

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4297848号
(P4297848)

(45) 発行日 平成21年7月15日(2009.7.15)

(24) 登録日 平成21年4月24日(2009.4.24)

(51) Int. Cl. F I
F O 2 D 45/00 (2006.01) F O 2 D 45/00 3 6 8 Z
F O 2 P 17/12 (2006.01) F O 2 P 17/00 E

請求項の数 3 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2004-240996 (P2004-240996)	(73) 特許権者	000002967 ダイハツ工業株式会社
(22) 出願日	平成16年8月20日(2004.8.20)		大阪府池田市ダイハツ町1番1号
(65) 公開番号	特開2006-57555 (P2006-57555A)	(73) 特許権者	000109093 ダイヤモンド電機株式会社
(43) 公開日	平成18年3月2日(2006.3.2)		大阪府大阪市淀川区塚本1丁目15番27号
審査請求日	平成19年6月27日(2007.6.27)	(74) 代理人	100085338 弁理士 赤澤 一博
		(74) 代理人	100118245 弁理士 井上 敬子
		(74) 代理人	100130498 弁理士 佐野 禎哉

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内燃機関の燃焼状態判定方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

内燃機関の燃焼時に燃焼室内に発生するイオン電流をその検出期間内において検出して燃焼状態を判定する内燃機関の燃焼状態判定方法であって、

検出したイオン電流を構成する点火直後に発生する一次イオン電流に基づいて主燃焼期間を検出し、

少なくとも検出した主燃焼期間が正常である場合に一次イオン電流消滅以降に発生するイオン電流に基づいて副燃焼期間を検出し、

副燃焼期間が所定値より小なる場合には検出した主燃焼期間に基づいて燃焼状態を判定し、

副燃焼期間が所定値より大なる場合にはイオン電流の検出期間の開始から検出期間内における最後の副燃焼期間の終了時点までの全燃焼期間に基づいて燃焼状態を判定する内燃機関の燃焼状態判定方法。

【請求項2】

副燃焼期間が、複数の副燃焼期間を合わせたものである請求項1記載の内燃機関の燃焼状態判定方法。

【請求項3】

副燃焼期間が、主燃焼期間の終了時点からイオン電流の検出期間内のイオン電流が最後に消滅するまでの期間である請求項1記載の内燃機関の燃焼状態判定方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、車両などに搭載される内燃機関において、イオン電流を用いて燃焼状態を判定する方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、火花点火式の内燃機関において、燃焼の開始直後に、点火プラグを用いて燃焼室内にイオン電流を発生させ、そのイオン電流の発生している時間を測定して、燃焼状態を判定することが行われている。例えば特許文献1には、イオン電流が設定値より大である期間の時間を合計した時間、あるいは点火からイオン電流が設定値より大である最終時点までの期間のイオン電流が発生している時間から、イオン電流の特性を測定し、燃焼状態を検出するものが記載されている。

10

【0003】

また、特許文献2には、正常な燃焼において、イオン電流が消滅する位置に基づいて、イオン電流判定タイミングを設定し、そのタイミングまでのイオン電流検出時間に基づいて燃焼時間を測定するものが記載されている。

【特許文献1】特開平6-34491号公報

【特許文献2】特開平10-176595号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

20

【0004】

ところが、特許文献1及び特許文献2に記載のものはいずれも、点火から燃焼圧が最も高くなる主燃焼により発生するイオン電流にのみ着目したもので、この主燃焼に続く燃焼により発生するイオン電流については、何ら考慮していない。つまり、イオン電流の特性、あるいはイオン電流検出時間を測定するものの、燃焼により発生するイオン電流の一部しか利用しないものである。

【0005】

このようなイオン電流の利用方法では、必ずしも燃焼状態が低下した際にその燃焼状態を判定することができない場合がある。すなわち、例えば、上述の主燃焼によるイオン電流が発生して比較的短時間で消滅し、その後、排気行程において再度イオン電流が発生するなど、燃焼状態が低下してイオン電流の発生状況が変化する場合、再度発生したイオン電流を考慮しないこととなる。

30

【0006】

したがって、燃焼状態が低下した場合、このような主燃焼に対応するイオン電流の特性などから燃焼状態を検出するだけでは、燃焼状態の低下を判定できない場合がある。それゆえに、上記構成のものでは、精度よく燃焼状態を判定することが困難であった。

【0007】

本発明は、このような不具合を解消することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0008】

40

すなわち、本発明の内燃機関の燃焼状態判定方法は、内燃機関の燃焼時に燃焼室内に発生するイオン電流をその検出期間内において検出して燃焼状態を判定する内燃機関の燃焼状態判定方法であって、検出したイオン電流を構成する点火直後に発生する一次イオン電流に基づいて主燃焼期間を検出し、少なくとも検出した主燃焼期間が正常である場合に一次イオン電流消滅以降に発生するイオン電流に基づいて副燃焼期間を検出し、副燃焼期間が所定値より小なる場合には検出した主燃焼期間に基づいて燃焼状態を判定し、副燃焼期間が所定値より大なる場合にはイオン電流の検出期間の開始から検出期間内における最後の副燃焼期間の終了時点までの全燃焼期間に基づいて燃焼状態を判定することを特徴とする。

