

(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
2021年10月14日(14.10.2021)



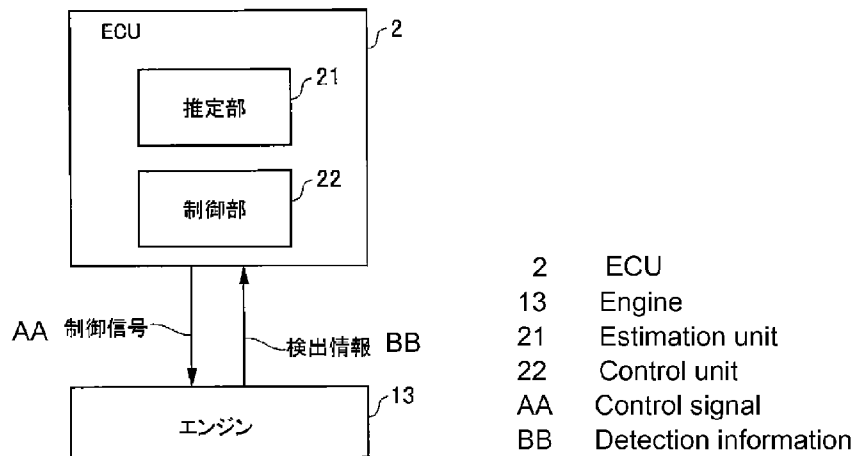
(10) 国際公開番号

WO 2021/205723 A1

- (51) 国際特許分類:
F02B 19/12 (2006.01) *F02D 45/00* (2006.01)
F02D 29/06 (2006.01) *F02P 5/15* (2006.01)
F02D 9/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2021/003644
- (22) 国際出願日: 2021年2月2日(02.02.2021)
- (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 2020-070843 2020年4月10日(10.04.2020) JP
- (71) 出願人: 日立 A s t e m o 株式会社(HITACHI ASTEMO, 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); 〒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). 島田 敦史(SHIMADA Atsushi); 〒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). 猿渡 匡行(SARUWATARI Masayuki); 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場 2 5 2 0 番地 日立 A s t e m o 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, 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,

(54) Title: INTERNAL COMBUSTION ENGINE CONTROL DEVICE

(54) 発明の名称: 内燃機関制御装置



(57) Abstract: Engines provided with auxiliary chambers are prone to unstable combustion and the extinguishing of the fire in said auxiliary chambers in conditions when the auxiliary chamber temperature is low such as immediately after starting the engine. An ECU 2 for controlling an engine 13 equipped with a main combustion chamber which faces a piston, an auxiliary combustion chamber connected to the main combustion chamber, a spark plug attached to the interior of the auxiliary combustion chamber, and a cylinder in which an air-fuel mixture obtained by mixing fuel injected by a fuel injection device and air taken in through an induction system is combusted in the main combustion chamber and the auxiliary combustion chamber, said ECU 2 being equipped with an estimation unit 21 for estimating the wall temperature of the auxiliary combustion chamber, and a control unit 22 for controlling the engine 13 in a manner such that the auxiliary combustion chamber internal pressure is increasingly higher near the ignition timing of the engine 13 as the wall temperature of the auxiliary combustion chamber estimated by the estimation unit 21 is decreasingly lower.

HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, 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,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, WS, 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:

- 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約: 副室を設けたエンジンでは、エンジン始動直後など副室温度が低い条件において、副室内で火炎の消炎現象が発生し、燃焼が不安定になりやすかった。ピストンに面する主燃焼室と、主燃焼室に連通する副燃焼室と、副燃焼室の内部に取り付けられる点火プラグと、燃料噴射装置が噴射する燃料と、吸気系から吸気される空気とが混合された混合気が、主燃焼室及び副燃焼室で燃焼するシリンダと、を備えたエンジン13を制御するECU2は、副燃焼室の壁温度を推定する推定部21と、推定部21により推定された副燃焼室の壁温度が低いほど、エンジン13の点火時期近傍での副燃焼室内圧力が高くなるようにエンジン13を制御する制御部22と、を備える。

明 細 書

発明の名称： 内燃機関制御装置

技術分野

[0001] 本発明は、内燃機関制御装置に関する。

背景技術

[0002] 従来、自動車のエンジンに設けられる内燃機関用の点火装置（「点火コイル」とも呼ぶ）は、主として、１次電流を流す１次コイルと、１次コイルに生じた磁束変化が相互誘導される２次コイル、及び１次電流の通電及び遮断を制御するイグナイタとで構成されている。この点火装置は、点火制御装置（例えば、ＥＣＵ：Engine Control Unit）から出力される点火制御信号がオンからオフに変わって、１次電流が遮断されると、２次コイルに発生した高電圧によって点火プラグに火花放電が発生し、混合気を着火する。

[0003] 近年の燃費規制の施行に伴い、点火装置には、小型化及び高出力化が要求されている。

また、高電圧でも高い耐久性を有する点火装置が必要とされている。そこで、ピストンが往復運動することが可能であって、燃料が噴射されるシリンダ内の主燃焼室（「主室」と略記する）に対して、点火プラグにより燃料に点火して生じた火炎ジェットを主室に導くための副燃焼室（「副室」と略記する）を備えたエンジンが提供されつつある。

[0004] 特許文献１には、「多気筒ガスエンジンの副室へ副室ガス供給電磁弁によって個別に燃料ガスを導入し、点火プラグで着火する副室式ガスエンジンの副室ガス供給制御装置において、副室内又は該副室近傍の温度を検出する副室内温度検出手段と、副室内温度を所定範囲内に維持すると共に、副室内部の空気過剰率が所定の値になるように、副室ガス供給電磁弁の開時間を制御する副室ガス供給制御手段とを備える。」と開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2012-163042号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] ところで、副室の容積は主室の容積より小さいため、副室を設けたエンジンにおいては、副室の内壁温度（「副室温度」と呼ぶ）が低い状況において、副室内の混合気に点火できなかつたり、副室内で点火された火炎が消失したりするような消炎が発生しやすい。そして、エンジン始動直後など、副室が十分に暖気されていない場合に、エンジンの燃焼変動が大きくなってしまいうという課題がある。また、特許文献1に記載された技術は、空燃比制御によって燃焼変動を抑制するため、排気や燃費の悪化が生じる恐れがあった。

[0007] 本発明はこのような状況に鑑みて成されたものであり、燃費や排気を悪化させずに副燃焼室を有するエンジンの燃焼を安定化することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0008] 本発明に係る内燃機関制御装置は、ピストンに面する主燃焼室と、主燃焼室に連通する副燃焼室と、副燃焼室の内部に取り付けられる点火プラグと、燃料噴射装置が噴射する燃料と、吸気系から吸気される空気とが混合された混合気が、主燃焼室及び副燃焼室で燃焼するシリンダと、を備えた内燃機関を制御する。この内燃機関制御装置は、副燃焼室の壁温度を推定する推定部と、推定部により推定された副燃焼室の壁温度が低いほど、内燃機関の点火時期近傍での副燃焼室内圧力が高くなるように内燃機関を制御する制御部と、を備える。

発明の効果

[0009] 本発明によれば、副燃焼室の壁温度が低くても、副燃焼室内の圧力制御によって副燃焼室内の消炎を抑制し、燃焼変動を抑制するため、空燃比制御による燃費や排気の悪化を抑えることができる。

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

[0010] [図1]本発明の第1の実施の形態に係る制御装置を、シリーズ式ハイブリッド自動車に適用した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V C Uのハードウェア構成例を示すブロック図である。

[図3]本発明の第1の実施の形態に係る点火装置及び副室の設置例を示す図である。

[図4]本発明の第1の実施の形態に係るE C Uの機能ブロックの構成例を示す図である。

[図5]本発明の第1の実施の形態に係るE C Uのハードウェア構成例を示すブロック図である。

[図6]本発明の第1の実施の形態に係る副室温度と燃焼変動率との関係を示す図である。

[図7]本発明の第1の実施の形態に係る副室と主室との連通路内の消炎現象に関する説明図である。

[図8]本発明の第1の実施の形態に係る副室温度と副室内圧力との関係を示す図である。

[図9]本発明の第1の実施の形態に係るエンジン運転点を示す図である。

[図10]本発明の第1の実施の形態に係るエンジン冷却水温度と副室温度の関係を示す図である。

[図11]本発明の第1の実施の形態に係る副室内圧力の制御方法の例を示すフローチャートである。

[図12]本発明の第1の実施の形態に係る副室内圧力の制御方法の例を示すタイムチャートである。

[図13]本発明の第2の実施の形態に係るエンジン運転点を示す図である。

[図14]本発明の第3の実施の形態に係る点火装置及び副室の設置例を示す図である。

[図15]本発明の第3の実施の形態に係る副室と主室間の有効連通路径を説明

する図である。

[図16]本発明の第3の実施の形態に係る有効連通路径と主燃焼中心時期及び主室・副室間最大差圧との関係を示す図である。

[図17]本発明の第3の実施の形態に係る有効連通路径に基づいた副室内圧力制御方法を示す図である。

[図18]本発明の第3の実施の形態に係る副室内圧力の制御方法の例を示すフローチャートである。

[図19]本発明の第4の実施の形態に係る点火装置の構成例を示す図である。

[図20]本発明の第4の実施の形態に係るECU及び点火装置の機能構成例を示すブロック図である。

[図21]本発明の第4の実施の形態に係る点火制御信号、1次電流及び1次電圧の変化を示すグラフである。

[図22]本発明の第5の実施の形態に係る副室内圧力の制御方法の例を示すフローチャートである。

[図23]本発明の第5の実施の形態に係る副室内圧力の制御方法の例を示すタイムチャートである。

[図24]本発明の第6の実施の形態に係る制御装置を、ガソリン自動車に適用した例を示す概略構成図である。

[図25]本発明の第6の実施の形態に係る副室内圧力の制御方法の例を示すフローチャートである。

[図26]本発明の第6の実施の形態に係る副室内圧力の制御方法の例を示すタイムチャートである。

[図27]本発明の第7の実施の形態に係る副室内圧力の制御方法の例を示すフローチャートである。

[図28]本発明の第7の実施の形態に係る副室内圧力の制御方法の例を示すタイムチャートである。

発明を実施するための形態

[0011] 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。

[0012] [第1の実施の形態]

図1は、本発明の第1の実施の形態に係る制御装置を、シリーズ式ハイブリッド自動車に適用した例を示す概略構成図である。

[0013] ハイブリッド自動車100は、内燃機関（エンジン13）を駆動源として備える。ハイブリッド自動車100には、ハイブリッド自動車100の現在位置を取得するナビゲーション装置11が設けられる。ナビゲーション装置11は、ハイブリッド自動車100の上空にある複数のGPS（Global Positioning System）衛星が衛星電波に載せて送信したGPS信号を受信してハイブリッド自動車100の現在位置を測位し、ハイブリッド自動車100内の表示装置に表示された地図に現在位置を表示する。ナビゲーション装置11による現在位置の測位には、携帯電話端末の基地局やWi-Fi（登録商標）のアクセスポイント等も併用されることがある。ナビゲーション装置11が測位したハイブリッド自動車100の現在位置の情報、及びハイブリッド自動車100が走行する周辺及び目的地までの経路を含む地図情報は、自動車制御装置、すなわちVCU（Vehicle Control Unit）1に出力される。

[0014] ハイブリッド自動車100のキャビン内には、アクセル開度センサ6及びブレーキスイッチ7が設けられる。アクセル開度センサ6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。ブレーキスイッチ7は、ブレーキペダルが踏みこまれているか否かを検出する。

[0015] エンジン13は、火花点火式燃焼を用いる自動車用の4気筒ガソリンエンジンであり、内燃機関の一例である。このエンジン13は、エンジン13を始動するためのスタータ12を備えている。エンジン13のクランク軸には、その回転角度を検出するためのクランク角センサ9bが備えられ、クランク軸の他端は、ジェネレータ14に接続されている。

また、エンジン13には、冷却水温度センサ9cが設けられている。冷却水温度センサ9cは、エンジン13を冷却する冷却水（クーラント）を計測す

る。

[0016] 内燃機関（エンジン１３）は、発電機（ジェネレータ１４）を駆動して発電させた電力を電池（バッテリー１６）に充電する。そこで、ジェネレータ制御装置、すなわちＧＣＵ（Generator Control Unit）３は、インバータ１５が所定電圧でバッテリー１６を充電可能となるようにインバータ１５を介してジェネレータ１４の駆動を制御する。ジェネレータ１４は、エンジン１３により駆動されて発電し、インバータ１５を介してバッテリー１６を充電する発電機の一例である。

[0017] バッテリー制御装置、すなわちＢＣＵ（Battery Control Unit）４は、ＶＣＵ１からのバッテリー要求出力に基づいてバッテリー１６の充電及び放電を制御する。バッテリー１６には、バッテリー１６の内部電圧を計測するバッテリー電圧センサ９ａが設けられており、ＶＣＵ１は、バッテリー１６の電圧を常時確認しており、ＥＣＵ２にバッテリー１６の電圧を示す情報（例えば、ＳＯＣ（State of Charge：充電率））を出力する。

[0018] モータ制御装置、すなわちＭＣＵ（Motor Control Unit）５は、ＶＣＵ１からのモータ要求出力に基づいてインバータ１７及びモータ１８を制御する。インバータ１７には、電氣的に接続されたバッテリー１６から電力が供給される。そして、インバータ１７は、バッテリー１６から放電される直流電力を交流電力に変換し、モータ１８に交流電力を供給する。モータ１８は、減速ギア１９を介して車輪２０と接続されている。また、車輪２０の駆動軸には、自動車速度センサ８が備えられている。

[0019] 自動車速度センサ８、バッテリー電圧センサ９ａ、クランク角センサ９ｂ及び冷却水温度センサ９ｃから出力される各信号は、ＶＣＵ１に送られる。また、アクセル開度センサ６及びブレーキスイッチ７から出力される各信号もＶＣＵ１に送られる。

[0020] ＶＣＵ１は、内燃機関（エンジン１３）及び電動駆動部（モータ１８）の少なくとも一方の出力によって走行する自動車（ハイブリッド自動車１００）に搭載される。ＶＣＵ１は、アクセル開度センサ６の出力信号に基づいて

ドライバの要求トルクを演算する。すなわち、アクセル開度センサ 6 は、エンジン 13 及びモータ 18 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、V C U 1 は、ブレーキスイッチ 7 の出力信号に基づいてドライバの減速要求の有無を判断する。また、V C U 1 は、バッテリー電圧センサ 9 a の出力信号に基づいてバッテリー 16 の電池残量を演算する。また、V C U 1 は、クランク角センサ 9 b の出力信号に基づいてエンジン 13 の回転速度を演算する。また、V C U 1 は、冷却水温度センサ 9 c の出力信号に基づいて冷却水の温度を演算する。そして、V C U 1 は、上記各種センサの出力から得られるドライバ要求、及びハイブリッド自動車 100 の運転状態に基づいてエンジン要求出力、モータ要求出力、バッテリー要求出力等の各装置の最適な動作量を演算する。

[0021] V C U 1 で演算されたエンジン要求出力は、エンジン制御装置、すなわち E C U 2 に送られる。また、バッテリー電圧センサ 9 a が検出した内部電圧の値は、V C U 1 でバッテリー 16 の電池残量を示す S O C の値に変換された後、E C U 2 に送られる。内燃機関制御装置（E C U 2）は、V C U 1 からの要求出力に基づいて内燃機関（エンジン 13）の出力（運転点）を制御する。具体的には、E C U 2 は、燃料噴射部、点火部、スロットルバルブに加えて、スタータ 12 の制御を実施する。また、V C U 1 で演算されたモータ要求出力は、M C U 5 に送られる。また、V C U 1 で演算されたバッテリー要求出力は、B C U 4 に送られる。

[0022] 次に、第 1 の実施の形態における V C U 1 の内部構成について説明する。

図 2 は、V C U 1 のハードウェア構成例を示すブロック図である。

[0023] アクセル開度センサ 6、ブレーキスイッチ 7、自動車速度センサ 8、バッテリー電圧センサ 9 a、クランク角センサ 9 b 及び冷却水温度センサ 9 c から出力された各出力信号は、V C U 1 の入力回路 1 a に入力する。ただし、入力信号は、これらに限られるものではない。入力回路 1 a に入力された各センサの入力信号は、入出力ポート 1 b 内の入力ポート（不図示）に送られる。入力ポートに送られた値は、R A M 1 c に保存され、C P U 1 e で演算処

理される。CPU 1 eで行われる演算処理の内容を記述した制御プログラムは、ROM 1 dに予め書き込まれ、処理に応じてCPU 1 eがROM 1 dから制御プログラムを読み出し、実行する。

[0024] 制御プログラムに従って演算された制御対象（エンジン 1 3、ジェネレータ 1 4、バッテリー 1 6、モータ 1 8等）の作動量を示す値は、RAM 1 cに保存された後、入出力ポート 1 b内の出力ポート（不図示）に送られ、各出力部を経て各装置に送られる。ここでは、出力部として、エンジン制御出力部 1 f、モータ制御出力部 1 g、バッテリー制御出力部 1 h、ジェネレータ制御出力部 1 iがある。これらの各出力部の回路は、ECU 2、MCU 5、BCU 4、GCU 3に接続されている。図 2 では、VCU 1 に対し、制御対象の制御装置（ECU 2、MCU 5、BCU 4 及び GCU 3）を別に設けたが、この形態に限定されるものではなく、各装置の制御装置に該当する機能部をVCU 1 内に備えてもよい。

[0025] <点火プラグを内部に有する副室を備えるエンジン 1 3の構成例>

次に、第 1 の実施の形態に係る点火プラグの構成例及び動作例について、図 3 を参照して説明する。なお、本実施の形態では、点火プラグ 4 0 に副室 4 2 を形成する副室形成部材 4 5 が取り付けられ、副室形成部材 4 5 と一体となった点火プラグ 4 0 がエンジン 1 3 に取り付けられる構成で説明する。但し、本発明はこの構成には限定されず、副室 4 2 を形成する副室形成部材 4 5 がエンジン 1 3 に取り付けられ、この副室形成部材 4 5 に点火プラグ 4 0 が取り付けられる構成であってもよい。これらのいずれの場合であっても図 3 を用いて説明する。

[0026] 図 3 は、第 1 の実施の形態に係る点火装置 5 0 及び副室の設置例を示す図である。

始めに、図 3 の上側の説明図（1）に示す、副室 4 2 に圧力センサ 4 6 が取り付けられていない点火プラグ 4 0 の構成例について説明する。

[0027] 内燃機関（エンジン 1 3）は、ピストン（ピストン 3 5）に面する主燃焼室（主室 3 7）と、主燃焼室（主室 3 7）に連通する副燃焼室（副室 4 2）

と、副燃焼室（副室４２）の内部に取り付けられる点火プラグ（点火プラグ４０）と、を備える。主燃焼室（主室３７）及び副燃焼室（副室４２）では、燃料噴射装置（燃料噴射装置３６）が噴射する燃料と、吸気系（インテークマニホールド３１）から吸気される空気とが混合された混合気が燃焼する。副燃焼室（副室４２）は、主燃焼室（主室３７）から混合気を取り込む。点火プラグ４０に高電圧を印加する点火装置５０は、点火プラグ４０のすぐ近くに設置される。

[0028] インテークマニホールド３１には燃料噴射装置３６が設けられている。燃料噴射装置３６は、ＥＣＵ２が出力する燃料噴射指令に従って燃料噴射を行う。インテークマニホールド３１から吸気される空気と、燃料噴射装置３６から噴射された燃料とが混合された混合気は、主室３７に供給される。この混合気は、エンジン１３のシリンダ３８に設けられたピストン３５が下降し、吸気弁３２が開いた瞬間から主室３７内に導入される。

[0029] 副室４２は、主室３７内に設置される。副室４２の先端に形成された複数の連通路４３は、副室４２と主室３７とを連通しており、圧縮工程にてピストン３５の上昇に伴い連通路４３を通過した混合気が副室４２内に取り込まれる。燃焼工程では、吸気弁３２が閉じており、ピストン３５の上昇の過程で圧縮された混合気が圧縮上死点の直前付近において着火する。混合気の着火は、点火装置５０が点火プラグ４０に高電圧を印加して、副室４２内で電極４１（接地電極及び中心電極）に発生した火花放電により行われる。火花放電により副室４２内で生じた火炎は、連通路４３を通過して主室３７に複数の火炎ジェット４４として噴出し、主室３７内の混合気を多点着火する。

[0030] 火炎ジェット４４により燃焼した混合気は、急速に膨張してピストン３５を押し下げ、エンジントルクを発生させる。その後、ピストン３５が上昇し、排気弁３４が開いた瞬間から排気ガスがエキゾーストパイプ３３へ排出される。

[0031] 次に、図３の下側の説明図（２）に示す、副室４２に圧力センサ４６が取り付けられた点火プラグ４０Ａの構成例について説明する。点火プラグ４０

Aが点火プラグ40と共通する構成については説明を省略する。

[0032] 圧力センサ46は、副室42内の圧力（「副室内圧力」と略記する）を検出可能である。圧力センサ46が検出した副室内圧力のデータは、後述する図4に示す検出情報としてECU2の推定部21に入力される。なお、副室42に圧力センサ46が取り付けられた点火プラグ40Aを用いたECU2の動作等は、後述する第5の実施の形態にて説明する。

