

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4784868号
(P4784868)

(45) 発行日 平成23年10月5日(2011.10.5)

(24) 登録日 平成23年7月22日(2011.7.22)

(51) Int.Cl.

F 1

F O 2 D 45/00 (2006.01)

F O 2 D 45/00 3 6 4 K

F O 2 D 19/08 (2006.01)

F O 2 D 45/00 3 6 8 S

F O 2 D 19/08

請求項の数 7 (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2007-53260 (P2007-53260)
 (22) 出願日 平成19年3月2日(2007.3.2)
 (65) 公開番号 特開2008-215178 (P2008-215178A)
 (43) 公開日 平成20年9月18日(2008.9.18)
 審査請求日 平成21年12月7日(2009.12.7)

(73) 特許権者 000003207
 トヨタ自動車株式会社
 愛知県豊田市トヨタ町1番地
 (74) 代理人 100077481
 弁理士 谷 義一
 (74) 代理人 100088915
 弁理士 阿部 和夫
 (72) 発明者 守谷 栄記
 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 有賀 信

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】

内燃機関の燃焼室内の筒内圧を検出する筒内圧検出手段と、
 検出された筒内圧に基づいて燃焼状態を示す熱発生量パラメータを算出する熱発生量パラメータ算出手段と、
 前記検出された筒内圧に基づいて燃焼遅れを算出する燃焼遅れ算出手段と、
 前記算出された熱発生量パラメータ及び燃焼遅れと、規範燃料に対応する熱発生量パラメータ及び燃焼遅れとの比較に基づいて、燃料性状のうちの燃料に対するアルコール含有状態を判別する燃料性状判別手段と
 を備えたことを特徴とする内燃機関の制御装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の内燃機関の制御装置であって、
 前記熱発生量パラメータ算出手段は、前記検出された筒内圧と、前記筒内圧の検出時点における燃焼室容積を供給される混合気の比熱比近傍の値で累乗した値との積値を、前記熱発生量パラメータとして算出することを特徴とする内燃機関の制御装置。

【請求項 3】

請求項 1 に記載の内燃機関の制御装置であって、
 前記燃料性状判別手段は、前記熱発生量パラメータのサイクルごとの平均値を、規範燃料に対応する熱発生量パラメータのサイクルごとの平均値と比較することを特徴とする内燃機関の制御装置。

10

20

【請求項 4】

請求項 1 に記載の内燃機関の制御装置であって、

前記燃料性状判別手段は、前記熱発生量パラメータのサイクルごとの積算値を、規範燃料に対応する熱発生量パラメータのサイクルごとの積算値と比較することを特徴とする内燃機関の制御装置。

【請求項 5】

請求項 1 に記載の内燃機関の制御装置であって、

前記熱発生量パラメータ算出手段は、図示熱量を低位発熱量で除した値を、前記熱発生量パラメータとして算出することを特徴とする内燃機関の制御装置。

【請求項 6】

請求項 1 に記載の内燃機関の制御装置であって、

前記燃焼遅れ算出手段は、燃焼割合の変化量に基づいて前記燃焼遅れを算出することを特徴とする内燃機関の制御装置。

【請求項 7】

請求項 1 に記載の内燃機関の制御装置であって、

前記燃料性状判別手段の判別結果に基づいて、複数の制御値マップを切替える切替手段を更に備えたことを特徴とする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、内燃機関の制御装置に関し、特に、燃料性状を判別する機能を有する内燃機関の制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、燃料の性状を直接検出する技術として、検査対象燃料の屈折率から粘度および比重を判定する検出装置が提案されているが（特許文献 1）、構造が複雑かつ高価であって実用的とはいえない。

【0003】

他方、燃焼室内の圧力と容積とに基づいて、燃焼割合に相関のある熱発生量パラメータを算出し、所定の運転状態における熱発生量パラメータの変化に基づいて燃料のセタン価を測定するもの（特許文献 2）、燃料が着火するまでの期間に基づいて燃料のセタン価を測定するもの（特許文献 3）、および燃料の低位発熱量を測定して性状を判別するもの（特許文献 4）がある。

