

(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
2020年7月16日(16.07.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/145105 A1

(51) 国際特許分類:
F02P 3/045 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2019/050251

(22) 国際出願日: 2019年12月23日(23.12.2019)

(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 2019-001735 2019年1月9日(09.01.2019) 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).

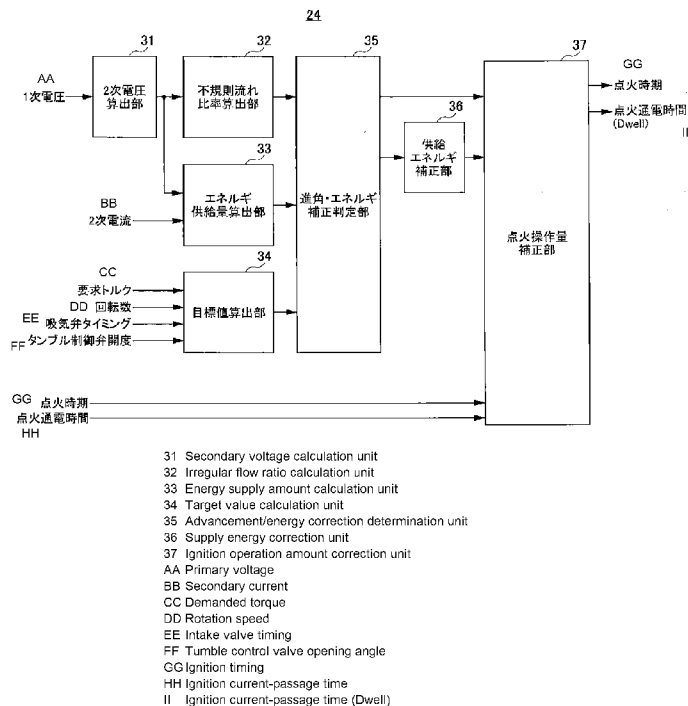
(72) 発明者: 押 領 司 一 浩 (ORYOJI Kazuhiro); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目 6 番 6 号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 赤城 好彦(AKAGI Yoshihiko); 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場 2 5 2 0 番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内 Ibaraki (JP). 岩城 秀文(IWAKI Hidefumi); 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場 2 5 2 0 番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内 Ibaraki (JP).

(74) 代理人: 戸田 裕二(TODA Yuji); 〒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).

(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,

(54) Title: CONTROL DEVICE

(54) 発明の名称: 制御装置



(57) Abstract: There are cases in which reliable ignition by spark discharge cannot be performed due to changes in the flow of a gas mixture inside a cylinder. Thus, an ignition control unit 24 comprises: a secondary voltage calculation unit 31 that calculates an average value of a secondary voltage generated on the secondary side of an ignition coil; an irregular flow ratio calculation unit 32 that calculates, as an irregular flow ratio indicating that the flow of a gas mixture inside a cylinder is irregular, a ratio of a cycle in which the average value of the secondary voltage is equal to or less than a set

BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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, SA, 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, ST, 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, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

average value to the cycle of an internal combustion engine in a predetermined time period; and an ignition operation amount correction unit 37 that corrects an ignition operation amount such that the irregular flow ratio becomes equal to or less than a set ratio value which is an attainment target of the irregular flow ratio.

(57) 要約: 気筒内の混合気の流れが変化することで、火花放電による確実な点火が行えないことがあった。そのため点火制御部 24 は、点火コイルの 2 次側に発生する 2 次電圧の平均値を算出する 2 次電圧算出部 31 と、所定期間における内燃機関のサイクルに対する、2 次電圧の平均値が設定平均値以下となるサイクルの比率を、気筒内における混合気の流れが不規則であることを表す不規則流れ比率として算出する不規則流れ比率算出部 32 と、不規則流れ比率が、不規則流れ比率の到達目標とする設定比率値以下となるように点火操作量を補正する点火操作量補正部 37 と、を備える。

明 細 書

発明の名称： 制御装置

技術分野

[0001] 本発明は、内燃機関を制御する制御装置に関する。

背景技術

[0002] 自動車の燃費性能を向上するためには種々の方法があるが、内燃機関の燃料消費量を低減することが重要である。燃料消費量を低減するには、内燃機関の運転中に発生するポンプ損失、冷却損失、排気損失、といった各種損失を低減することが有効である。例えば、ポンプ損失、冷却損失を低減する方法として、燃料と空気の比率を量論混合比（理論混合比）に比べて希薄にして燃焼させる希薄燃焼や、燃焼ガスの一部を吸気側に戻して燃料と空気の混合気を希釈するEGR（Exhaust Gas Recirculation）ガスを活用した燃焼方式が知られていた。以下の説明では、希薄燃焼やEGRガスを活用した燃焼方式をまとめて「希釈燃焼」と記載する。また、内燃機関の気筒に流入する吸気を「ガス」と呼び、気筒内で燃料と混合されたガスを「混合気」と呼ぶ。

[0003] 希釈燃焼を用いると、希釈燃焼を用いない場合に比べて吸気管圧力を上げることができる。このため、内燃機関の負荷が低い条件でのポンプ損失の低減や、熱容量を増加させて、混合気の燃焼温度を低下させることで、冷却損失の低減を図ることができる。また、内燃機関の負荷が高い条件では、EGRガスを導入することにより自着火反応に至る反応進行が抑制されるため、異常燃焼の発生が抑制される。これによって点火時期を最適時期に近づけるように進角することができ、排気損失を低減することが可能となる。

[0004] 燃料消費量を低減するためには、運転条件に応じて適切な混合気の希釈度（以下に説明するガス燃料比）を設定する必要がある。例えば、混合気の希釈度は、空気やEGRガスからなる混合ガスの質量和と燃料の質量の比（ガス燃料比 G/F ）、空気と燃料の質量比（空燃比 A/F ）、吸気ガス中のE

G R ガスの割合（E G R 率）で評価することが多い。

[0005] 希釈度の大きな条件（希薄な混合気の状態）で失火を避けて燃焼を実現するためには、燃料の相対的な濃度が小さくなっているため、火花点火時に点火プラグから気筒内の混合気に供給する供給エネルギーを増加させる必要がある。また、希釈度の大きな条件で安定的な燃焼を実現するために、内燃機関の気筒内の混合気の乱流強度や流速を、従来に比べて増加させる必要がある。

[0006] しかしながら、気筒内での乱流強度や流速が大きくなると、点火プラグでの放電の吹き消え等の現象による失火発生の可能性が生じる。この場合においても、火花点火時に点火プラグから気筒内混合気に供給する供給エネルギーを増加させる必要がある。また、放電期間中にプラグ周囲における混合気の流れ方向が変化し、混合気の流れが不規則になると、混合気に対する供給エネルギーの伝達効率が低下する。このため、放電期間中の混合気の流れが不規則になる確率が高い点火遅角条件では、供給エネルギー量を大きく設定する必要がある。

[0007] このことから供給エネルギーは、放電期間中に気筒内の流れ方向が変化しないか（規則的か）、又は変化するか（不規則か）を考慮して設定する必要がある。気筒内の流れの状態に応じて、点火プラグから気筒内の混合気に供給する供給エネルギーを増加する技術として、例えば、特許文献 1 に開示された内燃機関用の点火装置が知られている。

[0008] この特許文献 1 には、「筒内流速に基づき 2 次電流の指令値を算出することで、火花放電の吹き消えが発生しないように 2 次電流を制御することができる。」と記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0009] 特許文献1：特開 2 0 1 6 - 2 1 7 1 9 0 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0010] 特許文献 1 に開示された技術により、気筒内の流速に比例する電流値を 2 次側コイルに発生させる電流値として設定することが可能となる。このため、気筒内の流速が大きな条件において、火花放電の吹き消えの防止と、確実な点火を実現することができると考えられていた。
- [0011] しかしながら、特許文献 1 に開示された技術は、気筒内の流れ方向の変化の有無に応じて点火プラグが混合気に供給するエネルギーの要求値を決定する方法について考慮されたものではない。単に気筒内の流速が大きいことを吹き消えの防止する制御を行うための条件とした場合、希薄燃焼を行ったり、タンブル制御弁により気筒内に流入するガスの流速を早めたする場合に、点火プラグが混合気に対して過剰なエネルギーを供給することとなり、点火プラグの劣化が加速してしまう。そこで、放電期間中に気筒内の流れ方向が変化しないか（規則的か）、又は変化するか（不規則か）を考慮してエネルギーを設定する必要がある、という課題に対応する制御方法の立案が望まれている。
- [0012] 本発明はこのような状況に鑑みて成されたものであり、気筒内における混合気の流れ方向の変化を考慮して、混合気を点火する点火操作量を変えることを目的とする。

課題を解決するための手段

- [0013] 本発明に係る制御装置は、内燃機関に設けられる点火コイルの 1 次側に、所定の点火操作量に従って 1 次電圧を供給して、内燃機関に設けられる点火プラグを放電して、内燃機関の気筒内に吸入されるガス、燃料とが混合された混合気の点火を制御する点火制御部を備え、点火制御部により内燃機関を制御する。この点火制御部は、点火コイルの 2 次側に発生する 2 次電圧の平均値を算出する 2 次電圧算出部と、所定期間における内燃機関のサイクルに対する、2 次電圧の平均値が設定平均値以下となるサイクルの比率を、気筒内における混合気の流れが不規則であることを表す不規則流れ比率として算出する不規則流れ比率算出部と、不規則流れ比率が、不規則流れ比率の到達

目標とする設定比率値以下となるように点火操作量を補正する点火操作量補正部と、を備える。

[0014] また、本発明に係る制御装置は、内燃機関に設けられる点火コイルの１次側に、所定の点火操作量に従って１次電圧を供給して、内燃機関に設けられる点火プラグを放電して、内燃機関の気筒内に吸入されるガス、燃料とが混合された混合気の点火を制御する点火制御部を備え、点火制御部により内燃機関を制御する。この点火制御部は、内燃機関の運転状態に基づいて、気筒内における混合気の流れが不規則であることを表す不規則流れ比率の推定値を推定する不規則流れ比率推定部と、不規則流れ比率の推定値が、不規則流れ比率の到達目標とする設定比率値以下となるように点火操作量を補正する点火操作量補正部と、を備える。

発明の効果

[0015] 本発明によれば、内燃機関の気筒内に吸入されるガスの流れが不規則であることを表す不規則流れ比率に基づいて、放電期間における点火プラグ周辺の混合気の流れ方向の変化を考慮して点火操作量を補正することが可能となる。

上記した以外の課題、構成及び効果は、以下の実施の形態の説明により明らかにされる。

図面の簡単な説明

[0016] [図1]本発明の第１の実施の形態に係る内燃機関システムの構成例を示す概略構成図である。

[図2]本発明の第１の実施の形態に係るＥＣＵの構成例を示す制御ブロック図である。

[図3]本発明の第１の実施の形態に係る内燃機関の制御装置であるＥＣＵ内の点火制御部の内部構成例を示すブロック図である。

[図4]本発明の第１の実施の形態に係る点火制御部内の各制御ブロックで実行される処理の例を示すフローチャートである。

[図5]本発明の第１の実施の形態に係る気筒内における規則流れと不規則流れ

の例をサイクル毎に示す説明図である。

[図6]本発明の第1の実施の形態に係る内燃機関の回転数とトルクとの関係を表す説明図である。

[図7]本発明の第1の実施の形態に係る吸気弁閉じ時期と、不規則流れ比率倍率との関係を表す説明図である。

[図8]本発明の第1の実施の形態に係るタンブル制御弁開度と、不規則流れ比率倍率との関係を表す説明図である。

[図9]本発明の第1の実施の形態に係る内燃機関の同一トルク、同一回転数の条件において点火プラグの点火時期を変更した場合に燃焼安定性から決まる要求エネルギーと点火時期との関係を示す説明図である。

[図10]本発明の第1の実施の形態に係る点火プラグの周辺に発生する放電路の動きと、2次電圧の変化の様子を示す説明図である。

[図11]本発明の第1の実施の形態に係る点火プラグの点火時期と不規則流れの発生する割合（不規則流れ比率）を表す説明図である。

[図12]本発明の第1の実施の形態に係る内燃機関の回転数とトルクに応じて変化する設定供給エネルギーの例を示す説明図である。

[図13]本発明の第1の実施の形態に係る点火制御部が算出した値と、点火操作量との関係を表すタイミングチャートである。

[図14]本発明の第2の実施の形態に係る内燃機関の制御装置であるECUが備える点火制御部の内部構成例を示すブロック図である。

[図15]本発明の第2の実施の形態に係る点火制御部内の各制御ブロックで実行される処理の例を示すフローチャートである。

[図16]本発明の第2の実施の形態に係るクランク角度と不規則流れ比率との関係を表すチャート図である。

[図17]本発明の第2の実施の形態に係る点火制御部が算出した値と、点火操作量との関係を表すタイミングチャートである。

[図18]本発明の第3の実施の形態に係る内燃機関の制御装置であるECUが備える点火制御部の内部構成例を示すブロック図である。

[図19]本発明の第3の実施の形態に係る湿度対応供給エネルギー補正部が行う処理の例を示すフローチャートである。

[図20]本発明の第3の実施の形態に係る湿度や希釈度に対する供給エネルギー補正量倍率の関係を示すチャート図である。

[図21]本発明の第3の実施の形態に係る湿度対応点火操作補正部が行う処理の例を示すフローチャートである。

[図22]本発明の第3の実施の形態に係る湿度や希釈度に対する点火進角量補正倍率の関係を示すチャート図である。

[図23]本発明の第3の実施の形態に係る点火制御部が算出した値と、点火操作量との関係を表すタイミングチャートである。

発明を実施するための形態

[0017] 以下、本発明を実施するための形態について、添付図面を参照して説明する。本明細書及び図面において、実質的に同一の機能又は構成を有する構成要素については、同一の符号を付することにより重複する説明を省略する。

[0018] [第1の実施の形態]

始めに、自動車に使用される火花点火式の内燃機関の制御装置を備える内燃機関システムの構成例について、図1と図2を参照して説明する。

図1は、内燃機関システムの構成例を示す概略構成図である。この内燃機関システムは、ガソリン燃料を気筒内に直接噴射する気筒内燃料噴射装置（インジェクタ13）を備えている。

[0019] 内燃機関ENGは、点火コイル16を利用して点火プラグ17に火花放電を発生して混合気に着火する火花点火燃焼を実施する自動車用の気筒内噴射式内燃機関の一例である。内燃機関ENGが備える、エアフローセンサ1と、湿度センサ3a、3bと、コンプレッサ4aと、インタークーラ7と、電子制御スロットル2とが、吸気管の各々の適宜位置に設けられている。

[0020] エアフローセンサ1は、吸入空気量及び吸気温度を計測する。

湿度検出部（湿度センサ3a、3b）は、気筒内に導入されるガスの湿度を検出する。このため、湿度センサ3a、3bは、吸気湿度、すなわち空気

とEGRガスとの混合気中の水分量を検出可能である。

湿度センサ3aは、エアフローセンサ1の近くに設けられ、吸入空気の湿度を検出可能である。また、湿度センサ3bは、サージタンク6に設けられ、サージタンク6に貯まる空気の湿度を検出可能である。

[0021] コンプレッサ4aは、吸気を気筒内に過給する過給機の一部として設けられる。

インタークーラ7は、吸気を冷却する。

電子制御スロットル2は、吸気管圧力を調整する。

[0022] また、内燃機関ENGには、各気筒のシリンダ14の中に燃料を噴射するインジェクタ13と、気筒内のガスに供給エネルギーを供給する点火装置（以下、点火コイル16、点火プラグ17と分けて記載する）とが気筒ごとに備えられている。

そして、本実施の形態に係る制御装置は、内燃機関（内燃機関ENG）に設けられる点火コイル（点火コイル16）の1次側に、所定の点火操作量に従って1次電圧を供給して、内燃機関（内燃機関ENG）に設けられる点火プラグ（点火プラグ17）を放電して、内燃機関（内燃機関ENG）の気筒内に吸入されるガスと、燃料とが混合された混合気の点火を制御する点火制御部（点火制御部24）を備え、内燃機関（内燃機関ENG）を制御する。点火制御部24の構成は、後述する図2及び図3に示す。なお、内燃機関の制御装置は、内燃機関ENGを制御する電子コントロールユニット（ECU: Electronic Control Unit）20に該当する。

[0023] また、図示していないが、内燃機関ENGには、点火コイル16の1次側の電圧を計測する電圧センサと、2次側の電流を測定する電流センサとが備えられてる。また、気筒内に流入する混合気、又は気筒内から排出する排気ガスを調整する可変弁5が、シリンダヘッドに備えられている。可変弁（可変弁5）は、内燃機関（内燃機関ENG）に設けられた吸気弁（吸気弁25）が動作する時期を変更する。可変弁5を調整することにより、全気筒の吸気量および内部EGRガス量が調整される。

[0024] 更に、吸気管には内燃機関ENGの気筒内に流入するガスの流速を制御するための弁として、ECU20により開度が制御されるタンブル制御弁8が備えられている。タンブル制御弁8は、図中に示す状態st1の時に全閉状態となり、状態st2の時に全開状態となる。タンブル制御弁8の開度（「タンブル制御弁開度」と呼ぶ）は、ECU20により調整される。タンブル制御弁8が全閉状態であれば、サージタンク6に貯められた空気が吸気管から気筒内に流入する吸気の流速が加速する。タンブル制御弁8が全開状態であれば、吸気管から気筒内に流入する吸気の流速が減速する。タンブル制御弁（タンブル制御弁8）は、気筒内に流入するガスの流速を変える。タンブル制御弁8により流速が変えられたガスが気筒内に流入することで、気筒内における混合気が規則流れになりやすい。そして、ECU20は、タンブル制御弁8の開度を調整することで、気筒内に流入するガスの流速を制御する。