【0009】

50

このように、本発明によれば、点火直後に発生するイオン電流に基づいて検出した少なくとも主燃焼期間が正常である場合には、一次イオン電流以降に発生するイオン電流に基づいて副燃焼期間を検出して、その副燃焼期間と所定値との大小関係に基づいて主燃焼期間と全燃焼期間とのいずれかにより燃焼状態を判定するものである。したがって、これまでは活用されていなかった一次イオン電流の後に発生しているイオン電流を活用することにより、一次イオン電流が良好（正常）な燃焼に対応するものであっても、その後にイオン電流が断続するような燃焼状態、例えば点火時期を大きく遅角させているために、燃焼が正常な場合に比べて排気行程側に偏っている場合などを判定することが可能になる。

【0010】

例えば、排気系に装着される触媒の温度を早期に上昇させるために、点火時期を遅角させることによって燃焼が排気行程側に偏り、一次イオン電流の消滅以降に断続的にイオン電流が発生して燃焼が長い場合などに、判定精度を向上させるためには、副燃焼期間が、複数の副燃焼期間を合わせたものであるものが好ましい。

10

【0011】

例えば、空燃比が高い希薄燃焼制御により内燃機関を運転している場合に、その緩慢な燃焼状態を検出しやすくするためには、副燃焼期間が、主燃焼期間の終了時点からイオン電流の検出期間内のイオン電流が最後に消滅するまでの期間であるものが好ましい。

【発明の効果】

【0012】

本発明は、以上説明したような構成であるので、少なくとも主燃焼期間が正常である場合には、副燃焼期間と所定値との大小関係に基づいて主燃焼期間と全燃焼期間とのいずれかにより燃焼状態を判定するものであるので、これまでは活用されていなかった一次イオン電流の後に発生しているイオン電流を活用することにより、一次イオン電流が良好（正常）な燃焼に対応するものであっても、その後にイオン電流が断続するような燃焼状態、例えば点火時期を大きく遅角させているために、燃焼が正常な場合に比べて排気行程側に偏っている場合などを判定することができる。このように、主燃焼期間が正常であっても例えば、点火時期の遅角制御により燃焼が排気行程側においてばらつく場合などにおいても燃焼状態を判定することができるので、燃焼の良否の判定精度を向上させることができる。

20

【発明を実施するための最良の形態】

30

【0013】

以下、本発明の一実施例を、図面を参照して説明する。

【0014】

図1に概略的に示したエンジン100は自動車用のもので、その吸気系1には図示しないアクセルペダルに反応して開閉するスロットルバルブ2が配設され、その下流側にはサージタンク3が設けられている。サージタンク3に連通する一方の端部近傍には、さらに燃料噴射弁5が設けてあり、この燃料噴射弁5を、電子制御装置6により後述する基本噴射量に基づいて開成制御するようにしている。そして、燃焼室10の天井部分に対応する位置には、スパークプラグ18が取り付けられている。また燃焼室10と排気系20とは排気弁25により選択的に連通されるもので、その排気系20には、排気ガス中の酸素濃度を測定するためのO₂センサ21が、図示しないマフラに至るまでの管路に配設された触媒22の上流の位置に取り付けられている。

40

【0015】

電子制御装置6は、中央演算処理装置7と、記憶装置8と、入力インターフェース9と、出力インターフェース11とを具備してなるマイクロコンピュータシステムを主体に構成されており、その入力インターフェース9には、サージタンク3内の圧力を検出するための吸気圧センサ13から出力される吸気圧信号a、エンジン100の回転状態を検出するためのカムポジションセンサ14から出力される気筒判別信号G1とクランク角度基準位置信号G2とエンジン回転数信号b、車速を検出するための車速センサ15から出力される車速信号c、スロットルバルブ2の開閉状態を検出するためのアイドルスイッチ16

50

からのLL信号d、エンジンの冷却水温を検出するための水温センサ17からの水温信号e、上記したO₂センサ21からの電流信号hなどが入力される。一方、出力インターフェース11からは、燃料噴射弁5に対して燃料噴射信号fが、またスパークプラグ18に対してイグニッションパルスgが出力されるようになっている。

【0016】

またスパークプラグ18には、イオン電流を測定するためのバイアス用電源24及びイオン電流測定用回路25が接続されている。このバイアス用電源24を含むイオン電流測定用回路25それ自体は、当該分野で知られている種々のものを使用できる。バイアス用電源24は、点火後イオン電流を燃焼室10内に流すべく電圧をスパークプラグ18に印加する。また、イオン電流測定用回路25は、電氣的に電子制御装置6の入力インターフェース9に接続され、電圧の印加により発生したイオン電流をアナログ的に計測し、発生したイオン電流に対応するアナログ信号を電子制御装置6に入力する。

10

【0017】

電子制御装置6には、吸気圧センサ13から出力される吸気圧信号aとカムポジションセンサ14から出力される回転数信号bとをおもな情報とし、エンジン状態に応じて決まる各種の補正係数で基本噴射時間を補正して有効噴射時間を求め、その有効噴射時間に基づいて燃料噴射弁開成時間すなわちインジェクタ最終通電時間を決定し、その決定された通電時間により燃料噴射弁5を制御して、エンジン負荷に応じた燃料を該燃料噴射弁5から吸気系1に噴射させるためのプログラムが内蔵してある。