[0033] 次に、ECU2の機能構成例について説明する。

図4は、ECU2の機能ブロックの構成例を示す図である。

[0034] ECU2は、推定部21及び制御部22を備える。

推定部21は、エンジン13に設けられた様々なセンサが検出した検出情報を取得して、副燃焼室（副室42）の壁温度（以下、「副室温度」と称する）を推定する。本実施の形態に係る推定部（推定部21）は、内燃機関（エンジン13）の冷却水温度に基づき、副室温度を推定することが可能である。

[0035] 制御部22（制御部22）は、推定部（推定部21）により推定された副室温度が低いほど、内燃機関（エンジン13）の点火時期近傍での副燃焼室内圧力（副室内圧力）が高くなるように内燃機関（エンジン13）を制御する。この際、制御部（制御部22）は、副室温度が低いほど、内燃機関トルク（エンジントルク）が大きくなるように発電機（ジェネレータ14）を制御する。このため、制御部22は、エンジン13に制御信号を出力する。

[0036] 図5は、ECU2のハードウェア構成例を示すブロック図である。

[0037] VCU1のエンジン制御出力部1f（図2を参照）から出力された出力制御信号は、ECU2の入力回路2aに入力する。また、入力回路2aに入力された出力制御信号は、入出力ポート2b内の入力ポート（不図示）に送られる。入力ポートに送られた値は、RAM2cに保管され、CPU2eで演算処理される。CPU2eで行われる演算処理の内容を記述した制御プログラムは、ROM2dに予め書き込まれ、処理に応じてCPU2eがROM2dから制御プログラムを読み出し、実行する。また、各センサが検出した検

出値を含む検出情報が、推定部 21 に入力する。ただし、推定部 21 には、V C U 1 から出力された検出情報（バッテリー 16 の S O C 等）も入力される。推定部 21 が、検出情報に基づいて推定した副室温度のデータは、エンジン 13 のシリンダ 38 ごとに時系列で R A M 2 c に保管される。

[0038] なお、推定部 21 と制御部 22 は、いずれも C P U 2 e で演算処理され、各機能が実現される。E C U 2 は、エンジン 13 に設けられる各センサが検出した制御量に基づいて、エンジン 13 の動作を制御する様々な他の機能部をも有しているが、ここでは他の機能部を不図示とする。

[0039] 制御プログラムに従って演算された制御対象（点火装置 50 等）の作動量を示す値は、R A M 2 c に保管された後、入出力ポート 2 b 内の出力ポート（不図示）に送られ、制御部 22 を経て制御対象に送られる。制御部 22 は、点火装置 50 に点火制御信号（制御信号の一例）を出力したり、エンジン 13 の運転点を制御したりする。

[0040] 次に、副室温度と燃焼変動率との関係を説明する。

図 6 は、副室温度と燃焼変動率との関係を示す図である。図 6 に示すグラフの横軸が副室温度 [°C]、縦軸が燃焼変動率 [%] を表す。

[0041] このグラフより、エンジン 13 の始動時など、副室温度が低い状況では、燃焼変動率が高いことが示される。一方で、副室温度の上昇に伴って燃焼変動率が低くなる、つまり燃焼が安定化していくことが示される。つまり、副室温度が低いと、燃焼変動が安定しないので、燃焼変動を抑制するためには何らかの対処が必要とされる。

[0042] ここで、燃焼変動の要因と考えられる消炎現象について説明する。

図 7 は、副室 42 と主室 37 との連通路 43 内の消炎現象に関する説明図である。図 7 の上方を副室 42 が設けられた副室側と呼び、図 7 の下方を主室 37 が設けられた主室側と呼ぶ。

[0043] 副室 42 を備えたエンジン 13 においては、前述のように副室 42 内で点火プラグ 40 により混合気を着火させ、副室 42 内の火炎伝播を経て、主室 37 内に火炎がジェット状に噴出され、噴出された火炎が、主室 37 内の燃

焼を開始させる。つまり、副室４２からの火炎が主室３７内に良好に噴出しなければ、主室３７での燃焼は不安定となり、消炎することがある。

[0044] 基本的に副室４２は、主室３７と比較して体積が小さいため、副室４２で発生した火炎と、副室４２の壁面との距離が近くなり、火炎の消炎現象が発生しやすい。火炎と壁面との距離が最も近くなるのは、主室３７と副室４２を繋ぐ連通路４３内である。特に副室４２の温度が低い条件においては、副室４２内を伝播してきた火炎が、連通路４３内で壁面に熱を奪われることで火炎を維持できずに消炎してしまう。この現象がエンジン１３の始動時の燃焼変動の主要因となる。ここで、予め混合された燃料と空気とが点火されて生じる予混合火炎の消炎距離 d_e 。(消炎が発生しうる壁面と火炎までの距離)は次式(１)で表せることが知られている。

[0045] [数1]

$$d_e = p^{-\frac{n}{2}} \exp\left(\frac{E_a}{2RT_b}\right) \cdots (1)$$

d_e : 消炎距離

p : 圧力

n : 反応次数

E_a : 総括活性化エネルギー

T_b : 火炎温度

R : 気体定数

[0046] 副室４２内、特に細い円管状の連通路４３内では、副室４２の壁温（副室温度）が火炎温度 T_b に大きく影響する。副室温度が低い場合、連通路４３内の火炎温度 T_b が著しく低下し、消炎距離 d_e が増加する。その結果、消炎距離 d_e が連通路４３の直径を超えると、副室４２で発生した火炎が消炎してしまう。図７では、副室４２と連通路４３の壁面に沿って、壁面から消炎距離 d_e だけ離れた領域が消炎領域８０として示される。

[0047] 次に、ＥＣＵ２によって行われる副室温度に基づいた副室内圧力の制御方法について説明する。

図 8 は、副室温度と副室内圧力との関係を示す図である。図 8 に示すグラフの横軸が副室温度、縦軸が副室内圧力を表す。

[0048] 図 8 には、副室温度と副室内圧力との関係が実線 8 1 で示される。また、消炎距離が一定となる副室温度と副室内圧力との関係が、破線の消炎距離一定ラインで表される。実線 8 1 の上側は火炎伝播可能領域 8 2 を表し、実線 8 1 の下側は消炎領域 8 3 を表す。火炎伝播可能領域 8 2 と消炎領域 8 3 を分ける実線 8 1 は、連通路 4 3 の直径（「連通路径」とも呼ぶ）によって定まる。

[0049] 副室温度と副室内圧力との関係が火炎伝播可能領域 8 2 にあれば、副室 4 2 で発生した火炎は連通路 4 3 を通過して主室 3 7 に到達し、主室 3 7 内の混合気を着火する。しかし、副室温度と副室内圧力との関係が消炎領域 8 3 にあれば、副室 4 2 で発生した火炎は連通路 4 3 の通過中に消炎してしまい、主室 3 7 内の混合気を着火できない。

[0050] すなわち、実線 8 1 より、副室温度が低い領域では副室内圧力も低いので、消炎領域 8 3 が生じているのに対し、副室温度が高くなると低い副室内圧力でも火炎伝播可能領域 8 2 に至ることが示される。そこで、E C U 2 は、副室温度に基づいて、副室内圧力を実線 8 1 に示すように制御する。例えば、E C U 2 は、消炎距離が一定値未満となるように、副室温度が低い時ほど、副室内圧力が高くなるようにエンジン 1 3 を制御する。この制御により、連通路 4 3 内の消炎を抑制し、燃焼安定化を実現することが可能となる。

[0051] ここで、E C U 2 によって行われるエンジン運転点の制御方法について説明する。エンジン運転点とは、E C U 2 がエンジン 1 3 を運転するときに設定されるエンジン回転数とエンジントルクとを表す。ただし、エンジン運転点を、インバータ 1 5 を駆動して発電し、バッテリー 1 6 を充電するときの発電点と読み替えてもよい。

[0052] 図 9 は、副室温度に基づいたエンジン運転点を示す図である。図 9 に示すグラフの横軸がエンジン回転数、縦軸がエンジントルクを表す。

[0053] 前述の通り、本実施の形態に係る E C U 2（制御部 2 2）は、例えば、エ

ンジン 13 の始動時等で副室温度が低い時（＝冷機時）には、副室内圧力を高めるように制御する。そこで、ECU 2 は、副室内圧力を高めるために、エンジン 13 の吸気圧を上昇させ、エンジン 13 のエンジントルクを高める制御を行う。

[0054] ただし、ECU 2 がエンジントルクを高めると、その分エンジン出力、つまり発電量も変化してしまう。このため、ECU 2 は、エンジントルクを高めた分、エンジン回転数を減少させ、エンジン出力を一定に保つように制御する。この制御における、エンジン回転数とエンジントルクとの関係は、図 9 に破線で示す等出力ラインで表される。

[0055] ECU 2 の制御部 22 は、以下のようにエンジン運転点（発電点）の制御を行う。

エンジン 13 の始動直後など冷機時においては、制御部 22 は、エンジン運転点を、エンジントルクを高めた冷機時の A 点に設定する。その後、エンジン回転数が上がると、制御部 22 は、副室温度の上昇に伴って、エンジントルクを低くし、エンジン回転数を高めた通常時の B 点に移行させる。このように制御部 22 は、等出力ラインに沿ってエンジン運転点を A 点から B 点に移行させるように制御することで、エンジン出力を一定に保つことができる。

[0056] 次に、エンジン冷却水温度と副室温度の関係について説明する。

図 10 は、エンジン冷却水温度と副室温度の関係を示す図である。図 10 に示すグラフの横軸がエンジン冷却水温度、縦軸が副室温度を表す。この図を用いて本実施例の形態に係る推定部 21 で行われる副室温度の推定方法を説明する。

[0057] 図 10 に示すグラフは、エンジン 13 の始動直後（冷機）からエンジン 13 が暖機されるまでの期間について、エンジン冷却水温度と副室温度とをプロットしたものである。エンジン 13 の始動直後において、副室温度は冷却水温度と強い相関が見られる。このため、ECU 2 の推定部 21 は、図 10 に示す相関関係を用いて、冷却水温度センサ 9c が計測し、VCU 1 が計算

した冷却水温度から副室温度を推定する。そして、制御部 22 は、推定部 21 が推定した副室温度と、図 8 より副室温度から求められる副室内圧力との関係が、図 8 に示した消炎領域 83 にかからないように、エンジントルク及びエンジン回転数を制御する。

[0058] 図 11 は、副室内圧力の制御方法の例を示すフローチャートである。

[0059] 始めに、ECU 2 の制御部 22 は、エンジン 13 が始動されてからの経過時間であるエンジン駆動時間を RAM 2c から読み込む (S1)。次に、制御部 22 は、エンジン駆動時間 t_e が所定値 t_{th} 未満であるか、つまり、エンジン 13 が始動直後の過渡状態か否かを判定する (S2)。エンジン 13 の始動後十分に時間が経っている場合 (S2 の NO)、すなわち、エンジン駆動時間 t_e が所定値 t_{th} 以上であれば、制御部 22 は、定常状態であると判定する。そして、制御部 22 は、通常運転モードとして通常エンジン運転点 (B 点) を設定し (S3)、本処理に係る制御を終了する。

[0060] 一方、エンジン 13 の始動後十分に時間が経っていない場合 (S2 の YES)、すなわち、エンジン駆動時間 t_e が所定値 t_{th} 未満であれば、過渡状態 (冷機運転モード) であると判定する。ここで、VCU 1 が冷却水温度センサ 9c の出力信号に基づいて演算した冷却水温度 T_c が ECU 2 に出力され、ECU 2 の RAM 2c に冷却水温度 T_c が記憶されているとする。このため、推定部 21 は、RAM 2c から冷却水温度 T_c を読み込む (S4)。次に、推定部 21 は、冷却水温度 T_c に基づき、図 10 に示したエンジン冷却水温度と副室温度の関係に基づいて、副室温度を推定する演算を行う (S5)。

[0061] 次に、推定部 21 は、ステップ S5 で推定した副室温度に基づき、図 8 に示した副室温度と副室内圧力に基づき、エンジン 13 に要求する副室内圧力 (「要求副室内圧力」と呼ぶ) を演算する (S6)。そして、制御部 22 は、図 9 に示したエンジン回転数とエンジントルクの関係に基づき、冷機時のエンジン運転点 (A 点) を設定する (S7)。

[0062] 最後に、制御部 22 は、ステップ S7 で設定したエンジン運転点 (A 点) を実現するための吸気圧力制御 (スロットル開度制御) を実行して (S8)

、本処理に係る一連の制御を終了する。

[0063] 図 1 2 は、副室内圧力の制御方法の例を示すタイムチャートである。図 1 2 に示すタイムチャートは、上から順に、冷却水温度、推定副室温度、要求副室内圧力、エンジントルク・エンジン回転数設定値、吸気圧力（スロットル開度）について、図 1 1 に示した制御方法による、エンジン 1 3 の始動後の時間変化を示している。

[0064] エンジン 1 3 の始動直後は、冷却水温度、推定副室温度が低い状態である。エンジン 1 3 が駆動すると冷却水温度が上昇し、推定部 2 1 が冷却水温度から推定した副室温度も上昇していく。副室温度の上昇に伴い、消炎を防止するために必要な要求副室内圧力が低下する。さらに、要求副室内圧力の低下に伴って、エンジントルクの設定値が減少する。

[0065] 制御部 2 2 は、エンジン出力（発電量）を一定に保つため、エンジントルクの減少に伴い、エンジン回転数の設定値を上昇させる。そこで、制御部 2 2 は、設定されたエンジントルク及びエンジン回転数を実現するために吸気圧力（スロットル開度）が低くなるように制御する。このため、制御部（制御部 2 2）は、副室温度が設定温度以上になった場合に、内燃機関（エンジン 1 3）のシリンダ内圧力（シリンダ 3 8 内の圧力）が低くなるように内燃機関（エンジン 1 3）を制御する。

[0066] 以上説明した第 1 の実施の形態に係る ECU 2 では、推定部 2 1 が、エンジン冷却水温度に基づいて副室温度を推定し、副室温度と副室内圧力との関係に基づいて副室内圧力を推定する。そして、制御部 2 2 が、エンジン 1 3 の始動時（冷機時）には、副室内圧力が大きくなるように、低いエンジン回転数で大きいエンジントルクを設定した運転点でエンジン 1 3 を制御する。その後、エンジン 1 3 が通常状態に移行すると、制御部 2 2 は、高いエンジン回転数で小さいエンジントルクを設定した運転点でエンジン 1 3 を制御する。

このような制御により、副室 4 2 の消炎が抑制され、さらにエンジン 1 3 の燃焼変動も抑制することができ、エンジン出力も一定に保つことができる。

[0067] [第2の実施の形態]

次に、図13を用いて、本発明の第2の実施の形態に係るECUについて説明する。本実施の形態に係る、システム構成、ハードウェア構成、副室温度の推定方法については第1の実施形態と同一である。

[0068] 図13は、第2の実施の形態に係るエンジン運転点の例を示す図である。第2の実施形態に係るECU2は、副室温度が低い冷機時において、ハイブリッド自動車100自体の状況や、ハイブリッド自動車100の環境状況等を表す車両状態に応じて2つの異なる運転点（A-1点、A-2点）を設定することが特徴である。

[0069] A-1点、A-2点は、共に、副室温度が高い状態の通常運転（B点）よりもエンジントルクが大きい設定とした運転点を表す。このため、冷機時には、制御部22が、A-1点、A-2点でエンジン回転数及びエンジントルクを維持することで、副室内圧力を高め、副室42の消炎を抑制することが可能である。

[0070] なお、A-1点は、通常運転点（B点）と同じエンジン出力（同発電量）となる運転点を表す。制御部22は、発電量の需要が高くない条件、例えば暖房用運転等において、A-1点を活用することで、バッテリー16の電池残量を適正に保ちながら、エンジン13を駆動することが可能である。

[0071] A-2点は、B点に示す通常運転時（B点）よりもエンジン出力（発電量）が大きい運転点である。A-2点と、B点とは、共にエンジン回転数が等しい等エンジン回転数ラインの上（一点鎖線で示すライン上）にある。

[0072] 制御部22は、発電量の需要が高い条件、例えば高速道路の走行時などにおいて、A-2点を活用することで、バッテリー16の電池残量を適正に保ちながら、エンジン13を駆動することが可能である。より具体的には、図13の下を表に示すように、バッテリー16の電池残量、走行シーン、副室温度域によって、制御部22が、A-1点、A-2点又はB点のいずれかの運転点に切り替える。以下に、図13の下を表を参照して、3種類の制御の例を説明する。

[0073] <充電率（SOC）に基づく制御の例>

始めに、電池残量（Ah）／満充電容量（Ah）×100で表されるバッテリー16の充電率（SOC）に基づいて、制御部22がエンジン運転点を変える制御について説明する。制御部22は、VCU1からバッテリー16のSOCを受け取ることが可能である。そして、制御部（制御部22）は、副室温度が低く、かつ発電機（ジェネレータ14）により充電される電池（バッテリー16）の充電率（SOC）が低いほど、内燃機関回転数（エンジン回転数）が大きくなるように内燃機関（エンジン13）を制御する。

[0074] ここで、制御部（制御部22）は、発電機（ジェネレータ14）により充電される電池（バッテリー16）の充電率（SOC）が第1設定充電率（第1設定SOC：下限値 S_L ）未満の場合に、内燃機関回転数（エンジン回転数）が第2設定回転数（A－2点のエンジン回転数）となるように内燃機関（エンジン13）を制御することで、発電を促進する。

そして、制御部（制御部22）は、副室温度が設定温度以上になった場合（通常時）に、内燃機関回転数（エンジン回転数）をほぼ第2設定回転数（A－2点のエンジン回転数）のまま維持しつつ、内燃機関トルク（エンジントルク）を低下させ、通常時の運転点（B点）に移行するように内燃機関（エンジン13）を制御する。

[0075] また、制御部（制御部22）は、発電機（ジェネレータ14）により充電される電池（バッテリー16）の充電率（SOC）が第1設定充電率（第1設定SOC：下限値 S_L ）以上の場合に、内燃機関回転数（エンジン回転数）が第1設定回転数（A－1点のエンジン回転数）となるように内燃機関（エンジン13）を制御する。つまり、充電率（SOC）が下限値 S_L 以上かつ上限値 S_H 未満の場合、制御部22は、A－1点を設定し、充電率（SOC）を一定範囲に保つ。そして、制御部（制御部22）は、副室温度が設定温度以上になった場合（通常時）に、内燃機関回転数（エンジン回転数）を第1設定回転数（A－1点のエンジン回転数）よりも高い第2設定回転数（B点のエンジン回転数）まで上昇させ、かつ内燃機関トルク（エンジントルク）を低

下させることで、発電機（ジェネレータ 14）の出力がほぼ一定となるように内燃機関（エンジン 13）を制御する。

[0076] SOC が上限値 S_H 以上になると、バッテリー 16 への充電は不要である。このため、制御部 22 は、エンジン 13 を停止し、発電量を 0 にする（図中ではエンジン運転点を OFF と記載する）。つまり、制御部（制御部 22）は、充電率（SOC）が、第 1 設定充電率（第 1 設定 SOC：下限値 S_L ）より高い第 2 設定充電率（第 2 設定 SOC：上限値 S_H ）以上になった場合に、内燃機関（エンジン 13）の動作を停止させるように制御する。

[0077] <走行シーンに基づく制御の例>

次に、ナビゲーション装置 11 から得られるハイブリッド自動車 100 の現在位置に対する環境情報に基づいて推定部 21 が判定した走行シーンにより、制御部 22 がエンジン運転点を変える制御について説明する。

[0078] 一般に高速道路では、ハイブリッド自動車 100 の高速走行（例えば、時速 80 km 以上での走行）が許容される。しかし、高速道路以外の一般道路では、高速道路で許容される速度より低い速度に制限される。このため、ハイブリッド自動車 100 が高速道路を走行している場合、高出力走行により、バッテリー 16 の電力消費が大きいことが予想される。そこで、制御部（制御部 22）は、内燃機関（エンジン 13）を備える自動車（ハイブリッド自動車 100）が高速道路を走行中である場合に、自動車（ハイブリッド自動車 100）が一般道路（郊外）を走行中である場合に比べて、内燃機関回転数（エンジン回転数）が大きくなるように内燃機関（エンジン 13）を制御する。

[0079] 具体的には、制御部 22 は、ハイブリッド自動車 100 が高速道路を走行中に、運転点を A-2 点とし、発電量を増加させる。しかし、ハイブリッド自動車 100 が郊外の幹線道路を走行中には、高速道路の走行に比べてバッテリー 16 の電力消費が大きくないことから、制御部 22 は、運転点を A-1 点を設定してバッテリー 16 の電池残量を一定範囲に保つ。また、ハイブリッド自動車 100 が市街地を走行中であれば、高速道路及び郊外の走行時に比

べてさらに速度が低下するので、バッテリー 16 の電力消費も減少する。このため、制御部 22 は、エンジン 13 を停止し、発電量を 0 にする（図中ではエンジン運転点を OFF と記載する）。

