

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2013年10月31日(31.10.2013)



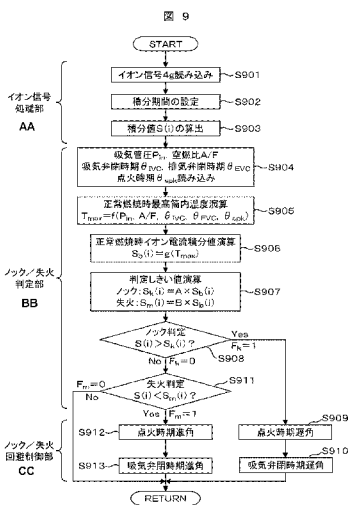
(10) 国際公開番号
WO 2013/161415 A1

- (51) 国際特許分類: F02D 45/00 (2006.01) F02P 17/12 (2006.01) F02D 13/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/056897
- (22) 国際出願日: 2013年3月13日(13.03.2013)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ: 特願 2012-100537 2012年4月26日(26.04.2012) JP
- (71) 出願人: 日立オートモティブシステムズ株式会社 (HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS, LTD.) [JP/JP]; 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場 2 5 2 0 番地 Ibaraki (JP).
- (72) 発明者: 熊野 賢吾 (KUMANO Kengo); 〒3191292 茨城県日立市大みか町七丁目 1 番 1 号 株式会社 日立製作所 日立研究所内 Ibaraki (JP). 赤城 好彦 (AKAGI Yoshihiko); 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場 2 5 2 0 番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内 Ibaraki (JP). 白石 拓也 (SHIRAIISHI Takuya); 〒3191292 茨城県日立市大みか町七丁目 1 番 1 号 株式会社 日立製作所 日立研究所内 Ibaraki (JP). 緒方 健一郎 (OGATA Kenichiroh); 〒3191292 茨城県日立市大みか町七丁目 1 番 1 号 株式会社 日立製作所 日立研究所内 Ibaraki (JP).
- (74) 代理人: 井上 学, 外 (INOUE Manabu et al.); 〒1008220 東京都千代田区丸の内一丁目 6 番 1 号 株式会社 日立製作所内 Tokyo (JP).

[続葉有]

(54) Title: ENGINE CONTROL DEVICE

(54) 発明の名称: エンジン制御装置



- AA Ion signal processing unit
- BB Knocking / accidental fire determination unit
- CC Knocking / accidental fire avoidance control unit
- S901 Read ion signal 4g
- S902 Set integration period
- S903 Calculate integrated value $S(i)$
- S904 Read intake pipe pressure P_{in} , air-fuel ratio A/F, intake valve closing timing $\theta_{V_{in}}$, exhaust valve closing timing θ_{EVC} , spark timing θ_{spk}
- S905 Calculate maximum in-cylinder temperature during normal combustion $T_{max} = f(P_{in}, A/F, \theta_{V_{in}}, \theta_{EVC}, \theta_{spk})$
- S906 Calculate ion current integrated value during normal combustion $S_N(i) = g(T_{max})$
- S907 Calculate determination threshold value
Knocking: $S_k(i) = A \times S_N(i)$
Accidental fire: $S_m(i) = B \times S_N(i)$
- S908 Determine knocking $S(i) > S_k(i) ?$
- S911 Determine accidental fire $S(i) < S_m(i) ?$
- S912 Advance spark timing
- S909 Retard spark timing
- S913 Advance intake valve closing timing
- S910 Retard intake valve closing timing

(57) Abstract: In order to solve a problem that in an internal combustion engine in which abnormal combustion (knocking or an accidental fire) of an engine is detected from an ion signal, the setting of an abnormal combustion determination threshold value under a transient condition in which an engine operating state abruptly changes is difficult to thereby cause erroneous determination, the present invention is an engine control device provided with an ion signal detection means for detecting ions generated during combustion, and provided with an abnormal combustion determination means for determining knocking or an accidental fire according to an ion signal detected by the detection means, the engine control device being characterized by being provided with an in-cylinder temperature estimation means for estimating the in-cylinder temperature in a normal combustion cycle under a current operating condition of the engine, and by setting the knocking determination threshold value or accidental fire determination threshold value of the ion signal on the basis of the estimated in-cylinder temperature information. Consequently, it becomes possible to accurately detect abnormal combustion even under a transient operating condition.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2013/161415 A1



(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW,

MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

イオン信号によってエンジンの異常燃焼 (ノックまたは失火) を検知する内燃機関では、エンジン運転状態が急激に変化する過渡条件における異常燃焼判定しきい値の設定が困難であり、誤判定が生じてしまう。本発明は、上記課題を解決するために、燃焼時に発生するイオンを検知するためのイオン信号検出手段を備え、前記検出手段により検出されたイオン信号によりノックもしくは失火を判定する異常燃焼判定手段を備えたエンジン制御装置において、前記エンジンの現在の運転条件における正常燃焼サイクルの筒内温度を推定する筒内温度推定手段を備え、推定した筒内温度情報に基づいてイオン信号のノック判定しきい値もしくは失火判定しきい値を設定すること、を特徴とするものであり、過渡的な運転条件においても正確に異常燃焼を検出することが可能となる。

明 細 書

発明の名称： エンジン制御装置

技術分野

[0001] 本発明は、エンジンの制御装置、特にイオン信号を用いた異常燃焼検出装置に関する。

背景技術

[0002] 近年、自動車の燃費向上のためエンジンの燃焼効率を改善する試みがされている。その改善技術の1つが高圧縮比化である。圧縮比を高くすることで内燃機関の熱効率が向上することは理論的に証明されている。ガソリンエンジンでは10前後、ディーゼルエンジンでは18前後に設定されていることから、ディーゼルエンジンの方が熱効率が高い。ガソリンエンジンでは、圧縮比の増加に伴ってノックと言われる異常燃焼が発生し易くなるため、高圧縮比化にも限界がある。

[0003] そのノックを抑制する技術として、排気ガスを吸気側に還流し（以下、EGRガス）、燃焼室に再導入して燃焼させる手法が提案されている。これはEGRガス中に含まれるCO₂やN₂などの不活性成分を多く取り込むことで、燃焼に寄与しない作動ガス量を多くすることになり、その結果、燃焼反応が緩慢になり、燃焼速度を低減することを狙っている。高圧縮比のエンジンにおいてもノックの発生を抑制することができ、圧縮比14前後まで高めることができる。また、この手法は高過給エンジンにも適用できる。

[0004] 一方、このEGRガスを再導入して燃焼させる手法は、EGRガスが規定量以上入りすぎると、着火性の悪化、燃焼速度の低下などにより、失火や未燃焼などの燃焼不具合を発生させ、燃焼バラツキが大きくなることが報告されている。

[0005] 従って、EGRガスを利用して、エンジンの高圧縮比化をするには、異常燃焼であるノックの検知、および燃焼バラツキ要因となる失火の検知が必要である。ノックや失火といった異常燃焼を検出するための手段の1つとして

燃焼時に生成するイオンをイオン信号として検出する方法が有効である。イオン信号は、エンジン運転条件（エンジントルクやエンジン回転数など）によってその値が著しく変化するため、運転条件によって異常燃焼と判定するためのイオン信号値（判定しきい値）を変化させる必要がある。そのため、過去の数サイクル分のイオン信号の平均値をバックグラウンドレベルとし、そのバックグラウンドレベルに基づいて判定しきい値を演算する方法がとられるが、エンジンの負荷や回転数が変化した場合、判定しきい値の変化に一定の遅れが生じてしまうという課題がある。

[0006] 特許文献1に記載の技術として、エンジン負荷と回転数を軸としたエンジン運転マップ上に正常燃焼時におけるイオン電流値（バックグラウンド）を記憶させ、その値に基づいてノック判定しきい値を設定するとともに、学習により判定しきい値を運転領域毎に補正、更新するという手法が知られている。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特開2000-130246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、例えばドライバがアクセルを強く踏み込むなど、急激にトルクが変化するような状況においては、エンジン負荷と回転数を軸とした定常運転条件から、過渡的に逸脱した筒内状態（ガス組成や温度）になる場合がある。特に、上述のように大量のEGRガスを導入するシステムにおいては、トルク変化に伴いEGR率の制御目標値が急激に変化した場合、目標値に対してEGR率の実際値がオーバーシュートもしくはアンダーシュートしてしまう現象が発生し、その結果、定常条件では起こり得ない筒内状態（ガス組成およびガス温度）になり得る。そのような場合に、エンジン負荷と回転数を軸とした定常条件マップに基づいて設定された異常燃焼判定しきい値

を用いると、正常燃焼を異常燃焼（ノック、失火）と誤判定してしまう、もしくは異常燃焼（ノック、失火）を正常燃焼と誤判定してしまうという問題が生じる。

[0009] 上記のような問題点に鑑み、本発明の目的は、筒内の状態が急激に変化する過渡条件などを含み、いかなる運転条件においても、正確にノックや失火を判定することができるエンジン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] 上記目的を達成するために、本発明のエンジン制御装置は、燃焼時に発生するイオンを検知するためのイオン信号検出手段を備え、前記検出手段により検出されたイオン信号によりノックもしくは失火を判定する異常燃焼判定手段を備えたエンジン制御装置において、前記エンジンの現在の運転条件における正常燃焼サイクルの筒内温度を推定する筒内温度推定手段を備え、推定した筒内温度情報に基づいてイオン信号のノック判定しきい値もしくは失火判定しきい値を設定すること、を特徴としている。

[0011] かかる構成により、イオン信号値に相関のある筒内温度情報をサイクル毎に推定し、その温度情報に基づいて判定しきい値を設定することで、いかなる運転条件においても誤判定を抑制し、異常燃焼の検知精度を向上することが可能となる。

[0012] また、本発明のエンジン制御装置の他の態様としては、前記筒内温度推定手段は、前記エンジンの吸気管の内部の圧力と、前記エンジンの吸気および排気を制御する吸気弁および排気弁の開閉時期と、前記エンジンの燃焼室内に供給する空気と燃料の質量比である空燃比と、前記エンジンの点火時期を制御するための点火信号と、のうち少なくとも1つを用いて筒内温度を推定すること、を特徴としている。

[0013] かかる構成により、筒内温度推定の際に、吸排気弁や空燃比、点火時期といった筒内温度に直接影響するエンジン制御パラメータ値を考慮することで、より正確な筒内温度推定が可能となる。

[0014] 更にまた、本発明のエンジン制御装置の他の態様としては、前記異常燃焼

判定手段は、燃焼サイクル中の所定期間のイオン信号の積分値、もしくは所定期間内のイオン信号のピーク値に基づいて、ノックもしくは失火を判定すること、を特徴としている。

[0015] かかる構成により、イオン信号に同一の処理を施すことでノックおよび失火双方を判定できるため、ECUの演算負荷を低減することが可能となる。

[0016] 更にまた、本発明のエンジン制御装置の他の態様としては、前記異常燃焼判定手段により、ノックまたは失火であると判定された場合に、前記エンジンの点火時期および吸気弁の閉弁時期のうち、少なくとも1つを変更すること、を特徴としている。

[0017] かかる構成により、異常燃焼と判定された直後に、異常燃焼を抑制する方向にエンジンパラメータを制御することが可能となり、異常燃焼の発生を最小限に留めることが可能となる。

[0018] 更にまた、本発明のエンジン制御装置の他の態様としては、現在のエンジン運転状態が定常運転状態であるかを判定する定常運転判定手段をさらに備え、前記定常運転判定手段により定常運転でないとして判定された場合に、前記筒内温度情報に基づいてイオン信号のノック判定しきい値もしくは失火判定しきい値を設定すること、を特徴としている。

[0019] かかる構成により、定常条件でないとして判断された条件、つまり筒内ガスの挙動が著しく変化している過渡条件でのみ、推定した筒内温度情報に基づく異常燃焼判定を実施するため、筒内温度推定に伴うECUの演算負荷増大を最小限に抑えることが可能となる。

発明の効果

[0020] 本発明によれば、筒内の状態が急激に変化する過渡条件においても、推定した筒内温度情報に基づいてイオン電流の異常燃焼判定しきい値を設定することで、ノックや失火を高精度に判定することができ、異常燃焼を最小限に抑えることが可能となる。

図面の簡単な説明

[0021] [図1]本発明の第1の実施形態によるエンジンの制御装置のシステム構成図。

[図2]本発明の第1の実施形態によるエンジンの制御装置の点火システム構成図。

[図3]本発明の第1の実施形態によるエンジンの制御装置の点火信号とイオン信号の代表例。

[図4]本発明の第1の実施形態によるエンジンの制御装置の異常燃焼判定手法の失火検出原理の説明図。

[図5]本発明の第1の実施形態によるエンジンの制御装置の異常燃焼判定手法のノック検出原理の説明図。

[図6]本発明の第1の実施形態によるエンジンの制御装置のイオン信号の積分値と筒内の最高温度との関係。

[図7]本発明の第1の実施形態によるエンジンの制御装置の構成を示すシステムブロック図。

[図8]本発明の第1の実施形態によるエンジンの制御装置のECU内で実施される異常燃焼判定および回避制御ロジックの概要図。

[図9]本発明の第1の実施形態によるエンジンの制御装置のイオン信号による異常燃焼判定および回避制御内容を示すフローチャート。

[図10]本発明の第1の実施形態によるエンジンの制御装置のイオン信号による異常燃焼判定のタイムチャート。

[図11]本発明の第2の実施形態によるエンジンの制御装置のシステム構成図。

[図12]本発明の第2の実施形態によるエンジンの制御装置の点火信号とイオン信号の代表例。

[図13]本発明の第2の実施形態によるエンジンの制御装置の構成を示すシステムブロック図。

[図14]本発明の第2の実施形態によるエンジンの制御装置のECU内で実施される異常燃焼判定および回避制御ロジックの概要図。

[図15]本発明の第2の実施形態によるエンジンの制御装置のイオン信号による異常燃焼判定および回避制御内容を示すフローチャート。

[図16]本発明の第2の実施形態によるエンジンの制御装置のイオン信号による異常燃焼判定のタイムチャート。

[図17]本発明の第3の実施形態によるエンジンの制御装置のECU内で実施される異常燃焼判定および回避制御ロジックの概要図。

[図18]本発明の第3の実施形態によるエンジンの制御装置のイオン信号による異常燃焼判定および回避制御内容を示すフローチャート。

[図19]本発明の第3の実施形態によるエンジンの制御装置のイオン信号による異常燃焼判定のタイムチャート。

発明を実施するための形態

[0022] 以下、図1～図10を用いて、本発明の第1の実施形態によるエンジンの制御装置の構成及び動作について説明する。

図1は、本発明の第1の実施形態によるエンジンの制御装置を自動車用筒内噴射式ガソリンエンジンに適用させたシステムの構成を示すシステム構成図である。

[0023] エンジン100は、火花点火式燃焼を実施する自動車用の4気筒ガソリンエンジンである。吸入空気量を計測するエアフローセンサ1と、吸気管圧力を調整する電子制御スロットル2と、吸入空気温度検出器の一態様であって吸入空気の温度を計測する吸気温度センサ15が、さらに、吸気管内の圧力を計測する吸気圧センサ21が吸気管6の各々の適宜位置に備えられている。また、エンジン100には、各気筒の燃焼室12の中に燃料を噴射する燃料噴射装置（以下、インジェクタ3）と、点火エネルギーを供給する点火システム4が気筒ごとに備えられ、エンジンの冷却水の温度を計測する冷却水温度センサ14がシリンダヘッド7の適宜位置に備えられている。また、筒内に流入する吸入ガスを調整する吸気バルブ可変装置5aと筒内から排出される排気ガスを調整する排気バルブ可変装置5bとから構成される可変バルブ5と、がシリンダヘッド7の各々の適宜位置に備えられている。可変バルブ5を調整することにより、1番から4番まで全気筒の吸気量およびEGR量を調整する。また、インジェクタ3に高圧燃料を供給するための高圧燃料