【0018】

20

また、このようにエンジン100の運転を制御する一方、点火毎に燃焼室10内に流れるイオン電流をその検出期間内において検出して燃焼状態を判定するもので、検出したイオン電流を構成する点火直後に発生する一次イオン電流に基づいて主燃焼期間を検出し、少なくとも検出した主燃焼期間が正常である場合に一次イオン電流消滅以降に発生するイオン電流に基づいて副燃焼期間を検出し、副燃焼期間が所定値より小なる場合には検出した主燃焼期間に基づいて燃焼状態を判定し、副燃焼期間が所定値より大なる場合にはイオン電流の検出期間の開始から検出期間内における最後の副燃焼期間の終了時点までの全燃焼期間に基づいて燃焼状態を判定するプログラムが電子制御装置6に内蔵してある。

【0019】

このイオン電流による燃焼状態検出プログラムの概要は、図2に示すようなものである。

30

【0020】

イオン電流は、混合気の燃焼状態に応じて、その大きさと発生している期間が異なってくる。この実施形態においては、点火開始から、クランク角度で360°経過するまでをイオン電流検出期間として、その間のイオン電流の発生している期間をクランク角度に換算して計測するものである。

【0021】

イオン電流は、燃焼状態により種々の流れ方つまり電流波形を示すもので、その電流波形は燃焼状態を反映するものである。イオン電流の電流波形を類別すると、図3に示すようになる。

40

【0022】

まず、図3の(a)に示すものは、燃焼状態が良好な場合に検出されるイオン電流波形である。このイオン電流波形は、点火直後に急峻な変化を呈した後、膨張行程における上死点付近、言い換えれば燃焼圧が最大となるピストンの位置において最大となり、その後はピストンの降下とともに減少するものである。この例の場合、結果として、イオン電流波形から主燃焼期間T_aのみを検出するものとなる。以下においては、このように点火後最初に発生するイオン電流を一次イオン電流I_pと称し、一次イオン電流I_pの消滅後、新たに発生するイオン電流を二次イオン電流I₂と称し、以下同様に、順にn次イオン電流I_n(nは整数)と称する。この図3の(a)に示したイオン電流波形は、n次イオン電流I_nが発生していない例である。

50

【 0 0 2 3 】

また、一次イオン電流 I_p の後に二次イオン電流 I_2 が不連続に続くことがある。具体的には、排気弁 25 が開成することにより燃焼ガスが排気系に移動するのに応じて燃焼ガスの流速が変化して、一次イオン電流 I_p の後に二次イオン電流 I_2 が発生するものである。燃焼状態が良好な場合、図 3 の (b) に示すように、二次イオン電流 I_2 の電流波形は、発生している期間も比較的短く、また大きさ (電流値) も一次イオン電流 I_p の電流波形に比べて小さいものである。

【 0 0 2 4 】

これに対して、図 3 の (c) に示すものは、失火に近い状態における燃焼状態に対応して得られるイオン電流の波形であり、イオン電流 (この場合は一次イオン電流 I_p) は流れるものの、その電流値は小さく、また発生している期間も他の燃焼状態におけるイオン電流の電流波形に比較して極端に短くなっている。一方、混合気が希薄、つまり空燃比が高く燃焼状態が低下している場合などにあつては、図 3 の (d) に示すように、一次イオン電流 I_p の電流波形は燃焼圧が最大となる時点でも大きくなり、ほぼ同じ程度の電流値のまま長くなり、イオン電流検出期間の終了時点もしくは終了時点を超えて連続するものである。

10

【 0 0 2 5 】

これと同様に、燃焼状態が低下している場合に、図 3 の (c) に示したイオン電流の電流波形と図 3 の (d) に示したイオン電流の電流波形とを組み合わせたとような電流波形となる場合がある。つまり、着火するが燃焼自体が良好ではなく、一次イオン電流 I_p が小さく、燃焼の後半に二次イオン電流 I_2 が比較的長い間発生するものである。

20

【 0 0 2 6 】

このように、発生するイオン電流が燃焼状態に対応して特徴的に発現する場合とは異なり、燃焼状態によって副次的に複数回イオン電流が発生する場合がある。具体的には、図 3 の (f) に示すように、例えば、一次イオン電流 I_p が一旦消滅した後に、間隔をあけて二次イオン電流 I_2 、三次イオン電流 I_3 、四次イオン電流 (図示しない) … のように発生するものである。

【 0 0 2 7 】

このような挙動を示すイオン電流に対して、一次イオン電流 I_p 及び n 次イオン電流 I_n の発生している時間 (期間) に基づいて、主燃焼期間 T_a 及び副燃焼期間 T_b をクランク角度に換算して測定するとともに、イオン電流検出期間においてイオン電流の測定開始つまり点火直後から最後の n 次イオン電流 I_n が消滅するまでの経過時間 (期間) に対応する全燃焼期間 T_c をクランク角度に換算して測定する。

30

【 0 0 2 8 】

イオン電流の検出 (測定) は、各気筒において点火毎に実行する。点火の後、スパークプラグ 18 にバイアス用電源 24 からバイアス電圧が印加され、これによってスパークプラグ 18 を介して燃焼室 10 内に発生するイオン電流をイオン電流測定用回路 25 によりイオン電流が検出 (測定) される。イオン電流測定用回路 25 は、イオン電流の電流値に対応するイオン電流信号を電子制御装置 6 に出力する。そして、電子制御装置 6 は、入力されたイオン電流信号から、一次イオン電流 I_p に基づいて主燃焼期間 T_a 、 n 次イオン電流 I_n に基づいて副燃焼期間 T_b 、及び全燃焼期間 T_c を測定する。この場合に、例えば図 3 の (a)、(c)、(d) に示すもののよう、一次イオン電流 I_p のみが発生するものにおいてもイオン電流検出期間が終了するまではイオン電流信号をモニタしておき、 n 次イオン電流 I_n に基づき副燃焼期間 T_b を測定するものである。このように、 n 次イオン電流 I_n が発生していない場合は、副燃焼期間 T_b は 0°CA である。