[0025] また、図示していないがインジェクタ13に高圧燃料を供給するための高圧燃料ポンプが燃料配管によってインジェクタ13に接続される。また、燃料配管の中には、燃料噴射圧力を計測するための燃料圧力センサが備えられている。また、内燃機関ENGのピストン位置を検知するためのクランク角度センサ19がクランクシャフトに取り付けられている。燃料圧力センサ及びクランク角度センサ19の出力情報はECU20に送られる。

[0026] 更に、内燃機関ENGが備える、タービン4bと、電子制御ウェイストゲート弁11と、三元触媒10と、空燃比センサ9とが、排気管15の各々の適宜位置に設けられている。

タービン4bは、排気エネルギーによって過給機のコンプレッサ4aに回転力を与える。

電子制御ウェイストゲート弁11は、タービン4bに流れる排気流量を調整する。

三元触媒10は、排気を浄化する。

空燃比センサ9は、空燃比検出器の一態様であって、三元触媒10の上流

側にて排気ガスの空燃比を検出する。

[0027] また、内燃機関ENGは、排気管の三元触媒10の下流から、吸気管のコンプレッサ4aの上流に排気を還流させるためのEGR管100を備える。また、EGRガスを冷却するためのEGRクーラ102、EGRガス流量を制御するためのEGR弁（EGR機構）101が、EGR管100の各々の適宜位置に取り付けられている。

また、内燃機関ENGには、内燃機関ENGを巡る冷却水の温度を計測する温度センサ18が設けられている。

[0028] 上述したエアフローセンサ1、湿度センサ3a、3b、温度センサ18及び空燃比センサ9から得られる出力情報は、ECU20に送られる。また、アクセル開度センサ12から得られる出力情報がECU20に送られる。アクセル開度センサ12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。

[0029] ECU20は、アクセル開度センサ12の出力情報に基づいて、要求トルクを演算する。すなわち、アクセル開度センサ12は、内燃機関ENG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、ECU20は、クランク角度センサ19の出力情報に基づいて、内燃機関ENGの回転速度を演算する。ECU20は、上述した各種センサの出力情報から得られる内燃機関ENG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、EGRガス流量等の内燃機関ENGの主要な作動量を最適に演算する。

[0030] ECU20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13に送られる。また、ECU20で演算された点火時期で点火されるように、点火信号が点火コイル16に送られる。また、ECU20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。

[0031] 吸気管から吸気弁25を経て気筒内に流入した空気に対し、インジェクタ13が燃料を噴射することで混合気を形成する。混合気は、所定の点火時期

で点火プラグ１７から発生す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内燃機関ＥＮＧの駆動力となる。更に、爆発後の排気ガスは排気管１５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。

[0032] このような内燃機関システムにおいて、詳細な内部構成例及び動作例について以下に説明する。

図２は、ＥＣＵ２０の内部構成例を示す制御ブロック図である。

ＥＣＵ２０は、入力回路２１と、入出力ポート２２と、ＣＰＵ２３ａと、ＲＯＭ２３ｂと、ＲＡＭ２３ｃと、点火制御部２４とを備える。

[0033] 点火コイル１６の電圧センサが検出した１次電圧、点火コイル１６の電流センサが検出した２次電流、アクセル開度センサ１２からのアクセル踏込情報（アクセル開度）、内燃機関ＥＮＧの回転数、湿度センサ３ａ、３ｂからの湿度情報、エアフローセンサ１からの空気量情報、クランク角度センサ１９からの角度情報（クランク角度）等の入力信号は、ＥＣＵ２０の入力回路２１に入力される。ただし、入力信号はこれらだけに限られないので、適宜に追加して説明する。

[0034] 入力回路２１に入力された各センサの入力信号は、入出力ポート２２内の入力ポートに送られる。入出力ポート２２に送られた入力情報は、ＲＡＭ２３ｃに一時保管され、ＣＰＵ２３ａで、所定の制御プログラムに従って演算処理される。演算処理の内容を記述した制御プログラムは、ＲＯＭ２３ｂに予め書き込まれており、ＣＰＵ２３ａにより適宜読み出されて実行される。

[0035] 制御プログラムに従って演算された、内燃機関ＥＮＧを制御するインジェクタ１３や点火コイル１６への作動量を示す出力情報は、ＲＡＭ２３ｃに一時保管される。その後、入出力ポート２２内の出力ポートに出力情報が送られ、それぞれの駆動回路を経てインジェクタ１３や点火コイル１６等が動作する。なお、内燃機関ＥＮＧにはこれら以外のアクチュエータも使用されているが、ここでは説明を省略する。

[0036] 本実施形態では、点火コイル１６の駆動回路として点火制御部２４を示し

ている。点火制御部 24 は、点火コイル 16 への点火通電時間や、点火プラグ 17 が混合気に供給する供給エネルギー等を制御する。本実施形態においては、ECU 20 内に点火制御部 24 を備える構成とするが、この構成に限るものではない。例えば、点火制御部 24 の一部、又は、点火制御部 24 の全てが、ECU 20 とは別の装置に実装されていても差し支えない。

[0037] そして、ECU 20 は、各センサが検出した空気量、クランク角度、冷却水温、吸気温度、湿度等に応じて、点火プラグ 17 の供給エネルギーを演算して適切なタイミング（点火通電時間や点火時期）に点火コイル 16 へ通電して、気筒内の混合気に着火するものである。

[0038] 図 3 は、内燃機関 ENG の制御装置である ECU 20 内の点火制御部 24 の内部構成例を示すブロック図である。点火制御部 24 において、点火プラグ 17 の供給エネルギーを制御するために、点火時期と点火通電時間が補正される。以下の説明において、点火制御部 24 は、点火制御部 24 の各部における一連の処理が開始から終了するまでを 1 サイクルとした制御単位で動作する。なお、説明中で「当該サイクル」と表記した場合、この 1 サイクル内で行われる処理であることを表す。

[0039] 点火制御部 24 は、2 次電圧算出部 31 と、不規則流れ比率算出部 32 と、エネルギー供給量算出部 33 と、目標値算出部 34 と、進角・エネルギー補正判定部 35 と、供給エネルギー補正部 36 と、及び点火操作量補正部 37 とを備える。

[0040] 2 次電圧算出部（2 次電圧算出部 31）は、点火コイル（点火コイル 16）の 2 次側に発生する 2 次電圧の平均値を算出する。このため、2 次電圧算出部 31 は、点火コイル 16 の 1 次側の電圧を計測する電圧センサの検出値に基づいて 2 次側の電圧（2 次電圧）の時間平均値を算出する。2 次電圧算出部 31 で算出された 2 次電圧の時間平均値は、不規則流れ比率算出部 32 とエネルギー供給量算出部 33 に入力される。

[0041] 不規則流れ比率算出部（不規則流れ比率算出部 32）は、所定期間における内燃機関（内燃機関 ENG）のサイクルに対する、2 次電圧の平均値が設

定平均値以下となるサイクルの比率を、気筒内における混合気の流れが不規則であることを表す不規則流れ比率として算出する。このとき、不規則流れ比率算出部 32 は、2 次電圧の時間平均値と、所定の設定平均値の大小関係とに基づき、点火プラグ 17 の点火開始から終了までにおけるタンブル流れの方向が規則的であったか、又は、不規則、すなわちタンブル流れの方向が変化していたかを判定する。そして、不規則流れ比率算出部 32 は、不規則となったサイクルの比率（不規則流れ比率）を算出する。不規則流れ比率は、例えば、後述する図 5 に示すように、平均 2 次電圧が判定基準となる設定平均値以下であるサイクルの比率から求められる。不規則流れ比率算出部 32 で算出された不規則流れ比率は、進角・エネルギー補正判定部 35 に入力される。

[0042] エネルギー供給量算出部（エネルギー供給量算出部 33）は、2 次電圧算出部（2 次電圧算出部 31）により算出された 2 次電圧の平均値と、点火コイル（点火コイル 16）に取付けられた電流センサにより検出された点火コイル（点火コイル 16）の 2 次電流とに基づいて、点火プラグ（点火プラグ 17）が混合気に供給する供給エネルギーのエネルギー供給量を算出する。エネルギー供給量の算出については、点火コイル 16 の 2 次側の電流計測値（2 次電流）と 2 次電圧の積を積分することで算出する方法や、点火通電時間（Dwell）との比例関係に基づき算出する方法が用いられる。エネルギー供給量算出部 33 が算出したエネルギー供給量は、進角・エネルギー補正判定部 35 に入力される。

[0043] 目標値算出部（目標値算出部 34）は、内燃機関（内燃機関 ENG）の運転状態に基づいて不規則流れ比率（不規則流れ比率 R）の目標値を算出する。ここで、不規則流れ比率（不規則流れ比率 R）の目標値には、設定比率値（設定比率値 Tr）が含まれる。また、不規則流れ比率（不規則流れ比率 R）の目標値には、設定比率値（設定比率値 Tr）にて点火プラグ（点火プラグ 17）が混合気に供給する供給エネルギーを表す設定供給エネルギーが含まれる。そこで、目標値算出部 34 には、アクセル開度から演算された要求トル

ク、内燃機関ENGの回転数、吸気弁タイミング、タンブル制御弁開度が入力される。そして、目標値算出部34は、入力されたこれらの情報に基づき、到達目標とする不規則流れ比率（不規則流れ比率の設定比率値）と、到達目標とする不規則流れ比率における設定供給エネルギーとを目標値として算出する。目標値算出部34が算出した不規則流れ比率の設定比率値と、設定供給エネルギーは、進角・エネルギー補正判定部35に入力される。

[0044] 補正判定部（進角・エネルギー補正判定部35）は、不規則流れ比率（不規則流れ比率R）、エネルギー供給量、及び不規則流れ比率（不規則流れ比率R）の目標値（設定比率値 T_r ）に基づいて点火操作量の補正の実施又は不実施を判定する。このとき、進角・エネルギー補正判定部35は、入力される不規則流れ比率、エネルギー供給量、及び不規則流れ比率の設定比率値 T_r に基づき、点火時期の進角制御を実施するか、供給エネルギーの減少補正を実施するかの判定を実施する。不規則流れ比率が、後述する図13に示すように設定比率値 T_r よりも低ければ進角・エネルギー補正判定部35は何もしないが、不規則流れ比率が、設定比率値 T_r よりも高ければ進角・エネルギー補正判定部35による進角制御又は供給エネルギーの減少補正を実施すると判定される。進角・エネルギー補正判定部35による判定結果は、供給エネルギー補正部36と点火操作量補正部37に入力される。

[0045] 供給エネルギー補正部（供給エネルギー補正部36）は、補正判定部（進角・エネルギー補正判定部35）により供給エネルギーを減少させる補正の実施が判定された場合に、供給エネルギーを減少させる補正を実施するための供給エネルギー補正量を算出し、供給エネルギー補正量を点火操作量補正部（点火操作量補正部37）に出力する。ここで供給エネルギー補正部36は、進角・エネルギー補正判定部35から入力される判定結果に基づき、供給エネルギーの減少補正量（後述する図4のステップS11に示す供給エネルギー補正量 ΔE ）を算出する。さらに供給エネルギー補正部36は、当該サイクルの補正供給エネルギー（後述する図4のステップS12に示す補正供給エネルギー E_{tar} ）を算出する。供給エネルギー補正部36が算出した補正供給エネルギーは、点火操作

量補正部 37 に入力される。

[0046] 点火操作量補正部（点火操作量補正部 37）は、不規則流れ比率（不規則流れ比率 R ）が、不規則流れ比率（不規則流れ比率 R ）の到達目標とする設定比率値（設定比率値 T_r ）以下となるように点火操作量を補正する。そこで、点火操作量補正部 37 には、進角・エネルギー補正判定部 35 による判定結果、供給エネルギー補正部 36 が算出した補正供給エネルギーに加えて、点火操作量として用いられる点火時期、点火通電時間が入力される。そして、点火操作量補正部（点火操作量補正部 37）は、補正判定部（進角・エネルギー補正判定部 35）により点火操作量の補正の実施と判定された場合に、点火操作量を補正する。このように点火操作量の補正の実施と判定された時だけ、点火操作量補正部 37 が点火操作量を補正するため、点火操作量の補正の不実施と判定された時には、点火操作量補正部 37 が動作しなくてすむ。

[0047] ここで、点火操作量補正部（点火操作量補正部 37）は、不規則流れ比率（不規則流れ比率 R ）が設定比率値（設定比率値 T_r ）を超える場合に、点火プラグ（点火プラグ 17）の点火時期を進角に補正する。また、点火操作量補正部（点火操作量補正部 37）は、点火コイル（点火コイル 16）の 1 次側に通電する点火通電時間を補正する。このように、点火操作量補正部 37 は、入力された判定結果及び補正供給エネルギーに基づき、点火進角量を算出し、点火時期を補正すると共に、点火通電時間（ $Dwell$ ）を補正する。なお、点火操作量補正部 37 は、点火時期の進角制御、又は供給エネルギーの減少補正のいずれかだけを行ってもよい。その後、点火操作量補正部 37 から点火コイル 16 に対して、補正後の点火時期（補正点火時期）と点火通電時間の補正值が出力され、点火コイル 16 の動作が制御される。

[0048] ここで、供給エネルギー補正部（供給エネルギー補正部 36）は、不規則流れ比率（不規則流れ比率 R ）が設定比率値（設定比率値 T_r ）以下である場合に、設定供給エネルギーと、供給エネルギーとの差分を供給エネルギー補正量として算出する。点火操作量補正部（点火操作量補正部 37）は、供給エネルギー補正部（供給エネルギー補正部 36）から入力される供給エネルギー補正量に基

づいて、供給エネルギーを減少させる。このため、点火コイル 16 の発熱が抑えられ、点火プラグ 17 の摩耗を抑制することができる。

[0049] 図 4 は、点火制御部 24 内の各制御ブロックで実行される処理の例を示すフローチャートである。本フローチャートを用いて、各制御ブロックで実行される処理の詳細を説明する。

[0050] 始めに、2 次電圧算出部 31 は、電圧センサで計測された 1 次電圧から 2 次電圧を算出する (S1)。1 次側の電圧を分圧して計測した電圧が V_m 、計測部の比率が全体の r_1 、コイルの巻き数比 (2 次側の巻き数 / 1 次側の巻き数) が N_c である場合、2 次電圧は以下の式 (1) で求められる。

$$V_2(t) = V_m(t) / r_1 \times N_c \quad \dots (1)$$

t は時間を表し、 $V_2(t)$ は 2 次電圧が時間の関数であることを意味する。2 次電圧算出部 31 が 2 次電圧を求めるとステップ S2 に進む。

[0051] 次に、不規則流れ比率算出部 32 は、2 次電圧の時間平均値を算出する (S2)。2 次電圧の平均値 V_{ave} は、積分区間を T とすると、以下の式 (2) で求められる。

$$V_{ave} = 1 / T \times \int V_2(t) dt \quad \dots (2)$$

積分区間 T は運転条件や流れの条件に応じて変更可能である。気筒内圧力が高い条件では、点火プラグ 17 の放電期間が短くなる傾向があるので、内燃機関 ENG の負荷が高くなるにつれて積分区間 T を小さくすることができる。不規則流れ比率算出部 32 が 2 次電圧の時間平均値を算出するとステップ S3 に進む。

[0052] 次に、不規則流れ比率算出部 32 は、算出した 2 次電圧の時間平均値 V_{ave} と基準値 (設定平均値) とを比較し、当該サイクルの流れが規則的か、不規則的かを決め、不規則流れ比率 R を更新する (S3)。ここで、図 5 を参照して規則流れと不規則流れについて説明する。

[0053] 図 5 は、気筒内における規則流れと不規則流れの例をサイクル毎に示す説明図である。図中の縦軸は平均 2 次電圧 $[V]$ を表す。また、横軸は、サイクル毎の平均 2 次電圧の様子を規則流れ及び不規則流れ毎に表す。

[0054] 図5では、放電中に方向変化が無い（規則流れ）場合の平均2次電圧と、放電中に方向変化がある（不規則流れ）場合の平均二次電圧とが、サイクル毎の計測結果として示される。不規則流れの平均2次電圧は、放電路の伸びが抑制される影響があるため、規則流れの場合に比べ、相対的に小さい値となる。

[0055] そこで、規則流れと不規則流れを区別するための適切な設定平均値を設ける。そして、不規則流れ比率算出部32は、当該設定平均値よりも平均2次電圧が低いサイクルを不規則流れのサイクルと判断する。このように、平均2次電圧の値と設定平均値との関係を見ることで、放電期間における流れが不規則であるか否かを容易に判断できる。

[0056] ここで、不規則流れ比率算出部32は、不規則流れ比率Rは、例えば過去Na11サイクル（50サイクル程度）における不規則流れが発生したサイクルの数Niを記憶しておき、以下の式（3）を用いて不規則流れ比率Rを求める。

$$R = N_i / N_{a11} \dots (3)$$

[0057] または、不規則流れ比率算出部32は、重みづけ係数wを用いた以下の式（4）により、不規則流れ比率Rを更新する。

$$R = (R \times w \times N_{a11} + 1) / (w \times N_{a11} + 1) \dots (4)$$

重みづけ係数wは、実験やシミュレーションに基づいて予め決める値であり、0より大きく1以下の数値である。不規則流れ比率算出部32が不規則流れ比率Rを更新した後に、ステップS4に進む。

[0058] 次に、エネルギー供給量算出部33は、2次電圧算出値V2(t)と2次電流計測値I2(t)から供給エネルギーEを以下の式（5）で求める（S4）。

$$E = \int V_2(t) I_2(t) dt \dots (5)$$

エネルギー供給量算出部33が、供給エネルギーEを求めた後に、ステップS5に進む。

[0059] 次に、目標値算出部34は、不規則流れ比率の設定比率値Trを更新する

(S5)。不規則流れ比率の設定比率値 T_r は、運転条件に応じて変化する。気筒内における流れの不規則性は、気筒内に形成される規則流（タンブル流）が崩れる（タンブル崩壊）ことであり、不規則な流れが顕著になる。タンブル崩壊は気筒内の容積が小さくなり規則的な流れを保てなくなると発生する。このため、不規則流れ比率 R は、気筒内で形成されるタンブルの強さと容積の影響を大きく受ける。

