

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3973387号
(P3973387)

(45) 発行日 平成19年9月12日(2007.9.12)

(24) 登録日 平成19年6月22日(2007.6.22)

(51) Int. Cl.

F O 2 D 45/00 (2006.01)

F I

F O 2 D 45/00 3 6 4 D

F O 2 D 45/00 3 5 8 N

F O 2 D 45/00 3 7 2 F

請求項の数 5 (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2001-277499 (P2001-277499)
 (22) 出願日 平成13年9月13日(2001.9.13)
 (65) 公開番号 特開2003-83151 (P2003-83151A)
 (43) 公開日 平成15年3月19日(2003.3.19)
 審査請求日 平成15年8月20日(2003.8.20)

(73) 特許権者 000116574
 愛三工業株式会社
 愛知県大府市共和町一丁目1番地の1
 (74) 代理人 100097009
 弁理士 富澤 孝
 (74) 代理人 100098431
 弁理士 山中 郁生
 (74) 代理人 100105751
 弁理士 岡戸 昭佳
 (72) 発明者 近藤 清二
 愛知県大府市共和町一丁目1番地の1 愛
 三工業株式会社内
 (72) 発明者 西尾 俊雄
 愛知県大府市共和町一丁目1番地の1 愛
 三工業株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内燃機関の吸気圧検出方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

内燃機関の制御に使用される吸気圧を検出するようにした内燃機関の吸気圧検出方法であって、

前記内燃機関の運転時に吸気圧脈動を吸気圧検出手段により検出し、その検出値における下限値を算出すると共に、前記吸気圧脈動のなまし値を算出し、前記下限値が前記なまし値より小さくなると前記下限値を前記制御に使用される吸気圧の最終的な検出値として決定することを特徴とする内燃機関の吸気圧検出方法。

【請求項2】

前記なまし値の算出は、前記吸気圧脈動につき所定の周期でサンプリングされる値を平均化処理するものであり、異なるなまし係数で同時に複数のなまし値を算出し、その中で前記下限値との比較に参照されるなまし値を前記内燃機関の運転状態に応じて選択することを特徴とする請求項1に記載の内燃機関の吸気圧検出方法。

【請求項3】

内燃機関の制御に使用される吸気圧を検出するようにした内燃機関の吸気圧検出装置であって、

前記内燃機関の吸気圧を検出するための吸気圧検出手段と、

前記内燃機関の運転時に前記吸気圧検出手段により検出される吸気圧脈動の検出値における下限値を算出するための下限値算出手段と、

前記内燃機関の運転時に前記吸気圧検出手段により検出される吸気圧脈動の検出値に係

10

20

るなまし値を算出するためのなまし値算出手段と、

前記下限値が前記なまし値より小さくなるとき前記下限値を前記制御に使用される吸気圧の最終的な検出値として決定するための吸気圧決定手段とを備えたことを特徴とする内燃機関の吸気圧検出装置。

【請求項 4】

前記なまし値算出手段は、吸気圧脈動につき所定の周期でサンプリングされる値を平均化処理するものであり、異なるなまし係数で同時に複数のなまし値を算出することと、

前記算出される複数のなまし値の中から前記下限値との比較に参照されるなまし値を前記内燃機関の運転状態に応じて選択するためのなまし値選択手段とを備えたことを特徴とする請求項 3 に記載の内燃機関の吸気圧検出装置。

10

【請求項 5】

内燃機関の運転に関わる制御対象を制御するようにした制御装置において、

前記内燃機関の回転速度を検出するための回転速度検出手段と、

前記内燃機関の吸気圧を検出するための吸気圧検出手段と、

前記内燃機関の運転時に前記吸気圧検出手段により検出される吸気圧脈動の検出値における下限値を算出するための下限値算出手段と、

前記内燃機関の運転時に前記吸気圧検出手段により検出される吸気圧脈動の検出値に係るなまし値を算出するためのなまし値算出手段と、

前記下限値が前記なまし値より小さくなるとき前記下限値を前記制御に使用される吸気圧の最終的な検出値として決定するための吸気圧決定手段と、

20

前記決定される吸気圧の最終的な検出値と前記回転速度の検出値とに基づいて所要の制御量を得るための操作量を算出する操作量算出手段と、

前記算出される操作量に基づいて前記制御対象を操作することにより前記制御量を制御するための制御手段と

を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】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、内燃機関の制御に必要な運転パラメータとして使用される吸気圧を検出するための吸気圧検出方法、並びにその吸気圧検出方法の実施に直接使用する吸気圧検出装置及び内燃機関の制御装置に関する。

30

【0002】

【従来の技術】

従来より、内燃機関の吸気圧は、燃料噴射制御、点火時期制御又は排気還流制御等の種々の内燃機関の制御に運転パラメータの一つとして使用されている。例えば、いわゆる「D-Jシステム」（吸気通路の吸気圧を測定して燃料噴射を行うシステム）のエンジンでは、エンジンの燃焼室に吸入される吸気量を、吸気圧とエンジン回転速度から算出し、算出された吸気量に基づいて燃料噴射量を求めている。しかし、レシプロエンジンでは、ピストンの往復運動に伴い吸気に脈動が発生することから、吸気圧もそれに伴って変動することになる。このため、吸気圧センサで検出される吸気圧の値をそのまま運転パラメータとして使用することは、内燃機関の制御が不安定となるためできなかった。

40

【0003】

そこで、吸気脈動の影響を排除した吸気圧を検出して内燃機関の制御に使用するために、種々の技術がこれまで提案されている。

【0004】

一般的な技術としては、吸気圧センサによる検出値を「なまし処理」することにより、吸気の脈動に伴う吸気圧の変動を平滑化することが考えられる。「なまし処理」とは、所定の周期でサンプリングされる検出値を平均化処理することであり、その平均化の度合いを「なまし係数」として任意に設定することができる。

【0005】

50

この他、特開平 1 - 3 1 8 9 3 8 号公報にも同様の技術の一例が開示されている。即ち、この公報の吸気管圧力計測装置では、吸気圧センサにより検出される吸気圧を所定の駆動周期毎にサンプリングし、そのサンプリングで得られる吸気圧の検出値を相加平均処理して平均値を演算する。そして、内燃機関の過渡運転時には、この平均値をそのまま吸気圧の計算値として燃料噴射量の制御に使用する。一方で、内燃機関の定常運転時には、上記の相加平均処理により得られた平均値を更に平均化し、その平均化で得られる平均値をそのまま吸気圧の計算値として燃料噴射量の制御に使用するようにしている。即ち、この計測装置では、過渡運転時には、吸気圧センサの検出値を「1 回なまし処理」することにより得られる計算値を吸気圧とし、定常運転時には、吸気圧センサの検出値を「2 回なまし処理」することにより得られる計算値を吸気圧として、それぞれ燃料噴射量制御に使用

10

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

ところが、従来一般的な「なまし処理」による計測方法では、なまし係数を大きくすると、吸気圧の計算値は、定常運転時には安定するものの、過渡運転時には応答遅れが生じる傾向があった。逆に、なまし係数を小さくすると、吸気圧の計算値は、過渡運転時の応答遅れは改善されるものの、定常運転時にかえって不安定になる傾向があった。

【0007】

一方、前記従来公報の計測装置では、図 1 4 に示すように、吸気圧の計算値は、定常運転時に安定し、過渡運転時の応答性も前記一般的ななまし処理に比べて改善されることになる。しかしながら、計算値の精度としては、実際に燃焼室に取り込まれる吸気量との相関性が充分ではなく、内燃機関の負荷に対する吸気圧計算値の関係では、リニアリティのあ

20

る特性が得られなかった。

【0008】

ここで、本願出願人は、4 サイクルのレシプロエンジンで、吸気の脈動に伴う吸気圧の変動において、その吸気圧の下限值、即ち、吸気行程の下死点付近での検出値が、実際の吸気量を最も良く反映した吸気圧となることを発見し、これを吸気圧の計算値として使用することを考え出し、特願 2 0 0 0 - 2 9 3 4 3 9 の出願で既に提案している。即ち、内燃機関の運転時に、図 1 5 に示すように、脈動を伴って変化する吸気圧の A D 値 p_{mad} の下限値 p_{mlo} を算出し、その下限値 p_{mlo} を吸気圧の検出値としての最終的な吸気

30

圧 P_M とする内燃機関の吸気圧検出方法を提案している。

【0009】

この提案技術につき、本出願人が更に検討を重ねた結果、運転中のエンジンで吹き返しなどが発生し、図 1 5 に時刻 t_1 , t_2 で示すように、A D 値 p_{mad} の波形が乱れた場合、その乱れによる変則的な下限値を吸気圧脈動の下限値 p_{mlo} として誤検出してしまうおそれがあることが分かった。このような誤検出が起きた場合、エンジンの吸入空気量は実際よりも多い値として算出され、それに応じて燃料噴射量が過剰に算出されることから、空燃比がリッチ化して、ドライバビリティや排気エミッションを悪化させるなどの不具合が発生させるおそれがある。

【0010】

40

そこで、この発明は上記事情に鑑みてなされたものであって、その目的は、安定性と応答性に優れ、実際の吸気量との相関性の高い吸気圧の検出を可能にすると共に、エンジン吹き返しなどによる誤検出を防止することを可能にした内燃機関の吸気圧検出方法を提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、請求項 1 に記載の発明の内燃機関の吸気圧検出方法は、内燃機関の制御に使用される吸気圧を検出するようにした内燃機関の吸気圧検出方法であって、内燃機関の運転時に吸気圧脈動を吸気圧検出手段により検出し、その検出値における下限値を算出すると共に、吸気圧脈動のなまし値を算出し、下限値がなまし値より小さく