[0080] <副室温度に基づく制御の例>

次に、推定部 21 が推定した副室温度 T_{pc} に基づいて、制御部 22 がエンジン運転点を変える制御について説明する。

[0081] 推定部 21 が推定した副室温度 T_{pc} が下限値 T_L 未満の場合、制御部 22 は、A-2 点を設定して高出力運転することで副室温度を早期に昇温させる。副室温度 T_{pc} が下限値 T_L 以上かつ上限値 T_H 未満の場合、制御部 22 は、A-1 点を設定し、燃焼安定性を保ちつつ、SOC を一定範囲内に保つように制御する。副室温度 T_{pc} が上限値 T_H 以上になると、十分に暖気された後であるので、制御部 22 は、通常運転時の B 点を設定する。

[0082] 以上説明した第 2 の実施の形態に係る ECU 2 では、推定部 21 が推定したハイブリッド自動車 100 の車両状態（電池残量、副室温度）や走行シーンに基づき、制御部 22 が運転点を切り替える制御を行う。このような制御により、エンジン 13 の始動時における燃焼安定性を確保しつつ、バッテリー 16 の電池残量を適正に保ち、さらに副室温度を早期に上昇させることが可能となる。

[0083] [第 3 の実施の形態]

次に、図 14 から図 18 を用いて、本発明の第 3 の実施の形態に係る ECU について説明する。

本実施形態に係る、システム構成、副室温度推定方法については第 1 の実施形態と同一である。本実施形態に係る ECU 2 は、図 14 に示すようにインテークマニホールド 31 に燃料噴射装置 36 を設け、さらに副室 42 に燃料噴射装置 36A を設けた構成としたエンジン 13 において、連通路 43 の有効径（以下、「有効連通路径」と呼ぶ）に基づいて、副室内圧力を制御することを特徴とする。

[0084] 図 14 は、第 3 の実施の形態に係る点火装置 50 及び副室 42 の設置例を

示す図である。第3の実施の形態に係る点火プラグ40Bは、副室形成部材45の側面に燃料噴射装置36Aが取り付けられた構成としている。つまり、内燃機関（エンジン13）は、副燃焼室（副室42）内に燃料を直接噴射する第2燃料噴射装置（燃料噴射装置36A）を備えている。

[0085] 燃料噴射装置36Aが副室42内で噴射した燃料に対して電極41で発生した火花放電で着火した火炎が、副室形成部材45に形成された連通路43を通過して複数の火炎ジェット44として噴出する。なお、第1の実施の形態に係るエンジン13と同様に、インテークマニホールド31にも燃料噴射装置36が設けられている。燃料噴射装置36が噴射した燃料は、主室37内に充満した後、副室42の連通路43から噴出した火炎ジェット44により多点着火される。

[0086] 副室42には、副室内圧力を計測する圧力センサ46が備えられている。副室内圧力は、後述する図17で説明するように、推定部21が有効連通路径を推定するために用いられる。このため、第3の実施の形態に係るECU2が備える推定部21は、副燃焼室（副室42）に設けられた連通路43の有効連通路径を推定する。そして、制御部22は、推定部21が推定した有効連通路径に基づいて、副室内圧力を制御する。例えば、制御部（制御部22）は、推定された有効連通路径が、所定値以下になった場合に、第2燃料噴射装置（燃料噴射装置36A）に燃料噴射を実施させない制御を行う。

[0087] 図15は、副室42と主室37間の有効連通路径 D_{eff} の例を示す図である。

[0088] 連通路43の直径は、主室37内で安定かつ高速な燃焼が実現できるように、エンジン13毎に最適に設計される。しかし、エンジン13の使用に伴い、連通路43の内部に、燃料やスス等の不完全性燃焼生成物が堆積する。このように連通路43の内部に堆積した不完全性生成物を「燃焼デポジット」と呼ぶ。そして、連通路43の表面に堆積した燃焼デポジット47の間の幅を有効連通路径 D_{eff} と呼ぶ。連通路43に燃焼デポジットが発生していなければ、連通路43の直径がそのまま有効連通路径 D_{eff} となる。しかし、燃焼

デポジットが発生すると、有効連通路径 D_{eff} が狭まる。そして、有効連通路径 D_{eff} が所定値以下になった場合に、連通路43を通過して主室37に噴出する火炎ジェット44も弱まったり、消炎したりする。また、燃焼デポジット47の堆積などの経年変化や、製造ばらつきによる副室42の個体差によって、有効連通路径 D_{eff} は副室42の個体ごとにばらつき、かつリアルタイムに変化する。

[0089] また、燃焼デポジット47は、燃料が副室42内に付着したり、空気と燃料が不完全に混合したりすることで発生する。このため、特に副室42内に燃料噴射装置36Aを備えたエンジン13において、燃焼デポジット47が顕著に発生する可能性がある。そして、有効連通路径 D_{eff} が減少するに伴い、連通路43内で火炎ジェット44が消炎する頻度が高くなる。そこで、有効連通路径 D_{eff} に基づいて、副室内圧力を変える制御が必要となる。

[0090] 図16は、有効連通路径 D_{eff} と、主燃焼中心時期、及び主室37と副室42の間の最大差圧との関係を示す図である。

[0091] 連通路43に燃焼デポジット47が堆積するなどして有効連通路径 D_{eff} の減少が発生すると、主室37における主燃焼中心時期が遅延し、主室37と副室42間の最大差圧が大きくなる傾向がある。したがって、推定部21は、有効連通路径 D_{eff} の変化を、主室37における主燃焼中心時期や、主室37と副室42間の最大差圧から推定することができる。

[0092] 図17は、有効連通路径 D_{eff} と副室内圧力との関係を示す図である。

[0093] 有効連通路径 D_{eff} が、第1の実施の形態にて既に説明した火炎の消炎距離 d_0 （図7を参照）を下回ると、連通路43内での消炎が発生する。そこで、連通路43内での消炎を回避するためには、制御部22が、有効連通路径 D_{eff} が小さくなるに従い、副室内圧力を大きくする制御を行って、消炎距離を短くする。このような制御により、ECU2が連通路43内での消炎を防ぐことができる。

[0094] 次に、有効連通路径 D_{eff} に基づいて行われる副室内圧力の制御方法の例について説明する。

図18は、副室内圧力の制御方法の例を示すフローチャートである。

- [0095] 始めに、推定部21は、VCU1が冷却水温度センサ9cの出力信号に基づいて演算した冷却水温度 T_c をRAM2cから読み込む(S11)。そして、推定部21は、図10に示した冷却水温度と副室温度との関係に基づいて冷却水温度 T_c から副室温度 T_{pc} を推定する演算を行う(S12)。
- [0096] 次に、推定部21は、推定した副室温度 T_{pc} を所定値 T_{th} と比較し、副室温度 T_{pc} が所定値 T_{th} 未満であるか否かを判定する(S13)。副室温度 T_{pc} が所定値 T_{th} 以上であると判定した場合(S13のNO)、制御部22は、通常エンジン運転点(例えば、B点)を設定して(S14)、本処理による制御を終了する。
- [0097] 一方、推定部21が、副室温度 T_{pc} が所定値 T_{th} 未満であると判定した場合(S13のYES)、副室42内に設置された圧力センサ46の値(副室内圧力)を、RAM2cから読み込む(S15)。そして、推定部21は、読み込んだ副室内圧力に基づいて、副燃焼室(副室42)の内圧と主燃焼室(主室37)の内圧との最大差圧、及び主燃焼中心時期のうち、少なくとも1つを演算する(S16)。
- [0098] 次に、推定部21は、副燃焼室(副室42)の内圧と主燃焼室(主室37)の内圧とから演算される最大差圧、及び主燃焼中心時期のうち、少なくとも1つに基づいて、図16に示した関係を用いて、有効連通路径 D_{eff} を推定する(S17)。
- [0099] 次に、制御部22は、推定された有効連通路径 D_{eff} に基づき、図17に示した有効連通路径と副室内圧力との関係を用いて、要求副室圧力を演算する(S18)。その後、制御部22は、要求副室圧力を実現するために冷機時のエンジン運転点(エンジントルク、エンジン回転数)を設定する(S19)。
- [0100] 最後に、制御部22は、ステップS19で設定したエンジン運転点を実現するための吸気圧力制御(スロットル開度制御)を実行する(S20)。つまり、制御部(制御部22)は、副室温度(副室温度 T_{pc})が温度設定値(

所定値 T_{th}) 未満の場合に、推定された有効連通路径が小さいほど、内燃機関（エンジン 13）の点火時期近傍での副燃焼室内圧力（副室内圧力）が高くなるように内燃機関（エンジン 13）を制御する。その後、制御部 22 は、本処理に係る一連の制御を終了する。

[0101] 以上説明した第 3 の実施の形態に係る ECU 2 では、有効連通路径 D_{eff} の変化に対応して、副室内圧力を制御することが可能となる。このため、ECU 2 は、エンジン 13 の冷機運転時における連通路 43 内での消炎を未然に防止することが可能となる。

[0102] [第 4 の実施の形態]

次に、図 19 から図 21 を用いて、本発明の第 4 の実施の形態に係る ECU について説明する。

本実施形態に係る、システム構成及びハードウェア構成については第 1 の実施形態と同一である。本実施形態に係る ECU 2 は、点火装置 50 に通電される 1 次電流、電圧信号を用いて推定した副室温度に基づいて、エンジン 13 を制御する。以下に点火装置 50 の構成例と、燃焼変動率を抑える制御の方法について説明する。

[0103] 図 19 は、点火装置 50 の構成例を示す図である。

点火装置 50 は、点火部 51、1 次電流検出部 55、ダイオード 57 及び抵抗 58 を備える。点火装置 50 が備える各部は、各シリンダ 38 が備える点火装置 50 のプラグキャップ内にまとめて配置される。

[0104] そして、点火部（点火部 51）は、1 次電流が通電される 1 次コイル（1 次コイル 52）と、点火制御信号がオンされたときに 1 次コイル（1 次コイル 52）に 1 次電流を通電し、点火制御信号がオフされたときに 1 次電流を遮断するイグナイタ（イグナイタ 54）と点火制御信号がオフされたイグナイタ（イグナイタ 54）が 1 次電流を遮断したことで発生する 2 次電流を電極（電極 41）に出力する 2 次コイル（2 次コイル 53）と、を含む。

[0105] 1 次コイル 52 には、例えば、バッテリー 16 から +12V の電圧が印加されて、1 次電流が流れる。1 次コイル 52 と 2 次コイル 53 は、点火プラグ

40に高圧電流を与えるイグニッションコイルの一例である。また、1次コイル52に対する2次コイル53の巻き数比は、例えば、100倍である。

[0106] ECU2からイグナイタ54に供給される点火制御信号がオンされている間、バッテリー16（図1を参照）から供給される1次電流が、点火部51の1次コイル52を経て、イグナイタ54のコレクタからエミッタに出力される。エミッタは、1次電流検出部55に設けられた抵抗56を介して接地されている。1次電流検出部（1次電流検出部55）は、抵抗56を通電される1次電流を検出すると、ECU2に1次電流の値を含む点火装置情報を出力する。

[0107] 一方、2次コイル53の一端は点火プラグ40の電極41に接続され、2次コイル53の他端はダイオード57のアノードに接続される。ダイオード57のカソードは、抵抗58を介して接地されている。

[0108] ECU2から供給される点火制御信号がオフされると、イグナイタ54を流れる1次電流が遮断される。このとき、1次コイル52には磁界変化が発生し、自己誘導により1次電圧が発生する。さらに、1次コイル52と磁気回路及び磁束を共有する2次コイル53には相互誘導により、巻き数比に応じた高い2次電圧が発生する。

[0109] そして、2次電圧が点火プラグ40の電極41に印加され、電極41で火花放電が発生する。また、2次コイル53に2次電圧が誘起されて発生した2次電流が、ダイオード57、抵抗58を流れる。

[0110] 図20は、ECU2及び点火装置50の機能構成例を示すブロック図である。

ECU2は、推定部21と制御部22とを備える。

[0111] 推定部21（推定部21）は、点火プラグ（点火プラグ40）を点火する点火装置（点火装置50）から出力される点火装置情報に基づいて副燃焼室（副室42）の温度を推定する。この推定部（推定部21）は、図19に示した点火部51の1次コイル（1次コイル52）にエネルギーをチャージす

るチャージ期間における１次電流の時間変化に基づいて副燃焼室（副室４２）の温度を推定できる。例えば、推定部（推定部２１）は、点火制御信号がオン又はオフされたことで、１次電流検出部（１次電流検出部５５）が検出する１次電流の変化に基づいて、副燃焼室（副室４２）の温度を推定する。

[0112] 点火制御部（制御部２２）は、図１９に示したイグナイタ（イグナイタ５４）のオン又はオフを切り替える点火制御信号を点火装置（点火装置５０）に出力する。この点火制御信号により、イグナイタ５４が１次電流を通電し、又は遮断するタイミングが切り替わり、点火部５１が点火プラグ４０を点火するタイミングが制御される。そして、１次電流が遮断されると、２次コイル５３が昇圧し、点火プラグ４０の電極４１に高電圧を印加して、電極４１から火花放電が発生する。

[0113] 図２１は、点火制御信号、１次電流及び１次電圧の変化を示すグラフである。ここでは、図１９に示した点火装置５０の回路図を参照して説明する。

[0114] 図２１の上側には、制御部２２が、点火制御信号をオフからオンした後、再びオフしたタイミングが示される。点火制御信号がオフされると、点火プラグ４０が点火することが図中に示される。

[0115] 図２１の中側には、１次電流検出部５５が点火プラグ４０の１次電流を検出して得た電流波形、及び１次電圧の電圧波形のグラフが示される。１次電流のグラフ６１では、副室温度が低温の時ににおける１次電流の変化を実線で表し、グラフ６２では、副室温度が高温の時ににおける１次電流の変化を破線で表す。１次電流及び１次電圧の時間変化は、１次電流検出部５５が検出した１次電流の値を含む点火装置情報を受け取った推定部２１が判断する。

[0116] １次電流の電流波形に示すように、副室温度が低温の時には、１次コイル５２のコイル抵抗が低いので、１次電流が１次コイル５２を流れやすい。このため、時間 t_{11} にて点火制御信号がオンされてから、１次コイル５２に１次電流のエネルギーがチャージされるまでに要する時間が短く、図中に領域６１ａとして示すように１次電流の傾きが急である。

[0117] 一方で、副室温度が高温になると、１次コイル５２のコイル抵抗が高くな

り、１次電流が１次コイル５２を流れにくくなる。このため、時間 t_{11} にて点火制御信号がオンされてから、１次コイル５２に１次電流のエネルギーがチャージされるまでに要する時間が長くなり、１次電流の傾きが鈍化する。

[0118] また、副室温度が低温の時には、図中に領域６２ａとして示すように、時間 t_{12} にて点火制御信号がオフに変化したときに、１次電流の値が、点火制御信号をオンする前と同じ値にすぐ戻る。一方で、副室温度が上がると、１次コイル５２のインダクタンスが増加し、１次電流のアンダーシュート量も増加する。

[0119] 図２１の下側には、図２１の領域６２ａの拡大図が示される。この拡大図では、副室温度が低温、中温、高温の時に１次電流が時間変化する様子が示される。図２１の下側より、副室温度が上昇するにつれて、１次電流のアンダーシュート量が増加し、１次電流の値が、点火制御信号をオンする前と同じ値に戻るまでに時間がかかることが分かる。

[0120] そこで、推定部（推定部２１）は、点火制御信号がオフされて１次電流が、点火制御信号がオンされる前の値に戻るときのアンダーシュート量が多くなるほど、副燃焼室（副室４２）の温度が高いと推定する。

[0121] なお、図２１の中側に示す１次電圧のグラフ６３では、副室温度が低温の時のにおける１次電圧の変化を実線で表し、グラフ６４では、副室温度が高温の時のにおける１次電圧の変化を破線で表す。また、１次電圧の電圧波形に示すように、副室温度が低温の時と、高温の時とで、時間 t_{11} にて点火制御信号がオンされてから、１次コイル５２に１次電流のエネルギーがチャージされるまでの１次電圧は同じように変化する。

[0122] しかし、時間 t_{12} にて点火制御信号がオフされたタイミングで、副室温度が低温である方の１次電圧が、副室温度が高温である方の１次電圧よりも高くなるように変化する。

その後、副室温度が高温の時に１次電圧が、点火制御信号がオンされる前の値に戻る時間は、副室温度が低温の時に元の値に戻る時間よりも長くなる。

そこで、推定部 21 は、1 次電流検出部 55 が検出した 1 次電流を 1 次電圧に変換して 1 次電圧の変化を求めることで、副室温度を判断できる。

[0123] そして、推定部（推定部 21）は、点火制御信号がオフされて 1 次コイル（1 次コイル 52）に印加される 1 次電圧が、点火制御信号がオンされる前の値に戻るまでの時間が長くなるほど、副燃焼室（副室 42）の高温であると推定する。その後、制御部（制御部 22）は、推定された副室温度に基づいて、図 8 に示した関係により副室内圧力を演算し、制御部（制御部 22）が、図 9 の関係により副室温度に合わせて、エンジン 13 のエンジントルク及びエンジン回転数を制御する。

[0124] 以上説明した第 4 の実施の形態に係る ECU 2 では、推定部 21 が点火装置情報から求めた、点火装置 50 の 1 次電流及び 1 次電圧の変化に基づいて、副室温度を推定する。そして、制御部 22 が、推定された副室温度に合わせてエンジン 13 を所定の運転点で制御する。このため、ECU 2 は、エンジン 13 の冷機運転時における消炎を未然に防止し、燃焼変動を抑制することが可能となる。

[0125] [第 5 の実施の形態]

次に、図 22 と図 23 を用いて、本発明の第 5 の実施の形態に係る ECU について説明する。

本実施形態に係る ECU の構成については第 1 の実施形態と同一である。本実施形態においては、演算部が燃焼変動率を検知し、制御部が燃焼変動率に応じた吸気圧力のフィードバック制御を実施することを特徴とする。以下、本実施の形態に係る推定部 21 が、図 3 の説明図（2）に示した、副室 42 内に圧力センサ 46 が設置された点火プラグ 40A を備えるエンジン 13 の燃焼変動状態を表す燃焼変動率を推定し、エンジン 13 を制御する方法について説明する。

[0126] 図 22 は、副室内圧力の制御方法の例を示すフローチャートである。ここで、図 22 のステップ S21～S28 までの処理は、第 1 の実施の形態に係るステップ S1～S8 までの処理と同じであるので、詳細な説明を省略する

。

[0127] ステップS 2 8で制御部2 2が、吸気圧力制御（スロットル開度制御）を実行した後、推定部2 1は、副室4 2内に設置された圧力センサ4 6が検知した副室内圧力に基づいて、燃焼変動状態の一例である燃焼変動率を推定するための演算を行う（S 2 9）。次に、制御部2 2は、演算された燃焼変動率を、予め定められた閾値と比較し、燃焼変動率が閾値未満であるか否かを判定する（S 3 0）。

[0128] 燃焼変動率が閾値未満である場合（S 3 0のYES）、制御部2 2は、火炎ジェット4 4が消炎していないと判断し、例えば、RAM 2 cに領域を確保した消炎フラグに“0”をセットし、本処理に係る一連の制御を終了する。

[0129] 制御部（制御部2 2）は、推定された内燃機関（エンジン1 3）の燃焼変動状態（燃焼変動率）が、閾値以上である場合（S 3 0のNO）、制御部2 2は、火炎ジェット4 4が消炎していると判断し、消炎フラグに“1”をセットする。そして、制御部（制御部2 2）は、内燃機関トルク（エンジントルク）が大きくなるように、エンジン1 3の設定トルクを増加し（S 3 1）、内燃機関（エンジン1 3）によって駆動され、発電した電力を電池（バッテリー1 6）に充電する発電機（ジェネレータ1 4）を制御する。その後、制御部2 2は、再び吸気圧力の制御へ進む（S 2 8）。ステップS 2 8～S 3 1の制御は、燃焼変動率が閾値以下になるまで繰り返し実行される。

[0130] 図2 3は、副室内圧力の制御方法の例を示すタイムチャートである。このタイムチャートは、燃焼変動率、消炎フラグ、設定エンジントルク（図中では「トルク」と記載）、設定エンジン回転数（図中では「回転数」と記載）、吸気圧力（スロットル開度）の時間変化を示している。

[0131] 最初は、エンジン1 3が停止しているので燃焼変動率が破線で表す閾値未満であり、消炎フラグが“0”にセットされている。そして、エンジントルク、エンジン回転数及び吸気圧力は、いずれも“0”である。

[0132] 時刻t 1においてエンジン1 3が始動すると、推定部2 1は、燃焼変動率

を演算する。

図 23 に示した例では、時刻 t_1 の直後に燃焼変動率が閾値よりも高くなったことが示される。このため、制御部 22 は、消炎フラグを“1”にセットする。そして、制御部 22 は、エンジントルクの設定値を増加させ、エンジントルクが増加するように、吸気圧力を高く（スロットル開度を大きく）なるように制御する。このような制御により、燃焼変動率が低下し、エンジン回転数も低下する。

