

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5257777号
(P5257777)

(45) 発行日 平成25年8月7日(2013.8.7)

(24) 登録日 平成25年5月2日(2013.5.2)

(51) Int.Cl.	F I		
FO2P 17/00 (2006.01)	FO2P 17/00	W	
FO2D 45/00 (2006.01)	FO2D 45/00	368U	
FO2P 5/15 (2006.01)	FO2D 45/00	345Z	
FO2P 13/00 (2006.01)	FO2P 5/15	A	
	FO2P 5/15	L	
請求項の数 3 (全 14 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号	特願2009-17134 (P2009-17134)	(73) 特許権者	000003207 トヨタ自動車株式会社
(22) 出願日	平成21年1月28日(2009.1.28)		愛知県豊田市トヨタ町1番地
(65) 公開番号	特開2010-174706 (P2010-174706A)	(74) 代理人	100077481 弁理士 谷 義一
(43) 公開日	平成22年8月12日(2010.8.12)	(74) 代理人	100088915 弁理士 阿部 和夫
審査請求日	平成23年12月21日(2011.12.21)	(72) 発明者	安田 宏通 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
		審査官	石黒 雄一
最終頁に続く			

(54) 【発明の名称】 内燃機関の制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

内燃機関の気筒に設けられた筒内圧センサの検出する筒内圧に基づいて、燃焼開始から燃焼終了に至るまでに発生する総熱発生量に対する各時点における熱発生量の割合である燃焼割合を算出し、当該燃焼割合に基づいて前記内燃機関の点火時期を制御する点火時期制御手段を有する内燃機関の制御装置であって、

前記点火時期制御手段の実行中に、燃焼行程中における前記燃焼割合が所定値に達するときのクランク角度付近における前記燃焼割合の変化率を算出する変化率算出手段と、

前記燃焼割合の変化率の経時的変化に基づいて、前記気筒に設けられた点火プラグの劣化を判断する点火プラグ劣化判断手段と
を有することを特徴とする内燃機関の制御装置。

【請求項2】

前記点火プラグ劣化判断手段は、前記燃焼割合の変化率の経時的変化、及び、前記燃焼割合を算出する際に用いられる前記気筒内で発生する熱量を反映する状態量の燃焼終了時付近における値に基づいて、前記気筒に設けられた点火プラグの劣化を判断する、ことを特徴とする請求項1に記載の内燃機関の制御装置。

【請求項3】

前記点火プラグ劣化判断手段は、前記状態量の燃焼終了時付近における値に基づいて、前記気筒に設けられた点火プラグが劣化していないと判断した場合には、前記筒内圧センサの高圧領域における感度が異常であると判断する、ことを特徴とする請求項2に記載の

内燃機関の制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、筒内圧センサで検出した燃焼室の圧力を用いて点火時期制御する内燃機関の制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献1は、内燃機関の筒内圧を検出し、この検出値に基づいて燃焼室内の各時点の燃焼状態を反映する状態量を算出し、この状態量に基づいてトルク変動の判定、又は失火割合の判定の少なくともいずれか1つの判定を行い、判定結果に基づいて点火時期を変更して内燃機関を制御する技術を開示している。

10

【0003】

また、特許文献2は、内燃機関の各燃焼サイクルにおいて、燃焼室内の筒内圧を検出し、この筒内圧に基づいて、燃焼開始から燃焼終了に至るまでに発生する総熱発生量に対する各時点における熱発生量の割合からなる燃焼割合(MFB)を算出し、所定のクランク角度における燃焼割合が目標値となるように、点火時期等の運転条件を変更する技術を開示している。

【0004】

上記したような、燃焼行程において精密な点火時期制御を実行するためには、燃焼の安定性に大きく影響を及ぼす点火プラグの性能が重要である。点火プラグの摩耗劣化が進行すると、燃焼を安定するのが難しく、失火を誘発しかねない。

20

【0005】

このため、精密な点火時期制御等を実現するうえで、点火プラグの劣化をオンボードで検出する技術が重要となる。

【0006】

特許文献3は、燃焼開始前から燃焼開始後までの所定の期間に定められた計測点において、それぞれ筒内圧 P と、当該筒内圧 P を検出したときの筒内容積 V を所定の指数で累乗した値との積 $P \cdot V$ を算出し、これらのうちの2点間の $P \cdot V$ の差 $P \cdot V$ を算出し、この積算値が所定値を超えた場合には、失火が発生したと判断する技術を開示している。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開2007-285194号公報

【特許文献2】特開2006-220139号公報

【特許文献3】特開2006-70885号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

しかしながら、上記したような失火判定技術を用いても、失火の原因が点火プラグの摩耗劣化に起因するものかを特定することができない。

40

【0009】

本発明は、上記問題に鑑みてなされたものであって、その目的は、点火プラグの劣化を検出可能で、精密な点火時期制御が可能な内燃機関の制御装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明に係る内燃機関の制御装置は、内燃機関の気筒に設けられた筒内圧センサの検出する筒内圧に基づいて、燃焼開始から燃焼終了に至るまでに発生する総熱発生量に対する各時点における熱発生量の割合である燃焼割合を算出し、当該燃焼割合に基づいて前記内