ポンプ 17 が燃料配管によってインジェクタ 3 と接続されている。燃料配管中には、燃料噴射圧力を計測するための燃料圧力センサ 18 が備えられている。

[0024] さらに、排気を浄化する三元触媒 10 と、空燃比検出器の一態様であって、三元触媒 10 の上流側にて排気空燃比を検出する空燃比センサ 9 と、排気温度検出器の一態様であって、三元触媒 10 の上流側にて排気温度を計測する排気温度センサ 11 とが排気管 8 の各々の適宜位置に備えられる。また、クランク軸には、回転角度を算出するためのクランク角センサ 13 が備えられている。

[0025] エアフローセンサ 1 と空燃比センサ 9 と冷却水温度センサ 14 と吸気温度センサ 15 と排気温度センサ 11 とクランク角センサ 13 と燃料圧力センサ 18 と吸気圧センサ 21 と点火システム（イオン信号検出回路）4 と可変バルブ 5（位相角センサ）から得られる信号は、エンジンコントロールユニット（ECU）20 に送られる。また、アクセル開度センサ 16 から得られる信号が ECU 20 に送られる。アクセル開度センサ 16 は、アクセルペダルの踏み込み量、すなわち、アクセル開度を検出する。ECU 20 は、アクセル開度センサ 16 の出力信号に基づいて、要求トルクを演算する。すなわち、アクセル開度センサ 16 は、エンジンへの要求トルクを検出する要求トルク検出センサとして用いられる。また、ECU 20 は、クランク角センサ 13 の出力信号に基づいて、エンジンの回転速度を演算する。ECU 20 は、上記各種センサの出力から得られるエンジンの運転状態に基づき、空気流量、燃料噴射量、点火時期、燃料圧力等のエンジンの主要な作動量を最適に演算する。

[0026] ECU 20 で演算された燃料噴射量は開弁パルス信号に変換され、インジェクタ 3 に送られる。また、ECU 20 で演算された点火時期で点火されるように、点火信号 4h が点火システム 4 に送られる。また、ECU 20 で演算されたスロットル開度は、スロットル駆動信号として電子制御スロットル 2 に送られる。また、ECU 20 で演算された可変バルブの作動量は、可変

バルブ駆動信号として、可変バルブ 5 へ送られる。また、ECU 20 で演算された燃料圧力は、高圧燃料ポンプ駆動信号として、高圧燃料ポンプ 17 へ送られる。

[0027] 吸気管 6 から吸気バルブを経て燃焼室 12 内に流入した空気に対し、燃料が噴射され、混合気を形成する。混合気は所定の点火時期で点火プラグ 4 a から発生される火花により爆発し、その燃焼圧によりピストンを押し下げてエンジンの駆動力となる。更に、爆発後の排気ガスは排気管 8 を経て、三元触媒 10 に送りこまれ、排気成分は三元触媒 10 内で浄化され、外部へと排出される。

[0028] 図 2 は、本発明の第 1 の実施形態によるエンジンの制御装置の点火システム 4 の構成を示した図である。ECU 20 からの点火信号が入力されるとイグナイタ 4 i を介して、一次点火コイル 4 c に電流が流れる。点火信号が OFF になり一次側の電流が止まると、二次点火コイル 4 b に起電力が発生し、点火プラグ 4 a の先端に高電圧がかかり、火花放電が生じる。火花放電時は図の矢印 I の方向に電流が流れる。二次点火コイル 4 b の電圧が減少し、ツェナーダイオード 4 e の降伏電圧（例えば 100 V）よりも低くなると、電流はキャパシタ 4 d に流れ込み、キャパシタ 4 d に電荷がチャージされる。

[0029] 火花放電により点火プラグ間ギャップに火炎核が生まれ、その後燃焼室内に火炎が伝播していく。火炎帯には燃焼過程の中間生成物として、ケミカルイオンやサーマルイオンといったイオンが存在している。この時、点火プラグ 4 a には、火花放電時にチャージしたキャパシタ 4 d によって電圧（この場合は 100 V）がかかっており、その電圧により燃焼室内の陽イオン（および電子）を捕捉することによって回路内にイオン電流が流れる（図中の II の方向）。このイオン電流は電圧変換用抵抗 4 f によって電圧変換された後、イオン信号 4 g として ECU 20 に送られる。

[0030] 図 3 は、本発明の第 1 の実施形態によるエンジンの制御装置における、点火信号とイオン信号の代表例を示した図である。イオン信号に関しては、正

常燃焼時、ノック時、失火時の例を示している。イオン信号には3つの山が出る特徴がある。1つ目の山4g-1はイオン信号検出回路が点火システム4に内蔵されている場合に見られる波形で、時刻t1で点火信号4hが入力された際にイオン信号検出部に電流が流れイオン信号として出力される。実際には燃焼室内には燃焼火炎は存在しないタイミングなので、これはノイズとして処理する。2つ目の山4g-2は、充電時間 $\Delta t a$ 後に時刻t2で点火信号4hが遮断され点火プラグ4aのギャップ間に火花が飛んだ後に見られる波形で、ギャップ間に火花が飛んでいる間はイオン信号を検出できないものの、その後、燃焼初期火炎中のイオン成分を検出している。3つ目の山4g-3は、燃焼火炎が燃焼室全体に燃え広がる過程で検出される波形で、燃焼室内の圧力波形ともよく一致し、主燃焼部分の火炎中のイオン成分を検出している。

[0031] ノックや失火といった異常燃焼発生時は、主に3つ目の山に変化が現れる。ノック時においては、ノック発生に伴い燃焼室内の圧力／温度が上昇することから3山目の信号が大きくなり、そこにノック周波数を持つ振動成分が乗っている。失火時においては、火炎中のイオン成分が生成しないため、3山目の信号が著しく低下する。以上の特性を考慮して、本実施例においては3山目の信号の積分値を異常燃焼判定用に利用する。具体的には、時刻t2で点火信号4hが遮断され、遮断後 $\Delta t b$ 経過後の時刻t3から、 $\Delta t c$ 経過後の時刻t4までの間のイオン信号4gを積分する。これをS(i)とする。

[0032] 図4は、本発明の第1の実施形態によるエンジンの制御装置における、異常燃焼判定手法の失火検出原理の説明図である。グラフの横軸は図示平均有効圧つまりエンジントルクに相当する値を表しており、縦軸はイオン信号積分値である。燃焼状態が安定している時は図中の正常燃焼範囲内に収まっている。そのような状態において不完全燃焼や失火が発生すると、燃焼火炎が存在しないことからイオン信号積分値S(i)は小さくなり、設定した失火判定しきい値以下になった場合に失火と判定できる。図中黒塗りのプロット

は失火と判定する条件である。前述のように、エンジン回転数などの運転条件によって正常燃焼時のイオン信号は変化するため、運転条件によって失火判定しきい値も変化させる必要がある。

[0033] 図5は、本発明の第1の実施形態によるエンジンの制御装置における、異常燃焼判定手法のノック検出原理の説明図である。グラフの横軸はノック強度、例えばノックセンサの出力信号からノック周波数成分の振動強度を演算した値であり、縦軸はイオン信号積分値である。左に行くほどノック強度が大きい状態であり、最左部はヘビーノックの状態である。ノックが発生していない時は図中の正常燃焼範囲内に収まっている。ノックが発生すると、燃焼室内の圧力／温度が上昇して、イオン信号積分値 $S(i)$ は大きくなる。設定したノック判定しきい値以上になった場合にノックと判定できる。図中黒塗りのプロットはノックと判定する条件である。前述のように、エンジン回転数などの運転条件によって正常燃焼時のイオン信号は変化するため、運転条件によってノック判定しきい値も変化させる必要がある。

[0034] 図6は、イオン信号の積分値と、筒内の最高温度との関係を示した図である。エンジン負荷やエンジン回転数、空燃比、EGR率など、様々なパラメータを変化させて取得した結果をプロットしている。この図から、イオン信号は筒内最高温度と強い相関があり、筒内最高温度が高いほどイオン信号が大きくなることがわかる。例えば、エンジン負荷が大きい条件では筒内最奥温度が上昇するため、イオン信号積分値も増加する。また、EGR率が大きい条件では筒内ガスの熱容量が増加するため筒内最高温度が低下してイオン信号積分値は低下する。図4、図5に示した失火およびノックの検出原理も、この筒内最高温度とイオン信号との関係を利用したものである。前述のように、イオン信号から異常燃焼を判定する際は、その時の運転状態に応じて適切な判定しきい値を設定する必要がある。そこで、本実施例におけるエンジン制御装置は、対象サイクルの正常燃焼時の筒内最高温度を予測し、図6の関係をを用いて正常燃焼時のイオン信号を算出する。その後、正常燃焼時のイオン信号から異常燃焼の判定しきい値を算出する。例えば、正常燃焼時の

信号を定数倍したものを異常燃焼判定しきい値とする。

[0035] 図7は、本発明の第1の実施形態によるエンジンの制御装置の構成を示すシステムブロック図である。エアフローセンサ1、イオン信号4g、空燃比センサ9、排気温度センサ11、クランク角センサ13、冷却水温度センサ14、吸気温度センサ15、アクセル開度センサ16、燃料圧力センサ18、吸気圧センサ21、の出力信号は、ECU20の入力回路20aに入力する。但し、入力信号はこれらだけに限られない。入力された各センサの入力信号は入出力ポート20b内の入力ポートに送られる。入出力ポート20bに送られた値は、RAM20cに保管され、CPU20eで演算処理される。演算処理内容を記述した制御プログラムは、ROM20dに予め書き込まれている。

[0036] 制御プログラムに従って演算された各アクチュエータの作動量を示す値は、RAM20cに保管された後、入出力ポート20b内の出力ポートに送られ、各駆動回路を経て各アクチュエータに送られる。本実施形態の場合は、駆動回路として、電子制御スロットル駆動回路20f、インジェクタ駆動回路20g、点火出力回路20h、可変バルブ駆動回路20j、高圧燃料ポンプ駆動回路20kがある。各回路は、それぞれ、電子制御スロットル2、インジェクタ3、点火システム4、可変バルブ5、高圧燃料ポンプ17を制御する。本実施形態においては、ECU20内に上記駆動回路を備えた装置であるが、これに限るものではなく、上記駆動回路のいずれかをECU20内に備えるものであってもよい。

[0037] ECU20は、入力信号に基づいて異常燃焼を判定し、異常燃焼であると判定された場合に、点火時期および可変バルブを制御する。

[0038] 図8は、本発明の第1の実施形態によるエンジンの制御装置のECU20内で実施される異常燃焼判定および回避制御ロジックの概要を示す図である。イオン信号処理部、ノック／失火判定部、ノック／失火回避制御部から構成される。イオン信号4gはイオン信号処理部に入力され、図3で示したように予め定められた区間の積分処理が実行される。ノック／失火判定部には

、イオン信号の積分値の他、可変バルブ5から現在のバルブ位相（特に吸気弁閉時期、排気弁閉時期）、空燃比、吸気管圧力、点火信号（点火時期）が入力される。ここで、吸気弁閉時期、排気弁閉時期、空燃比、吸気管圧力、点火時期を基に、正常燃焼時における最高筒内温度を推定する。具体的には、排気弁閉時期および吸気管圧力から、筒内空気量および内部EGR量を求める。吸気弁閉時期から求めた有効圧縮比と、筒内空気量および内部EGR量とから、圧縮膨張行程における空気サイクルの筒内温度履歴が求められる。この空気サイクルの筒内温度履歴と、空燃比から求められる燃焼時の発生熱量と、点火時期から推定可能な燃焼終了時期と、に基づいて、正常燃焼時における最高筒内温度を推定することができる。推定された正常燃焼時の最高筒内温度から、図6の関係を用いて正常燃焼時のイオン信号積分値を演算し、それに定数を乗じることによってノックおよび失火の判定しきい値を算出する。ノックおよび失火の判定しきい値と、入力されたイオン積分値を比較することで、ノックおよび失火を判定する。ノックと判定されればノック判定フラグ F_k を1に、失火と判定されれば失火判定フラグ F_m を1にセットし、ノック／失火回避制御部へ出力する。

[0039] ノック／失火回避制御部には、ノック判定フラグ F_k 、失火判定フラグ F_m が入力され、 $F_k=1$ であれば、ノック回避のために点火時期を遅角、吸気弁閉時期を遅角（有効圧縮比を低下）するべく、点火出力回路20hおよび可変バルブ駆動回路20jに指令値を与える。また、 $F_m=1$ であれば、失火回避のために点火時期を進角、吸気弁閉時期を進角（有効圧縮比を上昇）するべく、点火出力回路20hおよび可変バルブ駆動回路20jに指令値を与える。

[0040] 図9は、本発明の第1の実施形態によるエンジンの制御装置におけるイオン信号による異常燃焼判定および回避制御内容を示すフローチャートである。図9に示す制御内容は、ECU20によって、所定の周期で繰り返し実行される。

[0041] ステップS901において、ECU20は、イオン信号4gを読み込む。

次に、ステップS902において、イオン信号を積分する期間を設定する。基本的には点火時期から一定時間（例えば2ms）の経過後から、燃焼が終了する時期（例えば90deg. ATDC）までを積分期間に設定する。この積分期間は運転条件ごとにマップとして予め記憶されている。次に、ステップS903に進み、イオン信号積分値 $S(i)$ を算出する。記号 i は i 番目サイクルを意味する。次に、ステップS904に進み、吸気管圧 P_{in} 、空燃比 A/F 、吸気弁閉時期 θ_{IVC} 、排気弁閉時期 θ_{EVC} 、点火時期 θ_{spk} を読み込む。次に、ステップS905にて、読み込んだパラメータから、正常燃焼時最高筒内温度 T_{max} を算出する。具体的には、まず排気弁閉時期および吸気管圧力から、筒内空気量および内部EGR量を求める。吸気弁閉時期から求めた有効圧縮比と、筒内空気量および内部EGR量とから、圧縮膨張行程における空気サイクルの筒内温度履歴が求められる。この空気サイクルの筒内温度履歴と、空燃比から求められる燃焼時の発生熱量と、点火時期から推定可能な燃焼終了時期と、に基づいて、正常燃焼時における最高筒内温度 T_{max} を算出する。次に、ステップS906にて、正常燃焼時の最高筒内温度 T_{max} から正常燃焼時イオン信号積分値 $S_b(i)$ を演算する。具体的には、図6に示した最高筒内温度とイオン信号との関係を定式（近似式）化したものを予めECU20に記憶させておき、その式を用いて演算する。