50

なるとき下限値を制御に使用される吸気圧の最終的な検出値として決定することを趣旨とする。

【0012】

内燃機関の運転時には、吸気に脈動が発生して吸気圧も脈動を伴うことから、この吸気圧を内燃機関の制御のためにそのまま使用したのでは、その制御が不安定になる。ここで、吸気圧脈動の検出値において、その下限値が実際の吸気量を最も良く反映した吸気圧となることが既に発見されている。

従って、上記発明の構成によれば、吸気圧脈動の下限値が算出され、その算出される下限値が制御に使用される吸気圧の最終的な検出値として決定されることから、脈動を伴う吸気圧にも拘わらず、吸気圧として吸気量に相関した適正な値と挙動が得られる。

10

又、上記下限値がその下限値と共に算出されるなまし値より小さくなるとき下限値が制御に使用される吸気圧の最終的な検出値として決定されるので、例えば、内燃機関の吹き返しなどにより、吸気圧脈動の波形が乱れて変則的な下限値が現れても、その変則的な下限値が除外されて吸気圧の最終的な検出値として決定されることがない。

【0013】

上記目的を達成するために、請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の発明の内燃機関の吸気圧検出方法において、なまし値の算出は、吸気圧脈動につき所定の周期でサンプリングされる値を平均化処理するものであり、異なるなまし係数で同時に複数のなまし値を算出し、その中で下限値との比較に参照されるなまし値を内燃機関の運転状態に応じて選択することを趣旨とする。

20

【0014】

上記発明の構成によれば、なまし値算出のためのなまし係数を変えることにより、異なる大きさのなまし値が得られる。従って、下限値との比較に参照されるなまし値を、内燃機関の運転状態に応じて選択することにより、運転状態により異なる吸気圧脈動の特性に合わせて、変則的な下限値が除外されて吸気圧の検出値として決定されることがない。

【0015】

上記目的を達成するために、請求項3に記載の発明の内燃機関の吸気圧検出装置は、内燃機関の制御に使用される吸気圧を検出するようにした内燃機関の吸気圧検出装置であって、内燃機関の吸気圧を検出するための吸気圧検出手段と、内燃機関の運転時に吸気圧検出手段により検出される吸気圧脈動の検出値における下限値を算出するための下限値算出手段と、内燃機関の運転時に吸気圧検出手段により検出される吸気圧脈動の検出値に係るなまし値を算出するためのなまし値算出手段と、下限値がなまし値より小さくなるとき下限値を制御に使用される吸気圧の最終的な検出値として決定するための吸気圧決定手段とを備えたことを趣旨とする。

30

【0016】

上記発明の構成によれば、内燃機関の運転時に吸気圧検出手段による検出値に基づいて、下限値算出手段により吸気圧脈動の検出値における下限値が算出されると共に、なまし値算出手段により吸気圧脈動の検出値に係るなまし値が算出される。そして、下限値がなまし値より小さくなるとき、吸気圧決定手段により下限値が吸気圧の最終的な検出値として決定されることから、脈動を伴う吸気圧にも拘わらず吸気圧として吸気量に相関した適正な値と挙動が得られる。又、例えば、内燃機関の吹き返しなどにより吸気圧脈動の波形が乱れて、変則的な下限値が現れても、その変則的な下限値が除外されて吸気圧の最終的な検出値として決定されることがない。

40

【0017】

上記目的を達成するために、請求項4に記載の発明は、請求項3に記載の発明の内燃機関の吸気圧検出装置において、なまし値算出手段は、吸気圧脈動につき所定の周期でサンプリングされる値を平均化処理するものであり、異なるなまし係数で同時に複数のなまし値を算出することと、算出される複数のなまし値の中から下限値との比較に参照されるなまし値を内燃機関の運転状態に応じて選択するためのなまし値選択手段とを備えたことを趣旨とする。

50

【 0 0 1 8 】

上記発明の構成によれば、なまし値算出のためのなまし係数が変えられることにより、異なる大きさのなまし値が得られる。従って、下限値との比較に参照されるなまし値が、なまし値選択手段により内燃機関の運転状態に応じて選択されることにより、運転状態により異なる吸気圧脈動の特性に合わせて、変則的な下限値が除外されて吸気圧の検出値として決定されることがない。

【 0 0 1 9 】

上記目的を達成するために、請求項 5 に記載の発明は、内燃機関の運転に関わる制御対象を制御するようにした制御装置において、内燃機関の回転速度を検出するための回転速度検出手段と、内燃機関の吸気圧を検出するための吸気圧検出手段と、内燃機関の運転時に吸気圧検出手段により検出される吸気圧脈動の検出値における下限値を算出するための下限値算出手段と、内燃機関の運転時に吸気圧検出手段により検出される吸気圧脈動の検出値に係るなまし値を算出するためのなまし値算出手段と、下限値がなまし値より小さくなるとき下限値を制御に使用される吸気圧の最終的な検出値として決定するための吸気圧決定手段と、決定される吸気圧の最終的な検出値と回転速度の検出値とに基づいて所要の制御量を得るための操作量を算出する操作量算出手段と、算出される操作量に基づいて制御対象を操作することにより制御量を制御するための制御手段とを備えたことを趣旨とする。

【 0 0 2 0 】

上記発明の構成によれば、内燃機関の運転時の回転速度が回転速度検出手段により検出される。同じく、運転時の吸気圧が吸気圧検出手段により検出され、その検出値から、吸気圧脈動の検出値における下限値が下限値算出手段により算出されると共に、吸気圧脈動の検出値に係るなまし値がなまし値算出手段により算出される。更に、下限値がなまし値より小さくなるとき、吸気圧決定手段により下限値が吸気圧の最終的な検出値として決定される。そして、その決定される吸気圧の検出値と回転速度の検出値とに基づいて、操作量算出手段により所要の制御量を得るための操作量が算出され、その操作量に基づき制御手段により制御対象が操作されることにより制御量が制御される。従って、吸気圧脈動の乱れによる変則的な下限値が除外されて吸気圧の最終的な検出値として決定されることがなく、適正な吸気圧脈動の下限値のみが吸気圧の検出値として制御対象の制御に取り込まれる。このことから、脈動を伴う吸気圧にも拘わらず制御量が不安定な値となることがなく、制御対象が吸気圧の挙動に応じて適正に制御される。

【 0 0 2 1 】

【 発明の実施の形態 】

以下、本発明の内燃機関の吸気圧検出方法及びその検出方法を使用した吸気圧検出装置、その吸気圧検出装置を使用した内燃機関の制御装置を具体化した一実施の形態を図面を参照して詳細に説明する。

【 0 0 2 2 】

図 1 に、本実施の形態のエンジンシステムの概略構成を示す。車両に搭載されたエンジンシステムは燃料を貯留する燃料タンク 1 を備える。燃料タンク 1 に内蔵された燃料ポンプ 2 は、タンク 1 に貯留された燃料を吐出する。内燃機関であるレシプロタイプの単気筒エンジン 3 には、燃料噴射弁（インジェクタ）4 が設けられる。燃料ポンプ 2 から吐出された燃料は、燃料通路 5 を通じてインジェクタ 4 に供給される。供給された燃料は、インジェクタ 4 が作動することにより、吸気通路 6 へ噴射される。吸気通路 6 には、エアクリーナ 7 を通じて外部から空気を取り込まれる。吸気通路 6 に取り込まれた空気とインジェクタ 4 から噴射された燃料は、可燃混合気を形成して燃焼室 8 に吸入される。

【 0 0 2 3 】

吸気通路 6 には、所定のアクセル装置（図示略）により操作されるスロットルバルブ 9 が設けられる。スロットルバルブ 9 が開閉されることにより、吸気通路 6 から燃焼室 8 に吸入される空気量（吸気量）が調節される。吸気通路 6 には、スロットルバルブ 9 を迂回してバイパス通路 10 が設けられる。バイパス通路 10 には、アイドル・スピード・コン

10

20

30

40

50

トロール・バルブ（ISCバルブ）11が設けられる。ISCバルブ11は、アイドル運転時、即ち、スロットルバルブ9の全閉時に、エンジン3のアイドル回転速度を調節するために作動させるものである。

【0024】

燃焼室8に設けられた点火プラグ12は、イグニッションコイル13から出力される点火信号を受けてスパーク動作する。両部品12, 13は、燃焼室8に供給される可燃混合気に点火するための点火装置を構成する。燃焼室8に吸入された可燃混合気は、点火プラグ12のスパーク動作により爆発・燃焼する。燃焼後の排気ガスは、燃焼室8から排気通路14を通じて外部へ排出される。排気通路14を流れる排気ガスは、三元触媒15により浄化される。そして、燃焼室8における可燃混合気の燃焼に伴い、ピストン16が運動してクランクシャフト17が回転することにより、車両を走行させる駆動力がエンジン3で得られる。

10

【0025】

車両には、エンジン3を始動させるためのイグニッションスイッチ18が設けられる。車両には、エンジン3の各種制御を司る電子制御装置（ECU）20が設けられる。車両用電源としてのバッテリー19は、イグニッションスイッチ18を介してECU20に接続される。イグニッションスイッチ18がオンされることにより、バッテリー19からECU20に電力が供給される。