50

燃機関の点火時期を制御する点火時期制御手段を有する内燃機関の制御装置であって、前記点火時期制御手段の実行中に、燃焼行程中における前記燃焼割合が所定値に達するときのクランク角度付近における前記燃焼割合の変化率を算出する変化率算出手段と、前記燃焼割合の変化率の経時的变化に基づいて、前記気筒に設けられた点火プラグの劣化を判断する点火プラグ劣化判断手段とを有することを特徴とする。

【0011】

上記構成において、前記点火プラグ劣化判断手段は、前記燃焼割合の変化率の経時的变化、及び、前記燃焼割合を算出する際に用いられる前記気筒内で発生する熱量を反映する状態量の燃焼終了時付近における値に基づいて、前記気筒に設けられた点火プラグの劣化を判断する、構成を採用できる。

10

【0012】

上記構成において、前記点火プラグ劣化判断手段は、前記状態量の燃焼終了時付近における値に基づいて、前記気筒に設けられた点火プラグが劣化していないと判断した場合には、前記筒内圧センサの高圧領域における感度が異常であると判断する、構成を採用できる。

【発明の効果】

【0013】

本発明によれば、点火プラグの劣化を検出できて、筒内圧を用いた内燃機関の点火時期制御をより精密に実行可能となる。

【図面の簡単な説明】

20

【0014】

【図1】本発明の一実施形態に係る制御装置が適用された内燃機関の一例を示す構成図である。

【図2】積値PVと、燃焼室内における熱発生量との相関例を示すグラフである。

【図3】積値PVに基づいて求められる燃焼割合と、熱発生率に基づいて求められる燃焼割合との相関例を示すグラフである。

【図4】燃焼割合MFBに対する点火プラグの劣化の影響を説明するための図である。

【図5】点火プラグが正常時と劣化時の「燃焼速度」の一例を示すグラフである。

【図6】「燃焼速度」の算出方法を説明するための図である。

【図7】ECUによる点火プラグ劣化検出処理の一例を示すフローチャートである。

30

【図8】「燃焼速度」の経時的变化を示すグラフである。

【図9】筒内圧センサの高圧領域における感度低下を説明するための図である。

【図10】筒内圧センサの正常時と異常時とにおける燃焼行程付近における筒内圧センサの出力の一例を示すグラフである。

【図11】筒内圧センサの正常時と異常時とにおける燃焼割合MFBの一例を示すグラフである。

【図12】筒内圧センサの正常時と異常時とにおける「燃焼速度」の一例を示すグラフである。

【図13】点火プラグの正常時と劣化時におけるPVの一例を示すグラフである。

【図14】筒内圧センサの正常時と劣化時におけるPVの一例を示すグラフである。

40

【図15】ECUによる点火プラグ劣化検出処理の他の例を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0015】

以下、本発明の好適一実施形態を添付図面に基づいて詳述する。

【0016】

第1の実施形態

図1は、本発明の一実施形態に係る内燃機関の制御装置が適用される内燃機関の一例を示す概略構成図である。

【0017】

この内燃機関は、本体10に形成された気筒12の燃焼室14で燃料および空気の混合

50

気を燃焼させ、気筒 1 2 でピストン 1 6 を往復移動させることにより動力を発生するものである。

【 0 0 1 8 】

内燃機関のシリンダヘッドに形成されると共に各燃焼室 1 4 に臨む吸気ポートは、吸気管（吸気マニホールド含む） 1 8 にそれぞれ接続されている。また、シリンダヘッドに形成されると共に各燃焼室 1 4 に臨む排気ポートは、排気管（排気マニホールドを含む） 2 0 にそれぞれ接続されている。また、シリンダヘッドには、吸気弁 V i および排気弁 V e が設けられている。各吸気弁 V i は、対応する吸気ポートを開閉し、各排気弁 V e は、対応する排気ポートを開閉する。各吸気弁 V i および各排気弁 V e は、可変動弁機構、例えば、可変バルブタイミング機能を有する動弁機構（図示省略）によって動作させられる。

10

【 0 0 1 9 】

内燃機関は、気筒数に応じた数の点火プラグ 2 2 及び燃料直噴インジェクタ 3 6 を有し、点火プラグ 2 2 及び燃料直噴インジェクタ 3 6 は、対応する燃焼室 1 4 内に臨むようにシリンダヘッドに配設されている。点火プラグ 2 2 は、後述する電子制御ユニット（ E C U ） 1 0 0 からの制御指令に応じて、燃料および空気の混合気燃料直噴インジェクタ 3 6 は、 E C U 1 0 0 からの制御指令に応じて、燃焼室 1 4 内にガソリン等の燃料を直接噴射する。