【0004】

【特許文献 1】特開平 10 - 19775 号公報

【特許文献 2】特開 2005 - 344550 号公報

【特許文献 3】特開 2005 - 344557 号公報

【特許文献 4】特開昭 64 - 88153 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、これらの従来技術も測定精度は必ずしも満足できるものではなく、また近年ではバイオ系燃料や G T L（ガス液化燃料）など、内燃機関の燃料が多様化しており、このような多様な燃料であっても成分を精度よく判別できることが望ましい。

【0006】

そこで、本発明の目的は、燃料性状を精度よく判別する手段を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明による内燃機関の制御装置は、内燃機関の燃焼室内の筒内圧を検出する筒内圧検出手段と、検出された筒内圧に基づいて燃焼状態を示す熱発生量パラメータを算出する熱

10

20

30

40

50

発生量パラメータ算出手段と、前記検出された筒内圧に基づいて燃焼遅れを算出する燃焼遅れ算出手段と、前記算出された熱発生量パラメータ及び燃焼遅れと、規範燃料に対応する熱発生量パラメータ及び燃焼遅れとの比較に基づいて、燃料性状のうちの燃料に対するアルコール含有状態を判別する燃料性状判別手段とを備えたことを特徴とする。

【0008】

例えば、ガソリン・アルコール混合燃料の場合には、図5に示されるように、燃料に対するアルコール含有量が高いほど、熱発生量が小さく、且つ燃焼遅れが小さい傾向にある。したがって、本発明では熱発生量パラメータと燃焼遅れの両者に基づいて燃料性状のうちの燃料に対するアルコール含有状態を判別することにより、燃料性状のうちの燃料に対するアルコール含有状態を精度よく判別することが可能になる。

10

【0009】

前記熱発生量パラメータ算出手段は、前記検出された筒内圧 P と、前記筒内圧 P の検出時点における燃焼室容積 V を供給される混合気の比熱比 近傍の値で累乗した値との積 PV を、前記熱発生量パラメータとして算出することが好ましい。気体の状態方程式： $PV = nRT$ （ P ：圧力、 V ：体積、 n ：気体のモル数、 R ：気体定数（ $J/mol \cdot K$ ）、 T ：温度（ K ））から、断熱変化においては $PV = \text{一定}$ となることがわかっている。そのため、燃焼室内において燃料の燃焼が生じたときの PV の変化量（すなわち2点間の差分）は、該燃焼により生じたエネルギーに依存する。従って、 PV は燃焼室内での熱発生量と相関が高く、この PV を熱発生量パラメータとして燃料性状を判定することによって、より高精度で該燃料の性状を判定することができる。筒内圧 P は筒内圧センサによって直接検出することができ、体積（筒内容積） V は所定のマップまたは関数によってクランク角から一義的に求めることができる。定数は、燃焼室において形成される混合気の比熱比近傍の値であればよく、また予め定められた固定値であっても、吸入空気量や燃料噴射量等に応じて変更するようにしてもよい。

20

【0010】

前記燃料性状判別手段は、検出された熱発生量パラメータのサイクルごとの平均値と、規範燃料に対応する熱発生パラメータのサイクルごとの平均値とを比較することが好ましい。また、前記熱発生量パラメータのサイクルごとの積算値を、規範燃料に対応する熱発生量パラメータのサイクルごとの積算値と比較してもよい。これらの場合には、検出値の S/N 比を高めることによって検出精度を向上することが可能になる。

30

【0011】

前記熱発生量パラメータ算出手段は、図示熱量を低位発熱量で除した値を、前記熱発生量パラメータとして算出することが好ましい。

【0012】

前記燃焼遅れ算出手段は、燃焼割合の変化量に基づいて前記燃焼遅れを算出することが好ましい。

【0013】

前記燃料性状判別手段の判別結果に基づいて、複数の制御値マップを切替える切替手段を更に備えるのが好ましい。この場合には、簡易な構成によって本発明に所期の効果を得ることができる。

