

EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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))

temperature estimation unit, and an adjustment unit. The ignition device temperature estimation unit measures or estimates the current temperature of the ignition device, on the basis of information pertaining to the current state of the mobile object, and estimates a future temperature that is a temperature of the ignition device on a future route. The adjustment unit adjusts at least one control command of the ignition device, the fuel supply device, or the intake device, in accordance with the current temperature and the future temperature.

(57) 要約: 点火装置の熱収支を適切に制御し、点火装置の大型化やコストの増加を抑制することを目的とする。内燃機関制御装置は、吸気通路を介して気筒内に吸気を導く吸気装置と、燃料を供給する燃料供給装置と、吸気および燃料からなる混合気に点火するための点火装置とを備えた移動体用の内燃機関を制御する。この内燃機関制御装置は、点火装置温度推定部と、調整部とを備える。点火装置温度推定部は、移動体の現在の状態に関する情報に基づき、点火装置の現在温度を測定または推定し、かつ将来の経路上における点火装置の温度である将来温度を推定する。調整部は、現在温度および将来温度に応じて、点火装置、燃料供給装置または吸気装置の少なくとも1つの制御指令を調整する。

明 細 書

発明の名称： 内燃機関制御装置及び移動体用制御システム

技術分野

[0001] 本発明は、内燃機関制御装置及び移動体用制御システムに関する。

背景技術

[0002] 近年、車両などの移動体における内燃機関の燃費向上のため、理論空燃比よりも大きい（燃料が薄い）混合気を燃焼させて運転する希薄燃焼技術や、燃焼後の排気ガスの一部を空気（内燃機関の吸気）で希釈し、この希釈した排気ガスを取り入れて再度吸気させる排気還流技術（希釈燃焼技術）が開発されている。

[0003] この種の希薄燃焼もしくは希釈燃焼などが実行される内燃機関では、燃料が薄い混合気の使用や排気還流の実施により、点火プラグに火花が飛びにくい状況となる。したがって、燃焼室における火炎形成に必要とされる点火装置の点火能力（すなわち、点火エネルギー量）が、理論空燃比の混合気に点火する場合よりも増大する。そのため、単位時間あたりの点火コイルの発熱量が大きくなってしまう。

[0004] 例えば、特許文献１には、吸気管内の圧力の変化に応じて点火エネルギーを補正するようにしたエンジンの点火装置が開示されている。特許文献１に開示されたエンジンの点火装置は、吸気管圧力 P_m に基づき、過給時に失火が生じないように点火コイルの通電時間を延長して点火エネルギーを増加する。これにより、過給によって点火プラグに火花が飛びにくい状況となっても、安定した燃焼状態が確保される。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献１：特開２０００－０５４９４１号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] しかしながら、特許文献 1 に開示されたエンジンの点火装置は、点火コイルの熱収支を考慮していない。例えば、過給によって吸気管の圧力 P_m が高められた状態で内燃機関を高負荷かつ連続で運転させると、点火コイルへの通電時間が延長される。これにより、点火装置は、点火エネルギーが増加された状況、すなわち、単位時間あたりの発熱量が大きい状況が持続される。その結果、点火装置の温度が予め設定された定格温度を超えてしまう虞がある。

[0007] このような問題の対策には、高負荷連続運転の持続時間、あるいは希薄燃焼もしくは希釈燃焼の実施等における点火コイルの単位時間あたり発熱量の最大条件と、夏季で外気温が高い場合などの過酷環境条件とを考慮して、点火コイルの放熱設計を行うことが考えられる。しかし、この対策では、点火装置の大型化やコストの増加といった新たな問題が生じる。

[0008] 上記の問題点に鑑み、本発明の目的は、点火装置の熱収支を適切に制御し、点火装置の大型化やコストの増加を抑制する内燃機関制御装置及び移動体用制御システムを提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0009] 上記課題を解決し、本目的を達成するため、本発明の一態様である内燃機関制御装置は、吸気通路を介して気筒内に吸気を導く吸気装置と、燃料を供給する燃料供給装置と、吸気および燃料からなる混合気に点火するための点火装置とを備えた移動体用の内燃機関を制御する。この内燃機関制御装置は、点火装置温度推定部と、調整部とを備える。点火装置温度推定部は、移動体の現在の状態に関する情報に基づき、点火装置の現在温度を測定または推定し、かつ将来の経路上における点火装置の温度である将来温度を推定する。調整部は、現在温度および将来温度に応じて、点火装置、燃料供給装置または吸気装置の少なくとも 1 つの制御指令を調整する。

[0010] 本発明の一態様である移動体用制御システムは、吸気通路を介して気筒内に吸気を導く吸気装置と、燃料を供給する燃料供給装置と、吸気および燃料からなる混合気に点火するための点火装置とを備えた移動体用の内燃機関を

制御する内燃機関制御装置と、移動体の外部にある外部装置と内燃機関制御装置との間の通信を仲介する通信装置とを備える。内燃機関制御装置は、点火装置温度推定部と、調整部と、現在パラメータ観測部とを備える。点火装置温度推定部は、移動体の現在の状態に関する情報に基づき、点火装置の現在温度を測定または推定し、かつ将来の経路上における点火装置の温度である将来温度を推定する。調整部は、現在温度および将来温度に応じて、点火装置、燃料供給装置または吸気装置の少なくとも1つの制御指令を調整する。現在パラメータ観測部は、移動体の現在の状態に関する現在パラメータを測定または推定する。調整部は、予測用パラメータ取得部と、将来パラメータ予測部とを有する。予測用パラメータ取得部は、通信装置による外部装置との通信接続を介して、将来の経路上における移動体の状態に関する予測用パラメータを取得する。将来パラメータ予測部は、予測用パラメータおよび現在パラメータに基づいて、将来の経路上における移動体の状態に関する複数の将来パラメータを予測する。そして、点火装置温度推定部は、現在温度と、複数の現在パラメータおよび複数の将来パラメータに基づいて将来温度を推定する。

発明の効果

[0011] 本発明の一態様によれば、内燃機関における点火装置の熱収支を適切に制御し、点火装置の大型化やコストの増加を抑制することができる。

なお、上述した以外の課題、構成および効果は、以下の実施形態の説明により明らかにされる。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]一実施形態に係る内燃機関の基本構成例を示す全体構成図である。

[図2]一実施形態に係る点火プラグを説明する部分拡大図である。

[図3]一実施形態に係る内燃機関制御装置の機能構成を説明する機能ブロック図である。

[図4]点火コイルを含む電気回路の一例を示す回路図である。

[図5]電極の温度と最小点火エネルギーと空燃比との関係を説明する図である

。

[図6]点火コイルの温度に対する、供給可能放電エネルギーと要求放電エネルギーとその差分の関係を示した概念図である。

[図7]従来の点火コイルの温度と放電エネルギーの関係を示した概念図である

。

[図8]本発明を適用した場合の点火コイルの温度と放電エネルギーの関係を示した概念図である。

[図9]第1実施形態に係る点火、吸気及び燃料噴射制御処理を示すフローチャートである。

[図10]第1実施形態に係る点火、吸気及び燃料噴射制御処理を示すフローチャートである。

[図11]ニューラルネットワークモデルを構成する各ニューロンの重みとバイアスを示す概念図である。

[図12]第1実施形態に係る各目的変数の演算をニューラルネットワークモデルで実現する方法について説明する図である。

[図13]第1実施形態に係る点火及び燃料噴射制御処理に用いるニューラルネットワークモデルを示す概念図である。

[図14]第1実施形態に係るニューラルネットワークモデルを用いる場合の目的変数と説明変数の関係を示す対応表である。

[図15]第1実施形態に係る点火コイル温度を推定するための説明変数を選定する際の影響因子の選定表である。

[図16]第1実施形態に係る移動速度、点火装置温度、および点火エネルギーのタイミングチャートである。

[図17]第1実施形態に係る移動速度、点火装置温度、および点火エネルギーのタイミングチャートである。

発明を実施するための形態

[0013] <第1実施形態>

以下、第1実施形態に係る内燃機関制御装置について説明する。なお、各

図において共通の部分には、同一の符号を付している。

[0014] [内燃機関制御装置]

まず、一実施形態に係る内燃機関制御装置の構成について説明する。図1は、本発明の第1実施形態に係る内燃機関の基本構成例を示す全体構成図である。

[0015] 図1に示す内燃機関100は、単気筒でも複数気筒を有するものでもよいが、第1実施形態では、車両（移動体）に搭載された4気筒を有する内燃機関100を例示して説明する。

[0016] 図1に示すように、内燃機関100では、外部から吸引された空気（吸気）は、エアクリーナ110、吸気管111、吸気マニホールド112を通流する。吸気マニホールド112を通った空気は、吸気弁151が開いたときに各気筒150に流入する。各気筒150に流入する空気量は、スロットル弁113により調整される。スロットル弁113で調整された空気量は、流量センサ114により測定される。

[0017] スロットル弁113には、スロットルの開度を検出するスロットル開度センサ113aが設けられている。スロットル開度センサ113aで検出されたスロットル弁113の開度情報は、制御装置（Electronic Control Unit：ECU）1に出力される。

[0018] 本実施形態では、スロットル弁113として、電動機で駆動される電子スロットル弁を適用する。しかし、本発明に係るスロットル弁としては、空気の流量を適切に調整できるものであれば、その他の方式によるものを適用してもよい。

[0019] 各気筒150に流入する空気の温度は、吸気温センサ115で検出される。

[0020] クランクシャフト123に取り付けられたリングギア120の径方向外側には、クランク角センサ121が設けられている。クランク角センサ121は、クランクシャフト123の回転角度を検出する。本実施形態では、クランク角センサ121は、10°毎及び燃焼周期毎のクランクシャフト123

の回転角度を検出する。

[0021] シリンダヘッドのウォータジャケット（図示せず）には、水温センサ 1 2 2 が設けられている。水温センサ 1 2 2 は、内燃機関 1 0 0 の冷却水の温度を検出する。

[0022] 制御装置 1 には、通信部 1 9 0 が相互通信可能に接続されている。通信部 1 9 0 は、車両の内部に設けられている C A N (C o n t r o l l e r A r e a N e t w o r k) などの公知の内部ネットワークシステムを介して制御装置 1 との所謂 C A N 通信を実行する。また、通信部 1 9 0 は、所謂イーサネット通信が実行されている公知の外部ネットワークと上述の C A N 通信を中継する。このような通信部 1 9 0 を介して、制御装置 1 は車両の内部ネットワークシステムまたは外部ネットワーク上に設けられる 1 乃至複数の外部装置 1 0 0 0 との通信を実行する。外部装置 1 0 0 0 は、例えば、車両の内部に設けられる公知のナビゲーション装置（図示せず）や、外部ネットワーク上に設けられて自他多数の車両の移動状態や移動環境に係る情報をデータベースとして利用可能な様式で収集、解析しているデータセンター（図示せず）等で構成される。また、制御装置 1 は、通信部 1 9 0 を介して外部装置 1 0 0 0 から外部情報を受信する。外部情報には、たとえば、上述のナビゲーション装置から得られる自車両の目的地情報または自車両の目的地までの走行経路情報（自車両の将来位置）と、上述のデータセンターへの照会により得られる自車両の将来の走行経路上における点火装置の温度である将来温度を推定するためのパラメータ（例えば、道路交通情報や外気温など）が含まれる。通信部 1 9 0 は、受信した外部情報を制御装置 1 に送る。外部装置 1 0 0 0 と、通信部 1 9 0 と、制御装置 1 は、移動体用制御システムを構成する。なお、本実施形態では、上述のナビゲーション装置が上述のデータセンターへの照会処理を実行する。したがって、上述のナビゲーション装置は、自車の将来の走行経路に紐付けされた外部情報をデータセンターから受信し、且つ、受信した外部情報を通信部 1 9 0 を介して制御装置 1 に送信する。

- [0023] また、車両には、アクセルペダル 1 2 5 の変位量（踏み込み量）を検出するアクセルポジションセンサ（Accelerator Position Sensor） 1 2 6 が設けられている。アクセルポジションセンサ 1 2 6 の変位量は制御装置 1 に出力され、後述する制御装置 1 の負荷情報生成部 8 8 により運転者の要求トルクが演算される。制御装置 1 は、この要求トルクに基づいて、スロットル弁 1 1 3 を制御する。スロットル弁 1 1 3 の開度制御は、後述する内燃機関制御装置 1 の吸気制御部 9 1（図 3 参照）により行われる。
- [0024] 燃料タンク 1 3 0 に貯留された燃料は、燃料ポンプ 1 3 1 によって吸引及び加圧される。燃料ポンプ 1 3 1 によって吸引及び加圧された燃料は、燃料タンク 1 3 0 内で燃料ポンプ 1 3 1 に併設されたプレッシャレギュレータ 1 3 2 で所定の圧力に調整される。そして、所定の圧力に調整された燃料は、燃料配管 1 3 3 を介して燃料噴射装置（インジェクタ） 1 3 4 に供給され、各気筒 1 5 0 内に噴射される。なお、プレッシャレギュレータ 1 3 2 の圧力調整により生じた余分な燃料は、プレッシャレギュレータ 1 3 2 から燃料タンク 1 3 0 に放出される。
- [0025] 燃料噴射装置 1 3 4 の制御は、後述する制御装置 1 の燃料噴射制御部 8 2（図 3 参照）の燃料噴射パルス（制御信号）に基づいて行われる。
- [0026] 内燃機関 1 0 0 の燃焼室を臨む部位（シリンダヘッド）には、筒内圧センサ（Cylinder Pressure Sensor、燃焼圧センサとも言う） 1 4 0 が設けられている。筒内圧センサ 1 4 0 は、例えば、歪みに応じて電圧が発生する圧電素子が設けられた圧電式又はひずみ検出可能に形成されたダイヤフラムが設けられたゲージ式の圧力センサの圧力感知部が燃焼室内を臨むように設けられている。これにより、各気筒 1 5 0 内に流入した空気の圧力値である筒内圧（燃焼圧）を検出することができる。
- [0027] 各気筒 1 5 0 には、排気弁 1 5 2 と、排気マニホールド 1 6 0 が取り付けられている。排気弁 1 5 2 が開くと、気筒 1 5 0 から排気マニホールド 1 6 0 に燃焼後のガス、すなわち排気ガスが排出される。排気マニホールド 1 6 0 は、排気ガスを、気筒 1 5 0 の外側に排出する。排気マニホールド 1 6 0

の排気側には、三元触媒 161 が設けられている。三元触媒 161 は、排気ガスを浄化する。三元触媒 161 により浄化された排気ガスは、大気に排出される。

[0028] 排気マニホールド 160 と吸気マニホールド 112 は、EGR 管 180 によって連通している。排気マニホールド 160 を流れる排気ガスの一部は、EGR 管 180 を介して吸気マニホールド 112 に戻され、吸気マニホールド 112 内の吸気により希釈される。つまり、内燃機関 100 には、EGR (Exhaust Gas Recirculation; 排気再循環とも言う) システムが構成されている。EGR 管 180 を流れる排気ガスの量は、EGR 弁 181 によって調整される。制御装置 1 は、例えば、目標空燃比に応じて EGR 弁 181 の開度を制御し、吸気マニホールド 112 に戻す排気ガスの量 (排気ガス還流量) を調整する。EGR 弁 181 の開度制御は、後述する内燃機関制御装置 1 の吸気制御部 91 (図 3 参照) により行われる。

[0029] 三元触媒 161 の上流側には、上流側空燃比センサ 162 が設けられている。上流側空燃比センサ 162 は、各気筒 150 から排出された排気ガスの空燃比に関連する酸素濃度に応じた信号を出力する。本実施形態の上流側空燃比センサ 162 は、各気筒 150 から排出された排気ガスの空燃比 (酸素濃度) を、空燃比に比例的 (リニア) に変化する電圧として検出する所謂リニア空燃比センサである。

[0030] また、三元触媒 161 の下流側には、下流側空燃比センサ 163 が設けられている。下流側空燃比センサ 163 は、三元触媒 161 により浄化された排気ガスの空燃比に関連する酸素濃度に応じた信号を出力する。本実施形態の下流側空燃比センサ 163 は、理論空燃比より濃い (リッチ) と薄い (リーン) に応じた 2 値的に変化する検出信号を出力する所謂 O₂ センサである。

[0031] 各気筒 150 の各燃焼室を臨む部位には、点火プラグ 200 が各々設けられている。点火プラグ 200 は、放電 (点火) により火花を発生させ、その火花が、気筒 150 内の空気と燃料との混合気に点火する。これにより、気

筒１５０内で爆発的な燃焼が起こり、ピストン１７０が押し下げられる。ピストン１７０が押し下げられることにより、クランクシャフト１２３が回転する。点火プラグ２００には、点火プラグ２００に供給される放電電圧を生成(昇圧)する点火コイル３００が接続されている。

[0032] 前述したスロットル開度センサ１１３a、流量センサ１１４、クランク角センサ１２１、アクセルポジションセンサ１２６、水温センサ１２２、筒内圧センサ１４０等の各種センサからの出力信号は、制御装置１へ入力される。制御装置１は、これら各種センサからの信号に基づいて、スロットル弁１１３を通過する空気量、EGR弁１８１を通過して吸気側に還流する排気ガス量、燃料ポンプ１３１および燃料噴射装置１３４の燃料噴射量、点火コイル３００による点火プラグ２００の点火タイミング等の各制御を行う。