40

【 0 0 2 9 】

測定した主燃焼期間 T_a 、副燃焼期間 T_b 、及び全燃焼期間 T_c は、電子制御装置 6 の記憶装置 8 に一時的に記憶され、燃焼状態判定のための計算に用いられる。

【 0 0 3 0 】

燃焼状態判定は、主燃焼期間 T_a と副燃焼期間 T_b と全燃焼期間 T_c との大小関係に基

50

づいて行う。

【0031】

具体的には、例えば点火から360°CA(クランク角度)で設定されるイオン電流検出期間内において、イオン電流の検出を行う。イオン電流検出期間内においては、上述のように、イオン電流信号から一次イオン電流 I_p の電流波形(あるいは一次イオン電流 I_p が発生している期間)に基づき主燃焼期間 T_a を、 n 次イオン電流 I_n の電流波形に基づき副燃焼期間 T_b を、さらに点火時期に対応するクランク角度と最終の n 次イオン電流 I_n の電流波形が消滅するクランク角度とから全燃焼期間 T_c をそれぞれ測定する。

【0032】

具体的には、点火プラグ18を介してイオン電流測定用回路25から出力されるイオン電流と、イオン電流を検出し得るように設定する基準レベルとを比較し、その基準レベル以上となる電流値のイオン電流が発生している角度を、イオン電流検出期間内において計測して、イオン電流を検出するものである。この場合、イオン電流が基準レベル以上となった時点からカムポジションセンサ14から出力されるクランク角度基準位置信号G2を計数し、イオン電流が基準レベル未満となった時点でクランク角度基準位置信号G2の計数を停止し、主燃焼期間 T_a 、副燃焼期間 T_b 、及び全燃焼期間 T_c を計測するものである。計測した主燃焼期間 T_a 、副燃焼期間 T_b 、及び全燃焼期間 T_c は、一時的に記憶装置8に保存される。

【0033】

以上のイオン電流の検出が完了した後、ステップS1において、主燃焼期間 T_a が正常であるか否かを判定する。この主燃焼期間 T_a を判定するためには、判定下限値と判定上限値とを設定しておき、測定した主燃焼期間 T_a が判定上下限値内つまり所定の範囲内に収まる場合に、正常であると判定するものである。判定下限値は例えば、上死点を10°CAを超えたクランク角度の値に設定し、判定上限値は例えば、上死点から190°CA進んだクランク角度の値に設定する。そして、測定した主燃焼期間 T_a が判定下限値以下、つまり一次イオン電流 I_p は発生するが、非常に短期間である場合、あるいはその逆に判定上限値以上で、非常に長い期間発生する場合には、主燃焼期間 T_a は異常であるとして、ステップS6に進む。

【0034】

次に、ステップS2では、副燃焼期間 T_b が所定値を下回るか否かを判定する。所定値は、排気弁25の開成開始角度にマージンを加えた値、例えば150°CA(クランク角度)に設定する。この場合、図3の(a)及び(c)に示す電流波形となるイオン電流を検出した場合には、副燃焼期間 T_b は0°CAであり、図3の(f)に示す電流波形となるイオン電流を検出した場合には、副燃焼期間 T_b は、二次イオン電流 I_2 及び三次イオン電流 I_3 に対応する燃焼期間を合計あるいは積算したものの、つまり副燃焼期間 T_{b1} と副燃焼期間 T_{b2} との合計となる。そして、副燃焼期間 T_b が所定値を下回っている場合にはステップS3に進み、所定値以上である場合はステップS4に進む。

【0035】

ステップS3では、燃焼状態の判定のための判定燃焼期間として主燃焼期間 T_a を設定する。ステップS4では、燃焼状態の判定のための判定燃焼期間として全燃焼期間 T_c を設定する。

【0036】

ステップS5において、判定燃焼期間が短いかな否かを判定し、短い場合はステップS6に進み、そうでない場合はステップS7に進む。このステップS5における判定の基準は、判定燃焼期間が上死点TDCを超えてクランク角度が例えば10°CAに達するまでの場合に判定燃焼期間が短いと判定するものである。

【0037】

ステップS6では、判定燃焼期間が短いので、燃焼が低下していると判定する。このステップS6に先立つステップS5において、判定燃焼期間は、ステップS2における判定により変化するものであるが、主燃焼期間 T_a 及び全燃焼期間 T_c のいずれにおいても短

10

20

30

40

50

いと判定した場合には、燃焼が低下していると判定するものである。

【0038】

ステップS7では、判定燃焼期間が長いかなかを判定し、長い場合はステップS6に進み、そうでない場合はステップS8に進む。このステップS7における判定の基準は、判定燃焼期間が上死点TDCを超えてクランク角度が例えば 190° CAを超えている場合に判定燃焼期間が長いと判定するものである。ステップS8では、燃焼は良好であると判定する。