【0026】

エンジン3に設けられる各種センサ21, 22, 23, 24は、エンジン3の運転状態に関する各種運転パラメータを検出するためのものであり、それぞれECU20に接続される。即ち、吸気通路6に設けられた吸気圧検出手段である吸気圧センサ21は、スロットルバルブ9より下流側の吸気通路6における吸気圧 p_m を検出し、その検出値に応じた電気信号を出力する。エンジン3に設けられた水温センサ22は、エンジン3の内部を流れる冷却水の温度（冷却水温） T_{HW} を検出し、その検出値に応じた電気信号を出力する。エンジン3に設けられた回転速度検出手段である回転速度センサ23は、クランクシャフト17の回転速度（エンジン回転速度） N_E を検出し、その検出値に応じた電気信号を出力する。排気通路14に設けられた酸素センサ24は、排気通路14へ排出される排気ガス中の酸素濃度（出力電圧） O_x を検出し、その検出値に応じた電気信号を出力する。この酸素センサ24は、エンジン3の燃焼室8に供給される可燃混合気の空燃比 A/F を得るために使用される。

20

30

【0027】

この実施の形態で、ECU20は、前述した各種センサ21～24から出力される各種信号を入力する。ECU20は、これらの入力信号に基づき、吸気圧検出制御、燃料噴射制御及び点火時期制御等をそれぞれ実行するために、燃料ポンプ2、インジェクタ4、ISCバルブ11及びイグニッションコイル13等をそれぞれ制御する。この実施の形態で、ECU20は、本発明の下限値算出手段、なまし値算出手段、吸気圧決定手段、なまし値選択手段、操作量算出手段及び制御手段を構成する。

【0028】

ここで、吸気圧検出制御とは、吸気圧センサ21で検出される吸気圧 p_m に基づいて吸気脈動の影響を排除した吸気圧の検出値を得るための制御である。燃料噴射制御とは、エンジン3の運転状態に応じてインジェクタ4による燃料噴射量及びその噴射タイミングを制御することである。点火時期制御とは、エンジン3の運転状態に応じてイグニッションコイル13を制御することにより、各点火プラグ12による点火時期を制御することである。

40

【0029】

周知のように、ECU20は中央処理装置（CPU）、読み出し専用メモリ（ROM）、ランダムアクセスメモリ（RAM）、バックアップRAM、外部入力回路及び外部出力回路等を備える。ECU20は、CPU、ROM、RAM及びバックアップRAMと、外部入力回路及び外部出力回路等とをバスにより接続してなる論理演算回路を構成する。R

50

ＯＭは、エンジン３の各種制御に関する所定の制御プログラムを予め記憶したものである。ＲＡＭは、ＣＰＵの演算結果を一時記憶するものである。バックアップＲＡＭは、予め記憶したデータを保存するものである。ＣＰＵは、入力回路を介して入力される各種センサ２１～２４の検出信号に基づき、所定の制御プログラムに従って前述した各種制御等を実行する。

【００３０】

次に、ＥＣＵ２０が実行する各種制御のうち、吸気圧検出制御のための処理内容について説明する。図２に吸気圧検出制御プログラムをフローチャートに示す。ＥＣＵ２０は、図２に示すルーチンを所定期間毎に周期的に実行する。この実施の形態では、ＥＣＵ２０は「１ｍｓ」の周期でこのルーチンを実行する。

10

【００３１】

まず、ステップ１００で、ＥＣＵ２０は、吸気圧センサ２１で検出される吸気圧 p_m について今回のＡＤ値 p_{mad} を読み込む。

【００３２】

次に、ステップ１０１で、ＥＣＵ２０は、 $1/4$ なまし値 p_{msm4} を算出する。ＥＣＵ２０は、この算出を、以下の計算式(1)に従って行う。

$$p_{msm4} = (3/4) p_{msm4o} + (1/4) p_{mad} \quad \dots (1)$$

ここで、「 p_{msm4o} 」は、前回の $1/4$ なまし値 p_{msm4} を意味する。この計算式(1)は、毎回サンプリングされるＡＤ値 p_{mad} を平均化処理することを示している。

【００３３】

20

次に、ステップ１０２で、ＥＣＵ２０は、 $1/32$ なまし値 p_{msm32} を算出する。ＥＣＵ２０は、この算出を、以下の計算式(2)に従って行う。

$$p_{msm32} = (31/32) p_{msm32o} + (1/32) p_{mad} \quad \dots (2)$$

ここで、「 p_{msm32o} 」は、前回の $1/32$ なまし値 p_{msm32} を意味する。この計算式(2)は、毎回サンプリングされるＡＤ値 p_{mad} を平均化処理することを示している。

【００３４】

最後に、ステップ１０３で、ＥＣＵ２０は、 $1/128$ なまし値 p_{msm128} を算出する。ＥＣＵ２０は、この算出を、以下の計算式(3)に従って行う。

$$p_{msm128} = (127/128) p_{msm128o} + (1/128) p_{mad} \quad \dots (3)$$

30

ここで、「 $p_{msm128o}$ 」は、前回の $1/128$ なまし値 p_{msm128} を意味する。この計算式(3)は、毎回サンプリングされるＡＤ値 p_{mad} を平均化処理することを示している。

【００３５】

次に、ステップ１０４で、ＥＣＵ２０は、今回のＡＤ値 p_{mad} が前回のＡＤ値 p_{mad} より大きいかな否かを判断する。この判断結果が肯定である場合、吸気圧 p_m が上昇しているものとして、ステップ１０５で、ＥＣＵ２０は、今回の圧力上昇フラグ $XPMUP$ を「１」に設定する。この判断結果が否定である場合、ステップ１２０で、ＥＣＵ２０は、今回のＡＤ値 p_{mad} が前回のＡＤ値 p_{mad} より小さいかな否かを判断する。この判断結果が否定である場合、吸気圧 p_m が変化しなかったとして、今回の圧力上昇フラグ $XPMUP$ の設定を前回と同じとして、処理をステップ１１６へ移行する。この判断結果が肯定である場合、吸気圧 p_m が下降しているものとして、ステップ１２１で、ＥＣＵ２０は、今回の圧力上昇フラグ $XPMUP$ を「０」に設定して、処理をステップ１１６へ移行する。

40

【００３６】

ステップ１０５から移行してステップ１０６で、ＥＣＵ２０は、前回の圧力上昇フラグ $XPMUPo$ が「０」であるかな否かを判断する。この判断結果が否定である場合、前回に引き続いて吸気圧 p_m が上昇中であることから、ＥＣＵ２０は処理をステップ１１６へ移行する。上記判断結果が肯定である場合、吸気圧 p_m が下降から上昇に転じたものとして、処理をステップ１０７へ移行する。

50

【 0 0 3 7 】

ステップ 1 0 7 で、E C U 2 0 は、始動判定フラグ X S I D O U が「 0 」であるか否かを判断する。この始動判定フラグ X S I D O U は、クランキングによりエンジン 3 が始動される始動時に「 1 」に設定され、それ以外は「 0 」に設定されるものである。この実施の形態では、回転速度センサ 2 3 で検出されるエンジン回転速度 N E の値が所定値（例えば「 1 1 5 0 r p m 」）以下のときに、E C U 2 0 は、エンジン 3 の始動時であると判断するようになっている。この判断結果が否定である場合、即ち、エンジン 3 の始動時である場合には、E C U 2 0 は、ステップ 1 1 2 で、吸気圧 p m の A D 値 p m a d の 1/128 なまし値 p m s m 1 2 8 をガード値 p m s m として設定し、処理をステップ 1 1 3 へ移行する。

10

【 0 0 3 8 】

ステップ 1 0 7 の判断結果が肯定である場合、エンジン 3 の始動時でないものとし、ステップ 1 0 8 で、E C U 2 0 は、過渡判定フラグ X K A T O が「 1 」であるか否かを判断する。この過渡判定フラグ X K A T O は、エンジン 1 の過渡運転時、即ち、加速運転が行われるときに「 1 」に設定され、それ以外は「 0 」に設定されるものである。この判断結果が否定である場合、即ち、エンジン 3 の過渡運転時ではないとき、E C U 2 0 は、ステップ 1 1 1 で、吸気圧 p m の A D 値 p m a d の 1/32 なまし値 p m s m 3 2 をガード値 p m s m として設定し、処理をステップ 1 1 3 へ移行する。

【 0 0 3 9 】

ステップ 1 0 8 の判断結果が肯定である場合、エンジン 3 の過渡運転時であるものとして、ステップ 1 0 9 で、E C U 2 0 は、過渡タイミング T K A T O（過渡判定フラグ X K A T O が「 1 」に設定されたとき）からクランク角度で「 1 4 4 0 ° 」だけ経過する前であるか否かを判断する。この判断結果が肯定である場合、過渡運転から定常運転への移行前であるものとして、E C U 2 0 は、ステップ 1 1 0 で、吸気圧 p m の A D 値 p m a d の 1/4 なまし値 p m s m 4 をガード値 p m s m として設定し、処理をステップ 1 1 3 へ移行する。この判断結果が否定である場合、過渡運転から定常運転への移行後であるものとして、E C U 2 0 は、ステップ 1 1 1 で、1/32 なまし値 p m s m 3 2 をガード値 p m s m として設定し、処理をステップ 1 1 3 へ移行する。