40

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

以下、図面を参照しながら、本発明を実施するための最良の形態について具体的に説明する。

【0015】

図1は、本発明による制御装置が適用された内燃機関を示す概略構成図である。同図に示される内燃機関1は、シリンダブロックに形成された燃焼室3の内部で燃料および空気の混合気を燃焼させ、燃焼室3内でピストン4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。内燃機関1は、ガソリンによる運転、およびガソリンとアルコールとの混合燃料による運転が可能である。内燃機関1は多気筒エンジンとして構成されると好まし

50

く、本実施形態の内燃機関 1 は、例えば 4 気筒エンジンとして構成される。

【0016】

各燃焼室 3 の吸気ポートは、吸気管（吸気マニホールド）5 にそれぞれ接続され、各燃焼室 3 の排気ポートは、排気管 6（排気マニホールド）にそれぞれ接続されている。また、内燃機関 1 のシリンダヘッドには、吸気弁 V_i および排気弁 V_e が燃焼室 3 ごとに配設されている。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、可変バルブタイミング機構を含む動弁機構 V_M によって開閉させられる。更に、内燃機関 1 は、気筒数に応じた数の点火プラグ 7 を有し、点火プラグ 7 は、対応する燃焼室 3 内に臨むようにシリンダヘッドに配設されている。

10

【0017】

吸気管 5 は、図 1 に示されるように、サージタンク 8 に接続されている。サージタンク 8 には、給気ライン L₁ が接続されており、給気ライン L₁ は、エアクリーナ 9 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 L₁ の中途（サージタンク 8 とエアクリーナ 9 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）10 が組み込まれている。一方、排気管 6 には、図 1 に示されるように、例えば三元触媒を含む前段触媒装置 11a および例えば NO_x 吸蔵還元触媒を含む後段触媒装置 11b が接続されている。

【0018】

更に、内燃機関 1 は、複数のインジェクタ 12 を有し、各インジェクタ 12 は、図 1 に示されるように、対応する燃焼室 3 内に臨むようにシリンダヘッドに配置されている。また、内燃機関 1 の各ピストン 4 は、いわゆる深皿頂面型に構成されており、その上面に、凹部 4a を有している。そして、内燃機関 1 では、各燃焼室 3 内に空気を吸入させた状態で、各インジェクタ 12 から各燃焼室 3 内のピストン 4 の凹部 4a に向けてガソリン等の燃料が直接噴射される。

20

【0019】

これにより、内燃機関 1 では、点火プラグ 7 の近傍に燃料と空気との混合気の層が周囲の空気層と分離された状態で形成（成層化）されるので、極めて希薄な混合気を用いて安定した成層燃焼を実行することが可能となる。なお、本実施形態の内燃機関 1 は、いわゆる直噴エンジンとして説明されるが、これに限られるものではなく、本発明が吸気管（吸気ポート）噴射式の内燃機関に適用され得ることはいうまでもない。

30

【0020】

上述の各点火プラグ 7、スロットルバルブ 10、各インジェクタ 12 および動弁機構 V_M 等は、内燃機関 1 の制御装置として機能する ECU 20 に電氣的に接続されている。ECU 20 は、何れも図示されない CPU、ROM、RAM、入出力ポート、および、記憶装置等を含むものである。ECU 20 には、図 1 に示されるように、内燃機関 1 のクランク角センサ 14 を始めとした各種センサが電氣的に接続されている。ECU 20 は、記憶装置に記憶されている各種マップ等を用いると共に各種センサの検出値等に基づいて、所望の出力が得られるように、点火プラグ 7、スロットルバルブ 10、インジェクタ 12、動弁機構 V_M 等を制御する。

40

【0021】

また、内燃機関 1 は、半導体素子、圧電素子、磁歪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（筒内圧検出手段）15 を気筒数に応じた数だけ有している。各筒内圧センサ 15 は、対応する燃焼室 3 内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、図示されない A/D 変換器等を介して ECU 20 に電氣的に接続されている。各筒内圧センサ 15 は、燃焼室 3 内でその受圧面に加わる圧力（筒内圧力）を大気圧に対する相対値として出力するものであり、その受圧面に加わる圧力（筒内圧力）に応じた電圧信号（検出値を示す信号）を ECU 20 に与える。