[0033] [点火プラグ]

次に、点火プラグ２００について、図２を参照して説明する。

図２は、点火プラグ２００を説明する部分拡大図である。

[0034] 図２に示すように、点火プラグ２００は、中心電極２１０と、外側電極２２０とを有している。中心電極２１０は、絶縁体２３０を介してプラグベース（不図示）に支持されている。これにより、中心電極２１０は、絶縁されている。外側電極２２０は接地されている。

[0035] 点火コイル３００（図１参照）において電圧が発生すると、中心電極２１０に所定の電圧（例えば２０，０００Ｖ～４０，０００Ｖ）が印加される。中心電極２１０に所定の電圧が印加されると、中心電極２１０と外側電極２２０との間で放電（点火）が生じる。そして、放電により発生した火花が、気筒１５０内の空気と燃料との混合気（ガス成分）に着火する。

[0036] なお、気筒１５０内におけるガス成分の絶縁破壊を起こして放電（点火）が発生する電圧は、中心電極２１０と外側電極２２０との間に存在する気体（気筒内の混合気）の状態や気筒１５０の筒内圧に応じて変動する。この放電が発生する電圧を絶縁破壊電圧と言う。

[0037] 点火プラグ２００の放電制御（点火制御）は、後述する制御装置１の点火

制御部 83（図 3 参照）により行われる。

[0038] [制御装置のハードウェア構成]

次に、制御装置 1 のハードウェアの全体構成を説明する。

[0039] 図 1 に示すように、制御装置 1 は、アナログ入力部 10 と、デジタル入力部 20 と、A/D（Analog/Digital）変換部 30 と、RAM（Random Access Memory）40 と、MPU（Micro-Processing Unit）50 と、ROM（Read Only Memory）60 と、I/O（Input/Output）ポート 70 と、出力回路 80 と、を有する。

[0040] アナログ入力部 10 には、スロットル開度センサ 113a、流量センサ 114、アクセルポジションセンサ 126、上流側空燃比センサ 162、下流側空燃比センサ 163、筒内圧センサ 140、水温センサ 122 等の各種センサからのアナログ出力信号が入力される。

[0041] アナログ入力部 10 には、A/D 変換部 30 が接続されている。アナログ入力部 10 に入力された各種センサからのアナログ出力信号は、ノイズ除去等の信号処理が行われた後、A/D 変換部 30 でデジタル信号に変換される。そして、A/D 変換部 30 により変換されたデジタル信号は、RAM 40 に記憶される。

[0042] デジタル入力部 20 には、クランク角センサ 121 からのデジタル出力信号が入力される。デジタル入力部 20 は、I/O ポート 70 に接続されている。デジタル入力部 20 に入力されたデジタル出力信号は、I/O ポート 70 を介して RAM 40 に記憶される。

[0043] また、デジタル入力部 20 は、通信部 190 を介して、外部装置 1000 との通信（送信及び受信）を実行するための通信インターフェースを含むように構成され、この実施形態においては、上述の内部ネットワークの CAN 通信信号が入力される。デジタル入力部 20 に入力された CAN 通信信号は、I/O ポート 70 を介して RAM 40 に記憶される。外部装置 1000 は、例えば、公知のナビゲーション装置を含むように構成されている。ナビゲーション装置では、所謂 GPS（Global Positioning System）の測位信号や

自律航法位置特定処理などから得られる車両の現在位置の情報およびあらかじめ設定された車両の目的地に関連する車両の将来位置の情報と、所定の道路地図データとのマッチング処理が行なわれる。而してナビゲーション装置は、車両の走行予定経路探索や経路誘導などの処理を実行し、あらかじめ設定された目的地までの経路情報や、経路情報に関連付けられる道路交通情報などの各種の付加情報を導出する。また、ナビゲーション装置は、走行履歴データベース（図示せず）を有している。走行履歴データベースは、自車両の過去の走行状態（走行状態には、平均移動速度や、吸気温度、湿度などの気象状態に関連する情報を含めることができる）を、道路地図情報及び時計（図示せず）から得られる時刻、日付（季節）などの複数の索引情報に紐付けられた自車両の走行履歴情報として順次登録（新規に記憶、若しくは過去情報を上書き更新）されて形成される。走行履歴データベースに登録された走行履歴情報は、自車両の将来の走行予定経路、将来の走行予定日時などに基づき照会され、外部情報に変換されるとともに制御装置 1 に送信される。

[0044] 而して制御装置 1 は、デジタル入力部 20 および通信部 190 を通じて外部装置 1000（この実施の形態においては、ナビゲーション装置）との相互通信を実施する。例えば、制御装置 1 は、外部装置に将来の走行経路上における点火装置の温度である将来温度を推定するためのパラメータを要求するためのクエリメッセージを送信する。通信部 190 を通じたクエリメッセージを受信した外部装置は、自車両の現在の目的地までの経路情報に紐付けされている過去の走行履歴情報（自車両の平均移動速度など）を上述の走行履歴データベースから読み取って、制御装置 1 へと送信する。つまり、通信部 190 は、外部装置 1000 から外部情報を取得したり、外部装置 1000 へ自車情報を出力したりする通信を中継している。

[0045] RAM 40 に記憶された各信号は、MPU 50 で参照または演算処理される。

[0046] MPU 50 は、ROM 60 に記憶された制御プログラム（図示せず）を実行することで、RAM 40 に記憶された出力信号を、制御プログラムに従っ

て処理する。MPU50は、制御プログラムに従って、内燃機関100を駆動する各アクチュエータ（例えば、スロットル弁113、EGR弁181、燃料噴射装置134、燃料ポンプ131、点火コイル300等）の作動量を規定する制御値を算出し、その制御値をRAM40に一時的に記憶する。

[0047] RAM40に記憶された各アクチュエータの作動量を規定する制御値は、I/Oポート70を介して出力回路80に出力される。

[0048] 出力回路80には、スロットル弁113の駆動装置、燃料ポンプ131、燃料噴射装置134、EGR弁181、および点火コイル300が電氣的に接続されている。

[0049] [制御装置の機能ブロック]

次に、図3を併せて参照して、制御装置1の機能構成を説明する。

図3は、制御装置1の機能構成を説明する機能ブロック図である。

[0050] 図3に示すように、制御装置1には上述の出力回路80が設けられている。本実施形態において、出力回路80は、全体制御部81と、燃料噴射制御部82と、点火制御部83と、吸気制御部91を有する。吸気制御部91は、スロットル弁113、及びEGR弁181への通電時期や通電時間を制御する。さらに、制御装置1には、気筒判別部84、角度情報生成部85、回転速度情報生成部86、吸気量計測部87、負荷情報生成部88、水温計測部89、及び電圧計測部90が設けられている。

[0051] 角度情報生成部85は、クランク角センサ121のデジタル出力信号に基づき、クランクシャフト123のクランク角を計測する。気筒判別部84は、角度情報生成部85によって計測された現在のクランク角が内燃機関100の各気筒150の行程（例えば、膨張、圧縮、吸気または圧縮行程）のいずれに該当するかを判別する。回転速度情報生成部86は、クランク角センサ121のデジタル出力信号に基づき、エンジン回転速度を計測する。

[0052] 吸気量計測部87は、流量センサ114の出力信号に基づき気筒150内に吸気される空気の吸気量を計測する。負荷情報生成部88は、アクセルポジションセンサ126の出力信号に基づき運転者の要求トルクを演算する。

水温計測部 89 は、エンジン冷却水の温度を計測する。電圧計測部 90 は、図 4 に示す直流電源 330（内燃機関 100 のバッテリー）の電圧を計測する。

[0053] [全体制御部]

全体制御部 81 は、点火時期設定部 811 と、要求設定部 812 と、調整部 813 と、点火装置温度推定部 814 と、燃料噴射量設定部 815 と、燃料噴射時期設定部 816 とを有している。

[0054] 点火時期設定部 811 は、筒内圧センサ 140 の出力信号などの各種センサの出力から得られる内燃機関 100 の運転状態に基づき、内燃機関 100 の主要な作動量である点火時期 I G A D V を最適に演算する。

[0055] 要求設定部 812 は、内燃機関 100 の回転速度 N E や電源電圧 V B などの各種センサの出力から得られる内燃機関 100 の運転状態に基づき、要求目標空燃比と、吸気装置の要求開度と、要求通電時間（要求通電量）を演算する。要求目標空燃比は、燃料噴射量設定部 815 における燃料噴射量 $T i n j$ の決定に関連する値である。吸気装置の要求開度は、吸気制御時に要求される E G R 弁 181 の E G R 要求開度と、スロットル弁 113 の要求スロットル開度である。要求通電時間は、点火時に要求される点火コイル 300 の 1 次側コイル 310（図 4 参照）に通電する時間である。

[0056] 調整部 813 は、点火装置温度推定部 814 から得られる現在の点火装置に関する温度値（以下、現在温度 $T C$ とする）及び上述した将来の経路上における点火装置の温度値（以下、将来温度 $T C f$ とする）と要求設定部から得られる要求通電時間（要求通電量）とに基づいて、点火コイル 300 の 1 次側コイル 310 に通電する通電時間を演算する。また、調整部 813 は、現在温度 $T C$ 及び将来温度 $T C f$ と要求設定部から得られる E G R 要求開度に基づいて、E G R 弁 181 の制御開度を設定する。さらに、調整部 813 は、現在温度 $T C$ 及び将来温度 $T C f$ と要求設定部から得られる要求スロットル開度に基づいて、スロットル弁 113 の制御開度を設定する。而して調整部 813 は、点火制御部 83 と、吸気制御部 91 に制御指令を送信する。

調整部 813 は、本発明に係る調整部に対応する。

[0057] 点火装置温度推定部 814 は、予め選定された説明変数を入力としたニューラルネットワークモデルを用いて、現在温度 T_C を算出する。また、点火装置温度推定部 814 は、通信部 190 を介して外部装置 1000 から取得した外部情報に基づいて、後述するように点火装置に関する将来温度 T_{Cf} を推定する。

[0058] 燃料噴射量設定部 815 は、通信部 190 を介して外部装置 1000 から取得した外部情報と、内燃機関 100 の回転速度 NE や電源電圧 VB などの各種センサの出力から得られる内燃機関 100 の運転状態に基づき、内燃機関 100 の主要な作動量である燃料噴射量を最適に演算する。また、燃料噴射量設定部 815 は、燃料噴射制御部 82 に制御指令を送信する。

[0059] 燃料噴射時期設定部 816 は、内燃機関 100 の回転速度 NE などの各種センサの出力から得られる内燃機関 100 の運転状態と燃料噴射量設定部 815 から得られる燃料噴射量に基づき、燃料噴射装置 134 における燃料噴射弁の開閉作動タイミングを最適に演算する。

[0060] [燃料噴射制御部]

燃料噴射制御部 82 は、燃料噴射弁への通電時期や通電時間を制御する。燃料噴射制御部 82 は、全体制御部 81 から入力された燃料制御用情報に基づいて、燃料噴射パルスを生成する。燃料噴射制御部 82 は、生成した燃料噴射パルスを燃料噴射制御部 82 に供給する。燃料噴射装置 134 は、燃料噴射パルスに応じて駆動される。

[0061] 燃料制御用情報は、例えば、燃料噴射量設定部 815 から得られる燃料噴射量の値、内燃機関 100 の 1 回の燃焼サイクル毎の燃料噴射実行回数、燃料噴射時期設定部 816 から得られる燃料噴射弁の開閉作動タイミングなどを含む。

[0062] [点火制御部]

点火制御部 83 は、点火コイル 300 の通電時期や通電時間を制御する。点火制御部 83 は、全体制御部 81 から入力された点火制御用情報に基づい

て、１次側コイル３１０の通電開始時期（通電開始クランク角）を算出する。１次側コイル３１０の通電開始時期は、１次側コイル３１０に通電した電流を遮断する点火時期から時系列において上記通電時間を遡ったタイミングである。

[0063] 点火制御用情報は、例えば、エンジン回転速度情報、点火時期（火花発生タイミングから内燃機関の圧縮上死点へと至るまでのクランク角）の値、及び調整部８１３から得られる通電時間の値などを含む。

[0064] 点火制御部８３は、上記算出した通電開始時期に基づいて１次側コイル３１０に通電を開始し、且つ、上記点火時期に基づいて１次側コイル３１０への通電を遮断する点火信号ＳＡ（図４参照）を出力する。これにより、点火プラグ２００による混合気への点火が実行される。

[0065] [点火コイルを含む電気回路]

次に、点火コイルを含む電気回路について、図４を参照して説明する。

図４は、点火コイルを含む電気回路を説明する図である。

[0066] 図４に示す電気回路５００は、点火コイル３００を有している。点火コイル３００は、所定の巻き数で巻かれた１次側コイル３１０と、１次側コイル３１０よりも多い巻き数で巻かれた２次側コイル３２０と、を含んで構成される。

[0067] １次側コイル３１０の一端は、直流電源３３０に接続されている。これにより、１次側コイル３１０には、所定の電圧（例えば１２Ｖ）が印加される。１次側コイル３１０の他端は、イグナイタ（通電制御回路）３４０のドレイン（Ｄ）端子に接続されており、イグナイタ３４０を介して接地されている。イグナイタ３４０には、トランジスタや電界効果トランジスタ（Field Effect Transistor : FET）などが用いられる。

[0068] イグナイタ３４０のゲート（Ｇ）端子は、感温部を有する温度スイッチ部３５０を介して点火制御部８３に接続されている。温度スイッチ部３５０は、点火コイル３００の過熱による破損防止を目的として設置されている。温度スイッチ部３５０は、点火コイル３００の温度が感温部に予め定められた

値以上になると、点火制御部 83 からイグナイタ 340 へ出力された点火信号 S A を遮断する。

[0069] 温度スイッチ部 350 が点火信号 S A を遮断すると、1 次側コイル 310 への通電が停止するため、イグナイタ 340 の過熱を回避できる。点火コイル 300 の温度が感温部に予め定められた値未満になると、点火制御部 83 から出力された点火信号 S A は、イグナイタ 340 のゲート (G) 端子に入力される。

[0070] イグナイタ 340 のゲート (G) 端子に点火信号 S A が入力されると、イグナイタ 340 のドレイン (D) 端子とソース (S) 端子間が通電状態となり、ドレイン (D) 端子とソース (S) 端子間に電流が流れる。その結果、1 次側コイル 310 に電流が流れて電力 (電気エネルギー) が蓄積される。

[0071] 点火制御部 83 からの点火信号 S A の出力が停止すると、1 次側コイル 310 に流れる電流が遮断される。その結果、1 次側コイル 310 に対するコイルの巻き数比に応じた高電圧が 2 次側コイル 320 に発生する。

[0072] 2 次側コイル 320 に発生する高電圧は、点火プラグ 200 の中心電極 210 (図 2 参照) に印加される。これにより、点火プラグ 200 の中心電極 210 と、外側電極 220 との間に電位差が発生する。この中心電極 210 と外側電極 220 との間に発生した電位差が、周囲ガス (気筒 150 内の混合気) の絶縁破壊電圧 V_m 以上になると、ガス成分が絶縁破壊されて中心電極 210 と外側電極 220 との間に放電が生じる。その結果、燃料 (混合気) への点火 (着火) が行われる。点火プラグ 200 と、点火コイル 300 を有する電気回路 500 は、本発明に係る点火装置に対応する。

[0073] 中心電極 210 と外側電極 220 の間に発生する放電経路は、数千℃の高温となる。放電経路は、周囲ガスと電極 210, 220 に接しているため、放電の発熱エネルギーは、周囲ガスと電極 210, 220 へ分配される。そして、周囲ガスへ分配された分の発熱エネルギーは、周囲ガス及び電極 210, 220 を加熱 (予熱) して着火を促進する。

[0074] [電極の温度と最小点火エネルギーと空燃比]

次に、点火プラグ 200 の電極の温度と最小点火エネルギーと空燃比との関係について、図 5 を参照して説明する。

図 5 は、電極の温度と最小点火エネルギーと空燃比との関係を説明する図である。

[0075] 図 5 は、最小点火エネルギーの値に対応する空燃比の値を掲出したものである。図 5 において上下方向は、混合気の最小点火エネルギーに対応する電圧目盛値を示し、図 5 において左右方向は、混合気の空燃比に対応する空燃比目盛値を示す。図 5 に示す空燃比 P 1 は、点火プラグの電極温度が低い状態（例えば、マイナス 25 d e g C）で混合気に点火することが可能な最小点火エネルギーの所定値に対応する空燃比の値である。一方、空燃比 P 2 は、点火プラグの電極温度が高い状態（例えば、マイナス 7 d e g C）で混合気に点火することが可能な最小点火エネルギーの所定値に対応する空燃比の値である。

[0076] 図 5 に示すように、内燃機関 100 では、空燃比が大きく（燃料が薄く）なるほど、混合気の最小点火エネルギーの値が高まるため、点火プラグからの放電（点火）による混合気への着火が成され難くなる。また、点火プラグの電極温度が低いほど、混合気の最小点火エネルギーの値が高まるため、点火プラグからの放電（点火）による混合気への着火が成され難くなる。