20

【 0 0 4 0 】

ステップ 1 1 0 ~ 1 1 2 から移行してステップ 1 1 3 で、E C U 2 0 は、下降から上昇へ転じた吸気圧 p m の前回の A D 値 p m a d o がガード値 p m s m より小さいか否かを判断する。この判断結果が否定である場合、E C U 2 0 は、そのまま処理をステップ 1 1 6 へ移行する。この判断結果が肯定である場合、ステップ 1 1 4 で、E C U 2 0 は、前回の A D 値 p m a d o を吸気圧 p m の下限値 p m l o として設定する。即ち、脈動を伴う吸気圧 p m より連続して得られる多数の A D 値 p m a d の中から脈動の谷に位置する下限値 p m l o を算出する。

30

【 0 0 4 1 】

そして、ステップ 1 1 5 で、E C U 2 0 は、今回得られた下限値 p m l o を、最終的に求めるべき吸気圧 P M として設定する。

【 0 0 4 2 】

その後、ステップ 1 2 0 , 1 2 1 , 1 0 6 , 1 1 3 , 1 1 5 から移行してステップ 1 1 6 で、E C U 2 0 は、今回の A D 値 p m a d を前回の A D 値 p m a d o として設定する。

40

【 0 0 4 3 】

次に、ステップ 1 1 7 で、E C U 2 0 は、今回の圧力上昇フラグ X P M U P が「 1 」であるか否かを判断する。この判断結果が肯定である場合、ステップ 1 1 8 で、E C U 2 0 は、前回の上昇判定フラグ X P M U P O を「 1 」に設定する。この判断結果が否定である場合、ステップ 1 1 9 で、E C U 2 0 は、前回の上昇判定フラグ X P M U P O を「 0 」に設定する。

【 0 0 4 4 】

このように、E C U 2 0 は、本ルーチンの処理を一旦終了し、次の演算周期のタイミン

50

グを待ってステップ 100 からの処理を再開する。

【0045】

ここで、吸気圧脈動における吸気圧 p_m の A/D 値 p_{mad} の挙動と、その A/D 値 p_{mad} に基づき上記ステップ 117 ~ 119 で算出される各なまし値 p_{msm4} , p_{msm32} , p_{msm128} の挙動を図 3 のタイミングチャートに部分的に示す。このタイミングチャートから明らかなように、各なまし値 p_{msm4} , p_{msm32} , p_{msm128} の絶対値は、ベースとなる A/D 値 p_{mad} のそれよりも低く、各なまし値 p_{msm4} , p_{msm32} , p_{msm128} の絶対値のピークは、ベースとなる A/D 値 p_{mad} のそれよりも遅れて現れることが分かる。

【0046】

10

そして、上記ルーチンでは、エンジン 3 の運転時に吸気圧 p_m の脈動の下限值 p_{mlo} を算出し、その下限値 p_{mlo} を吸気圧 p_m の検出値としての最終的な吸気圧 P_M として決定するようにしている。そのために、図 4 に示すように、脈動を伴う吸気圧 p_m につき、サンプリングされる前回の A/D 値 p_{mado} と今回の A/D 値 p_{mad} とを比較して、吸気圧 p_m の下降又は上昇を判断すると共に、下降から上昇への転換を判断する。そして、下降から上昇への転換時における前回の A/D 値 p_{mado} を下限値 p_{mlo} として算出し、その下限値 p_{mlo} を最終的な吸気圧 P_M の値として決定するようにしている。

【0047】

ここで、上記ルーチンでは、下限値 p_{mlo} が各なまし値 p_{msm4} , p_{msm32} , p_{msm128} より小さくなるとき、その下限値 p_{mlo} を吸気圧 p_m の検出値である最終的な吸気圧 P_M として決定するようにしている。従って、図 3 において時刻 t_1 に示すように、A/D 値 p_{mad} に変則的な下限値が現れても、その変則的な下限値が $1/32$ なまし値 p_{msm32} 又は $1/128$ なまし値 p_{msm128} より大きい場合には、その変則的な下限値が下限値 p_{mlo} の設定から除外されて最終的な吸気圧 P_M として決定されることがない。

20

【0048】

この実施の形態のエンジンシステムでは、上記のように検出される最終的な吸気圧 P_M を使用して燃料噴射制御が行われる。そこで、次に、この燃料噴射制御の処理内容について説明する。図 5 に燃料噴射制御のプログラムをフローチャートに示す。ECU 20 は、このルーチンを所定期間毎に周期的に実行する。

30

【0049】

まず、ステップ 200 で、ECU 20 は回転速度センサ 23 の検出値に基づきエンジン回転速度 NE の値を読み込む。

【0050】

ステップ 210 で、ECU 20 は、最終的な吸気圧 P_M の値を読み込む。即ち、脈動を伴う吸気圧 p_m の下限値 p_{mlo} を最終的な吸気圧 P_M の値として読み込む。

【0051】

ステップ 220 で、ECU 20 は、読み込まれたエンジン回転速度 NE の値と吸気圧 P_M の値とに基づいて基本燃料噴射量 $TABSE$ を算出する。ECU 20 は、この基本燃料噴射量 $TABSE$ の算出を、予め定められた関数データ（噴射量マップ）を参照することにより行う。この関数データでは、エンジン 3 の燃焼室 8 に吸入される吸気量が、吸気圧 P_M の値とエンジン回転速度 NE の値から決定され、その吸気量に応じた基本燃料噴射量 $TABSE$ が決定されるようになっている。

40

【0052】

ステップ 230 で、ECU 20 は、水温センサ 22 の検出値に基づき冷却水温 THW の値を読み込む。そして、ステップ 240 で、ECU 20 は、読み込まれた冷却水温 THW の値に基づき、エンジン 3 の暖機状態に応じて基本燃料噴射量 $TABSE$ を補正するための暖機補正係数 K_{THW} を算出する。

【0053】

ステップ 250 で、ECU 20 は、燃焼室 8 に供給される空気と燃料との可燃混合気の

50

空燃比 A/F を補正するための空燃比補正係数 $F A F$ の値を読み込む。この空燃比補正係数 $F A F$ は、酸素センサ 24 の検出値から読み込まれる酸素濃度 $O x$ の値に基づいて算出されるものである。

【 0 0 5 4 】

ステップ 260 で、 $E C U 20$ は、上記のように算出された基本燃料噴射量 $T A U B S E$ を、暖機補正係数 $K T H W$ 及び空燃比補正係数 $F A F$ 等に基づいて補正することにより最終燃料噴射量 $T A U$ の値を算出する。

【 0 0 5 5 】

その後、ステップ 270 で、 $E C U 20$ は、算出された最終燃料噴射量 $T A U$ の値に基づいてインジェクタ 4 を制御することにより、インジェクタ 4 から噴射される燃料量を制御するのである。

10

【 0 0 5 6 】

この実施の形態のエンジンシステムでは、上記のように検出される最終的な吸気圧 $P M$ を使用して点火時期制御が行われる。そこで、この点火時期制御の処理内容について説明する。図 6 に点火時期制御のプログラムをフローチャートに示す。 $E C U 20$ は、このルーチンを所定期間毎に周期的に実行する。

【 0 0 5 7 】

先ず、ステップ 300 で、 $E C U 20$ は回転速度センサ 23 の検出値に基づきエンジン回転速度 $N E$ の値を読み込む。

【 0 0 5 8 】

20

ステップ 310 で、 $E C U 20$ は、最終的な吸気圧 $P M$ の値を読み込む。即ち、脈動を伴う吸気圧 $p m$ の下限値 $p m l o$ を最終的な吸気圧 $P M$ の値として読み込む。

【 0 0 5 9 】

ステップ 320 で、 $E C U 20$ は、読み込まれたエンジン回転速度 $N E$ の値と吸気圧 $P M$ の値とに基づいて基本点火時期 $I T B S E$ を算出する。 $E C U 20$ は、この基本点火時期 $I T B S E$ の算出を、予め定められた関数データ（点火時期マップ）を参照することにより行う。この関数データでは、エンジン 3 の燃焼室 8 に吸入される吸気量が、吸気圧 $P M$ の値とエンジン回転速度 $N E$ の値から決定され、その吸気量に応じた基本点火時期 $I T B S E$ が決定されるようになっている。

【 0 0 6 0 】

30

ステップ 330 で、 $E C U 20$ は、水温センサ 22 の検出値に基づき冷却水温 $T H W$ の値を読み込む。そして、ステップ 340 で、 $E C U 20$ は、読み込まれた冷却水温 $T H W$ の値に基づき、エンジン 3 の暖機状態に応じて基本点火時期 $I T B S E$ を補正するための暖機補正係数 $K 1$ を算出する。

【 0 0 6 1 】

ステップ 350 で、 $E C U 20$ は、上記のように算出された基本点火時期 $I T B S E$ を、暖機補正係数 $K 1$ 等に基づき補正することにより、最終点火時期 $I T$ の値を算出する。

【 0 0 6 2 】

その後、ステップ 360 で、 $E C U 20$ は、算出された最終点火時期 $I T$ の値に基づいてイグニションコイル 13 を制御することにより、点火プラグ 12 による点火時期を制御する。

40

【 0 0 6 3 】

以上説明した本実施の形態のエンジンシステムにおいて、エンジン 3 の運転時には吸気通路 6 で吸気の脈動が発生して、吸気圧センサ 21 で検出される吸気圧 $p m$ は脈動を伴ったものとなる。このため、脈動を伴った吸気圧 $p m$ を、エンジン 3 の各種制御を実行するための運転パラメータの一つとしてそのまま使用したのでは、各種制御が不安定となる。

【 0 0 6 4 】

ここで、本願出願人は、脈動を伴う吸気圧 $p m$ の検出値において、その下限値 $p m l o$ が実際に燃焼室 8 に吸入される吸気量を最も良く反映した吸気圧となることを発見した。そこで、このエンジンシステムが実行する吸気圧検出方法では、吸気圧脈動、即ち、脈動