【0039】

このような構成において、図3に示したイオン電流を検出した場合それぞれについて、燃焼状態との関係を説明する。

10

【0040】

まず、第1の例を説明する。この第1の例は、図3の(a)に示すイオン電流の場合のもので、検出されたイオン電流は一次イオン電流 I_p のみであり、かつその一次イオン電流 I_p は上死点TDCを超えて下死点BDCとの中間位置のクランク角度まで継続して発生しているものである。したがって、一次イオン電流 I_p に基づく主燃焼期間 T_a は上述の判定下限値と判定上限値との範囲に含まれるものであるため正常なものであり、ステップS1において正常と判定されて、ステップS2に進む。なお、この第1の例では、 n 次イオン電流 I_n に基づいて副燃焼期間 T_b が測定される副燃焼期間は 0° CAとなる。

【0041】

それゆえ、副燃焼期間 T_b は所定値より小さいので、ステップS2における判定は、「Yes」となり、ステップS3において主燃焼期間 T_a を判定燃焼期間に設定する。そして、図3の(a)からも明らかなように、この主燃焼期間 T_a は、ステップS5及びステップS7において規定する判定燃焼期間のそれぞれの判定基準を満たすものではない。つまり、この場合の判定燃焼期間は、上死点TDCを超えてクランク角度が 10° CAとなる位置を超えており、かつ上死点TDCを超えてクランク角度が 190° CAに達するまでに終了しているものである。したがって、燃焼状態判定のための制御は、ステップS1、ステップS2、ステップS3、ステップS5及びステップS7と進み、ステップS8において燃焼は良好と判定するものである。

20

【0042】

同様に、第2の例は、図3の(b)に示すイオン電流の場合のもので、検出されたイオン電流は一次イオン電流 I_p と二次イオン電流 I_2 とで構成されるが、一次イオン電流 I_p が発生している期間は、上述の第1の例と同じであり、かつ二次イオン電流 I_2 が発生している期間が短く、したがって副燃焼期間 T_{b1} が短いものである。それゆえ、副燃焼期間 T_{b1} は所定値を下回るものであり、判定燃焼期間としては主燃焼期間 T_a となる。この結果、この第2の例においても、制御は、ステップS1、ステップS2、ステップS3、ステップS5及びステップS7と進み、ステップS8において燃焼は良好と判定するものである。

30

【0043】

次に、図3の(c)に示すイオン電流により第3の例を説明する。図3の(c)に示すイオン電流は、一次イオン電流 I_p のみから構成されるものであるが、上死点TDCを超えて 10° CAのクランク角度までに消滅し、 n 次イオン電流 I_n は発生しないものである。したがって、ステップS1において、主燃焼期間 T_a が異常であると判定し、ステップS6に進み、燃焼が悪いと判定するものである。

40

【0044】

第4の例として、図3の(d)に示すイオン電流を検出した場合を説明する。この第4の例においても、イオン電流が一次イオン電流 I_p のみから構成されるものであるが、第3の例とは異なり、上死点TDCを超えてクランク角度が 190° CAより大きなクランク角度にまで達するものである。つまり、 n 次電流 I_p は発生せず一次イオン電流 I_p のみが非常に長く発生している例である。したがって、第3の例と同様に、ステップS1において異常と判定し、ステップS6において燃焼は低下していると判定するものである

50

【 0 0 4 5 】

第5の例は、図3の(e)に示すように、イオン電流が、一次イオン電流 I_p と二次イオン電流 I_2 とで構成され、一次イオン電流 I_p より二次イオン電流 I_2 が長く発生している場合である。この例においても、一次イオン電流 I_p に基づく主燃焼期間 T_a は第3の例と同様に短くて、異常と判定されるものである。したがって、ステップS1を実行した後ステップS6に進んで、燃焼が低下していると判定する。

【 0 0 4 6 】

このように、二次イオン電流 I_2 の存在の如何にかかわらず、主燃焼期間 T_a が短すぎたりあるいは長すぎたりする場合、つまり判定下限値と判定上限値とで設定される範囲に含まれない主燃焼期間 T_a である場合は、主燃焼期間 T_a が異常であると判定し、燃焼状態の判定を行うため、上述のステップS2～ステップS8(ステップS6を除く)を実行する必要がない。したがって、燃焼状態の判定に要するプロセスを簡素化することができ、判定を出すまでの時間を短縮することができる。

【 0 0 4 7 】

イオン電流は、上述したような一次イオン電流 I_p と二次イオン電流 I_2 とで構成されるもの以外に、良好な燃焼時に現れるものと同様な一次イオン電流 I_p が発生し消滅した後、一般的な表現をするならば、 n 次イオン電流 I_n が複数断続的に発生する場合がある。このような例の一つとして、図3の(f)に示すように、二次イオン電流 I_2 の次に三次イオン電流 I_3 が発生する場合について説明する。

【 0 0 4 8 】

この第6の例においては、一次イオン電流 I_p に基づいて主燃焼期間 T_a を測定するとともに、二次イオン電流 I_2 及び三次イオン電流 I_3 に基づいて個別の副燃焼期間 T_{b1} 、 T_{b2} を測定する。そして、個別の副燃焼期間 T_{b1} 、 T_{b2} を合計したものを判定燃焼期間のための副燃焼期間 T_b とするものである。このようにして、主燃焼期間 T_a と副燃焼期間 T_b とを測定して、主燃焼期間 T_a の正常か否かの判定(ステップS1)の後、副燃焼期間 T_b が所定値を下回る(ステップS2において「Yes」)の場合、主燃焼期間 T_a を判定燃焼期間とするものである(ステップS3)。つまり、一次イオン電流 I_p の後に、二次及び三次イオン電流 I_2 、 I_3 が発生するものの、合計して得られる副燃焼期間 T_b が短い燃焼状態の場合、このような結果となる。この第6の例においては、主燃焼期間 T_a は、良好な燃焼状態に場合と同等であるので、ステップS5、ステップS7と進んで、ステップS8により燃焼は良好と判定される。