【 0 0 2 0 】

なお、本実施形態の内燃機関は、いわゆる直噴式内燃機関であるが、これに限定されるわけではなく、いわゆるポート噴射式のガソリンエンジンにも本発明は適用可能である。

20

【 0 0 2 1 】

吸気管 1 8 は、サージタンク 2 4 に接続されている。サージタンク 2 4 には、エアフローメータ 3 0 が組み込まれているとともに、給気ライン（吸気管）が接続されており、給気ラインは、エアクリーナ 2 6 を介して、図示されない空気取入口に接続されている。そして、給気ラインの中途（サージタンク 2 4 とエアクリーナ 2 6 との間）には、スロットルバルブ（本実施形態では、電子制御式スロットルバルブ） 2 8 が設けられている。一方、排気管 2 0 には、触媒装置が設けられ、三元触媒を含む前段触媒装置 3 2 および N O x 吸蔵還元触媒を含む後段触媒装置 3 4 が設けられている。

【 0 0 2 2 】

内燃機関の各気筒 1 2 には、筒内圧センサ 5 0 が設けられている。筒内圧センサ 5 0 は、例えば、半導体素子、圧電素子、光ファイバ検出素子等で構成され、燃焼室 1 4 内の圧力（筒内圧）に応じた電気信号を発生させ、これを E C U 1 0 0 へ出力する。筒内圧センサ 5 0 の設置位置は、図 1 の位置に限定されるわけではなく、筒内圧を検出可能な位置であればよい。

30

【 0 0 2 3 】

本体 1 0 のクランクケース部分には、クランク角度を検出するためのクランク角度センサ 4 2 が設けられている。

【 0 0 2 4 】

本体 1 0 の気筒 1 2 を画定する壁面に、ノッキングの発生を検出するためのノックセンサ 4 0 が設けられている。

40

【 0 0 2 5 】

E C U 1 0 0 は、 C P U (Central Processing Unit)、 R O M (Read Only Memory)、 R A M (Random Access Memory)、 E E P R O M (Electrically Erasable and Programmable Read Only Memory) 等のバックアップ用メモリ、 A / D 変換器やバッファ等を含む入力インターフェース回路、駆動回路等を含む出力インターフェース回路を含むハードウェアと所要のソフトウェアで構成される。この E C U 1 0 0 には、エアフローメータ 3 0、ノックセンサ 4 0、クランク角度センサ 4 2 及び筒内圧センサ 5 0 からの信号が入力され、これらの信号に基づいて、点火プラグ 2 2、スロットルバルブ 2 8、燃料直噴インジェクタ 3 6 に制御指令を与え、点火時期制御、燃料噴射制御、空燃比制御等を実行可能となっている。

50

【 0 0 2 6 】

また、内燃機関 1 0 は、半導体素子、圧電素子あるいは光ファイバ検出素子等を含む筒内圧センサ 5 0 を、気筒数に応じた数だけ有している。各筒内圧センサ 5 0 は、対応する燃焼室 1 4 に受圧面が臨むようにシリンダヘッドに配設されており、かつ E C U 3 8 に電気的に接続されている。各筒内圧センサ 5 0 は、対応する燃焼室 1 4 における筒内圧力（相対圧力）を検出するように、検出値に対応するセンサ出力信号を E C U 3 8 に与える。各筒内圧センサ 5 0 からのセンサ出力信号は、所定時間（所定クランク角度）おきに E C U 3 8 に順次与えられ、例えば絶対圧力値である検出値に変換された上で E C U 3 8 の所定の記憶領域（バッファ）に所定量ずつ格納保持される。なお、筒内圧検出手段は、検出部としての筒内圧センサ 5 0 と演算部としての E C U 3 8 の一部とを含んで構成される。

10

【 0 0 2 7 】

次に、E C U 1 0 0 による点火時期制御の一例について図 2 及び図 3 を参照して説明する。

【 0 0 2 8 】

ここでは、クランク角度が θ であるタイミングに筒内圧センサ 5 0 により検出あるいは推定される筒内圧力を $P(\theta)$ とし、クランク角度が θ_0 であるタイミング（当該筒内圧力 $P(\theta_0)$ の検出時あるいは推定時）の筒内容積を $V(\theta_0)$ とし、比熱比を γ とする。そして筒内圧力 $P(\theta)$ と、筒内容積 $V(\theta)$ を比熱比（所定の指数） γ で累乗した値 $V(\theta)^\gamma$ との積値 $P(\theta) \cdot V(\theta)^\gamma$ （以下、適宜「 $P V$ 」と記す）に着目して、燃焼割合が算出される。この $P V$ が、気筒内で発生する熱量を反映する状態量である。

20

【 0 0 2 9 】

クランク角度に対する内燃機関の燃焼室における熱発生量 Q の変化パターンと、クランク角度に対する積値 $P V$ の変化パターンとは、例えば、特許文献 2 にも開示されているように、図 2 に示すような相関を有することが知られている。図 2 において、実線は、所定のモデル気筒において所定の微小クランク角度おきに検出された筒内圧力と、当該筒内圧力の検出時における筒内容積を所定の比熱比 γ で累乗した値との積値 $P V$ をプロットしたものである。また、図 2 において、破線は、上記モデル気筒における熱発生量 Q を次の (1) 式に基づき、