50

を伴う吸気圧 p_m についてその下限値 p_{m10} を算出し、その下限値 p_{m10} を最終的な吸気圧 P_M として決定するようにしている。このことから、脈動を伴う吸気圧 p_m にも拘わらず、最終的な吸気圧 P_M として吸気量に相関した適正な値と挙動が得られる。これによって、安定性と応答性に優れ、実際の吸気量との相関性の高い吸気圧 P_M を検出することができるようになる。

【0065】

図7(a), (b)には、アクセル開度の変化に対する吸気圧の挙動をタイムチャートに示す。図7(b)において、破線は吸気圧 p_m のAD値 p_{mad} を示し、実線は本実施の形態の検出により得られる最終的な吸気圧 P_M を示し、2点鎖線は従来のなまし処理によるなまし吸気圧を示す。

10

【0066】

このチャートからも明らかなように、加速開始前と加速終了後では、変化のないアクセル開度の挙動に合わせて吸気圧 P_M も安定することが分かる。又、加速開始から加速終了までの間の過渡運転時では、吸気圧 P_M も段階的に速やかに上昇することが分かる。これを、2点鎖線で示す従来のなまし吸気圧の挙動と比較すると、本実施の形態の吸気圧 P_M は、加速終了後の時刻 t_1 に安定するのに対し、従来のなまし吸気圧は、かなり遅れた時刻 t_2 に安定することになる。従って、本実施の形態の吸気圧検出方法によれば、両時刻 t_1, t_2 の間の時間だけ応答性を改善した吸気圧 P_M を検出できることが分かる。

【0067】

図8に、エンジン負荷に対する吸気圧の算出特性をグラフに示す。このグラフから明らかなように、従来のなまし吸気圧は、エンジン負荷の増加に対して曲線的に増加するのに対し、本実施の形態の吸気圧 P_M では、直線的に増加することが分かる。即ち、本実施の形態の吸気圧 P_M の方がエンジン負荷に対してリニアリティがあることが分かる。このことは、アクセル装置によるスロットルバルブ9の動きに対して吸気圧 P_M がリニアに反応することを意味し、過渡時に検出される吸気圧 P_M の応答性が向上していることを示している。これによって、吸気圧 P_M から換算される吸気量が、従来のなまし吸気圧により換算される吸気量に対して、より正確なものになることが分かる。

20

【0068】

ところで、この実施の形態のエンジン3では、運転中に吹き返しなどが発生すると、吸気通路6での吸気圧脈動の波形が乱れ、その乱れによる変則的な下限値が吸気圧脈動の下限値に混じって現れることがある。

30

【0069】

これに対して、この実施の形態では、脈動を伴う吸気圧 p_m のAD値 p_{mad} の下限値と共に算出されるAD値 p_{mad} の各種なまし値 $p_{msm4}, p_{msm32}, p_{msm128}$ をガード値 p_{msm} として使用する。そして、計算上は下限値となるAD値 p_{mad} が、上記ガード値 p_{msm} より小さくなるとき、その下限値となるAD値 p_{mad} を吸気圧 p_m の検出値である最終的な吸気圧 P_M として決定するようにしている。従って、例えば、エンジン3の吹き返しなどにより、脈動を伴う吸気圧 p_m の波形が乱れて変則的な下限値が現れても、その変則的な下限値が正規の下限値から除外されるので、変則的な下限値が最終的な吸気圧 P_M の値として決定されることがない。このため、エンジン3の吹き返しなどにより脈動を伴う吸気圧 p_m が乱れても、最終的な吸気圧 P_M の誤検出を防止することができる。

40

【0070】

しかも、この実施の形態では、各なまし値 $p_{msm4}, p_{msm32}, p_{msm128}$ を、エンジン3の運転状態に応じて選択的にガード値 p_{msm} として使用するようにしている。

【0071】

即ち、エンジン3の定常運転時には、1/32なまし値 p_{msm32} をガード値 p_{msm} として使用し、計算上は下限値となるAD値 p_{mad} が、上記ガード値 p_{msm} より小さくなるとき、その下限値となるAD値 p_{mad} を最終的な吸気圧 P_M として決定するように

50

している。

例えば、定常運転時としてのアイドル運転時には、脈動を伴う吸気圧 p_m の AD 値 p_{mad} は、図 9 に実線で示すように変化し、その AD 値 p_{mad} の $1/32$ なまし値 p_{msm32} は、図 9 に 2 点鎖線で示すように変化する。ここで、 AD 値 p_{mad} の波形に乱れがなければ、その下限値 p_{mlo} が、図 9 に細線で示すように、最終的な吸気圧 PM として正常に決定される。そして、図 9 の時刻 t_1 、 t_2 に示すように、吹き返しなどにより AD 値 p_{mad} の波形が乱れて変則的な下限値が現れても、その下限値がガード値 p_{msm} となる $1/32$ なまし値 p_{msm32} より大きいことから、図 9 に破線で示すように、変則的な下限値が最終的な吸気圧 PM として誤検出されることがない。

そして、この実施の形態では、正常に検出された最終的な吸気圧 PM を、燃料噴射量制御と点火時期制御に取り込んでいることから、正常な吸気量を算出することができ、定常運転に見合った適正な燃料噴射制御と適正な点火時期制御を実行することができる。この結果、吹き返しなどによる乱れの影響を受けることのない安定した定常運転をエンジン 3 で実現することができる。

【0072】

又、エンジン 3 の始動時には、 $1/128$ なまし値 p_{msm128} をガード値 p_{msm} として使用し、計算上は下限値となる AD 値 p_{mad} が、上記ガード値 p_{msm} より小さくなるとき、その下限値となる AD 値 p_{mad} を最終的な吸気圧 PM として決定するようにしている。

例えば、クランキングによりエンジン 3 の始動が開始されてからアイドル運転へ移行するまでの間は、脈動を伴う吸気圧 p_m の AD 値 p_{mad} は、図 10 に実線で示すように変化し、その AD 値 p_{mad} の $1/128$ なまし値 p_{msm128} は、図 10 に 2 点鎖線で示すように変化する。ここで、始動時には、 $1/32$ なまし値 p_{msm32} ではなく $1/128$ なまし値 p_{msm128} をガード値 p_{msm} として使用するの、変則的な下限値を最終的な吸気圧 PM として誤検出するのを防止するためである。即ち、 $1/32$ なまし値 p_{msp32} の振幅は、 $1/128$ なまし値 128 のそれより大きいことから、始動時に $1/32$ なまし値 p_{msp32} をガード値 p_{msm} として使用すると、図 10 の時刻 t_1 に示すように、ガード値 p_{msm} が吹き返しなどによる変則的な下限値より大きくなり、その下限値を最終的な吸気圧 PM として誤検出するおそれがある。そこで、始動時には、 $1/32$ なまし値 p_{msm32} よりも振幅の小さい $1/128$ なまし値 p_{msm128} をガード値 p_{msm} として使用することにより、変則的な下限値を最終的な吸気圧 PM として誤検出しないようにしている。この実施の形態では、エンジン回転速度 NE が所定値（例えば「 1150rpm 」）以下の場合に $1/128$ なまし値 p_{msm128} を、エンジン回転速度 NE が所定値（例えば「 1150rpm 」）より高い場合に $1/32$ なまし値 p_{msm32} を、それぞれガード値 p_{msm} として使用することになる。

そして、この実施の形態では、正常に検出された最終的な吸気圧 PM を、燃料噴射量制御と点火時期制御に取り込んでいることから、正常な吸気量を算出することができ、始動時に見合った適正な燃料噴射制御と適正な点火時期制御を実行することができる。この結果、吹き返しなどによる乱れの影響を受けることのない安定した始動をエンジン 3 で実現することができる。

【0073】

一方、エンジン 3 の過渡運転時には、 $1/4$ なまし値 p_{msm4} をガード値 p_{msm} として使用し、計算上は下限値となる AD 値 p_{mad} が、上記ガード値 p_{msm} より小さくなるとき、その下限値となる AD 値 p_{mad} を最終的な吸気圧 PM として決定するようにしている。エンジン 3 が定常状態から加速する過渡時には、脈動を伴う吸気圧 p_m の AD 値 p_{mad} は、図 11 に実線で示すように変化し、その AD 値 p_{mad} の $1/4$ なまし値 p_{msm4} は、図 11 に 2 点鎖線で示すように変化する。ここで、過渡時に、 $1/32$ なまし値 p_{msm32} ではなく $1/4$ なまし値 p_{msm4} をガード値 p_{msm} として使用するの、過渡時には、 AD 値 p_{mad} の挙動に対して図 11 に 1 点鎖線で示すように、 $1/32$ なまし値 p_{msm32} の挙動が遅れるためであり、 $1/32$ なまし値 p_{msm32} よりも $1/4$ なまし値

10

20

30

40

50

$pmsm4$ をガード値 $pmsm$ として使用した方が、最終的な吸気圧 PM とすべき適正な下限値 $pml o$ が得られるからである。この実施の形態のエンジン 3 では、エンジン行程の 2 サイクル後には $1/32$ なまし値 $pmsm32$ が AD 値 $pma d$ に追いつくことから、その移行期間は 720 A 前の吸気圧 pm との変化量を比較して過渡判定フラグ $XKATO$ が「1」になってからエンジン行程で「1440 A (エンジン行程 2 サイクル)」としている。