[0042] 次に、ステップS907にて、正常燃焼時イオン信号積分値 $S_b(i)$ からノック判定しきい値 $S_k(i)$ および失火判定しきい値 $S_m(i)$ を演算する。例えば、正常燃焼時イオン信号積分値 $S_b(i)$ に定数 A を乗じたものを、ノック判定しきい値 $S_k(i)$ 、正常燃焼時イオン信号積分値 $S_b(i)$ に定数 B を乗じたものを、失火判定しきい値 $S_m(i)$ とする。ここで、 A は1.2~2.0、 B は0.1~0.5程度に設定される。

[0043] 次に、ステップS908にて、イオン信号積分値 $S(i)$ とノック判定しきい値 $S_k(i)$ を比較することで、ノックか否かを判定する。 $S(i) > S_k(i)$ である場合は、ノックであると判定し、ステップS909に進む。 $S(i) \leq S_k(i)$ である場合は、ノックでないと判定し、ステップS911

に進む。ステップS909では、ノックを回避するために点火時期の遅角制御を実施し、さらにステップS910で、ノックを回避するために吸気弁閉時期の遅角制御（有効圧縮比の低下）を実施して、一連の制御を終了する。ステップS908でノックでないと判定された場合は、ステップS911に進み、イオン信号積分値 $S(i)$ と失火判定しきい値 $S_m(i)$ を比較することで、失火か否かを判定する。 $S(i) \geq S_m(i)$ である場合は、失火でないと判定し、一連の制御を終了する。 $S(i) < S_m(i)$ である場合は、失火であると判定し、ステップS912に進む。ステップS912では、失火を回避するために点火時期の進角制御を実施し、さらにステップS913で、失火を回避するために吸気弁閉時期の進角制御（有効圧縮比の上昇）を実施して、一連の制御を終了する。

[0044] 図10は、本発明の第1の実施形態によるエンジンの制御装置による、イオン信号による異常燃焼判定のタイムチャートを示している。図中上から、アクセル開度 α 、吸気管圧力 P_{in} 、空燃比 A/F 、吸気弁閉弁時期 θ_{ivc} 、正常燃焼時の最高筒内温度（推定値） T_{max} 、イオン信号積分値 S の時間変化を示している。イオン信号積分値 S のチャートには、正常燃焼時イオン信号積分値 S_b 、ノック判定しきい値 S_k 、失火判定しきい値 S_m 、を併記している。この例ではノックや失火などが発生していない状況を想定している。時刻 t_s 以前は、アクセル開度一定の運転がなされており、エンジンの運転状態（吸気管圧力、空燃比など）および推定される正常燃焼時最高筒内温度は安定している。時刻 t_s にて、ドライバによりアクセルが踏み込まれると、それを受けてまずスロットルが開かれ、吸気管圧力が上昇を始める。吸気管圧力はアクセル開度から一定の時間遅れを持って上昇する。筒内の空気量に合わせて所望の空燃比（例えば量論比）となるよう燃料噴射量を制御するが、筒内の空気量が増加している際には、図示したように空燃比が一時的にリッチ化してしまう場合もある。また、吸気弁閉時期は可変動弁によって制御されており、可変動弁の径時変化などにより制御性が変化し、図示したように制御目標値に対してオーバーシュートしてしまう場合がある。結果として、時刻 t_s から時

刻 t_0 に至るまでエンジン筒内は過渡的な状態となる。本実施例では、これら過渡的に変化するパラメータから各サイクルにおける正常燃焼時の最高筒内温度を算出している。従って、吸気管圧力上昇（空気量増加）に伴う筒内温度の上昇や、空燃比のリッチ化に伴う筒内温度低下、吸気弁開時期のオーバーシュートに伴う温度上昇を全て反映できる。

[0045] 正常燃焼時の最高筒内温度 T_{max} から正常燃焼時イオン信号積分値 S_b を算出し、その後ノック／失火判定しきい値 S_k 、 S_m が算出される。図示した範囲内において、計測されたイオン信号積分値 S は、 $S_k \geq S \geq S_m$ に収まっているため、ノック／失火なしと判定される。本制御によって、過渡的なエンジン状態の変化に追従したイオン信号の異常燃焼判定しきい値を設定できるため、過渡運転時における異常燃焼の誤判定を抑制することが可能となる。

[0046] 以下、図 1 1 ～図 1 6 を用いて、本発明の第 2 の実施形態によるエンジンの制御装置の構成及び動作について説明する。

図 1 1 は、本発明の第 2 の実施形態によるエンジンの制御装置を自動車用筒内噴射式ガソリンエンジンに適用させたシステムの構成を示すシステム構成図である。図 1 に示した第 1 の実施形態のシステム構成に加えて、本実施形態では、排気管と吸気管とのバイパス通路が設けられ、その通路中に、吸気管へ流入する排気量を制御するための EGR 弁 1 9 が備えられている。

[0047] 図 1 2 は、本発明の第 2 の実施形態によるエンジンの制御装置における、点火信号とイオン信号の代表例を示した図である。正常燃焼時、ノック時、失火時のイオン信号に関しては、図 3 に示した通りである。ノック時には、ノック発生に伴い燃焼室内の圧力／温度が上昇することから 3 山目の信号が大きくなり、そこにノック周波数を持つ振動成分が乗っている。失火時には、火炎中のイオン成分が生成しないため、3 山目の信号が著しく低下する。以上の特性を考慮して、本実施例においては 3 山目の信号のピーク値を異常燃焼判定用に利用する。具体的には、時刻 t_2 で点火信号 4 h が遮断され、遮断後 Δt_b 経過後の時刻 t_3 から、 Δt_c 経過後の時刻 t_4 までの間のイオン信号 4 g のピーク値を演算する。これを $C(i)$ とする。

- [0048] 本実施例におけるイオン信号を用いたノックおよび失火の判定原理に関しては、図4から図6で説明した内容と同様である（イオン信号積分値をイオン信号ピーク値に置き換えればよい）。
- [0049] 図13は、本発明の第2の実施形態によるエンジンの制御装置の構成を示すシステムブロック図である。図7に示した、本発明の第1の実施形態によるエンジンの制御装置の構成に加え、本実施形態では、入力信号としてのEGR弁19の開度、EGR弁駆動回路201が備わっていることが特徴である。
- [0050] 図14は、本発明の第2の実施形態によるエンジンの制御装置のECU20内で実施される異常燃焼判定および回避制御ロジックの概要を示す図である。本発明の第1の実施形態によるエンジンの制御装置の異常燃焼判定および回避制御ロジックの構成に加え、ノック／失火判定部に入力信号としてEGR弁を備えていることが特徴である。また、イオン信号処理部での演算内容が第1の実施形態と異なる。
- [0051] イオン信号4gはイオン信号処理部に入力され、図12で示したように予め定められた区間のイオン信号のピーク値が出力される。ノック／失火判定部には、イオン信号のピーク値の他、可変バルブ5から現在のバルブ位相（特に吸気弁閉時期、排気弁閉時期）、空燃比、吸気管圧力、点火信号（点火時期）、EGR弁開度が入力される。ここで、吸気弁閉時期、排気弁閉時期、空燃比、吸気管圧力、点火時期、EGR弁開度を基に、正常燃焼時における最高筒内温度を推定する。具体的には、排気弁閉時期と吸気管圧力とEGR弁開度から、筒内空気量および内部EGR量を求める。吸気弁閉時期から求めた有効圧縮比と、筒内空気量および内部EGR量とから、圧縮膨張行程における空気サイクルの筒内温度履歴が求められる。この空気サイクルの筒内温度履歴と、空燃比から求められる燃焼時の発生熱量と、点火時期から推定可能な燃焼終了時期と、に基づいて、正常燃焼時における最高筒内温度を推定することができる。推定された正常燃焼時の最高筒内温度から、図6の関係を用いて正常燃焼時のイオン信号積分値を演算し、それに定数を乗じる

ことによってノックおよび失火の判定しきい値を算出する。ノックおよび失火の判定しきい値と、入力されたイオン積分値を比較することで、ノックおよび失火を判定する。ノックと判定されればノック判定フラグ F_k を1に、失火と判定されれば失火判定フラグ F_m を1にセットし、ノック／失火回避制御部へ出力する。

[0052] ノック／失火回避制御部は、第1の実施形態と同様である。

[0053] 図15は、本発明の第2の実施形態によるエンジンの制御装置におけるイオン信号による異常燃焼判定および回避制御内容を示すフローチャートである。図15に示す制御内容は、ECU20によって、所定の周期で繰り返し実行される。

[0054] ステップS1501において、ECU20は、イオン信号4gを読み込む。次に、ステップS1502において、イオン信号の演算期間を設定する。基本的には点火時期から一定時間（例えば2ms）の経過後から、燃焼が終了する時期（例えば90deg. ATDC）までを演算期間に設定する。この演算期間は運転条件ごとにマップとして予め記憶されている。次に、ステップS1503に進み、イオン信号ピーク値 $C(i)$ を算出する。記号 i は i 番目サイクルを意味する。次に、ステップS1504に進み、吸気管圧 P_{in} 、空燃比 A/F 、吸気弁閉時期 θ_{IVC} 、排気弁閉時期 θ_{EVC} 、点火時期 θ_{spk} 、EGR弁開度 β 、を読み込む。次に、ステップS1505にて、読み込んだパラメータから、正常燃焼時最高筒内温度 T_{max} を算出する。具体的には、まず排気弁閉時期と吸気管圧力とEGR弁開度から、筒内空気量および内部EGR量を求める。吸気弁閉時期から求めた有効圧縮比と、筒内空気量および内部EGR量とから、圧縮膨張行程における空気サイクルの筒内温度履歴が求められる。この空気サイクルの筒内温度履歴と、空燃比から求められる燃焼時の発生熱量と、点火時期から推定可能な燃焼終了時期と、に基づいて、正常燃焼時における最高筒内温度 T_{max} を算出する。次に、ステップS1506にて、正常燃焼時の最高筒内温度 T_{max} から正常燃焼時イオン信号ピーク値 $C_b(i)$ を演算する。具体的には、図6に示した最高筒内温度とイオン信号との関係を定式

(近似式)化したものを予めECU20に記憶させておき、その式を用いて演算する。

[0055] 次に、ステップS1507にて、正常燃焼時イオン信号ピーク値 $C_b(i)$ からノック判定しきい値 $C_k(i)$ および失火判定しきい値 $C_m(i)$ を演算する。例えば、正常燃焼時イオン信号積分値 $C_b(i)$ に定数Aを乗じたものを、ノック判定しきい値 $C_k(i)$ 、正常燃焼時イオン信号積分値 $C_b(i)$ に定数Bを乗じたものを、失火判定しきい値 $C_m(i)$ とする。ここで、Aは1.2~2.0、Bは0.1~0.5程度に設定される。

[0056] 次に、ステップS1508にて、イオン信号ピーク値 $C(i)$ とノック判定しきい値 $C_k(i)$ を比較することで、ノックか否かを判定する。 $C(i) > C_k(i)$ である場合は、ノックであると判定し、ステップS1509に進む。 $C(i) \leq C_k(i)$ である場合は、ノックでないと判定し、ステップS1511に進む。ステップS1509では、ノックを回避するために点火時期の遅角制御を実施し、さらにステップS1510で、ノックを回避するために吸気弁閉時期の遅角制御(有効圧縮比の低下)を実施して、一連の制御を終了する。ステップS1508でノックでないと判定された場合は、ステップS1511に進み、イオン信号ピーク値 $C(i)$ と失火判定しきい値 $C_m(i)$ を比較することで、失火か否かを判定する。 $C(i) \geq C_m(i)$ である場合は、失火でないと判定し、一連の制御を終了する。 $C(i) < C_m(i)$ である場合は、失火であると判定し、ステップS1512に進む。ステップS1512では、失火を回避するために点火時期の進角制御を実施し、さらにステップS1513で、失火を回避するために吸気弁閉時期の進角制御(有効圧縮比の上昇)を実施して、一連の制御を終了する。

[0057] 図16は、本発明の第2の実施形態によるエンジンの制御装置による、イオン信号による異常燃焼判定のタイムチャートを示している。図中上から、アクセル開度 α 、吸気管圧力 P_{in} 、空燃比 A/F 、吸気弁閉弁時期 θ_{ivc} 、EGR弁開度 β 、正常燃焼時の最高筒内温度(推定値) T_{max} 、イオン信号ピーク値 C の時間変化を示している。イオン信号ピーク値 C のチャートには、正常燃

焼時イオン信号積分値 C_b 、ノック判定しきい値 C_k 、失火判定しきい値 C_m 、を併記している。この例ではノックや失火などが発生していない状況を想定している。時刻 t_s 以前は、アクセル開度一定の運転がなされており、エンジンの運転状態（吸気管圧力、空燃比など）および推定される正常燃焼時最高筒内温度は安定している。時刻 t_s にて、ドライバによりアクセルが踏み込まれると、それを受けてまずスロットルが開かれ、吸気管圧力が上昇を始める。吸気管圧力や吸気弁閉時期はアクセル開度から一定の時間遅れを持って上昇する。筒内の空気量に合わせて所望の空燃比（例えば量論比）となるよう燃料噴射量は制御される。EGR弁開度はアクセル開度から一定の時間遅れを持って増加するが、併記した実EGR率は、増加する前に一時的な減少が生じている。これは、吸排気のバイパス管の長さなどに依存するEGRの到達遅れにより発生する現象である。結果として、時刻 t_s から時刻 t_e に至るまでエンジン筒内は過渡的な状態となる。本実施例では、これら過渡的に変化するパラメータから各サイクルにおける正常燃焼時の最高筒内温度を算出している。従って、EGR率の一時的な減少に伴う温度上昇を反映できる。

[0058] 正常燃焼時の最高筒内温度 T_{max} から正常燃焼時イオン信号積分値 C_b を算出し、その後ノック／失火判定しきい値 C_k 、 C_m が算出される。図示した期間内において、計測されたイオン信号積分値 C は、 $C_k \geq C \geq C_m$ の範囲に収まっているため、ノック／失火なしと判定される。本制御によって、過渡的なエンジン状態の変化、とくに外部EGRを持つエンジンシステムにおけるEGR率挙動に追従したイオン信号の異常燃焼判定しきい値を設定できるため、過渡運転時における異常燃焼の誤判定を抑制することが可能となる。