【 0 0 3 0 】

【数 1】

$$Q = \int dQ / d\theta \cdot \Delta\theta$$

30

【 0 0 3 1 】

として算出・プロットしたものである。なお、何れの場合も、簡単のために、 $\gamma = 1.32$ とした。また、図 2 において、 -360° 、 0° および 360° は上死点（ピストンが上死点に位置するとき）に、 -180° および 180° は下死点（ピストンが下死点に位置するとき）に対応する。

【 0 0 3 2 】

【数 2】

$$\frac{dQ}{d\theta} = \left\{ \frac{dP}{d\theta} \cdot V + \kappa \cdot P \cdot \frac{dV}{d\theta} \right\} \cdot \frac{1}{\kappa - 1} \quad \dots (1)$$

40

【 0 0 3 3 】

図 2 に示される結果からわかるように、クランク角度に対する熱発生量 Q の変化パターンと、クランク角度に対する積値 $P V$ の変化パターンとは、概ね一致（相似）する。特に、筒内の混合気の燃焼開始（ガソリンエンジンでは火花点火時、ディーゼルエンジンでは圧縮着火時）の前後（例えば、図 2 における約 -180° から約 135° までの範囲）では、図 2 の両パターンは極めて良好に一致することが理解される。

【 0 0 3 4 】

燃焼室における熱発生量 Q と積値 $P V$ との相関を利用して、筒内圧センサ 5 0 によっ

50

て検出される筒内圧力と、当該筒内圧力の検出時における筒内容積との積値 $P V$ に基づいて、ある 2 点間におけるトータルの熱発生量に対する当該 2 点間の所定のタイミングまでの熱発生量の比（熱発生量比）である燃焼割合 $M F B$ が求められる（測定される）。ここで、積値 $P V$ に基づいて燃焼室における燃焼割合を算出すれば、高負荷な演算処理を要することなく燃焼室における燃焼割合を精度よく得ることができる。すなわち、図 3 に示すように、積値 $P V$ に基づいて求められる燃焼割合（同図における実線参照）は、熱発生率に基づいて求められる燃焼割合（同図における破線参照）とほぼ一致する。

【 0 0 3 5 】

なお、図 3 において、実線は、上述のモデル気筒においてクランク角度 = となるタイミングにおける燃焼割合を、次の (2) 式に従うと共に、検出した筒内圧力 $P ()$ に基づいて算出し、プロットしたものである。ただし、簡単のために、 $\gamma = 1.32$ とした。また、図 3 において、破線は、上述のモデル気筒においてクランク角度 = となるタイミングにおける燃焼割合を、上記 (1) 式および次の (3) 式に従うと共に、検出した筒内圧力 $P ()$ に基づいて算出し、プロットしたものである。この場合も、簡単のために、 $\gamma = 1.32$ とした。

10

【 0 0 3 6 】

【 数 3 】

$$MFB = \frac{P(\theta) \cdot V^{\gamma}(\theta) - P(-120^{\circ}) \cdot V^{\gamma}(-120^{\circ})}{P(120^{\circ}) \cdot V^{\gamma}(120^{\circ}) - P(-120^{\circ}) \cdot V^{\gamma}(-120^{\circ})} \times 100 \quad (\%) \quad \dots (2)$$

20

【 0 0 3 7 】

【 数 4 】

$$\text{燃焼割合} = \frac{\int_{-120^{\circ}}^{\theta} \frac{dQ}{d\theta} \Delta\theta}{\int_{-120^{\circ}}^{120^{\circ}} \frac{dQ}{d\theta} \Delta\theta} \quad \dots (3)$$

【 0 0 3 8 】

なお、ここでは、圧縮上死点前 120° （(2) 式では単に -120° ）および圧縮上死点後 120° （(2) 式では単に 120° ）の 2 つのタイミングを採用した例を用いて、 $P V$ に着目した燃焼割合の算出を説明した。しかしながら、それらは、他のタイミングであってもよく、点火ノイズの影響を排除するように例えば圧縮上死点前 60° 、および、全ての燃焼形態をカバーできるように例えば圧縮上死点後 60° であり得る。

30

【 0 0 3 9 】

$ECU100$ は、上記した燃焼割合 $M F B$ をサンプリング時間毎に算出し、これを用いて、内燃機関の燃焼室における混合気の火花点火時期を大きなトルクが得られると共にノッキングが発生しない最適なタイミング（ $M B T$: Minimum advance for Best Torque）に設定するための点火プラグ 22 の点火時期制御を実行する。具体的には、 $ECU100$ は、所定クランク角度（例えば、 10 度）における燃焼割合 $M F B$ が目標値（例えば、 50% ）となるように、点火プラグ 22 の点火時期を制御する。以下、この点火時期制御を $M B T$ 制御と呼ぶ。

40

【 0 0 4 0 】

次に、本実施形態に係る点火プラグの劣化検出原理について図 4 ないし図 7 を参照して説明する。

【 0 0 4 1 】

ここで、図 4 は、燃焼割合 $M F B$ に対する点火プラグの劣化の影響を説明するための図であり、図 5 は、点火プラグの正常時と劣化時の燃焼割合の変化率（燃焼速度）の一例を示すグラフであり、及び、図 6 は、燃焼割合の変化率（燃焼速度）の算出方法を説明するための図である。