[0133] 時刻 t_2 の時点で、推定部 21 により演算された燃焼変動率が閾値未満になる。そこで、制御部 22 は、消炎フラグを“0”にセットする。そして、制御部 22 は、エンジントルク設定値及び吸気圧力を一定に制御する。

[0134] 以上説明した第 5 の実施の形態に係る ECU 2 では、推定部 21 がリアルタイムで推定した燃焼変動率に基づいて、制御部 22 が消炎を判断し、副室内圧力を制御する。このため、ECU 2 は、エンジン 13 の部品ばらつきや環境変化に対してロバストな燃焼安定制御を実行することが可能となる。

[0135] なお、第 5 の実施の形態に係る推定部 21 は、クランク角センサ 9b が検出したクランク軸の回転角度の変動に基づいて、燃焼変動率を推定することも可能である。

[0136] [第 6 の実施の形態]

次に、図 24 から図 26 を用いて、本発明の第 6 の実施の形態に係る ECU について説明する。本実施形態においては、ハイブリッド自動車ではなく、エンジン 13 のみの駆動力によって駆動するガソリン自動車に対して本発明を適用している点が特徴である。また、ECU 2 は、エンジン 13 の有効圧縮比を制御することで、エンジントルク及びエンジン回転数を変化させずに、副室内圧力を好適に制御することが特徴である。

[0137] 図 24 は、本実施形態に係る制御装置を、ガソリンエンジン自動車 100A に適用した例を示す概略構成図である。

図 24 に示すガソリンエンジン自動車 100A は、図 1 に示したシリーズ式のハイブリッド自動車 100 とは異なり、モータ 18、インバータ 15、

１７、バッテリー１６及びジェネレータ１４を備えておらず、エンジン１３のみを駆動力に用いる。また、エンジン１３には、有効圧縮比を変えることができる圧縮比可変機構１０１が設けられる。また、エンジン１３に対して設けられる三元触媒の温度を検出する触媒温度センサ９ｄが設けられる。触媒温度センサ９ｄが検出した三元触媒の温度を示す情報は、ＥＣＵ２のＲＡＭ２ｃに保存される。

[0138] このガソリンエンジン自動車１００Ａは、制御装置としてのＶＣＵ１（図１を参照）は使用せず、ＥＣＵ２のみを制御装置として用いて、エンジン１３の制御を実施する。そして、内燃機関（エンジン１３）は、内燃機関（エンジン１３）を備える自動車（ガソリンエンジン自動車１００Ａ）の駆動に用いられる。

[0139] 図２５は、副室内圧力の制御方法の例を示すフローチャートである。

[0140] 始めに、ＥＣＵ２の制御部２２は、エンジン１３が始動されてからの経過時間であるエンジン駆動時間をＲＡＭ２ｃから読み込む（Ｓ４１）。次に、制御部２２は、エンジン駆動時間 t_e が所定値 t_{th} 未満であるか、つまりエンジン１３の始動直後の過渡状態か否かを判定する（Ｓ４２）。

[0141] エンジン駆動時間 t_e が所定値 t_{th} 以上であり、エンジン１３の始動後十分に時間が経っている場合（Ｓ４２のＮＯ）、制御部２２は、定常状態であると判定する。そして、制御部２２は、通常運転モードとして、通常の吸気弁３２の開時期（以下、「吸気弁開時期」と記載）を設定し（Ｓ４３）、本処理に係る制御を終了する。

[0142] 一方、エンジン駆動時間 t_e が所定値 t_{th} 未満であり、エンジン１３の始動後、十分に時間が経っていない場合（Ｓ４２のＹＥＳ）、制御部２２は、過渡状態（冷機運転モード）であると判定する。このため、推定部２１は、まず、ＶＣＵ１が冷却水温度センサ９ｃの出力信号に基づいて演算した冷却水温度 T_c を、ＲＡＭ２ｃから読み込む（Ｓ４４）。次に、推定部２１は、冷却水温度 T_c に基づき、図１０に示した関係に基づいて、副室温度を推定する演算を行う（Ｓ４５）。

- [0143] 次に、推定部 2 1 は、ステップ S 4 5 で推定した副室温度に基づき、図 8 に示した副室温度と副室内圧力との関係により、要求副室内圧力を演算する（S 4 6）。そして、制御部 2 2 は、要求副室内圧力を実現するために必要な要求有効圧縮比を演算する（S 4 7）。より具体的には吸気圧力と要求副室内圧力に基づき断熱圧縮の式によって要求有効圧縮比が求められる。
- [0144] 最後に、制御部 2 2 は、要求有効圧縮比を実現するための吸気弁 3 2 の閉時期（以下、「吸気弁閉時期」と記載）を設定する（S 4 8）。つまり、ステップ S 4 8 では、制御部（制御部 2 2）は、副室温度が低いほど、内燃機関（エンジン 1 3）の有効圧縮比が高くなるように吸気弁閉時期、及び圧縮比可変機構（圧縮比可変機構 1 0 1）のうち、少なくともいずれか一つを制御する。そして、制御部 2 2 は、本処理に係る一連の制御を終了する。
- [0145] 図 2 6 は、副室内圧力の制御方法の例を示すタイムチャートである。図 2 6 に示すタイムチャートは、上から順に、冷却水温度、推定副室温度、要求副室内圧力、要求有効圧縮比、吸気弁閉時期について、エンジン 1 3 の始動後からの時間変化を示している。
- [0146] エンジン 1 3 の始動直後は、冷却水温度、推定副室温度が低い状態である。エンジン 1 3 が駆動すると冷却水温度が上昇し、推定部 2 1 が冷却水温度から推定した副室温度も上昇していく。
- [0147] 副室温度の上昇に伴い、消炎を防止するために必要な要求副室内圧力が低下していき、要求副室内圧力の低下に伴って、要求有効圧縮比が減少する。そこで、制御部 2 2 は、要求有効圧縮比を実現するために、B D C（Bottom Dead Center）寄りから T D C（Top Dead Center）寄りに吸気弁閉時期が遅くなるように吸気弁 3 2 を制御する。
- [0148] 以上説明した第 6 の実施の形態に係る E C U 2 では、エンジントルクや回転数を自由に設定できないガソリンエンジン自動車 1 0 0 Aにおいても、推定部 2 1 が推定した副室温度に基づいて要求副室内圧力を演算し、制御部 2 2 が、エンジン 1 3 の要求有効圧縮比を実現するための吸気弁閉時期を制御する。この制御により、制御部 2 2 は、エンジン 1 3 のエンジントルクやエ

ンジン回転数を変えずに最適な副室内圧力を設定することができるので、エンジン 13 の冷機時における燃焼不安定化を回避することが可能となる。

[0149] [第 7 の実施の形態]

次に、図 27 と図 28 を用いて、本発明の第 7 の実施の形態に係るエンジンの制御方法について説明する。

本実施形態においても、第 6 の実施形態と同様に、ハイブリッド自動車 100 ではなく、エンジン 13 のみの駆動力によって駆動するガソリンエンジン自動車 100A に対して本発明を適用している点が特徴である。本実施の形態は、特にエンジン 13 のエキゾーストパイプ 33 に備えられた三元触媒を活性化するための触媒暖機運転に対して、本制御を適用した例を示す。第 7 の実施の形態に係るエンジン 13 の制御方法について以下に説明する。

[0150] 図 27 は、副室内圧力の制御方法の例を示すフローチャートである。

[0151] 始めに、ECU 2 の制御部 22 は、RAM 2c から三元触媒の触媒温度 t_{cat} を読み込む (S51)。次に、触媒温度 t_{cat} が所定値以下であるか、つまりエンジン 13 の始動直後の過渡状態か否かを判定する (S52)。

[0152] 制御部 22 は、触媒温度 t_{cat} が閾値以上である (S52 の NO)、つまり三元触媒が活性化されていると判断した場合は、通常運転モードとして制御を終了する。一方、制御部 22 は、触媒温度 t_{cat} が閾値以下である (S52 の YES)、つまり三元触媒が活性化されていないと判断した場合は、触媒暖機モードに入る。

[0153] 触媒暖機モードでは、推定部 21 が、RAM 2c から冷却水温度 T_c を読み込む (S53)。次に、冷却水温度 T_c に基づき、図 10 に示した関係から、副室温度を推定する (S54)。

[0154] 次に、推定部 21 が推定した副室温度に基づき、図 8 に示した副室温度と副室内圧力との関係に基づいて、要求副室内圧力を演算する (S55)。次に要求副室内圧力を実現するために吸気圧力（スロットル開度）を制御する (S56)。

[0155] 更に、ECU 2 は、吸気圧力が増加した際にもエンジントルクを増加させ

ないように、点火時期をリタードさせるリタード量の制御（点火リタード制御）を実施して（S57）、制御を終了する。

[0156] 図28は、副室内圧力の制御方法の例を示すタイムチャートである。図28に示すタイムチャートは、上から順に、冷却水温度、推定副室温度、要求副室内圧、吸気圧力（スロットル開度）、点火時期リタード量について、エンジン13の始動後からの時間変化を示している。

[0157] エンジン13の始動直後は、冷却水温度、推定副室温度が低い状態である。エンジン13が駆動すると冷却水温度が上昇し、推定部21が冷却水温度から推定した副室温度も上昇していく。副室温度の上昇に伴い、消炎を防止するために必要な要求副室内圧力が低下していく。そこで、制御部（制御部22）は、副室温度が低いほど、内燃機関（エンジン13）に設けられたスロットル弁のスロットル開度が大きくなるように、スロットル弁を制御する。

[0158] そして、制御部22は、要求副室内圧力の低下に伴って、吸気圧力を低下させる。更に制御部22は、エンジントルクを一定に保つように点火時期リタード量を減少させる。つまり、制御部（制御部22）は、副室温度が低いほど、点火タイミングをリタードするように、点火プラグ（点火プラグ40）を点火する点火装置（点火装置50）を制御する。

[0159] 以上説明した第7の実施の形態に係るECU2では、エンジントルクや回転数を自由に設定できないガソリンエンジン自動車100Aにおいても、制御部22が、触媒暖機運転時に、吸気圧力制御と点火リタード制御を組み合わせた制御を行う。これらの制御により、制御部22は、エンジン13のトルクや回転数を変えずに、燃焼不安定化を回避しつつ、触媒暖機に必要な排気温度を保つことが可能となる。

[0160] [変形例]

なお、燃料噴射装置（燃料噴射装置36）は、吸気系（インテークマニホールド31）、主燃焼室（主室37）、及び副燃焼室（副室42）の少なくともいずれか一つに設置される。例えば、上述した各実施の形態では、ポー

ト噴射式の燃料噴射装置 36 を採用した例と、副室 42 内に直接燃料を噴射可能な直噴式インジェクタを採用した例について説明したが、主室 37 に直接燃料を噴射可能な直噴式の燃料噴射装置 36 を採用してもよい。

[0161] また、副室 42 の壁内に、例えば、熱電対等の温度センサを設置し、ECU 2 は、この温度センサが検出した値に基づいて、副室温度を直接計測してもよい。そして、推定部（推定部 21）は、副燃焼室（副室 42）に取り付けられた温度センサが検出した値に基づき、副室温度を推定する。このように副室温度を直接計測できれば、計測した温度の精度が向上し、副室内圧力を一層適切に制御することができる。なお、推定部（推定部 21）は、副燃焼室（副室 42）に取り付けられた温度センサが検出した値、内燃機関（エンジン 13）の冷却水温度、点火プラグ（点火プラグ 40）を点火する点火装置（点火装置 50）から出力される点火装置情報のうち、少なくとも 1 つに基づき、副室温度を推定するように構成してもよい。

[0162] また、燃焼変動率の検知のために副室 42 内、主室 37 内の少なくともいずれか 1 つに圧力センサが設置されればよい。もしくは、エンジン回転数を計測するクランク角センサのデータから燃焼変動率を推定してもよい。

[0163] 本発明は上述した各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、上述した各実施の形態は本発明を分かりやすく説明するために装置及び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、ここで説明した実施の形態の構成の一部を他の実施の形態の構成に置き換えることは可能であり、さらにはある実施の形態の構成に他の実施の形態の構成を加えることも可能である。また、各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

[0164] 1…V C U、2…E C U、13…エンジン、14…ジェネレータ、16…
バッテリー、21…推定部、22…制御部、36…燃料噴射装置、37…主室
、40…点火プラグ、41…電極、42…副室、43…連通路、50…点火
装置

請求の範囲

- [請求項1] ピストンに面する主燃焼室と、前記主燃焼室に連通する副燃焼室と、前記副燃焼室の内部に取り付けられる点火プラグと、燃料噴射装置が噴射する燃料と、吸気系から吸気される空気とが混合された混合気が、前記主燃焼室及び前記副燃焼室で燃焼するシリンダと、を備えた内燃機関を制御する内燃機関制御装置において、
- 前記副燃焼室の壁温度を推定する推定部と、
- 前記推定部により推定された前記副燃焼室の壁温度が低いほど、前記内燃機関の点火時期近傍での副燃焼室内圧力が高くなるように前記内燃機関を制御する制御部と、を備える
- 内燃機関制御装置。
- [請求項2] 前記推定部は、前記副燃焼室に取り付けられた温度センサが検出した値、前記内燃機関の冷却水温度、前記点火プラグを点火する点火装置から出力される点火装置情報のうち、少なくとも1つに基づき、前記副燃焼室の壁温度を推定する
- 請求項1に記載の内燃機関制御装置。
- [請求項3] 前記内燃機関は、発電機を駆動して発電させた電力を電池に充電し、
- 前記制御部は、前記副燃焼室の壁温度が低いほど、内燃機関トルクが大きくなるように前記発電機を制御する
- 請求項1に記載の内燃機関制御装置。
- [請求項4] 前記制御部は、前記副燃焼室の壁温度が設定温度以上になった場合に、前記内燃機関のシリンダ内圧力が低くなるように前記内燃機関を制御する
- 請求項3に記載の内燃機関制御装置。
- [請求項5] 前記制御部は、前記副燃焼室の壁温度が低く、かつ前記発電機により充電される前記電池の充電率が低いほど、内燃機関回転数が大きくなるように前記内燃機関を制御する

請求項 3 に記載の内燃機関制御装置。

[請求項6] 前記制御部は、前記内燃機関を備える自動車が高速道路を走行中である場合に、前記自動車が一般道路を走行中である場合に比べて、内燃機関回転数が大きくなるように前記内燃機関を制御する

請求項 3 に記載の内燃機関制御装置。

[請求項7] 前記制御部は、前記発電機により充電される前記電池の充電率が第 1 設定充電率以上の場合に、内燃機関回転数が第 1 設定回転数となるように制御し、前記副燃焼室の壁温度が設定温度以上になった場合に、前記内燃機関回転数を前記第 1 設定回転数よりも高い第 2 設定回転数まで上昇させ、かつ前記内燃機関トルクを低下させることで、前記発電機の出力がほぼ一定となるように前記内燃機関を制御する

請求項 3 に記載の内燃機関制御装置。

[請求項8] 前記制御部は、前記充電率が前記第 1 設定充電率未満の場合に、前記内燃機関回転数が前記第 2 設定回転数となるように制御し、前記副燃焼室の壁温度が前記設定温度以上になった場合に、前記内燃機関回転数をほぼ前記第 2 設定回転数のまま維持しつつ、前記内燃機関トルクを低下させるように前記内燃機関を制御する

請求項 7 に記載の内燃機関制御装置。

[請求項9] 前記制御部は、前記充電率が、前記第 1 設定充電率より高い第 2 設定充電率以上になった場合に、前記内燃機関の動作を停止させるように制御する

請求項 7 に記載の内燃機関制御装置。

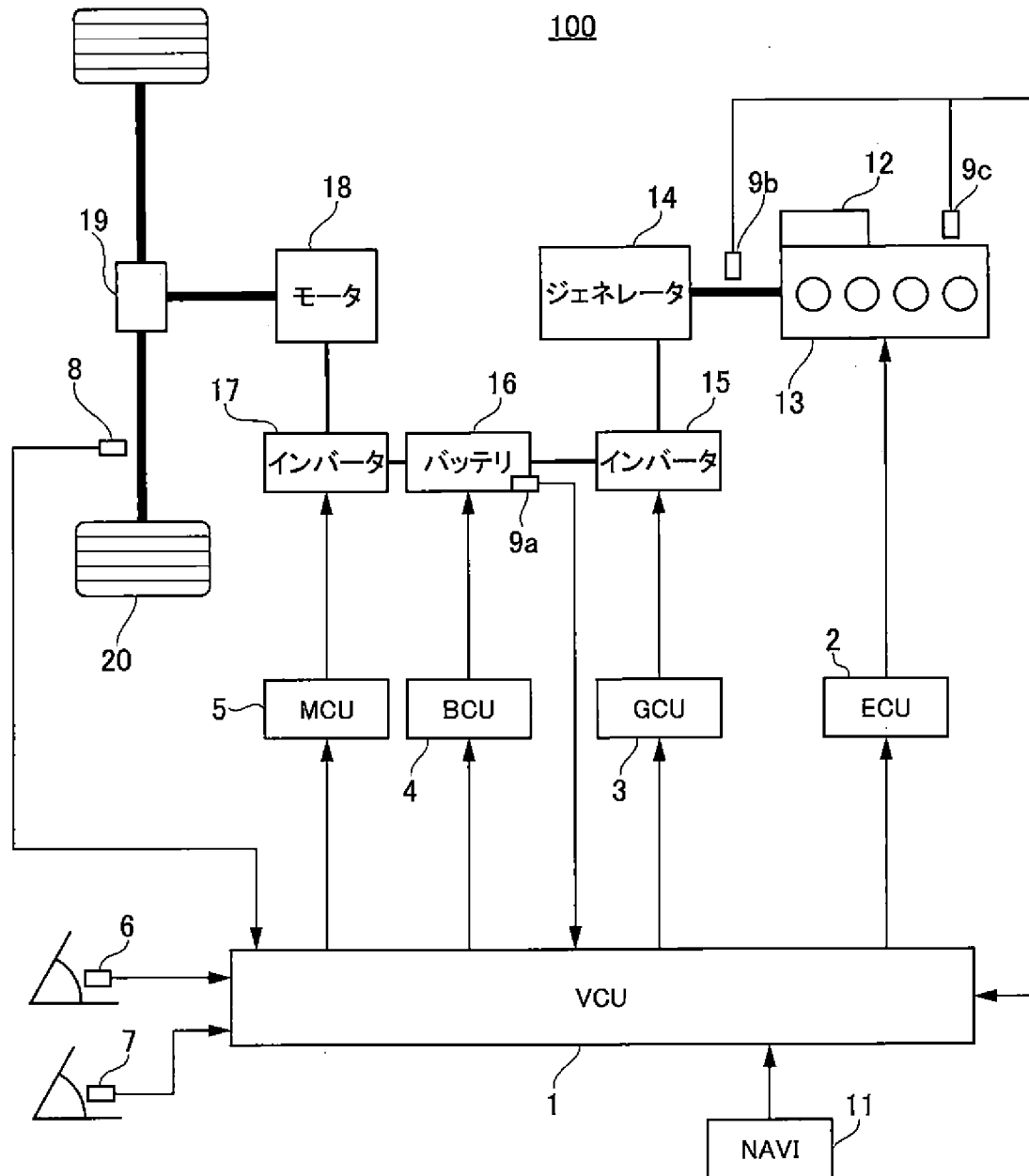
[請求項10] 前記推定部は、前記主燃焼室と前記副燃焼室とを連通する連通路の有効連通路径を推定し、

前記制御部は、前記副燃焼室の壁温度が温度設定値未満の場合に、推定された前記有効連通路径が小さいほど、前記内燃機関の点火時期近傍での副燃焼室内圧力が高くなるように前記内燃機関を制御する