【0022】

更に、内燃機関 1 は、サージタンク 8 内の吸入空気の圧力（吸気圧）を絶対圧力として

50

検出する吸気圧センサ 16 を有している。吸気圧センサ 16 も、図示されない A / D 変換器等を介して ECU 20 に電氣的に接続されており、検出したサージタンク 8 内の吸入空気の絶対圧力を示す信号を ECU 20 に与える。なお、クランク角センサ 14、吸気圧センサ 16 の検出値は、微小時間おきに ECU 20 に順次与えられ、ECU 20 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。また、各筒内圧センサ 15 の検出値（筒内圧力）は、吸気圧センサ 16 の検出値に基づいて絶対圧補正された上で、ECU 20 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。

【0023】

ECU 20 の ROM には、予め作成された 2 種類の燃料噴射量マップ、2 種類の噴射時期マップ、および 2 種類の点火時期マップが格納されている。各 2 種類のマップのうちの一方はガソリン燃料に、また他方はガソリン・アルコール混合燃料に対応している。なお、各マップは、例えば吸入空気量およびエンジン回転数を入力変数とし、これらの値に対応して、燃料噴射量、噴射時期および点火時期を読み出すことができるように構成されている。また ECU 20 の ROM には更に、これら各マップから読み出された燃料噴射量、噴射時期および点火時期に対して、吸気温、スロットル開度、およびエンジン水温などの運転状態を示す他の各種パラメータに基づいて補正を行うための関数およびプログラムが格納されている。

【0024】

次に、図 2 を参照しながら、上述の内燃機関 1 において燃料性状を判別する手順について説明する。内燃機関 1 を始動させるように不図示のイグニッションキーが操作されると、ECU 20 によって図 2 に示される燃料性状判別処理が実行される。このルーチンによる処理は始動後の最初のサイクルにおいて実行されるが、始動時点から所定期間内のいずれかの時点で実行されても良い。図 2 において、ECU 20 は、まず、エンジン条件を示すパラメータを読み込む（S10）。ここで読み込まれるパラメータは、エンジンが暖機済みか否かを示す一または複数種類のもの、例えばエンジン水温である。次に ECU 20 は、読み込まれたパラメータを所定の基準値と比較することにより、エンジンが暖機済みか否かを判定し（S20）、暖機済みの場合には処理がリターンされる。

【0025】

エンジンが暖機済みでない場合には、ECU 20 は各燃焼室の燃焼状態を検出する（S30）。本実施形態では気筒ごとに、予め定められた複数のクランク角における筒内圧センサ 15 の検出値が取得され、ECU 20 の所定の記憶領域に格納される。

【0026】

次に ECU 20 は、熱発生量パラメータとして、所定の基準クランク角における筒内圧 P、筒内容積 V、および上述のとおり予め定められた比熱比 またはその近傍の値から、 PV の値を各気筒について算出し（S40）、ECU 20 の所定の記憶領域に格納する。

【0027】

また ECU 20 は、各気筒について、燃焼遅れ dCS の値を所定の関数により算出し（S50）、ECU 20 の所定の記憶領域に格納する。燃焼遅れ dCS は、ステップ S30 で取得された複数のクランク角における筒内圧 P および筒内容積 V から求めることができる。具体的には、複数のクランク角における熱発生量パラメータ PV を算出し、これらの値から、ある 2 点間（例えば、燃焼開始時点よりも十分早いと考えられる -180° ATDC と、燃焼終了時点よりも十分遅いと考えられる 135° ATDC との間）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である燃焼割合 MFB を求める。そして、図 3 に示されるように、燃焼割合 MFB の立上がり点 t_1 を、所定の関数によって求める。このような所定の関数は、例えば微小時間 t における燃焼割合 MFB の変化量である MFB が所定の基準値を上回った時点を上上がり点 t_1 と判断するものである。そして点火時期 t_0 と、立上がり点 t_1 との時間差を、燃焼遅れ dCS として気筒ごとに算出・記憶する。これらステップ S30 ~ S50 の処理は、全気筒について 1 サイクルが終了するまで（S60）繰返し実行される。