[0060] 定常制御適合条件における不規則流れ比率を回転数とトルクを軸とするマップとして持っておくことで、内燃機関ENGの動作中は、入力された要求トルク度と回転数と当該マップから当該運転条件における不規則流れ比率の設定比率値 T_r を算出できる。

[0061] 図6は、内燃機関ENGの回転数とトルクとの関係を表す説明図である。

内燃機関ENGの回転数の増加に伴い進角方向に点火時期が設定され、内燃機関ENGのトルクの増加と共に遅角方向に点火時期が設定されるとする。

[0062] この場合、図6に矢印 T_r で示すように内燃機関ENGが低負荷かつ高回転で不規則流れ比率の設定比率値 T_r が低くなり、内燃機関ENGが高負荷かつ低回転で不規則流れ比率の設定比率値 T_r が高くなる傾向がある。そこで、目標値算出部（目標値算出部34）は、内燃機関（内燃機関ENG）の回転数が大きく、かつ内燃機関（内燃機関ENG）のトルクが小さいほど設定比率値（設定比率値 T_r ）を小さく設定し、内燃機関（内燃機関ENG）の回転数が小さく、かつ内燃機関（内燃機関ENG）のトルクが大きいほど設定比率値（設定比率値 T_r ）を大きく設定する。このように不規則流れ比率の設定比率値 T_r を決めることで、運転条件に応じて適切な不規則流れ比率の設定値を定義でき、各運転条件に応じた適切な制御が可能になる。

[0063] また、不規則流れ比率の設定比率値 T_r は、可変弁5の設定に応じた補正、タンブル制御弁8の設定に応じた補正も可能である。これらの設定に応じた補正について、図7と図8を参照して説明する。

[0064] 図7は、吸気弁閉じ時期と、不規則流れ比率倍率 R_I との関係を表す説明

図である。

可変弁 5 の制御により吸気弁閉じ時期が進角するにつれて、同一クランク角度で評価した流れは減衰する。このため、吸気弁閉じ時期が進角することで、不規則流れ比率 R が増加する傾向がある。そこで、目標値算出部（目標値算出部 34）は、可変弁（可変弁 5）の動作により吸気弁（吸気弁 25）の閉じ時期が進角するほど設定比率値（設定比率値 T_r ）を大きく設定する。このように設定比率値 T_r を設定するため、吸気弁 25 に関する不規則流れ比率 R からの倍率である不規則流れ比率倍率 R_l が設けられる。不規則流れ比率倍率 R_l により、設定比率値 T_r を大きく変化させることができる。

[0065] 例えば、進角である吸気弁閉じ時期の現時点での設定値（「現設定値」と呼ぶ）における不規則流れ比率倍率 R_{l2} に比べて、遅角である吸気弁閉じ時期の定常適合値における不規則流れ比率倍率 R_{l1} は小さい。このため、基準弁位置における不規則流れ比率 R からの倍率である不規則流れ比率倍率 R_l と吸気弁閉じ時期の関係を、図 7 に示すようにマップ化しておく。

[0066] そして、吸気弁閉じ時期の定常適合値における不規則流れ比率倍率 R_{l1} と、現設定値における不規則流れ比率倍率 R_{l2} を用いて、目標値算出部 34 が、次の式（6）で不規則流れ比率の設定比率値 T_r を補正し、更新する。

$$T_r = T_r \times R_{l2} / R_{l1} \dots (6)$$

[0067] 図 8 は、タンブル制御弁開度と、不規則流れ比率倍率 R_t との関係を表す説明図である。

タンブル制御弁開度が小さくなるにつれて、同一クランク角度で評価したタンブル流れが高速化するため、タンブル制御弁の開度が小さいほど不規則流れ比率が減少する傾向がある。そこで、目標値算出部（目標値算出部 34）は、タンブル制御弁（タンブル制御弁 8）の開度が小さいほど設定比率値（設定比率値 T_r ）を小さく設定する。このように設定比率値 T_r を設定するため、タンブル制御弁 8 に関する不規則流れ比率 R の倍率である不規則

流れ比率倍率 R_t が設けられる。不規則流れ比率倍率 R_t により、設定比率値 T_r を大きく変化させることができる。

[0068] 例えば、全閉付近のタンブル制御弁開度の定常適合値における不規則流れ比率倍率 R_{t1} より、タンブル制御弁開度が大きい現設定値における不規則流れ比率倍率 R_{t2} の方が大きい。このため、タンブル制御弁全閉での不規則流れ比率 R からの倍率である不規則流れ比率倍率 R_t と、タンブル制御弁開度の関係を、図 8 に示すようにマップ化しておく。

[0069] そして、タンブル制御弁開度の定常適合値における倍率 R_{t1} と、現設定値における R_{t2} を用いて、目標値算出部 34 が、次の式 (7) で不規則流れ比率の設定比率値 T_r を補正し、更新する。

$$T_r = T_r \times R_{t2} / R_{t1} \dots (7)$$

[0070] 上式 (6)、(7) に示したように、目標値算出部 34 が不規則流れ比率の設定比率値 T_r を補正し、更新することで、ECU 20 は、吸気弁タイミングや、タンブル制御弁の設定値によって変化するタンブル流れの状態を考慮した制御ができるようになる。目標値算出部 34 が不規則流れ比率の設定比率値 T_r を決めると、ステップ S6 に進む。

[0071] 次に、目標値算出部 34 は、設定供給エネルギー E_c を更新する (S6)。ここで、図 9 ~ 図 11 を参照して設定供給エネルギー E_c に関連する情報について説明し、さらに、図 12 を参照して設定供給エネルギー E_c の設定方法について説明する。

[0072] 図 9 は、内燃機関 ENG の同一トルク、同一回転数の条件において点火プラグ 17 の点火時期を変更した場合に燃焼安定性から決まる要求エネルギーと点火時期との関係を示す説明図である。図 9 の横軸は点火時期、縦軸は燃焼安定性から決まる要求エネルギーを表す。

図 9 より、点火時期が、最適点火時期又はノック限界点火時期から遅角に変化するにつれて、燃焼安定性から求まる要求エネルギーが増加する傾向にあることが示される。このように点火プラグ (点火プラグ 17) の点火時期が進角にある最適点火時期における設定供給エネルギーに比べて、点火時期が遅

角になるほど、混合気の燃焼安定性から決まる要求エネルギーが増加する。

[0073] 図10は、点火プラグ17の周辺に発生する放電路の動きと、2次電圧の変化の様子を示す説明図である。

点火プラグ17は、所定距離だけ離れた電極間に高電圧を与えて放電することで、混合気を点火する。このとき、放電路から混合気へ供給エネルギーが与えられる。図10に示す点火プラグ17の説明図(1)では、時刻T1に点火プラグ17の電極間で発生した放電の様子が放電路sp1で表される。

[0074] 点火プラグ17の説明図(2)では、時刻T2に点火プラグ17の電極間で発生した放電の様子が放電路sp2で表される。放電中に流れの方向変化が無い場合、放電路sp2が大きく伸びる。

グラフ(3)は、放電中に流れの方向変化が無い場合における、2次電圧の時間変化を表す。グラフ(3)より、放電路sp2が大きく伸びることで2次電圧が増加することが示される。このように2次電圧が増加しているときには、混合気への供給エネルギーの伝達量が増大するため、燃焼が安定しやすくなる。

[0075] 一方、点火プラグ17の説明図(4)では、同じ時刻T2に点火プラグ17の電極間で発生した放電の様子が放電路sp3で表される。放電中に流れの方向変化がある場合、流れの変化に起因して、放電路sp3の伸びが抑制される。

グラフ(5)は、放電中に流れの方向変化がある場合における、2次電圧の時間変化を表す。グラフ(5)より、放電路sp3の伸びが抑制されることで2次電圧の増加も抑制されることが示される。このように2次電圧が増加しないときには、混合気への供給エネルギーの伝達量が、規則流れに比べて相対的に小さくなるため、燃焼が不安定化しやすくなる。

[0076] 図11は、点火プラグ17の点火時期と不規則流れの発生する割合(不規則流れ比率)を表す説明図である。図11の横軸はクランク角度、縦軸は不規則流れ比率を表す。

[0077] 下死点(BDC: Bottom Dead Center)から上死点(TDC: Top Dead Ce

nter)の間を移動するピストンの運動は、クランク角度 [deg.] によって表される。ピストンが下死点付近にあるときは、不規則流れ比率 R は小さい値をとるが、ピストンが上死点に向けて移動するにつれて、不規則流れ比率 R が大きい値をとる。このため、点火時期が遅角化すると、混合気への供給エネルギーの伝達量が低下する不規則流れの発生割合が増加する。この結果、点火遅角条件では安定燃焼に要求される供給エネルギーが増加することとなる。

[0078] ここで、設定供給エネルギー E_c は、同一トルク、同一回転数の条件において最も小さな要求エネルギーである。このため、設定供給エネルギー E_c は、図9に示した最適点火時期又はロック限界点火時期において安定燃焼に要求されるエネルギーと同等である。そこで、設定供給エネルギー E_c は、要求トルク、回転数を軸とするマップで与えられる。そして、目標値算出部34は、要求トルクと回転数に基づき設定供給エネルギー E_c を算出することが可能である。目標値算出部34が設定供給エネルギー E_c を更新すると、ステップS7に進む。

[0079] 次に、進角・エネルギー補正判定部35は、不規則流れ比率の算出値 R が不規則流れ比率の設定比率値 T_r を超えるか判定する (S7)。進角・エネルギー補正判定部35により、不規則流れ比率の算出値 R が不規則流れ比率の設定比率値 T_r を超えると判定された場合は (S7のYes)、ステップS8に進む。一方、進角・エネルギー補正判定部35により、不規則流れ比率の算出値 R が不規則流れ比率の設定比率値 T_r 以下であると判定された場合 (S7のNo)、ステップS10に進む。

[0080] ステップS7のYes判定の後、点火操作量補正部37は、点火進角量 ΔADV を設定する (S8)。1サイクルあたりの進角量 [deg.] や進角速度 [deg./ms] の適合値は、たとえば固定値 ΔADV_{ref} で与えられる。そして、点火操作量補正部37は、点火進角量 ΔADV を以下の式 (8) で算出する。第1の実施の形態では、点火進角量 ΔADV は、予め用意したマップで決める値である。点火進角量 ΔADV を算出した後、ステッ

プS 9に進む。

$$\Delta A D V = \Delta A D V_{r e f} \cdots (8)$$

[0081] 次に、点火操作量補正部37は、ステップS 8で決められた点火進角量 $\Delta A D V$ [deg.] と、点火時期 [deg. ATDC] の既定値 $A D V$ に基づいて、以下の式(9)で算出した補正点火時期を設定する(S 9)。

$$A D V = A D V - \Delta A D V \cdots (9)$$

[0082] このように点火操作量補正部37が、補正点火時期を設定することで、不規則流れ比率Rが高い条件での進角制御を実施することができる。この結果、放電期間における不規則流れ比率Rが低い条件へと点火時期が変更されるため、より安定した燃焼状態が得られるようになる。そして、ステップS 9の後、本処理を終了する。

[0083] 一方、ステップS 7のNo判定の後、進角・エネルギー補正判定部35は、供給エネルギーEが設定供給エネルギー E_c を超えるかを判定する(S 10)。進角・エネルギー補正判定部35は、供給エネルギーEが設定供給エネルギー E_c を超えると判定した場合(S 10のYes)、ステップS 11に進む。一方、進角・エネルギー補正判定部35は、供給エネルギーEが設定供給エネルギー E_c 以下であると判定した場合(S 10のNo)、処理を終了する。

[0084] ステップS 10のYes判定の後、供給エネルギー補正部36は、供給エネルギーEと設定供給エネルギー E_c とに基づいて、供給エネルギー補正量 ΔE を算出する(S 11)。供給エネルギー補正量 ΔE は、供給エネルギーEを減少する補正を行うために用いられる。そして、供給エネルギーEを徐々に設定供給エネルギー E_c へ漸近させるため、供給エネルギー補正部36は、例えば以下の式(10)にて供給エネルギー補正量 ΔE を算出する。

$$\Delta E = (E - E_c) / N i t e r \cdots (10)$$

N i t e rは設定値へ漸近させる速度を規定する変数であり1より大きい実数である。

供給エネルギー補正部36が、供給エネルギー補正量 ΔE を算出した後、ステップS 12に進む。

[0085] 次に、供給エネルギー補正部36は、供給エネルギー E と、ステップS9で求めた供給エネルギー補正量 ΔE に基づいて、補正供給エネルギー E_{tar} を算出する(S12)。補正供給エネルギー E_{tar} の算出は、例えば、以下の式(11)を用いて行われる。

$$E_{tar} = E - \Delta E \cdots (11)$$

供給エネルギー補正部36が補正供給エネルギー E_{tar} を算出した後、ステップS13に進む。

[0086] このように供給エネルギー補正部36が補正供給エネルギー E_{tar} を算出することで、不規則流れ比率 R の低下に応じて、供給エネルギーを減らすことができる。これにより、点火プラグ17で発生する余剰なエネルギー消費や発熱を減らすことができ、点火プラグ17の劣化防止や故障防止が実現できる。

[0087] 次に、点火操作量補正部37は、ステップS12で求められた補正供給エネルギー E_{tar} に基づいて、供給エネルギーを減らすための点火通電時間(Dwell)を設定する(S13)。点火通電時間と供給エネルギーの関係は、点火コイル16の特性に応じて決まる。このため、点火操作量補正部37は、点火通電時間と供給エネルギーとの関係をマップとして持ち、この関係から点火通電時間を決定する。供給エネルギーが大きいほど、点火通電時間が大きくなる関係がある。このように点火操作量補正部37が点火通電時間を設定することで、点火コイル16のコイル制御において、補正供給エネルギー E_{tar} に対応する供給エネルギーを点火プラグ17が発生するようになる。

[0088] 図12は、内燃機関ENGの回転数とトルクに応じて変化する設定供給エネルギー E_c の例を示す説明図である。この説明図は、横軸が内燃機関ENGの回転数を表し、縦軸が内燃機関ENGのトルクを表す。図中には、設定供給エネルギー E_c が矢印で表される。

[0089] 設定供給エネルギー E_c が「小」と表される箇所は、設定供給エネルギー E_c が最適であることを表す。内燃機関ENGのトルクが減少すると、気筒内の圧力が減少し、混合気に着火しにくくなるので、設定供給エネルギー E_c を「大」に変更する制御が行われる。一方、内燃機関ENGのトルクが増大し、

かつ内燃機関ENGの回転数が増大する場合にも、気筒内に吸入される混合気の量が多くなるので、設定供給エネルギーEcを「大」に変更する制御が行われる。

[0090] 次に、本実施の形態に係る点火制御部24にて算出された各種の値が変化するタイミングについて説明する。

図13は、本実施形態に係る点火制御部24が算出した値と、点火操作量との関係を表すタイミングチャートである。図13を参照して、第1の実施形態に係る点火制御部24の動作例及び効果を説明する。

[0091] (初期状態)

始めに、不規則流れ比率Rは、不規則流れ比率の設定比率値Trより低い。また、点火時期は進角で実施され、供給エネルギーは低い状態である。また、供給エネルギー補正量はゼロ、点火通電時間(Dwell)もゼロである。なお、目標トルクは時間経過によらず一定とする。

[0092] (時刻t1)

時刻t1より、目標トルクが一定の条件において、ノック発生やその他の要因に伴い、点火遅角制御が実施されることを想定する。進角であった点火時期は、時刻t1では遅角方向に変更される。この結果、不規則流れ比率Rが増加し始める。また、点火通電時間が「大」に設定される。図9に示したように、点火時期が遅角で実施されると、要求エネルギーが増加する。このため、点火時期が遅角で実施される制御に合わせて、供給エネルギーも増加する制御が行われる。

[0093] (時刻t2)

本実施の形態では、時刻t2で不規則流れ比率Rが、不規則流れ比率の設定比率値Trを超える。このタイミングで、図4のステップS7における判定処理を経て、点火時期を進角とする制御が開始される(S8, S9)。点火時期が進角方向に制御されるにつれて、不規則流れ比率Rが低下する。

[0094] (時刻t3)

時刻t3からは、不規則流れ比率Rが、不規則流れ比率の設定比率値Tr

を下回る状態が続く。時刻 t_3 より後は、図4のステップ $S10 \sim S13$ の処理に示すように、供給エネルギーを減少補正するように供給エネルギー補正量 ΔE が変化し、点火通電時間が徐々に減少する。また、時刻 t_3 では、供給エネルギー補正量 ΔE が増加することで、供給エネルギー E が減り、点火通電時間も徐々に減少する。

[0095] 以上説明した第1の実施の形態に係るECU20では、図3に示した点火制御部24にて実施される処理により、気筒内の混合気の流れの変化に関連する不規則流れ比率 R を考慮して気筒内の混合気に供給される供給エネルギーが予測される。そして、点火制御部24は、供給エネルギー E を減少するよう、点火制御部24が点火時期及び点火通電時間の少なくともいずれか一つを含む点火操作量を操作する。この結果、不規則流れ比率 R が設定比率値 T_r 以下となる条件、すなわち安定燃焼のために要求される供給エネルギーが小さくなる条件で、供給エネルギーが減少する。このように不規則流れ比率 R に応じて供給エネルギーを制御することで、点火コイル16の発熱や、点火プラグ17の摩耗を抑制し、内燃機関システムの耐久性を向上することができる。

[0096] なお、エンジンEGNは、インジェクタ13が気筒内に燃料を直接噴射する形態を採用したが、吸気管内に設けられたインジェクタが噴射した燃料が、ガスと共に気筒内に吸入される形態のエンジンを採用してもよい。

