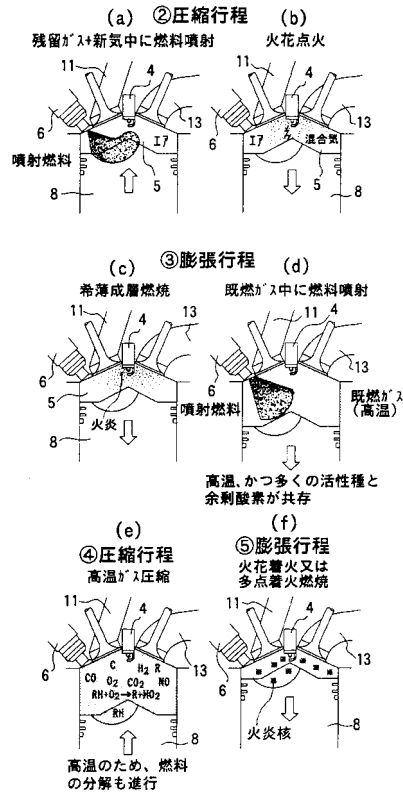
【図 4】



【図 6】



【図 5】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I	
<i>F 0 2 D 13/02 (2006.01)</i>		F 0 2 D 13/02	G
<i>F 0 2 D 23/00 (2006.01)</i>		F 0 2 D 13/02	J
<i>F 0 2 D 41/02 (2006.01)</i>		F 0 2 D 23/00	A
<i>F 0 2 D 41/34 (2006.01)</i>		F 0 2 D 23/00	K
		F 0 2 D 41/02	3 2 5 A
		F 0 2 D 41/02	3 5 1
		F 0 2 D 41/34	H

(72)発明者 安東 弘光
東京都港区芝五丁目 3 3 番 8 号 三菱自動車工業株式会社内

審査官 佐々木 正章

(56)参考文献 特開 2 0 0 0 - 3 1 4 3 1 8 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

F02D 41/04
F02B 11/00
F02B 69/06
F02B 75/02