【 0 0 2 8 】

全気筒についての検出および演算が終了すると、E C U 2 0 は、熱発生量パラメータのサイクルごとの平均値を、規範燃料における値と比較する (S 7 0)。具体的には、E C U 2 0 は次の数式 (1) により、ステップ S 4 0 で算出した熱発生量パラメータとしての P V の吸気下死点からの上昇量 P V を、規範燃料の所定単位あたりの低位発熱量 Q_{fuel} 、および燃料噴射量 τ で除して正規化し、これをサイクルごとに積算し、これを気筒数 n で除して平均値 $mean(P V)$ を算出する。

【 0 0 2 9 】

【数 1】

$$mean(\Delta PV^{\kappa}) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \Delta PV_i^{\kappa} / (Q_{fuel} \cdot \tau) \quad \dots (1)$$

10

【 0 0 3 0 】

この平均値 $mean(P V)$ の値は、図 4 に示されるように、燃料の性状に応じて異なり、アルコール混合燃料の場合には、ガソリン燃料の場合よりも大きい値となる。そして、平均値 $mean(P V)$ を、規範燃料 (ガソリン) に対応する熱発生量パラメータ P V の吸気下死点からの上昇量 P V のサイクルごとの平均値である基準値と比較する。

【 0 0 3 1 】

平均値 $mean(P V)$ が規範燃料 (ガソリン) に対応する基準値よりも小さい場合には、次に E C U 2 0 は、燃焼遅れ $d C S$ のサイクルごとの平均値を、規範燃料 (ガソリン) における値と比較する (S 8 0)。具体的には、E C U 2 0 は次の数式 (2) により、ステップ S 5 0 で算出した燃焼遅れ $d C S$ の値を、サイクルごとに積算し、これを気筒数 n で除して平均値 $mean(d C S)$ を算出する。

20

【 0 0 3 2 】

【数 2】

$$mean(dCS) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n dCS_i \quad \dots (2)$$

【 0 0 3 3 】

そして、平均値 $mean(d C S)$ を、規範燃料に対応する燃焼遅れ $d C S$ の基準値と比較する。

30

【 0 0 3 4 】

平均値 $mean(d C S)$ が規範燃料に対応する値よりも小さい場合には、アルコール混合燃料が使用されていると考えられるため、E C U 2 0 は燃料着火性判断として、E C U 2 0 の R A M における所定のアルコール混合燃料使用フラグを 1 にセットする (S 9 0)。このアルコール混合燃料使用フラグは、次の対応制御および他の制御において適宜参照される。

【 0 0 3 5 】

また、ステップ S 7 0 で平均値 $mean(P V)$ が基準値以上である場合、またはステップ S 8 0 で平均値 $mean(d C S)$ が基準値以上である場合には、ガソリン燃料が使用されていると考えられるため、E C U 2 0 は上記アルコール混合燃料使用フラグを 0 にリセットする (S 1 1 0)。

40

【 0 0 3 6 】

そしてこれらの燃料着火性判断 (S 9 0 , S 1 1 0) に応答して、E C U 2 0 は運転マップの切替を行う (S 1 0 0)。具体的には、上記アルコール混合燃料使用フラグの参照に応じて、各 2 種類の燃料噴射量マップ、燃料噴射時期マップおよび点火時期マップのうち、アルコール混合燃料が使用されている場合にはアルコール混合燃料用のものが選択され、ガソリン燃料が使用されている場合にはガソリン燃料用のものが選択されて、燃料噴射量・噴射時期および点火時期の制御にそれぞれ使用される。