そして、この実施の形態では、適正に検出された最終的な吸気圧 PM を、燃料噴射量制御と点火時期制御に取り込んでいることから、適正な吸気量を算出することができ、過渡時に見合った適正な燃料噴射制御と適正な点火時期制御を実行することができる。この結果、応答性に優れた過渡運転をエンジン 3 で実現することができる。又、例えば、加速時に応答遅れがあって、吸入空気量に対して最終燃料噴射量 $T AU$ が少なくなり空燃比 A / F がリーン化するのとは異なり、この実施の形態では、加速時に、吸入空気量に対して適正な最終燃料噴射量 $T AU$ が得られ、空燃比 A / F が適正化するので、エンジン回転速度 NE を順調に高めることができ、適正なドライバビリティを確保することができる。

【0074】

図 12 には、エンジン 3 の過渡運転時 (加速時) における AD 値 $pma d$ 、 $1/4$ なまし値 $pmsm4$ 、下限値 $pml o$ (= 最終的な吸気圧 PM)、空燃比 A / F 及びエンジン回転速度 NE の挙動をタイミングチャートに示す。図 13 には、同じく過渡運転時 (加速時) における AD 値 $pma d$ 、 $1/32$ なまし値 $pmsm32$ 、下限値 $pml o$ (= 最終的な吸気圧 PM)、空燃比 A / F 及びエンジン回転速度 NE の挙動をタイミングチャートに示す。

【0075】

図 12 から明らかなように、 AD 値 $pma d$ との比較に $1/4$ なまし値 $pmsm4$ を使用した場合は、時刻 $t0$ で加速を開始した直後の時刻 $t1$ に AD 値 $pma d$ の変化がとらえられて下限値 $pml o$ (= 最終的な吸気圧 PM) が決定され、空燃比 A / F が適正化されることから、その後のエンジン回転速度 NE は順調に上昇することが分かる。これに対して、図 13 では、 AD 値 $pma d$ との比較に $1/32$ なまし値 $pmsm32$ を使用していることから、時刻 $t0$ で加速を開始してから少し遅れた時刻 $t2$ に AD 値 $pma d$ の変化がとらえられて下限値 $pml o$ (= 最終的な吸気圧 PM) が決定される。このため、加速開始後に空燃比 A / F がリーン化して、その後のエンジン回転速度 NE の上昇が遅れることが分かる。両図 12, 13 の比較から、過渡運転時には、 AD 値 $pma d$ との比較に、 $1/32$ なまし値 $pmsm32$ ではなく、 $1/4$ なまし値 $pmsm4$ を使用することのメリットが明らかである。

【0076】

上記のようにこの実施の形態の吸気圧検出方法及び吸気圧検出装置によれば、なまし値算出のためのなまし係数を変えることにより、異なる大きさの 3 つのなまし値 $pmsm4$ 、 $pmsm32$ 、 $pmsm128$ が得られる。従って、 AD 値 $pma d$ の下限値との比較に参照されるなまし値としてのガード値 $pmsm$ を、エンジン 3 の運転状態に応じて、3 つのなまし値 $pmsm4$ 、 $pmsm32$ 、 $pmsm128$ の中から選択することにより、運転状態により異なる吸気圧脈動の特性に合わせて、エンジン吹き返しなどによる変則的な下限値が除外されて最終的な吸気圧 PM として決定されることがない。このため、エンジン 3 の各種運転状態に応じて AD 値 $pma d$ に係る下限値 $pml o$ を適正に算出することができ、最終的な吸気圧 PM の検出を運転状態に応じて適正に行うことができる。

【0077】

この実施の形態のエンジンシステムによれば、エンジン 3 の運転時にエンジン回転速度 NE が回転速度センサ 23 により検出される。同じく、運転時に吸気圧 pm が吸気圧センサ 21 により検出され、その検出値の AD 値 $pma d$ から吸気圧脈動の下限値 $pml o$ が $ECU20$ により算出される。同じく、運転時に吸気圧 pm が吸気圧センサ 21 により検出され、その検出値の AD 値 $pma d$ から吸気圧脈動の各種なまし値 $pmsm4$ 、 $pmsm32$ 、 $pmsm128$ が $ECU20$ により算出される。それら 3 つのなまし値 $pmsm$

10

20

30

40

50

4, $pmsm32$, $pmsm128$ の一つがエンジン 3 の運転状態に応じて選択され、ガード値 $pmsm$ として使用される。上記算出された下限値 $pml o$ がこのガード値 $pmsm$ より小さくなると、その下限値 $pml o$ が最終的な吸気圧 PM として決定される。そして、決定された最終的な吸気圧 PM の値とエンジン回転速度 NE の検出値とに基づいて、最終燃料噴射量 TAU 及び最終点火時期 IT が $ECU20$ により操作量としてそれぞれ算出される。そして、それら操作量 TAU , IT に基づいてインジェクタ 4 及びイグニッションコイル 13 等が $ECU20$ によりそれぞれ制御されることにより、燃料噴射制御及び点火時期制御が実行される。

従って、脈動を伴う吸気圧 pm の AD 値 $pma d$ の中から、エンジン 3 の吹き返しなどに起因する AD 値 $pma d$ の乱れによる変則的な下限値が除外され、適正な下限値 $pml o$ のみが最終的な吸気圧 PM の値としてインジェクタ 4 及びイグニッションコイル 13 等の制御に取り込まれる。このことから、吸気圧 pm が脈動を伴い、その脈動に乱れが生じることがあるにも拘わらず、操作量としての最終燃料噴射量 TAU 及び最終点火時期 IT の値が適正に求められ、インジェクタ 4 及びイグニッションコイル 13 等が吸気圧 pm の挙動に応じて適正に制御されるようになる。この結果、安定性と応答性に優れた燃料噴射制御及び点火時期制御を実行することができ、実際の吸気量との相関性が高く、吸気圧脈動の乱れの影響の少ない正確な燃料噴射制御及び点火時期制御を実行することができる。併せて、エンジン 3 の吹き返しなどに影響を受けることのない安定した制御を実行することができる。

【0078】

尚、この発明は前記実施の形態に限定されるものではなく、発明の趣旨を逸脱することのない範囲で以下のように実施することもできる。

【0079】

(1) 前記実施の形態では、本発明の吸気圧検出方法、吸気圧検出装置、内燃機関の制御装置等を単気筒のエンジン 3 を含むエンジンシステムに具体化した、2 気筒や 3 気筒、或いはそれ以上の気筒数のエンジンを含むエンジンシステムに具体化することもできる。但し、気筒数が多ければ吸気脈動の振幅も小さくなることから、本発明の効果は 1 ~ 3 の気筒数のエンジンで特に有効と言える。

【0080】

(2) 前記実施の形態では、本発明を燃料噴射制御及び点火時期制御に具体化した、それらの制御に限られるものではなく、吸気圧を運転パラメータの一つとして使用する排気還流制御等のその他の制御に使用してもよい。

【0081】

(3) 前記実施の形態では、エンジン 3 の定常運転時には、 $1/32$ なまし値 $pmsm32$ を AD 値 $pma d$ との比較に使用し、エンジン 3 の始動時には、 $1/128$ なまし値 $pmsm128$ を AD 値 $pma d$ との比較に使用し、エンジン 3 の過渡運転時には、 $1/4$ なまし値 $pmsm4$ を AD 値 $pma d$ との比較に使用した。これに対して、 AD 値 $pma d$ との比較に使用されるなまし値のなまし係数を、対象となるエンジンの形式や排気量に応じ適宜変更してもよい。即ち、 $1/4$ なまし値 $pmsm4$ 、 $1/32$ なまし値 $pmsm32$ 及び $1/128$ なまし値 $pmsm128$ 以外に、例えば、 $1/8$ なまし値 $pmsm8$ 、 $1/16$ なまし値 $pmsm16$ 及び $1/64$ なまし値 $pmsm64$ を使用することもできる。

【0082】

(4) 前記実施の形態では、 $1/32$ なまし値 $pmsm32$ から $1/4$ なまし値 $pmsm4$ への移行期間を過渡判定フラグ $XKATO$ が「1」になってから、エンジン行程で「1440 °CA (エンジン行程 2 サイクル)」とした。これに対し、移行期間を対象となるエンジンの形式や排気量に応じ適宜変更してもよい。即ち、「1440 °CA」以外に「1080 °CA (エンジン行程 1.5 サイクル)」や「2160 °CA (エンジン行程 3 サイクル)」を使用することもできる。

【0083】

【発明の効果】

10

20

30

40

50

請求項 1 に記載の発明の構成によれば、安定性と応答性に優れ、実際の吸気量との相関性の高い吸気圧の検出を行うことができると共に、エンジン吹き返しなどによる吸気圧の誤検出を防止することができる。

【 0 0 8 4 】

請求項 2 に記載の発明の構成によれば、請求項 1 に記載の発明の効果に加え、内燃機関の各種運転状態に応じて吸気圧脈動に係る下限値を適正に算出することができ、吸気圧の検出を運転状態に応じて適正に行うことができる。

【 0 0 8 5 】

請求項 3 に記載の発明の構成によれば、安定性と応答性に優れ、実際の吸気量との相関性の高い吸気圧の検出を行うことができると共に、エンジン吹き返しなどによる吸気圧の誤検出を防止することができる。

10

【 0 0 8 6 】

請求項 4 に記載の発明の構成によれば、請求項 3 に記載の発明の効果に加え、内燃機関の各種運転状態に応じて吸気圧脈動に係る下限値を適正に算出することができ、吸気圧の検出を運転状態に応じて適正に行うことができる。