[0077] 例えば、点火プラグの電極温度が高い状態における空燃比 P 2 に対応する最小点火エネルギーと同等の値を、点火プラグの電極温度が低い状態において得るとする。この場合は、空燃比を空燃比 P 2 よりも小さい（燃料が濃い）値である空燃比 P 1 に設定しなければ、点火プラグ 200 からの放電（点火）が最小点火エネルギーを越えることができない。したがって、従来は、内燃機関 100 に失火等の不都合を生じることがない、安全マージンを有する設定として、点火プラグ 200 の電極の温度が常に低いことを前提としたリッチ空燃比（P 1）が燃料噴射制御部 82 に設定されていた。その結果、内燃機関 100 では、混合気における燃料の割合が多くなった分、燃焼した際の炭化水素（H C）の発生が多くなっていた。

[0078] 他方、冷機始動時における点火プラグ200の電極の温度を高くするほど（図5の太線矢印参照）混合気に着火させるための最小点火エネルギーは低くなる。したがって、空燃比を大きく（燃料を薄く）しても点火プラグからの放電（点火）が最小点火エネルギーを越え、混合気へ着火させることが可能となる。その結果、内燃機関100における炭化水素（HC）の発生を少なくすることができる。そこで、内燃機関100では、後述の如く、冷機始動時における点火プラグ200の電極の温度を、放電（点火）前に高めておくようにする。これにより、冷機始動時の空燃比を大きくして、炭化水素（HC）の発生を抑えることができる。

[0079] [点火コイルの温度と放電エネルギー]

次に、点火コイル300の温度と放電エネルギーについて、図6を参照して説明する。

図6は、点火コイルの温度に対する、供給可能放電エネルギーと要求放電エネルギーと差分の関係を示した概念図である。

[0080] 図6に示すグラフの横軸は点火コイル300（図4参照）の実際の点火装置に関する温度値TC（以下、「点火コイル温度TC」とする）であり、縦軸は放電エネルギーの単位メガジュール（mJ）にて示される点火性能である。点火性能には、混合気に着火させるために必要とされる上述の最小点火エネルギーに基づき、例えば内燃機関100の運転状態に応じて設定される要求放電エネルギーと、点火コイル温度TCを定格温度以下と成すための上限値となる供給可能放電エネルギーが含まれる。上述したように、要求放電エネルギーは、混合気空燃比や、排ガス再循環量などの影響を受ける。また、供給可能放電エネルギーは点火コイル温度TCが定格温度から離れるほど高まる傾向を示し、例えば図6において定格温度を120degCとした場合、点火コイル温度TCが定格温度よりも低い80degC、40degCへと低下すると、その温度低下に応じて供給可能放電エネルギーの値は大きくなる。

[0081] 点火コイル300の1次側コイル310やイグナイタ340には、例えば

15 A程度の高電流が流れるため、点火を実行する度に瞬間的な発熱が繰り返される。そこで、点火コイル温度TCに基づき供給可能放電エネルギーAを設定し、供給可能放電エネルギーAを基準として、点火コイル300の1次側コイル310やイグナイタ340の温度が、予め設定された定格温度（各部品の設計上の耐熱温度）を超えないように点火コイル300の通電を制御する。点火コイル300が供給可能な放電エネルギーAは、点火コイル温度TCが上昇して定格温度に近づくと減少する。

[0082] 要求放電エネルギーBは、主に点火プラグ電極付近の混合気の状態、すなわち空燃比や吸気流の影響を受ける。要求放電エネルギーBは、混合気空燃比が理論空燃比に近い場合に、ほぼ最小値となる。一方、要求放電エネルギーBは、空燃比が理論空燃比から離れるのに応じて高くなる。

[0083] 一般的に、図6において左右方向で示す点火コイル温度TCの温度軸に対する供給可能放電エネルギーAと要求放電エネルギーBの傾きは、異なっている。したがって、図6に示すように、供給可能放電エネルギーAと要求放電エネルギーBは、交差する。この際、例えば、2つの放電エネルギーA、Bが交差する点の温度が点火コイル300の定格温度（設計上の使用温度範囲）よりも高い場合は、常に定格温度を超えることなく要求放電エネルギーB以上の放電エネルギーAを点火コイル300から出力できることになる。この場合は、内燃機関100の点火性能は、点火コイル300の温度に制約されることなく、常に充足される。

[0084] 他方、車両の燃費向上のため、例えば、空燃比が理論空燃比よりも大きい（燃料が薄い）混合気を燃焼させて内燃機関を運転する希薄燃焼もしくは希釈燃焼技術を実施する場合、混合気空燃比が理論空燃比から離れるのに応じて、要求放電エネルギーBが高まることから、2つの放電エネルギーA、Bが交差する点の温度が点火コイル300の定格温度を下回る（使用温度範囲内）場合がある。この場合に、この交差する点の温度よりも高温側においては、供給可能放電エネルギーAを上回る要求放電エネルギーBを継続的に点火コイル300へ供給することは困難である。そのため、内燃機関100

の希薄燃焼もしくは希釈燃焼などのいわゆる燃費改善技術の実行性は、2つの放電エネルギーA、Bが交差する点の温度よりも高温側において、供給可能放電エネルギーAが不足することにより、制約されることになる。

[0085] 以下、供給可能放電エネルギーAが要求放電エネルギーBを下回る場合における供給可能放電エネルギーAと要求放電エネルギーBとの差分値を、点火性能不足分Cと定義する。

[0086] [従来の点火コイルの温度と放電エネルギーの関係]

次に、従来の点火コイルの温度と放電エネルギーの関係について、図7を参照して説明する。

図7は、従来の点火コイルの温度と放電エネルギーの関係を示した概念図である。

[0087] 図7に示すグラフの横軸は点火コイル温度TCであり、縦軸は点火性能である。また、図7の太線は、従来の点火コイルから出力される放電エネルギーである。図7に示すように、従来（例えば、特開2000-054941号公報を参照）の点火装置では、点火コイル温度TCの値が判然としないため、例えば図7において120degCを定格温度とした場合、その120degCでの供給可能放電エネルギーA2が、点火コイルによる放電エネルギーの出力制限値として常に適用される。すなわち従来の点火装置では、供給可能放電エネルギーA2は点火コイル温度TCの変化に対して実質的に不変となっている。換言すれば、従来の点火装置は、空燃比が理論空燃比に近い状態で点火される場合に、供給可能放電エネルギーA2と要求放電エネルギーBとが交差する点の温度が点火コイルの定格温度よりも高くなるように設計されている。したがって、従来の点火装置を適用した内燃機関100の点火性能は、少なくとも空燃比が理論空燃比に近い状態で点火される条件では、点火コイル300の温度に制約されることなく常に充足される。

[0088] しかしながら、希薄燃焼や、燃焼後の排気ガスの一部を取り入れて再度吸気させる排気還流を実施する場合には、上述したように、混合気が理論空燃比に近い状態で点火する場合よりも要求放電エネルギーBが高まることから

、2つの放電エネルギーA、Bが交差する点の温度が定格温度を下回る。この場合、供給可能放電エネルギーAと要求放電エネルギーBが交差する点の温度よりも高温側においては、点火コイル温度TCの上昇に応じて点火性能不足分Cが増大することとなるので、失火を生じる虞がある。このような事情から、従来の点火装置を適用した内燃機関では、気筒に流入する空気量が低減されて要求放電エネルギーBが低下する低負荷の状況下においてのみ、希薄燃焼や排気還流が実施されるように、制限が課されていた。

[0089] [本発明に係る点火コイルの温度と放電エネルギーの関係]

次に、本発明に係る点火コイルの温度と放電エネルギーの関係について、図8を参照して説明する。

図8は、本発明を適用した場合の点火コイルの温度と放電エネルギーの関係を示した概念図である。

[0090] 図8に示すグラフの横軸は点火コイル温度TCであり、縦軸は点火性能である。また、図8の太線は、点火コイル300から出力される放電エネルギーである。図8に示すように、本実施形態では、点火コイル300の温度が、供給可能放電エネルギーAと要求放電エネルギーBが交差する点の温度よりも高温になると、要求放電エネルギーBよりも供給可能放電エネルギーAを優先する。

[0091] すなわち、本実施形態では、点火コイル温度TCが、供給可能放電エネルギーAと要求放電エネルギーBが交差する点の温度よりも高くなると、点火コイル300の放電エネルギーを、供給可能放電エネルギーAに設定する。これにより、点火コイル300の放電エネルギーは、供給可能放電エネルギーAと要求放電エネルギーBが交差する点の温度よりも高温になると、点火コイル温度TCの上昇と共に徐々に低減される。

[0092] なお、供給可能放電エネルギーAと要求放電エネルギーBが交差する点の温度よりも高温側において、本実施形態では、空燃比が理論空燃比に近い状態で点火されるように燃料噴射量を増量して、要求放電エネルギーBの値を実質的に下降させることもできる。すなわち、本実施形態では、混合気の着

火性を高めることで、放電エネルギーの低減によって不足した点火性能を補う。これにより、要求放電エネルギーBの値を下降させて点火コイル300の過熱防止を果たしながら要求される点火性能を満足することができる。その結果、失火を抑制することができる。また、本実施形態では、供給可能放電エネルギーAと要求放電エネルギーBが交差する点の温度よりも低温側において、希薄燃焼や排気還流を実施するために要求放電エネルギーBの値を従来の点火装置よりも上昇させることができる。これにより、気筒に流入する空気量の増加などにより要求放電エネルギーBが最も高まる高負荷の状況下においても、失火防止や点火コイル300の過熱防止を両立しながら希薄燃焼や排気還流を従来の点火装置よりもより多く実施することができる。その結果、車両の燃費を改善することができる。

[0093] このように、本実施形態では、点火コイル300の温度に応じて点火コイル300の放電エネルギーを変更する。したがって、点火コイル300の温度（点火装置の温度）を把握する必要がある。点火コイル300の温度は、例えば、温度センサを設けることで検出することができる。

[0094] しかし、点火コイル300に温度センサを設けると、検出素子や配線の増加に伴ってコストが増大したり、筐体が大型化したりする。そこで、本実施形態では、温度センサを設けずに、点火コイル300の温度を推定する。これにより、失火を抑制しながら、コストの増大や筐体の大型化を抑制することができる。

[0095] [点火、吸気及び燃料噴射制御処理]

第1実施形態に係る点火、吸気及び燃料噴射制御処理を、図9、図10および図13を参照して説明する。

図9および図10は、第1実施形態に係る点火、吸気及び燃料噴射制御処理を示すフローチャートである。図13は、第1実施形態に係る点火及び燃料噴射制御処理に用いる複数個のニューラルネットワークモデル間の説明変数と目的変数それぞれの入出力関係を示している概念図である。

[0096] 第1実施形態に係る点火、吸気及び燃料噴射制御処理は、内燃機関100

の始動（エンジン始動）と共に開始される。はじめに、全体制御部 81 は、現在の電源電圧 V_B を取得する（S1）。続いて、全体制御部 81 は、内燃機関 100 の現在の回転速度 NE を取得する（S2）。次に、全体制御部 81 の負荷情報生成部 87 は、アクセルペダル 125 の踏込量から得られる要求トルク T_Q を取得する（S3）。また、全体制御部 81 の要求設定部 812 は、該要求トルク T_Q に対応する内燃機関 100 の要求目標空燃比を設定する（S4）。そして、全体制御部 81 の要求設定部 812 は、吸気装置の目標開度である EGR 弁 181 の要求 EGR 開度及び要求スロットル開度を設定する（S5）。さらに、全体制御部 81 の点火時期設定部 811 は、現在の回転速度 NE に応じて内燃機関 100 の点火時期を設定する（S6）。

[0097] 次に、全体制御部 81 は、点火コイル温度 TC を目的変数とする第 1 ニューラルネットワークモデルの説明変数を設定する（S7）。ステップ S7 では、点火装置の現在温度 TC の推定を実行するために、点火コイル温度 TC を目的変数とする第 1 ニューラルネットワークモデルに、車両の現在の状態に関する情報を説明変数として設定する。車両の現在の状態に関する情報には、流量センサ 114 の出力信号に基づく現在の空気の吸気量、現在の電源電圧 V_B 、現在の回転速度 NE 、および現在の車両の移動速度が含まれる。

[0098] 次に、全体制御部 81 の点火装置温度推定部 814 は、点火コイル温度 TC を目的変数とする第 1 ニューラルネットワークモデルにステップ S4 で設定された説明変数を入力して、現在温度 TC を推定する（S8）。

[0099] 一方、ステップ S7～S8 の処理と並行して、全体制御部 81 は、通信部 190 を介して外部情報を取得する（S9）。この際、点火装置温度推定部 814 は、問い合わせを行うためのクエリメッセージを、通信部 190 を介して上述のナビゲーション装置へ送信し、その応答として、ナビゲーション装置から取得した外部情報が通信部 190 を介して点火装置温度推定部 814 に返送される。外部情報は、自車両の将来の経路上における車両の状態に関する情報であり、本発明に係る予測用パラメータに対応する。外部情報としては、例えば、道路交通情報に基づく平均移動速度や、自車両の将来の経

路上における外気温情報、自車両の過去の運転履歴情報などを挙げることができる。なお、ナビゲーション装置と上述のデータセンターとの間のいわゆる車両 - インフラストラクチャ間 (V2I) 通信で得られる不特定多数の車両の過去の運転履歴情報や、自車の将来の経路上に先行している他の車両との間で実施されうる車車間 (V2V) 通信を介して得られる他車の移動速度を外部情報として取得してもよい。而して外部装置 (この実施形態においてはナビゲーション装置) では、たとえば現在の時刻、地図上の自車の現在位置 (現在地) および予め設定された自車の目的地情報、および現在の自車の現在の移動速度などの情報を基に、自車の目的地までの移動予定経路における地図上の自車の将来位置と、自車の将来位置に対応する予測用パラメータが取得される。

[0100] 次に、全体制御部 81 は、外部情報に基づき車両の将来の状態に関する情報を予測する (S10)。車両の将来の状態に関する情報には、少なくとも将来の電源電圧 V_B 、将来の車両の移動速度、および将来の回転速度 N_E が含まれる。なお、将来の電源電圧 V_B は現在の電源電圧 V_B の値で代用することができる。また、将来の回転速度 N_E は、将来の車両の移動速度および自車の所定の駆動装置減速比に基づいて演算するか、または現在の回転速度 N_E の値で代用することが可能である。なお、この予測において、車外情報を用いない所謂スタンドアロン型の制御を実施することもできる。この場合は、外部装置ではなく制御装置 1 内に自車両の移動状態や移動環境に係る情報を収集、登録する内部データベースを形成して自車両の過去の運転履歴情報を構成し、この内部データベースから、時刻や走行距離などを基に、将来の経路上における自車両の運転状態を予測することもできる。例えば、通勤や配送用途の車両であれば、同一な発着 2 地点間での定時性のある反復運行が見込まれるため、この先の経路上における自車両の運転状態を容易に予測することが可能である。

[0101] 次に、全体制御部 81 は、点火コイル温度 T_C を目的変数とする第 1 ニューラルネットワークモデルの説明変数に上述の車両の将来の状態に関する情

報を設定する（S 1 1）。

[0102] 次に、全体制御部 8 1 の点火装置温度推定部 8 1 4 は、点火コイル温度 T_C を目的変数とする第 1 ニューラルネットワークモデルにステップ S 1 1 で設定された説明変数を入力して、将来の移動経路上における将来温度 T_{Cf} を推定する（S 1 2）。将来温度 T_{Cf} は、例えば、予め定めた所定時間（例えば、1 分）が経過後の点火装置の温度としてもよい。なお、ステップ S 7 ~ S 8 における第 1 ニューラルネットワークモデルでの現在温度 T_C の出力およびステップ S 9 ~ S 1 2 における第 1 ニューラルネットワークモデルでの将来温度 T_{Cf} の出力は、処理の時系列において実行間隔、実行頻度を同期させて出力を実行することや、処理の時系列において実行間隔、実行頻度を異ならせて非同期に出力を実行することができる。たとえば、本実施形態ではステップ S 1 2 における将来温度 T_{Cf} の出力は、ステップ S 8 における現在温度 T_C の出力よりも低頻度で実行される。このように、将来温度 T_{Cf} の出力を時系列において低頻度とすることにより、将来温度 T_{Cf} との因果関係を有する説明変数を得るための外部装置との通信頻度を減少して、内部ネットワークおよび外部ネットワークの通信負荷を調整することができる。

[0103] 次に、全体制御部 8 1 の調整部 8 1 3 は、現在温度 T_C が将来温度 T_{Cf} より大きいか否かを判定する（S 1 3）。ステップ S 1 3 において、現在温度 T_C が将来温度 T_{Cf} 以下であると判定したとき、調整部 8 1 3 は、上述の供給可能放電エネルギー A に相当する点火コイル 3 0 0 の通電時間値である制限通電時間（制限通電量）を目的変数とした第 2 ニューラルネットワークモデルの説明変数に現在温度 T_C を入力して、現在温度 T_C に応じた制限通電時間を設定する（S 1 4）。なお、ステップ S 1 4 において第 2 ニューラルネットワークモデルに入力する所定の説明変数には、少なくとも現在の電源電圧 V_B 、現在の回転速度 N_E 、及び現在温度 T_C が含まれる。