【 0 0 3 7 】

50

以上の処理の結果、熱発生量パラメータの平均値が基準値よりも小さく、且つ燃焼遅れの平均値が基準値よりも小さい場合に、アルコール混合燃料用の制御マップが選択され、エンジンの制御に使用されることになる。

【0038】

以上のとおり、本実施形態では、熱発生量パラメータと燃焼遅れの両者に基づいて燃料性状を判別することにより、燃料性状を精度よく判別することが可能になる。また、本実施形態では始動初期において燃料性状を判別できるので、対応した制御の切替を迅速に行うことができる。

【0039】

また本実施形態では、検出された熱発生量パラメータのサイクルごとの平均値と、規範燃料に対応する熱発生パラメータのサイクルごとの平均値とを比較するので、検出値のS/N比を高めることによって検出精度を向上することが可能になる。

【0040】

また本実施形態では、図示熱量である熱発生量 PV を低位発熱量 Q_{fuel} で除した値（熱発生率）を、熱発生量パラメータとして用いるので、燃料噴射量 τ の影響を正しく反映することが可能となり、検出精度を向上することができる。

【0041】

また本実施形態では、燃焼割合の変化量に基づいて燃焼遅れ dCS を算出するので、簡易な構成によって本発明に所期の効果を得ることができる。

【0042】

また本実施形態では、燃料性状の判別結果に基づいて、燃料性状ごとに予め作成された複数の制御値マップを切替えることとしたので、簡易な構成によって本発明に所期の効果を得ることができる。

【0043】

なお、上記実施形態では、本発明をある程度の具体性をもって説明したが、本発明については、特許請求の範囲に記載された発明の精神や範囲から離れることなしに、さまざまな改変や変更が可能であることは理解されなければならない。すなわち、本発明は特許請求の範囲およびその等価物の範囲および趣旨に含まれる修正および変更を包含するものである。例えば、上記実施形態では熱発生量パラメータのサイクルごとの平均値を基準値と比較したが、このような構成に代えて、熱発生量パラメータのサイクルごとの積算値を、規範燃料に対応する熱発生量パラメータのサイクルごとの積算値と比較してもよく、この場合にも同様の利点がある。また本実施形態では燃料性状の判別結果を用いた対応制御を、複数のマップの切替えによって実現したが、本発明における対応制御は燃料性状の判別結果に応じた複数の関数の切替えや制御変数・定数の補正によって実現してもよい。

【0044】

また、上記実施形態ではガソリン・アルコール混合燃料を使用可能な車両の内燃機関に本発明を適用した例について説明したが、本発明は他の種類の燃料を用いる内燃機関、あるいは各種内燃機関を駆動源として含むハイブリッド車についても適用可能である。