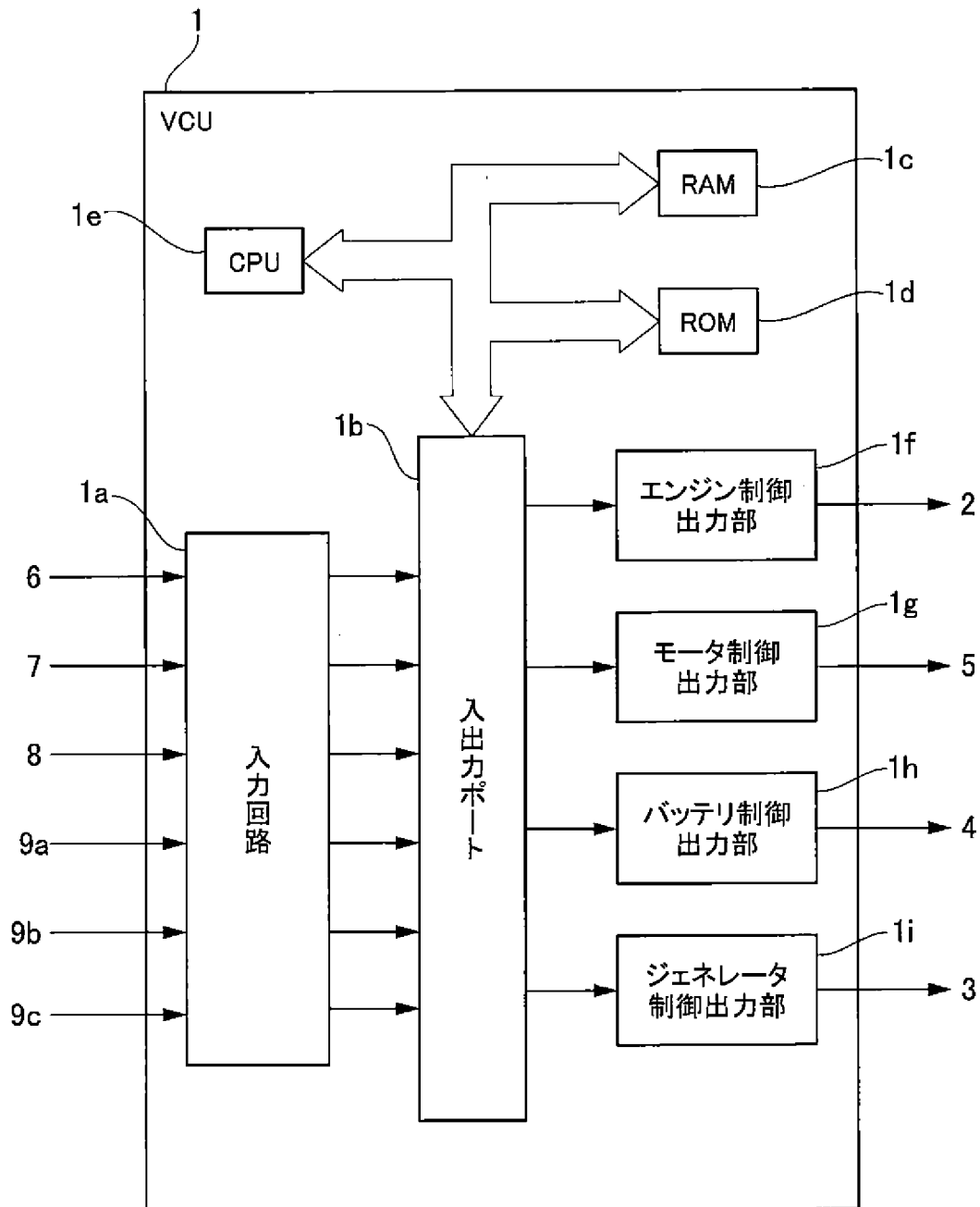
請求項 1 に記載の内燃機関制御装置。

- [請求項11] 前記推定部は、前記副燃焼室の内圧と前記主燃焼室の内圧とから演算される最大差圧、及び主燃焼中心時期のうち、少なくとも1つに基づいて前記有効連通路径を推定する
- 請求項10に記載の内燃機関制御装置。
- [請求項12] 前記内燃機関は、前記副燃焼室内に燃料を直接噴射する第2燃料噴射装置を備え、
- 前記制御部は、推定された前記有効連通路径が所定値以下になった場合に、前記第2燃料噴射装置に燃料噴射を実施させない制御とする
- 請求項10に記載の内燃機関制御装置。
- [請求項13] 前記推定部は、前記内燃機関の燃焼変動状態を推定し、
- 前記制御部は、推定された前記内燃機関の燃焼変動状態が閾値以上である場合に、内燃機関トルクが大きくなるように、前記内燃機関によって駆動され、発電した電力を電池に充電する発電機を制御する
- 請求項1に記載の内燃機関制御装置。
- [請求項14] 前記内燃機関は、前記内燃機関を備える自動車の駆動に用いられ、
- 前記制御部は、前記副燃焼室の壁温度が低いほど、前記内燃機関に設けられたスロットル弁のスロットル開度が大きくなるように、前記スロットル弁を制御する
- 請求項1に記載の内燃機関制御装置。
- [請求項15] 前記制御部は、前記副燃焼室の壁温度が低いほど、点火タイミングをリタードするように、前記点火プラグを点火する点火装置を制御する
- 請求項14に記載の内燃機関制御装置。

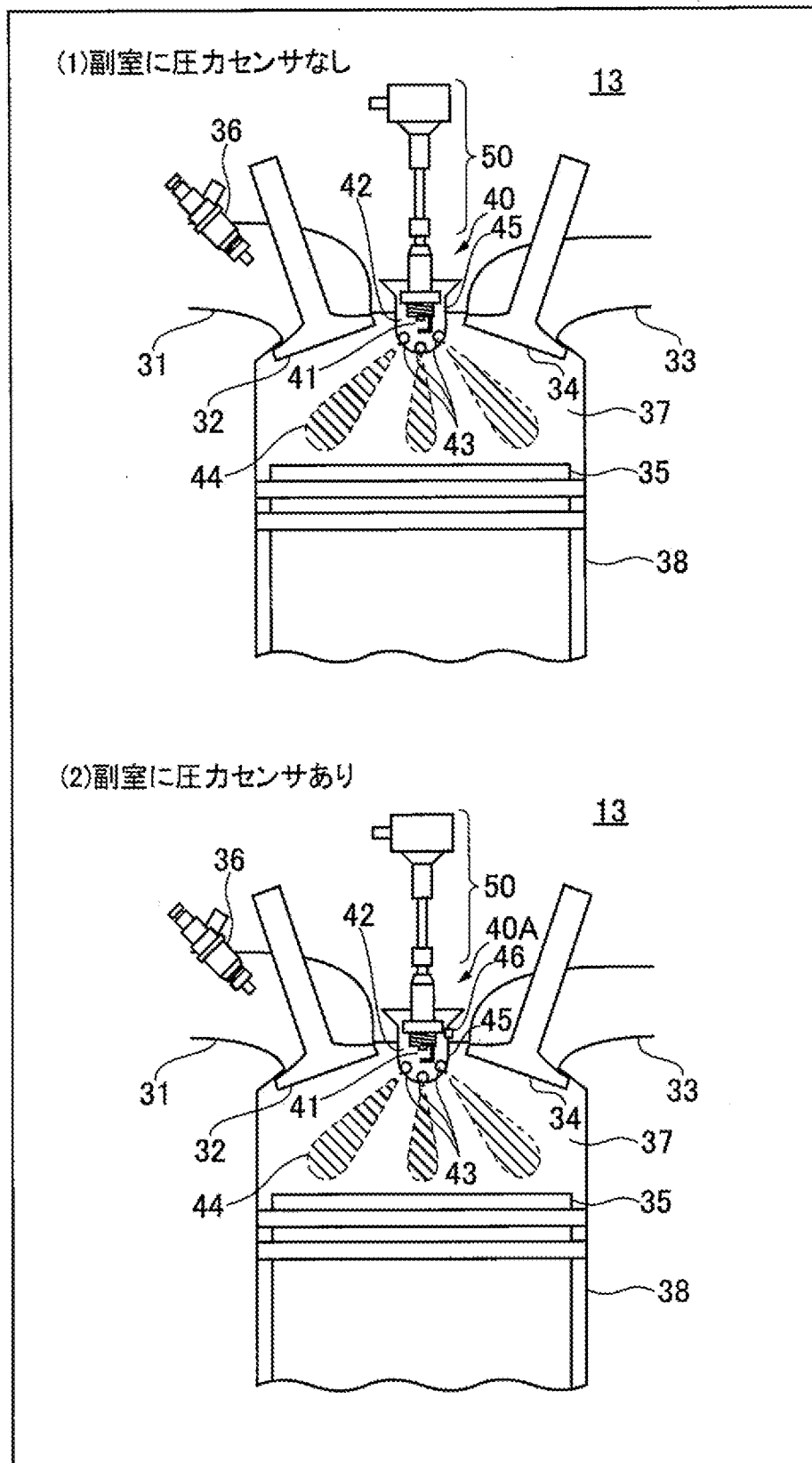
[図1]



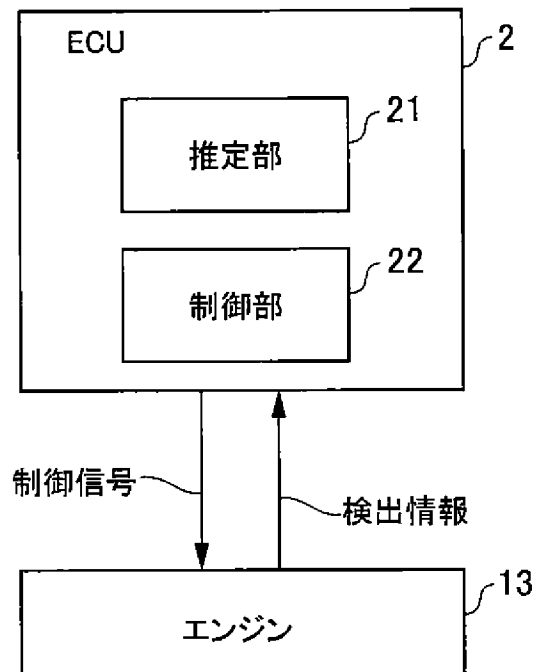
[図2]



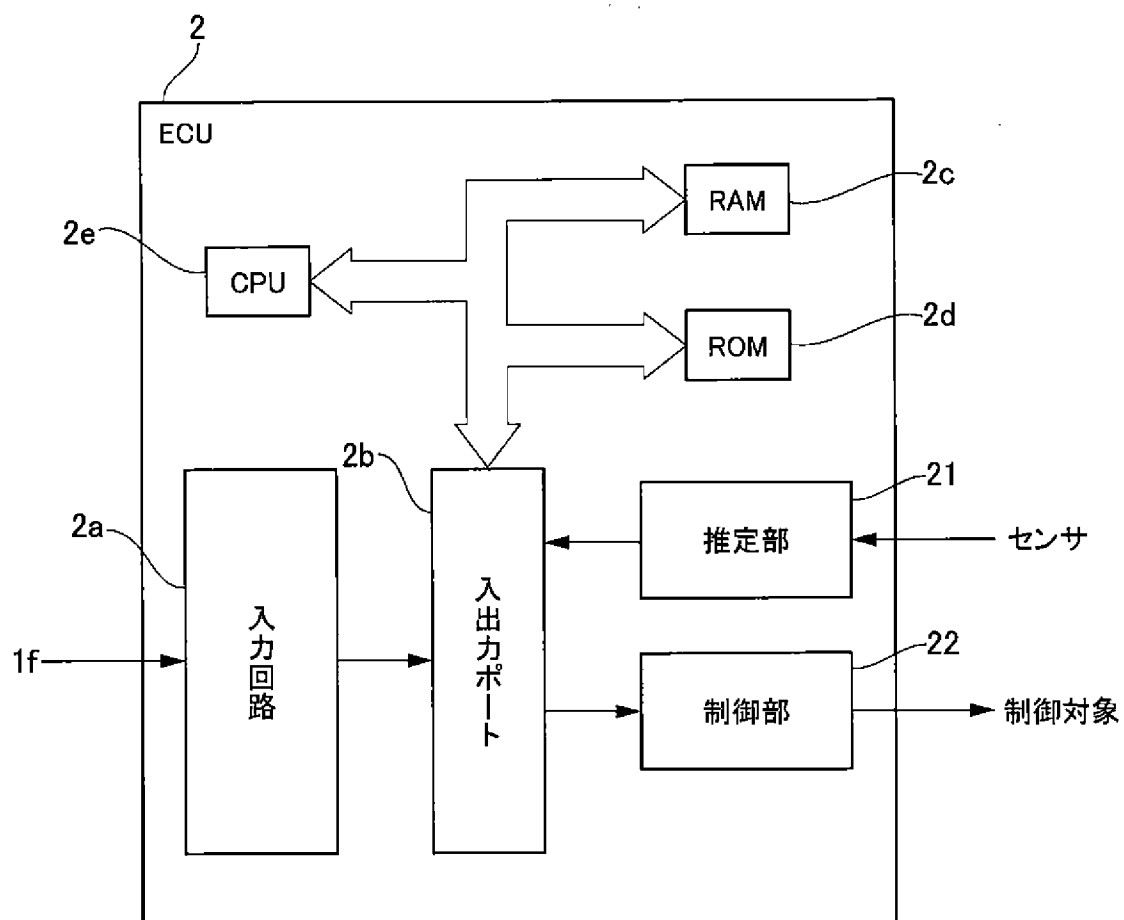
[図3]



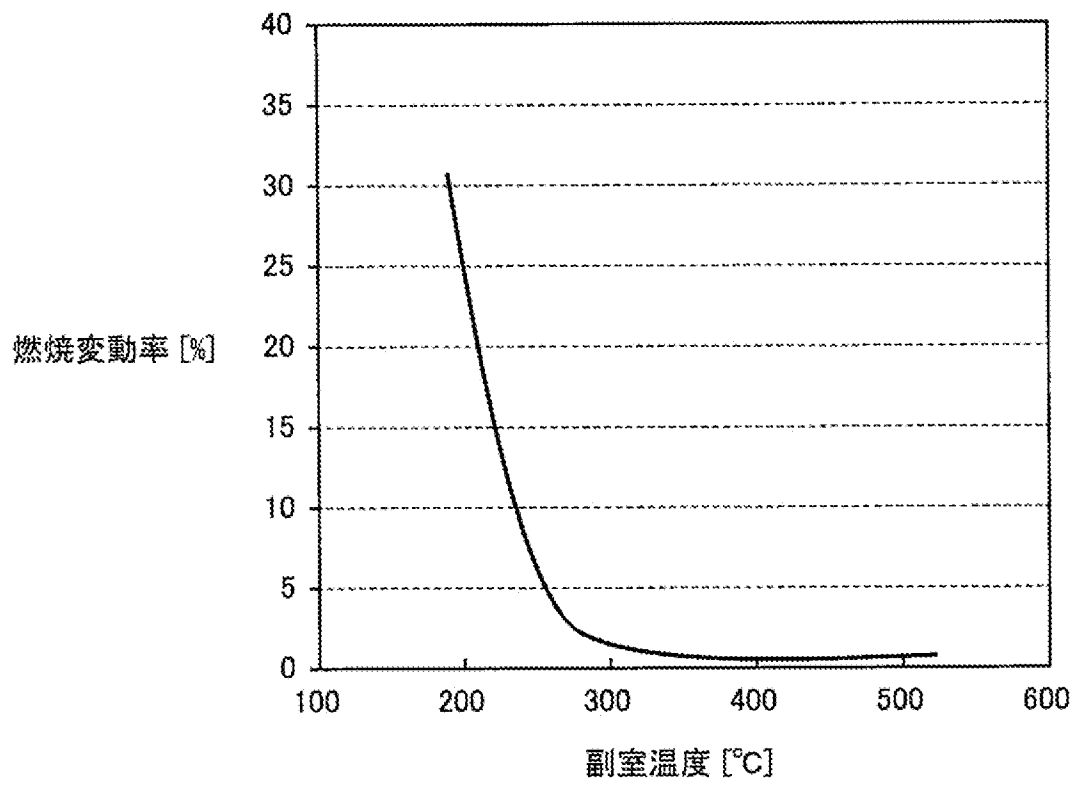
[図4]



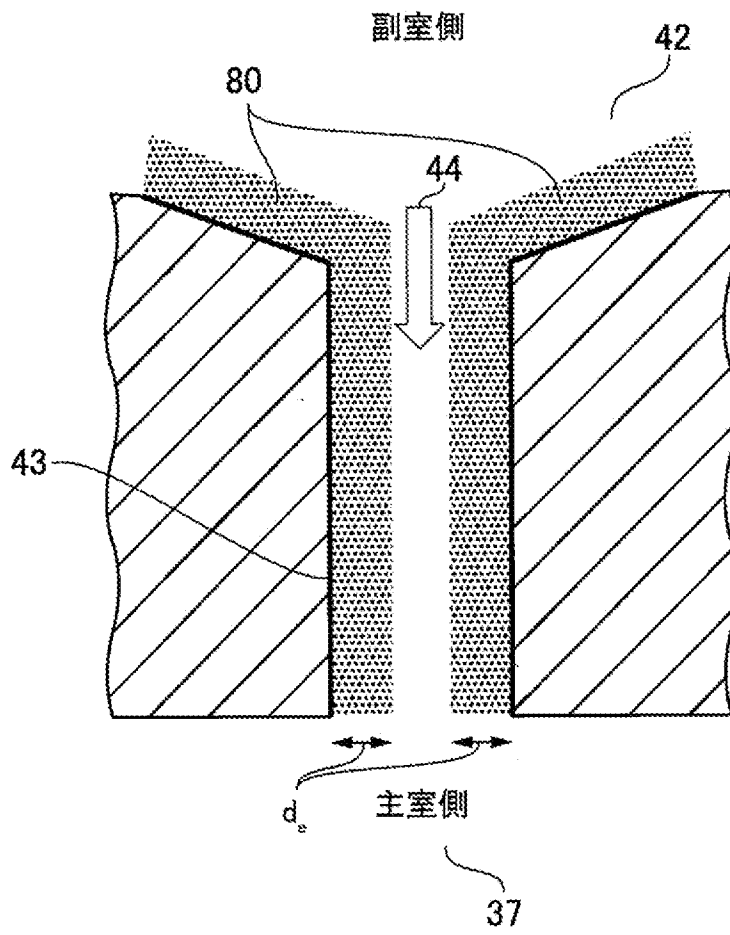
[図5]



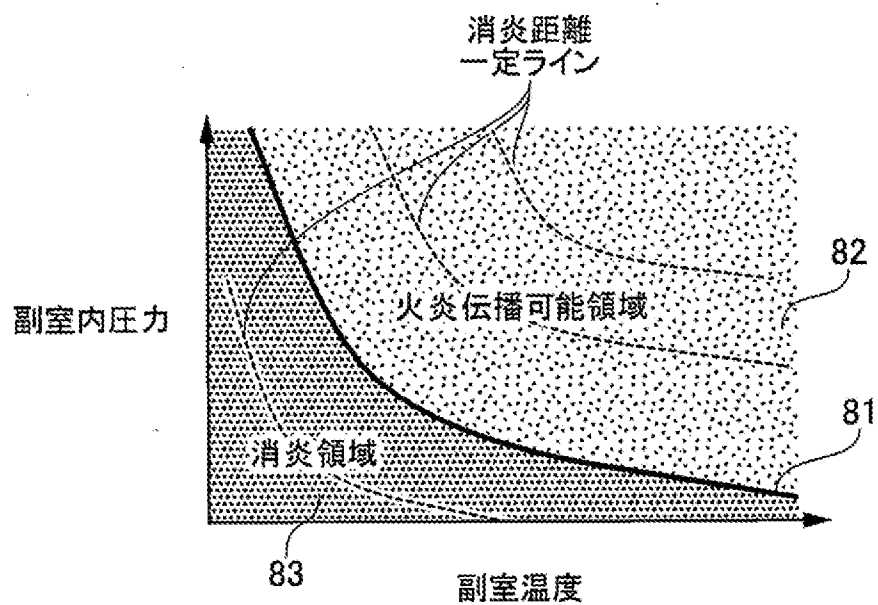
[図6]



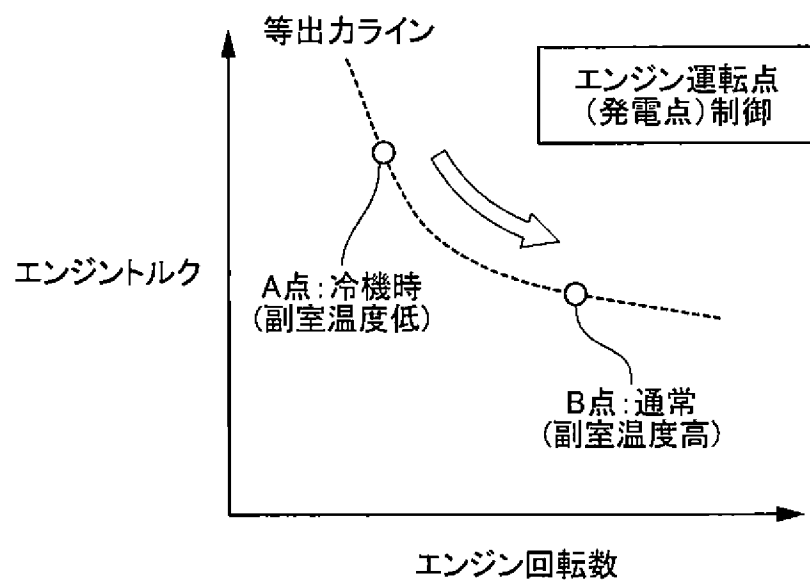
[図7]