[0059] 以下、図17～図19を用いて、本発明の第3の実施形態によるエンジンの制御装置の構成及び動作について説明する。

[0060] 本発明の第3の実施形態によるエンジンの制御装置を自動車用筒内噴射式ガソリンエンジンに適用させたシステムの構成は図11と同様である。本発明の第3の実施形態によるエンジンの制御装置の構成を示すシステムブロック図は図13と同様である。本実施例におけるイオン信号を用いたノックお

よび失火の判定原理に関しては、図4～図6で説明した内容と同様である（イオン信号積分値をイオン信号ピーク値に置き換えればよい）。

[0061] 図17は、本発明の第3の実施形態によるエンジンの制御装置のECU20内で実施される異常燃焼判定および回避制御ロジックの概要を示す図である。図14に示した本発明の第2の実施形態によるエンジンの制御装置の異常燃焼判定および回避制御ロジックの構成に加え、ノック／失火判定部に入力信号としてアクセル開度センサ16を備えていることが特徴である。ノック／失火判定部はアクセル開度センサ16に基づいて、現在の運転状態が定常状態か否かを判定し、その結果によって、ノック／失火の判定しきい値の設定方法を変更する。

[0062] 図18は、本発明の第3の実施形態によるエンジンの制御装置におけるイオン信号による異常燃焼判定および回避制御内容を示すフローチャートである。図18に示す制御内容は、ECU20によって、所定の周期で繰り返し実行される。

[0063] ステップS1801において、ECU20は、イオン信号4gを読み込む。次に、ステップS1802において、イオン信号の演算期間を設定する。基本的には点火時期から一定時間（例えば2ms）の経過後から、燃焼が終了する時期（例えば90deg. ATDC）までを演算期間に設定する。この演算期間は運転条件ごとにマップとして予め記憶されている。次に、ステップS1803に進み、イオン信号ピーク値 $C(i)$ を算出する。記号 i は i 番目サイクルを意味する。次に、ステップS1804に進み、アクセル開度 α を読み込む。次に、ステップS1805に進み、アクセル開度の変化量 $d\alpha/dt$ と所定値 X を比較することで、現在定常状態であるかを判定する。 $d\alpha/dt \geq X$ 、つまり定常状態でないと判定された場合には、ステップS1806に進み、吸気管圧 P_{in} 、空燃比 A/F 、吸気弁閉時期 θ_{IVC} 、排気弁閉時期 θ_{EVC} 、点火時期 θ_{spk} 、EGR弁開度 β 、を読み込む。次に、ステップS1807にて、読み込んだパラメータから、正常燃焼時最高筒内温度 T_{max} を算出する。具体的には、まず排気弁閉時期と吸気管圧力とEGR弁開度から、筒内空気

量および内部EGR量を求める。吸気弁閉時期から求めた有効圧縮比と、筒内空気量および内部EGR量とから、圧縮膨張行程における空気サイクルの筒内温度履歴が求められる。この空気サイクルの筒内温度履歴と、空燃比から求められる燃焼時の発生熱量と、点火時期から推定可能な燃焼終了時期と、に基づいて、正常燃焼時における最高筒内温度 T_{max} を算出する。次に、ステップS1808にて、正常燃焼時の最高筒内温度 T_{max} から正常燃焼時イオン信号ピーク値 $C_b(i)$ を演算する。具体的には、図6に示した最高筒内温度とイオン信号との関係を定式（近似式）化したものを予めECU20に記憶させておき、その式を用いて演算する。次に、ステップS1809にて、正常燃焼時イオン信号ピーク値 $C_b(i)$ からノック判定しきい値 $C_k(i)$ および失火判定しきい値 $C_m(i)$ を演算する。例えば、正常燃焼時イオン信号積分値 $C_b(i)$ に定数Aを乗じたものを、ノック判定しきい値 $C_k(i)$ 、正常燃焼時イオン信号積分値 $C_b(i)$ に定数Bを乗じたものを、失火判定しきい値 $C_m(i)$ とする。ここで、Aは1.2~2.0、Bは0.1~0.5程度に設定される。

[0064] ステップS1805において、 $d\alpha/dt < X$ 、つまり定常状態であると判定された場合には、ステップS1810に進む。ステップS1810において、イオン信号ピーク値のバックグラウンドレベルを演算する。バックグラウンドレベルとは、現サイクル以前のnサイクル分のイオン信号ピーク値の平均値を意味する。定常条件においては、筒内状態が安定しているため、過去nサイクル分の平均値であるバックグラウンドレベルを正常燃焼時のイオン電流ピーク値と考えることができる。nは5~30程度に設定される。次に、ステップS1811にて、バックグラウンドレベル $C_{bg}(i)$ からノック判定しきい値 $C_k(i)$ および失火判定しきい値 $C_m(i)$ を演算する。例えば、バックグラウンドレベル $C_{bg}(i)$ に定数Aを乗じたものをノック判定しきい値 $C_k(i)$ 、バックグラウンドレベル $C_{bg}(i)$ に定数Bを乗じたものを失火判定しきい値 $C_m(i)$ とする。ここでも、Aは1.2~2.0、Bは0.1~0.5程度に設定される。

[0065] 定常状態である場合、定常状態でない場合、それぞれ別の方法でノック、失火判定しきい値が設定された後、ステップS1812にて、イオン信号ピーク値 $C(i)$ とノック判定しきい値 $C_k(i)$ を比較することで、ノックか否かを判定する。 $C(i) > C_k(i)$ である場合は、ノックであると判定し、ステップS1813に進む。 $C(i) \leq C_k(i)$ である場合は、ノックでないと判定し、ステップS1815に進む。ステップS1813では、ノックを回避するために点火時期の遅角制御を実施し、さらにステップS1814で、ノックを回避するために吸気弁閉時期の遅角制御（有効圧縮比の低下）を実施して、一連の制御を終了する。ステップS1812でノックでないと判定された場合は、ステップS1815に進み、イオン信号ピーク値 $C(i)$ と失火判定しきい値 $C_m(i)$ を比較することで、失火か否かを判定する。 $C(i) \geq C_m(i)$ である場合は、失火でないと判定し、一連の制御を終了する。 $C(i) < C_m(i)$ である場合は、失火であると判定し、ステップS1816に進む。ステップS1816では、失火を回避するために点火時期の進角制御を実施し、さらにステップS1817で、失火を回避するために吸気弁閉時期の進角制御（有効圧縮比の上昇）を実施して、一連の制御を終了する。

[0066] 図19は、本発明の第3の実施形態によるエンジンの制御装置による、イオン信号による異常燃焼判定のタイムチャートを示している。図中上から、アクセル開度 α 、EGR弁開度 β 、正常燃焼時の最高筒内温度（推定値） T_{max} 、イオン信号ピーク値 C の時間変化を示している。イオン信号ピーク値 C のチャートには、正常燃焼時イオン信号積分値 C_b 、バックグラウンドレベル C_{bk} 、ノック判定しきい値 C_k 、失火判定しきい値 C_m 、を併記している。この例ではノックや失火などが発生していない状況を想定している。時刻 t_s 以前は、アクセル開度一定の運転がなされており、ECU20により定常状態と判定される。従ってノックおよび失火の判定しきい値 C_k 、 C_m はイオン信号のバックグラウンドレベル C_{bk} から算出される。時刻 t_s にて、ドライバによりアクセルが踏み込まれると、ECU20は定常状態でない、つまり過渡状態である

と判定される。従って、ノックおよび失火の判定しきい値 C_k 、 C_m は正常燃焼時のイオンピーク値 C_b から算出される。正常燃焼時のイオンピーク値 C_b はEGR弁開度などに基づく正常燃焼時最高筒内温度から求められている。図示した範囲内において、計測されたイオン信号積分値 S は、 $S_k \geq S \geq S_m$ に収まっているため、ノック／失火なしと判定される。

[0067] 本実施例では、筒内状態が安定している定常状態においては、ノック／失火判定しきい値をバックグラウンドレベルから算出し、筒内状態が著しく変化する過渡状態においてはノック／失火判定しきい値を筒内温度推定に基づく正常燃焼時のイオン信号から算出することにより、筒内温度推定に伴うECU20の演算負荷増大を最小限に抑えながら、異常燃焼の誤判定を抑制することが可能となる。

[0068] 上記では、定常状態判定用のパラメータとして、アクセル開度の時間変化量のみを用いた例を示しているが、それに限るものではなく、吸気管圧力や吸気弁閉時期の時間変化量を用いてもよい。あるいは、アクセル開度の変化が発生した時点から一定期間（例えば100ms）を過渡状態と判定してもよい。

符号の説明

- [0069] 1 エアフローセンサ
2 電子制御スロットル
3 インジェクタ
4 点火システム
4 a 点火プラグ
4 b 二次点火コイル
4 c 一次点火コイル
4 d キャパシタ
4 e ツェナーダイオード
4 f 電圧変換用抵抗
4 g イオン信号

- 4 h 点火信号
- 4 i イグナイタ
- 5 可変バルブ
 - 5 a 吸気バルブ可変装置
 - 5 b 排気バルブ可変装置
- 6 吸気管
- 7 シリンダヘッド
- 8 排気管
- 9 空燃比センサ
- 10 三元触媒
- 11 排気温度センサ
- 12 燃焼室
- 13 クランク角センサ
- 14 冷却水温度センサ
- 15 吸気温度センサ
- 16 アクセル開度センサ
- 17 高圧燃料ポンプ
- 18 燃料圧力センサ
- 19 EGR弁
- 20 ECU
 - 20 a 入力回路
 - 20 b 入出力ポート
 - 20 c RAM
 - 20 d ROM
 - 20 e CPU
 - 20 f 電子制御スロットル駆動回路
 - 20 g インジェクタ駆動回路
 - 20 h 点火出力回路

- 20j 可変バルブ駆動回路
- 20k 高圧燃料ポンプ駆動回路
- 20l EGR弁駆動回路
- 21 吸気圧センサ
- 100 エンジン

請求の範囲

- [請求項1] 燃焼時に発生するイオンを検知するためのイオン信号検出手段を備え、前記検出手段により検出されたイオン信号によりロックもしくは失火を判定する異常燃焼判定手段を備えたエンジン制御装置において、エンジンの現在の運転条件における正常燃焼サイクルの筒内温度を推定する筒内温度推定手段を備え、推定した筒内温度情報に基づいてイオン信号のロック判定しきい値もしくは失火判定しきい値を設定すること、を特徴とするエンジン制御装置。
- [請求項2] 前記筒内温度推定手段により推定された筒内温度情報に基づき、正常燃焼サイクルのイオン信号値を演算する正常燃焼時イオン信号演算手段を備え、演算された前記正常燃焼時イオン信号値に基づいて、前記イオン信号のロック判定しきい値もしくは失火判定しきい値を設定すること、を特徴とする請求項1に記載のエンジン制御装置。
- [請求項3] 前記筒内温度推定手段は、前記エンジンの吸気管の内部の圧力と、前記エンジンの吸気および排気を制御する吸気弁および排気弁の開閉時期と、前記エンジンの燃焼室内に供給する空気と燃料の質量比である空燃比と、前記エンジンの点火時期を制御するための点火信号と、のうち少なくとも1つを用いて筒内温度を推定すること、を特徴とする請求項1および2に記載のエンジン制御装置。
- [請求項4] 吸気管と排気管の間に排気を再循環させるためのEGR管をさらに備え、前記EGR管内に排気再循環量を制御するためのEGR弁を備え、前記EGR弁の開度に基づいて、前記筒内温度を推定すること、を特徴とする請求項3に記載のエンジン制御装置。
- [請求項5] 前記筒内温度推定手段は、前記筒内温度情報として正常燃焼サイクルにおける最大筒内温度を推定すること、を特徴とする請求項1および2に記載のエンジン制御装置。
- [請求項6] 前記異常燃焼判定手段は、燃焼サイクル中の所定期間のイオン信号の積分値、もしくは所定期間内のイオン信号のピーク値に基づいて、

ロックもしくは失火を判定すること、を特徴とする請求項 1 に記載のエンジン制御装置。

[請求項7] 前記異常燃焼判定手段により、ロックまたは失火であると判定された場合に、前記エンジンの点火時期および吸気弁の閉弁時期のうち、少なくとも 1 つを変更すること、を特徴とする請求項 1 に記載のエンジンの制御装置。

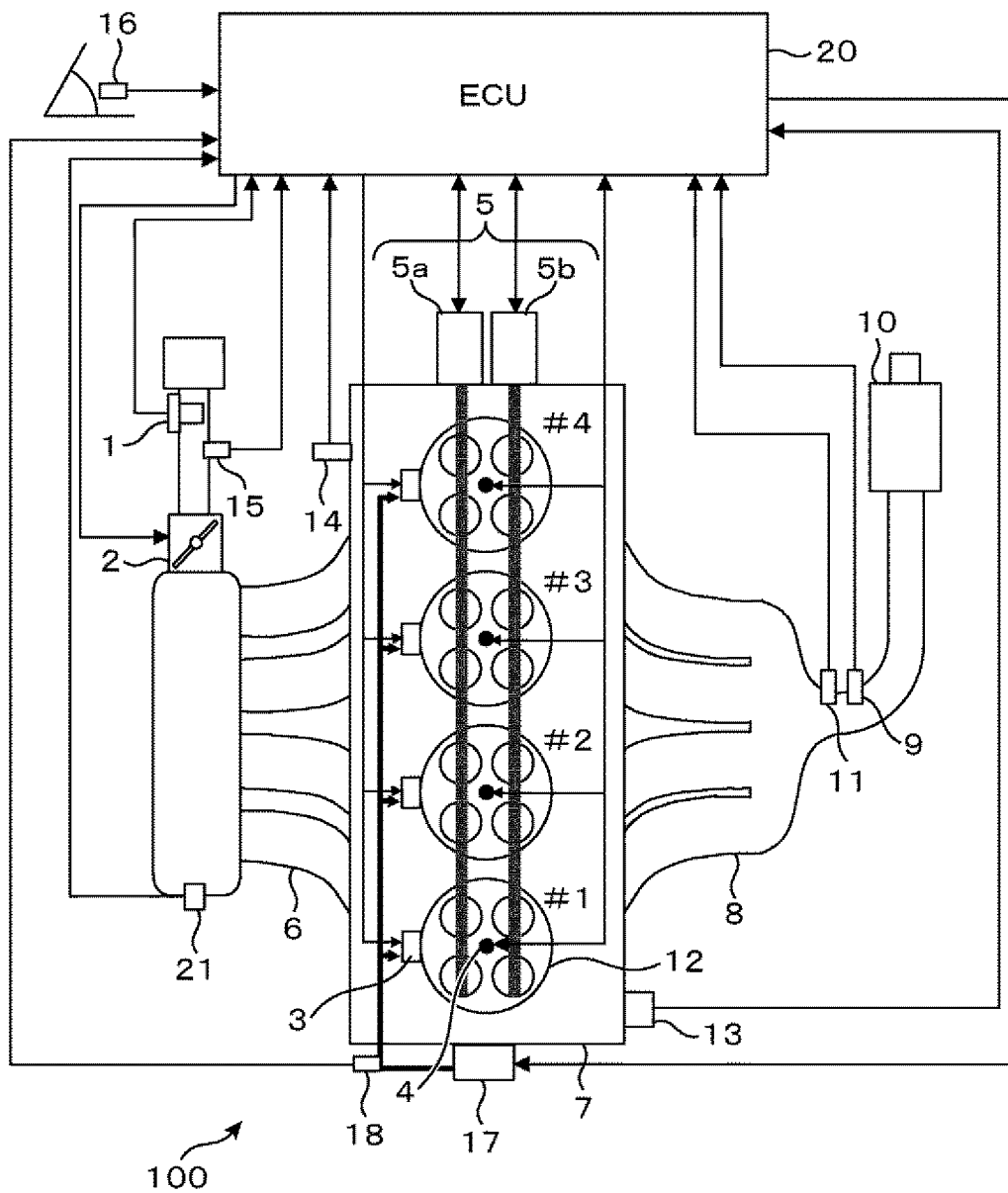
[請求項8] 現在のエンジン運転状態が定常運転状態であるかを判定する定常運転判定手段をさらに備え、前記定常運転判定手段により定常運転でないと判定された場合に、前記筒内温度情報に基づいてイオン信号のロック判定しきい値もしくは失火判定しきい値を設定すること、を特徴とする請求項 1 に記載のエンジン制御装置。