【図面の簡単な説明】

【0045】

【図1】本発明による制御装置が適用された内燃機関を示す概略構成図である。

【図2】図1の内燃機関における燃料性状判別処理を示すフローチャートである。

【図3】燃焼割合と燃焼遅れとの関係を示すグラフである。

【図4】アルコール混合燃料の場合とガソリン燃料の場合の熱発生量パラメータの推移を示すグラフである。

【図5】燃料中のアルコール含有量と、熱発生量パラメータおよび燃焼遅れとの関係を示すグラフである。

【符号の説明】

【0046】

3 燃 焼 室

1 4 クランク角センサ

1 5 筒内圧センサ

1 6 吸気圧センサ

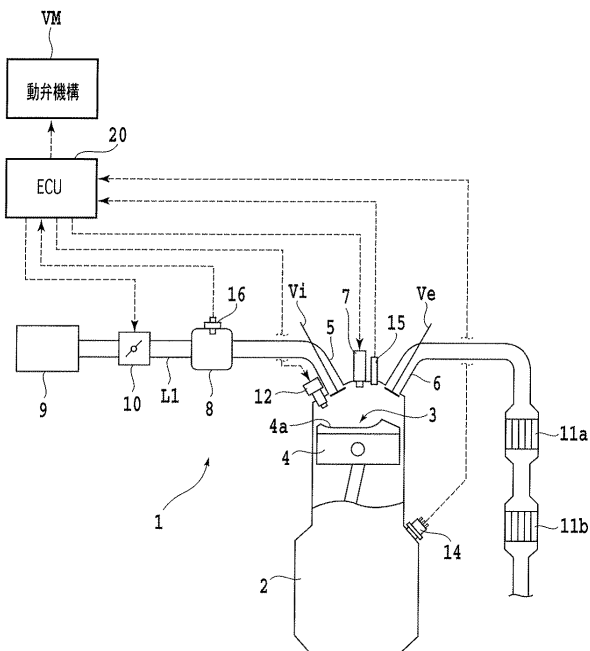
2 0 E C U

V e 排気弁

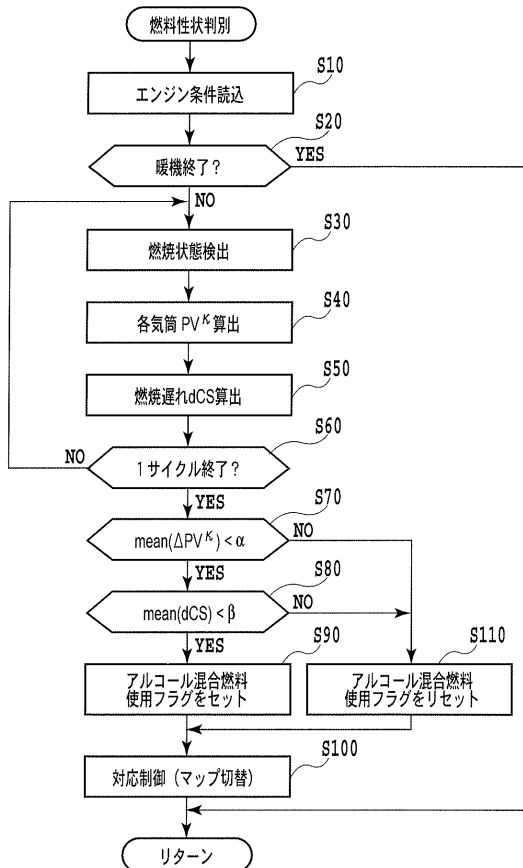
V i 吸気弁

V M 動弁機構

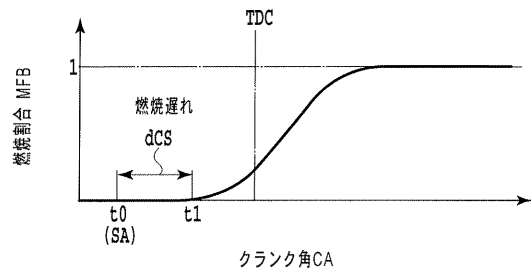
【図 1】



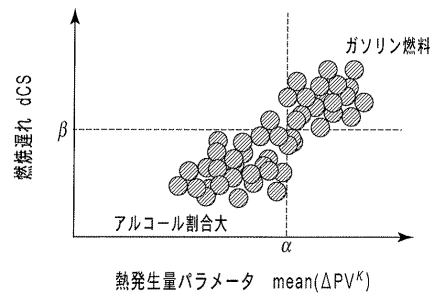
【図 2】



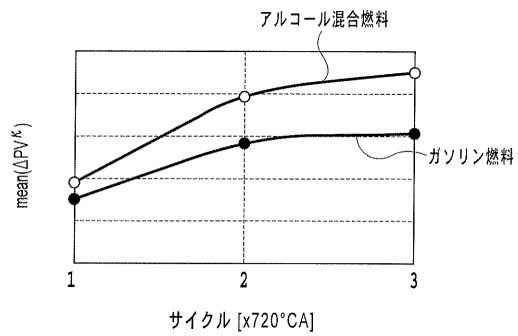
【図 3】



【図 5】



【図 4】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2005-344550(JP,A)
特開2005-273513(JP,A)
特開平07-042607(JP,A)
特開2006-009720(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F02D	43/00	45/00
F02D	13/00	28/00