[0104] ステップ S 1 3 において、現在温度 T_C が将来温度 T_{Cf} より大きいと判定したとき、調整部 8 1 3 は、制限通電時間を目的変数とした上述の第 2 ニ

ニューラルネットワークモデルの説明変数に将来温度 T_{Cf} を入力して、将来温度 T_{Cf} に応じた制限通電時間を設定する（S15）。すなわち、将来の移動経路上において、点火装置の将来温度 T_{Cf} が現在温度 T_C よりも低下すると推定される場合には、該将来温度 T_{Cf} に応じて制限通電時間すなわち供給可能放電エネルギー A を設定することにより、希薄燃焼若しくは希釈燃焼希薄燃焼の際の大きな要求放電エネルギー B （図6、図7乃至図8参照）を点火装置へ供給できるように制御する。これにより、調整部813は、目標空燃比を増大させる（吸気中の燃料を理論空燃比よりも薄くする）希薄燃焼や、EGR弁181を介して排気ガスを吸気マニホールド112に還流する排気還流量を増大させる希釈燃焼を実行して内燃機関の燃費を改善することが可能となる。なお、希薄燃焼や希釈燃焼の度合いは、燃料噴射弁を調節して吸気への燃料の噴射量を変化させたり、EGR弁開度を調節して排気還流量を変化させたり、スロットル弁開度を調節して吸気量を変化させたりすることにより、運転状態に応じて調節することができる。

[0105] ステップS14またはステップS15の処理後、全体制御部81の要求設定部812は、要求通電時間を目的変数とした第3ニューラルネットワークモデルに説明変数を入力して、内燃機関100の運転状態に応じた要求通電時間を出力する（S16）。第3ニューラルネットワークモデルに入力する説明変数には、少なくとも現在の電源電圧 V_B 、現在の回転速度 N_E 、現在の吸気流量（吸気量）が含まれる。また、第3ニューラルネットワークモデルに入力する説明変数には、上述の希薄燃焼や希釈燃焼の度合いに対応する上述の内燃機関100の運転状態に応じた要求目標空燃比の値、および内燃機関100の運転状態に応じたEGR弁開度の要求開度値が含まれる。

[0106] 次に、全体制御部81の調整部813は、ステップS16で求めた要求通電時間がステップS14またはステップS15において求めた制限通電時間よりも大きいかな否かを判定する（S17）。ステップS17において、要求通電時間が制限通電時間よりも大きくないと判定したとき（S17がNO判定の場合）、調整部813は、点火コイル300の通電時間（以下、「点火

コイル通電時間」とする)に、要求通電時間を設定する(S 18)。

[0107] ステップS 18の処理後、全体制御部81の燃料噴射量設定部815は、上述の内燃機関100の運転状態に応じた要求目標空燃比の値を燃料噴射制御部82の目標空燃比として設定する(S 19)。また、吸気制御部91は、上述の内燃機関100の運転状態に応じたEGR弁181の要求開度の値をEGR弁181の目標開度として設定する(S 20)。これにより、内燃機関100の運転状態に応じた希薄燃焼や希釈燃焼を実行して、燃費を改善することができる。

[0108] 一方、ステップS 17において、要求通電時間が制限通電時間よりも大きいと判定したとき(S 17がYES判定の場合)、調整部813は、点火コイル通電時間に、制限通電時間を設定する(S 21)。

[0109] ステップS 20の処理後、全体制御部81の燃料噴射量設定部815は、上述の内燃機関100の運転状態に応じた要求目標空燃比の値を、要求放電エネルギーBが最小値となる理論空燃比、若しくは理論空燃比に近い値に補正し、この補正された要求目標空燃比の値を燃料噴射制御部82の目標空燃比として設定する(S 22)。また、吸気制御部91は、上述の内燃機関100の運転状態に応じたEGR弁181の要求開度を要求よりも小さい値に補正し、EGR弁181の目標開度として設定する(S 23)。これにより、混合気の最小点火エネルギーの値を低減(要求放電エネルギーBを低下)させて失火を抑制することができる。

[0110] 次に、燃料噴射制御部82は、燃料噴射装置134に燃料噴射を実行させる(S 24)。具体的には、燃料噴射制御部82が、ステップS 19またはステップS 22において設定された目標空燃比に基づく燃料噴射量 T_{inj} 、及び燃料噴射時期設定部816が設定した燃料噴射時期 $FISTG$ に応じた駆動電流(駆動電圧)を燃料噴射装置134に通電する。なお、図13に示すように、燃料噴射量 T_{inj} や燃料噴射時期 $FISTG$ などの燃料噴射通電指示情報は、これらを目的変数とした第4ニューラルネットワークモデルに説明変数を入力して設定することができる。

[0111] 次に、点火制御部 83 は、点火装置に点火を実行させる（S25）。具体的には、点火制御部 83 が、ステップ S18、S21 において設定した点火コイル通電時間、ステップ S3 において設定した点火時期 I G A D V、及び回転速度 N E に応じた点火信号 S A を、点火コイル 300 に出力する。ステップ S25 の処理後、全体制御部 81 は、処理をステップ S1 に戻す。なお、図 13 に示すように、点火時期 I G A D V などの点火コイル通電指示情報は、これを目的変数とした第 5 ニューラルネットワークモデルに説明変数を入力して設定することができる。

[0112] [ニューラルネットワークモデル]

次に、本実施形態に係るニューラルネットワークモデルについて、図 11 及び図 12 を参照して説明する。

図 11 は、点火コイル温度 T C を目的変数とする第 1 ニューラルネットワークモデル、制限通電時間を目的変数とする第 2 ニューラルネットワークモデル、要求通電時間を目的変数とする第 3 ニューラルネットワークモデルなどの各ニューラルネットワークモデルを構成する各ニューロンの重みとバイアスを示す概念図である。図 12 は、本実施形態に係る各目的変数の演算をニューラルネットワークモデルで実現する方法について説明する図である。図 13 は、第 1 実施形態に係る点火及び燃料噴射制御処理に用いるニューラルネットワークモデルを示す概念図である。

[0113] ニューラルネットワークモデルとは、人間の脳神経回路の仕組みを模した数学モデルであり、本実施形態では、説明変数が入力される入力層と、目的変数を出力する出力層と、入力層と出力層との間を接続する中間層とが設けられた多層ニューラルネットワークモデルにより構成されている。ニューラルネットワークモデルは、いわゆる機械学習において深層学習を行う手段として用いられることが多い。例えば、機械学習のアルゴリズムには、誤差逆伝播法を適用できる。なお、本実施形態ではニューラルネットワークモデルを利用しているが、機械学習により点火コイル温度 T C の推定や、制限通電時間及び要求通電時間を決定できるものであればこの例に限らない。

[0114] 図 1 1 に示すように、ニューラルネットワークモデルを構成する各ニューロン（ユニット）には、重み w とバイアス b が設定される。 n 個のニューロンに入力 $a_1 \sim a_n$ がそれぞれ入力され、ニューロンごとに設定された重み $w_1 \sim w_n$ が乗算される。そして、次層のニューロンにおいて重み $w_1 \sim w_n$ が乗算された入力 $a_1 \sim a_n$ を加算（結合）するとともに、加算結果にバイアス b を付与した出力 z が得られる。次層のニューロンは、関数 $f(z)$ で表される a を出力する。

[0115] また、各ニューロンには、活性化関数と呼ばれる関数が定義されている。活性化関数には、ロジスティック関数（シグモイド関数）やランプ関数（ReLU (Rectified Linear Unit) 関数）などが適宜設定される。図 1 2 には、入力 x が 0 よりも大きいほどニューロンが活性化されて出力 $y (= f(x))$ が 1 に近づき、入力 x が 0 よりも小さいほどニューロンが非活性化されて 0 に近づく例が示されている。例えば、入力 x が「5」のとき、活性化関数の出力 y は「1」となり、当該ニューロンから次層のニューロンへ「1」を出力する。

[0116] 図 1 2 に併せて示すように、多層ニューラルネットワークモデルの中間層は、複数個のニューロンで形成される層が複数重ね合わさるように構成される。ニューロン数や中間層の層数を数多く配置した大規模なニューラルネットワークモデルを構成することで、複雑な入出力関係を学習させ目的変数の近似精度を高めることができるが、近似精度を高めることとニューラルネットワークモデル規模の大小との間にはトレードオフの関係があるため、本実施形態に係る車両の内燃機関の制御装置のニューラルネットワークモデルは、所望の近似精度と、制御装置 1 の演算処理能力、筐体サイズ、コストの抑制などを考慮したモデル規模との双方の要求をバランスする、いわゆる費用対効果の高い両立点を予め検討したうえで構成し提供される。

[0117] 而して、目的変数との因果関係を有する変数を説明変数の教師データとして入力層に設定し、且つ、目的変数を教師データとして出力層に設定し、そのうえで、誤差逆伝播法などの公知のアルゴリズムを用いて中間層の複数個

のニューロンへと重み w とバイアス b を機械学習（教師有り学習）させることによって、ニューラルネットワークモデルの入出力関係を精度よく近似させることができる。このような学習を施した学習済みモデルは、教師データとして機械学習に用いられた説明変数が入力層に入力されると、学習済みの内容に基づいた入出力関係の演算を実行し、入力された説明変数に基づく目的変数の値を演算結果として出力する。

[0118] [目的変数と説明変数の関係]

次に、本実施形態に係る目的変数と説明変数の関係について、図14を参照して説明する。

図14は、第1実施形態に係る第1～第5ニューラルネットワークモデルの目的変数と説明変数の関係を示す対応表である。それぞれの目的変数を推定（演算）するために入力する説明変数の一例を示している。

[0119] 図14に示すように、第1ニューラルネットワークモデルにおいて目的変数の点火コイル温度 TC を推定する場合は、上述の回転速度 NE および電源電圧 VB に加えて、吸気流量、吸気圧力、吸気温度、吸気湿度、雨量（雨量検知）、冷却水温、冷却風速に関する値、車両の移動速度、点火時期、点火コイル通電時間（実行した値）、通電回数／通電サイクル、エンジン（内燃機関）始動後の経過時間、エンジン（内燃機関）停止後の経過時間、供給可能放電エネルギー（前回演算した値）から選ばれる変数を、説明変数として第1ニューラルネットワークモデルに入力し、中間層の複数個のニューロンへと機械学習させる。

[0120] なお、上述の説明変数に加えて、第1ニューラルネットワークモデルにさらに追加可能な説明変数としては、例えば、筒内圧センサで検出した燃焼圧、潤滑油温、内燃機関の吸気弁／排気弁の各開弁するクランク角度もしくは各閉弁するクランク角度に関する値、アクセル開度、点火コイル温度 TC （前回値）、点火コイル通電時間、空燃比フィードバック補正係数、下流側空燃比センサ（ O_2 センサ）電圧、上流側空燃比センサ（リニア空燃比センサ）電圧、内燃機関に供給する燃料の性状（オクタン価など）に関する値、ラ

ジェターファンの作動状態、トルク、吸気量、燃料噴射量、空燃比または当量比、排気還流に関連する排気管内圧力の値、などを挙げることができ、これらの一部乃至全部は、目的変数である点火コイル温度 T_C との因果関係の大小や、上述したようなニューラルネットワークモデル規模の大小、制御装置1における変数の取得容易性などを鑑みて取捨選択され、必要とされる変数を第1ニューラルネットワークモデルの説明変数として設定することができる。

[0121] [説明変数]

次に、第1実施形態に係る第1ニューラルネットワークモデルを用いて点火コイル温度（現在温度 T_C 、または将来温度 T_{Cf} ）を推定するための説明変数の選定方法について、図15を参照して説明する。

図15は、第1実施形態に係る第1ニューラルネットワークモデルを用いて点火コイル温度を推定するための説明変数を選定する際に検討される影響因子に係る変数の一例を示している表である。

[0122] 点火コイル温度の変動に係る影響因子は、点火コイルの内部発熱に関する因子と、外部伝熱に関する因子がある。図15に示すそれぞれの変数について、点火コイル温度との相関係数の絶対値の大小を検討する。そして、例えば、相関係数の大きい変数から順に、第1ニューラルネットワークモデルの説明変数として選定する。

[0123] 点火コイルの内部発熱には、2次電流による発熱と、1次電流による発熱と、イグナイタ340（図4参照）における発熱がある。この発熱は、点火コイルの内部回路での電力損失で生じる。そこで、内部発熱のそれぞれについて、相関係数の大きい変数を説明変数として選定する。2次電流による発熱への相関係数の大きい変数としては、回転速度 NE 、吸気流量、吸気圧力、混合ガス空燃比、点火時期、点火コイル通電時間／通電回数／サイクルが挙げられる。1次電流やイグナイタによる発熱への相関係数の大きい変数としては、回転速度 NE 、電源電圧 V_B 、点火コイル通電時間／通電回数／サイクルが挙げられる。

[0124] 点火コイルの外部伝熱は、点火コイル300の筐体外部の接触部で生じる。点火コイル300に直接接触している物体は、例えば、内燃機関100の気筒毎に点火プラグに隣接するように点火コイルが配備される形式の点火コイルでは、空気（雰囲気）と点火プラグとシリンダヘッドである。そこで、点火コイル300に直接接触している物体のそれぞれについて、相関係数の大きい変数を説明変数として選定する。例えば、外部伝熱への相関係数の大きい変数としては、吸気温度、吸気湿度、雨量、冷却水温、潤滑油温、冷却風速、車両の移動速度、混合ガス空燃比、気筒番号、エンジン（内燃機関）始動後の経過時間、エンジン（内燃機関）停止後の経過時間、が挙げられる。

[0125] 本実施形態では、放電（点火）により火花を発生させて混合気に着火させる場合の要求通電量及び制限通電量を決定し、点火コイル通電量を調整する例を説明した。この放電（点火）は、内燃機関100の1回の燃焼サイクルのために間欠的に行うもの（クランクが2回転する毎の圧縮上死点毎に1回の点火）や、圧縮上死点および排気上死点毎に放電および点火を行うものが挙げられる。また、本発明は、上死点での点火に加えて点火プラグでの追加放電を多重多発的に行う（多重点火を行う）場合に適用してもよい。すなわち、内燃機関100の1回の燃焼サイクルのための要求通電量及び制限通電量の総量に基づいて、圧縮上死点の点火、毎回転点火、または多重点火のそれぞれの点火コイル通電量を個別に調整してもよい。例えば、圧縮上死点での点火コイルの通電時間は要求通電量に基づき設定され、排気上死点での放電もしくは多重点火での放電の点火コイルの各通電時間は、内燃機関100の1回の燃焼サイクルのための制限通電量の総量から要求通電量を差し引いた値を排気上死点での放電もしくは多重点火での放電予定回数に応じて分割演算することにより設定することができる。而して、排気上死点での放電もしくは多重点火での放電は、上述の図8で示すような供給可能放電エネルギーAと要求放電エネルギーBが交差する点の温度よりも低温側で実行される。

[0126] [車両の移動速度、点火装置温度、および点火エネルギーの関係]

次に、車両の移動速度、点火装置温度、および点火エネルギーの関係について、図16を用いて説明する。

図16は、車両の移動速度、点火装置温度、および点火エネルギーのタイミングチャートである。

[0127] 点火装置の温度は、主に、点火コイル300（図4参照）に通電した際の発熱（コイル通電発熱）と、点火コイル300の周囲の温度（エンジンヘッドの温度）と、点火装置周りの風速の影響を受ける。したがって、点火装置周りの風速は、車両の移動速度に伴って変化する。

[0128] 図16に示すように、例えば、一定速度且つ理論空燃比による運転で移動していた車両が、A1時点から加速（移動速度が上昇）状態に遷移すると、熱時定数を有する点火装置の現在温度TCは、加速に比例した相対風速の増加に応じて上記A1時点よりも時系列において遅れたB1時点から低下し始める。その後、加速を終えた車両がA2時点から一定速度での移動状態に遷移すると、上記A2時点よりも時系列において遅れたB3時点から点火装置の発熱と放熱の熱収支が釣り合い、現在温度TCは安定する。この際、B1時点から低下する現在温度TCに基づいて、点火装置の制限通電時間を延長（増大）させることにより、要求通電時間の増加を伴う希釈燃焼制御（燃費低減制御）の実行度合いを増加させることが可能となる。例えば、B1時点から低下する現在温度TCに基づいて希釈燃焼制御の実行度合いを順次増加させていくと、現在温度TCは、上記B1時点よりも時系列において遅れたB2時点から、上記希釈燃焼制御の実行度合いの増加に呼応する体で上昇し始める。而して、希釈燃焼制御（燃費低減制御）を実施する場合の現在温度TCは、理論空燃比による運転で点火装置の発熱と放熱の熱収支が釣り合う上記B3時点よりも時系列においてさらに遅れたB4時点で釣り合いを得ることとなり、これにより、上記B4時点以降で、希釈燃焼制御による運転での現在温度TCは一時的に安定を得る。