[請求項9] 前記定常運転判定手段により定常運転であると判定された時に、現サイクル以前に前記イオン信号検出手段により検出された所定数のサイクルのイオン信号の平均値に基づいて、ロック判定しきい値もしくは失火判定しきい値を設定すること、を特徴とする請求項 8 に記載のエンジン制御装置。

[請求項10] 燃焼時に発生するイオンを検知するためのイオン信号検出手段を備え、前記検出手段により検出されたイオン信号によりロックもしくは失火を判定する異常燃焼判定手段を備えたエンジン制御装置において、前記エンジンの吸気および排気を制御する吸排気弁の開閉時期と、燃焼室内に供給する空気と燃料の質量比である空燃比と、排気再循環量を制御するための EGR 弁の開度、のうち少なくとも 1 つに基づいて、ロックもしくは失火の判定しきい値を変更すること、を特徴とするエンジン制御装置。

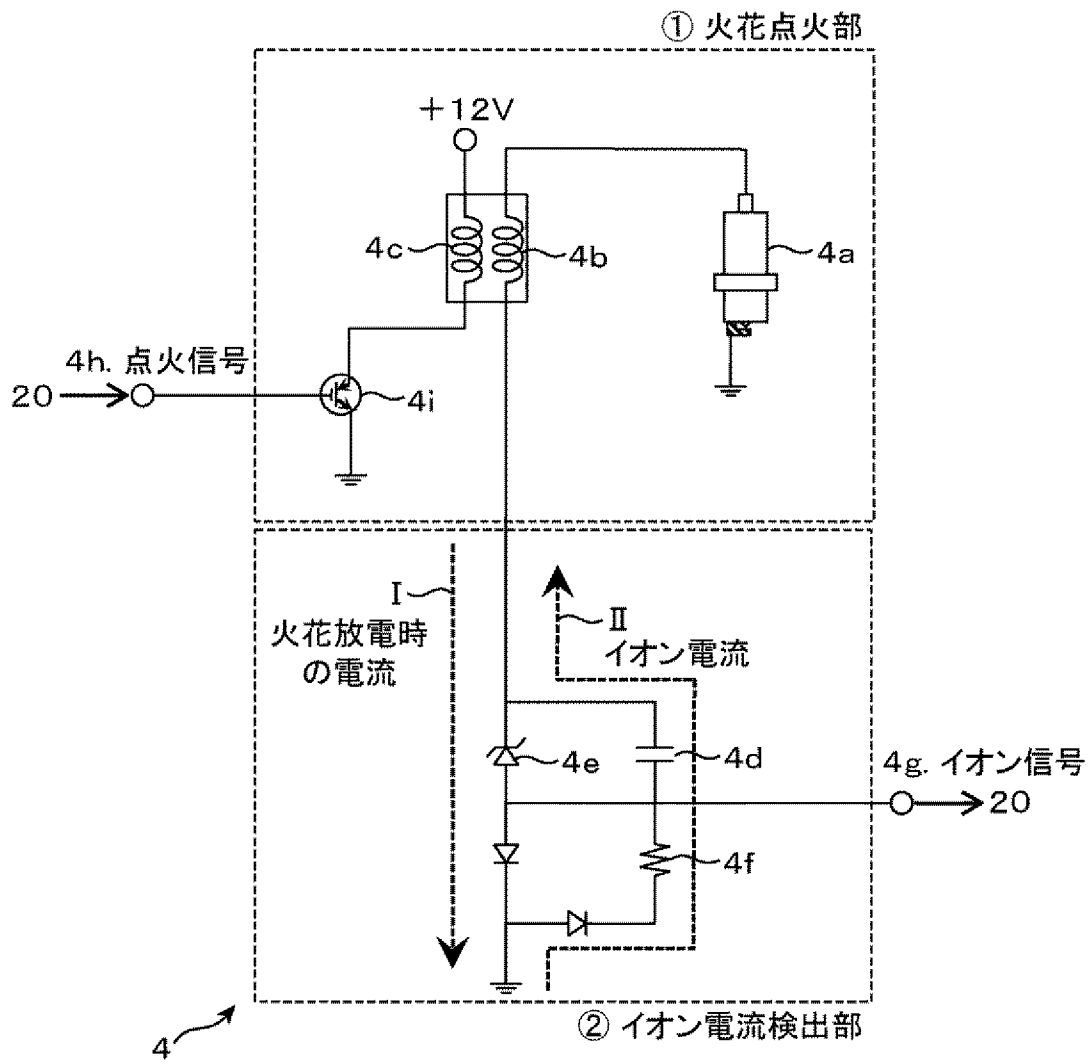
[図1]

図 1

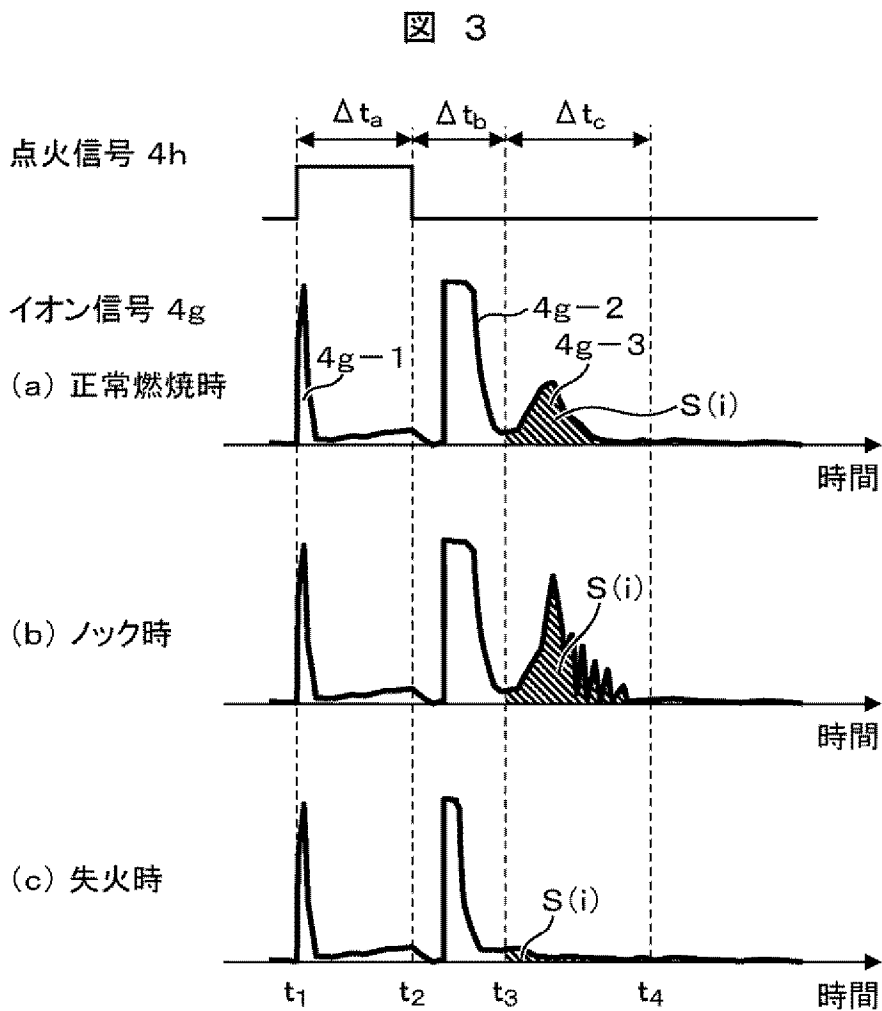


[図2]

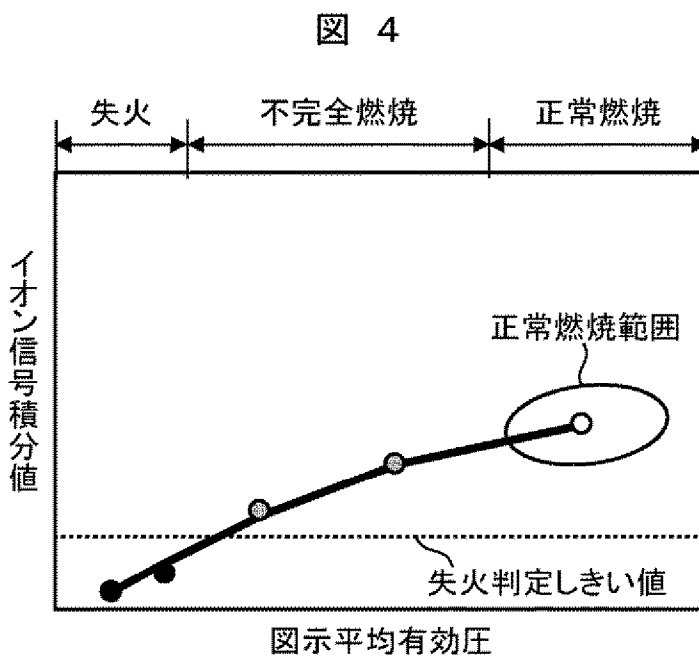
図 2



[図3]

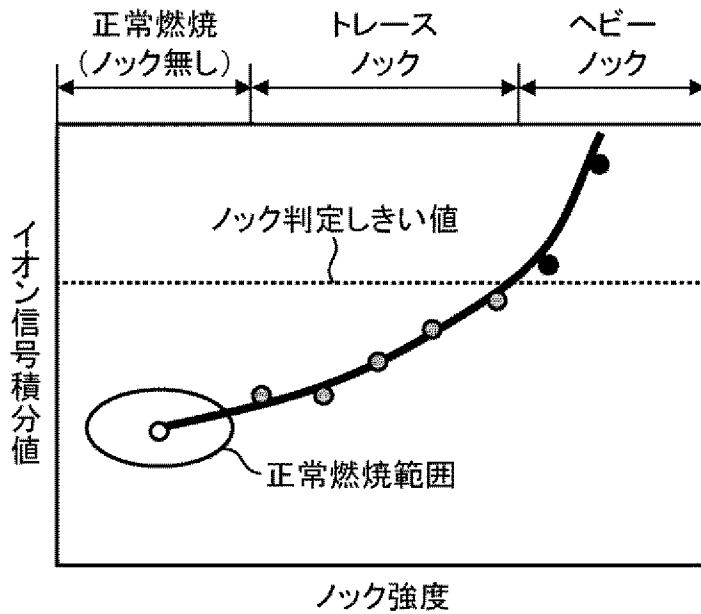


[図4]



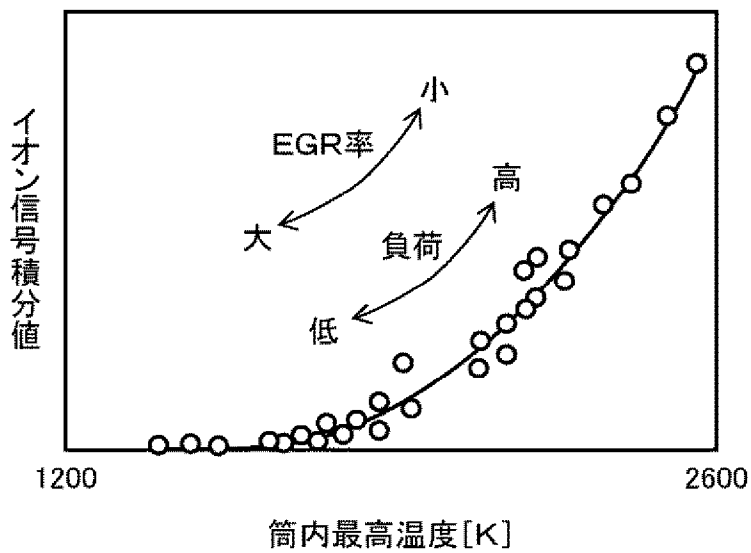
[図5]

図 5



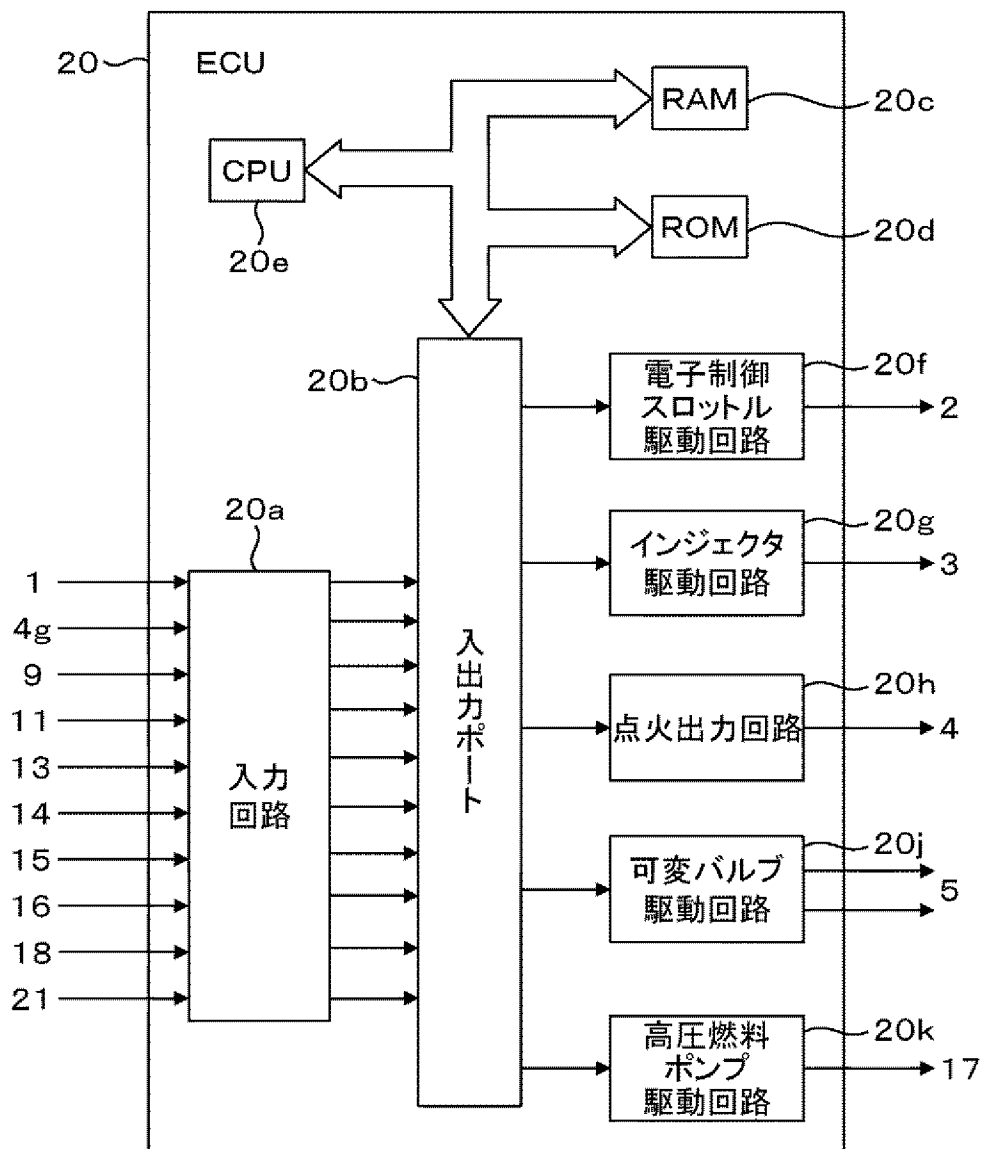
[図6]