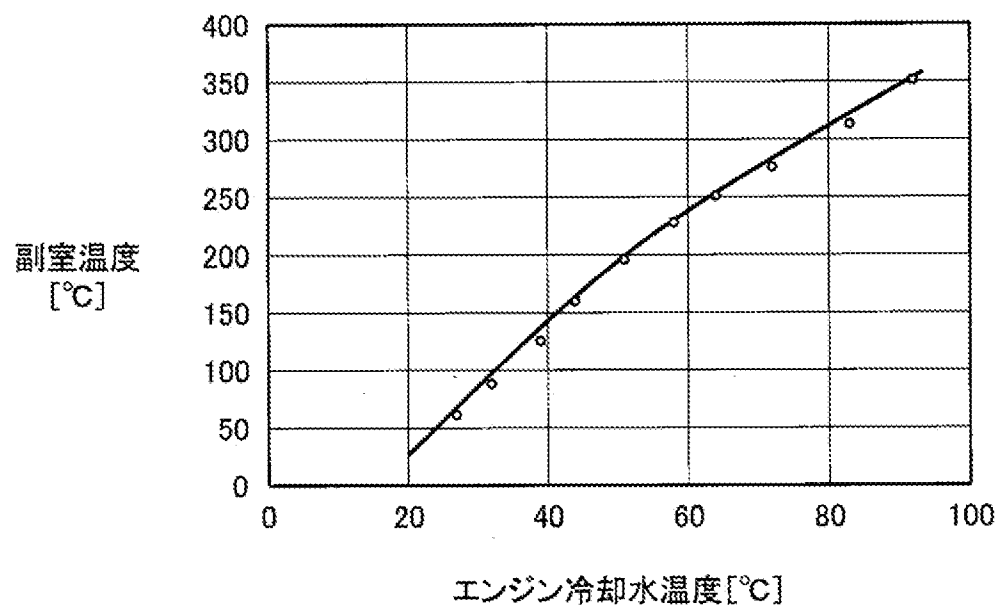
[図8]



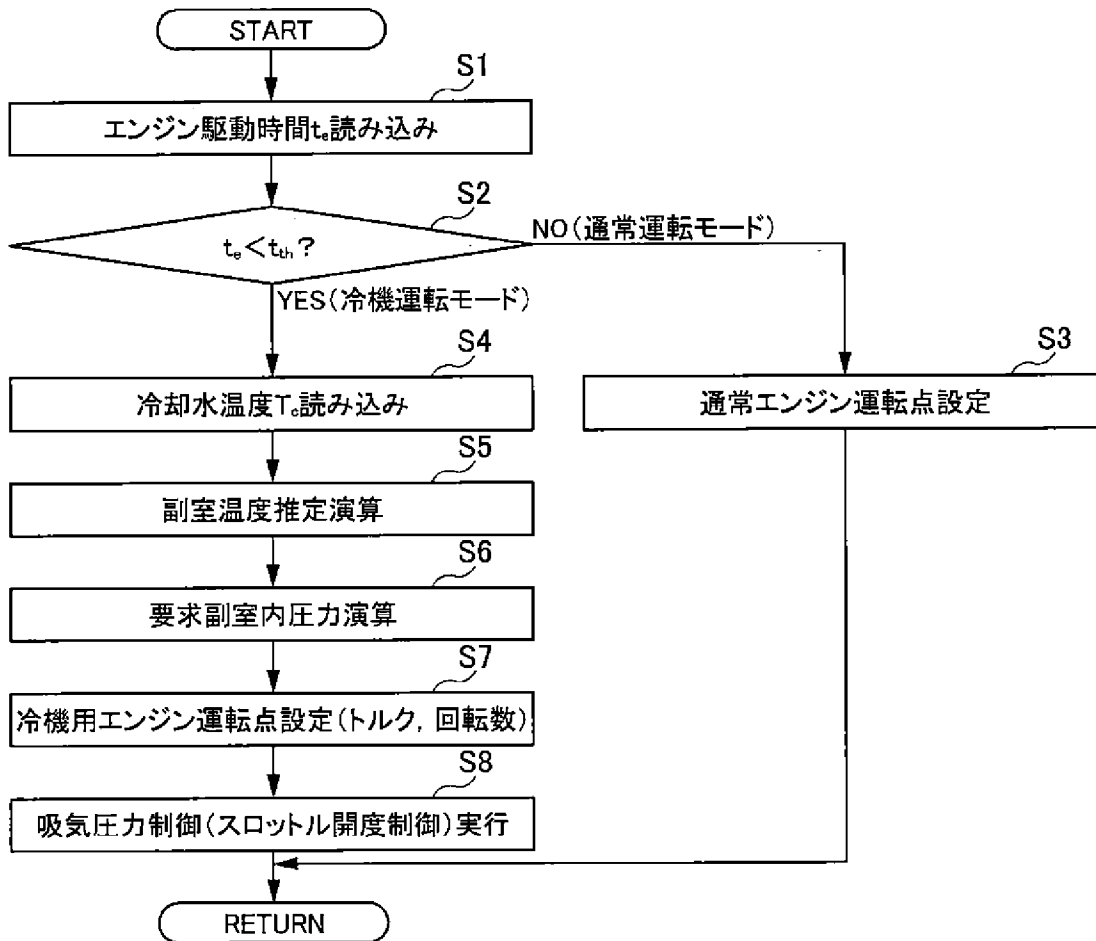
[図9]



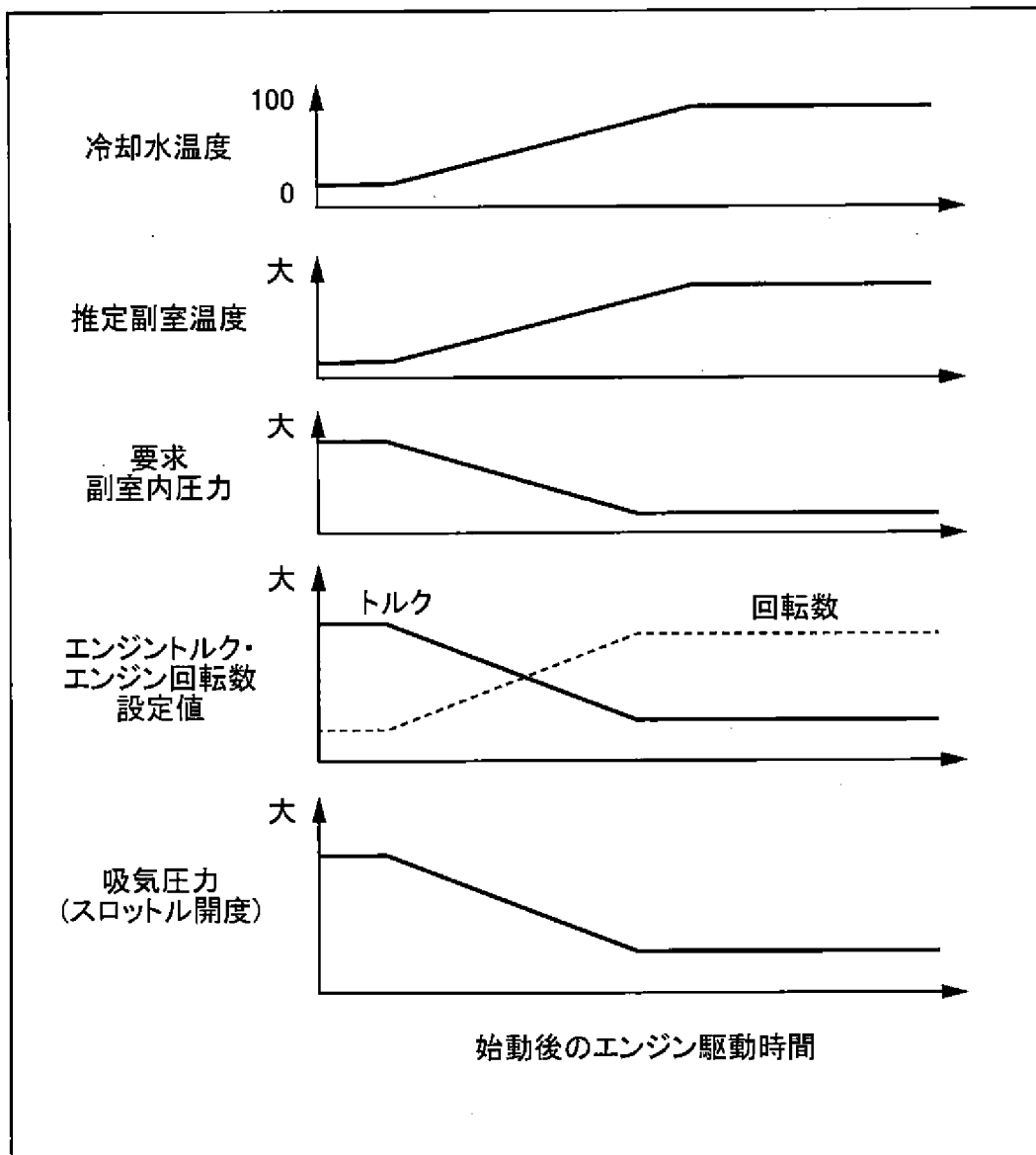
[図10]



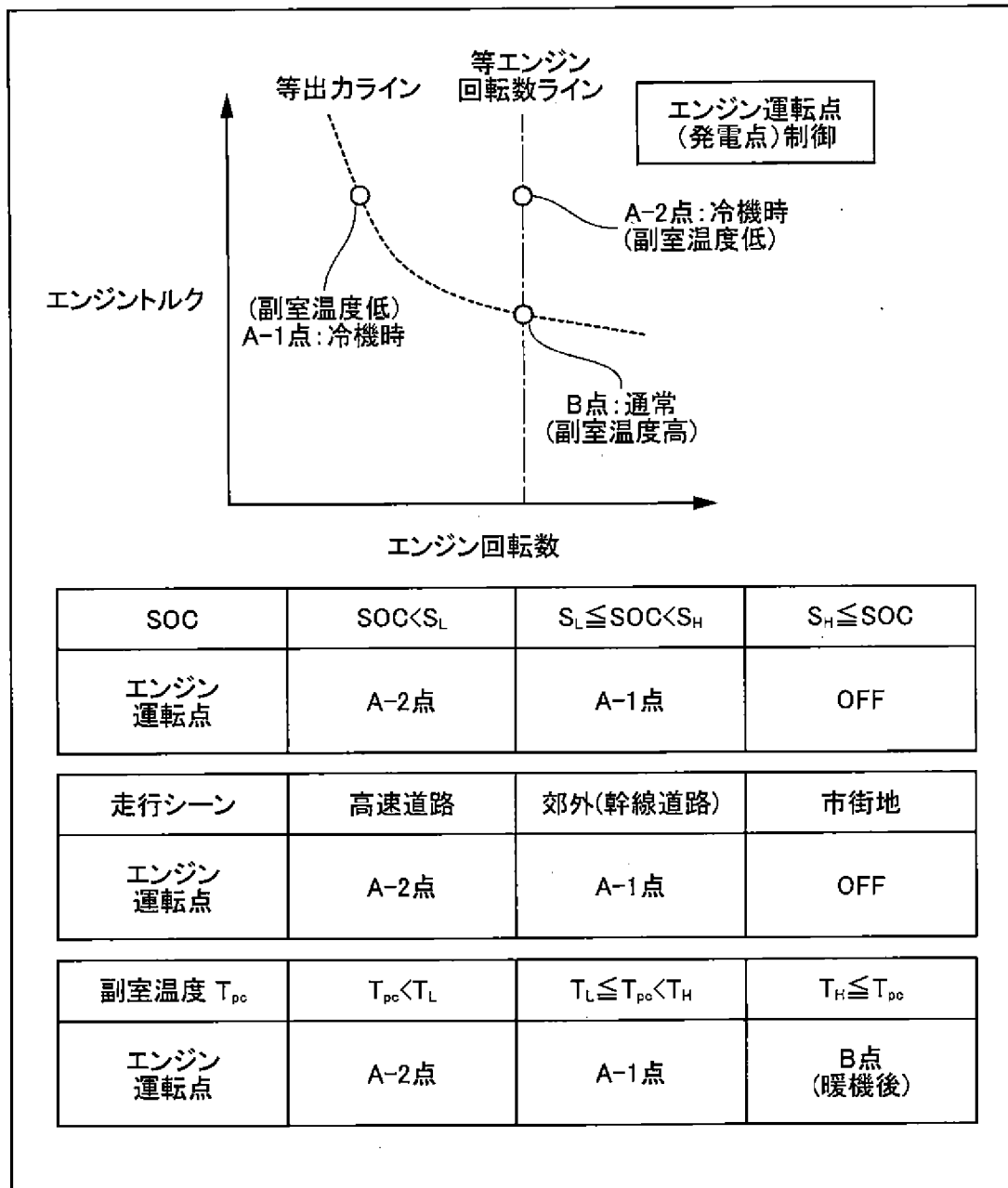
[図11]



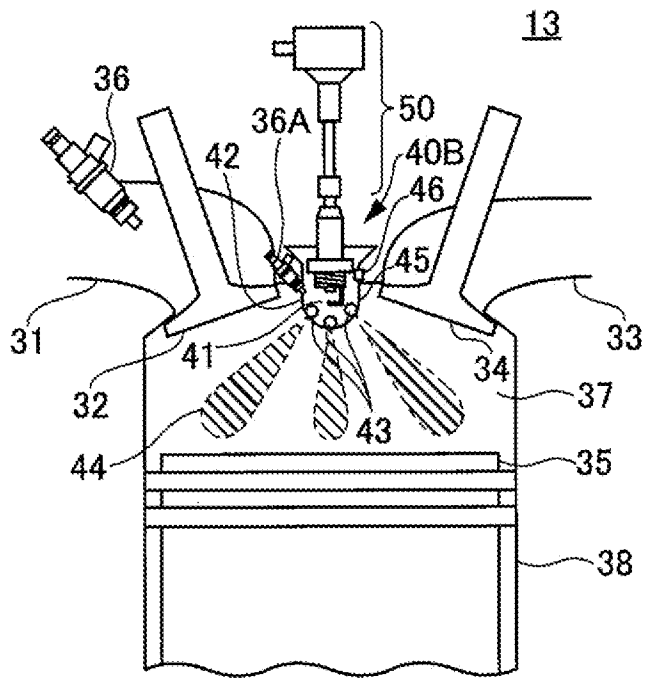
[図12]



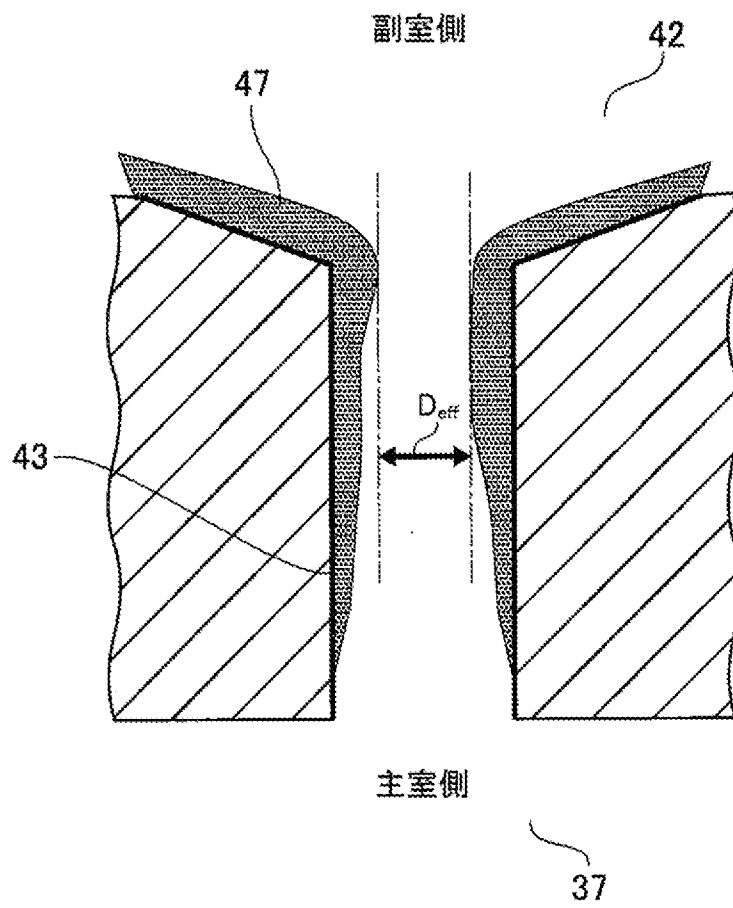
[図13]



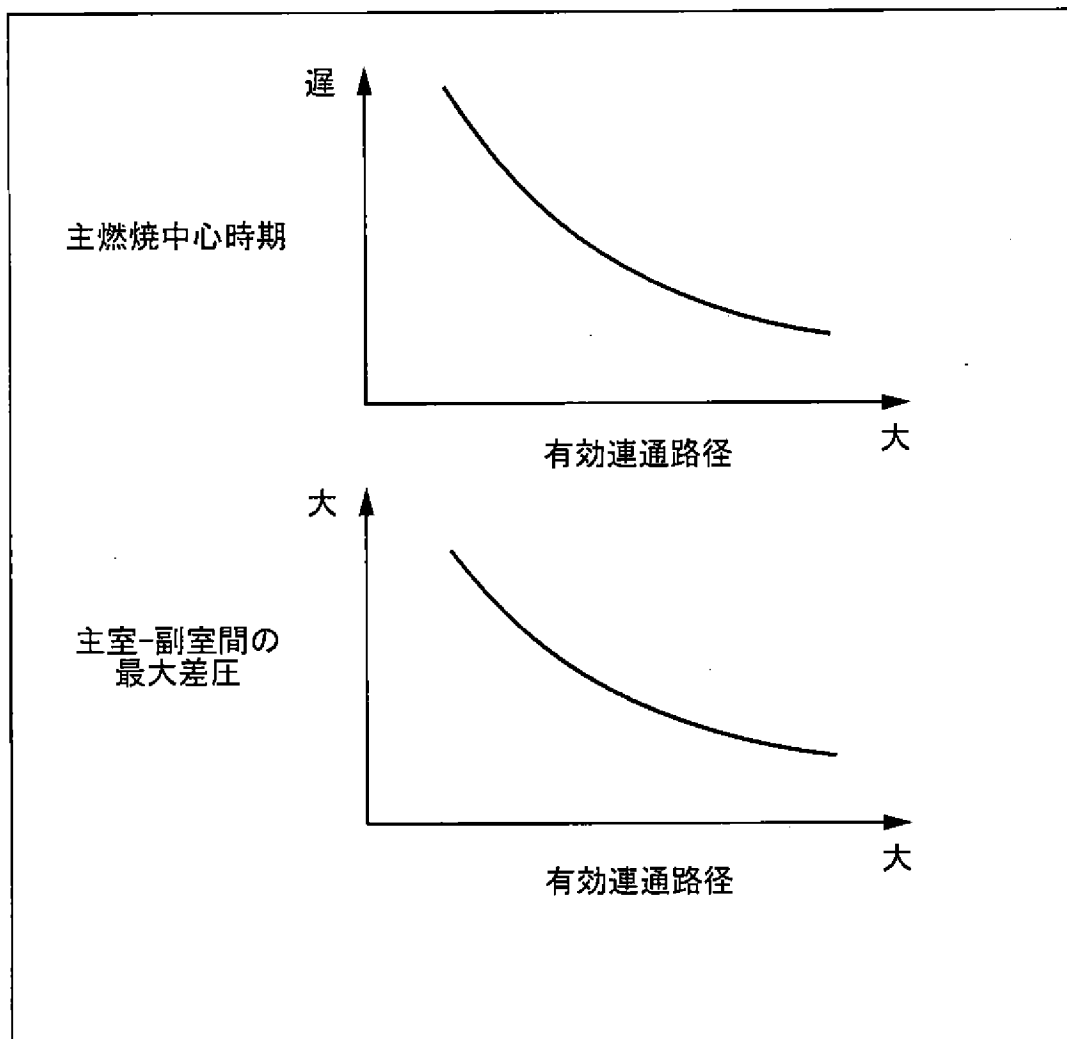
[図14]



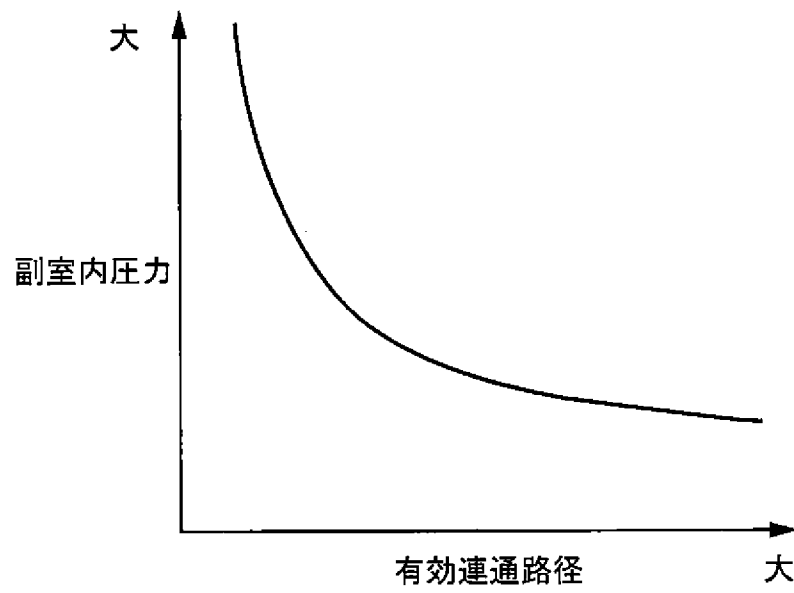
[図15]