また、エンジンEGNは、吸気管内にタンブル制御弁8を設けた形態としたが、タンブル制御弁8を取り除いた形態を採用してもよい。

また、EGRガスを、吸気に用いない形態のエンジンを採用してもよい。

[0097] [第2の実施の形態]

次に、本発明の第2の実施の形態に係るECU20で行われる制御例について説明する。第2の実施の形態に係るECU20の構成は、図1と図2を参照して説明した第1の実施の形態に係るECU20の構成と共通である。このため、図14～図17を参照して、第2の実施の形態に係るECU20の構成例及び動作例について説明する。

[0098] 図14は、内燃機関ENGの制御装置であるECU20が備える点火制御

部 2 4 A の内部構成例を示すブロック図である。本実施の形態に係る制御装置は、内燃機関（内燃機関 E N G）に設けられる点火コイル（点火コイル 1 6）の 1 次側に、所定の点火操作量に従って 1 次電圧を供給して、内燃機関（内燃機関 E N G）に設けられる点火プラグ（点火プラグ 1 7）を放電して、内燃機関（内燃機関 E N G）の気筒内に吸入されるガスと、燃料とが混合された混合気の点火を制御する点火制御部（点火制御部 2 4 A）を備え、内燃機関（内燃機関 E N G）を制御する。点火制御部 2 4 A においても、点火プラグ 1 7 の供給エネルギーを制御するために、点火プラグ 1 7 の点火時期、及び点火コイル 1 6 の点火通電時間の少なくとも一つを含む点火操作量が補正される。

[0099] 点火制御部 2 4 A は、図 3 に示した第 1 の実施の形態に係る点火制御部 2 4 のうち、不規則流れ比率算出部 3 2 を不規則流れ比率推定部 1 4 1 に置換え、エネルギー供給量算出部 3 3 をエネルギー供給量推定部 1 4 2 に置換えた構成としている。

[0100] 不規則流れ比率推定部（不規則流れ比率推定部 1 4 1）は、内燃機関（内燃機関 E N G）の運転状態に基づいて、内燃機関（内燃機関 E N G）の気筒内における混合気の流れが不規則であることを表す不規則流れ比率（不規則流れ比率 R）の推定値を推定する。このため、不規則流れ比率推定部 1 4 1 は、入力した点火時期、弁タイミング、タンブル制御弁開度、アクセル開度、回転数に基づき、不規則流れ比率の推定値 R_e を推定する。不規則流れ比率推定部 1 4 1 が推定した不規則流れ比率 R は、進角・エネルギー補正判定部 3 5 に入力される。

[0101] エネルギー供給量推定部（エネルギー供給量推定部 1 4 2）は、点火コイル（点火コイル 1 6）の 1 次側に通電する点火通電時間により点火コイル（点火コイル 1 6）に供給される供給エネルギー E のエネルギー供給量を推定する。このとき、エネルギー供給量推定部 1 4 2 は、内燃機関 E N G の気筒内に流入する混合気への供給エネルギー E を推定する。そして、エネルギー供給量推定部 1 4 2 は、入力した点火通電時間（ D_{weil} ）と、供給エネルギー E との間に

ある正の相関関係に基づいて供給エネルギー E を推定する。エネルギー供給量推定部142が推定した供給エネルギー E は、進角・エネルギー補正判定部35に入力される。

[0102] 補正判定部（進角・エネルギー補正判定部35）は、不規則流れ比率（不規則流れ比率 R ）の推定値、エネルギー供給量、及び不規則流れ比率（不規則流れ比率 R ）の目標値に基づいて点火操作量の補正の実施又は不実施を判定する。ここで、不規則流れ比率（不規則流れ比率 R ）の目標値には、設定比率値（設定比率値 T_r ）が含まれ、補正判定部（進角・エネルギー補正判定部35）は、不規則流れ比率（不規則流れ比率 R ）の推定値が設定比率値（設定比率値 T_r ）以下である場合に、供給エネルギーを減少させる補正の実施又は不実施を判定する。

[0103] 点火操作量補正部（点火操作量補正部37）は、不規則流れ比率（不規則流れ比率 R ）の推定値が、不規則流れ比率（不規則流れ比率 R ）の到達目標とする設定比率値（設定比率値 T_r ）以下となるように点火操作量を補正する。ここで、点火操作量補正部（点火操作量補正部37）は、補正判定部（進角・エネルギー補正判定部35）により点火操作量の補正の実施と判定された場合に、点火補正量を補正する。その他のブロックは第1の実施の形態と共通である。

[0104] 図15は、図14に示す各制御ブロックで実行される処理を説明するフローチャートである。図15を参照して、第2の実施形態に係る点火制御部24Aの動作例及び効果を説明する。

[0105] 始めに、不規則流れ比率推定部141は、入力された点火時期、弁タイミング、タンブル制御弁開度、要求トルク、回転数を考慮した運転条件における不規則流れ比率 R を推定する（S21）。ここで、不規則流れ比率推定部141は、不規則流れ比率の設定比率値 T_r 、点火時期の変化に伴う不規則流れ比率増加量 ΔR 、吸気弁閉じ時期の変化に伴う不規則流れ比率倍率 R_I 、タンブル制御弁開度に応じた流れ比率倍率 R_t を用いて、不規則流れ比率 R を推定する。それぞれの値の決め方を以下に説明する。

[0106] 不規則流れ比率の設定比率値 T_r は、不規則流れ比率推定部 141 により、内燃機関 E N G の回転数と要求トルクを入力とした、図 6 に示すマップから求められる。

[0107] 点火時期の変化に伴う不規則流れ比率増加量 ΔR は、図 16 に示すようなクランク角度と不規則流れ比率の関係に基づいて、不規則流れ比率推定部 141 により求められる。

図 16 は、クランク角度と不規則流れ比率 R との関係を表すチャート図である。

図 16 に示すように、点火時期の定常適合値と、実際の点火時期設定値とにずれが生じると、不規則流れ比率 R が変化する。

[0108] そこで、クランク角度と不規則流れ比率 R の関係を用意し、これを E C U 20 に備えておく。これにより、不規則流れ比率推定部 141 は、設定点火時期と定常適合値の違いによって生じる不規則流れ比率の変化量 ΔR を算出することが可能となる。そして、不規則流れ比率推定部（不規則流れ比率推定部 141）は、点火プラグ 17 の点火時期が遅角するほど、不規則流れ比率（不規則流れ比率 R ）を大きく推定する。これにより、不規則流れ比率推定部 141 は、点火時期に応じた不規則流れ比率の推定値を推定することができる。

なお、図 16 に示すクランク角度と不規則流れ比率 R の関係は、予め実験によって複数の運転点で作成し、E C U 20 に格納しておくことで、不規則流れ比率の変化量 ΔR の算出に用いることができる。

[0109] また、図 6 に示した内燃機関の回転数とトルクの関係を表すマップと同様のマップを E C U 20 に格納しておく。そして、不規則流れ比率推定部（不規則流れ比率推定部 141）は、内燃機関（内燃機関 E N G）の回転数が大きいほど不規則流れ比率（不規則流れ比率 R ）を小さく推定し、内燃機関（内燃機関 E N G）のトルクが大きいほど不規則流れ比率（不規則流れ比率 R ）を大きく推定する。これにより、不規則流れ比率推定部 141 は、内燃機関 E N G のトルクに応じた不規則流れ比率の推定値を推定することができる。

。

[0110] 吸気弁閉じ時期が進角するにつれて、同一クランク角度で評価した流れが減衰することから、吸気弁閉じ時期が進角することで、不規則流れ比率 R が増加する傾向がある。このような吸気弁閉じ時期と不規則流れ比率 R との関係を図 7 に示したようにマップ化しておく。上述したように図 7 では、基準弁位置における不規則流れ比率 R からの倍率である不規則流れ比率倍率 R_1 と吸気弁閉じ時期の関係が示される。そして、不規則流れ比率推定部 141 は、図 7 に示される、吸気弁閉じ時期の定常適合値における倍率 R_{11} と、現設定値における R_{12} の比を用いて、不規則流れ比率の推定値 R_e を補正する。ここで、不規則流れ比率推定部（不規則流れ比率推定部 141）は、可変弁（可変弁 5）の動作により吸気弁（吸気弁 25）の閉じ時期が進角するほど不規則流れ比率（不規則流れ比率 R ）を大きく推定する。これにより、不規則流れ比率推定部 141 は、吸気弁 25 の閉じ時期に応じた不規則流れ比率の推定値を推定することができる。

[0111] また、タンブル制御弁開度が小さくなるにつれて、同一クランク角度で評価したタンブル流れが高速化する。このため、タンブル制御弁の開度が小さいほど不規則流れ比率が減少する傾向がある。上述したように図 8 に示したように、タンブル制御弁全閉での不規則流れ比率 R からの倍率である不規則流れ比率倍率 R_t とタンブル制御弁開度の関係でマップ化しておく。そして、不規則流れ比率推定部 141 は、図 8 に示される、タンブル制御弁開度の定常適合値における倍率 R_{t1} と、現設定値における R_{t2} の比を用いて、不規則流れ比率の推定値 R_e を補正する。ここで、不規則流れ比率推定部（不規則流れ比率推定部 141）は、タンブル制御弁（タンブル制御弁 8）の開度が小さいほど不規則流れ比率（不規則流れ比率 R ）を小さく推定する。これにより、不規則流れ比率推定部 141 は、タンブル制御弁開度に応じた不規則流れ比率の推定値を推定することができる。

[0112] 以上の補正方法をまとめると、不規則流れ比率推定部 141 は、不規則流れ比率 R の設定比率値 T_r を用いて、以下の式（12）で不規則流れ比率の

推定値 R_e を推定することが可能となる。

$$R_e = (T_r + \Delta R) \times (R_{l2} / R_{l1}) \times (R_{t2} / R_{t1}) \cdots (12)$$

[0113] タンブル制御弁開度に応じた不規則流れ比率倍率 R_t は、図8に示すようなタンブル制御弁開度図と不規則流れ比率倍率の関係に基づき求める。タンブル制御弁開度が小さくなると、気筒内への吸入空気の速度が増加し、タンブル流れが強くなり、同一クランク角度で評価した不規則流れ比率が低下する傾向がある。図8に示すようなタンブル制御弁開度が小さい条件で倍率が小さくなる変化は、この性質を表す。

[0114] このように不規則流れ比率の推定方法を構成することで、点火制御部24Aは、点火コイル16の電流や電圧を計測することなく、不規則流れ比率 R を推定値 R_e として推定することができる。そして、不規則流れ比率の推定値 R_e に応じた点火制御が可能になる。

そして、不規則流れ比率推定部141が不規則流れ比率の推定値 R_e を推定した後、ステップS22に進む。

[0115] 次に、エネルギー供給量推定部142は、設定されている点火通電時間から供給エネルギーを推定する(S22)。点火通電時間と供給エネルギーの関係は、点火コイル16の特性に応じて決まることから、ECU20は点火通電時間と供給エネルギーの関係をマップとしてもち、この関係から供給エネルギーを推定する。点火通電時間が大きいほど、供給エネルギーが大きくなる関係がある。このようにエネルギー供給量推定部142が供給エネルギーを推定することが可能であるため、点火制御部24Aは、点火コイル16の電流や電圧を計測することなく、供給エネルギーを算出することができる。

[0116] ステップS22の後の処理(ステップS5～S13)は、上述した第1の実施の形態に係る点火制御部24で行われる処理と同じであるため、詳細な説明を省略する。ただし、ステップS7における処理は、推定された不規則流れ比率 R と、設定比率値 T_r とが比較される点が異なる。

[0117] 図17は、第2の実施形態に係る点火制御部24Aが算出した値と、点火

操作量との関係を表すタイミングチャートである。図 17 を参照して、第 2 の実施形態に係る点火制御部 24 A の動作例及び効果を説明する。

[0118] (時刻 t_1)

初期状態における各値は、図 13 に示したタイミングチャートと同様であるため、時刻 t_1 から説明する。上述したように、時刻 t_1 より、目標トルクが一定の条件において、ノック発生やその他の要因に伴い、点火遅角制御が実施されることを想定する。図 9 に示したように、点火時期が遅角で実施されると要求エネルギーが増加する。このため、点火時期が遅角で実施される制御に合わせて、供給エネルギーも増加する。

[0119] (時刻 t_4)

本実施の形態では、点火時期を入力として不規則流れ比率 R が、不規則流れ比率 R_e として推定される。このため、図中に実線 L_1 で示すように点火時期が遅角で制御されると、不規則流れ比率推定値 R_e は、次のサイクルのタイミングである時刻 t_4 で不規則流れ比率の設定比率値 T_r を超える。したがって、図 15 のステップ S_7 における判定処理の結果を踏まえ、次のサイクル以降から点火時期を進角とする制御が開始される (S_8 , S_9)。点火時期が進角方向に制御されるにつれて、不規則流れ比率の推定値 R_e は減少を始める。なお、図中には、比較対象となるように、2 次電圧の平均値に基づき算出される不規則流れ比率 R の算出値を一点鎖線 L_2 で表す。

[0120] (時刻 t_5)

時刻 t_5 では、不規則流れ比率の推定値 R_e が不規則流れ比率の設定比率値 T_r を下回る。したがって、ステップ S_7 における判定処理の結果を踏まえ、次のサイクル以降から供給エネルギーを減少補正するように供給エネルギー補正量 ΔE が変化し、点火通電時間が徐々に減少する。このように、第 2 の実施形態に係る点火制御部 24 A が実施する処理により、不規則流れ比率の推定値 R_e を用いて、供給エネルギーを制御することができる。

[0121] 以上説明した第 2 の実施の形態に係る ECU 20 においても、点火コイル 16 の 1 次電圧や 2 次電流の計測を実施することなく、不規則流れ比率の推

定値 R_e が不規則流れ比率の設定比率値 T_r 以下となる条件で、供給エネルギーを減らす制御が実施可能になる。

[0122] また、本実施の形態に係る点火制御部 24 A は、不規則流れ比率の推定値 R_e を求める。不規則流れ比率の推定値 R_e は、図 17 に示したように、不規則流れ比率 R の算出値の変化より早く変化する。このため、点火制御部 24 A が推定した不規則流れ比率の推定値 R_e に基づいて供給エネルギーを制御することで、点火プラグ 17 に適切な電圧をかけて放電させるため、点火プラグ 17 の寿命を延ばすことができる。

[0123] [第 3 の実施の形態]

次に、本発明の第 3 の実施の形態に係る ECU 20 で行われる制御例について説明する。第 3 の実施の形態に係る ECU 20 の構成は、図 1 と図 2 を参照して説明した第 1 の実施の形態、及び第 2 の実施の形態に係る ECU 20 の構成と共通である。このため、図 18～図 23 を参照して、第 3 の実施の形態に係る ECU 20 の構成例及び動作例について説明する。

[0124] 図 18 は、本発明の第 3 の実施形態に係る内燃機関 ENG の制御装置である ECU 20 が備える点火制御部 24 B の内部構成例を示すブロック図である。点火制御部 24 B においても、点火プラグ 17 の供給エネルギーを制御するために、点火プラグ 17 の点火時期、及び点火コイル 16 の点火通電時間の少なくとも一つを含む点火操作量が補正される。

[0125] 点火制御部 24 B は、図 3 に示した第 1 の実施の形態に係る点火制御部 24 のうち、供給エネルギー補正部 36 を湿度対応供給エネルギー補正部 181 に置換え、点火操作量補正部 37 を湿度対応点火操作量補正部 182 に置換えた構成としている。

[0126] 湿度対応供給エネルギー補正部 181 は、進角・エネルギー補正判定部 35 から入力された判定結果と、EGR 弁 101 の開度を検出するセンサから入力された EGR 弁開度、湿度センサ 3a, 3b の湿度検出値に基づき供給エネルギーの減少補正量を算出し、当該サイクルの供給エネルギー目標値を算出する。供給エネルギー目標値は、湿度対応点火操作量補正部 182 に入力される。

[0127] 湿度対応点火操作量補正部 182 は、進角・エネルギー補正判定部 35 から入力された判定結果と、湿度対応供給エネルギー補正部 181 から入力された供給エネルギー目標値、入力された EGR 弁開度、湿度算出値に基づき、点火進角量を算出し、点火時期を補正する。また、湿度対応点火操作量補正部 182 は、点火通電時間 (Dwell) の補正值を設定する。そして、湿度対応点火操作量補正部 182 は、算出された点火時期の補正值と、点火通電時間の補正值とを点火コイル 16 に出力する。

[0128] 図 18 の各ブロックで実行される処理は、図 4 に示したフローチャートと基本的に同一である。ただし、供給エネルギー補正部 36 により行われるステップ S11 の処理が、湿度対応供給エネルギー補正部 181 により行われ、点火操作量補正部 37 により行われるステップ S8 の処理が、湿度対応点火操作量補正部 182 により行われる点異なる。以下、ステップ S11 とステップ S8 における処理の内容について、図 19 から図 22 を参照して説明する。

[0129] まず、図 4 のステップ S11 にて、湿度対応供給エネルギー補正部 181 が行う処理の内容について、図 19 と図 20 を参照して説明する。

図 19 は、湿度対応供給エネルギー補正部 181 が行う処理の例を示すフローチャートである。

[0130] 始めに、湿度対応供給エネルギー補正部 181 は、入力された湿度検出値と EGR 弁開度に基づいて、気筒内に導入される吸入ガスの希釈度を推定する (S31)。例えば、ガスの燃料組成が C_nH_m (炭素原子 n 個、水素原子 m 個) であると仮定する。また、湿度センサ 3a は大気湿度 z (水分密度/乾燥空気密度) を検出し、湿度センサ 3b は吸入ガスにおける水分密度と全ガス密度の比 X を検出し、量論混合比での内燃機関 ENG での燃焼が実施されている、という状況を想定する。この場合、希釈度を空気以外のガスの質量と、空気を含む全ガスの質量の比で定義すると、希釈度 Y_d は以下の式 (13) で与えられる。