図 6



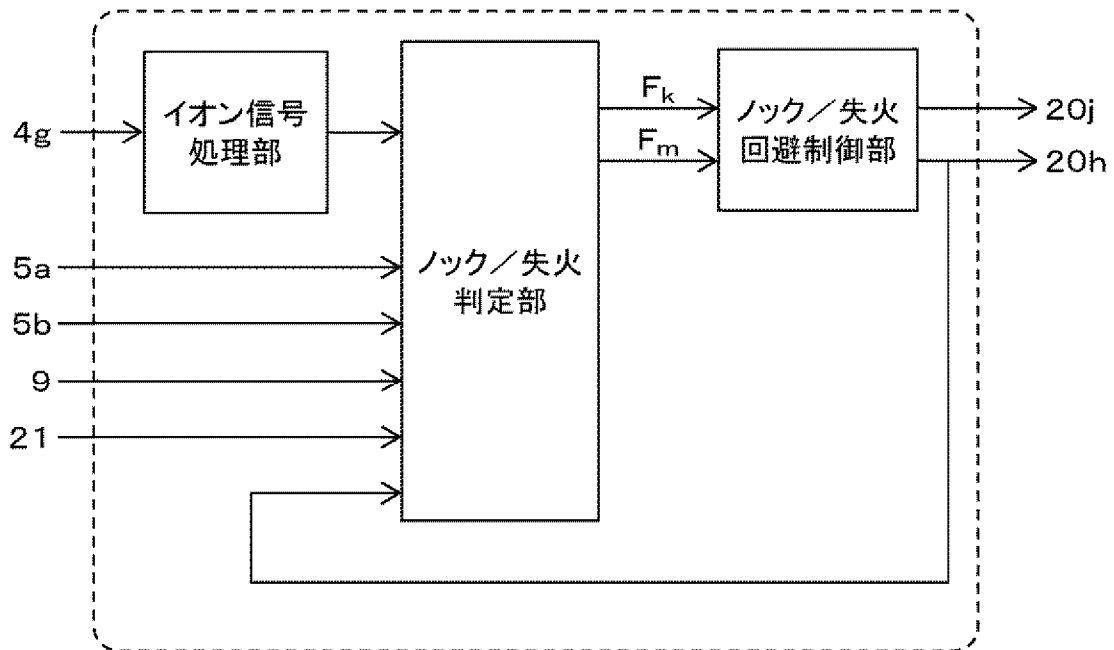
[図7]

図 7



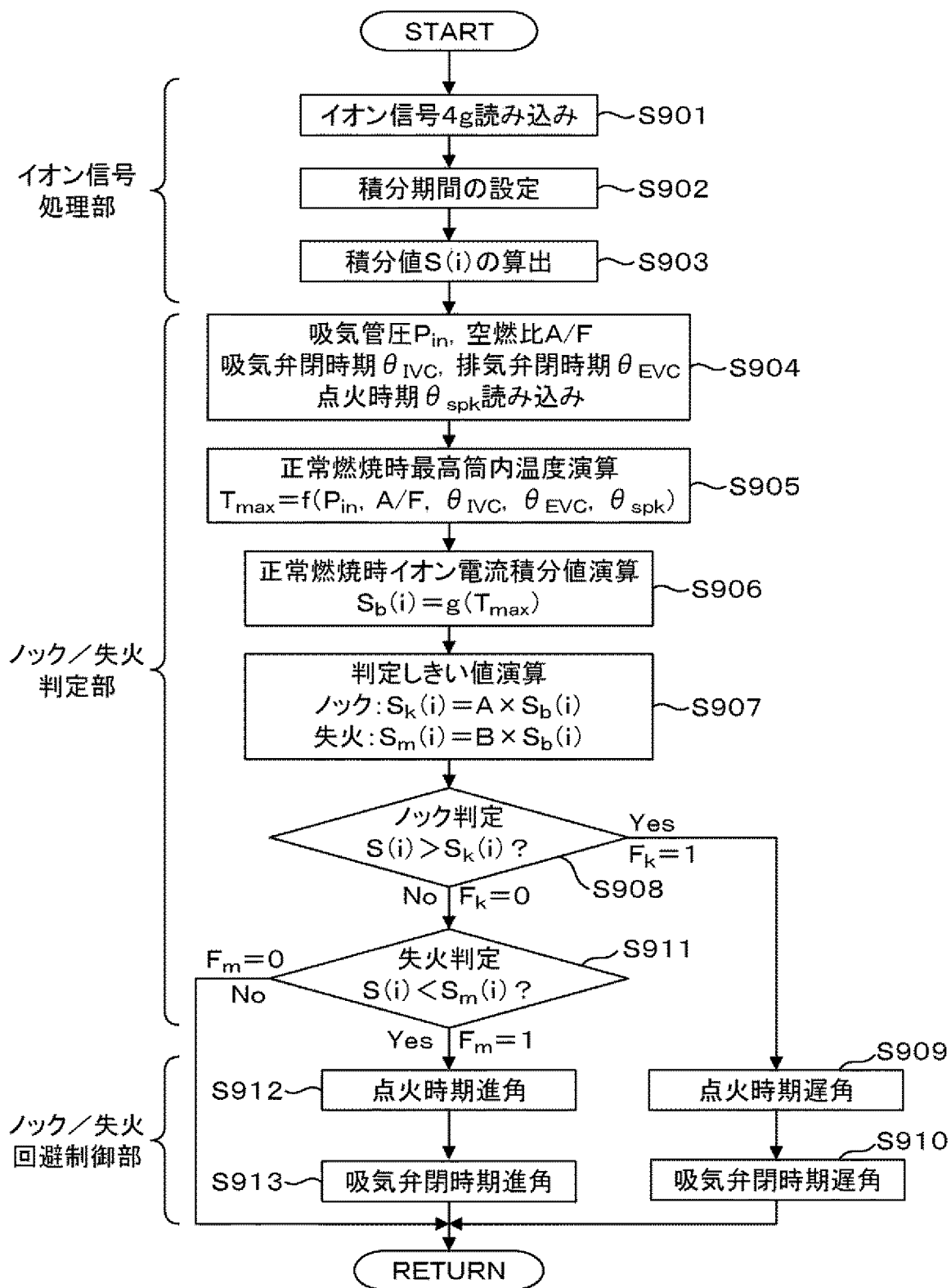
[図8]

図 8



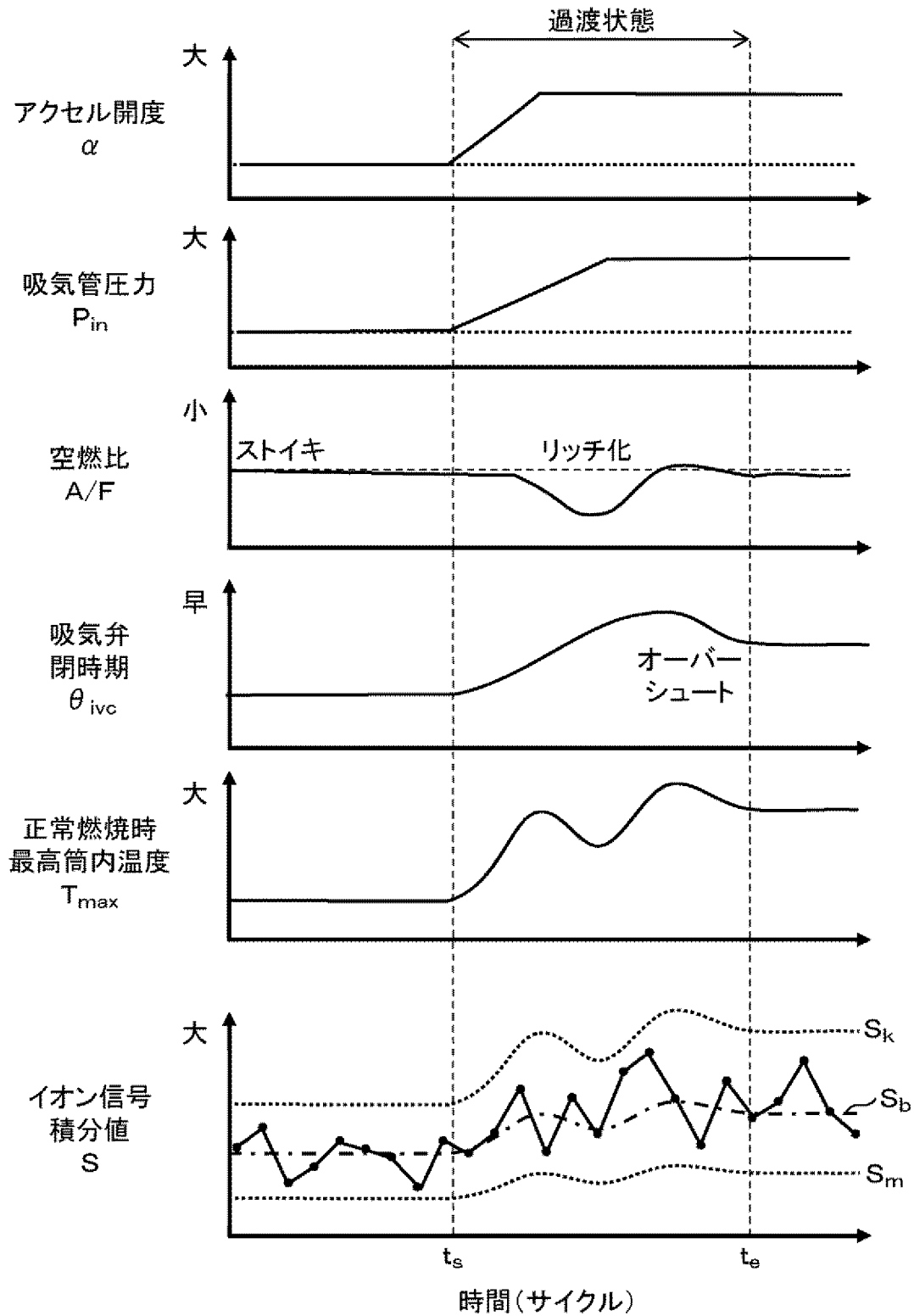
[図9]

図 9



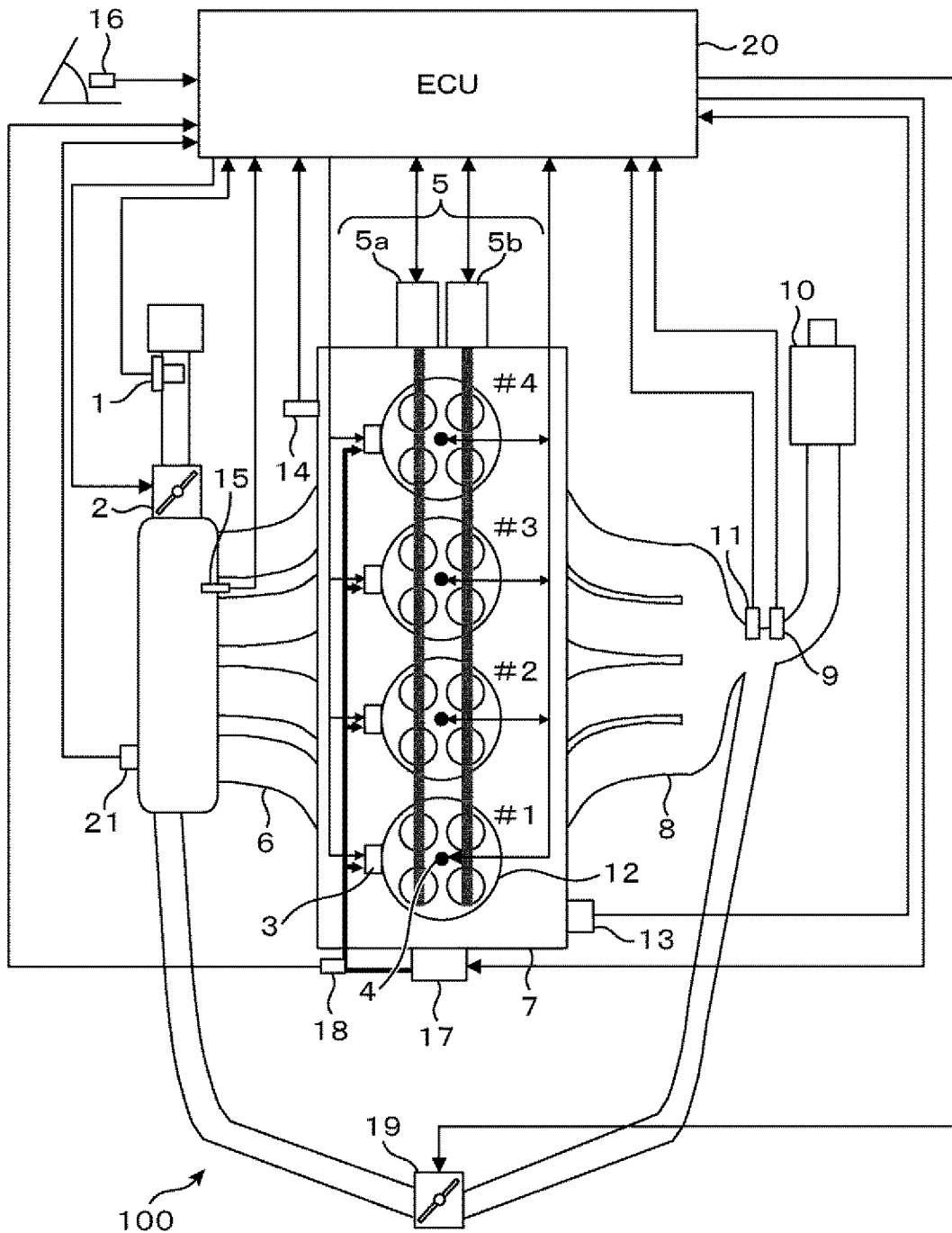
[図10]