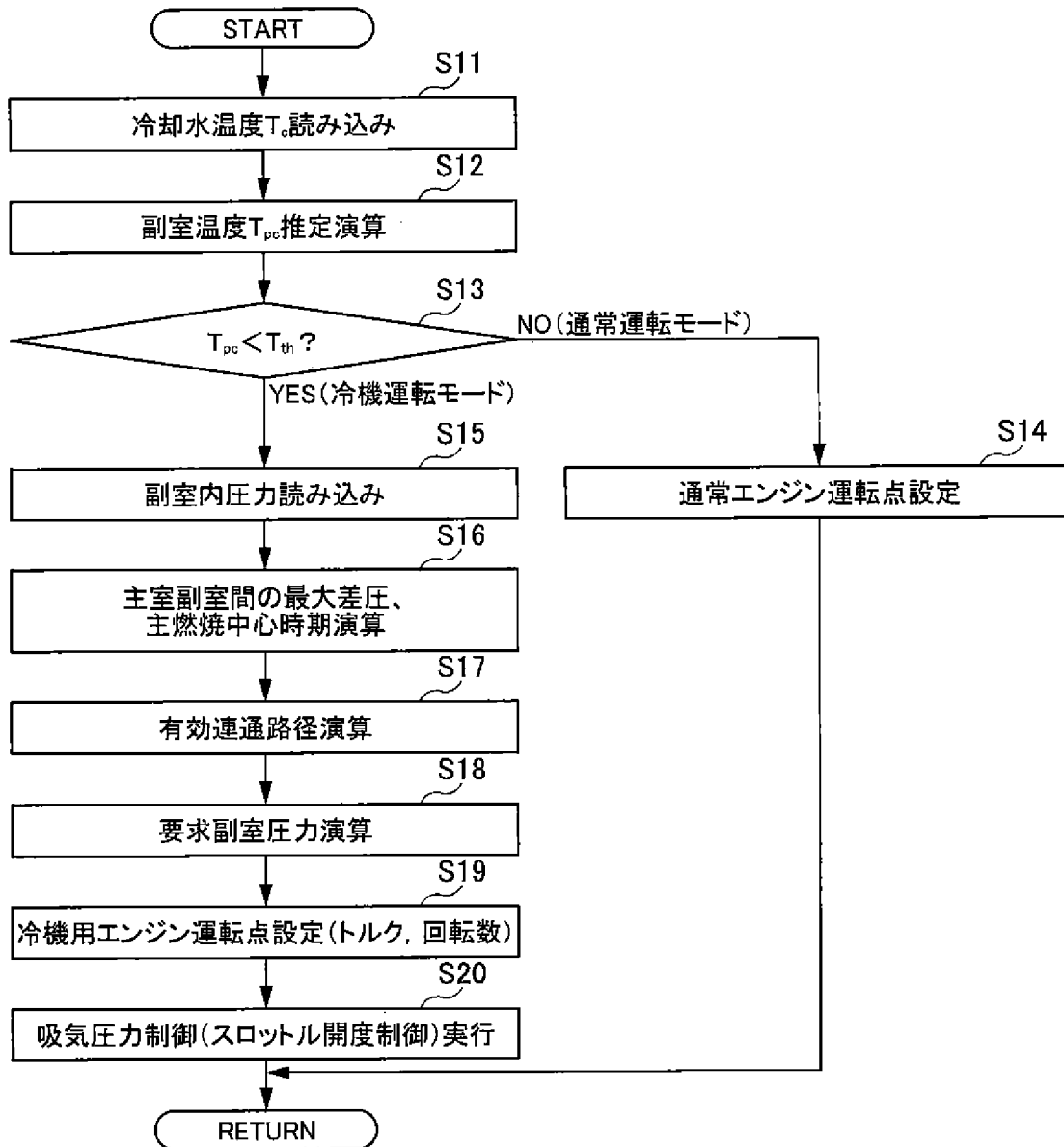
[図16]



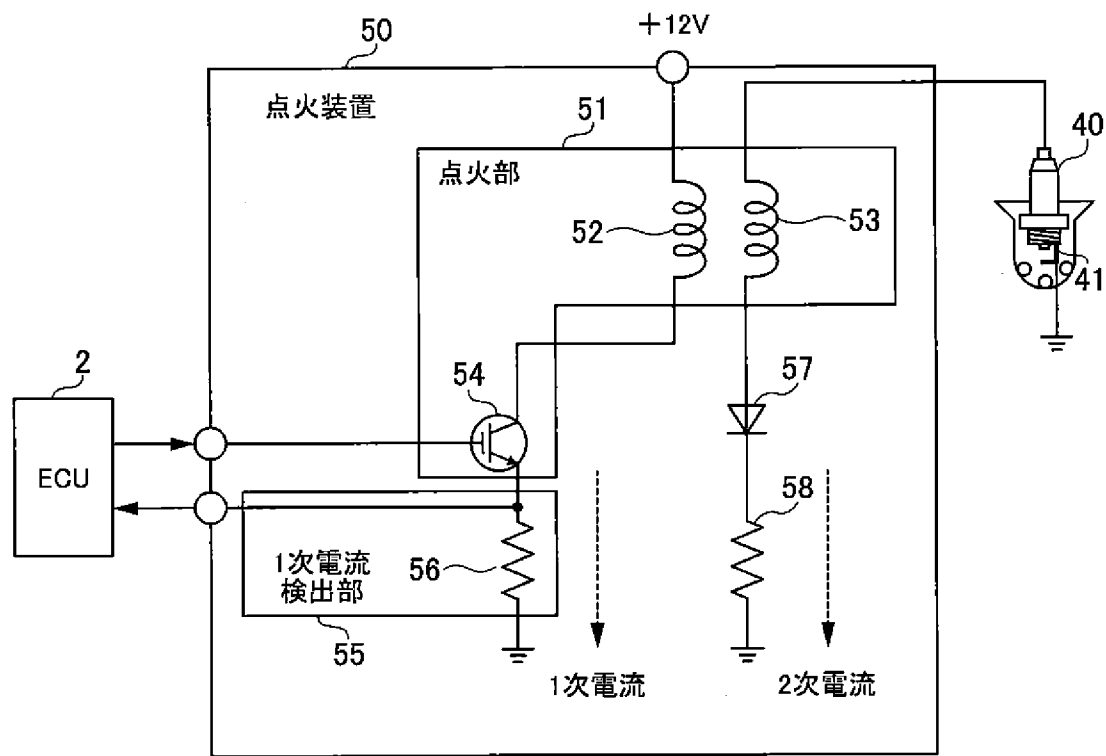
[図17]



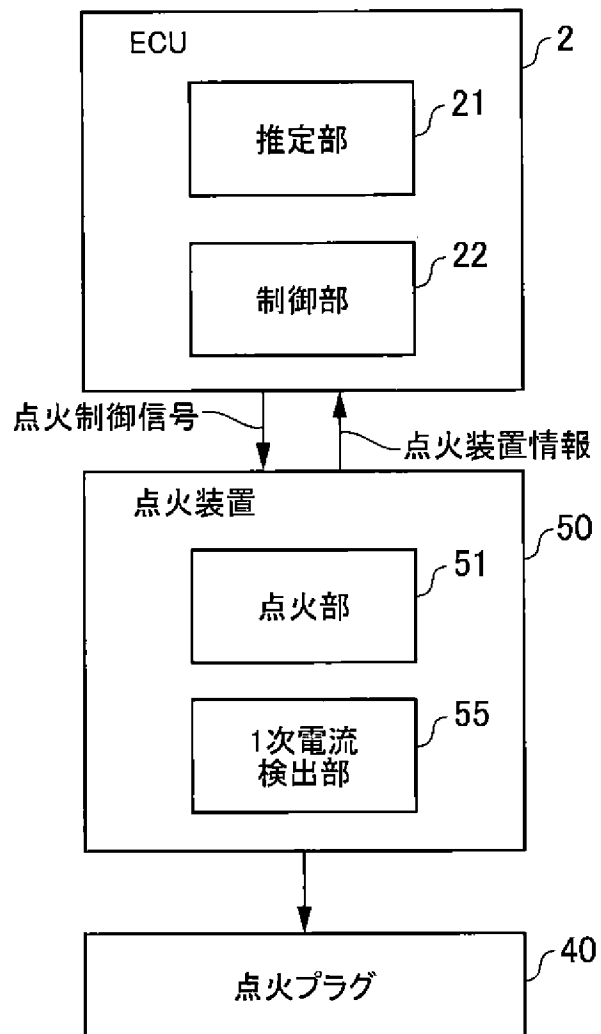
[図18]



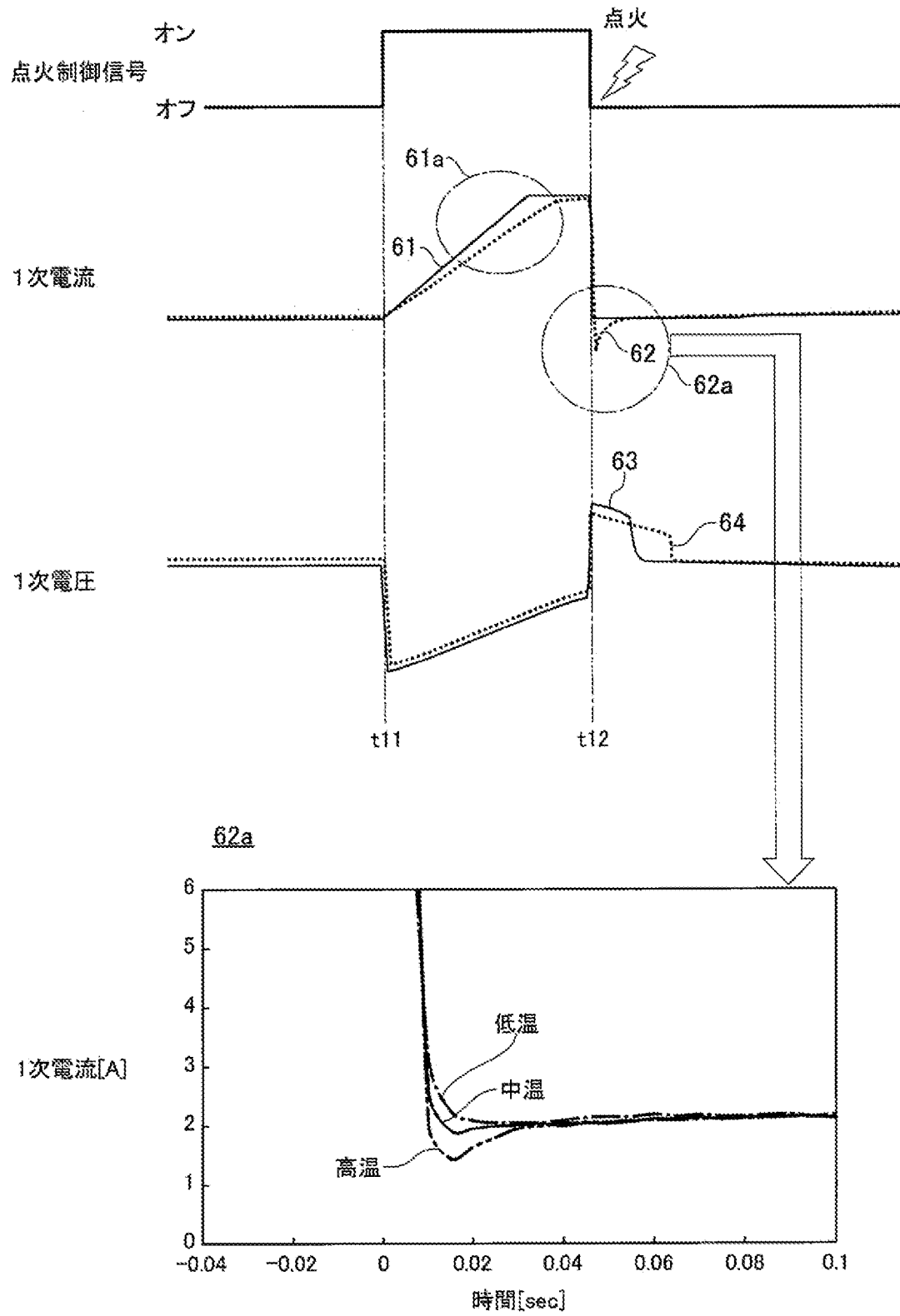
[図19]



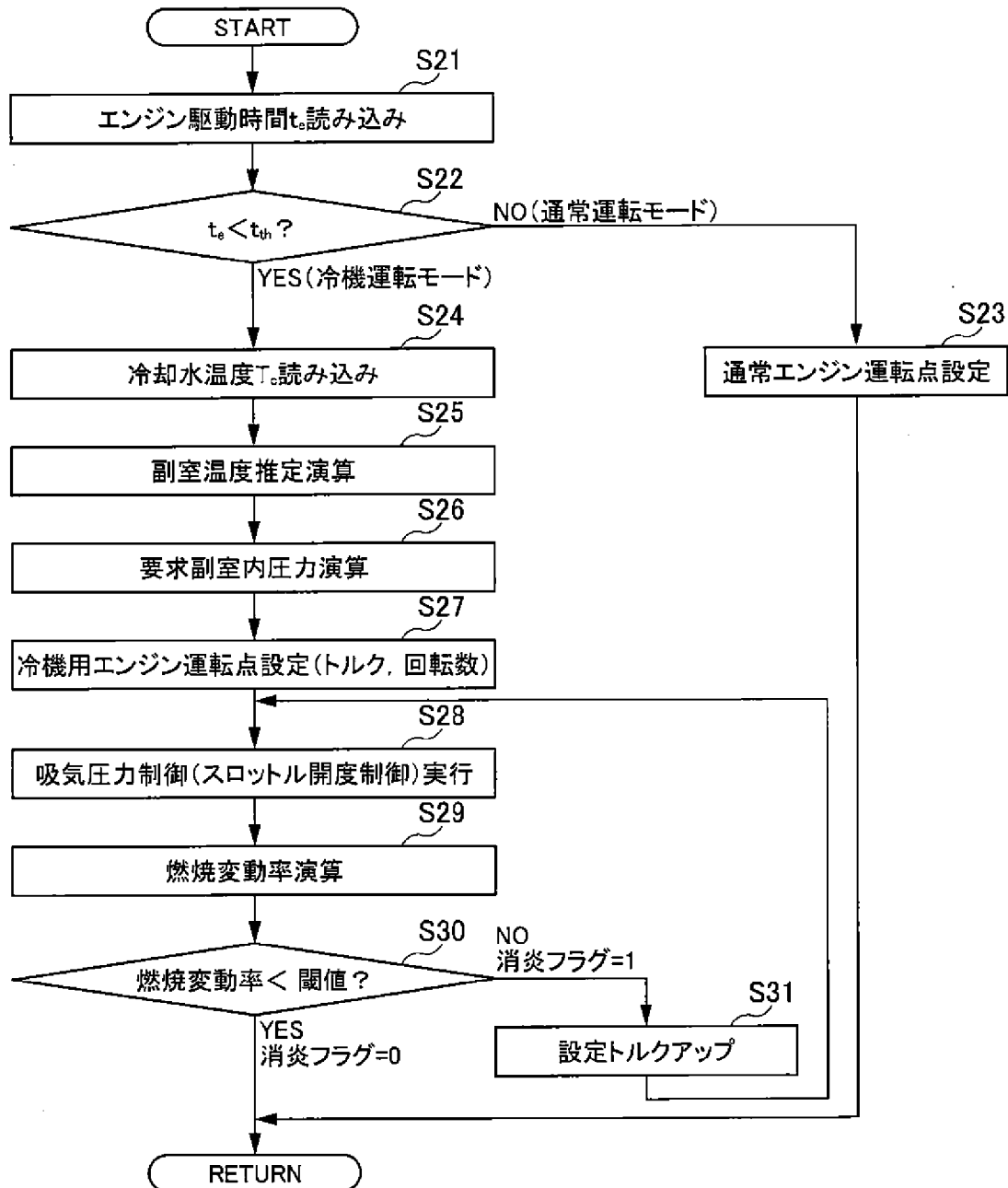
[図20]



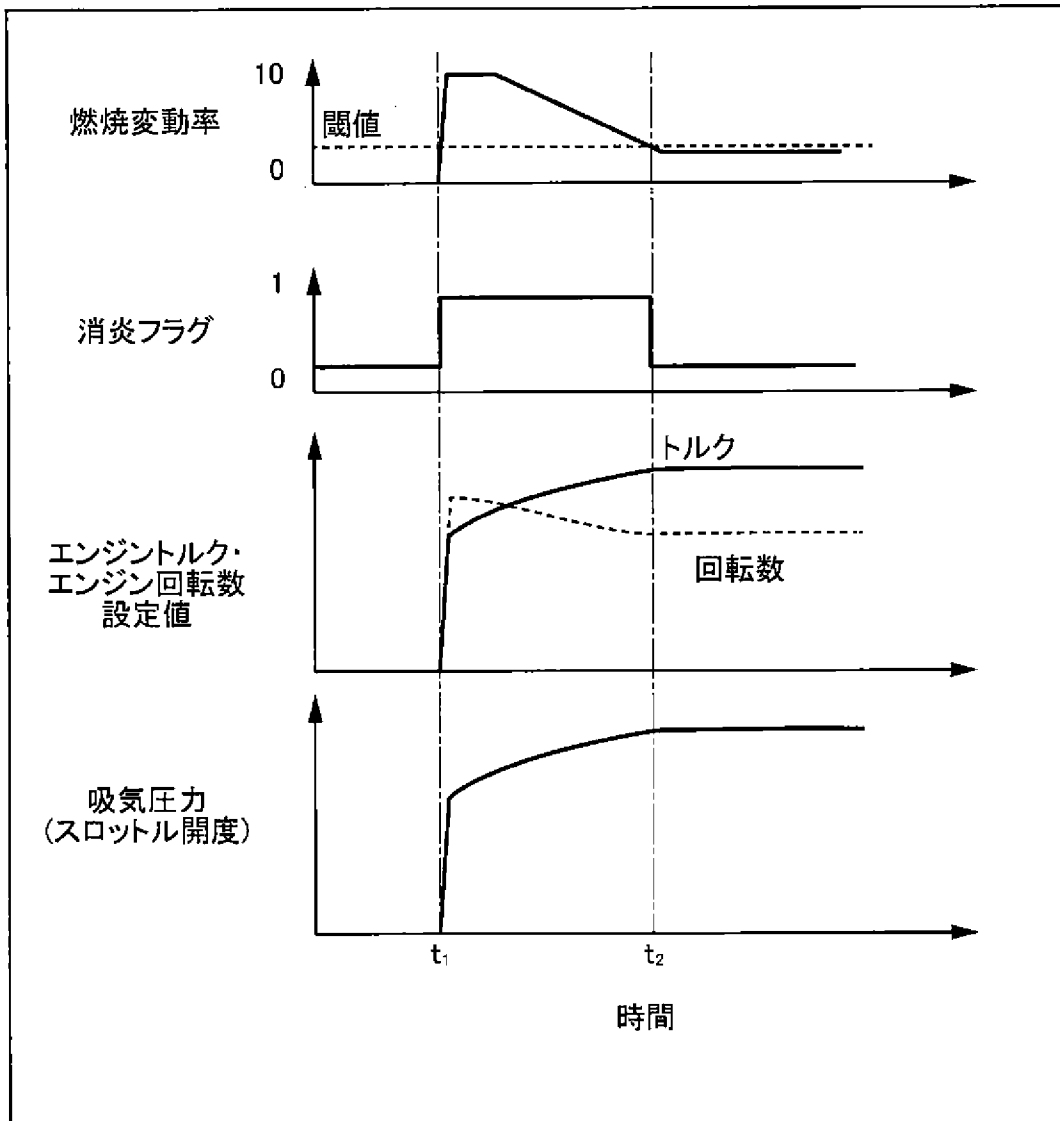
[図21]