[0129] 上記のB1時点から上記B4時点の期間での経過から容易に諒解されるよ

うに、車両が加速する過程では、加速に比例した相対風速の増加に応じて現在温度 T_C のアンダーシュートが発生し、これにより、点火装置の定格温度と現在温度 T_C の差（温度の余裕）が拡大する。換言すれば、車両の移動速度の変化から遅れて低下していく現在温度 T_C に基づき点火コイル300の通電量を増加すると、遅れの影響による希釈燃焼制御（燃費低減制御）の機会損失が生じる。

[0130] 上記に続いて、上記A2時点よりも時系列において遅れたA3時点から、それまで一定速度且つ希釈燃焼制御による運転で移動していた車両が、A3時点から減速（移動速度が下降）状態に遷移すると、現在温度 T_C は、減速に比例した相対風速の減少に応じて上記A3時点よりも時系列において遅れたC1時点から低下し始める。その後、減速を終えた車両はA4時点から移動停止状態に遷移する。この際、上記A3時点以降は、点火および燃料噴射の停止を伴う公知の燃料カット制御やアイドリングストップ制御が実行される。点火の停止に伴って、点火装置での発熱は実質ゼロとなるので、上記A4時点以降は現在温度 T_C は外気温度に向かって下降する。

[0131] [第1実施形態における移動速度、点火装置温度、および点火エネルギーの関係]

次に、第1実施形態に係る移動速度、点火装置温度、および点火エネルギーの関係について、図17を用いて説明する。

図17は、第1実施形態に係る移動速度、点火装置の現在温度 T_C 、および点火エネルギーのタイミングチャートである。

[0132] 図17に示すように、例えば、一定速度且つ理論空燃比による運転で移動していた車両が、A1時点から加速（移動速度が上昇）状態に遷移すると、熱時定数を有する点火装置の現在温度 T_C は、加速に比例した相対風速の増加に応じて上記A1時点よりも時系列において遅れたB1時点から低下し始める。その後、加速を終えた車両がA2時点から一定速度での移動状態に遷移すると、上記A2時点よりも時系列において遅れたB3時点から点火装置の発熱と放熱の熱収支が釣り合い、理論空燃比による運転での現在温度 T_C

は安定する。この際、本実施形態では、上記 B 1 時点から低下する現在温度 T_C を予測する点火装置の将来温度 T_{Cf} に基づいて、点火装置の制限通電時間を延長（増大）させることにより、車両が加速する過程での現在温度 T_C のアンダーシュート（図 16 参照）を抑制することができる。このように、本実施形態では、将来温度 T_{Cf} に基づいて希釈燃焼制御による運転を実行することにより、車両が加速する際に生じる点火装置の定格温度と現在温度 T_C の差（温度の余裕）を無駄なく活用して要求通電時間の増加を伴う希釈燃焼制御（燃費低減制御）を実行することができる。その結果、燃費を改善することができる。

[0133] このように、本発明では、車両が走行している間に将来温度 T_{Cf} に基づいて希釈燃焼制御を行うため、点火装置を大型化して熱容量を大きく設定するなどの、ハードウェアにおけるコスト増を伴うような温度マージンの増大施策を実行することなく、燃費を改善することができる。

[0134] [まとめ]

（1）上述した実施形態に係る制御装置 1（内燃機関制御装置）は、吸気マニホールド 112（吸気通路）を介して気筒 150 内に吸気を導くスロットル弁 113（吸気装置）と、燃料を供給する燃料噴射装置 134（燃料供給装置）と、吸気および燃料からなる混合気に点火するための点火装置とを備えた車両用の内燃機関 100 を制御する。制御装置 1 は、点火装置温度推定部 814 と、調整部 813 及び燃料噴射量設定部 815（調整部）とを備える。点火装置温度推定部 814 は、車両の現在の状態に関する情報に基づき、点火装置の現在温度 T_C を測定または推定し、かつ将来の経路上における点火装置の温度である将来温度 T_{Cf} を推定する。調整部 813 は、現在温度 T_C および将来温度 T_{Cf} に応じて、点火装置、燃料噴射装置 134 またはスロットル弁 113 の少なくとも 1 つの制御指令を調整する。

これにより、将来の経路上における車両の運転状態を考慮して点火装置の熱収支を適切に制御することができる。その結果、点火装置の大型化やコストの増加を抑制することができる。

[0135] (2) 上述した実施形態に係る制御装置 1 (内燃機関制御装置) では、移動体の現在の状態に関する情報に基づき点火装置の要求通電量が設定され、且つ点火装置の温度と内燃機関の回転速度及び吸気装置の目標空燃比に基づいて点火装置の制限通電量が決定される。現在温度 T_C が将来温度 T_{Cf} より大きい場合、将来温度 T_{Cf} に基づいて制限通電量が決定され、現在温度 T_C が将来温度 T_{Cf} 以下である場合、現在温度 T_C に基づいて制限通電量が決定される。調整部 813 は、制限通電量と要求通電量との大小関係に基づき制限通電量と要求通電量のいずれかを点火装置の制御指令として設定する。

これにより、将来の経路上における車両の運転状態を考慮して、目標空燃比を増加させることができる。その結果、希釈燃焼制御 (燃費低減制御) を行う機会を失わないようにすることができ、燃費を改善することができる。

[0136] (3) 上述した実施形態に係る吸気装置には、内燃機関の排気ガスを還流する EGR 管 180 及び EGR 弁 181 (排気還流装置) が接続されている。制御装置 1 (内燃機関制御装置) では、移動体の現在の状態に関する情報に基づき EGR 弁 181 の要求制御量が設定される。点火装置の要求通電量は、EGR 弁 181 の要求制御量に応じて設定されている。調整部 813 は、制限通電量と要求通電量との大小関係に基づき要求制御量、または要求制御量を補正した値のいずれかを EGR 管 180 及び EGR 弁 181 の制御指令として設定する。

これにより、排気還流を実施して空燃比を増加させることができる。その結果、燃費を向上させることができる。

[0137] (4) 上述した実施形態に係る制御装置 1 (内燃機関制御装置) では、移動体の現在の状態に関する情報に基づき混合気に対する要求目標空燃比が設定される。点火装置の要求通電量は、要求目標空燃比に応じて設定される。調整部 813 は、制限通電量と要求通電量との大小関係に基づき要求目標空燃比、または要求目標空燃比を補正した値のいずれかを燃料供給装置に対する制御指令として設定する。

これにより、燃料供給装置の燃料供給量を適切に調整することができる。

[0138] (5) 上述した実施形態に係る制御装置 1 (内燃機関制御装置) では、移動体の現在の状態に関する情報に基づき吸気装置の要求開度が設定される。点火装置の要求通電量は、吸気装置の要求開度に応じて設定される。調整部 813 は、制限通電量と要求通電量との大小関係に基づき吸気装置の要求開度、または吸気装置の要求開度を補正した値のいずれかを吸気装置に対する制御指令として設定する。

これにより、点火装置の要求通電量を適切に調整することができる。

[0139] (6) 上述した実施形態に係る移動体用の制御システムは、移動体 (車両) 用の内燃機関 100 を制御する内燃機関制御装置 1 と、移動体の外部にある外部装置と内燃機関制御装置 1 との間の通信を仲介する通信部 190 (通信装置) とを備える。内燃機関 100 は、吸気マニホールド 112 (吸気通路) を介して気筒 150 内に吸気を導くスロットル弁 113 (吸気装置) と、燃料を供給する燃料噴射装置 134 (燃料供給装置) と、吸気および燃料からなる混合気に点火するための点火装置とを備える。内燃機関制御装置 1 は、点火装置温度推定部 814 と、調整部 813 と、現在パラメータ観測部とを備える。現在パラメータ観測部は、回転速度情報生成部 86、吸気量計測部 87、水温計測部 89 等から構成される。点火装置温度推定部 814 は、車両の現在の状態に関する情報に基づき、点火装置の現在温度 T_C を測定または推定し、かつ将来の経路上における点火装置の温度である将来温度 T_{Cf} を推定する。調整部 813 は、現在温度 T_C および将来温度 T_{Cf} に応じて、点火装置、燃料噴射装置 134 またはスロットル弁 113 の少なくとも 1 つの制御指令を調整する。現在パラメータ観測部は、車両の現在の状態に関する現在パラメータを測定または推定する。調整部 813 は、予測用パラメータ取得部と、将来パラメータ予測部とを有する。予測用パラメータ取得部は、通信部 190 による外部装置との通信接続を介して、将来の経路上における移動体 (車両) の状態に関する予測用パラメータを取得する。将来パラメータ予測部は、予測用パラメータおよび現在パラメータに基づいて、将

来の経路上における車両の状態に関する複数の将来パラメータを予測する。
点火装置温度推定部 814 は、現在温度 T_C と、複数の現在パラメータおよび複数の将来パラメータに基づいて将来温度 T_{Cf} を推定する。

これにより、将来の経路上における移動体（車両の）運転状態を考慮して、点火コイル 300 の点火装置の熱収支を適切に制御することができる。その結果、点火装置の大型化やコストの増加を抑制することができる。

[0140] （7）上述した実施形態に係る予測用パラメータは、将来の経路上における移動体運転状態（移動状態）に関する情報である。点火装置温度推定部 814 は、現在パラメータに基づき、現在温度 T_C を測定または推定すると共に、予測用パラメータに基づき、将来温度 T_{Cf} を推定する。

これにより、点火装置の現在温度 T_C 及び将来温度 T_{Cf} を測定または推定することができる。

[0141] （8）上述した実施形態に係る将来温度 T_{Cf} は、点火装置温度推定部 814 の有するニューラルネットワークモデルを介して出力される。ニューラルネットワークモデルの説明変数は、予測用パラメータから選択されるパラメータと、点火装置の発熱部に関するパラメータと、点火装置の内外の熱収支に関するパラメータを含んでいる。

これにより、点火装置の現在温度 T_C 及び将来温度 T_{Cf} を推定することができる。

[0142] 本発明は上述しかつ図面に示した実施の形態に限定されるものではなく、請求の範囲に記載した発明の要旨を逸脱しない範囲内で種々の変形実施が可能である。

[0143] また、上述した実施形態は、本発明を分かりやすく説明するために詳細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るものではない。また、ある実施形態の構成の一部を他の実施形態の構成に置き換えることが可能であり、また、ある実施形態の構成に他の実施形態の構成を加えることも可能である。また、各実施形態の構成の一部について、他の構成の追加・削除・置換をすることが可能である。

符号の説明

[0144] 1…内燃機関制御装置、 10…アナログ入力部、 20…デジタル入力部、 30…A/D変換部、 40…RAM、 50…MPU、 60…ROM、 70…I/Oポート、 80…出力回路、 81…全体制御部、 82…燃料噴射制御部、 83…点火制御部、 84…気筒判別部、 85…角度情報生成部、 86…回転速度情報生成部、 87…吸気量計測部、 88…負荷情報生成部、 89…水温計測部、 90…電圧計測部、 91…吸気制御部 100…内燃機関、 110…エアクリーナ、 111…吸気管、 112…吸気マニホールド、 113…スロットル弁、 113a…スロットル開度センサ、 114…流量センサ、 115…吸気温センサ、 120…リングギア、 121…クランク角センサ、 122…水温センサ、 123…クランクシャフト、 125…アクセルペダル、 126…アクセルポジションセンサ、 130…燃料タンク、 131…燃料ポンプ、 132…プレッシャレギュレータ、 133…燃料配管、 134…燃料噴射装置、 140…筒内圧センサ、 150…気筒、 151…吸気弁、 152…排気弁、 160…排気マニホールド、 161…三元触媒、 162…上流側空燃比センサ、 163…下流側空燃比センサ、 170…ピストン、 180…EGR管、 181…EGR弁、 190…通信部、 200…点火プラグ、 210…中心電極、 220…外側電極、 230…絶縁体、 300、 301…点火コイル、 310…1次側コイル、 320…2次側コイル、 330…直流電源、 340…イグナイタ、 350、 360…温度スイッチ部、 361…温度検出部、 500、 501…電気回路、 811…点火時期設定部、 812…要求設定部、 813…調整部、 814…点火装置温度推定部、 815…燃料噴射量設定部、 816…燃料噴射時期設定部

請求の範囲

[請求項1] 吸気通路を介して気筒内に吸気を導く吸気装置と、燃料を供給する燃料供給装置と、前記吸気および前記燃料からなる混合気に点火するための点火装置とを備えた移動体用の内燃機関を制御する内燃機関制御装置であって、

前記移動体の現在の状態に関する情報に基づき、前記点火装置の現在温度を測定または推定し、かつこの先の経路上における前記点火装置の温度である将来温度を推定する点火装置温度推定部と、

前記現在温度および前記将来温度に応じて、前記点火装置、前記燃料供給装置または前記吸気装置の少なくとも1つの制御指令を調整する調整部と、を備える

内燃機関制御装置。

[請求項2] 前記移動体の現在の状態に関する情報に基づき前記点火装置の要求通電量が設定され、且つ前記点火装置の温度と前記内燃機関の回転速度及び前記吸気装置の目標空燃比に基づいて前記点火装置の制限通電量が決定され、

前記現在温度が前記将来温度より大きい場合、前記将来温度に基づいて前記制限通電量が決定され、前記現在温度が前記将来温度以下である場合、前記現在温度に基づいて前記制限通電量が決定され、

前記調整部は、前記制限通電量と前記要求通電量との大小関係に基づき前記制限通電量と前記要求通電量のいずれかを前記点火装置の制御指令として設定する

請求項1に記載の内燃機関制御装置。

[請求項3] 前記吸気装置には、前記内燃機関の排気ガスを還流する排気還流装置が接続され、前記移動体の現在の状態に関する情報に基づき前記排気還流装置の要求制御量が設定され、

前記点火装置の前記要求通電量は、前記排気還流装置の要求制御量に応じて設定され、

前記調整部は、前記制限通電量と前記要求通電量との大小関係に基づき前記要求制御量、または前記要求制御量を補正した値のいずれかを前記排気還流装置の制御指令として設定する

請求項 2 に記載の内燃機関制御装置。

[請求項4] 前記移動体の現在の状態に関する情報に基づき前記混合気に対する要求目標空燃比が設定され、

前記点火装置の前記要求通電量は、前記要求目標空燃比に応じて設定され、

前記調整部は、前記制限通電量と前記要求通電量との大小関係に基づき前記要求目標空燃比、または前記要求目標空燃比を補正した値のいずれかを前記燃料供給装置に対する制御指令として設定する

請求項 2 に記載の内燃機関制御装置。

[請求項5] 前記移動体の現在の状態に関する情報に基づき前記吸気装置の要求開度が設定され、

前記点火装置の前記要求通電量は、前記吸気装置の要求開度に応じて設定され、

前記調整部は、前記制限通電量と前記要求通電量との大小関係に基づき前記吸気装置の要求開度、または前記吸気装置の要求開度を補正した値のいずれかを前記吸気装置に対する制御指令として設定する

請求項 2 に記載の内燃機関制御装置。

[請求項6] 吸気通路を介して気筒内に吸気を導く吸気装置と、燃料を供給する燃料供給装置と、前記吸気および前記燃料からなる混合気に点火するための点火装置とを備えた移動体用の内燃機関を制御する内燃機関制御装置と、前記移動体の外部にある外部装置と前記内燃機関制御装置との間の通信を仲介する通信装置と、を備えた移動体用の制御システムであって、

前記内燃機関制御装置は、

前記移動体の現在の状態に関する情報に基づき、前記点火装置の現

在温度を測定または推定し、かつ将来の経路上における前記点火装置の温度である将来温度を推定する点火装置温度推定部と、

前記現在温度および前記将来温度に応じて、前記点火装置、前記燃料供給装置または前記吸気装置の少なくとも1つの制御指令を調整する調整部と、

前記移動体の現在の状態に関する現在パラメータを測定または推定する現在パラメータ観測部と、を備え、

前記調整部は、

前記通信装置による前記外部装置との通信接続を介して、将来の経路上における前記移動体の状態に関する予測用パラメータを取得する予測用パラメータ取得部と、

前記予測用パラメータおよび前記現在パラメータに基づいて、将来の経路上における前記移動体の状態に関する複数の将来パラメータを予測する将来パラメータ予測部と、を有し、

前記点火装置温度推定部は、前記現在温度と、前記複数の現在パラメータおよび前記複数の将来パラメータに基づいて前記将来温度を推定する

移動体用制御システム。

[請求項7] 前記予測用パラメータは、将来の経路上における前記移動体の移動状態に関する情報であり、

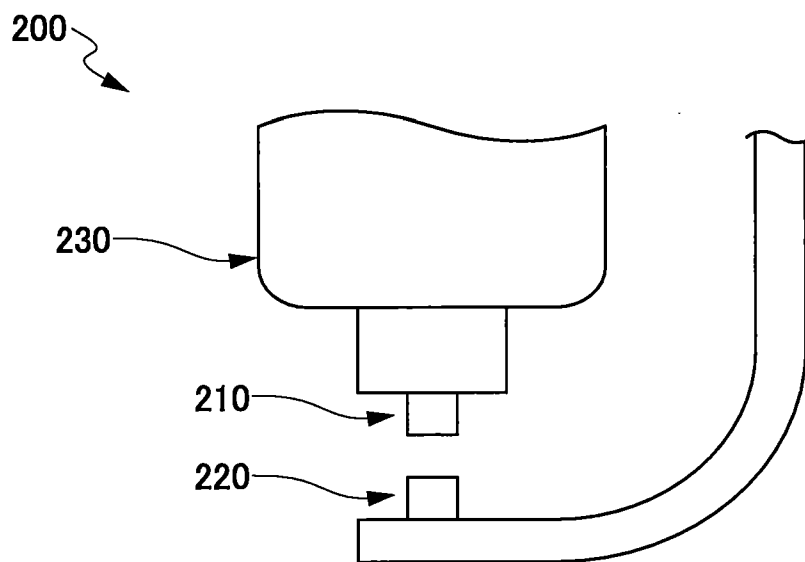
前記点火装置温度推定部は、前記現在パラメータに基づき、前記現在温度を測定または推定すると共に、前記予測用パラメータに基づき、前記将来温度を推定する