【 0 0 4 2 】

50

図4に示すように、点火プラグ22が正常な場合(1)と、電極摩耗などにより点火特性が劣化している場合(2)とを比較すると、燃焼行程中の燃焼割合MFBの立ち上がりの勾配が正常な場合(1)よりも劣化している場合(2)のほうが小さくなるのがわかる。なお、図4において、クランク角度 c は、燃焼割合MFBの値が50%となる燃焼重心Gにおけるクランク角度である。

【0043】

図5は、図4に示す、点火プラグ22が正常な場合(1)と、劣化している場合(2)の燃焼割合MFBをそれぞれで微分した値、すなわち、燃焼割合MFBの変化率である。以下、燃焼割合MFBの変化率を「燃焼速度」と呼ぶ。例えば、クランク角度 c 付近における燃焼速度CSは、図6に示す式(A)により算出される。

10

【0044】

図5において、 CS_0 は点火プラグ22が正常である燃焼速度CSの初期値であり、 CS_n はnトリップ走行後の点火プラグ22が劣化した状態の燃焼速度CSである。これらと比べると、点火プラグ22が劣化すると、燃焼速度CSの値が低下することが分かる。

【0045】

本発明では、点火プラグ22が劣化すると、燃焼行程中における燃焼割合MFBが所定値(例えば50%)に達するときのクランク角度 c 付近における燃焼割合MFBの変化率である燃焼速度CSの値の経時的变化に基づいて、点火プラグ22の劣化を判断する。

【0046】

燃焼速度CSの値の経時的变化とは、例えば、所定期間、あるいは、所定距離(例えば、1万キロメートル)のトリップ毎にクランク角度 c 付近における燃焼速度CSの値を算出し、初期値 CS_0 に対して、現在の燃焼速度CSの値がどれだけ変化したかを意味する。

20

【0047】

したがって、例えば、初期値 CS_0 に対して、あるいは、前回算出した燃焼速度CSに対して、現在の燃焼速度CSの値がどれだけ低下したかに基づいて、点火プラグ22が劣化しているかを判断することができる。これが、本発明における点火プラグの劣化検出原理である。

【0048】

次に、ECU100による、点火プラグ22の劣化検出処理の一例について図7に示すフローチャートを参照して説明する。なお、図7に示す点火プラグ22の劣化検出ルーチン1は、例えば、所定時間毎に実行される。

30

【0049】

次いで、現在のトリップ距離Tが所定距離nに達したかを判断する(ステップS1)。なお、nは、例えば、0, 1, 2, 3...[万Km]のように設定される。

【0050】

次いで、MBT制御をオンして燃焼割合MFBに基づく点火時期制御を実行し(ステップS2)、可変動弁機構のバルブオーバーラップをゼロにし(ステップS3)、排気ガスの一部を吸気系に再循環させるEGRシステムのEGRバルブを閉じる(ステップS4)。なお、ステップS3及びS4の処理は、燃焼速度CSを算出するために、燃焼が緩慢とならない運転条件において、MBT制御を実施するためである。

40

【0051】

次いで、燃焼速度 CS_n を算出する(ステップS5)。燃焼速度 CS_n は図6で説明した(A)式から計算される。なお、初期値 CS_0 は、最初にこの処理ルーチンが実行されたときに算出され、記憶保存される。

【0052】

次いで、燃焼速度 CS_n と初期値 CS_0 との比(CS_n/CS_0)が、所定値以下かを判断する(ステップS6)。すなわち、図8に示すように、点火プラグ22が正常であるときには、比(CS_n/CS_0)は1に近いが、点火プラグ22の劣化が進むと低下していく

50

。そして、比 (CS_n / CS_0) が所定値（0から1の所定値）を下回ると、点火プラグ22が劣化したと判断する（ステップS7）。比 (CS_n / CS_0) が所定値よりも大きい場合には、点火プラグ22が劣化していないと判断して、処理を終了する。

【0053】

第2の実施形態

MBT制御に用いる筒内圧センサ50は、例えば、図9に示すように、筒内圧が比較的低い領域では、感度が低下しにくい、筒内圧が高くなるほど感度が経時劣化等により低下していく傾向がある。高圧領域でセンサ感度が低下すると、燃焼行程において精密な点火時期制御を実行することが困難になる。

【0054】

筒内圧センサ50の高圧領域でセンサ感度が低下すると、例えば、図10に示すように、燃焼行程における筒内圧のピーク値が低下してしまう。このような高圧領域における感度の低下が発生すると、燃焼割合MFBは、図11に示すように、燃焼重心G付近における勾配が小さくなる。それによって、クランク角度 c における燃焼速度は、図12に示すように、正常時(1)の CS_0 から感度異常時(2)の CS_n に低下する。すなわち、筒内圧センサ50の高圧領域でセンサ感度が低下したときの燃焼割合MFB及び燃焼速度CSは、点火プラグ22が劣化した場合と、同様の傾向をもつ。このため、上記した点火プラグの劣化検出手法を用いた場合、筒内圧センサ50の高圧領域でセンサ感度が異常の場合に、点火プラグ22が正常であるにもかかわらず、点火プラグ22が劣化していると誤って判断される可能性がある。