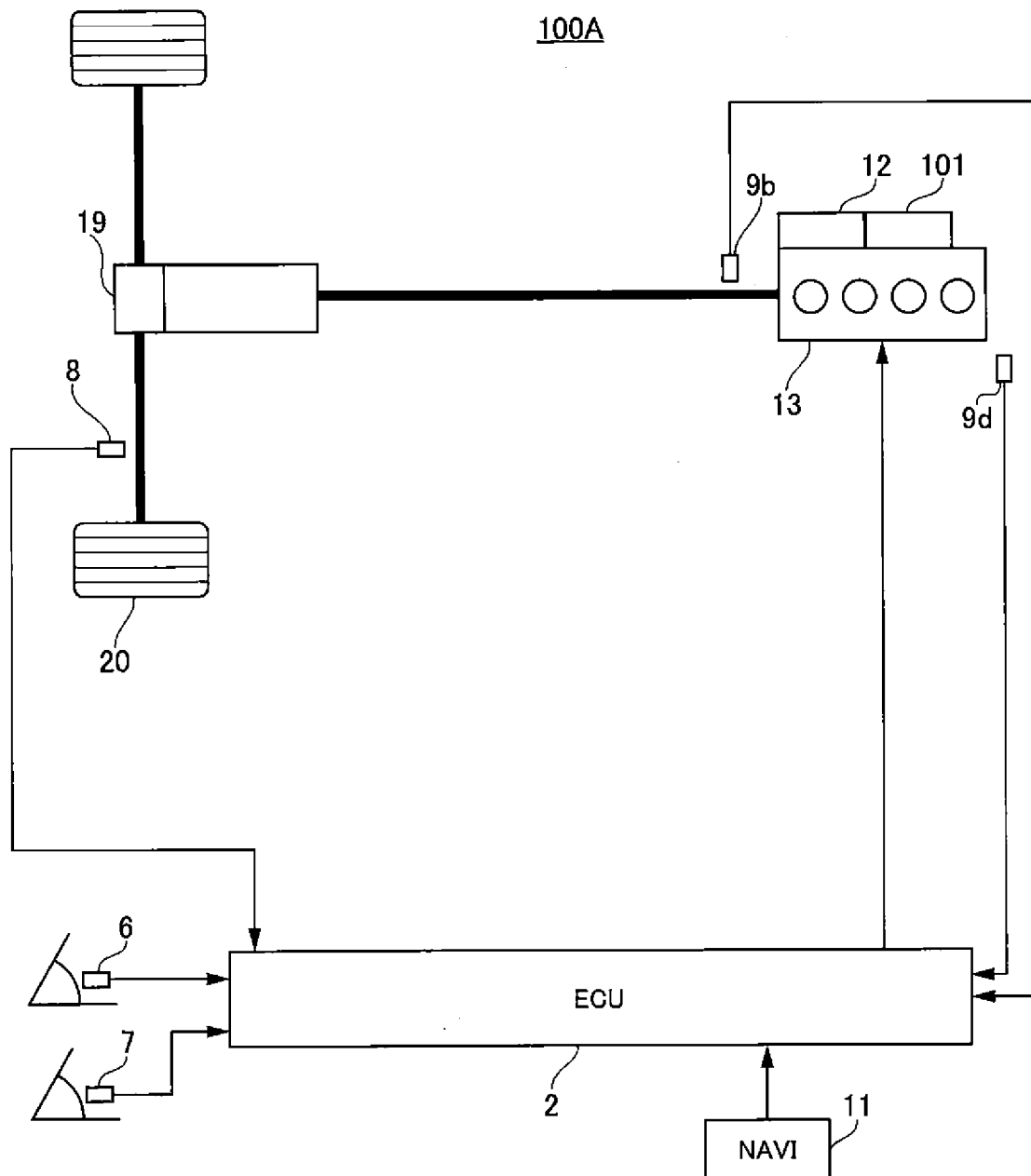
[図22]



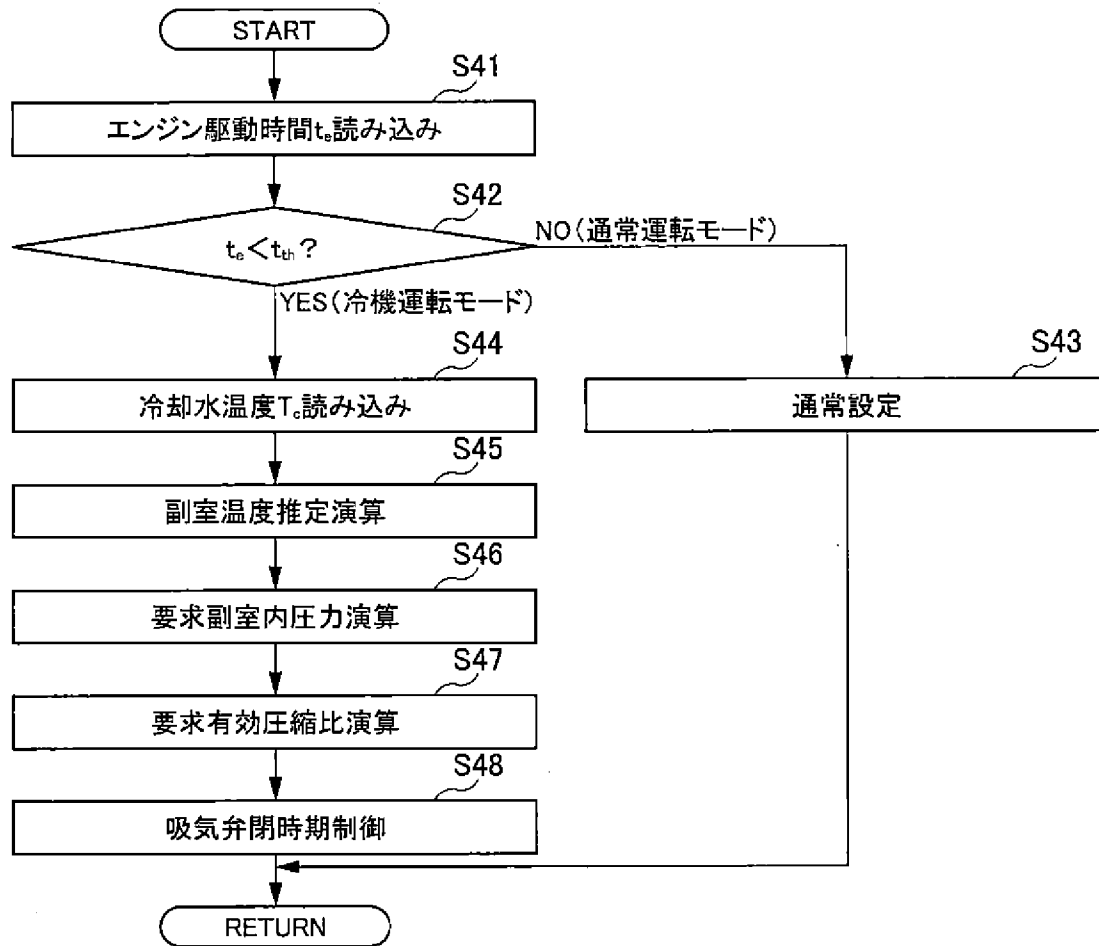
[図23]



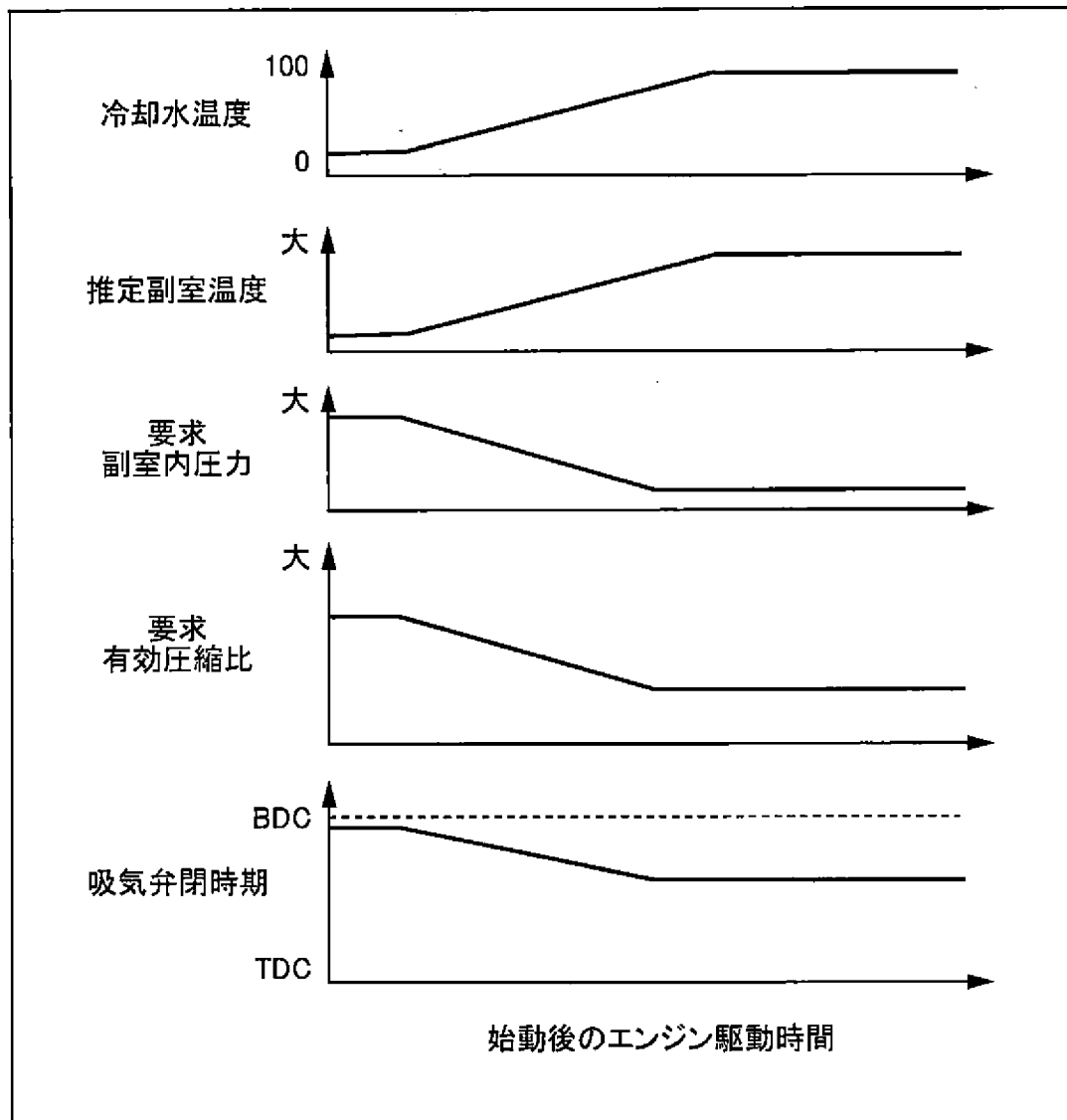
[図24]



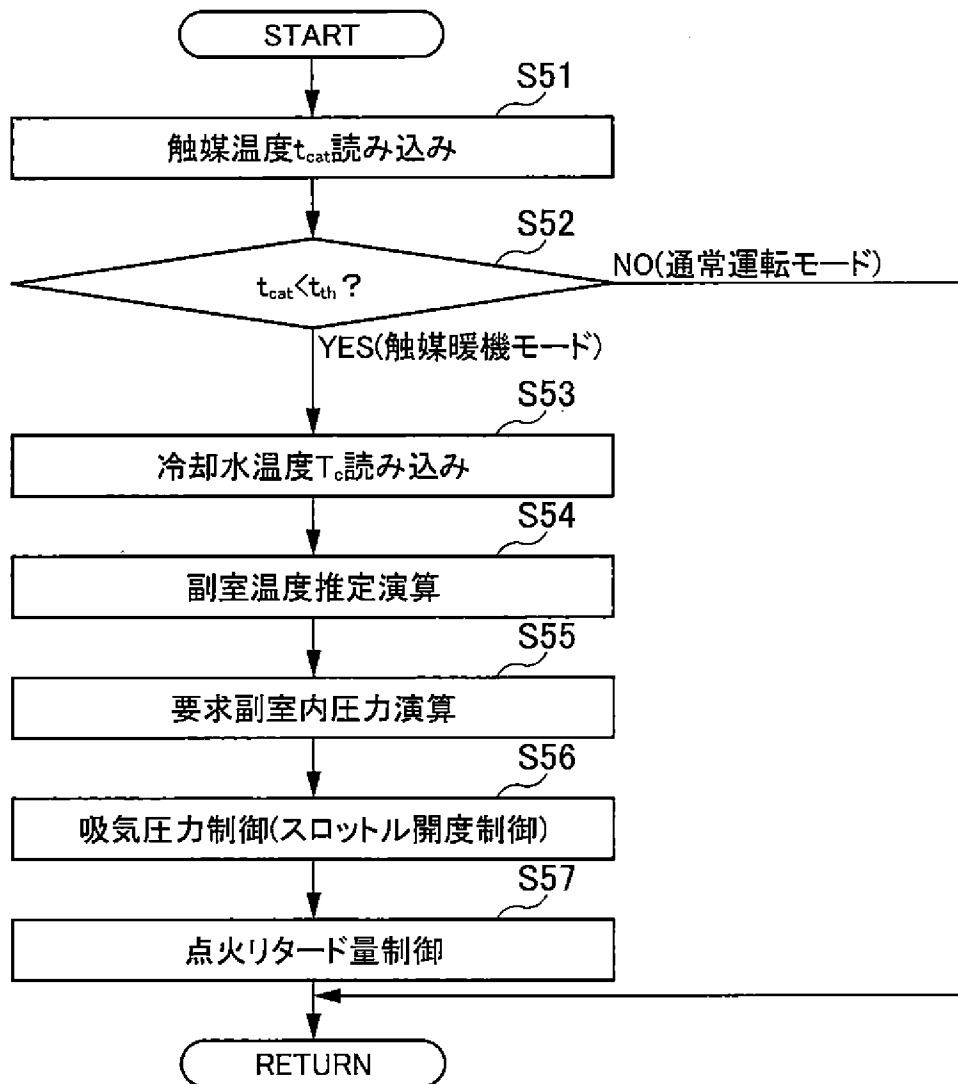
[図25]



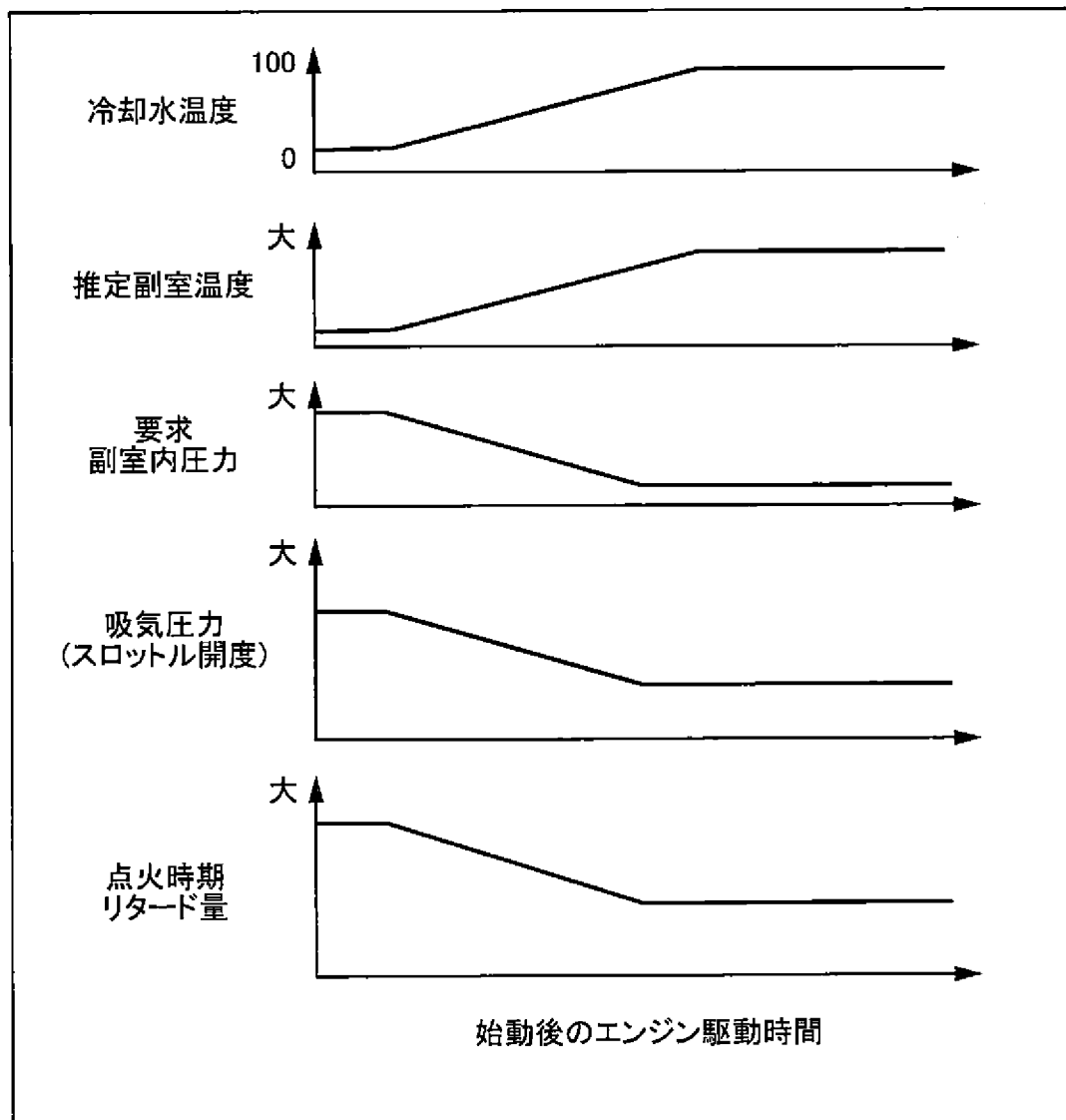
[図26]



[図27]



[図28]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/003644

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. F02B19/12(2006.01)i, F02D29/06(2006.01)i, F02D9/02(2006.01)i,
F02D45/00(2006.01)i, F02P5/15(2006.01)i
FI: F02D45/00 360A, F02D29/06 D, F02B19/12 A, F02D9/02 E, F02P5/15 E

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)

Int. Cl. F02B19/12, F02D29/06, F02D9/02, F02D45/00, F02P5/15

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 1971-2021
Registered utility model specifications of Japan 1996-2021
Published registered utility model applications of Japan 1994-2021

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 2019-152200 A (SOKEN, INC.) 12 September 2019, paragraphs [0047]-[0053], fig. 1-5, 9, 10	1, 2 3-15
A	JP 2019-152136 A (TOYOTA MOTOR CORPORATION) 12 September 2019, paragraphs [0026]-[0028], fig. 9	1-15
A	JP 2019-183815 A (TOYOTA MOTOR CORPORATION) 24 October 2019, paragraphs [0016]-[0018], fig. 8	1-15
A	JP 2019-183809 A (TOYOTA MOTOR CORPORATION) 24 October 2019, paragraphs [0017]	1-15
A	JP 2018-178966 A (DENSO CORP.) 15 November 2018, entire text, all drawings	1-15



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
13.04.2021

Date of mailing of the international search report
20.04.2021

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

International application No.

PCT/JP2021/003644

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2012-163042 A (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) 30 August 2012, entire text, all drawings	1-15
A	JP 2011-196342 A (OSAKA GAS CO., LTD.) 06 October 2011, entire text, all drawings	1-15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/003644

Patent Documents referred to in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2019-152200 A	12.09.2019	(Family: none)	
JP 2019-152136 A	12.09.2019	US 2019/0271261 A1 paragraphs [0044]- [0046], fig. 9 DE 102019105263 A1 CN 110219730 A	
JP 2019-183815 A	24.10.2019	(Family: none)	
JP 2019-183809 A	24.10.2019	(Family: none)	
JP 2018-178966 A	15.11.2018	(Family: none)	
JP 2012-163042 A	30.08.2012	(Family: none)	
JP 2011-196342 A	06.10.2011	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） F02B 19/12(2006.01)i; F02D 29/06(2006.01)i; F02D 9/02(2006.01)i; F02D 45/00(2006.01)i; F02P 5/15(2006.01)i FI: F02D45/00 360A; F02D29/06 D; F02B19/12 A; F02D9/02 E; F02P5/15 E		
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）） F02B19/12; F02D29/06; F02D9/02; F02D45/00; F02P5/15 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 1971-2021年 日本国実用新案登録公報 1996-2021年 日本国登録実用新案公報 1994-2021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 2019-152200 A (株式会社 S O K E N) 12.09.2019 (2019 - 09 - 12) 段落[0047]-[0053], 図1-5, 9, 10	1, 2
A		3-15
A	JP 2019-152136 A (トヨタ自動車株式会社) 12.09.2019 (2019 - 09 - 12) 段落[0026]-[0028], 図9	1-15
A	JP 2019-183815 A (トヨタ自動車株式会社) 24.10.2019 (2019 - 10 - 24) 段落[0016]-[0018], 図8	1-15
A	JP 2019-183809 A (トヨタ自動車株式会社) 24.10.2019 (2019 - 10 - 24) 段落[0017]	1-15
A	JP 2018-178966 A (株式会社デンソー) 15.11.2018 (2018 - 11 - 15) 全文, 全図	1-15
A	JP 2012-163042 A (三菱重工業株式会社) 30.08.2012 (2012 - 08 - 30) 全文, 全図	1-15
☒ 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。		
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な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 “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		
国際調査を完了した日 13. 04. 2021		国際調査報告の発送日 20. 04. 2021
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） 小関 峰夫 3G 8511 電話番号 03-3581-1101 内線 3355

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
A	JP 2011-196342 A (大阪瓦斯株式会社) 06.10.2011 (2011 - 10 - 06) 全文, 全図	1-15

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/JP2021/003644

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2019-152200	A	12.09.2019	(ファミリーなし)	
JP	2019-152136	A	12.09.2019	US 2019/0271261 A1	
				[0044]-[0046], 図9	
				DE 102019105263 A1	
				CN 110219730 A	
JP	2019-183815	A	24.10.2019	(ファミリーなし)	
JP	2019-183809	A	24.10.2019	(ファミリーなし)	
JP	2018-178966	A	15.11.2018	(ファミリーなし)	
JP	2012-163042	A	30.08.2012	(ファミリーなし)	
JP	2011-196342	A	06.10.2011	(ファミリーなし)	