請求項6に記載の移動体用制御システム。

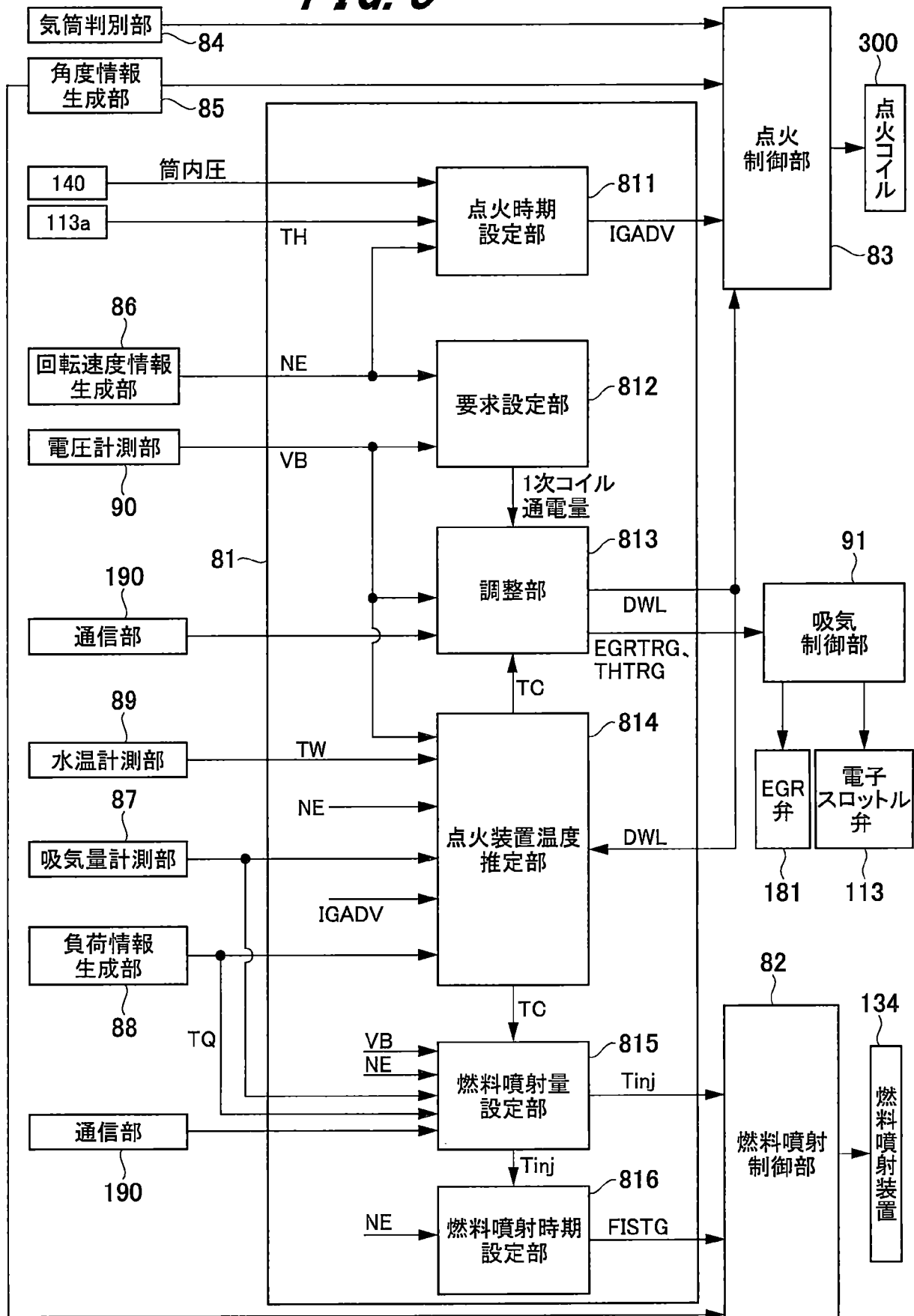
[請求項8] 前記将来温度は、前記点火装置温度推定部の有するニューラルネットワークモデルを介して出力され、当該ニューラルネットワークモデルの説明変数は、前記予測用パラメータから選択されるパラメータと、前記点火装置の発熱部に関するパラメータと、前記点火装置の内外

の熱収支に関するパラメータを含んでいる
請求項 6 に記載の移動体用制御システム。

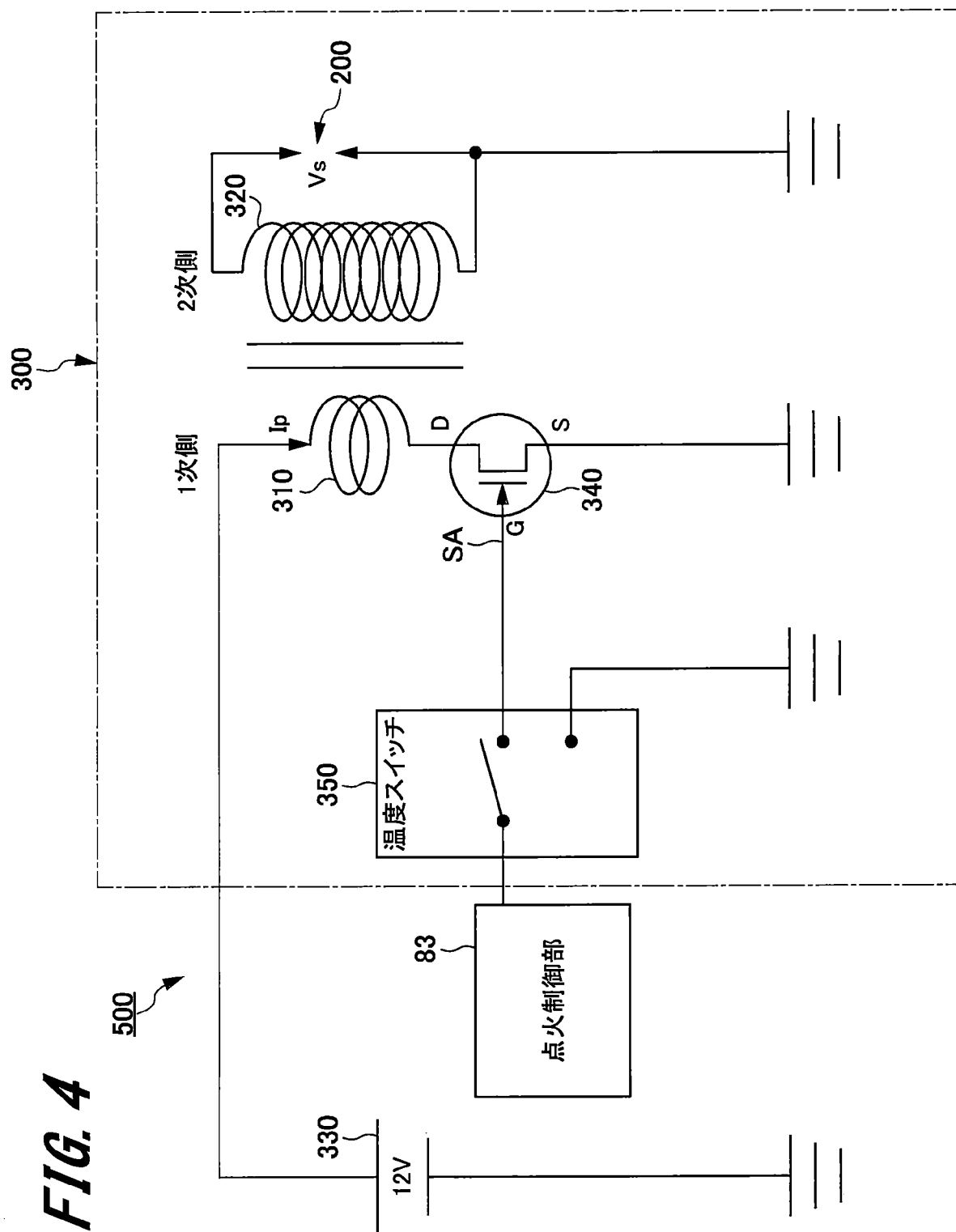
[図2]

FIG. 2

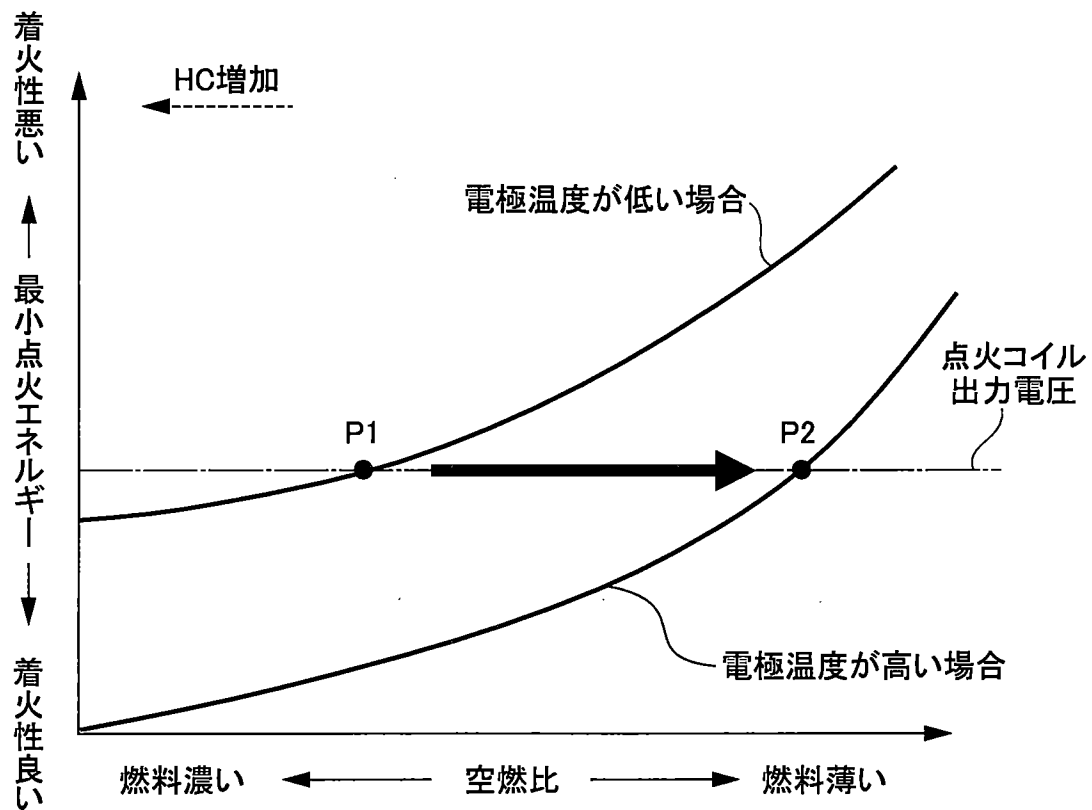
[図3]

FIG. 3

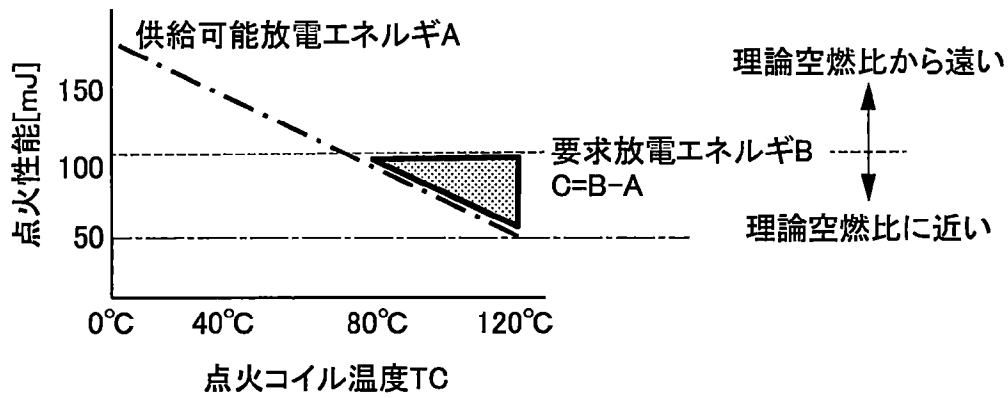
[図4]



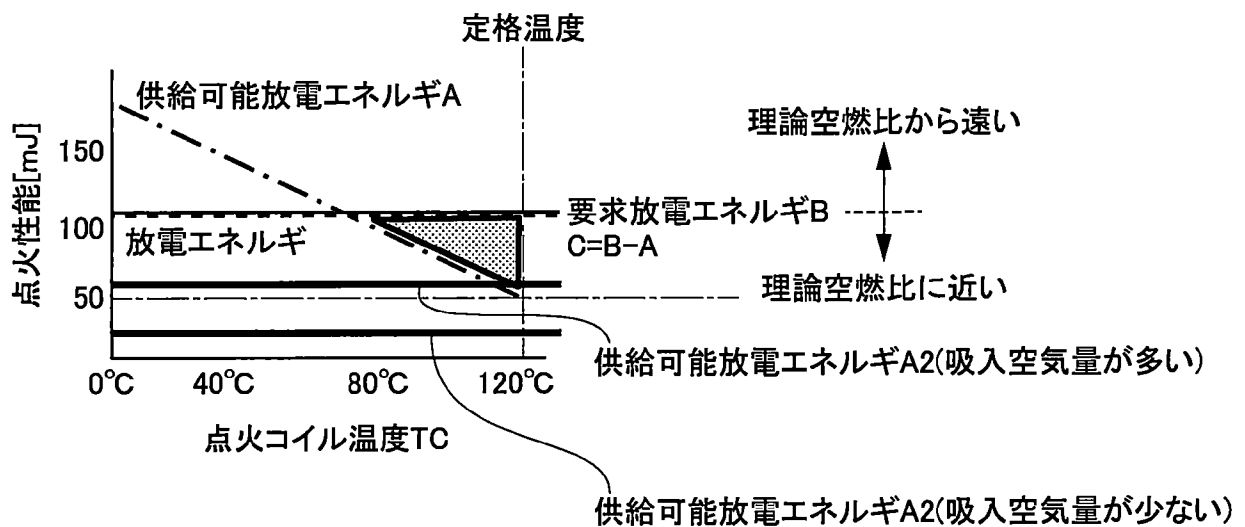
[図5]

FIG. 5

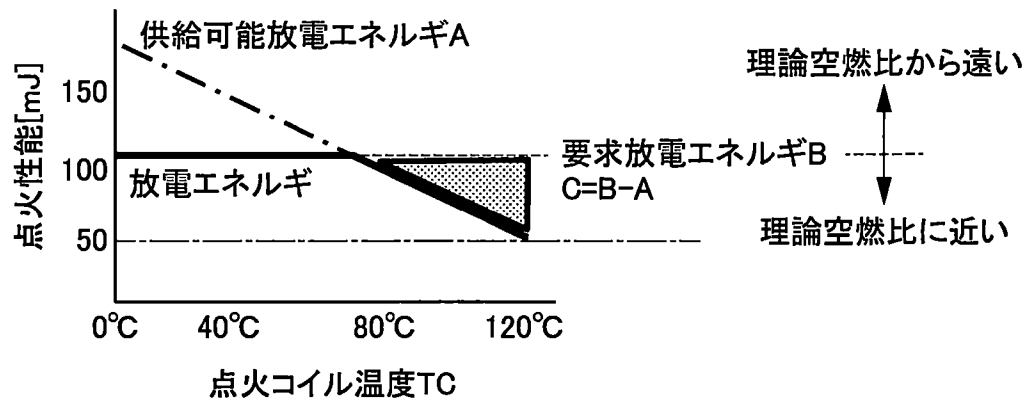
[図6]