[0131]
$$Y_d = \{ (1 + y) M_w + y M_b \} / \{ M_a + (1 + y) M_w + y M_b \}$$

… (13)

ただし、 y 、 M_a 、 M_w 、 M_b は以下に示すように与えられる量である。
ここで、 W_{air} は空気の実質量、 W_{CO_2} は二酸化炭素の実質量、 W_{H_2O} は水の実質量、 W_{N_2} は窒素分子の実質量である。

$$y = \{ (1 - X) M_w - X M_a \} / \{ X (M_w + M_b) - M_w - m W_{H_2O} \}$$

$$M_a = 5 (n + 0.5 m) W_{air}$$

$$M_w = 5 (n + 0.5 m) z W_{air}$$

$$M_b = n W_{CO_2} + m W_{H_2O} + (4n + 2m) W_{N_2}$$

[0132] このように、湿度対応供給エネルギー補正部181は、湿度検出値（吸入ガスにおける水分密度と全ガス密度の比）に基づき、吸入ガスの希釈度（空気以外のガスの質量と全ガスの質量の比）を推定できる。このため、湿度から算出した希釈度を制御に適用できる。なお、以上の式（13）は一例であり、想定した状況が成立しない場合には、異なる方法で湿度対応供給エネルギー補正部181が希釈度を推定してよい。

[0133] 次に、湿度対応供給エネルギー補正部181は、希釈度や湿度に基づく供給エネルギー補正量 ΔE を算出する（S32）。ここで、湿度対応供給エネルギー補正部181は、供給エネルギー E 、設定供給エネルギー E_c 及び供給エネルギー補正量倍率 r_E に基づいて、供給エネルギー補正量 ΔE を決定する。なお、供給エネルギー E を徐々に目標値である設定供給エネルギー E_c へ漸近させるため、例えば以下の式（14）にて供給エネルギー補正量 ΔE を求めることができる。

$$\Delta E = (E - E_c) / N_{iter} \times r_E \dots (14)$$

[0134] ここで、供給エネルギー補正量倍率 r_E について説明する。

図20は、湿度や希釈度に対する供給エネルギー補正量倍率 r_E の関係を示すチャート図である。

供給エネルギー補正量倍率 r_E は、図20に示すように希釈度や湿度の関数として与えられる。吸入ガスの希釈度や湿度が高いほど、混合気に供給され

る供給エネルギーの減少により、急激に燃焼安定性が変化する可能性がある。そこで、点火操作量補正部（湿度対応点火操作量補正部 182）は、湿度検出部（湿度センサ 3a, 3b）により検出されたガス（吸入ガス）の湿度が高いほど、供給エネルギー補正部（湿度対応供給エネルギー補正部 181）により算出された供給エネルギー補正量を小さく設定する。このため、希釈度や湿度が高いほど、供給エネルギー補正量 ΔE が小さくなるように、供給エネルギー補正量倍率 r_E が設定される。

[0135] また、式（14）に用いられる N_{iter} は、供給エネルギー E を目標値である設定供給エネルギー E_c へ漸近させる速度を何サイクルかけるか規定する変数であり、1 より大きい実数である。湿度対応供給エネルギー補正部 181 が供給エネルギー補正量 ΔE を決定した後、ステップ S12 に進む。このように供給エネルギー補正量 ΔE が設定されることで、湿度の増加を考慮して供給エネルギー E の減少補正を行うことが可能となる。また、供給エネルギー補正量 ΔE が設定されることで、燃焼が不安定化しやすい高湿度条件（吸気の湿度が高い条件）であっても、エネルギー減少量が過大なことで燃焼不安定に至る状態を防ぐことができる。

[0136] 次に、図4のステップS8にて、湿度対応点火操作量補正部 182 が行う処理の内容について、図21と図22を参照して説明する。

図21は、湿度対応点火操作量補正部 182 が行う処理の例を示すフローチャートである。

[0137] 始めに、湿度対応点火操作量補正部 182 は、入力した湿度検出値に基づいて希釈度を推定する（S41）。このとき、湿度対応点火操作量補正部 182 は、図19のステップS31における処理を行い、式（13）を用いることで希釈度を推定することが可能である。

[0138] 次に、湿度対応点火操作量補正部 182 は、希釈度や湿度に応じた点火進角量 ΔADV を算出する（S42）。このとき、湿度対応点火操作量補正部 182 は、適合運転条件において固定値として与えられる進角量 $[deg.]$ や進角速度 $[deg./ms]$ の適合値 ΔADV_{ref} 、点火進角量補正

倍率 r_A を用いて、以下の式 (15) で点火進角量 ΔADV を求める。このように第3の実施の形態では、点火進角量 ΔADV が、希釈度や湿度に応じて決める値となる。

$$\Delta ADV = r_A \times \Delta ADV_{ref} \dots (15)$$

[0139] ここで、点火進角量補正倍率 r_A について説明する。

図22は、湿度や希釈度に対する点火進角量補正倍率 r_A の関係を示すチャート図である。

点火進角量補正倍率 r_A は、図22に示すように希釈度や湿度の関数として与えられる。湿度や希釈度が高いほど、点火時期が遅角時に不安定になる可能性が高いので、通常に比べて早く進角して安定条件に持っていくことが有効である。そこで、点火操作量補正部（湿度対応点火操作量補正部182）は、湿度検出部（湿度センサ3a, 3b）により検出されたガスの湿度が高いほど、点火プラグ（点火プラグ17）の点火時期を進角に補正する進角補正量を大きくする。このため、点火進角量補正倍率 r_A は湿度や希釈度が高いほど大きな値となるように設定される。湿度対応点火操作量補正部182が点火進角量 ΔADV を算出すると、ステップS9に進み、以降の処理が行われる。

[0140] このように点火進角量 ΔADV が算出されるため、燃焼が不安定化しやすい高湿度条件であっても、点火遅角を設定する期間を短くすることができ、より安定して内燃機関ENGを運転することが可能となる。

[0141] 図23は、第3の実施形態に係る点火制御部24Bが算出した値と、点火操作量との関係を表すタイミングチャートである。図23を参照して、高湿度条件下における第3の実施形態に係る点火制御部24Bの動作例及び効果を説明する。

[0142] なお、図23に示すタイミングチャートには、高湿度条件であることを表す項目が追加される。そして、図23には、比較のため低湿度条件としたときの図13に対応するチャートを二点鎖線で表し、高湿度条件としたときの本実施の形態に係るチャートを実線で表す。

[0143] (時刻 t_1)

初期状態における各値は、図 13 に示したタイミングチャートと同様であるため、時刻 t_1 から説明する。図 23 においても、時刻 t_1 より、目標トルクが一定の条件において、ノック発生やその他の要因に伴い、点火遅角制御が実施されることを想定する。点火時期が遅角で実施されると、算出した不規則流れ比率が増加を始める。図 9 に示したように、点火時期が遅角方向に制御されると要求エネルギーが増加するため、供給エネルギーも増加する。

[0144] (時刻 t_2)

時刻 t_2 では、供給エネルギー E が増加したことに伴い、不規則流れ比率 R が、不規則流れ比率の設定比率値 T_r を超える。このタイミングで、図 4 のステップ S7 における判定処理を経て、点火時期を進角とする制御が開始する (S8, S9)。点火時期が進角方向に制御されるにつれて、不規則流れ比率 R が低下する。

[0145] (時刻 t_6)

高湿度条件では、点火時期の進角量は低湿度条件に比べて大きく設定される。この結果、低湿度条件に比べて点火時期の進角が早く進む。このため、算出される不規則流れ比率 R が低下をはじめ、時刻 t_6 において不規則流れ比率 R が規則流れ比率の設定比率値 T_r を下回る。また、供給エネルギーを減少補正するように供給エネルギー補正量 ΔE が増加するため、点火通電時間が徐々に減少する。ここで、吸気の湿度を考慮し、供給エネルギー補正量が低湿度条件に比べて小さく設定される。このため、低湿度条件に比べて点火通電時間が緩やかに減少する。

[0146] (時刻 t_3)

時刻 t_3 は、図 13 に示したように低湿度条件における各値が変化する様子を示す。図 23 より、高湿度条件で各値が変化するタイミングは、低湿度条件で各値が変化するタイミングよりも早まることが示される。

[0147] 以上説明した第 3 の実施の形態に係る ECU 20 が備える点火制御部 24B では、湿度の増加による点火時期と安定燃焼状態の関係変化を考慮し、点

火進角量と供給エネルギーを操作することができる。この結果、湿度の高い条件においても、燃焼状態を不安定化することなく、供給エネルギーを減らせるため、点火コイル 16 の発熱や点火プラグ 17 の摩耗を抑制することができる。

[0148] なお、本発明は上述した実施の形態に限られるものではなく、特許請求の範囲に記載した本発明の要旨を逸脱しない限りその他種々の応用例、変形例を取り得ることは勿論である。

例えば、上述した実施の形態は本発明を分かりやすく説明するために内燃機関システムの構成を詳細かつ具体的に説明したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定されない。また、本実施の形態の構成の一部について、他の構成の追加、削除、置換をすることも可能である。

また、制御線や情報線は説明上必要と考えられるものを示しており、製品上必ずしも全ての制御線や情報線を示しているとは限らない。実際には殆ど全ての構成が相互に接続されていると考えてもよい。

符号の説明

[0149] 1…エアフローセンサ、2…電子制御スロットル、5…可変弁、8…タンブル制御弁、13…インジェクタ、14…シリンダ、16…点火コイル、17…点火プラグ、20…ECU、24…点火制御部、25…吸気弁、31…2次電圧算出部、32…不規則流れ比率算出部、33…エネルギー供給量算出部、34…目標値算出部、35…進角・エネルギー補正判定部、36…供給エネルギー補正部、37…点火操作量補正部

請求の範囲

[請求項1]

内燃機関に設けられる点火コイルの1次側に、所定の点火操作量に従って1次電圧を供給して、前記内燃機関に設けられる点火プラグを放電して、前記内燃機関の気筒内に吸入されるガスと、燃料とが混合された混合気の点火を制御する点火制御部を備え、前記点火制御部により前記内燃機関を制御する制御装置であって、

前記点火制御部は、

前記点火コイルの2次側に発生する2次電圧の平均値を算出する2次電圧算出部と、

所定期間における前記内燃機関のサイクルに対する、前記2次電圧の平均値が設定平均値以下となるサイクルの比率を、前記気筒内における前記混合気の流れが不規則であることを表す不規則流れ比率として算出する不規則流れ比率算出部と、

前記不規則流れ比率が、前記不規則流れ比率の到達目標とする設定比率値以下となるように前記点火操作量を補正する点火操作量補正部と、を備える

制御装置。

[請求項2]

前記点火制御部は、

前記2次電圧算出部により算出された前記2次電圧の平均値と、前記点火コイルに取付けられた電流センサにより検出された前記点火コイルの2次電流とに基づいて、前記点火プラグが前記混合気に供給する供給エネルギーのエネルギー供給量を算出するエネルギー供給量算出部と、

前記内燃機関の運転状態に基づいて前記不規則流れ比率の目標値を算出する目標値算出部と、

前記不規則流れ比率、前記エネルギー供給量、及び前記不規則流れ比率の目標値に基づいて前記点火操作量の補正の実施又は不実施を判定する補正判定部と、を備え、

前記点火操作量補正部は、前記補正判定部により前記点火操作量の補正の実施と判定された場合に、前記点火操作量を補正する

請求項 1 に記載の制御装置。

[請求項3]

前記不規則流れ比率の目標値には、前記設定比率値が含まれ、

前記補正判定部は、前記不規則流れ比率が前記設定比率値以下である場合に、前記点火コイルの 2 次側に発生する前記供給エネルギーを減少させる補正の実施又は不実施を判定する

請求項 2 に記載の制御装置。

[請求項4]

さらに、前記補正判定部により前記供給エネルギーを減少させる補正の実施が判定された場合に、前記供給エネルギーを減少させる補正を実施するための供給エネルギー補正量を算出し、前記供給エネルギー補正量を前記点火操作量補正部に出力する供給エネルギー補正部を備え、

前記点火操作量補正部は、前記供給エネルギー補正部から入力される前記供給エネルギー補正量に基づいて、前記供給エネルギーを減少させる

請求項 3 に記載の制御装置。

[請求項5]

前記不規則流れ比率の目標値には、前記設定比率値にて前記点火プラグが前記混合気へ供給する供給エネルギーを表す設定供給エネルギーが含まれ、

前記供給エネルギー補正部は、前記不規則流れ比率が前記設定比率値以下である場合に、前記設定供給エネルギーと、前記供給エネルギーとの差分を供給エネルギー補正量として算出し、

前記点火操作量補正部は、前記供給エネルギー補正部から入力される前記供給エネルギー補正量に基づいて、前記供給エネルギーを減少させる

請求項 4 に記載の制御装置。

[請求項6]

前記点火操作量補正部は、前記点火コイルの 1 次側に通電する点火通電時間を補正する

請求項 5 に記載の制御装置。

[請求項7]

前記点火操作量補正部は、前記不規則流れ比率が前記設定比率値を

超える場合に、前記点火プラグの点火時期を進角に補正する

請求項 1 ～ 6 のいずれか一項に記載の制御装置。

[請求項8] 前記目標値算出部は、前記内燃機関の回転数が大きく、かつ前記内燃機関のトルクが小さいほど前記設定比率値を小さく設定し、前記内燃機関の回転数が小さく、かつ前記内燃機関のトルクが大きいほど前記設定比率値を大きく設定する

請求項 2 に記載の制御装置。

[請求項9] 前記内燃機関は、前記気筒内に流入するガスの流速を変えるタンブル制御弁を備え、

前記目標値算出部は、前記タンブル制御弁の開度が小さいほど前記設定比率値を小さく設定する

請求項 2 に記載の制御装置。

[請求項10] 前記内燃機関は、前記内燃機関に設けられた吸気弁が動作する時期を変更する可変弁を備え、

前記目標値算出部は、前記可変弁の動作により前記吸気弁の閉じ時期が進角するほど前記設定比率値を大きく設定する

請求項 2 に記載の制御装置。

[請求項11] 前記点火プラグの点火時期が進角にある最適点火時期における前記設定供給エネルギーに比べて、前記点火時期が遅角になるほど、前記混合気の燃焼安定性から決まる要求エネルギーが増加する

請求項 6 に記載の制御装置。

[請求項12] 前記内燃機関は、前記気筒内に導入される前記ガスの湿度を検出する湿度検出部を備え、

前記点火操作量補正部は、前記湿度検出部により検出された前記ガスの湿度が高いほど、前記供給エネルギー補正部により算出された前記供給エネルギー補正量を小さく設定する

請求項 6 に記載の制御装置。

[請求項13] 前記内燃機関は、前記気筒内に導入される前記ガスの湿度を検出する

る湿度検出部を備え、

前記点火操作量補正部は、前記湿度検出部により検出された前記ガスの湿度が高いほど、前記点火プラグの点火時期を前記進角に補正する進角補正量を大きくする

請求項 7 に記載の制御装置。

[請求項14]

内燃機関に設けられる点火コイルの 1 次側に、所定の点火操作量に従って 1 次電圧を供給して、前記内燃機関に設けられる点火プラグを放電して、前記内燃機関の気筒内に吸入されるガスと、燃料とが混合された混合気の点火を制御する点火制御部を備え、前記点火制御部により前記内燃機関を制御する制御装置であって、

前記点火制御部は、

前記内燃機関の運転状態に基づいて、前記気筒内における前記混合気の流れが不規則であることを表す不規則流れ比率の推定値を推定する不規則流れ比率推定部と、

前記不規則流れ比率の推定値が、前記不規則流れ比率の到達目標とする設定比率値以下となるように前記点火操作量を補正する点火操作量補正部と、を備える

制御装置。

[請求項15]

前記点火制御部は、

前記点火コイルの 1 次側に通電する点火通電時間により前記点火コイルに供給される供給エネルギーのエネルギー供給量を推定するエネルギー供給量推定部と、

前記内燃機関の運転状態に基づいて前記不規則流れ比率の目標値を算出する目標値算出部と、

前記不規則流れ比率の推定値、前記エネルギー供給量、及び前記不規則流れ比率の目標値に基づいて前記点火操作量の補正の実施又は不実施を判定する補正判定部と、を備え、

前記点火操作量補正部は、前記補正判定部により前記点火操作量の

補正の実施と判定された場合に、前記点火操作量を補正する

請求項 1 4 に記載の制御装置。

[請求項16]

前記不規則流れ比率の目標値には、前記設定比率値が含まれ、

前記補正判定部は、前記不規則流れ比率の推定値が前記設定比率値以下である場合に、前記供給エネルギーを減少させる補正の実施又は不実施を判定する

請求項 1 5 に記載の制御装置。

[請求項17]

前記不規則流れ比率推定部は、前記点火プラグの点火時期が遅角するほど、前記不規則流れ比率を大きく推定する

請求項 1 5 に記載の制御装置。

[請求項18]

前記不規則流れ比率推定部は、前記内燃機関の回転数が大きいほど前記不規則流れ比率を小さく推定し、前記内燃機関のトルクが大きいほど前記不規則流れ比率を大きく推定する

請求項 1 5 に記載の制御装置。

[請求項19]