【0055】

ここで、本実施形態では、筒内圧センサ50の高圧領域で感度が異常である場合と、点火プラグ22が劣化している場合とを、燃焼割合MFBの計算終了点付近、すなわち、燃焼行程における燃焼終了時付近のPVの値に基づいて、区別する。

【0056】

ここで、図13は点火プラグ22の正常時と劣化時におけるPVの一例を示すグラフであり、図14は筒内圧センサの正常時と劣化時におけるPVの一例を示すグラフである。

【0057】

図13において、燃焼割合MFBの計算終了点付近、すなわち、燃焼行程における燃焼終了時付近のPVは、劣化時(2)のほうが正常時(1)よりも大きな値をとることがわかる。これは、点火プラグ22の劣化が生じると、筒内における燃焼が緩慢となり、燃焼時間が長くなるので、筒内で発生する累積熱量(PV)は相対的に大きくなるからである。

【0058】

一方、図14において、燃焼割合MFBの計算終了点付近、すなわち、燃焼行程における燃焼終了時付近のPVは、筒内圧センサ50が正常時(1)と高圧領域で感度異常が発生している場合(2)とで、ほぼ同じちとなる。筒内圧センサ50の感度異常が存在したとしても、燃焼時間が長くなることはないからである。

【0059】

本実施形態では、図13及び図14に示した特性の違いを利用して、筒内圧センサ50の高圧領域で感度が異常である場合と、点火プラグ22が劣化している場合とを区別する。

【0060】

以下に、この原理を利用した点火プラグ劣化検出処理について、図15に示すフローチャートを参照して説明する。

【0061】

図15において、ステップS11～S16の処理は、図7のフローチャートで説明したステップS1～S6における処理と同様であるので、説明を省略する。

【0062】

10

20

30

40

50

ステップS 17においては、上記した(2)式の分母において用いられる、燃焼開始から燃焼終了までに発生した熱量に相当する PV_n を取得する。

【0063】

次いで、 PV の初期値 PV_0 と PV_n との比 (PV_n / PV_0) が所定値 よりも大きいかを判断する(ステップS 18)。所定値 は、1 よりも大きい値であり、適宜設定される。

【0064】

点火プラグ22が劣化している場合には、 PV_n の値が初期値 PV_0 よりも大きくなるので、比 (PV_n / PV_0) は1 よりも大きくなり、所定値 を超えると、点火プラグ22の劣化と判断される(ステップS 19)。

10

【0065】

一方、筒内圧センサ50の高圧領域の感度異常の場合には、 PV_n の値は初期値 PV_0 とほぼ同じ値となり、比 (PV_n / PV_0) は1の近傍の値をとり、所定値 よりも小さい値であるので、筒内圧センサ50の高圧領域の感度異常と判断される(ステップS 20)。

【0066】

本実施形態では、ステップS 16において、点火プラグ22が劣化しているかを判断し、さらに、ステップS 18において点火プラグ22の劣化と筒内圧センサ50の高圧領域の感度異常とを区別するので、点火プラグ22の劣化検出をより正確に実行できる。加えて、筒内圧センサ50の高圧領域の感度異常を検出できる。

20

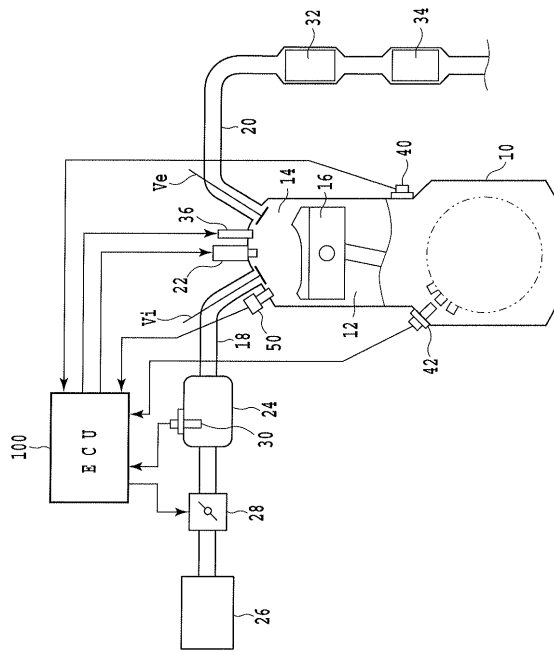
【符号の説明】

【0067】

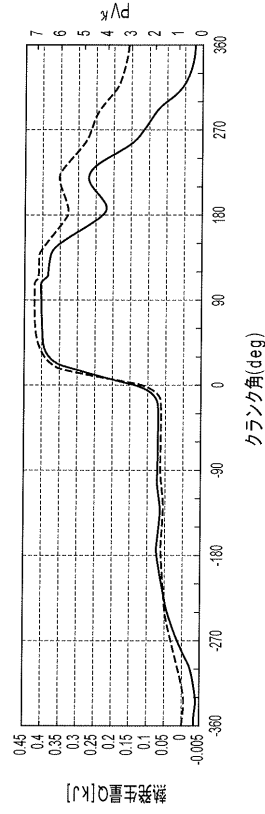
- 10 ... 本体
- 12 ... 気筒
- 14 ... 燃焼室
- 16 ... ピストン
- 18 ... 吸気管
- 20 ... 排気管
- Vi ... 吸気弁
- Ve ... 排気弁
- 22 ... 点火プラグ
- 24 ... サージタンク
- 36 ... 燃料直噴インジェクタ
- 50 ... 筒内圧センサ
- 100 ... 電子制御ユニット (ECU)