FIG. 6

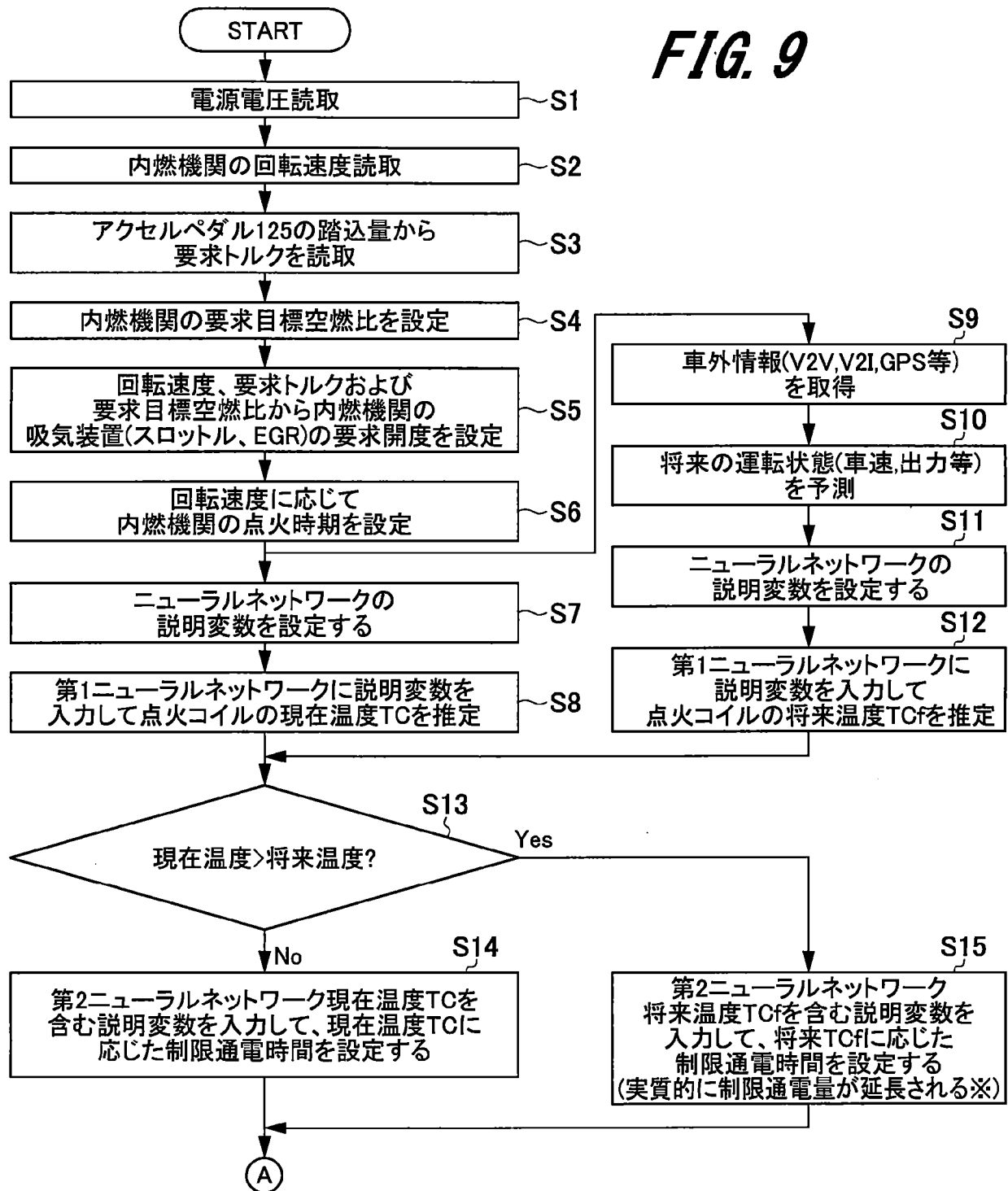
[図7]

FIG. 7

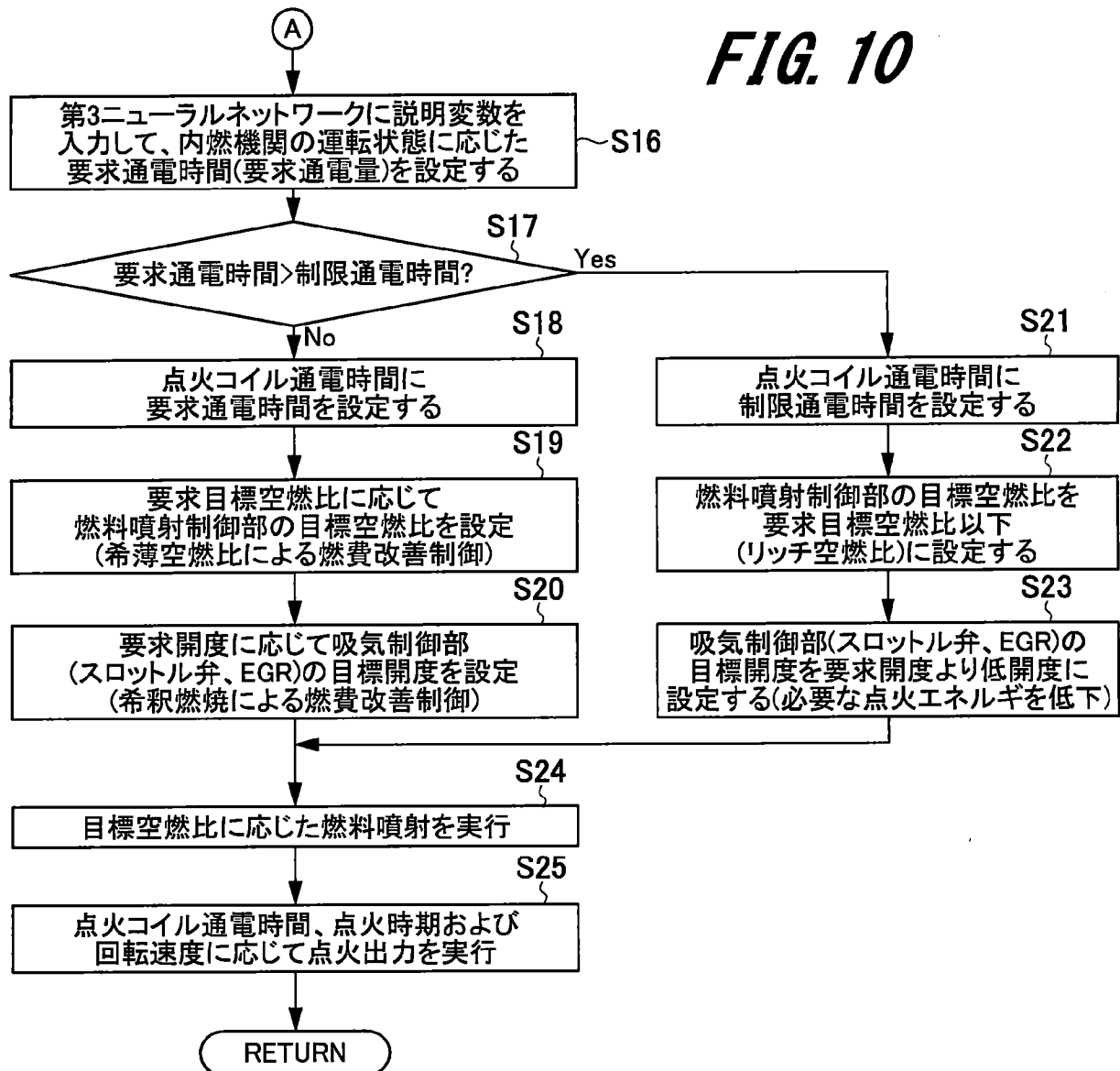
[図8]

FIG. 8

[図9]



[図10]

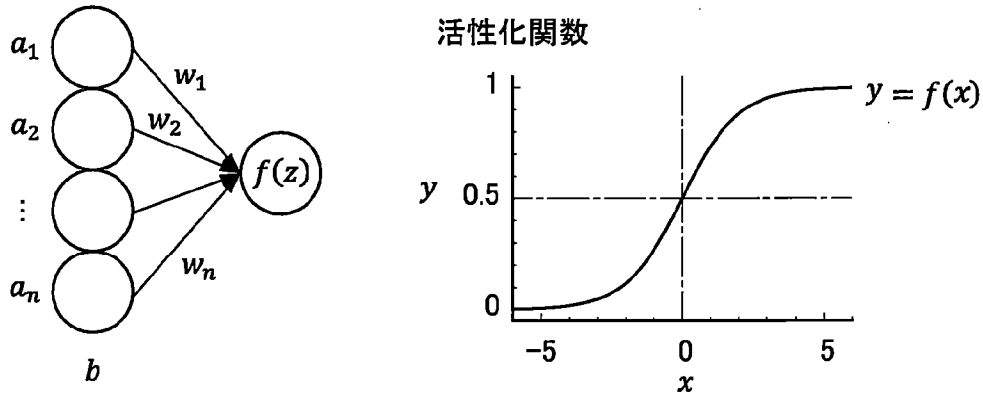


[図11]

FIG. 11

$$z = w_1 a_1 + w_2 a_2 + \dots + w_n a_n + b \quad w: \text{重み}$$

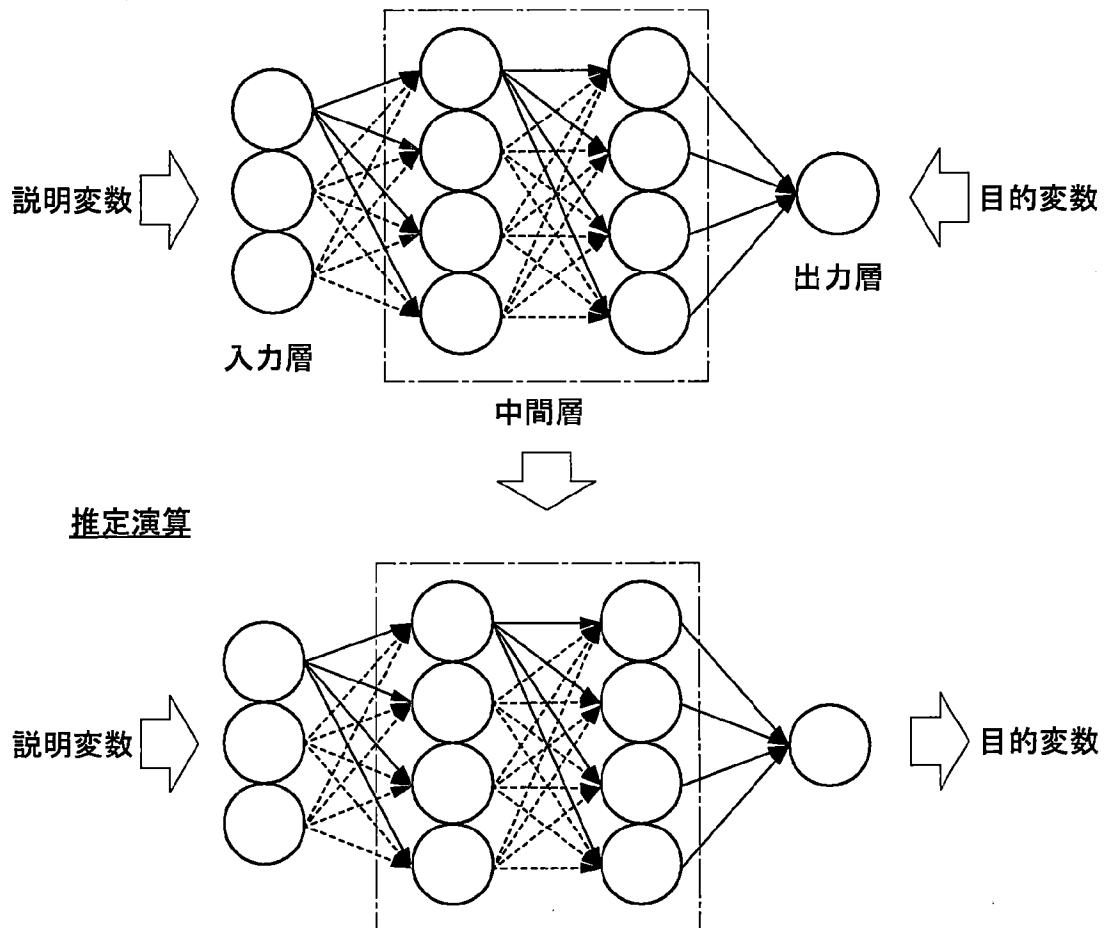
$$a = f(z) \quad b: \text{バイアス}$$



[図12]

FIG. 12

教師有り学習(誤差逆伝播法)



[図13]

FIG. 13

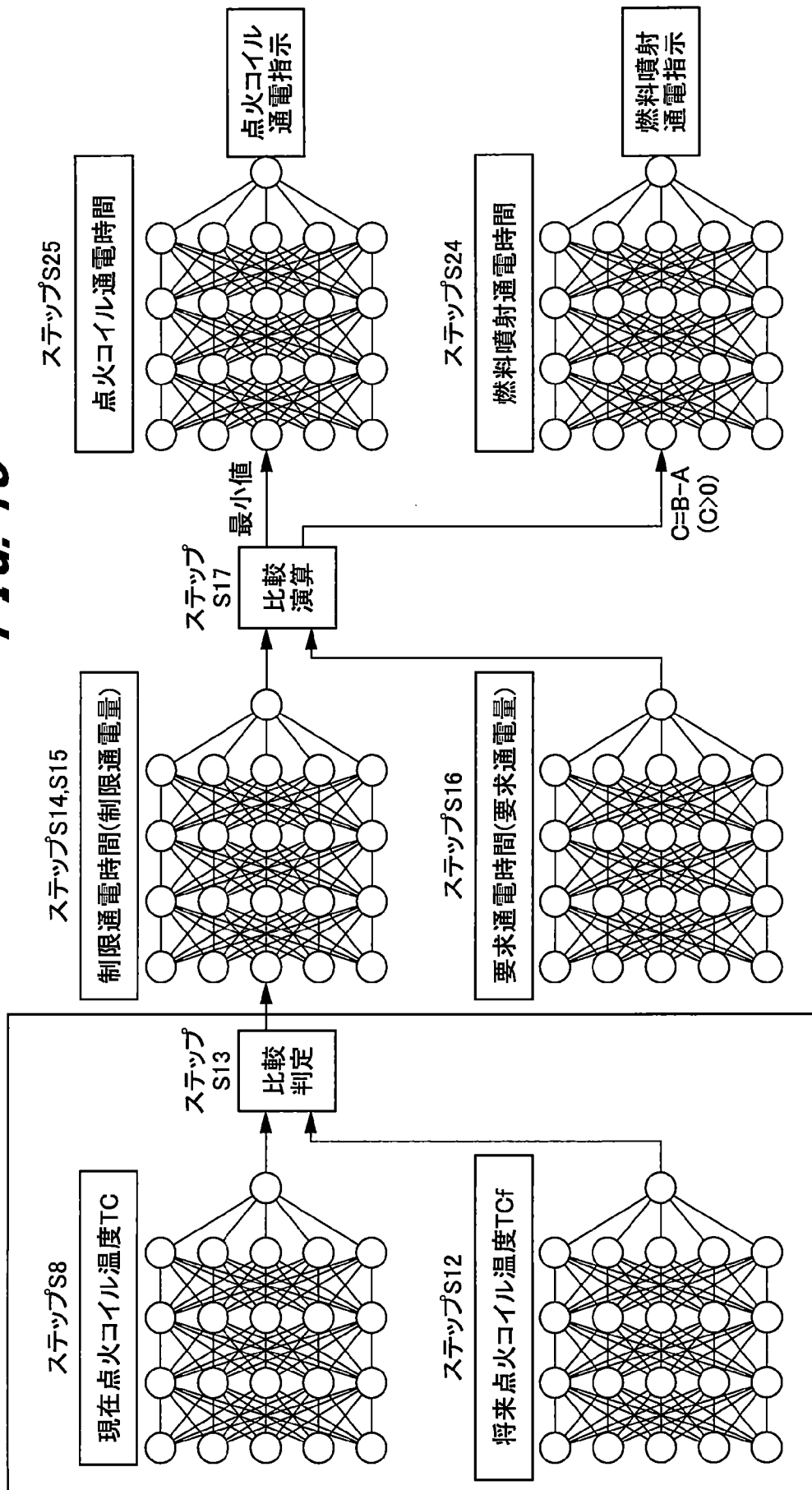


FIG. 14

[図14]

ステップS8,S12 ステップS14,S15 ステップS16 ステップS25 ステップS24

	目的変数				
	点火コイル 温度TC	制限通電時間 (制限通電量)	要求通電時間 (要求通電量)	点火コイル 通電時間TD	燃料噴射 通電時間TI
回転速度	説明変数	説明変数	説明変数	説明変数	説明変数
電源電圧	説明変数	説明変数	説明変数	説明変数	説明変数
吸気流量	説明変数		説明変数		説明変数
吸気圧力	説明変数		説明変数		説明変数
吸気温度	説明変数		説明変数		説明変数
吸気湿度	説明変数		説明変数		説明変数
雨量検知手段	説明変数				
冷却水温	説明変数		説明変数		説明変数
冷却風速	説明変数				
移動速度	説明変数				
気筒番号	説明変数		説明変数		説明変数
点火時期	説明変数		説明変数		
放電回数/サイクル	説明変数		説明変数		
エンジン始動後時間	説明変数				
エンジン停止後時間	説明変数				
燃料噴射量			説明変数		説明変数
EGR弁開度			説明変数		説明変数
燃料圧力					説明変数
点火コイル温度TC	目的変数	説明変数	説明変数	説明変数	
制限通電時間(制限通電量)		目的変数		説明変数	説明変数
要求通電時間(要求通電量)			目的変数	説明変数	説明変数
点火コイル通電時間TD	説明変数			目的変数	
燃料噴射通電時間TI					目的変数