前記内燃機関は、前記気筒内に流入するガスの流速を変えるタンブル制御弁を備え、

前記不規則流れ比率推定部は、前記タンブル制御弁の開度が小さいほど前記不規則流れ比率を小さく推定する

請求項 1 5 に記載の制御装置。

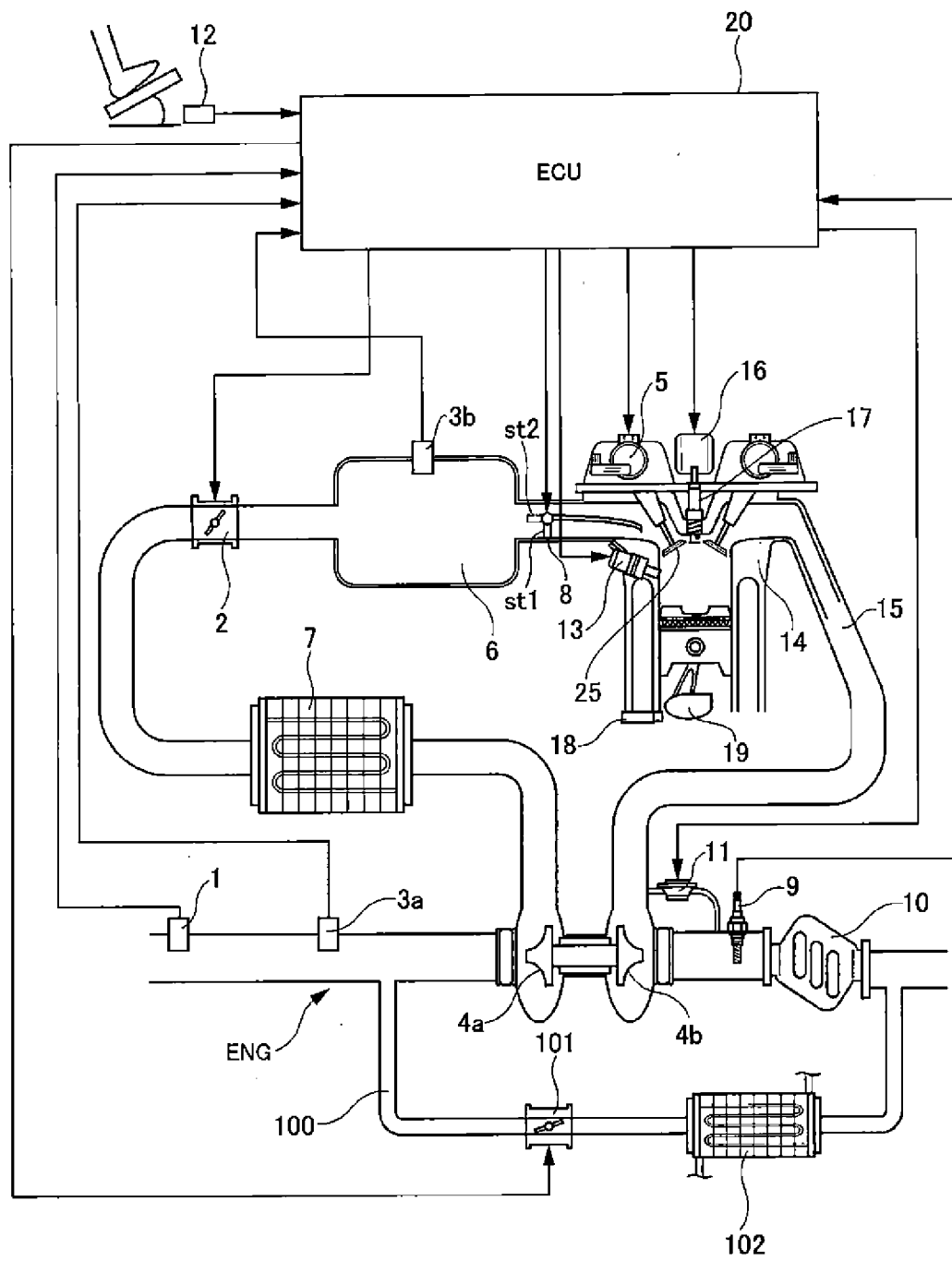
[請求項20]

前記内燃機関は、前記内燃機関に設けられた吸気弁が動作する時期を変更する可変弁を備え、

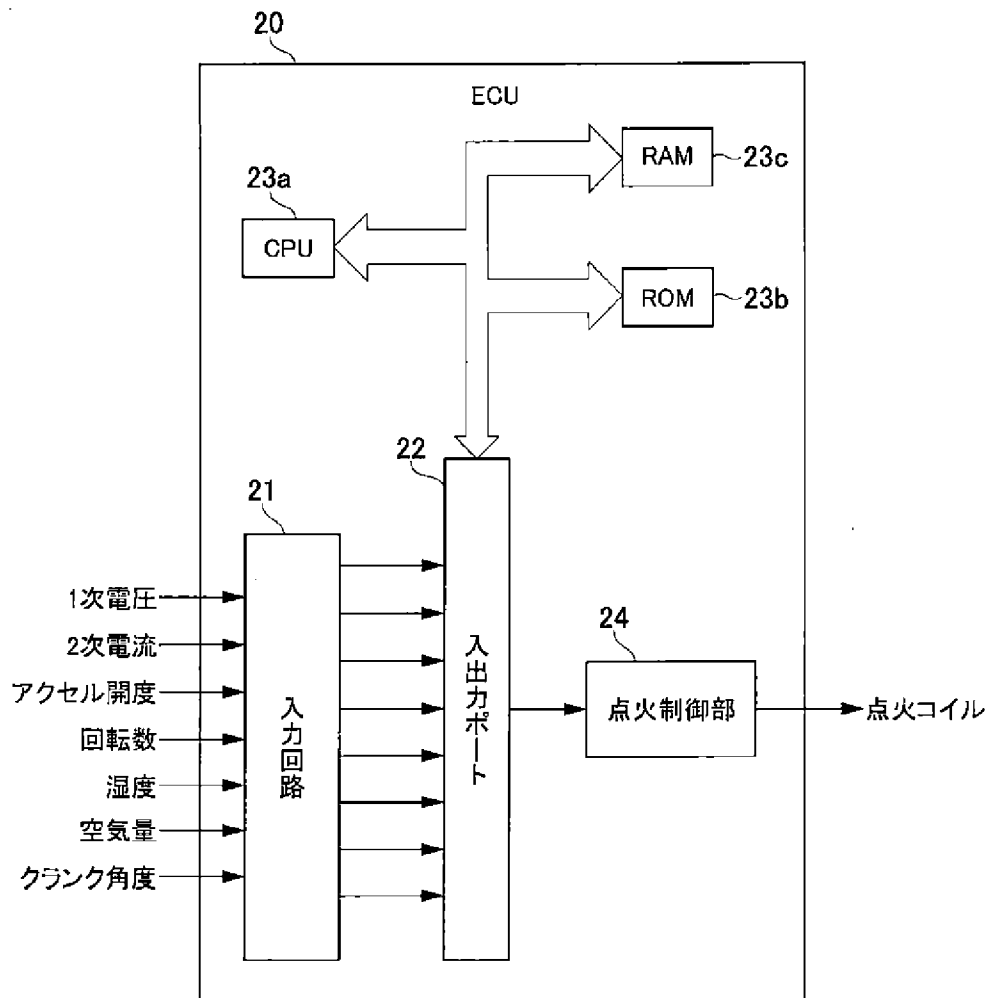
前記不規則流れ比率推定部は、前記可変弁の動作により前記吸気弁の閉じ時期が進角するほど前記不規則流れ比率を大きく推定する

請求項 1 5 に記載の制御装置。

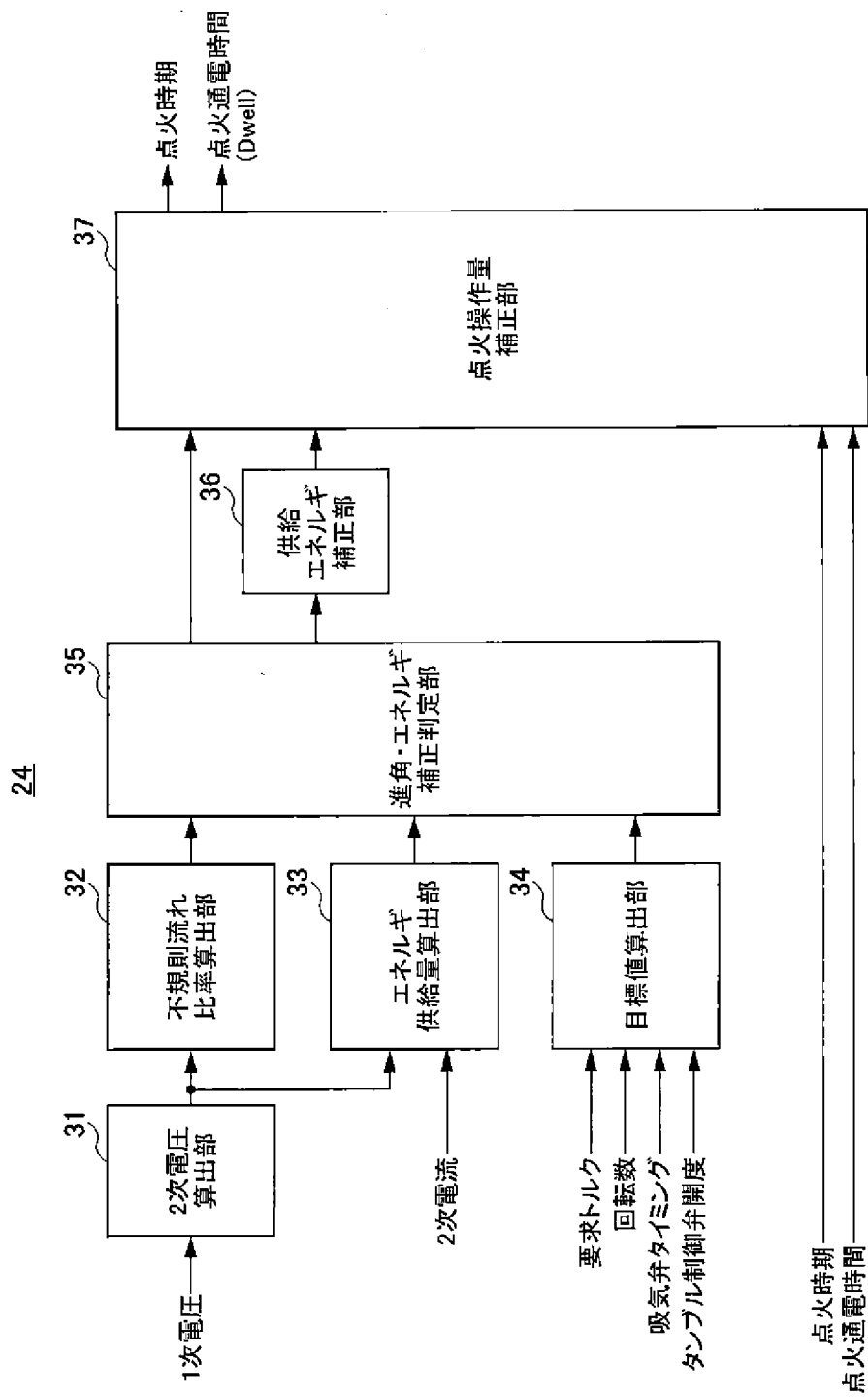
[図1]



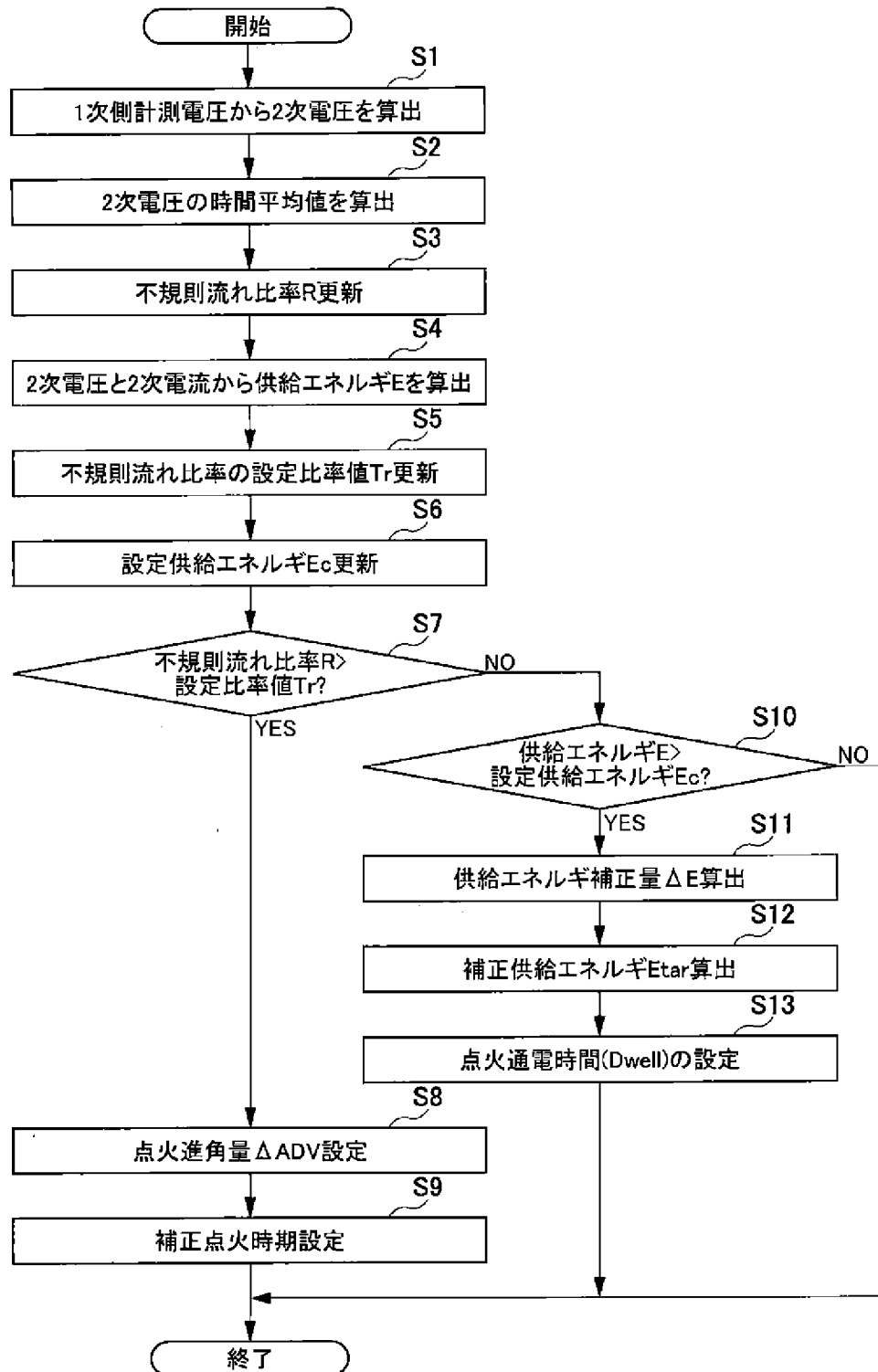
[図2]



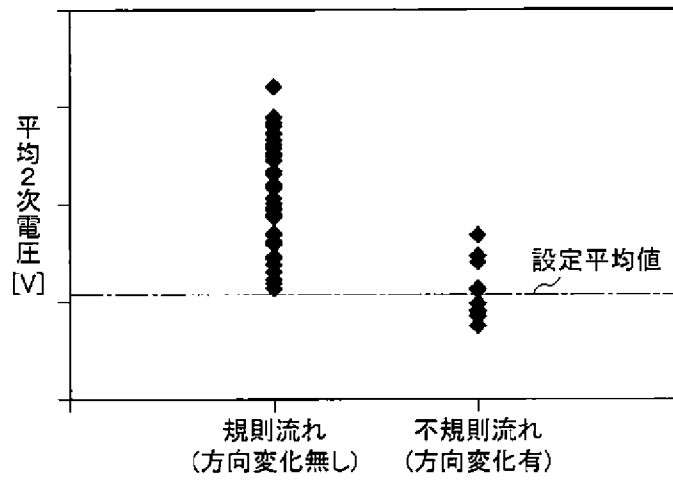
[図3]



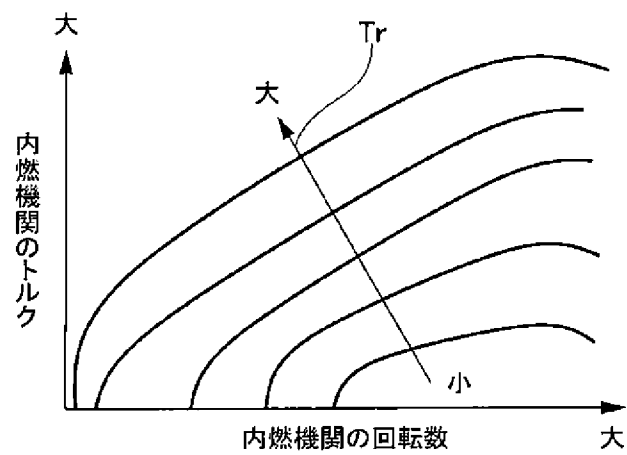
[図4]



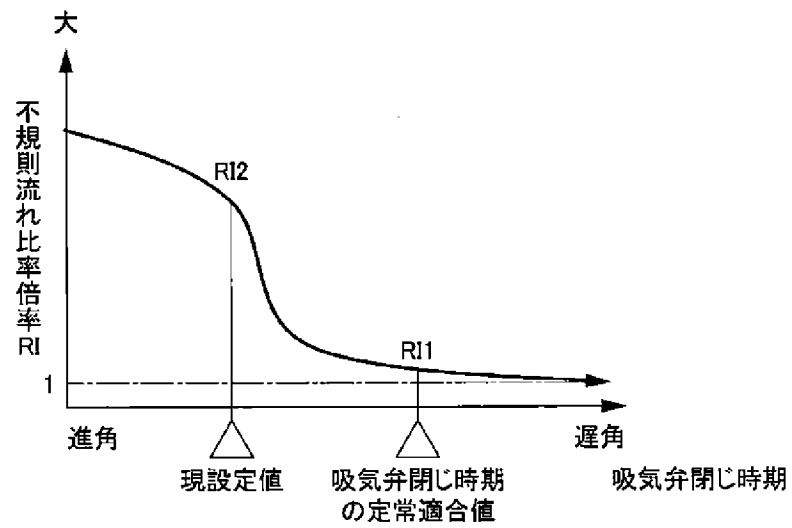
[図5]