図 10



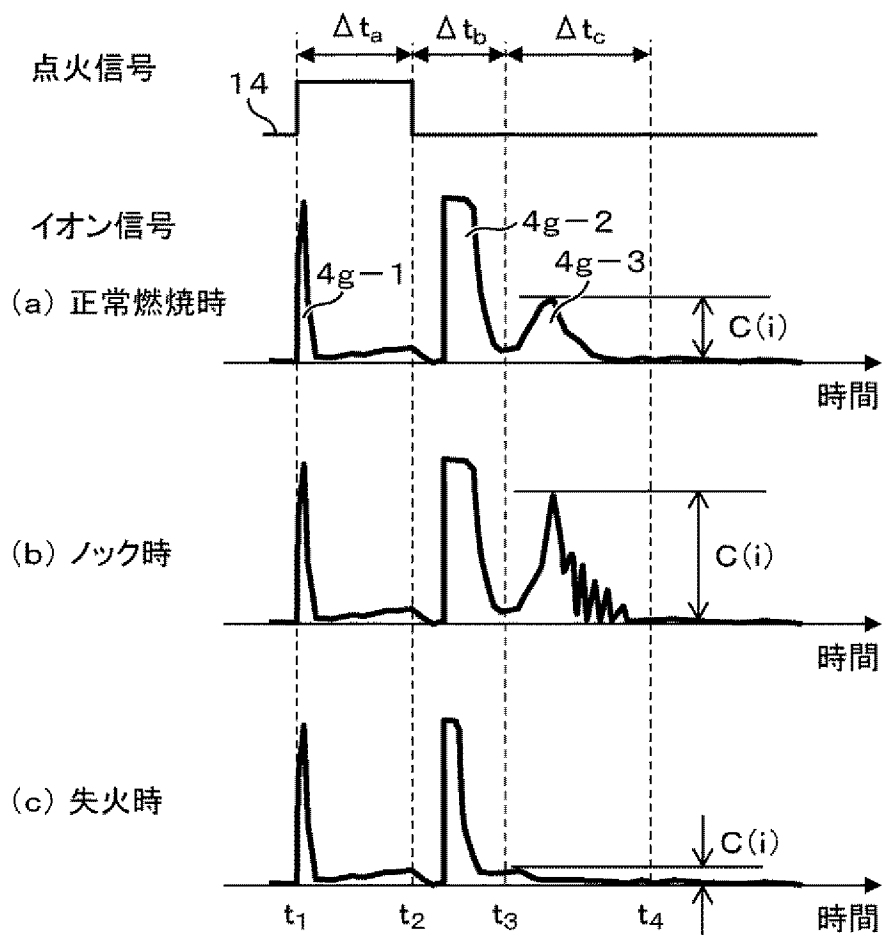
[図11]

図 11



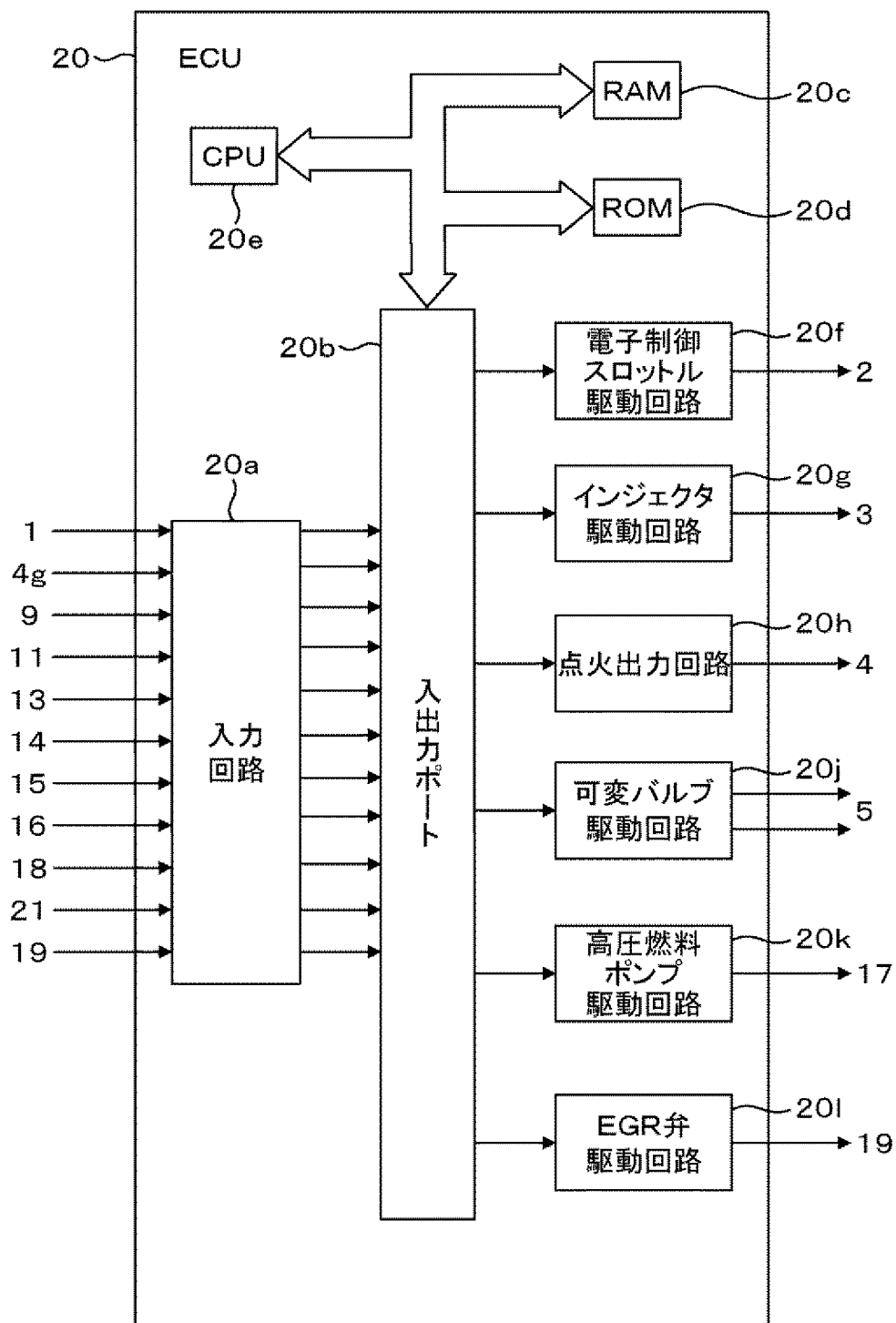
[図12]

図 12



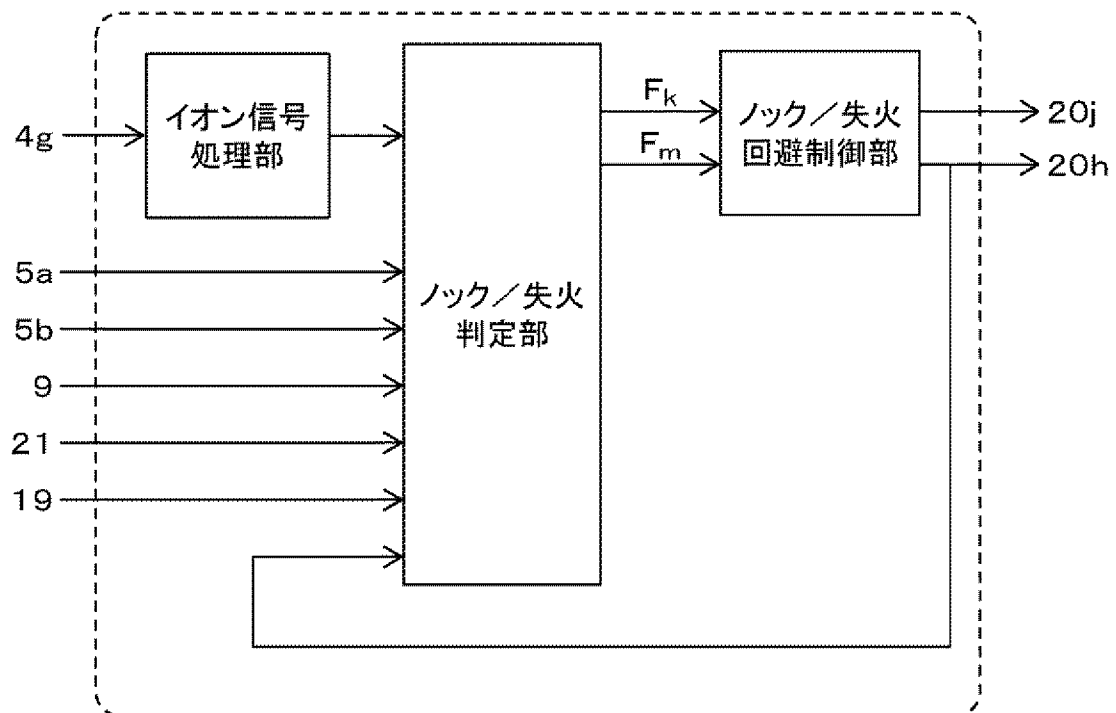
[図13]

図 13



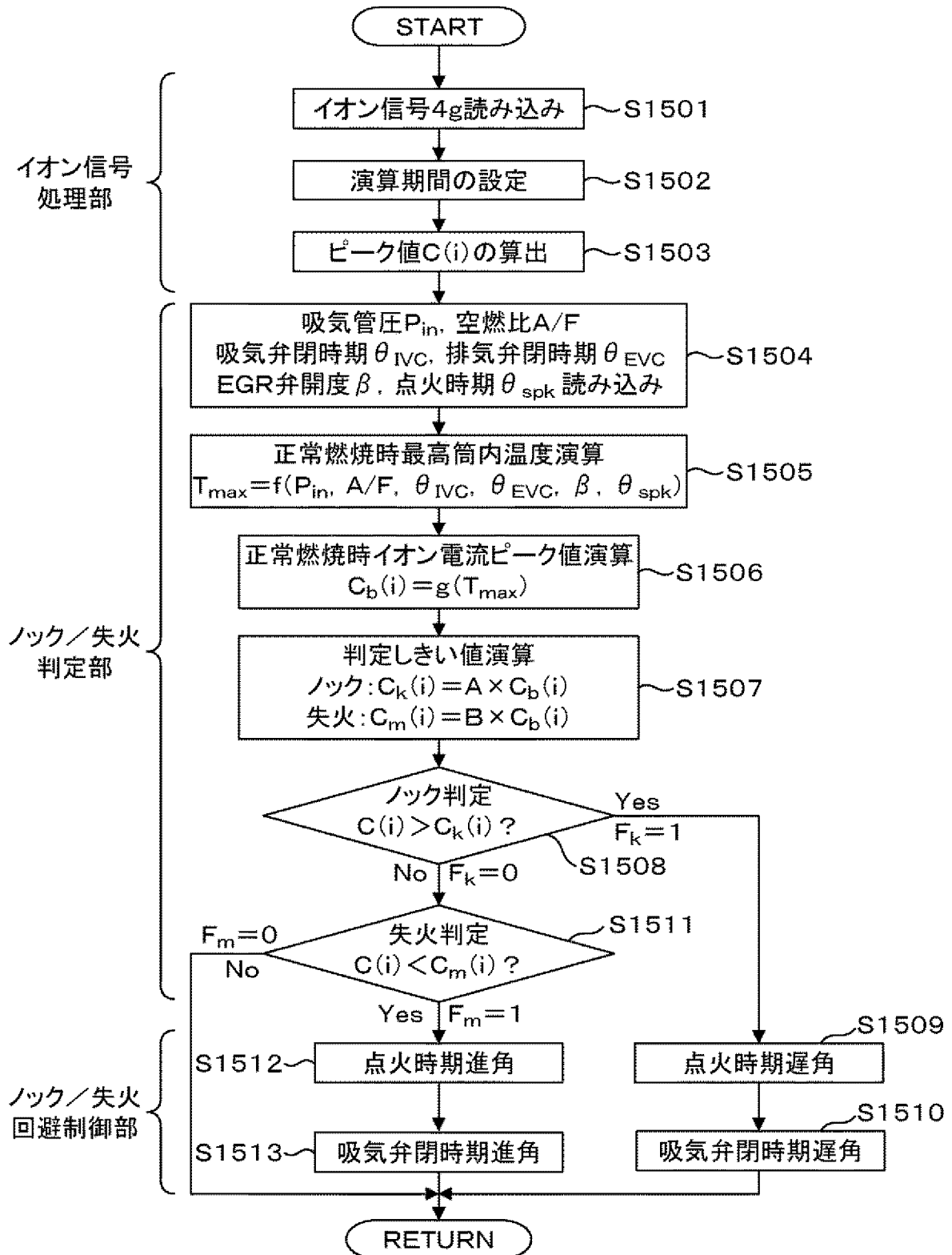
[図14]