【 0 0 8 7 】

請求項 5 に記載の発明の構成によれば、安定性と応答性に優れ、実際の吸気量との相関性の高い正確な内燃機関制御を実行することができ、併せて、内燃機関の吹き返しなどに影響を受けることのない安定した制御を実行することができる。

【図面の簡単な説明】

20

【図 1】 一実施の形態に係り、エンジンシステムを示す概略構成図である。

【図 2】 吸気圧検出制御のプログラムを示すフローチャートである。

【図 3】 脈動を伴う吸気圧の A D 値とそのなまし値を示す説明図である。

【図 4】 脈動を伴う吸気圧の A D 値等を示す説明図である。

【図 5】 燃料噴射制御のプログラムを示すフローチャートである。

【図 6】 点火時期制御のプログラムを示すフローチャートである。

【図 7】 (a) , (b) はアクセル開度の変化に対する吸気圧の挙動を示すタイムチャートである。

【図 8】 エンジン負荷に対する吸気圧の算出特性を示すグラフである。

【図 9】 定常運転時の吸気圧の A D 値とその 1/32 なまし値の挙動を示すタイムチャートである。

30

【図 10】 (a) , (b) は始動運転時のエンジン回転速度、吸気圧の A D 値とその 1/32 なまし値及び 1/128 なまし値の挙動を示すタイムチャートである。

【図 11】 (a) , (b) は過渡運転時の過渡判定フラグ、吸気圧の A D 値とその 1/4 なまし値及び 1/32 なまし値の挙動を示すタイムチャートである。

【図 12】 (a) ~ (c) は過渡運転時の吸気圧、空燃比及びエンジン回転速度の挙動を示すタイムチャートである。

【図 13】 (a) ~ (c) は、同じく過渡運転時の吸気圧、空燃比及びエンジン回転速度の挙動を示すタイムチャートである。

【図 14】 従来の吸気圧の検出値と計算値の挙動を示すタイムチャートである。

40

【図 15】 従来の吸気圧検出方法を示すタイムチャートである。

【符号の説明】

3 エンジン (内燃機関)

4 インジェクタ (燃料噴射弁、制御対象)

6 吸気通路

1 2 点火プラグ (制御対象)

1 3 イグニッションコイル (制御対象)

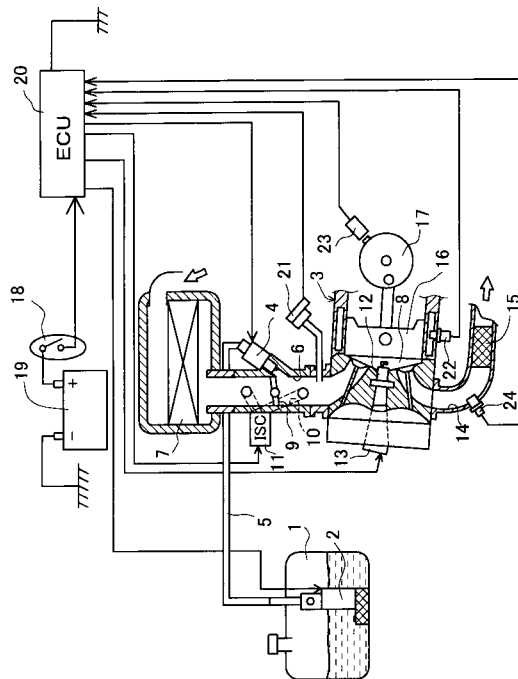
2 0 E C U (下限値算出手段、なまし値算出手段、吸気圧決定手段、なまし値選択手段、操作量算出手段及び制御手段)

2 1 吸気圧センサ (吸気圧検出手段)