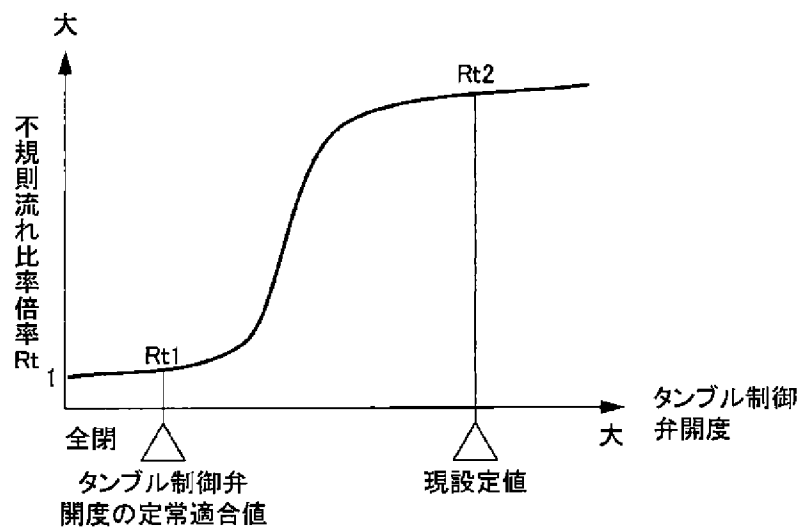
[図6]



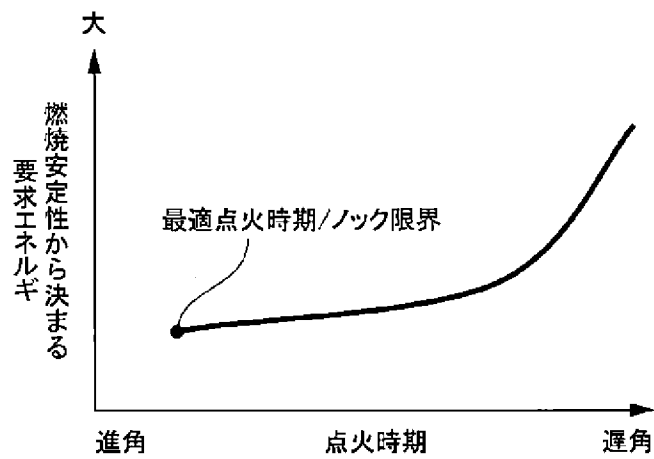
[図7]



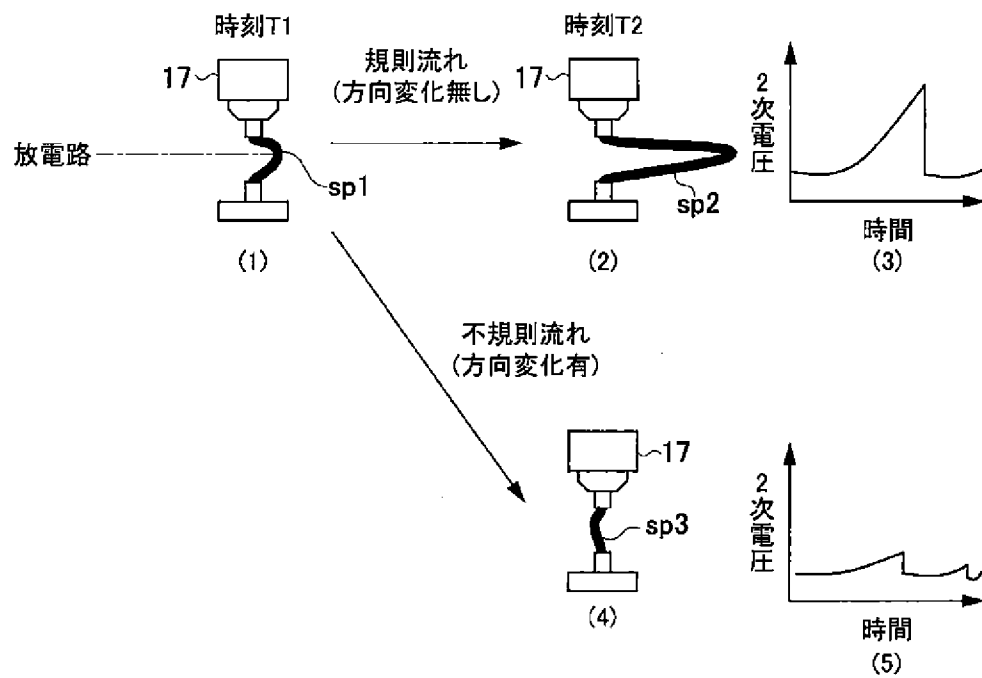
[図8]



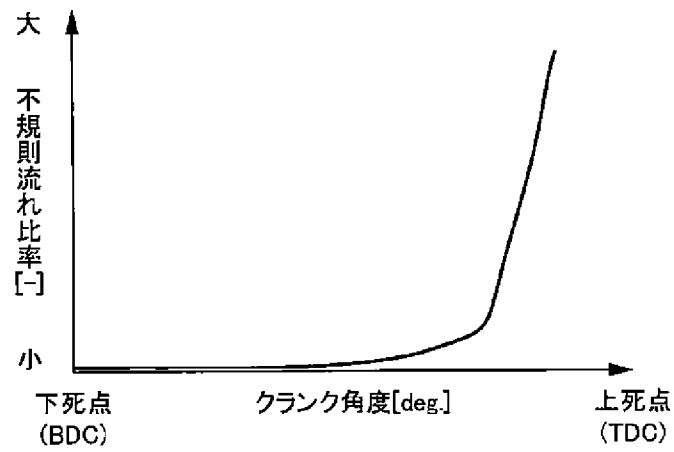
[図9]



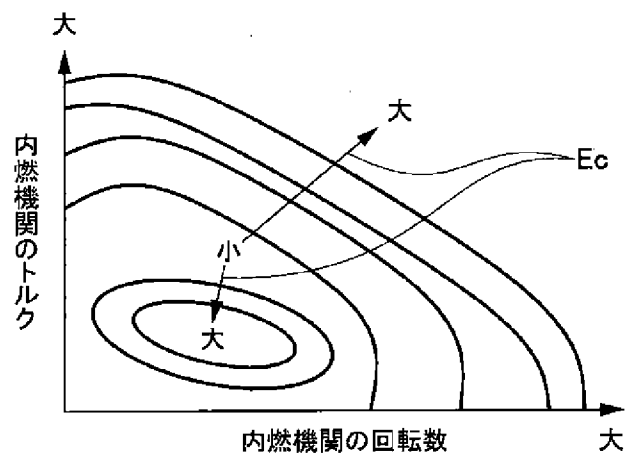
[図10]



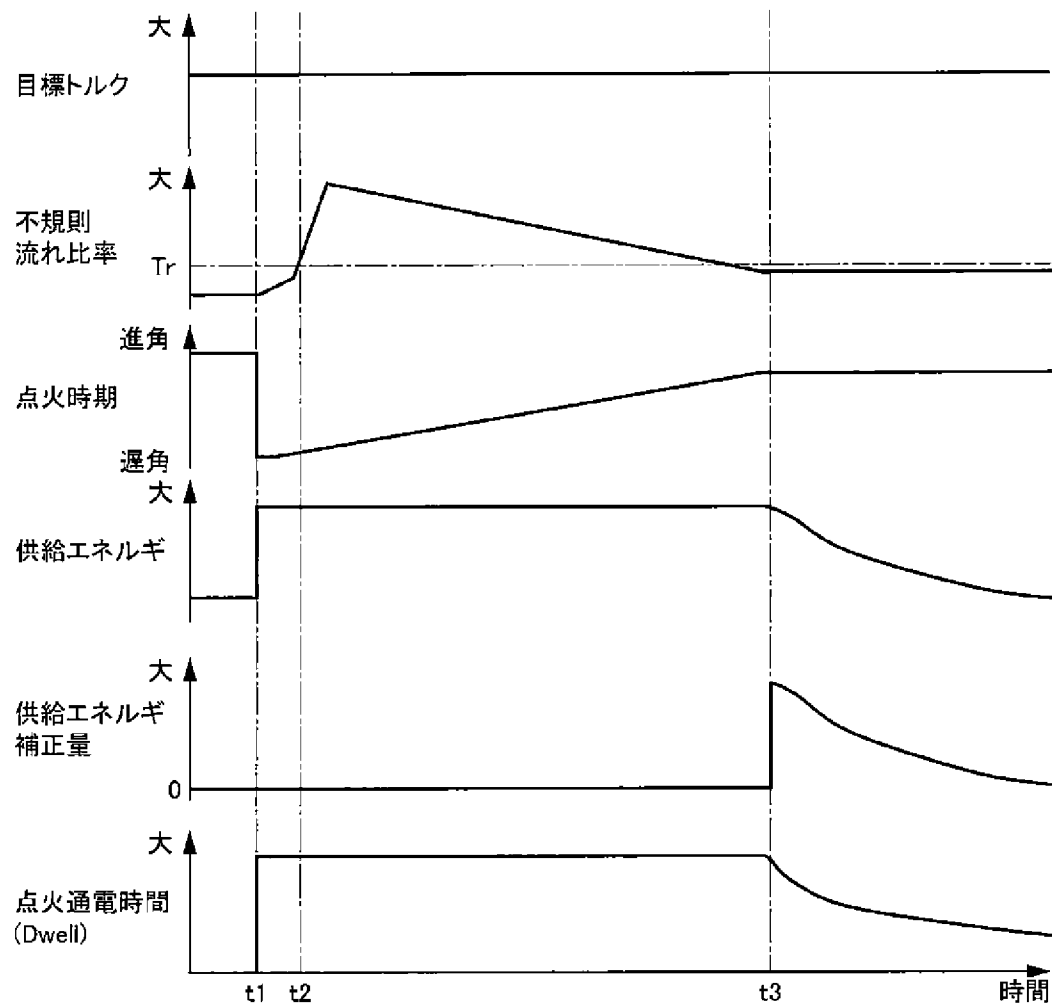
[図11]



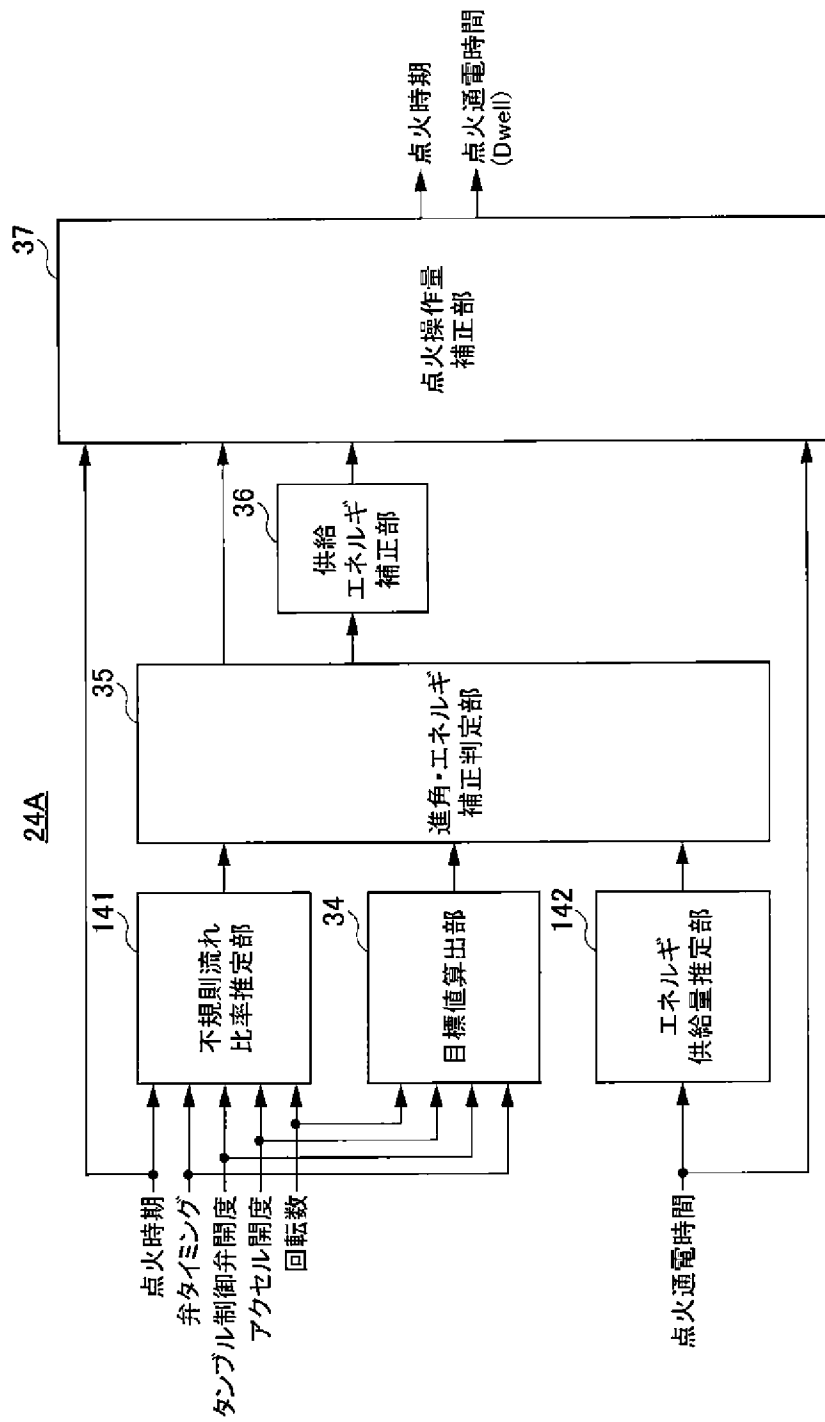
[図12]



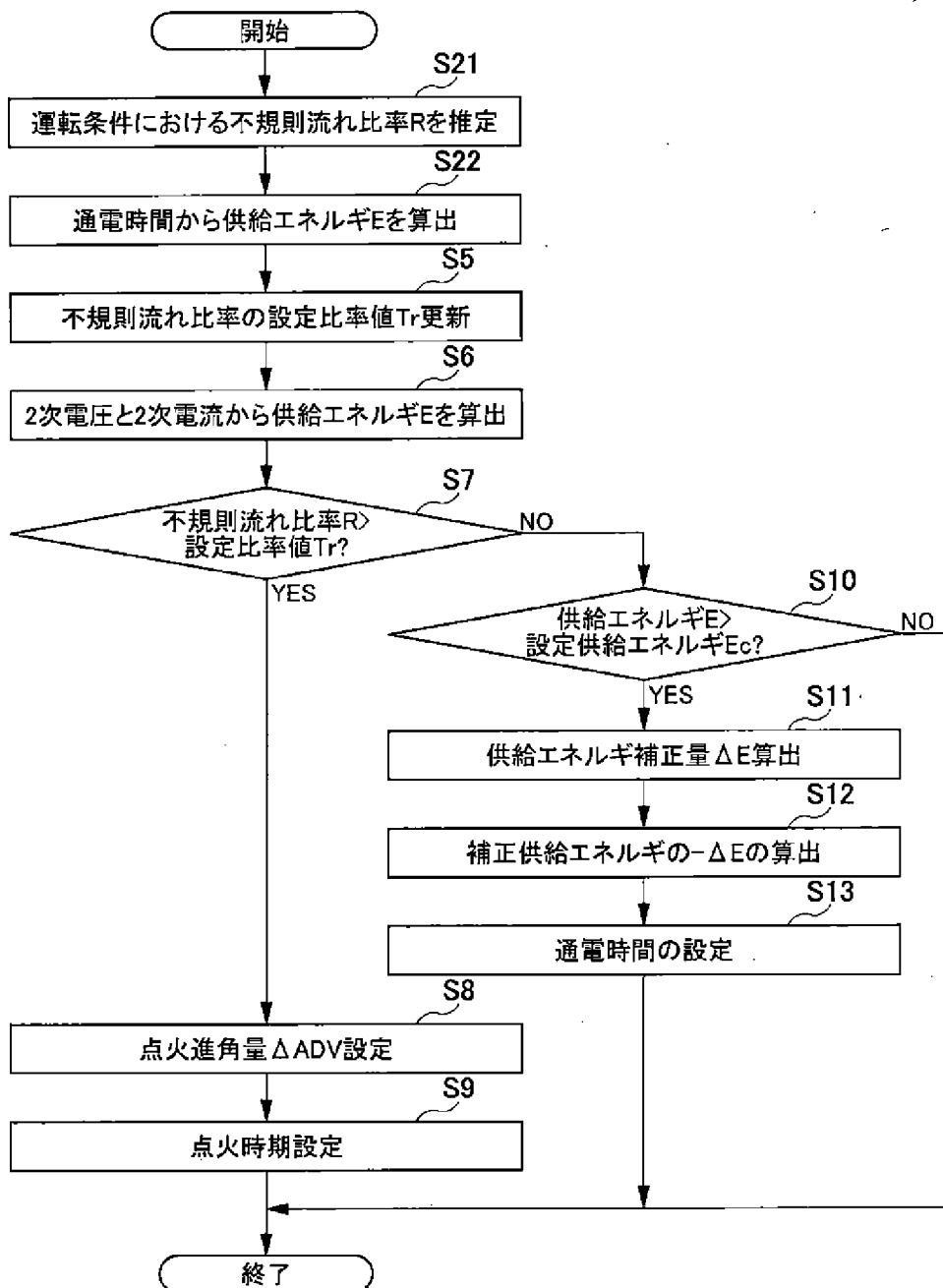
[図13]