30

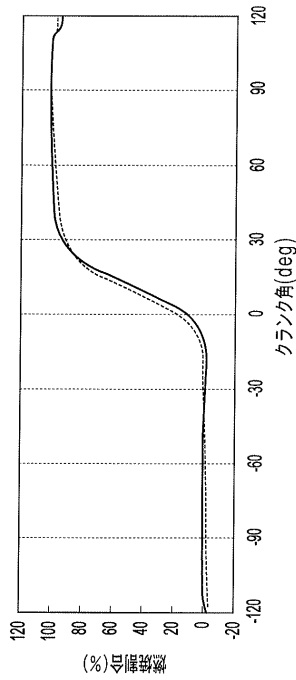
【図1】



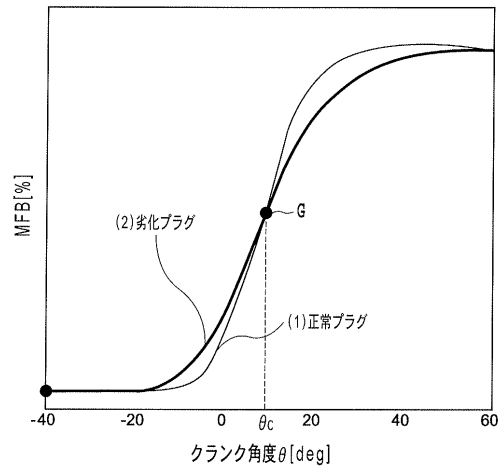
【図2】



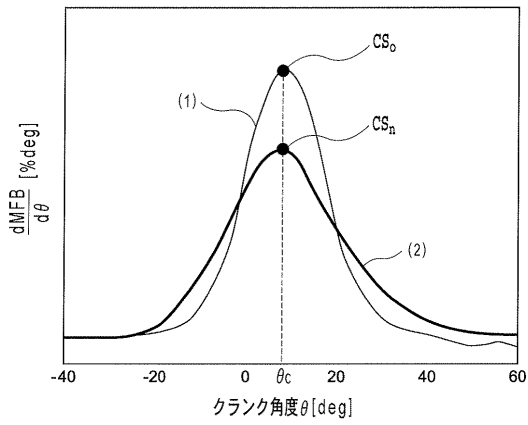
【図3】



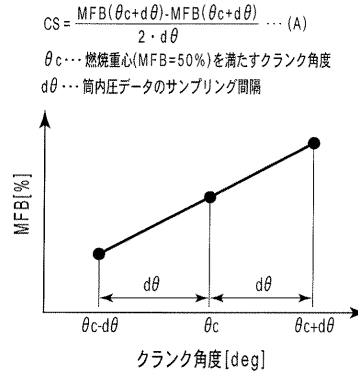
【図4】



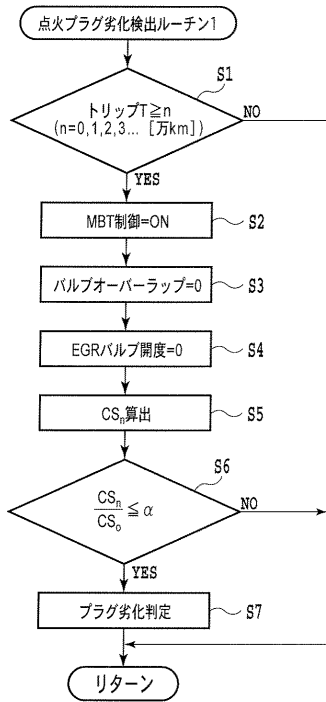
【図5】



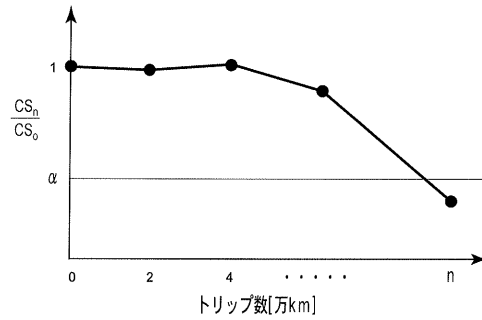
【図6】



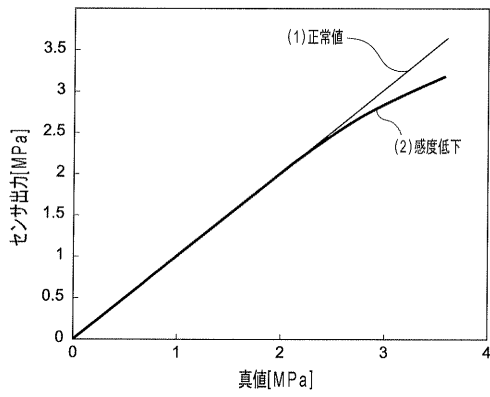
【図7】



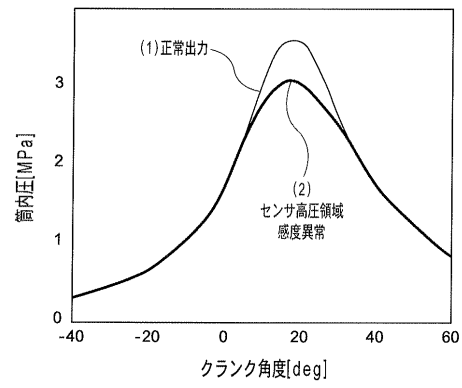
【図8】



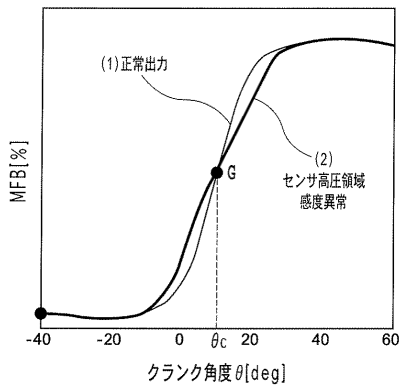
【図 9】



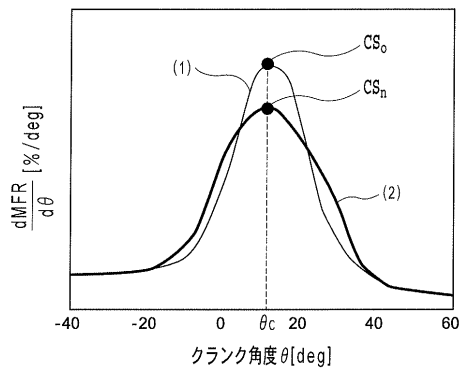