【 0 0 4 9 】

この第6の例のように複数の n 次イオン電流 I_n が発生する場合、一次イオン電流 I_p が発生している期間、したがって主燃焼期間 T_a が正常ではあるが短く、 n 次イオン電流 I_n が多数発生することにより副燃焼期間 T_b が長くなると、副燃焼期間 T_b が所定値を上回る(ステップS2において「No」)ことがある。このような場合には、判定燃焼期間に全燃焼期間 T_c を設定するので、その全燃焼期間 T_c が長くなる(ステップS7において「Yes」)と、ステップS8において燃焼は低下していると判定する。

【 0 0 5 0 】

このように、エンジン100の負荷が低くて燃焼が緩慢になる場合や、触媒22の温度を早期に上昇させるために点火時期を大きく遅角させることにより燃焼が排気行程側にずれる(移行する)場合など、点火直後の主たる燃焼に対応する一次イオン電流 I_p 以外の n 次イオン電流 I_n を検出することにより、主たる燃焼以外の燃焼の状態も含めて、イオン電流が最終的に消滅するまでの全体にわたってその電流値の変化(電流波形の変化)を検出して燃焼状態を判定するものである。したがって、一次イオン電流 I_p を検出して、その一次イオン電流 I_p の状態から燃焼状態を判定する、つまり主たる燃焼のみで燃焼状態を判定するものに比べて、それ以外の燃焼についての判断材料(判断のための情報量)が増すために、燃焼の低下を精度よく判定することができる。

【 0 0 5 1 】

しかも、点火時期を大きく遅角させる場合など、一次イオン電流 I_p 以外の n 次イオン電流 I_n に基づく副燃焼期間 T_b の長さ、ひいては全燃焼期間 T_c の長さに基づいて燃焼状態を判定しているため、このように点火時期を遅角している場合などにおいて、安定に燃焼させることのできる限界を知ることができる。

【0052】

なお、本発明は以上説明した実施例に限定されるものではない。

【0053】

上記実施形態においては、判定燃焼期間の長短により燃焼状態の良不良を判定したが、判定燃焼期間が短くも長くもない場合に、判定燃焼期間の変動率の大きさに基づいて燃焼状態を判定するものであってよい。すなわち、図4に示すように、上記実施形態におけるステップS7の実行後に、ステップS71を加え、判定燃焼期間の変動率が設定された基準を上回る場合には、ステップS6に進んで燃焼の低下を判定し、基準を下回る場合には、ステップS8に進んで燃焼状態が良好であると判定するものである。

【0054】

判定燃焼期間の変動率は、判定燃焼期間の移動平均と、移動平均と判定燃焼期間との差に基づく偏差とから演算するものである。具体的には、今回設定された判定燃焼期間とそれ以前に設定された判定燃焼期間例えば7個の判定燃焼期間とから判定燃焼期間の移動平均を演算し、その移動平均と今回の判定燃焼期間との差の絶対値を、移動平均を演算した際に判定燃焼期間の個数（この例では8個）で除して偏差を演算し、その偏差を移動平均で除して、変動率を演算するものである。

【0055】

このようにして得る判定燃焼期間の変動率に対して、変動の大きさを判定するための基準は例えば、50%に設定するものである。ステップS71においては、変動率が50%以上である場合には、変動率が大きいと判定し、50%未満である場合には変動率が小さいと判定する。このような変動率を加味した燃焼状態の判定方法においては、主燃焼期間の終了時点から、イオン電流検出期間内における最後の n 次イオン電流 I_n に対応する副燃焼期間 T_{bn} の終了までを副燃焼期間 T_B （図3の（b）、（e）及び（f）に示す）とするものである。

【0056】

具体的には、図3の（b）、（e）及び（f）において、一次イオン電流 I_p が消滅した時点から副燃焼期間 T_B を測定するための計測を開始し、イオン電流検出期間内において最後に発生する n 次イオン電流 I_n （図の（f）においては三次イオン電流 I_3 ）の消滅時点でその計測を終了するものである。したがって、二次イオン電流 I_2 が発生するまでのイオン電流が消滅している期間、及び二次イオン電流 I_2 と三次イオン電流 I_3 との間のイオン電流が消滅している期間をも副燃焼期間 T_B として採用するものである。

【0057】

例えば、空燃比を理論空燃比より高くして燃料制御を行う希薄燃焼制御（リーン燃焼制御）においては、燃料の供給量を減少させていくと、安定した燃焼状態を維持し得る限界の燃焼状態に近づくにつれて、燃焼状態が緩慢になる。このように燃焼状態が緩慢になると、一次イオン電流 I_p の発生している期間つまり主燃焼期間 T_a が長くなったり、逆に短くなったりするとともに、 n 次イオン電流 I_n のそれぞれについてもその数や長さが変動し、副燃焼期間 T_B についてもその長さがばらつくものである。