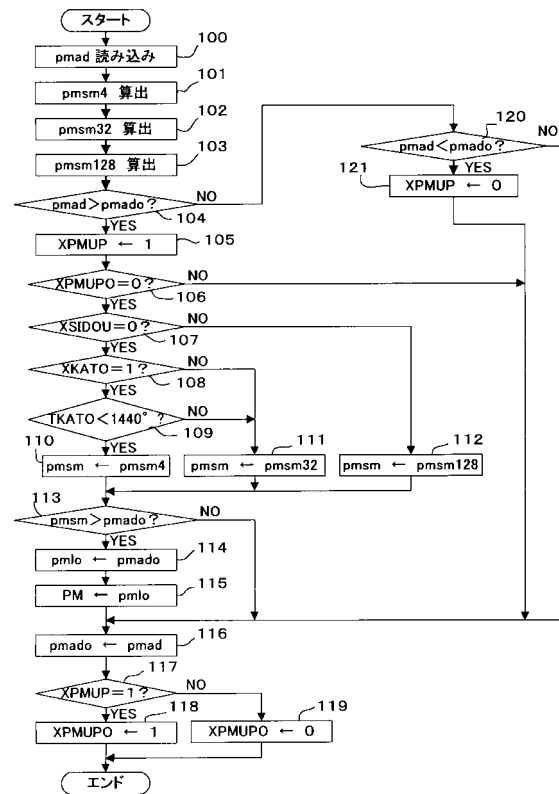
50

2 3 回転速度センサ（回転速度検出手段）

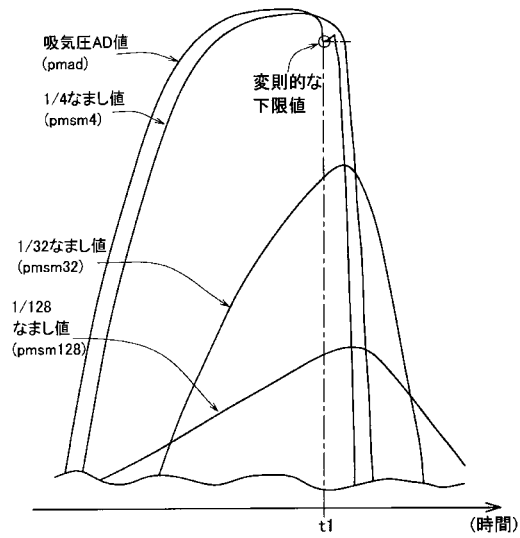
【図 1】



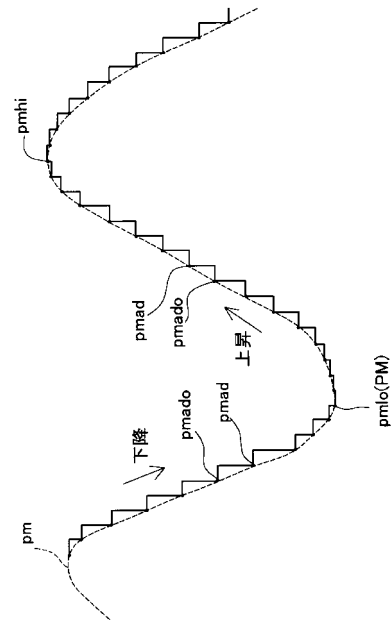
【図 2】



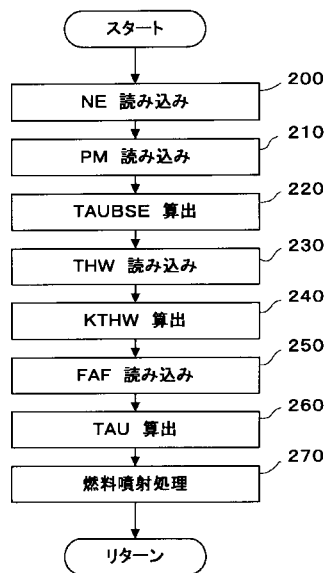
【図 3】



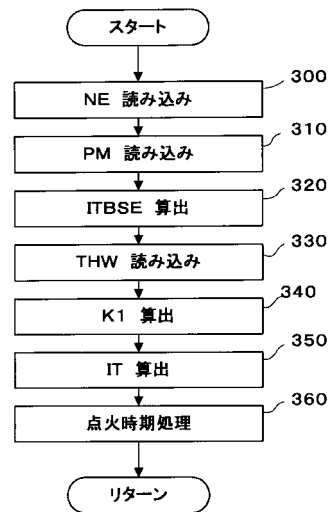
【図 4】



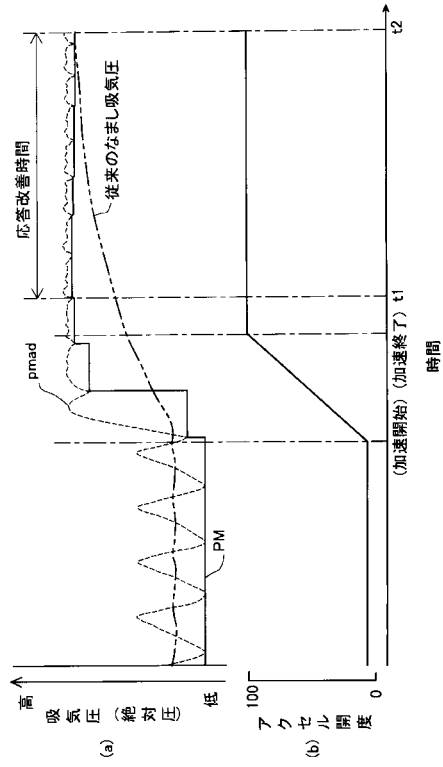
【図 5】



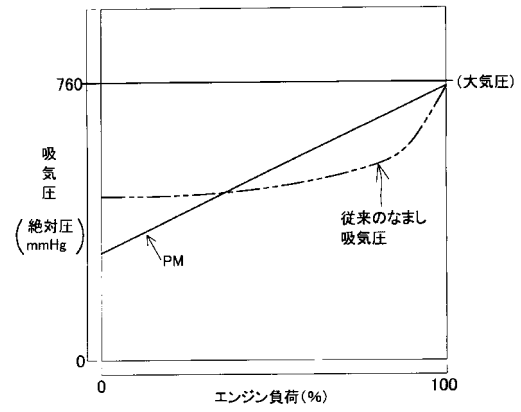
【図 6】



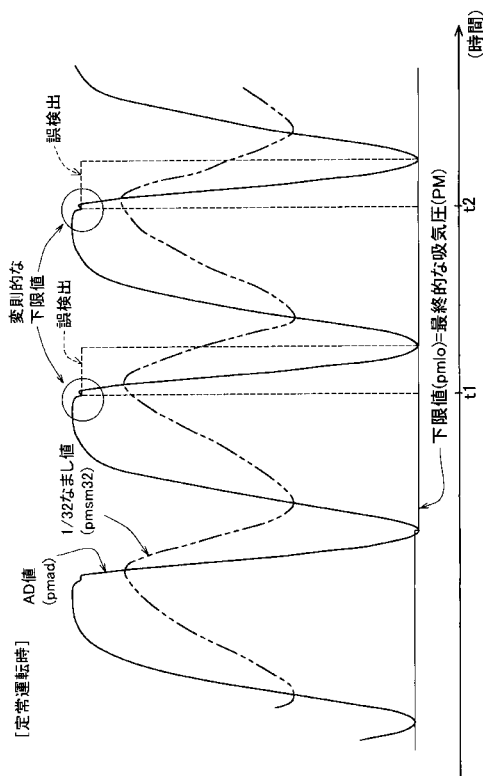
【図 7】



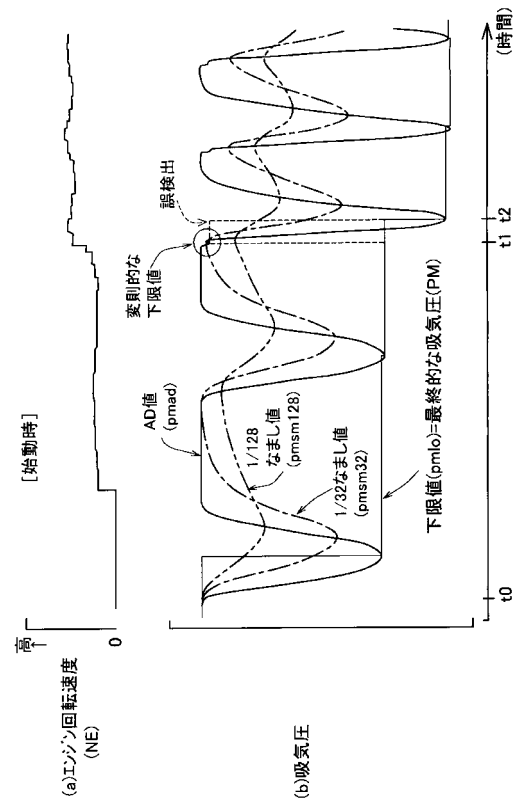
【図 8】



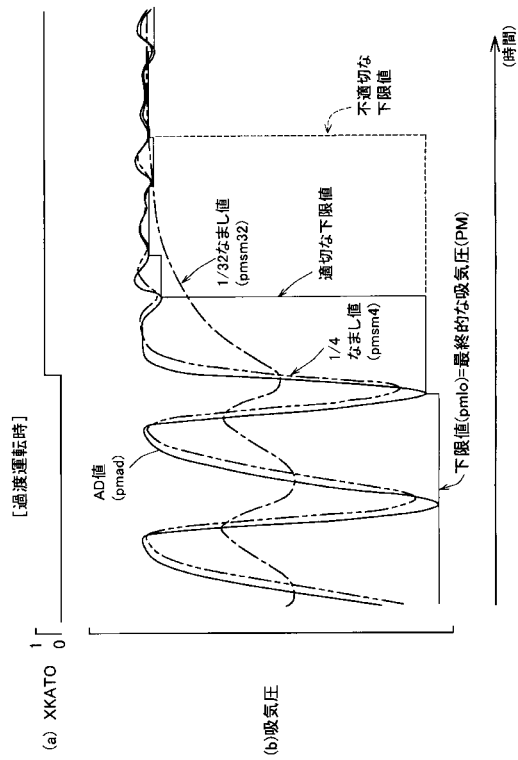
【図 9】



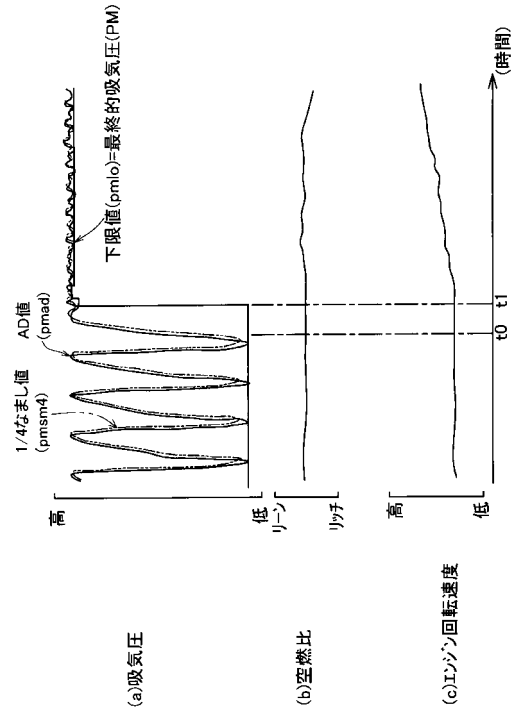
【図 10】



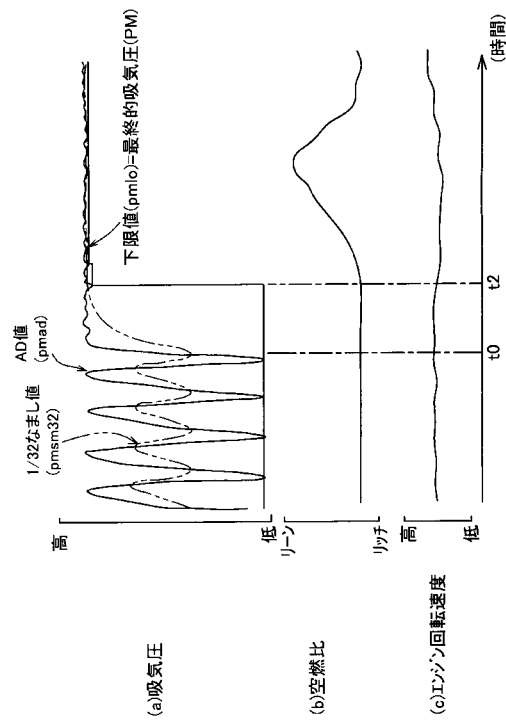
【図 1 1】



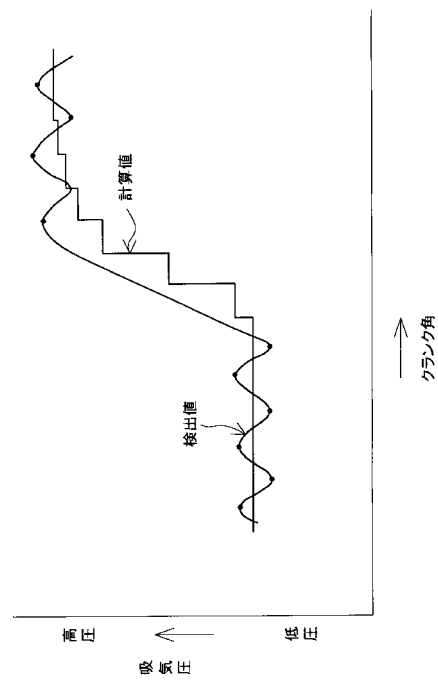
【図 1 2】



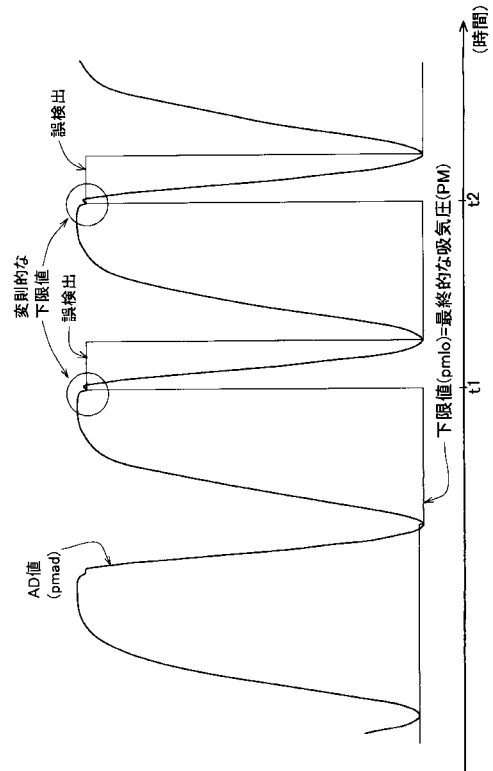
【図 1 3】



【図 1 4】



【図 15】



フロントページの続き

審査官 佐々木 正章

(56)参考文献 特開昭62-043531(JP,A)
特開平02-199242(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl.,DB名)
F02D 45/00