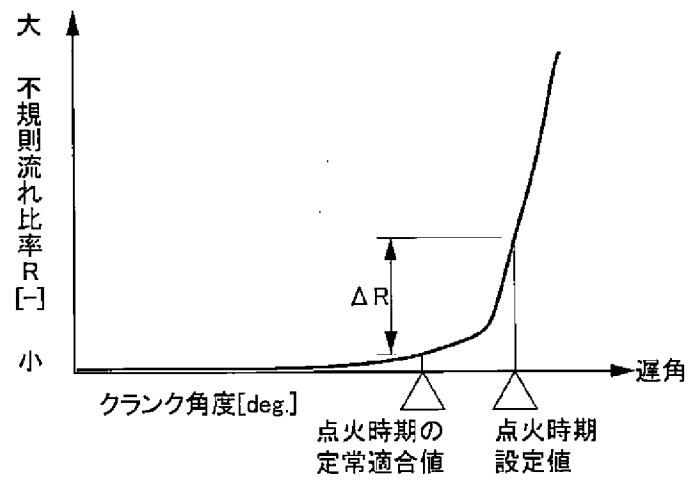
[図14]



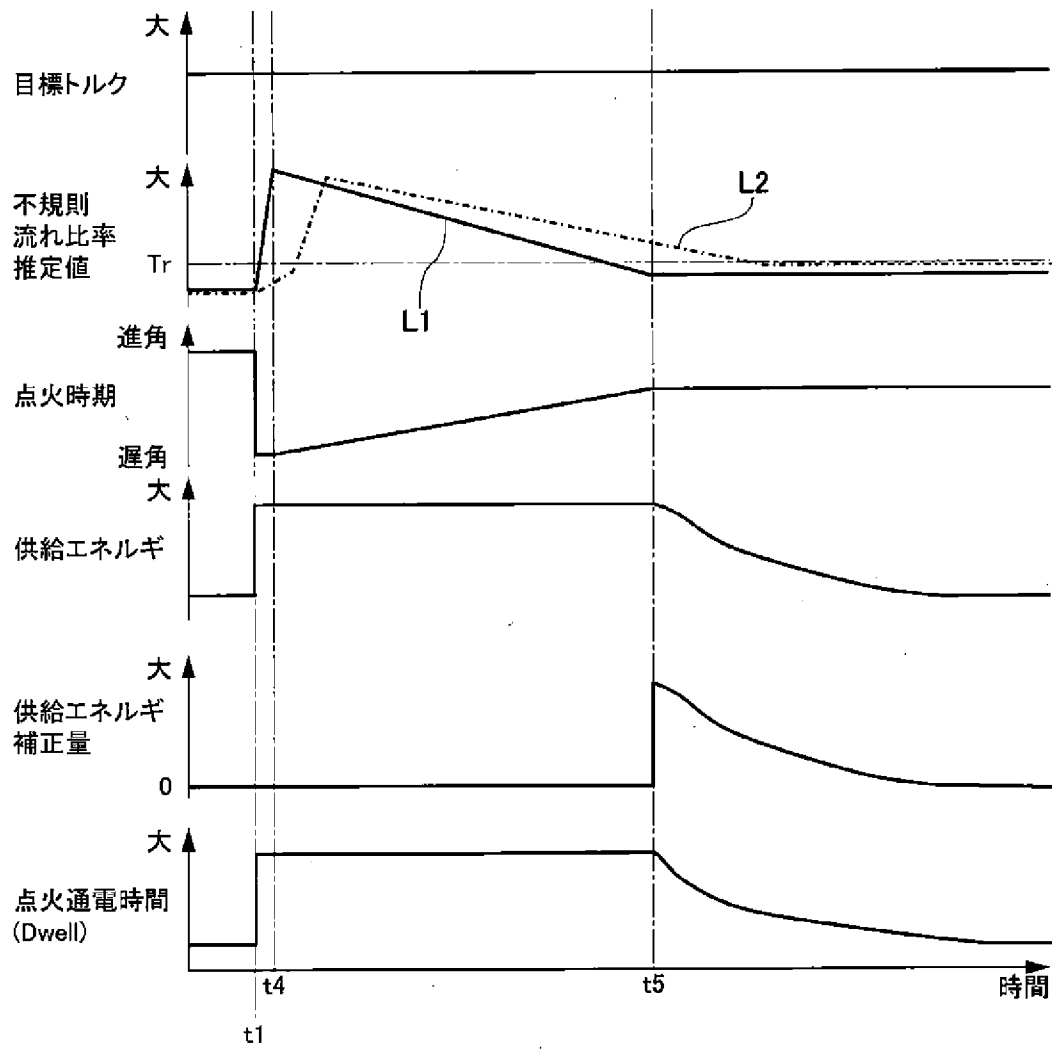
[図15]



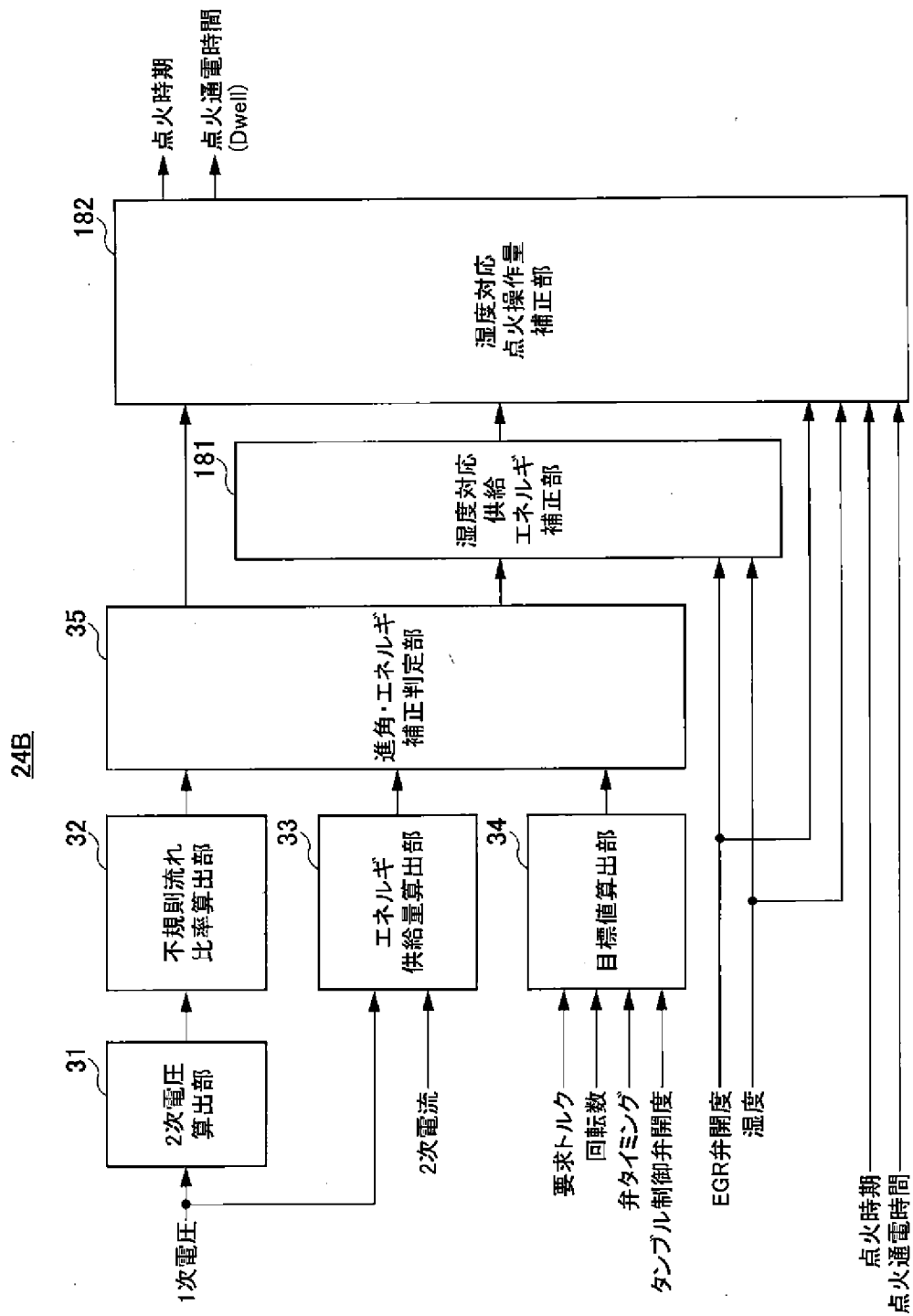
[図16]



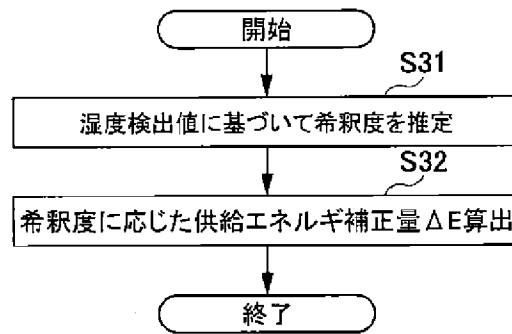
[図17]



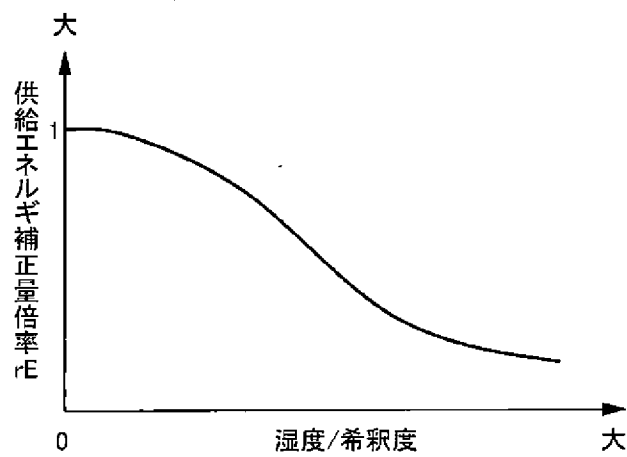
[図18]



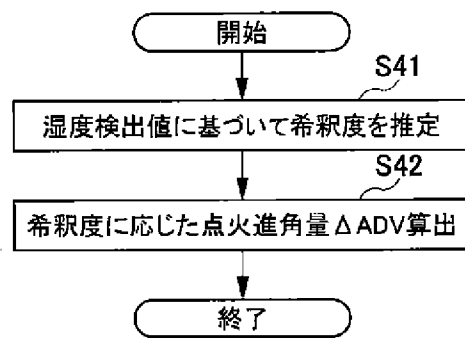
[図19]



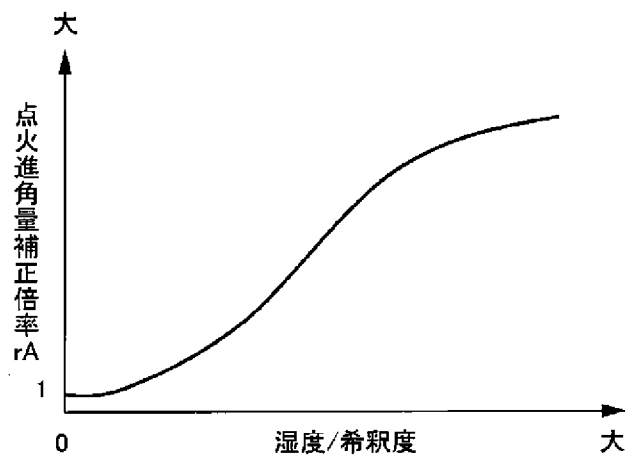
[図20]



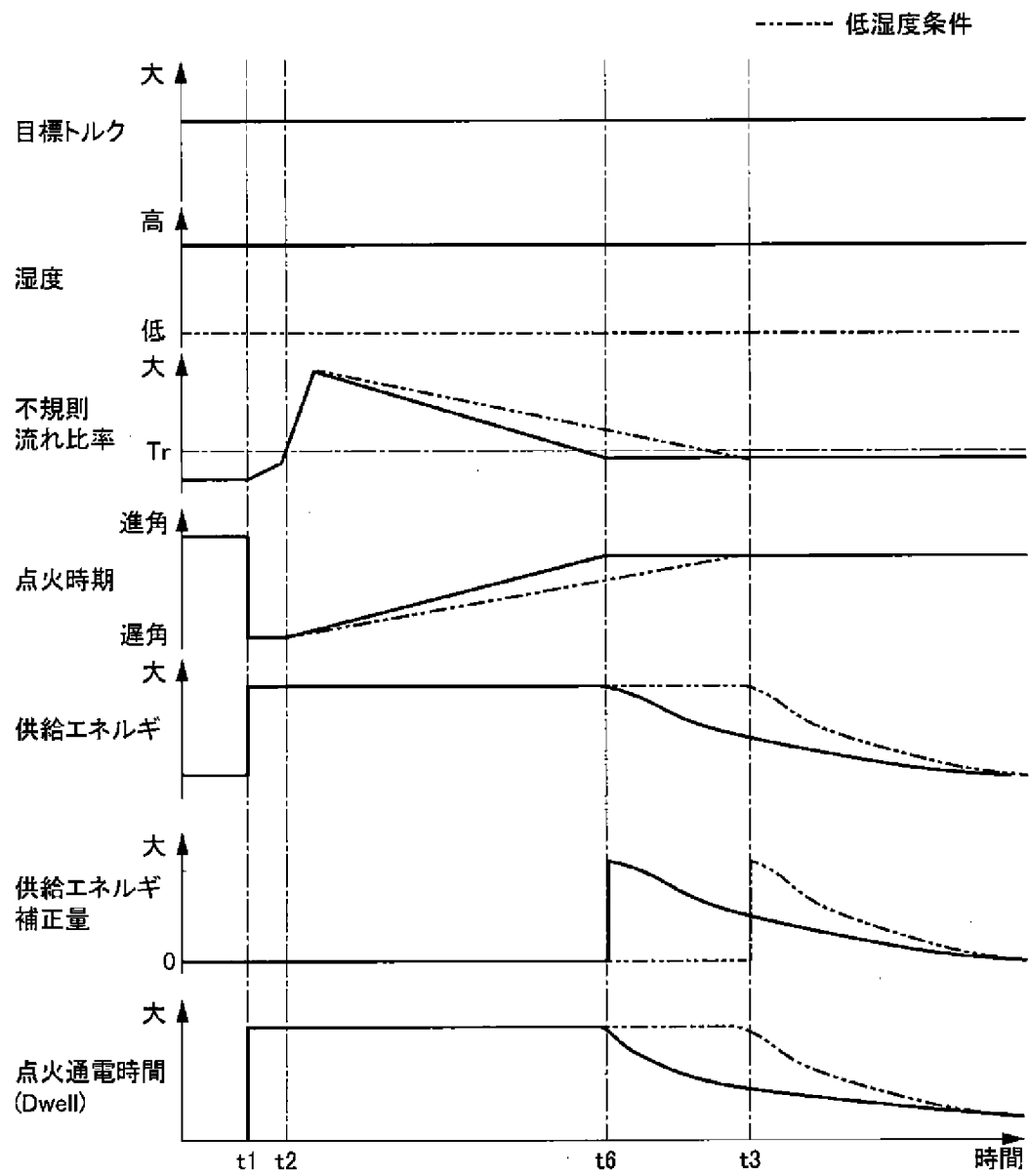
[図21]



[図22]



[図23]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/050251

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F02P 3/045 (2006.01) i

FI: F02P3/045 303F; F02P3/045 303A; F02P3/045 303B

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)

F02P1/00-3/12, 5/145-5/155, 7/00-17/12

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2020

Registered utility model specifications of Japan 1996-2020

Published registered utility model applications of Japan 1994-2020

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.
X A	JP 2014-145306 A (TOYOTA MOTOR CORP.) 14.08.2014 (2014-08-14) paragraphs [0001], [0029]-[0030], [0034]-[0035], [0040]	14 1-13, 15-20
A	JP 2012-62865 A (HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS, LTD.) 29.03.2012 (2012-03-29) paragraphs [0005]-[0006]	1-20

☐ 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

"I" 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
03 March 2020 (03.03.2020)

Date of mailing of the international search report
17 March 2020 (17.03.2020)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2019/050251

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2014-145306 A	14 Aug. 2014	(Family: none)	
JP 2012-62865 A	29 Mar. 2012	US 2013/0160739 A1	
		paragraphs [0005]- [0006]	
		WO 2012/036006 A1	
		EP 2617984 A1	
		CN 103069155 A	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） F02P 3/045(2006.01)i FI: F02P3/045 303F; F02P3/045 303A; F02P3/045 303B														
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）） F02P1/00-3/12, 5/145-5/155, 7/00-17/12														
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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2020年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2020年	日本国実用新案登録公報	1996-2020年	日本国登録実用新案公報	1994-2020年				
日本国実用新案公報	1922-1996年													
日本国公開実用新案公報	1971-2020年													
日本国実用新案登録公報	1996-2020年													
日本国登録実用新案公報	1994-2020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												
X	JP 2014-145306 A（トヨタ自動車株式会社）14.08.2014（2014-08-14） [0001], [0029]-[0030], [0034]-[0035], [0040]	14												
A		1-13, 15-20												
A	JP 2012-62865 A（日立オートモティブシステムズ株式会社）29.03.2012（2012-03-29） [0005]-[0006]	1-20												
☐ 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。														
<table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの</td> </tr> <tr> <td>“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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）</td> <td>“&” 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献</td> <td></td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー	“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの	“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	“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	“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	“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	“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）	“&” 同一パテントファミリー文献	“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の日の後に公表された文献	
* 引用文献のカテゴリー	“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの													
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	“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													
“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	“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													
“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）	“&” 同一パテントファミリー文献													
“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の日の後に公表された文献														
国際調査を完了した日 03.03.2020	国際調査報告の発送日 17.03.2020													
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 小林 勝広 3S 9061 電話番号 03-3581-1101 内線 3391													

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2019/050251

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2014-145306	A	14.08.2014	(ファミリーなし)	
JP	2012-62865	A	29.03.2012	US 2013/0160739	A1
				[0005]-[0006]	
				WO 2012/036006	A1
				EP 2617984	A1
				CN 103069155	A