【0058】

したがって、例えば、イオン電流検出期間において検出したイオン電流に基づいて主燃焼期間 T_a 、副燃焼期間 T_B 及び全燃焼期間 T_c を測定した後、主燃焼期間 T_a が正常である場合（ステップS1において「Yes」）、副燃焼期間 T_B が所定値を上回っており（ステップS2において「Yes」）、判定燃焼期間として全燃焼期間 T_c を設定するとする（ステップS4）。そして、設定された判定燃焼期間が短くもなく（ステップS5において「No」）、長くもない（ステップS7において「No」）と判定した場合に、判定燃焼期間の長さがこのような所定の条件を満たしていることのみで燃焼状態を判定する

10

20

30

40

50

ものではなく、その変動率の大きさを判定して（ステップS71）、その結果により燃焼の良不良（ステップS6、ステップS8）を判定するものである。

【0059】

したがって、主燃焼期間Taは正常であるものの、イオン電流の検出の毎に主燃焼期間Ta、副燃焼期間TB及び全燃焼期間Tcが長くなったり短くなったりする場合は、燃焼が限界に近くなっており、燃焼状態が良好な場合と不良となる場合とを判定することができる。このように、判定燃焼期間の変動率を判定することにより、燃焼状態の判定精度をさらに高くすることができる。

【0060】

上記実施形態においては、主燃焼期間Taが正常である場合にのみ副燃焼期間を用いて燃焼状態の判定を行うものを説明したが、主燃焼期間Taの正常、異常を検出することなく、副燃焼期間を用いるように構成するものであってもよい。

10

【0061】

上記実施形態では、イオン電流検出期間の開始を、点火開始に設定したものを説明したが、点火後の膨張行程における上死点に設定してもよい。

【0062】

その他、各部の具体的構成についても上記実施形態に限られるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で種々変形が可能である。