【図 10】



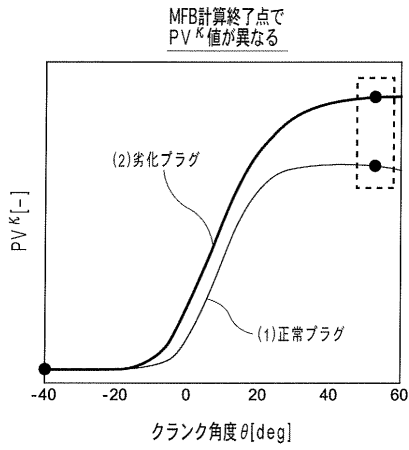
【図 11】



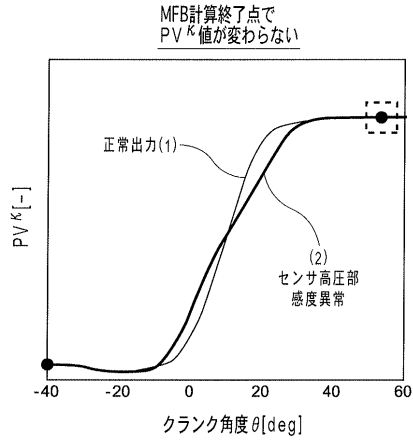
【図 12】



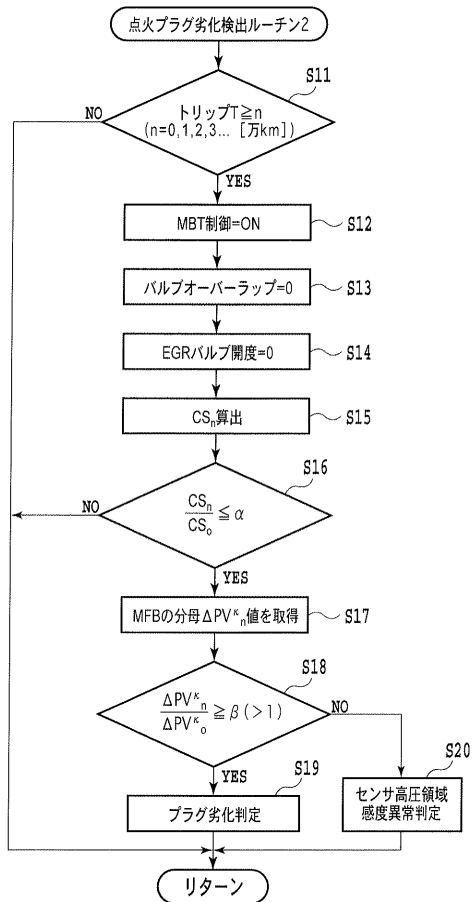
【図13】



【図14】



【図15】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
F 0 2 P 13/00 3 0 3 G

(56)参考文献 特開2006-220139(JP,A)
特開2008-69713(JP,A)
実開昭58-162286(JP,U)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
F 0 2 P 1 / 0 0 - 3 / 1 2
F 0 2 P 7 / 0 0 - 1 7 / 0 0
F 0 2 D 4 3 / 0 0 - 4 5 / 0 0