図 14



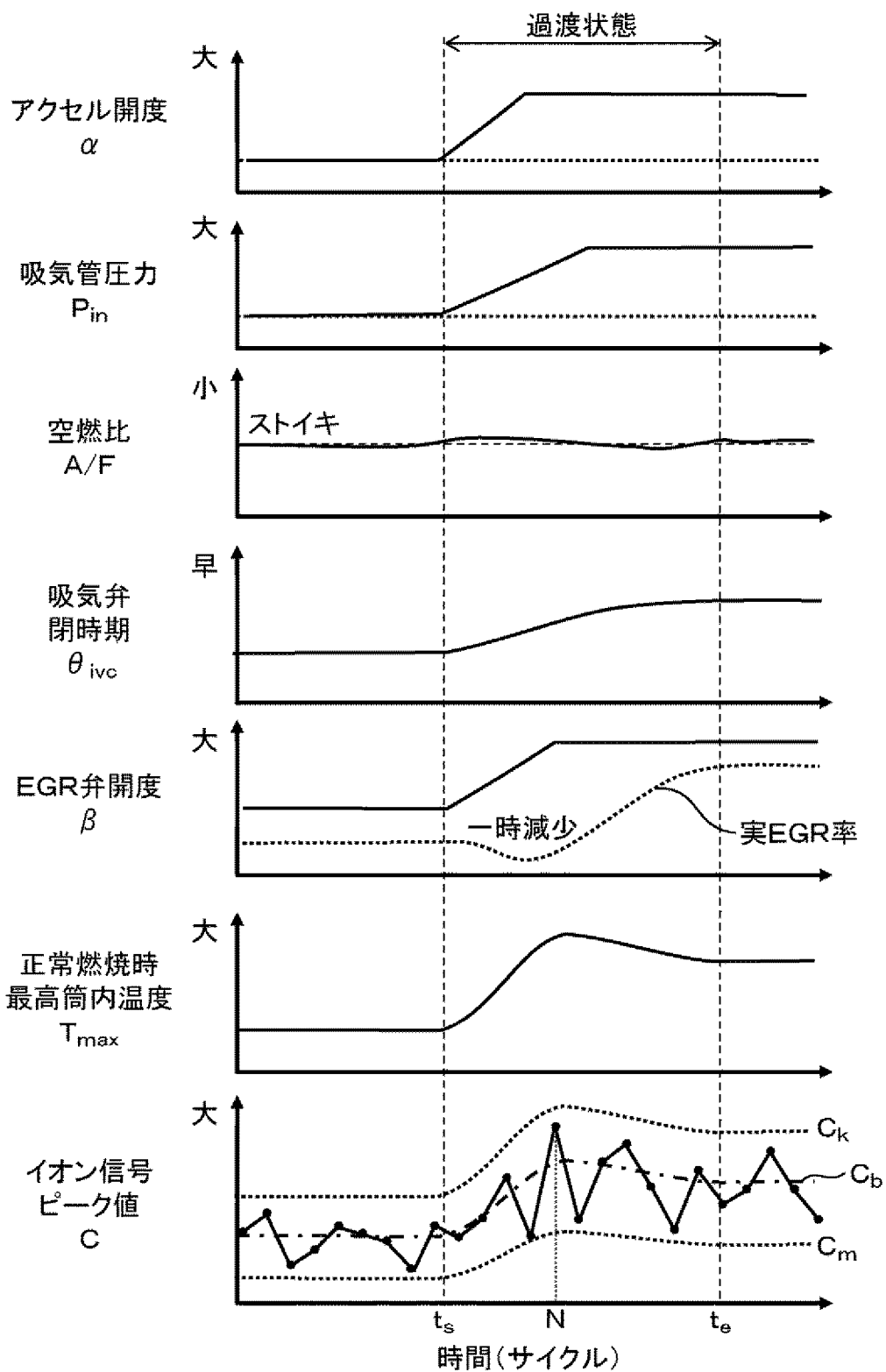
[図15]

図 15



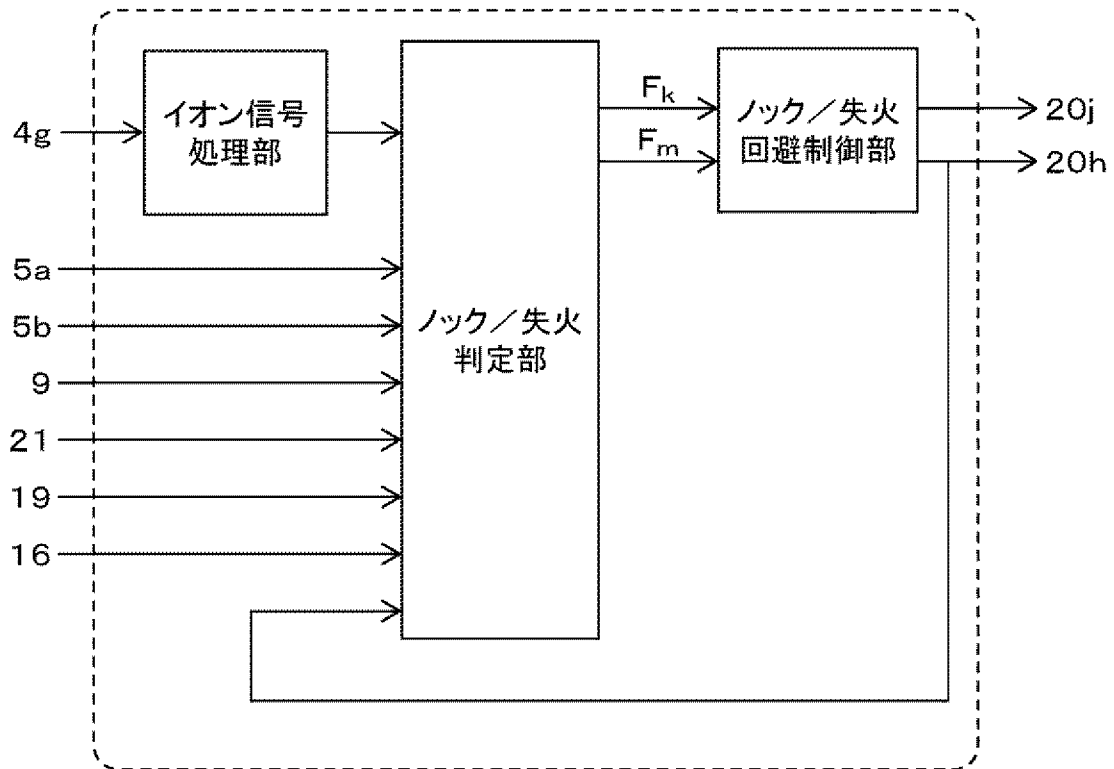
[図16]

図 16



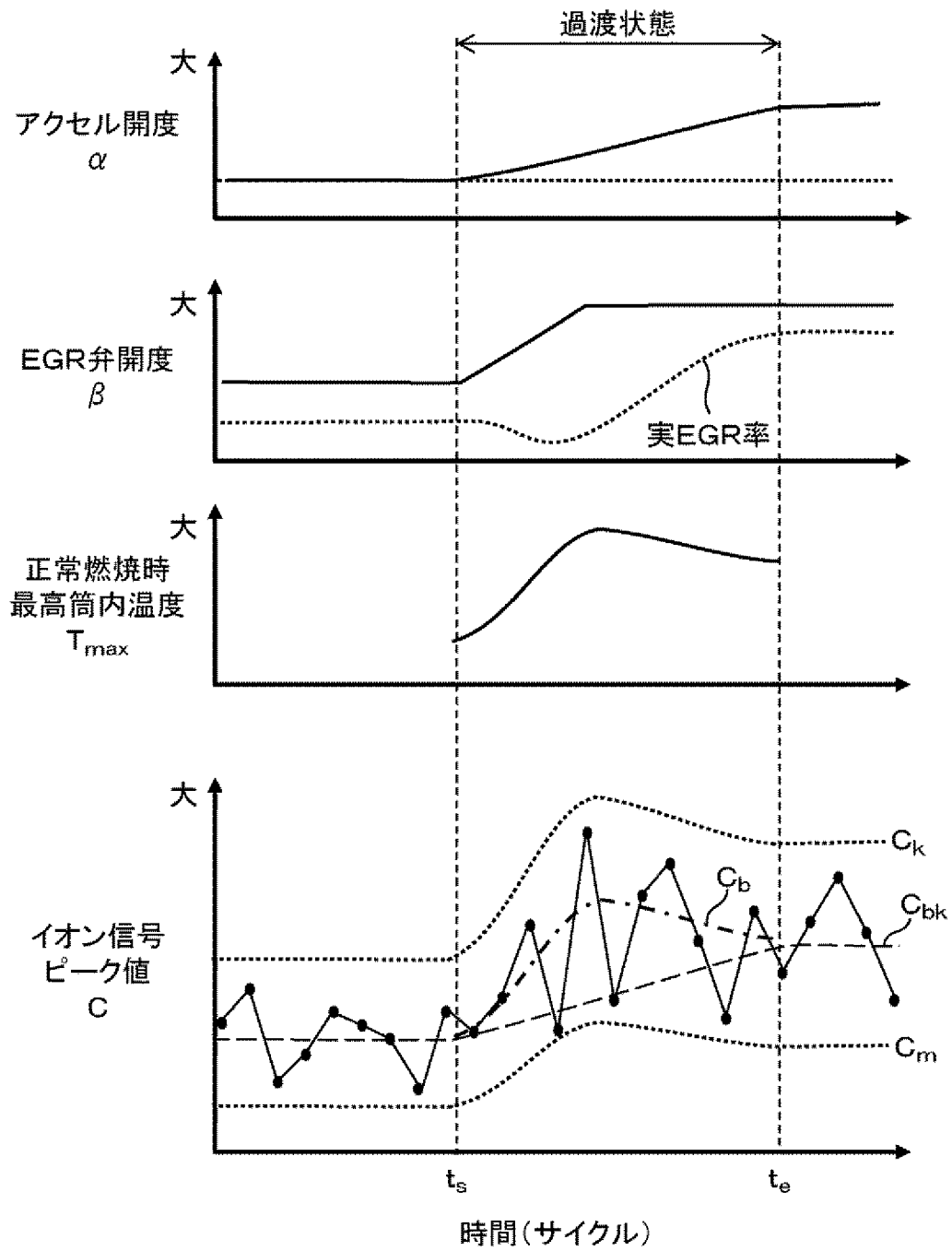
[図17]

図 17



[図19]

図 19



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/056897

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F02D45/00 (2006.01) i, *F02D13/02* (2006.01) i, *F02P17/12* (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F02D45/00, *F02D13/02*, *F02P17/12*

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 10-103210 A (Toyota Motor Corp., Denso Corp.), 21 April 1998 (21.04.1998), entire text; all drawings & US 5929322 A	1-9 10
Y A	JP 2008-101591 A (Toyota Motor Corp., Nippon Soken, Inc.), 01 May 2008 (01.05.2008), paragraphs [0033], [0044] (Family: none)	1-9 10
Y	JP 6-323191 A (Toyota Motor Corp.), 22 November 1994 (22.11.1994), paragraph [0004] (Family: none)	8-9

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
25 April, 2013 (25.04.13)

Date of mailing of the international search report
14 May, 2013 (14.05.13)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/056897

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 2003-184635 A (Fuji Heavy Industries Ltd.), 03 July 2003 (03.07.2003), entire text; all drawings (Family: none)	10 1-9
X A	JP 2003-184725 A (Honda Motor Co., Ltd.), 03 July 2003 (03.07.2003), entire text; all drawings (Family: none)	10 1-9
A	JP 2001-41096 A (Denso Corp.), 13 February 2001 (13.02.2001), entire text; all drawings (Family: none)	1-10
A	JP 5-34244 A (Hitachi, Ltd.), 09 February 1993 (09.02.1993), entire text; all drawings (Family: none)	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/056897

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:
See extra sheet.

1. As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/056897

Continuation of Box No.III of continuation of first sheet(2)

The technical feature common to the invention in claim 1 and the invention in claim 10 is "an engine control device provided with an ion signal detection means for detecting ions generated during combustion, and provided with an abnormal combustion determination means for determining knocking or an accidental fire according to an ion signal detected by the detection means."

However, the above-said technical feature cannot be considered to be a special technical feature, since the technical feature does not make a contribution over the prior art in the light of the contents disclosed in the document 1 (JP 10-103210 A (Toyota Motor Corp., Denso Corp.), 21 April 1998 (21.04.1998), entire text; all drawings & US 5929322 A), the document 4 (JP 2003-184635 A (Fuji Heavy Industries Ltd.), 03 July 2003 (03.07.2003), entire text; all drawings (Family: none)), the document 5 (JP 2003-184725 A (Honda Motor Co., Ltd.), 03 July 2003 (03.07.2003), entire text; all drawings (Family: none)), and the document 7 (JP 5-34244 A (Hitachi, Ltd.), 09 February 1993 (09.02.1993), entire text; all drawings (Family: none)).

Further, there is no other same or corresponding special technical feature between these inventions.

Accordingly, the following two inventions (invention groups) are involved in claims.

(Invention 1) claims 1-9

(Invention 2) claim 10

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
 Int.Cl. F02D45/00(2006.01)i, F02D13/02(2006.01)i, F02P17/12(2006.01)i

B. 調査を行った分野
 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))
 Int.Cl. F02D45/00, F02D13/02, F02P17/12

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの
 日本国実用新案公報 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2013年
 日本国実用新案登録公報 1996-2013年
 日本国登録実用新案公報 1994-2013年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y A	JP 10-103210 A (トヨタ自動車株式会社、株式会社デンソー) 1998.04.21, 全文、全図 & US 5929322 A	1-9 10
Y A	JP 2008-101591 A (トヨタ自動車株式会社、株式会社日本自動車部品総合研究所) 2008.05.01, 段落【0033】、【0044】 (ファミリーなし)	1-9 10
Y	JP 6-323191 A (トヨタ自動車株式会社) 1994.11.22, 段落【0004】 (ファミリーなし)	8-9

C欄の続きにも文献が列挙されている。 パテントファミリーに関する別紙を参照。

<p>* 引用文献のカテゴリー 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願</p>	<p>の日の後に公表された文献 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」同一パテントファミリー文献</p>
---	---

国際調査を完了した日 25.04.2013	国際調査報告の発送日 14.05.2013
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 星名 真幸 電話番号 03-3581-1101 内線 3355

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X A	JP 2003-184635 A (富士重工業株式会社) 2003.07.03, 全文、全図 (ファミリーなし)	10 1-9
X A	JP 2003-184725 A (本田技研工業株式会社) 2003.07.03, 全文、全 図 (ファミリーなし)	10 1-9
A	JP 2001-41096 A (株式会社デンソー) 2001.02.13, 全文、全図 (フ ァミリーなし)	1-10
A	JP 5-34244 A (株式会社日立製作所) 1993.02.09, 全文、全図 (フ ァミリーなし)	1-10

第II欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（PCT17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. 請求項 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。つまり、

2. 請求項 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、

3. 請求項 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第III欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところこの国際調査機関は認めた。
特別ページ参照

1. 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。
2. 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。
4. 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。

請求項1に係る発明、請求項10に係る発明は、「燃焼時に発生するイオンを検知するためのイオン信号検出手段を備え、前記検出手段により検出されたイオン信号によりノックもしくは失火を判定する異常燃焼判定手段を備えたエンジン制御装置」という共通の技術的特徴を有している。しかしながら、当該技術的特徴は、文献1 (JP 10-103210 A (トヨタ自動車株式会社、株式会社デンソー) 1998.04.21, 全文、全図 & US 5929322 A)、文献4 (JP 2003-184635 A (富士重工業株式会社) 2003.07.03, 全文、全図 (ファミリーなし))、文献5 (JP 2003-184725 A (本田技研工業株式会社) 2003.07.03, 全文、全図 (ファミリーなし))、文献7 (JP 5-34244 A (株式会社日立製作所) 1993.02.09, 全文、全図 (ファミリーなし)) の開示内容に照らして、先行技術に対する貢献をもたらすものではないから、当該技術的特徴は、特別な技術的特徴であるとはいえない。また、これらの発明の間には、ほかに同一の又は対応する特別な技術的特徴は存在しない。そして、請求の範囲には以下に示す2の発明(群)が含まれる。

(発明1) 請求項1-9

(発明2) 請求項10