【図面の簡単な説明】

【0063】

20

【図1】本発明の実施形態におけるエンジン及び電子制御装置の概略構成を示す概略構成説明図。

【図2】同実施形態の制御手順を示すフローチャート。

【図3】同実施形態のイオン電流の電流波形を示すグラフ。

【図4】本発明の他の実施形態の制御手順を示すフローチャート。

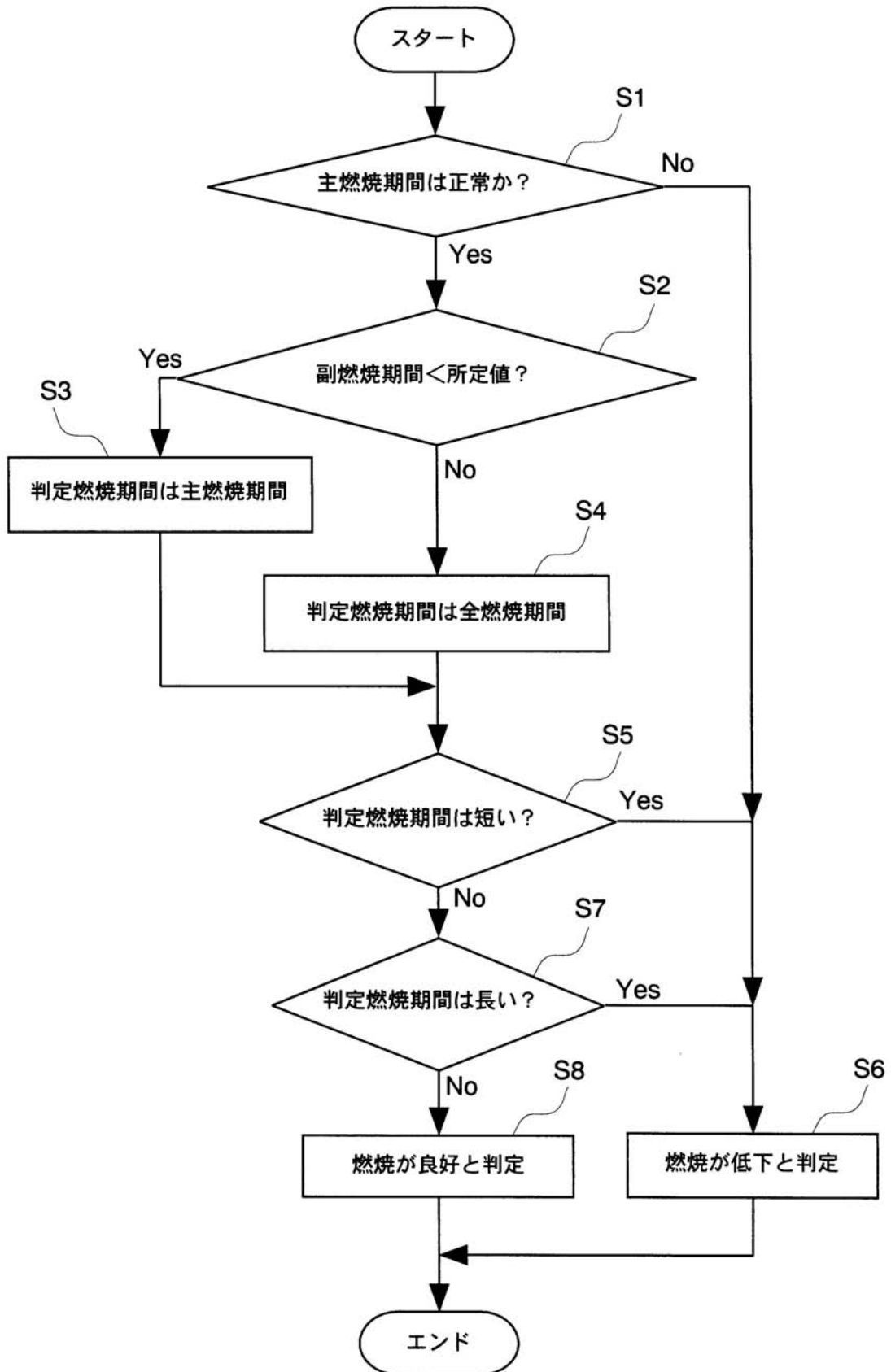
【符号の説明】

【0064】

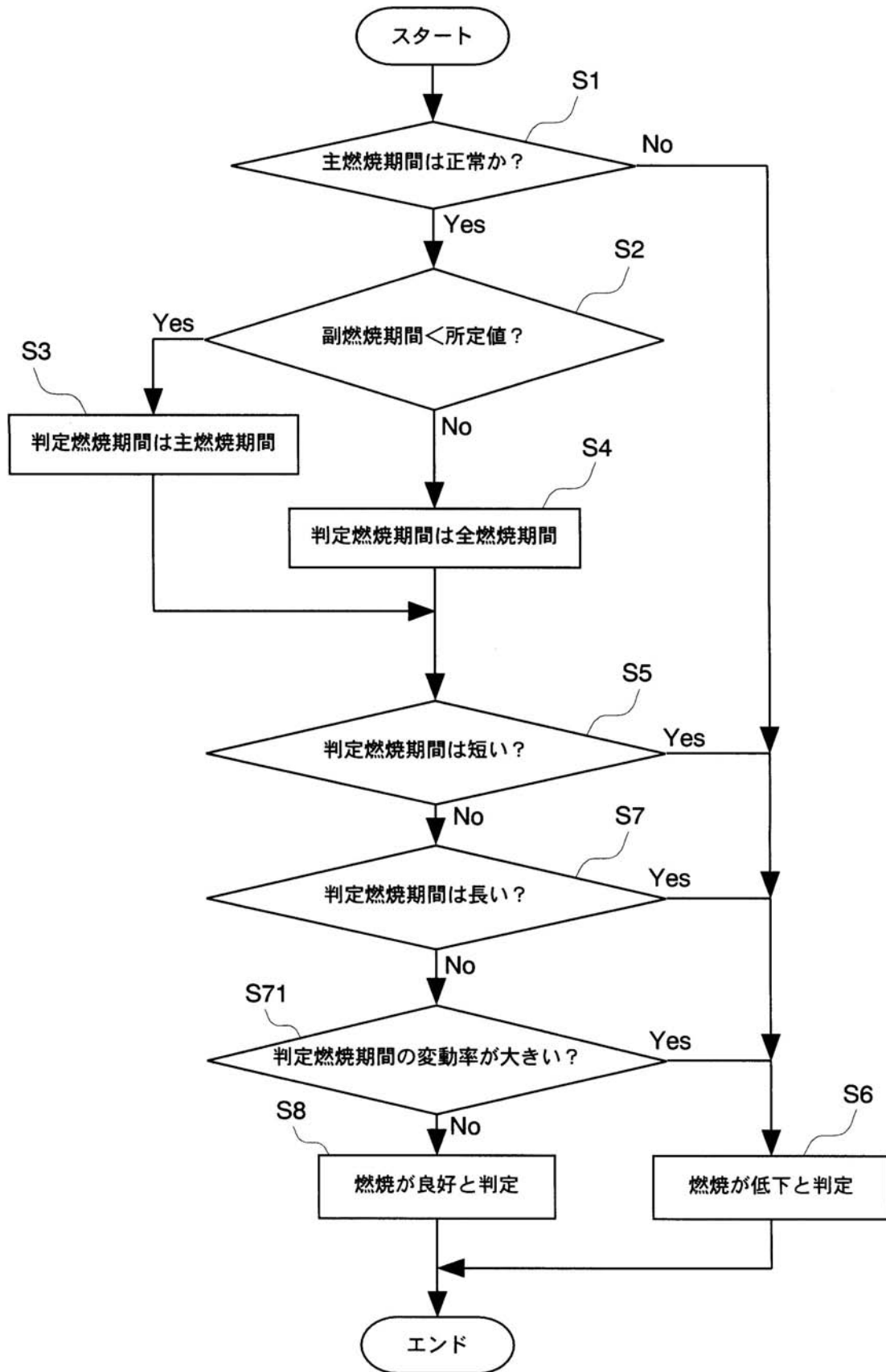
- 6 ... 電子制御装置
- 7 ... 中央演算処理装置
- 8 ... 記憶装置
- 9 ... 入力インターフェース
- 10 ... 燃焼室
- 18 ... 点火プラグ

30

【図2】



【図4】



フロントページの続き

- (72)発明者 浅野 守人
大阪府池田市桃園2丁目1番1号 ダイハツ工業株式会社内
- (72)発明者 泉 光宏
大阪市淀川区塚本1丁目15番27号 ダイヤモンド電機株式会社内
- (72)発明者 楠原 功
大阪市淀川区塚本1丁目15番27号 ダイヤモンド電機株式会社内

審査官 畔津 圭介

- (56)参考文献 特開2004-232568(JP,A)
特開平10-176595(JP,A)
特開平06-034491(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- | | |
|------|-------|
| F02D | 45/00 |
| F02P | 17/12 |