説明変数

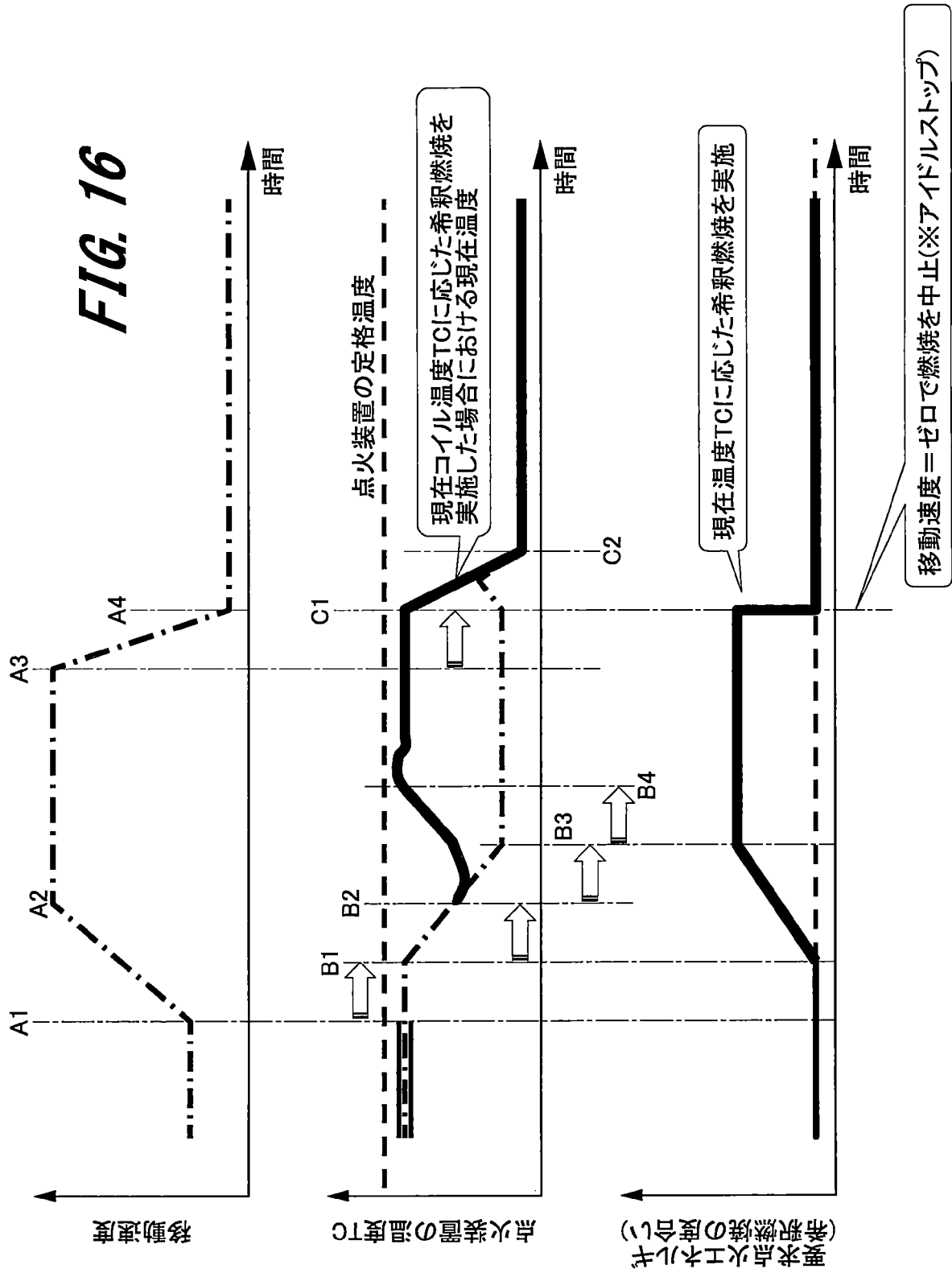
[図15]

ステップS8,S12

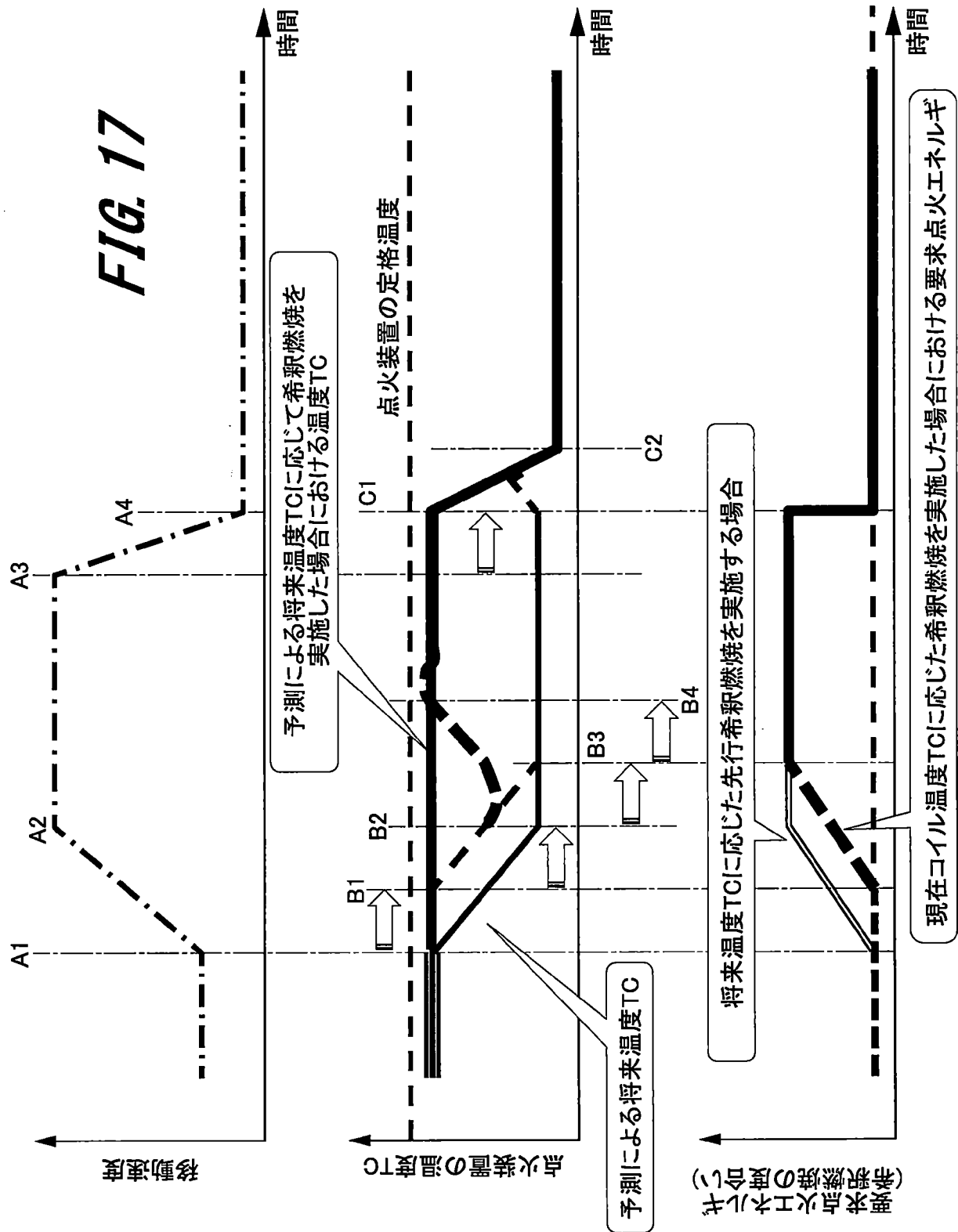
FIG. 15

		影響因子			
		2次電流 による発熱	1次電流 による発熱	イグナイタ による発熱	伝熱
説明変数	回転速度	○	○	○	
	電源電圧		○	○	
	吸気流量	○			
	吸気圧力	○			
	吸気温度				○
	吸気湿度				○
	雨量検知手段				○
	冷却水温／円滑油温				○
	冷却風速				○
	移動速度				○
	混合ガス空燃比	○			○
	気筒番号				○
	点火時期	○			
	点火コイル通電時間/サイクル/回数	○	○	○	
	エンジン始動後時間				○
	エンジン停止後時間				○

[図16]



[図17]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/013478

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**F02D 41/02**(2006.01)i; **F02D 43/00**(2006.01)i; **F02D 45/00**(2006.01)i

FI: F02D45/00 360A; F02D41/02; F02D43/00 301A; F02D43/00 301G; F02D43/00 301K; F02D43/00 301N; F02D45/00 372

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)

F02D41/02; F02D43/00; F02D45/00

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 1971-2023

Registered utility model specifications of Japan 1996-2023

Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

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	JP 2017-180395 A (HONDA MOTOR CO., LTD.) 05 October 2017 (2017-10-05)	1
A	claims 1-2, 7, paragraphs [0011]-[0047], fig. 1-5	2-8



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

02 June 2023

Date of mailing of the international search report

13 June 2023

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)

3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915

Japan

Authorized officer

Telephone No.

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

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

(Invention 1) Claims 1-5

Document 1 discloses an “internal combustion engine control device for controlling a moving body internal combustion engine provided with: an intake device for guiding intake air into a cylinder via an intake passage; a fuel supply device for supplying fuel; and an ignition device for igniting a mixture of the intake air and the fuel, wherein the internal combustion engine control device comprises: an ignition device temperature estimation unit which, on the basis of information about a current state of the moving body, measures or estimates a current temperature of the ignition device and estimates a future temperature that is the temperature of the ignition device on a future route; and an adjustment unit which, in response to the current temperature and the future temperature, adjusts a control command for at least one of the ignition device, the fuel supply device, or the intake device.” Accordingly, claim 1 lacks novelty in light of document 1 and thus does not have a special technical feature.

However, claim 2 dependent on claim 1 has the special technical features in which: “the required amount of energization for the ignition device is set on the basis of information about a current state of the moving body, and the limited amount of energization for the ignition device is determined on the basis of the temperature of the ignition device, the rotation speed of the internal combustion engine, and the target air-fuel ratio of the intake device; the limited amount of energization is determined on the basis of the future temperature when the current temperature is higher than the future temperature, and the limited amount of energization is determined on the basis of the current temperature when the current temperature is equal to or lower than the future temperature; and the adjustment unit sets one of the limited amount of energization and the required amount of energization as a control command for the ignition device on the basis of the magnitude relationship between the limited amount of energization and the required amount of energization.” Also, claims 3-5 have the same technical feature as claim 2.

Therefore, claims 1-5 are classified as invention 1.

(Invention 2) Claims 6-8

It cannot be said that claim 6 has a technical feature identical or corresponding to that of claim 2 classified as invention 1.

Also, claim 6 is not dependent on claim 1 classified as invention 1.

Furthermore, claim 6 is not substantially identical to or similarly closely related to any of the claims classified as invention 1.

Therefore, claim 6 cannot be classified as invention 1.

Also, claim 6 has the special technical feature of a “moving body control system comprising: an internal combustion engine control device for controlling a moving body internal combustion engine provided with an intake device for guiding intake air into a cylinder via an intake passage, a fuel supply device for supplying fuel, and an ignition device for igniting a mixture of the intake air and the fuel; and a communication device that mediates communication between an external device outside the moving body and the internal combustion engine control device, wherein the internal combustion engine control device comprises: an ignition device temperature estimation unit which, on the basis of information about a current state of the moving body, measures or estimates a current temperature of the ignition device and estimates a future temperature that is the temperature of the ignition device on a future route; an adjustment unit which, in response to the current temperature and the future temperature, adjusts a control command for at least one of the ignition device, the fuel supply device, or the intake device; and a current parameter observation unit that measures or estimates current parameters related to the current state of the moving body, and wherein the adjustment unit includes: a prediction parameter acquisition unit that acquires prediction parameters related to the state of the moving body on the future route via communication connection with the external device by the communication device; and a future parameter prediction unit that predicts a plurality of future parameters related to the state of the moving body on the future route on the basis of the prediction parameters and the current parameters, and wherein the ignition device temperature estimation unit estimates the future temperature on the basis of the current temperature, the plurality of current parameters, and the plurality of future parameters” and is thus classified as invention 2. Claims 7-8 also have the same technical feature as claim 6.

Therefore, claims 6-8 are classified as invention 2.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/013478

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

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☒ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

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

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2023/013478

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2017-180395	A	05 October 2017	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） F02D 41/02(2006.01)i; F02D 43/00(2006.01)i; F02D 45/00(2006.01)i FI: F02D45/00 360A; F02D41/02; F02D43/00 301A; F02D43/00 301G; F02D43/00 301K; F02D43/00 301N; F02D45/00 372		
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）） F02D41/02; F02D43/00; F02D45/00 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 1971-2023年 日本国実用新案登録公報 1996-2023年 日本国登録実用新案公報 1994-2023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 2017-180395 A（本田技研工業株式会社）05.10.2017（2017-10-05） 請求項1-2, 7, 段落0011-0047, 図1-5	1
A		2-8
☐ 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、一般的技术水準を示すもの “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 02.06.2023		国際調査報告の発送日 13.06.2023
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） 戸田 耕太郎 3G 9329 電話番号 03-3581-1101 内線 3355

第III欄

発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

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

（発明1）請求項1－5

文献1には「吸気通路を介して気筒内に吸気を導く吸気装置と、燃料を供給する燃料供給装置と、前記吸気および前記燃料からなる混合気に点火するための点火装置とを備えた移動体用の内燃機関を制御する内燃機関制御装置であって、前記移動体の現在の状態に関する情報に基づき、前記点火装置の現在温度を測定または推定し、かつこの先の経路上における前記点火装置の温度である将来温度を推定する点火装置温度推定部と、前記現在温度および前記将来温度に応じて、前記点火装置、前記燃料供給装置または前記吸気装置の少なくとも1つの制御指令を調整する調整部と、を備える内燃機関制御装置」が記載されており、請求項1は、文献1により新規性が欠如しているため、特別な技術的特徴を有しない。

しかしながら、請求項1の従属請求項である請求項2は、「前記移動体の現在の状態に関する情報に基づき前記点火装置の要求通電量が設定され、且つ前記点火装置の温度と前記内燃機関の回転速度及び前記吸気装置の目標空燃比に基づいて前記点火装置の制限通電量が決定され、前記現在温度が前記将来温度より大きい場合、前記将来温度に基づいて前記制限通電量が決定され、前記現在温度が前記将来温度以下である場合、前記現在温度に基づいて前記制限通電量が決定され、前記調整部は、前記制限通電量と前記要求通電量との大小関係に基づき前記制限通電量と前記要求通電量のいずれかを前記点火装置の制御指令として設定する」という特別な技術的特徴を有しており、請求項3－5も、請求項2と同一の技術的特徴を有している。

したがって、請求項1－5を発明1に区分する。

（発明2）請求項6－8

請求項6は、発明1に区分された請求項2と、同一の又は対応する技術的特徴を有しているとはいえない。

また、請求項6は、発明1に区分された請求項1の従属請求項ではない。

さらに、請求項6は、発明1に区分されたいずれの請求項に対しても実質同一又はそれに準ずる関係にはない。

したがって、請求項6は発明1に区分できない。

そして、請求項6は、「吸気通路を介して気筒内に吸気を導く吸気装置と、燃料を供給する燃料供給装置と、前記吸気および前記燃料からなる混合気に点火するための点火装置とを備えた移動体用の内燃機関を制御する内燃機関制御装置と、前記移動体の外部にある外部装置と前記内燃機関制御装置との間の通信を仲介する通信装置と、を備えた移動体用の制御システムであって、前記内燃機関制御装置は、前記移動体の現在の状態に関する情報に基づき、前記点火装置の現在温度を測定または推定し、かつ将来の経路上における前記点火装置の温度である将来温度を推定する点火装置温度推定部と、前記現在温度および前記将来温度に応じて、前記点火装置、前記燃料供給装置または前記吸気装置の少なくとも1つの制御指令を調整する調整部と、前記移動体の現在の状態に関する現在パラメータを測定または推定する現在パラメータ観測部と、を備え、前記調整部は、前記通信装置による前記外部装置との通信接続を介して、将来の経路上における前記移動体の状態に関する予測用パラメータを取得する予測用パラメータ取得部と、前記予測用パラメータおよび前記現在パラメータに基づいて、将来の経路上における前記移動体の状態に関する複数の将来パラメータを予測する将来パラメータ予測部と、を有し、前記点火装置温度推定部は、前記現在温度と、前記複数の現在パラメータおよび前記複数の将来パラメータに基づいて前記将来温度を推定する移動体用制御システム」という特別な技術的特徴を有しているので、発明2に区分する。請求項7－8も、請求項6と同一の技術的特徴を有している。

したがって、請求項6－8を発明2に区分する。

第Ⅲ欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

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

追加調査手数料の異議の
申立てに関する注意

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

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/JP2023/013478

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2017-180395 A	05.10.2017	(ファミリーなし)	